



# 平成12年度 自然共生研究センター 研究報告書

Annual Report of Aqua Restoration Research Center 2000

平成13年8月

独立行政法人土木研究所



Copyright © (2001) by P.W.R.I.

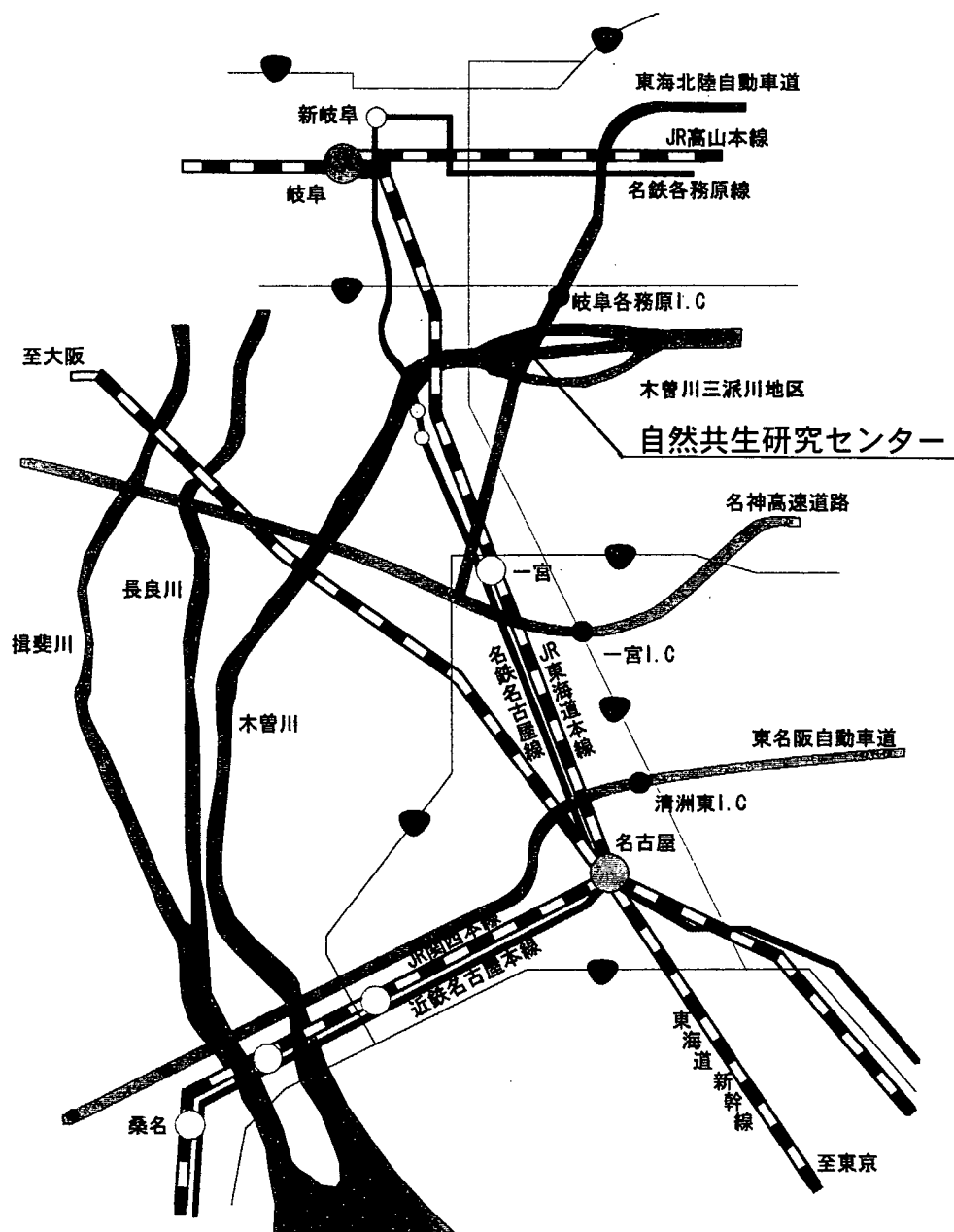
All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

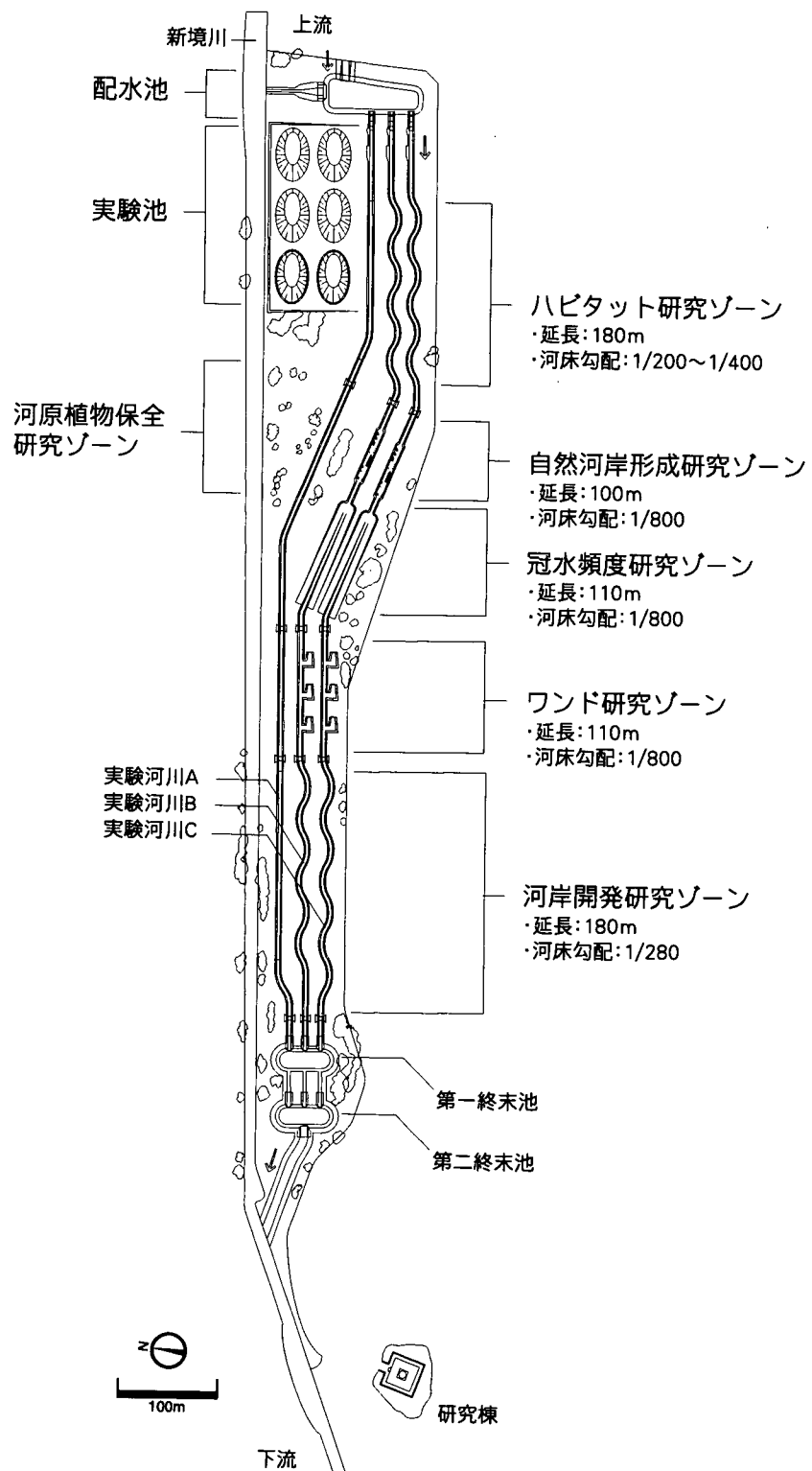


自然共生研究センター 全景





自然共生研究センター位置図



実験施設の平面図

# 平成 12 年度 自然共生研究センター 研究報告書

水循環研究グループ 河川生態チーム\*  
中部地方整備局中部技術事務所 環境共生課\*

## 要 旨

自然共生研究センターは、自然環境と人間との共生に関する研究とその結果の普及を目的として平成 10 年 11 月に設立された。本報告書は、平成 12 年度に自然共生研究センター実験河川を用いて実施した研究課題、「流量変動の有無が及ぼす水質・生物への影響」、「河道水理と植生について」、「外来植物が及ぼす河原植物への影響」、「自然河岸形成ゾーンにおけるマイナーレストレーションの効果」、「自然共生研究センター研究展示計画」等の成果をとりまとめたものである。

キーワード：河川環境、流量、水質、自浄作用、付着藻類、底生動物、魚類、レストレーション、展示、植生、水理、外来種、河原植物

\*執筆者は巻末に一覧を記載した。



# 平成 12 年度 自然共生研究センター 研究報告書

## 目次

### 第Ⅰ部 自然共生研究センター報告

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 1. はじめに.....                         | 1   |
| 2. 本年度の研究課題.....                     | 2   |
| 3. 実験概要.....                         | 3   |
| 4. 流量変動の有無が及ぼす水質・生物への影響.....         | 7   |
| 4. 1 水質への影響.....                     | 12  |
| 4. 2 生物への影響.....                     | 25  |
| 4. 2. 1 付着藻類への影響.....                | 25  |
| 4. 2. 2 底生動物への影響.....                | 43  |
| 4. 2. 3 魚類への影響.....                  | 86  |
| 4. 2. 4 まとめ.....                     | 108 |
| 5. 河道水理と植生について.....                  | 110 |
| 6. 外来植物が及ぼす河原植物への影響.....             | 140 |
| 7. 自然河岸形成ゾーンにおけるマイナーレストレーションの効果..... | 146 |
| 8. 自然共生研究センターの研究展示計画.....            | 162 |
| 9. 今後の研究について.....                    | 186 |
| 10. 参考資料.....                        | 187 |
| 10. 1 自然共生研究センターの概要.....             | 187 |
| 10. 2 自然共生研究センター研究アドバイザー委員会について..... | 188 |
| 10. 3 活用研究について.....                  | 189 |
| 10. 4 気象データ.....                     | 190 |

### 第Ⅱ部 活用研究者報告

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| K11-1. 自浄作用能力の定量的評価及びメカニズムの解明.....        | 193 |
| その1～河川敷土壌内伏流水の水質に関する研究～.....              | 193 |
| その2～河川形態による自浄作用の定量的評価～.....               | 199 |
| K11-2. 水位変動が河床内間隙と流路周辺部の生息環境と生物群集に及ぼす影響.. | 203 |
| K11-3. 非定常流における人工ワンドの水交換について.....         | 209 |
| K11-5. 実験河川の流れ及びSSに関するシュミレーションモデルの評価..... | 213 |



## 第Ⅰ部 自然共生研究センター報告



## 1. はじめに

自然共生研究センターは、川に生息する動植物のことを考え、生態系を重視した川づくりのための基礎及び応用研究を行うため、平成10年11月、岐阜県羽島郡川島町の本曾川河畔に設置され、国土交通省土木研究所と中部地方整備局と共同で「人と自然が共生する川づくり」に役立つ研究を進めている。

本センターの施設は、他に例がなく先進的な施設でもあることから、非常に関心も高く、オープン以来、1万5千人を超える見学者が訪れている（平成12年12月現在）。

このため、研究以外に広報活動にも力を入れており、これまでに、一般も対象とした「研究報告会」の開催をはじめ、「平成11年度自然共生研究センター研究報告書（土木研究所資料第3747号）」、「活動レポート（H12.5）」、「ニュースレター（ARRC NEWS）」の発行、関係ホームページの充実等を進めているところである。

研究については、平成11年度までは予備的実験期間と位置づけて進めてきたが、平成12年度からは本格的な研究を開始している。具体的には、実験河川A、Cについては平常流量に加えて定期的な人工出水、実験河川Bについては平常流量のみを通年与える実験を行っている。また、植生関係の研究にも着手することができた。

本資料は、平成11年度報告書に引き続き、本分野に関心ある方々を対象にして平成12年度の研究内容と主要結果についてまとめたものである。

なお、センターでの研究は自然気象に影響されやすく、今回も9月の東海豪雨や12月の小雨によって上記通水条件を一部変更せざるを得なかったことは残念であった。

本報告の研究成果は、まだ途中段階のものであるが、多くの方々の参考となり、さらに一層、本センターに関心を持っていただくことができれば幸いである。

平成13年8月  
水循環研究グループ長  
（自然共生研究センター長）  
佐合純造

## 2. 本年度の研究課題

昨年度においては、実験施設の物理的性能を確認し、実験河川への生物の移入、定着状況を把握し、同じ形状の実験河川Bと実験河川Cとでは、物理化学的性能及び移動性が高い魚類を除く生物の定着状況は、ほぼ同等とみなすことができた。そこで、本年度においては、実験河川Bでは常に一定流量に、実験河川Cでは定期的に出水を与えることにより、流量が変動することがハビタット、生物にどう影響を及ぼすかという研究を開始するとともに、以下に示す、基礎研究、応用研究、活用研究を実施する。なお、活用研究とは、平成11年度に公募により採択した5課題を指す。

| 番号   | 研究テーマ                   | サブテーマ                                                                                                                                            | 12年度研究課題                           |
|------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 基礎研究 | ① 物理的な空間の差異と生物生息状況の関係把握 | ハビタットと魚類の生息状況との関係                                                                                                                                | ・実験河川内ハビタットと魚類の生息の関係把握             |
|      | ② 数値シミュレーションモデルの向上      | 河道形状の変化や植生を考慮した水理モデルの構築                                                                                                                          | ・河道水理と植生との関係把握 (5章)                |
|      | ③ 変動を加味した流量変動に関する基礎調査   | 維持流量に関する研究                                                                                                                                       | —                                  |
|      |                         | 流量変動の役割の解明                                                                                                                                       | ・出水の有無がもたらす水質・生物への影響 (4章)          |
|      |                         | 土砂供給の役割の解明                                                                                                                                       | —                                  |
|      | ④ 河原植物の保全               | 外来種の影響                                                                                                                                           | ・外来植物が及ぼす河原植物への影響 (6章)             |
| 応用研究 | ⑤ 実験池における研究             | 水辺推移帯の植生復元                                                                                                                                       | (実験池整備)                            |
|      |                         | 池岸の植生と水質との関係把握                                                                                                                                   |                                    |
|      | ① 水中テレメトリーの開発           | 魚類の行動把握<br>テレメトリーの開発                                                                                                                             | ・水中電波伝搬モデルの構築                      |
|      | ② 浸食・堆積作用を利用した復元技術の確立   | 自然作用を用いた復元技術                                                                                                                                     | ・自然河岸形成ゾーンにおけるマイナーレステレーションの効果 (7章) |
|      | ③ 新素材・新工法を用いた河岸処理技術の開発  | 新素材の環境機能把握                                                                                                                                       | —                                  |
| 活用研究 | ④ エコロジカル展示に関する研究        | 河川関連施設の展示研究                                                                                                                                      | ・実験河川における参加型の展示計画 (8章)             |
|      | 第1次活用研究                 | ① 浄作用能力の定量的評価及びメカニズムの解明<br>② 験河川の流れ及びSSに関するシミュレーションモデルの評価<br>③ 水位変動が河床内間隙と流路周辺部の生息環境と生物群集に及ぼす影響<br>④ 非定常流下におけるワンドの水交換と土砂堆積<br>⑤ 流水の一次生産の測定に関する研究 |                                    |

3. 実験概要

3. 1 実験河川の流量

今年度の実験は、平成 12 年 3 月 27 日より実験河川の通水を開始し、平成 13 年 1 月 31 日に通水を停止した。基底流量は 3 河川とも同一で、春～秋期は 100L/s、冬期（11 月 1 日～）は 50L/s とした。

出水実験については、実際に現地で起きている現象に近いものを再現することを目的として、過去の降雨データ等を元に出水時期や頻度、流量規模を実験開始当初に表 3.1 のように設定した。

表 3.1 出水実験の設定

| 時期       | 頻度    | 規模  |                                                                       |
|----------|-------|-----|-----------------------------------------------------------------------|
| 4 月      | 4 回／月 | 小   | 流量規模は<br>小：0.25-0.75 m³/s<br>中：0.75-1.5 m³/s<br>大：1.5-3.0 m³/s<br>を想定 |
| 5 月（後半）  | 2 回／月 | 中～小 |                                                                       |
| 6 月      | 4 回／月 | 中～小 |                                                                       |
| 7 月（前半）  | 2 回／月 | 中～小 |                                                                       |
| 8 月      | 2 回／月 | 大   |                                                                       |
| 9 月      | 2 回／月 | 大～中 |                                                                       |
| 10 月     | 2 回／月 | 大～中 |                                                                       |
| 11 月～2 月 | 1 回／月 | 小   |                                                                       |

これに基づき、通水期間中に出水実験を計 18 回（うち 1 回は水量不足のため実施せず）行った。最大ピーク流量は 1.5m³/s、最小は 0.3m³/s である。特に夏期においては、河道に植生が繁茂して水位上昇が著しく橋桁に水面が到達する等の危険性があるため、1.5m³/s より大きい規模の出水を起こすことはできなかった。また、10 月中旬に実験河川の水源である新境川に流入する各務用水が通水停止して以降、十分な水量を確保できなかったため出水実験の規模を縮小したり中止したりした月もある。出水実験実施日、ピーク時間、ピーク流量の一覧を表 3.2 に示す。

表 3.2 平成 12 年度出水実験一覧

|    | 実施日         | 実験河川A    |                          | 実験河川C    |                          |
|----|-------------|----------|--------------------------|----------|--------------------------|
|    |             | ピーク時間(分) | ピーク流量(m <sup>3</sup> /s) | ピーク時間(分) | ピーク流量(m <sup>3</sup> /s) |
| 1  | 平成12年04月19日 | 120      | 0.5                      | 120      | 0.5                      |
| 2  | 平成12年04月26日 | 120      | 0.5                      | 120      | 0.5                      |
| 3  | 平成12年05月17日 | -        | -                        | 75       | 0.8                      |
|    | 平成12年05月18日 | 75       | 0.8                      | -        | -                        |
| 4  | 平成12年05月24日 | 120      | 0.3                      | 120      | 0.3                      |
| 5  | 平成12年06月07日 | 60       | 1.0                      | 60       | 1.0                      |
| 6  | 平成12年06月14日 | 90       | 1.5                      | 90       | 1.5                      |
| 7  | 平成12年06月21日 | 90       | 1.0                      | 90       | 1.0                      |
| 8  | 平成12年06月28日 | 90       | 1.5                      | 90       | 1.5                      |
| 9  | 平成12年07月05日 | 90       | 1.0                      | 90       | 1.0                      |
| 10 | 平成12年07月12日 | 90       | 1.0                      | 90       | 1.0                      |
| 11 | 平成12年08月09日 | 90       | 1.0                      | 90       | 1.0                      |
| 12 | 平成12年08月23日 | 90       | 1.0                      | 90       | 1.0                      |
| 13 | 平成12年09月06日 | 90       | 1.5                      | 90       | 1.5                      |
| 14 | 平成12年09月20日 | 90       | 1.0                      | 90       | 1.0                      |
| 15 | 平成12年10月04日 | 90       | 1.5                      | 90       | 1.5                      |
| 16 | 平成12年10月18日 | -        | -                        | -        | -                        |
| 17 | 平成12年11月15日 | -        | -                        | 90       | 0.3                      |
| 18 | 平成12年12月14日 | -        | -                        | 60       | 0.3                      |

平成 12 年 9 月 11 から 12 日にかけての東海豪雨においては、自然共生研究センターの脇を流れる新境川も水位が上昇し、実験河川も洪水に見舞われた。洪水は、実験河川上流部の東口駐車場方面と実験池方面から実験河川に流入し、実験河川及び実験池が全面的に冠水した。

また、前述のように各務用水の通水停止以降、新境川の水位が徐々に低下し、12 月には 2 回に渡って実験河川に新境川の水が全く分派しなくなり実験河川の水が枯れる事態が発生した。図 3.1 は新境川三井橋の水位データであり、この地点の水位が概ね 50cm を下回ると実験河川配水池に水が分派しなくなる。実験河川では 12 月 18 日と 25 日に水枯れが発生したが、このデータによるとその数日前から実験河川配水池への流入が止まっていることが伺われる。

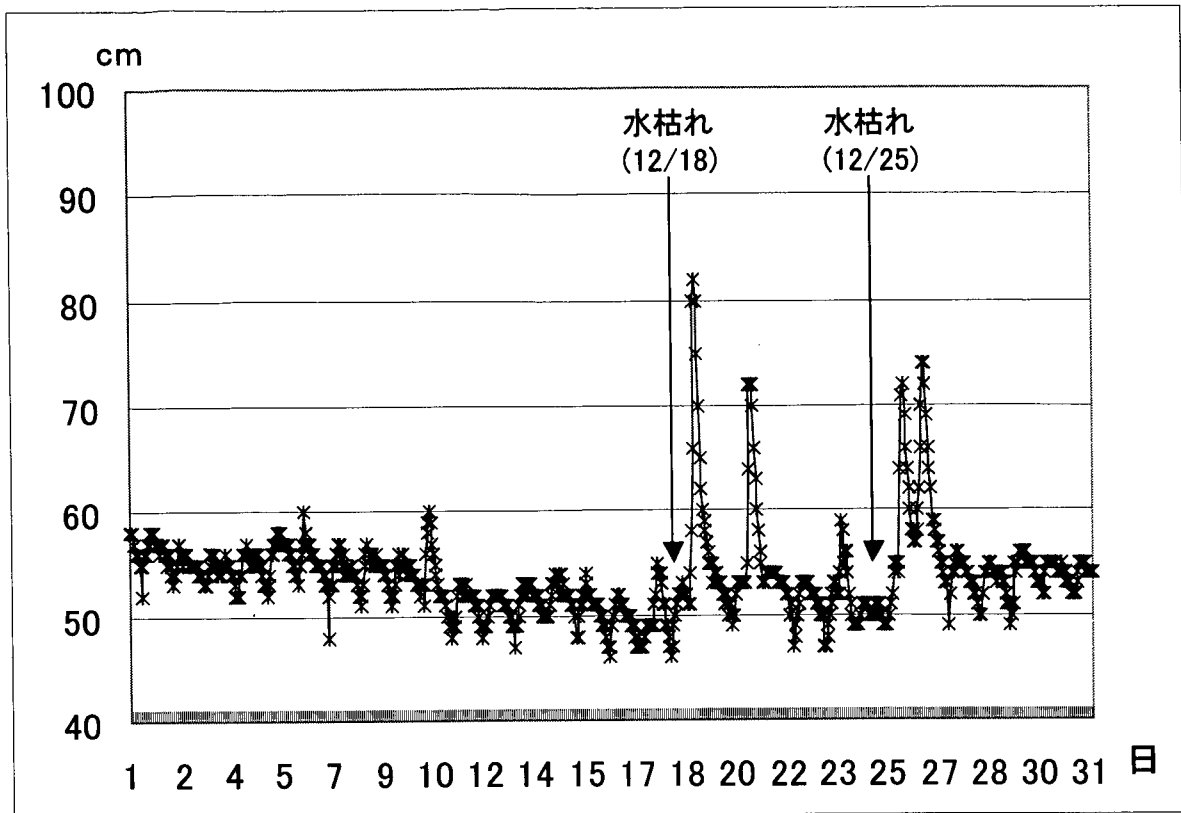


図 3.1 新境川三井橋水位データ (平成 12 年 12 月)

### 3. 2 調査

調査は物理調査、生物調査、水質調査、その他の調査が行われており、生物調査には植生・付着藻類・底生動物・魚類調査が含まれる。また、その他の調査として、ラジヘリを用いた写真撮影、研究解説サイン評価等が行われている。今年度実施された調査をまとめた調査カレンダーを表 3-3 に示す。

表 3.3 調査カレンダー

| 日付                    | 出水実験等のイベント                                                                   | 調査項目及び時期      |                         |                                                    |                                                                                      |                                                       |                                          |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|                       |                                                                              | 物理調査          |                         | 生物調査                                               |                                                                                      | 水質調査                                                  | その他調査等                                   |
| 平成12年<br>3月<br>27日    | 通水開始(平常流量0.1m <sup>3</sup> /s)                                               |               |                         |                                                    |                                                                                      |                                                       |                                          |
| 4月<br>19日             | 第1回出水実験<br>・A.C河川、0.5m <sup>3</sup> /s、ピーク120分                               |               |                         | 18-19日                                             | 付着藻類調査                                                                               |                                                       | 17-21日 ラジヘリ写真撮影                          |
| 26日                   | 第2回出水実験<br>・A.C河川、0.5m <sup>3</sup> /s、ピーク120分                               |               |                         |                                                    |                                                                                      |                                                       |                                          |
| 5月<br>17-18日          | 第3回出水実験<br>・A.C河川、0.8m <sup>3</sup> /s、ピーク75分                                |               |                         | 16-17日<br>17日                                      | 付着藻類調査<br>植生調査・河原植物保<br>全ゾーン管理                                                       | 23日 定常調査                                              | 15-19日 ラジヘリ写真撮影                          |
| 24日                   | 第4回出水実験<br>・A.C河川、0.3m <sup>3</sup> /s、ピーク120分                               |               |                         |                                                    |                                                                                      |                                                       |                                          |
| 6月<br>7日              | 第5回出水実験<br>・A.C河川、1m <sup>3</sup> /s、ピーク60分                                  |               |                         | 12.5日<br>6-7日                                      | 底生動物調査(A,B,C)<br>付着藻類調査                                                              |                                                       |                                          |
| 14日                   | 第6回出水実験<br>・A.C河川、1.5m <sup>3</sup> /s、ピーク90分                                |               |                         |                                                    |                                                                                      |                                                       |                                          |
| 21日                   | 第7回出水実験<br>・A.C河川、1m <sup>3</sup> /s、ピーク90分                                  | 15-17日<br>21日 | 植生調査<br>流量観測            |                                                    |                                                                                      |                                                       | 19-23日 ラジヘリ写真撮影                          |
| 28日                   | 第8回出水実験<br>・A.C河川、1.5m <sup>3</sup> /s、ピーク90分                                |               |                         |                                                    |                                                                                      | 30日 定常調査                                              |                                          |
| 7月<br>5日              | 第9回出水実験<br>・A.C河川、1m <sup>3</sup> /s、ピーク90分                                  |               |                         | 5日<br>10日                                          | 底生動物調査(ポンプC)<br>植生調査・河原植物保<br>全ゾーン管理                                                 |                                                       |                                          |
| 12日                   | 第10回出水実験<br>・A.C河川、1m <sup>3</sup> /s、ピーク90分                                 | 7-11日<br>12日  | 植生調査<br>流量観測            | 11日<br>12日<br>14-17日<br>21日<br>26日<br>31日          | 底生動物調査(C)<br>底生動物調査(ポンプC)<br>付着藻類調査<br>付着藻類調査<br>付着藻類調査<br>付着藻類調査                    | 19日 定常調査                                              | 10-14日 ラジヘリ写真撮影                          |
| 8月<br>9日              | 第11回出水実験<br>・A.C河川、1m <sup>3</sup> /s、ピーク90分                                 | 7-8日<br>9日    | 植生調査<br>流量観測            | 1-3日<br>7日<br>8日<br>11日                            | 底生動物調査(A,B,C)<br>周辺水域魚類調査<br>付着藻類調査<br>付着藻類調査                                        | 8日 出水前日調査<br>9日 出水時調査<br>10-12日 出水影響調査<br>16-17日 通日調査 | 4日 デジカメを用いた興味・関心調査<br>7-11日 ラジヘリ写真撮影     |
| 23日                   | 第12回出水実験<br>・A.C河川、1m <sup>3</sup> /s、ピーク90分                                 |               |                         | 20-22日<br>22日<br>22-24日                            | 生息魚類調査<br>付着藻類調査<br>魚類移動状況調査                                                         | 22日 出水影響調査                                            | 17日 夏休み親子教室                              |
| 9月<br>6日              | 第13回出水実験<br>・A.C河川、1.5m <sup>3</sup> /s、ピーク90分<br>(東海豪雨による実洪水発生)             | 6日            | 流量観測                    |                                                    |                                                                                      |                                                       | 4-8日 ラジヘリ写真撮影                            |
| 11-12日                |                                                                              |               |                         | 11日<br>13日<br>17-19日<br>20-22日                     | 植生調査・河原植物保<br>全ゾーン管理<br>底生動物調査(A,B,C)<br>生息魚類調査<br>付着藻類調査                            | 19日 定常調査                                              | 19-20日 ラジヘリ写真撮影                          |
| 20日                   | 第14回出水実験<br>・A.C河川、1m <sup>3</sup> /s、ピーク90分                                 |               |                         |                                                    |                                                                                      |                                                       |                                          |
| 10月<br>4日             | 第15回出水実験<br>・A.C河川、1.5m <sup>3</sup> /s、ピーク90分                               | 4日            | 流量観測                    | 11-12日<br>15-17日<br>17日<br>19日                     | 魚類移動状況調査<br>生息魚類調査<br>底生動物調査(B,C)<br>付着藻類調査                                          | 11-12日 定常調査                                           |                                          |
| 18日                   | 第16回出水実験<br>・水量不足のため、実施せず                                                    |               |                         |                                                    |                                                                                      |                                                       | 19,20日 建設技術フェア(名古屋)出展<br>24-28日 ラジヘリ写真撮影 |
| 11月<br>1日             | 平常流量0.1m <sup>3</sup> /s→0.05m <sup>3</sup> /s                               |               |                         | 6日<br>7.9.10日<br>12-14日<br>14-16日<br>20日<br>27-28日 | 植生調査・河原植物保<br>全ゾーン管理<br>底生動物調査(A,B,C)<br>生息魚類調査<br>付着藻類調査<br>底生動物調査(B,C)<br>魚類移動状況調査 | 8日 定常調査                                               |                                          |
| 15日                   | 第17回出水実験<br>・C河川、0.3m <sup>3</sup> /s、ピーク90分                                 | 15日           | 流量観測                    |                                                    |                                                                                      |                                                       | 13-18日 ラジヘリ写真撮影                          |
| 12月<br>14日            | 第18回出水実験<br>・C河川、0.3m <sup>3</sup> /s、ピーク60分<br>(渇水による一時水枯れ)<br>(渇水による一時水枯れ) |               |                         | 10-12日<br>19日                                      | 生息魚類調査<br>底生動物調査(A,B,C)                                                              | 6日 定常調査                                               | 11-15日 ラジヘリ写真撮影                          |
| 平成13年<br>1月<br>22-24日 | 平常流量0.05m <sup>3</sup> /s→0.01m <sup>3</sup> /s                              |               |                         | 13日<br>14-16日<br>16-18日                            | 周辺水域魚類調査<br>生息魚類調査<br>底生動物調査(A,B,C)                                                  | 19日 渇水影響調査<br>20日 流下時間調査                              |                                          |
| 29-31日                | 通水停止                                                                         | 23-26日        | 物理量調査<br>(水深、流速、水温)     | 23-25日<br>29-31日                                   | 生息魚類調査<br>通水停止後魚類調査                                                                  | 25日 流下時間調査<br>27日 渇水影響調査                              | 27-28日 携帯端末ガイド予備試験                       |
| 2月                    |                                                                              | 1-20日         | 物理量調査<br>(ラジヘリ写真、地形、底質) |                                                    |                                                                                      |                                                       | 2-4日 研究解説サイン評価・検証                        |

## 4. 流量変動の有無が及ぼす水質・生物への影響

### (1) 研究の目的

河川における流量変動、すなわち季節的な流量変化や小・中・大規模出水は、生物のハビタットや自浄作用を維持し、また、河川生物はこれに適応・進化した生活史をもっている等、河川生態系に大きく関与している。しかし現在、ダムや堰等により流量は制御され、出水規模・頻度の減少、流況の安定化、さらに下流への供給土砂量の減少が生じる等、生物及び生態系へ影響を及ぼしていることが指摘されている<sup>1)~3)</sup>等。

これまで河川流量管理については、河川における流水の正常な機能を維持するために必要な流量＝正常流量という考え方にに基づき、渇水時に維持すべき流量が定められてきたが、近年、渇水時のみでなく1年365日を通じた流量の変動にも配慮する必要性が認識されるようになってきた<sup>4)</sup>。しかし、河川生態系の保全を考慮した流量管理を行っていくためには、どの季節の、どのくらいの規模・継続時間・頻度の出水が、ハビタットの形成・維持や河川生物の生活史等に寄与しているのか、さらに、流量—ハビタット—生物の関係等、膨大な知見の集積が必要とされる。

これらを解明するための一つの試みとして、ダム下流の流量安定化に対する改善を目的とし、ダムから平常時より大きい規模の流量を一時的に放流する（以下、フラッシュ放流とする）試みが実施され、放流の規模とハビタット、生物、水質等への影響が検証されている<sup>5)</sup>。このようなフラッシュ放流は、近年、仮説検証の中から管理方法を導き出すという順応的管理の必要性が指摘されてきている<sup>7)</sup>ことから注目されている。これまで得られている流量変動のハビタット及び生物への役割を整理すると表4.1のようになり、少しずつではあるが、それらに関する知見が集積されつつある。しかしながら、得られている情報はごく一部にすぎず、流量管理へフィードバックしていくためには、さらに新たな知見を集積し、定量化を図っていく必要がある。

本研究は、流量変動が生態系に果たしている役割を定量的に明らかにすることにより、今後の河川流量管理に資することを目的とする。12年度は、定量化へ向けての第一段階として、常に流量を一定に与える河川と1週間～1ヶ月に一度出水を与える河川を設定し、これらの違いが、水質、生物にどう影響を及ぼすかを定性的・定量的に把握することを目的とする。

### (2) 研究の方法

常に一定の流量とする実験河川Bと1週間～1ヶ月に一度出水を与える実験河川Cを対象に、水質、生物（付着藻類、底生動物、魚類、植物）を定期的に調査した。各河川に与えた流量を表4.2、4.3、図4.1に示す。なお、出水の与え方については、当該地域の過去の降雨量及び取水河川である新境川の流量を考慮し、設定した。しかし、2000年9月11日-12日に生じた東海豪雨により、実験河川B及びCがともに天端から20～70cm冠水し、沈水植物及び水際に生育していた植物が流出するなど、大きなダメージを被り、それまで、目視でも確認することができた実験河川BとCの水際植物の差異が、流出によって消失し、実験がリセットされたこと、計画では出水ピーク流量を最大3m<sup>3</sup>/s流下させる予定であったが、河岸植生や沈水植物の繁茂による水位の上昇により、最大1.5m<sup>3</sup>/sの流量しか与えられなかったこと、さらに、2000年12月17～19日にかけて、取

表 4.1 出水がハビタット、生物に果たす役割

| 出水時期又は出水の規模・攪乱の程度 |            | 役割・機能                                                                                                                                                                                               | 文献及び研究・調査事例                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 季節的な出水と生物         | 春期         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・春出水は、魚類の遡上、産卵のトリガーとなる。</li> <li>・融雪出水による裸地の形成はその後のヤナギ類の種子の定着地となる。</li> <li>・増水時にワンドや高水敷の草地などが冠水あるいは増水することにより本川と連続し、ワンドやタマリで生活史の一部として利用する生物の存続を維持</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・河川下流域の魚の多くは、6月の梅雨期に増水した川の河川敷の草地や湿地帯へ侵入して産卵する習性を身につけた<sup>9)</sup></li> <li>・春出水による流量増加は、Coregoninae (コイノ属魚類)の孵化と流下の開始に対して最初のきっかけを与えた<sup>2)</sup></li> <li>・ヤナギ類は、融雪出水の減水期に種子を分散し、融雪出水によって形成された裸地にいち早く侵入する<sup>9)</sup></li> <li>・千曲川における1999年5月のワンド調査において、出水による本川の増水に伴い、本川とつながっているワンドに魚類が侵入し、ワンド内の魚類は増加した<sup>29)</sup></li> </ul>                                                                                                             |
|                   | 様々         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・出水による種子散布、及び攪乱による種子の再分散<sup>9)</sup></li> </ul>                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 出水規模とハビタット・生物     | 小          | 平常時の数倍以上の河床堆積物が掃流（フラッシュ効果）する程度の出水                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・自然共生研究センター実験河川における人工出水実験（平常時流量0.1m<sup>3</sup>/sを0.5、1.0、1.5、2.0、3.0m<sup>3</sup>/sに増加、ビーク継続時間20分）では、出水前の現存量によるが、少なくとも1.0m<sup>3</sup>/s（平常時の10倍、掃流力では5倍）で、付着藻類は有意に減少する<sup>29)</sup></li> <li>・松浦川水系蔵木ダムにおけるフラッシュ放流（1998.11、蔵木川流量0.8m<sup>3</sup>/sを10.7m<sup>3</sup>/sに増加、ビーク継続時間2時間）では、付着藻類の現存量や底生動物の個体数・現存用・群集構造への影響は認められなかったが、比較的移動性の大きい底生動物への行動には影響を及ぼした<sup>29)</sup></li> </ul>                                                         |
|                   |            | 河床材料の移動を伴う出水<br>一般に、無次元掃流力 $\tau_* > 0.06$                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・木曽川水系比奈知ダム試験湛水時の流量減少によりガマの目は激減し、イシミズ目は増加していたが、フラッシュ放流のフラッシュ放流（1998.3～4、ダム放流量0.5m<sup>3</sup>/s→11m<sup>3</sup>/sに増加（約1ヶ月間継続））によって、その分布は試験湛水前に回復する兆候がみられた<sup>9)</sup></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                   |            | 河床材料の移動に伴う付着藻類の剥離、底生動物の変化<br>→優占種の変化、群集構造の変化                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・利根川水系五十里ダムにおけるフラッシュ放流（出水期4～7月に1回/月、対象放流は1997.5）では、ダム放流量1.0m<sup>3</sup>/s→100m<sup>3</sup>/sに増加（ビーク流量継続時間：20分）させた。その結果、河床材料の移動（最大粒径約23cm）、付着藻類はChl-aで1/3に減少（緑藻・珪藻網は大きく減少、藍藻類網は残存率高い）、底生動物は早瀬・平瀬でガマの目やヒメミズ目が減少、深い淵では増加傾向。底質の炭素・窒素含有率が約1/3に低下、放流前後の水質ではChl-a及び大腸菌群数の低下が確認された<sup>9)</sup></li> </ul>                                                                                                                                              |
|                   |            | 河床堆積物が動くことによる河床内間隙水域（河川水が河床内に浸透した水域）の溶存酸素を含んだ浸透水の維持<br>→河床内間隙水域生物のハビタットが維持                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・水生昆虫にとって重要な河床内間隙水域を維持するために溶存酸素を含んだ浸透水の存在が必要になり、このような生息場所条件は増等の攪乱時に堆積物が動くことが必要<sup>19)</sup></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                   | 大          | 2～3年に一度の規模の出水                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験により河床材料が移動した時に顕著に、水生昆虫が流出することが把握された<sup>19)</sup></li> <li>・流量が安定すると極相として造網型が優占するが、出水による攪乱・流出後は、まず、遊泳型、匍匐型が回復し、その後造網型が回復し、優占種は変更する。伊勢湾台風後の大規模攪乱後の調査結果によると、台風前の状況に回復するのに7年を要した<sup>29)</sup></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                        |
|                   |            | 5年に一度の規模の出水                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・河道の平面形態は低水路満杯流量（平均年最大流量＝2～3年に1回の出水）くらいで規定される<sup>19)</sup></li> <li>・千代川上流域における階段状河床形態の淵は、約5年確率の洪水に対する階段状形態とよく対応している<sup>19)</sup></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                   | 水際域から陸域の攪乱 | 冠水領域、冠水頻度の増大                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・本流が増水し場合には、その周囲が冠水し、本流やワンドに住むフナ類やナマズ、ドジョウなどが冠水した場所で産卵<sup>19)</sup></li> <li>・宇石川では冠水頻度が1～5日/年を越える場所に裸地が多い<sup>29)</sup></li> <li>・コロラド川グレン・キャニオンダムにおけるフラッシュ放流（1996.3）ダム放流量200m<sup>3</sup>/s→1,270m<sup>3</sup>/sに増加、継続時間8日）によって、直径75cm程度の10個の河床材料は全て流下（平均230m）し、砂浜が形成された（100ヶ所の砂浜のうち10%が減少、50%が増加、40%は影響を受けなかった）。河畔植生への影響については、草本植物、特に一年草に有意な減少、外来植生のタマリスクの発芽の若干の抑制効果をみられた。魚類への影響では、在来種は流れの緩やかなところに逃避、移入魚種（帰化魚）も流失せず<sup>72)</sup></li> </ul> |
|                   |            | 水際域の浸食・堆積                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                   |            | 流路の変更及び砂州の移動                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・千曲川においては、1999年8月に生じた観測史上最大規模の出水により、砂州の移動、木本類を含む植物帯の破壊・流出し、規模な裸地河原が再生した<sup>30)</sup></li> <li>・ケシウヤナギの種子は、流路変化などによる攪乱によって生じた砂礫裸地に先駆的に侵入することにより存続を可能にする<sup>29)</sup></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                   | 大          | 数年～10数年に一度の出水                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

水河川である新境川の流量が工事により激減したことにより実験河川の流量が $0\text{m}^3/\text{s}$ になり、当所2年間継続を予定していた通水及びそれに伴う調査を中止せざるをえなくなったことを付記しておく。

表 4.2 実験河川における流量設定

|       | 基底流量                 |          | 出水流量                                       |
|-------|----------------------|----------|--------------------------------------------|
| 実験河川B | 2000/3/27～2000/10/30 | 0.1m³/s  | 1週間～1ヶ月に1度の間隔で、0.3～1.5m³/sの出水を60～120分間与える。 |
|       | 2000/11/21～2001/1/31 | 0.05m³/s |                                            |
| 実験河川C | 2000/3/27～2000/10/30 | 0.1m³/s  | なし                                         |
|       | 2000/11/21～2001/1/31 | 0.05m³/s |                                            |

表 4.3 出水の概要

| 出水日         |         | 出水名        | ピーク流量(m³/s) |          | ピーク継続時間 (min) |
|-------------|---------|------------|-------------|----------|---------------|
|             |         |            | 実際          | 当初計画 (注) |               |
| 2000 年 4 月  | 19 日    | 第 1 回出水実験  | 0.5         | 小        | 120           |
|             | 26 日    | 第 2 回出水実験  | 0.5         | 小        | 120           |
| 2000 年 5 月  | 17 日    | 第 3 回出水実験  | 0.8         | 小～中      | 75            |
|             | 24 日    | 第 4 回出水実験  | 0.3         | 小～中      | 120           |
| 2000 年 6 月  | 7 日     | 第 5 回出水実験  | 1.0         | 小～中      | 60            |
|             | 14 日    | 第 6 回出水実験  | 1.5         | 小～中      | 90            |
|             | 21 日    | 第 7 回出水実験  | 1.0         | 小～中      | 90            |
|             | 28 日    | 第 8 回出水実験  | 1.5         | 小～中      | 90            |
| 2000 年 7 月  | 5 日     | 第 9 回出水実験  | 1.0         | 小～中      | 90            |
|             | 12 日    | 第 10 回出水実験 | 1.0         | 小～中      | 90            |
| 2000 年 8 月  | 9 日     | 第 11 回出水実験 | 1.0         | 大        | 90            |
|             | 23 日    | 第 12 回出水実験 | 1.0         | 大        | 90            |
| 2000 年 9 月  | 6 日     | 第 13 回出水実験 | 1.5         | 中～大      | 90            |
|             | 11-12 日 | 自然洪水       | 一           | 一        | 一             |
|             | 20 日    | 第 14 回出水実験 | 1.0         | 中～大      | 90            |
| 2000 年 10 月 | 4 日     | 第 15 回出水実験 | 1.5         | 中～大      | 90            |
|             | 18 日    | 第 16 回出水実験 | 中止          | 中～大      |               |
| 2000 年 11 月 | 15 日    | 第 17 回出水実験 | 0.3         | 小        | 90            |
| 2000 年 2 月  | 4 日     | 第 18 回出水実験 | 0.3         | 小        | 60            |
| 2001 年 1 月  | 17 日    | 第 19 回出水実験 | 中止          | 小        |               |
| 2001 年 2 月  | 24 日    | 第 21 回出水実験 | 中止          | 小        |               |
| 2001 年 3 月  | 14 日    | 第 22 回出水実験 | 中止          | 小        |               |

注) 当初計画：小：小規模出水  $0.25\text{--}0.75\text{m}^3/\text{s}$ 、中：中規模出水  $0.75\text{--}1.5\text{m}^3/\text{s}$ 、大：大規模出水  $1.5\text{--}3.0\text{m}^3/\text{s}$  を想定。

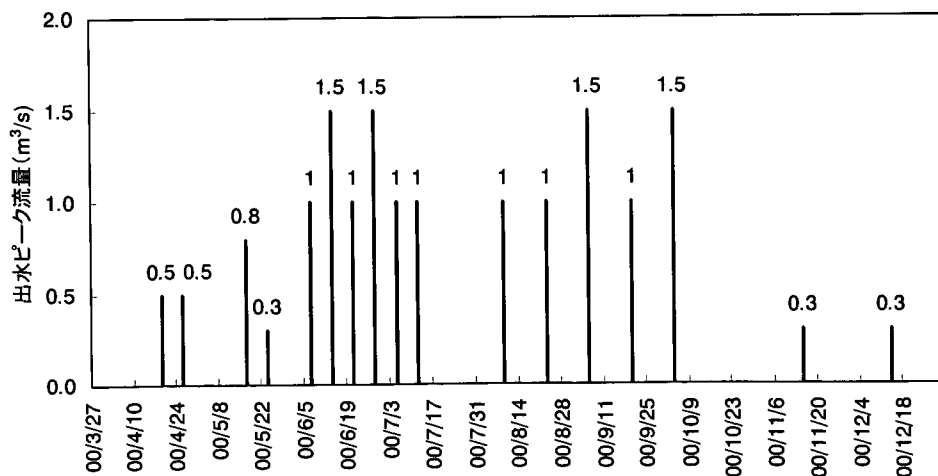


图4.1 出水实验流量

## 参考文献

- 1) 足立敏之・高橋和也：ダム運用に伴う下流河川の河床状態及び底生動物群集への影響と環境影響評価の課題，環境システム研究，Vol.24，pp.336-342，1997.
- 2) 江村歆・玉井信行・松崎浩憲：生態的フラッシュ放流に関する考察と貯水池の連結操作による流況の改善について，環境システム研究 Vol.25，pp.415-420，1997.
- 3) 安田実・清水康生・竹本隆之：流量変動が河川環境の維持形成に果たす役割に関する研究，環境システム研究，Vol.26，pp.77-84，1998.
- 4) 建設省河川局河川環境課：正常流量の手引き（案），1999.
- 5) 角哲也・塚原千明・柏井条介：ダムによる河川流況の変化とフラッシュ放流に関する考察，ダム技術 No.143，pp.40-51，1998.
- 6) 辻本哲郎・増田健一・寺本敦子・田代 喬：試験淡水時のダム下流河道の生息環境の変質とその復元のためのフラッシュ流量，河川技術に関する論文集，第5巻，pp.81-86，1999.
- 7) 鷺谷いづみ：生態系管理における順応的管理，保全生態学研究 Vol.3，pp.145-166，1998.
- 8) 中村太士：水辺林の更新動態に与えるダムの影響，応用生態工学 2(2)，pp.125-139，1999.
- 9) 片野修：新動物生態学入門，中央公論社，1995.
- 10) 全国内水面漁業共同組合連合会：魚を育む豊かな流れ～河川生物資源保全流量調査報告書～，1988.
- 11) 村上恭祥：広島県とアユ③，広報ないすいめん No.8，全国内水面漁業連合会，1997.
- 12) 清水高男・皆川朋子・島谷幸宏：底生動物の掃流に関する基礎研究：実験水路における流量の増加と底生動物の流失量の関係，第2回応用生態工学研究会，pp.65-68，1998.
- 13) 竹門康弘：溪流における水生昆虫の棲み場所保全，砂防学会誌，Vol.50，No.1（210），1997.
- 14) 山本晃一：沖積河川学，山海堂，1994.
- 15) 藤田正治・道上正規：千代川の淵の構造と魚類の生息，鳥取大学工学部報告 Vol.26，No.1，pp.181-193. 1995.
- 16) 傳田正利・萱場祐一・島谷幸宏：千曲川における後背水域の冠水頻度推定方法，応用生態工学 2(1)，pp.63-72，1999.
- 17) 片野修：ナマズはどこで卵を産むのか，創樹社，1998.
- 18) 奥田重俊・佐々木寧：河川環境と水辺植生，ソフトサイエンス社，1996.
- 19) 鷺谷いづみ：生物保全の生態学，共立出版株式会社，1999.
- 20) 建設省土木研究所河川環境研究室：多摩川，千曲川地被状況判読調査報告書，2000.
- 21) Collier M., Webb R.H. and Andrews E.D.: Experimental flooding in Grand Canyon. Scientific American , January, pp.82-89.1997.
- 22) Naesje T, Jonsson B, and Skurdal J: Spring flood :a primary cue for hatching of river spawnig Coregoninae. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol.52, No10, pp.2190-2196. 1995.
- 23) 建設省土木研究所河川環境研究室：千曲川後背水域における魚類生態調査報告書，2000.
- 24) 津田松苗・森下郁子：河川生態系の復元力に関する調査報告書，水中環境の変化と生物相—その破壊と

回復, 1972.

- 25) 小倉紀雄：洪水による南浅川上流域の水生昆虫群集の破壊と現存量の遷移，洪水による南浅川上流域の水生昆虫群集の破壊と現存量の遷移 昭和 60 年，1985.
- 26) 萱場祐一：雫石川におけるハビタットの冠水頻度との関連について，環境システム研究 Vol.28（投稿中），2000.
- 27) 建設省北陸地方建設局松本砂防工事事務所：上高地梓川河畔林保全に関する基礎調査，1995.
- 28) 島谷幸宏：清流の維持に果たす出水の役割，清流ワークショップ講演概要集，1998.
- 29) 皆川朋子・清水高男・島谷幸宏：流量変動が生物に及ぼす影響に関する実験的検討、河川技術に関する論文集、第 6 巻、pp161-196、2000.
- 30) 皆川朋子・島谷幸宏：多摩川永田地区及び千曲川鼠橋地区における河原率にみる洪水による破壊・再生、応用生態工学会、第 4 回研究発表会講演集、pp13-16、2000.

## 4. 1 水質への影響

### 4. 1. 1 目的

- (1) 同一形状の実験河川B・Cの持つ水質浄化機能が、河川の流量変動の有無－12年度は出水によるインパクトによりどのような影響を受けるかを把握すること。
- (2) 実験河川において、出水時の物質移動量と平常時の河道への物質蓄積量の関係を把握すること。

### 4. 1. 2 方法

- (1) 調査地点 実験河川の最上流地点及び最下流地点において採水分析を実施した。  
また、中間地点においても、水質センサーによる測定等、簡易な水質調査を実施した。

- (2) 調査時期

定 常 調 査：平成12年5月から12月にかけて、毎月1日（午前、午後各1回）ずつ実施。

ただし、8月は出水後の追跡調査を兼ねて、4日実施した（後述）。

また、午前の採水時刻は、最上流地点が10時頃、最下流地点が11時頃とし、午後の採水時刻は、最上流地点が日没の約2時間前、最下流地点が日没の約1時間前とした。

出 水 時 調 査：平成12年8月9日、実験河川A・Cにおいて出水実験時（最大流量約1.0m<sup>3</sup>/s、ピーク継続時間約1.5h）の水質調査を実施。

また出水の翌日（8月10日）、3日後（12日）、1週間後（16日）、2週間後（22日）の計4日、出水後の追跡調査を実施。

通 日 調 査：平成12年8月16日～17日、朝9時から翌朝9時まで、3時間ピッチで実施。

実験河川最上流地点及び最下流地点の水質日変化を調査した。

渇水影響調査：平成13年1月、流量を極端に低下させ（実測流量約0.2m<sup>3</sup>/s）、実験河川の流下時間と自浄作用がどのように変化するか調査。

流下時間調査：塩化リチウムをトレーサーとして、平成12年9月19日、12月6日、平成13年1月20日、1月25日の4回実施。

- (3) 調査項目

現地測定：気温、水温、透視度、導電率、pH、DO

室内分析：pH、DO、濁度、SS、TOC、溶解性TOC、TN、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N、TP、クロロフィル、フェオフィチンほか

### 4. 1. 3 調査結果

- (1) 流量変動の有無による影響

- ①非出水時データより

実験河川B・Cにおいて、5月から12月までの調査結果から、最下流地点の水質及び除去率の推移を図4.1-1に示す。ここで、除去率は次の式により算出した。なお、各データは、午前と午後の測定値の平均値を使用している。

$$\text{除去率}(\%) = 100 \times (\text{最上流地点の水質} - \text{最下流地点の水質}) / \text{最上流地点の水質}$$

定期的に出水を与えた実験河川Cの除去率は比較的安定しているが、出水の無い実験河川Bは不安定であり、かつ概して除去率が悪く、SSとTOCでは除去率がマイナスになっているデータが多い。

しかし、8月に限れば、SSの除去率はB・C同程度であり、TNとTPの除去率は明らかにB>Cである。8月の調査結果は明確な傾向を示しているため、実験誤差によるものとは考えにくい、8月だけこのような傾向が現れた原因は不明である。

## ②通日調査データより

平成11年8月と12年8月に実施した通日調査結果の比較を図4.1-2に示す。これらの調査は季節的条件は同じであるが、11年では実験河川B・Cの両者に定期的出水を与えたのに対し、12年度では実験河川Cのみに出水を与え、Bには一定流量(約0.1m<sup>3</sup>/s)を流し続けたことが異なっている。

図の左側に示した、平成11年のグラフから、実験河川B・Cの除去率並びにDO増加率の日変化はほとんど同じであり、両河川の浄化機能はほぼ同等であることがわかる。

一方、右側に示した平成12年のグラフでは、両河川の浄化機能が明らかに異なり、特にリンに関しては一日を通して実験河川Bの除去率が実験河川の除去率を10%～20%も上回っている。またDO増加率は実験河川Bは常にマイナスになっていて、日中でも光合成による酸素補給が実験河川Cと比較して著しく少ないことも見てとれる。

しかし、上記の傾向は8月に実施した調査で示されたものであり、①で述べたように8月の実験河川Bの浄化機能が他の月とかなり異なることにも注目する必要がある。今後、他の季節において同様の通日調査を実施して、確認すべきであろう。

## (2) 出水時の物質流出と平常時の物質蓄積との関係

平成12年8月9日に実施した出水時水質調査結果を図4.1-3(水質変化)及び図4.1-4(負荷量変化)に示す。SSとTOCは水質・負荷量ともに最上流地点(流入)より最下流地点(流出)の方がかなり高いピークを示しており、平常時に河道内に堆積した物質が出水により流出してきたと考えられるが、TNとTPは流入と流出がほぼ同程度である。これらの水質・流量データから、出水実験による河道からの物質流出量(流出量－流入量)を河川別に求めるとともに、8月10日から22日にかけて平常時に測定した河道への物質蓄積量(流入量－流出量)を表4.1-1に示す。

出水時の流出量はSSとTOCでA>Cとなっているが、これは実験河川Aの形状が直線的・単調であることから、実験河川Aの掃流力がCより大きいことで説明できる。TNとTPがA≒CまたはA<Cとなっているのは、流入と流出の差が小さいため、実験誤差に埋もれてしまったものと考えられる。

また、出水時の流出量は、平常時蓄積量の数日分(SS)または半月分(SS)程度であり、8月9日の

出水実験とその前の出水実験との間隔が3週間であったことを考え合わせると、オーダーはほぼ合っている。これに対して、TNとTPは平常時の蓄積量と出水時の流出量とのバランスが全くとれていない。これは、単に出水実験の測定誤差によるものかもしれないが、窒素については実験河川内で脱窒反応により除去され、またリンについては底質との反応等で固定化されている可能性も考えられる。

表 4.1-1 出水時の物質流出量と平常時の物質蓄積量

| 河川名 | 出水時の実験河川からの流出量(kg) *1 |     |     |      | 出水後の実験河川への蓄積量(kg/日) *2 |     |     |      |
|-----|-----------------------|-----|-----|------|------------------------|-----|-----|------|
|     | SS                    | TOC | TN  | TP   | SS                     | TOC | TN  | TP   |
| A   | 290                   | 35  | 2.7 | 0.05 | 37                     | 1.3 | 1.0 | 0.20 |
| B   | —                     | —   | —   | —    | 38                     | 0.5 | 2.0 | 0.34 |
| C   | 128                   | 22  | 2.5 | 0.09 | 36                     | 1.6 | 1.2 | 0.23 |

\*1 : H12 年 8 月 9 日の出水実験における調査結果

\*2 : H12 年 8 月 10 日、12 日、16 日、22 日調査結果の平均（それぞれ午前・午後の 2 回ずつ測定）

### (3) 実験河川の流下時間

実験河川の全長は 800m であるが、水質調査を実施している最上流地点と最下流地点との間の距離は約 700m である（実験河川 B・C は実験河川 A より、わずかに長い）。この間約 700m を流下するのに要する時間を、塩化リチウムをトレーサーとして測定した結果を表 4.1-2 に示す。

実験河川 B と C の流下時間はほぼ等しく、実験河川 A と比べて 40～50% 長い。この差は実験河川 B・C と実験河川 A との河川形状の差によるものであろう。

すなわち、蛇行・瀬と淵・ワンド等の多様な形状を持つ実験河川 B・C は、直線的で単調な形状の実験河川 A よりも水の貯留容量が大きく、そのため流下時間が大幅に長くなるものと考えられる。

そして、流下時間（言い換えれば滞留時間）の長さは、水質浄化機能に影響する重要な要因の一つであることから、実

表 4.1-2 実験河川の流量と流下時間

| 調査年月日            | 流量(m3/s) | 河川名 | 流下時間      |
|------------------|----------|-----|-----------|
| 平成 12 年 9 月 19 日 | 0.1      | A   | 1 時間 10 分 |
|                  |          | B   | 1 時間 44 分 |
|                  |          | C   | 1 時間 44 分 |
| 平成 12 年 12 月 6 日 | 0.05     | A   | 1 時間 48 分 |
|                  |          | B   | 2 時間 30 分 |
|                  |          | C   | 2 時間 30 分 |
| 平成 13 年 1 月 20 日 | 0.05     | A   | 1 時間 40 分 |
|                  |          | C   | 2 時間 30 分 |
| 平成 13 年 1 月 25 日 | 0.01     | A   | 3 時間 20 分 |
|                  |          | C   | 4 時間 40 分 |

験河川 B・C は実験河川 A よりも（少なくとも潜在的には）大きな浄化能力を持つことが推定される。平成 10 年度及び 11 年度の実験結果において、おおむね実験河川 B・C が実験河川 A よりも安定した浄化作用を示したことは、この滞留時間の差によるものかもしれない。

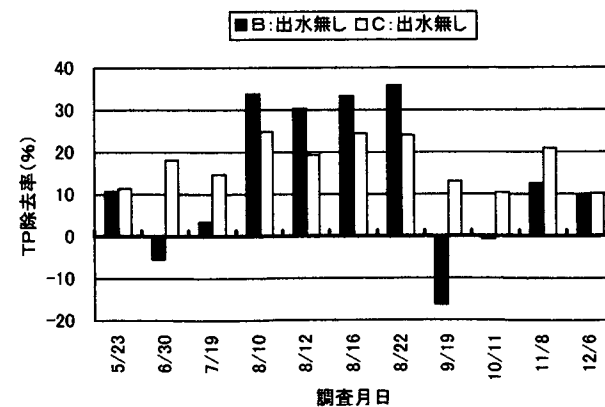
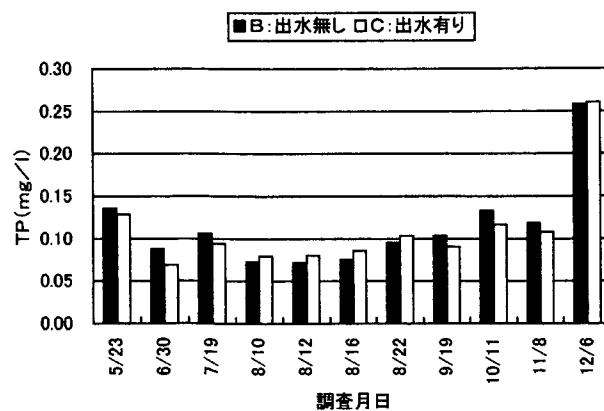
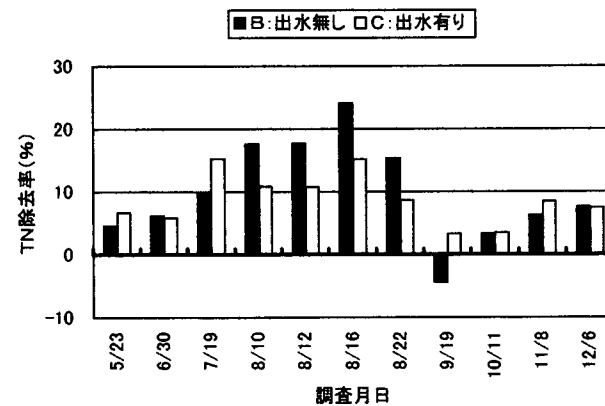
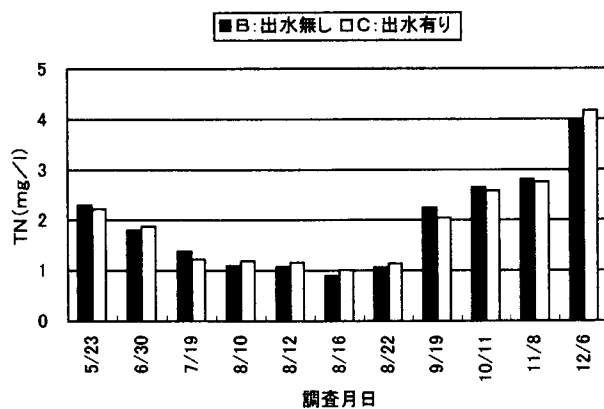
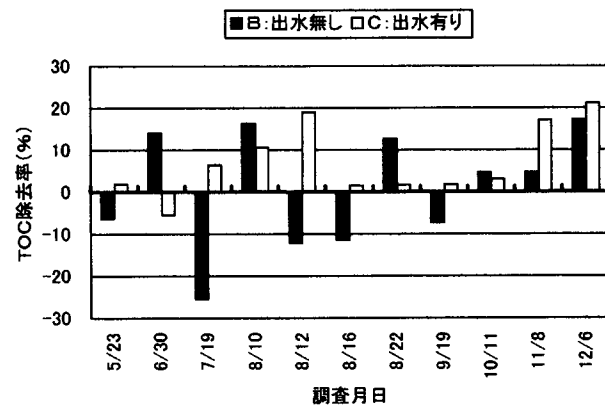
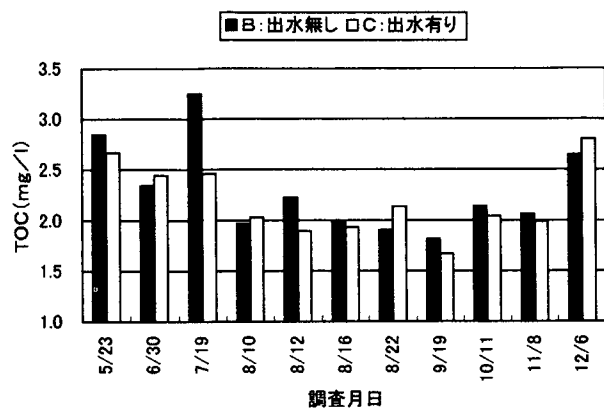
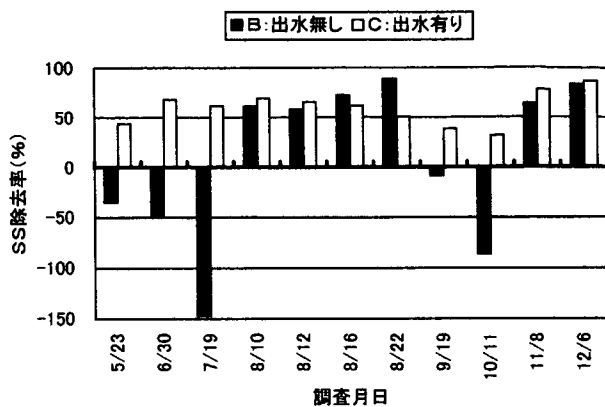
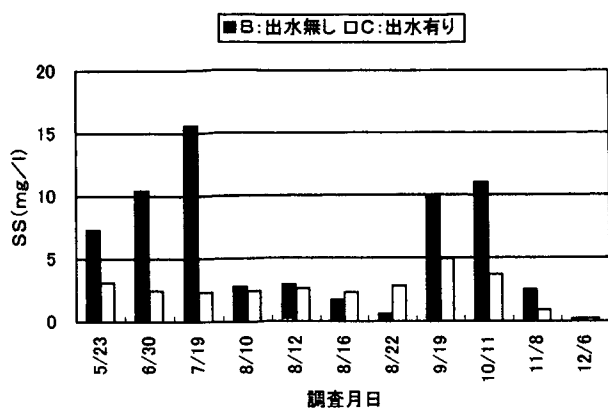


図4. 1-1 実験河川の水質及び除去率の推移（平成12年5月～12月）  
左：最下流地点の水質、 右：除去率

平成11年8月5日～6日

平成12年8月16日～17日

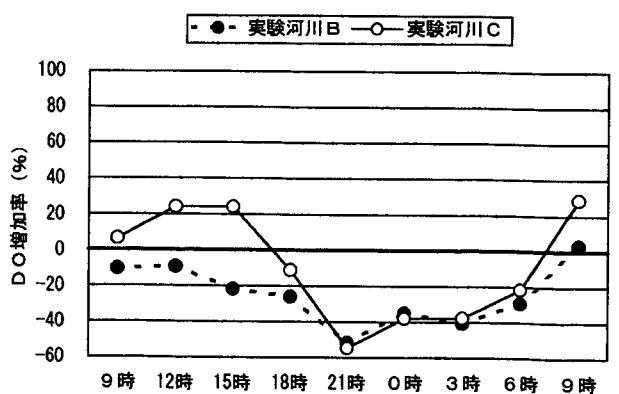
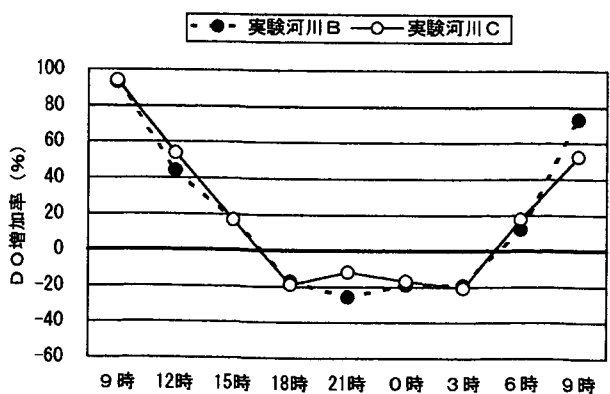
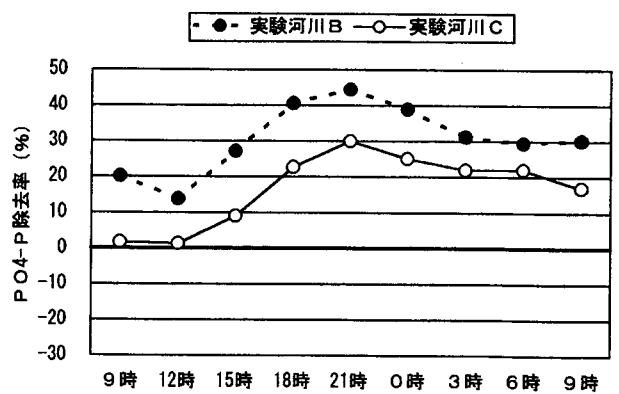
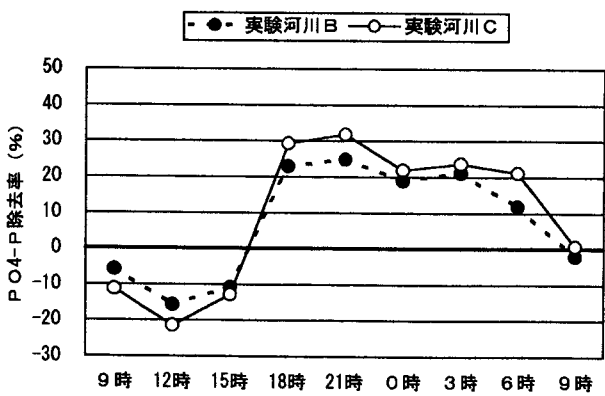
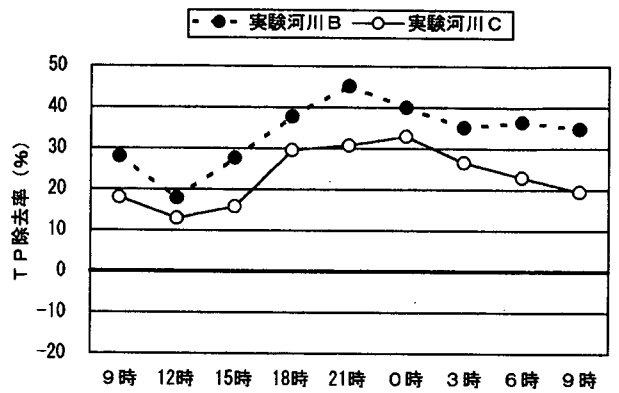
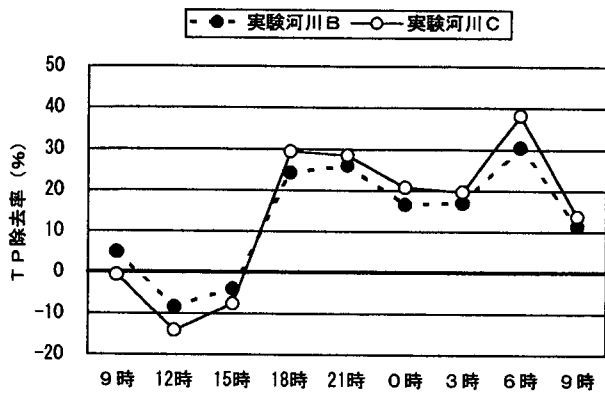
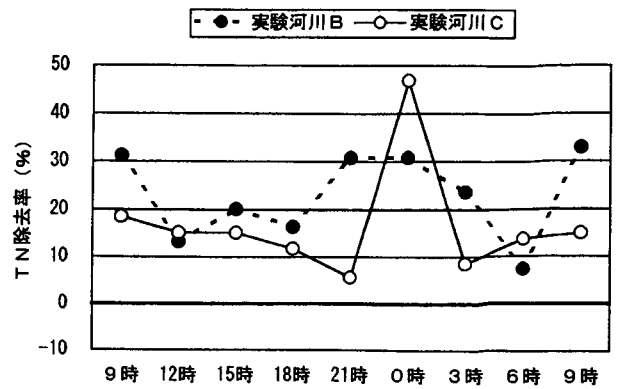
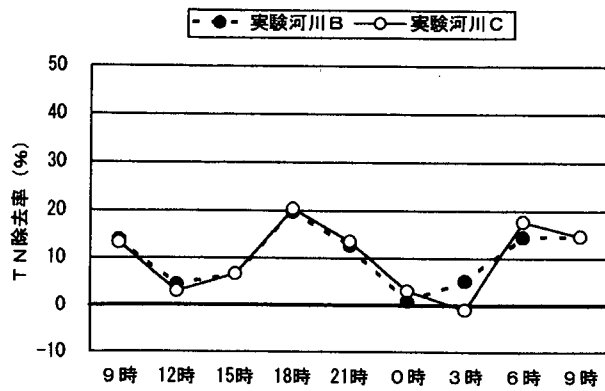


図4.1-2 実験河川B・Cの流下に伴う除去率・増加率の日変化  
(左：B・Cとも出水有り、右：Cのみ出水有り)

実験河川C

実験河川A

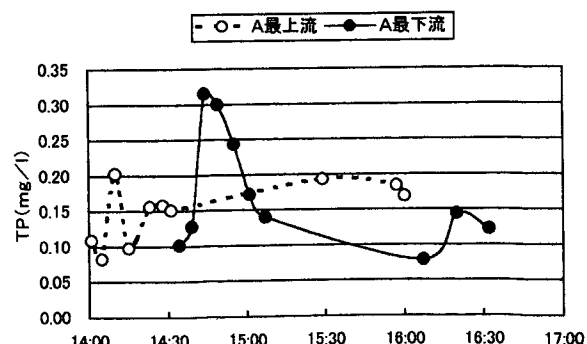
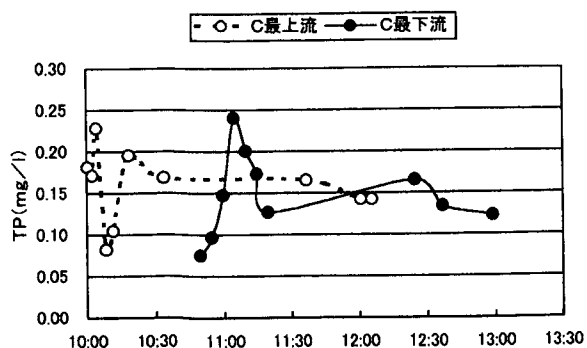
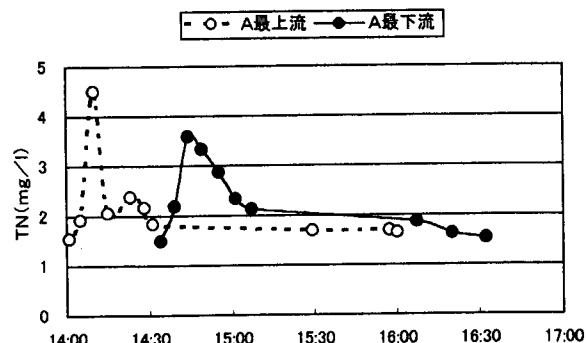
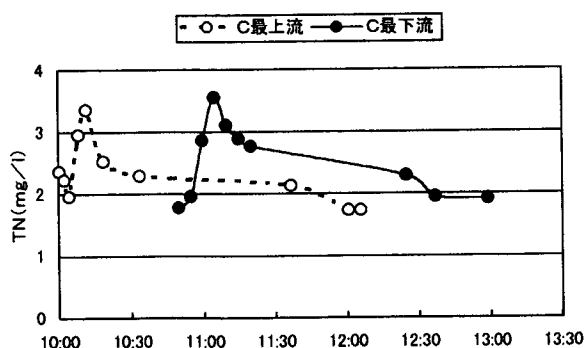
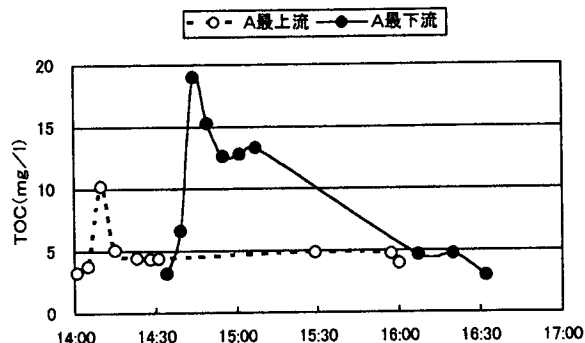
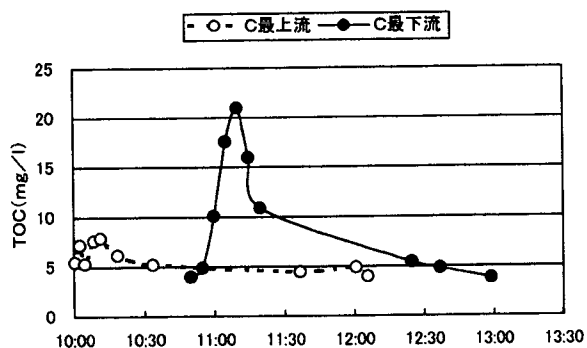
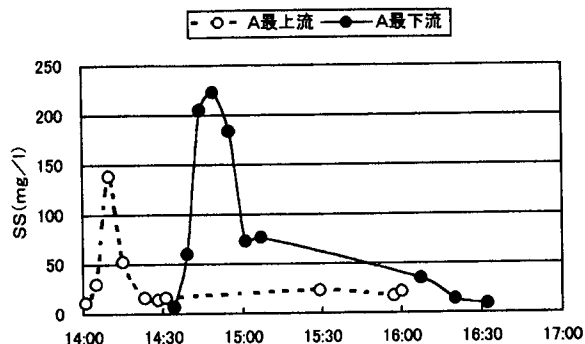
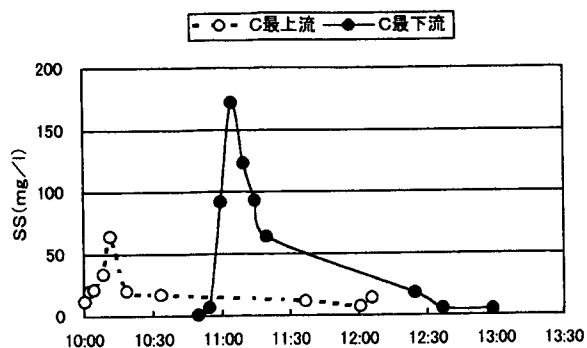
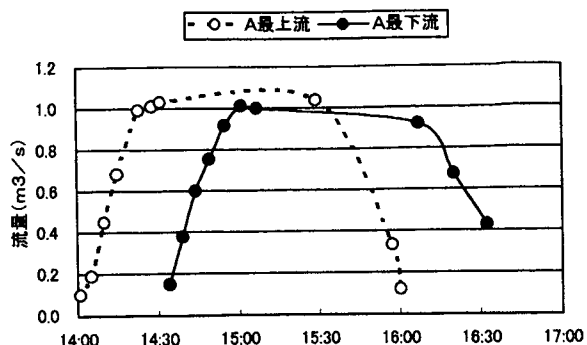
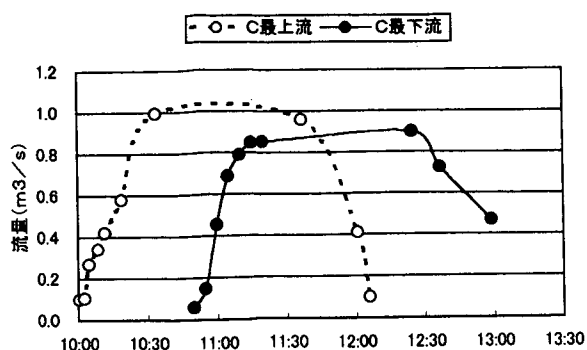
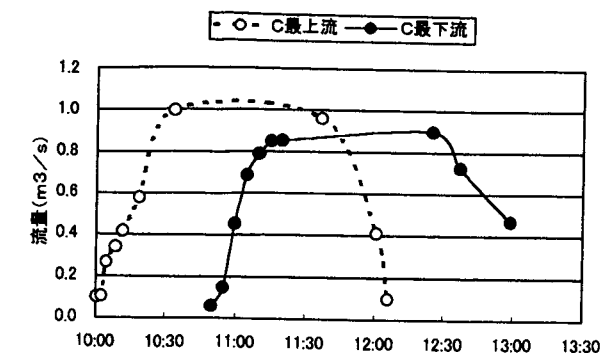
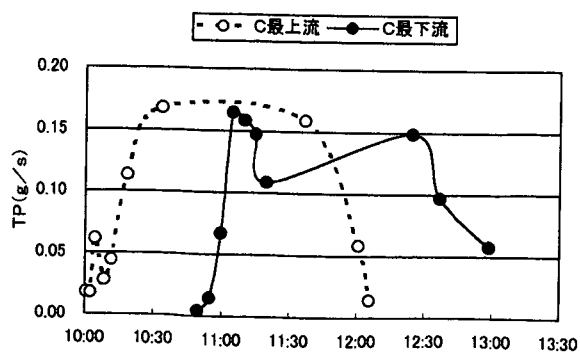
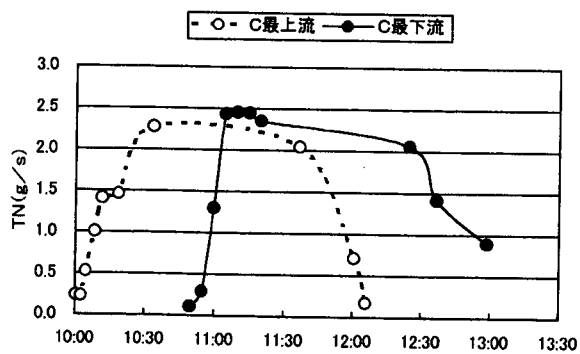
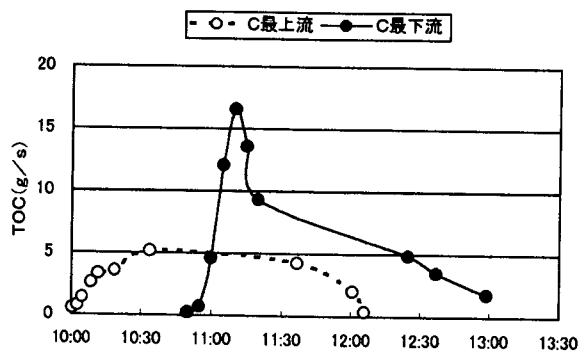
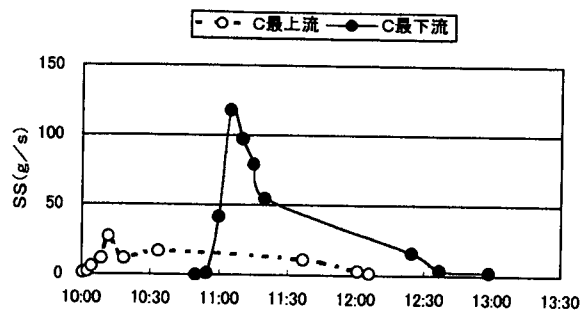


図4.1-3 出水実験時の流量・水質変化(平成12年8月9日)

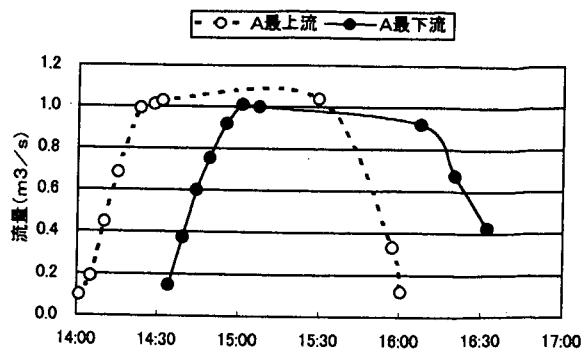
実験河川C



出水実験時の負荷量変化



実験河川A



出水実験時の負荷量変化

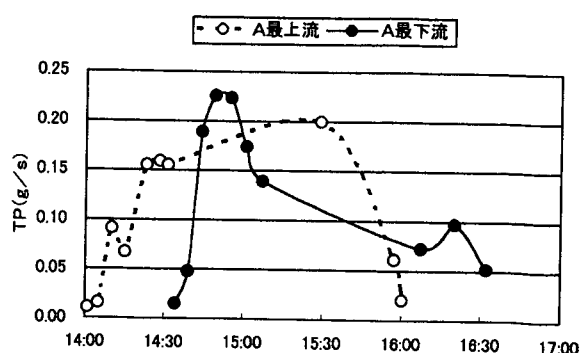
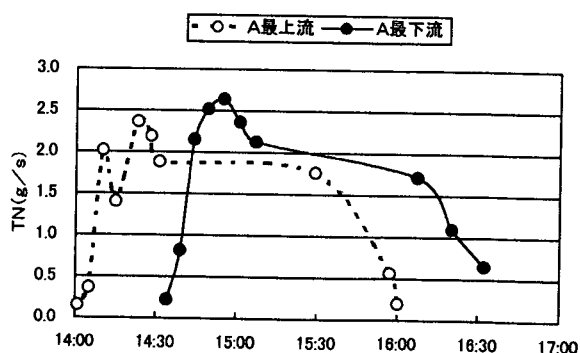
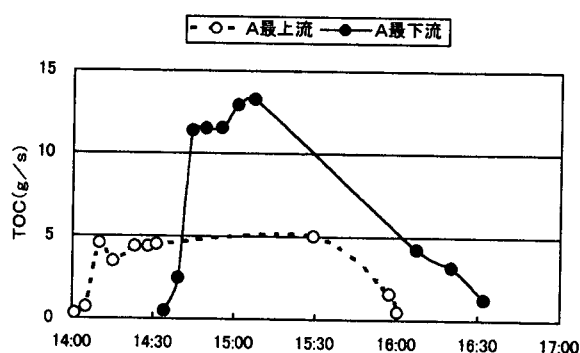
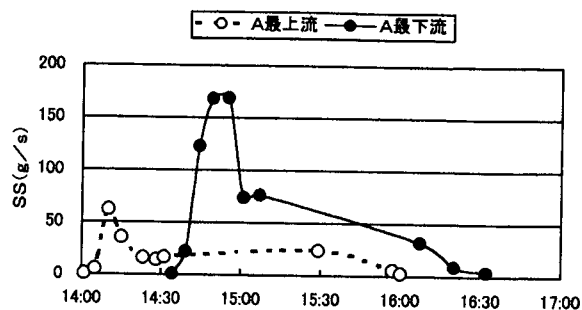


図4.1-4 出水実験時の流量・負荷量変化(平成12年8月9日)

&lt;午前&gt;

## 参考資料

## 非出水時水質調査結果一覧表 (1)

実験河川A 上流

| 項目       | 単位   | 5月23日 | 6月30日 | 7月19日 | 8月10日 | 8月12日 | 8月16日 | 8月22日 | 9月19日 | 10月11日 | 11月 | 12月 | 最小値   | 最大値   | 平均値   | 標準偏差  |
|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| 採水時刻     |      | 10:00 | 9:50  | 10:00 | 10:00 | 10:00 | 9:00  | 9:55  | 11:05 | 10:02  | —   | —   | —     | —     | —     | —     |
| 天候       |      | 快晴    | <もり   | 快晴    | 快晴    | 快晴    | 晴れ    | 快晴    | 快晴    | 快晴     | —   | —   | —     | —     | —     | —     |
| 気温       | ℃    | 24.8  | 24.2  | 33.5  | 32.2  | 32.2  | 34.1  | 33.0  | 28.0  | 27.5   | —   | —   | —     | —     | —     | —     |
| 水温       | ℃    | 21.20 | 21.0  | 25.9  | 25.2  | 26.1  | 27.3  | 26.6  | 21.8  | 21.5   | —   | —   | —     | —     | —     | —     |
| 透視度      | 度    | 69    | 60    | 68    | 41    | 46    | 79    | 51    | 42    | 84     | —   | —   | 41    | 84    | 60    | 16    |
| 水位       |      | 13.61 | 13.62 | 13.66 | 13.65 | 13.68 | 13.66 | 13.70 | 13.62 | 13.62  | —   | —   | 13.61 | 13.70 | 13.65 | 0.03  |
| pH       |      | 6.71  | 6.71  | 6.83  | 6.99  | 6.84  | 6.90  | 7.12  | 6.83  | 6.89   | —   | —   | 6.71  | 7.12  | 6.87  | 0.13  |
| DO       | mg/l | 7.57  | 7.75  | 6.84  | 8.56  | 6.45  | 6.45  | 7.41  | 8.06  | 7.52   | —   | —   | 6.45  | 8.56  | 7.40  | 0.71  |
| DO飽和百分率  | %    | 88    | 89    | 86    | 106   | 81    | 82    | 94    | 94    | 87     | —   | —   | 81    | 106   | 90    | 8     |
| SS       | mg/l | 4.8   | 8.8   | 6.4   | 9.0   | 7.0   | 5.4   | 4.4   | 12.6  | 4.4    | —   | —   | 4.4   | 12.6  | 7.0   | 2.7   |
| 濁度       | 度    | 2.3   | 2.8   | 2.2   | 3.5   | 3.9   | 2.9   | 3.0   | 3.6   | 2.2    | —   | —   | 2.2   | 3.9   | 2.9   | 0.6   |
| 導電率      | ms/m | 19.8  | 12.2  | 13.9  | 12.0  | 12.4  | 11.1  | 13.5  | 14.2  | 19.6   | —   | —   | 11.1  | 19.8  | 14.3  | 3.2   |
| TOC      | mg/l | 2.8   | 2.4   | 2.5   | 2.8   | 2.4   | 1.8   | 2.3   | 1.9   | 2.3    | —   | —   | 1.8   | 2.8   | 2.3   | 0.35  |
| DTOC     | mg/l | 2.7   | 2.2   | 2.5   | 2.6   | 2.0   | 1.7   | 2.2   | 1.7   | 2.3    | —   | —   | 1.7   | 2.7   | 2.2   | 0.35  |
| TN       | mg/l | 2.59  | 2.12  | 1.49  | 1.40  | 1.45  | 1.08  | 1.42  | 2.25  | 2.78   | —   | —   | 1.08  | 2.78  | 1.84  | 0.61  |
| NH4-N    | mg/l | 0.451 | 0.174 | 0.124 | 0.159 | 0.165 | 0.189 | 0.188 | 0.125 | 0.137  | —   | —   | 0.124 | 0.45  | 0.190 | 0.10  |
| NO3-N    | mg/l | 2.12  | 1.77  | 1.12  | 0.87  | 1.07  | 0.62  | 1.08  | 1.79  | 2.47   | —   | —   | 0.62  | 2.47  | 1.43  | 0.63  |
| TP       | mg/l | 0.156 | 0.087 | 0.099 | 0.103 | 0.101 | 0.097 | 0.158 | 0.115 | 0.128  | —   | —   | 0.087 | 0.158 | 0.116 | 0.026 |
| PO4-P    | mg/l | 0.105 | 0.046 | 0.066 | 0.062 | 0.064 | 0.070 | 0.103 | 0.072 | 0.105  | —   | —   | 0.046 | 0.105 | 0.077 | 0.022 |
| クロロフィルa  | μg/l | 1.1   | 2.1   | 1.1   | 2.7   | 3.3   | —     | 2.7   | 3.7   | 1.3    | —   | —   | 1.1   | 3.7   | 2.3   | 1.0   |
| フィオフィチンa | μg/l | 4.5   | 0.1   | 5.3   | 5.3   | 2.3   | —     | 5.5   | 4.5   | 3.1    | —   | —   | 0.1   | 5.5   | 3.8   | 1.9   |

実験河川A 下流

| 項目       | 単位   | 5月23日 | 6月30日 | 7月19日 | 8月10日 | 8月12日 | 8月16日 | 8月22日 | 9月19日 | 10月11日 | 11月 | 12月 | 最小値   | 最大値   | 平均値   | 標準偏差  |
|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| 採水時刻     |      | 11:00 | 10:35 | 11:00 | 11:42 | 11:03 | 9:55  | 11:05 | 12:00 | 11:05  | —   | —   | —     | —     | —     | —     |
| 天候       |      | 快晴    | <もり   | 快晴    | 快晴    | 快晴    | 晴れ    | 快晴    | 快晴    | 快晴     | —   | —   | —     | —     | —     | —     |
| 気温       | ℃    | 25.9  | 25.2  | 34.0  | 34.0  | 31.9  | 32.3  | 35.0  | 28.2  | 27.0   | —   | —   | —     | —     | —     | —     |
| 水温       | ℃    | 23.76 | 24.0  | 29.2  | 28.4  | 28.6  | 28.9  | 29.0  | 24.5  | 23.5   | —   | —   | —     | —     | —     | —     |
| 透視度      | 度    | 77    | >100  | >100  | >100  | >100  | >100  | >100  | >100  | >100   | —   | —   | 77    | >100  | —     | —     |
| 水位       |      | 11.96 | 11.96 | 11.99 | —     | —     | —     | —     | —     | 11.99  | —   | —   | 11.96 | 11.99 | 11.98 | 0.02  |
| pH       |      | 8.24  | 7.77  | 8.84  | 7.19  | 7.16  | 7.38  | 7.39  | 7.53  | 7.48   | —   | —   | 7.16  | 8.84  | 7.66  | 0.55  |
| DO       | mg/l | 11.33 | 10.37 | 11.33 | 8.89  | 8.63  | 8.03  | 9.88  | 9.45  | 9.96   | —   | —   | 8.03  | 11.33 | 9.76  | 1.14  |
| DO飽和百分率  | %    | 137   | 126   | 149   | 115   | 112   | 105   | 129   | 115   | 120    | —   | —   | 105   | 149   | 123   | 14    |
| SS       | mg/l | 2.4   | 2.6   | 1.7   | 2.0   | 2.2   | 0.8   | 1.6   | 2.8   | 3.2    | —   | —   | 0.8   | 3.2   | 2.1   | 0.7   |
| 濁度       | 度    | 2.8   | 1.5   | 1.0   | 1.3   | 1.8   | 1.1   | 0.9   | 2.1   | 1.1    | —   | —   | 0.9   | 2.8   | 1.5   | 0.6   |
| 導電率      | ms/m | 19.5  | 12.8  | 14.0  | 11.9  | 12.3  | 11.2  | 13.3  | 14.5  | 19.7   | —   | —   | 11.2  | 19.7  | 14.4  | 3.1   |
| TOC      | mg/l | 2.8   | 2.6   | 2.5   | 2.0   | 2.1   | 2.1   | 2.1   | 1.8   | 2.4    | —   | —   | 1.8   | 2.8   | 2.3   | 0.33  |
| DTOC     | mg/l | 2.7   | 2.4   | 2.5   | 1.9   | 2.0   | 1.7   | 1.8   | 1.7   | 2.2    | —   | —   | 1.7   | 2.7   | 2.1   | 0.38  |
| TN       | mg/l | 2.48  | 1.94  | 1.29  | 1.27  | 1.30  | 1.03  | 1.31  | 2.11  | 2.71   | —   | —   | 1.03  | 2.71  | 1.72  | 0.61  |
| NH4-N    | mg/l | 0.319 | 0.110 | 0.019 | 0.075 | 0.061 | 0.042 | 0.053 | 0.056 | 0.065  | —   | —   | 0.019 | 0.32  | 0.089 | 0.09  |
| NO3-N    | mg/l | 2.01  | 1.80  | 1.05  | 0.78  | 0.94  | 0.81  | 1.20  | 1.83  | 2.27   | —   | —   | 0.78  | 2.27  | 1.41  | 0.57  |
| TP       | mg/l | 0.146 | 0.075 | 0.095 | 0.087 | 0.090 | 0.090 | 0.127 | 0.103 | 0.133  | —   | —   | 0.075 | 0.146 | 0.105 | 0.024 |
| PO4-P    | mg/l | 0.109 | 0.052 | 0.076 | 0.064 | 0.067 | 0.070 | 0.101 | 0.072 | 0.105  | —   | —   | 0.1   | 0.1   | 0.1   | 0.020 |
| クロロフィルa  | μg/l | 2.1   | 2.1   | 1.0   | 1.0   | 5.3   | —     | 1.3   | 2.7   | 1.3    | —   | —   | 1.0   | 5.3   | 2.1   | 1.4   |
| フィオフィチンa | μg/l | 3.1   | 0.9   | 2.5   | 2.7   | 5.9   | —     | 3.3   | 2.6   | 0.8    | —   | —   | 0.8   | 5.9   | 2.7   | 1.6   |

&lt;午後&gt;

## 参考資料

## 非出水時水質調査結果一覧表(2)

実験河川A 上流

| 項目       | 単位   | 5月23日 | 6月30日 | 7月19日 | 8月10日 | 8月12日 | 8月16日 | 8月22日 | 9月19日 | 10月11日 | 11月 | 12月 | 最小値   | 最大値   | 平均値   | 標準偏差  |
|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| 採水時刻     |      | 17:00 | 17:00 | 17:00 | 17:00 | 17:00 | 17:55 | 17:00 | 16:30 | 16:24  | —   | —   | —     | —     | —     | —     |
| 天候       |      | 快晴    | <もり   | 快晴    | 晴れ    | 快晴    | 快晴    | 快晴    | 快晴    | 快晴     | —   | —   | —     | —     | —     | —     |
| 気温       | ℃    | 28.5  | 30.5  | 35.5  | 30.3  | 32.1  | 29.7  | 33.0  | 27.8  | 25.0   | —   | —   | —     | —     | —     | —     |
| 水温       | ℃    | 22.71 | 23.7  | 29.1  | 28.0  | 28.8  | 30.1  | 29.5  | 23.5  | 23.1   | —   | —   | —     | —     | —     | —     |
| 透視度      | 度    | 51    | 58    | 71    | 56    | 50    | 75    | 64    | 50    | 93     | —   | —   | 50    | 93    | 63    | 14    |
| 水位       |      | 13.60 | 13.62 | 13.64 | 13.68 | 13.65 | 13.66 | 13.68 | 13.63 | 13.62  | —   | —   | 13.60 | 12.00 | 13.64 | 0.03  |
| pH       |      | 6.92  | 6.9   | 7.45  | 7.20  | 7.30  | 7.85  | 7.43  | 7.05  | 7.44   | —   | —   | 6.90  | 7.85  | 7.28  | 0.30  |
| DO       | mg/l | 9.17  | 8.53  | 11.99 | 10.62 | 8.91  | 8.84  | 9.42  | 8.72  | 9.47   | —   | —   | 8.53  | 11.99 | 9.52  | 1.11  |
| DO飽和百分率  | %    | 109   | 103   | 157   | 137   | 116   | 118   | 124   | 105   | 113    | —   | —   | 103   | 157   | 120   | 17    |
| SS       | mg/l | 5.4   | 6.6   | 5.0   | 6.0   | 5.8   | 5.4   | 4.8   | 6.8   | 5.0    | —   | —   | 4.8   | 6.8   | 5.6   | 0.7   |
| 濁度       | 度    | 4.6   | 3.4   | 2.0   | 3.0   | 3.3   | 2.7   | 3.2   | 3.7   | 1.7    | —   | —   | 1.7   | 4.6   | 3.1   | 0.9   |
| 導電率      | ms/m | 15.2  | 12.0  | 13.1  | 12.1  | 11.2  | 10.4  | 12.6  | 13.1  | 17.4   | —   | —   | 10.4  | 17.4  | 13.0  | 2.1   |
| TOC      | mg/l | 2.7   | 2.8   | 2.1   | 2.3   | 2.0   | 1.8   | 1.9   | 1.9   | 1.9    | —   | —   | 1.8   | 2.8   | 2.2   | 0.38  |
| DTOC     | mg/l | 2.4   | 2.4   | 1.9   | 2.1   | 1.7   | 1.8   | 1.8   | 1.8   | 1.9    | —   | —   | 1.7   | 2.4   | 2.0   | 0.24  |
| TN       | mg/l | 2.18  | 1.85  | 1.42  | 1.32  | 1.18  | 1.23  | 1.14  | 2.08  | 2.54   | —   | —   | 1.14  | 2.54  | 1.66  | 0.51  |
| NH4-N    | mg/l | 0.392 | 0.139 | 0.099 | 0.094 | 0.099 | 0.121 | 0.113 | 0.087 | 0.108  | —   | —   | 0.087 | 0.39  | 0.139 | 0.10  |
| NO3-N    | mg/l | 1.45  | 1.59  | 1.04  | 0.94  | 0.96  | 0.68  | 1.05  | 1.70  | 2.11   | —   | —   | 0.68  | 2.11  | 1.28  | 0.46  |
| TP       | mg/l | 0.154 | 0.080 | 0.112 | 0.108 | 0.102 | 0.124 | 0.138 | 0.100 | 0.126  | —   | —   | 0.080 | 0.154 | 0.116 | 0.022 |
| PO4-P    | mg/l | 0.093 | 0.045 | 0.081 | 0.069 | 0.073 | 0.095 | 0.108 | 0.062 | 0.097  | —   | —   | 0.045 | 0.108 | 0.080 | 0.020 |
| クロロフィルa  | μg/l | 3.7   | 1.6   | 0.7   | 1.7   | 4.3   | —     | 2.0   | 5.9   | 1.0    | —   | —   | 0.7   | 5.9   | 2.6   | 1.8   |
| フェオフィチンa | μg/l | 3.7   | 1.8   | 4.9   | 6.0   | 5.7   | —     | 5.2   | 2.3   | 1.3    | —   | —   | 1.3   | 6.0   | 3.9   | 1.9   |

実験河川A 下流

| 項目       | 単位   | 5月23日 | 6月30日 | 7月19日 | 8月10日 | 8月12日 | 8月16日 | 8月22日 | 9月19日 | 10月11日 | 11月 | 12月 | 最小値   | 最大値   | 平均値   | 標準偏差  |
|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| 採水時刻     |      | 18:05 | 17:45 | 18:00 | 18:07 | 18:00 | 18:53 | 18:02 | 17:30 | 17:11  | —   | —   | —     | —     | —     | —     |
| 天候       |      | 快晴    | <もり   | 快晴    | 晴れ    | 快晴    | 快晴    | 快晴    | 快晴    | 快晴     | —   | —   | —     | —     | —     | —     |
| 気温       | ℃    | 26.3  | 29.2  | 31.0  | 27.5  | 31.2  | 29.0  | 31.3  | 25.2  | 22.0   | —   | —   | —     | —     | —     | —     |
| 水温       | ℃    | 22.30 | 24.3  | 28.7  | 27.7  | 28.7  | 29.0  | 29.1  | 23.4  | 22.8   | —   | —   | —     | —     | —     | —     |
| 透視度      | 度    | 60    | >100  | >100  | >100  | >100  | >100  | >100  | >100  | >100   | —   | —   | 60    | >100  | —     | —     |
| 水位       |      | 11.96 | 11.96 | 12.00 | —     | —     | —     | —     | —     | 11.98  | —   | —   | 11.96 | 12.00 | 11.98 | 0.02  |
| pH       |      | 7.22  | 7.44  | 7.55  | 7.01  | 7.05  | 7.00  | 7.06  | 7.14  | 7.19   | —   | —   | 7.00  | 7.55  | 7.18  | 0.19  |
| DO       | mg/l | 8.90  | 9.14  | 9.01  | 7.12  | 6.73  | 9.23  | 6.34  | 7.86  | 8.26   | —   | —   | 6.34  | 9.23  | 8.07  | 1.11  |
| DO飽和百分率  | %    | 105   | 111   | 117   | 91    | 88    | 121   | 83    | 94    | 98     | —   | —   | 83    | 121   | 101   | 13    |
| SS       | mg/l | 3.8   | 2.7   | 1.4   | 1.6   | 1.8   | 1.2   | 1.0   | 2.3   | 4.4    | —   | —   | 1.0   | 4.4   | 2.2   | 1.2   |
| 濁度       | 度    | 3.2   | 1.9   | 0.7   | 1.8   | 1.2   | 0.9   | 0.7   | 1.3   | 1.7    | —   | —   | 0.7   | 3.2   | 1.5   | 0.8   |
| 導電率      | ms/m | 15.1  | 11.7  | 13.0  | 12.2  | 11.2  | 10.5  | 12.6  | 13.1  | 17.4   | —   | —   | 10.5  | 17.4  | 13.0  | 2.1   |
| TOC      | mg/l | 2.4   | 2.8   | 2.2   | 1.9   | 2.2   | 1.9   | 1.8   | 1.7   | 1.9    | —   | —   | 1.7   | 2.8   | 2.1   | 0.35  |
| DTOC     | mg/l | 2.4   | 2.5   | 1.9   | 1.8   | 1.8   | 1.7   | 1.7   | 1.6   | 1.7    | —   | —   | 1.6   | 2.5   | 1.9   | 0.31  |
| TN       | mg/l | 2.12  | 1.79  | 1.27  | 1.21  | 1.09  | 1.04  | 1.08  | 2.02  | 2.61   | —   | —   | 1.04  | 2.61  | 1.58  | 0.57  |
| NH4-N    | mg/l | 0.355 | 0.093 | 0.016 | 0.040 | 0.027 | 0.027 | 0.061 | 0.019 | 0.053  | —   | —   | 0.016 | 0.36  | 0.077 | 0.11  |
| NO3-N    | mg/l | 1.47  | 1.55  | 1.05  | 0.97  | 0.90  | 0.74  | 1.00  | 1.73  | 2.21   | —   | —   | 0.74  | 2.21  | 1.29  | 0.48  |
| TP       | mg/l | 0.152 | 0.068 | 0.094 | 0.083 | 0.084 | 0.099 | 0.113 | 0.094 | 0.117  | —   | —   | 0.068 | 0.152 | 0.100 | 0.025 |
| PO4-P    | mg/l | 0.087 | 0.047 | 0.074 | 0.066 | 0.069 | 0.081 | 0.094 | 0.061 | 0.092  | —   | —   | 0.0   | 0.1   | 0.1   | 0.016 |
| クロロフィルa  | μg/l | 1.6   | 0.5   | 0.3   | 1.3   | 1.0   | —     | 0.7   | 1.1   | 2.0    | —   | —   | 0.3   | 2.0   | 1.1   | 0.6   |
| フェオフィチンa | μg/l | 4.0   | 2.8   | 2.5   | 1.7   | 4.4   | —     | 3.5   | 3.8   | 2.4    | —   | —   | 1.7   | 4.4   | 3.1   | 0.9   |

&lt;午前&gt;

美濃河川B 上流

## 参考資料

## 非出水時水質調査結果一覧表 (3)

| 項目       | 単位   | 5月23日 | 6月30日 | 7月19日 | 8月10日 | 8月12日 | 8月16日 | 8月22日 | 9月19日 | 10月11日 | 11月8日 | 12月6日 | 最小値   | 最大値   | 平均値   | 標準偏差  |
|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 採水時刻     |      | 10:10 | 10:02 | 10:05 | 10:06 | 10:03 | 9:02  | 10:03 | 11:14 | 10:05  | 10:00 | 10:32 | —     | —     | —     | —     |
| 天候       |      | 快晴    | <もり   | 快晴    | 快晴    | 快晴    | 晴れ    | 快晴    | 快晴    | 快晴     | 快晴    | 曇     | —     | —     | —     | —     |
| 気温       | ℃    | 24.8  | 24.2  | 33.5  | 32.2  | 32.2  | 34.1  | 33.0  | 28.0  | 27.5   | 20.5  | 10.5  | —     | —     | —     | —     |
| 水温       | ℃    | 20.52 | 21.0  | 26.0  | 25.2  | 26.2  | 27.5  | 26.7  | 21.8  | 21.7   | 17.9  | 9.0   | —     | —     | —     | —     |
| 透視度      | 度    | 61    | 63.5  | 68.0  | 41    | 44    | 75    | 56    | 45    | 80     | >100  | >100  | 41    | >100  | —     | —     |
| 水位       |      | 13.73 | 13.74 | 13.74 | 13.77 | 13.89 | 13.80 | 13.82 | 13.79 | 13.79  | 13.72 | 13.70 | 13.70 | 13.89 | 13.77 | 0.05  |
| pH       |      | 6.73  | 6.72  | 6.83  | 7.08  | 6.95  | 6.90  | 7.06  | 6.81  | 6.89   | 6.86  | 7.25  | 6.72  | 7.25  | 6.92  | 0.16  |
| DO       | mg/l | 7.38  | 8.15  | 6.83  | 8.60  | 6.29  | 6.39  | 6.97  | 7.59  | 7.13   | 8.01  | 10.70 | 6.29  | 10.70 | 7.64  | 1.25  |
| DO飽和百分率  | %    | 84    | 94    | 86    | 106   | 79    | 82    | 88    | 89    | 83     | 87    | 96    | 79    | 106   | 88    | 8     |
| SS       | mg/l | 5.2   | 7.8   | 6.4   | 7.0   | 7.4   | 6.6   | 5.4   | 10.2  | 6.6    | 4.2   | 1.4   | 1.4   | 10.2  | 6.2   | 2.2   |
| 濁度       | 度    | 2.8   | 2.9   | 2.1   | 4.2   | 4.8   | 3.8   | 2.7   | 3.8   | 1.9    | 2.8   | 3.2   | 1.9   | 4.8   | 3.2   | 0.9   |
| 導電率      | ms/m | 19.7  | 12.4  | 13.8  | 12.0  | 12.4  | 11.0  | 13.4  | 14.2  | 19.6   | 24.1  | 31.0  | 11.0  | 31.0  | 16.7  | 6.3   |
| TOC      | mg/l | 2.9   | 2.3   | 2.6   | 2.3   | 2.1   | 1.9   | 2.6   | 1.8   | 2.8    | 2.3   | 3.4   | 1.8   | 3.4   | 2.4   | 0.5   |
| DTOC     | mg/l | 2.8   | 2.2   | 2.1   | 2.0   | 1.8   | 1.8   | 1.9   | 1.7   | 2.3    | 2.2   | 2.4   | 1.7   | 2.8   | 2.1   | 0.3   |
| TN       | mg/l | 2.64  | 1.97  | 1.57  | 1.37  | 1.45  | 1.23  | 1.40  | 2.16  | 2.88   | 2.99  | 4.43  | 1.23  | 4.43  | 2.19  | 0.98  |
| NH4-N    | mg/l | 0.442 | 0.174 | 0.149 | 0.16  | 0.14  | 0.169 | 0.17  | 0.122 | 0.160  | 0.287 | 0.314 | 0.122 | 0.44  | 0.208 | 0.098 |
| NO3-N    | mg/l | 1.87  | 1.71  | 1.17  | 1.03  | 1.03  | 0.74  | 1.13  | 1.94  | 2.37   | 2.40  | 3.79  | 0.74  | 3.79  | 1.74  | 0.88  |
| TP       | mg/l | 0.154 | 0.088 | 0.105 | 0.11  | 0.11  | 0.104 | 0.16  | 0.101 | 0.136  | 0.136 | 0.294 | 0.088 | 0.294 | 0.135 | 0.057 |
| PO4-P    | mg/l | 0.104 | 0.046 | 0.068 | 0.06  | 0.07  | 0.071 | 0.10  | 0.077 | 0.107  | 0.098 | 0.242 | 0.046 | 0.242 | 0.095 | 0.053 |
| クロロフィルa  | μg/l | 2.7   | 2.1   | 2.0   | 2.0   | 5.0   | —     | 2.0   | 3.7   | 3.3    | 2.7   | 1.2   | 1.2   | 5.0   | 2.7   | 1.1   |
| フェオフィチンa | μg/l | 2.9   | 3.5   | 3.6   | 4.8   | 6.9   | —     | 6.6   | 5.2   | 2.0    | 3.2   | 3.0   | 2.0   | 6.9   | 4.2   | 1.6   |

美濃河川B 下流

| 項目       | 単位   | 5月23日 | 6月30日 | 7月19日 | 8月10日 | 8月12日 | 8月16日 | 8月22日 | 9月19日 | 10月11日 | 11月8日 | 12月6日 | 最小値   | 最大値   | 平均値   | 標準偏差  |
|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 採水時刻     |      | 11:05 | 10:40 | 11:10 | 11:58 | 11:08 | 9:58  | 11:08 | 12:03 | 11:09  | 11:00 | 11:30 | —     | —     | —     | —     |
| 天候       |      | 快晴    | <もり   | 快晴    | 快晴    | 快晴    | 晴れ    | 快晴    | 快晴    | 快晴     | 晴     | <もり   | —     | —     | —     | —     |
| 気温       | ℃    | 25.9  | 25.2  | 34.0  | 34.0  | 31.9  | 32.3  | 35.0  | 28.2  | 27.0   | 20.5  | 10.5  | —     | —     | —     | —     |
| 水温       | ℃    | 24.12 | 23.7  | 28.7  | 27.6  | 28.1  | 28.9  | 28.2  | 24.5  | 23.2   | 18.8  | 9.8   | —     | —     | —     | —     |
| 透視度      | 度    | 64    | 65    | 59    | >100  | >100  | >100  | >100  | 72    | 83     | >100  | >100  | 59    | >100  | —     | —     |
| 水位       |      | 11.95 | 11.99 | 12.05 | 12.10 | 12.10 | 12.15 | 12.10 | 12.15 | 12.15  | 12.02 | 12.00 | 11.95 | 12.15 | 12.07 | 0.07  |
| pH       |      | 7.67  | 7.17  | 7.13  | 6.87  | 6.92  | 7.11  | 7.02  | 7.03  | 7.00   | 7.13  | 7.41  | 6.87  | 7.67  | 7.13  | 0.23  |
| DO       | mg/l | 11.55 | 9.76  | 8.23  | 9.04  | 6.60  | 5.72  | 6.79  | 8.13  | 7.63   | 9.79  | 12.70 | 5.72  | 12.70 | 8.72  | 2.12  |
| DO飽和百分率  | %    | 140   | 118   | 107   | 116   | 85    | 75    | 88    | 99    | 91     | 108   | 116   | 75    | 140   | 104   | 19    |
| SS       | mg/l | 5.8   | 11.2  | 13.8  | 3.0   | 2.0   | 1.2   | 0.6   | 10.4  | 10.4   | 3.0   | 0.2   | 0.2   | 13.8  | 5.6   | 4.9   |
| 濁度       | 度    | 3.6   | 3.0   | 2.3   | 1.9   | 1.4   | 0.7   | 0.6   | 2.9   | 2.0    | 1.6   | 2.2   | 0.6   | 3.6   | 2.0   | 0.9   |
| 導電率      | ms/m | 19.3  | 12.6  | 14.2  | 12.2  | 12.4  | 10.9  | 14.2  | 15.0  | 20.1   | 23.5  | 29.5  | 10.90 | 29.5  | 16.72 | 5.8   |
| TOC      | mg/l | 2.9   | 2.2   | 3.2   | 2.1   | 2.3   | 2.1   | 2.1   | 1.7   | 2.4    | 2.2   | 2.6   | 1.7   | 3.2   | 2.3   | 0.4   |
| DTOC     | mg/l | 2.9   | 1.9   | 2.7   | 2.1   | 2.0   | 1.9   | 2.1   | 1.7   | 2.0    | 2.0   | 2.4   | 1.7   | 2.9   | 2.1   | 0.4   |
| TN       | mg/l | 2.47  | 1.86  | 1.38  | 1.13  | 1.17  | 0.85  | 1.12  | 2.16  | 2.70   | 2.74  | 4.06  | 0.85  | 4.06  | 1.97  | 0.97  |
| NH4-N    | mg/l | 0.301 | 0.110 | 0.067 | 0.03  | 0.02  | 0.026 | 0.04  | 0.023 | 0.058  | 0.041 | 0.099 | 0.020 | 0.30  | 0.074 | 0.081 |
| NO3-N    | mg/l | 1.84  | 1.61  | 1.03  | 0.92  | 0.92  | 0.60  | 1.02  | 1.99  | 2.35   | 2.40  | 3.86  | 0.60  | 3.86  | 1.69  | 0.95  |
| TP       | mg/l | 0.144 | 0.092 | 0.108 | 0.07  | 0.07  | 0.075 | 0.10  | 0.114 | 0.140  | 0.119 | 0.264 | 0.074 | 0.264 | 0.118 | 0.054 |
| PO4-P    | mg/l | 0.104 | 0.046 | 0.065 | 0.05  | 0.05  | 0.057 | 0.08  | 0.072 | 0.099  | 0.088 | 0.224 | 0.0   | 0.2   | 0.1   | 0.050 |
| クロロフィルa  | μg/l | 2.7   | 3.2   | 2.7   | 2.0   | 2.7   | —     | 0.7   | 5.3   | 3.0    | 2.3   | 1.7   | 0.7   | 5.3   | 2.6   | 1.2   |
| フェオフィチンa | μg/l | 4.1   | 3.5   | 4.8   | 1.7   | 2.9   | —     | 2.4   | 4.8   | 1.4    | 3.5   | 2.3   | 1.4   | 4.8   | 3.1   | 1.2   |

&lt;午後&gt;

## 参考資料

## 非出水時水質調査結果一覧表(4)

美濃河川B 上流

| 項目      | 単位   | 5月23日 | 6月30日 | 7月19日 | 8月10日 | 8月12日 | 8月16日 | 8月22日 | 9月19日 | 10月11日 | 11月8日 | 12月6日 | 最小値   | 最大値   | 平均値   | 標準偏差  |
|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 採水時刻    |      | 17:05 | 17:06 | 17:05 | 17:06 | 17:06 | 18:00 | 17:04 | 16:34 | 16:35  | 15:30 | 15:30 | —     | —     | —     | —     |
| 天候      |      | 快晴    | <もり   | 快晴    | 晴れ    | 快晴    | 快晴    | 快晴    | 快晴    | 快晴     | <もり   | 晴     | —     | —     | —     | —     |
| 気温      | ℃    | 28.5  | 30.5  | 35.5  | 30.3  | 32.1  | 29.7  | 33.0  | 27.8  | 25.0   | 18.0  | 12.5  | —     | —     | —     | —     |
| 水温      | ℃    | 22.63 | 23.7  | 29.0  | 28.0  | 28.8  | 30.0  | 29.6  | 23.6  | 23.2   | 17.7  | 9.6   | —     | —     | —     | —     |
| 透視度     | 度    | 51    | 59.0  | 72.0  | 47    | 49    | 76    | 59    | 55    | 81     | >100  | >100  | 47    | >100  | —     | —     |
| 水位      |      | 13.73 | 13.73 | 13.74 | 13.79 | 13.79 | 13.89 | 13.82 | 13.80 | 13.79  | 13.72 | 13.70 | 13.70 | 13.89 | 13.77 | 0.06  |
| pH      |      | 6.93  | 6.93  | 7.38  | 7.21  | 7.23  | 7.91  | 7.41  | 7.03  | 7.44   | 6.92  | 7.31  | 6.92  | 7.91  | 7.25  | 0.30  |
| DO      | mg/l | 8.13  | 8.43  | 9.27  | 8.88  | 9.00  | 8.71  | 9.59  | 8.75  | 9.52   | 8.77  | 9.81  | 8.13  | 9.81  | 8.99  | 0.51  |
| DO飽和百分率 | %    | 96    | 102   | 121   | 115   | 118   | 116   | 127   | 105   | 114    | 95    | 89    | 89    | 127   | 109   | 12    |
| SS      | mg/l | 5.6   | 6.3   | 6.2   | 7.4   | 8.4   | 5.8   | 5.4   | 8.0   | 5.2    | 9.6   | 1.0   | 1.0   | 9.6   | 6.3   | 2.2   |
| 濁度      | 度    | 4.8   | 4.3   | 2.0   | 3.3   | 3.7   | 2.6   | 2.6   | 3.6   | 1.4    | 2.8   | 3.5   | 1.4   | 4.8   | 3.1   | 1.0   |
| 導電率     | ms/m | 15.3  | 12.0  | 13.1  | 12.1  | 11.2  | 10.5  | 12.7  | 13.1  | 17.4   | 20.6  | 32.8  | 10.5  | 32.8  | 15.5  | 6.4   |
| TOC     | mg/l | 2.5   | 3.2   | 2.6   | 2.4   | 1.9   | 1.7   | 1.8   | 1.6   | 1.7    | 2.1   | 3.0   | 1.6   | 3.2   | 2.2   | 0.5   |
| DTOC    | mg/l | 2.3   | 2.3   | 2.4   | 2.0   | 1.8   | 1.5   | 1.8   | 1.5   | 1.6    | 1.7   | 2.4   | 1.5   | 2.4   | 1.9   | 0.4   |
| TN      | mg/l | 2.18  | 1.88  | 1.50  | 1.30  | 1.17  | 1.14  | 1.11  | 2.14  | 2.60   | 2.99  | 4.23  | 1.11  | 4.23  | 2.02  | 0.97  |
| NH4-N   | mg/l | 0.351 | 0.116 | 0.079 | 0.09  | 0.07  | 0.117 | 0.13  | 0.073 | 0.092  | 0.178 | 0.323 | 0.073 | 0.35  | 0.147 | 0.099 |
| NO3-N   | mg/l | 1.54  | 1.55  | 1.00  | 1.00  | 0.92  | 0.61  | 1.02  | 1.78  | 2.08   | 2.27  | 3.42  | 0.61  | 3.42  | 1.56  | 0.81  |
| TP      | mg/l | 0.150 | 0.079 | 0.114 | 0.11  | 0.10  | 0.121 | 0.14  | 0.077 | 0.128  | 0.136 | 0.278 | 0.077 | 0.278 | 0.130 | 0.054 |
| PO4-P   | mg/l | 0.092 | 0.045 | 0.082 | 0.07  | 0.07  | 0.094 | 0.11  | 0.058 | 0.098  | 0.100 | 0.229 | 0.045 | 0.229 | 0.095 | 0.048 |
| クロロフィルa | μg/l | 3.2   | 1.6   | 1.8   | 2.0   | 4.0   | —     | 3.3   | 4.3   | 1.0    | 2.3   | 1.2   | 1.0   | 4.3   | 2.5   | 1.2   |
| クロロフィルa | μg/l | 3.5   | 2.5   | 3.2   | 6.2   | 6.0   | —     | 4.8   | 4.3   | 0.9    | 2.8   | 1.2   | 0.9   | 6.2   | 3.5   | 1.8   |

美濃河川B 下流

| 項目      | 単位   | 5月23日 | 6月30日 | 7月19日 | 8月10日 | 8月12日 | 8月16日 | 8月22日 | 9月19日 | 10月11日 | 11月8日 | 12月6日 | 最小値   | 最大値   | 平均値   | 標準偏差  |
|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 採水時刻    |      | 18:11 | 17:50 | 18:05 | 18:13 | 18:04 | 18:55 | 18:08 | 17:33 | 17:16  | 16:30 | 16:20 | —     | —     | —     | —     |
| 天候      |      | 快晴    | <もり   | 晴     | 晴れ    | 快晴    | 快晴    | 快晴    | 快晴    | 快晴     | <もり   | 晴れ    | —     | —     | —     | —     |
| 気温      | ℃    | 26.3  | 29.2  | 31.0  | 27.5  | 31.2  | 29.0  | 31.3  | 25.2  | 22.0   | 16.5  | 10.5  | —     | —     | —     | —     |
| 水温      | ℃    | 22.21 | 24.3  | 28.9  | 27.4  | 28.5  | 28.9  | 28.8  | 23.5  | 22.8   | 17.2  | 9.5   | —     | —     | —     | —     |
| 透視度     | 度    | 48    | 61    | 65    | >100  | >100  | >100  | >100  | 73    | 69     | >100  | >100  | 48    | >100  | —     | —     |
| 水位      |      | 11.96 | 11.98 | 12.05 | 12.10 | 12.10 | 12.11 | 12.14 | 12.14 | 12.15  | 12.02 | 11.99 | 11.96 | 12.15 | 12.07 | 0.07  |
| pH      |      | 7.08  | 7.08  | 7.08  | 6.85  | 6.90  | 7.02  | 6.93  | 6.99  | 7.21   | 7.14  | 7.51  | 6.85  | 7.51  | 7.07  | 0.18  |
| DO      | mg/l | 8.51  | 8.33  | 7.17  | 6.24  | 5.88  | 6.44  | 5.64  | 7.16  | 6.96   | 8.77  | 10.70 | 5.64  | 10.70 | 7.44  | 1.51  |
| DO飽和百分率 | %    | 100   | 101   | 94    | 80    | 76    | 84    | 74    | 86    | 83     | 94    | 97    | 74    | 101   | 88    | 10    |
| SS      | mg/l | 8.8   | 9.6   | 17.4  | 2.6   | 3.8   | 2.2   | 0.6   | 9.4   | 11.6   | 2.0   | 0.2   | 0.2   | 17.4  | 6.2   | 5.5   |
| 濁度      | 度    | 4.4   | 3.7   | 3.4   | 1.4   | 1.6   | 0.8   | 0.5   | 2.6   | 4.4    | 1.3   | 1.8   | 0.5   | 4.4   | 2.3   | 1.4   |
| 導電率     | ms/m | 15.2  | 11.9  | 13.1  | 11.7  | 11.4  | 10.5  | 12.5  | 13.4  | 17.2   | 21.2  | 31.1  | 10.50 | 31.1  | 15.38 | 6.1   |
| TOC     | mg/l | 2.8   | 2.5   | 3.3   | 1.8   | 2.2   | 2.0   | 1.7   | 2.0   | 1.9    | 2.0   | 2.7   | 1.7   | 3.3   | 2.3   | 0.5   |
| DTOC    | mg/l | 2.5   | 2.5   | 2.1   | 1.8   | 1.9   | 1.6   | 1.7   | 1.5   | 1.6    | 1.7   | 2.5   | 1.5   | 2.5   | 1.9   | 0.4   |
| TN      | mg/l | 2.13  | 1.74  | 1.38  | 1.07  | 0.99  | 0.95  | 1.01  | 2.33  | 2.60   | 2.87  | 3.94  | 0.95  | 3.94  | 1.91  | 0.97  |
| NH4-N   | mg/l | 0.319 | 0.116 | 0.050 | 0.018 | 0.016 | 0.023 | 0.038 | 0.015 | 0.042  | 0.041 | 0.080 | 0.015 | 0.32  | 0.069 | 0.088 |
| NO3-N   | mg/l | 1.52  | 1.55  | 0.94  | 0.85  | 0.70  | 0.58  | 0.94  | 1.75  | 2.21   | 2.48  | 3.70  | 0.58  | 3.70  | 1.57  | 0.94  |
| TP      | mg/l | 0.127 | 0.084 | 0.104 | 0.071 | 0.070 | 0.075 | 0.091 | 0.093 | 0.126  | 0.118 | 0.253 | 0.070 | 0.253 | 0.110 | 0.052 |
| PO4-P   | mg/l | 0.091 | 0.040 | 0.065 | 0.051 | 0.052 | 0.056 | 0.073 | 0.062 | 0.088  | 0.095 | 0.217 | 0.0   | 0.2   | 0.1   | 0.049 |
| クロロフィルa | μg/l | 2.7   | 1.6   | 1.8   | 1.3   | 2.0   | —     | 1.0   | 2.1   | 1.7    | 2.0   | 0.9   | 0.9   | 2.7   | 1.7   | 0.5   |
| クロロフィルa | μg/l | 6.3   | 5.1   | 6.9   | 2.6   | 3.4   | —     | 2.3   | 5.0   | 3.0    | 3.1   | 1.3   | 1.3   | 6.9   | 3.9   | 1.8   |

&lt;午前&gt;

実験河川C 上流

## 参考資料

## 非出水時水質調査結果一覧表 (5)

| 項目       | 単位   | 5月23日 | 6月30日 | 7月19日 | 8月10日 | 8月12日 | 8月16日 | 8月22日 | 9月19日 | 10月11日 | 11月8日 | 12月6日 | 最小値   | 最大値   | 平均値   | 標準偏差  |
|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 採水時刻     |      | 10:15 | 10:08 | 10:10 | 10:14 | 10:05 | 9:10  | 10:09 | 11:18 | 10:14  | 10:05 | 10:35 | —     | —     | —     | —     |
| 天候       |      | 快晴    | <もり   | 快晴    | 快晴    | 快晴    | 晴れ    | 快晴    | 快晴    | 快晴     | 快晴    | <もり   | —     | —     | —     | —     |
| 気温       | ℃    | 24.8  | 24.2  | 33.5  | 32.2  | 32.2  | 34.1  | 33.0  | 28.0  | 27.5   | 20.5  | 10.5  | —     | —     | —     | —     |
| 水温       | ℃    | 20.61 | 21.1  | 26.0  | 25.5  | 26.2  | 27.4  | 26.7  | 21.9  | 21.5   | 18.0  | 9.0   | —     | —     | —     | —     |
| 透視度      | 度    | 57    | 58    | 69    | 45    | 44    | 75    | 65    | 43    | 77     | >100  | >100  | 43    | >100  | —     | —     |
| 水位       |      | 13.66 | 13.68 | 13.69 | 13.70 | 13.71 | 13.71 | 13.73 | 13.69 | 13.70  | 13.68 | 13.65 | 13.65 | 13.73 | 13.69 | 0.02  |
| pH       |      | 6.76  | 6.72  | 6.84  | 7.11  | 6.92  | 7.03  | 7.05  | 6.83  | 6.88   | 6.82  | 7.13  | 6.72  | 7.13  | 6.92  | 0.06  |
| DO       | mg/l | 8.10  | 7.99  | 7.48  | 9.90  | 7.00  | 6.39  | 7.75  | 8.13  | 7.43   | 8.25  | 11.10 | 6.39  | 11.10 | 8.14  | 0.33  |
| DO飽和百分率  | %    | 93    | 92    | 94    | 123   | 88    | 82    | 98    | 95    | 86     | 90    | 99    | 82    | 123   | 95    | 1     |
| SS       | mg/l | 5.2   | 8.9   | 6.8   | 8.3   | 8.2   | 6.0   | 5.4   | 9.6   | 5.8    | 4.4   | 1.4   | 1.4   | 9.6   | 6.4   | 1.8   |
| 濁度       | 度    | 3.1   | 3.1   | 2.3   | 4.3   | 4.5   | 2.7   | 2.8   | 3.8   | 1.8    | 2.9   | 3.7   | 1.8   | 4.5   | 3.2   | 0.4   |
| 導電率      | ms/m | 19.6  | 12.3  | 13.8  | 11.9  | 12.4  | 11.1  | 13.4  | 14.1  | 19.7   | 24.1  | 30.9  | 11.1  | 30.9  | 16.7  | 3.9   |
| TOC      | mg/l | 3.0   | 2.2   | 2.8   | 2.4   | 2.3   | 1.8   | 2.4   | 1.7   | 2.3    | 2.7   | 3.6   | 1.7   | 3.6   | 2.5   | 0.4   |
| DTOC     | mg/l | 2.9   | 1.9   | 2.0   | 2.2   | 1.9   | 1.5   | 2.0   | 1.5   | 2.3    | 2.1   | 3.0   | 1.5   | 3.0   | 2.1   | 0.5   |
| TN       | mg/l | 2.61  | 2.06  | 1.49  | 1.36  | 1.43  | 1.20  | 1.40  | 2.18  | 2.79   | 3.00  | 4.20  | 1.20  | 4.20  | 2.16  | 0.56  |
| NH4-N    | mg/l | 0.378 | 0.168 | 0.139 | 0.16  | 0.14  | 0.164 | 0.18  | 0.105 | 0.161  | 0.404 | 0.267 | 0.105 | 0.40  | 0.206 | 0.131 |
| NO3-N    | mg/l | 1.84  | 1.71  | 1.09  | 0.98  | 1.04  | 0.71  | 1.06  | 1.92  | 2.40   | 2.43  | 3.69  | 0.71  | 3.69  | 1.71  | 0.40  |
| TP       | mg/l | 0.143 | 0.088 | 0.103 | 0.11  | 0.10  | 0.102 | 0.14  | 0.116 | 0.135  | 0.138 | 0.298 | 0.088 | 0.298 | 0.133 | 0.029 |
| PO4-P    | mg/l | 0.106 | 0.046 | 0.068 | 0.06  | 0.07  | 0.064 | 0.10  | 0.073 | 0.102  | 0.098 | 0.250 | 0.046 | 0.250 | 0.095 | 0.030 |
| クロロフィルa  | μg/l | 1.1   | 1.6   | 1.8   | 2.7   | 4.3   | —     | 2.7   | 4.8   | 1.3    | 2.7   | 1.3   | 1.1   | 4.8   | 2.4   | 0.4   |
| フィオフィチンa | μg/l | 4.5   | 3.6   | 5.1   | 5.6   | 6.9   | —     | 7.1   | 4.5   | 1.5    | 2.9   | 2.0   | 1.5   | 7.1   | 4.4   | 0.7   |

実験河川C 下流

| 項目       | 単位   | 5月23日 | 6月30日 | 7月19日 | 8月10日 | 8月12日 | 8月16日 | 8月22日 | 9月19日 | 10月11日 | 11月8日 | 12月6日 | 最小値   | 最大値   | 平均値   | 標準偏差  |
|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 採水時刻     |      | 11:10 | 10:45 | 11:15 | 12:04 | 11:16 | 10:02 | 11:15 | 12:06 | 11:12  | 11:05 | 11:35 | —     | —     | —     | —     |
| 天候       |      | 快晴    | <もり   | 快晴    | 快晴    | 快晴    | 晴れ    | 快晴    | 快晴    | 快晴     | 晴れ    | 曇     | —     | —     | —     | —     |
| 気温       | ℃    | 25.9  | 25.2  | 34.0  | 34.0  | 31.9  | 32.3  | 35.0  | 28.2  | 27.0   | 20.5  | 10.5  | —     | —     | —     | —     |
| 水温       | ℃    | 24.79 | 24.8  | 29.5  | 28.1  | 28.6  | 28.7  | 28.9  | 24.5  | 23.3   | 18.8  | 9.7   | —     | —     | —     | —     |
| 透視度      | 度    | 70    | >100  | >100  | >100  | >100  | >100  | >100  | >100  | >100   | >100  | >100  | 70    | >100  | —     | —     |
| 水位       |      | 11.97 | 11.97 | 12.01 | 12.08 | 12.09 | 12.09 | 12.10 | 12.09 | 12.07  | 12.00 | 12.00 | 11.97 | 12.10 | 12.04 | 0.02  |
| pH       |      | 8.94  | 7.64  | 8.33  | 6.96  | 7.03  | 7.11  | 7.05  | 7.11  | 7.19   | 7.17  | 7.40  | 6.96  | 8.94  | 7.45  | 0.65  |
| DO       | mg/l | 14.53 | 10.83 | 11.06 | 7.77  | 7.37  | 6.79  | 8.02  | 8.48  | 8.80   | 9.90  | 12.40 | 6.79  | 14.53 | 9.63  | 2.07  |
| DO飽和百分率  | %    | 178   | 133   | 146   | 100   | 96    | 89    | 105   | 104   | 105    | 109   | 113   | 89    | 178   | 116   | 23    |
| SS       | mg/l | 3.2   | 2.7   | 2.4   | 2.4   | 2.8   | 2.0   | 2.4   | 5.8   | 3.6    | 1.2   | 0.4   | 0.4   | 5.8   | 2.6   | 0.4   |
| 濁度       | 度    | 2.2   | 2.3   | 0.9   | 1.2   | 1.6   | 1.2   | 0.9   | 3.2   | 1.5    | 1.1   | 2.4   | 0.9   | 3.2   | 1.7   | 0.8   |
| 導電率      | ms/m | 19.3  | 13.0  | 14.2  | 12.1  | 12.6  | 10.8  | 13.9  | 15.0  | 20.1   | 23.3  | 30.3  | 10.8  | 30.3  | 16.8  | 3.3   |
| TOC      | mg/l | 2.9   | 2.5   | 2.5   | 2.1   | 2.0   | 2.0   | 2.3   | 1.7   | 2.4    | 2.1   | 2.9   | 1.7   | 2.9   | 2.3   | 0.2   |
| DTOC     | mg/l | 2.8   | 2.3   | 2.4   | 2.0   | 1.9   | 1.7   | 2.0   | 1.5   | 2.3    | 1.8   | 2.2   | 1.5   | 2.8   | 2.1   | 0.3   |
| TN       | mg/l | 2.39  | 1.99  | 1.28  | 1.22  | 1.25  | 0.98  | 1.20  | 2.15  | 2.65   | 2.68  | 4.17  | 0.98  | 4.17  | 2.00  | 0.56  |
| NH4-N    | mg/l | 0.273 | 0.093 | 0.023 | 0.05  | 0.03  | 0.032 | 0.05  | 0.020 | 0.046  | 0.045 | 0.123 | 0.020 | 0.27  | 0.071 | 0.129 |
| NO3-N    | mg/l | 1.82  | 1.68  | 0.98  | 1.02  | 0.93  | 0.77  | 1.05  | 1.81  | 2.26   | 2.34  | 3.90  | 0.77  | 3.90  | 1.69  | 0.45  |
| TP       | mg/l | 0.142 | 0.072 | 0.097 | 0.08  | 0.08  | 0.084 | 0.11  | 0.100 | 0.126  | 0.108 | 0.269 | 0.072 | 0.269 | 0.116 | 0.036 |
| PO4-P    | mg/l | 0.111 | 0.048 | 0.077 | 0.06  | 0.06  | 0.063 | 0.09  | 0.071 | 0.100  | 0.084 | 0.232 | 0.0   | 0.2   | 0.1   | 0.031 |
| クロロフィルa  | μg/l | 1.6   | 1.6   | 1.5   | 1.0   | 2.3   | —     | 2.0   | 2.7   | 3.3    | 2.0   | 1.2   | 1.0   | 3.3   | 1.9   | 0.0   |
| フィオフィチンa | μg/l | 4.0   | 2.1   | 1.4   | 3.2   | 3.5   | —     | 2.7   | 4.1   | 2.5    | 2.0   | 1.6   | 1.4   | 4.1   | 2.7   | 1.3   |

&lt;午後&gt;

## 参考資料

## 非出水時水質調査結果一覧表(6)

美談河川C 上流

| 項目       | 単位   | 5月23日 | 6月30日 | 7月19日 | 8月10日 | 8月12日 | 8月16日 | 8月22日 | 9月19日 | 10月11日 | 11月8日 | 12月6日 | 最小値   | 最大値   | 平均値   | 標準偏差  |
|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 採水時刻     |      | 17:10 | 17:12 | 17:07 | 17:11 | 17:10 | 18:03 | 17:09 | 16:37 | 16:38  | 15:36 | 15:32 | —     | —     | —     | —     |
| 天候       |      | 快晴    | <もり   | 快晴    | 晴れ    | 快晴    | 快晴    | 快晴    | 快晴    | 快晴     | <もり   | 晴れ    | —     | —     | —     | —     |
| 気温       | ℃    | 28.5  | 30.5  | 35.5  | 30.3  | 32.1  | 29.7  | 33.0  | 27.8  | 25.0   | 18.0  | 12.5  | —     | —     | —     | —     |
| 水温       | ℃    | 22.66 | 23.7  | 29.1  | 28.0  | 28.9  | 29.8  | 29.6  | 23.5  | 23.1   | 17.6  | 9.6   | —     | —     | —     | —     |
| 透視度      | 度    | 51    | 57    | 74    | 53    | 47    | 72    | 54    | 52    | 81     | >100  | >100  | 47    | >100  | —     | —     |
| 水位       |      | 13.67 | 13.68 | 13.69 | 13.70 | 13.70 | 13.71 | 13.74 | 13.70 | 13.70  | 13.68 | 13.65 | 13.65 | 13.74 | 13.69 | 0.02  |
| pH       |      | 6.91  | 6.94  | 7.47  | 7.2   | 7.34  | 7.63  | 7.46  | 7.04  | 7.43   | 6.95  | 7.32  | 6.91  | 7.63  | 7.24  | 0.25  |
| DO       | mg/l | 8.15  | 8.56  | 9.00  | 9.32  | 9.10  | 8.88  | 10.08 | 8.86  | 10.00  | 8.96  | 9.68  | 8.15  | 10.08 | 9.14  | 0.59  |
| DO飽和百分率  | %    | 97    | 103   | 118   | 120   | 119   | 118   | 133   | 107   | 119    | 97    | 88    | 88    | 133   | 111   | 14    |
| SS       | mg/l | 5.8   | 6.5   | 5.4   | 7.2   | 6.8   | 6.0   | 6.0   | 6.4   | 5.0    | 3.6   | 1.6   | 1.6   | 7.2   | 5.5   | 1.6   |
| 濁度       | 度    | 4.8   | 3.4   | 1.9   | 2.5   | 4.0   | 2.7   | 2.8   | 3.7   | 1.6    | 2.8   | 3.6   | 1.6   | 4.8   | 3.1   | 0.9   |
| 導電率      | ms/m | 15.1  | 12.0  | 13.1  | 12.2  | 11.2  | 10.5  | 12.7  | 13.1  | 17.5   | 20.0  | 32.9  | 10.5  | 32.9  | 15.5  | 6.4   |
| TOC      | mg/l | 2.5   | 2.5   | 2.4   | 2.2   | 2.4   | 2.2   | 1.9   | 1.7   | 1.9    | 2.1   | 3.5   | 1.7   | 3.5   | 2.3   | 0.5   |
| DTOC     | mg/l | 2.3   | 2.3   | 2.1   | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 1.9   | 1.5   | 1.6    | 1.6   | 2.6   | 1.5   | 2.6   | 2.0   | 0.3   |
| TN       | mg/l | 2.15  | 1.94  | 1.39  | 1.32  | 1.17  | 1.18  | 1.11  | 2.06  | 2.55   | 3.01  | 4.81  | 1.11  | 4.81  | 2.06  | 1.10  |
| NH4-N    | mg/l | 0.415 | 0.139 | 0.090 | 0.09  | 0.07  | 0.135 | 0.13  | 0.070 | 0.085  | 0.201 | 0.357 | 0.070 | 0.41  | 0.162 | 0.118 |
| NO3-N    | mg/l | 1.54  | 1.58  | 1.02  | 0.99  | 0.89  | 0.65  | 1.00  | 1.75  | 2.08   | 2.30  | 3.52  | 0.65  | 3.52  | 1.57  | 0.83  |
| TP       | mg/l | 0.147 | 0.080 | 0.118 | 0.11  | 0.10  | 0.126 | 0.14  | 0.092 | 0.126  | 0.135 | 0.282 | 0.080 | 0.282 | 0.132 | 0.054 |
| PO4-P    | mg/l | 0.094 | 0.045 | 0.084 | 0.07  | 0.07  | 0.089 | 0.11  | 0.062 | 0.097  | 0.100 | 0.238 | 0.045 | 0.238 | 0.097 | 0.050 |
| クロロフィルa  | μg/l | 2.7   | 1.6   | 1.8   | 3.0   | 5.0   | —     | 3.0   | 4.8   | 3.7    | 1.3   | 1.2   | 1.2   | 5.0   | 2.8   | 1.4   |
| フィオフィチンa | μg/l | 4.1   | 2.1   | 3.2   | 4.9   | 4.3   | —     | 5.6   | 3.8   | 2.4    | 2.4   | 1.6   | 1.6   | 5.6   | 3.5   | 1.3   |

美談河川C 下流

| 項目       | 単位   | 5月23日 | 6月30日 | 7月19日 | 8月10日 | 8月12日 | 8月16日 | 8月22日 | 9月19日 | 10月11日 | 11月8日 | 12月6日 | 最小値   | 最大値   | 平均値   | 標準偏差  |
|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 採水時刻     |      | 18:18 | 17:55 | 18:12 | 18:17 | 18:10 | 18:59 | 18:14 | 17:35 | 17:20  | 16:33 | 16:21 | —     | —     | —     | —     |
| 天候       |      | 快晴    | <もり   | 快晴    | 晴れ    | 快晴    | 晴れ    | 快晴    | 快晴    | 快晴     | <もり   | 晴     | —     | —     | —     | —     |
| 気温       | ℃    | 26.3  | 29.2  | 31.0  | 27.5  | 31.2  | 29.0  | 31.3  | 25.2  | 22.0   | 16.5  | 10.5  | —     | —     | —     | —     |
| 水温       | ℃    | 22.17 | 24.6  | 29.1  | 27.5  | 28.7  | 28.9  | 29.0  | 23.4  | 22.7   | 17.3  | 9.4   | —     | —     | —     | —     |
| 透視度      | 度    | 66    | >100  | >100  | >100  | >100  | >100  | >100  | >100  | >100   | >100  | >100  | 66    | 66    | 66    | —     |
| 水位       |      | 11.98 | 11.96 | 12.01 | 12.08 | 12.09 | 12.09 | 12.10 | 12.09 | 12.04  | 12.00 | 11.98 | 11.96 | 12.10 | 12.04 | 0.05  |
| pH       |      | 7.27  | 7.33  | 7.20  | 6.88  | 6.98  | 7.02  | 6.92  | 6.95  | 7.13   | 7.16  | 7.54  | 6.88  | 7.54  | 7.13  | 0.20  |
| DO       | mg/l | 9.48  | 9.10  | 8.05  | 5.99  | 6.81  | 7.90  | 5.99  | 7.43  | 7.52   | 8.67  | 11.20 | 5.99  | 11.20 | 8.01  | 1.55  |
| DO飽和百分率  | %    | 111   | 111   | 106   | 77    | 89    | 103   | 78    | 89    | 89     | 93    | 101   | 77    | 111   | 95    | 12    |
| SS       | mg/l | 3.0   | 2.1   | 2.3   | 2.4   | 2.4   | 2.6   | 3.2   | 4.0   | 3.8    | 0.6   | 0.0   | 0.0   | 4.0   | 2.4   | 1.2   |
| 濁度       | 度    | 3.0   | 2.0   | 1.1   | 1.2   | 1.7   | 0.8   | 0.8   | 1.7   | 1.4    | 0.8   | 1.7   | 0.8   | 3.0   | 1.5   | 0.7   |
| 導電率      | ms/m | 15.4  | 11.9  | 13.1  | 12.0  | 11.5  | 10.6  | 12.6  | 13.3  | 17.3   | 21.6  | 31.2  | 10.6  | 31.2  | 15.5  | 6.1   |
| TOC      | mg/l | 2.5   | 2.4   | 2.4   | 2.0   | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 1.7   | 1.7    | 1.9   | 2.7   | 1.7   | 2.7   | 2.1   | 0.4   |
| DTOC     | mg/l | 2.5   | 2.0   | 2.3   | 1.8   | 1.7   | 1.9   | 1.9   | 1.6   | 1.4    | 1.6   | 2.6   | 1.4   | 2.6   | 1.9   | 0.4   |
| TN       | mg/l | 2.05  | 1.77  | 1.16  | 1.17  | 1.07  | 1.04  | 1.08  | 1.95  | 2.51   | 2.82  | 4.17  | 1.04  | 4.17  | 1.89  | 0.98  |
| NH4-N    | mg/l | 0.328 | 0.093 | 0.020 | 0.02  | 0.02  | 0.031 | 0.05  | 0.023 | 0.046  | 0.066 | 0.119 | 0.015 | 0.33  | 0.074 | 0.091 |
| NO3-N    | mg/l | 1.45  | 1.65  | 0.93  | 0.96  | 0.89  | 0.65  | 0.99  | 1.70  | 2.21   | 2.40  | 3.77  | 0.65  | 3.77  | 1.60  | 0.92  |
| TP       | mg/l | 0.115 | 0.066 | 0.092 | 0.07  | 0.08  | 0.089 | 0.10  | 0.080 | 0.108  | 0.108 | 0.252 | 0.066 | 0.252 | 0.106 | 0.051 |
| PO4-P    | mg/l | 0.084 | 0.042 | 0.075 | 0.06  | 0.06  | 0.069 | 0.08  | 0.060 | 0.088  | 0.090 | 0.216 | 0.0   | 0.2   | 0.1   | 0.046 |
| クロロフィルa  | μg/l | 1.1   | 1.1   | 0.8   | 1.3   | 2.3   | —     | 1.7   | 1.6   | 1.0    | 3.7   | 0.6   | 0.6   | 3.7   | 1.5   | 0.9   |
| フィオフィチンa | μg/l | 4.2   | 2.3   | 1.9   | 2.2   | 3.0   | —     | 2.8   | 4.0   | 2.5    | 1.2   | 0.6   | 0.6   | 4.2   | 2.5   | 1.1   |

## 4. 2 生物への影響

与えた出水流量は、ピーク流量 $3\text{m}^3/\text{s} \sim 1.5\text{m}^3/\text{s}$ であり、平常時流量( $0.05 \sim 0.1\text{m}^3/\text{s}$ )のおおよそ3~15倍にあたる。なお、継続時間は90~120minであった。この出水規模によるハビタット及び生物への影響として以下が予測される。

### <水域への影響>

- ・ 掃流力 $\tau_* < 0.06$ であり、河床材料を動かすことはできない。
- ・ フラッシュ（河床や水際に溜まった微細なデトリタス、シルト分の除去、付着藻類を含む河床付着物の剥離・掃流）
- ・ フラッシュによる自濁作用の防止と自浄作用の向上
- ・ フラッシュによる付着藻類の活性化（魚類、底生動物の餌資源としての質の向上）
- ・ 浮石の維持（細流土砂の堆積の防止）とこれをハビタットとする底生動物、魚類の生息空間の維持

### <水際域への影響>

- ・ 河川らしい植生の維持（例えば、出水による攪乱により植生遷移が進行しない等）が考えられるが、出水規模が小さいことから植物の直接的な破壊は生じない。
- ・ 種子分散及びその後の実生の定着状況への影響が考えられる。

以上より、出水の有無が水質、河床付着物、底生動物、魚類への影響について扱うこととする。なお、植生への影響については今回扱わないこととする。

### 4. 2. 1 河床付着物への影響

#### （1）はじめに

付着藻類は、河川生態系の一次生産者として重要な役割を果たしている。そのため、付着藻類の現存量や質は、これを餌資源とする底生動物、魚類の現存量に影響を及ぼしていることが予想される。ダム等による河川流量の平滑化や濁水の長期化は、しばしば、付着藻類の現存量の低下させ、魚類の成長を阻害し、個体数の減少をもたらす要因とされている。実験河川Bは、このような流量管理された河川として、実験河川Cは、これを改善するために定期的に出水を与えた河川として設定し、両者を比較することにより、今回、与えた出水が、果たして河床にたまったシルト分などの微細土砂を掃流し、付着藻類を剥離・掃流させることにより、一次生産者としての現存量や質の向上に寄与するものであるかどうかについて定量的に検討し、今後の河川流量管理に資することを目的とする。

#### （2）調査方法

常に一定流量を流下させている実験河川B及び1週間~1ヶ月に1度の頻度で $0.3 \sim 1.5\text{m}^3/\text{s}$ の出水を与える実験河川Cを対象に、河床付着物の量及び質の比較を行う。現存量はChl-a量によって把握し、質の評価には以下の指標を用いることとした。

$$\text{フェオフィチン率 (\%)} = \frac{\text{フェオフィチン } (\mu\text{g}/\text{m}^2)}{\text{クロロフィル a } (\mu\text{g}/\text{m}^2) + \text{フェオフィチン} (\mu\text{g}/\text{m}^2)} \times 100$$

フェオフィチンは、クロロフィル a の分解産物で、藻類が死ぬとクロロフィルは、フェオフィチンに変化する。したがってフェオフィチン率は、生きている藻類と死んでいる藻類の現存量に対する死んでいる藻類の割合で示され、フェオフィチン率が高いほど死んでいる藻類の割合が高いことを示している。

$$\text{有機物率 (\%)} = \frac{\text{有機物量 } (\text{g}/\text{m}^2)}{\text{乾燥重量 } (\text{g}/\text{m}^2)} \times 100$$

魚類の餌としての質を評価する場合、強熱減量が乾燥重量に比べて低いほど、付着物にシルトや砂等の無機物がより多く含まれていることを意味し、質は悪いとされている<sup>1)</sup>。例えば、アユのハミアト調査によると、アユにとって良質の餌（藻類）を利用し得る流速の下限は瀬で 20cm/s、強熱減量は 50%とされている<sup>2)</sup>。よって、乾燥重量に対する有機物量の占める割合は、魚類の餌資源としての一つの指標となると考えられる。

調査は、通水開始（2000.3.27）から第18回出水実験（2000.12.4）までの期間に実施した（図4.2.1.1、表4.2.1.1）。（ただし、2000年9月11日-12日に生じた豪雨により、実験河川B及びCがともに天端から20～70cm冠水し、沈水植物及び水際に生育していた植物が流出するなど、大きなダメージを被り、それまで与えた条件がリセットされ、実験初期条件、すなわち、実験河川Bと実験河川Cが同様の状態となったことに注意する。）

調査地点は、河床勾配及び河道形状の違いによるハビタットの違いを考慮し、ハビタット研究ゾーン（河床勾配1/200～1/400）、冠水頻度研究ゾーン（河床勾配1/800）とした。採取は、30cm×30cmのコドラートを設置し、コドラート内にある石を全て取り出し、河床付着物をブラシを用いて採集し試料とし、冷蔵して持ち帰った。また併せて、採取した石の長径及び短径、調査地点の水深、流速の測定、実験河川の上流及び下流端の水質を携帯型水質計を用いて、pH、EC、濁度、DO、水温の測定を行った。なお、2000.4.18及び2000.4.19に行った採取については、石の表面に5cm×5cmのコドラートを設置、採集し、試料とした。採集した試料の一定量はホルマリン固定し、残りは、ワットマンGFCで濾過し、低温乾燥後に乾燥重量、chl.a、強熱減量、フェオフィチンについて分析した。単位面積あたりの乾燥重量、chl.aの算出には、本来ならば採取した石の水面側の表面積で割り求めるべきであるが、今回は石の高さの測定が不足していたことから、表面積を長径×短径の面積で代用し算出した。付着藻類の同定は、10%ホルマリン固定した試料から永久プレパラートを作成し、付着藻類の同定及び細胞数の計数を行った。

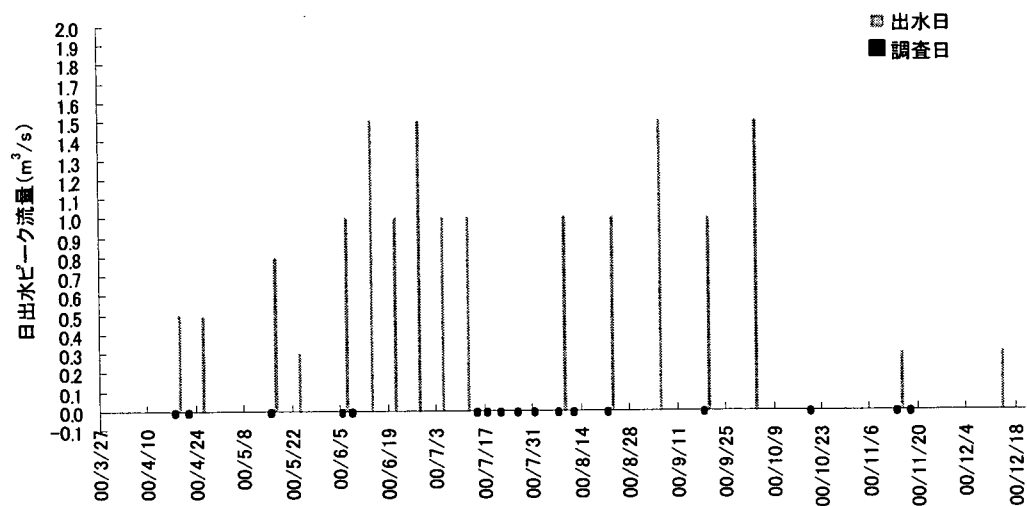


図 4.2.1.1 出水実験日と調査日

表4.2.1.1 調査日

| 調査日        | 位置づけ                  | 実験河川B          |               | 実験河川C          |               |
|------------|-----------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
|            |                       | ハビタット<br>研究ゾーン | 冠水頻度<br>研究ゾーン | ハビタット<br>研究ゾーン | 冠水頻度<br>研究ゾーン |
| 2000.4.18  | 通水22日後<br>第1回出水前      | ○              | ○             | ○              | ○             |
| 2000.4.20  | 第1回出水後                | ○              | ○             | ○              | ○             |
| 2000.5.16  | 第3回出水前                | ●              | ●             | ●              | ●             |
| 2000.6.6   | 第5回出水前                | ●              | ●             | ●              | ●             |
| 2000.6.7   | 第5回出水後                |                |               | ●              | ●             |
| 2000.7.14  | 第10回出水後               | ●              | ●             | ●              | ●             |
| 2000.7.17  | 第10回出水3日後             | ●              | ●             | ●              | ●             |
| 2000.7.21  | " 7日後                 | ●              |               | ●              |               |
| 2000.7.26  | " 12日後                | ●              |               | ●              |               |
| 2000.7.31  | " 20日後                | ●              |               | ●              |               |
| 2000.8.8   | " 28日後<br>第11回出水前     | ●              | ●             | ●              | ●             |
| 2000.8.11  | 第11回出水後               |                |               | ●              | ●             |
| 2000.8.22  | 第11回出水23日後<br>第12回出水前 | ●              | ●             | ●              | ●             |
| 2000.9.20  | 自然洪水8日後               | ●              | ●             | ●              | ●             |
| 2000.10.19 | 第16回出水後               | ●              | ●             | ●              | ●             |
| 2000.11.14 | 第16回出水28日後<br>第17回出水前 | ●              | ●             | ●              | ●             |
| 2000.11.16 | 第18回出水後               |                |               | ●              | ●             |

注) ○ : 石表面にコドラート5×5cmを設置し、試料を採集した。

● : 河床に30cm×30cmのコドラートを設置し、すべての石から試料を採集した。

### (3) 初期条件について

#### a) Chl.a、強熱減量、フェオフィチン率について

流量変動の有無による河床付着物を比較するに際し、出水をあたえる前の河床付着物の状況が、実験河川B及びCで同一とみることができのかをどうか検討する。

通水開始から22日後の2000.4.18のハビタット研究ゾーン、冠水頻度研究ゾーンのChl-a量、強熱減量、フェオフィチン率の平均値及び標準偏差を図4.2.1.2～4に示す。

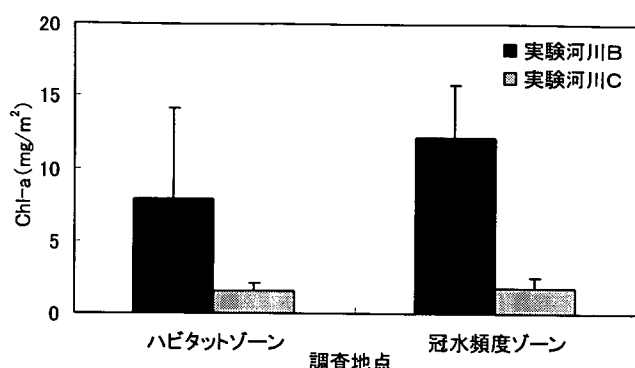


図4.2.1.2 通水22日後(2000.4.18)のchl-a量

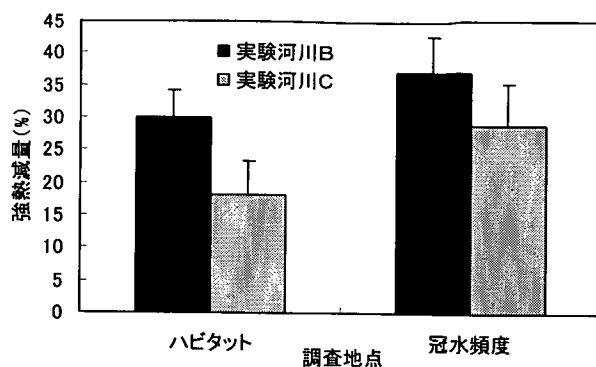


図4.2.1.3 通水22日後(2000.4.18)の強熱減量

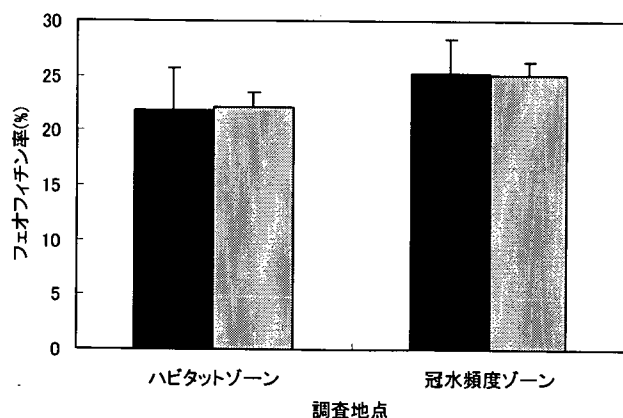


図4.2.1.4 通水22日後(2000.4.18)のフェオフィチン率

各河川間、調査地点(ゾーン)によるChl.a、強熱減量、フェオフィチン率の差異について、二元配置分散分析による分析を行った。Chl.aは、河川間で有意な差が認められ、実験河川Bの付着藻類の現存量が実験河川Cよりも有意に高い。強熱減量は、河川間及びゾーン間で有意な差が認められ、実験河川Bが実験河川Cよりも有意に高く、実験河川Bが実験河川Cよりも有機物量の割合が多い。これは、実験河川Cの河床付着物の方がシルトや砂等の無機物がより多く含まれていること示すものである。フェオフィチン率については、実験河川間では有意な差は認められなかったが、ゾーン間では有意差が認められ、冠水頻度ゾーンの方がハビタットゾーンよりも付着藻類の死骸の割合が多いことを示している。

表4.2.1.2 出水を与える前の調査日を河川とゾーンを要因とする二配置分散分析結果

| 要素       | Chl.a |       |         | 強熱減量 |       |        | フェオフィチン率 |      |       |
|----------|-------|-------|---------|------|-------|--------|----------|------|-------|
|          | df    | F     | P       | df   | F     | P      | df       | F    | P     |
| 実験河川     | 1     | 26.09 | <0.0005 | 1    | 17.17 | <0.001 | 1        | 0.01 | 0.9   |
| ゾーン      | 1     | 1.83  | 0.19    | 1    | 13.99 | <0.005 | 1        | 7.41 | <0.05 |
| 実験河川×ゾーン | 1     | 1.55  | 0.23    | 1    | 0.53  | 0.47   | 1        | 0.04 | 0.84  |

以上より、通水22日後においては、現存量は実験河川Bの方が有意に大きく、有機物の割合も大きく、河川間には有意差が認められた。実験河川Cは、河床付着物におけるシルトや砂等の無機物の割合が高く、これが、結果的に現存量に影響を及ぼしていることが示唆される。通水後のChl.aが実験河川Cの方がBよりも有意に小さいという結果は、11年度における通水初期の状況とほぼ同じ現象であり<sup>3)</sup>、11年度においては、時間の経過に伴い有意差が認められなかったことを勘案すると、12年度においても時間の経過により河川間の差異はみられなくなるものと仮定し、実験河川BとCを比較していくものとする。

なお、ゾーン間では、現存量に有意差は認められないが、冠水頻度研究ゾーンの方がハビタット研究ゾーンよりも有機物の割合が高いが、死んだ付着藻類の割合も高い。これは、冠水頻度研究ゾーンの方が河床勾配が小さく、流速が小さいことから、上流から剥離あるいは流下してきた浮遊物がハビタット研究ゾーンと比較し、堆積しやすい状況にあるためと想像される。

#### (4) 出水の有無がもたらす河床付着物への影響

##### a) Chl.a、強熱減量、フェオフィチン率にみる実験河川BとCの違い

図4.2.1.5～6 に各河川のハビタット研究ゾーン及び冠水頻度研究ゾーンにおけるChl.a、強熱減量（有機物率）、フェオフィチン率の推移を示す。

ハビタット研究ゾーンにおいて、Chl.aは、実験河川B及びCともに第10回出水後（調査日：7月14日から、急激に増加し、実験河川Cでは、7月21日に最大値 $642.35 \pm 189.98 \text{ mg/m}^2$ 、実験河川Bでは、7月28日に最大値 $828.71 \pm 689.95 \text{ mg/m}^2$ をもち、第10回出水から約1ヶ月後の8月8日には、7月14日とほぼ同様な値まで低下した。この動向は、実験河川BとCで共通していた。9月に起きた東海豪雨後も、実験河川Bでは平均値で約 $120 \sim 360 \text{ mg/m}^2$ 、実験河川Cで、約 $140 \sim 210 \text{ mg/m}^2$ で推移した。強熱減量は、実験河川Bでは及びCともChl.a量が最大となった同時期（7月17日）に最大値（実験河川B： $50 \pm 3.68\%$ 、実験河川C： $56.58 \pm 4.90\%$ ）をもち、その後、実験河川B、Cともに減少した。東海豪雨後、出水のない実験河川Bは増加し、10月から11月にかけて45%前後を維持した。実験河川Cは、豪雨後、やや実験河川Bよりも低い値を示していたが、第15回出水（10月4日、 $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ）を経て、10月19日には、実験河川Bと同様な値に増加するが、11月14日には再び減少した。フェオフィチン率については、7月までは、実験河川Cの方がやや高い値をもちながら平行に推移し、豪雨後、最大値（実験河川B： $44.11 \pm 0.35\%$ 、実験C： $42.62 \pm 0.66\%$ ）となり、その後、実験河川BとCはほぼ同じ値をとり、10月、11月は約半分の約20～23%に減少した。

冠水頻度研究ゾーンにおいて、Chl.aは、8月まで実験河川BがCよりも大きく、豪雨後は、ほぼ同様に推移した。8月までの河川間の違いは主に、沈水植物により、日照が遮られたためと考えられる。沈水植物の影響

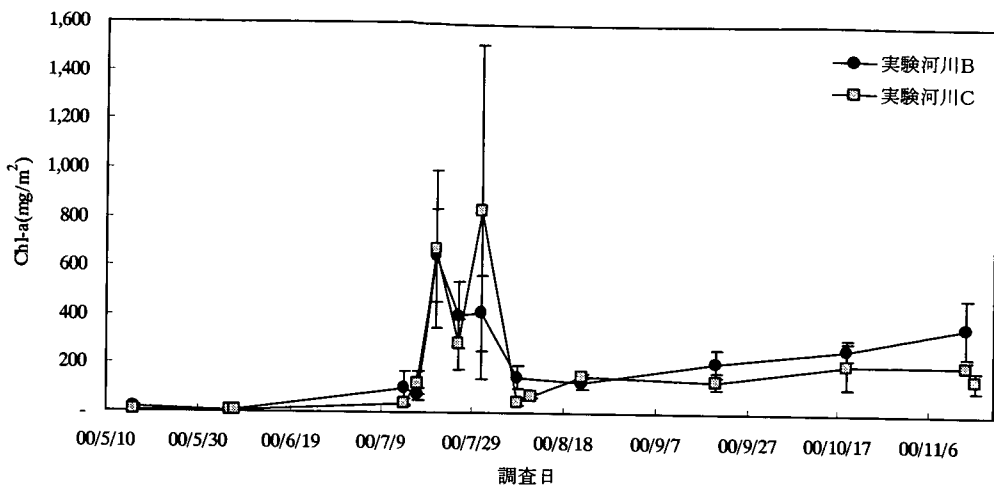
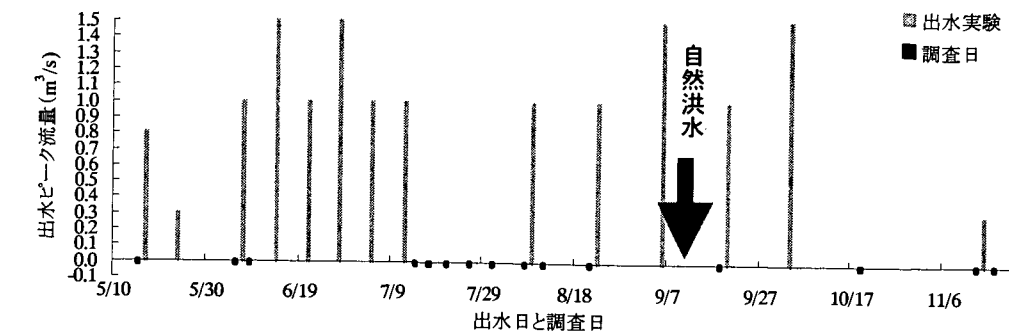


図 ハビタット研究ゾーンにおけるChl.aの推移(平均値と標準偏差)

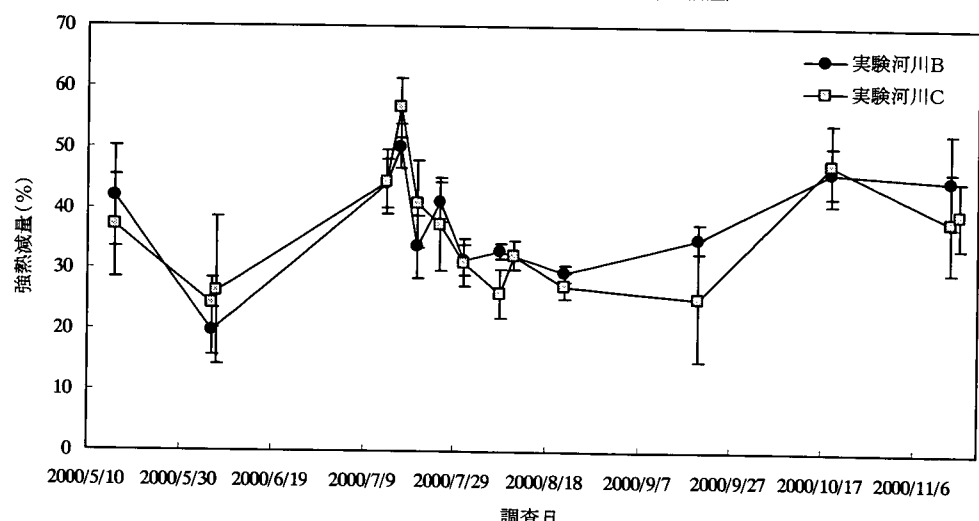


図 ハビタット研究ゾーンにおける強熱減量の推移(平均値と標準偏差)

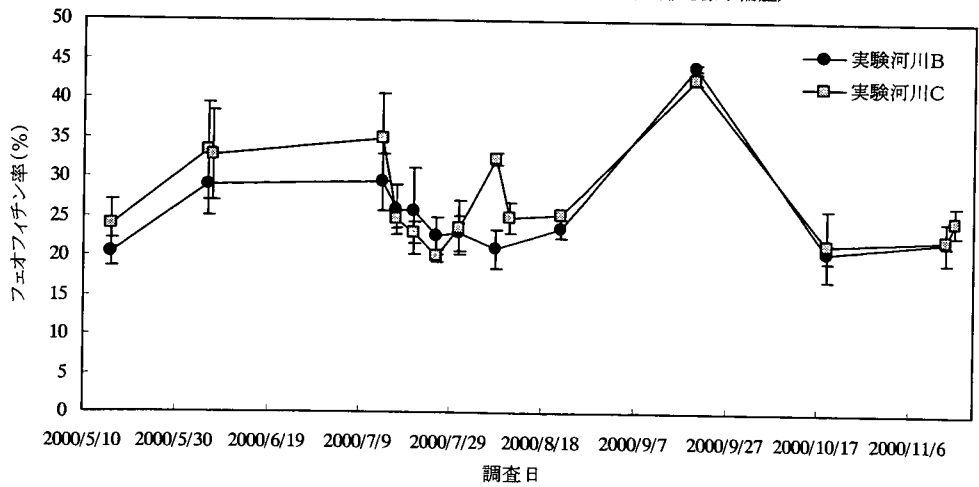


図 ハビタット研究ゾーンにおけるフェオフィチン率の推移(平均値と標準偏差)

図 4.2.1.5 ハビタット研究ゾーンにおける Chl. a、強熱減量、フェオフィチンの推移  
河川間有意差; \*: P<0.05、\*: P<0.005、\*\*\*: P<0.00001、表示なし: ns

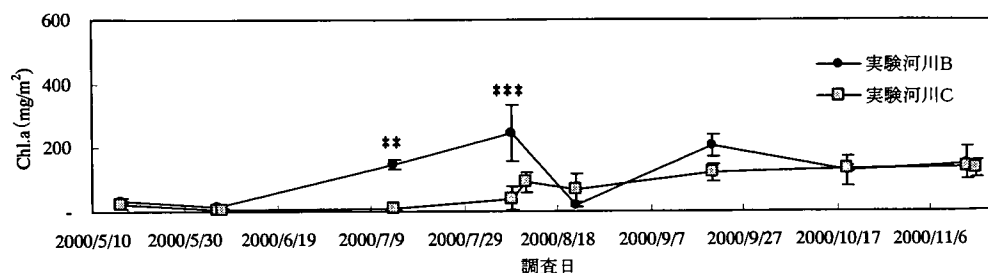
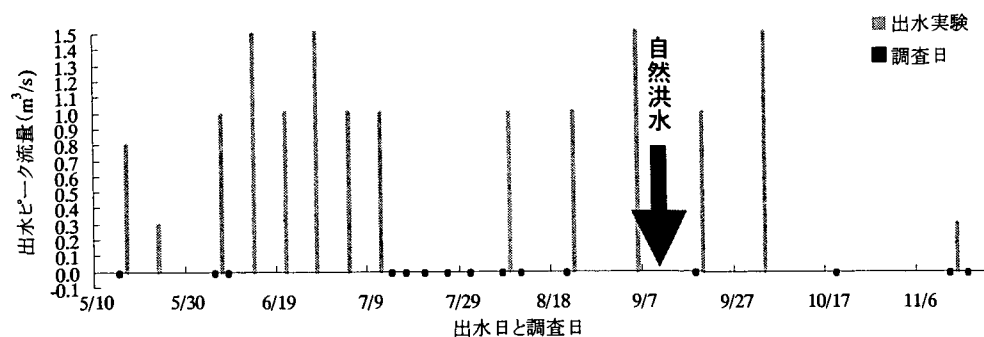


図 冠水頻度研究ゾーンにおけるChl.aの推移(平均値と標準偏差)

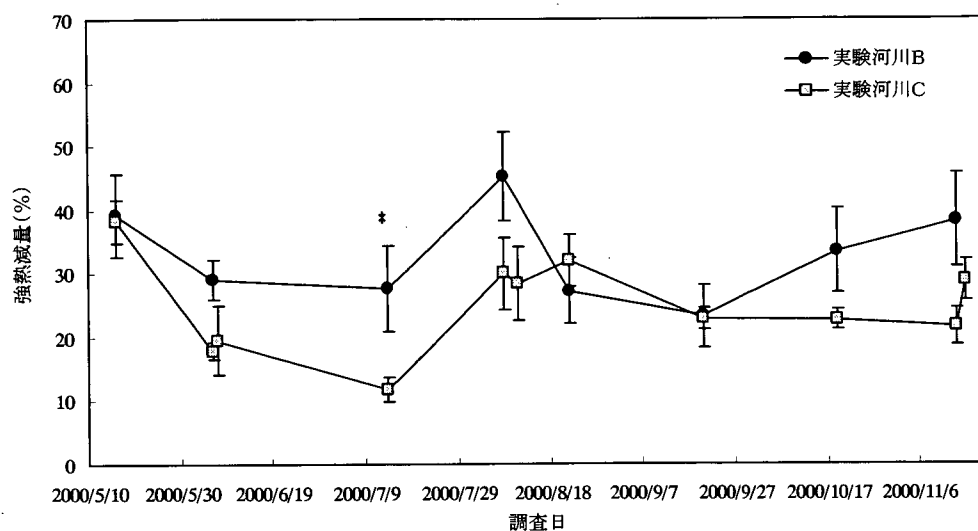


図 冠水頻度研究ゾーンにおける強熱減量の推移(平均値と標準偏差)

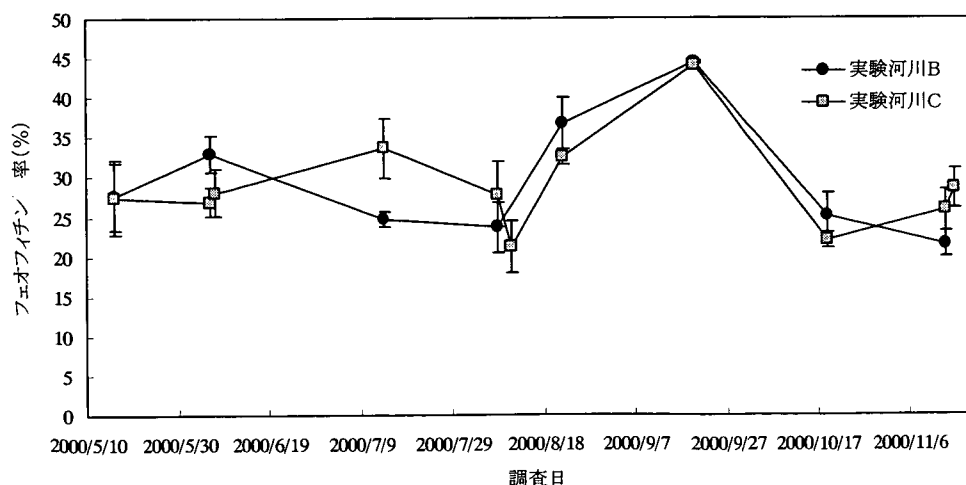


図 冠水頻度研究ゾーンにおけるフェオフィチン率の推移(平均値と標準偏差)

図 4.2.1.6 冠水頻度研究ゾーンにおけるChl.a、強熱減量、フェオフィチンの推移  
河川間有意差; \*:  $P < 0.05$ , \*\*:  $P < 0.005$ , \*\*\*:  $P < 0.0001$ 、表示なし: ns

響が少ないと考えられる実験河川Bと比較すると、最大値はハビタット研究ゾーンの約1/4程度である。強熱減量は、Chl.aと同様に8月まで実験河川BがCよりも大きく、豪雨後、実験河川BとCはほぼ同様な値となり、その後、実験河川Bの方がCよりも強熱減量が高くなった。フェオフィチン率は、8月まで、実験河川BとCで値が変動するが、豪雨後、ほぼ同様な値をもち、その後、10月には実験河川Bの方がCよりもやや大きいが、11月には実験河川Cの方がやや大きくなった。

これらのデータ（ただし、実験河川Cで行った出水直後のChl.a、強熱減量、フェオフィチン率データを除く）（ハビタット研究ゾーン：n=60、冠水頻度研究ゾーン：n=40）を用いて、河川間の比較を行うため、実験河川と調査日を要因とする二元配置分散分析を行った。その結果、ハビタット研究ゾーンではフェオフィチン率、冠水頻度研究ゾーンでは、Chl.a、強熱減量において有意差が認められ、いずれも交互作用が認められた（表4.2.1.3）。また、河川間で有意差が認められないハビタット研究ゾーンにおける強熱減量、冠水頻度研究ゾーンにおいても交互作用が認められたため、これらについて河川と調査日の組み合わせによる一元配置分散分析を行ったところそれぞれ有意差が得られた（ $P<0.0001$ ）ため、多重比較検定（sheffe's test）を行った。その結果、実験河川間では、冠水頻度研究ゾーンの7月14日と8月8日のChl.a、7月14日の強熱減量に有意差が認められ、実験河川BがCよりも高かった（表4.2.1.4）。

以上から、ハビタット研究ゾーンでは、出水を与えた実験河川CとBで、現存量及び質ともに有意な差は得られない。冠水頻度研究ゾーンでは、Chl.aでは7月14日と8月8日において、強熱減量では7月14日においてそれぞれ有意差が認められたが、これは、沈水植物の影響と考えられ、出水によるものではないと判断される。

表4.2.1.3 各ゾーンにおける河川、調査日を要因とする二配置分散分析結果

| ゾーン        | 要素       | Chl.a |       |         | 強熱減量 |       |         | フェオフィチン率 |       |         |
|------------|----------|-------|-------|---------|------|-------|---------|----------|-------|---------|
|            |          | df    | F     | P       | df   | F     | P       | df       | F     | P       |
| ハビタット研究ゾーン | 実験河川     | 1     | 0.031 | 0.86    | 1    | 1.59  | 0.21    | 1        | 9.83  | <0.005  |
|            | 調査日      | 11    | 15.89 | <0.0001 | 11   | 26.01 | <0.0001 | 11       | 48.81 | <0.0001 |
|            | 実験河川×調査日 | 11    | 1.85  | 0.056   | 11   | 2.44  | <0.005  | 11       | 4.57  | <0.0001 |
| 冠水頻度研究ゾーン  | 実験河川     | 1     | 43.19 | <0.0001 | 1    | 59.49 | <0.0001 | 1        | 0.51  | 0.48    |
|            | 調査日      | 7     | 29.08 | <0.0001 | 7    | 19.72 | <0.0001 | 7        | 63.38 | <0.0001 |
|            | 実験河川×調査日 | 7     | 14.74 | <0.0001 | 7    | 7.33  | <0.0001 | 7        | 8.55  | <0.0001 |

表4.2.1.4 多重比較検定結果（sheffe's test）（河川間で有意差が認められた結果のみ記載）

| ゾーン        | 項目       | 調査日       | M1-M2   | $\mu$   | P       |
|------------|----------|-----------|---------|---------|---------|
| ハビタット研究ゾーン | 強熱減量     | 該当なし      | —       | —       | —       |
|            | フェオフィチン率 | 該当なし      | —       | —       | —       |
|            | Chl.a    | 2000.7.14 | 138.822 | 115.156 | <0.005  |
| 冠水頻度研究ゾーン  |          | 2000.8.8  | 205.401 | 115.156 | <0.0001 |
|            | 強熱減量     | 2000.7.14 | 15.940  | 15.927  | <0.05   |
|            | フェオフィチン率 | 該当なし      | —       | —       | —       |

b) 確認種と藻類群集構造について

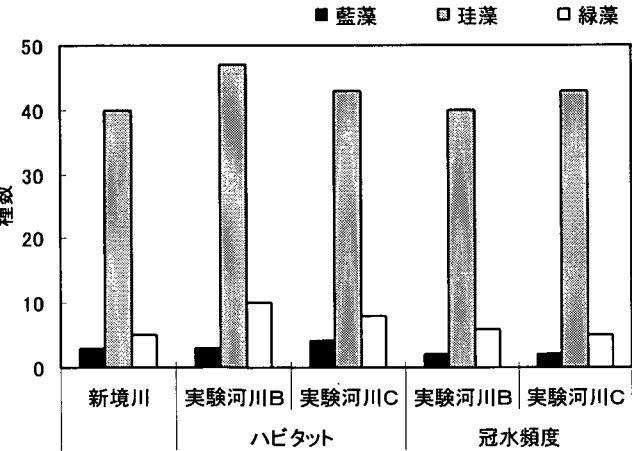
表4.2.1.5に8月8日、11月14日における付着藻類の優占種（ここでは全細胞数における占める割合が10%を

越える種とした)。また、図4.2.1.7、8に網別の確認種数、細胞数とその割合、表4.2.1.6に出現種及び細胞数を示す。群集構造は8月、11月ともに珪藻類が主体であり、実験河川やゾーンによる顕著な違いは見いだせない。

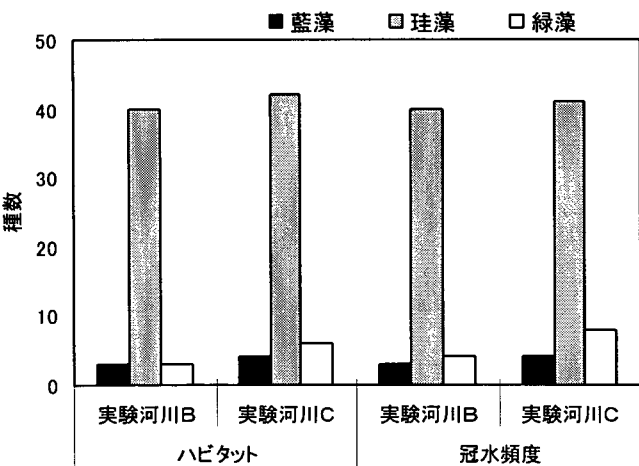
ハビタット研究ゾーンにおいて、8月には、実験河川B、Cともに緑藻の *Scenedesmus spp* (セネデスムス)、珪藻の *Nitzschia palea* (ハリケイソウ) が優占し、11月には、珪藻の *Achnanthes subhudsonis* (マガリケイソウ)、*Melosira varians* (タルケイソウ)、*Navicula minima* (フネケイソウ) が優占している。冠水頻度研究ゾーンにおいて、8月には、珪藻の *Achnanthes exigua* (マガリケイソウ)、*Navicula minima* (フネケイソウ)、*Cocconeis placentula* (コバンケイソウ) 及び緑藻の *Scenedesmus spp.* (セネデスムス) が優占し、11月には、*Achnanthes exigua* (マガリケイソウ)、*Navicula minima* (フネケイソウ)、藍藻の *Homoeothrix janthina* (ホモエオスリック) が優占している。

表 4.2.1.5 付着藻類優占種

| 調査日        | ハビタット研究ゾーン                                                              |                                                                         | 冠水頻度研究ゾーン                                                                                                        |                                                                                                          |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | 実験河川B                                                                   | 実験河川C                                                                   | 実験河川B                                                                                                            | 実験河川C                                                                                                    |
| 2001.8.8   | <i>Scenedesmus spp.</i> (26.6%)<br><i>Nitzschia palea</i> (18.7%)       | <i>Nitzschia palea</i> (21.8%)<br><i>Scenedesmu spp.</i> (10.8%)        | <i>Achnanthes exigua</i> (18.2%)<br><i>Navicula minima</i> (10.5%)                                               | <i>Cocconeis placentula</i> (15.7%)<br><i>Scenedesmus spp.</i> (14.9%)<br><i>Navicula minima</i> (11.1%) |
| 2000.11.14 | <i>Melosira varians</i> (18.7%)<br><i>Achnanthes subhudsonis</i> 17.8%) | <i>Achnanthes subhudsonis</i> (25.4%)<br><i>Navicula minima</i> (15.6%) | <i>Navicula minima</i> (26.0%)<br><i>Achnanthes subhudsonis</i> (25.8%)<br><i>Homoeothrix janthina</i> * (10.8%) | <i>Achnanthes subhudsonis</i> (39.0%)                                                                    |

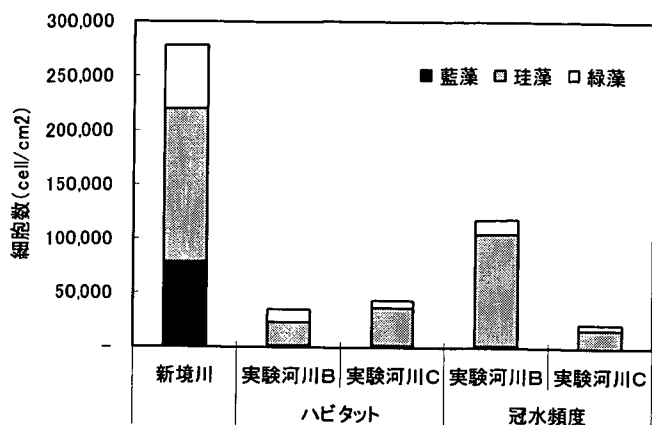


2000.8.8 調査結果

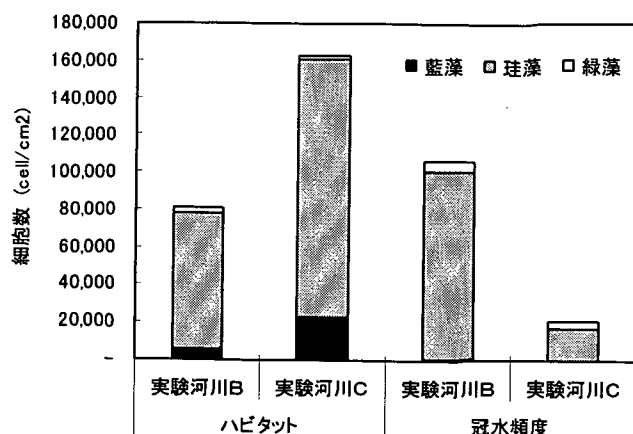


2000.11.14 調査結果

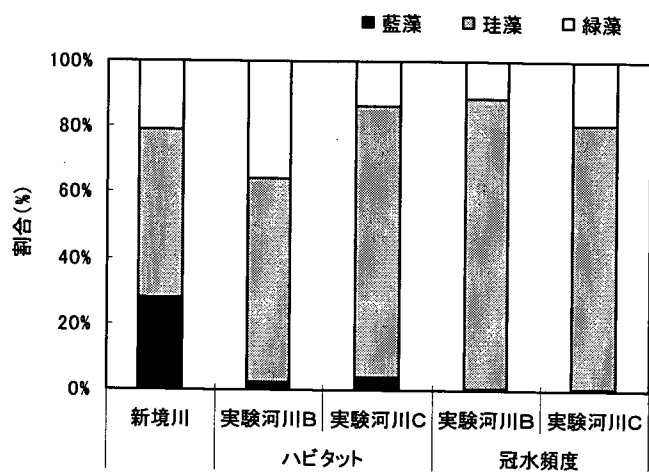
図 4.2.1.7 網別の確認種数



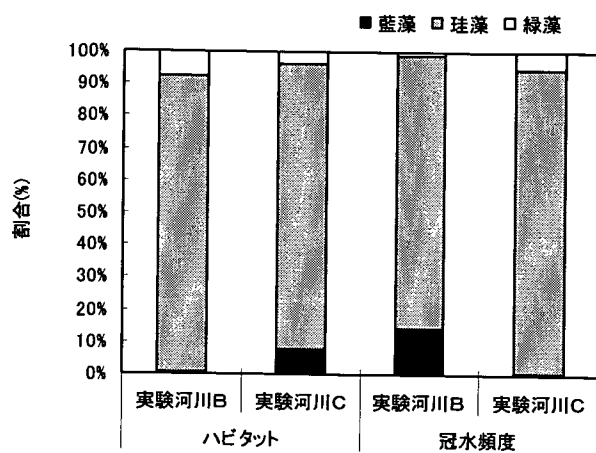
2000.8.8 調査結果 細胞数



2000.11.14 調査結果 細胞数



2000.8.8 調査結果 細胞数割合



2000.11.14 調査結果 細胞数割合

図 4.2.1.8 項別細胞数とその割合

表4.2.1.6① 出現種及び細胞数 (調査日2000.8.8)

(細胞数/cm<sup>2</sup>)

| 網 属   | 種 名         | ハビタット |       |       |       |       |
|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |             | 新境川   | 実験河川B | 実験河川C | 実験河川B | 実験河川C |
| 1 藍藻  | カミシフォン      | 10479 |       | 23    |       |       |
| 2     | モイソリックス     | 63630 | 749   | 1438  | 770   | 170   |
| 3     | リンガ'ビ'ア     | 3978  | 145   | 201   | 145   | 6     |
| 4     | メリスヘ'テ'イウム  |       | 24    | 48    |       |       |
| 5 珪藻  | マガ'リケイソウ    | 132   | 193   | 272   | 21582 | 1366  |
| 6     |             | 1027  | 241   | 297   | 4779  | 569   |
| 7     |             | 629   | 433   | 762   | 4806  | 1309  |
| 8     |             | 298   | 48    | 12    | 1982  | 56    |
| 9     |             | 66    | 96    | 356   | 1835  | 227   |
| 10    |             | 960   | 145   | 1055  | 7780  | 967   |
| 11    |             |       | 169   | 95    | 147   | 56    |
| 12    | ニセチビ'ケイソウ   | 166   | 48    | 12    | 661   | 56    |
| 13    |             | 67    | 24    | 71    | 256   |       |
| 14    | ウラコセイラ      | 132   | 97    |       |       | 114   |
| 15    |             |       | 144   |       | 147   |       |
| 16    |             |       | 72    |       |       |       |
| 17    | コバ'ンケイソウ    | 3012  | 3010  | 2656  | 9463  | 3361  |
| 18    | チビ'ケイソウ     | 398   | 97    | 154   | 478   | 56    |
| 19    |             | 66    |       |       |       |       |
| 20    |             |       | 24    |       |       |       |
| 21    |             | 99    |       | 23    |       |       |
| 22    | イモンジ'ケイソウ   |       |       |       |       | 6     |
| 23    | ヒビ'ケイソウ     |       | 97    |       |       |       |
| 24    |             |       | 169   | 724   | 147   | 114   |
| 25    |             | 33    | 96    |       |       |       |
| 26    | ヒシガ'タケイソウ   |       |       | 23    |       |       |
| 27    | クサビ'ケイソウ    | 728   | 171   | 618   | 551   | 56    |
| 28    |             |       | 72    |       | 73    |       |
| 29    |             | 5328  | 915   | 3573  | 4737  | 455   |
| 30    |             | 861   | 216   | 463   | 734   | 113   |
| 31    |             |       | 3     |       |       |       |
| 32    |             | 132   |       |       |       |       |
| 33    | メロシ'ケイソウ    | 4139  | 1975  | 1353  | 1799  | 62    |
| 34    | フネ'ケイソウ     | 397   | 96    | 48    | 660   | 6     |
| 35    |             | 497   | 482   | 498   | 734   | 341   |
| 36    |             | 1886  | 193   | 1066  | 184   | 12    |
| 37    |             | 265   | 193   | 356   | 770   | 62    |
| 38    |             | 927   | 120   | 697   | 11    | 56    |
| 39    |             |       | 120   | 250   | 587   | 228   |
| 40    |             | 2351  | 578   | 3509  | 12407 | 2383  |
| 41    |             | 232   | 96    | 83    | 220   | 62    |
| 42    |             | 66    | 48    |       |       |       |
| 43    |             | 793   | 48    | 48    | 8     |       |
| 44    |             | 2949  | 506   | 1197  | 5142  | 569   |
| 45    |             |       |       |       |       | 6     |
| 46    |             | 99    | 24    | 12    |       | 12    |
| 47    |             | 7915  | 2220  | 2341  | 1652  | 227   |
| 48    |             |       |       | 12    |       |       |
| 49    | ネイデ'イウム     |       |       |       |       | 6     |
| 50 珪藻 | ハリケイソウ      | 926   | 482   | 1056  | 11623 | 967   |
| 51    |             |       |       | 71    |       | 228   |
| 52    |             |       |       |       | 73    |       |
| 53    |             |       |       | 237   |       | 170   |
| 54    |             |       |       |       |       | 6     |
| 55    |             | 99669 | 6716  | 9316  | 5276  | 1991  |
| 56    |             | 166   | 48    | 142   | 147   | 6     |
| 57    |             | 1558  | 313   | 297   | 623   | 227   |
| 58    | ハネ'ケイソウ     |       | 96    | 47    | 4     | 6     |
| 59    |             | 33    | 96    | 74    | 36    | 56    |
| 60    |             |       |       |       | 4     |       |
| 61    | ジ'ユウジ'ケイソウ  | 924   | 144   | 261   | 73    | 12    |
| 62    | オオコバ'ンケイソウ  | 66    | 24    | 23    |       | 6     |
| 63    | サカ'ケイソウ     | 1091  | 361   | 735   | 329   | 227   |
| 64    | (タラシオシラ科)   | 232   | 530   | 297   | 1248  | 284   |
| 65 緑藻 | クラミド'モナス    |       | 217   | 285   | 145   | 170   |
| 66    | シオグ'サ       | 704   |       |       |       |       |
| 67    | ミカグ'キモ      |       | 48    | 12    |       |       |
| 68    | コエラストルム     |       | 770   |       | 1174  |       |
| 69    | ツグ'ミモ       | 828   | 458   | 154   | 36    |       |
| 70    | クルキガ'ニア     |       | 193   |       |       |       |
| 71    | ジ'クチオスフェリウム |       | 433   |       |       | 341   |
| 72    | サヤミト'ロ      | 12191 | 0     | 225   | 478   | 114   |
| 73    | クンシヨウモ      |       | 578   | 190   |       |       |
| 74    | セネデ'スムス     | 45179 | 9531  | 4602  | 8669  | 3190  |
| 75    | アオミト'ロ      | 66    | 602   | 332   | 3192  | 284   |
| 76    | スチゲ'オクロニウム  |       |       | 71    |       |       |
| 77    | ヒビ'ミト'ロ     |       |       |       |       |       |
| 合計種数  |             | 49    | 62    | 56    | 50    | 51    |

\*印の種類は糸状体

\*\*印の種類は群体

表4.2.1.6② 出現種及び細胞数 (調査日2000.11.14)

(細胞数/cm<sup>2</sup>)

| 網    | 属  | 種 名                                  | ハビタット |       | 冠水頻度  |       |
|------|----|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|      |    |                                      | 実験河川B | 実験河川C | 実験河川B | 実験河川C |
| 1    | 藍藻 | カマエシフォン                              |       |       | 1162  | 5856  |
| 2    |    | ホモエオスリックス                            | 257   | 4918  | 17581 | 623   |
| 3    |    | リングビア                                | 85    | 17    |       | 17    |
| 4    |    | Lyngbya sp.*                         | 28    | 34    | 33    | 17    |
| 5    | 珪藻 | マカリケイソウ                              |       |       |       |       |
| 6    |    | Achnanthes delicatula                |       |       |       |       |
| 7    |    | Achnanthes exigua                    | 598   | 871   | 2864  | 1643  |
| 8    |    | Achnanthes japonica                  | 1025  | 1605  | 2367  | 813   |
| 9    |    | Achnanthes lanceolata                | 712   | 1591  | 758   | 1695  |
| 10   |    | Achnanthes lanceolata var. rostrata  | 455   | 632   | 165   | 484   |
| 11   |    | Achnanthes minutissima               | 485   |       | 955   |       |
| 12   |    | Achnanthes subhudsonis               | 9688  | 20641 | 41852 | 41712 |
| 13   |    | Achnanthes sp.                       |       |       |       |       |
| 14   |    | Amphora pediculus                    | 56    | 342   | 427   | 208   |
| 15   |    | Amphora spp.                         | 826   | 1127  | 758   | 3631  |
| 16   |    | Aulacoseira distans                  |       | 69    | 65    | 69    |
| 17   |    | Aulacoseira granulata                | 285   | 409   |       | 312   |
| 18   |    | Bacillaria paradoxa                  | 171   |       | 461   | 537   |
| 19   |    | Cocconeis placentula                 | 656   | 1572  | 1021  | 554   |
| 20   |    | Cymbella minuta                      | 56    | 171   | 264   | 104   |
| 21   |    | Cymbella sinuata                     | 171   |       |       |       |
| 22   |    | Cymbella tumida                      |       | 17    | 65    | 450   |
| 23   |    | Cymbella turgidula                   |       |       | 33    |       |
| 24   |    | Fragilaria crotonensis               |       |       |       |       |
| 25   |    | Fragilaria pinnata                   |       | 308   |       | 553   |
| 26   |    | Fragilaria spp.                      | 28    | 69    | 99    | 104   |
| 27   |    | Gomphonema clevei                    | 172   | 615   | 4971  | 2150  |
| 28   |    | Gomphonema gracile                   |       |       | 33    |       |
| 29   |    | Gomphonema parvulum                  | 1994  | 2431  | 5866  | 3477  |
| 30   |    | Gomphonema pseudoaugur               | 199   | 171   | 230   | 727   |
| 31   |    | Gomphonema truncatum                 |       |       |       |       |
| 32   |    | Gyrosigma sp.                        | 28    |       |       | 17    |
| 33   |    | Melosira varians                     | 10193 | 5943  | 1779  | 4207  |
| 34   |    | Navicula confervacea                 | 56    |       | 165   |       |
| 35   |    | Navicula cryptocephala               | 1310  | 1333  | 726   | 1371  |
| 36   |    | Navicula cryptotenella               | 1510  | 1417  | 2173  | 2646  |
| 37   |    | Navicula decussis                    | 255   | 546   | 132   | 778   |
| 38   |    | Navicula goeppertiana                | 341   | 308   | 199   | 1003  |
| 39   |    | Navicula gregaria                    | 2678  | 3123  | 8542  | 10153 |
| 40   |    | Navicula minima                      | 3596  | 12642 | 42110 | 4739  |
| 41   |    | Navicula pupula                      | 142   | 137   | 99    | 104   |
| 42   |    | Navicula saprophila                  | 371   | 1744  | 2437  |       |
| 43   |    | Navicula schroeterii                 | 142   | 52    |       | 242   |
| 44   |    | Navicula seminulum                   | 740   | 154   | 297   |       |
| 45   |    | Navicula subminuscule                |       | 1847  | 3036  | 986   |
| 46   |    | Navicula viridula var. rostellata    | 4392  | 2838  | 3822  | 6685  |
| 47   |    | Navicula spp.                        |       |       |       |       |
| 48   |    | Nitzschia amphibia                   | 285   | 2254  | 2962  | 363   |
| 49   |    | Nitzschia dissipata                  |       | 137   |       | 104   |
| 50   |    | Nitzschia frustulum var. perpusilla  |       | 205   |       |       |
| 51   |    | Nitzschia palea                      | 4214  | 2544  | 2959  | 2351  |
| 52   |    | Nitzschia paleacea                   |       |       |       | 208   |
| 53   |    | Nitzschia spp.                       | 313   | 273   | 230   | 675   |
| 54   |    | Pinnularia braunii var. amphicephala |       |       | 33    | 17    |
| 55   | 珪藻 | Pinnularia gibba                     | 200   | 17    |       | 156   |
| 56   |    | Pinnularia viridis                   | 28    | 17    |       |       |
| 57   |    | Stauroneis japonica                  | 883   | 1576  | 988   | 3739  |
| 58   |    | Surirella angusta                    | 172   | 34    | 33    |       |
| 59   |    | Surirella spp.                       |       | 34    |       | 34    |
| 60   |    | Synedra ulna                         | 285   | 119   | 691   | 415   |
| 61   |    | Thalassiosiraceae                    | 172   | 137   | 232   | 207   |
| 62   | 緑藻 | クラミドモナス                              |       |       |       | 69    |
| 63   |    | Closterium sp.                       |       |       |       | 34    |
| 64   |    | Coelastrum sp.                       |       |       |       | 277   |
| 65   |    | Cosmarium sp.                        |       | 17    | 99    | 68    |
| 66   |    | Crucigenia sp.                       |       |       |       |       |
| 67   |    | Oedogonium sp.                       | 114   | 85    | 98    | 415   |
| 68   |    | Pediastrum sp.                       |       |       |       | 553   |
| 69   |    | Scenedesmus spp.                     | 3528  | 1915  | 1581  | 4153  |
| 70   |    | Spirogyra sp.                        | 542   | 393   | 65    | 139   |
| 71   |    | Staurastrum sp.                      |       | 17    |       |       |
|      |    | Stigeoclonium sp.                    |       | 563   |       |       |
| 合計種数 |    |                                      | 46    | 53    | 47    | 53    |

\*印の種類は糸状体

\*\*印の種類は群体

## (5) 出水前後の比較にみる出水の影響

(4) a)において、出水による影響と考えられる各河川間の差異を見出すことができなかった。そこで、さらに詳細に出水の影響について検討するため、出水前後のデータを比較する。対象とした出水は、第5回出水(2000.6.7)、第11回出水(2000.8.9)、第17回出水(2000.11.15)であり、それぞれのピーク流量と継続時間を表4.2.1.7に示す。また、出水前後の付着藻類の剥離の状況は1999年度得られた結果によると、出水前の現存量が関与していることが示唆されたため、併せて、実験河川Cにおける出水前のChl.aについても示す。

表4.2.1.7 出水前後の比較に用いた出水規模と継続時間と出水前のChl.a

| 出水名    | 出水日        | 平常時流量                 | ピーク流量                |       | 継続時間  | 出水前のChl.a (平均値±標準偏差) |             |
|--------|------------|-----------------------|----------------------|-------|-------|----------------------|-------------|
|        |            |                       |                      |       |       | ハビタット                | 冠水頻度        |
| 第5回出水  | 2000.6.7   | 0.1m <sup>3</sup> /s  | 1.0m <sup>3</sup> /s | (10倍) | 60min | 9.30±4.66            | 6.80±0.43   |
| 第11回出水 | 2000.8.9   | 0.1m <sup>3</sup> /s  | 1.0m <sup>3</sup> /s | (10倍) | 90min | 45.06±15.66          | 41.11±38.24 |
| 第17回出水 | 2000.11.15 | 0.05m <sup>3</sup> /s | 0.3m <sup>3</sup> /s | (6倍)  | 90min | 204.72±21.59         | 137.24±9.01 |

図4.2.1.9～4.2.1.11に、実験河川Cにおける各出水前後と実験河川BのChl.a、強熱減量、フェオフィチン率の平均値と標準偏差(エラーバー)を示した。なお、実験河川Bのデータは、実験河川Cの出水前と同日に採取したデータである。また、表4.2.1.8に、実験河川Cにおける出水前後のデータを用いた一元配置分散分析の結果を示す。

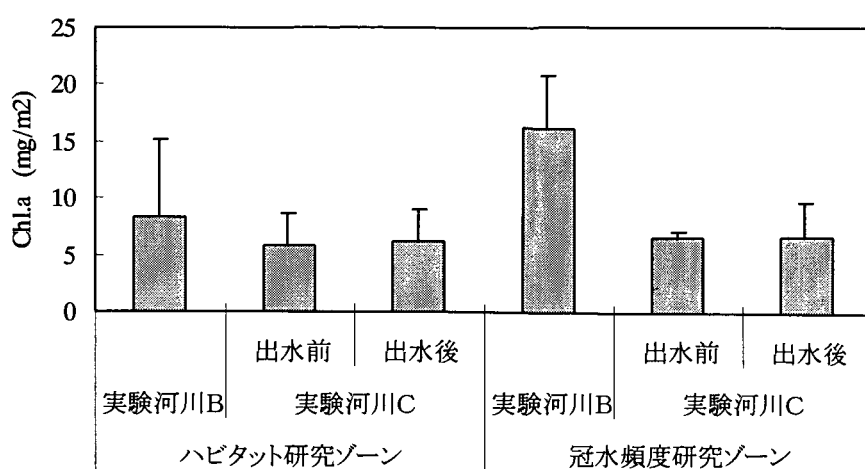
第5回出水では、出水の前後で、有意差は認められなかった。

第11回では、ハビタット研究ゾーンにおけるChl.a、強熱減量、フェオフィチン率で有意差が認められ(それぞれ $P<0.05$ 、 $P<0.05$ 、 $P<0.0001$ )、出水後の方が出水前よりもChl.aと強熱減量は増加し、フェオフィチン率は減少していた。また、冠水頻度研究ゾーンにおいてはフェオフィチン率で有意差が認められ( $P<0.05$ )、出水後、減少していた。

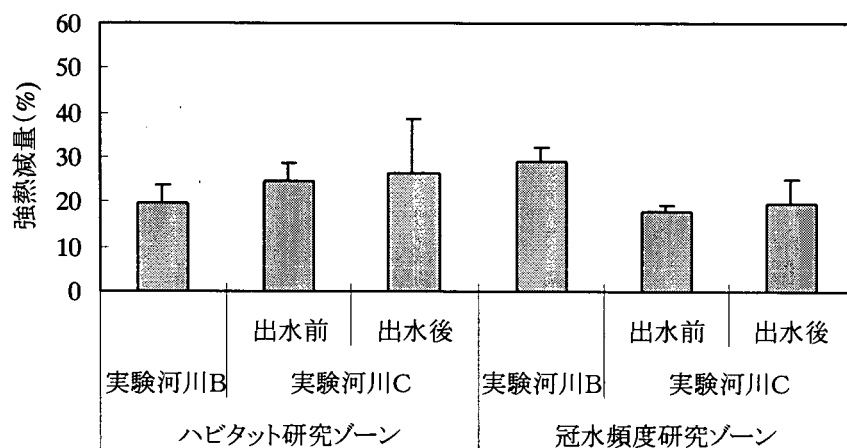
第17回出水では、ハビタット研究ゾーンでは、Chl.aで有意差が認められ( $P<0.05$ )、出水後減少しているが、強熱減量、フェオフィチン率は、有意差は認められなかった。冠水頻度研究ゾーンでは、強熱減量において有意差が認められ( $P<0.01$ )、出水後、強熱減量は増加しているものの、Chl.a及びフェオフィチン率では認められなかった。

表4.2.1.8 実験河川C出水前後の一元配置分散分析結果

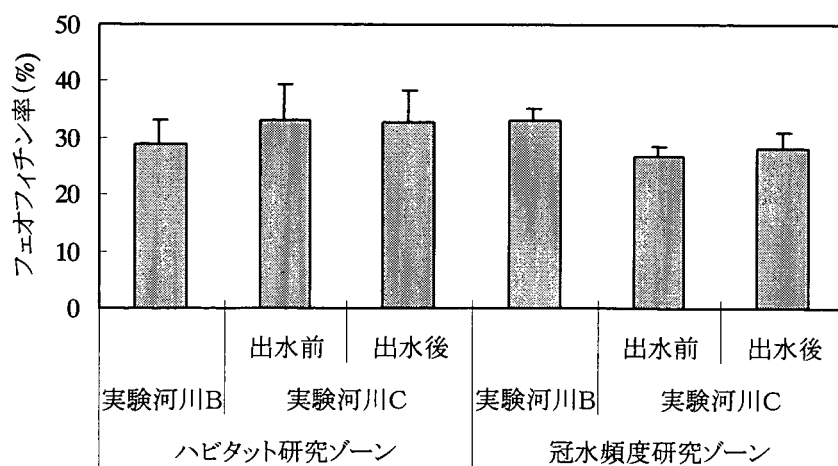
| ゾーン        | 対象出水             | Chl.a |      |        | 強熱減量 |       |        | フェオフィチン率 |       |         |
|------------|------------------|-------|------|--------|------|-------|--------|----------|-------|---------|
|            |                  | Df    | F    | P      | df   | F     | P      | df       | F     | P       |
| ハビタット研究ゾーン | 第5回(2000.6.7)    | 1     | 1.15 | 0.3141 | 1    | 0.35  | 0.5721 | 1        | 0.02  | 0.8956  |
|            | 第11回(2000.8.9)   | 1     | 9.35 | <0.05  | 1    | 9.36  | <0.05  | 1        | 62.66 | <0.0001 |
|            | 第17回(2000.11.15) | 1     | 8.55 | <0.05  | 1    | 0.08  | 0.7737 | 1        | 7.67  | <0.05   |
| 冠水頻度研究ゾーン  | 第5回(2000.6.7)    | 1     | 0.01 | 0.9249 | 1    | 0.28  | 0.6133 | 1        | 0.11  | 0.7492  |
|            | 第11回(2000.8.9)   | 1     | 5.24 | 0.0513 | 1    | 0.19  | 0.6778 | 1        | 7.91  | <0.05   |
|            | 第17回(2000.11.15) | 1     | 0.22 | 0.6516 | 1    | 14.07 | <0.01  | 1        | 3.04  | 0.1196  |



第5回出水 (2000.6.7)

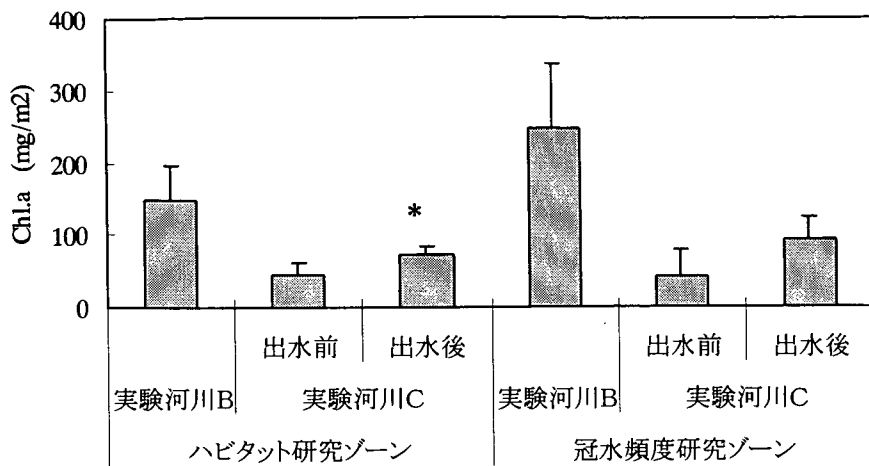


第5回出水 (2000.6.7)

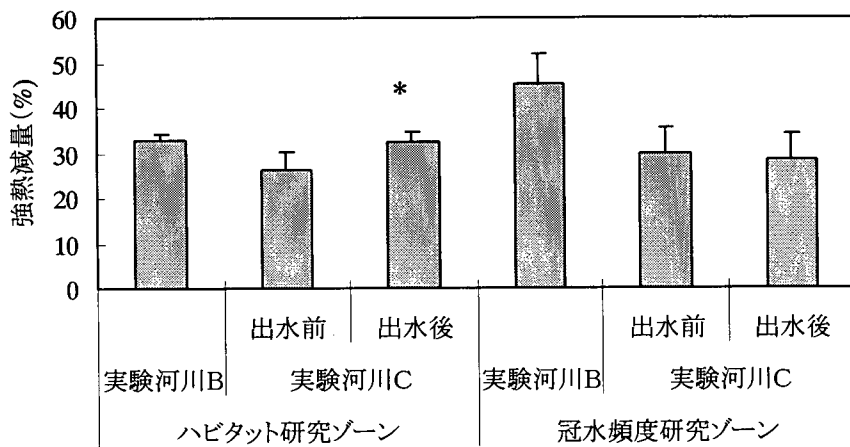


第5回出水 (2000.6.7)

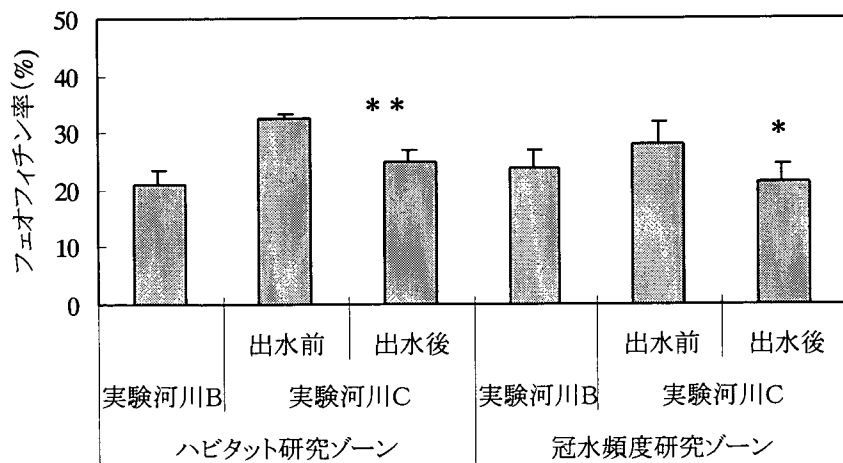
図 4.2.1.9 第 5 回出水による影響



第11回出水 (2000.8.9)



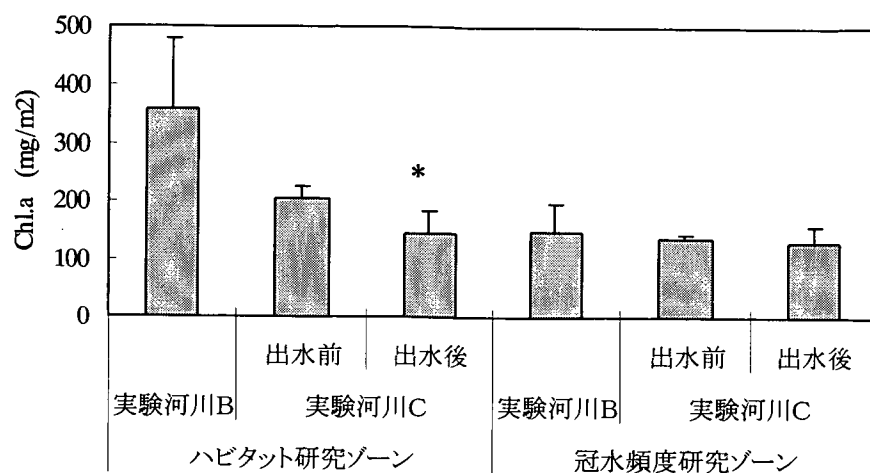
第11回出水 (2000.8.9)



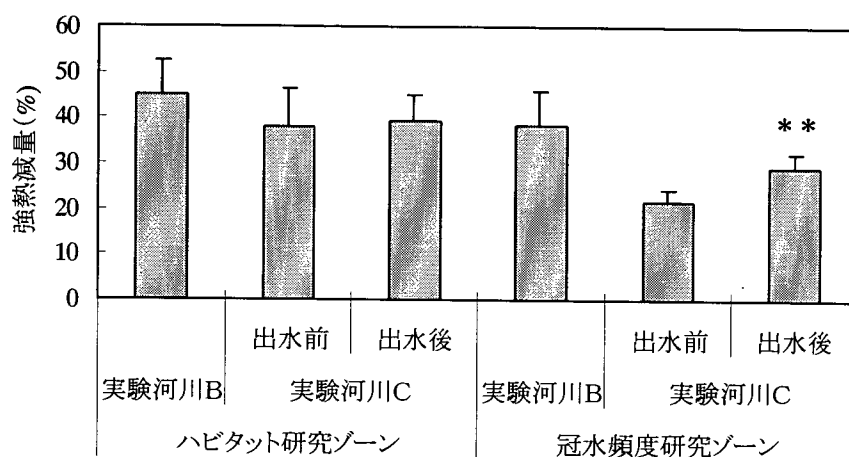
第11回出水 (2000.8.9)

図 4.2.1.10 第 11 回出水による影響

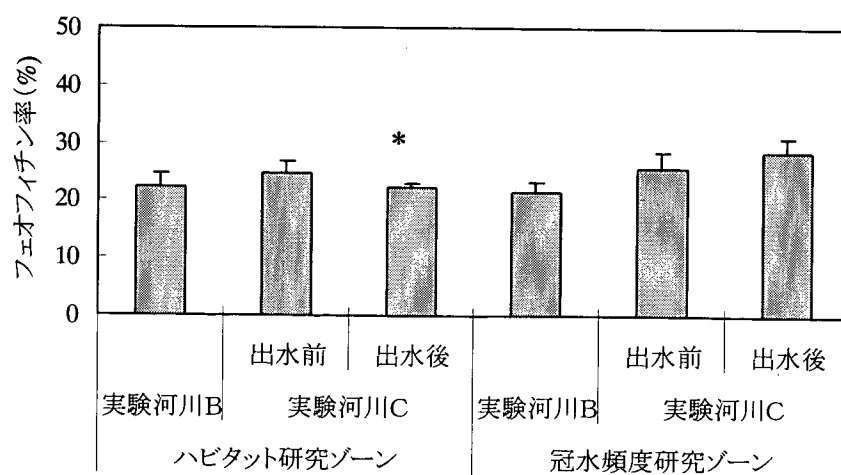
出水前後; \*:  $P < 0.05$ , \*\*:  $P < 0.001$



第17回出水 (2000.11.15)



第17回出水 (2000.11.15)



第17回出水 (2000.11.15)

図 4.2.1.11 第 17 回出水による影響

出水前後; \*:  $P < 0.05$ , \*\*:  $P < 0.01$

以上より、出水による付着藻類の現存量及び質への影響として以下が考えられる。

- ・ 第5回出水は、各ゾーンとも付着藻類の現存量及び質への影響はほとんどなかった。これは、出水前の現存量が低いためと考えられる（1999年度の調査結果より）。
- ・ 第11回出水は、ハビタット研究ゾーンにおいて、出水による強熱減量の増加、フェオフィチン率の減少したことから、シルト分などの無機物や死んだ藻類は減少し、付着藻類の質は向上したのと考えられるが、Chl.aは増加していることから、出水による付着藻類の剥離は生じていないと考えられる。増加した要因については、判断できない。冠水頻度研究ゾーンにおいては、有意差は認められないが、ハビタット研究ゾーンと同様にChl.aは増加し、強熱減量は変化がなく、フェオフィチン率は減少している。剥離は生じていないが、シルト分などの無機物や死んだ藻類は減少し、付着藻類の質はやや向上したのと考えられる。
- ・ 第17回出水は、ハビタット研究ゾーンでは、Chl.a量、フェオフィチン率は減少し、出水により付着藻類の剥離が生じ、死んだ付着藻類も減少しているが、強熱減量は変化がなかった。ピーク流量が $0.3\text{m}^3/\text{s}$ （平常時流量の6倍）で、付着藻類の剥離が確認されたことは注目すべきである。冠水頻度研究ゾーンでは、Chl.aやフェオフィチン率に変化はなく、強熱減量のみ増加し、出水による剥離は生じず、シルト分等の無機物の割合の減少がみられるが、死んだ付着藻類の割合は変化がなく、質が向上したかどうかの判断は難しい。冠水頻度研究ゾーンにおいて、Chl.aの減少が認められなかったには、ハビタット研究ゾーンと比較すると、河床勾配が小さいため、河床に働く力（掃流力）が小さいためと考えられる。

### c) 出水後の回復の差異

本来ならば、出水による付着藻類の活性への寄与について検討しなければならないが、本実験では、魚類や底生動物による捕食を排除していないことから、検討することができない。来年度、捕食を除外した区間を設け検討するものとし、課題としたい。

### （6）まとめと今後の課題 ～出水の有無によって実験河川BとCに差はあったのか？～

結論から言えば、今回与えた出水による付着藻類への現存量、質に定量的・統計的な差異はほとんど見出すことができなかった。出水直後は、視覚的には、明らかに出水後の方が、河床の状況はきれいになっていたように感じられたが、3日～1週間経過すると、差異がみられなくなった。このことを勘案すると、今回の規模の出水は、出水直後には影響を及ぼすものの、長期的にみれば、現存量及び質ともにほとんど効果が無いものと考えられる。

また、調査間隔や出水の与え方にも、いくつかの問題点が見いだせる。7月から8月にかけて、出水後からの現存量が増加し、ピークを経て、減少する様子を見たが、その他の調査においては、調査日の間隔が長く、その動向を把握することができなかった。各出水を対象に、調査を多く行えば、出水による何らかの影響が見いだせたかもしれない。今回、出水の頻度は、自然の流況にあわせ設定したため、梅雨期にあたる6月においては、週1度の頻度で実施した。7月から8月における現存量は、出水後、約2～3週間で最大値となった。出水後の付着藻類の活性をみるためには、少なくとも1ヶ月間、出水を流さず、継続したデータが必要にな

ると考えられる。さらに、魚類や底生動物の捕食も無視できない。アユのなわばりでは1日あたり、湿重量で魚の体重の約40%ないし100%以上の付着藻類を摂取するといわれている<sup>4)</sup>。底生動物の捕食を排除することは困難であるが、魚類を排除した区間を設け、捕食量を明らかにしていく必要がある。

#### 参考文献

- 1) 財) ダム水源地環境整備センター：水辺の環境調査、pp.359、技報堂、1994.
- 2) 全国内水面漁業共同組合連合会：魚を育む豊かな流れ～河川生物資源保全流量調査報告書～、1988.
- 3) 建設省土木研究所 自然共生研究センター：平成11年度研究報告書、土木研究所資料 Vol.3747,2000.
- 4) 宮地伝三郎：アユの話、岩波書店、1960.

## 4. 2. 2 底生動物への影響

### 4. 2. 2. (1) 目的

平成 12 年 4 月より出水を起こす河川は直線型実験河川 A と曲線型実験河川 C だけとし、曲線型実験河川 B は出水を起こさない河川として設定した。そのような各河川の流動変動による違いが、年間をとおして底生動物にどのような影響を及ぼすのかを検討した。昨年までのコドラート法採集ではマクロな環境変化によって底生動物が影響を受けやすいことが予測され、試験区設定が困難であることが分かった（昨年度の報告書より）。そのため今年度は石単位定量法による採集に加え、水中植物や砂泥中といった定着基質ごとの採集を行い、生息環境の違いがどのような種に対して影響を及ぼすのかをより明確にすることを目的とした。

また以上の目的を検討する上での必要資料として、人工出水時、自然洪水時、自然渇水時における短期的影響についてもその時点で可能な調査を行なった。

### 4. 2. 2. (2) 材料と方法

#### <年間をとおしたモニタリング調査>

調査地点は、昨年度までの採集地点のうち試験区設定が最も困難であった下流部を除き、上流部と中流部とした。その実験河川全体における配置は図 4. 2. 2. (2) - 1 に示した。なお、以下の本文中において各調査地点は図の中の表示として示してある記号を使用する場合もある。

調査時期は、平成 12 年 6 月・8 月・11 月と平成 13 年 1 月とした。

石単位法採集は調査地点全体から分散して 10 個の石を選び、各石における底生動物の同定・測定を行った。各石については長径・短径・厚みを測定し、表面積を計算した<sup>1)</sup>。それらのデータをもとに単位面積（1 m<sup>2</sup>）あたりの個体数や湿重量を求め、比較検討に用いた。

砂泥枠採集は各調査地点のうち、砂泥が溜まっている箇所が見た目で 50% 近くある箇所を対象に行った。砂泥の箇所に 15 cm×15 cm の立方体の枠を 5 cm 砂泥中に沈めて設置し、その中（1125 立法センチメートルあたり）の砂泥をすべてすくい上げる。採集対象調査地点 1 地点につき 5 枠（5 サンプル）の採集を行い、各枠における底生動物の同定・測定を行った。

水中植物採集は各調査地点において、見た目で 30% 以上を占めている植物を対象に束として採集した。植物の束のまま固定し、ソーティング後その束の湿重量を測定した。各調査地点の各植物につき 5 束（5 サンプル）を採集し、各束における底生動物の同定・測定を行った。それらのデータをもとに 10 g あたりの個体数や湿重量を求め、比較検討に用いた。

定性採集は、各地点の主に水際をタモで約 20 分間行った。調査時期によって、抽水植物がある場合はその箇所も採集を行った。採集された底生動物は同定され個体数のみを測定した。

以上の採集方法をどの時期にどの地点で用いたかは、表 4. 2. 2. (2) - 1 に示した。

#### <人工出水に伴う影響調査>

##### ① 出水に伴う流失量の把握

8 月と 11 月の人工出水に合わせて、実験河川 C のハビタット研究ゾーン（上流部）において出水前日・出水直後・出水 2 日後に石単位法採集による調査を行なった。この採集方法は上述の<モニタリング調査>

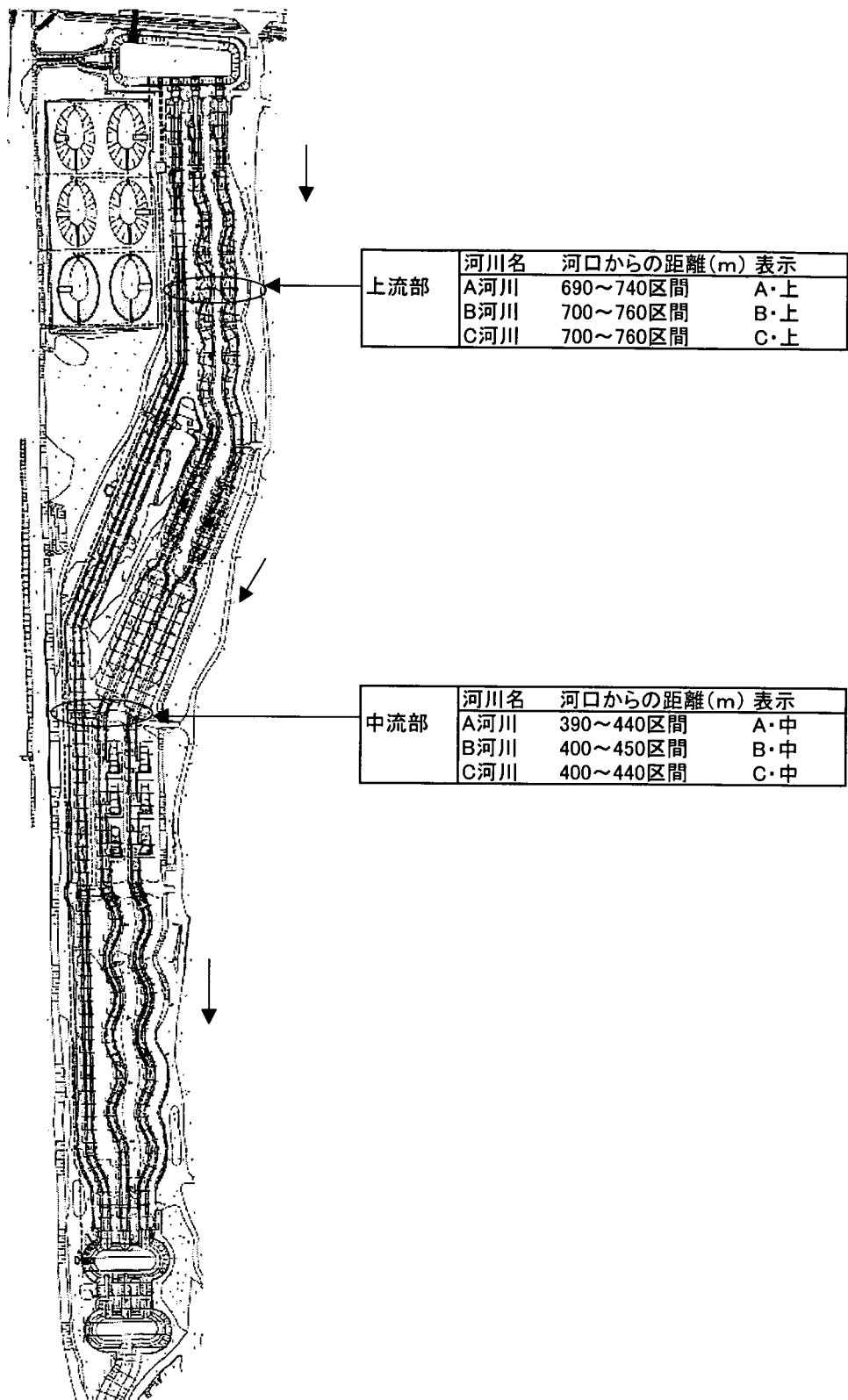


図4.2.2. (2)-1 調査地点

表4.2.2. (2)-1 モニタリング調査採集日・採集方法表

\*:数字は採集日を示す

|                                       | A・上       |           |             |          | A・中       |           |             |             |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-------------|----------|-----------|-----------|-------------|-------------|
|                                       | 春季(6/2・5) | 夏季(8/2・3) | 秋季(11/9・10) | 冬季(1/17) | 春季(6/1・5) | 夏季(8/1・3) | 秋季(11/7・10) | 冬季(1/16・18) |
| 石単位法採集                                | 6/2       | 8/2       | 11/9        | 1/17     | 6/1       | 8/1       | 11/7        | 1/16        |
| 砂泥枠採集                                 | 6/2       |           |             |          |           |           |             |             |
| 水中植物採集 糸状藻類<br>イトモ<br>コカナダモ<br>シャジクモ属 | 6/2       | 8/2       |             |          | 6/1       |           | 11/7        |             |
|                                       | 6/2       | 8/2       |             |          | 6/1       | 8/1       |             |             |
|                                       |           |           |             |          |           | 8/1       |             |             |
|                                       |           | 8/3       |             |          | 6/5       | 8/3       | 11/10       | 1/18        |
| 定性採集                                  |           | 8/3       |             |          |           |           |             |             |

\*:数字は採集日を示す

|                                       | B・上       |           |             |             | B・中       |           |             |             |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-------------|-------------|
|                                       | 春季(6/2・5) | 夏季(8/2・3) | 秋季(11/9・10) | 冬季(1/17・18) | 春季(6/1・5) | 夏季(8/1・3) | 秋季(11/7・10) | 冬季(1/16・18) |
| 石単位法採集                                | 6/2       | 8/2       | 11/9        | 1/17        | 6/1       | 8/1       | 11/7        | 1/16        |
| 砂泥枠採集                                 | 6/2       | 8/2       | 11/9        | 1/17        |           |           |             |             |
| 水中植物採集 糸状藻類<br>イトモ<br>コカナダモ<br>シャジクモ属 | 6/2       |           |             |             | 6/1       |           |             |             |
|                                       |           | 8/2       | 11/9        |             |           | 8/1       |             |             |
|                                       |           |           |             |             |           |           |             |             |
|                                       | 6/5       | 8/3       | 11/10       | 1/18        | 6/5       | 8/3       | 11/10       | 1/18        |
| 定性採集                                  | 6/5       | 8/3       | 11/10       | 1/18        | 6/5       | 8/3       | 11/10       | 1/18        |

\*:数字は採集日を示す

|                                       | C・上       |           |             |             | C・中       |           |             |             |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-------------|-------------|
|                                       | 春季(6/2・5) | 夏季(8/2・3) | 秋季(11/9・10) | 冬季(1/17・18) | 春季(6/1・5) | 夏季(8/1・3) | 秋季(11/7・10) | 冬季(1/16・18) |
| 石単位法採集                                | 6/2       | 8/2       | 11/9        | 1/17        | 6/1       | 8/1       | 11/7        | 1/16        |
| 砂泥枠採集                                 | 6/2       | 8/2       | 11/9        | 1/17        |           |           |             |             |
| 水中植物採集 糸状藻類<br>イトモ<br>コカナダモ<br>シャジクモ属 | 6/2       |           |             |             | 6/1       |           |             |             |
|                                       |           | 8/2       | 11/9        |             | 6/1       | 8/1       | 11/7        |             |
|                                       |           |           |             |             |           | 8/1       | 11/7        | 1/16        |
|                                       |           |           |             |             |           |           |             |             |
| 定性採集                                  | 6/5       | 8/3       | 11/10       | 1/18        | 6/5       | 8/3       | 11/10       | 1/18        |

と同じ方法とした。調査日・サンプル数・採集箇所については表4. 2. 2. (2) - 2に示した。

## ② 流失量と河道形状との関係把握

①と同様の時期と方法で、実験河川C冠水頻度研究ゾーン（中流部）・実験河川C河岸開発研究ゾーン（河口からの距離 220～230m区間）・実験河川A中流部にて調査を行なった。但し、実験河川A中流部における採集は他の調査との関係で11月には行なわれなかった。調査日・サンプル数・採集箇所については表4. 2. 2. (2) - 3に示した。

### <9月の自然洪水時における影響調査>

平成12年9月11～12日において東海豪雨があり、隣接する木曽川や新境川で洪水がおりそれに伴って実験河川でも各河川で自然洪水が起こった。そこで翌日の9月13日に、短時間による把握が必要だったため種類数を把握するための定性採集を行なった。調査地点は<モニタリング調査>を行なっている地点とし、各地点において長径100mm以上の石3個と水際のタモによる採集を行なった。これらのサンプルについて個体数と分類群数を求めた。同時に、<年間をとおしたモニタリング調査>における8月と11月のデーターのうち石単位法における3サンプルと水際定性採集の結果を本調査のデーターと比較できるように換算し、比較検討に用いた。

### <12月の自然渇水時における影響調査>

平成12年12月18日に新境川の水量低下に伴って各実験河川において自然渇水が起こった。そこで翌日の12月19日に<年間をとおしたモニタリング調査>と同じ調査地点・同じ方法で調査を行なった。但し石単位法による採集は3個・水中植物採集は3束とし、枠採集は行なうことが出来なかった。サンプル数・採集箇所については表4. 2. 2. (2) - 4に示した。同時に、<年間をとおしたモニタリング調査>における11月と平成13年1月のデータを本調査と比較できるように換算し、比較検討に用いた。

表 4. 2. 2. (2) - 2 出水に伴う流失量の把握調査・サンプル数

| C河川ハビタット研究ゾーン |              | 瀬  |    | 平瀬 |    |
|---------------|--------------|----|----|----|----|
|               |              | 流心 | 岸  | 流心 | 岸  |
| 8月調査          | 出水前日(8/22)   | 10 | 10 | 10 | 10 |
|               | 出水直後(8/23)   | 10 | 10 | 10 | 10 |
|               | 出水2日後(8/25)  | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 11月調査         | 出水前日(11/14)  | 10 | 10 | 10 | 10 |
|               | 出水直後(11/15)  | 10 | 10 | 10 | 10 |
|               | 出水2日後(11/17) | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 合計            |              | 60 | 60 | 60 | 60 |

表 4. 2. 2. (2) - 3 流失量と河道形状との関係把握調査・サンプル数

| 調査地点  |              | C河川       |           | A河川 |
|-------|--------------|-----------|-----------|-----|
|       |              | 冠水頻度研究ゾーン | 河岸開発研究ゾーン | 中流部 |
| 8月調査  | 出水前日(8/22)   | 10        | 10        | 10  |
|       | 出水直後(8/23)   | 10        | 10        | 10  |
|       | 出水2日後(8/25)  | 10        | 10        | 10  |
| 11月調査 | 出水前日(11/14)  | 10        | 10        |     |
|       | 出水直後(11/15)  | 10        | 10        |     |
|       | 出水2日後(11/17) | 10        | 10        |     |
| 合計    |              | 60        | 60        | 30  |

表 4. 2. 2. (2) - 4 自然湧水時における影響調査

| H12・12・19<br>(湧水日12・18) |  | A河川 |     | B河川 |     | C河川 |     |
|-------------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                         |  | 上流部 | 中流部 | 上流部 | 中流部 | 上流部 | 中流部 |
| 石単位法採集                  |  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   |
| 水中植物採集<br>コカナダモ         |  |     |     |     |     |     | 3   |
| 定性採集                    |  | なし  | 水際  | 水際  | 水際  | 水際  | 水際  |

#### 4. 2. 2. (3) 結果

##### <年間をととしたモニタリング調査>

#### ① 分類群数・個体数・湿重量

各採集法によって確認された底生動物は、石単位法 15 目 29 科 40 分類群、砂泥枠採集 9 目 11 科 17 分類群、水中植物採集 12 目 20 科 30 分類群でそのうち糸状藻類採集 12 目 16 科 24 分類群、定性採集 15 目 25 科 41 分類群であった（表 4. 2. 2. (3) - 1 ~ 5 参照）。よって水際や石表面において多くの種が生息しており、砂泥中に棲む種は少ない傾向が得られた。

採集方法のうち全調査地点ですべての時期に行われている石単位法による結果について、河川間、上・中流部間、各調査地点別に検定を行った。分類群数は中流部が上流部より有意に多く、夏季と秋季には実験河川 A が多い。個体数は春季と冬季において中流部は上流部より有意に多く、春季に実験河川 A が実験河川 B より有意に少なく冬季には流動変動なしの実験河川 B が流動変動ありの実験河川 A・C より有意に多くなっていた（図 4. 2. 2. (3) - 1 参照）。湿重量は春季において、実験河川 C の上流部が他の調査地点より有意に多くなっていた。

石単位法で採集された種のうちどの時期にも採集されていたミズミミズ属、イシビル科、コカゲロウ属、コガタシマトビケラ属、エリユスリカ亜科類、ユスリカ亜科類について上述と同じ検定を行った（図 4. 2. 2. (3) - 2・3 参照）。ミズミミズ属は春季から冬季にかけて増加しており、冬季において実験河川 B が実験河川 C よりも多かった。イシビル科は春季から冬季にかけて減少しており、中流部が上流部より有意に多く、実験河川 A が実験河川 C よりも有意に多かった。コカゲロウ属は春季から冬季にかけて減少する傾向があり、春季には実験河川 B・C が実験河川 A より有意に多く、夏季には上流部が中流部より有意に多かったが冬季には逆に中流部のほうが上流部より多くなっていた。コガタシマトビケラ属は春季から秋季にかけて増加し冬季には減少する傾向があり、早瀬のない実験河川 A が全体に少なく、冬季には流動変動がない実験河川 B が流動変動のある実験河川 A・C より有意に多い。エリユスリカ亜科類は秋季に一時的に増加しており、春季と冬季には中流部が上流部よりも有意に多かった。ユスリカ亜科類は春季から秋季にかけて増加し冬季には減少する傾向があり、秋季以降中流部が上流部より有意に多くなり、冬季には流動変動のない実験河川 B が流動変動のある実験河川 A・C よりも有意に多かった。

砂泥枠採集における結果について、上述と同じ検定を行なった（図 4. 2. 2. (3) - 4 参照）。分類群数は、年間をととして実験河川 B より実験河川 C のほうが多い傾向にあり、冬季には有意な差となった。個体数は夏季以降著しく減少し、年間をととして実験河川 B より実験河川 C のほうが多い傾向にあり秋季には有意な差がみられた。湿重量はサンプルによって差が大きいため有意な差は得られなかったが、実験河川 C に多い傾向があった。

糸状藻類採集における結果は、全地点で採集されている春季について河川間・流域間・地点間で検定を行なった（図 4. 2. 2. (3) - 5 参照）。分類群数は中流部のほうが上流部よりも有意に多く、個体数や湿

表4. 2. 2. (3) - 1 石表面分類群表

| 調査地点  |        |        |          |                                   | A河川 |    | 中流部     |    |          |    | B河川      |    |         |    | 中流部      |    |          |    | C河川     |    |          |    | 中流部      |    |         |    |          |    |          |  |
|-------|--------|--------|----------|-----------------------------------|-----|----|---------|----|----------|----|----------|----|---------|----|----------|----|----------|----|---------|----|----------|----|----------|----|---------|----|----------|----|----------|--|
|       |        |        |          |                                   | 上流部 |    | 夏季(8/2) |    | 秋季(11/9) |    | 冬季(1/17) |    | 夏季(8/2) |    | 秋季(11/7) |    | 冬季(1/16) |    | 夏季(8/2) |    | 秋季(11/9) |    | 冬季(1/17) |    | 夏季(8/2) |    | 秋季(11/7) |    | 冬季(1/16) |  |
| 種     | 目      | 科      | 分類群      | 学名                                | 生活型 |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
| ウスミシ  | ウスミシ   | ブラナガイ  | モノアラガイ   | Planorbidae gen. sp.              | -   |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
| マキガイ  | モノアラガイ | モノアラガイ | モノアラガイ   | Radix auricularia japonica        | 匍匐  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        | ヒメモノアラガイ | Austropeplea ovata                | 匍匐  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        | サカマキガイ   | Physa acuta                       | 匍匐  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        | カワコザラガイ  | Levapsis nipponica                | 固着  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        | マシジミ     | Corbicula leana                   | 掘潜  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
| ニマイガイ | ハマグリ   | シジミ    | ヤドリミズミズ属 | Chaetogaster sp.                  | 掘潜  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
| ミズミ   | ナガミズ   | ミズミズ   | ミズミズ属    | Nais sp.                          | 掘潜  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        | ニセミズミズ属  | Paranais sp.                      | 掘潜  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        | トガリミズミズ属 | Pristina sp.                      | 掘潜  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        | プリステイネラ属 | Pristinella sp.                   | 掘潜  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        | フサガミズミズ属 | Ripistes sp.                      | 掘潜  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        | ヨゴレミズミズ属 | Slabena sp.                       | 掘潜  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        | テングミズミズ属 | Stylaria sp.                      | 掘潜  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Tubificoides gen. sp.             | 掘潜  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Glossiphonia sp.                  | 匍匐  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Erpobdellidae gen. sp.            | 匍匐  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Simoccephalus gen. sp.            | 遊泳  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Cyclops sp.                       | 遊泳  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Procambarus clarkii               | 匍匐  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Oxytricha baird gen.sp.           | 遊泳  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Epeorus kanonis Takahashi         | 匍匐  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Epeorus sp.                       | 遊泳  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Torleya japonica                  | 匍匐  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Agrionidae gen. spp.              | 変態  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Cerion sexlineatum                | 変態  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Ischnura senegalensis             | 変態  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Calopteryx atrata                 | 変態  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Orthetrum abstinum societas       | 掘潜  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Geris paludum                     | 水棲  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Diplomyschus japonicus Vuillefroy | -   |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | HEMiptera fam. gen. sp.           | -   |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Cheumatopsyche sp.                | 遊網  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Hydrotia sp.                      | 掘風  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Figura sp.                        | 掘潜  |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Muscidae gen. sp.                 | -   |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Orthocladinae gen. sp.            | -   |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Chironominae gen. sp.             | -   |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Tanipodinae gen. sp.              | -   |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Ephyridinae gen. sp.              | -   |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          | Stratiomyidae gen. sp.            | -   |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
|       |        |        |          |                                   | -   |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |    |         |    |          |    |          |  |
| 分類群数  |        |        |          |                                   |     | 15 | 24      | 18 | 15       | 18 | 19       | 20 | 22      | 18 | 12       | 16 | 21       | 16 | 15      | 18 | 21       | 20 | 18       | 17 | 19      | 18 | 18       | 18 | 21       |  |

表 4. 2. 2. (3) - 2 砂泥中分類群表

| 調査地点  |        |        |           |                                  |     | A河川<br>上流部 | B河川<br>上流部                        | C河川<br>上流部                        |
|-------|--------|--------|-----------|----------------------------------|-----|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 網     | 目      | 科      | 分類群       | 学名                               | 生活型 | 春季(6/2)    | 春季(6/2) 夏季(8/2) 秋季(11/9) 冬季(1/17) | 春季(6/2) 夏季(8/2) 秋季(11/9) 冬季(1/17) |
| マキガイ  | モノアラガイ | サカマキガイ | サカマキガイ    | <i>Physa acuta</i>               | 匍匐  | *          |                                   | *                                 |
| ニマイガイ | ハマグリ   | シジミ    | カワコザラガイ   | <i>Ferrissia nipponica</i>       | 固着  |            |                                   | *                                 |
| ミミズ   | ナガミミズ  | ミズミミズ  | マシジミ      | <i>Corbicula leana</i>           | 掘潜  | *          |                                   | *                                 |
|       |        |        | ヤドリミズミミズ属 | <i>Chaetogaster sp.</i>          | 掘潜  |            |                                   | *                                 |
|       |        |        | ミズミミズ属    | <i>Nais sp.</i>                  | 掘潜  | *          | * * *                             | *                                 |
|       |        |        | ニセミズミミズ属  | <i>Paranais sp.</i>              | 掘潜  | *          |                                   |                                   |
|       |        |        | テングミズミミズ属 | <i>Stylaria sp.</i>              | 掘潜  |            | *                                 |                                   |
|       |        | イトミミズ  | エラムミズ属    | <i>Tubificidae gen. sp.</i>      | 掘潜  | *          | * *                               | *                                 |
|       |        |        |           | <i>Branchiura sp.</i>            | 掘潜  | *          |                                   | *                                 |
| ヒル    | イシビル   | イシビル   |           | <i>Erpobdellidae gen. sp.</i>    | 匍匐  | *          | *                                 |                                   |
| 甲殻    | ケンミジンコ | ケンミジンコ | ケンミジンコ属   | <i>Cyclops sp.</i>               | 遊泳  | *          |                                   |                                   |
| カイクシ  | ボドコーバ  | キブリス上  |           | <i>Cypridacea baird gen. sp.</i> | 遊泳  |            | *                                 |                                   |
|       | カゲロウ   | コカゲロウ  | コカゲロウ属    | <i>Baetis sp.</i>                | 遊泳  | *          | *                                 | *                                 |
| 昆虫    | トビケラ   | ヒメトビケラ | ヒメトビケラ属   | <i>Hydrotilla sp.</i>            | 携巢  | *          |                                   | *                                 |
|       | ハエ     | ガガンボ   | ティブラ属     | <i>Tipura sp.</i>                | 掘潜  | *          |                                   |                                   |
|       |        | ユスリカ   | エリユスリカ亜科類 | <i>Orthocladinae gen. sp.</i>    | -   |            | *                                 | *                                 |
|       |        |        | ユスリカ亜科類   | <i>Chironominae gen. sp.</i>     | -   | *          |                                   | *                                 |
|       |        |        |           | <i>Chironomidae gen. sp.</i>     | -   |            | *                                 | *                                 |
| 分類群数  |        |        |           |                                  |     | 11         | 6 5 3 2                           | 9 5 4 5                           |

表4. 2. 2. (3) - 3 糸状藻類分類群表

| 調査地点  |        |         |            |                                 |     | A河川 |    |     |    | B河川 |     | C河川 |     |
|-------|--------|---------|------------|---------------------------------|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|
|       |        |         |            |                                 |     | 上流部 |    | 中流部 |    | 上流部 | 中流部 | 上流部 | 中流部 |
| 綱     | 目      | 科       | 分類群        | 学名                              | 生活型 | 春季  | 夏季 | 春季  | 秋季 | 春季  | 春季  | 春季  | 春季  |
| マキガイ  | モノアラガイ | サカマキガイ  | サカマキガイ     | <i>Physa acuta</i>              | 匍匐  |     | *  |     |    |     | *   |     | *   |
|       |        | カワコザラガイ | カワコザラガイ    | <i>Leavapex nipponica</i>       | 固着  |     | *  |     |    |     |     |     | *   |
| ニマイガイ | ハマグリ   | シジミ     | マシジミ       | <i>Corbicula leana</i>          | 掘潜  |     |    |     | *  |     |     |     |     |
| ミズ    | ナガミズ   | ミズミズ    | ヤドリミズミズ属   | <i>Chaetogaster sp.</i>         | 掘潜  | *   | *  | *   |    |     | *   | *   | *   |
|       |        |         | ミズミズ属      | <i>Nais sp.</i>                 | 掘潜  | *   | *  | *   | *  | *   | *   | *   | *   |
|       |        |         | ニセミズミズ属    | <i>Paranais sp.</i>             | 掘潜  |     | *  | *   |    | *   | *   | *   | *   |
|       |        |         | トガリミズミズ属   | <i>Pristina sp.</i>             | 掘潜  |     | *  |     | *  |     | *   |     |     |
|       |        |         | フサゲミズミズ属   | <i>Ripistes sp.</i>             | 掘潜  |     | *  |     | *  |     |     |     |     |
|       |        |         | ヨゴレミズミズ属   | <i>Slabina sp.</i>              | 掘潜  |     |    | *   |    |     | *   |     |     |
|       |        |         | テングミズミズ属   | <i>Stylaria sp.</i>             | 掘潜  | *   | *  | *   | *  | *   | *   | *   | *   |
| ヒル    | ウオビル   | グロシフォニ  |            | <i>Glossiphonia sp.</i>         | 匍匐  |     | *  |     |    |     |     |     |     |
|       | イシビル   | イシビル    |            | <i>Erpobdellidae gen. sp.</i>   | 匍匐  | *   |    | *   |    |     | *   |     | *   |
| 甲殻    | ミジンコ   | ミジンコ    |            | <i>Simocephalus gen. sp.</i>    | 遊泳  |     |    |     |    |     |     |     | *   |
|       | ケンミジンコ | ケンミジンコ  | ケンミジンコ属    | <i>Cyclops sp.</i>              | 遊泳  | *   |    |     |    |     | *   |     | *   |
| カイクシ亜 | ボドコーパ  | キプリス上   |            | <i>Cypridacea baird gen.sp.</i> | 遊泳  |     | *  |     |    |     | *   |     | *   |
| 昆虫    | カゲロウ   | コカゲロウ   | コカゲロウ属     | <i>Baetis sp.</i>               | 遊泳  | *   | *  | *   | *  | *   | *   | *   | *   |
|       | トンボ    | イトトンボ   |            | <i>Agrionidae gen. spp.</i>     | 登攀  |     |    |     |    |     | *   |     |     |
|       | トビケラ   | シマトビケラ  | コガタシマトビケラ属 | <i>Cheumatopsyche sp.</i>       | 造網  |     |    |     | *  |     | *   |     | *   |
|       |        | ヒメトビケラ  | ヒメトビケラ属    | <i>Hydrotila sp.</i>            | 携巢  |     | *  |     | *  |     |     |     |     |
|       | ハエ     | ガガンボ    | ティブラ属      | <i>Tipura sp.</i>               | 掘潜  | *   |    |     |    |     | *   |     |     |
|       |        | ユスリカ    | エリユスリカ亜科類  | <i>Orthocladinae gen. sp.</i>   | -   | *   | *  | *   | *  | *   | *   | *   | *   |
|       |        |         | ユスリカ亜科類    | <i>Chironominae gen. sp.</i>    | -   | *   | *  | *   | *  | *   | *   | *   | *   |
|       |        |         | モンユスリカ亜科類  | <i>Tanipodinae gen. sp.</i>     | -   | *   | *  |     |    |     | *   |     | *   |
|       |        | ヌカカ     |            | <i>Ceratopogonidae gen. sp.</i> | -   |     |    |     |    |     |     |     | *   |
| 分類群数  |        |         |            |                                 |     | 10  | 15 | 9   | 10 | 6   | 17  | 7   | 15  |

表4. 2. 2. (3) - 4 水中植物分類群表

| 植物名<br>調査地点 |        |         |            |                                       | イトモ |         |         |         |         |         |          |         |         |          |         |         | コカナダモ    |         |          |          | シャジクモ属  |
|-------------|--------|---------|------------|---------------------------------------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|----------|----------|---------|
|             |        |         |            |                                       | A河川 |         | 中流部     |         | B河川     |         | 中流部      |         | C河川     |          | 中流部     |         | C河川      |         | 中流部      |          | A河川     |
|             |        |         |            |                                       | 上流部 | 夏季(8/2) | 夏季(8/2) | 夏季(8/1) | 夏季(8/1) | 夏季(8/2) | 秋季(11/9) | 夏季(8/1) | 夏季(8/2) | 秋季(11/9) | 夏季(8/1) | 夏季(8/1) | 秋季(11/7) | 夏季(8/1) | 秋季(11/7) | 冬季(1/16) | 夏季(8/1) |
| 綱           | 目      | 科       | 分類群        | 学名                                    | 生活型 |         |         |         |         |         |          |         |         |          |         |         |          |         |          |          |         |
| マキガイ        | モノアラガイ | モノアラガイ  | ヒメモノアラガイ   | <i>Austropeplea ollula</i>            | 匍匐  |         | *       |         | *       |         |          |         |         |          |         |         | *        | *       | *        | *        |         |
|             |        | サカマキガイ  | サカマキガイ     | <i>Physa acuta</i>                    | 匍匐  |         |         |         |         |         |          |         |         |          |         |         | *        | *       | *        | *        |         |
|             |        | カワコザラガイ | カワコザラガイ    | <i>Leavapex nipponica</i>             | 固着  |         | *       |         |         |         |          |         |         | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        |         |
| ニマイガイ       | ハマグリ   | シジミ     | マシジミ       | <i>Corbicula leana</i>                | 掘潜  |         |         |         |         |         |          | *       |         | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        |         |
| ミミズ         | ナガミミズ  | ミズミミズ   | ヤドリミズミミズ属  | <i>Chaetogaster sp.</i>               | 掘潜  |         | *       | *       | *       |         |          |         |         | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             |        |         | ミズミミズ属     | <i>Nais sp.</i>                       | 掘潜  | *       | *       |         |         | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             |        |         | ニセミズミミズ属   | <i>Paranais sp.</i>                   | 掘潜  | *       | *       | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             |        |         | トガリミズミミズ属  | <i>Pristina sp.</i>                   | 掘潜  |         | *       | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             |        |         | プリステイネラ属   | <i>Pristinella sp.</i>                | 掘潜  |         | *       | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             |        |         | フサギミズミミズ属  | <i>Ripistes sp.</i>                   | 掘潜  | *       | *       | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             |        |         | ヨコレミズミミズ属  | <i>Stabina sp.</i>                    | 掘潜  |         |         | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             |        |         | テングミズミミズ属  | <i>Stylaria sp.</i>                   | 掘潜  |         |         | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             |        |         |            | <i>Tubificidae gen. sp.</i>           | 掘潜  | *       | *       | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
| ヒル          | ウオビル   | グロシフォニ  |            | <i>Glossiphonia sp.</i>               | 匍匐  |         | *       | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             | イシビル   | イシビル    |            | <i>Eropodellidae gen. sp.</i>         | 匍匐  | *       | *       | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
| 甲殻          | ミジンコ   | ミジンコ    |            | <i>Simoccephalus gen. sp.</i>         | 遊泳  | *       | *       | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             | ケンミジンコ | ケンミジンコ  | ケンミジンコ属    | <i>Cyclops sp.</i>                    | 遊泳  |         |         | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
| カイトシ垂       | ボドコーバ  | キプリス上   |            | <i>Cypridacea beird gen. sp.</i>      | 遊泳  |         |         | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
| 昆虫          | カゲロウ   | コカゲロウ   | コカゲロウ属     | <i>Baetis sp.</i>                     | 遊泳  | *       | *       | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             | トンボ    | イトトンボ   |            | <i>Agriionidae gen. spp.</i>          | 登攀  |         |         | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             |        |         | アジイトトンボ    | <i>Ischnura asiatica</i>              | 登攀  |         |         | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             |        |         | ハグロトンボ     | <i>Calopteryx atrata</i>              | 登攀  |         |         | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             |        |         | シオカトンボ     | <i>Orthetrum albistylum speciosum</i> | 掘潜  |         |         | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             |        |         | コガタシマトビケラ属 | <i>Cheumatopsyche sp.</i>             | 造網  | *       | *       | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             |        |         | ヒメトビケラ属    | <i>Hydrotilla sp.</i>                 | 掘潜  |         |         | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             |        |         |            | <i>Muscidae gen. sp.</i>              | -   |         |         | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             |        |         | エリユスリカ亜科類  | <i>Orthocleidiinae gen. sp.</i>       | -   | *       | *       | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             |        |         | ユスリカ亜科類    | <i>Chironominae gen. sp.</i>          | -   | *       | *       | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             |        |         | モンユスリカ亜科類  | <i>Tanipodinae gen. sp.</i>           | -   | *       | *       | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             |        |         |            | <i>Chironomidae gen. sp.</i>          | -   | *       | *       | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
|             |        |         |            | <i>Ceratopogonidae gen. sp.</i>       | -   | *       | *       | *       | *       | *       | *        | *       | *       | *        |         | *       | *        | *       | *        | *        | *       |
| ヌカカ         |        |         |            |                                       |     |         |         |         |         |         |          |         |         |          |         |         |          |         |          |          |         |
| 分類群数        |        |         |            |                                       | 11  | 11      | 7       | 12      | 8       | 6       | 10       | 7       | 9       | 10       | 9       | 11      | 14       | 16      | 14       |          | 11      |

表4. 2. 2. (3) - 5 水際定性分類群表

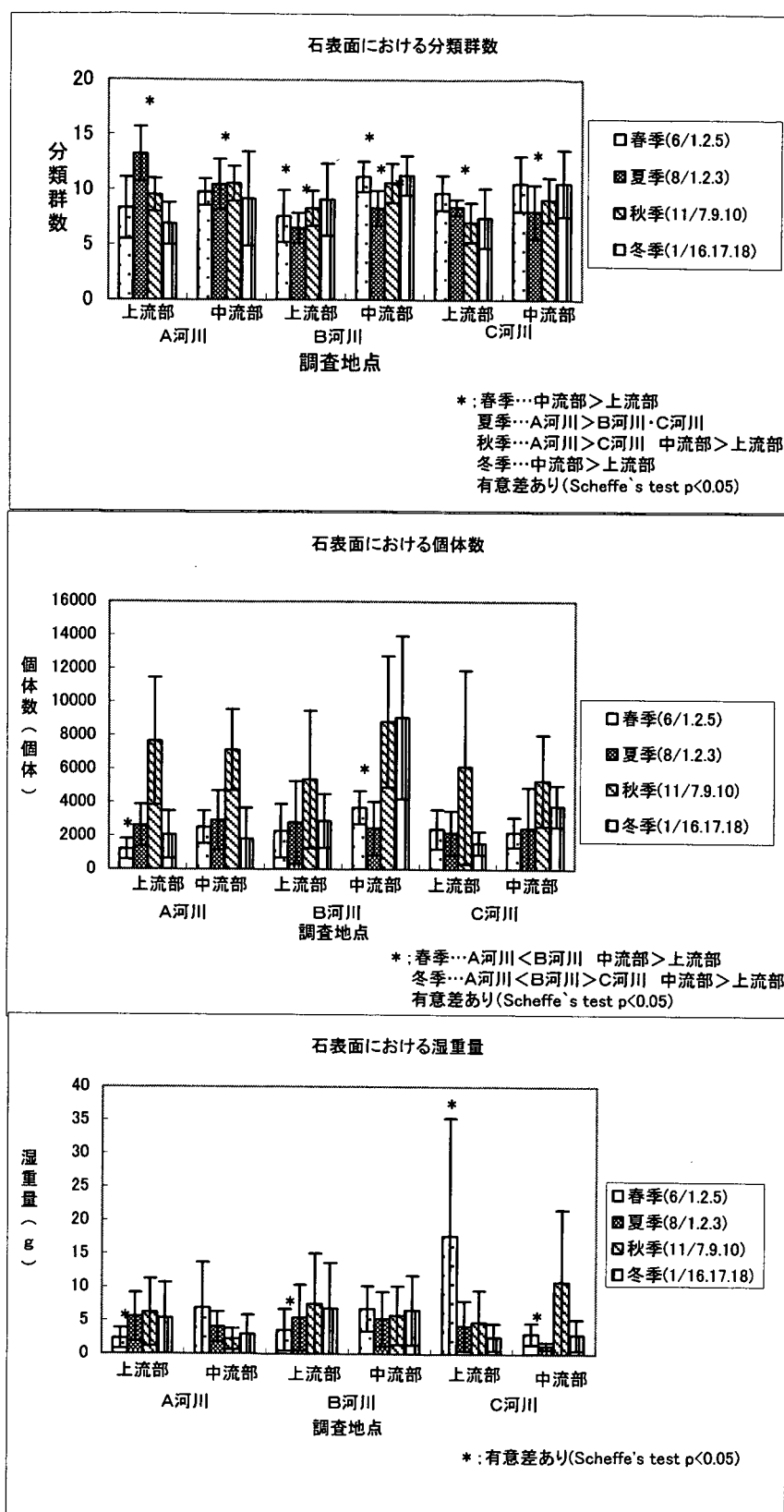


図4. 2. 2. (3) - 1 石表面の全体比較

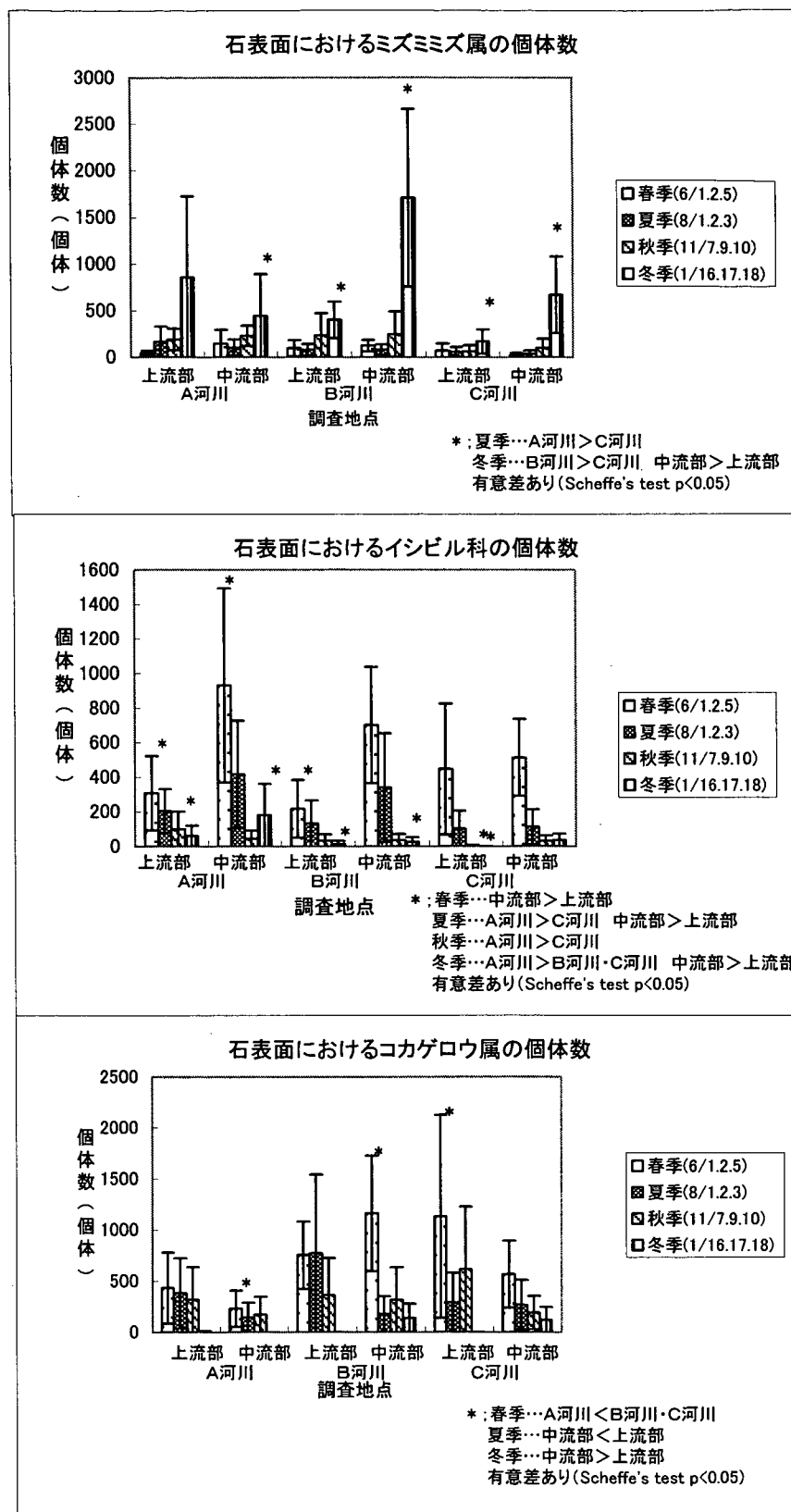


図 4. 2. 2. (3) - 2 分類群別の個体数比較 1

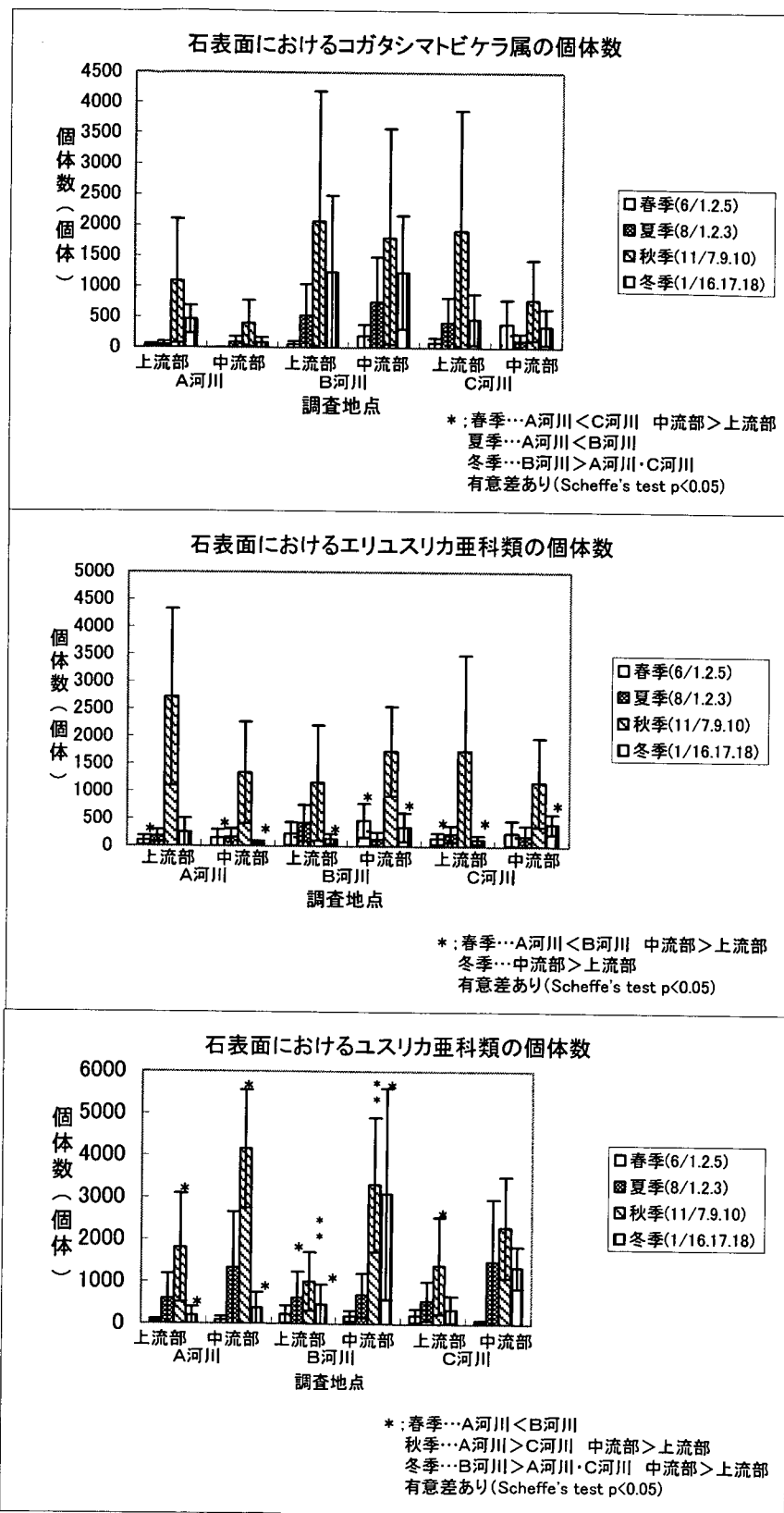


図4. 2. 2. (3) - 3 分類群別の個体数比較2

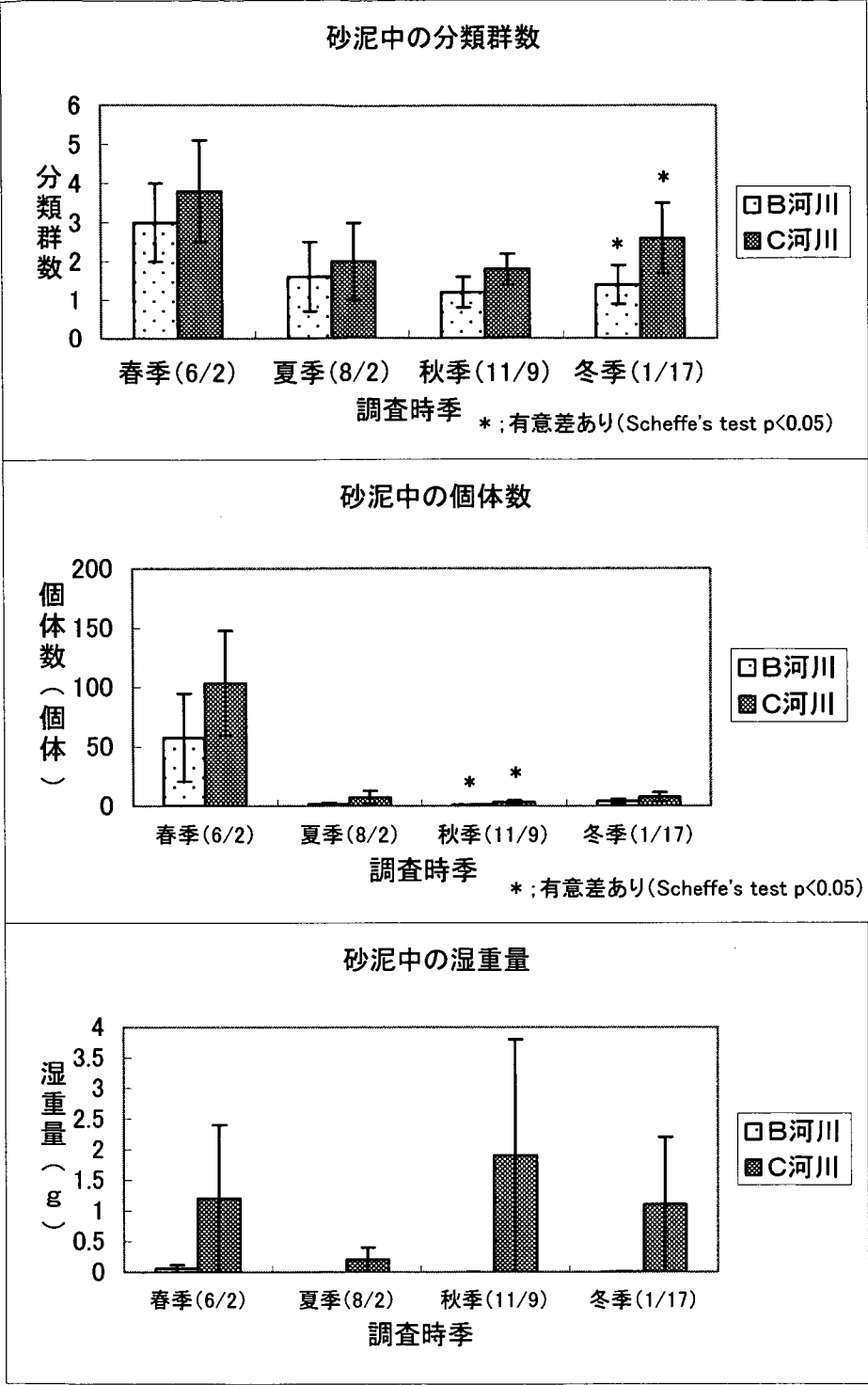


図 4. 2. 2. (3) - 4 砂泥中の全体比較

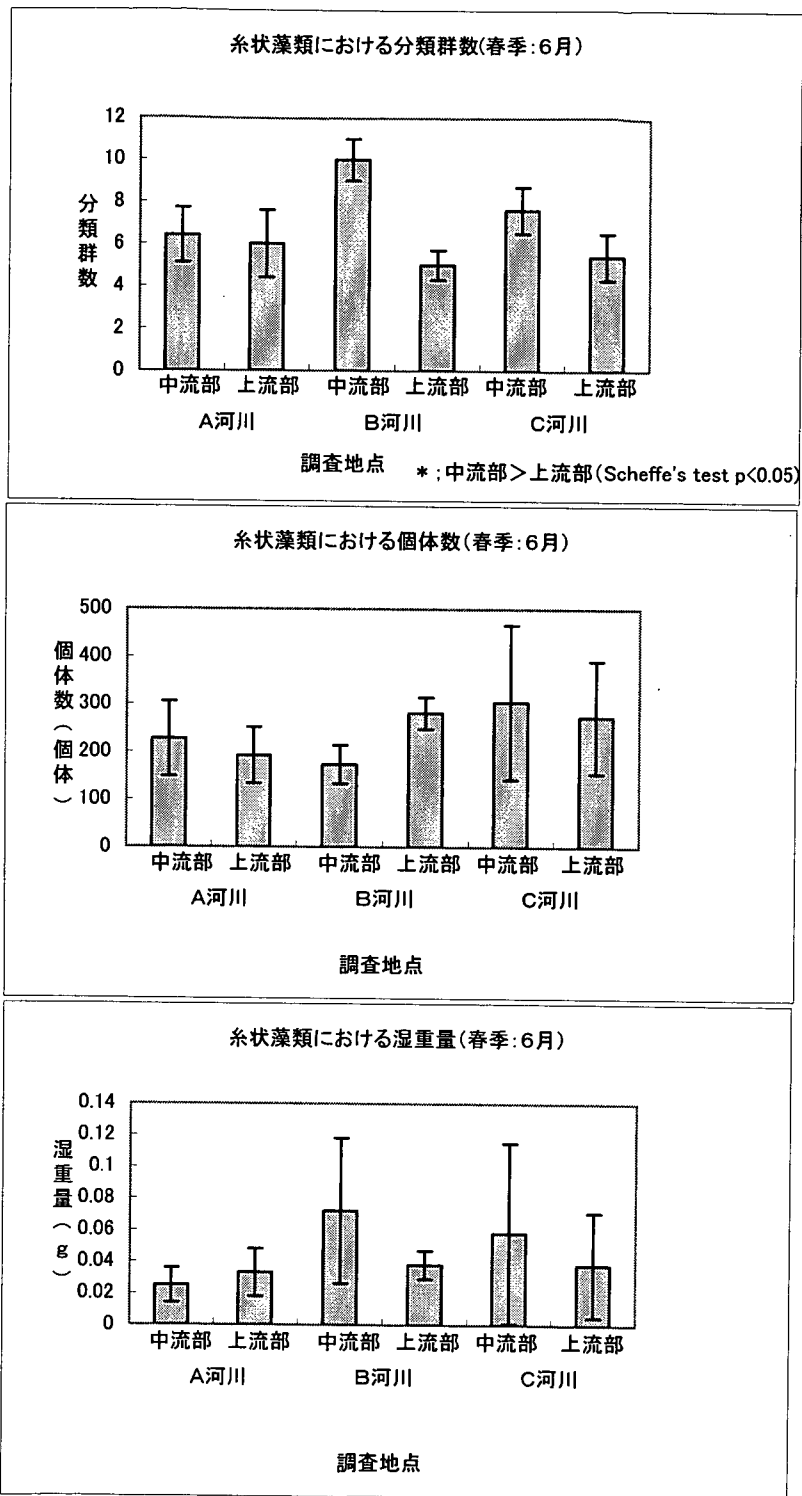


図4. 2. 2. (3) - 5 糸状藻類における全体比較

重量では有意な差は得られなかった。

イトモ採集における結果は、全地点で採集されている夏季について河川間・流域間・地点間で検定をおこなった(図4. 2. 2. (3) - 6 参照)。分類群数は実験河川Aが実験河川Cよりも有意に多く、個体数は実験河川Cが多い傾向ではあるが有意ではなかった。湿重量は特に傾向はみられなかった。

水際や抽水植物における定性採集の結果は、分類群数について河川間と時季間の検定を行なった(図4. 2. 2. (3) - 7 参照)。河川間では実験河川Cが多少多いが有意ではなく、時季間では秋季と冬季の間で有意に少なくなっていた。

## ② 出現頻度・遷移

石表面、砂泥中、糸状藻類、コカナダモ、シャジクモ属、イトモにはどのような種が多く生息しているのかを検討するため各サンプルにおける各種の個体数を総個体数で割り、出現頻度が高い種を求めたところ表4. 2. 2. (3) - 6 のようになった。

石表面では春季にコカゲロウ属の割合が高く、実験河川B・C上流部では秋季以降にコガタシマトビケラ属の割合が高くなり実験河川Cより実験河川Bのほうがその割合は高くなった。実験河川C中流部では夏季以降ユスリカ亜科類の割合が高く、実験河川B中流部では夏季に一度コガタシマトビケラ属の割合が高くなった後実験河川Cと同じようにユスリカ亜科類の割合が高くなった。実験河川Aは実験河川B・Cと異なり中流部では春季にイシビル科の割合が高く、上流部・中流部ともに冬季にはミズミズ属の割合が高くなった。

砂泥中では実験河川Cは年間としてイトミミズ科の割合が高いのに対して、実験河川Bでは夏季にミズミミズ属、秋季にヒメトビケラ属の割合が高かった。

糸状藻類は実験河川Aで夏季と秋季に採集された以外は春季でのみ採集されておりエリユスリカ亜科類の割合が高かった。

イトモはどの河川でも、春季に採集された場合はエリユスリカ亜科類の割合が高く、夏季と秋季に採集された場合はユスリカ亜科類の割合が高かった。冬季は採集されていない。

コカナダモは実験河川C中流部のみで夏季以降に採集されており、秋季まではユスリカ亜科類の割合が高いが、冬季にはミズミミズ属の割合が高かった。

シャジクモ属は実験河川Aの中流部において夏季のみで採集されており、ユスリカ亜科類の割合が高かった。

各生活基質において年間をととしてどのような遷移をしているのかを検討するため、各分類群の個体数を総個体数で割って各分類群の個体数割合を求めた。

実験河川Aにおける石表面では、ハエ目の割合が秋季にかけて高くなり秋季をピークに冬季には低くなった。カゲロウ目の割合は春季をピークに夏季には低くなり、秋季以降には変わってトビケラ目の割合が高くなった。甲殻・カイムシ亜網の割合は秋季に一度なくなり冬季には確認された。ヒル網の割合も秋季になく

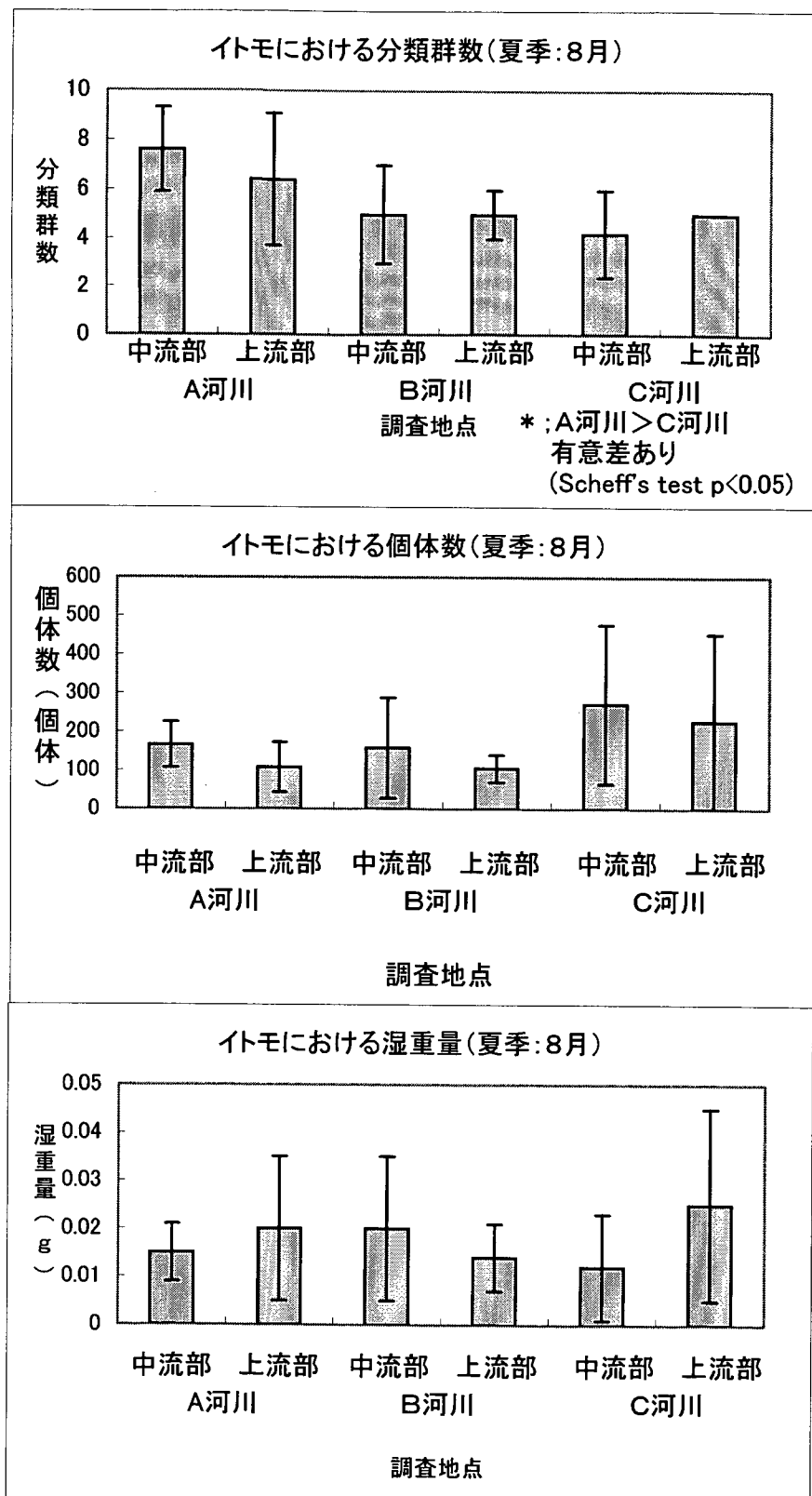


図4. 2. 2. (3) - 6 イトモにおける全体比較

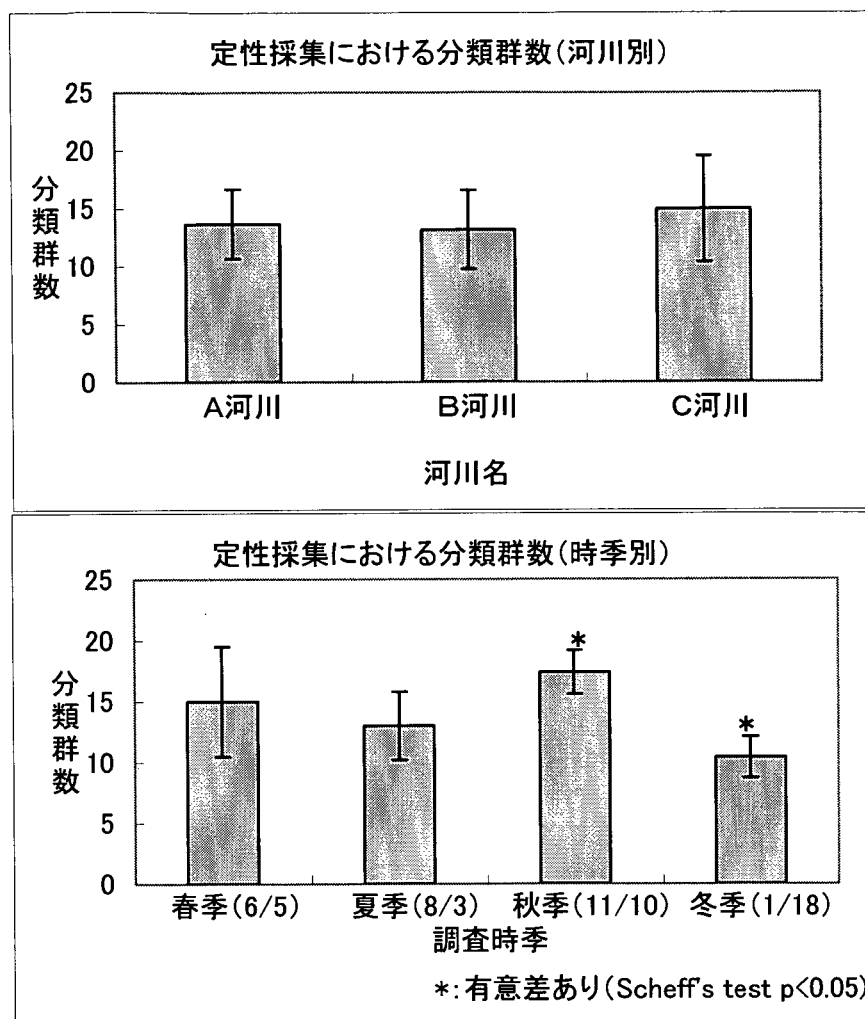


図4. 2. 2. (3) - 7 定性採集による全体比較

表4. 2. 2. (3) - 6 各調査地点及び時期において出現頻度が高かった種類

| 調査地点   | 調査時季        | 生活基質   | 分類群名(個体数割合%)      |
|--------|-------------|--------|-------------------|
| A河川上流部 | 春季(6/2・5)   | 石表面    | コカゲロウ属(35.96)     |
|        | 夏季(8/2・3)   | 石表面    | ユスリカ亜科類(22.63)    |
|        | 秋季(11/9・10) | 石表面    | エリユスリカ亜科類(35.53)  |
|        | 冬季(1/17)    | 石表面    | ミズミズ属(41.62)      |
| A河川中流部 | 春季(6/2・5)   | 石表面    | イシビル科(37.06)      |
|        | 夏季(8/2・3)   | 石表面    | ユスリカ亜科類(45.26)    |
|        | 秋季(11/9・10) | 石表面    | ユスリカ亜科類(58.30)    |
|        | 冬季(1/16)    | 石表面    | ミズミズ属(24.33)      |
| B河川上流部 | 春季(6/2・5)   | 石表面    | コカゲロウ属(32.88)     |
|        | 夏季(8/2・3)   | 石表面    | コカゲロウ属(27.61)     |
|        | 秋季(11/9・10) | 石表面    | コガタシマトビケラ属(38.66) |
|        | 冬季(1/17)    | 石表面    | コガタシマトビケラ属(43.58) |
| B河川中流部 | 春季(6/2・5)   | 石表面    | コカゲロウ属(31.53)     |
|        | 夏季(8/2・3)   | 石表面    | コガタシマトビケラ属(30.72) |
|        | 秋季(11/9・10) | 石表面    | ユスリカ亜科類(37.49)    |
|        | 冬季(1/16)    | 石表面    | ユスリカ亜科類(34.04)    |
| C河川上流部 | 春季(6/2・5)   | 石表面    | コカゲロウ属(47.14)     |
|        | 夏季(8/2・3)   | 石表面    | ユスリカ亜科類(25.03)    |
|        | 秋季(11/9・10) | 石表面    | コガタシマトビケラ属(31.85) |
|        | 冬季(1/17)    | 石表面    | コガタシマトビケラ属(30.30) |
| C河川中流部 | 春季(6/2・5)   | 石表面    | コカゲロウ属(25.47)     |
|        | 夏季(8/2・3)   | 石表面    | ユスリカ亜科類(60.44)    |
|        | 秋季(11/9・10) | 石表面    | ユスリカ亜科類(43.20)    |
|        | 冬季(1/16)    | 石表面    | ユスリカ亜科類(35.54)    |
| B河川上流部 | 春季(6/2・5)   | 砂泥中    | イトミミズ科(87.34)     |
|        | 夏季(8/2・3)   | 砂泥中    | ミズミズ属(25.00)      |
|        | 秋季(11/9・10) | 砂泥中    | ヒメトビケラ属(66.67)    |
|        | 冬季(1/17)    | 砂泥中    | イトミミズ科(90.00)     |
| C河川上流部 | 春季(6/2・5)   | 砂泥中    | イトミミズ科(93.15)     |
|        | 夏季(8/2・3)   | 砂泥中    | イトミミズ科(85.71)     |
|        | 秋季(11/9・10) | 砂泥中    | イトミミズ科(60.00)     |
|        | 冬季(1/17)    | 砂泥中    | イトミミズ科(73.68)     |
| A河川上流部 | 春季(6/2・5)   | 糸状藻類   | エリユスリカ亜科類(57.20)  |
|        | 夏季(8/2・3)   | 糸状藻類   | ユスリカ亜科類(37.21)    |
| A河川中流部 | 春季(6/2・5)   | 糸状藻類   | エリユスリカ亜科類(44.50)  |
|        | 秋季(11/9・10) | 糸状藻類   | エリユスリカ亜科類(63.68)  |
| B河川上流部 | 春季(6/2・5)   | 糸状藻類   | エリユスリカ亜科類(48.50)  |
| B河川中流部 | 春季(6/2・5)   | 糸状藻類   | エリユスリカ亜科類(49.89)  |
| C河川上流部 | 春季(6/2・5)   | 糸状藻類   | エリユスリカ亜科類(48.71)  |
| C河川中流部 | 春季(6/2・5)   | 糸状藻類   | エリユスリカ亜科類(67.53)  |
| A河川上流部 | 春季(6/2・5)   | イトモ    | エリユスリカ亜科類(48.40)  |
|        | 夏季(8/2・3)   | イトモ    | ユスリカ亜科類(58.48)    |
| A河川中流部 | 春季(6/2・5)   | イトモ    | エリユスリカ亜科類(61.23)  |
|        | 夏季(8/2・3)   | イトモ    | ユスリカ亜科類(65.06)    |
| B河川上流部 | 夏季(8/2・3)   | イトモ    | ユスリカ亜科類(52.01)    |
|        | 秋季(11/9・10) | イトモ    | ユスリカ亜科類(54.03)    |
| B河川中流部 | 夏季(8/2・3)   | イトモ    | ユスリカ亜科類(87.00)    |
| C河川上流部 | 夏季(8/2・3)   | イトモ    | ユスリカ亜科類(58.58)    |
|        | 秋季(11/9・10) | イトモ    | ユスリカ亜科類(55.01)    |
| C河川中流部 | 春季(6/1)     | イトモ    | エリユスリカ亜科類(45.50)  |
|        | 夏季(8/2・3)   | イトモ    | ユスリカ亜科類(96.61)    |
|        | 秋季(11/9・10) | イトモ    | ユスリカ亜科類(65.13)    |
| C河川中流部 | 夏季(8/2・3)   | コカナダモ  | ユスリカ亜科類(83.43)    |
|        | 秋季(11/9・10) | コカナダモ  | ユスリカ亜科類(64.87)    |
|        | 冬季(1/16)    | コカナダモ  | ミズミズ属(34.09)      |
| A河川中流部 | 夏季(8/2・3)   | シャジクモ属 | ユスリカ亜科類(70.07)    |

なることはないが、甲殻・カイムシ亜科と同じ傾向があった。ミズミミズ科の割合は春季から夏季にかけて多少低くなり、冬季には著しく高くなった。上流部のモノアラガイ目の割合は春季から夏季にかけて高くなった後冬季にかけて低くなるが、中流部では逆に春季から夏季にかけて低くなった後冬季にかけて高くなった。中流部では上流部に比べて春季にイトミミズ科の割合が高いことや、夏季以降にハマグリ目の割合が高いという違いがあった。(図4. 2. 2. (3) - 8 参照)

実験河川Bにおける石表面では、ハエ目の割合が春季から秋季にかけて高くなり冬季に低くなった。トビケラ目は特に上流部において春季から冬季にかけて高くなり、逆にカゲロウ目は特に夏季から秋季にかけて著しく低くなった。甲殻・カイムシ亜網の割合は春季以降なくなり、上流部の冬季において再び確認された。ヒル網の割合は秋季以降低くなった。イトミミズ科の割合は上流部の春季のみで比較的高くなった。ミズミミズ科の割合は春季から秋季にかけてあまり変化しないが、冬季には著しく高くなった。ハマグリ目の割合は中流部において夏季から冬季にかけて多少高くなった。モノアラガイ目の割合は秋季以降確認された。(図4. 2. 2. (3) - 9 参照)

実験河川Cにおける石表面では、上流部の春季において実験河川Bではイトミミズ科の割合が比較的高かったのに対してその割合はかなり低くヒル網やモノアラガイ目の割合が高いこと以外は、どの目も実験河川Bと同じ傾向がみられた。ただし、全体に実験河川Cのトビケラ目の割合は実験河川Bよりも低い傾向があった。(図4. 2. 2. (3) - 10 参照)

砂泥中では実験河川Aや実験河川Cではイトミミズ科の割合が高く、実験河川Cでは夏季以降にハマグリ目やミズミミズ科、モノアラガイ目などの割合が見られた。実験河川Bは実験河川Cと違い、春季から夏季にかけて著しくイトミミズ科の割合が低くなり、逆にミズミミズ科やハエ目、トビケラ目の割合が高くなった。その後実験河川Bでは秋季にトビケラ目の割合が著しく高くなるが、冬季には再びイトミミズ科の割合が著しく高くなった。(図4. 2. 2. (3) - 11 参照)

糸状藻類中については年間をとおして採集されていないため遷移をみることはほぼ無理であるが、実験河川Aにおける春季にはカゲロウ目の割合が高かったものが夏季や秋季になると低くなっていた。実験河川B・Cにおいては同じ春季で比較すると、実験河川Bのほうが実験河川Cよりもミズミミズ科の割合が高くカゲロウ目の割合が低かった。(図4. 2. 2. (3) - 12 参照)

イトモ中では実験河川Aにおいて春季から夏季にかけて大きな割合の変化はなく、ハエ目の割合が高く次いでミズミミズ科の割合が高かった。実験河川Bでは夏季にハエ目の割合が高くその他はほぼミズミミズ科のみであったが、上流部においてカゲロウ目の割合がみられた。実験河川Cでは上流部においてハエ目とミズミミズ科が実験河川Bとほぼ同じ割合で変化はなく、中流部において春季から夏季にかけてトビケラ目、カゲロウ目、ミズミミズ科、モノアラガイ目の割合の低下と共にハエ目の割合が著しく高くなった。コカナダモ中の結果は実験河川C中流部のみで採集され、秋季から冬季にかけてミズミミズ科の割合が著しく高くなり、ハエ目割合が低くなった。シャジクモ属については実験河川Aの夏季のみの採集で、ハエ目の割合が高くミズミミズ科の割合もみられた。(図4. 2. 2. (3) - 13 参照)

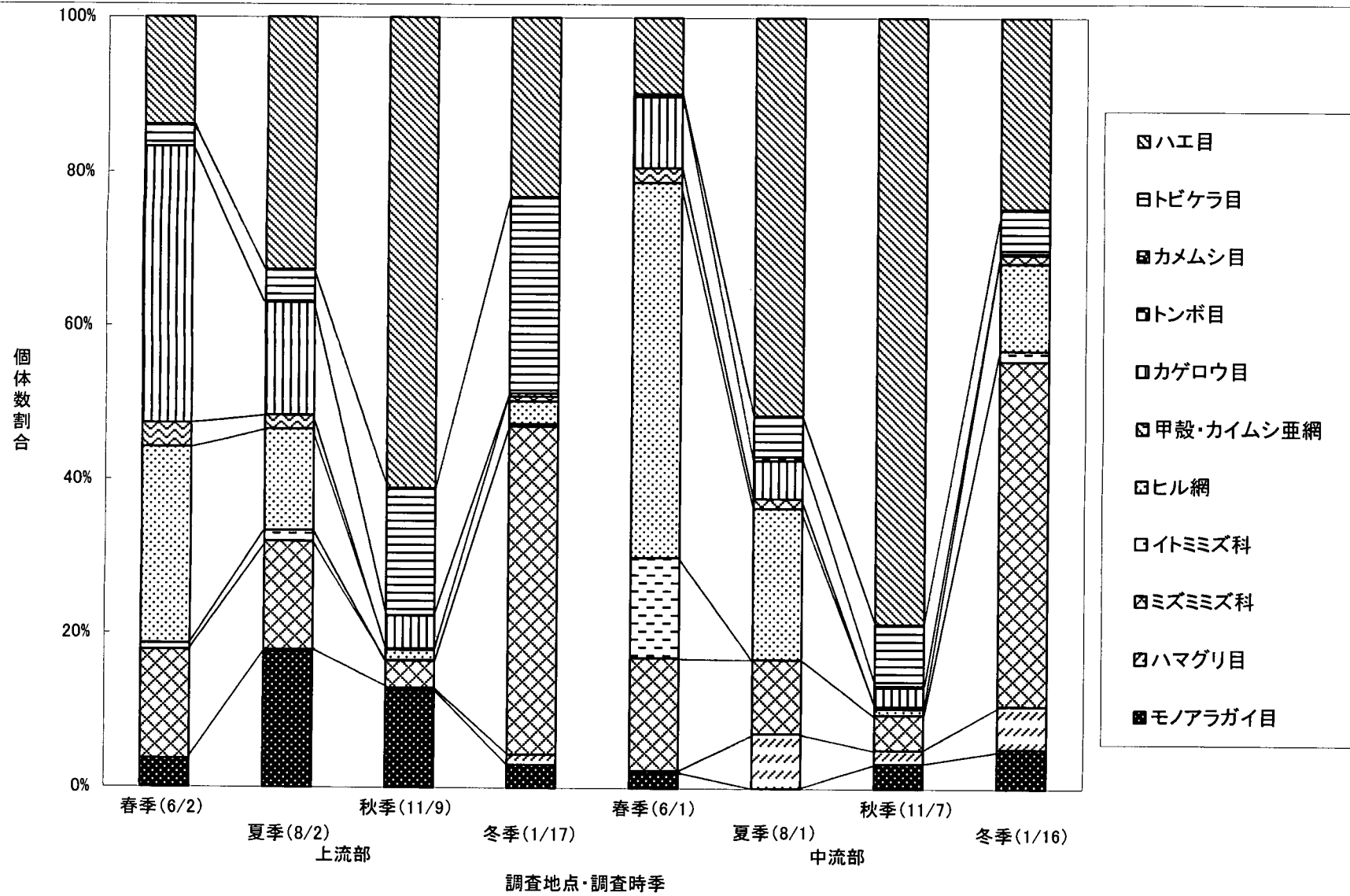


図 4. 2. 2. (3) - 8 A河川における石表面の個体数割合変化

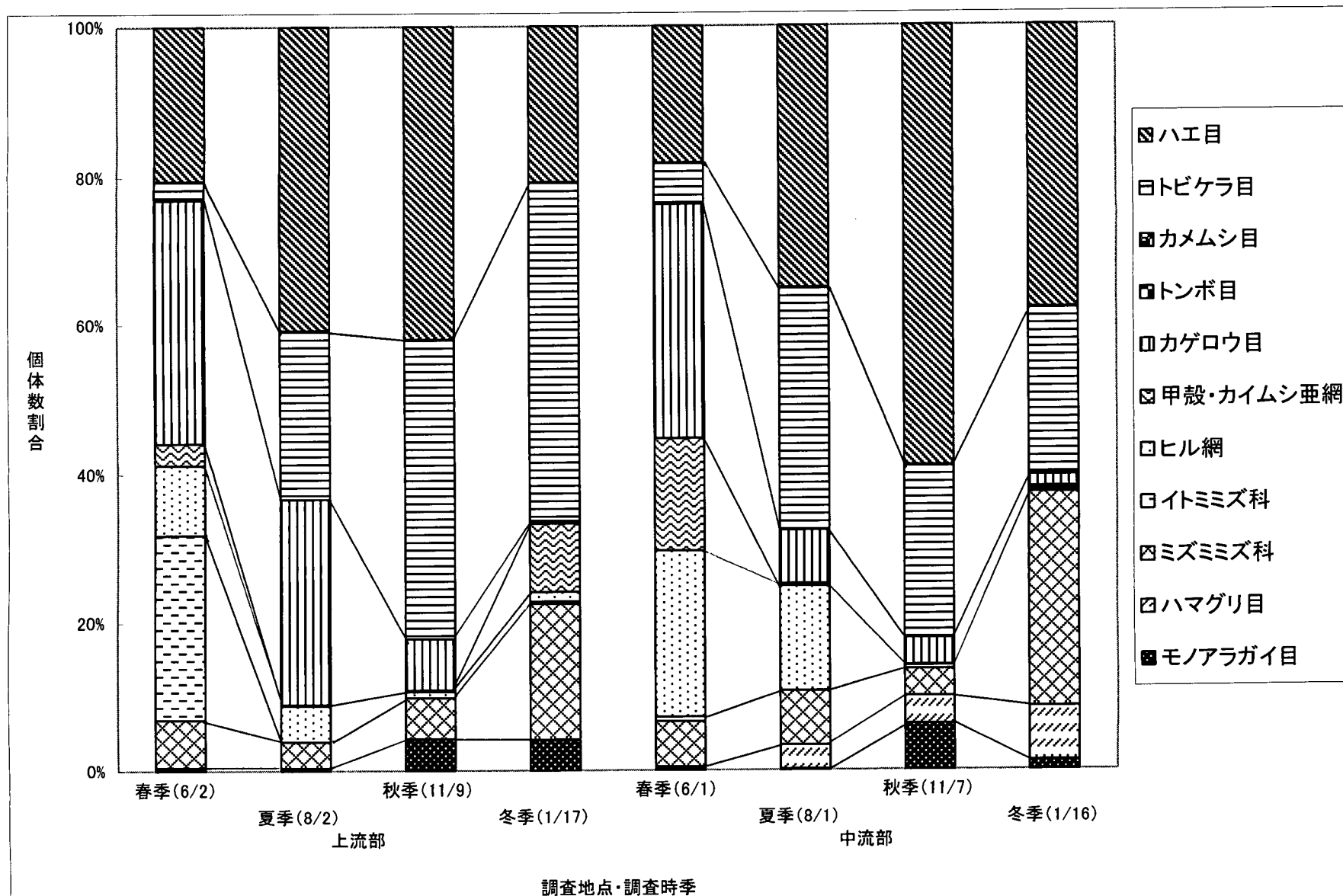


図 4. 2. 2. (3) - 9 B河川における石表面の個体数割合変化

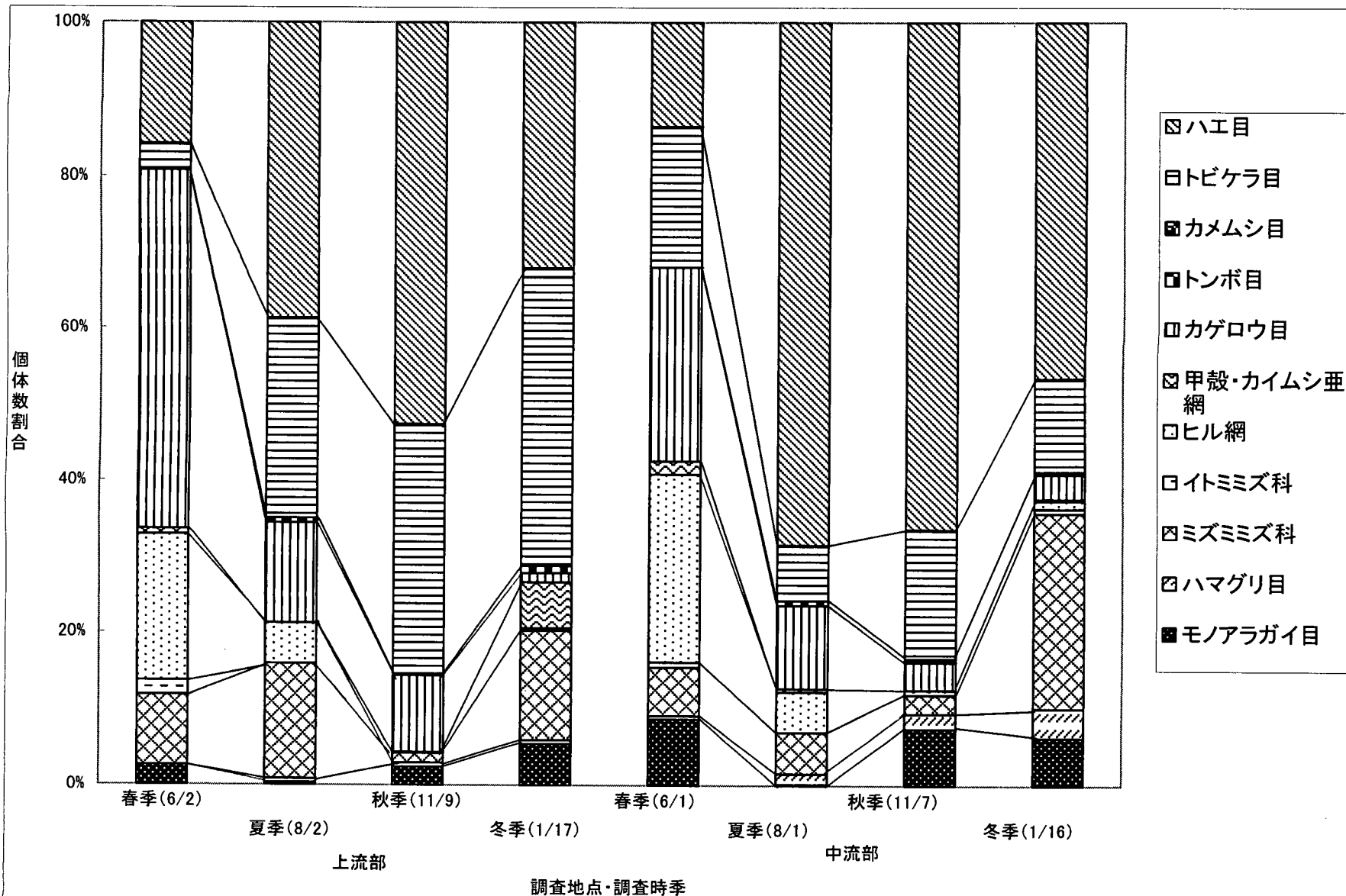
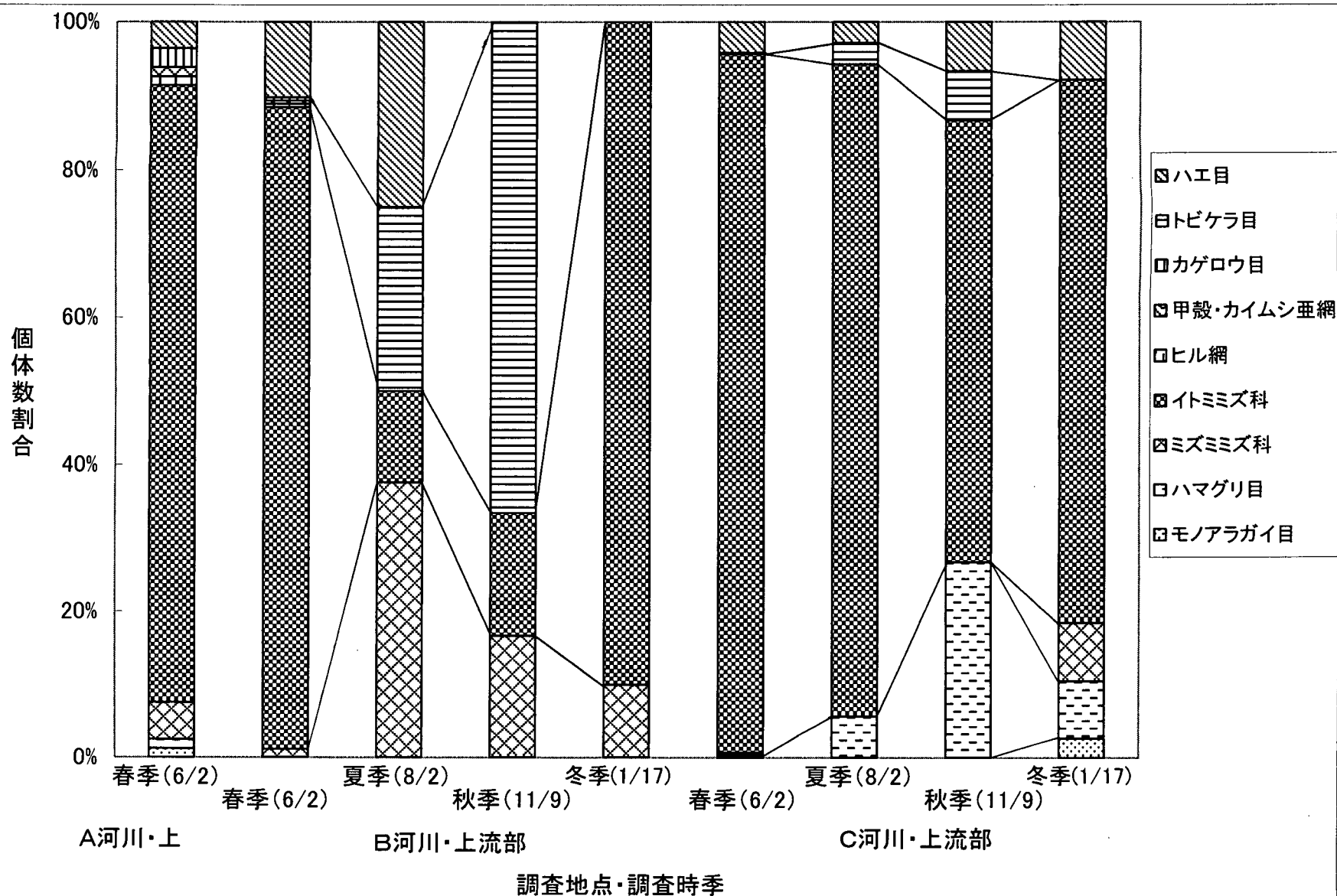


図4. 2. 2. (3) - 10 C河川における石表面の個体数割合変化



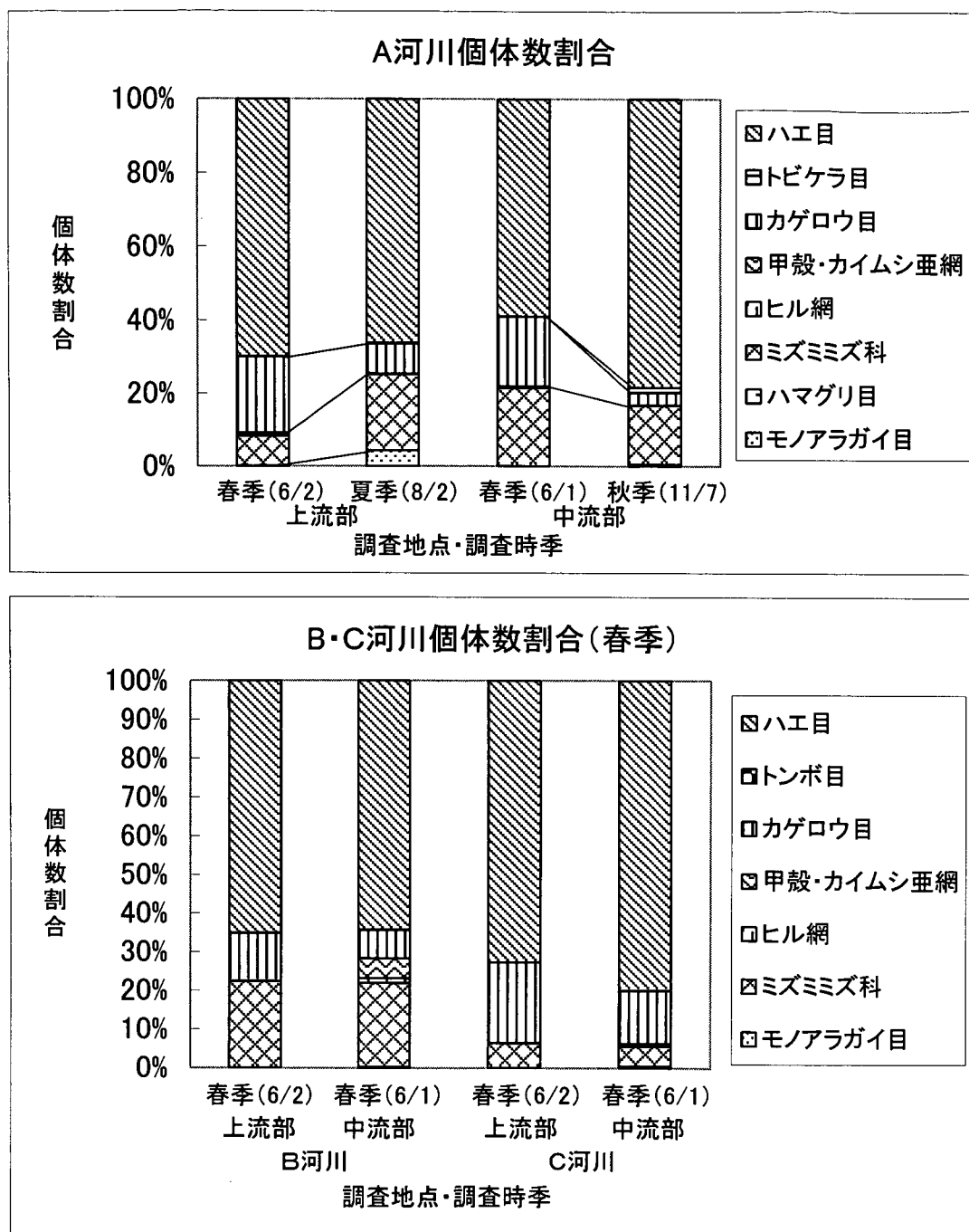


図4. 2. 2. (3) -12 糸状藻類における個体数割合変化

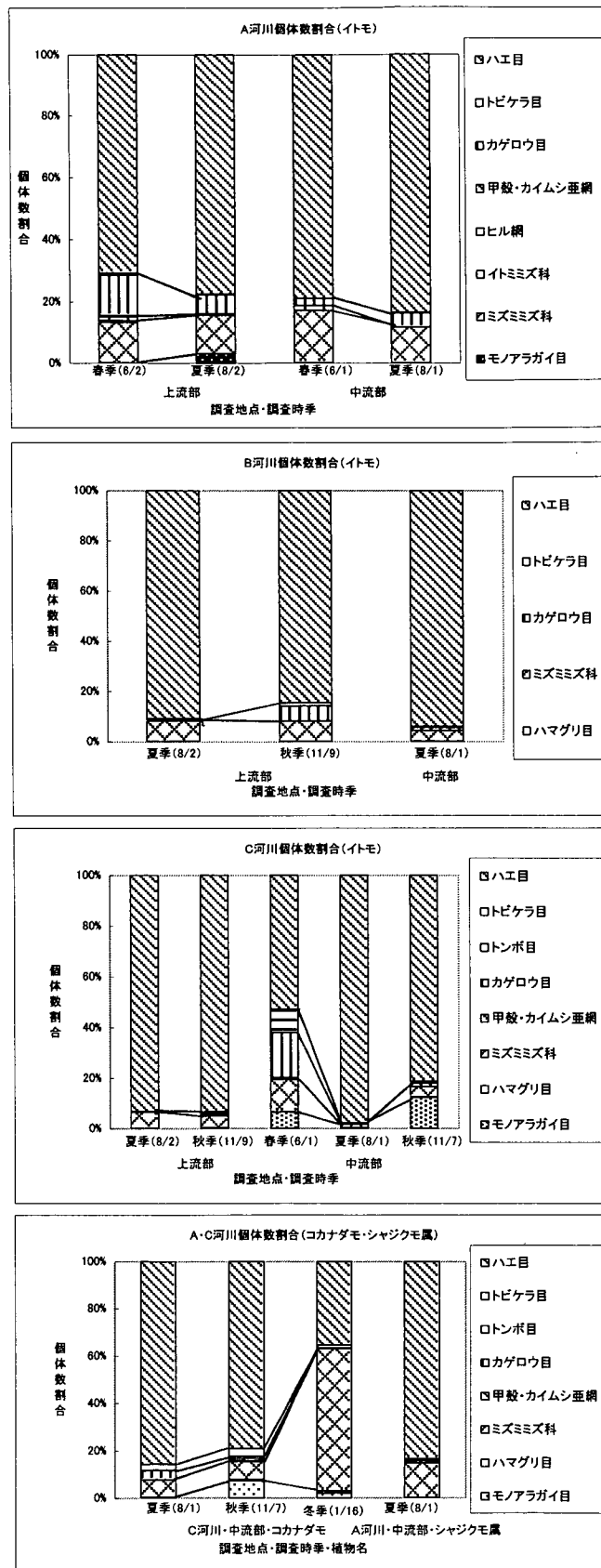


図4. 2. 2. (3) - 13 水中植物における個体数割合変化

## <人工出水に伴う影響調査>

### ① 出水に伴う流失量の把握

8月の出水における実験河川Cハビタット研究ゾーンでの個体数は、瀬や平瀬とも出水直後に増加し2日後には戻る傾向があった。特に瀬の岸においてその傾向は有意にみられた。湿重量は瀬において出水前より出水後に減少しており、特に出水2日後における瀬の岸で有意に現象していた。平瀬での湿重量は出水直後に多少減少し、出水2日後には戻る傾向がみられた。分類群数は平瀬の岸において出水2日後に有意に減少しており、他の調査地点では特に傾向はみられなかった。(図4.2.2.(3)-14参照)

11月の出水における実験河川Cハビタット研究ゾーンでの個体数は、瀬において出水前よりも出水後に増加しており、出水2日後には有意に増加していた。平瀬の流心における個体数は出水直後に多少減少した後2日後には増加し、岸では出水直後に増加し2日後には戻る傾向がみられた。湿重量は、瀬の流心において出水後増加し出水2日後日には有意に増加しており、岸では出水直後に有意に増加していた。平瀬の流心における湿重量は特に傾向がなく、岸において出水直後から増加する傾向がみられた。分類群数は、瀬の流心において出水直後から増加し2日後には有意に増加しており、岸でも有意ではないが同様の傾向がみられた。平瀬の流心における分類群数は出水直後から多少増加し、岸では特に傾向はみられなかった。(図4.2.2.(3)-15参照)

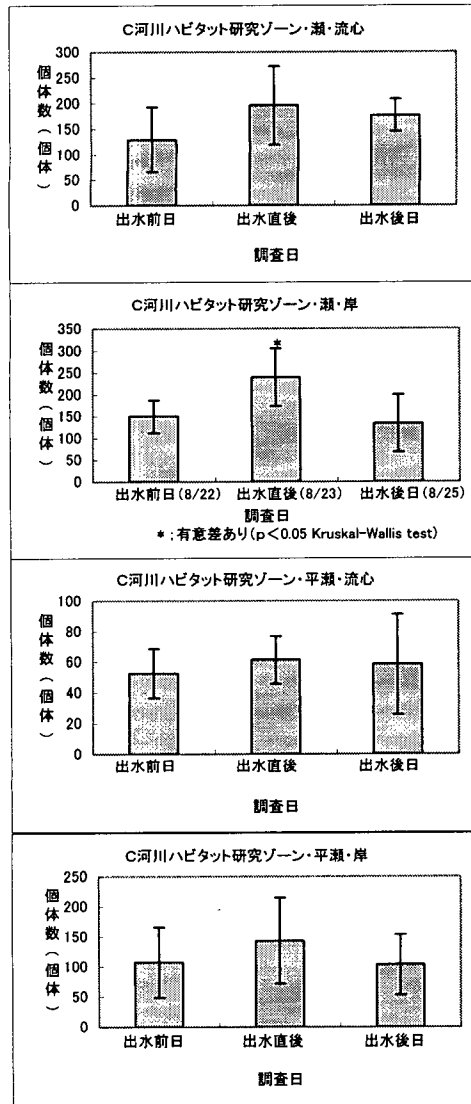
8月と11月の出水における出現頻度の高い分類群別の個体数比較を行ったところ図4.2.2.(3)-16に示した分類群において有意な結果が得られた。

8月出水における実験河川Cハビタット研究ゾーンの瀬の流心では、ミミズ網が出水直後に有意に増加し2日後には有意に減少していた。瀬の岸では、ミミズ網とハエ目が出水直後に有意に増加し2日後に有意に減少していた。平瀬の岸では、ハエ目が出水直後に有意に増加し2日後には戻った。

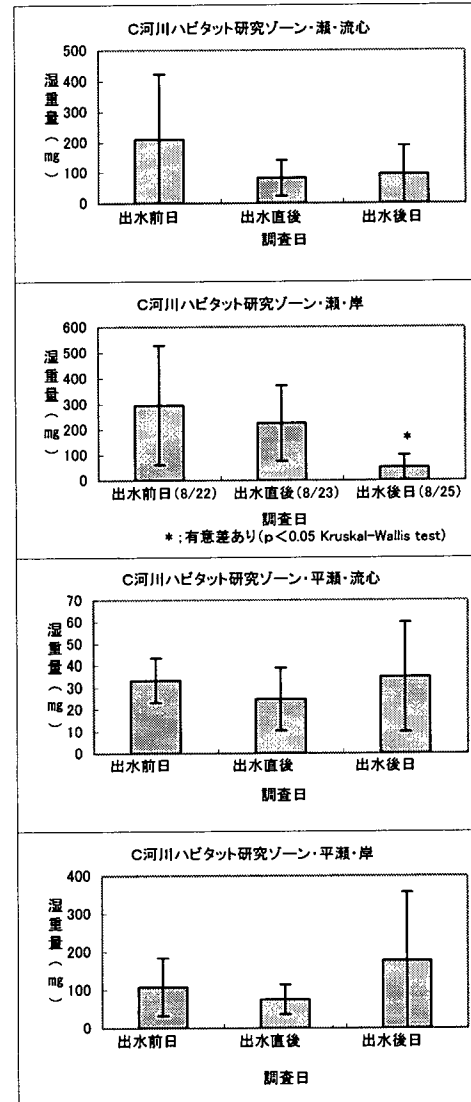
11月出水における実験河川Cハビタット研究ゾーンの瀬の流心では、マキガイ網、ミミズ網、カゲロウ目、トビケラ目、ハエ目について出水直後から増加し2日後にはさらに増加する有意な結果がみられた。瀬の岸では、ミミズ網が出水直後に有意に増加しその後戻り、トビケラ目が出水直後から増加、ハエ目が出水2日後に有意に増加するという傾向がみられた。平瀬の岸におけるマキガイ網は、出水直後に有意に減少し2日後には増加した。

### ② 流失量と河道形状との関係把握

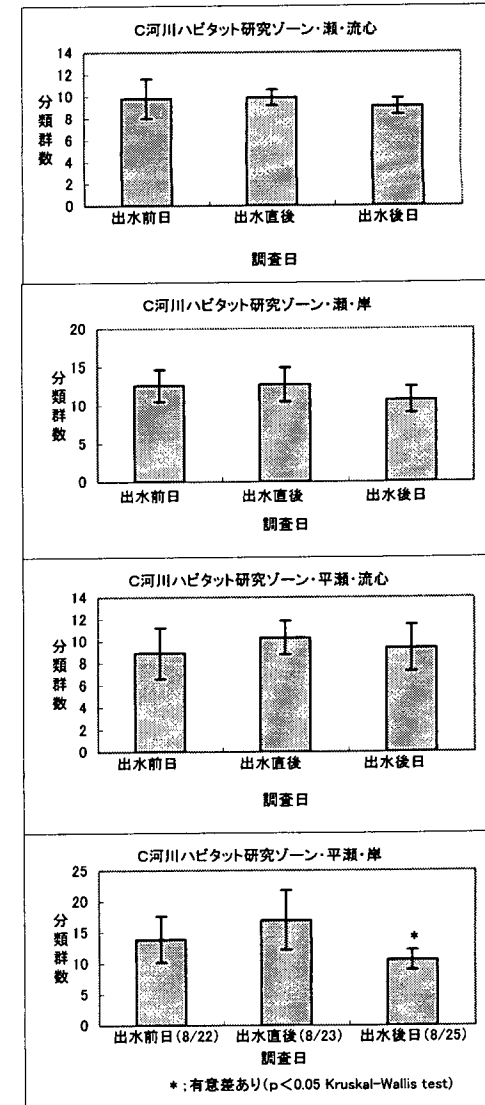
8月出水における個体数は実験河川C冠水頻度研究ゾーンで出水2日後に多少増加し、河岸開発研究ゾーンと実験河川A中流部の個体数は出水直後に増加した後減少して戻る傾向がみられた。湿重量は冠水頻度研究ゾーンと河岸開発研究ゾーンにおいて出水直後から減少し、実験河川A中流部においては出水直後に増加した後2日後には減少した。分類群数は実験河川C河岸開発研究ゾーンの出水2日後に減少し、他の地点では特に傾向はみられなかった。(図4.2.2.(3)-17参照)



個体数



湿重量



分類群数

図4. 2. 2. (3) - 14 8月出水に伴う流失量調査

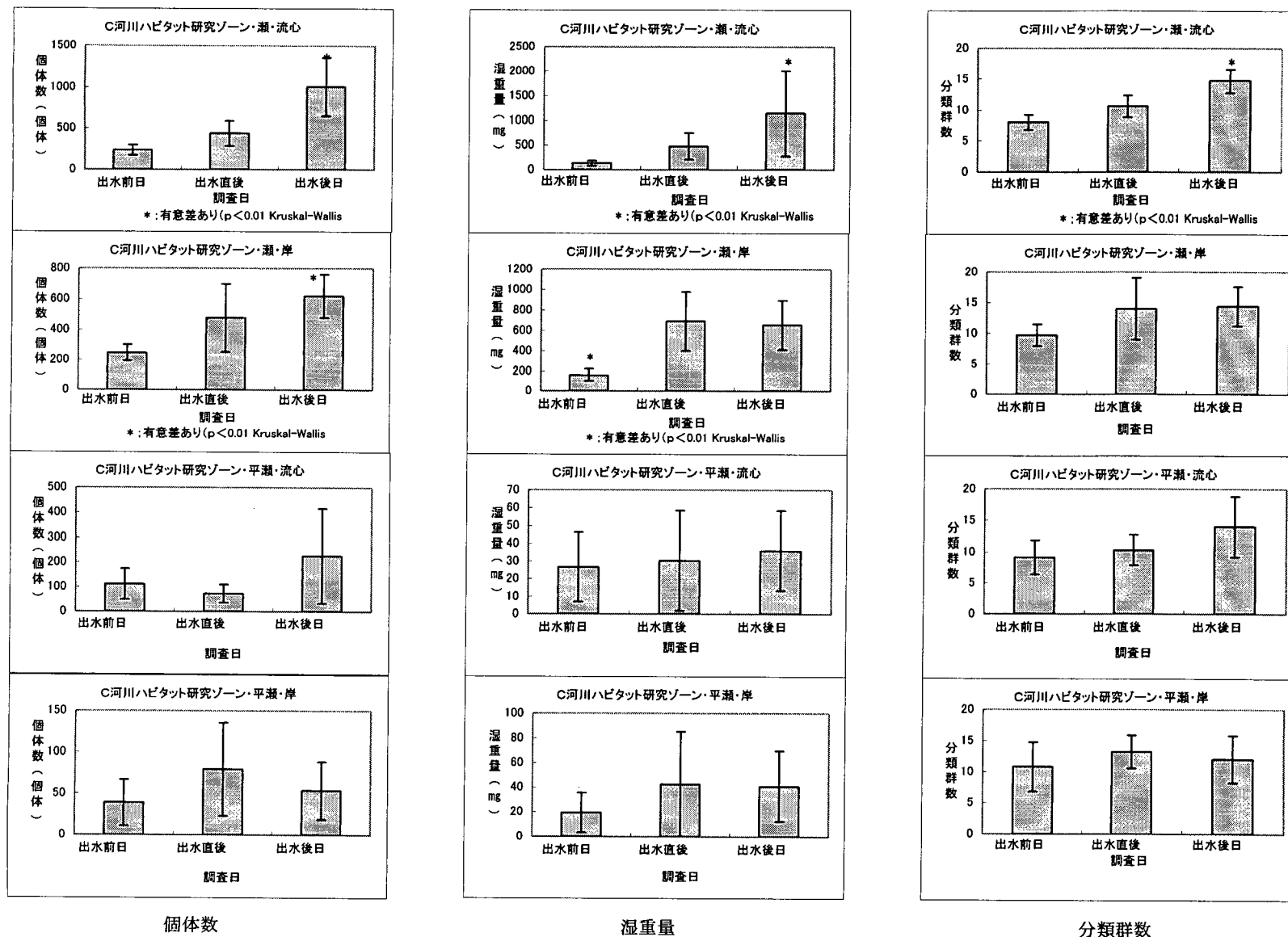


図4. 2. 2. (3) -15 11月出水に伴う流失量調査

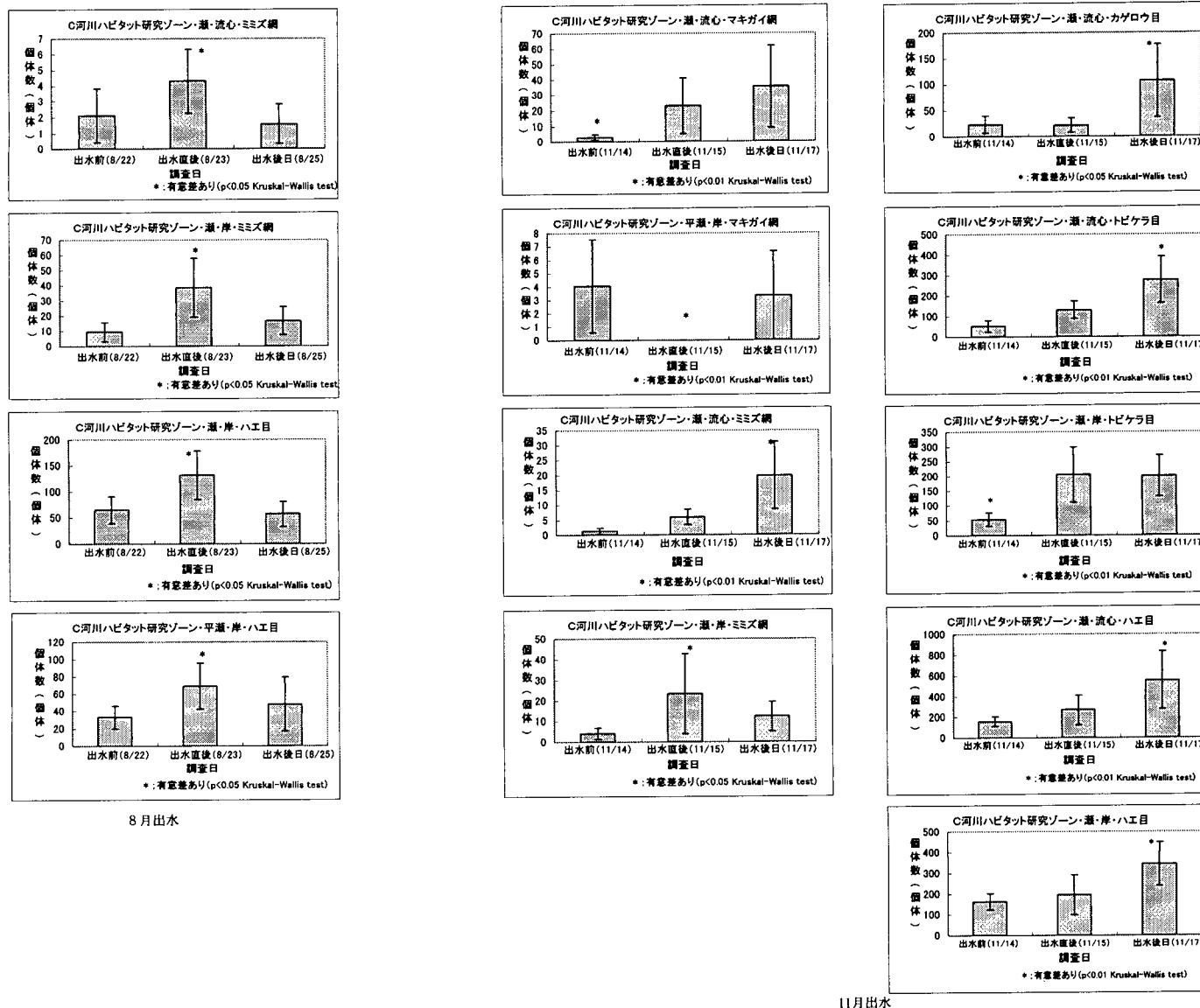
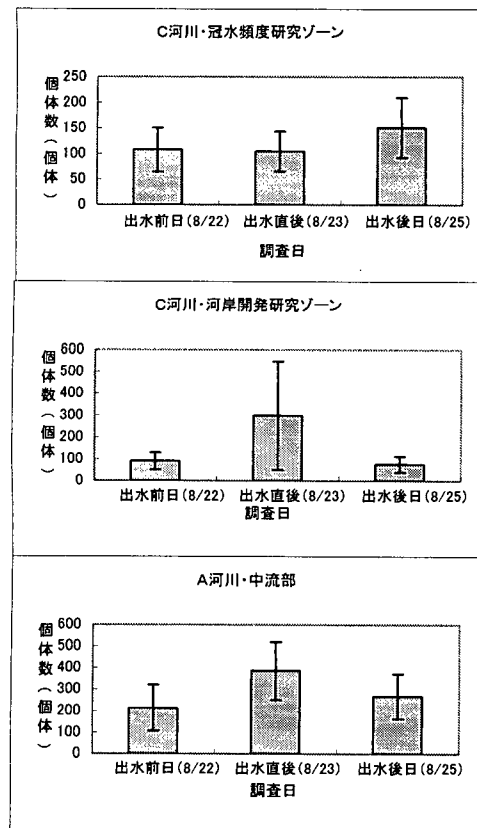
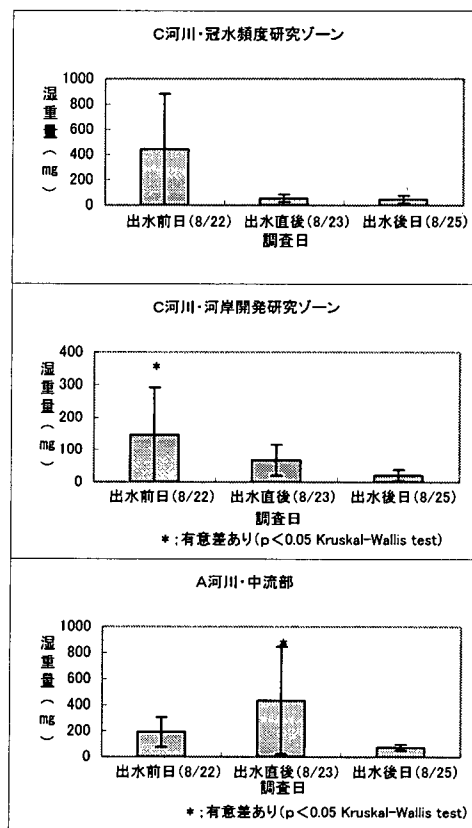


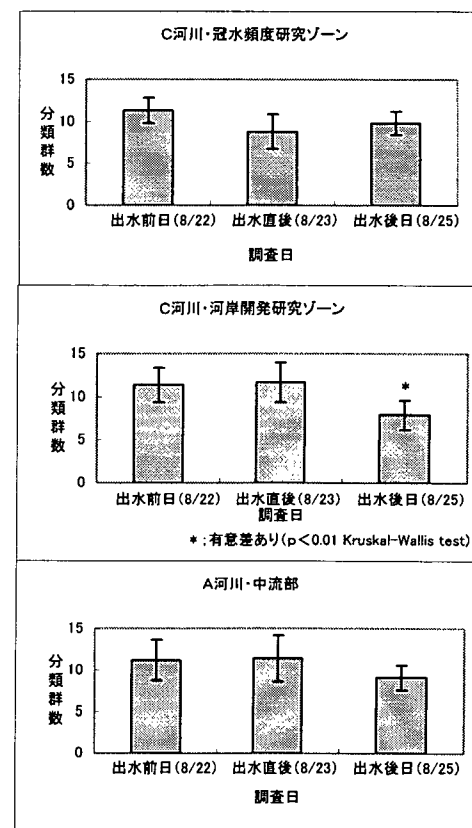
図 4. 2. 2. (3) - 16 出水に伴う流失量調査・出現頻度の大きな分類群による個体数比較 (有意差あり分類群)



個体数



湿重量



分類群数

図4. 2. 2. (3) -17 8月出水に伴う流失量調査

11 月出水における個体数は冠水頻度研究ゾーンで出水直後から 2 日後にかけて少しずつ増加しており、河岸開発研究ゾーンでは出水直後から有意に減少した。湿重量は冠水頻度研究ゾーンにおいて出水直後に増加し出水 2 日後には減少して戻り、河岸開発研究ゾーンにおいて出水直後に多少減少し 2 日後には増加する傾向がみられた。分類群数は冠水頻度研究ゾーンにおいて出水直後から増加し、河岸開発研究ゾーンにおいて出水直後に減少した後 2 日後には増加して戻る傾向があった。(図 4. 2. 2. (3) -18 参照)

#### <9 月の自然洪水時における影響調査>

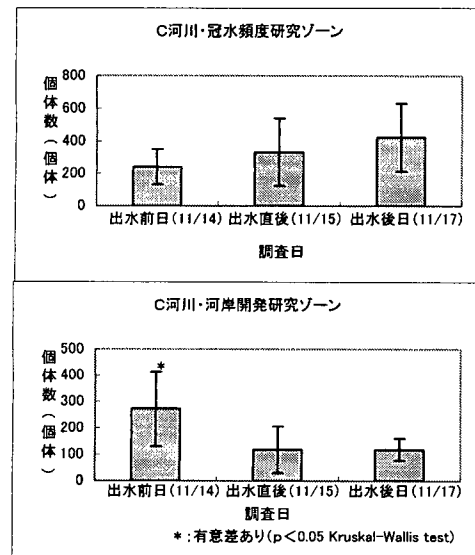
分類群数を比較したところ、有意ではないが 9 月に洪水後に多少減少し 11 月には増加していた。分類群別にみたところ、ミズミズ科の分類群数は 9 月の洪水で減少し 11 月には増加した。トンボ目の分類群数は 9 月にかけて増加し、さらに 11 月にかけて増加した。(図 4. 2. 2. (3) -19 参照)

#### <12 月の自然渇水時における影響調査>

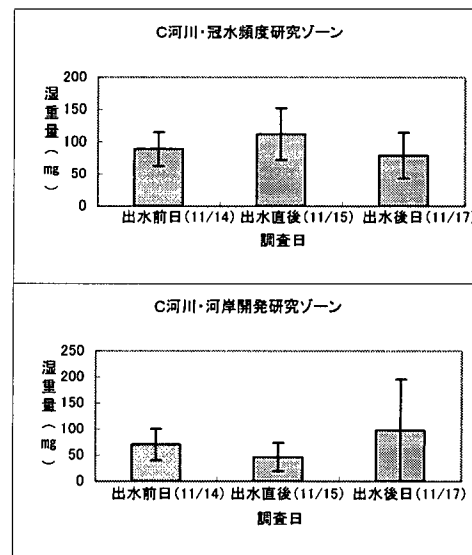
石表面における個体数は 12 月に有意に減少し、1 月には多少増加した。湿重量は 12 月に多少増加しているが有意ではなかった。分類群数は特に傾向はみられなかった。(図 4. 2. 2. (3) -20 参照) 石表面で確認された分類群別に個体数の比較をすると、有意差が得られたのはカワコザラガイ、コカゲロウ属、エリユスリカ亜科、ユスリカ亜科であり、いずれも 12 月の渇水後に有意に減少しており 1 月になっても戻っていなかった(図 4. 2. 2. (3) -21 参照)。

カナダモにおける個体数は、有意ではないが 12 月の渇水後に減少している傾向があった。湿重量は 12 月の渇水後に有意に減少していた。分類群数は特に傾向はみられなかった。分類群別に個体数の比較をすると、カワコザラガイが 12 月の渇水後に有意に減少していた。(図 4. 2. 2. (3) -22 参照)

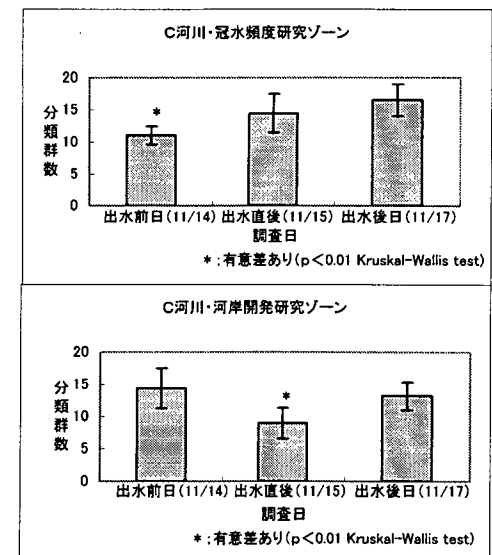
水際定性採集では、12 月の渇水後に有意に分類群数が減少していた。分類群別では、トンボ目において同様の有意な減少がみられた。(図 4. 2. 2. (3) -23 参照)



個体数



湿重量



分類群数

図4. 2. 2. (3) -18 11月出水に伴う流失量調査

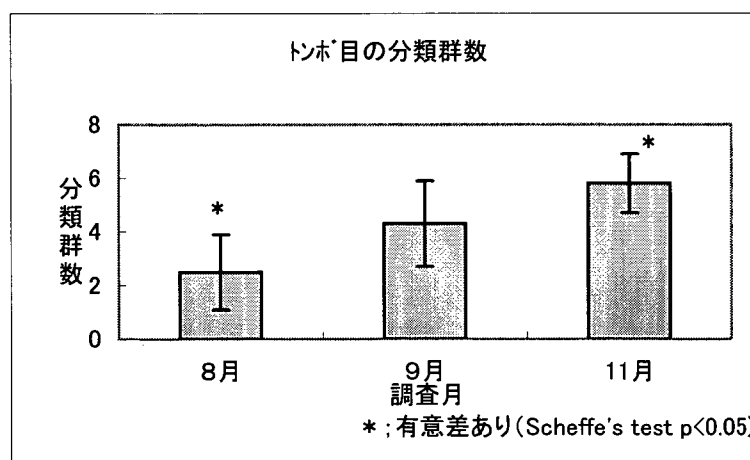
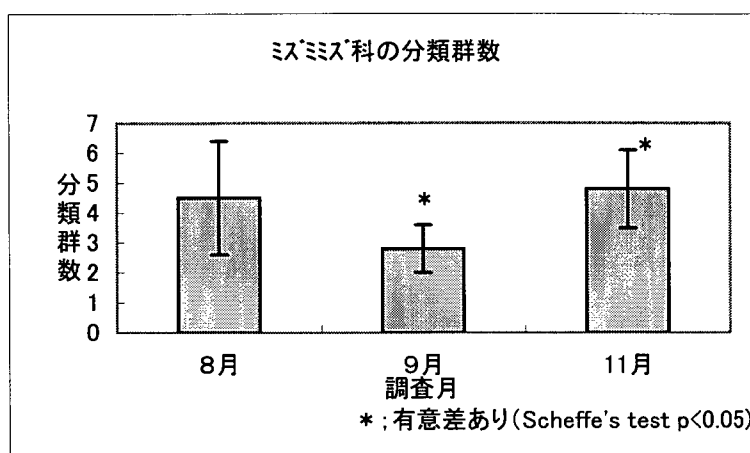
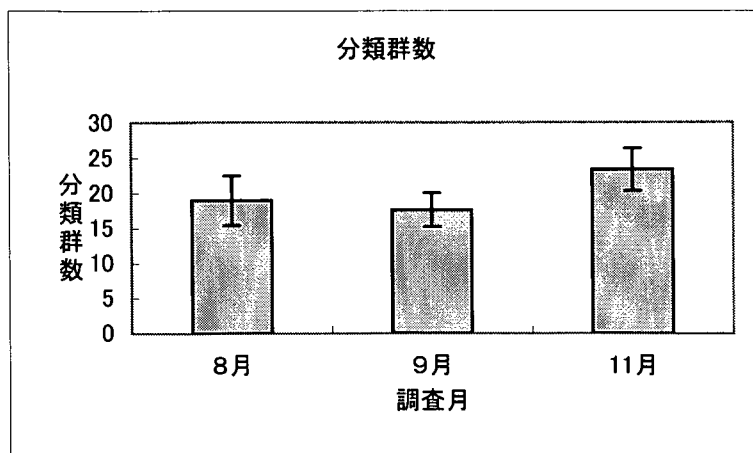


図4. 2. 2. (3) -19 9月の自然洪水による影響調査

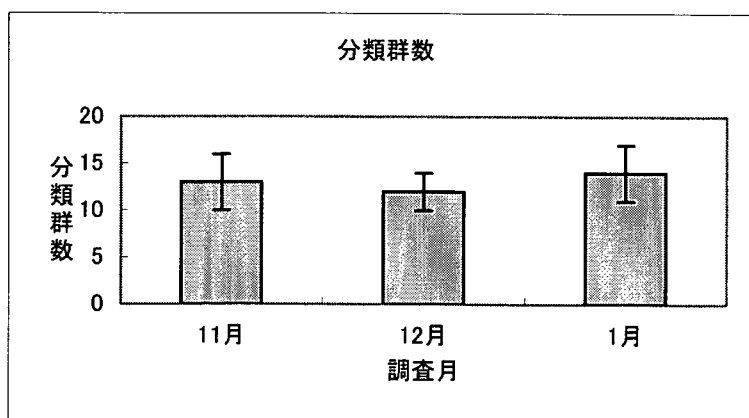
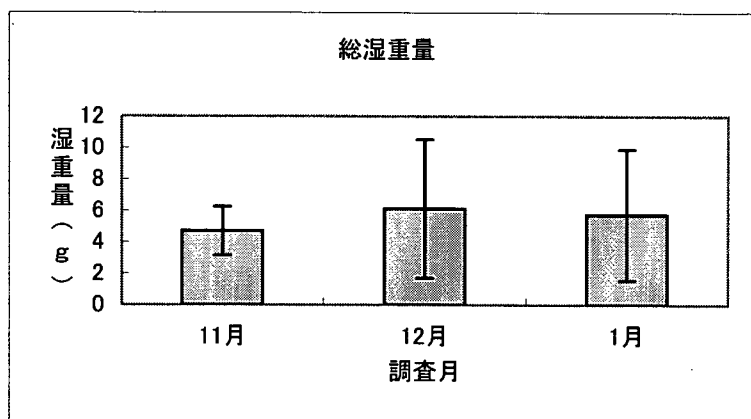
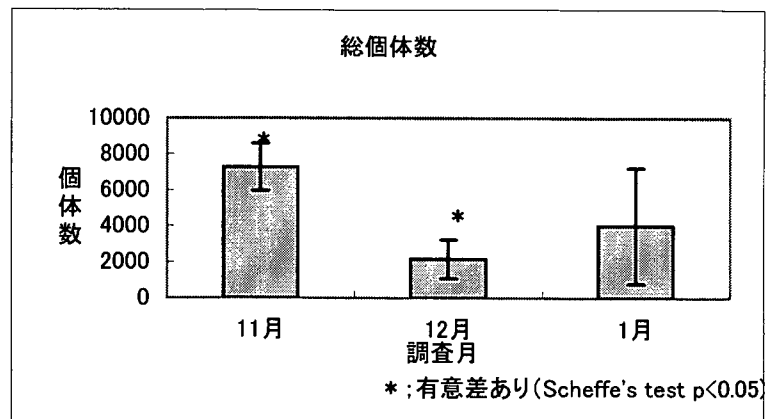


図4. 2. 2. (3) - 20 12月の自然湧水による影響・石表面

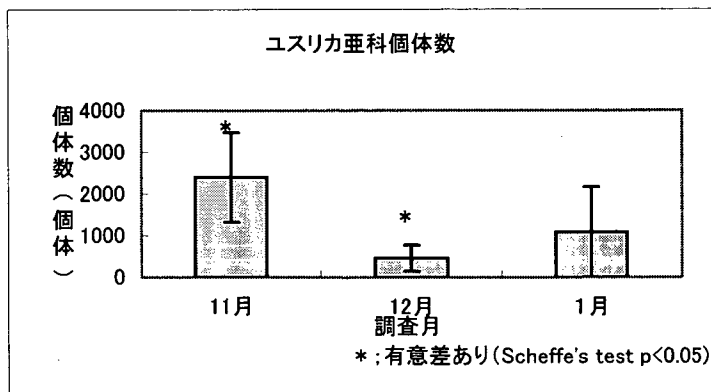
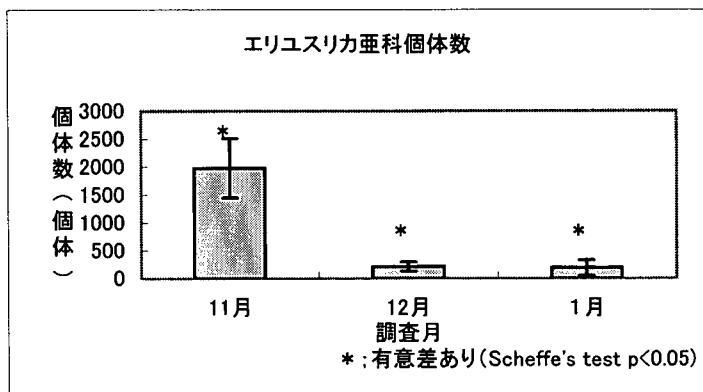
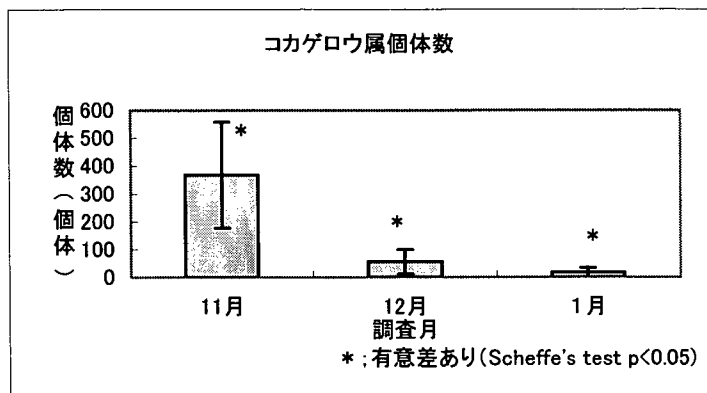
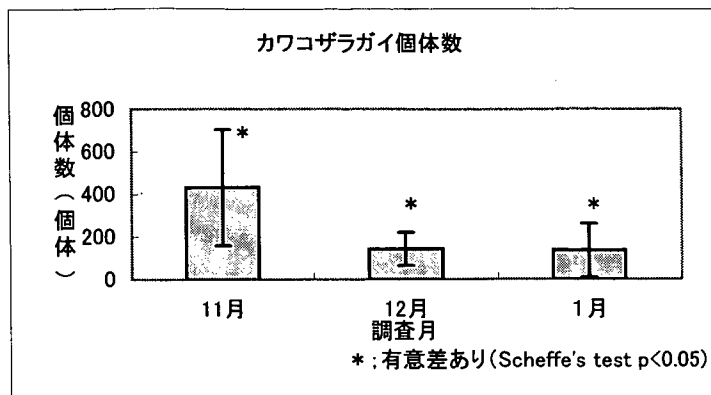


図4. 2. 2. (3) - 21 12月自然湧水による影響・石表面

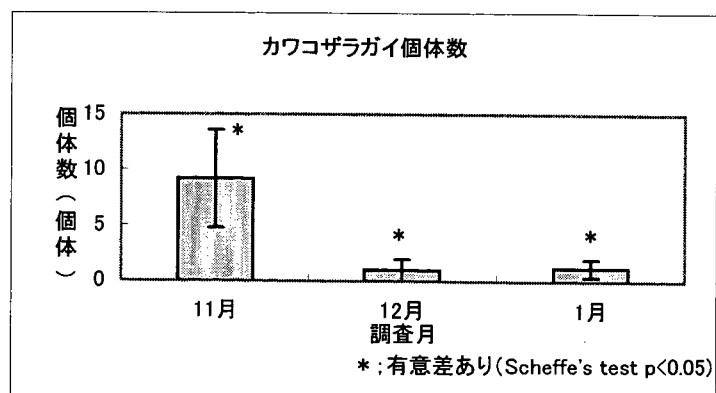
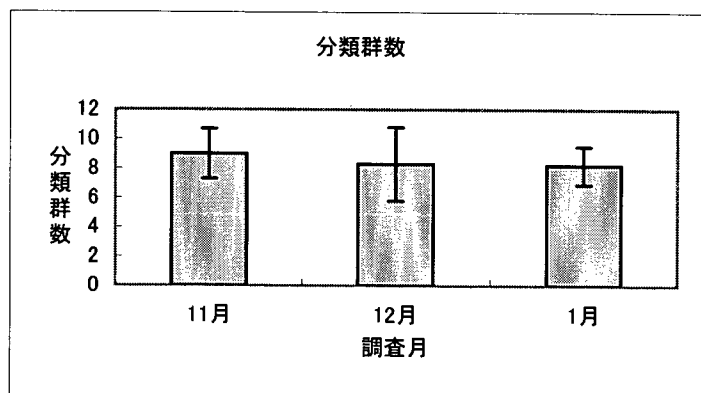
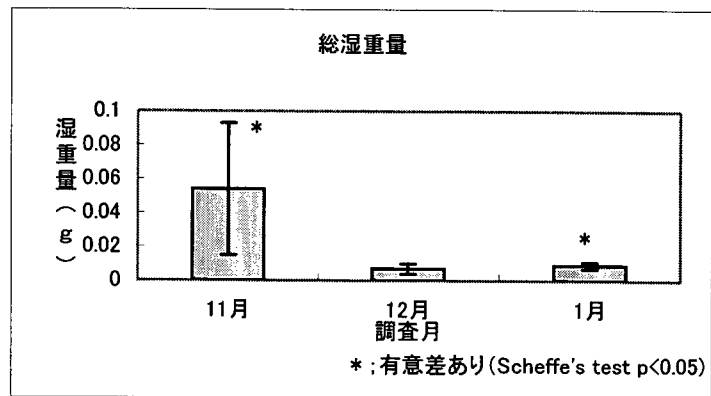
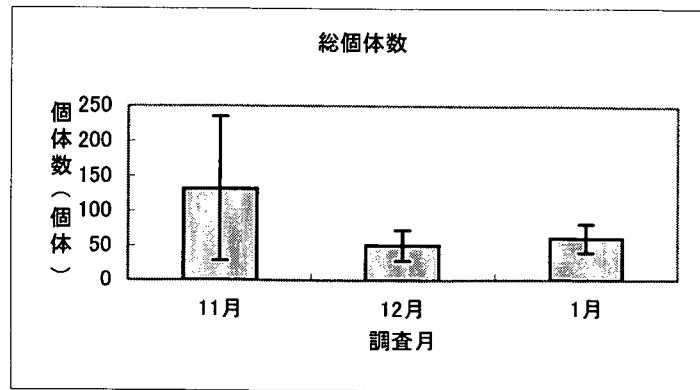


図4. 2. 2. (3) - 22 12月自然湧水による影響・カワコザラガイ

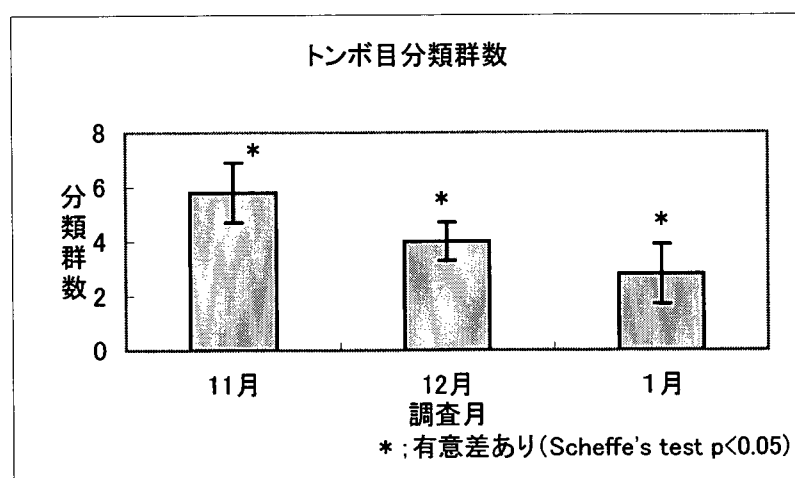
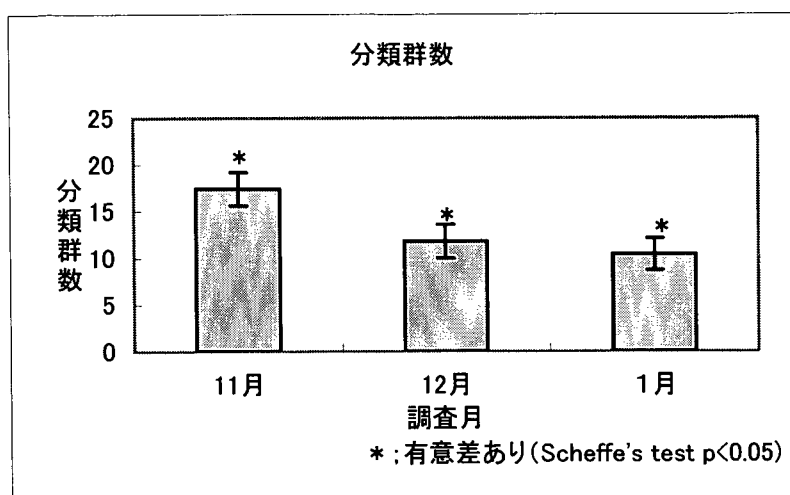


図4. 2. 2. (3) - 23 12月自然湧水による影響・定性採集

#### 4. 2. 2. (4) 考察

##### ＜年間をととしたモニタリング調査＞

今回は生息基質ごとの採集を行ない個体数の差があるが、水際の定性採集と石表面の採集を行なうことで実験河川における殆どの種が把握できると思われる。

石表面の分類群数が上流部より中流部に多いのと実験河川Aが実験河川B・Cより多いのは、主にミズミズ科の分類群数によるところが大きいと思われる（表4. 2. 2. (3) - 1参照）。このことは、出現頻度の最も高い種が実験河川B・Cではコガタシマトビケラ属やユスリカ亜科類であった時季に実験河川Aはミズミズ属であったことや、遷移において実験河川B・Cでのミズミズ科は冬季のみの増加だったのに比べ実験河川Aでは夏季で減少しただけでその他の時季は高い割合を中流部で示していたことから推察される。

個体数が春季と冬季において上流部より中流部に多いのは、春季にイシビル科やエリユスリカ亜科が、冬季にコカゲロウ属やユスリカ亜科が上流部より中流部に多いことが影響していると思われる。河川別で冬季に実験河川Bの個体数が実験河川A・Cより多い傾向はコガタシマトビケラ属やユスリカ亜科類で確認されており、これらについてはいずれも春季から秋季にかけて増加し冬季には減少するという共通点が考えられる。またコガタシマトビケラ属の占める割合が実験河川Bで最も高いことや、遷移においても他の河川より実験河川Bでこの種が占める割合が高くなるのが早いと思われる。

湿重量が春季の実験河川C・上流部に多いのはグロシフォニ科がこの地点で多く生息していたことが影響していると思われる。遷移における実験河川Cには、春季にヒル網やモノアラガイ目の割合が他の河川より多くなっていることも影響していると思われる。

以上のことより、瀬や淵のない実験河川Aでは瀬や淵のある実験河川B・Cとは違いミズミズ科やヒル網が多く存在し、遷移も異なってくることが分かる。また、出水のない実験河川Bは出水のある実験河川A・Cに比べてコガタシマトビケラ属のように造網型の種が生息場所の多くを占める一般にいう極相<sup>2)</sup>になる速度が速い傾向があると考えられる。ただしこのような傾向は主に早瀬のある上流部でみられたことや、地形が平坦な実験河川B・Cの中流部や実験河川Aは良く似た傾向があることから、出水による影響は早瀬のように浮き石が存在する環境に生息する底生動物がに受けやすいと思われる。このように流況変動が早瀬における底生動物に影響を与えやすい可能性は、自然河川でもみられることが報告されている<sup>3)</sup>。

砂泥枠採集では分類群数、個体数、湿重量において出水のない実験河川Bより出水のある実験河川Cのほうが多くなっていることや実験河川Cにのみマシジミやモノアラガイ目といった種が夏季以降に入りだしていることから、砂泥中に生息する種に対して出水は何らかの影響を与えていると考えられる。実験河川Bについて出現頻度の高い種が時季ごとに変化はしているが、ほぼ底生動物が採集されていない状況下であったため意味をなさないと思われる。

糸状藻類について中流部が上流部より分類群数が多いのは、ミズミズ科が中流部に多いことが影響して

いると考えられ、どの河川についても流れの緩やかな中流部においてミズミミズ科は生息しやすいと思われる。実験河川B・Cの糸状藻類は春季で採集されており主に早瀬で採集されたことから、これらのデータを比較するとどちらもエリユスリカ亜科類の割合が高いのには違いないが、ミズミミズ科は実験河川Bのほうが高くカゲロウ目は実験河川Cのほうが高いという違いがあり、早瀬における糸状藻類に生息する底生動物にも出水による影響が考えられる。

その他の水中植物では、イトモやシャジクモ属において時季が経つにしたがってハエ目が多くなるのに対してコカナダモではミズミミズ科の割合が高くなる違いはあったが、採集地点、採集時季ともに比較するにはデータが少ないため明確な違いは見つけにくいと思われる。ただし、イトモ採集は実験河川Bに比べて実験河川A・Cに多いこと、コカナダモ採集は実験河川Cのみ、シャジクモ属は実験河川Aのみということを見ると、底生動物採集地点について出水のない実験河川Bでは出水のある実験河川A・Cに比べて水中植物が少ないということになる。したがって底生動物の生息場所を河川空間全体としてとらえた場合、出水によって水中植物の定着量が異なり、それらを生息場所とする底生動物の種の現存量が異なるという影響は考えられる。

水際などには主にトンボ目が生息しているのが特徴であるが、出水による影響はほぼないと思われる。

#### <人工出水に伴う影響調査>

8月の出水では個体数について出水直後に増加して2日後には戻る変動が得られたが、これはこの地点で多く生息していたユスリカ亜科類やミズミミズ属でも同様であり、出水によってこれらの種は一時的に上流から流されてきたものも含めて石の間などに集中するが、その後再び分散する傾向があると思われる。また、この時季はイトモやカナダモが多くユスリカ亜科やミズミミズ属はこれらの水中植物を生息場所に利用することがモニタリング調査より判明しており、水中植物に生息していたものが一時的に流され石の間に溜まるようになるが水中植物の安定化と共にこれらの底生動物も水中植物に移っていく可能性も考えられる。湿重量は瀬と平瀬の傾向が相対関係にあり、これは個体数に影響せず湿重量に影響する底生動物の中では中程度以上の大きさの種が瀬から平瀬へ流される（避難する）傾向があるのではないかとと思われる。分類群数が出水2日後に減少する傾向がありトンボ目の影響が予測されるが、トンボ目は水際の深いところに生息する種が多く移動能力も高いため、今回のような石単位法調査では正確な推察は出来ないと思われる。河道形状との関係については、単調な形状で自然河岸になっている実験河川A中流部、細くて単調な形状で石河岸になっている冠水頻度研究ゾーン、下流部で曲線の形状になっている河岸開発研究ゾーンはともに、上述のような結果と同じような結果になっており、形状による傾向というよりは上・下関係が影響していると思われる。以上より、8月出水による長期的な影響はほぼないと考えられる。

11月の出水では瀬において個体数・湿重量・分類群数ともに出水後から2日後にかけて増加しており、これはマキガイ綱（主にカワコザラガイ）、ミミズ綱（主にミズミミズ属）、カゲロウ目（コカゲロウ属）、トビケラ目（主にコガタシマトビケラ属）、ハエ目（主にエリユスリカ亜科類）による影響であると思われる。こ

のうち8月出水にも確認されていたミミズ綱やハエ目については8月出水の時と同じことが考えられるが、主に石表面を利用して生息する他の3種については、出水によって石の間隔が多い瀬に流され（避難する）、出水が落ち着いても元にいた生息場に戻る行動はせずそのまま定着しようとする習性があるのではないかとと思われる。平瀬においては個体数が流心では一時的に減少してからもとに戻るが、岸では一時的に増加してから戻るより、平瀬では流心にいた種が岸に一時的に流される（避難する）ことが推察される。河道形状との関係については、実験河川C中流部に位置している単調な形状の冠水頻度研究ゾーンでは上流部でみられた上述のような結果と同じことが言えたが、下流部に位置する曲線の形状である河岸開発研究ゾーンでは冠水頻度研究ゾーンとは逆の傾向となっていることより、形状による影響よりも他の要因が関係していると思われる。

以上より、11月出水による長期的な影響としては瀬においてマキガイ綱、カゲロウ綱、トビケラ目といった種が出水前よりも増加する可能性があると思われる。

#### <9月の自然洪水時における影響調査>

分類群数の比較では有意な結果はみとめられなかったため、自然洪水による分類群数に対する影響はほぼなかったと思われる。ミズミミズ科の分類群数が洪水後に有意に減少しているのは、この時季に生息場としていた水中植物と共に洪水によって一度はながされたことによると推察され、水中植物の復元とともにミズミミズ科も戻るため11月には増加したのだと思われる。トンボ目の分類群数は増加しているが、この時季はトンボ目の成虫による繁殖時季を含んでいるため洪水による影響であるとは考えにくい。

以上より、9月の自然洪水による長期的な影響はほぼないと考えられるが、定量的な採集を行っていないため現存量としての影響はなかったとは言えない。

#### <12月の自然渇水時における影響調査>

石表面においては、カワコザラガイ、コカゲロウ属、エリユスリカ亜科類、ユスリカ亜科類が渇水によって減少したと思われる。これらの種について昨年度の結果より12月にコカゲロウ属以外について減少したということではなく、コカゲロウ属についても有意に減少することはなかった。したがって、1月になっても増加していないのは渇水によって減少した上、秋季から冬季にかけて繁殖行動がないことが影響していたと思われる。カワコザラガイについては、カナダモにおいても有意に渇水による影響を受けていたと思われる。主に水際に生息しているトンボ目についても、昨年度の結果では12月に分類群数が有意に減少することはないため、渇水による影響を受けたと考えられる。

以上より、12月の自然渇水はカワコザラガイ、コカゲロウ属、エリユスリカ亜科類、ユスリカ亜科類といった石の上表面と水中植物を利用して生息する種や、水際に登攀型の生活型をもつトンボ目に対して減少につながる影響を与えたと考えられる。

#### 4. 2. 2. (5) まとめと今後の課題

流動変動による違いは、以下の1～4のような影響を底生動物に与えた。

1. 出水がないことは、早瀬のような浮き石が存在する環境下においてコガタシマトビケラ属のように造網型の種が多くを占めるようになる極相の状態により早くなる。これは11月の出水による影響が大きいと思われ、カワコザラガイやコカゲロウ属に対しても影響を与えていた可能性はあるのだが12月の渇水によってもこれらの種は影響を受けていたことにより有意な差は出なかったものと思われる。なお、12月の渇水は水際に生息する種にも影響を与えた可能性がある。
2. 出水がある河川の淀みにおける砂泥中には、出水がない河川の同所より多くの底生動物が生息する傾向がある。
3. 出水がない河川の早瀬における糸状藻類には、出水のある河川の同所よりも流れを好むコカゲロウ属が少なく、流れを特に好まないミズミズ科が多くなる傾向がある。
4. 水中植物が出水のある河川より出水のない河川において少ないことより、水中植物を生息場所として利用している底生動物は出水のない河川にて河川全体の現存量は少なくなると考えられる。

以上より流動変動による違いは底生動物にたいして何らかの影響を及ぼすことは判明した。しかし、底生動物は河床形態によって影響を受けやすいとされている<sup>4)</sup>。また、底生動物と水質環境とは密接な関係にあるともされている<sup>5)</sup>。したがって、生息環境において具体的に何の要因で底生動物は影響を受けているのかが明らかにするため、そのあたりのデータをそろえる必要がある。その他、今回の調査で8月の出水が底生動物に対してそれ程の影響を与えていなかったのは河川通水からの期間が短いことが要因とも考えられるため、季節的な出水の影響をみるためには長期的な通水期間における調査が必要であると思われる。

#### 引用文献

- 1) A.A.Graham, D.J.McCaughan and F.S.McKee: Measurement of surface area of stones. *Hydrobiologia* 157: 85-87, 1988
- 2) 宮原義夫: 洪水後の水生昆虫の回復について, 群馬生物 40 号, 33-37, 1991
- 3) 沼田真, 水野信彦, 御勢九右衛門: 河川の生態学, 築地書館, 1993
- 4) K.Tanida and Y.Takemon: Micro-habitat Structures and Benthic Animal Assemblages in Different Stream Orders of Natural Mountain Streams in Japan, *Ecosyst Proceedings Vol.1*, 95-100, 1995
- 5) 津田松苗: 水質汚濁の生態学, 公害対策技術同友会, 1996

#### 4. 2. 3 魚類への影響

##### (1) 目的

魚類調査の目的は以下のとおりである。

- 実験河川における魚類の生息状況を昨年度に引き続きモニタリングする
- 流量変動の有無が魚類の生息に与える影響を把握する

##### (2) 調査方法

###### 生息魚類調査

実験河川における魚類相、生息量を把握し、これらの季節変化を明らかにするため、生息魚類調査を平成12年8月～平成13年1月の間1ヶ月に1度実施した。表4-2-3-1に調査日程を示す。調査区間は、ゾーン間の比較及びゾーン内のハビタットの比較ができるよう、昨年度の実施区間を考慮して実験河川Aに9区間、実験河川B・Cにそれぞれ18区間ずつ設定した。1区間あたりの延長は原則15mであり、ハビタット研究ゾーンについては蛇行部の淵・早瀬・平瀬のセットを6m・4m・15mの長さで区切った。図4-2-3-1に調査区間の図を示す。

表 4-2-3-1 生息魚類調査日程

| 調査時期 | 調査日            | 備考                                 |
|------|----------------|------------------------------------|
|      |                | 平常流量0.1m <sup>3</sup> /s           |
| 8月   | 平成12年8月20-22日  | 9,23日に出水実験実施                       |
|      |                | 9月11-12日の東海豪雨により実験河川冠水             |
| 9月   | 平成12年9月17-19日  | 6,20日に出水実験実施                       |
| 10月  | 平成12年10月15-17日 | 4日に出水実験実施                          |
|      |                | 11月1日に平常流量0.05m <sup>3</sup> /sに減少 |
| 11月  | 平成12年11月12-14日 | 15日に出水実験実施                         |
| 12月  | 平成12年12月10-12日 | 13日に出水実験実施                         |
| 1月-1 | 平成13年1月14-16日  |                                    |
| 1月-2 | 平成13年1月23-25日  | 調査日に平常流量0.01m <sup>3</sup> /sに減少   |

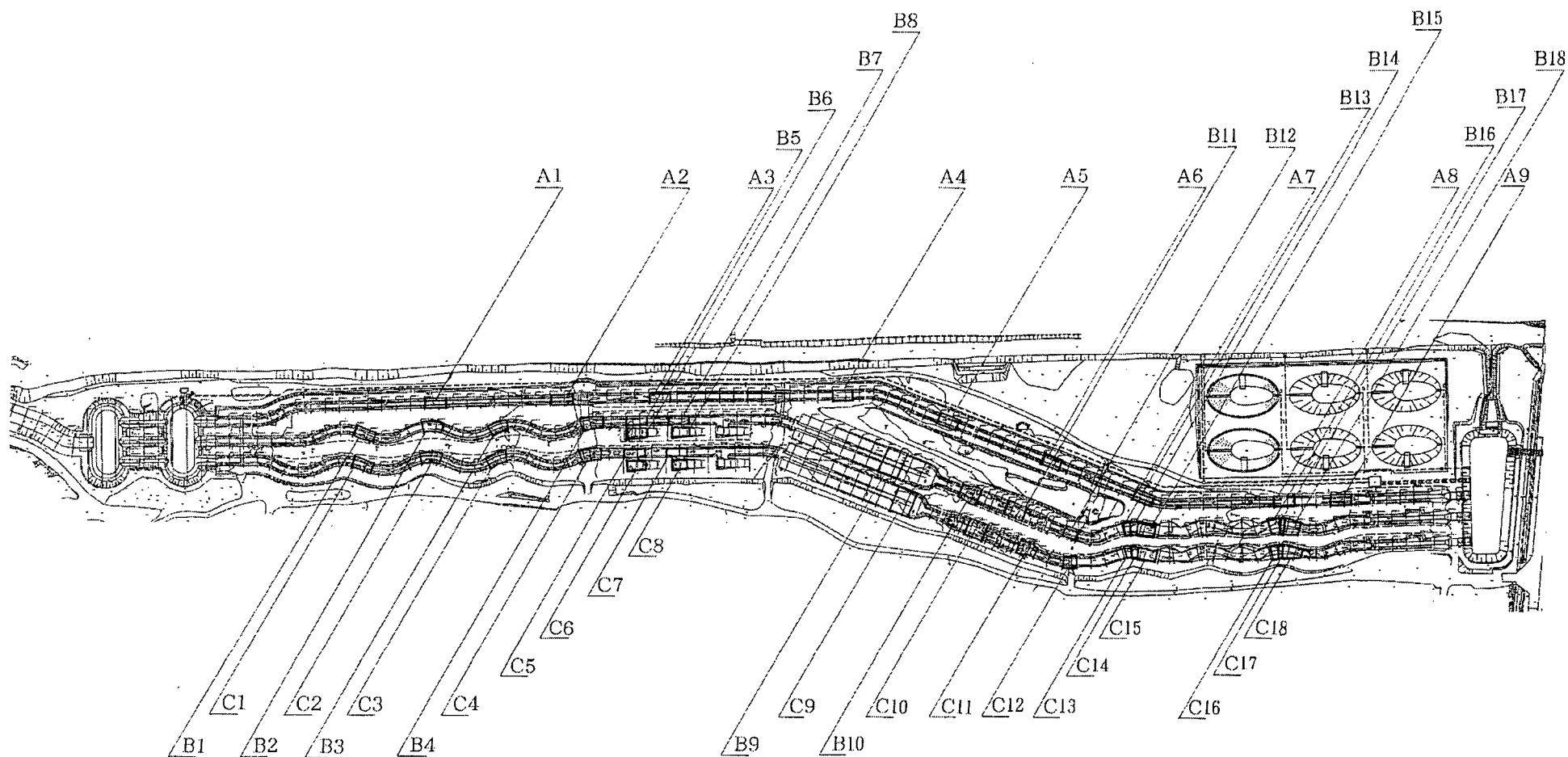


图 4-2-3-1 生息鱼类调查 调查区间位置图

採捕は、まず調査区間の上下流端を網で仕切った後に、電気ショッカーで下流から上流に向かって採捕した。電気ショッカーのオペレータは1名、たも網による採捕者は3名である。1区間の採捕回数は3回であり、1回あたりの採捕時間は幅2.5m、延長15mの標準的な区間で60秒を基本とし、調査区間面積に比例して変化させた。ワンドについては、水深が大きく電気ショッカーによる採捕が有効でないため、ワンドの周囲から中央に魚を追い込んだ後に投網を打つという方法を3回繰り返し、採捕した。採捕した魚類はその場で種の同定、体長及び湿重量の測定を行い、3回の採捕が終了した後に当該調査区間に再度放流した。

### (3) 結果

表4-2-3-2に生息魚類調査の概要として魚種別及び調査時期別の採捕個体数を示す。実験河川で採捕された魚介類は魚類5目8科27種、甲殻類1目3科3種であり、昨年度と比較するとヤリタナゴ、カワムツB型、アブラハヤ、ドンコ、ウキゴリの5種が新たに確認された。ただしこれらの内、アブラハヤとウキゴリを除く3種は1個体のみの採捕であった。河川別では全期を通しての確認魚種数は3河川ともそれほど大きな差はないが、調査時期別に見ると実験河川Aでは冬期に実験河川B・Cよりも大きく魚種数が減少している。

図4-2-3-2は河川別の採捕個体数変化を示したものである。個体数は8月と比較して9月に大きく増加している。これは9月の調査直前に東海豪雨により実験河川全体が冠水し、新境川から実験河川への魚介類の流入があったからと考えられる。その後11月までは高い値を保つが12月以降は3河川とも減少している。

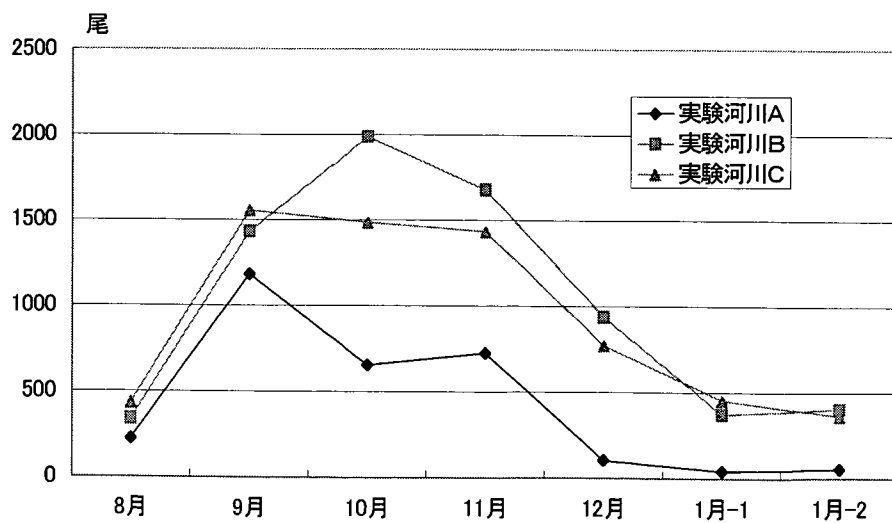


図4-2-3-2 河川別採捕個体数変化

表 4-2-3-2 生息魚類調査結果概要

| 目名        | 科名       | 種名                                                           | 学名                                              | 実録河川A |      |     |     |     |      |      |      | 実録河川B |      |      |      |     |      |      |      | 実録河川C |      |      |      |     |      |      |      | 総計    |   |
|-----------|----------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------|------|-----|-----|-----|------|------|------|-------|------|------|------|-----|------|------|------|-------|------|------|------|-----|------|------|------|-------|---|
|           |          |                                                              |                                                 | 8月    | 9月   | 10月 | 11月 | 12月 | 1月-1 | 1月-2 | 計    | 8月    | 9月   | 10月  | 11月  | 12月 | 1月-1 | 1月-2 | 計    | 8月    | 9月   | 10月  | 11月  | 12月 | 1月-1 | 1月-2 | 計    |       |   |
| ウナギ<br>コイ | ウナギ      | ウナギ                                                          | <i>Anguilla japonica</i> Temminck et Schlegel   |       |      |     | 1   |     |      |      |      |       |      |      |      |     |      |      |      | 2     |      |      |      | 1   |      |      | 3    | 4     |   |
|           | コイ       | オイカワ                                                         | <i>Zacco platypus</i>                           | 45    | 395  | 125 | 298 | 10  | 7    | 5    | 885  | 84    | 477  | 483  | 304  | 228 | 58   | 83   | 1717 | 54    | 602  | 287  | 223  | 228 | 156  | 83   | 1633 | 4235  |   |
|           |          | アブラハヤ                                                        | <i>Phoxinus lagowskii steindachneri</i> Sauvage |       |      | 7   | 5   | 1   |      |      | 13   |       |      |      | 1    | 2   |      |      | 3    |       | 3    |      | 2    | 1   |      | 2    | 11   | 27    |   |
|           |          | ウグイ                                                          | <i>Tribolodon hakonensis</i>                    | 3     | 10   | 1   | 1   |     |      |      | 15   | 11    | 13   | 11   | 5    | 4   |      |      | 44   | 2     | 1    | 3    |      | 6   |      |      | 12   | 71    |   |
|           |          | タモロコ                                                         | <i>Gnathopogon elongatus elongatus</i>          | 38    | 216  | 133 | 85  | 8   |      | 1    | 481  | 41    | 137  | 270  | 209  | 85  | 26   | 25   | 793  | 101   | 250  | 207  | 272  | 114 | 41   | 22   | 1007 | 2281  |   |
|           |          | モンゴ                                                          | <i>Pseudorasbora parva</i>                      | 1     | 4    | 16  | 4   |     |      |      | 25   | 2     | 24   | 48   | 44   | 23  | 6    | 2    | 149  | 3     | 13   | 23   | 19   | 6   | 1    | 1    | 66   | 240   |   |
|           |          | カマツカ                                                         | <i>Pseudogobio esocinus esocinus</i>            | 11    | 76   | 39  | 41  | 4   | 1    |      | 172  | 6     | 48   | 137  | 139  | 48  | 7    | 13   | 398  | 1     | 21   | 69   | 86   | 30  | 27   | 17   | 251  | 821   |   |
|           |          | カワムツ                                                         | <i>Zacco temminckii</i>                         |       |      |     |     |     |      |      |      |       |      |      |      |     |      |      |      |       |      |      | 1    |     |      |      | 1    | 1     |   |
|           |          | ツチフキ                                                         | <i>Abbottina rivularis</i>                      | 1     | 1    | 4   | 3   |     |      |      | 9    | 2     | 6    | 12   | 16   | 11  | 3    |      | 50   | 1     | 5    | 7    | 6    | 5   | 3    | 2    | 29   | 88    |   |
|           |          | ぜぜら                                                          | <i>Biwia zezera</i>                             |       |      |     | 1   |     |      |      | 1    |       |      |      |      |     |      |      |      |       |      |      |      |     |      |      |      | 1     | 1 |
|           |          | ニゴイ                                                          | <i>Hemibarbus barbus</i>                        | 8     | 80   | 12  | 7   |     |      |      | 107  | 8     | 76   | 199  | 81   | 29  | 1    |      | 394  | 6     | 72   | 153  | 97   | 50  | 2    | 1    | 381  | 882   |   |
|           |          | スゴモロコ類                                                       | <i>Squalidus</i> sp.                            |       |      | 15  | 8   | 7   |      |      | 30   | 3     | 36   | 17   | 25   | 5   | 6    |      | 92   | 1     | 17   | 3    | 14   |     |      |      | 35   | 157   |   |
|           |          | コイ                                                           | <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus                 | 3     | 11   | 5   | 1   |     |      |      | 20   | 20    | 72   | 63   | 50   | 18  | 6    | 3    | 232  | 43    | 42   | 35   | 23   | 20  | 2    | 4    | 169  | 421   |   |
|           |          | フナ類                                                          | <i>Carassius</i> sp.                            | 27    | 49   | 35  | 17  | 1   | 1    |      | 130  | 117   | 315  | 417  | 359  | 150 | 83   | 42   | 1483 | 135   | 203  | 198  | 189  | 89  | 59   | 57   | 930  | 2543  |   |
|           |          | カネヒラ                                                         | <i>Acheilognathus rhombus</i>                   |       |      | 8   |     |     |      |      | 8    |       |      | 4    | 3    |     |      |      | 7    |       | 1    | 1    |      |     |      |      | 2    | 17    |   |
|           | イチモンジタナゴ | <i>Acheilognathus cyanostigma</i> Jordan et Fowler           |                                                 |       |      |     |     |     |      |      |      | 1     |      | 9    | 2    | 3   | 1    | 16   |      | 6     | 1    | 4    | 1    |     | 1    | 13   | 29   |       |   |
|           | ヤリタナゴ    | <i>Tanakia lanceolata</i>                                    |                                                 |       |      |     |     |     |      |      |      | 1     |      |      |      |     |      | 1    |      |       |      |      |      |     |      |      | 1    | 1     |   |
| ドジョウ      | ドジョウ     | <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>                            | 1                                               | 9     | 30   | 45  | 20  | 3   | 17   | 125  |      | 17    | 16   | 34   | 43   | 42  | 60   | 212  | 10   | 15    | 39   | 50   | 42   | 47  | 46   | 249  | 586  |       |   |
|           | シマドジョウ類  | <i>Cobitis</i> sp.                                           | 12                                              | 58    | 39   | 42  |     |     | 1    | 152  | 8    | 94    | 83   | 217  | 167  | 55  | 93   | 717  | 19   | 77    | 98   | 127  | 41   | 30  | 35   | 427  | 1296 |       |   |
| ナマズ       | ナマズ      | <i>Silurus asotus</i> Linnaeus                               | 9                                               | 11    | 13   | 7   | 1   |     |      | 41   | 4    | 9     | 6    | 10   | 7    | 1   |      | 37   | 5    | 5     | 16   | 15   | 6    | 5   | 2    | 54   | 132  |       |   |
| サケ        | キュウリウオ   | <i>Plecoglossus altivelis altivelis</i> Temminck et Schlegel |                                                 |       |      | 20  |     |     |      | 20   |      |       |      |      |      |     |      | 50   | 1    |       | 70   | 62   | 8    | 1   | 1    | 199  | 324  |       |   |
| スズキ       | サンフィッシュ  | <i>Lepomis macrochirus</i> Rafinesque                        |                                                 |       | 54   | 20  |     |     | 1    | 75   |      | 3     | 24   | 17   | 1    |     | 5    | 57   | 9    | 15    | 21   | 13   | 13   | 1   | 3    | 75   | 146  |       |   |
|           | オオクチバス   | <i>Micropterus salmoides</i>                                 | 4                                               | 9     | 1    |     |     |     |      | 14   | 5    | 12    | 21   | 11   | 4    | 3   | 1    | 379  | 27   | 110   | 149  | 124  | 56   | 43  | 54   | 563  | 1518 |       |   |
| ハゼ        | ヨシノボリ類   | <i>Rhinogobius</i> sp.                                       | 61                                              | 163   | 118  | 133 | 49  | 25  | 27   | 576  | 23   | 66    | 117  | 75   | 44   | 31  | 23   | 379  | 27   | 110   | 149  | 124  | 56   | 43  | 54   | 563  | 1518 |       |   |
|           | ウキゴリ     | <i>Chaenogobius urotaenia</i>                                |                                                 |       |      |     |     |     |      |      |      |       | 1    | 1    | 2    |     | 1    | 5    |      | 1     |      |      |      |     |      | 1    | 6    |       |   |
|           | ドンコ      | <i>Odontobutis obscura obscura</i>                           |                                                 |       |      |     |     |     |      |      |      |       |      | 1    |      |     |      | 1    |      |       |      |      |      |     |      |      | 1    | 1     |   |
| タイワンドジョウ  | カムルチー    | <i>Channa argus</i>                                          |                                                 | 1     | 2    |     |     |     |      | 3    |      | 2     | 2    | 5    |      |     |      | 9    | 2    | 4     | 1    | 5    |      |     |      | 12   | 24   |       |   |
| エビ        | テナガエビ    | <i>Palaeomon paucidentis</i>                                 |                                                 |       |      | 1   | 1   |     |      | 2    |      |       | 2    | 2    |      |     |      | 4    |      |       |      |      |      |     |      |      | 6    | 6     |   |
|           | ザリガニ     | <i>Procambarus clarkii</i>                                   |                                                 | 4     | 24   | 31  | 8   | 5   | 3    | 75   | 4    | 20    | 54   | 60   | 65   | 40  | 53   | 296  | 9    | 29    | 97   | 98   | 51   | 34  | 34   | 352  | 723  |       |   |
|           | イワガニ     | <i>Eriocheir japonicus</i>                                   |                                                 | 1     | 2    |     | 2   | 1   |      | 6    |      |       | 3    | 3    |      | 1   |      | 7    | 3    | 6     | 7    | 7    | 2    | 1   |      | 26   | 39   |       |   |
| 出現魚種数     |          |                                                              |                                                 | 14    | 21   | 23  | 18  | 9   | 7    | 7    | 25   | 15    | 21   | 22   | 24   | 20  | 17   | 14   | 26   | 20    | 24   | 22   | 20   | 22  | 16   | 17   | 26   | 30    |   |
| 総計        |          |                                                              |                                                 | 224   | 1182 | 654 | 725 | 103 | 43   | 55   | 2986 | 338   | 1433 | 1989 | 1678 | 938 | 372  | 405  | 7153 | 434   | 1556 | 1488 | 1436 | 772 | 453  | 365  | 6504 | 16643 |   |

個体数の多い魚種上位5種とその他の種による種構成割合のグラフを図4-2-3-3に示す。これによると、3河川ともにオイカワが最も大きな割合を占め、タモロコの占める割合も同程度であるが、実験河川Aではヨシノボリ類が比較的大きな割合を占めるのに対し実験河川B・Cではフナ類、シマドジョウ類の比率が高くなっている。調査時期別では夏期はオイカワやタモロコのような遊泳魚が優占するのに対し、冬期は実験河川Aではヨシノボリ類、実験河川B・Cではシマドジョウ類のような底生魚が優占する。図ではその他に含めたが、ドジョウを加えるとその傾向はさらに顕著になる。その他特徴的なものとして、アユはほとんどが10月調査の実験河川Aにおいて採捕されており、降河・産卵時期のアユが実験河川に入り込んだことが伺われる。また、ニゴイは10～11月において一定の割合を占めるが、冬期にはほとんど見られなくなる。

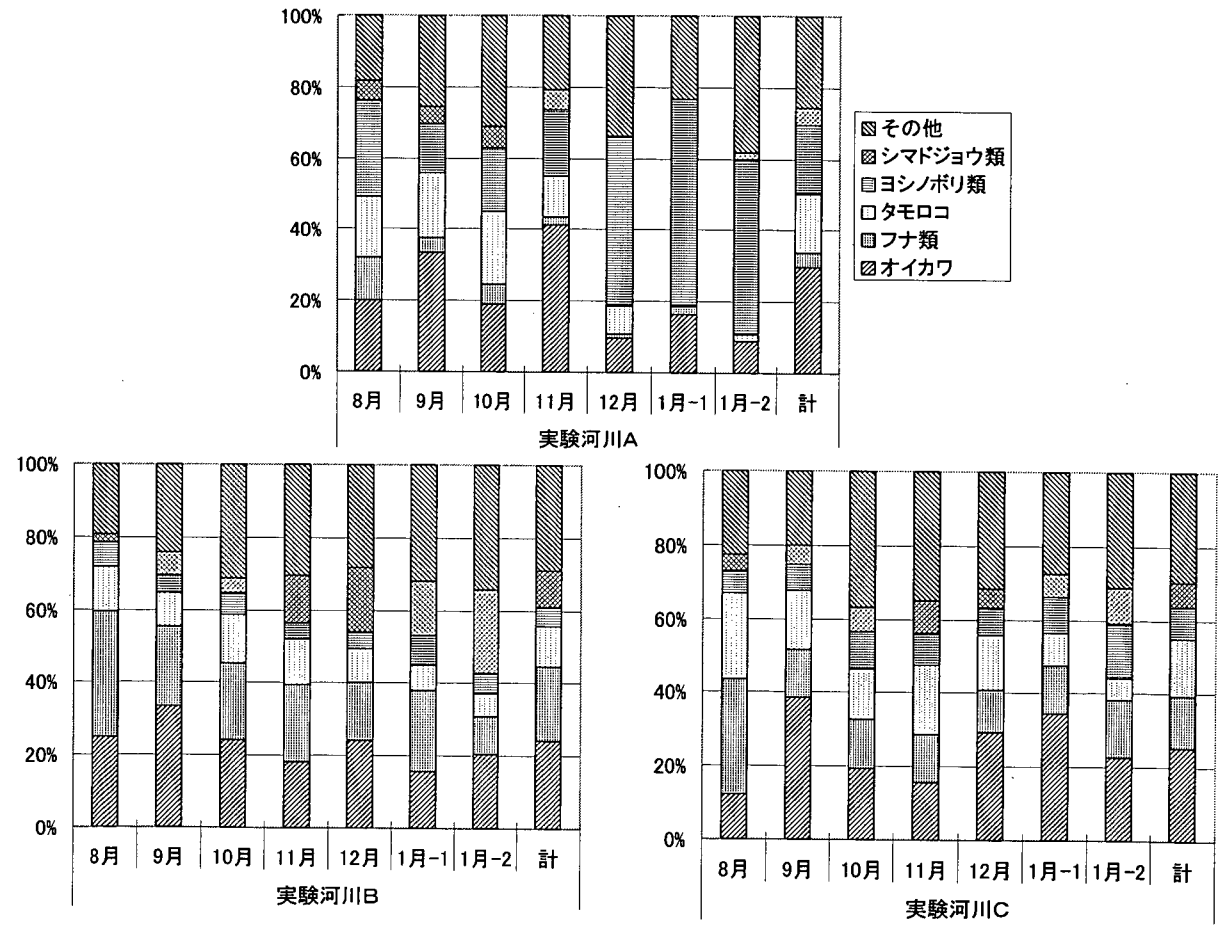


図 4-2-3-3 調査時期別種構成 (上位5種)

図 4-3-3-4 は比較的生息個体数の多かったオイカワ、フナ類、タモロコ、ヨシノボリ類、シマドジョウ類について河川別体長ヒストグラムを示した。オイカワはA、B河川では体長 20～30mmの個体が最も多くA河川では 12 月以降個体数が減少した。C河川では 11 月から 12 月にかけて、体長の大きい個体が一時的に増加するが、1 月になると体長 20～30mmの個体が増加した。フナ類はA河川の個体数が少ないため比較は困難であるが、B,C 河川における体長分布は、ほぼ同程度である。タモロコは、A河川では冬季に個体数が減少するが、河川別の体長分布は同程度である。ヨシノボリ類は、年間を通して河川別の体長分布に大きな差は見られなかった。シマドジョウ類は、B河川で 11 月以降 20～40mmの個体数が多く見られた。A河川では 12 月以降個体数が減少した。これら上位 5 種の河川別体長ヒストグラムを比較した結果、年間を通して体長分布に明瞭な変化が見られなかった。これは、実験河川の水深が浅いことによる水温の上昇や、東海豪雨による冠水、11 月に平常流量が 0.05 (m<sup>3</sup>/s) に減少した影響で、ある程度の体長になると新境川、木曽川へ移動したためと思われる。

調査区間別に生息密度を求めるため、調査区間を軸に取り単位面積当たり湿重量をプロットしたグラフを図 4-2-3-5 に示す。

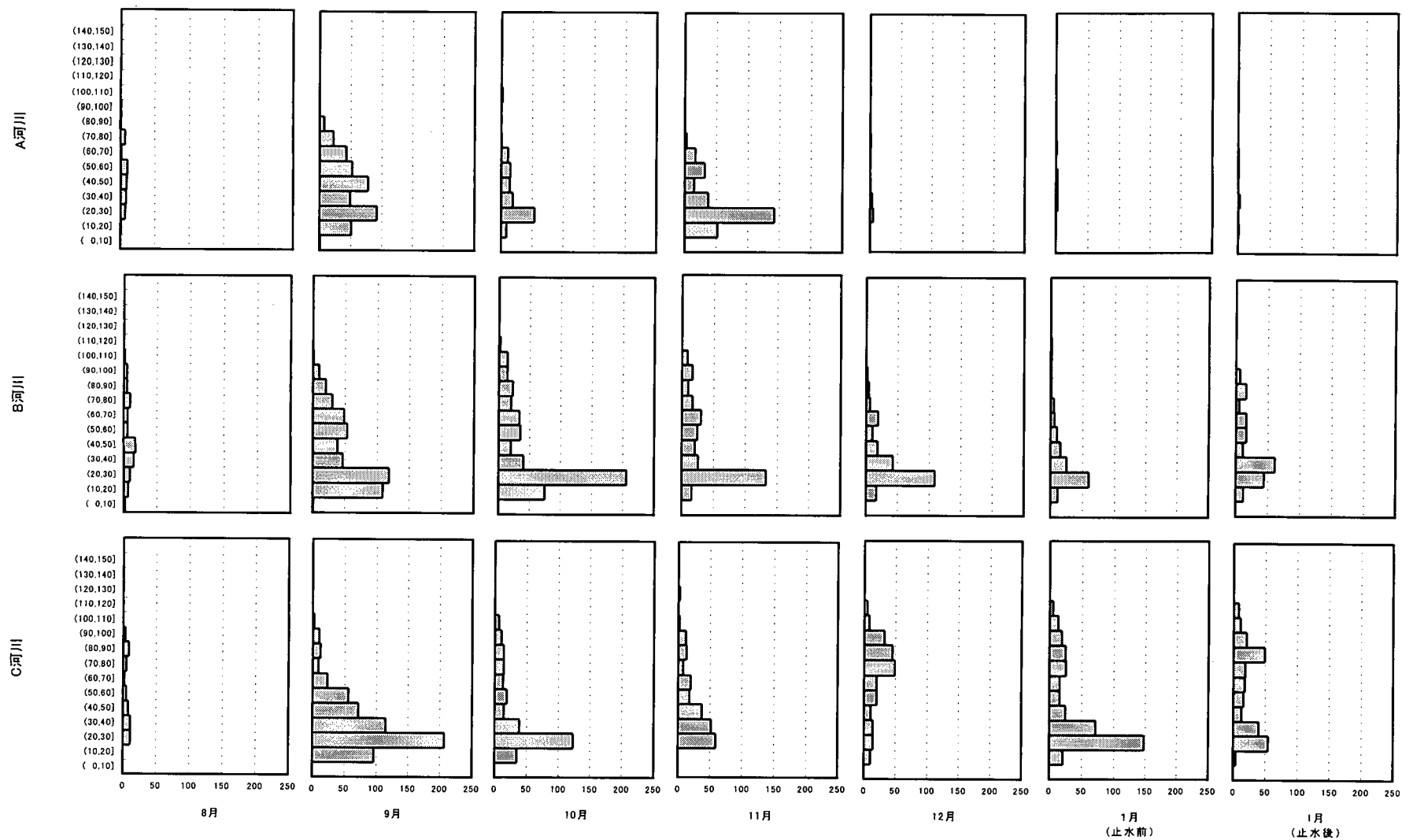


図 4-3-3-4 魚種別体長ヒストグラム季節変化 (オイカワ)

縦軸：体長(mm) 横軸：個体数

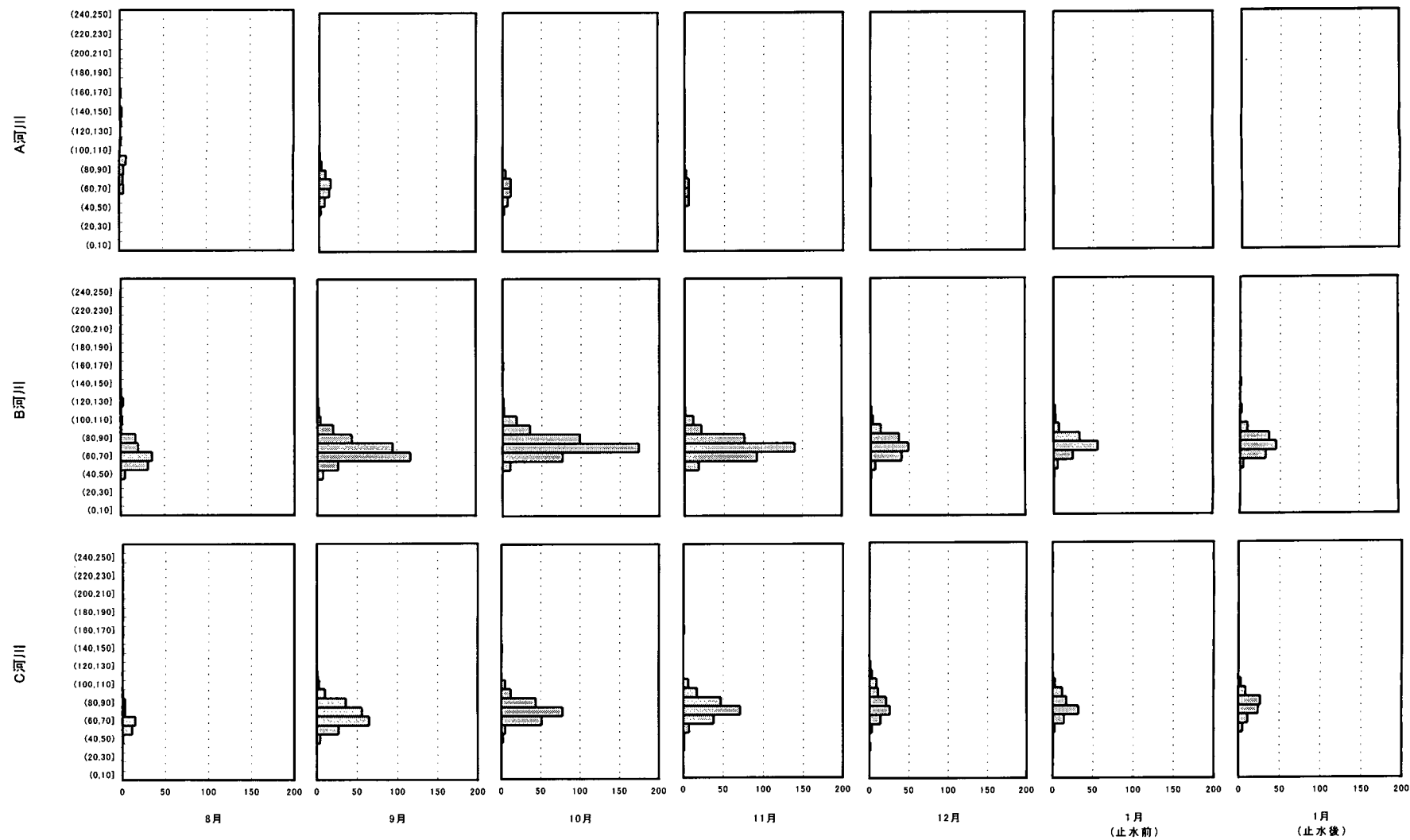


図 4-3-3-4 魚種別体長ヒストグラム季節変化 (フナ類)

縦軸：体長(mm) 横軸：個体数

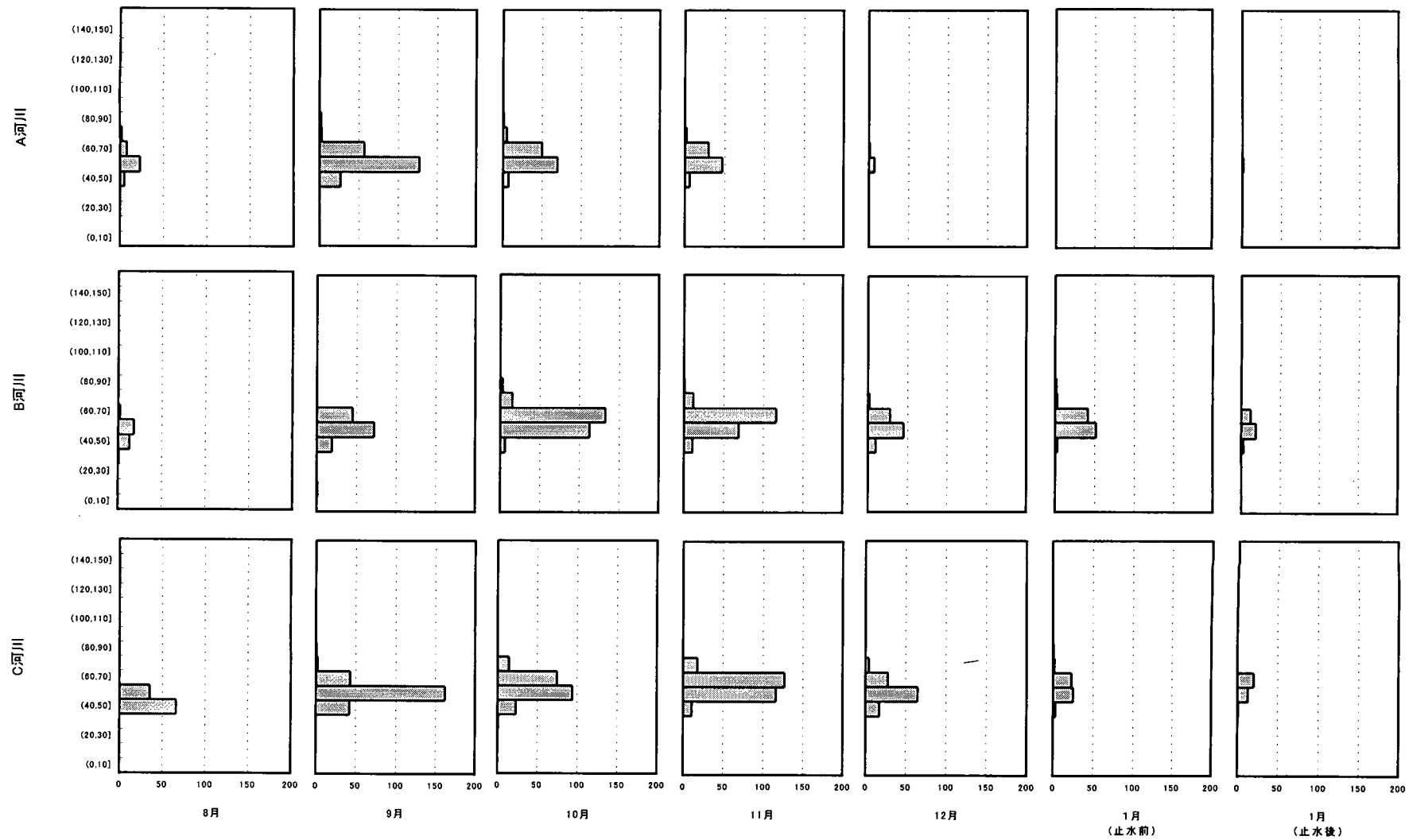


図 4-3-3-4 魚種別体長ヒストグラム季節変化 (タモロコ)

縦軸: 体長(mm) 横軸: 個体数

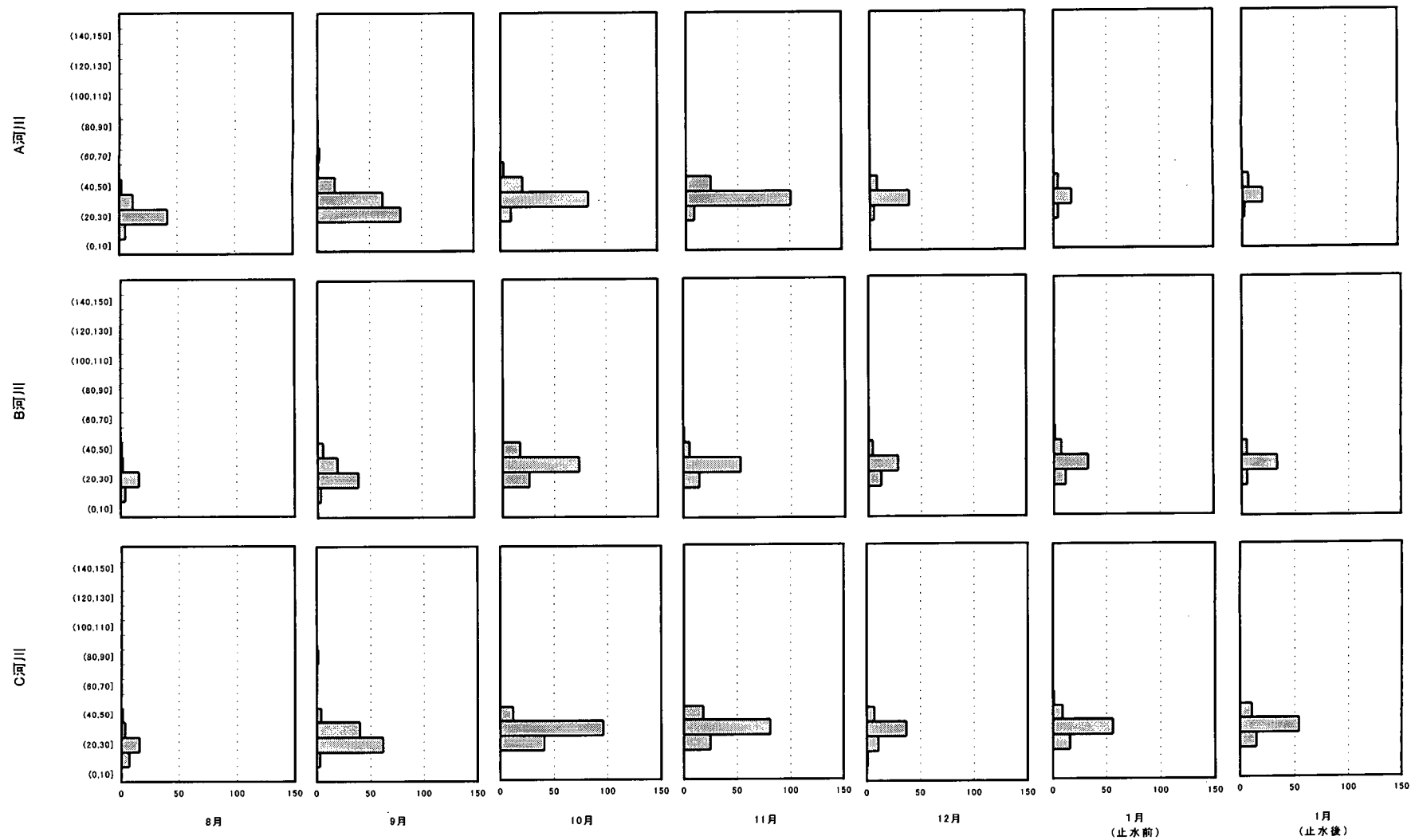


図 4-3-3-4 魚種別体長ヒストグラム季節変化 (ヨシノボリ類)

縦軸：体長(mm) 横軸：個体数

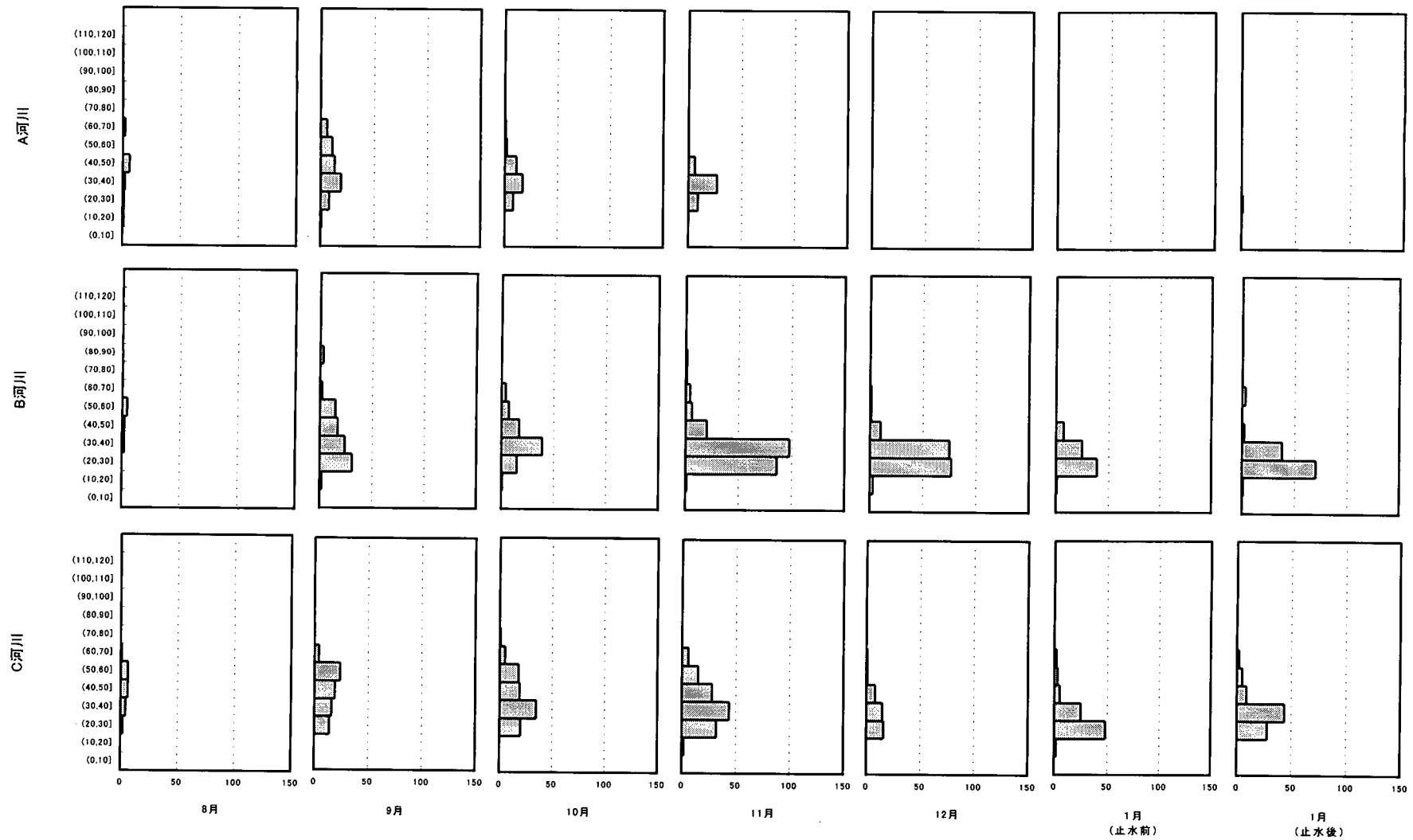


図 4-3-3-4 魚種別体長ヒストグラム季節変化 (シマドジョウ類)

縦軸：体長(mm) 横軸：個体数

表 4-2-3-3 各調査区間面積及び個体数と湿重量の状況 (1)

8月

| 8月        | A        |     |        |                         |                                  |                        | B        |     |        |                         |                                  |                        | C        |     |         |                         |                                  |                        |
|-----------|----------|-----|--------|-------------------------|----------------------------------|------------------------|----------|-----|--------|-------------------------|----------------------------------|------------------------|----------|-----|---------|-------------------------|----------------------------------|------------------------|
|           | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり<br>個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり<br>個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g)  | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり<br>個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) |
| 該当ゾーン     |          |     |        |                         |                                  |                        | B1       | 21  | 120.8  | 37.5                    | 0.56                             | 3.22                   | C1       | 14  | 110.7   | 37.5                    | 0.37                             | 2.95                   |
| 河岸開発      |          |     |        |                         |                                  |                        | B2       | 12  | 131.6  | 37.5                    | 0.32                             | 3.51                   | C2       | 13  | 490.1   | 37.5                    | 0.35                             | 13.07                  |
| 河岸開発      | A1       | 43  | 301.1  | 37.5                    | 1.15                             | 8.03                   | B3       | 14  | 72.4   | 37.5                    | 0.37                             | 1.93                   | C3       | 14  | 88      | 37.5                    | 0.37                             | 2.35                   |
| 河岸開発      | A2       | 45  | 137.3  | 37.5                    | 1.20                             | 3.66                   | B4       | 5   | 85.5   | 37.5                    | 0.13                             | 2.28                   | C4       | 10  | 67.9    | 37.5                    | 0.27                             | 1.81                   |
| バッファー     |          |     |        |                         |                                  |                        | B5       | 17  | 48.8   | 37.5                    | 0.45                             | 1.30                   | C5       | 14  | 94.1    | 37.5                    | 0.37                             | 2.51                   |
| ワンド(本川)   |          |     |        |                         |                                  |                        | B6       | 10  | 149.2  | 50                      | 0.20                             | 2.98                   | C6       | 1   | 4.3     | 50                      | 0.02                             | 0.09                   |
| ワンド       | A3       | 13  | 260.5  | 37.5                    | 0.35                             | 6.95                   | B7       | 12  | 88.2   | 37.5                    | 0.32                             | 2.35                   | C7       | 30  | 414.5   | 37.5                    | 0.80                             | 11.05                  |
| ワンド(本川)   |          |     |        |                         |                                  |                        | B8       | 10  | 239.5  | 50                      | 0.20                             | 4.79                   | C8       | 16  | 398.6   | 50                      | 0.32                             | 7.97                   |
| ワンド       | A4       | 22  | 300.7  | 37.5                    | 0.59                             | 8.02                   | B9       | 10  | 164.7  | 37.5                    | 0.27                             | 4.39                   | C9       | 19  | 155.7   | 37.5                    | 0.51                             | 4.15                   |
| 冠水頻度      | A5       | 2   | 4.7    | 37.5                    | 0.05                             | 0.13                   | B10      | 34  | 312.7  | 90                      | 0.38                             | 3.47                   | C10      | 46  | 1003.21 | 90                      | 0.51                             | 11.15                  |
| 自然河岸      |          |     |        |                         |                                  |                        | B11      | 30  | 481.8  | 90                      | 0.33                             | 5.35                   | C11      | 68  | 563.1   | 90                      | 0.76                             | 6.26                   |
| 自然河岸      | A6       | 6   | 96.3   | 37.5                    | 0.16                             | 2.57                   | B12      | 30  | 428.9  | 60                      | 0.50                             | 7.15                   | C12      | 38  | 213.3   | 60                      | 0.63                             | 3.56                   |
| バッファー     |          |     |        |                         |                                  |                        | B13      | 22  | 172.1  | 15                      | 1.47                             | 11.47                  | C13      | 19  | 98.7    | 15                      | 1.27                             | 6.58                   |
| ハビタット(淵)  |          |     |        |                         |                                  |                        | B14      | 25  | 122.4  | 10                      | 2.50                             | 12.24                  | C14      | 9   | 2572.3  | 10                      | 0.90                             | 257.23                 |
| ハビタット(早瀬) |          |     |        |                         |                                  |                        | B15      | 24  | 97.1   | 32.5                    | 0.74                             | 2.99                   | C15      | 22  | 121.6   | 32.5                    | 0.68                             | 3.74                   |
| ハビタット(平瀬) | A7       | 6   | 48.4   | 37.5                    | 0.16                             | 1.29                   | B16      | 17  | 194.7  | 15                      | 1.13                             | 12.98                  | C16      | 36  | 366.2   | 15                      | 2.40                             | 24.41                  |
| ハビタット(淵)  |          |     |        |                         |                                  |                        | B17      | 16  | 85.6   | 10                      | 1.60                             | 8.56                   | C17      | 27  | 143.9   | 10                      | 2.70                             | 14.39                  |
| ハビタット(早瀬) | A8       | 29  | 210.5  | 37.5                    | 0.77                             | 5.61                   | B18      | 29  | 286.6  | 32.5                    | 0.89                             | 8.82                   | C18      | 38  | 141.7   | 32.5                    | 1.17                             | 4.36                   |
| ハビタット(平瀬) | A9       | 58  | 187.9  | 37.5                    | 1.55                             | 5.01                   |          |     |        |                         |                                  |                        |          |     |         |                         |                                  |                        |

9月

| 9月        | A        |     |        |                         |                                  |                        | B        |     |        |                         |                                  |                        | C        |     |        |                         |                                  |                        |
|-----------|----------|-----|--------|-------------------------|----------------------------------|------------------------|----------|-----|--------|-------------------------|----------------------------------|------------------------|----------|-----|--------|-------------------------|----------------------------------|------------------------|
|           | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり<br>個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり<br>個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり<br>個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) |
| 河岸開発      |          |     |        |                         |                                  |                        | B1       | 11  | 30.6   | 37.5                    | 0.29                             | 0.82                   | C1       | 10  | 230.4  | 37.5                    | 0.27                             | 6.14                   |
| 河岸開発      | A1       | 117 | 262.5  | 37.5                    | 3.12                             | 7.00                   | B2       | 36  | 356.3  | 37.5                    | 0.96                             | 9.50                   | C2       | 25  | 289    | 37.5                    | 0.67                             | 7.71                   |
| 河岸開発      | A2       | 204 | 408.2  | 37.5                    | 5.44                             | 10.89                  | B3       | 57  | 670.3  | 37.5                    | 1.52                             | 17.87                  | C3       | 71  | 353.7  | 37.5                    | 1.89                             | 9.43                   |
| バッファー     |          |     |        |                         |                                  |                        | B4       | 20  | 66.4   | 37.5                    | 0.53                             | 1.77                   | C4       | 52  | 375.5  | 37.5                    | 1.39                             | 10.01                  |
| ワンド(本川)   |          |     |        |                         |                                  |                        | B5       | 45  | 238.9  | 37.5                    | 1.20                             | 6.37                   | C5       | 78  | 241.6  | 37.5                    | 2.08                             | 6.44                   |
| ワンド       | A3       | 45  | 561.1  | 37.5                    | 1.20                             | 14.96                  | B6       | 9   | 99.7   | 50                      | 0.18                             | 1.99                   | C6       | 17  | 360.3  | 50                      | 0.34                             | 7.21                   |
| ワンド(本川)   |          |     |        |                         |                                  |                        | B7       | 68  | 518.3  | 37.5                    | 1.81                             | 13.82                  | C7       | 37  | 334.9  | 37.5                    | 0.99                             | 8.93                   |
| ワンド       | A4       | 68  | 534.5  | 37.5                    | 1.81                             | 14.25                  | B8       | 32  | 389.8  | 50                      | 0.64                             | 7.80                   | C8       | 19  | 387.7  | 50                      | 0.38                             | 7.75                   |
| 冠水頻度      | A5       | 63  | 648.6  | 37.5                    | 1.68                             | 17.30                  | B9       | 69  | 567.8  | 37.5                    | 1.84                             | 15.14                  | C9       | 36  | 549.4  | 37.5                    | 0.96                             | 14.65                  |
| 自然河岸      |          |     |        |                         |                                  |                        | B10      | 113 | 1320.7 | 90                      | 1.26                             | 14.67                  | C10      | 117 | 2379   | 90                      | 1.30                             | 26.43                  |
| 自然河岸      | A6       | 26  | 172.1  | 37.5                    | 0.69                             | 4.59                   | B11      | 152 | 1929.1 | 90                      | 1.69                             | 21.43                  | C11      | 189 | 1029.6 | 90                      | 2.10                             | 11.44                  |
| バッファー     |          |     |        |                         |                                  |                        | B12      | 125 | 1007.8 | 60                      | 2.08                             | 16.80                  | C12      | 160 | 583.5  | 60                      | 2.67                             | 9.73                   |
| ハビタット(淵)  |          |     |        |                         |                                  |                        | B13      | 94  | 737    | 15                      | 6.27                             | 49.13                  | C13      | 38  | 480.1  | 15                      | 2.53                             | 32.01                  |
| ハビタット(早瀬) |          |     |        |                         |                                  |                        | B14      | 39  | 56     | 10                      | 3.90                             | 5.60                   | C14      | 55  | 629.9  | 10                      | 5.50                             | 62.99                  |
| ハビタット(平瀬) | A7       | 147 | 769.5  | 37.5                    | 3.92                             | 20.52                  | B15      | 158 | 621.8  | 32.5                    | 4.86                             | 19.13                  | C15      | 118 | 726.5  | 32.5                    | 3.63                             | 22.35                  |
| ハビタット(淵)  |          |     |        |                         |                                  |                        | B16      | 110 | 1288.4 | 15                      | 7.33                             | 85.89                  | C16      | 67  | 422.4  | 15                      | 4.47                             | 28.16                  |
| ハビタット(早瀬) | A8       | 286 | 830.9  | 37.5                    | 7.63                             | 22.16                  | B17      | 102 | 344.2  | 10                      | 10.20                            | 34.42                  | C17      | 169 | 114.9  | 10                      | 16.90                            | 11.49                  |
| ハビタット(平瀬) | A9       | 226 | 628.9  | 37.5                    | 6.03                             | 16.77                  | B18      | 193 | 1324.4 | 32.5                    | 5.94                             | 40.75                  | C18      | 298 | 762    | 32.5                    | 9.17                             | 23.45                  |

表 4-2-3-3 各調査区間面積及び個体数と湿重量の状況 (2)

10月

| 10月       | A        |     |        |                         |                       |                        | B        |     |        |                         |                       |                        | C        |     |        |                         |                       |                        |
|-----------|----------|-----|--------|-------------------------|-----------------------|------------------------|----------|-----|--------|-------------------------|-----------------------|------------------------|----------|-----|--------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|           | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり               |                        | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり               |                        | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり               |                        |
| 該当ゾーン     |          |     |        |                         | 個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) |          |     |        |                         | 個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) |          |     |        |                         | 個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) |
| 河岸開発      | A1       | 77  | 204    | 37.5                    | 2.05                  | 5.44                   | B1       | 26  | 471    | 37.5                    | 0.69                  | 12.56                  | C1       | 61  | 429.3  | 37.5                    | 1.63                  | 11.45                  |
| 河岸開発      |          | 53  | 89.3   | 37.5                    | 1.41                  | 2.38                   | B2       | 39  | 821.7  | 37.5                    | 1.04                  | 21.91                  | C2       | 61  | 374.8  | 37.5                    | 1.63                  | 9.99                   |
| 河岸開発      | A2       |     |        |                         |                       |                        | B3       | 75  | 536.1  | 37.5                    | 2.00                  | 14.30                  | C3       | 95  | 379.8  | 37.5                    | 2.53                  | 10.13                  |
| バッファー     |          |     |        |                         |                       |                        | B4       | 29  | 182    | 37.5                    | 0.77                  | 4.85                   | C4       | 56  | 407.3  | 37.5                    | 1.49                  | 10.86                  |
| ワンド(本川)   | A3       | 46  | 439.2  | 37.5                    | 1.23                  | 11.71                  | B5       | 45  | 427.5  | 37.5                    | 1.20                  | 11.40                  | C5       | 52  | 240.9  | 37.5                    | 1.39                  | 6.42                   |
| ワンド       |          |     |        |                         |                       |                        | B6       | 2   | 102.7  | 50                      | 0.04                  | 2.05                   | C6       | 21  | 588.5  | 50                      | 0.42                  | 11.77                  |
| ワンド(本川)   | A4       | 48  | 372.5  | 37.5                    | 1.28                  | 9.93                   | B7       | 34  | 523.9  | 37.5                    | 0.91                  | 13.97                  | C7       | 36  | 406.7  | 37.5                    | 0.96                  | 10.85                  |
| ワンド       |          | 49  | 392.6  | 37.5                    | 1.31                  | 10.47                  | B8       | 25  | 786    | 50                      | 0.50                  | 15.72                  | C8       | 15  | 773.4  | 50                      | 0.30                  | 15.47                  |
| 冠水頻度      | A5       |     |        |                         |                       |                        | B9       | 71  | 657.1  | 37.5                    | 1.89                  | 17.52                  | C9       | 87  | 870    | 37.5                    | 2.32                  | 23.20                  |
| 自然河岸      |          |     |        |                         |                       |                        | B10      | 237 | 2297   | 90                      | 2.63                  | 25.52                  | C10      | 74  | 767.9  | 90                      | 0.82                  | 8.53                   |
| 自然河岸      | A6       | 46  | 353.7  | 37.5                    | 1.23                  | 9.43                   | B11      | 139 | 1673.2 | 90                      | 1.54                  | 18.59                  | C11      | 171 | 1046   | 90                      | 1.90                  | 11.62                  |
| バッファー     |          |     |        |                         |                       |                        | B12      | 128 | 2135.2 | 60                      | 2.13                  | 35.59                  | C12      | 77  | 440    | 60                      | 1.28                  | 7.33                   |
| ハビタット(淵)  | A7       |     |        |                         |                       |                        | B13      | 119 | 1339.8 | 15                      | 7.93                  | 89.32                  | C13      | 128 | 1700.2 | 15                      | 8.53                  | 113.35                 |
| ハビタット(早瀬) |          | 129 | 1057   | 37.5                    | 3.44                  | 28.19                  | B14      | 132 | 380.5  | 10                      | 13.20                 | 38.05                  | C14      | 59  | 219.6  | 10                      | 5.90                  | 21.96                  |
| ハビタット(平瀬) | A8       |     |        |                         |                       |                        | B15      | 209 | 923.1  | 32.5                    | 6.43                  | 28.40                  | C15      | 64  | 566.1  | 32.5                    | 1.97                  | 17.42                  |
| ハビタット(淵)  |          | 97  | 329.7  | 37.5                    | 2.59                  | 8.79                   | B16      | 214 | 1681.5 | 15                      | 14.27                 | 112.10                 | C16      | 122 | 1539   | 15                      | 8.13                  | 102.60                 |
| ハビタット(早瀬) | A9       |     |        |                         |                       |                        | B17      | 143 | 821.9  | 10                      | 14.30                 | 82.19                  | C17      | 55  | 299.9  | 10                      | 5.50                  | 29.99                  |
| ハビタット(平瀬) |          | 109 | 307.1  | 37.5                    | 2.91                  | 8.19                   | B18      | 322 | 1804.8 | 32.5                    | 9.91                  | 55.53                  | C18      | 254 | 480.6  | 32.5                    | 7.82                  | 14.79                  |

11月

| 11月       | A        |     |        |                         |                       |                        | B        |     |        |                         |                       |                        | C        |     |         |                         |                       |                        |
|-----------|----------|-----|--------|-------------------------|-----------------------|------------------------|----------|-----|--------|-------------------------|-----------------------|------------------------|----------|-----|---------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|           | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり               |                        | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり               |                        | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g)  | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり               |                        |
| 該当ゾーン     |          |     |        |                         | 個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) |          |     |        |                         | 個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) |          |     |         |                         | 個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) |
| 河岸開発      | A1       | 105 | 246    | 37.5                    | 2.80                  | 6.56                   | B1       | 77  | 673.3  | 37.5                    | 2.05                  | 17.95                  | C1       | 133 | 857.6   | 37.5                    | 3.55                  | 22.87                  |
| 河岸開発      |          | 29  | 100.1  | 37.5                    | 0.77                  | 2.67                   | B2       | 68  | 567    | 37.5                    | 1.81                  | 15.12                  | C2       | 71  | 463.5   | 37.5                    | 1.89                  | 12.36                  |
| 河岸開発      | A2       |     |        |                         |                       |                        | B3       | 58  | 353    | 37.5                    | 1.55                  | 9.41                   | C3       | 60  | 273.4   | 37.5                    | 1.60                  | 7.29                   |
| バッファー     |          |     |        |                         |                       |                        | B4       | 41  | 190.1  | 37.5                    | 1.09                  | 5.07                   | C4       | 88  | 388     | 37.5                    | 2.35                  | 10.35                  |
| ワンド(本川)   | A3       | 33  | 186    | 37.5                    | 0.88                  | 4.96                   | B5       | 74  | 473.9  | 37.5                    | 1.97                  | 12.64                  | C5       | 55  | 245.7   | 37.5                    | 1.47                  | 6.55                   |
| ワンド       |          |     |        |                         |                       |                        | B6       | 6   | 113.7  | 50                      | 0.12                  | 2.27                   | C6       | 27  | 488.6   | 50                      | 0.54                  | 9.77                   |
| ワンド(本川)   | A4       | 42  | 318.9  | 37.5                    | 1.12                  | 8.50                   | B7       | 76  | 445.2  | 37.5                    | 2.03                  | 11.87                  | C7       | 49  | 408.7   | 37.5                    | 1.31                  | 10.90                  |
| ワンド       |          | 50  | 146.4  | 37.5                    | 1.33                  | 3.90                   | B8       | 27  | 1419.8 | 50                      | 0.54                  | 28.40                  | C8       | 32  | 745.9   | 50                      | 0.64                  | 14.92                  |
| 冠水頻度      | A5       |     |        |                         |                       |                        | B9       | 48  | 119    | 37.5                    | 1.28                  | 3.17                   | C9       | 73  | 570.3   | 37.5                    | 1.95                  | 15.21                  |
| 自然河岸      |          |     |        |                         |                       |                        | B10      | 227 | 1261   | 90                      | 2.52                  | 14.01                  | C10      | 68  | 318.3   | 90                      | 0.76                  | 3.54                   |
| 自然河岸      | A6       | 31  | 157.8  | 37.5                    | 0.83                  | 4.21                   | B11      | 158 | 1510.6 | 90                      | 1.76                  | 16.78                  | C11      | 159 | 1116.93 | 90                      | 1.77                  | 12.41                  |
| バッファー     |          |     |        |                         |                       |                        | B12      | 99  | 1667.1 | 60                      | 1.65                  | 27.79                  | C12      | 69  | 319.7   | 60                      | 1.15                  | 5.33                   |
| ハビタット(淵)  | A7       |     |        |                         |                       |                        | B13      | 197 | 1678.9 | 15                      | 13.13                 | 111.93                 | C13      | 127 | 1016.3  | 15                      | 8.47                  | 67.75                  |
| ハビタット(早瀬) |          | 199 | 99.4   | 37.5                    | 5.31                  | 2.65                   | B14      | 75  | 81.5   | 10                      | 7.50                  | 8.15                   | C14      | 41  | 138.43  | 10                      | 4.10                  | 13.84                  |
| ハビタット(平瀬) | A8       |     |        |                         |                       |                        | B15      | 113 | 1002.9 | 32.5                    | 3.48                  | 30.86                  | C15      | 71  | 340.9   | 32.5                    | 2.18                  | 10.49                  |
| ハビタット(淵)  |          | 161 | 349.5  | 37.5                    | 4.29                  | 9.32                   | B16      | 149 | 1036.5 | 15                      | 9.93                  | 69.10                  | C16      | 188 | 2501    | 15                      | 12.53                 | 166.73                 |
| ハビタット(早瀬) | A9       |     |        |                         |                       |                        | B17      | 37  | 223.2  | 10                      | 3.70                  | 22.32                  | C17      | 26  | 132.62  | 10                      | 2.60                  | 13.26                  |
| ハビタット(平瀬) |          | 75  | 172    | 37.5                    | 2.00                  | 4.59                   | B18      | 148 | 823.4  | 32.5                    | 4.55                  | 25.34                  | C18      | 99  | 113.3   | 32.5                    | 3.05                  | 3.49                   |

表 4-2-3-3 各調査区間面積及び個体数と湿重量の状況 (3)

12月

| 12月<br>該当ゾーン | A        |     |        |                         |                                  |                        | B        |     |        |                         |                                  |                        | C        |     |        |                         |                                  |                        |
|--------------|----------|-----|--------|-------------------------|----------------------------------|------------------------|----------|-----|--------|-------------------------|----------------------------------|------------------------|----------|-----|--------|-------------------------|----------------------------------|------------------------|
|              | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり<br>個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり<br>個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり<br>個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) |
| 河岸開発         |          |     |        |                         |                                  |                        | B1       | 22  | 59.8   | 37.5                    | 0.59                             | 1.59                   | C1       | 26  | 130    | 37.5                    | 0.69                             | 3.47                   |
| 河岸開発         | A1       | 10  | 15.6   | 37.5                    | 0.27                             | 0.42                   | B2       | 20  | 75     | 37.5                    | 0.53                             | 2.00                   | C2       | 19  | 61.2   | 37.5                    | 0.51                             | 1.63                   |
| 河岸開発         | A2       | 7   | 11.6   | 37.5                    | 0.19                             | 0.31                   | B3       | 5   | 5.9    | 37.5                    | 0.13                             | 0.16                   | C3       | 18  | 32.2   | 37.5                    | 0.48                             | 0.86                   |
| バッファー        |          |     |        |                         |                                  |                        | B4       | 9   | 29.3   | 37.5                    | 0.24                             | 0.78                   | C4       | 24  | 93.1   | 37.5                    | 0.64                             | 2.48                   |
| ワンド(本川)      |          |     |        |                         |                                  |                        | B5       | 18  | 425.7  | 37.5                    | 0.48                             | 11.35                  | C5       | 12  | 67.6   | 37.5                    | 0.32                             | 1.80                   |
| ワンド          | A3       | 9   | 31.1   | 37.5                    | 0.24                             | 0.83                   | B6       | 3   | 101.5  | 50                      | 0.06                             | 2.03                   | C6       | 6   | 218.2  | 50                      | 0.12                             | 4.36                   |
| ワンド(本川)      |          |     |        |                         |                                  |                        | B7       | 20  | 156    | 37.5                    | 0.53                             | 4.16                   | C7       | 12  | 132.5  | 37.5                    | 0.32                             | 3.53                   |
| ワンド          | A4       | 6   | 8.5    | 37.5                    | 0.16                             | 0.23                   | B8       | 55  | 799.5  | 50                      | 1.10                             | 15.99                  | C8       | 245 | 3535.2 | 50                      | 4.90                             | 70.70                  |
| 冠水頻度         | A5       | 7   | 75.1   | 37.5                    | 0.19                             | 2.00                   | B9       | 10  | 57     | 37.5                    | 0.27                             | 1.52                   | C9       | 11  | 19.8   | 37.5                    | 0.29                             | 0.53                   |
| 自然河岸         |          |     |        |                         |                                  |                        | B10      | 137 | 235.4  | 90                      | 1.52                             | 2.62                   | C10      | 26  | 333.1  | 90                      | 0.29                             | 3.70                   |
| 自然河岸         | A6       | 5   | 14.3   | 37.5                    | 0.13                             | 0.38                   | B11      | 184 | 578.1  | 90                      | 2.04                             | 6.42                   | C11      | 75  | 284.9  | 90                      | 0.83                             | 3.17                   |
| バッファー        |          |     |        |                         |                                  |                        | B12      | 155 | 1211.1 | 60                      | 2.58                             | 20.19                  | C12      | 26  | 176.1  | 60                      | 0.43                             | 2.94                   |
| ハビタット(淵)     |          |     |        |                         |                                  |                        | B13      | 103 | 680.9  | 15                      | 6.87                             | 45.39                  | C13      | 26  | 217.8  | 15                      | 1.73                             | 14.52                  |
| ハビタット(早瀬)    |          |     |        |                         |                                  |                        | B14      | 19  | 109.5  | 10                      | 1.90                             | 10.95                  | C14      | 1   | 9.5    | 10                      | 0.10                             | 0.95                   |
| ハビタット(平瀬)    | A7       | 15  | 34.6   | 37.5                    | 0.40                             | 0.92                   | B15      | 32  | 294.8  | 32.5                    | 0.98                             | 9.07                   | C15      | 28  | 134.1  | 32.5                    | 0.86                             | 4.13                   |
| ハビタット(淵)     |          |     |        |                         |                                  |                        | B16      | 68  | 230    | 15                      | 4.53                             | 15.33                  | C16      | 190 | 1769.8 | 15                      | 12.67                            | 117.99                 |
| ハビタット(早瀬)    | A8       | 11  | 25.7   | 37.5                    | 0.29                             | 0.69                   | B17      | 16  | 47.3   | 10                      | 1.60                             | 4.73                   | C17      | 11  | 29.3   | 10                      | 1.10                             | 2.93                   |
| ハビタット(平瀬)    | A9       | 33  | 56.8   | 37.5                    | 0.88                             | 1.51                   | B18      | 62  | 141.1  | 32.5                    | 1.91                             | 4.34                   | C18      | 16  | 49.8   | 32.5                    | 0.49                             | 1.53                   |

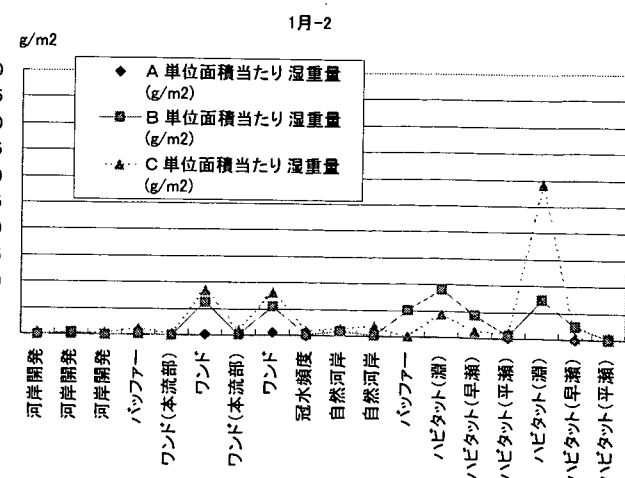
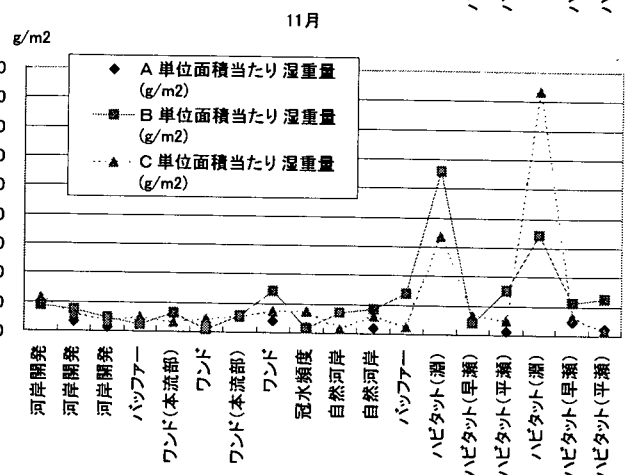
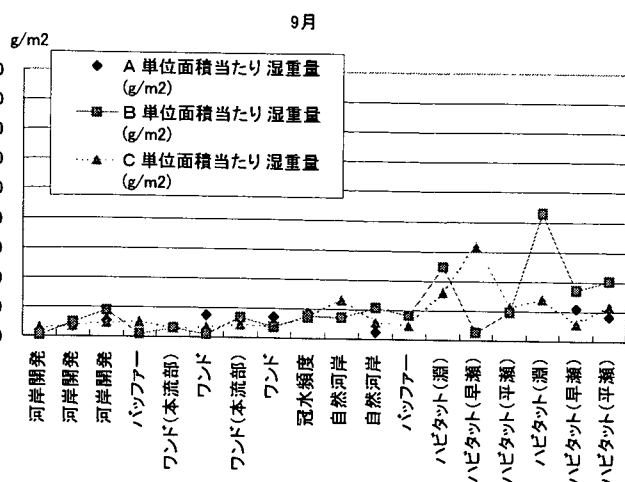
1月止水前

| 1月-1<br>該当ゾーン | A        |     |        |                         |                                  |                        | B        |     |        |                         |                                  |                        | C        |     |        |                         |                                  |                        |
|---------------|----------|-----|--------|-------------------------|----------------------------------|------------------------|----------|-----|--------|-------------------------|----------------------------------|------------------------|----------|-----|--------|-------------------------|----------------------------------|------------------------|
|               | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり<br>個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり<br>個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり<br>個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) |
| 河岸開発          |          |     |        |                         |                                  |                        | B1       | 13  | 38.2   | 37.5                    | 0.35                             | 1.02                   | C1       | 8   | 28.8   | 37.5                    | 0.21                             | 0.77                   |
| 河岸開発          | A1       | 4   | 4.5    | 37.5                    | 0.11                             | 0.12                   | B2       | 4   | 7.6    | 37.5                    | 0.11                             | 0.20                   | C2       | 3   | 9.8    | 37.5                    | 0.08                             | 0.26                   |
| 河岸開発          | A2       | 10  | 9.2    | 37.5                    | 0.27                             | 0.25                   | B3       | 5   | 5.3    | 37.5                    | 0.13                             | 0.14                   | C3       | 4   | 6.7    | 37.5                    | 0.11                             | 0.18                   |
| バッファー         |          |     |        |                         |                                  |                        | B4       | 16  | 67.1   | 37.5                    | 0.43                             | 1.79                   | C4       | 17  | 37     | 37.5                    | 0.45                             | 0.99                   |
| ワンド(本川)       |          |     |        |                         |                                  |                        | B5       | 10  | 36.9   | 37.5                    | 0.27                             | 0.98                   | C5       | 5   | 20.3   | 37.5                    | 0.13                             | 0.54                   |
| ワンド           | A3       | 3   | 8.2    | 37.5                    | 0.08                             | 0.22                   | B6       | 12  | 436.4  | 50                      | 0.24                             | 8.73                   | C6       | 9   | 171.4  | 50                      | 0.18                             | 3.43                   |
| ワンド(本川)       |          |     |        |                         |                                  |                        | B7       | 1   | 2.6    | 37.5                    | 0.03                             | 0.07                   | C7       | 4   | 16.7   | 37.5                    | 0.11                             | 0.45                   |
| ワンド           | A4       |     |        | 37.5                    | 0.00                             | 0.00                   | B8       | 28  | 278.4  | 50                      | 0.56                             | 5.57                   | C8       | 23  | 118    | 50                      | 0.46                             | 2.36                   |
| 冠水頻度          | A5       | 4   | 15.8   | 37.5                    | 0.11                             | 0.42                   | B9       | 5   | 14.3   | 37.5                    | 0.13                             | 0.38                   | C9       | 4   | 4.1    | 37.5                    | 0.11                             | 0.11                   |
| 自然河岸          |          |     |        |                         |                                  |                        | B10      | 50  | 49.9   | 90                      | 0.56                             | 0.55                   | C10      | 71  | 205.8  | 90                      | 0.79                             | 2.29                   |
| 自然河岸          | A6       | 5   | 30.5   | 37.5                    | 0.13                             | 0.81                   | B11      | 5   | 23.3   | 90                      | 0.06                             | 0.26                   | C11      | 53  | 301.5  | 90                      | 0.59                             | 3.35                   |
| バッファー         |          |     |        |                         |                                  |                        | B12      | 92  | 797    | 60                      | 1.53                             | 13.28                  | C12      | 6   | 29     | 60                      | 0.10                             | 0.48                   |
| ハビタット(淵)      |          |     |        |                         |                                  |                        | B13      | 91  | 456.3  | 15                      | 6.07                             | 30.42                  | C13      | 100 | 194.6  | 15                      | 6.67                             | 12.97                  |
| ハビタット(早瀬)     |          |     |        |                         |                                  |                        | B14      | 3   | 11.9   | 10                      | 0.30                             | 1.19                   | C14      | 3   | 39.5   | 10                      | 0.30                             | 3.95                   |
| ハビタット(平瀬)     | A7       | 6   | 8.4    | 37.5                    | 0.16                             | 0.22                   | B15      | 11  | 103.4  | 32.5                    | 0.34                             | 3.18                   | C15      | 14  | 95.7   | 32.5                    | 0.43                             | 2.94                   |
| ハビタット(淵)      |          |     |        |                         |                                  |                        | B16      | 19  | 18.7   | 15                      | 1.27                             | 1.25                   | C16      | 125 | 577.6  | 15                      | 8.33                             | 38.51                  |
| ハビタット(早瀬)     | A8       | 2   | 7.1    | 37.5                    | 0.05                             | 0.19                   | B17      | 4   | 6.3    | 10                      | 0.40                             | 0.63                   | C17      | 1   | 5.4    | 10                      | 0.10                             | 0.54                   |
| ハビタット(平瀬)     | A9       | 9   | 11.7   | 37.5                    | 0.24                             | 0.31                   | B18      | 3   | 16     | 32.5                    | 0.09                             | 0.49                   | C18      | 3   | 20.7   | 32.5                    | 0.09                             | 0.64                   |

表 4-2-3-3 各調査区間面積及び個体数と湿重量の状況 (4)

1 月止水後

| 1月-2      | A        |     |        |                         |                       |                        | B        |     |        |                         |                       |                        | C        |     |        |                         |                       |                        |
|-----------|----------|-----|--------|-------------------------|-----------------------|------------------------|----------|-----|--------|-------------------------|-----------------------|------------------------|----------|-----|--------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| 該当ゾーン     | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり               |                        | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり               |                        | 調査<br>区間 | 個体数 | 湿重量(g) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 単位面積当たり               |                        |
|           |          |     |        |                         | 個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) |          |     |        |                         | 個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) |          |     |        |                         | 個体数(/m <sup>2</sup> ) | 湿重量(g/m <sup>2</sup> ) |
| 河岸開発      |          |     |        |                         |                       |                        | B1       | 3   | 1.5    | 37.5                    | 0.08                  | 0.04                   | C1       | 14  | 19.4   | 37.5                    | 0.37                  | 0.52                   |
| 河岸開発      | A1       | 8   | 6.7    | 37.5                    | 0.21                  | 0.18                   | B2       | 3   | 10.9   | 37.5                    | 0.08                  | 0.29                   | C2       | 2   | 4.4    | 37.5                    | 0.05                  | 0.12                   |
| 河岸開発      | A2       | 7   | 8.4    | 37.5                    | 0.19                  | 0.22                   | B3       |     |        | 37.5                    | 0.00                  | 0.00                   | C3       | 3   | 12.3   | 37.5                    | 0.08                  | 0.33                   |
| バッファー     |          |     |        |                         |                       |                        | B4       | 4   | 4.8    | 37.5                    | 0.11                  | 0.13                   | C4       | 12  | 49     | 37.5                    | 0.32                  | 1.31                   |
| ワンド(本川)   |          |     |        |                         |                       |                        | B5       | 3   | 2      | 37.5                    | 0.08                  | 0.05                   | C5       | 5   | 14.9   | 37.5                    | 0.13                  | 0.40                   |
| ワンド       | A3       | 4   | 10.4   | 37.5                    | 0.11                  | 0.28                   | B6       | 15  | 308.5  | 50                      | 0.30                  | 6.17                   | C6       | 20  | 429.3  | 50                      | 0.40                  | 8.59                   |
| ワンド(本川)   |          |     |        |                         |                       |                        | B7       | 2   | 5.8    | 37.5                    | 0.05                  | 0.15                   | C7       | 5   | 35.6   | 37.5                    | 0.13                  | 0.95                   |
| ワンド       | A4       | 6   | 23.6   | 37.5                    | 0.16                  | 0.63                   | B8       | 13  | 273.5  | 50                      | 0.26                  | 5.47                   | C8       | 31  | 403.8  | 50                      | 0.62                  | 8.08                   |
| 冠水頻度      | A5       | 4   | 1.6    | 37.5                    | 0.11                  | 0.04                   | B9       | 2   | 3.7    | 37.5                    | 0.05                  | 0.10                   | C9       | 7   | 38.9   | 37.5                    | 0.19                  | 1.04                   |
| 自然河岸      |          |     |        |                         |                       |                        | B10      | 151 | 89.34  | 90                      | 1.68                  | 0.99                   | C10      | 54  | 129    | 90                      | 0.60                  | 1.43                   |
| 自然河岸      | A6       | 9   | 18.2   | 37.5                    | 0.24                  | 0.49                   | B11      | 9   | 17.7   | 90                      | 0.10                  | 0.20                   | C11      | 68  | 163.3  | 90                      | 0.76                  | 1.81                   |
| バッファー     |          |     |        |                         |                       |                        | B12      | 82  | 304.1  | 60                      | 1.37                  | 5.07                   | C12      | 12  | 14.2   | 60                      | 0.20                  | 0.24                   |
| ハビタット(淵)  |          |     |        |                         |                       |                        | B13      | 60  | 136.93 | 15                      | 4.00                  | 9.13                   | C13      | 34  | 65.4   | 15                      | 2.27                  | 4.36                   |
| ハビタット(早瀬) |          |     |        |                         |                       |                        | B14      | 13  | 43.2   | 10                      | 1.30                  | 4.32                   | C14      | 6   | 12.7   | 10                      | 0.60                  | 1.27                   |
| ハビタット(平瀬) | A7       | 6   | 9.4    | 37.5                    | 0.16                  | 0.25                   | B15      | 8   | 17.4   | 32.5                    | 0.25                  | 0.54                   | C15      | 14  | 39.1   | 32.5                    | 0.43                  | 1.20                   |
| ハビタット(淵)  |          |     |        |                         |                       |                        | B16      | 33  | 111.1  | 15                      | 2.20                  | 7.41                   | C16      | 69  | 436.73 | 15                      | 4.60                  | 29.12                  |
| ハビタット(早瀬) | A8       |     |        | 37.5                    | 0.00                  | 0.00                   | B17      | 2   | 24     | 10                      | 0.20                  | 2.40                   | C17      | 8   | 3.4    | 10                      | 0.80                  | 0.34                   |
| ハビタット(平瀬) | A9       | 11  | 16.4   | 37.5                    | 0.29                  | 0.44                   | B18      | 2   | 4.3    | 32.5                    | 0.06                  | 0.13                   | C18      | 1   | 0.9    | 32.5                    | 0.03                  | 0.03                   |



湿重量のグラフで 8 月の C14 (ハビタット (早瀬)) で非常に大きな値を示しているのは、この地点で特大個体 (カムルチー : 2408g) が採捕されたためである。調査ではこの他の特大個体として 9 月に C10 (自然河岸) で 1157.5g のカムルチーが採捕されているが、そのほかの個体は概ね 250g 以下となっている。単位面積当たりの湿重量は 9~11 月の生息量が最も多い時期では実験河川全体で 20g/m<sup>2</sup> 程度、ハビタット研究ゾーンで 40~100g/m<sup>2</sup> 程度であり、12 月以降の冬期はワンドやハビタットゾーンの淵で 10~20g/m<sup>2</sup> 程度ある以外はほとんど 0 となっている。河川間の差異は順番が入れ替わっている部分も多くこの結果からはどの河川の値が大きいか判断するのは困難である。

#### (4) 考察

##### ①実験河川の魚介類生息状況について

今年度の生息魚類調査では、基本的に昨年度の調査方法を踏襲し、調査区間の設定や採捕回数等も年間を通じて同一としたため、調査時期間の結果の比較を行う上では問題はないといえる。ただし、8月以降しか調査を行っておらず、春～夏期の魚介類の遡上・産卵時期の調査を実施することができなかったため、今後は年間を通じて定期的な調査を行うことが必要である。

結果を昨年度と比較すると、魚種は昨年度確認されたものに加えて5種が新たに確認され、昨年度に引き続き実験河川に魚類が順調に移入・定着していることが伺われる。木曽川から実験河川への魚介類の遡上経路にあたる新境川においては、昨年度冬期に河床も含めた河道全体にわたる護岸設置工事が行われているが、今年度の結果からはこうした工事についても魚介類の遡上に構造的な影響を与えるものではなかったことが推測される。

採捕個体数の変化から、8月から9月にかけて大きな伸びを示しているのは直前の東海豪雨による冠水に伴い魚介類が流入したことが主な原因だと考えられる。これは、現在水の循環を行っていない隣接する実験池においてもその後大型のフナやコイが確認されていることから推測できる。ただし、昨年度の結果においても8月はその前後と比較して若干少ない採捕数となっており、実験河川のような比較的水深の浅い中小河川では水温の上昇が魚類の生息に影響を与えている可能性も考えられる。

単位面積当たり湿重量の結果によれば、湿重量はハビタット研究ゾーンの特に淵で大きく、その他のゾーンでは小さな値となっている。また、12月以降はハビタットの淵とともにワンドでも大きな値となっており、その他の区間がほとんど0であることから、冬期においてはこれら水深の大きな空間が魚介類の主要なハビタットとなっているといえる。実験河川Aにはこのような部分がほとんど存在しないため、全体の個体数も実験河川B・Cに比べて大幅に少なくなっている。

##### ②各実験河川の生息量の推定

昨年度の生息魚類調査は、時期により今年度調査と調査区間が異なるため、個体数や湿重量を単純に比較することは不可能である。また、実験河川Aと実験河川B・Cでは調査区間の数や面積が異なるため河川間の比較をすることも難しい。そこで、調査結果から得られた単位面積当たり湿重量を利用して河川ごとの総湿重量を推定し、これをもとに比較を行う。推定における仮定として、各ゾーンのハビタットの特性は同質であるとし、単位面積当たり湿重量がそのゾーン内の調査区間における値と等しいものとする。実験河川Aはコンクリート護岸設置区間と非設置区間に、実験河川B・Cは研究ゾーンごと（ワンド研究ゾーンはワンド部と本流部、ハビタット研究ゾーンは淵・早瀬・平瀬）に分類し、各ゾーン内の調査区間の単位面積当たり湿重量とゾーン面積を掛け合わせて推定する。

推定結果を図4-2-3-5に示す。実験河川Bの平成12年8月の結果を除けば、河川間では実験河川Aより実験河川B・Cの値が大きく、年度間では平成11年度より平成12年度の方が大きく、調査時期間の大小関係は10月>8月>12月となっている。平成11年度と平成12年度の比率は、実験河川Aで3時期とも1.5倍程度であるのに対し、実験河川B・Cでは8月と10月は最大で2.5倍であるが12月は6～8倍となっており、特に冬期の増加が目立っている。実験河川BとCでは昨年度末に自然河岸研究ゾーンにおいて

復元工法を実施し、水深が浅くて単調だった区間に瀬や深み等の多様な環境が創出された。実験河川全体の昨年度から今年度にかけての増加は実験河川Aの結果から概ね 1.5 倍程度と考えられ、実験河川Cの 8 月と 10 月では同程度の伸び率となっていることから、今回設置した復元工法は特に冬期の魚介類の生息に有効な役割を果たしていると考えられる。ただし、ここで示した分だけでは十分なケース数をおさえているとはいえず、実験河川Bの平成 12 年 8 月のように逆転している値もあるので、復元工法の効果を評価するためにはさらに様々な場合のデータによる検証が必要である。

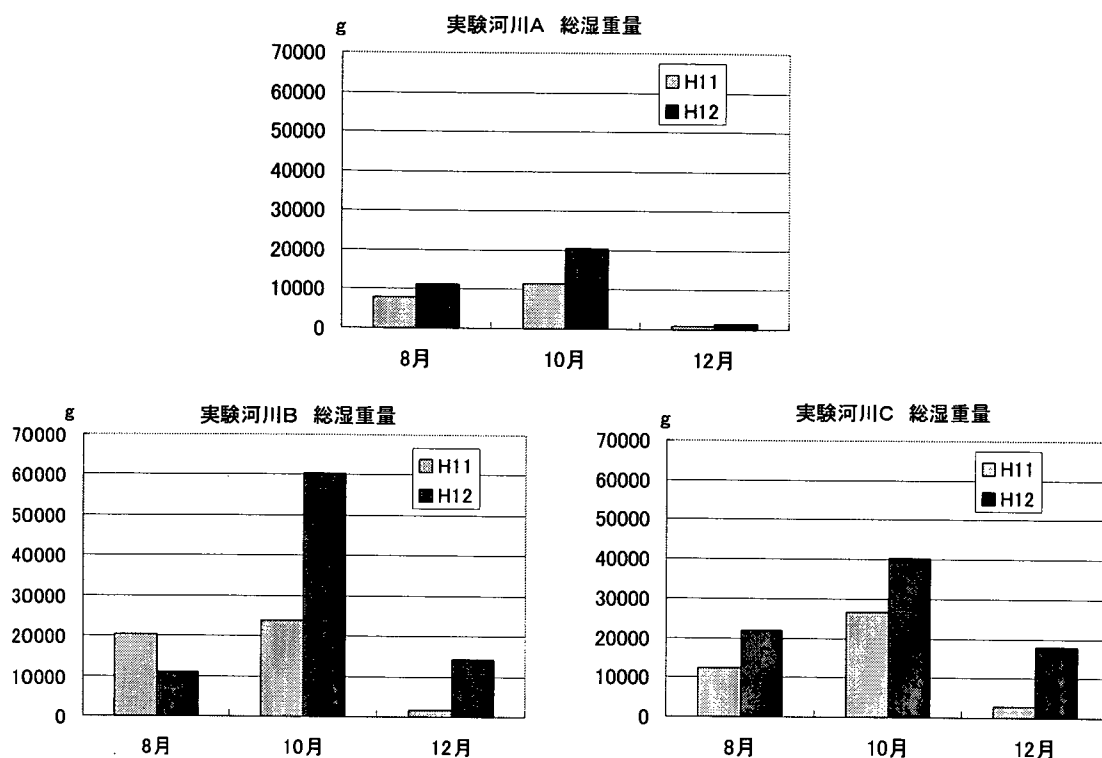


図 4-2-3-6 各河川総湿重量推定結果

### ③実験河川BとCの比較

今年度の研究目的である、流量変動の有無による魚類への影響を評価するため、実験河川BとCの生息魚類調査の結果を用いて検定を行った。使用したデータは採捕個体数上位の優占 5 魚種（オイカワ、フナ類、タモロコ、ヨシノボリ類、シマドジョウ類）の湿重量である。検定は、魚種ごとに河川と研究ゾーンを要因とする二元配置分散分析及びを行い、Scheffé's F 検定により有意水準 5%で群間の多重比較を行った。この際、魚種により実験河川B・C両方で個体が採捕されなかったゾーンは分析表から除いてある。検定結果を表 4-2-3-3 に示す。この結果、オイカワ、タモロコ、シマドジョウ類について実験河川B・C間に有意差があると判定された。ただし、オイカワとタモロコについては要因間の交互作用が存在するため、このまま単純にB・C間の有意差を認めることができない。そこで、要因の全ての組み合わせについて一元配置分散分析を行った結果を表 4-2-3-4 に示す。実験河川BとCを比較する観点から対応するゾー

ン間についてみると、オイカワでは冠水頻度研究ゾーン間、タモロコではハビタット研究ゾーン間で有意差があると判定された。すなわち、シマドジョウ類は実験河川C、冠水頻度ゾーンのオイカワは実験河川C、ハビタットゾーンのタモロコは実験河川Bの方が湿重量が大きいという結果となった。

流量変動の有無が魚介類の生息環境に与える影響としては、以下のようなものが考えられる。出水がある場合は河床・礫間に堆積した土砂がフラッシュされるが、出水がない場合はその作用がないため河床には砂泥が堆積し礫間は目詰まりした状態になる。これは魚介類の直接的な生息場所の差異になるとともに、浄化作用の面で水質にも影響を与える要因となる。また、出水により水草は切れて流され、それが下流で定着し結果的に河川全体で分布を拡大する。水位変動が起こるとワンドのような一時的水域と本流部分との間で水や物質の交換が行われ、魚も避難場所としてワンドを利用する。出水自体が呼び水となり魚類の遡上を促すことも考えられる。これらの影響と今回の検定結果との因果関係を考察すると、冠水頻度ゾーンで実験河川Cの方がオイカワの湿重量が大きいことは、実験河川Bに比べて水草が繁茂しており隠れ場所などに利用することができたからと推測することができる。しかしその他の差異については、砂泥質の河底に生息するシマドジョウはむしろ実験河川Bの方を選好するとも考えられ、合理的な説明を与えることが難しい。

今回の生息魚類調査の結果では実験河川BとCで有意な差が認められたのはごく一部の種、ゾーンについてであり、それも明瞭な因果関係が認められるものではなかった。また、湿重量以外のいくつかの変数を用いて検定を行った場合も、有意な差は認められなかった。従って、今回の結果から直ちに流量変動の有無が魚介類の生息に影響を与えると結論づけるのは現段階では困難である。今年度は前述のように8月以降しか調査を実施していない上、9月には東海豪雨による洪水で実験河川が冠水したため、仮に流量変動有無の差異が現れていたとしてもその時点でもかなりの部分がリセットされたり、新たな要因が入り込んだりしてしまった可能性がある。来年度はこれらの点を踏まえて調査時期・調査方法を改善し、流量変動の有無が魚介類に与える影響について引き続き分析することが必要である。

オキカワ

分散分析: 繰り返しのある二元配置

|         | データ数 | 平均値      | 不偏分散     | 標準偏差     | 標準誤差     |
|---------|------|----------|----------|----------|----------|
| B.河津開発  | 60   | 3.688333 | 12.6319  | 3.554138 | 0.458837 |
| B.ワンド   | 46   | 6.786957 | 22.79671 | 4.774591 | 0.703975 |
| B.沼水橋   | 21   | 2.409524 | 1.494905 | 1.222663 | 0.266807 |
| B.自然河岸  | 296  | 3.342703 | 21.32117 | 4.617465 | 0.288386 |
| C.河津開発  | 104  | 1.273187 | 6.812203 | 2.57142  | 0.079431 |
| C.ワンド   | 104  | 2.244231 | 3.710462 | 1.926253 | 0.188885 |
| C.沼水橋   | 12   | 0.666667 | 20.0606  | 4.475516 | 1.293125 |
| C.自然河岸  | 236  | 2.372458 | 16.06192 | 4.007732 | 0.260881 |
| C.ハビタット | 892  | 1.133408 | 6.935805 | 2.633554 | 0.088178 |
| B       | 1471 | 1.976778 | 11.78834 | 3.433415 | 0.08952  |
| C       | 1462 | 2.365595 | 14.99218 | 3.833035 | 0.100246 |
| 河津開発    | 164  | 2.772561 | 7.403721 | 2.720978 | 0.121473 |
| ワンド     | 264  | 7.081818 | 19.82993 | 4.453081 | 0.274068 |
| 沼水橋     | 33   | 4.466667 | 15.46917 | 3.933086 | 0.684662 |
| 自然河岸    | 532  | 2.912293 | 19.18627 | 4.380213 | 0.188906 |
| ハビタット   | 1940 | 1.208918 | 6.782257 | 2.600434 | 0.05904  |
| 合計      | 2933 | 2.17059  | 13.26908 | 3.642675 | 0.067281 |

分散分析表

| 変動要因 | 偏差平方和    | 自由度  | 平均平方     | F値       | P値       | F(0.95)  |
|------|----------|------|----------|----------|----------|----------|
| 全変動  | 38904.95 | 2932 |          |          |          |          |
| 行間変動 | 110.8509 | 1    | 110.8509 | 10.88896 | 0.000979 | 3.844633 |
| 列間変動 | 8630.5   | 4    | 2157.625 | 211.9526 | 7.4E-160 | 2.374975 |
| 交互作用 | 408.1853 | 4    | 102.0463 | 10.02444 | 4.67E-08 | 2.374975 |
| 誤差変動 | 29755.41 | 2923 | 10.17975 |          |          |          |

多重比較検定の結果

Scheffe's 危険率 5%

|            | 平均値の差    | 棄却値      | P値         |
|------------|----------|----------|------------|
| B.C        | -0.38882 | 0.231032 | 0.000979 S |
| 河津開発.ワンド   | -4.30926 | 0.977746 | 1.22E-37 S |
| 河津開発.沼水橋   | -1.69411 | 1.876214 | 0.101875   |
| 河津開発.自然河岸  | -0.13973 | 0.878324 | 0.993324   |
| 河津開発.ハビタット | 1.583643 | 0.799102 | 2.73E-07 S |
| ワンド.沼水橋    | 2.615152 | 1.815714 | 0.000586 S |
| ワンド.自然河岸   | 4.169525 | 0.740333 | 7.3E-61 S  |
| ワンド.ハビタット  | 5.872901 | 0.645108 | 1.3E-149 S |
| 沼水橋.自然河岸   | 1.554373 | 1.764166 | 0.117671   |
| 沼水橋.ハビタット  | 3.257749 | 1.72637  | 8.81E-07 S |
| 自然河岸.ハビタット | 1.703376 | 0.81278  | 2.73E-24 S |

フナ類

分散分析: 繰り返しのある二元配置

|         | データ数 | 平均値      | 不偏分散     | 標準偏差     | 標準誤差     |
|---------|------|----------|----------|----------|----------|
| B.河津開発  | 135  | 14.69928 | 48.99336 | 6.899526 | 0.602423 |
| B.ワンド   | 97   | 15.85361 | 88.57188 | 9.280802 | 0.840788 |
| B.沼水橋   | 64   | 14.70938 | 53.68975 | 7.327329 | 0.915916 |
| B.自然河岸  | 294  | 13.60478 | 58.29813 | 7.635321 | 0.445301 |
| B.ハビタット | 531  | 14.97326 | 75.54932 | 8.691911 | 0.377197 |
| C.河津開発  | 91   | 15.75385 | 43.35207 | 6.584229 | 0.890215 |
| C.ワンド   | 97   | 18.08989 | 55.57281 | 7.454717 | 0.758912 |
| C.沼水橋   | 99   | 12.21818 | 25.46436 | 5.046222 | 0.507164 |
| C.自然河岸  | 211  | 14.12104 | 70.0182  | 8.389106 | 0.811951 |
| C.ハビタット | 305  | 16.18993 | 140.7578 | 11.86413 | 0.879338 |
| B       | 1121 | 14.64246 | 66.22378 | 8.1378   | 0.243055 |
| C       | 803  | 15.3291  | 91.46286 | 9.563622 | 0.337493 |
| 河津開発    | 226  | 15.12389 | 48.78778 | 6.84016  | 0.455001 |
| ワンド     | 194  | 16.97165 | 63.00712 | 7.937702 | 0.588894 |
| 沼水橋     | 183  | 13.19632 | 37.77283 | 6.14596  | 0.481389 |
| 自然河岸    | 505  | 13.82048 | 66.87995 | 8.178017 | 0.363917 |
| ハビタット   | 836  | 15.40984 | 99.53159 | 9.976552 | 0.345046 |
| 合計      | 1924 | 14.82904 | 76.83018 | 8.765283 | 0.199831 |

分散分析表

| 変動要因 | 偏差平方和    | 自由度  | 平均平方     | F値       | P値       | F(0.95)  |
|------|----------|------|----------|----------|----------|----------|
| 全変動  | 147744.4 | 1923 |          |          |          |          |
| 行間変動 | 220.585  | 1    | 220.585  | 2.918371 | 0.087847 | 3.846324 |
| 列間変動 | 2190.059 | 4    | 547.5148 | 7.238732 | 8.77E-06 | 2.376574 |
| 交互作用 | 564.9585 | 4    | 141.2396 | 1.867329 | 0.113545 | 2.376574 |
| 誤差変動 | 144768.8 | 1914 | 75.6368  |          |          |          |

多重比較検定の結果

Scheffe's 危険率 5%

|            | 平均値の差    | 棄却値      | P値         |
|------------|----------|----------|------------|
| B.C        | -0.68664 | 0.788554 | 0.087847   |
| 河津開発.ワンド   | -1.84776 | 2.624471 | 0.118503   |
| 河津開発.沼水橋   | 1.927575 | 2.755491 | 0.325273   |
| 河津開発.自然河岸  | 1.303419 | 2.146008 | 0.477047   |
| 河津開発.ハビタット | -0.28595 | 2.010375 | 0.956586   |
| ワンド.沼水橋    | 3.77533  | 2.849128 | 0.002283 S |
| ワンド.自然河岸   | 3.151174 | 2.284979 | 0.001087 S |
| ワンド.ハビタット  | 1.561805 | 2.138913 | 0.279798   |
| 沼水橋.自然河岸   | -0.82416 | 2.415577 | 0.959107   |
| 沼水橋.ハビタット  | -2.21353 | 2.295927 | 0.065748   |
| 自然河岸.ハビタット | -1.58937 | 1.511255 | 0.03292 S  |

ヨシノボリ類

分散分析: 繰り返しのある二元配置

|         | データ数 | 平均値      | 不偏分散     | 標準偏差     | 標準誤差     |
|---------|------|----------|----------|----------|----------|
| B.河津開発  | 70   | 0.668571 | 0.117839 | 0.343276 | 0.041029 |
| B.沼水橋   | 2    | 1.125    | 1.125    | 1.06066  | 0.75     |
| B.自然河岸  | 33   | 0.712121 | 0.134223 | 0.366385 | 0.062776 |
| B.ハビタット | 245  | 0.819592 | 0.210041 | 0.468018 | 0.029901 |
| C.河津開発  | 183  | 0.831148 | 0.10842  | 0.329272 | 0.02434  |
| C.沼水橋   | 2    | 0.1      | 0        | 0        | 0        |
| C.自然河岸  | 74   | 0.964865 | 0.247242 | 0.497234 | 0.057802 |
| C.ハビタット | 183  | 0.742623 | 0.185205 | 0.430456 | 0.030046 |
| B       | 350  | 0.781714 | 0.197258 | 0.444137 | 0.02374  |
| C       | 442  | 0.730769 | 0.169028 | 0.411131 | 0.019555 |
| 河津開発    | 253  | 0.661502 | 0.11085  | 0.332942 | 0.020932 |
| 沼水橋     | 4    | 0.675    | 0.816833 | 0.90355  | 0.451617 |
| 自然河岸    | 107  | 0.888916 | 0.224544 | 0.473881 | 0.04581  |
| ハビタット   | 428  | 0.786682 | 0.191235 | 0.438887 | 0.021456 |
| 合計      | 792  | 0.753283 | 0.181911 | 0.42651  | 0.015155 |

分散分析表

| 変動要因 | 偏差平方和    | 自由度 | 平均平方     | F値       | P値       | F(0.95)  |
|------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|
| 全変動  | 143.8915 | 791 |          |          |          |          |
| 行間変動 | 0.506955 | 1   | 0.506955 | 2.947463 | 0.084407 | 3.853344 |
| 列間変動 | 3.226098 | 3   | 1.075366 | 10.12828 | 1.5E-06  | 2.616281 |
| 交互作用 | 3.312796 | 3   | 1.104265 | 6.42026  | 0.000268 | 2.616281 |
| 誤差変動 | 134.8458 | 784 | 0.171997 |          |          |          |

多重比較検定の結果

Scheffe's 危険率 5%

|            | 平均値の差    | 棄却値      | P値         |
|------------|----------|----------|------------|
| B.C        | 0.050945 | 0.05825  | 0.086407   |
| 河津開発.沼水橋   | -0.0335  | 0.565515 | 0.998912   |
| 河津開発.自然河岸  | -0.24541 | 0.133986 | 9.93E-06 S |
| 河津開発.ハビタット | -0.14518 | 0.082141 | 0.000242 S |
| 沼水橋.自然河岸   | -0.21192 | 0.581699 | 0.799617   |
| 沼水橋.ハビタット  | -0.11168 | 0.583649 | 0.962359   |
| 自然河岸.ハビタット | 0.100234 | 0.125561 | 0.172721   |

タモロコ

分散分析: 繰り返しのある二元配置

|         | データ数 | 平均値      | 不偏分散     | 標準偏差     | 標準誤差     |
|---------|------|----------|----------|----------|----------|
| B.河津開発  | 81   | 4.27284  | 2.568003 | 1.602499 | 0.178055 |
| B.沼水橋   | 24   | 3.4875   | 0.950107 | 0.969844 | 0.16466  |
| B.自然河岸  | 73   | 3.60137  | 1.970893 | 1.403814 | 0.164304 |
| B.ハビタット | 502  | 4.410757 | 2.001521 | 1.414751 | 0.083143 |
| C.河津開発  | 152  | 4.384211 | 1.268093 | 1.127445 | 0.119431 |
| C.沼水橋   | 18   | 4.823333 | 1.76765  | 1.32543  | 0.312407 |
| C.自然河岸  | 215  | 3.737208 | 1.625618 | 1.274997 | 0.086954 |
| C.ハビタット | 459  | 3.780065 | 1.89643  | 1.377109 | 0.064278 |
| B       | 880  | 4.274853 | 2.094728 | 1.447317 | 0.055502 |
| C       | 844  | 3.886685 | 1.926654 | 1.38804  | 0.047778 |
| 河津開発    | 233  | 4.345494 | 2.299473 | 1.516401 | 0.099343 |
| 沼水橋     | 42   | 3.828571 | 1.252334 | 1.119078 | 0.172677 |
| 自然河岸    | 288  | 3.702178 | 1.710027 | 1.30768  | 0.077056 |
| ハビタット   | 961  | 4.108521 | 2.048846 | 1.431309 | 0.046171 |
| 合計      | 1524 | 4.060991 | 2.037195 | 1.427303 | 0.036561 |

分散分析表

| 変動要因 | 偏差平方和    | 自由度  | 平均平方     | F値       | P値       | F(0.95)  |
|------|----------|------|----------|----------|----------|----------|
| 全変動  | 3102.848 | 1523 |          |          |          |          |
| 行間変動 | 56.15898 | 1    | 56.15898 | 28.97048 | 8.5E-08  | 3.847603 |
| 列間変動 | 51.29073 | 3    | 17.09691 | 8.6197   | 8.5E-06  | 2.610776 |
| 交互作用 | 56.44589 | 3    | 18.8153  | 9.706156 | 2.41E-06 | 2.610776 |
| 誤差変動 | 2938.753 | 1516 | 1.938491 |          |          |          |

多重比較検定の結果

Scheffe's 危険率 5%

|            | 平均値の差    | 棄却値      | P値         |
|------------|----------|----------|------------|
| B.C        | 0.386168 | 0.140732 | 8.5E-08 S  |
| 河津開発.沼水橋   | 0.516922 | 0.653192 | 0.178055   |
| 河津開発.自然河岸  | 0.642716 | 0.343338 | 5.32E-08 S |
| 河津開発.ハビタット | 0.235972 | 0.284538 | 0.146054   |
| 沼水橋.自然河岸   | 0.125794 | 0.643598 | 0.960163   |
| 沼水橋.ハビタット  | -0.28095 | 0.614245 | 0.650753   |
| 自然河岸.ハビタット | -0.40674 | 0.261758 | 0.000301 S |

シマジョウ類

分散分析: 繰り返しのある二元配置

|         | データ数 | 平均値      | 不偏分散     | 標準偏差     | 標準誤差     |
|---------|------|----------|----------|----------|----------|
| B.河津開発  | 38   | 0.410526 | 0.300427 | 0.548112 | 0.088916 |
| B.沼水橋   | 49   | 0.402047 | 0.221037 | 0.470146 | 0.067164 |
| B.自然河岸  | 284  | 0.405988 | 0.282261 | 0.531262 | 0.031526 |
| B.ハビタット | 205  | 0.55478  | 0.636342 | 0.801049 | 0.058583 |
| C.河津開発  | 51   | 0.586275 | 0.338808 | 0.582072 | 0.081058 |
| C.沼水橋   | 13   | 0.776923 | 0.64859  | 0.805351 | 0.223364 |
| C.自然河岸  | 124  | 0.770968 | 0.776061 | 0.880943 | 0.079111 |
| C.ハビタット | 148  | 0.698622 | 0.518832 | 0.7203   | 0.059208 |
| B       | 578  | 0.458908 | 0.414854 | 0.643937 | 0.028831 |
| C       | 336  | 0.710417 | 0.590368 | 0.768355 | 0.041817 |
| 河津開発    | 89   | 0.511236 | 0.328463 | 0.57137  | 0.060585 |
| 沼水橋     | 62   | 0.480645 | 0.325193 | 0.570257 | 0.072423 |
| 自然河岸    | 408  | 0.518912 | 0.45905  | 0.677532 | 0.033543 |
| ハビタット   | 353  | 0.614249 | 0.601864 | 0.775863 | 0.047295 |
| 合計      | 812  | 0.551568 | 0.49355  | 0.702531 | 0.023263 |

分散分析表

| 変動要因 | 偏差平方和    | 自由度 | 平均平方     | F値       | P値       | F(0.95)  |
|------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|
| 全変動  | 449.6237 | 811 |          |          |          |          |
| 行間変動 | 13.42391 | 1   | 13.42391 | 28.09425 | 1.45E-07 | 3.851767 |
| 列間変動 | 1.826904 | 3   | 0.608968 | 1.27448  | 0.281859 | 2.614755 |
| 交互作用 | 2.426481 | 3   | 0.80882  | 1.682741 | 0.16697  | 2.614755 |
| 誤差変動 | 431.9484 | 804 | 0.477817 |          |          |          |

多重比較検定の結果

Scheffe's 危険率 5%

|            | 平均値の差    | 棄却値      | P値         |
|------------|----------|----------|------------|
| B.C        | -0.25151 | 0.093127 | 1.45E-07 S |
| 河津開発.沼水橋   | 0.030591 | 0.320261 | 0.995012   |
| 河津開発.自然河岸  | -0.05058 | 0.228468 | 0.999908   |
| 河津開発.ハビタット | -0.10301 | 0.229634 | 0.66437    |
| 沼水橋.自然河岸   | -0.03627 | 0.263894 | 0.98548    |
| 沼水橋.ハビタット  | -0.1336  | 0.286592 | 0.578649   |
| 自然河岸.ハビタット | -0.09734 | 0.140728 | 0.290105   |

オイカワ

分散分析：一元配置

|       | データ数 | 平均値      | 不偏分散     | 標準偏差     | 標準誤差      |
|-------|------|----------|----------|----------|-----------|
| B河岸開発 | 60   | 3.68833  | 12.6319  | 3.554138 | 0.458837  |
| Bワンド  | 48   | 6.788957 | 22.79671 | 4.774591 | 0.7033975 |
| B取水橋  | 21   | 2.409524 | 1.494905 | 1.222663 | 0.266807  |
| B自然河岸 | 296  | 3.342703 | 21.32117 | 4.617485 | 0.268389  |
| C河岸開発 | 1048 | 1.273187 | 6.812203 | 2.57142  | 0.079431  |
| Cワンド  | 104  | 2.244231 | 3.710453 | 1.926253 | 0.188895  |
| C取水橋  | 218  | 1.744037 | 19.28377 | 4.391329 | 0.297418  |
| C自然河岸 | 12   | 8.066667 | 20.06808 | 4.479516 | 1.293125  |
| C河岸開発 | 236  | 2.372458 | 16.06192 | 4.007732 | 0.260881  |
| Cワンド  | 892  | 1.133408 | 6.935805 | 2.633554 | 0.088176  |
| 合計    | 2933 | 2.17059  | 13.26908 | 3.642675 | 0.067261  |

分散分析表

| 変動要因 | 偏差平方和    | 自由度  | 平均平方     | F値       | P値       | F(0.95)  |
|------|----------|------|----------|----------|----------|----------|
| 全変動  | 38904.85 | 2932 |          |          |          |          |
| 群間変動 | 9149.536 | 9    | 1016.615 | 98.86641 | 4.4E-163 | 1.883077 |
| 誤差変動 | 29755.41 | 2923 | 10.17975 |          |          |          |

フナ類

分散分析：一元配置

|       | データ数 | 平均値      | 不偏分散     | 標準偏差     | 標準誤差     |
|-------|------|----------|----------|----------|----------|
| B河岸開発 | 135  | 14.68928 | 48.39336 | 6.999528 | 0.602423 |
| Bワンド  | 97   | 15.85361 | 68.57168 | 8.280802 | 0.840788 |
| B取水橋  | 84   | 14.70938 | 53.68979 | 7.327329 | 0.815919 |
| B自然河岸 | 294  | 13.60476 | 58.29813 | 7.635321 | 0.445301 |
| Bワンド  | 531  | 14.91328 | 75.54832 | 8.691011 | 0.377197 |
| C河岸開発 | 91   | 15.75385 | 43.35207 | 6.584229 | 0.690215 |
| Cワンド  | 97   | 18.08968 | 55.57281 | 7.454717 | 0.756912 |
| C取水橋  | 99   | 12.21818 | 25.46436 | 5.046222 | 0.507164 |
| C自然河岸 | 211  | 14.12104 | 79.0162  | 8.889108 | 0.611951 |
| Cワンド  | 305  | 10.16993 | 104.7578 | 11.64131 | 0.678338 |
| 合計    | 1924 | 14.92904 | 76.83018 | 8.765283 | 0.199831 |

分散分析表

| 変動要因 | 偏差平方和    | 自由度  | 平均平方     | F値      | P値       | F(0.95)  |
|------|----------|------|----------|---------|----------|----------|
| 全変動  | 147744.4 | 1923 |          |         |          |          |
| 群間変動 | 2935.398 | 9    | 330.6221 | 4.37118 | 1.15E-05 | 1.884761 |
| 誤差変動 | 144768.8 | 1914 | 75.6388  |         |          |          |

多重比較検定の結果

Scheffe's 危険率 5%

|            | 平均値の差    | 棄却値      | P値         |
|------------|----------|----------|------------|
| B河岸開発Bワンド  | -3.09862 | 2.574081 | 0.003597 S |
| B河岸開発B取水橋  | 1.27881  | 3.330282 | 0.98080    |
| B河岸開発B自然河岸 | 0.345631 | 1.859633 | 0.99994    |
| B河岸開発Bワンド  | 2.415148 | 1.743562 | 0.000171 S |
| B河岸開発C河岸開発 | 1.444103 | 2.129381 | 0.555088   |
| B河岸開発Cワンド  | -3.4557  | 1.914884 | 1.30E-08 S |
| B河岸開発C取水橋  | -4.7833  | 4.153592 | 0.027008 S |
| B河岸開発C自然河岸 | 1.315876 | 1.899057 | 0.520559   |
| B河岸開発Cワンド  | 2.554925 | 1.751799 | 4.18E-05 S |
| BワンドB取水橋   | 4.377433 | 3.459176 | 0.001374 S |
| BワンドB自然河岸  | 3.444254 | 2.081671 | 5.8E-07 S  |
| BワンドBワンド   | 5.513769 | 1.978688 | 2.02E-23 S |
| BワンドC河岸開発  | 4.544728 | 2.324908 | 2.26E-10 S |
| BワンドCワンド   | -0.35708 | 2.131123 | 0.999975   |
| BワンドC取水橋   | -12.7971 | 4.257634 | 0.996898   |
| BワンドC自然河岸  | 4.414499 | 2.118964 | 4.16E-12 S |
| BワンドCワンド   | 5.653548 | 1.98593  | 1.49E-24 S |
| B取水橋B自然河岸  | -0.33318 | 2.968183 | 0.995589   |
| B取水橋Bワンド   | 1.136337 | 2.84826  | 0.977677   |
| B取水橋B河岸開発  | 0.165293 | 3.142353 | 1          |
| B取水橋Bワンド   | -4.73451 | 3.001131 | 3.39E-08 S |
| B取水橋B取水橋   | -5.65714 | 4.753139 | 0.004401 S |
| B取水橋B自然河岸  | 0.037066 | 2.991057 | 1          |
| B取水橋Bワンド   | 1.276116 | 2.899794 | 0.951953   |
| B自然河岸Bワンド  | 2.069515 | 0.864564 | 1.19E-16 S |
| B自然河岸C河岸開発 | 1.058472 | 1.49724  | 0.42638    |
| B自然河岸Cワンド  | -3.80133 | 1.17228  | 1.34E-32 S |
| B自然河岸C取水橋  | -4.72396 | 3.867788 | 0.002755 S |
| B自然河岸Cワンド  | 0.970245 | 1.146246 | 0.205963   |
| B自然河岸C自然河岸 | 2.209295 | 0.881057 | 1.68E-18 S |
| B自然河岸Cワンド  | -0.87104 | 1.35037  | 0.458038   |
| B自然河岸C取水橋  | -5.87005 | 0.977759 | 7.3E-114 S |
| B自然河岸Cワンド  | -6.79348 | 3.81334  | 2.49E-06 S |
| B自然河岸C自然河岸 | -1.09927 | 0.948389 | 0.006652 S |
| B自然河岸Cワンド  | 0.139779 | 0.599359 | 0.99959    |
| B自然河岸C取水橋  | -4.89891 | 1.585333 | 3.29E-30 S |
| C河岸開発B取水橋  | -5.82244 | 4.004476 | 4.57E-09 S |
| C河岸開発B自然河岸 | -0.12823 | 1.545933 | 0.99999    |
| C河岸開発Bワンド  | 1.110823 | 1.360988 | 0.256895   |
| CワンドB取水橋   | -0.92263 | 3.894654 | 0.99954    |
| CワンドB自然河岸  | 4.771579 | 1.233885 | 2.52E-47 S |
| CワンドC河岸開発  | 6.010629 | 0.932372 | 9.2E-116 S |
| CワンドCワンド   | 5.894089 | 3.688937 | 3.87E-09 S |
| CワンドC取水橋   | 8.933259 | 3.611713 | 9.99E-09 S |
| C自然河岸Bワンド  | 1.239005 | 0.961479 | 0.000938 S |

多重比較検定の結果

Scheffe's 危険率 5%

|            | 平均値の差    | 棄却値      | P値         |
|------------|----------|----------|------------|
| B河岸開発Bワンド  | -1.15435 | 4.767681 | 0.999447   |
| B河岸開発B取水橋  | -0.01012 | 5.436077 | 1          |
| B河岸開発B自然河岸 | 1.094497 | 3.723952 | 0.997382   |
| B河岸開発Bワンド  | -0.274   | 3.452542 |            |
| B河岸開発C河岸開発 | -1.05459 | 4.892821 | 0.999776   |
| B河岸開発Cワンド  | -3.39043 | 4.767681 | 0.477428   |
| B河岸開発C取水橋  | 2.481077 | 4.739575 | 0.863592   |
| B河岸開発C自然河岸 | 0.578217 | 3.947716 | 0.999992   |
| B河岸開発Cワンド  | -1.47088 | 3.702759 | 0.975676   |
| BワンドB取水橋   | 1.144233 | 5.068389 | 0.999895   |
| BワンドB自然河岸  | 2.248946 | 4.194158 | 0.84469    |
| BワンドBワンド   | 0.88035  | 3.955147 | 0.999724   |
| BワンドC河岸開発  | 0.099762 | 5.227431 | 1          |
| BワンドCワンド   | -2.23608 | 5.143338 | 0.955414   |
| BワンドC取水橋   | 3.635426 | 5.117296 | 0.479071   |
| BワンドC自然河岸  | 1.732566 | 4.394042 | 0.976871   |
| BワンドCワンド   | -0.31833 | 4.175353 | 1          |
| B取水橋B自然河岸  | 1.104613 | 4.940761 | 0.999713   |
| B取水橋Bワンド   | -0.28388 | 4.739551 | 1          |
| B取水橋B河岸開発  | -1.04447 | 5.843474 | 0.999957   |
| B取水橋Bワンド   | -3.38032 | 5.768369 | 0.757107   |
| B取水橋C河岸開発  | 2.491193 | 5.745161 | 0.58168    |
| B取水橋Cワンド   | 0.588332 | 5.11532  | 0.999999   |
| B取水橋C取水橋   | -1.46056 | 4.924807 | 0.99719    |
| B自然河岸Bワンド  | -1.3685  | 2.803886 | 0.8606     |
| B自然河岸B河岸開発 | -2.14908 | 4.296867 | 0.894465   |
| B自然河岸Cワンド  | -4.48493 | 4.194158 | 0.022498 S |
| B自然河岸C取水橋  | 1.38658  | 4.192181 | 0.993157   |
| B自然河岸C自然河岸 | -0.51828 | 3.231817 | 0.999594   |
| B自然河岸Cワンド  | -2.56517 | 2.92756  | 0.162476   |
| B自然河岸C取水橋  | -0.78059 | 4.063902 | 0.99992    |
| B自然河岸Cワンド  | -3.11643 | 3.955147 | 0.309916   |
| B自然河岸C自然河岸 | 2.755076 | 3.921221 | 0.497252   |
| B自然河岸Cワンド  | 0.852215 | 2.914939 | 0.997467   |
| B自然河岸C取水橋  | 1.19688  | 2.774467 | 0.911702   |
| C河岸開発Cワンド  | -2.33584 | 5.272431 | 0.946802   |
| C河岸開発C取水橋  | 3.535664 | 5.20181  | 0.55086    |
| C河岸開発C自然河岸 | 1.632803 | 4.492184 | 0.866999   |
| C河岸開発Cワンド  | -0.41609 | 4.278514 | 1          |
| CワンドB取水橋   | 5.871509 | 5.117296 | 0.008141 S |
| CワンドB自然河岸  | 3.868648 | 4.394042 | 0.123194   |
| CワンドBワンド   | 1.915756 | 4.175353 | 0.936318   |
| CワンドC河岸開発  | -1.90288 | 4.36353  | 0.945521   |
| CワンドCワンド   | -3.95175 | 4.143231 | 0.080582   |
| CワンドC取水橋   | -2.04889 | 3.207374 | 0.645216   |

タモロコ

分散分析：一元配置

|       | データ数 | 平均値      | 不偏分散     | 標準偏差     | 標準誤差     |
|-------|------|----------|----------|----------|----------|
| B河岸開発 | 81   | 4.27284  | 2.568003 | 1.602499 | 0.178055 |
| B取水橋  | 24   | 3.4875   | 0.650707 | 0.806864 | 0.16466  |
| B自然河岸 | 73   | 3.80137  | 1.970893 | 1.403614 | 0.184304 |
| Bワンド  | 502  | 4.410757 | 2.001521 | 1.414751 | 0.063143 |
| C河岸開発 | 152  | 4.384211 | 2.168093 | 1.472445 | 0.119431 |
| C取水橋  | 18   | 4.283333 | 1.758765 | 1.32540  | 0.312407 |
| C自然河岸 | 215  | 3.737209 | 1.625618 | 1.274997 | 0.086954 |
| Cワンド  | 459  | 3.780085 | 1.89643  | 1.377109 | 0.064278 |
| 合計    | 1524 | 4.060991 | 2.037195 | 1.427303 | 0.036561 |

分散分析表

| 変動要因 | 偏差平方和    | 自由度  | 平均平方     | F値       | P値       | F(0.95)  |
|------|----------|------|----------|----------|----------|----------|
| 全変動  | 3102.648 | 1523 |          |          |          |          |
| 群間変動 | 163.8956 | 7    | 23.41368 | 12.07829 | 4.44E-15 | 2.015611 |
| 誤差変動 | 2938.753 | 1516 | 1.938491 |          |          |          |

ヨシノボリ類

分散分析：一元配置

|       | データ数 | 平均値      | 不偏分散     | 標準偏差     | 標準誤差     |
|-------|------|----------|----------|----------|----------|
| B河岸開発 | 70   | 0.668571 | 0.117839 | 0.343276 | 0.041029 |
| B取水橋  | 2    | 1.25     | 1.125    | 1.06066  | 0.75     |
| B自然河岸 | 33   | 0.712121 | 0.134223 | 0.366365 | 0.063776 |
| Bワンド  | 245  | 0.819592 | 0.219041 | 0.468018 | 0.028901 |
| C河岸開発 | 184  | 0.628691 | 0.108118 | 0.328813 | 0.02424  |
| C取水橋  | 2    | 0.1      | 0        | 0        | 0        |
| C自然河岸 | 74   | 0.884885 | 0.247242 | 0.497234 | 0.057802 |
| Cワンド  | 183  | 0.742623 | 0.165206 | 0.406458 | 0.030046 |
| 合計    | 793  | 0.752837 | 0.181839 | 0.426425 | 0.015143 |

分散分析表

| 変動要因 | 偏差平方和    | 自由度 | 平均平方     | F値       | P値       | F(0.95)  |
|------|----------|-----|----------|----------|----------|----------|
| 全変動  | 144.0181 | 792 |          |          |          |          |
| 群間変動 | 8.117361 | 7   | 1.30248  | 7.579365 | 7.32E-09 | 2.021224 |
| 誤差変動 | 134.8988 | 785 | 0.171846 |          |          |          |

シマジョウ類

分散分析：一元配置

|       | データ数 | 平均値      | 不偏分散     | 標準偏差     | 標準誤差     |
|-------|------|----------|----------|----------|----------|
| B河岸開発 | 38   | 0.410526 | 0.300427 | 0.548112 | 0.089916 |
| B取水橋  | 49   | 0.402041 | 0.221037 | 0.470146 | 0.067194 |
| B自然河岸 | 408  | 0.518912 | 0.45905  | 0.677352 | 0.033543 |
| Bワンド  | 205  | 0.55476  | 0.658342 | 0.810149 | 0.056583 |
| C河岸開発 | 51   | 0.586275 | 0.338808 | 0.582072 | 0.081506 |
| C取水橋  | 13   | 0.776923 | 0.64659  | 0.805351 | 0.22384  |
| C自然河岸 | 124  | 0.770868 | 0.776081 | 0.880940 | 0.078111 |
| Cワンド  | 148  | 0.696822 | 0.518832 | 0.7203   | 0.055208 |
| 合計    | 1038 | 0.577828 | 0.531723 | 0.729194 | 0.022655 |

分散分析表

| 変動要因 | 偏差平方和    | 自由度  | 平均平方     | F値       | P値       | F(0.95)  |
|------|----------|------|----------|----------|----------|----------|
| 全変動  | 550.3338 | 1037 |          |          |          |          |
| 群間変動 | 11.43374 | 7    | 1.633391 | 3.115841 | 0.002936 | 2.018471 |
| 誤差変動 | 538.8999 | 1028 | 0.524222 |          |          |          |

多重比較検定の結果

Scheffe's 危険率 5%

| 平均値の差棄却値P値 |          |          |            |
|------------|----------|----------|------------|
| B河岸開発B取水橋  | 0.78534  | 1.215432 | 0.552788   |
| B河岸開発B自然河岸 | 0.67147  | 0.843997 | 0.258526   |
| B河岸開発Bワンド  | -0.13782 | 0.922616 | 0.998446   |
| B河岸開発C河岸開発 | -0.11337 | 0.719446 | 0.998498   |
| B河岸開発C取水橋  | -0.01049 | 1.382772 | 1          |
| B河岸開発C自然河岸 | 0.63563  | 0.681616 | 0.27515    |
| B河岸開発Cワンド  | 0.492774 | 0.830278 | 0.281548   |
| B取水橋B自然河岸  | -0.11387 | 1.230561 | 0.999996   |
| B取水橋Bワンド   | -0.82326 | 1.092747 | 0.185472   |
| B取水橋C河岸開発  | -0.89671 | 1.148717 | 0.28364    |
| B取水橋C取水橋   | -0.79583 | 1.630874 | 0.849518   |
| B取水橋C自然河岸  | -0.24911 | 1.125353 | 0.93837    |
| B取水橋Cワンド   | -0.29257 | 1.09508  | 0.994692   |
| B自然河岸Bワンド  | -0.80939 | 0.655096 | 0.003194 S |
| B自然河岸C河岸開発 | -0.78284 | 0.744719 | 0.029703 S |
| B自然河岸C取水橋  | -0.88196 | 1.787282 | 0.838811   |
| B自然河岸C自然河岸 | -0.3584  | 0.706435 | 0.989372   |
| B自然河岸Cワンド  | -0.1707  | 0.85898  | 0.994177   |
| BワンドB取水橋   | 0.028548 | 0.484172 | 1          |
| BワンドC河岸開発  | 0.127424 | 1.25     | 0.999992   |
| BワンドC取水橋   | 0.873548 | 0.426258 | 1.18E-05   |
| BワンドC自然河岸  | 0.830692 | 0.337744 | 7.85E-08   |
| C河岸開発C取水橋  | 0.100877 | 1.303619 | 0.999999   |
| C河岸開発C自然河岸 | 0.847001 | 0.554212 | 0.007761 S |
| C河岸開発Cワンド  | 0.546124 | 0.723237 | 0.000161 S |
| C取水橋C自然河岸  | 0.546124 | 0.723237 | 0.002702   |
| C取水橋Cワンド   | 0.503268 | 1.256611 | 0.043722   |
| C自然河岸Cワンド  | -0.04788 | 0.432204 | 0.999993   |

#### 4. 2. 4 まとめ

以上の結果より、出水を与えた実験河川Cと常に一定流量の実験河川Bにおける付着藻類、底生動物、魚類への影響を整理すると以下ようになる。

- ①付着藻類への影響：出水前後においては、出水による影響（出水による剥離）がみられる場合もあるが、長期的にみると現存量、質への明確な差異は見いだすことができない。
- ②底生動物への影響：出水がない場合、早瀬の浮石部分ではコガタシマトビケラ属のような造網型の種が多くを占めるような極相の状態により早くなる傾向にある。また、出水がある河川の淀みの砂泥中には、出水がない河川よりも流れを好むコカゲロウ属が少なく、流れを特に好まないミズミズ科が多くなる傾向にある。
- ③魚類への影響：シマドジョウの湿重量において出水がある河川の方が出水のない河川よりも有意に多かった。出水により砂泥が堆積したことにより、これをハビタットとするシマドジョウの現存量が増加したことが示唆される。

以上のように、今回与えた出水からは、主に底質の変化に伴う底生動物、魚類への影響の一部が観察された。図4.2.4.1、4.2.4.2にこれらの結果及び本報告書では記述していないが定性的に観察された植生への影響とその他予想される仮説を加えた出水の有無による生物・水質への影響仮説図を示す。図中の-----は影響の一部が検証され、-----は検証できなかったことを示している。検証できなかった付着藻類へ影響については、今回の出水の規模や継続時間では、出水直後の短期的な影響（剥離）にすぎず、出水の有無による一次生産量の違いまでの差異をもたらすものではないことを示すものと考えられる。また、水質の自浄作用についても、出水による効果は出水直後の短期的なものであることが示唆される。河川管理により流量が安定化された河川の改善をはかる上においては、少なくとも、これをクリアすることができる流量変動が求められている。このことを考慮すると、今後の実験においては、より出水規模を大きくした検討が求められる。

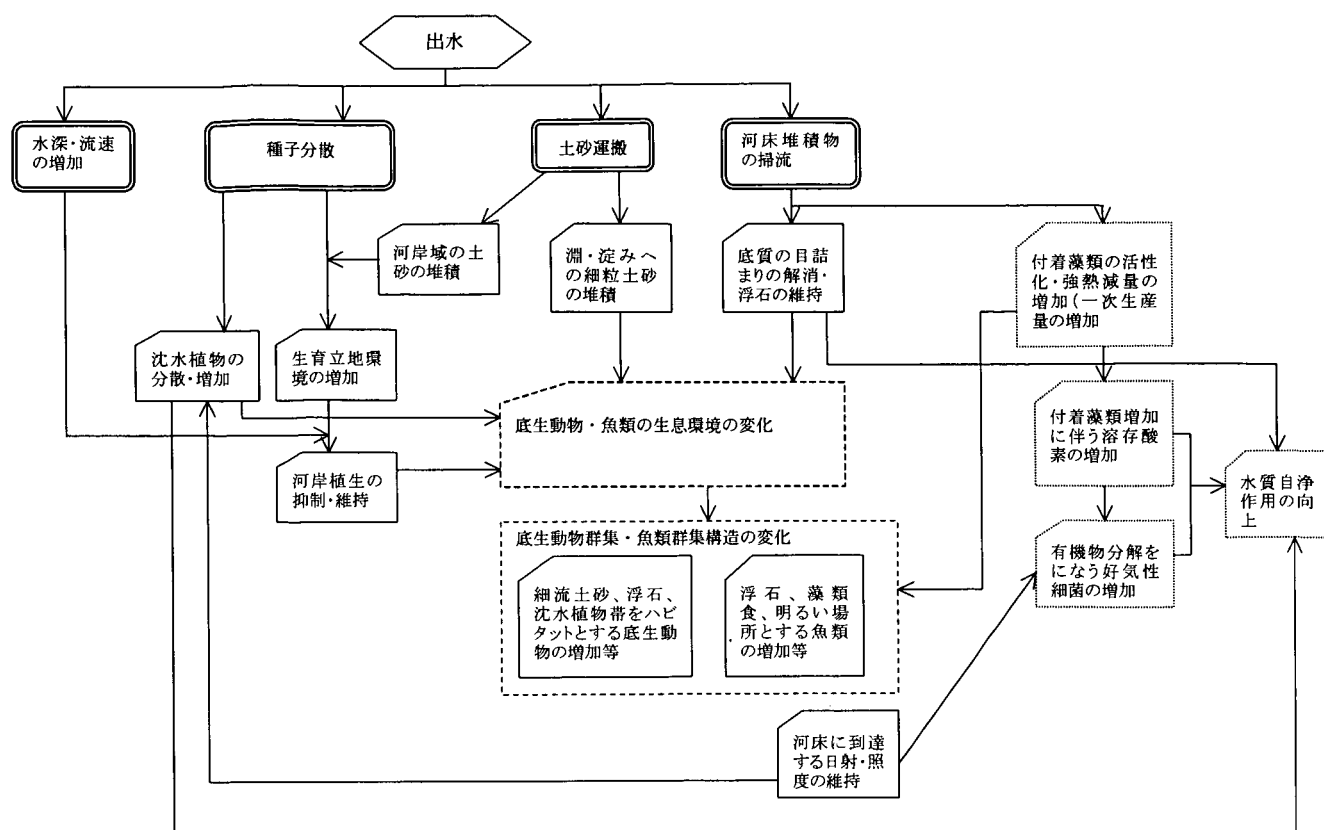


図-4.2.4.1 出水がある河川における生物・水質への影響予測図

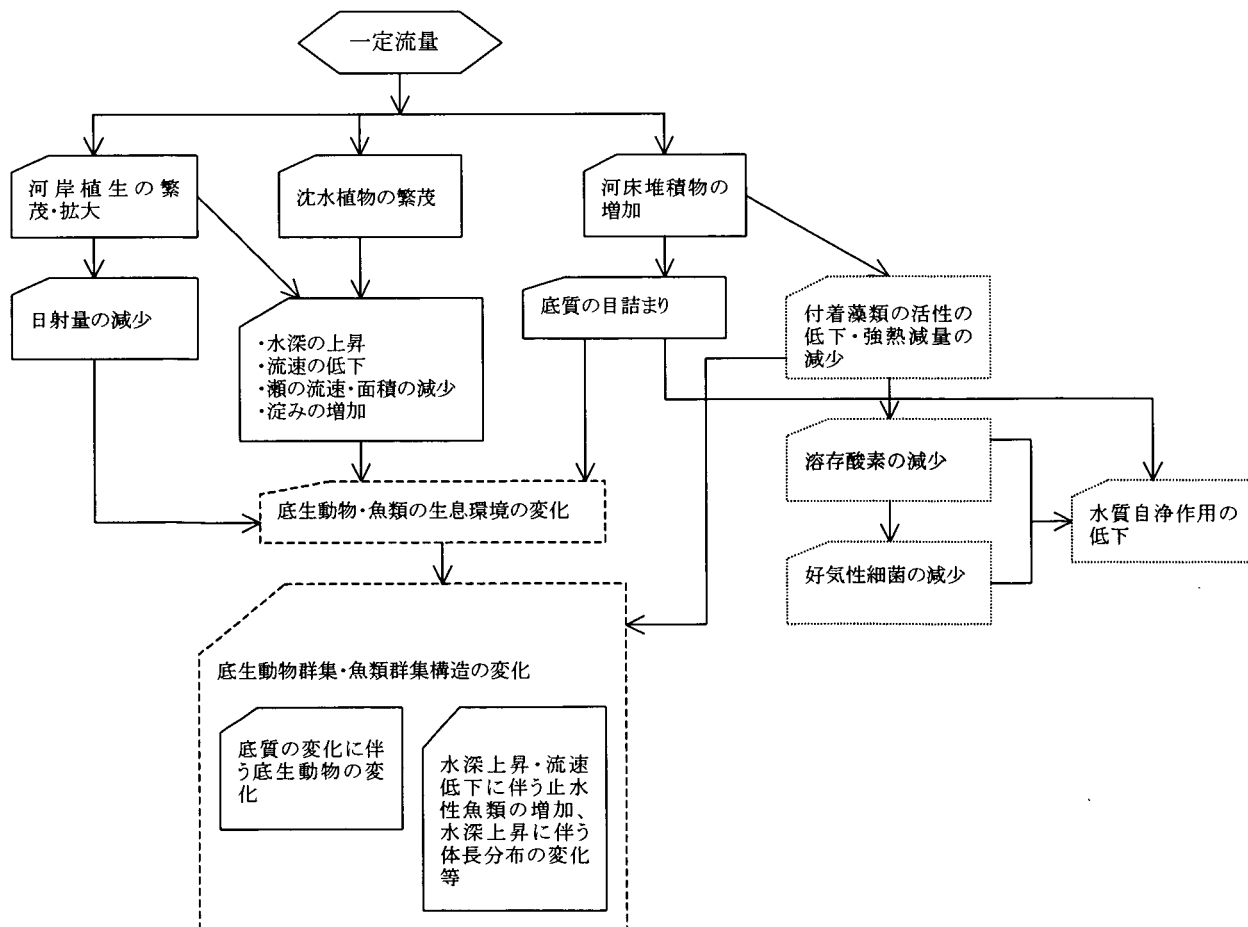


図-4.2.4.2 一定流量の河川における生物・水質への影響予測図

## 5. 河道水理と植生

### 5.1 目的

自然河川は、蛇行した河道や、瀬や淵、ワンド等様々な形状を持つことで、多様な自然環境を形成しており、不定流である出水時において本流以外のポケットとなる部分（蛇行部やワンド等）に流水を一時的に貯留しながら洪水を流下させる。また、植生は従来のように流水を阻害するものととらえれば、極力排除すべきものとなるが、貯留効果を発揮する特性を有効に活用することができれば、従来とは違った側面が見えてくる。

こういった川の持つ様々な貯留効果を有効に活用し、積極的に河川改修に取り入れていくことで、治水と環境が整合した多自然型川づくりが可能となる。

本稿では、実験河川のうち自然河川に近い蛇行河川であるC河川のうち、おもにハビタット研究ゾーンに関する水理特性と植生との関係を中心に記述する。

### 5.2 既往調査

平成 11 年度調査において、実験河川の各河川における平常時及び、出水実験時の流量について把握するとともに、各河川における物理環境の相違について把握することを目的とした、ポテンシャル調査を実施している。

### 5.3 調査項目及び概要

今回調査は以下の項目に分類される。

#### ① 出水実験

実験河川Cを対象とし、3回の通水を行い流速、水位、流況、掃流砂・浮遊砂などの計測を行い、実験河川の水理特性について把握する。

#### ② 実験河川植生調査

出水時における河道内植生の影響を明らかにするため、低高度空中写真をもとに現地調査を行い、実験河川の河道内植生の分布状況を把握し、植生分布図を作成する。

#### ③ 解析モデル再現性検討

実験河川を対象に解析モデルを構築し1次元不定流解析及び平面2次元流解析を行い、植生と流況の関係、実験河川での非定常性の解析モデルによる再現性について検討を行う。

#### ④ 実験河川水理特性評価

解析モデルを用いて植生の状況等の変化による河道への水理的影響について検討する。

5.4 出水実験

対象河川は実験河川Cとし、全 17 回の出水実験から中規模程度の流量であるピーク流量 1 m<sup>3</sup>/s の 3 出水を対象とした。計測の時期は、植生の繁茂状況の異なる 6 月 21 日、7 月 12 日、8 月 9 日とした。図 5-1 に 7 月 12 日（第 2 回出水実験）のハイドログラフを示す。

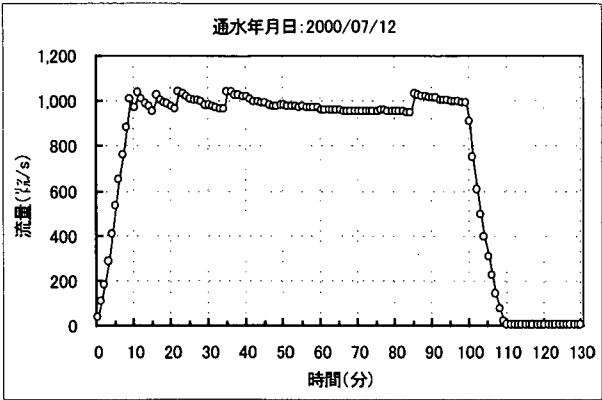
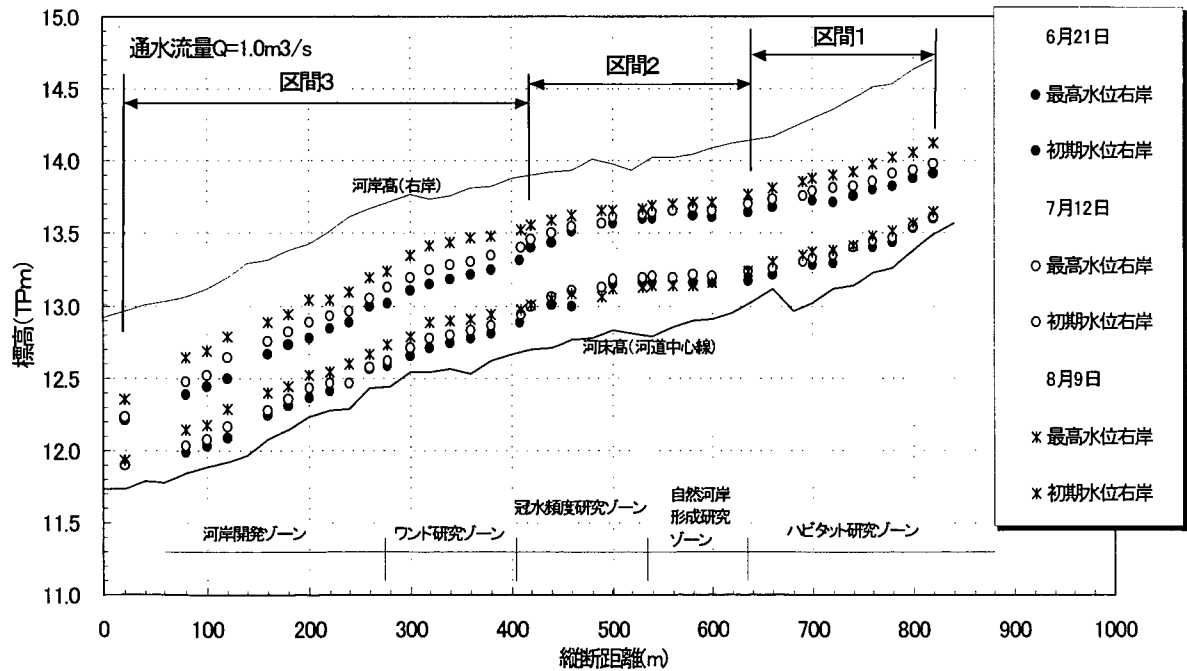


図 5-1 ゲート放流量ハイドログラフ

植生の影響による非定常性の解明のため、詳細な水位計測を行った。  
水位計測は、実験河川全川の経時変化を計測する事が必要な事から、河岸からスタッフを用いて手動で計測を行った。

(1) 水位

水位計測結果からピーク水位を図 5-2 に示す。



実験河川C右岸水位縦断図各計測結果の比較

図 5-2 実験河川 C 右岸水位縦断図(各月計測結果)

図中、冠水頻度研究ゾーン上流部において水面勾配が変化するのは、冠水頻度研究ゾーンの上流部に繁茂するヨシやガマなどの河道内植生により、水位が堰上げられていることが原因であると考えられる。(この現象は自然河岸形成研究ゾーン上流部まで及んでいる。)

- 実験河川の水位は、6月から8月へと初期水位・最高水位ともに上昇しており、経時的に水位が上昇するのは、河道内植生の繁茂が原因であると考えられる。
- ハビタット研究ゾーンでの植生の繁茂による水位上昇量は、約 0.2m と非常に顕著な上昇を示している。
- ハビタット研究ゾーンの流れが河岸開発研究ゾーンに流下するのに約 40 分、また定常流状態になるには1時間程度必要である。

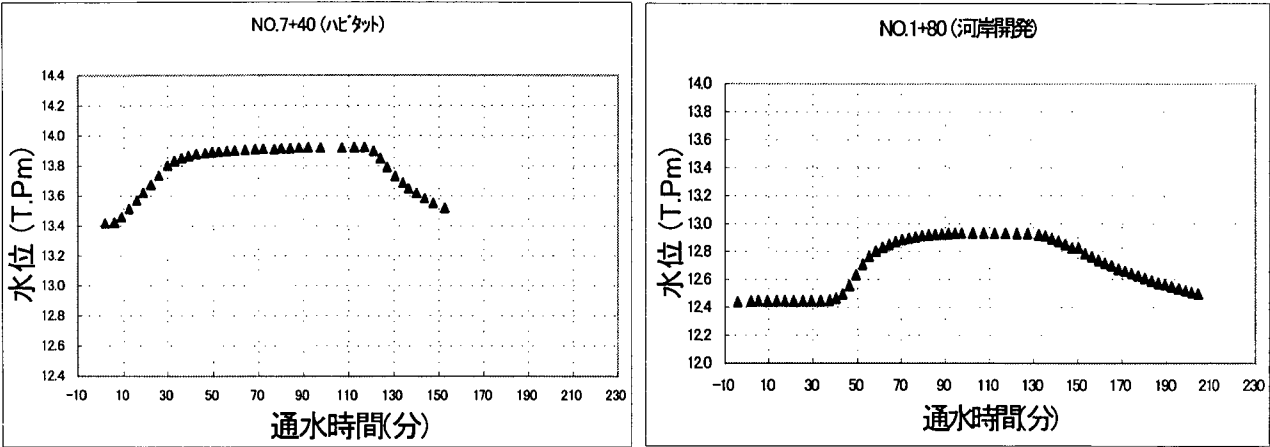


図 5-3 時間経過に伴う水位の変化 (ハビタット・河岸開発)

増水期の水位上昇速度について、各研究ゾーンの代表地点における水位－時間図をもとに増水期の水位上昇速度を計算した。なお、第3回出水実験における水位上昇速度が比較的小さいのは、通水波形の違いによる影響である。

| 研究ゾーン名      | 水位上昇速度 (m/分) |         |         |
|-------------|--------------|---------|---------|
|             | 第1回出水実験      | 第2回出水実験 | 第3回出水実験 |
| ハビタット研究ゾーン  | 0.031        | 0.027   | 0.016   |
| 自然河岸形成研究ゾーン | 0.030        | 0.024   | 0.016   |
| 冠水頻度研究ゾーン   | 0.023        | 0.022   | 0.015   |
| ワンド研究ゾーン    | 0.023        | 0.019   | 0.018   |
| 河岸開発研究ゾーン   | 0.023        | 0.022   | 0.023   |

表 5-1 ゾーン別水位上昇速度

- 実験河川の上流になるほど通水波形の影響が直接的であり、水位上昇量が大きい。
- 水位上昇速度は植生の密生度が少ないほど速くなる。

(2) 流速

ハビタット研究ゾーンにおける水位上昇時の水面付近の流速経時変化を図 5-4 に示す。

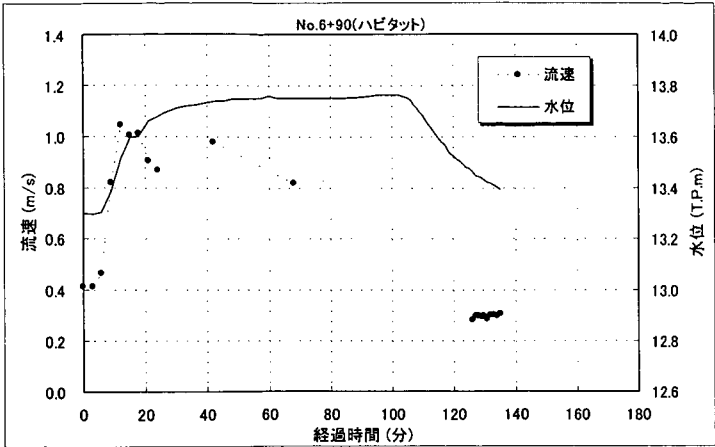


図 5-4 水位上昇時流速経時変化図（第 2 回出水実験時）

- 流速は水位の上昇に伴い増加し、水位上昇率が最大となる時刻（図中 5～15 分経過時）において最大流速を示し、その後水位の上昇に対して流速は若干低減する傾向を示す。

これは、洪水初期の急激な水面勾配の変化により、表面流速が増大する事が原因であると判断され、第 2 回出水実験におけるハビタット区間での計測結果がその傾向を顕著に表している。

ハビタット研究ゾーンにおける河道中央部の断面鉛直流速分布を図 5-5 に示す。

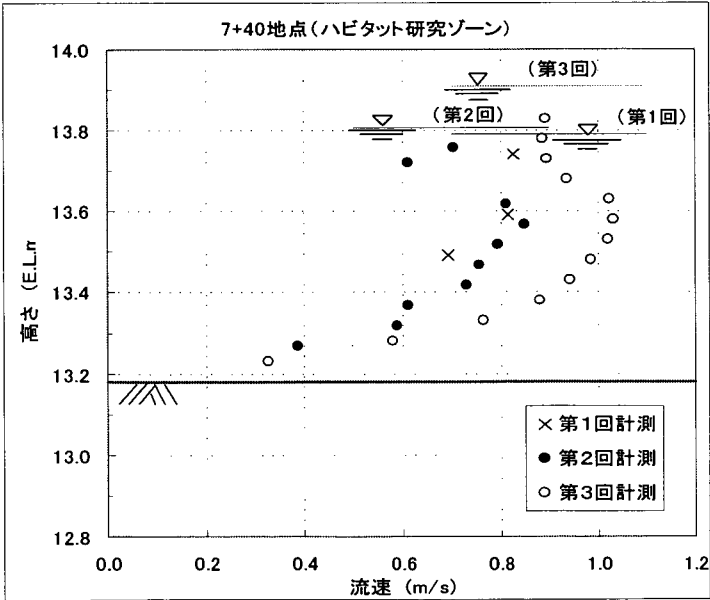


図 5-5 鉛直方向流速分布比較

- 表面流速に較べ河床から 50～60％程度の水深地点に最大流速が発生している。

これは、水路の流下断面積が河岸植生により減少させられ、矩形水路における水理に相当する流れとなっているためと考えられる。

矩形水路における最大流速の発生高さは、水路幅 $B$ と水深 $H$ の比の関数として図 5-6 のようなグラフで示されている。

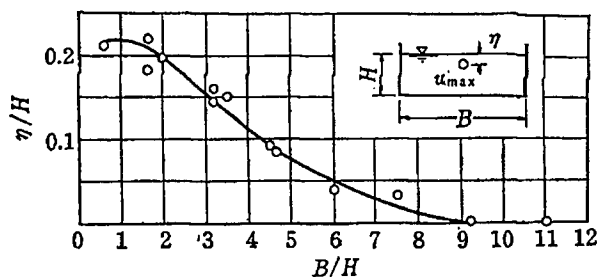


図 2.1 最大流速の発生高さ<sup>10)</sup>

(本間・安芸編：物部水理学，岩波書店)

図 5-6 矩形水路における最大流速の発生高さ（水理公式集）

ハビタット研究ゾーンの場合、図 5-7 に示すように、水路最大幅は 10.0m で、出水実験時の最高水位（1m<sup>3</sup>/s 流下時）における水面幅では、約 6.5m となる。この時、水深約 0.7m であるため  $B/H=6.5/0.7=9.3$  となり、図 5-6 のグラフによる側面の影響は無いことになる。

しかし、実際には河岸に繁茂したアメリカセンダングサ等の河岸植生により、流下幅は、水面幅の半分以下の約 3.0m となっているため、 $B/H=3.0/0.7=4.3$  となり、最大流速の発生位置は、水面から水深の約 1 割の位置となる。

- 実験河川の場合、最大流速がより低い位置に発生していることから、河岸植生の抵抗が矩形水路における側面の影響よりも大きいと考えられる。

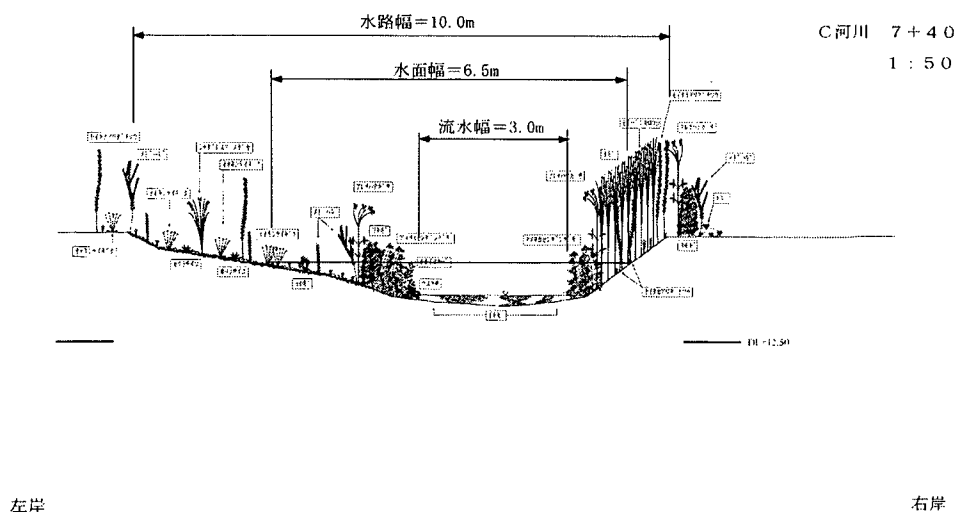


図 5-7 第 3 回計測時の No. 7+40 の植生断面図

ハビタット研究ゾーンにおける流速ベクトル図の一部を図5-8に示す。

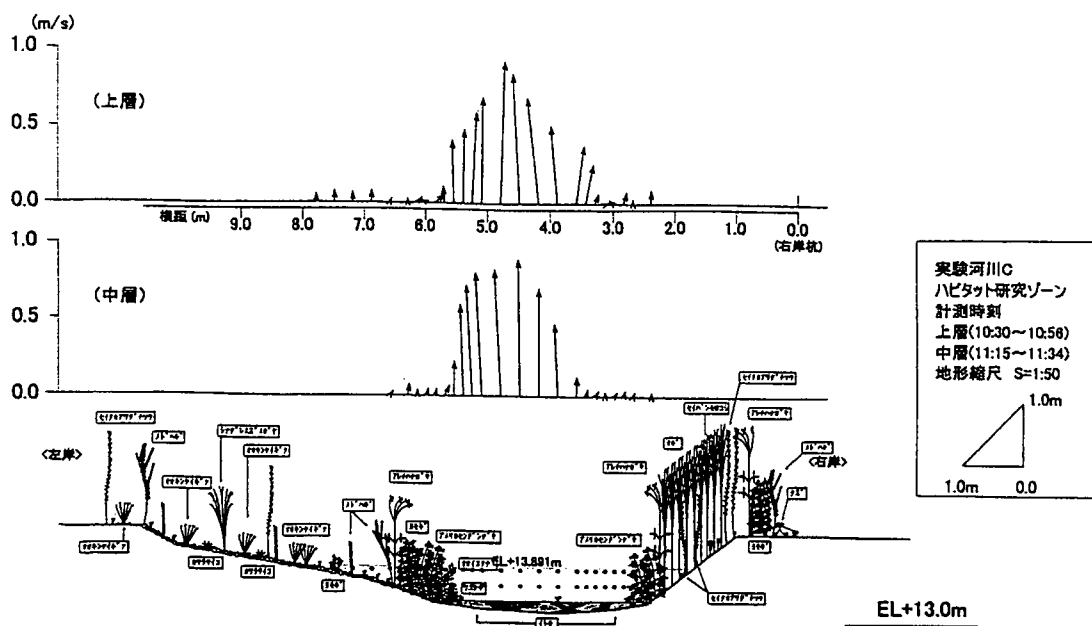


図 5-8 流速ベクトル図 (第 3 回出水実験時)

- 河岸植生部と低水路部との境界付近において流速が急激に変化しており、植生域の中での流速は  $0.02 \sim 0.05 \text{ m/s}$  程度であるが、植生域より河道側  $0.1 \text{ m}$  程度の地点では  $0.4 \sim 0.5 \text{ m/s}$  と植生域内の流速の  $10 \sim 20$  倍にステップ状に急激に変化している。
- 表層部（図中表記「上層」）では、表面流速は水面近傍の河岸植生の影響による表面波により流心部に流れが集中しているが、中層部においては表面に較べ断面平均的な流速分布となっている。断面によっては表層部と中層部の流向が偏向している区間が見られるが、これは湾曲部の2次流などの成分ではなく、表層部の河岸植生の影響が顕著なためと考えられる。

### (3) 流況

ハビタット研究ゾーンにおいて、河道内植生による影響を中心に観察を行った。

- 河岸部に植生が繁茂している河道部において、植生内の低流速域と河道主流部の流れのセン断抵抗によると思われる間断的な渦が発生している。

この渦は規模や強度の変化に伴い河岸植生の揺らぎを誘発し、相互に作用し合うことで、発生する渦に周期的な動きが見られるようになる。

- 湾曲部では外湾部に主流が衝突し、河岸部において湾曲螺旋流が生じるようになる。

この2次流が植生部の流れに影響を及ぼし湾曲部下流において大規模な渦流を間断的に発生させる。  
この現象は NO.7+60 地点の湾曲部下流において顕著に観察されている。

- 観察用浮子（直径6cmの素焼き煎餅）投入後の軌跡を観察すると、投入地点から1湾曲を流下するとほぼ主流部に浮子が集中する傾向が見られる。

これは主流部への流れの集中化の他、植生による表面波による効果が大いであると判断される。通水により上流池に浮いていた水草の流下を見るとほぼ1本の流路を流下する傾向が見られる。

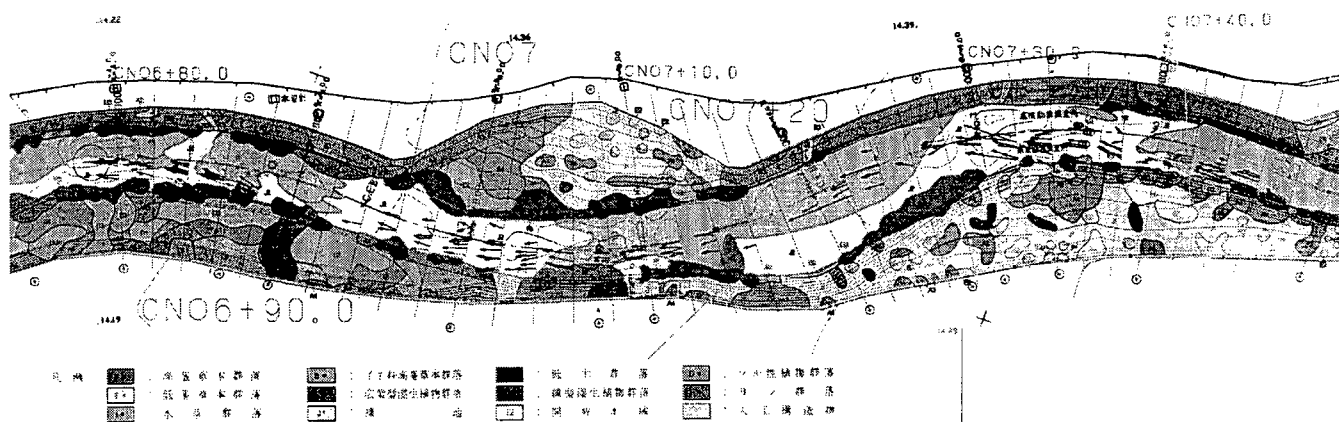


図 5-9 植生と流速ベクトル（ハビタット、3回目通水）

#### （4）地下浸透

地下への一時的な浸透量を河道全体での流量収支により試算した。

流量収支はゲート放流量と最下流での観測流量から求めている。

試算結果を図 5-10 に示す。

放流水が河岸開発研究ゾーンへ到達する 40 分経過時における地下浸透量は、3 回の出水実験での平均で 25% と高い値になっている。

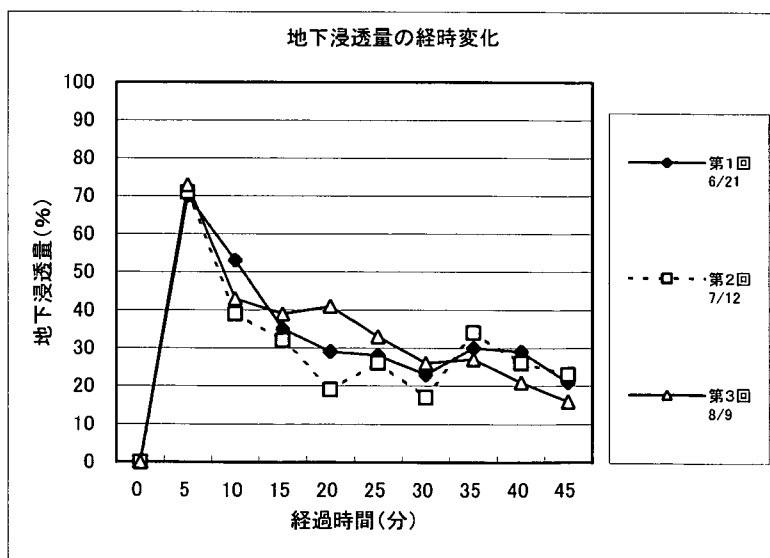


図 5-10 地下浸透量の経時変化（河道全体流量収支）

地下への浸透水の取り扱いについては、今回の実験においては十分な観測がされていないので、今後詳細に検証する必要がある。

(5) 浮遊砂・掃流砂

河道内の土砂の移動特性を把握するため、浮遊砂・掃流砂について採砂を行い、その移動特性について把握した。

ハビタット研究ゾーン下流部の橋梁付近における浮遊砂濃度の経時変化を図 5-11 に示す。

- 浮遊砂は水位の立ち上がり時に最大の浮遊砂濃度が生じている。
- 通水時間の経過とともに浮遊砂濃度は急激に低減し、水位がほぼ一定となる時間以後は、低い濃度で一定となる。

洪水波形の立ち上がり時に河床面に堆積している浮遊性土砂が一斉に舞い上がって流下するため、初期の浮遊砂濃度が最大となるが、時間の経過とともに浮遊砂濃度は急激に低減し、10～20ppm 程度の濃度で、一定状態となるのは、底面に堆積していた浮遊性堆積物が流下すると河床面から供給される浮遊砂がなくなるためと考えられる。

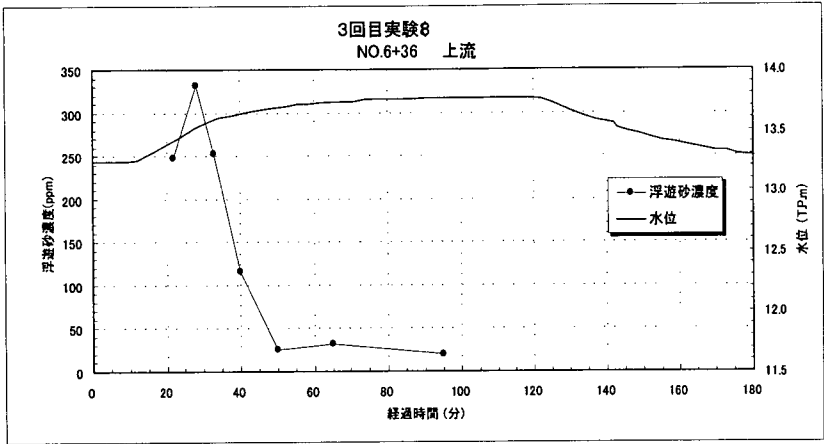


図 5-11 浮遊砂濃度経時変化図

掃流砂平均粒径と河床勾配の関係を図 5-12 に示す。

- 河床勾配が急なほど掃流力は大きい

河床勾配が急なほど流下する掃流砂の粒径が大きい傾向が見られるのは、採砂地点の河床勾配（掃流力）が影響していると判断される。

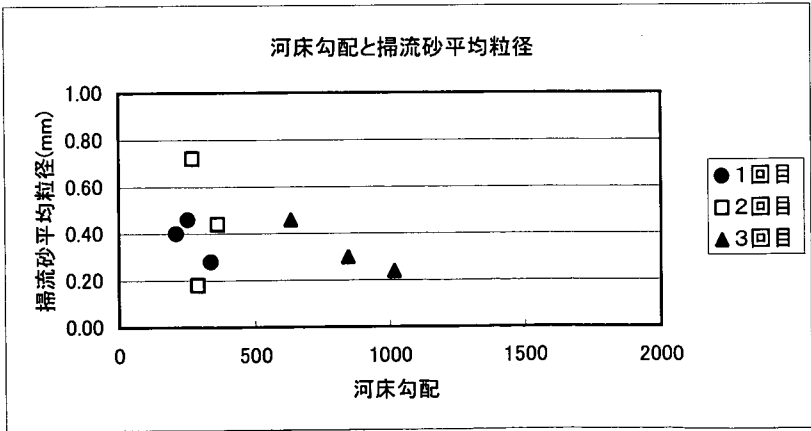


図 5-12 河床勾配と掃流砂平均粒径分布

## (6) 境界混合係数

主流部の流れと、植生域中の流れの流速差によって生じる、せん断抵抗現象を表す境界混合計数の値について推定した。

境界混合係数の推定は「平均流速法」により、横断流速分布と水面勾配及び水位から逆算した。

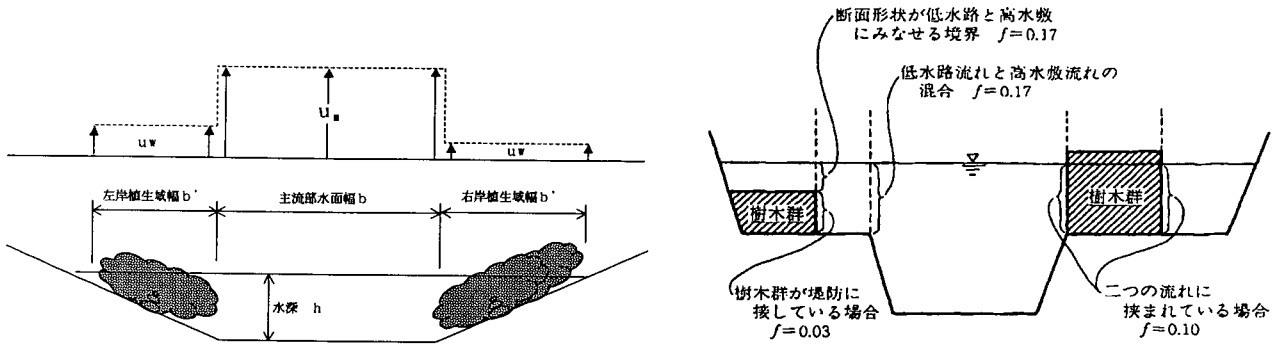


図 5.8 既往調査で得られた標準的な境界混合係数  $f$  値

図 5-13 植生幅に対する境界混合係数

$f$  値は図 5-14 のように、植生幅と相関が見られ 0.03~0.10 と算定された。

一般に樹木群が堤防に接している場合の  $f$  値は 0.03 とされており実験河川のような植生を対象とした場合も  $f$  値は同程度（植生帯幅が小さいとき）となる事がわかる。

|            | 境界混合係数     |       |
|------------|------------|-------|
|            | 範囲         | 平均値   |
| ハビタット研究ゾーン | 0.031~0.10 | 0.055 |
| 冠水頻度研究ゾーン  | 0.08~0.11  | 0.096 |

表 5-2 境界混合係数推定値（ゾーン別）

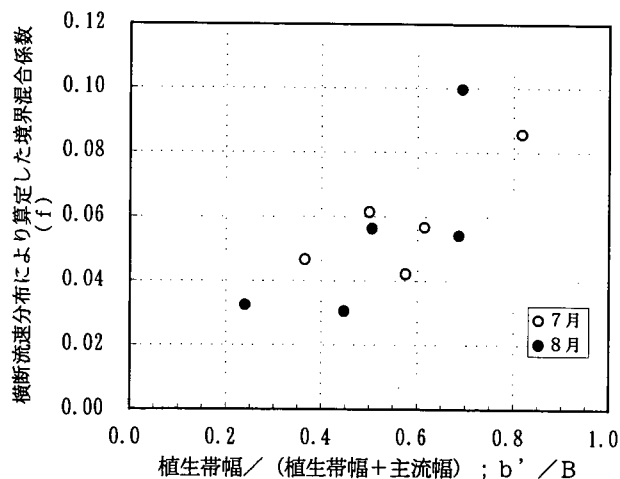


図 5-14 境界混合係数推定値（ハビタット）

5.5 実験河川植生調査（概要）

実験河川Cにおける植生調査にて確認された 42 植物群を「形状及び特性」、「生育環境」、「現地での生育状況」「水理抵抗」の 4 点を考慮して 9 つの植物群に分類し、さらに、大きく 5 つの類型に区分し、植生区分図を作成した。

植生区分での各類型の特徴を表 5-3 に、植物群落及び植生区分の分類の過程を図 5-14 にとりまとめた。

| 植生名  | 群落名           | 植物群名                                                                            | 特徴                                     |                            |                                                               |
|------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------|
|      |               |                                                                                 | 生育立地                                   | 形態特性                       |                                                               |
| 類型 1 | 高茎草本<br>群落    | セイタカアワダチソウ、<br>ヒメカシヨモギ・オアレチノギク、<br>メマツヨイグサ、アレチハナガサ、<br>メドハギ、ヨモギ、カラヨモギ           | 土手斜面<br>適度に湿った立地<br>から<br>乾燥した立地まで     | 適度に湿った<br>土手斜面             | ・草丈は大きい、葉の占有面積<br>はやや多く、茎は少々しっかり<br>している<br>・流れに対する抵抗は大きい     |
|      | イネ科高茎<br>草本群落 | ススキ、トゲシバ、<br>セイバンモロシ、オギ                                                         |                                        |                            |                                                               |
|      | 低木群落          | ハリエンジュ、ヤナギ類、<br>ネムノキ・クサネム、ノイバラ                                                  |                                        |                            |                                                               |
|      | ツル性<br>植物群落   | クズ、ヤブマメ・ツルマメ                                                                    | 土手斜面から水辺<br>他の植物個体<br>の上層を覆う           |                            |                                                               |
| 類型 2 | 低茎草本<br>群落    | オキナゲイグサ、カラサソ、<br>ヤハズソウ、シロツメクサ、<br>タンキリマ、イタドリ、<br>メシバ・シタレズメギキョウ・<br>他、花びら草       | 水辺から土手斜面<br>過剰に湿った立地<br>から<br>乾燥した立地まで | 過剰に湿った<br>立地から乾燥<br>した立地まで | ・草丈は極めて小さくか、小さい<br>・個体は散在して分布する<br>・流れに対する抵抗は小さく、裸<br>地の状態に近い |
| 類型 3 | 広葉型湿生<br>植物群落 | アメリカセンダングサ、<br>オオミズタデ・ミズタデ・他、<br>ツユクサ、セリ、イボクサ、<br>タカサゴ、ギギシ                      | 主に水辺際<br>主に過剰に<br>湿った立地                | 水辺際周辺                      | ・草丈は小さいが、葉の占有面積<br>はやや多く、茎は少々しっかり<br>している<br>・流れに対する抵抗は少々大きい  |
|      | 線型湿生<br>植物群落  | スガ属の植物、<br>カヤツリグサ属の植物、トケイ、<br>イ、スギナ、イネ科草本植物<br>(イヌビエ・イヌムギ・キシュウス<br>ズメノヒエ・スサキ・他) |                                        |                            |                                                               |
| 類型 4 | ヨシ群落          | ヨシ、ガマ                                                                           | 河川の水域<br>抽水植物                          | 河川の水域                      | ・草丈は大きい、葉の占有面積<br>は多く、茎はしっかりしている<br>・流れに対する抵抗は大きい             |
| 類型 5 | 水草群落          | イトモ、ミズアオイ                                                                       | 河川の水域<br>水面下、<br>水面に生育                 | 河川の水域                      | ・柔軟性に富む、水面上を浮かぶ<br>・流れに対する抵抗は小さい                              |

表 5-3 植生の特徴一覧

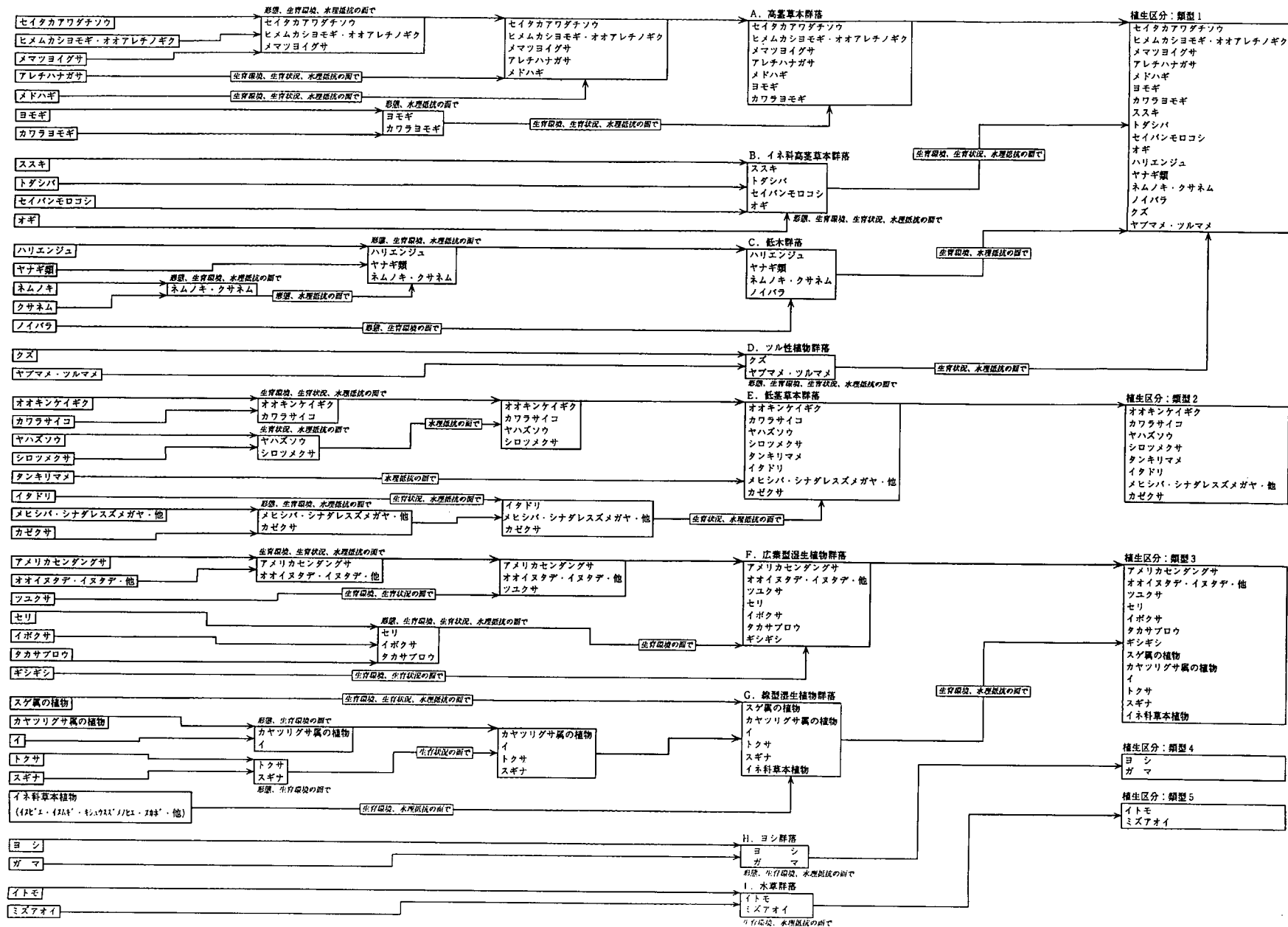


図 5-15 植物群落及び植生区分の分類の過程

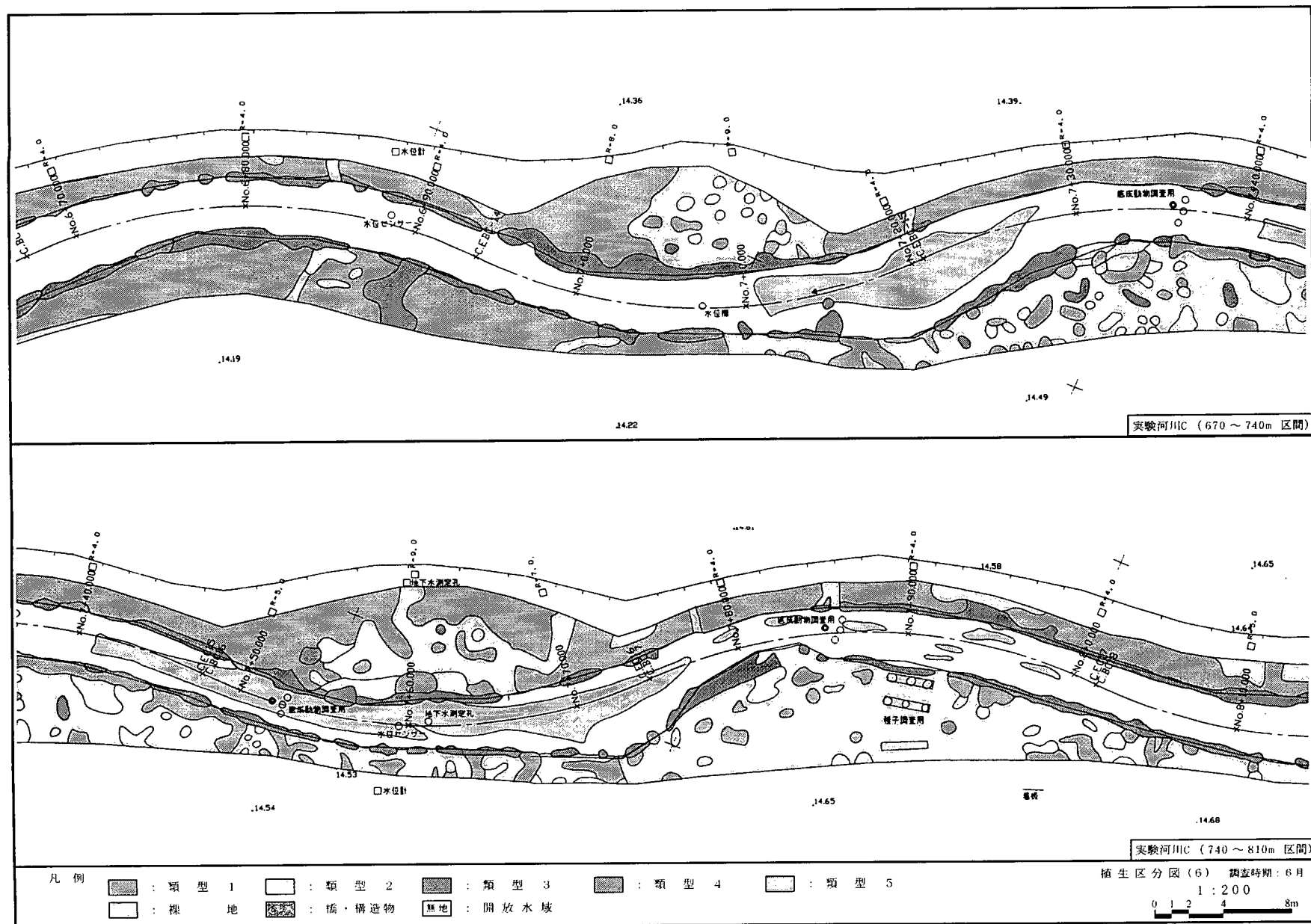


図 5-16(1) 実験河川C ハビタット研究ゾーン植生区分図(6月)

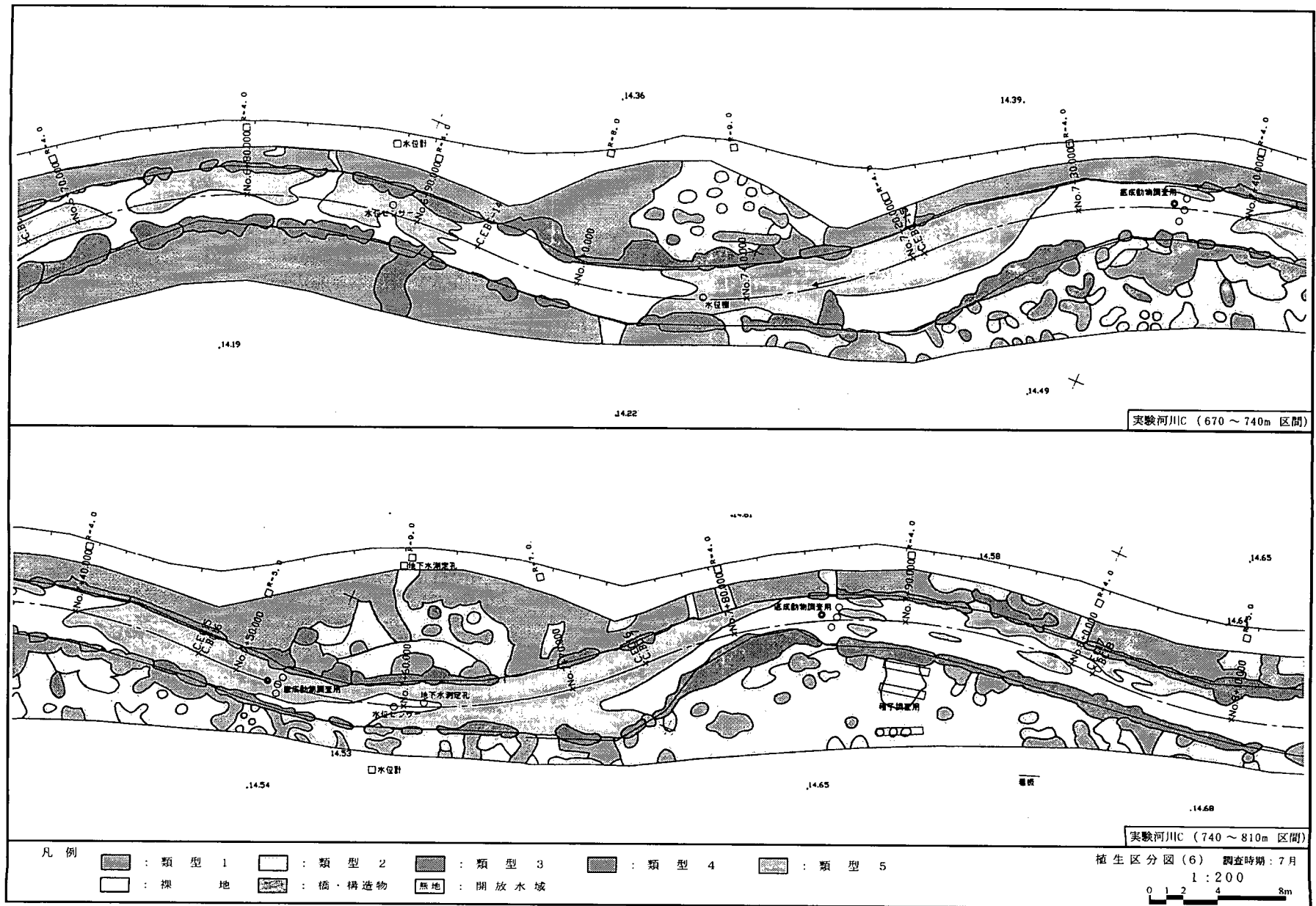


図 5-16(2) 実験河川 C ハビタット研究ゾーン植生区分図(7月)

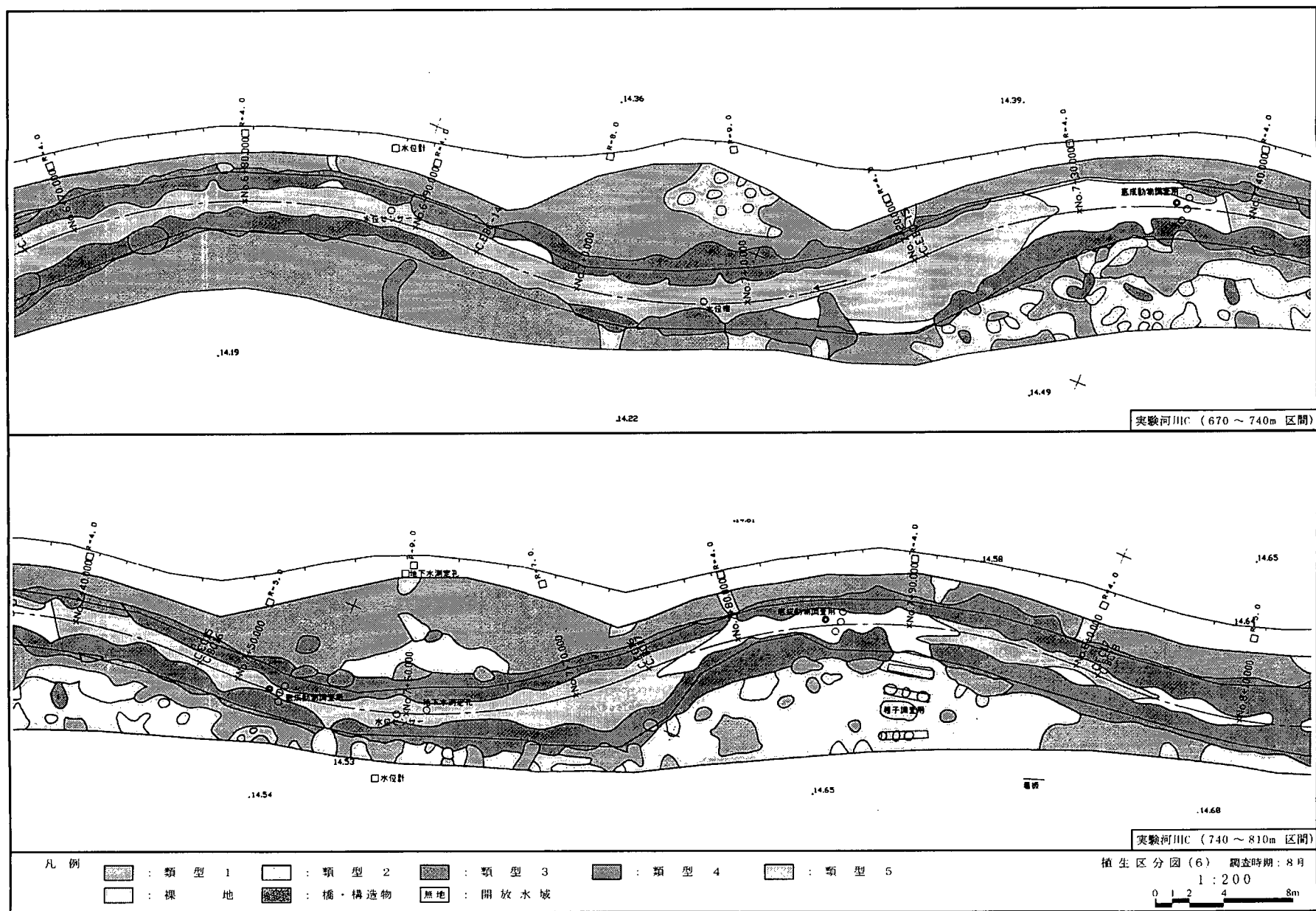
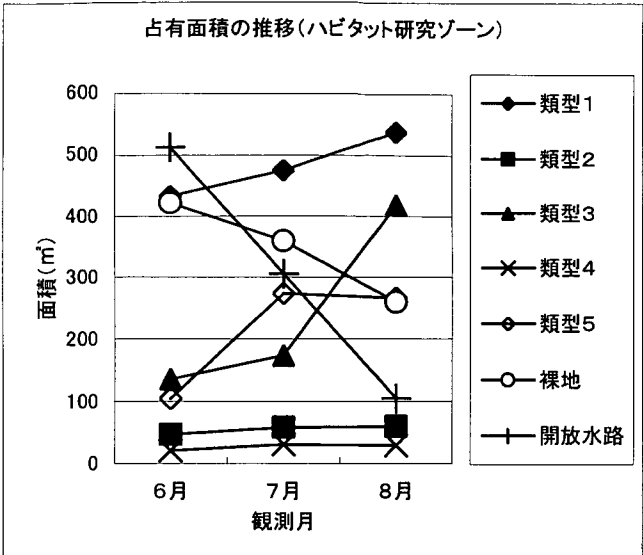


図 5-16(3) 実験河川C ハビタット研究ゾーン植生区分図 (8月)

植生区分の占有面積についてハビタット研究ゾーンでの計測した、植生区分の占有面積の推移状況を図 5-17 に示す。



| 占有面積 | 単位：m <sup>2</sup> |        |        |
|------|-------------------|--------|--------|
| 植生区分 | 6月                | 7月     | 8月     |
| 類型 1 | 433.5             | 475.1  | 538.5  |
| 類型 2 | 46.4              | 58     | 59.5   |
| 類型 3 | 135.5             | 173.9  | 418.4  |
| 類型 4 | 20.7              | 30.7   | 28.8   |
| 類型 5 | 104.6             | 273.5  | 266.2  |
| 裸地   | 421.9             | 359.2  | 259.6  |
| 開放水路 | 512.9             | 305.3  | 104.5  |
| 合計   | 1675.5            | 1675.7 | 1675.5 |

図 5-17 植生区分の占有面積の推移  
(ハビタット研究ゾーン)

- 各調査時期を通じ、類型 1 の占有面積が一番大きい。
- 河川水域の半分以上は類型 5 で占められている。

時期的に占有面積の変化を見ると以下の 3 点が目立つ。

- 裸地は主に類型 1 と類型 2 に、類型 2 は主に類型 1 に移行していた。

これは個体の伸長と葉の密生度の増加に伴うものと考える。

- 類型 1 の占有面積が時間の経過とともに増加している。

これは前記の事柄のほかに、この類型に集約されているツル性植物群落の植物が他の種類の植物を覆う事で占有面積が拡大したと考える。

- 開放水域及び類型 5 の占有面積が類型 3 に移行していた。

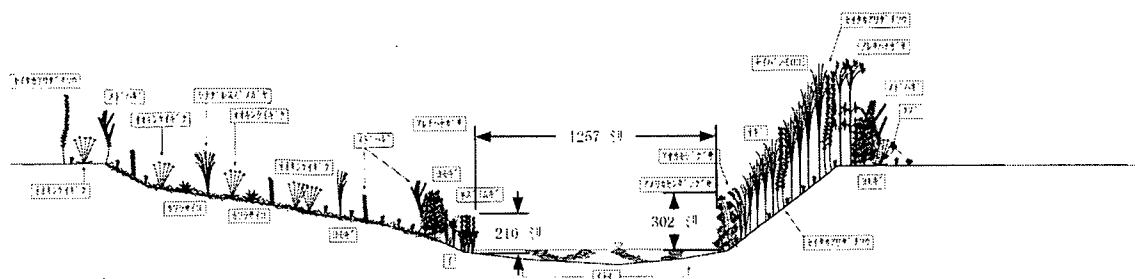
これは植物個体が河川内の水域に生育域を著しく拡大したのではなく、増水時に河川内に横倒しになった水際の植物個体が元の状態に回復せずに、そのまま上方方向に茎を伸長し、この一連の経緯が繰返された結果であると考える。

図 5-18 に ハビタット研究ゾーン N0. 7+40 断面の植生状況の変遷を示す。

C河川 7+40

1:50

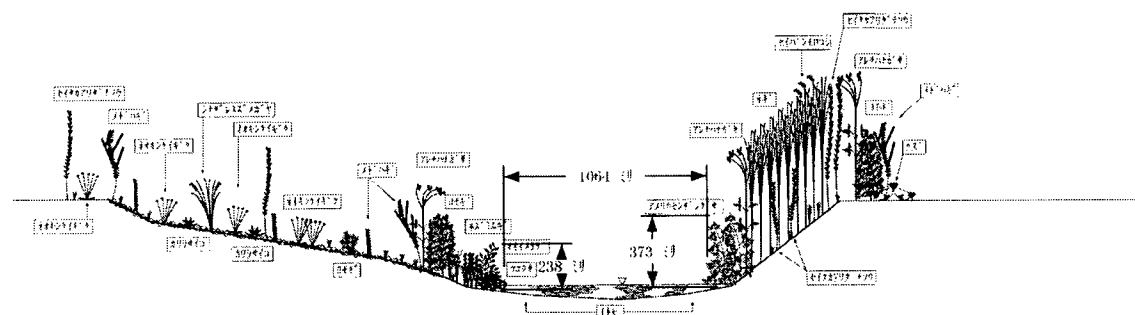
調査日：平成12年6月15日



C河川 7+40

1:50

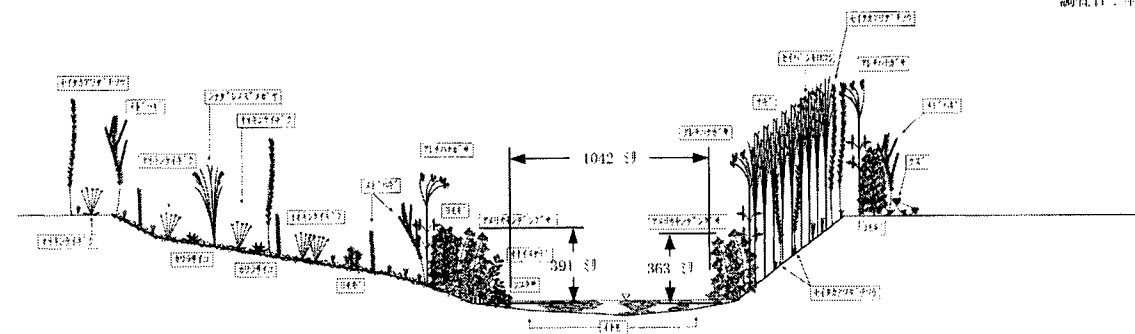
調査日：平成12年7月8日



C河川 7+40

1:50

調査日：平成12年8月8日



左岸

右岸

図 5-18 実験河川C ハビタット研究ゾーン (N0.7+40) 植生の繁茂状況の変遷  
(上段より、6月、7月、8月)

5.6 解析モデル再現性検討

解析モデルの再現性検討においては、下表のモデルにより検討を行った。

| 解析モデル  | 区間距離    | 断面数          | 備考                  |
|--------|---------|--------------|---------------------|
| 1次元不定流 | 20m     | 42断面         | 実験河川全体を対象           |
| 平面2次元  | 1m×3～5m | 6000～13000要素 | ハビタット、ワント研究ゾーンの2モデル |

表 5-4 解析モデルの構成

(1) 1次元計算

1次元解析である「不等流計算」と「不定流計算」については、実験河川C全体を対象とした解析モデルを構築する。解析モデルの基本情報である横断面形状は、20mの単距離を基本とするデータとして、「平成12年度第2ステージ前」の実験河川Cの実測横断成果を使用している。

1) 不等流計算

不等流計算により各区間の粗度係数を逆算した結果を図5-19に示す。

なお、粗度係数は、1断面につき1つとしている。

ゾーン毎の変化は、主に植生による影響であり、植生の成長にしたがい増加する傾向にある。

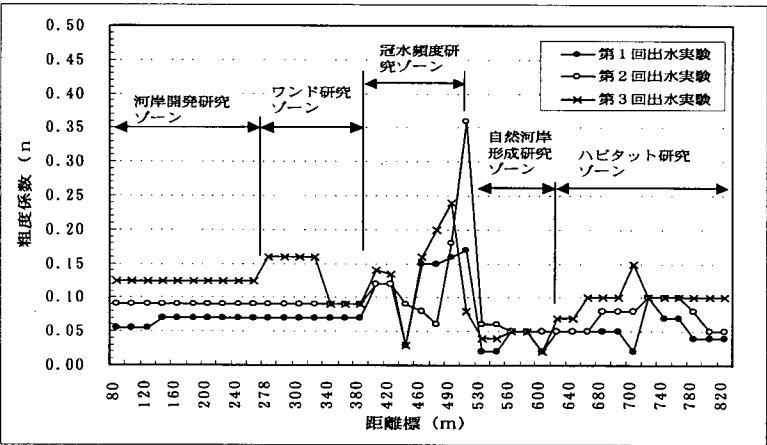


図 5-19 区間別粗度係数縦断図

ハビタット研究ゾーンにおける不等流計算結果を図5-20に示す

ハビタット研究ゾーンの特徴である一部法面が緩斜面となっている断面形状の影響により、粗度が縦断的に変化している。

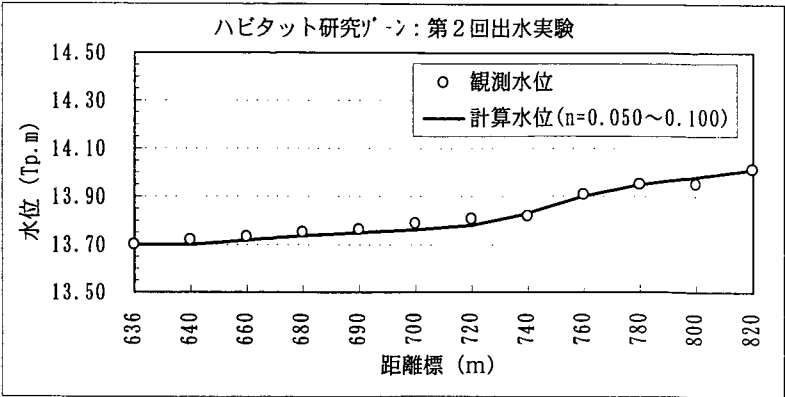


図 5-20 不等流計算結果

## 2) 1次元不定流計算

実験河川C全体の1次元不定流計算モデルを構築することにより、計算によって任意の断面地点における流量の経時変化を計算し、実験河川の非定常性（洪水時の流れの特性）を次の手順により検討した。（なお、1次元不定流計算の基本的計算手法については、紙面の制約上割愛する）

- ① 実験河川Cの河道モデルの構築←断面形状、断面間距離等
- ② 境界条件の設定←上流端；ゲート操作記録  $Q-t$ 、下流端；観測水位
- ③ 水位の検証←観測水位( $H-t$ )と計算水位の波形が一致するように粗度係数を試行錯誤により決定する。ピーク付近の水位の同定には低水路粗度を調節し、水位上昇又は下降時の水位の同定には、法面の粗度係数を調節する。
- ④ 検証された計算モデルによる非定常性の再現（数値実験）

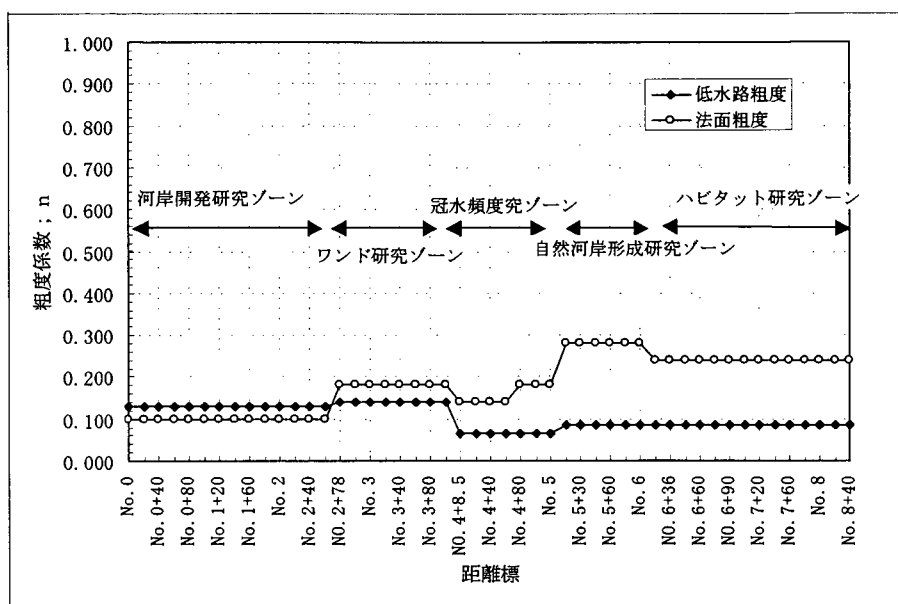


図 5-21 第3回出水実験を対象とした粗度係数設定値

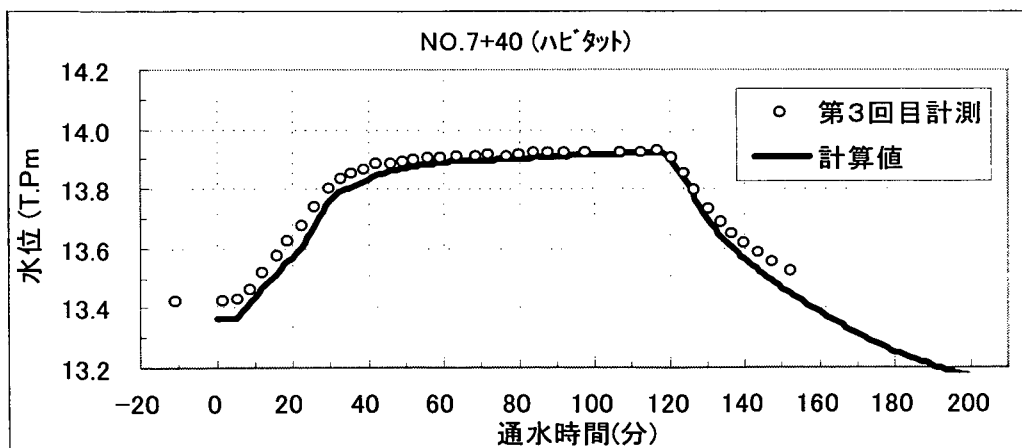


図 5-22 実測水位・解析結果比較図

水位と流量の経時変化（流量－水位曲線）を図 5-23 に、また、水位と流速の経時変化（流速－水位曲線）を図 5-24 に、それぞれ不定流計算の結果をもとに図化した。

また、自然河岸形成研究ゾーンからハビタット研究ゾーンにかけての水位縦断面形について増水時と減水時の比較を図 5-25 に示す。

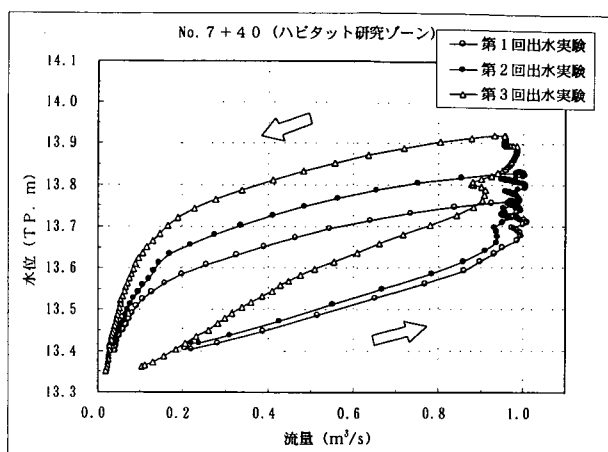


図 5-23 流量－水位曲線図

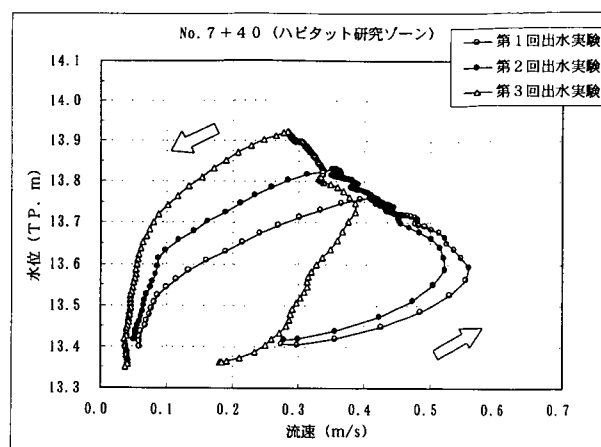


図 5-24 流速－水位曲線図

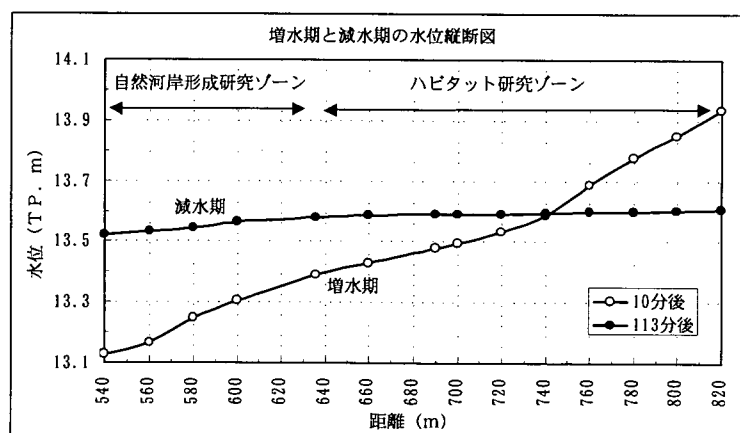


図 5-25 自然河岸形成研究ゾーンからハビタット研究ゾーンにかけての水位縦断面形の比較

ハビタット研究ゾーンでは、流量－水位曲線、流速－水位曲線ともに、同水位における増水時・減水時の流量、流速の差が非常に大きく、減水時において高い水位が維持されているなど、非定常性が強く現れている。

自然河岸形成研究ゾーンとハビタット研究ゾーンでは、流量が  $0.1 \sim 0.2 \text{ m}^3/\text{s}$  程度と殆ど通水を終えた状態（図 5-25 中、113 分後）であっても、水位はピーク流量発生時の 6 割程度と、比較的高い水位が維持されている。

一次元不定流計算結果から得られる流量を用いて、研究ゾーン毎の貯留量の変化を検討した。

各研究ゾーンの上流端断面の流量をその研究ゾーンへの流入量 $Q_{in}$ 、下流端断面の流量をその研究ゾーンからの流出量 $Q_{out}$ とし、流入量と流出量の差をその河道の貯留量 $\Delta Q$ とした。

図5-26の○印の曲線は、ハビタット研究ゾーンにおける、単位時間あたりの貯留量( $\Delta Q/\Delta t$ )の変化を示したものであり、 $\Delta Q/\Delta t$ が正の値を取る場合は貯留が起きており、負の値の場合は流出が生じているとみることができる。

なお、同図の太線と細線はそれぞれ流入量と流出量を示している。

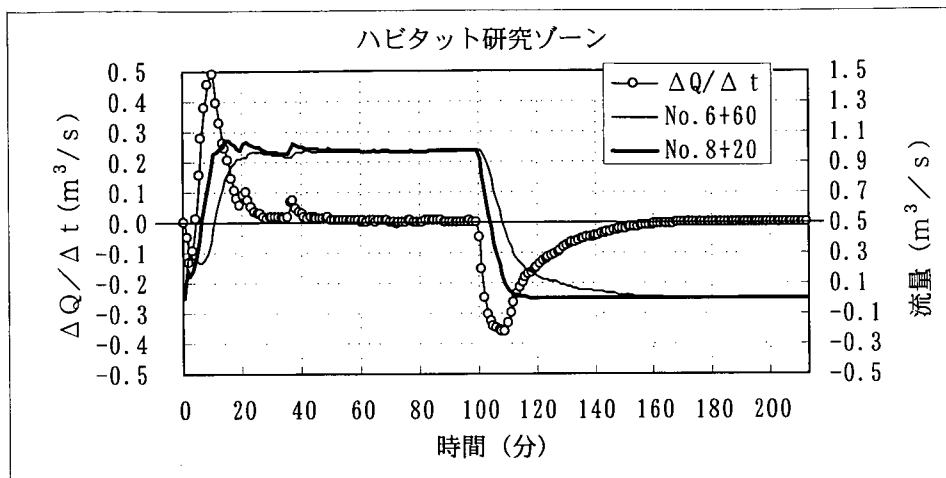


図5-26 貯留割合( $\Delta Q/\Delta t$ )の変化(第2回実験・ハビタット研究ゾーン)

- ハビタット研究ゾーンでは、貯留が起きている時間が短く、第2回出水実験では通水30分後には $\Delta Q/\Delta t \approx 0$ となり約70分間定常な状態が継続している。
- ピーク流量が継続する時間帯では、流入量と流出量は殆ど同じであるが、増水期において、流入量が直ぐ上流のゲート操作流量と同様の波形であることに対して、流出量の波形はピーク流量に到達する付近の勾配が緩くなっており、増水期の貯留現象を示している。

(2) 平面 2 次元計算

1 次元不定流モデルによって、水位の経時的な変化の再現性が検証され、断面平均の流量や流速の予測が可能であることがわかったが、河道の平面形や植生の平面的な配置による流速の平面分布を計算することが出来ない。また、出水実験において研究ゾーン全体の平面流速分布を観測することは容易ではない。

そこで、平面 2 次元解析モデルにより解析モデルを構築し、植生の分布状況等の条件を与えた上で、平面流速分布の再現が可能かどうか検討する。(なお、平面 2 次元計算の基本的計算手法については紙面の制約上割愛する。)

ハビタット研究ゾーンについて河道形状をモデル化し、そのモデルの計算メッシュ毎に植生の有無を指定することにより植生分布を表現し、植生密度を同様に与えることにより場所的な植生の違いを表現する。 計算メッシュの最小サイズは、出水実験時の水深程度を目安に設定する。

低水路の水深は 0.5 から 0.8m 程度であるため、横断方向のメッシュサイズを 1.0m とした。また、流下方向は流れの変化が横断方向に比べて小さいため、流下方向の計算メッシュサイズは、横断方向の数倍とした。

水草植生の在る低水路は、粗度係数によってモデル化する。

粗度係数の値は、図 5-27 の水深植生高比と粗度係数のグラフ（河川砂防技術基準）から、水深を 1～1.5m と仮定して設定した。

- 低水路の粗度係数設定値 : 0.030
- 植生の無い範囲の粗度係数 : 0.025

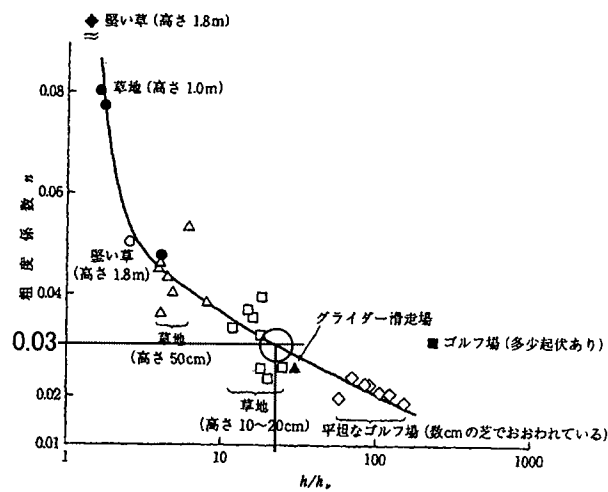


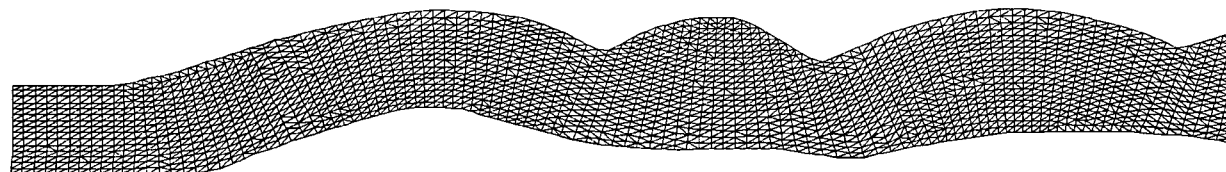
図 5-27 粗度係数と水深／植生高との関係

植生が流水に与える影響は平面 2 次元解析では、植生密度 (γ) で評価しているため、表 5-5 の植生調査の成果を用いて植生区分毎に密度を単位体積当たりの植生の投影面積から設定した。

| 植生区分     | 1      | 2        | 3         | 4      |
|----------|--------|----------|-----------|--------|
| 植生密度 (γ) | 0.4932 | —        | 0.1222    | 0.5673 |
| 代表植生     | トグサ    | オオキンケイギク | アメリカンダングサ | ヨシ     |

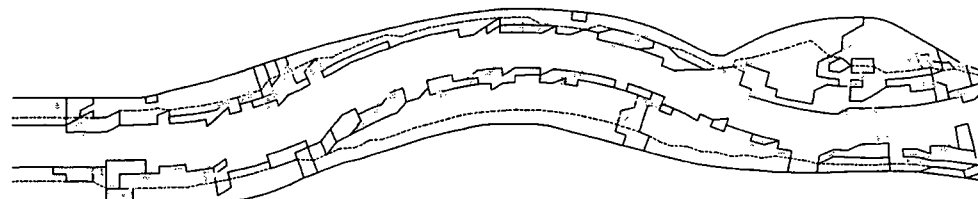
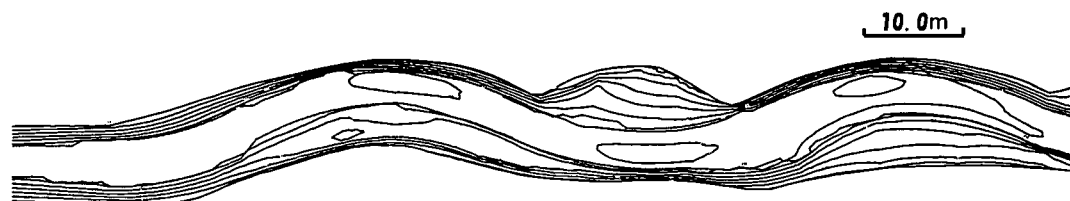
表 5-5 平面 2 次元解析における植生密度の設定値

植生区分 2 については、オオキンケイギクやカワラサイコ等で草丈が極めて低く個体が散在しているため裸地相当と判断し、粗度係数による評価とした。



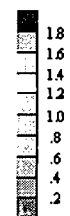
① メッシュ分割

② 解析モデルに設定された河床高のコンター図

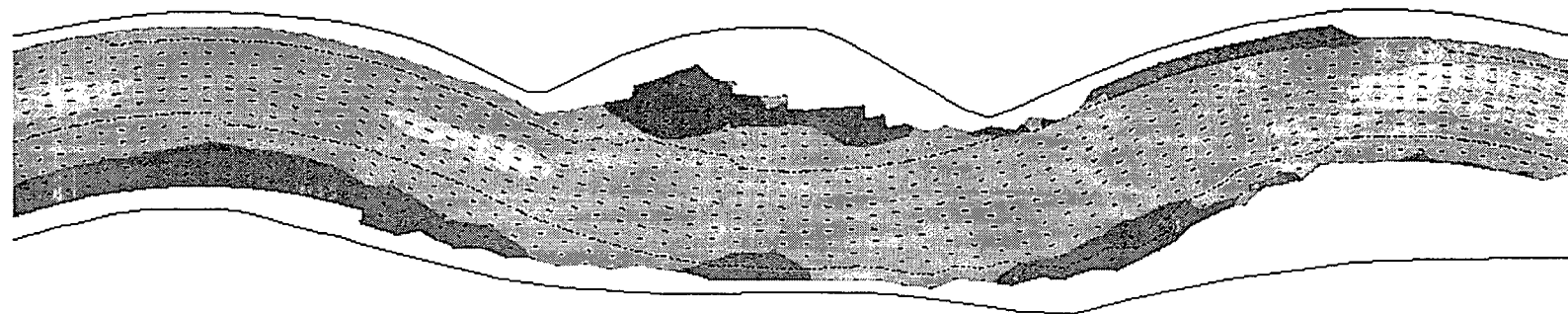


③ 解析モデルにおける植生分布設定

(M/S)



2.0 M/S  
10.0 M



④ 出力結果 T=60 分

図 5-28 モデル化の状況と出力結果

平面 2 次元解析の結果概要は、以下のとおりである。

### 1) 平面流速

図 5-28 の④出力結果  $T=60$  分（図中右側が上流）では、主流の偏り等、流れの特徴を概ね再現できている。上流端付近（図中右端）で、ベクトルが集中し流れが速くなっていることが現れているが、実際の観測においても同様の現象が確認されている。

### 2) 水位

図 5-29 は、パラメータ調整による解析値と観測水位との同定後の状況である。低水路以外の部分の粗度係数は、当初想定 of 植生がない場合の値  $n=0.025$  では同定せず、雑草程度の  $n=0.035$  となり、植生群の形状抵抗を  $Cd=2.0$  とした結果、概ね観測水位を再現できるようになった。

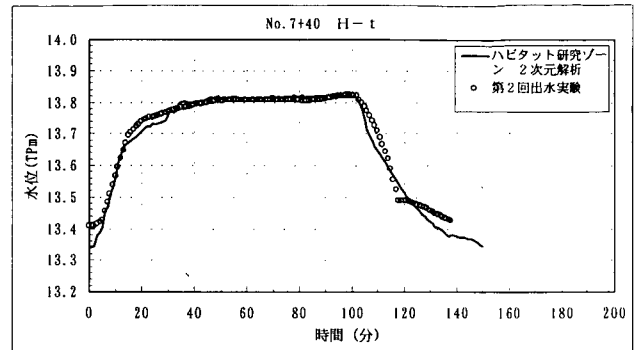


図 5-29 水位変化の比較（パラメータ調整後）

形状抵抗係数値  $Cd=2.0$  は、円柱等における係数と比べ約 2 倍の値となるが、これは、河岸に繁茂する植生が非常に密であり、一本一本の棒ではなく間隙をもった個体に近いため、形状抵抗係数が大きくなるものと考えられる。 $Cd$  値の妥当性は今後再確認の必要があると思われる。

### 3) 横断流速

観測による植生域内の流速が殆どゼロであることに対し、解析では主流部の 50% 以上の流速となっている。

植生抵抗モデルは、植生が流れに与える影響を、流速と抵抗係数及び植生密度の関数で表現しているため、計算上植生密度が大きくなっても流下幅は変化しない。

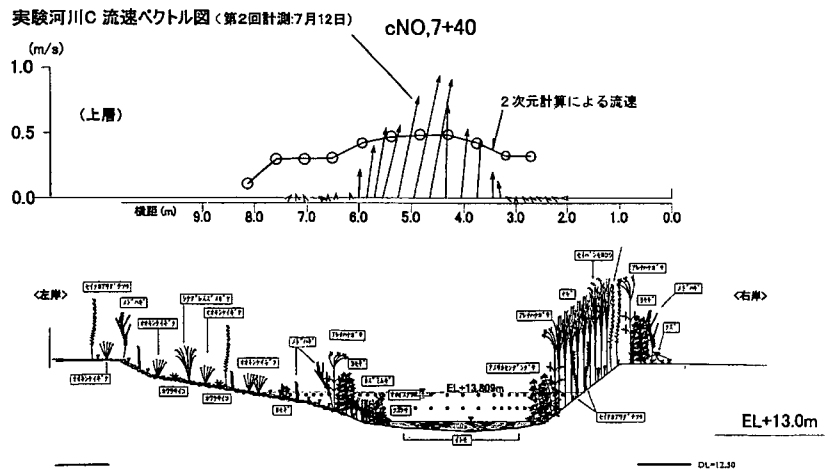


図 5-30 横断流速分布の比較

しかし、実河川では植生が非常に密になると、抵抗だけでなく植生内の間隙が密になることにより結果的に流下断面面積が小さくなるため、解析値と観測値に特徴的な違いが生じる。形状抵抗係数  $Cd$  を 5 倍程度の値に変化させると、同定が可能であるが、水位解析の場合と同じく今後  $Cd$  値の妥当性に課題が残る。

5.7 解析モデルによる評価

再現性の検証された1次元不定流計算モデルを用いて、実際には実施していない条件の出水実験を数値実験として実施し、更に実験河川Cの特性を検討した。

(1) 数値実験ケース1

実験河川全川が植生の無い場合を想定した計算を行い、出水実験結果と比較する事により、植生の効果を把握する。

- 粗度係数は植生が無い場合を想定し、全断面  $n=0.030$  とする。
- 通水流量は、第2回出水実験と同じハイドログラフとする

数値実験結果による最高水位と第2回出水実験の再現計算値との比較縦断面図を図5-31に示す。

- 第2回出水実験の再現計算と最高水位を比較した結果、水深が概ね  $1/2$  の計算結果となった。200m 地点から下流については、下流端水位境界条件の影響である。
- したがって、実験河川Cにおける河道内植生の繁茂による最高水位の上昇量は、30~40cm であるといえる。

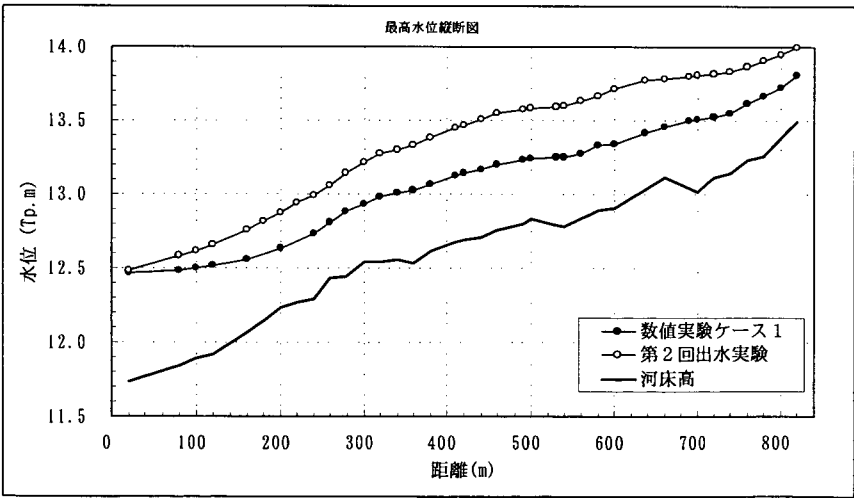


図 5-31 最高水位縦断面図の比較図

河道形状は若干異なるが、平成 10 年度に植生の無い状態で実施された出水実験での計測水位は 200m 地点が TP12.6m、400m 地点が TP13.1m、800m 地点では TP13.7m 程度であり、今回の計算結果とほぼ一致しており、数値実験結果の結果が信頼できるものと言える。

数値実験結果によるゾーン別の水位変化と第2回出水実験の再現計算値との比較について、図5-32にハビタット研究ゾーン及び実験河川最下流部の河岸開発研究ゾーンの結果を示す。

- ハビタット研究ゾーンにおける増水開始時期は、植生の有無（粗度係数の違い）による差はない。
- 河岸開発研究ゾーンでは植生が無い場合、20分程度増水開始が速くなる。（洪水伝播速度が速くなっている）
- ハビタット研究ゾーンにおけるピーク時は、植生がある場合は、減水期開始まで徐々に水位が上昇し続けるが、植生を想定しない場合はピーク水位がほぼ一定である。
- すなわち、植生が無い場合、ほとんど河道内貯留が行われていないといえる。

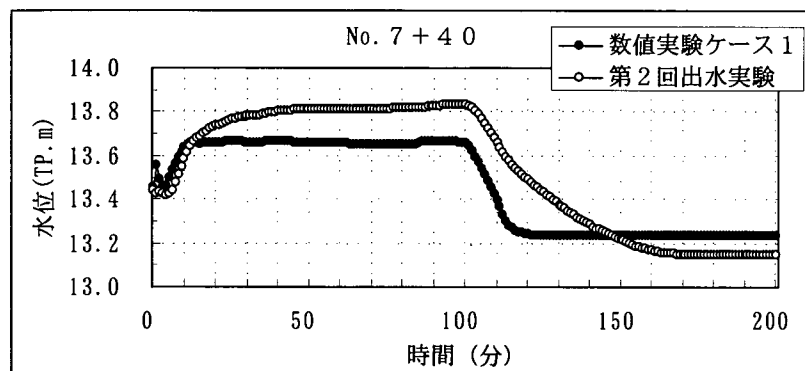


図5-32(1) ハビタット研究ゾーンの水位波形比較

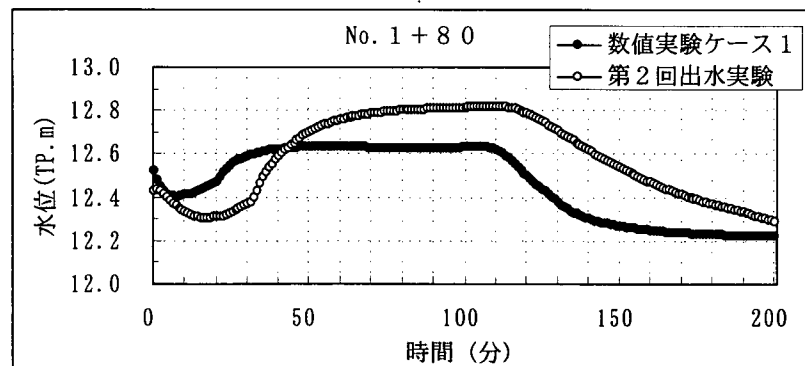


図5-32(2) 河岸開発研究ゾーンの水位波形比較

## (2) 数値実験ケース2

通水流量のハイドログラフをピーク流量継続時間の短いものとし、洪水波形のつぶれ、すなわち下流側での流量低減状況を検証する。

- 粗度係数は、第2回出水実験の検証値とする。
- ピーク流量継続時間を10分とする。

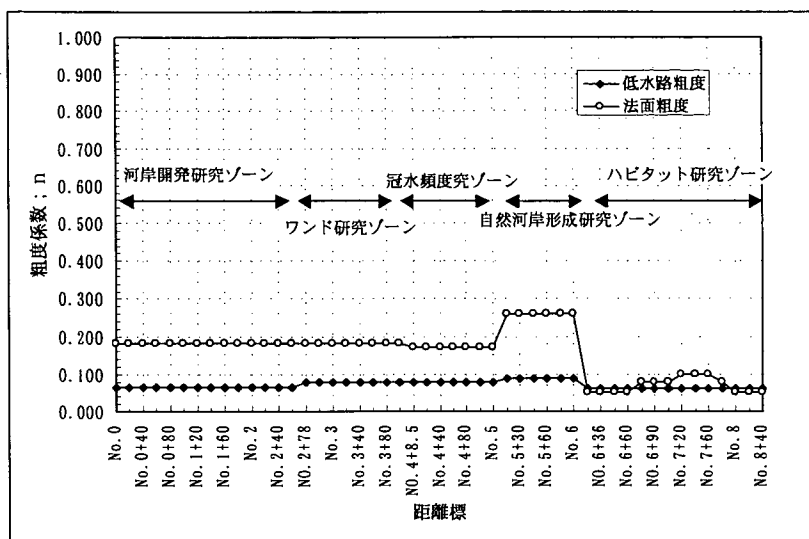


図 5-33 第 2 回出水実験を対象とした粗度係数検証値

ケース 1 同様、数値実験結果による最高水位と第 2 回出水実験の再現計算値との比較縦断図を図 5-34 に示す。

- 第 2 回出水実験の再現計算と最高水位を比較した結果、500m 地点 (No.5) から下流で水深が概ね 25cm 下がる。ピーク流量継続時間が短くなる事によって、ハイドログラフがつぶれた結果である。
- 同じ植生 (抵抗) 条件であっても、ハイドログラフの形状によって水面形が大きく違ってくることが確認された。

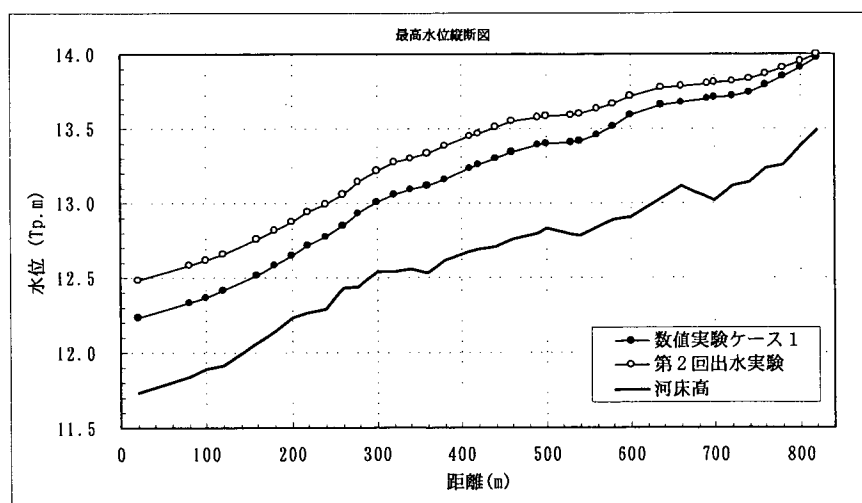


図 5-34 ハイドログラフの違いによる最高水位縦断図の比較図

ケース2における数値実験結果によるゾーン別の水位変化と第2回出水実験の再現計算値との比較について、図5-35にハビタット研究ゾーン及び河岸開発研究ゾーンの結果を示す。

- 両研究ゾーンとも増水期初期における洪水波の到達時刻や水位の上昇速度は、ハイドログラフが違っても同じであるが、ピーク水位付近において定常な時間帯が殆ど無くなっている。

ケース1と2を比べると、実験河川における植生の河道貯留現象に対する影響の大きさがわかる。

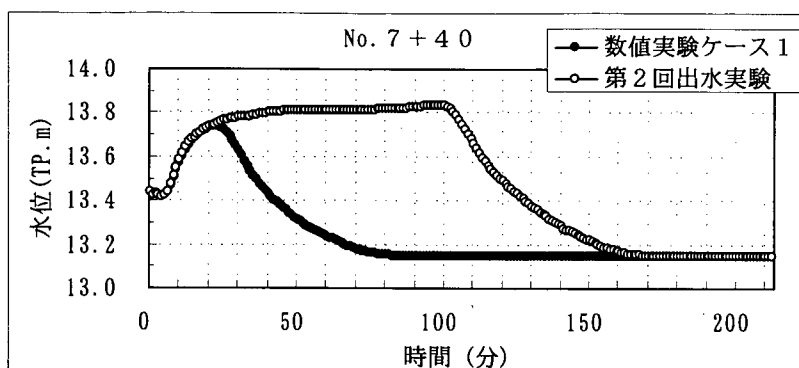


図5-35(1) ハビタット研究ゾーンの水位波形比較

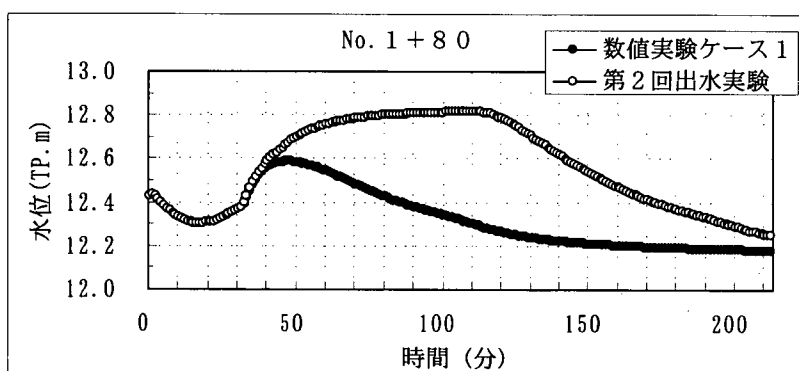


図5-35(2) 冠水頻度研究ゾーンの水位波形比較

図5-36は、数値実験結果をもとに各研究ゾーンの代表地点における流量ハイドログラフを重ね合わせたものである。

冠水頻度研究ゾーンから下流では定常期間が無くなっており、河岸開発研究ゾーンでピーク流量が約1/2になるなど、実洪水の様な山形の洪水波形に対しては強い非定常性が現れる。

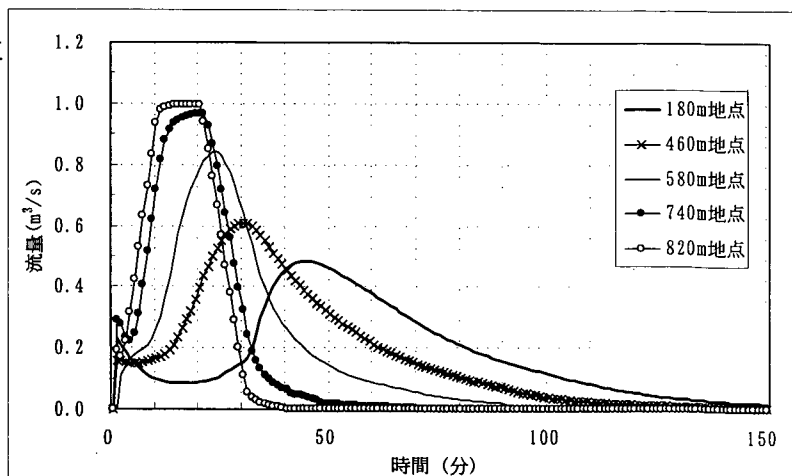


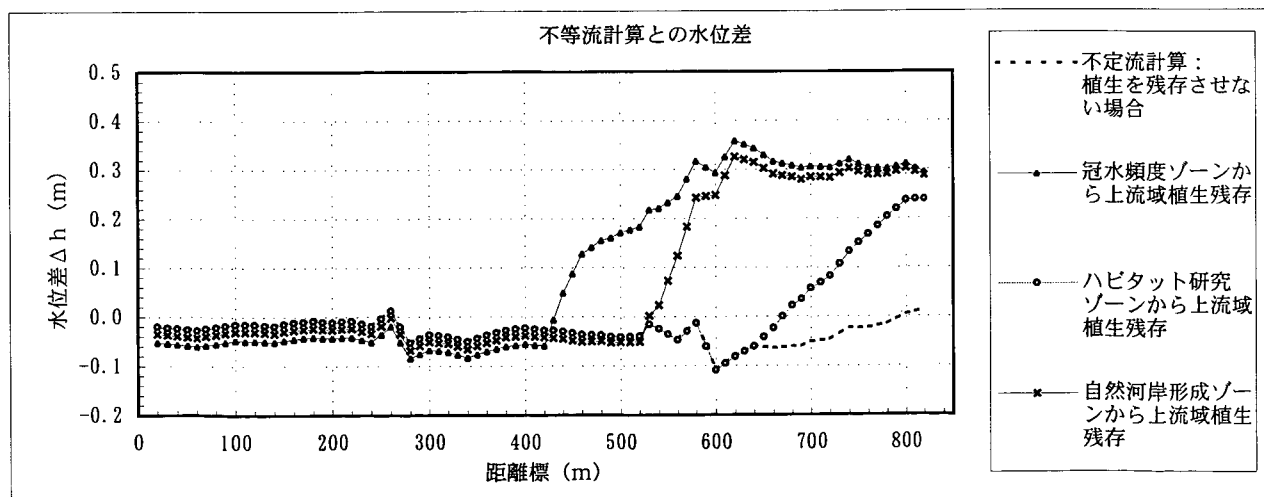
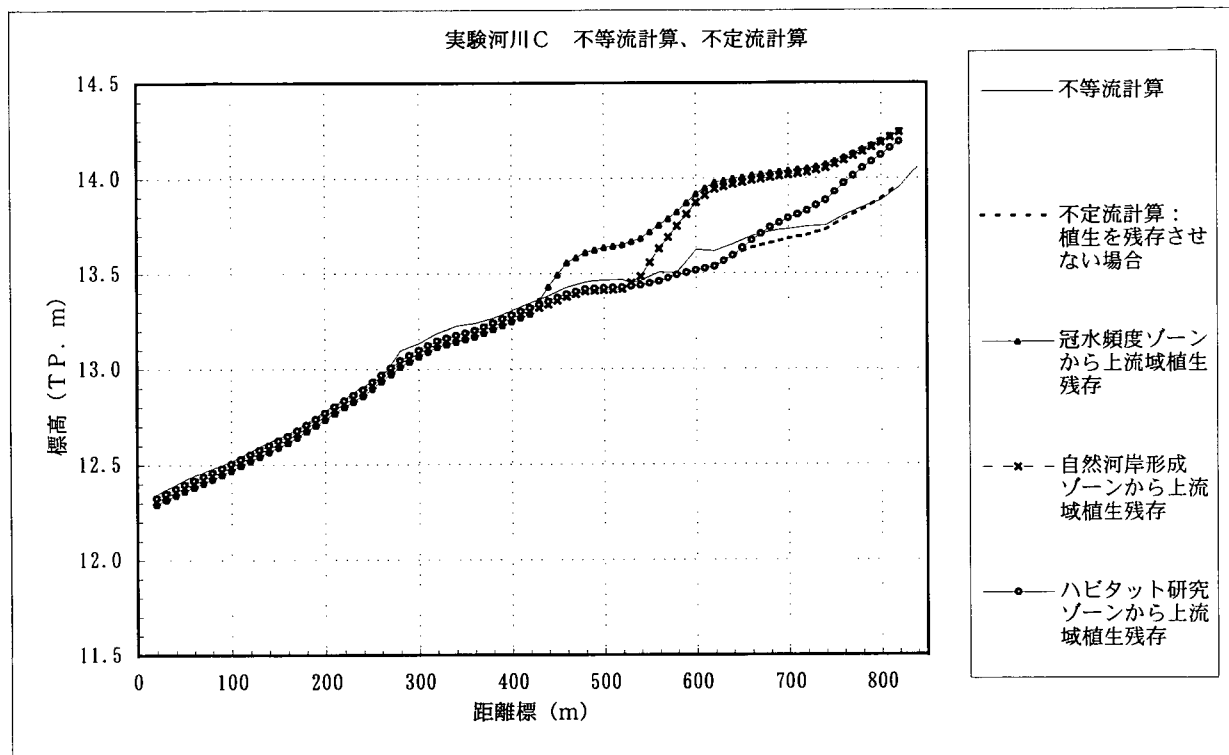
図5-36 通水時間を短くした場合の地点別流量ハイドログラフ

2つのケースによる数値解析により、多自然型河川における植生の持つ貯留効果が検証されたため、解析モデルにより、実験河川Cにおける自然植生を考慮した多自然型河川の治水効果を検証する。

#### 検証課程

- 計画高水流量  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  とした時の計画高水位を通常と同様に不等流計算にて策定
  - 不定流（洪水流）における河道貯留効果を算出（不定流計算）・・植生が無い状態とする。
  - 上流域に植生を残存させ、河道下流部でどれだけ治水効果（水位低下）を発揮するか検証
- なお、設定ハイドロはピーク流量  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  ・継続時間 20 分とする。

ゾーン別に計算した結果を図 5-37 及び図 5-38 に示す。



冠水頻度研究ゾーンより上流に植生を現存させた場合、下流端で約 5 cm の水位低下効果が現れており、各ゾーン別の結果を整理すると、実験河川 C 限定版であるが、図 5-39 のような関係が成り立つ。

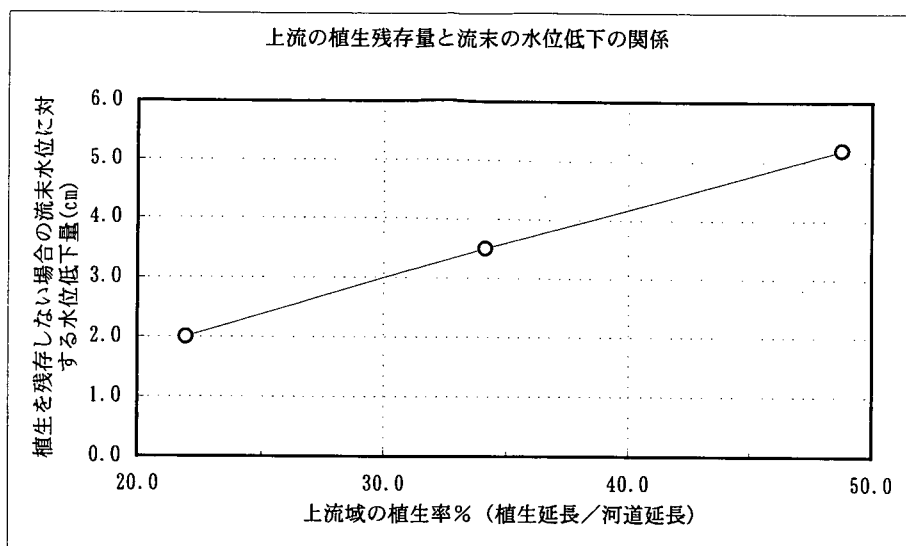


図 5-39 多自然型河川の治水効果（上流の植生残存量と流末の水位低下の関係）

この結果は、そのまま多自然型改修による治水効果（下流における水位低下効果）を表すものとして適用できる。

これを、一般河川に置き換えると以下のような関係が成立する。

- 上流域での多自然型改修実施割合（河道延長に対する施工比）が増加すると、これに比例して、下流域での治水効果（水位低下効果）が増大する。

## 5.8 考察

実験河川 C における出水実験での観測結果及び河岸の植生調査等から、1 次元不定流及び平面 2 次元解析モデルについて、一部改良すべき点はあるものの、ほぼ実験河川の河道水理特性を再現できるモデルを構築する事が出来た。平面 2 次元モデルは、植生の形状抵抗係数の設定値について今後妥当性の検証をおこない、より精度の高いモデルへと改良を進めたい。

実験河川では生態系調査や出水流量の制限等、様々な制約に伴い、自由な設定での出水実験がなかなか実施出来ない状態であるが、今回構築した解析モデルを使うことで、河道断面形状や河岸法面の状況を変化させたり、洪水流量を変化させたりする事が出来る。これにより、多自然型川づくりにおける各種工法検討等のシミュレーションが可能となり、今後作成を予定している直線河川である実験河川 A に関する解析モデルと合わせて、実河川への効果的な多自然型工法の導入手法についての検討が可能になる。

現在、河道計画策定においては、河道内の樹木群や植生群は流水を阻害するものとして通水面積から除外する傾向にあるが、実洪水時において河道内植生が洪水到達遅延、下流でのピーク水位の低減などの治水効果に寄与していることは、今回の解析モデルによる検証を通じても明らかである。

一般的に河川改修は、ダムの場合を除き、河川下流部の流下断面積を広げ、洪水の流下能力を増した上で、上流域の改修を順次進めていく「下流→上流」という発想のもとに行われているが、多自然型河川の貯留能力を利用する改修方法をとれば、「上流→下流」という整備順序も可能になる。

これは、いわば「上流域の河川内に環境豊かな自然のダムを造ろう」というものであり、中小河川を管理する県・市・町が等しく抱えている「下流河川の改修が進まないため、上流域での改修が進められない」という現時点での大きな問題に対する有効な解決策になり得るものであり、なおかつ、開発が進み人口が集中する下流部で河道断面を広げる河川改修を行うよりも、コスト的に安価に改修が行える可能性がある。

今後、河道形状や植生が持つ様々な貯留効果を積極的に河川改修計画にとりこむこととし、たとえば、実河川において今回実験河川Cについて提示したような「〇〇川の全体延長〇〇km に対し上流域で〇〇%の延長分を多自然型河川に改修すれば、下流域で〇〇cm 水位を低下させる効果がある。」といった、多自然型川づくりを進めるうえでのわかりやすい事業効果指標として表すことが出来れば、多自然型川づくりを環境面だけでなく治水効果面からも積極的にアピールする事ができる。

次年度以降、こういった多自然型川づくりによる事業効果についても、実験河川での実験等を通じて検証していきたい。

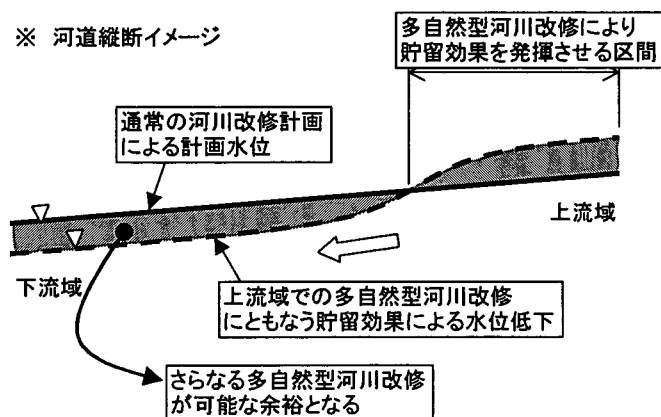


図 5-40 河道貯留効果利用の概念図

## 6. 外来植物が及ぼす河原植物への影響

### 6.1 はじめに

近年、帰化植物の蔓延による在来植物の衰退や生物相の均質化が、生物多様性の保全の観点から問題視されている<sup>1) 2)</sup>。わが国において帰化植物の影響がもっとも大きいハビタットの 하나가、河原である<sup>3) 4)</sup>。これは河川周辺には帰化植物の供給源が多いことや、河原には出水や人為による攪乱により裸地が形成されやすく帰化植物の侵入の機会が多いことによると考えられる<sup>4)</sup>。

帰化植物が在来植物に及ぼす影響について、宮脇・鷺谷は荒川河川敷のオギ・ヨシ群落において、オオブタクサの密度が高い場所ほど出現種数が少ないことを報告している<sup>5)</sup>。また中坪は太田川の砂礫質の河原(丸石河原)において、シナダレスズメガヤが多いところほど出現種数が少ないこと、およびシナダレスズメガヤの繁茂は出水後における砂のマウンドの形成を招き、ハビタットの物理的条件を変化させることを明らかにした<sup>6)</sup>。同様な研究は海外でも多数行われている(たとえば<sup>7) 8)</sup>)。

帰化植物の抑制は、欧米では河川生態系の管理の主要な項目となっているが<sup>9)</sup>、わが国ではほとんど行われていない。今後は河川の自然環境を保全するために、帰化植物の選択的な除草などの管理を行う必要がある。このような管理の必要性を科学的に裏付けるためには、帰化植物の抑制・除去が在来植生の回復にもたらす効果を明らかにする必要がある。本研究では国土交通省土木研究所自然共生研究センターにおいて、帰化植物の選択的な除去が河原固有植物の発生・成長に及ぼす影響を調べた。

### 6.2 方法

**実験場所** 自然共生研究センター(岐阜県羽島郡川島町)は木曽川とその支流の新境川の間にある実験施設である。木曽川の氾濫原にあたり、基質は礫である。本研究はセンター内の新境川に隣接する場所である「河原植物保全研究ゾーン」で行った。河原植物保全研究ゾーンは周囲よりも約1m低い窪地にある。実験前の冬に、ブルドーザーによって整地された。調査期間中には、短時間の冠水が一度だけ生じた以外、実験操作以外の攪乱は生じなかった。

**播種** 「河原植物保全研究ゾーン」に20のコドラート(各2×2m)を設け、2000年3月15日に、カワラサイコ、カワラヨモギ、カワラナデシコ、カワラマツバ、カワラハハコ(以下これらを総称して「河原植物」という)の種子を播種した。これらの種子は1999年に自然共生研究センター付近の木曽川の河原で採取した(カワラマツバとカワラナデシコのみ1998年に採取)。各コドラートあたりの播種量は、カワラヨモギは0.3g(約6000粒)、カワラサイコは2.9g(約5000粒)、カワラマツバは3g(約6000粒)、カワラハハコは0.3g(約8000粒)、カワラナデシコは0.2g(約300粒)とした。これらの量は各種の4m<sup>2</sup>の群落における種子生産量を想定して決めた。

**帰化植物除去処理** 20個のコドラートのうち10個では月に一度コドラート内の帰化植物をすべて抜き取る処理を行った。この除草処理は2000年4月から8月まで行った。これらのコドラートを「除草区」と呼ぶ(図

1)。残りの10個では除草を行わず、「対照区」とした  
(図1)。なお9月以降は、新たな帰化植物の発生はほ  
ぼ見られなかった。

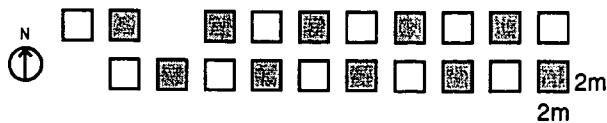


図1. 実験地におけるコドラートの配置  
白色と灰色はそれぞれ除草区と対照区を示す。

**植生の調査** 各コドラートの植被率と植生高を10月20日に  
測定した。またコドラート内の植物種の組成を大まかに把握  
するために、「格子点法」による植生調査を11月10日に行っ  
た。この調査では、全てのコドラート内に20cm間隔の格子を  
設け、その格子の交点(コドラートあたり100点)と重なる  
位置にあたる植物種をすべて記録し、記録された頻度を植物  
種毎に集計した。

**河原植物の測定** 2000年10月20日に、河原植物の種毎の個体  
数とサイズの調査を行った。ただしカワラヨモギ以外は出現  
頻度が極めて少なかったため、サイズの測定はカワラヨモギ  
についてのみ行った。カワラヨモギは各コドラートで無作為  
に選んだ30個体(30に満たない場合はコドラート内のすべて  
の個体)について、根際直径と草丈および開花の有無を記録  
した。またこれらの測度と乾燥重量の関係を調べるために、  
コドラート外から52個体のカワラヨモギを採取し、根際直径  
と草丈を測定した後に乾燥重量を測定した。

表1. 調査区内で発生した帰化植物

| 和名         | 科名      |
|------------|---------|
| アメリカセンダングサ | キク科     |
| オオアレチノギク   | キク科     |
| オオオナモミ     | キク科     |
| オオキンケイギク   | キク科     |
| セイタカアワダチソウ | キク科     |
| チチコグサモドキ   | キク科     |
| ヒメジョオン     | キク科     |
| ヒメムカシヨモギ   | キク科     |
| ブタクサ       | キク科     |
| キキョウソウ     | キキョウ科   |
| オオフトバムグラ   | アカネ科    |
| ツボミオオバコ    | オオバコ科   |
| マツバウンラン    | ゴマノハグサ科 |
| コマツヨイグサ    | アカバナ科   |
| ヒレタゴボウ     | アカバナ科   |
| メマツヨイグサ    | アカバナ科   |
| ムシトリナデシコ   | ナデシコ科   |
| メリケンガヤツリ   | カヤツリグサ科 |
| シナダレスズメガヤ  | イネ科     |
| スズメノチャヒキ   | イネ科     |
| ネズミムギ      | イネ科     |

表2. 植被率に対する処理(除草区vs対  
照区)および列(北側vs南側)の効果

|      | df | F      | P       |
|------|----|--------|---------|
| 処理   | 1  | 5.69   | 0.03    |
| 列    | 1  | 124.74 | <0.0001 |
| 処理×列 | 1  | 0.02   | 0.9     |
| 残差   | 16 |        |         |

表3. 植生高に対する処理(除草区vs対  
照区)および列(北側vs南側)の効果

|      | df | F     | P      |
|------|----|-------|--------|
| 処理   | 1  | 5.37  | 0.03   |
| 列    | 1  | 20.88 | 0.0003 |
| 処理×列 | 1  | 0.11  | 0.74   |
| 残差   | 16 |       |        |

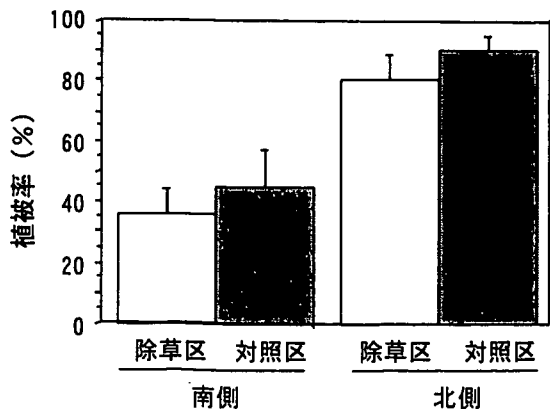


図2. コドラートの植被率の平均値(エラーバーはSD)

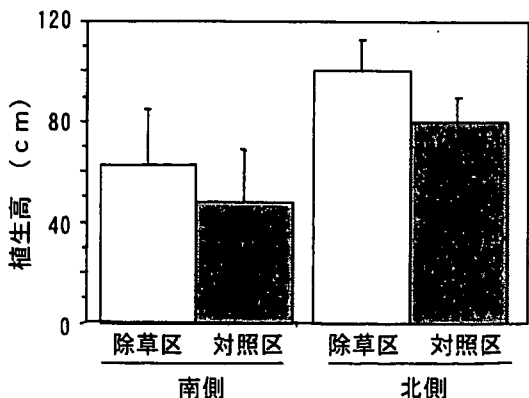


図3. コドラートの植生高の平均値(エラーバーはSD)

### 6.3 結果

**除去した帰化植物** コドラート内で発生し、除草区で抜いた帰化植物は21種となった（表1）。これらのうち、春から初夏（4～6月）にはオオキンケイギクとメマツヨイグサが多く、夏（7～8月）にはオオフトバムグラが多かった。

**植生** 実験開始当初は意図していなかったことだが、2000年の夏頃から、実験を行ったコドラートのうち新境川に近い列の方が生育が旺盛である傾向が認められるようになった。そのためコドラートが新境川に近い「北側」の列に属するか、「南側」の列に属するかということも要因に含めて（以後「列」の効果という）、除草処理が植被率および植生高に及ぼす影響を二元分散分析によって分析した。

その結果、植被率、植生高ともに、除草処理による有意な効果が認められた（表2・3）。植被率は対照区の方が除草区よりも高かった（図2）。しかし植生高は除草区のほうが対照区よりも高かった（図3）。

格子点法による調査の結果、対照区では、コドラートが南側の列の場合でも北側の列の場合でも、帰化植物

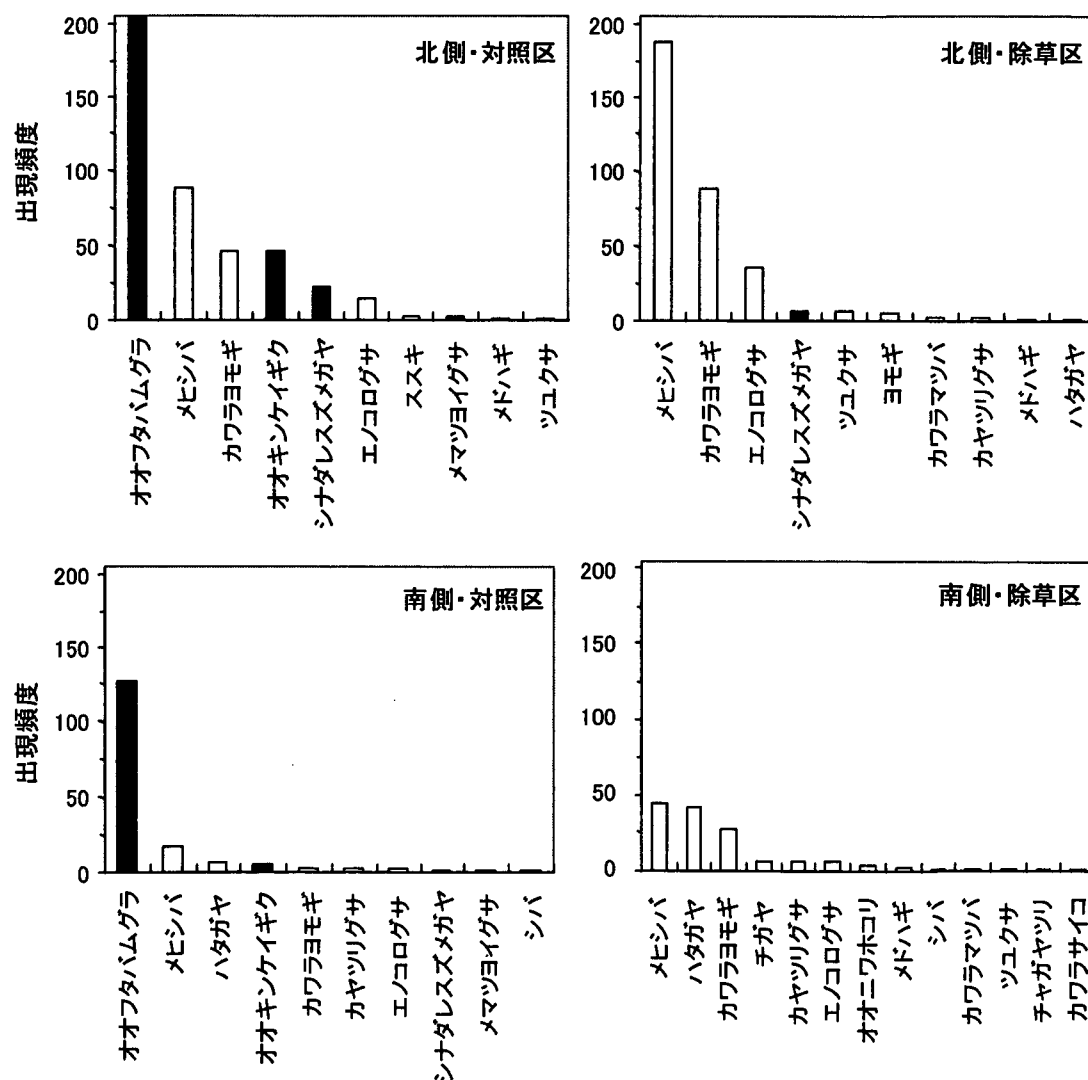


図4. 格子点法による植生調査での種毎の出現頻度（灰色のバーは帰化植物）

であるオオフトバムグラがもっとも優占していることがわかった（図4）。特に、南側のコドラートではオオフトバムグラ以外の植物の発生が極めて少なく、多様性の乏しい植生となっていた。一方、除草区では、もっとも優占していたのはメヒシバだったものの、河原植物であるカワラヨモギも高い頻度で確認された（図4）。

**河原植物の出現頻度** 調査を行った10月20日の時点で、コドラート内にはカワラヨモギ、カワラサイコ、カワラマツバ、カワラナデシコの4種の河原植物が認められた。コドラートあたりの河原植物の平均個体数は、すべての種において、除草区のほうが高かった（表4）。ただしカワラヨモギ以外の種の出現個体数は極めて少なかった（表4）。

**カワラヨモギのサイズ** 調査コドラートの外から採取したカワラヨモギについて測定した結果、乾燥重量は根際直径（D）と草丈（H）から算出した $D^2H$ と強く相関していることがわかった（ $r=0.98, n=52$ ）。そのためコドラート内のカワラヨモギのサイズは $D^2H$ で評価した。

カワラヨモギのコドラートあたりの平均サイズ（ $D^2H$ ）に対する、帰化植物除去処理およびコドラートの列の効果を二元分散分析で分析した結果、これらの効果は有意だった（表5）。除去区の方が、また北側の方がカワラヨモギのサイズが大きかった（図5）。また帰化植物除去の効果は北側の列の方が顕著であり、交互作用は有意だった（表5）。

カワラヨモギの開花率は、帰化植物を除去したコドラートおよび北側のコドラートの方が有意に高かった。

6.4 考察

本研究では、帰化植物の除草をしないかぎり帰化植物が優占する植生となった。本研究の調査地は小規模なものだったが、基質は実河川の河川敷のものであり、発生した帰化植物は基質に元々含まれていた種子および周囲から自然に飛来した種子に由来するものである。そのため、同様の事態は実際の河川でも生じると考

表4. コドラートあたりの河原植物個体数

| 種名      | 処理  | 例数 | 平均   | 標準偏差 | 最小値 | 最大値 |
|---------|-----|----|------|------|-----|-----|
| カワラヨモギ  | 除草区 | 10 | 90.6 | 53.4 | 26  | 210 |
|         | 対照区 | 10 | 40.3 | 31.8 | 4   | 108 |
| カワラサイコ  | 除草区 | 10 | 0.8  | 1.03 | 0   | 3   |
|         | 対照区 | 10 | 0.2  | 0.42 | 0   | 3   |
| カワラマツバ  | 除草区 | 10 | 14.3 | 20.7 | 0   | 68  |
|         | 対照区 | 10 | 3.6  | 7.5  | 0   | 24  |
| カワラナデシコ | 除草区 | 10 | 0.4  | 0.7  | 0   | 2   |
|         | 対照区 | 10 | 0    | 0    | 0   | 0   |

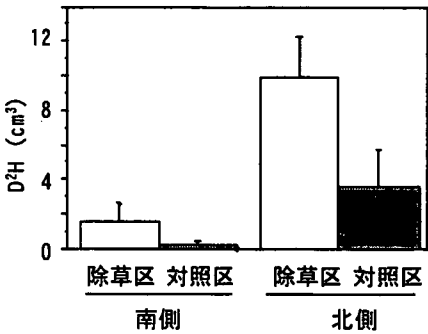


図5. カワラヨモギのサイズの平均値（エラーバーはSD）

表5. カワラヨモギのサイズ（ $D^2H$ ）に対する処理（除草区 vs 対照区）および列（北側 vs 南側）の効果

|        | df | F     | P       |
|--------|----|-------|---------|
| 処理     | 1  | 26.74 | <0.0001 |
| 列      | 1  | 63.08 | <0.0001 |
| 処理 × 列 | 1  | 11.21 | 0.0041  |
| 残さ     | 16 |       |         |

えられる。この結果は、砂礫質河原の自然植生を維持するためには、帰化植物に対する何らかの対策が必要であることを示唆している。

本研究の対照区において著しく繁茂していたオオフトバムグラは、草丈が10~30cmほどの低い植物だが、密生して地表面を覆うために、他の植物の発芽や初期成長を抑制していた可能性がある。また、シナダレスズメガヤは今回の調査での発生頻度は少なかったが、次第に株を大きくする多年生植物であるために、2年目以降はさらに優占してくる可能性がある。シナダレスズメガヤは実河川での河原での著しい繁茂が問題視されている帰化植物であり<sup>6) 10)</sup>、今後の動態に興味を持たれる。

帰化植物の除去を行った調査区では、河原植物であるカワラヨモギの優占度が比較的高かった。この結果は、河原植物の種子さえ存在すれば、帰化植物の選択的な除草により、河原植物が回復する可能性があることを示唆している。本研究の「除去区」において比較的高頻度でみられた植物である、メヒシバ、ハタガヤ、エノコログサは耕地雑草として普通に見られる植物である。これらの植物が繁茂したのは、実験地が窪地であったことによって、典型的な砂礫質河原よりも水分に恵まれた環境であったことを反映しているのかもしれない。実際の河川敷では、帰化植物の除去が行われれば、河原植物の優占度はさらに高くなることも考えられる。

本研究では、帰化植物を除去した調査区では、カワラヨモギのサイズが対照区の2倍以上になることが示された。砂礫質河原に生育する植物であるカワラノギクでは、生育地が高温であるために水の要求性が特に高いこと、また強光条件に適応しているため被陰による光合成生産が著しく低下することが明らかにされている<sup>11) 10)</sup>。カワラヨモギも、カワラノギクと同様な環境に適応した植物と考えられ、類似した生理生態学的特徴をもっていると考えられる。したがって本研究で認められた除草の効果は、カワラヨモギが利用できる光および／あるいは水分条件が改選されたために生じたと考えられる。

さらに、カワラヨモギでは対照区の方が開花率が明らかに低かった。開花は、種子を生産し個体を増やすための必要条件である。帰化植物が繁茂している場所では、河原植物の個体群の発達も抑制される可能性があることが示唆された。

帰化植物の管理方法としては、刈り取りによる除草のほかに、生物的防除<sup>たとえば12) 13)</sup> や化学的防除<sup>たとえば14) 15)</sup> が行われている。しかしこれらの防除法は、駆除対象としていない植物にも悪影響を与えるなど、生態系に対して別の問題をもたらすことがある<sup>13)</sup>。また刈り取りによる除草でも、方法が適切でなかったために、外来種の蔓延を助長してしまった例もある<sup>16)</sup>。帰化植物を有効に抑制するためには、対象とする植物についての生態学的研究や、予備的な管理実験を踏まえ、適切な方法をとる必要がある。本研究は、礫質河原における帰化植物の除草管理の有効性を示唆するものである。

## 6.5 今後の課題

本研究の結果は、実際の河川の自然環境の保全において、帰化植物の除去が有効な手段となることを示唆している。今後はより大規模な実験によって、河川管理として実現可能な帰化植物の除去方法を検討する必要がある。また帰化植物が、在来の植物だけでなく、植物を利用する動物や景観に与える影響を検討したい。

## 引用文献

- 1) 鷺谷いづみ・森本信生 : 日本の帰化生物、保育社、1993.
- 2) Mooney, H.A. and Hobbs, R.J. : Invasive Species in a Changing World、Island Press、2000.
- 3) 梅原徹 : 河川の植物、「河川環境と水辺植物―植生の保全と管理」(奥田重俊・佐々木寧編)、ソフトサイエンス社、1996.
- 4) 鷺谷いづみ : 外来植物の管理、保全生態学研究、5: pp.181-186、2000.
- 5) 宮脇成生・鷺谷いづみ : 土壌シートバンクを考慮した個体群動態も出ると侵入植物オオブタクサの駆除効果の予測、保全生態学研究、1: pp.25-47、1997.
- 6) 中坪孝之 : 河川氾濫原におけるイネ科帰化草本の定着とその影響、保全生態学研究、2: pp.179-187、1997.
- 7) Vitousek, P.M., Walker, L.R., Whittaker, L.D., Mueller-Dombois, D. and Matson, P.A. : Biological invasion by *Myrica faya* alters ecosystem development in Hawaii.、Science 238、pp.802-804、1987.
- 8) Wilson, S.D : The suppression of native prairie by alien species introduced for revegetation.、Landscape Urban Planning 17、pp.113-119、1989.
- 9) National Research Council : Restoration of Aquatic Ecosystem – Science, Technology, and Public Policy.、National Academy Press、1992. (邦訳 : 水環境と生態系の復元―河川・湖沼・湿地の保全技術と戦略、浅野孝ほか監訳、技報堂出版、1999.)
- 10) Matsumoto, J. Muraoka, H. and Washitani, I.b : Whole plant carbon gain of an endangered herbaceous species *Aster kantoensis* and the influence of shading by and alien grass *Eragrostis curvula* in its gravelly floodplain habitat.、Annals of Botany 86、pp.787-797、2000.
- 11) Matsumoto, J. Muraoka, H. and Washitani, I.a : Ecophysiological mechanisms used by *Aster kantoensis*, an endangered species, to withstand high and heat stresses of its gravelly floodplain habitat.、Annals of Botany 86: pp.777-785、2000.
- 12) Shireman, J.V. and Maceina, M.J. : The utilization of grass carp, *Ctenopharyngodon idella* Val., for hydrilla control in Lake Baldwin, Florida.、Journal of Fishery and Biology 19、pp.629-636、1981.
- 13) Clout, M.N. and Lowe, S.J : Invasive species and environmental changes in New Zealand. In Mooney and Hobbs (eds) Invasive Species in a Changing World.、Island Press、2000.
- 14) Brooker, M.P. and Edwards, R.W : Aquatic herbicides and the control of water weeds.、Water Research 9、pp.1-15、1975
- 15) Newbold, C : Herbicides in aquatic ecosystems.、Biological Conservation 7、pp.97-118、1975.
- 16) Smith, C.S. and Barko, J.W. : Ecology of Eurasian watermilfoil.、Journal of Aquatic Plant Management 28、pp.55-64、1990.

## 7. 自然河岸形成ゾーンにおけるマイナーレストレーションの効果

### 7. 1 目的

中小河川改修等で単調になった河川形状を現状の河川スペースの大規模な変更は行わず、微地形のコントロールのレベルの規模の小さな手法（マイナーレストレーション）で復元、改善する技術について提案し、その効果を自然共生研究センターの実験河川を用い検証する。

### 7. 2 背景

中小河川改修は河道の大幅な変更を伴うために、河川の自然環境、特にハビタットに直接的な影響を与えやすい。また山地をもたずほとんど土砂が流出しない、大河川が作った沖積地上を流れているためその川のエネルギーでは河床材料が移動しない、川幅の拡大により水深が小さくなり河床材料を動かせない、などの理由により、川自身の微地形回復能力が小さく、河川改修の影響が長く続く場合も多く見られる。このような理由で大河川とは異なるインパクトの影響がある。

中小河川改修時の代表的なインパクトを以下にあげる。

- ・ 河道の直線化……河道の直線化により流れが単調になる。特に湾曲部の大きな淵、それに伴ってできる土砂の分級、流れが遅くなる淀みなどが見られなくなる。また、周辺の崖地、河畔林などと位置的に離れ環境の質が落ちる場合も多く見られる。
- ・ 河道の拡幅……水深が浅くなる。掃流力が小さくなるため、河床材料が移動しにくくなり、河床形状が単調なまま回復しないこともある。
- ・ 河道掘削……河床堆積物の厚さが薄いところでは基盤が露出し、流れが速くなったり、河床の砂礫が無くなり、生物に大きな影響を及ぼすことがある。掘削断面の形状が矩形など底が平らな場合、水深が浅くなる。
- ・ 護岸の設置……河岸行きの連続性の遮断、空間的な単調化、植生が生えなくなるなどの影響がある。構造によっては、湧き水などが減少する場合がある。

中小河川改修によるこのようなインパクトを軽減するための手法として、蛇行の復元や旧河道の復元などの規模の大きい手法（メジャーレストレーション）あるいは現在の河川スペースの大規模な変更を伴わない、微地形のコントロールのレベルの規模の小さな手法（マイナーレストレーション）が考えられる。これら両方の手法ともこれまでの研究例は少なく、技術が十分に確立されておらず、研究が必要な分野である。

### 7. 3 提案する手法の基本的な考え方

ここで提案する手法は、次のような基本的な考え方に基づく。

- ① 河川の自らの力で微地形を形成あるいは維持するための手助けをする手法である。
- ② したがって、工法としては骨格を作るだけで、最終的な形は流水、流砂、植物の相互作用によって形成される。
- ③ 微地形の形成にあたっては、これまでの水理学の知見を最大限生かす。

- ④ 現状の河川スペースの大規模な変更を伴わない。
- ⑤ 治水機能に対して影響が小さい。

#### 7. 4 自然共生研究センターにおける自然河岸形成ゾーンにおけるマイナーレストレーション

##### (1) 自然河岸形成ゾーンの位置付け

自然共生研究センターの実験河川 B,C の自然河岸形成ゾーン（延長 100m、勾配 1/800）は、上下流に比べて川幅が約 3 倍広く、直線の区間である。そのため水深は浅く、流れも一様で単調な区間である。 1999

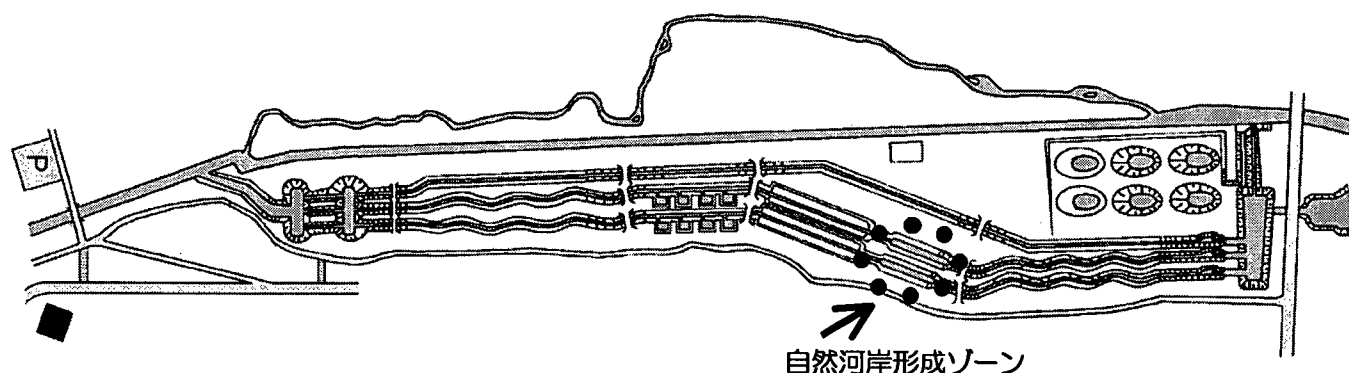


図 7.1 自然河岸形成ゾーン

年の魚類調査結果では、実験河川 B、C の両河川とも、この区間の魚類現存量は他の区間と比べ単位面積あたりの採捕個体数、採捕湿重量とも、非常に小さい値を示す。(1999 報告書参照)

この区間は、中小河川改修を模して作られたもので、この区間より上流にある瀬と淵が見られる河道が、拡幅、直線化が行われた河川として位置付けることができる。

##### (2) マイナーレストレーションの計画手順

自然河岸形成ゾーンで行った、マイナーレストレーションの計画手順を述べる。

- (ア) 上流の河川の姿を参考に、拡幅された区間で望ましいと考えられる川の姿を明確にする。すなわち、低水路幅、瀬、淵、流れの湾曲などの微地形をどのようにすれば良いのかを明らかにする。具体的には、水面幅、淵の水深が上流のハビタット研究ゾーン程度、瀬は最低 1 箇所、細砂分が堆積し植物が生えるようにするなどである。
- (イ) ①をパース上に示す。(図 7.2)
- (ウ) ②の姿が自然の作用により、維持、形成されるように構造物を配置する。(図 7.3、7.4)

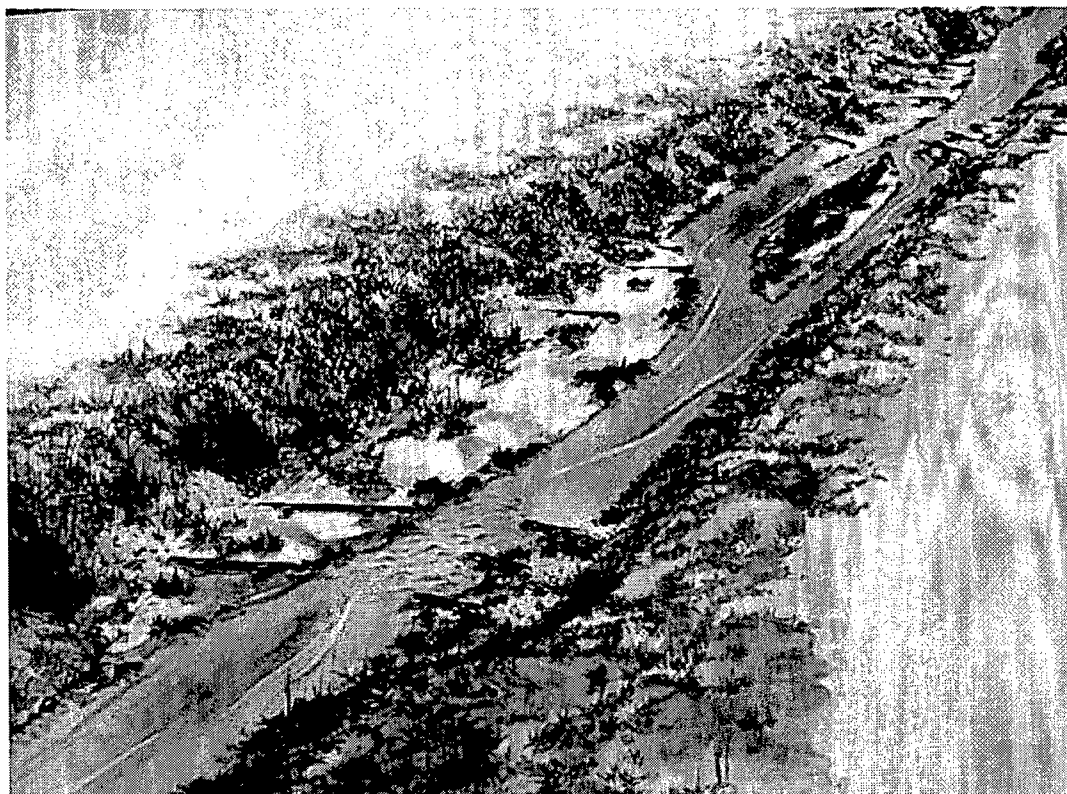


図 7.2 地形が復元した後のイメージパース

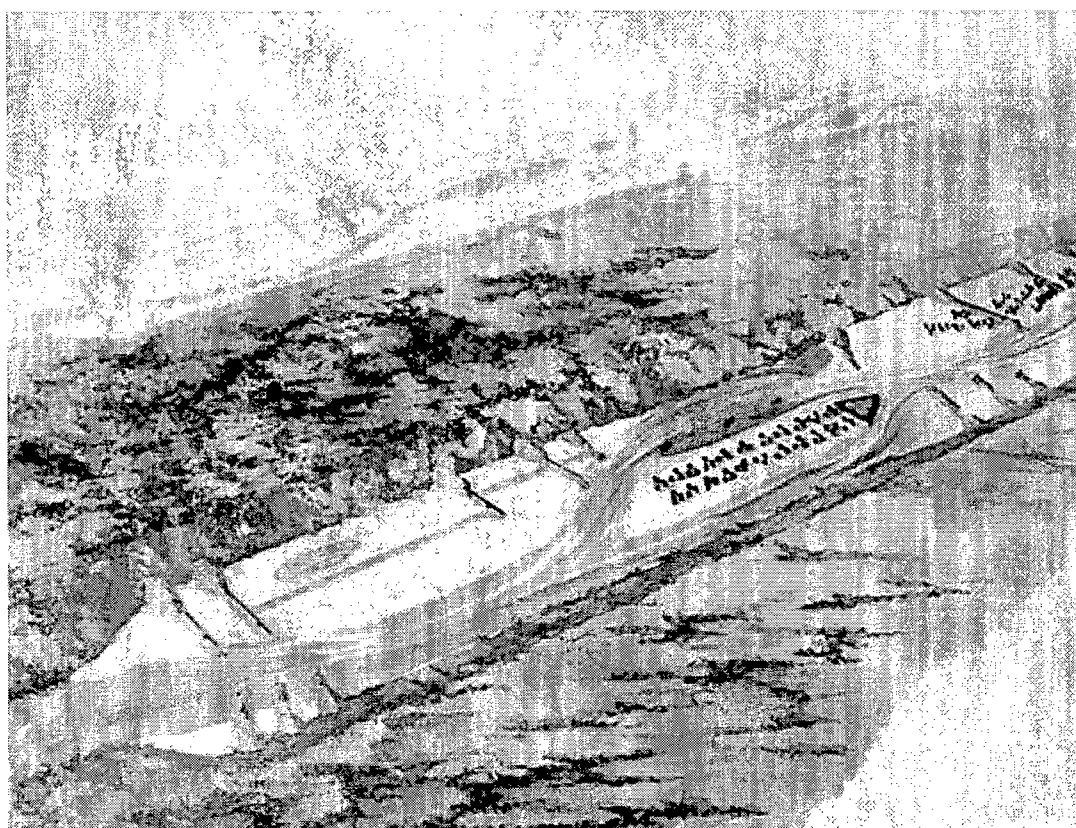


図 7.3 構造物の配置計画

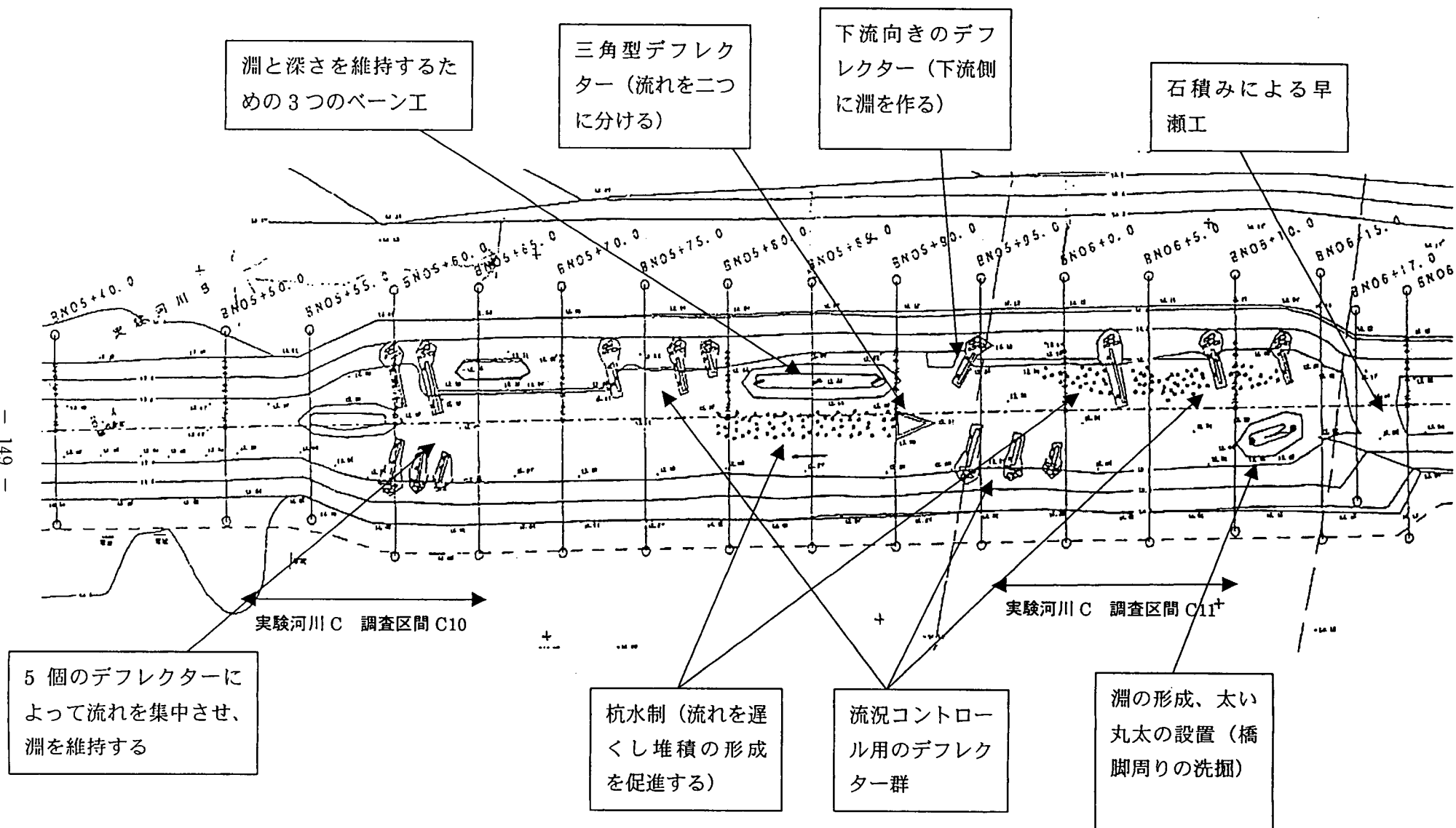


図 7.4 構造物の配置計画

### (3) 工法

工法の基本的原理は、次の4つの川の自然作用を活用することにある。

- ① 堆積作用の促進……流速を低減させ、土砂を堆積させ低水路の維持、植生帯の発達を促す。
- ② 侵食作用の促進……流れを集中させ、侵食作用を増加させ淵を作らせる。
- ③ 流れのコントロール……流向をコントロールし、流れに変化を与える。
- ④ 堆積の抑制……深く掘ったところを維持する、あるいは浮石になったところを維持するための工法である。侵食させるほどの流速を出させることはできないが、堆積は抑制させる程度の流速を確保する工法である。

実際の工法は以上のような、4つの原理が組み合わさっている。

自然河岸形成ゾーンに適用した工法の概要を示すと以下の通りである。

#### ①木杭（透過型水制）

杭出しと呼ばれる水制で、木杭を河床に垂直に打ち込み、設置域の水あたりと流速の低減を目的とする。設置すると横断方向への浮遊砂の輸送・土砂の堆積を促進させ、水際における自然河岸の形成に寄与する。基本的な原理は、杭による摩擦抵抗の増大による流速の低減である。

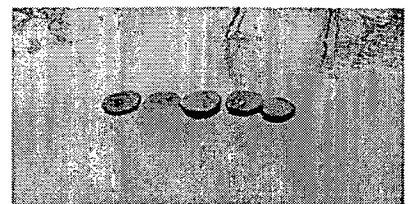
自然河岸ゾーンでは河道中央部に中州形成の促進および河岸部へ河岸植生帯の形成のために杭水制を設置した。



#### ②ベーン工

流れの遠心力による2次流を直接制御することにより流れ場と河床制御を可能にする構造物である。ベーン工は流れに対して20～30度程度の仰角を持たせて河床から垂直に設置するパネル状の構造物である。2次流を制御し、局所的に流れ場を変えることができる。

湾曲部の内岸側にベーン工を設置した場合、外岸近傍では2次流が弱められ土砂は縦断方向に移動し外岸側の土砂侵食が抑えられる。一方、内岸側の構造物周辺では洗掘の位置はベーン工と内岸側に移動し最大流



ベーン工

速もそこで発生することになる。内岸側に水深が深い場所を作りたい時に利用できる。

自然河岸形成ゾーンでは、人工的に掘削した淵の維持のために、丸太を用いてバーンを設置した。

### ③デフレクター（ミニ不透過水制）

河岸から河道の中心に向かって突き出た不透過性構造物で、水制と同じ構造で水はねと流速の逓減効果を持つ。水の流れを制御し、目標とする低水路法線形への誘導・形成を行う。河岸近傍の流れを主流部へと誘導し、主流部の流速、水深を増加させ蛇行流を増大させる。これにより堆積する可能性のある淵を洗掘、淵の水深維持を図る。また、河岸近傍の流れを逓減することにより、河岸付近への土砂の堆積効果も期待できる。構造物が河道規模に対して大きい場合や、河道湾曲部に単純に水制工を設置する場合には断面内部の2次流によって構造物周りには洗掘が生じ淵が形成される。

自然河岸形成ゾーンでは、流向を制御するための上流向きデフレクター、流れを二つに分けるための三角デフレクター、下流側の根元が掘れるタイプの下流向き水制等を設置した。

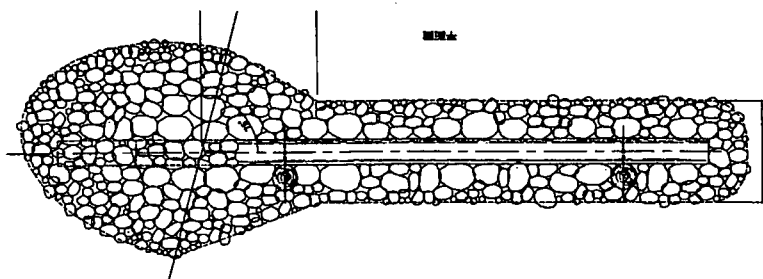


図 7.7 デフレクター平面図

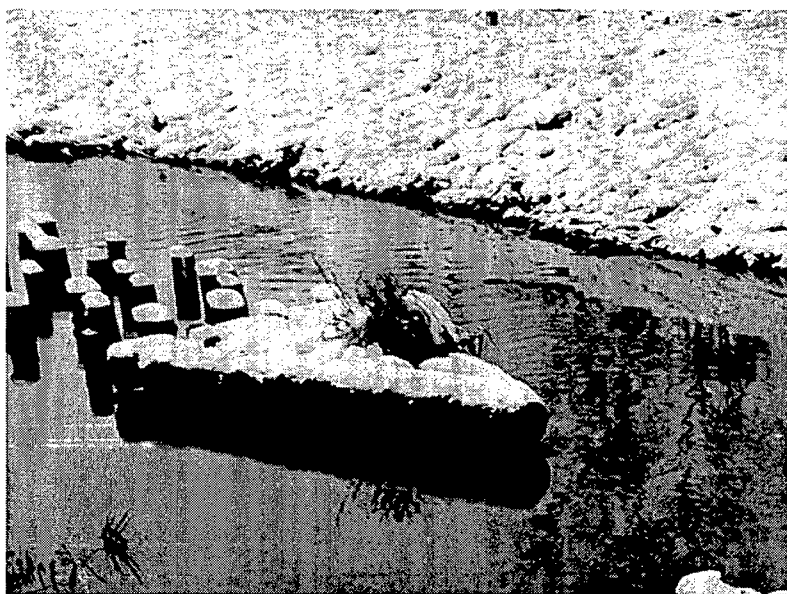


図 7.8 三角デフレクター

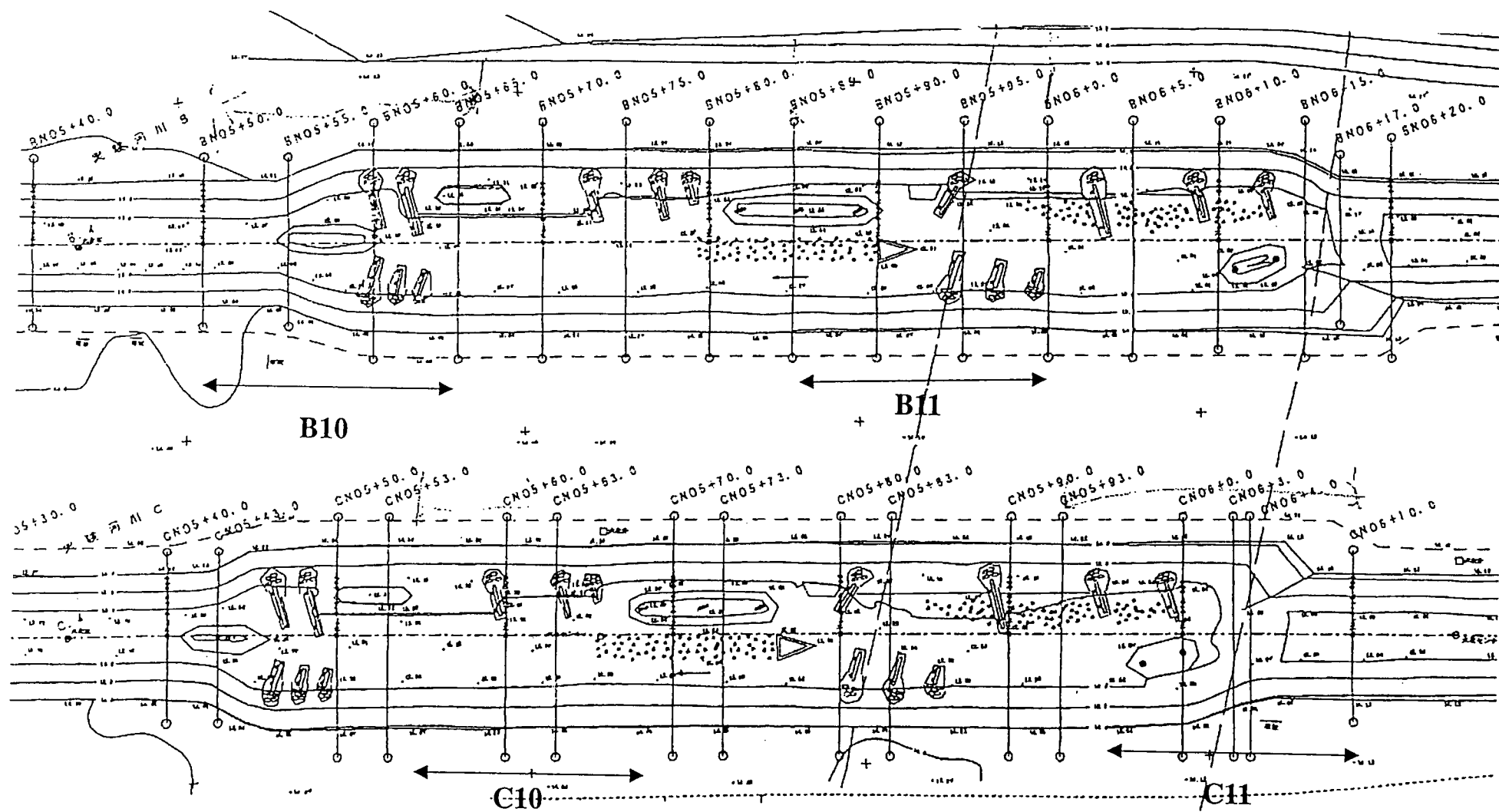


图 7.9 调查地点

#### ④丸太工

水理学でいう、橋脚周りの流れを利用した、工法である。橋脚の回りの流れは岩前面で左右に別れる流れと、岩前面で鉛直下方に岩に沿う下降流とに大別される。左右に分かれた流れは橋脚面に沿った湾曲流となり、岩側面での局所的な流れの集中が生じる。一方前面での下降流は河床に衝突し河床砂礫を巻き上げる回転渦を発生させる。この渦によって巻き上げられた土砂は左右に分かれた流れにのって下流に運ばれる。一般に同一水理量ならば横幅が広いほど流れの集中し、流速が大きくなって岩前面から側部にかけて底質材料を掃流する。

#### ⑤早瀬工

河床に石を積み、早瀬を形成する。粒径は掃流力の関係から頻繁に移動しない程度の粒径の材料を設置する。粒径の目安としては無次元掃流力で0.1以上である。早瀬工は河床より少し飛び出す構造物で、自然河岸形成ゾーンでは20cm程度、平均河床より飛び出させた。勾配は多摩川の瀬を参考に1/10程度に設定した。上流に対するせきあげ、早瀬工部における浮石帯の維持、早瀬工直下流の流速の増大による淵の維持などを狙った構造物である。

#### (4) 魚類の生息状況および流水環境の変化

自然共生研究センターでは現在のところ、土砂を流下させた実験は行っていないため、堆積に関する検討を行うことはできない。しかしながらこれらの工法を設置することによって、流水環境は変化し、魚類の生息状況に対しても影響を与えた。

魚類調査は、B、C河川の自然河岸形成ゾーンを対象に2区間ずつ計4区間行った。1区間の延長は15m、川幅は底幅で6mである。調査区間の上下流を網で仕切り、電気ショッカーを1回につき1分、3回繰り返し、3人で捕獲した。また調査区間を対象に流速および水深を2mメッシュで測定した。調査区間を図7.9に示す。調査区間B10は、自然河岸形成ゾーンの下流に位置し、中央に流れを集中させるデフレクターと淵を形成した区間である。B11はバース工のある淵、杭水制、デフレクターを設置した区間である。C10はデフレクターと水制はあり、バース工のある淵の一部が含まれる区間である。他の区間に比べると淵が少ない区間である。C11は、早瀬工と丸太杭のある淵、杭水制、デフレクターなどがある区間である。他の区間にはない早瀬工が設置してある区間である。

##### ①魚類採捕状況

表7.1～7.4に魚種別、区間別の採捕個体数および採捕湿重量を示した。また図7.10、図7.11にはその平均値と標準偏差を示した。Preと示してあるのは、復元工法を設置する前のB、C河川で行った魚類調査の7月、8月、10月、12月の自然河岸形成ゾーンで調査したデータを計算した値である。なお2000年調査は、8、9、10、11、12月の調査データを用いている。調査方法は同じである。

採捕個体数、採捕湿重量の平均値はいずれの区間においてもPreに比べ、マイナーレステーション実施後は5～10倍になっている。一元配置分散分析により多重比較を行ったところ、個体数ではPreとB10、B11、C10で(シェフの検定、有意水準5%)平均値の差に有意な差が、湿重量では、PreとB10、B11、C10

表7.1 実験河川Bの魚種別採捕個体数

実験河川B 個体数

| データの個数：標準和名 | 調査区間         |           |            |            |            | 調査日                                                  |           |           |            |            | 計          | B11(585-600)                                         |      |  |  |  | 計 | 総計 |
|-------------|--------------|-----------|------------|------------|------------|------------------------------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------------------------------------------------|------|--|--|--|---|----|
|             | B10(550-565) |           |            |            |            | 2000/8/21 2000/9/18 2000/10/16 2000/11/13 2000/12/11 |           |           |            |            |            | 2000/8/21 2000/9/18 2000/10/16 2000/11/13 2000/12/11 |      |  |  |  |   |    |
| 標準和名        | 2000/8/21    | 2000/9/18 | 2000/10/16 | 2000/11/13 | 2000/12/11 |                                                      | 2000/8/21 | 2000/9/18 | 2000/10/16 | 2000/11/13 | 2000/12/11 |                                                      |      |  |  |  |   |    |
| アブラハヤ       |              |           |            |            |            |                                                      |           |           |            |            | 2          | 2                                                    | 2    |  |  |  |   |    |
| アメリカザリガニ    |              | 2         | 15         | 1          | 9          | 27                                                   |           |           | 3          | 2          | 8          | 13                                                   | 40   |  |  |  |   |    |
| イチモンジタナゴ    |              |           |            | 1          |            | 1                                                    |           |           |            | 7          |            | 7                                                    | 8    |  |  |  |   |    |
| ウキゴリ        |              |           |            |            | 1          | 1                                                    |           |           | 1          |            |            | 1                                                    | 2    |  |  |  |   |    |
| ウグイ         | 2            |           |            |            |            | 2                                                    | 4         | 2         |            |            |            | 6                                                    | 8    |  |  |  |   |    |
| オイカワ        | 12           | 18        | 20         | 48         | 13         | 111                                                  | 8         | 23        | 12         | 15         | 69         | 127                                                  | 238  |  |  |  |   |    |
| オオクチバス      | 1            |           | 2          |            |            | 3                                                    |           | 2         | 1          |            |            | 3                                                    | 6    |  |  |  |   |    |
| カネヒラ        |              |           |            |            |            |                                                      |           |           | 2          |            |            | 2                                                    | 2    |  |  |  |   |    |
| カマツカ        |              | 2         | 61         | 43         | 14         | 120                                                  |           | 17        | 17         | 36         | 13         | 83                                                   | 203  |  |  |  |   |    |
| カムルチー       |              | 1         | 1          | 1          |            | 3                                                    |           | 1         |            |            |            | 1                                                    | 4    |  |  |  |   |    |
| コイ          | 2            | 11        | 7          | 2          |            | 22                                                   | 4         | 19        | 12         | 9          | 2          | 46                                                   | 68   |  |  |  |   |    |
| シマドジョウ類     |              | 3         | 11         | 39         | 78         | 131                                                  |           | 9         | 8          | 6          | 46         | 69                                                   | 200  |  |  |  |   |    |
| スゴモロコ類      |              | 7         | 2          | 19         |            | 28                                                   |           | 12        | 3          | 1          |            | 16                                                   | 44   |  |  |  |   |    |
| タモロコ        | 4            | 3         | 3          | 19         | 5          | 34                                                   | 4         | 11        | 6          | 8          | 8          | 37                                                   | 71   |  |  |  |   |    |
| ツチフキ        |              |           | 1          |            |            | 1                                                    |           |           | 1          | 1          |            | 2                                                    | 3    |  |  |  |   |    |
| ドジョウ        |              | 1         | 2          | 1          | 8          | 12                                                   |           |           |            | 1          |            | 6                                                    | 7    |  |  |  |   |    |
| ナマズ         | 1            |           |            | 3          |            | 4                                                    |           |           |            |            |            |                                                      | 4    |  |  |  |   |    |
| ニゴイ         | 1            | 24        | 66         | 14         | 2          | 107                                                  |           | 13        | 12         | 17         | 1          | 43                                                   | 150  |  |  |  |   |    |
| フナ類         | 11           | 36        | 40         | 23         | 3          | 113                                                  | 10        | 41        | 56         | 47         | 25         | 179                                                  | 292  |  |  |  |   |    |
| ブルーギル       |              |           |            |            |            |                                                      |           |           | 1          | 1          |            | 2                                                    | 2    |  |  |  |   |    |
| モクズガニ       |              |           |            | 1          |            | 1                                                    |           |           |            |            |            |                                                      | 1    |  |  |  |   |    |
| モツゴ         |              | 3         | 5          | 8          |            | 16                                                   |           | 2         | 3          | 6          | 4          | 15                                                   | 31   |  |  |  |   |    |
| ヨシノボリ類      |              | 2         | 1          | 4          | 4          | 11                                                   |           |           | 1          | 1          |            | 2                                                    | 13   |  |  |  |   |    |
| 総計          | 34           | 113       | 237        | 227        | 137        | 748                                                  | 30        | 152       | 139        | 158        | 184        | 663                                                  | 1411 |  |  |  |   |    |

表7.2 実験河川Bの魚種別採捕湿重量

| 実験河川B         |  |              |           |            |            |            |     |              |           |            |            |            |      |
|---------------|--|--------------|-----------|------------|------------|------------|-----|--------------|-----------|------------|------------|------------|------|
| データの個数：湿重量(g) |  | 調査区間         |           |            |            |            | 調査日 |              |           |            |            |            |      |
|               |  | B10(550-565) |           |            |            |            |     |              |           |            |            |            |      |
|               |  | 2000/8/21    | 2000/9/18 | 2000/10/16 | 2000/11/13 | 2000/12/11 |     |              |           |            |            |            |      |
| 標準和名          |  |              |           |            |            |            | 計   | B11(585-600) |           |            |            |            | 計 総計 |
|               |  | 2000/8/21    | 2000/9/18 | 2000/10/16 | 2000/11/13 | 2000/12/11 |     | 2000/8/21    | 2000/9/18 | 2000/10/16 | 2000/11/13 | 2000/12/11 |      |
| アブラハヤ         |  |              |           |            |            |            |     |              |           |            |            | 2          | 2    |
| アメリカザリガニ      |  |              | 2         | 15         | 1          | 9          | 27  |              |           | 3          | 2          | 8          | 13   |
| イチモンジタナゴ      |  |              |           |            | 1          |            | 1   |              |           |            | 7          |            | 7    |
| ウキゴリ          |  |              |           |            |            | 1          | 1   |              |           | 1          |            |            | 1    |
| ウグイ           |  | 2            |           |            |            |            | 2   | 4            | 2         |            |            |            | 6    |
| オイカワ          |  | 12           | 18        | 20         | 48         | 13         | 111 | 8            | 23        | 12         | 15         | 69         | 127  |
| オオクチバス        |  | 1            |           | 2          |            |            | 3   |              | 2         | 1          |            |            | 3    |
| カネヒラ          |  |              |           |            |            |            |     |              |           | 2          |            |            | 2    |
| カマツカ          |  |              | 2         | 61         | 43         | 14         | 120 |              | 17        | 17         | 36         | 13         | 83   |
| カムルチー         |  |              | 1         | 1          | 1          |            | 3   |              | 1         |            |            |            | 1    |
| コイ            |  | 2            | 11        | 7          | 2          |            | 22  | 4            | 19        | 12         | 9          | 2          | 46   |
| シマドジョウ類       |  |              | 3         | 11         | 39         | 78         | 131 |              | 9         | 8          | 6          | 46         | 69   |
| スゴモロコ類        |  |              | 7         | 2          | 19         |            | 28  |              | 12        | 3          | 1          |            | 16   |
| タモロコ          |  | 4            | 3         | 3          | 19         | 5          | 34  | 4            | 11        | 6          | 8          | 8          | 37   |
| ツチフキ          |  |              |           | 1          |            |            | 1   |              |           | 1          | 1          |            | 2    |
| ドジョウ          |  |              | 1         | 2          | 1          | 8          | 12  |              |           |            | 1          | 6          | 7    |
| ナマズ           |  | 1            |           |            | 3          |            | 4   |              |           |            |            |            | 4    |
| ニゴイ           |  | 1            | 24        | 66         | 14         | 2          | 107 |              | 13        | 12         | 17         | 1          | 43   |
| フナ類           |  | 11           | 36        | 40         | 23         | 3          | 113 | 10           | 41        | 56         | 47         | 25         | 179  |
| ブルーギル         |  |              |           |            |            |            |     |              |           | 1          | 1          |            | 2    |
| モクズガニ         |  |              |           |            | 1          |            | 1   |              |           |            |            |            | 1    |
| モツゴ           |  |              | 3         | 5          | 8          |            | 16  |              | 2         | 3          | 6          | 4          | 15   |
| ヨシノボリ類        |  |              | 2         | 1          | 4          | 4          | 11  |              |           | 1          | 1          |            | 2    |
| 総計            |  | 34           | 113       | 237        | 227        | 137        | 748 | 30           | 152       | 139        | 158        | 184        | 663  |

表7.3 実験河川Cの魚種別採捕個体数

実験河川C

| データの個数：標準和名 | 調査区間 調査日     |           |            |            |            | 計   | C11(595-610) |           |            |            |            | 計   | 総計  |
|-------------|--------------|-----------|------------|------------|------------|-----|--------------|-----------|------------|------------|------------|-----|-----|
|             | C10(555-570) |           |            |            |            |     | C11(595-610) |           |            |            |            |     |     |
| 標準和名        | 2000/8/21    | 2000/9/18 | 2000/10/16 | 2000/11/13 | 2000/12/11 |     | 2000/8/21    | 2000/9/18 | 2000/10/16 | 2000/11/13 | 2000/12/11 |     |     |
| アブラハヤ       |              |           |            |            |            |     |              | 1         |            |            |            | 1   | 1   |
| アメリカザリガニ    | 2            | 1         | 4          | 6          | 2          | 15  | 1            | 2         | 4          | 6          | 11         | 24  | 39  |
| イチモンジタナゴ    |              |           |            | 2          |            | 2   |              |           | 1          | 1          |            | 2   | 4   |
| ウキゴリ        |              |           |            |            |            |     |              | 1         |            |            |            | 1   | 1   |
| ウグイ         |              |           |            |            |            |     |              | 1         |            |            |            | 1   | 1   |
| ウナギ         |              |           |            |            | 1          | 1   |              |           |            |            |            |     | 1   |
| オイカワ        | 5            | 15        | 2          |            |            | 22  | 4            | 53        | 30         | 28         | 19         | 134 | 156 |
| オオクチバス      | 2            | 2         |            | 1          |            | 5   |              | 1         |            |            |            | 1   | 6   |
| カマツカ        |              |           | 3          | 3          | 3          | 9   |              | 1         | 1          | 2          | 2          | 6   | 15  |
| カムルチー       |              | 2         |            |            |            | 2   |              |           |            |            |            |     | 2   |
| キンギョ        |              |           |            |            |            |     |              | 1         |            |            |            | 1   | 1   |
| コイ          | 12           | 8         |            | 1          |            | 21  | 8            | 5         | 1          |            |            | 14  | 35  |
| シマドジョウ類     | 1            | 14        | 14         | 29         | 9          | 67  | 1            | 4         | 6          | 7          | 13         | 31  | 98  |
| スゴモロコ類      |              | 3         |            |            |            | 3   |              | 5         |            |            |            | 5   | 8   |
| タモロコ        | 3            | 23        | 2          | 2          | 1          | 31  | 22           | 41        | 50         | 50         | 8          | 171 | 202 |
| ツチフキ        |              | 1         | 3          |            |            | 4   | 1            |           |            |            | 1          | 2   | 6   |
| ドジョウ        | 2            |           | 4          | 5          | 3          | 14  | 3            | 2         | 3          | 3          | 7          | 18  | 32  |
| ナマズ         |              |           | 2          | 2          | 1          | 5   | 1            |           | 1          | 2          | 1          | 5   | 10  |
| ニゴイ         |              | 2         |            | 1          |            | 3   |              | 26        | 40         | 24         |            | 90  | 93  |
| フナ類         | 16           | 39        | 25         | 6          | 3          | 89  | 25           | 21        | 16         | 20         | 8          | 90  | 179 |
| ブルーギル       | 1            | 7         | 13         | 10         |            | 31  |              | 3         | 2          | 3          |            | 8   | 39  |
| モクズガニ       | 1            |           |            |            |            | 1   | 1            | 1         | 1          | 2          |            | 5   | 6   |
| モツゴ         | 1            |           |            |            | 1          | 2   | 1            | 3         | 5          |            |            | 9   | 11  |
| ヨシノボリ類      |              |           | 2          |            | 2          | 4   |              | 17        | 10         | 11         | 5          | 43  | 47  |
| 総計          | 46           | 117       | 74         | 68         | 26         | 331 | 68           | 189       | 171        | 159        | 75         | 662 | 993 |

表7.4 実験河川Cの魚種別採捕湿重量

| 実験河川C     |              |           |            |            |            |         |              |           |            |            |            |         |         |
|-----------|--------------|-----------|------------|------------|------------|---------|--------------|-----------|------------|------------|------------|---------|---------|
| 合計：湿重量(g) | 調査区間         |           |            |            |            | 調査日     |              |           |            |            |            |         |         |
|           | C10(555-570) |           |            |            |            | 計       | C11(595-610) |           |            |            |            | 計       | 総計      |
| 標準和名      | 2000/8/21    | 2000/9/18 | 2000/10/16 | 2000/11/13 | 2000/12/11 |         | 2000/8/21    | 2000/9/18 | 2000/10/16 | 2000/11/13 | 2000/12/11 |         |         |
| アブラハヤ     |              |           |            |            |            |         |              | 0         |            |            |            | 0       | 0       |
| アメリカザリガニ  | 11.9         | 0         | 66.9       | 25.2       | 1.1        | 105.1   | 16.6         | 26.6      | 24         | 98.8       | 17.6       | 183.6   | 288.7   |
| イチモンジタナゴ  |              |           |            | 8.6        |            | 8.6     |              |           | 3.8        | 4.9        |            | 8.7     | 17.3    |
| ウキゴリ      |              |           |            |            |            |         |              | 2.4       |            |            |            | 2.4     | 2.4     |
| ウグイ       |              |           |            |            |            |         |              | 5.2       |            |            |            | 5.2     | 5.2     |
| ウナギ       |              |           |            |            | 193.4      | 193.4   |              |           |            |            |            |         | 193.4   |
| オイカワ      | 45.2         | 4.9       | 22.3       |            |            | 72.4    | 27.2         | 85.9      | 91.1       | 189.5      | 26.1       | 419.8   | 492.2   |
| オオクチバス    | 106.3        | 185.7     |            | 5.8        |            | 297.8   |              | 14.6      |            |            |            | 14.6    | 312.4   |
| カマツカ      |              |           | 10.1       | 25.5       | 16.4       | 52      |              | 11        | 3.9        | 9.1        | 7.5        | 31.5    | 83.5    |
| カムルチー     |              | 1182.9    |            |            |            | 1182.9  |              |           |            |            |            |         | 1182.9  |
| キンギョ      |              |           |            |            |            |         |              | 9.5       |            |            |            | 9.5     | 9.5     |
| コイ        | 401.2        | 313       |            | 35.8       |            | 750     | 181.4        | 145       | 12.8       |            |            | 339.2   | 1089.2  |
| シマドジョウ類   | 1.4          | 14.4      | 9.2        | 17.6       | 2          | 44.6    | 2.5          | 3.9       | 11.4       | 3.1        | 0          | 20.9    | 65.5    |
| スゴモロコ類    |              | 2.3       |            |            |            | 2.3     |              | 4.7       |            |            |            | 4.7     | 7       |
| タモロコ      | 6.9          | 74.9      | 6.6        | 7.2        | 4.1        | 99.7    | 57.6         | 154.8     | 202.2      | 211.6      | 31.1       | 657.3   | 757     |
| ツチフキ      |              | 6.5       | 25.1       |            |            | 31.6    |              | 5.5       |            |            | 9.9        | 15.4    | 47      |
| ドジョウ      | 3.8          |           | 39.1       | 18.7       | 7.7        | 69.3    | 11.8         | 8.5       | 15.9       | 17.1       | 20.1       | 73.4    | 142.7   |
| ナマズ       |              |           | 91.5       | 29.1       | 18.2       | 138.8   | 16.5         |           | 27.5       | 43.1       | 24.2       | 111.3   | 250.1   |
| ニゴイ       |              | 8         |            | 5.7        |            | 13.7    |              | 158.4     | 293.2      | 169.9      |            | 621.5   | 635.2   |
| フナ類       | 319.31       | 540.1     | 413.6      | 69.1       | 77.3       | 1419.41 | 211          | 327.6     | 208.4      | 257.93     | 130.5      | 1135.43 | 2554.84 |
| ブルーギル     | 0            | 37.3      | 77.1       | 63.8       |            | 178.2   |              | 13.9      | 15.9       | 17.8       |            | 47.6    | 225.8   |
| モクズガニ     | 101.6        |           |            |            |            | 101.6   | 30.5         | 7.3       | 76.5       | 80.8       |            | 195.1   | 296.7   |
| モツゴ       | 5.2          |           |            |            | 7.9        | 13.1    | 2.5          | 16.5      | 37         |            |            | 56      | 69.1    |
| ヨシノボリ類    |              |           | 0          |            | 1.1        | 1.1     |              | 23.3      | 12         | 6.1        | 5.2        | 46.6    | 47.7    |
| 総計        | 1002.81      | 2370      | 761.5      | 312.1      | 329.2      | 4775.61 | 563.1        | 1019.1    | 1035.6     | 1109.73    | 272.2      | 3999.73 | 8775.34 |

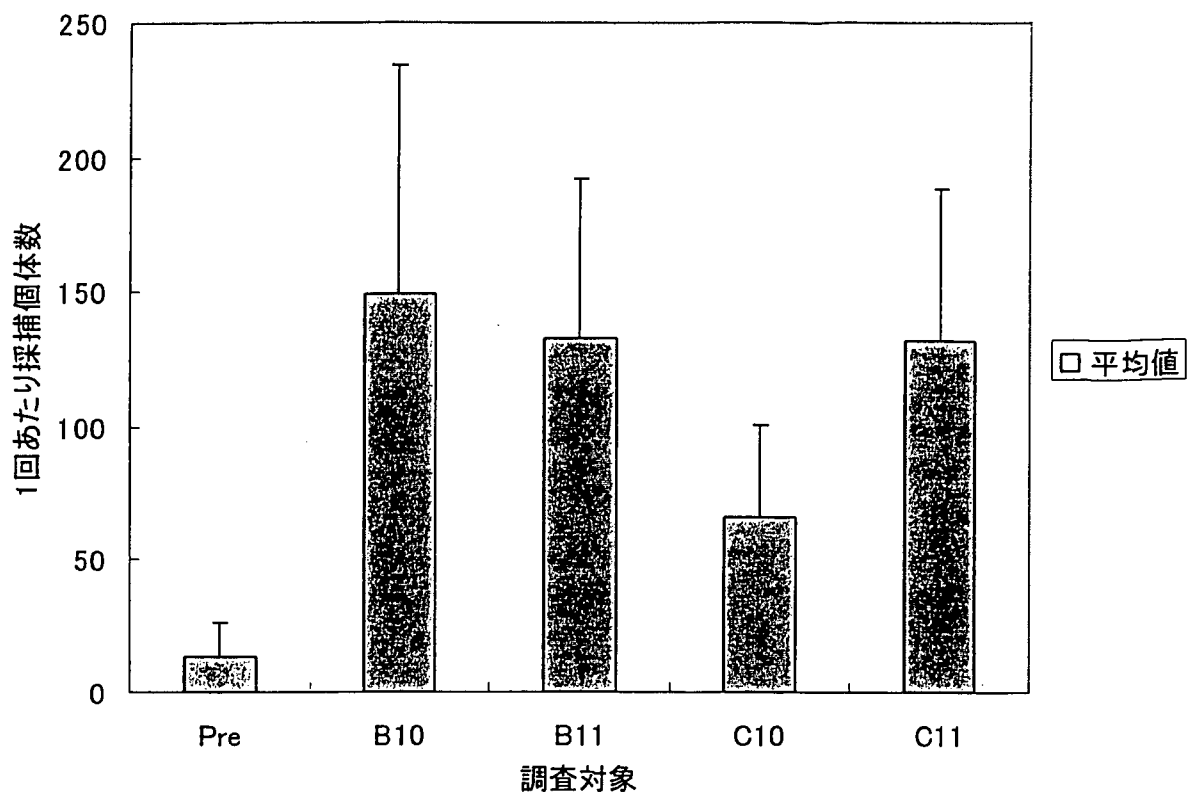


図 7.10 各調査区間の一回あたり採捕個体数

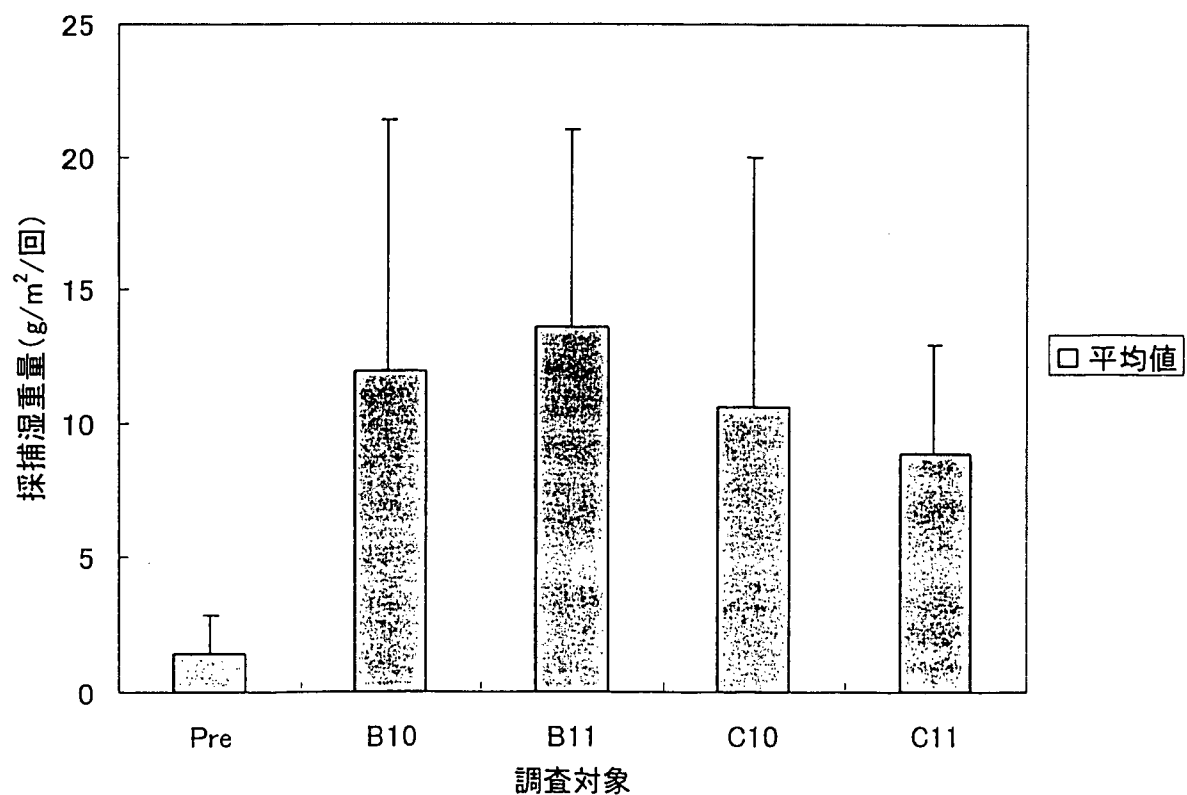


図 7.11 各調査区間の一回あたり採捕湿重量 (g/m²)

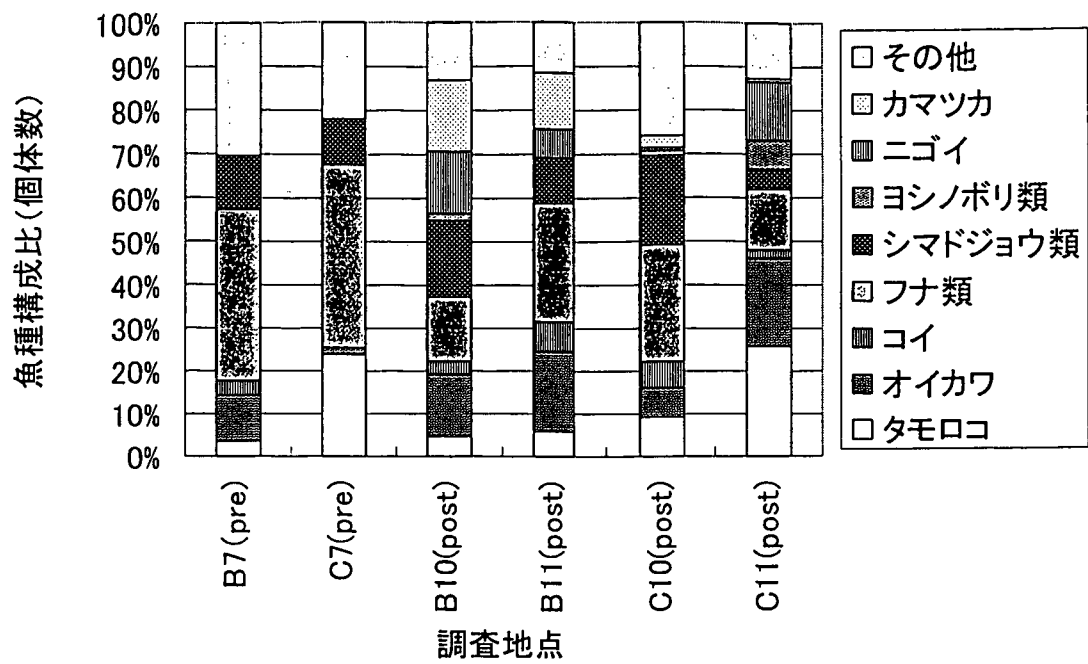


図 7.12 魚種構成

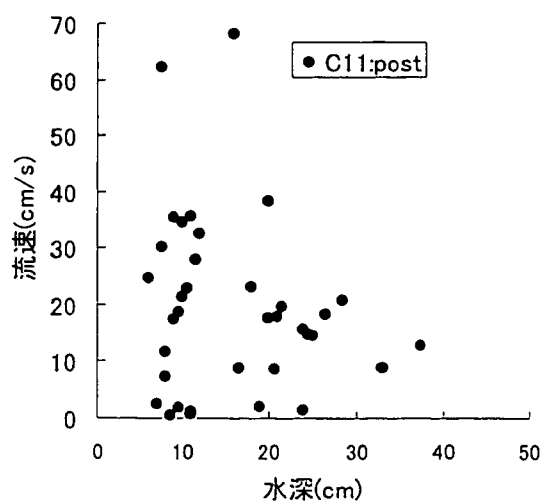
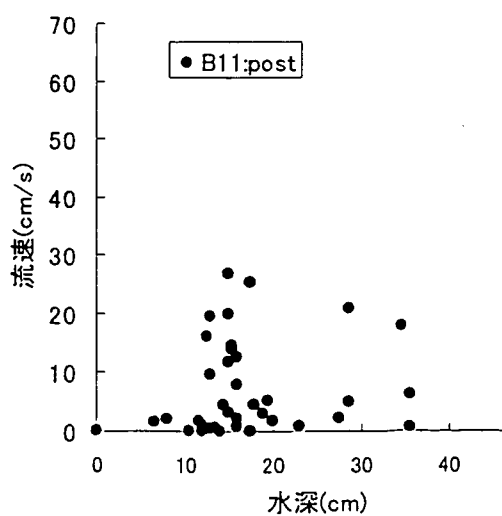
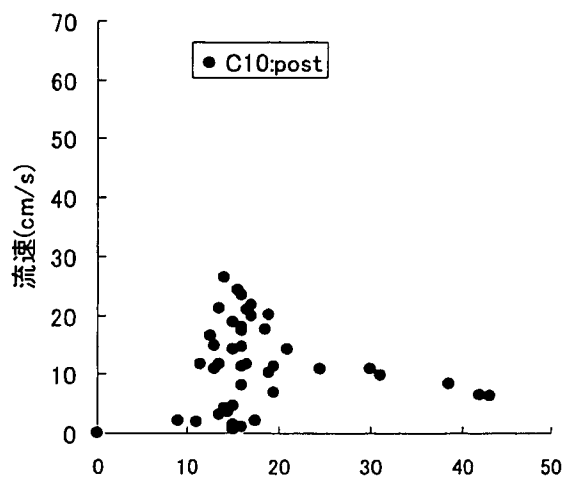
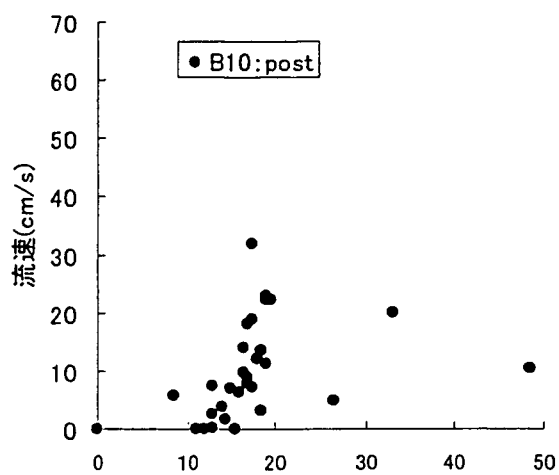
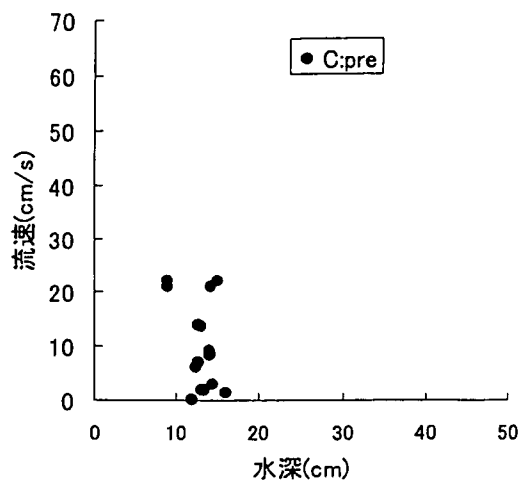
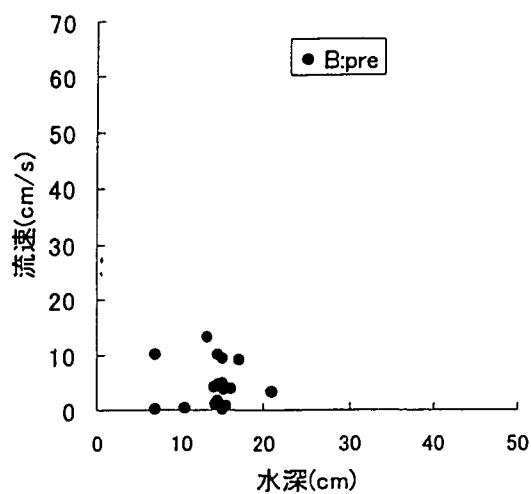


図 7.13 各調査地点の流速と水深

に平均値に有意な差があった。(湿重量ではシェフの検定では有意差は無く、フィッシャーズ PLSD 検定の結果である。) 以上の様に、2000 年の調査結果によると、マイナーレストレーションにより、魚類の生息環境は向上することが明らかとなった。しかし、ハビタット研究ゾーンに比べると、現存量は小さくなっている。

## ②各区間の特徴

図 7.12 に魚種構成比を示した。Pre ではフナ類、タモロコ、シマドジョウ類で 70%程度を占め、魚種構成が単調であるが、マイナーレストレーション実施後は、いろいろな魚種が上位を占める。B10、B11 ではオイカワ、ニゴイ、カマツカなどが見られるようになる。C10 は Pre と良く似た、魚種構成比を示すがシマドジョウが多いのが特徴でその他カマツカ、ニゴイ、ヨシノボリが採捕された点が Pre と異なる。4 つの区間で 1 番単調な環境を反映しているものと考えられる。C11 は唯一、早瀬工を設置した区間で、他の区間とかなり異なる魚種構成となっている。ここは、タモロコ、オイカワの構成比が高い。またヨシノボリが良く採捕されるのも特徴である。

図 7.13 に各調査区間の水深と流速の分布図を示した。Pre は B,C とも水深が 20cm 以下と小さく、流速も 20cm 以下となっている。一方、マイナーレストレーションを行った後は流速、水深とも分布を広げている。特に C11 は流速の早い部分が見られる。早瀬工を設置したためであり、このような他の区間と異なる水深、流速の分布が魚種構成の違いをもたらしたと考えられる。底質についての分布は現在情報を整理中で現状では解析できない。

## ③まとめ

自然共生研究センターの 2000 年データからはマイナーレストレーションの効果をある程度把握することができた。しかし、自然共生研究センターでは現在、給砂を行っておらず、今回の成果は、流速と水深の多様性に関する限定されたものである。自然作用を活用した手法は、土砂との相互作用によってさらに効果を発揮する可能性があると考えている。

ここで提案した手法は、すでに水理的に原理は研究されており、今回の有効性から考えると、現場への適用の段階にきていると考えられる。しかし、前述したようにハビタット研究ゾーンの瀬と淵が交互に続く環境に比べると魚の現存量は少ないことを追記しておく。

## 8. 自然共生研究センターの研究展示計画

### 8. 1 はじめに

今日、河川事業を進めるにあたり、行政のアカウンタビリティーや市民との情報の共有化、合意形成が多くの場合で重要視されている。また、河川に関する分野における環境教育の必要性も高まっており、情報をわかりやすく効果的に伝達する手段について考えることが広く求められている。

自然共生研究センター（以下、センター）では、河川環境の保全・復元に関する調査・研究を進めるとともに、その成果を広く社会に発信していくことも重要な課題としている。多くの人に対して常に情報を整理して提示することができる有効な伝達手段として展示があげられる。センターでは展示を研究テーマの一つに設定して取り組んでいる。

昨年度は、センターの見学施設としての環境を整備するため、実験河川に見学者を円滑に案内・誘導する機能をもつサインの基本整備を行った。現在、センターでは蓄積されつつある研究成果を発信する段階へと進んでおり、今年度は実験河川の研究成果や関連情報についてわかりやすく解説するための展示パネルの開発を行った。

### 8. 2 参画型の展示計画

近年、公共的な計画において、産・官・学・市民が連携を図りながら参画型の取り組みを推進していくことが求められている。展示計画においても同様に、多くの人々の参画により協力体制の整えて推進していくことが必要とされ、そのような進め方は展示の質の向上にもつながると考えられる。

実験河川の展示では、見学者の河川環境の保全・復元への関心を高め、理解を深めることを目標としている。わが国のこれまでの展示計画を振り返ると、運営側や作り手が一方的に情報を掲載して展示を完成させる利用者が参画しないものがほとんどであった。そのため、利用者を満足させるものを完成させることが難しく、最も重要となる展示のねらいが伝わっていない例もみられるようである。

センターの展示計画は、効果的な情報解説機能をもった展示パネルを開発するため、センターの研究スタッフの他に、地域の河川業務関係者、大学関係者、小学校の児童や教員等の協力を得て、多くの人々が参画する体制で進めることとした。また、展示パネルの開発プロセスの中では、展示の機能を高められるよう、展示の評価・検証の作業を組み込んで、制作作業をフィードバックして改善の機会を設ける双方向的な進め方により実施した。

### 8. 3 研究解説パネルの開発

センター開所以降の来訪者調査によると、センターの見学者層は主に、「河川業務関係者（行政、企業等）：約 70%」、「小学生（高学年）：約 20%」、「研究者（大学関係等）：約 10%」に分けられる。展示の対象にはこれらの3つの属性を設定した。

実験河川の展示開発の進め方を図8-1に示す。調査は「利用者の調査」、「試作品の制作」、「評価・検証」の各段階で実施した。「完成」までの各過程で行った取り組みの概要を以下、順に示す。

(1) 利用者の調査 —制作前に利用者の興味・関心を知るための調査—

効果的な展示を開発するにあたり、作り手は最初に展示の利用者となる見学者の特徴を理解することが重要であると考えられる。よって、本計画では制作作業に入る前に、見学者の河川生態系に対する興味・関心について知るための調査を行った。

被験者は河川業務関係者、小学生、研究者、計458名とした。調査票の設問は、河川生態系の基本構成要素を以下のようにグループ分けし、各グループの中から興味・関心のある項目を一つ選択するものとした。小学生向けの設問については小学校の教員と協議し、わかりやすい表現に変えて記載した。

[空間]: 川幅・河床勾配、河床材料・河岸・構造物・その他

[水]: 流量・流速・水深・水位・水質・その他

[生物]: 藻類・植物類・昆虫類・魚類・両生類・爬虫類・鳥類・哺乳類・その他

調査の結果、興味・関心の高い順は以下の通りであった。

・河川業務関係者

[空間]: 河岸 (46%)、河床材料 (25%)、構造物 (16%)、河床勾配 (7%)、川幅 (6%)

[水]: 水質 (50%)、流量 (22%)、流速 (17%)、水深 (8%)、水位 (3%)

[生物]: 魚類 (50%)、植物類 (20%)、昆虫類 (9%)、藻類 (9%)、鳥類 (5%)、哺乳類 (3%)、爬虫類 (3%)、両生類 (1%)

・小学生

[空間]: 川底の石や砂 (42%)、川底の傾き (23%)、河岸 (19%)、川の幅 (16%)

[水]: 水の汚れ (32%)、流れの速さ (23%)、水の深さ (20%)、水の温度 (15%)、水の量 (10%)

[生物]: 魚類 (21%)、鳥類 (16%)、哺乳類 (16%)、水草 (11%)、昆虫 (10%)、爬虫類 (8%)、河原の植物 (8%)、苔 (5%)、両生類 (5%)

・研究者

[空間]: 河岸 (36%)、河床材料 (25%)、構造物 (21%)、川幅 (11%)、河床勾配 (7%)

[水]: 水質 (69%)、流量 (10%)、流速 (8%)、水深 (7%)、水位 (6%)

[生物]: 魚類 (52%)、植物類 (18%)、藻類 (11%)、哺乳類 (11%)、鳥類 (7%)、昆虫類 (1%)

以上のような傾向が示された。各属性、環境、経験、知識レベルはまちまちであるが、興味・関心の傾向は似通っており、河川の構成要素の中でも目にとまりやすい、またイメージしやすいものが上位にあり、下位には比較的視覚的に捉えにくくイメージしにくいものがあるといった傾向がみられた。

本調査の結果より、見学者の興味・関心は、視覚的に捉えやすい事物・事象に集中していることがわかり、河川生態系の関係性を情報として扱う展示パネルの開発においては、視覚的に捉えにくい要素について展示パネルにわかりやすく表現し、利用者の興味を喚起する必要性が示された。

## （２）試作品の制作　－評価・検証に用いる試作品の情報レイアウトの検討－

展示パネルの試作品（原案）の制作を始める前に、作り手側が掲載した情報を利用者が実際に読むのかどうか、情報の掲載方法について検討するための予備調査を実施した。

代表例として「魚類」に関する研究テーマの展示パネルを選んだ。情報の掲載方法は、昨年度に展示会用に制作した自然共生研究センターの研究成果紹介パネル（壁掛けパネル）のレイアウトを参考にした（詳細は平成 11 年度自然共生研究センター研究報告書参照）。伝えたい研究成果を展示のねらいとして定め、問いかけによる問題提起と、問いかけを受ける簡潔な結論を、いわゆる Q & A 形式の構成でパネル版面の左側に掲載した。また、右側にはさらに詳しい内容（研究目的、方法、結果、考察）を河川業務関係者、研究者を主対象として掲載した（図 8-2）。

調査は実験河川では行わず、屋内にパネルを設置して実施した（図 8-3）。被験者は河川業務関係者、小学生、研究者、計 92 名とした。

調査にはアンケート調査票を用いた。設問の目的は、「パネルをどこまで読んだか」を明らかにするものとし、パネルを全部読んだかどうか、左側、右側に分けて設問した。詳細な感想や意見についても抽出できるように自由記述の欄も設けた。その他、試作パネル制作後の調査と比較し改善の効果を確認するための設問として、「パネルの問いかけに対する答えは何か」、「パネルに書いてある文章はわかったか」、「パネルの文字は見やすかったか」、「パネルの絵や写真は見やすかったか」についても 5 段階評価の選択式の質問を設定した。

パネルをどこまで読んだかという設問に対する回答の集計結果を以下に示す。版面を左右に分け、「全部読んだ」人数の割合（平均値）を求めた。

- ・河川業務関係者：[左] 33%　[右] 33%
- ・小学生：[左] 44%　[右] 16%
- ・研究者：[左] 88%　[右] 88%

研究者は 9 割近くがパネル全てに目を通していている。それに対し、河川業務関係者、小学生はパネルの全てに目を通した割合が低い。中でも小学生は詳細な内容が掲載されている右側の内容についてはほとんど読んでいないことが示されている。この理由として自由記述の感想や意見からは、主として「情報量が多く読む気にならない」、「専門的な表現があり理解できない」、「文字が小さい」、「絵や写真を増やして欲しい」などがあがった。抽出されたこれらの意見を次段階における試作パネル制作の留意点とした。

## （３）評価・検証　－試作品を現場に設置してヒアリング調査を実施－

研究解説パネルは、「魚類」、「付着藻類」、「河原植物」、「底生動物」、「水質」、「流下能力」の、計 6 種類の研究テーマについて計画し、各 1 枚制作した。予備調査の結果をふまえ、各研究担当者の原案のポイントを絞り、さらに情報量を減らして掲載内容を編集した。それぞれの掲載内容を図 8-4～6 に示す。調査を行うにあたり、制作した展示パネルの試作品を実験河川の見学ルート沿いに仮設した

(図8-7)。

被験者は河川業務関係者、小学生、研究者、計28名とした。調査では、被験者一人に対し調査員一人が付き、各研究解説パネルを実験河川上流から順に見て回り、アンケート調査票を用いてヒアリングを行う方法をとった(図8-8)。調査目的は、パネルのねらいが伝わったかについて調べるものとし、全てのパネルを見た後に、各パネルの問いかけに対して正しく答えられるかどうかの確認を行った。その他にも質問項目として「パネルに書いてある文章はわかったか」、「パネルの文字は見やすかったか」、「パネルの絵や写真は見やすかったか」、「パネルはどこまで読んだか」を設定し、各パネルの前で被験者に質問し、5段階評価で記録した。

調査の結果、パネルのねらいが伝わったかについては、パネルの掲載内容によって問いかけに対する正解率が大きく異なることが示された(図8-9)。自由回答からは予備調査と同様、いくつかのパネルについては、情報量を減らすべきといった意見がまだ多くみられた。しかし、今回の調査で得られた意見には、予備調査よりもさらに研究内容の詳細についてコメントしているものが多く、研究の意味や専門的内容についてわかりやすい文章で表現すべき、または図式化すべき等、内容を深く理解するための表現の改善を求めるものが目立った。得られたコメントの具体例は(4)に記す。

その他の質問項目では、絵や写真の見やすさについての評価が高かった。それに対して、文章のわかりやすさについては評価が低かった。特に、生物的要素を扱う研究テーマよりも、非生物的要素である水、空間に関するテーマを扱うパネルでその傾向が強かった。

また、パネルのみの情報提供でとどまり、現場との結びつけがうまく出来ていないという問題点が抽出された。これは現場とリンクさせて情報を提供すべきパネルにおいては重要な問題点であり、今後の展示パネルの文章表現、しかけや設置場所の工夫により改善すべき課題とされた。

予備調査の事前データのある魚類のパネルのみ、「パネルをどこまで読んだか」について予備調査の結果と照らし合わせて検証した。その結果、各属性ともに「全部読んだ」人の割合(平均値)が高まっていることがわかり、読みやすさが改善されていることが示された。

- ・河川業務関係者：[左] 33%→100% [右] 33%→90%
- ・小学生：[左] 44%→100% [右] 16%→100%
- ・研究者：[左] 88%→100% [右] 88%→90%

予備調査で用いたパネルに掲載した情報量と比較すると、現場で用いた試作品は文章の量が約2分の1に、図表の量が約4分の1に削減されており、このことが見やすさ、わかりやすさを向上させた理由の一つとして考えられる。

#### (4) 完成 ー改善すべき点を抽出してパネルに反映ー

各パネルについて、自由回答の中から改善すべき点を抽出し、それらの要望を各研究担当者、展示デザイナーと議論してパネルの改善に反映した。抽出された代表的な要望とそれぞれ改善したポイントを以下に示す。

## 魚類

- ・文章が長いので、ポイントを箇条書きにしたらわかりやすい。
  - 〈改善〉「研究のポイント」、「研究方法」、「研究結果」の3項目に分け、各項目を箇条書きにした。
- ・左の図で早瀬と淵をセットにして並べて表示すべき。
  - 〈改善〉平瀬、早瀬、淵、とろの順に並べて記載し、中央に早瀬と淵をセットにして示した。
- ・もっと漫画っぽくても良いのでは。
  - 〈改善〉魚のキャラクターを掲載し、しかけを動かすように呼びかけるセリフを表示した。
- ・専門用語の解説が欲しい。
  - 〈改善〉別枠を設け、専門用語の解説を記載した。
- ・文字が小さい。
  - 〈改善〉文字サイズを大きくした。

## 付着藻類

- ・面白いがグラフがわからない。学校で習っていない。
  - 〈改善〉グラフで扱う情報を削減し、シンプルな棒グラフに改変した。
- ・研究の背景をもう少し説明しても良い。
  - 〈改善〉右側の冒頭に設けた研究のポイントの項目に詳しく記載した。
- ・結果の文章が長い。
  - 〈改善〉文字数を減らすとともに、箇条書き、色分けして読みやすいように掲載した。
- ・川底の写真が見にくかった。
  - 〈改善〉石の一つ一つが明瞭に大きく表示できるように写真をトリミングした。
- ・専門用語がわからない。
  - 〈改善〉別枠を設け、専門用語の解説を記載した。

## 河原植物

- ・今後の研究の方向を知りたい。
  - 〈改善〉「研究結果」の末尾に今後の課題について色分けして記載した。
- ・実験現場とパネルを対応させにくい。
  - 〈改善〉現場の調査区にパネルの解説で使った配色と同色のロープを張り対応を明瞭にした。
- ・同じ意味を持つ用語の統一が必要（外来植物、帰化植物）。
  - 〈改善〉外来植物に統一した。
- ・対照区と書いてあるだけで何のことかわからない。
  - 〈改善〉イラストと「何も抜き取らない」という対照区の処置についての説明文を掲載した。
- ・図と写真の色を統一したら。
  - 〈改善〉外来植物の除去区と対照区の色を設定し、イラスト、グラフ等に統一して用いた。

## 底生動物

- ・グラフが理解しづらい。

- 〈改善〉伝えたいポイントを変更し、このグラフは削除した。
- ・流れる現象と生物の関係がいまいちわからない。
  - 〈改善〉伝えたいポイントを変更し、流れというファクターを含まない内容にした。
- ・写真に解説が必要。
  - 〈改善〉写真の作業状況を説明する文章を記載した。
- ・振り仮名が無い。
  - 〈改善〉振り仮名を付けた。
- ・説明の仕方の段落的な整理が必要。
  - 〈改善〉「研究のポイント」、「研究方法」、「研究結果」の3項目に分け、各項目を箇条書きにした。

## 水質

- ・難しい単語があった。
  - 〈改善〉別枠を設け、専門用語の解説を記載した。
- ・目的のところに結果が記載されている。
  - 〈改善〉「研究結果」の項目に移した。
- ・通水と人口洪水と混同する。
  - 〈改善〉洪水という言葉に統一した。
- ・自浄作用の説明が欲しい。アニメ等でわかりやすく示す。
  - 〈改善〉用語解説の枠で説明するとともに、写真とイラストを組み合わせた図解を掲載した。
- ・BODの説明を詳しく。
  - 〈改善〉専門用語を解説する別枠を設け、スペース上適当な情報量になる範囲で詳しく記載した。

## 流下能力

- ・グラフが難しくてわからない。
  - 〈改善〉グラフの内容を変更し、シンプルなものにした。
- ・しかけを絵の中に取り込む。
  - 〈改善〉しかけを絵の中に取り込み、川のイラストとしかけに示した情報との対応を明瞭にした。
- ・研究のポイントを詳しく。
  - 〈改善〉記載されていた結果の説明を「研究結果」へ移し「研究のポイント」を加筆・整理した。
- ・写真は「研究方法」にもってきた方が良い。
  - 〈改善〉「研究方法」の項目に掲載した。
- ・研究成果は何に役立つのか。
  - 〈改善〉「研究結果」の後半に記載した。

他にも多くの意見が得られたが、すべての意見を検討項目に加えてパネルの改善について議論した。展示パネルに掲載すべき情報の範疇を超えていると思われる専門的な詳細情報の掲載についての要望や、実験施設の性質上、物理的に実験河川に設えることが難しい要望等については、情報提供者側で協議し、改善すべき点としては扱わなかった。

改善点を反映した完成形のパネルの情報レイアウトは、

#### パネルの左側

問いかけによる問題提起と、問いかけを受ける結論を簡潔に表記した。文章中のポイントとなる言葉については、文字サイズを大きくし、文字色を濃くすることで強調した。また、その中に表現されている事物・事象が専門的でわかりにくいものについては図解を入れてそのイメージを表現した。

しかけは川を見るだけでは視覚的に捉えにくい、または臨場の機会が得られにくい事象について、動作を行うことによって実感できるように工夫したものを採用した。

現場とリンクさせて研究を解説することができるパネルでは、現場を見るように呼びかける文章を記載した。

#### パネルの右側

「研究のポイント」、「研究方法」、「研究結果」の3項目に分け、各項目の文章は箇条書きにした。

「研究のポイント」では、研究の意義を冒頭に掲げ、なぜこの研究が行われているのかという理由を明瞭に記した。

「研究方法」については、調査や実験の風景がイメージできる写真を一枚掲載し、文章による説明を減らした。

「研究結果」では、多くの結果について触れるのではなく、ポイントを絞ってとりあげた。掲載するグラフは一つとし、結果を明確に表現するための最小限のデータを用い、出来るだけ簡略化した。また文末には今後の課題について記載した。

#### 全体について

専門的な用語を掲載する場合、別枠を設け、用語の説明を簡潔に記載した。

現場とリンクさせて研究を解説することができるパネルでは、ビューポイントを検討し、パネルの配置について配慮した。

以上のレイアウトに基づき各パネル検討を加え、研究解説パネル6種類の完成形（図8-10～12）が決定、実験河川に設置された。各パネルの印刷面の図版と設置イメージの代表例として魚類のパネルの写真（図8-13）と造作図を示す（図8-14、15）。

### 8. 4 今後に向けて

センターの研究解説パネルは、利用者を理解するための意識調査からスタートし、制作過程でパネルの評価・検証を行い、抽出された多くの要望について検討を加えて開発された。この一連の取り組みは、地域の河川業務関係者、小学生、研究者をはじめ多くの人々の参加・協力によって実現したものである。

展示パネルでは、河川生態系という多くの事象が複雑に絡み合った情報を扱うため、展示手法にハンズ・オンを導入し、捉えにくい情報を実感できるように配慮した。捉えにくい川底の様子や微小な空間、時間的な環境の変化が、しかけを動かす行為によってイメージできるものである。今後はこのようなハンズ・オンの視点によるインタラクティブな展示開発が河川においても求められるものと思

われる。

今回の展示の評価手法、表現手法、いずれもセンターという類似施設の存在しない特殊な環境のもとで検討した独自のものである。特に自然を対象として展示開発を行う際には、環境、設置場所、利用者について調査し、独自の評価や表現の方法を試行錯誤しながら編み出していく必要があると思われる。

今後は見学施設として、整備した展示パネルを有効に機能させるために、見学者の誘導について改めて検討することがあげられる。設置した研究解説パネルを見せる順序をコントロールすることにより、センターの研究を生態学的に、総括的に関連づけて利用者に伝達することが必要とされる。その第一歩として、今回、展示導線を決め、川づくり編、生き物編、研究編、3種類のガイドマップを作成し、セルフ・ガイド機能もたせることも試みた（図8-16）。実験河川を探索し、パネルを見て現場を観察し、ガイドマップの問いに答えていくものである。このガイドマップを合わせて活用することにより、施設見学のための道標の役割をもたせるとともに、配置したそれぞれのパネルによる情報提供機能の向上を図った。

平成14年度、わが国の小・中学校では、新学習指導要領の「総合的な学習の時間」が本格的に導入される。この時間の中では、自然や社会を実体験することが重要視されるとともに、自ら興味・関心を抱いた事項を関連事項によって繋げて方向づけ、多様化して拡大し、総合的に捉え直すといった学習システムの構築が必要とされる。センターはこのような学習の場としても地域・学校から期待されており、今後はセンターを学習の場としても機能させることを視野に入れ、次世代への情報提供についても検討していくことが求められる。自然を対象とした学習支援を含む解説活動においては、事物・事象の一部ではなく全体像を見せるようにするべきであり、今後センターでは、河川環境に関する個々の研究成果を関連づけて捉え、総合的に提示できるように、さらなる調査・研究の蓄積が必要とされる。

#### 用語の意味

- ・ハンズ・オン [hands-on]：明確な教育目標を定め、視覚のみならず触覚、聴覚など多くの感覚に訴えて双方向的な情報伝達を行い、事象の本質の理解へと導く展示手法。
- ・セルフ・ガイド [self guide]：観覧者が展示資料や特定のテーマに興味や関心をもち、積極的に観察するように工夫された印刷物。ワーク・シート。

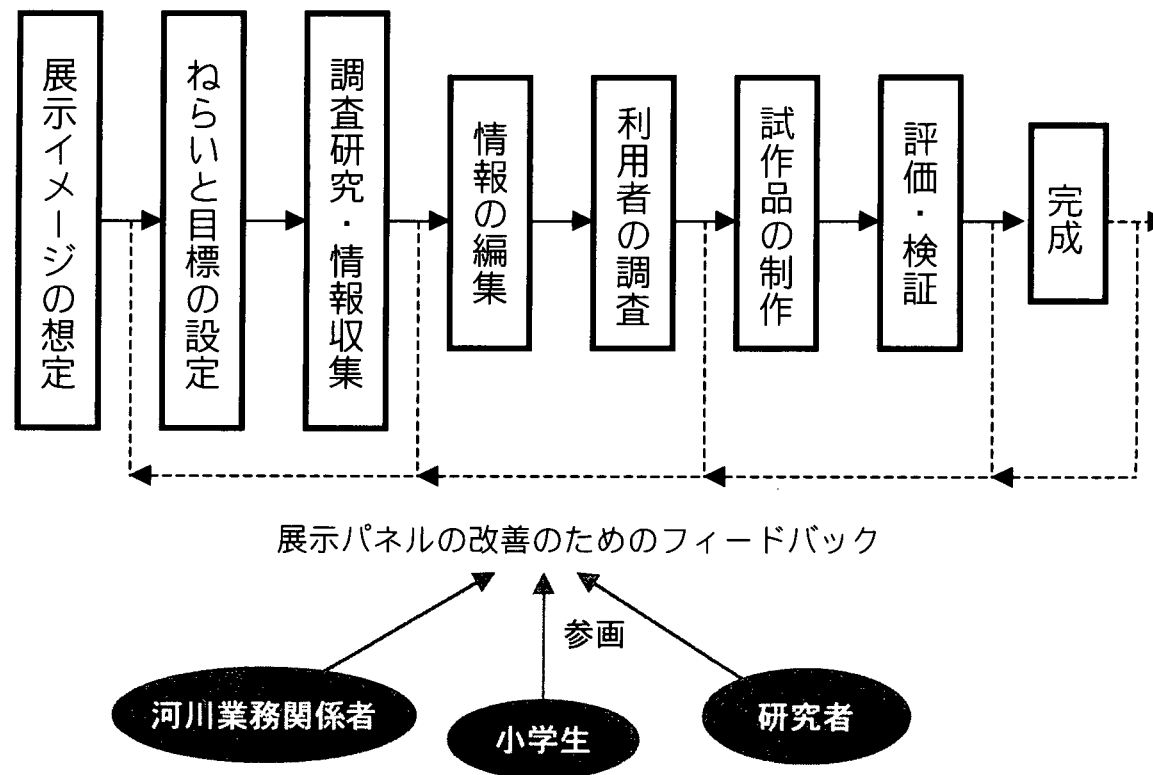


図 8-1. 研究解説パネルの開発プロセス

[表面]

## 魚は川のどこに いるのでしょうか？

●筑後川には、約25種類の魚が棲んでいます。

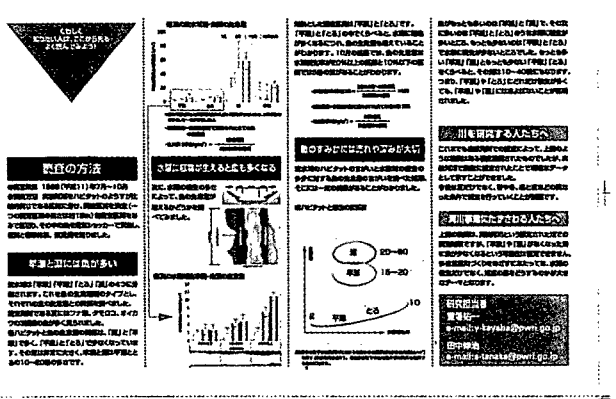
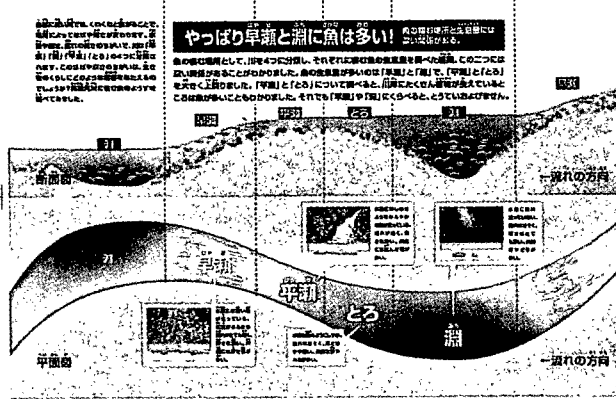


同じ川の中でも、場所や季節によって魚がどこに集まるかは変わることが考えられます。生き物のすみかのことを「ハビタット」といいます。この筑後川では、魚とハビタットの関係を調べ、魚にとってどのような場所が暮らしやすいかを考えてみました。



ここを白くと見えがあるよ！

[裏面]



魚類

図 8-2. 予備調査に用いた魚類の研究解説パネル (試作品)

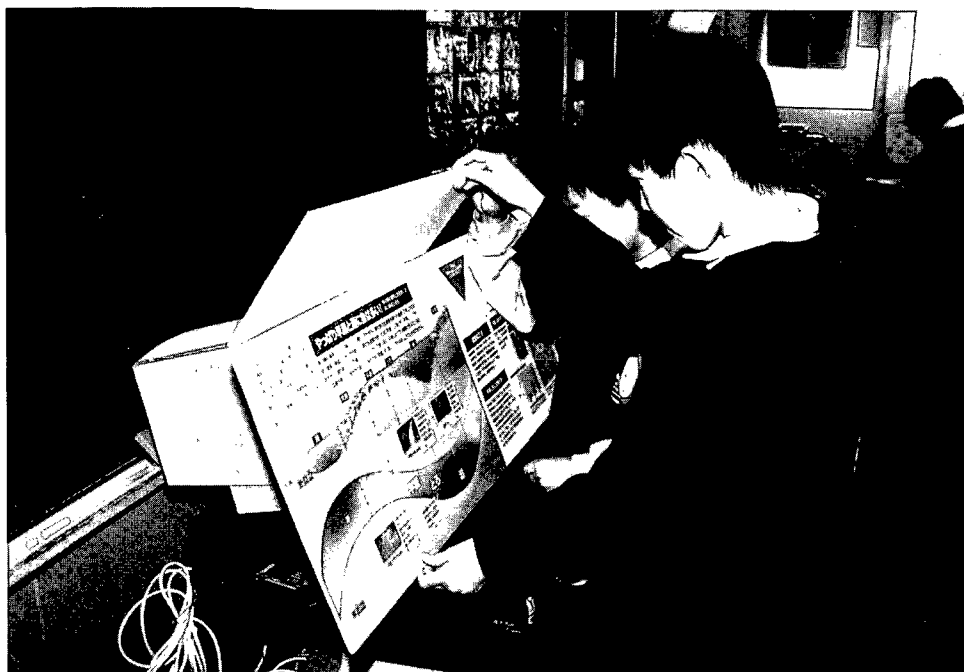


図 8-3. アンケート調査風景

# 魚は川のどこに、 いるのでしょうか？

真鍮河川には、  
約25種類の魚が  
棲んでいます。



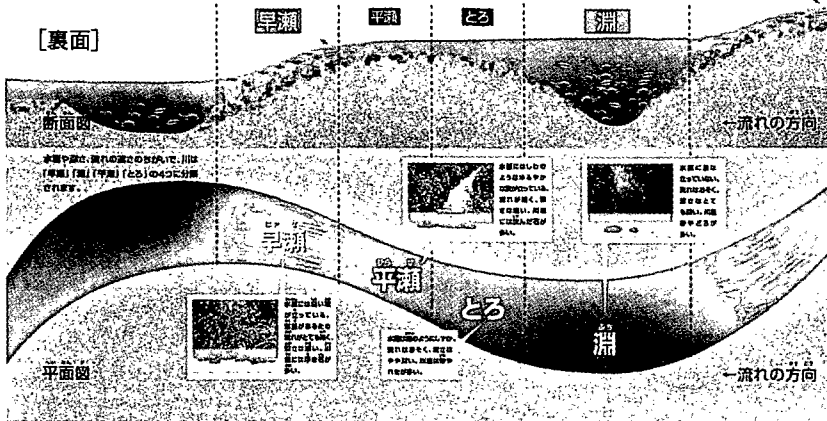
[表面]

ここを開くと答えがあるよ！ ➡

## やっぱり早瀬と淵に魚は多い！

魚の棲む場所として、川を水面や底、流れの速さのちがいで、「早瀬」「淵」「平瀬」「とろ」の4つに分類し、それぞれに棲む魚の生態を調べた結果、この二つには高い関係があることがわかりました。魚の生態が多いのは「早瀬」と「淵」で、「平瀬」と「とろ」を大きく上回りました。

[裏面]



### 研究のポイント

魚は早瀬や淵に多いということは魚の生態の理解でも重要なポイントでしたが、真鍮河川で実際に分類して観察し、定量的なデータとして得られたのは初めてです。

魚のすみやすいポイントを探る場合、流れや底の性質が重要なポイントだといわれています。

### 方法

調査期間 18日(平成11)年7月10日  
調査方法 真鍮河川をバレットのようすびがけの網(10m)で区別し、早瀬・平瀬・とろ・淵の4つの調査区域の調査は約15m(各調査区域をみて回り、その中の魚を網でつかまえて観察し、観察と観察の区別、生態を調べました。

### 結果

調査結果 18日(平成11)年7月10日  
調査結果 真鍮河川をバレットのようすびがけの網(10m)で区別し、早瀬・平瀬・とろ・淵の4つの調査区域の調査は約15m(各調査区域をみて回り、その中の魚を網でつかまえて観察し、観察と観察の区別、生態を調べました。

### 方法

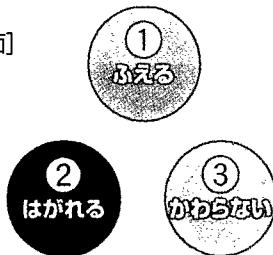
調査期間 18日(平成11)年7月10日  
調査方法 真鍮河川をバレットのようすびがけの網(10m)で区別し、早瀬・平瀬・とろ・淵の4つの調査区域の調査は約15m(各調査区域をみて回り、その中の魚を網でつかまえて観察し、観察と観察の区別、生態を調べました。

### 結果

調査結果 18日(平成11)年7月10日  
調査結果 真鍮河川をバレットのようすびがけの網(10m)で区別し、早瀬・平瀬・とろ・淵の4つの調査区域の調査は約15m(各調査区域をみて回り、その中の魚を網でつかまえて観察し、観察と観察の区別、生態を調べました。

## 魚類

[表面]



ここを回ると  
答えがあるよ！

[裏面]



## 川底の石についた藻は、 洪水のとき どうなるのでしょうか？

[裏面]

### ② はがれる



[表面]



### 研究のポイント

川底の石についた藻は、洪水のときどうなるのでしょうか？

調査期間 18日(平成11)年7月10日  
調査方法 真鍮河川をバレットのようすびがけの網(10m)で区別し、早瀬・平瀬・とろ・淵の4つの調査区域の調査は約15m(各調査区域をみて回り、その中の魚を網でつかまえて観察し、観察と観察の区別、生態を調べました。

### 方法

調査期間 18日(平成11)年7月10日  
調査方法 真鍮河川をバレットのようすびがけの網(10m)で区別し、早瀬・平瀬・とろ・淵の4つの調査区域の調査は約15m(各調査区域をみて回り、その中の魚を網でつかまえて観察し、観察と観察の区別、生態を調べました。

### 結果

調査結果 18日(平成11)年7月10日  
調査結果 真鍮河川をバレットのようすびがけの網(10m)で区別し、早瀬・平瀬・とろ・淵の4つの調査区域の調査は約15m(各調査区域をみて回り、その中の魚を網でつかまえて観察し、観察と観察の区別、生態を調べました。

調査結果 18日(平成11)年7月10日  
調査結果 真鍮河川をバレットのようすびがけの網(10m)で区別し、早瀬・平瀬・とろ・淵の4つの調査区域の調査は約15m(各調査区域をみて回り、その中の魚を網でつかまえて観察し、観察と観察の区別、生態を調べました。

調査結果 18日(平成11)年7月10日  
調査結果 真鍮河川をバレットのようすびがけの網(10m)で区別し、早瀬・平瀬・とろ・淵の4つの調査区域の調査は約15m(各調査区域をみて回り、その中の魚を網でつかまえて観察し、観察と観察の区別、生態を調べました。

調査結果 18日(平成11)年7月10日  
調査結果 真鍮河川をバレットのようすびがけの網(10m)で区別し、早瀬・平瀬・とろ・淵の4つの調査区域の調査は約15m(各調査区域をみて回り、その中の魚を網でつかまえて観察し、観察と観察の区別、生態を調べました。

と見えますが、よく見ると、藻の付着量が、  
洪水のとき、どうなるのでしょうか？

調査期間 18日(平成11)年7月10日  
調査方法 真鍮河川をバレットのようすびがけの網(10m)で区別し、早瀬・平瀬・とろ・淵の4つの調査区域の調査は約15m(各調査区域をみて回り、その中の魚を網でつかまえて観察し、観察と観察の区別、生態を調べました。

調査結果 18日(平成11)年7月10日  
調査結果 真鍮河川をバレットのようすびがけの網(10m)で区別し、早瀬・平瀬・とろ・淵の4つの調査区域の調査は約15m(各調査区域をみて回り、その中の魚を網でつかまえて観察し、観察と観察の区別、生態を調べました。

調査結果 18日(平成11)年7月10日  
調査結果 真鍮河川をバレットのようすびがけの網(10m)で区別し、早瀬・平瀬・とろ・淵の4つの調査区域の調査は約15m(各調査区域をみて回り、その中の魚を網でつかまえて観察し、観察と観察の区別、生態を調べました。

調査結果 18日(平成11)年7月10日  
調査結果 真鍮河川をバレットのようすびがけの網(10m)で区別し、早瀬・平瀬・とろ・淵の4つの調査区域の調査は約15m(各調査区域をみて回り、その中の魚を網でつかまえて観察し、観察と観察の区別、生態を調べました。

調査結果 18日(平成11)年7月10日  
調査結果 真鍮河川をバレットのようすびがけの網(10m)で区別し、早瀬・平瀬・とろ・淵の4つの調査区域の調査は約15m(各調査区域をみて回り、その中の魚を網でつかまえて観察し、観察と観察の区別、生態を調べました。

調査結果 18日(平成11)年7月10日  
調査結果 真鍮河川をバレットのようすびがけの網(10m)で区別し、早瀬・平瀬・とろ・淵の4つの調査区域の調査は約15m(各調査区域をみて回り、その中の魚を網でつかまえて観察し、観察と観察の区別、生態を調べました。

調査結果 18日(平成11)年7月10日  
調査結果 真鍮河川をバレットのようすびがけの網(10m)で区別し、早瀬・平瀬・とろ・淵の4つの調査区域の調査は約15m(各調査区域をみて回り、その中の魚を網でつかまえて観察し、観察と観察の区別、生態を調べました。

調査結果 18日(平成11)年7月10日  
調査結果 真鍮河川をバレットのようすびがけの網(10m)で区別し、早瀬・平瀬・とろ・淵の4つの調査区域の調査は約15m(各調査区域をみて回り、その中の魚を網でつかまえて観察し、観察と観察の区別、生態を調べました。

調査結果 18日(平成11)年7月10日  
調査結果 真鍮河川をバレットのようすびがけの網(10m)で区別し、早瀬・平瀬・とろ・淵の4つの調査区域の調査は約15m(各調査区域をみて回り、その中の魚を網でつかまえて観察し、観察と観察の区別、生態を調べました。

## 付着藻類

図8-4. 調査に用いた研究解説パネル (試作品)



[表面]



ここを開くと  
音えがあるよ!

川は自分で水をきれいにする力  
“自浄作用”をもっています。  
さて、洪水をおこすと、  
この力はどうなるでしょうか?



[裏面]



川の浄化機能は、  
洪水のインパクトにより  
リフレッシュされました。



#### 研究のポイント

出水前後の水質の浄化を調べるこの研究は、濁度計をコントロールできる実験装置を使った実験です。

一般河川に洪水を発生させて、流速が100cm/secの河川に洪水を発生させたとき、濁度計がフラッシュされることになりました。

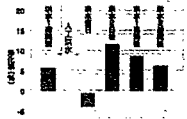
#### 方法

●BOD (生物化学的酸素要求量)  
河川で一般的に流れる水の汚れの程度を表す指標。きれいな水はBODが小さい。  
「浄化率」は上流から流れてきた水が下流に到達するまでに減ったBODの割合を指します。  
100% (上流BOD - 下流BOD) / 上流BOD



#### 結果

●BOD浄化率の増大化 (平成11年2月～3月)  
0.0001g/L (20℃)



長崎県立総合研究センター実験河川において平成10年度に実施した結果、濁度計の測定から約1～2年間の間に実験河川の浄化機能は徐々に増加しましたが、その後は自浄作用も低下して自浄作用を促進し始めた。しかし、人工洪水を発生させたところ自浄作用は一時的に低下し、浄化機能が回復しました。

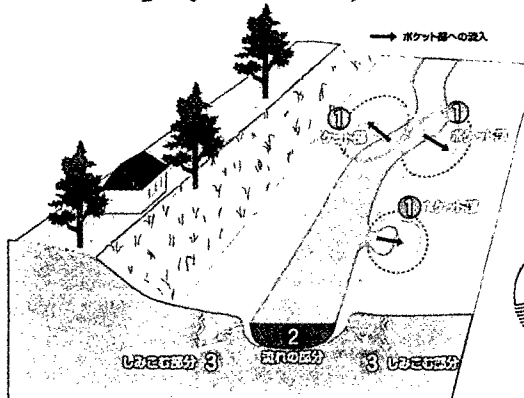
長崎県立総合研究センター  
実験河川  
e-mail: sonoda@pwr.go.jp  
より詳しい情報は、研究センターホームページ  
をご覧ください。

水質

[表面]



下流に水がいきなり流れないように  
川には水をためておける部分があります。  
さて、多くためておけるのはどこでしょう?



答えは、何番?  
回転させて見てみよう!

洪水の貯水率に対して  
約10%

洪水の貯水率に対して  
約40%

洪水の貯水率に対して  
約50%

[裏面]

#### 研究のポイント

大雨など、より一時的に下流で貯水しないようにするためには、一時的にどこかに水をためておく必要がある。

自然の川には堤防と水かさが増える水かさがあり、このような空間は生物のすみかとして重要な場所ですが、水をためておくことで貯水能力が低下することが知られています。



洪水時の下流の貯水能力

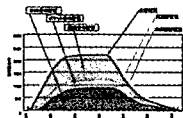
#### 方法

●実験河川を拡大して出水実験をしたとき、下流の貯水能力と下流の貯水能力を測定し、水位、流速、濁度、濁度計の測定と濁度計の測定による貯水能力 (濁度) について把握しました。

#### 結果

●実験河川におけるそれぞれの貯水能力は、全体の貯水能力に対して約10%、約40%、約50%でした。

●貯水能力の割合



●河川内貯水を有効に活用するためには、貯水能力や工法、貯水能力などについてさらに詳しく調査が必要ですが、貯水能力や高い貯水能力と貯水能力の低い貯水能力では、貯水能力を高めることが期待されます。

長崎県立総合研究センター  
実験河川  
e-mail: toya@pwr.go.jp  
より詳しい情報は、研究センターホームページ  
をご覧ください。

流下能力

図8-6. 調査に用いた研究解説パネル (試作品)

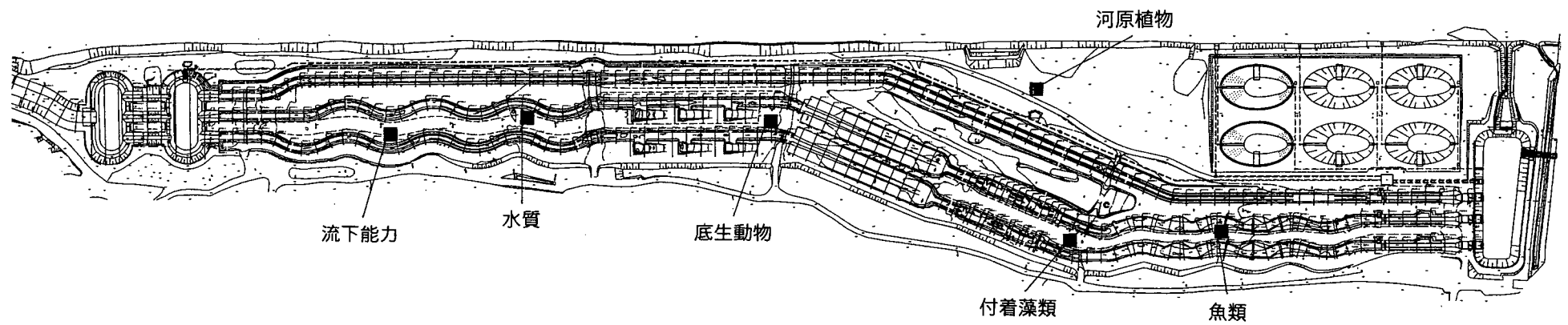


図8-7. 研究解説パネル（試作品）の設置場所



図 8-8. ヒアリング調査風景

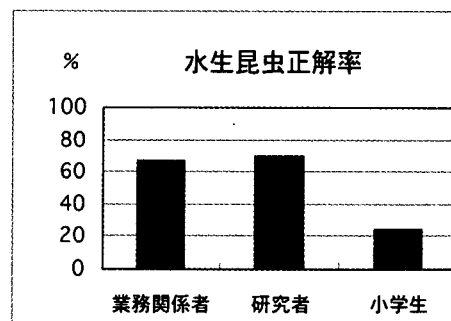
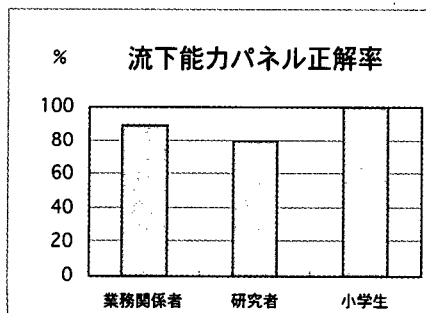
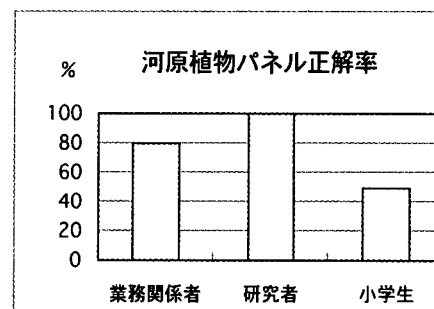
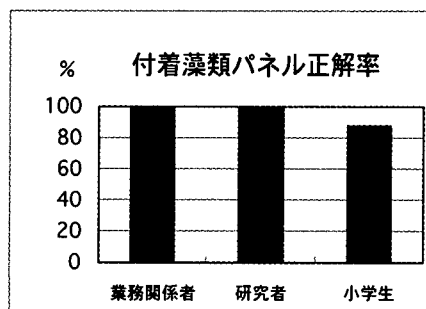
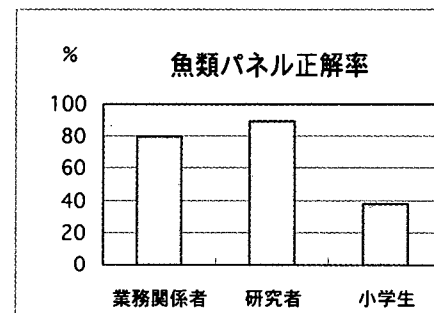
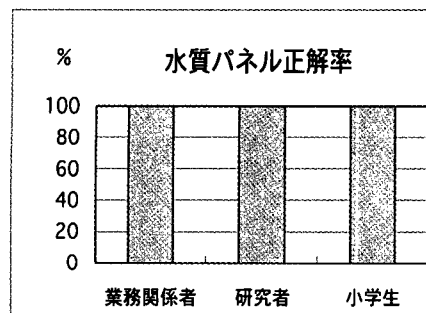


図8-9. 問いかけに対する正解率

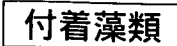
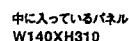
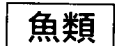
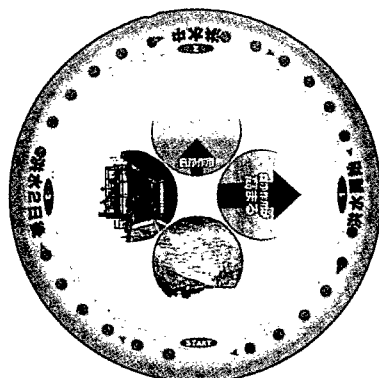


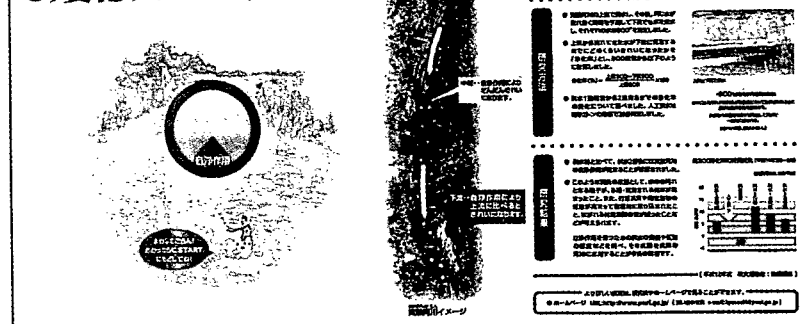
図8-10. 完成した研究解説パネル



W416XH418



## 川の自浄作用は洪水をおこすとどう変化するのでしょうか？



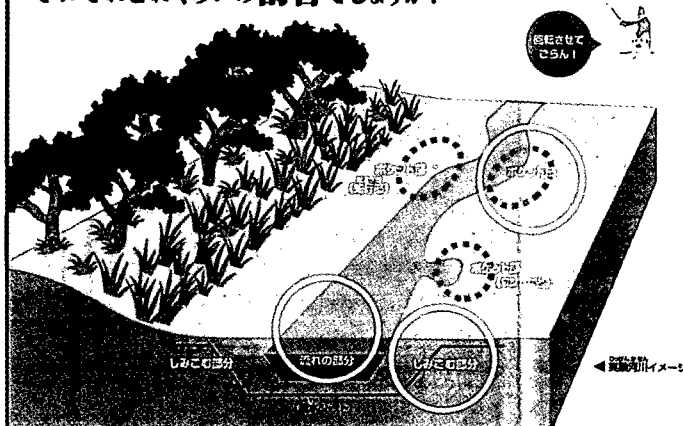
水質

W88XH88

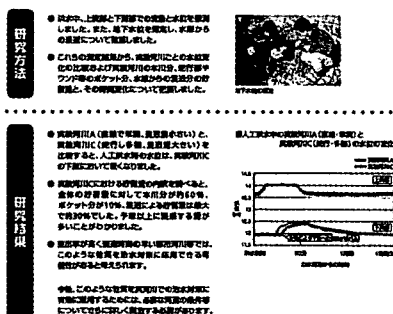


W1,000XH500

## 流れる水がふえたとき 川には水をためられる部分があります。 それぞれどれくらいの割合でしょうか？



大部分などで水が一気に流れ、下流での負担を防ぐための治水対策にはいくつかの方法が考えられます。その一つに、川の上流で一時的に水を溜め込めることがあげられます。実際の河川では治水対策をコントロールでき、集中に治水対策が設置されているため、貯められる水の割合を把握することができます。そこで、洪水を越えた時、水が川の中のどの部分にどれだけの割合で貯められ、それが下流の洪水にどのように影響するかを調べました。



流下能力

図8-12. 完成した研究解説パネル

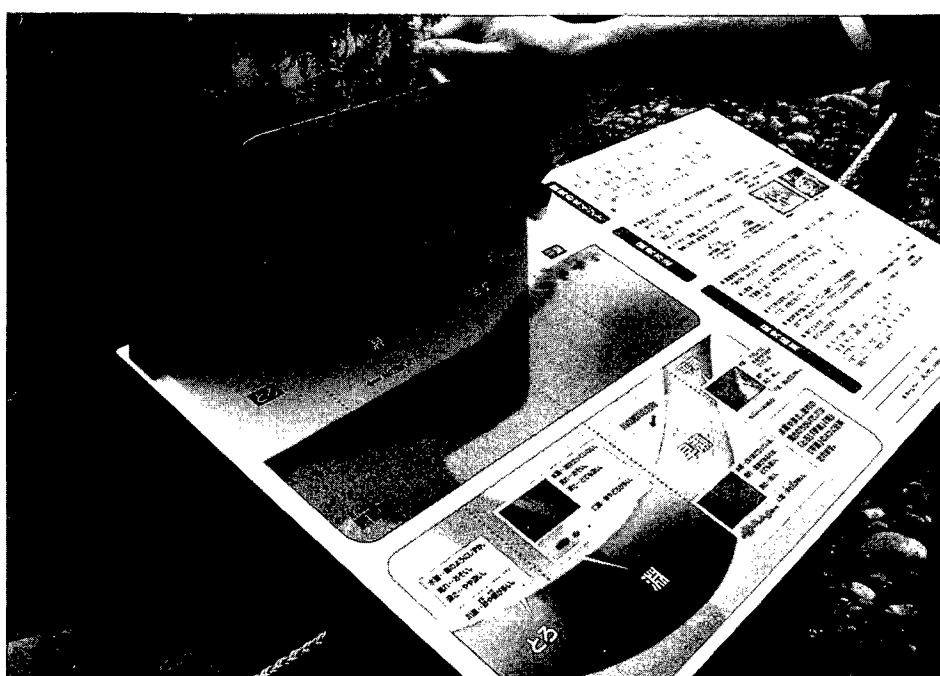


図 8-1 3. 魚類の研究解説パネル

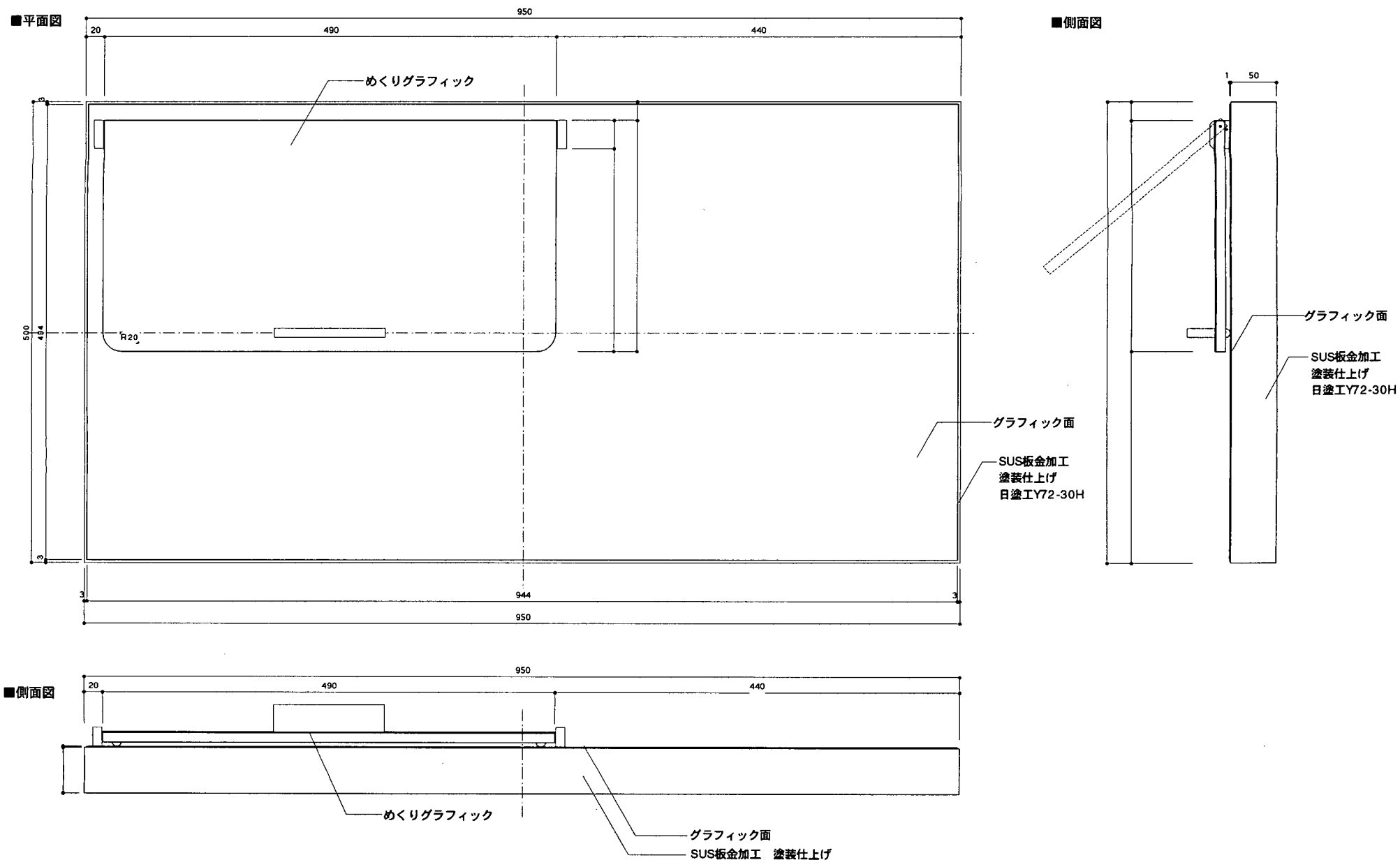


図 8-1 4. 魚類の研究解説パネルの造作図 (印刷面)

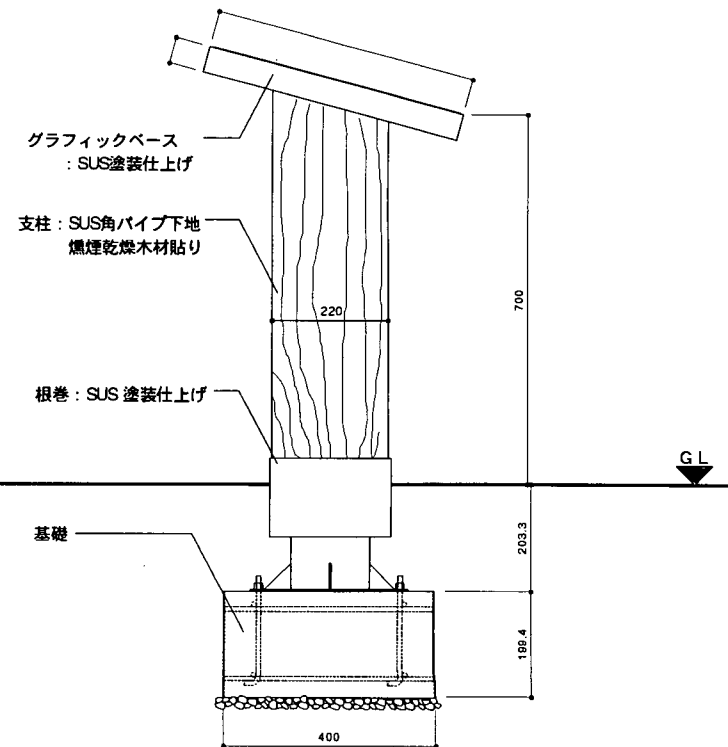
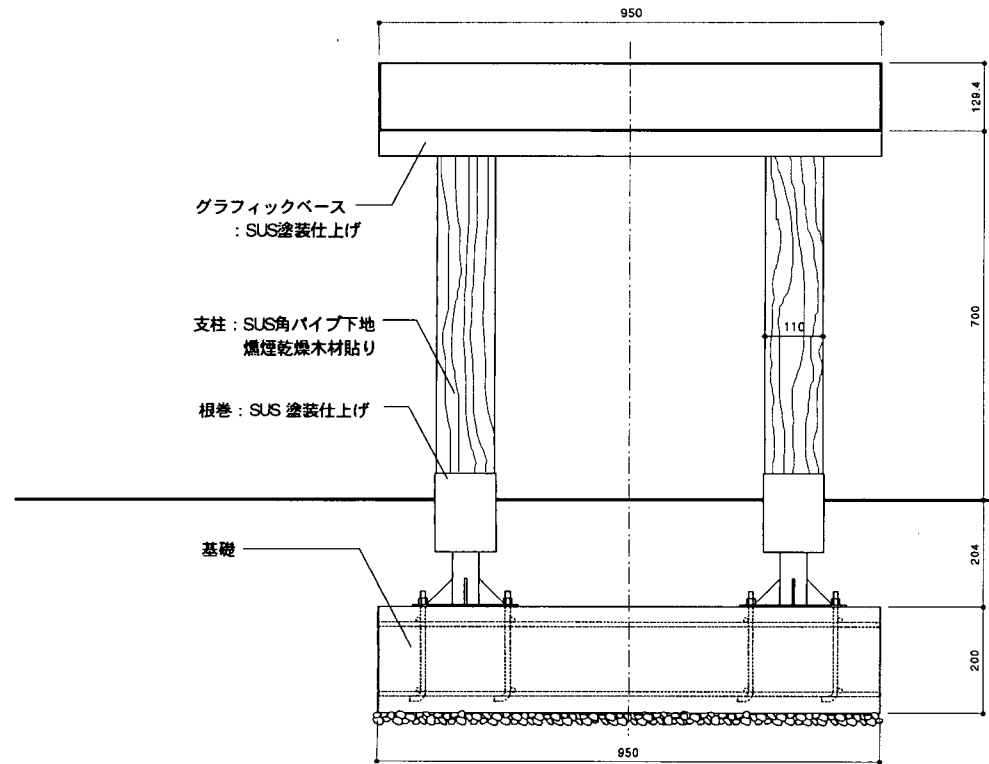
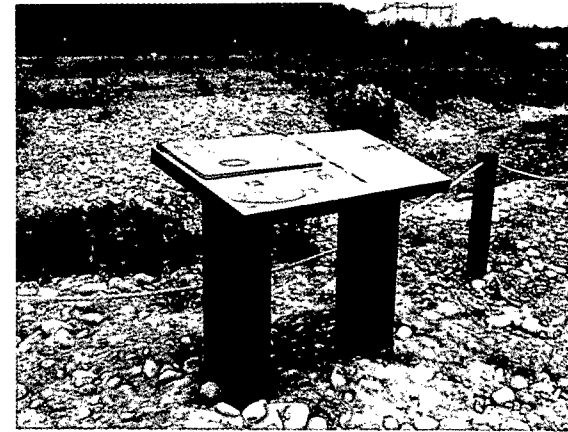
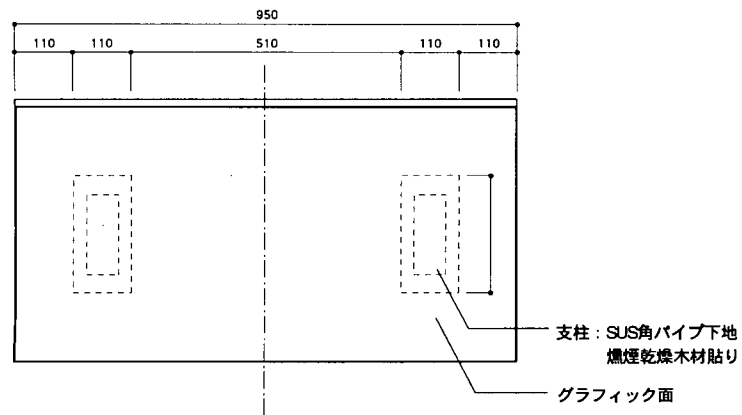
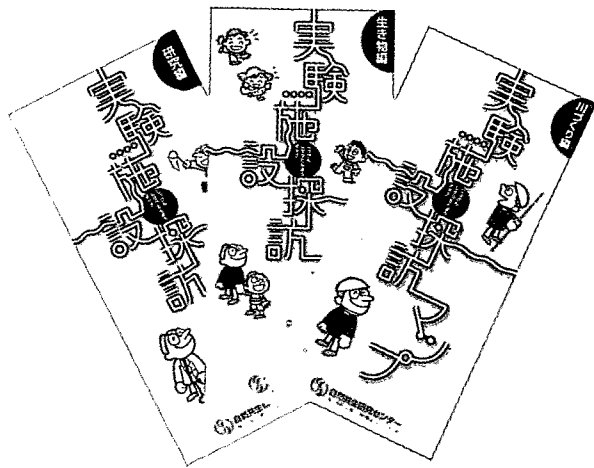


図 8-15. 魚類の研究解説パネルの造作図 (全体)



## 実験施設探訪クイズ？

自然に入る前にクイズに答えてみよう！  
いくつ当てられるかな？

**Q1 川底にくらす生物**  
水中の植物をすみかにしている生物には  
どのようなものがあるのでしょうか？  
Point 3

**Q2 石に付着した藻**  
川底の石についた藻は、  
洪水のときどうなるのでしょうか？  
Point 5

**Q3 魚のすみか**  
魚は川のどこに  
多くいるのでしょうか？  
Point 6

**Q4 河原植物と外来植物**  
外来植物を抜きとる場合と、  
抜きとらない場合では、植物の生え方は  
どう変わるのでしょうか？  
Point 7

### ■底生動物

石の下や底の中、水中の植物や木ざねの  
隙の中で生活しています。

### ■付着藻類

魚や水生昆虫のすみかとして大切なものです。  
また、水の汚れを分解する細菌の働きを  
助ける役割を持つことで、水の浄化にも  
役立っています。



### ■魚のすみか

魚がすむ川は、水質や深さ、流れの速さの  
違いで、「とろろ川」「早瀬川」「平瀬川」の4つ  
に分けることができます。

### ■河原植物と外来植物

外国から持ちこまれた外来植物により、  
日本在来の河原植物の生育場所が失われ  
つつあります。

コナラ



④ 答えは、うらなみてね！

自然共生研究センター 〒301-6021 埼玉県川島市川島町宮野町有地帯  
Tel: 0566-61-6030 Fax: 0566-61-6039  
URL: <http://www.natco.go.jp/> <http://www.co-mac.go.jp/chugai/>

# 実験施設探訪

生き物編

自然共生研究センター  
NATURAL COEXISTENCE RESEARCH CENTER

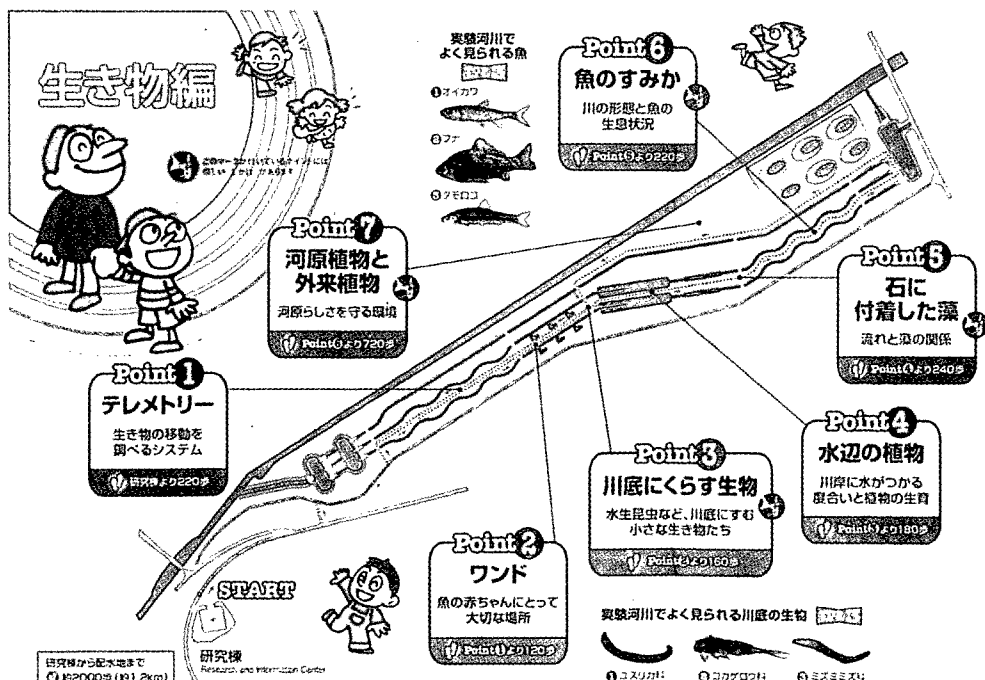


図 8-16. ガイドマップ

## 9. 今後の研究について

### (1) 実験河川の性格とコントロールの程度について

実験河川は、流量、形状などをかなりの程度コントロールできるが、完全にコントロールできるわけではない。このことはこの実験河川の性格上やむ終えないことであるし、自然の状況と完全にコントロール化された状況の中間にあり、そこがこの実験施設の基本的な性格であり、興味深い所である。このような性格が研究施設として優れているかどうかについては、施設整備の段階から議論してきた。自然河川よりもいくつかの点についてコントロールされた条件下で、実験河川を理解することを通して、さまざまな仮説を立案するためには有効であると考えられる。一方で、仮説を検証するためにはコントロールが難しい部分もあり、実験計画を相当きちんと立てなければ検証が難しいという側面を持つ。

実験河川の微地形は、初期形状と流水と流砂と植生の相互作用によって決まり、現状では植生の繁茂の場所やタイミングによって、微地形が大きく影響を受け、初期形状や流量変動の影響が見にくくなっている。そこで、今後は現状よりも特に植生についてはコントロールの程度を高める。

### (2) 研究の方向性について

前節で述べたように、自然共生研究センターの研究の基本スタンスは、実験河川で起こっている様々な現象を、生態学あるいは土木工学の観点を融合させた応用生態工学的な視点から理解することにある。その理解に基づいて、現場に適用可能な調査手法、河川管理の手法などが仮説的に、あるいは原理的に導かれる。

そして、その仮説のいくつかのものについて、実験河川で検証する。他のいくつかの仮説については実験河川での調査、研究へと発展させる。研究の成果の得られやすい手法と場所を選定する。

### (3) 実験シリーズについて

同じ流量パターンあるいは形状での実験を最低2年は継続させる。底生動物の定着状況からは、1年の実験では時間スケールが短すぎ遷移初期の段階の実験しかできていない可能性がある。また生態系の変動を考えても1つの実験スケールで2年以上の研究期間は最低必要である。

## 10. 参考資料

### 10.1 自然共生研究センターの概要

自然共生研究センターは、河川湖沼の自然環境保全・復元のための基礎的・応用的研究を行い、その成果を広く普及することを目的に、平成10年11月に設立された。研究施設の概要について、以下に説明する。

#### 10.1.1 実験河川

##### (1) 設計思想

実験河川を設計する際の基本的な考え方は、次の通りである。

- ① 河床変動や河岸侵食を起こすことが可能である。
- ② 生物が棲むことができるスケールである。
- ③ 物理的空間の違いが表現できる。
- ④ 流量変動を起こすことが可能である。
- ⑤ 様々な技術を試すことができる。
- ⑥ 種々のモニタリングができる。

##### (2) 概要

実験河川はA～Cの3本あり、いずれも延長は800mである。実験河川Aはほぼ直線で一部に護岸が施されている。実験河川B・C同じ形状で、5つのゾーンに分かれており多様な環境が形成されている。

水源：新境川

勾配：1/200～1/800

川幅：実験河川A－底幅2.5m、実験河川B・C－底幅2.5～6m

流量：0～4m<sup>3</sup>/s

##### ① ハビタット研究ゾーン（延長：180m、勾配：1/200～1/400）

この区間では川を蛇行させて流れに変化を与え、瀬・淵・よどみなどをつくり、生物がハビタットをどのように利用するかを研究している。蛇行波長は新境川の旧河道を参考に、川幅の約10倍程度を目安にしている。

##### ② 自然河岸形成研究ゾーン（延長：100m、勾配：1/800）

この区間は上流の区間に比べ川幅が2.4倍になっており、杭などの抵抗物を水際沿いに設置することにより土砂の堆積を促進させ、自然的な河岸や低水敷を形成する手法について研究を行っている。

##### ③ 冠水頻度研究ゾーン（延長：110m、勾配1/800m）

この区間は兩岸の河原の高さが下流に行くほど高くなっており、冠水頻度の違いにより生息する植物にどのような差異が現れるかを研究している。

#### ④ ワンド研究ゾーン（延長 110m、勾配 1/800m）

ワンドは、本川沿いに湾状にできる止水域で、魚類の産卵場、稚・仔魚の生育場、出水時の避難場としての役割を持つとされている。この区間では本川沿いにワンドを形成し、ワンドの形状や水循環の状況等を変化させ、ワンドの果たす役割を研究している。

#### ⑤ 河岸開発研究ゾーン（延長：180m、勾配：1/280）

この区間では、川の陸域と水域の接点である河岸に着目し、河岸の侵食防止を図りながら自然環境への影響を軽減あるいは植生を復元することを目的とした研究が行われている。植物が繁茂できる侵食防止シートを設置し、施工性や植物の生息状況等の調査を目的としている

### 10. 1. 2 実験池

#### （1）設計思想

1. 実際の湖沼の現象をある程度再現できる規模である。
2. 流入量をコントロールできる。
3. 湖岸形状をコントロールできる。

#### （2）概要

長径 50m、短径 30m の池が 6 つあり、2 つは池岸をコンクリートで覆い、4 つは土からなっている。湖岸植生帯が水質に及ぼす影響等の基礎研究、水質浄化手法等の応用研究を行うことを目的としている。

### 10. 1. 3 研究棟

研究棟には、研究室・水質実験室・実験制御室・図書室・ビジタールーム等があり、ビジタールームと図書室は一般に公開している。実験制御室には大型の映像スクリーンがあり、屋外カメラから実験施設の様子を観察することができる。図書室には全国の多自然型川づくりの事例など河川の自然環境の保全に関する資料が収集されている。

### 10. 2 自然共生研究センター研究アドバイザー委員会について

自然共生研究センターでは、世界最大規模の実験河川及び実験池を設置しており、研究を進めるに際しては、河川工法、魚類、水生昆虫、保全生物学、植生生態学など専門的かつ総合的な知識が必要となる。このため研究の内容及び手法に関する助言を得ることを目的として学識者からなるアドバイザー委員会を設置している。

アドバイザー委員会委員名簿及び過去の開催日は以下のとおりである。

■委員名簿

|     |                         |       |
|-----|-------------------------|-------|
| 委員長 | 東京大学工学部名誉教授             | 高橋 裕  |
| 委員  | 東京農工大学農学部環境資源学科教授       | 小倉紀雄  |
|     | 九州大学工学部建設都市工学科教授        | 楠田哲也  |
|     | 岐阜大学名誉教授（河川環境研究所）       | 河村三郎  |
|     | 大阪府立大学総合科学部教授           | 谷田一三  |
|     | 愛媛大学理学部名誉教授             | 水野信彦  |
|     | 京都大学大学院理学研究科動物学教室教授     | 山岸 哲  |
|     | 東京大学農学生命科学研究科保全生態学研究室教授 | 鷺谷いづみ |
|     | 中部女子短期大学副学長             | 和田吉弘  |

■委員会開催日

- 第1回 平成10年6月9日  
第2回 平成10年10月1日  
第3回 平成11年7月9日  
第4回 平成12年3月29日  
第5回 平成13年3月6日

10.3 活用研究について

自然共生研究センターは、開かれた研究施設を目指し、本研究施設を活用した研究の公募を行っている。平成11年度は5件の活用研究が採択され、平成12年度には新たに3件の活用研究が採択され、計8件の研究が実施されている。以下に研究テーマ及び研究代表者を示す。

|                    | 番号    | 研究テーマ                                              | 研究代表者                          |
|--------------------|-------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
| 11<br>年度<br>採<br>択 | K11-1 | 自浄作用能力の定量的評価及びメカニズムの解明                             | 東京農工大学大学院<br>農学研究科教授 小倉紀雄      |
|                    | K11-2 | 水位変動が河床内間隙と流路周辺部の生息環境と生物<br>群集に及ぼす影響               | 大阪府立大学総合科学部<br>自然環境科学科教授 谷田一三  |
|                    | K11-3 | 非定常流下におけるワンドの水交換と土砂堆積                              | 名古屋工業大学工学部<br>社会開発工学科教授 冨永晃宏   |
|                    | K11-4 | 流水の一次生産の測定に関する研究                                   | 名古屋女子大学家政学部 生活環境学科<br>助教授 村上哲生 |
|                    | K11-5 | 実験河川の流れ及びSSに関するシミュレーションモ<br>デルの評価                  | (株)ワコスジャパン<br>技術部長 望月誠美        |
| 12<br>年度<br>採<br>択 | K12-1 | 連接蛇かご工法による周辺植生と昆虫・小動物等の誘<br>致                      | 日本植生(株)<br>U.P.Eプロジェクト 駒走裕之    |
|                    | K12-2 | 淡水域昆虫に対する多孔質コンクリートのハビタッ<br>ト形成と洪水後のハビタットの回復性に関する研究 | 共和コンクリート工業(株)<br>技術研究所 進藤邦雄    |
|                    | K12-3 | PHABSIMの評価精度に関する実証的研究                              | (株)フジタ<br>技術センター環境研究部 須藤達美     |

#### 10.4 気象データ

自然共生研究センター研究棟に設置されている気象観測装置による昨年度のデータを次ページ以降にまとめた。

気温・相対湿度・降水量について、岐阜地方気象台観測データの平年値との比較を行った。

(岐阜地方気象台平年値は「理科年表」平成13年度版 国立天文台編より抜粋)

##### ●気温・相対湿度

岐阜地方気象台の平年値に対し、ほぼ同様な観測値となっており、平年並といえる。

##### ●降水量

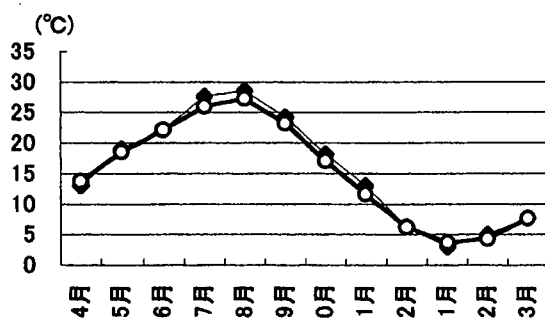
平年に比べ、7月及び8月の降水量が異常に少なく渇水状態であったことがわかる。(出水実験は実施)

また、9月は平年のほぼ2倍の降水量があるが、9月11日の日雨量262mmという異常な降雨による影響である。

# 2000年度 総合気象盤データ

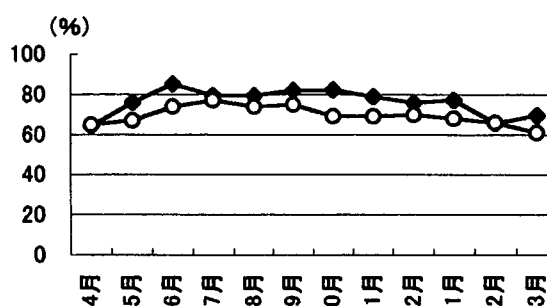
|     | 自然共生研究センター     |                  |               | 岐阜県平年値         |                  |               |
|-----|----------------|------------------|---------------|----------------|------------------|---------------|
|     | 日平均<br>気温<br>℃ | 日平均<br>相対湿度<br>% | 日<br>雨量<br>mm | 日平均<br>気温<br>℃ | 日平均<br>相対湿度<br>% | 日<br>雨量<br>mm |
| 4月  | 13.1           | 64.1             | 155.0         | 13.8           | 65.0             | 199.4         |
| 5月  | 19.1           | 76.1             | 193.0         | 18.5           | 67.0             | 197.0         |
| 6月  | 22.2           | 85.2             | 201.0         | 22.2           | 74.0             | 294.5         |
| 7月  | 27.6           | 79.3             | 59.0          | 26.0           | 77.0             | 285.8         |
| 8月  | 28.6           | 79.5             | 25.0          | 27.3           | 74.0             | 171.0         |
| 9月  | 24.3           | 82.0             | 483.0         | 23.2           | 75.0             | 248.5         |
| 10月 | 18.2           | 82.3             | 159.0         | 17.1           | 69.0             | 125.4         |
| 11月 | 13.0           | 79.0             | 74.0          | 11.6           | 69.0             | 89.1          |
| 12月 | 6.3            | 75.9             | 31.0          | 6.2            | 70.0             | 47.0          |
| 1月  | 3.0            | 77.4             | 111.0         | 3.7            | 68.0             | 60.3          |
| 2月  | 5.0            | 65.8             | 46.0          | 4.3            | 66.0             | 83.9          |
| 3月  | 7.7            | 69.7             | 71.0          | 7.7            | 61.0             | 131.9         |

気温



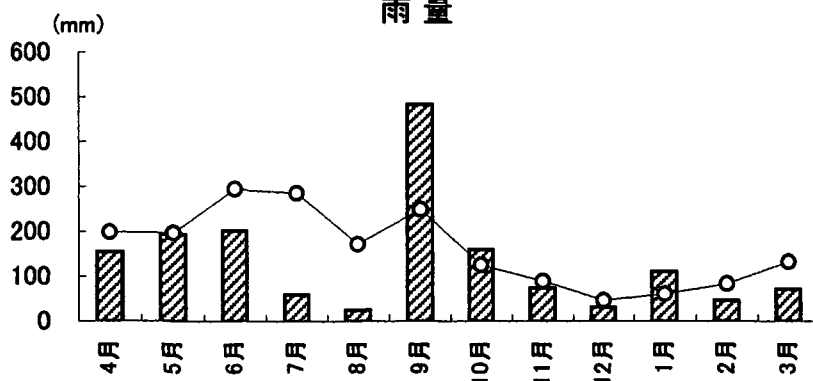
—◆— 自然共生研究センター —○— 岐阜県平年値

相対湿度



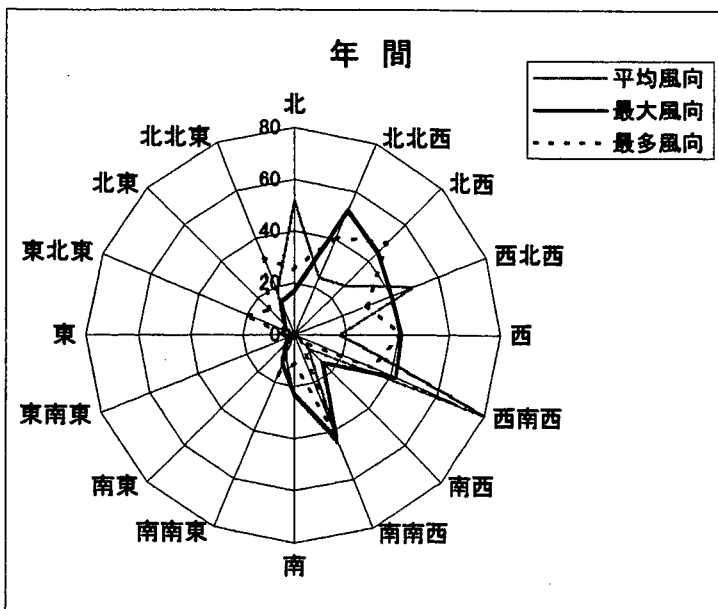
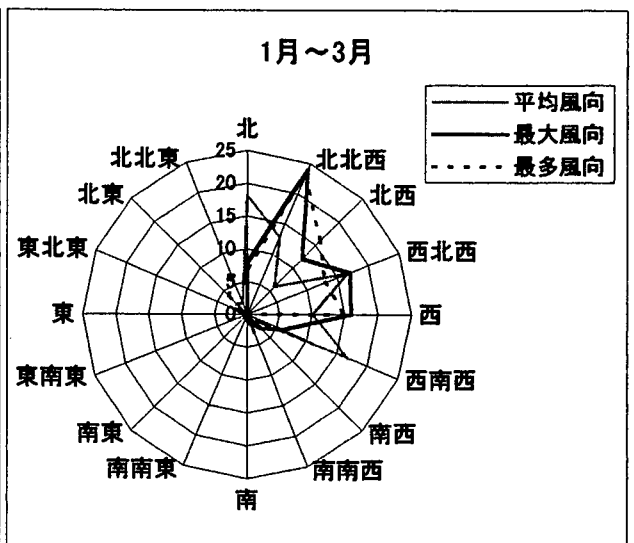
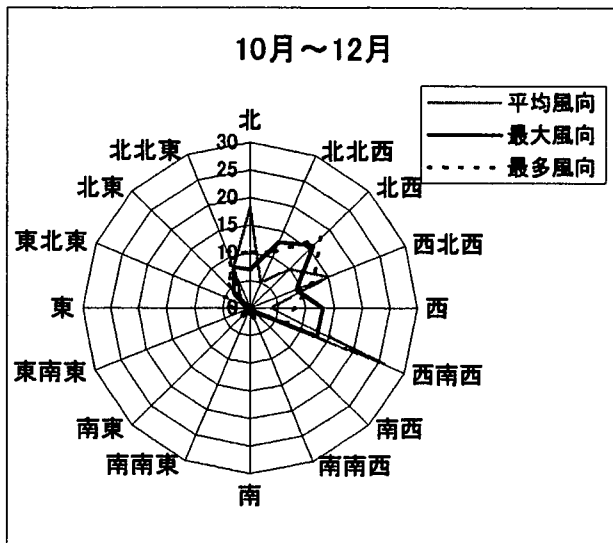
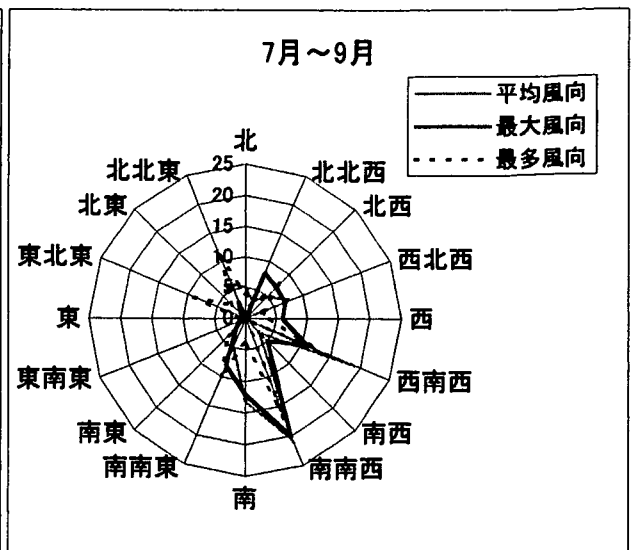
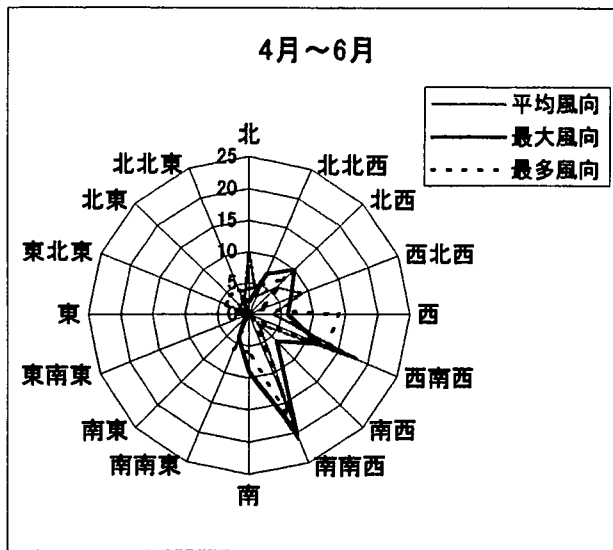
—◆— 自然共生研究センター —○— 岐阜県平年値

雨量



▨ 自然共生研究センター —○— 岐阜県平年値

# 風 向



## 第Ⅱ部 活用研究者報告

|                        | 番号    | 研究テーマ                                | 研究代表者                         |
|------------------------|-------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 11<br>年<br>度<br>採<br>択 | K11-1 | 自浄作用能力の定量的評価及びメカニズムの解明               | 東京農工大学大学院<br>農学研究科教授 小倉紀雄     |
|                        | K11-2 | 水位変動が河床内間隙と流路周辺部の生息環境と<br>生物群集に及ぼす影響 | 大阪府立大学総合科学部<br>自然環境科学科教授 谷田一三 |
|                        | K11-3 | 非定常流下におけるワンドの水交換と土砂堆積                | 名古屋工業大学工学部<br>社会開発工学科教授 富永晃宏  |
|                        | K11-5 | 実験河川の流れ及びSSに関するシミュレーション<br>モデルの評価    | (株)ワコスジャパン<br>技術部長 望月誠美       |



## K11-1. 自浄作用能力の定量的評価及びメカニズムの解明

### ～その1 河川敷土壌内伏流水の水質に関する研究～

研究代表者：小倉 紀雄、東京農工大学大学院農学研究科・教授

(共同研究者：蒲谷 亨、東京農工大学大学院農学研究科修了)

#### 1. はじめに

当研究室は平成 11 年度より「自浄作用能力の定量的評価及びメカニズムの解明」という研究名で活用研究を行っている(※1)。平成 12 年度は自浄作用のメカニズムを追及する研究の一つとして、一般の河川では調査を行うことが困難な河川敷土壌中における浸透・伏流による水質への影響を明らかにする研究を行った。

河川敷内では河川敷外からの雨水、地下水、表流水および河道内からの河川水が流入・浸透し、土壌中で生物的・化学的・物理的作用を受けつつ土壌溶液や伏流水となる。伏流水は河川水とともに河川を流下したり帯水層に入り地下水にも影響する。すなわち河川敷内の水は河川水・地下水の水質を規定する中間的な水といえるにも関わらず、その水質特性は十分に解明されていない。自然共生研究センターの実験河川では流量が調節されていると同時に、各河川に埋設された遮水シートにより外部との水の出入りを制限できる構造であることから、河川敷内の水を単純に河川からだけのインパクトとして考えることができる。本研究では河川敷内伏流水と河川水、河川敷表面水の水質を測定・比較することで、河川敷土壌内での水質特性及び河川からの浸透・伏流における水質変動を明らかにし、河川敷が水質に及ぼす影響を考察することを目的とした。

#### 2. 方法

本研究は、平成 11 年 10 月及び実験河川への通水を再開した直後の平成 12 年 3 月に予備調査を行い、平成 12 年 6 月から本調査を開始、同 8 月、10 月の計 3 回本調査を行った。

試料採取地点を図 1 に示す。調査は実験河川 B(12 年度は出水実験なし)の冠水頻度研究ゾーン右岸高水敷に 9 地点各 3 深度ずつ土壌中にポーラスカップを埋設し、伏流水を減圧採水した。伏流水の採水地点を KS で表す。上流側の地点で河道から 1m の地点を KS1、そこから 2m おきに KS2、KS3 とし、それら 3 地点を「上流」、以下 20m おきに KS4~6 の 3 地点を「中流」、KS7~9 の 3 地点を「下流」地点とした。また同時に付近の河道水(KR)・河川敷表面水(KH)も採水した。(本報告では以後、河道水と河川敷表面水を総称して「表面水」とする。)冠水頻度研究ゾーンの縦断面を図 2 に示す。冠水頻度研究ゾーンは河岸の高さが下流に行くほど高くなることが特徴として挙げられ(※2)、「上流」地点は調査期間中常に冠水していた。また河床に対する河岸の高さは設計時に決められている。ポーラスカップの埋設深度は各地点図 2 のように河床面に対して 3 深度ずつ設定した。いずれの深さも調査期間を通して地下水帯(飽和帯)の中にあることが調査により確認された。

測定項目としては、気温、水温、pH、EC、DOC、TOC(河道水のみ)、TDN、DON、TN(河道水のみ)、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、その他のイオン成分( $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ )の各項目を測定した。

### 3. 結果及び考察

調査は計 5 回行ったが、結果は平成 12 年 6 月以降の 3 回の本調査についてのみ述べる。

同一地点における測定項目ごとの濃度変動傾向を考察する。表面水及び伏流水 4 地点における全溶存窒素 (TDN) 濃度の季節変動を図 3 に示す。河川敷表面水が冠水しており表面水の浸透による影響を最も受けられる KS1-0cm の伏流水を除き、各伏流水の濃度変動は表面水に比べ小さかった。また各地点における硝酸態窒素 ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) 濃度の季節変動を図 4 に示す。いずれの伏流水の濃度変動も表面水に比べ小さかった。これらのことから水中の溶存窒素成分に関しては、土壤中に水が浸透することにより濃度変動の小さい安定した水質の水が形成されることが考えられた。また溶存有機態炭素 (DOC) 濃度の季節変動を図 5 に、カルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ ) 濃度の季節変動を図 6 に示した。これらの溶存成分に関しては表面水中よりも伏流水中で濃度変動が大きかったことから、有機態炭素や陽イオン成分など土壤中での濃度が高い物質や土壌への吸着性が高い物質に関しては、伏流水中で濃度変動が大きいことがみられた。

次に河川敷土壌空間内での溶存物質濃度の変動傾向を考察する。各地点の河床面 (0cm 深) における TDN 濃度の平面分布を図 7 に示した。上流から下流に進むに従い濃度が低下し、下流の 3 地点ではいずれも  $1\text{mgN/L}$  以下であった。また各地点における TDN 濃度の鉛直分布を図 8 に示す。土壌表層では表面水と同等の濃度を示す地点も見られたが、全地点最下層では  $1\text{mgN/L}$  以下と低濃度を示した。これらのことから本調査地では溶存態窒素は土壌中に伏流・浸透することにより減少することが明らかにされた。

各地点における TDN の組成 (内訳) を図 9 に示す。表面水中では TDN の大部分を  $\text{NO}_3\text{-N}$  が占めたのに対し、伏流水中では  $\text{NO}_3\text{-N}$  が少なくアンモニア態窒素 ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) と溶存有機態窒素 (DON) が主要な部分を占めたことから土壌中が還元的环境下に置かれていたといえる。このことは表面水に比べ伏流水中で硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) が少なく (各地点における  $\text{SO}_4^{2-}$  濃度の鉛直分布を図 10 に示す) マンガンイオン ( $\text{Mn}^{2+}$ ) も検出され (各地点における  $\text{Mn}^{2+}$  濃度の鉛直分布を図 11 に示す) 土壌中で硫酸還元やマンガン還元が生じていたことから考えられる。

各地点における  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度の鉛直分布を図 12 に示す。表面水に比べ伏流水中の  $\text{NO}_3\text{-N}$  はいずれも  $0.03\text{mgN/L}$  以下と微量であったことから河川水が浸透・伏流する際の脱窒や硝酸還元による  $\text{NO}_3\text{-N}$  の減少が示され、土壌中での溶存態窒素の減少において微生物的反応が主要な部分を占めることが考えられた。

本研究の結果では土壌中が還元的事実であることが示されたが、これは実験河川に埋設されている遮水シートの影響を反映したと考えられる。遮水シートにより水が下方へ浸透せず土壌中に停滞し、土壌中が嫌氣的になり伏流水の水質に影響が出たものと考えられた。還元的环境下での水の浸透・伏流における水質変動に関して、一つの事例が挙げられたといえる。

### 参考文献

- (※1) 神吉千太郎 (2000) : 河川形態による自浄作用の定量的評価、東京農工大学大学院農学研究科 1999 年度修士論文
- (※2) 建設省土木研究所 (2000) : 平成 11 年度自然共生研究センター研究報告書

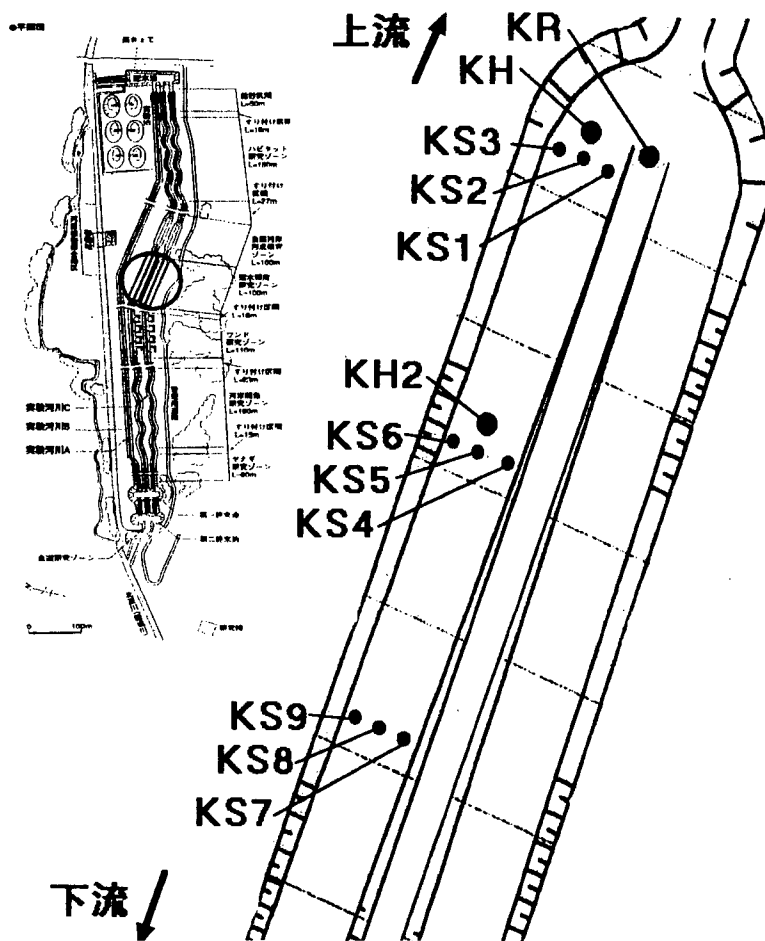


図 1. 冠水頻度研究ゾーン・試料採取地点

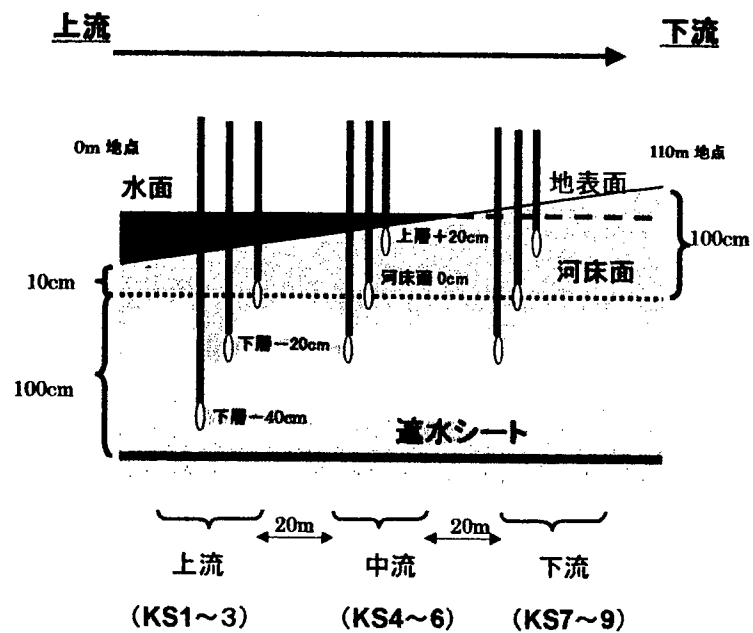


図 2. 冠水頻度研究ゾーン・縦断面

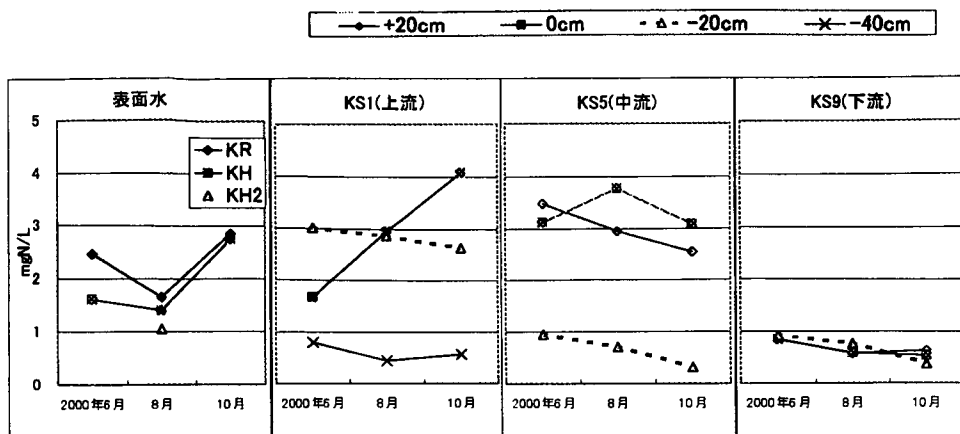


図3. 各地点における全溶存窒素(TDN)濃度の季節変動

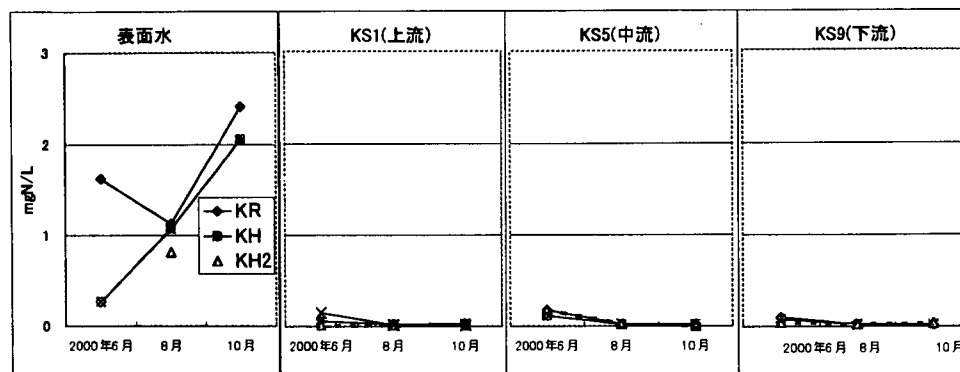


図4. 各地点における硝酸態窒素(NO<sub>3</sub>-N)濃度の季節変動

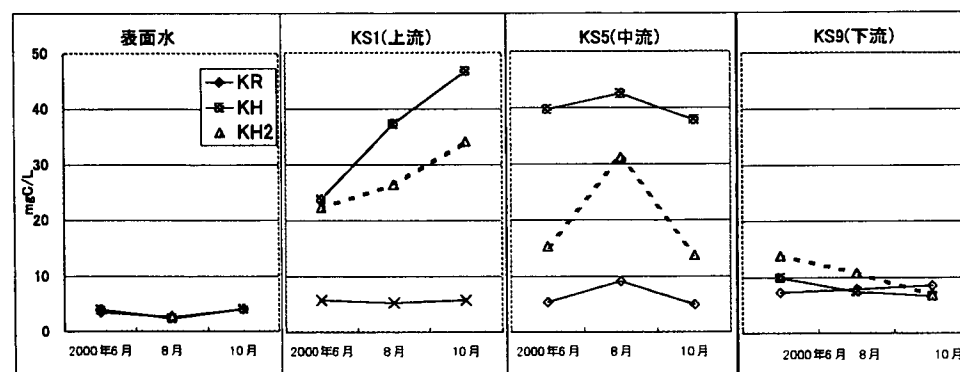


図5. 各地点における溶存有機炭素(DOC)濃度の季節変動

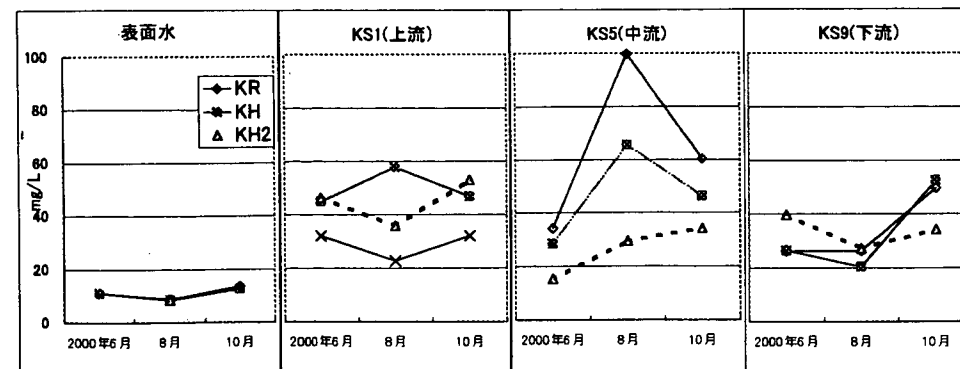


図6. 各地点におけるカルシウムイオン(Ca<sup>2+</sup>)濃度の季節変動

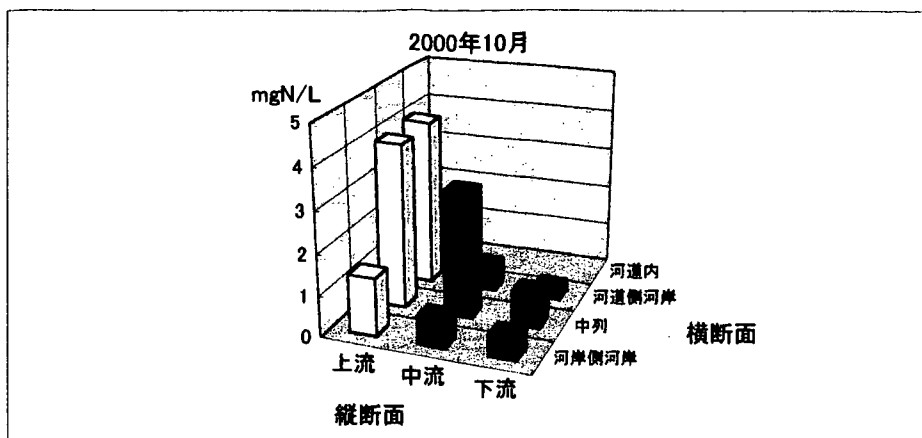


図7. 各地点0cm深(河床面)における全溶存窒素(TDN)濃度の平面分布

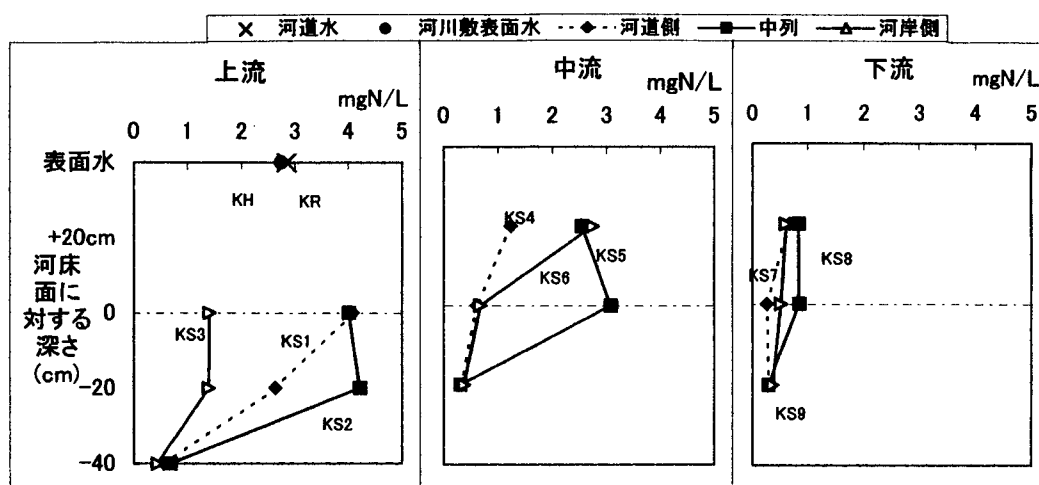


図8. 各地点における全溶存窒素(TDN)濃度の鉛直分布(2000年10月)

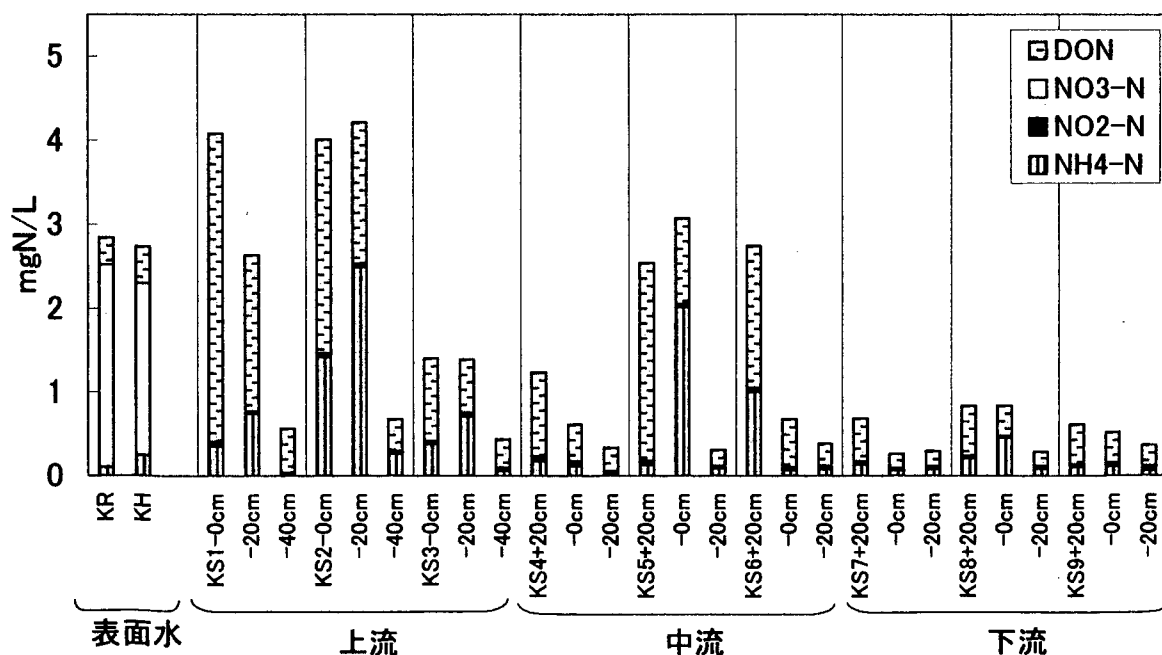


図9. 各地点における全溶存窒素(TDN)の組成(2000年10月)

× 河道水    ● 河川敷表面水    -◆- 河道側    -■- 中列    -▲- 河岸側

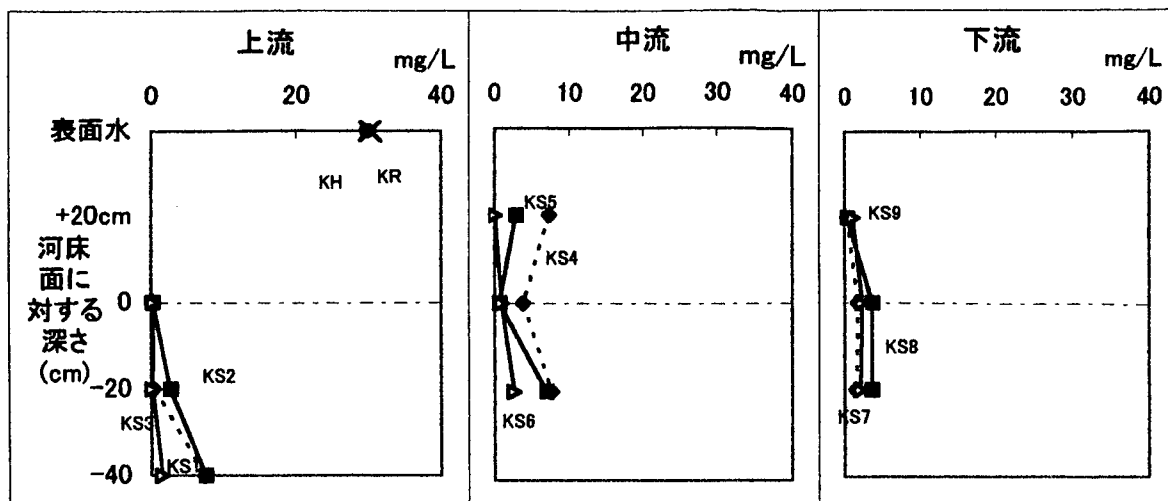


図10. 各地点における硫酸イオン( $\text{SO}_4^{2-}$ )濃度の鉛直分布(2000年10月)

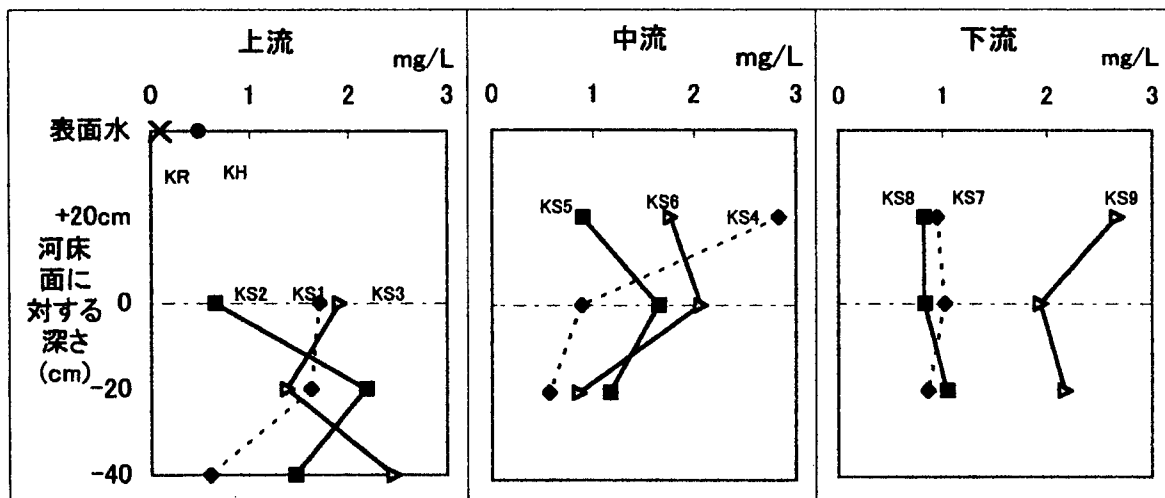


図11. 各地点におけるマンガンイオン( $\text{Mn}^{2+}$ )濃度の鉛直分布(2000年10月)

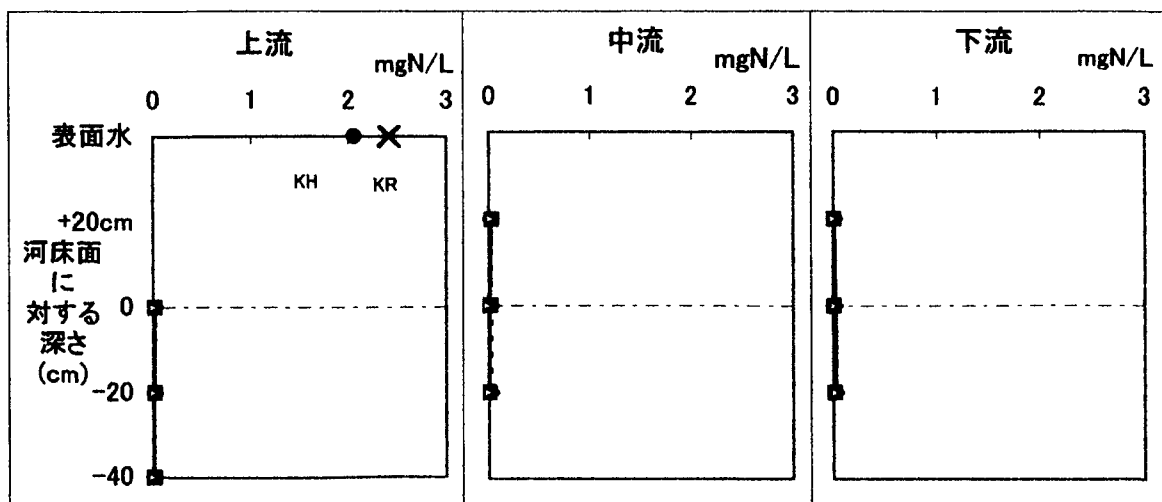


図12. 各地点における硝酸態窒素( $\text{NO}_3\text{-N}$ )濃度の鉛直分布(2000年10月)

## K11-1. 自浄作用能力の定量的評価及びメカニズムの解明

### ～その2 河川形態による自浄作用の定量的評価～

東京農工大学大学院農学研究科 小倉紀雄

(共同研究者：桃沢晃、東京農工大学農学研究科)

#### 1. はじめに

近年、環境問題に対する意識の高まり、河川法の改正などにより単なる水路と化したコンクリート3面張りの河川を、さまざまな生物との共存をはかる多自然型河川へと改修する工事が行われるようになってきた。多自然型河川は多様な生態系を保全する役割とともに、生態工学を利用した水質改善法としての役割も求められている。しかし、多自然型河川工法はいまだ試行錯誤中でありその技術は確立していない。

自然河川における自浄作用に関する研究は当研究室を始め数多く行われてきたが、伏流や途中流入などの妨害要素が多く、河川そのものが持つ自浄作用能力を定量的に考察することには限界があった。しかし、自然共生研究センターでは人工的に流量をコントロールすることができ、遮水シートにより、800mの区間中で途中流入がなく各河川が独立しているため河川本来の自浄作用能力について比較することができる。本研究では河川形態が自浄作用に与える影響について注目し、実験河川における自浄作用能力の定量的評価を試みた。

#### 2. 方法

調査は2001年1月12日に自然共生センター内実験河川A、B、Cにおいて行った。

サンプリング地点は各河川ともに上端及び下端の2地点で上端、下端の開始時間を1時間ずらして30分おきに3時間の連続測定を行った。

これは、一時的に高濃度な負荷を与えた場合に下流ではピークの極大値は流下距離に従って小さくなり、逆にそのピーク幅は時間に対して幅広いピークとなるため (Cazelles ら、1991)、その測定対象時間は上流、下流共に長めにとることが望ましいためである。

測定項目は、気温、水温、pH、EC、DO、全炭酸、TOC、DOC、TP、TDP、RP、TN、イオン成分などについて測定を行った。

#### 3. 結果&考察

図1に各河川のpH、DO、全炭酸のデータを示す。各河川ともに流下にともない下流側ではDOの増加、全炭酸の低下、pHの上昇が見られた。特に実験河川Aにおいてこの傾向は顕著に見られpHの環境基準値(8.5)を超えており生物への影響も考えられる。これは河床に繁茂した付着藻類の活動によるものと思われる。実際、上流側において付着板を用いて行った現存量の測定では実験河川A(464g/m<sup>2</sup>)では実験河川B(282 g/m<sup>2</sup>)、C(239 g/m<sup>2</sup>)の2倍近い値を示した。

EC、SS、TOC、DOC、TP、RP、に関しては測定した各項目の各濃度に流量を積算して負荷量を算出し、下流の負荷量を上流の負荷量で除した水質比 R を求め、それぞれの河川の自浄作用を評価した。この場合水質比は値が 1 以下の場合には自浄作用が起こっていることを示し、1 以上の場合には自濁作用が起こっていることを示している（ただし、図 2 に関しては見やすいように水質比を  $1-R$  で表した）。

また水質比・自浄係数を求めるときに対象となる水塊は同じである必要がある為、上流の水塊の比較対象となるデータは上流より流下時間分遅れた時の下流の水塊が対象となる。ここでは、昨年度の研究より 1 時間半として計算を行った。

さらに、水塊の汚濁物質は流下に伴って拡散をするので、ある時間幅をもった負荷量の定義は

負荷量=濃度×流量 ではなく、

負荷量= $\int (\text{濃度} \cdot \text{流量}) (t) dt$

で表すのが適当であると考えられるので本研究ではこの式を用いて負荷量の算出を行った。

EC、SS に関しては各河川で違いは見られず、各河川とも EC に関してはほぼ水質比が 1、SS に関しては 30%の浄化がみられた。

有機態炭素に関しては自浄能力が A、C 河川では同程度で B 河川では低くなった。B 河川と、C 河川の違いについては出水による影響があるのかもしれない。

また、B 河川においては TOC、DOC とともに同程度の減少が見られたが、A 河川においては TOC の減少よりも DOC の減少の割合の方が多くなっている。これは POC（懸濁態有機炭素）の割合が増加したことを意味し、巻き上がりなどによりその割合が増えたものと考えられる。

リンに関しては A 河川については浄化がほぼみられず、B、C 河川においては 10%以上の浄化がみられた。これは付着藻類の現存量が A 河川において最大であること矛盾するが、A 河川において RP はやや浄化を示しているものの TP では自濁作用を示していることと上記 POC の増加より、A 河川においては付着藻類の剥離が起きているのではないかと考えられる。しかし、付着藻類の剥離を確認するためにはクロロフィルの測定などが必要である。

有機態炭素などほとんどの項目で A、B、C 河川で浄化作用に大きな違いはみられなかったが、リンについては大きな差が出た。昨年度の神吉の報告と同様でありその浄化率は 10%程度ではあるが、富栄養化が進み改善のみられない湖沼への負荷を減らすという意味では意義があるものと思われる。

## 引用文献

神吉千太郎（2000）：河川形態による自浄作用の定量的評価、東京農工大学大学院農学研究科 1999 年度修士論文

建設省土木研究所（2000）：平成 11 年度自然共生研究センター研究報告書

Cazelles B., D. F. D and N. P. Chau(1991). Self purification in a lotic ecosystem: a model of dissolved organic carbon and benthic microorganisms dynamics. *Ecological Modelling*, 58(1-4), 91-117.

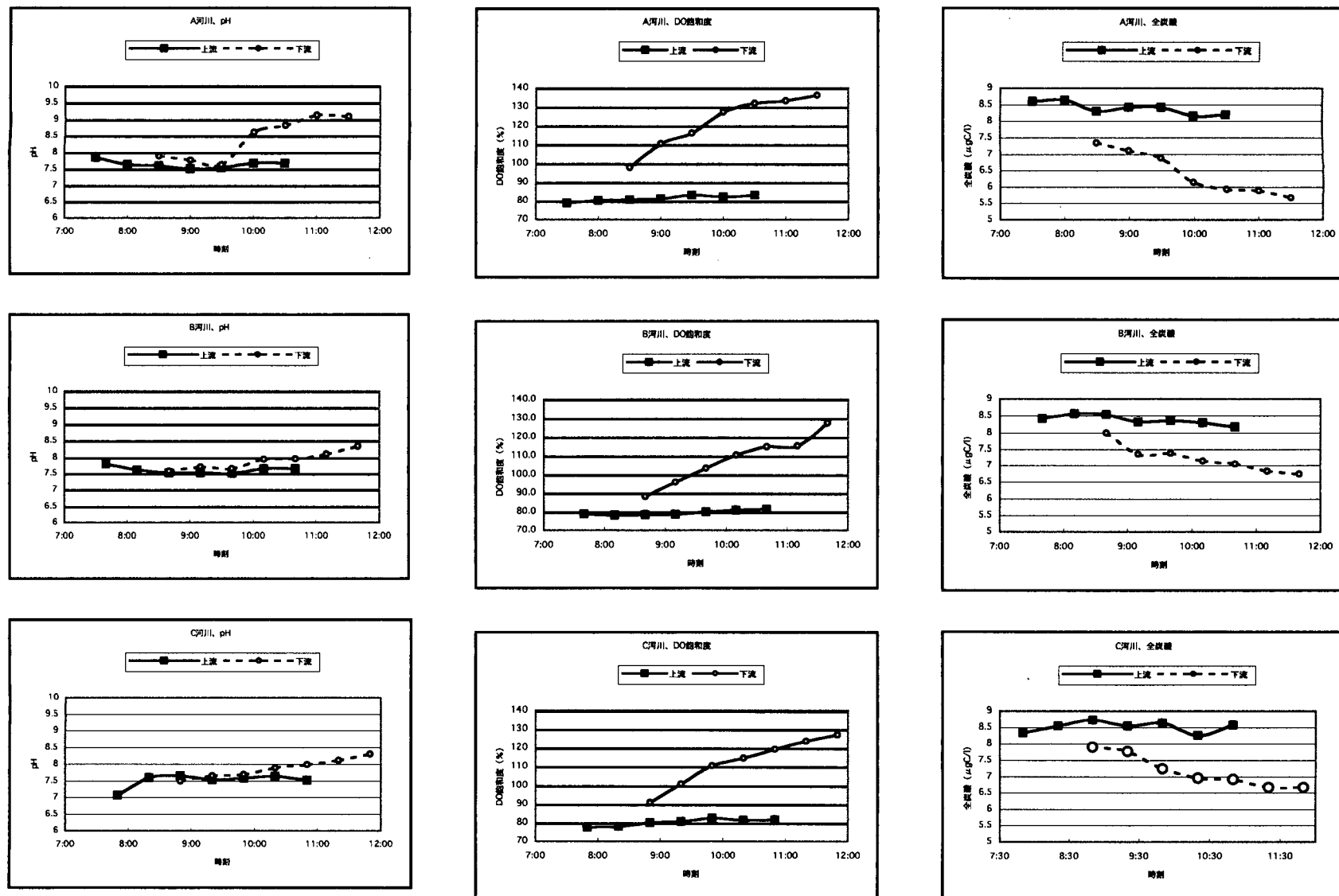


図.1 1月における実験河川の水質変化

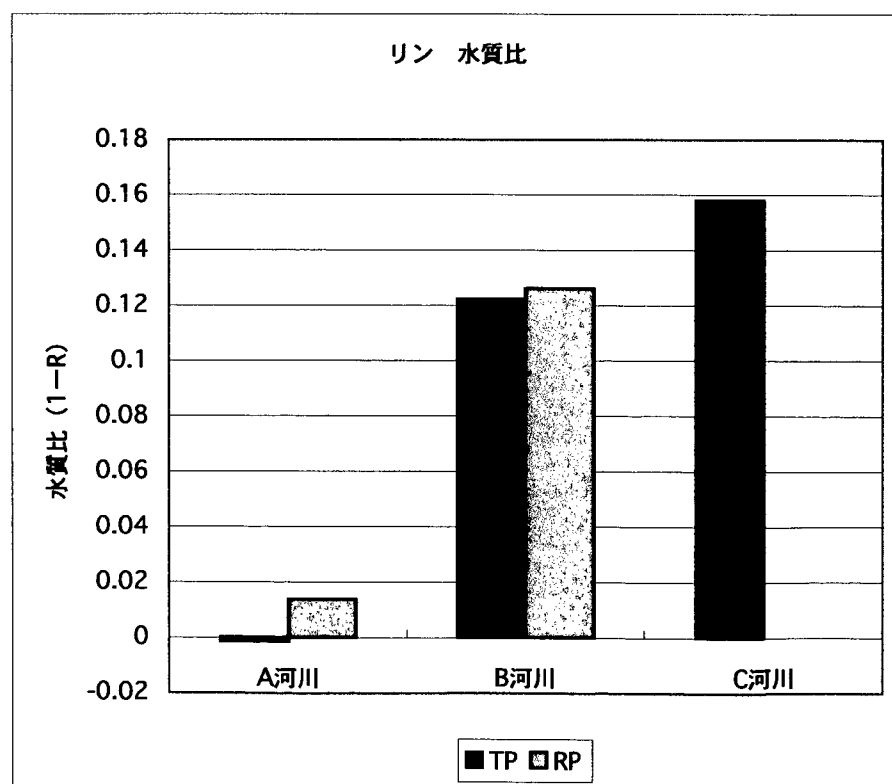
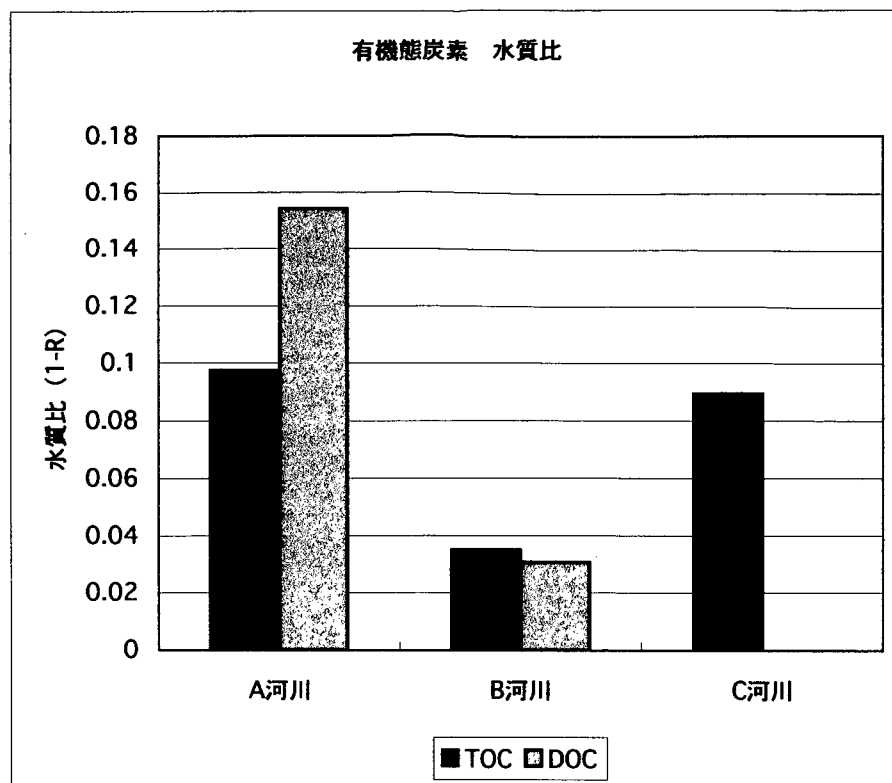


図.2 有機態炭素及びリンの水質比

## K11-2. 水位変動が河床内間隙と流路周辺部の生息環境と生物群集に及ぼす影響

研究組織

代表

谷田一三：大阪府立大学総合科学部

協力者

石田典子：名古屋女子大学

谷田泰枝：奈良市

藤谷俊仁：大阪府立大学農学生命科学研究科

研究課題

水位変動が河床内間隙と流路周辺部の生息環境と生物群集に及ぼす影響

今年度の研究状況

実験水路 B と C の上流部分に各々 3 サイトの調査地点を設定し河床間隙水採取用の簡易パイプ（河床からの深さ 20 センチから 30 センチ）を各サイト 3 本埋設設置した。また、河床内動物採取用のバスケットを各サイトに 1 箇所設置した。同時に水温の連続記録装置もセットした。

通水後の安定期である 6 月 29-30 日にかけて、河床ベントスの石礫単位採集を行うとともに、河川水及び河床間隙水の、溶存酸素、pH、栄養塩濃度などの測定を行った。また、石礫付着藻類の現存量（クロロフィル量）の測定を行った。また、栄養塩については 2001 年 1 月 24 日にも、採取し分析を行った。

現在資料の解析中であるが、両実験河川の間には、当初予定していたほど大きな差は見られなかった。とくに、河床内間隙水の水質には、溶存酸素濃度などで見ると、有意な差は検出できなかった。栄養塩、動物ベントスについては、資料をさらに検討中である。

当初の予定では、人工洪水に対応する時間的な変化を追跡する予定であったが、洪水の頻度が大きく、ベントスや間隙水質については、時間的な変化を追跡できるほどのタイムスパンを確保できないため、両河川の比較を、季節的に行うことにした。

また、現在は伏流水の水温の連続変化などデータの解析をさらに進めている。

現地調査における水質環境

| site | pipe | depth | position | 2000.6.3  |        |       |       | 2001.1.24 |        |       |      | time  | Wt-2  |
|------|------|-------|----------|-----------|--------|-------|-------|-----------|--------|-------|------|-------|-------|
|      |      |       |          | pH        | EC     | DO    | Wt    | pH        | EC     | DO    | Wt   |       |       |
| C1   |      |       | surface  | 6.8       | 115.1  | 7.8   | 22.23 | 6.7       | 177.8  | 10.93 | 8.08 | 11:55 |       |
| C2   |      |       | surface  | 6.6       | 173.1  | 8.3   | 23.32 | 6.9       | 179.7  | 10.87 | 9.01 | 12:02 |       |
| C3   |      |       | surface  | 6.7       | 115.8  | 7.5   | 23.59 | 7.1       | 174.5  | 11.29 | 9.15 | 12:05 |       |
|      |      |       | average  | 6.70      | 134.67 | 7.87  | 23.05 | 6.90      | 177.33 | 11.03 | 8.75 |       |       |
|      |      |       | s.e.     | 0.01      | 3.70   | 0.04  | 0.08  | 0.02      | 0.29   | 0.03  | 0.06 |       |       |
| C1   | 1    | 95    | 45       | 50 left   |        |       |       | 7         | 173.4  | 1.71  | 8.89 |       |       |
| C1   | 2    | 97    | 45       | 52 center | 6.6    | 152.9 | 0.8   | 23.28     | 7      | 175.3 | 1.18 | 8.23  |       |
| C1   | 3    | 92    | 62       | 30 right  | 6.8    | 151.8 | 0.8   | 23.05     | 7.1    | 159.6 | 1.54 | 8.26  |       |
| C2   | 1    | 95    | 65       | 30 center | 6.6    | 199.8 | 0.9   | 23.89     |        |       |      |       |       |
| C2   | 2    | 98    | 68       | 30 left   | 6.8    | 182.7 | 1     | 23.8      |        |       |      |       |       |
| C2   | 3    | 90    | 61       | 29 right  | 6.6    | 175.7 | 0.9   | 23.45     |        |       |      |       |       |
| C3   | 1    | 91    | 67       | 24 center | 6.7    | 154.8 | 0.7   | 23.05     | 7.1    | 160   | 0.83 | 8.13  | 13:15 |
| C3   | 2    | 96    | 63       | 33 left   | 6.8    | 140.4 | 1.1   | 23.31     |        |       |      |       |       |
| C3   | 3    | 95    | 63       | 32 right  |        |       |       |           |        |       |      |       |       |
|      |      |       | average  | 6.70      | 165.44 | 0.89  | 23.40 | 7.05      | 167.08 | 1.32  | 8.38 |       |       |
|      |      |       | s.e.     | 0.00      | 0.43   | 0.00  | 0.01  | 0.00      | 0.53   | 0.02  | 0.02 |       |       |
| B1   |      |       | surface  | 6.7       | 110.5  | 7.9   | 22.41 | 7.3       | 174.5  | 10.71 | 8.47 | 12:11 |       |
| B2   |      |       | surface  | 6.7       | 111    | 8.1   | 22.5  | 7.3       | 175    | 10.83 | 9.31 | 12:09 |       |
| B3   |      |       | surface  | 6.9       | 116.1  | 8.3   | 22.42 | 7.2       | 179.3  | 11.01 | 9.88 | 12:07 |       |
|      |      |       | average  | 6.77      | 112.53 | 8.10  | 22.44 | 7.27      | 176.27 | 10.85 | 9.22 | 0.51  |       |
|      |      |       | s.e.     | 0.01      | 0.34   | 0.02  | 0.01  | 0.01      | 0.29   | 0.02  | 0.08 | 0.00  |       |
| B1   | 1    | 94    | 58       | 36 center | 6.6    | 152.4 | 0.7   | 23.53     | 6.9    | 145.5 | 1.26 | 7.67  |       |
| B1   | 2    | 92    | 66       | 26 left   | 6.7    | 150   | 1     | 23.09     |        |       |      |       |       |
| B1   | 3    | 93    | 69       | 24 right  | 6.6    | 126.7 | 1.3   | 23.23     | 6.8    | 154.6 | 1.24 | 8.01  | 14:47 |
| B2   | 1    | 90    | 66       | 24 center | 6.6    | 151.3 | 1.1   | 23.13     | 6.6    | 143   | 1.3  | 7.85  | 14:10 |
| B2   | 2    | 97    | 71       | 26 left   | 6.6    | 153.2 | 1.1   | 23.54     | 6.7    | 147.6 | 1.06 | 7.15  | 14:20 |
| B2   | 3    | 96    | 67       | 29 right  | 6.5    | 147.2 | 0.8   | 22.89     | 6.6    | 153.5 | 1.5  | 7.82  | 8.19  |
| B3   | 1    | 94    | 64       | 30 center | 6.5    | 142.6 | 1.2   | 23.15     | 6.7    | 156.4 | 3.52 | 8.74  | 13:40 |
| B3   | 2    | 95    | 69       | 26 right  | 6.5    | 153.2 | 1.3   | 23.13     |        |       |      |       |       |
| B3   | 3    | 93    | 63       | 30 left   | 6.6    | 150.7 | 0.9   | 23.19     | 6.8    | 149   | 2.11 | 8.96  |       |
|      |      |       | average  | 6.58      | 147.48 | 1.04  | 23.21 | 6.73      | 149.94 | 1.71  | 8.03 |       |       |
|      |      |       | s.e.     | 0.00      | 0.10   | 0.00  | 0.00  | 0.00      | 0.10   | 0.02  | 0.01 |       |       |

河川水及び伏流水の栄養塩

| 2000.6.30 | NH4(mg/L) |       | NO2 (mg/L) |       | NO3(mg/L) |       | PO4(mg/L) |       |
|-----------|-----------|-------|------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
|           | OPU       | NWU   | OPU        | NWU   | OPU       | NWU   | OPU       | NWU   |
| B1-R      |           | 0.023 |            | 0.004 |           | 1.445 |           | 0.073 |
| B1-C      |           | 0.009 |            | 0.017 |           | 1.106 |           | 0.078 |
| B1-L      |           | 0.053 |            | 0.007 |           | 0.351 |           | 0.071 |
| B1-S      |           | 0.094 |            | 0.020 |           | 1.172 |           | 0.047 |
| B 2 -R    |           | 0.015 |            | 0.026 |           | 1.051 |           | 0.074 |
| B2-C      |           | 0.004 |            | 0.020 |           | 1.309 |           | 0.087 |
| B2-L      |           | 0.014 |            | 0.033 |           | 0.890 |           | 0.034 |
| B2-S      |           | 0.103 |            | 0.021 |           | 1.245 |           | 0.045 |
| B 3 -R    |           | 0.009 |            | 0.003 |           | 1.362 |           | 0.049 |
| B3-C      |           | 0.050 |            | 0.019 |           | 1.317 |           | 0.079 |
| B3-L      |           | 0.010 |            | 0.039 |           | 1.038 |           | 0.078 |
| B3-S      |           | 0.098 |            | 0.021 |           | 1.320 |           | 0.045 |
| C 1 -R    |           | 0.022 |            | 0.010 |           | 0.298 |           | 0.039 |
| C1-C      |           | 0.070 |            | 0.005 |           | 0.188 |           | 0.037 |
| C1-S      |           | 0.092 |            | 0.013 |           | 1.350 |           | 0.039 |
| C 2 -R    |           | 0.442 |            | 0.006 |           | 0.041 |           | 0.019 |
| C2-C      |           | 0.421 |            | 0.006 |           | 0.046 |           | 0.233 |
| C2-L      |           | 0.516 |            | 0.005 |           | 0.189 |           | 0.277 |
| C2-S      |           | 0.123 |            | 0.022 |           | 1.329 |           | 0.042 |
| C 3 -C    |           | 0.603 |            | 0.005 |           | 0.095 |           | 0.200 |
| C3-L      |           | 0.321 |            | 0.004 |           | 0.062 |           | 0.192 |
| C3-S      |           | 0.117 |            | 0.023 |           | 1.230 |           | 0.046 |

河川水及び伏流水の栄養塩

| 2001.1.24 | NH4(mg/L) |       | NO2 (mg/L) |       | NO3(mg/L) |       | PO4(mg/L) |       |
|-----------|-----------|-------|------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
|           | OPU       | NWU   | OPU        | NWU   | OPU       | NWU   | OPU       | NWU   |
| B1-S      | 0.730     | 0.396 | 0.067      | 0.088 | 0.267     | 0.669 | 0.790     | 0.694 |
| B1-C      | 0.053     | 0.047 | 0.005      | 0.002 | 0.464     | 1.237 | 0.480     | 0.448 |
| B1-R      | 0.013     | 0.023 | 0.006      | 0.003 | 0.354     | 0.966 | 0.540     | 0.526 |
| B 2 -R    | 0.179     | 0.116 | 0.006      | 0.003 | 0.224     | 0.648 | 0.210     | 0.129 |
| B2-L      | 0.531     | 0.296 | 0.007      | 0.001 | 0.054     | 0.046 | 0.520     | 0.387 |
| B2-C      | 0.060     | 0.050 | 0.005      | 0.001 | 0.421     | 1.132 | 0.390     | 0.415 |
| B3-C      | 0.066     | 0.052 | 0.008      | 0.006 | 0.389     | 1.049 | 0.490     | 0.545 |
| B3-L      | 0.066     | 0.075 | 0.005      | 0.005 | 0.382     | 1.032 | 0.410     | 0.426 |
| C1-S      | 0.630     | 0.432 | 0.063      | 0.085 | 0.280     | 0.704 | 0.680     | 0.656 |
| C1-C      | 0.033     | 0.037 | 0.007      | 0.004 | 0.235     | 0.674 | 0.110     | 0.186 |
| C1-R      | 0.040     | 0.033 | 0.005      | 0.002 | 0.275     | 0.774 | 0.100     | 0.121 |
| C1-L      | 0.007     | 0.018 | 0.008      | 0.008 | 0.245     | 0.694 | 0.040     | 0.327 |
| C3-C      | 0.498     | 0.313 | 0.007      | 0.008 | 0.153     | 0.470 | 0.060     | 0.334 |

クロロフィルの現存量 (mg/m2);2000年6月30日測定

|                          |   | chl-a | chl-b | chl-c | Total |      |
|--------------------------|---|-------|-------|-------|-------|------|
| B-2                      | 1 | 14.4  | 0.0   | 0.0   | 14.4  |      |
| B-2                      | 2 | 26.9  | 11.5  | 1.2   | 39.5  |      |
| B-2                      | 3 | 52.3  | 25.1  | 2.5   | 79.9  |      |
| B-2                      | 4 | 45.8  | 20.5  | 2.8   | 69.1  |      |
| B-2                      | 5 | 30.7  | 14.4  | 0.6   | 45.8  |      |
| mean: standard deviation |   |       |       |       | 49.7  | 25.8 |
| B-3                      | 1 | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |      |
| B-3                      | 2 | 3.6   | 0.0   | 0.0   | 3.6   |      |
| B-3                      | 3 | 3.0   | 0.0   | 2.2   | 5.2   |      |
| B-3                      | 4 | 8.2   | 0.0   | 1.8   | 10.0  |      |
| B-3                      | 5 | 23.2  | 11.2  | 0.8   | 35.2  |      |
| mean: standard deviation |   |       |       |       | 10.8  | 14.1 |
| C-2                      | 1 | 10.7  | 0.0   | 0.0   | 10.7  |      |
| C-2                      | 2 | 4.1   | 0.4   | 0.0   | 4.5   |      |
| C-2                      | 3 | 32.2  | 18.3  | 0.7   | 51.1  |      |
| C-2                      | 4 | 10.9  | 6.1   | 0.6   | 17.5  |      |
| C-2                      | 5 | 18.0  | 0.0   | 20.9  | 39.0  |      |
| mean: standard deviation |   |       |       |       | 24.6  | 19.7 |
| C-3                      | 1 | 2.7   | 0.0   | 0.0   | 2.7   |      |
| C-3                      | 2 | 1.4   | 0.0   | 0.0   | 1.4   |      |
| C-3                      | 3 | 4.1   | 0.4   | 0.0   | 4.5   |      |
| C-3                      | 4 | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |      |
| C-3                      | 5 | 1.4   | 0.0   | 0.0   | 1.4   |      |
| mean: standard deviation |   |       |       |       | 2.0   | 1.7  |

人工河川における珪藻類の種類組成  
 相対出現頻度が2%以上の珪藻

2000.6

| 種名                               | B-2  | B-3  | C-2  | C-3  |
|----------------------------------|------|------|------|------|
| Cocconeis placentula var. lineat | 3.7  | 0    | 24.8 | 46.2 |
| Melosira varians                 | 4.3  | 0    | 6.9  | 0    |
| Navicula minima                  | 13.3 | 5    | 5    | 3.2  |
| Achnanthes lanceolata            | 9.6  | 0    | 19.8 | 8.5  |
| Navicula cryptocephala           | 10.1 | 0    | 4    | 2.4  |
| Navicula subminuscule            | 12.2 | 4.1  | 0    | 0    |
| Gomphonema parvulum              | 7.4  | 19.4 | 10.9 | 5.6  |
| Cymbella minuta                  | 3.7  | 0    | 0    | 2    |
| Nitzschia palea                  | 8    | 61.2 | 2    | 17.3 |
| Nitzschia amphibia               | 0    | 2.9  | 0    | 0    |
| total                            | 72.3 | 92.6 | 73.4 | 85.2 |

ざっと類似度をシーラムダで計算したところ

|     | B-2 | B-3 | C-2   | C-3   |
|-----|-----|-----|-------|-------|
| B-2 | -   |     | 0.373 | 0.581 |
| B-3 | -   | -   |       | 0.152 |
| C-2 | -   | -   | -     |       |
| C-3 | -   | -   | -     | -     |

提供：石田典子（名古屋女子大）

### K11-3. 非定常流における人工わんどの水交換について

名古屋工業大学工学部社会開発工学科 富永晃宏

名古屋工業大学大学院工学研究科 谷川幸男

#### 1. はじめに

近年の河川に対する生態保全機能への期待の中で、「わんど」が注目され、現状のわんどの保全や人工わんどの設置が試みられている。わんどが生物にとって良い環境かどうかは明確に認識されていないが、少なくとも本流の流動から分離された水域を陸域と連続的につなげて水生生物の生息環境を提供すること、洪水時の避難場所となることなどの効果は期待できる。わんど内の流れに関して重要な点として、平水時に適度な水交換が行われて良好な水質が保たれること、洪水時にも大きな洗掘や堆積がせず静穏域が保たれることなどが考えられる<sup>1)</sup>。このようなわんどの水理的な特性を把握するために、模型実験により実験的研究がいくつか行われているが<sup>2),3)</sup>、平水時から洪水時に至る非定常な流況下における流れ構造の研究は少ない<sup>4)</sup>。本研究では、土木研究所の自然共生研究センターのわんど研究ゾーンを使用し、流量を変化させる人工洪水実験において、わんど内の水質変化および流れ構造の計測を行ったものである。また、室内模型実験において非定常流を発生させた場合のわんど内の流れ構造を計測して比較検討を行った。

#### 2. 実験方法

自然共生研究センターのわんど研究ゾーンは、全長約 800m の人工河川 B, C の上流端より 450m から 560m の区間に設けられている。この区間に 3 つの同一形状のわんどが作られている。わんど部の形状は、図-1 に示すようである。主水路は底面幅 2.4m、側壁傾斜 1:2 の台形断面水路で、わんどの開口部の長さは底面において約 7.9m である。わんど部は開口部から上流へ深く入り込んでいる。わんどの開口部付近は主水路より深く掘り下げられ、約 1/10

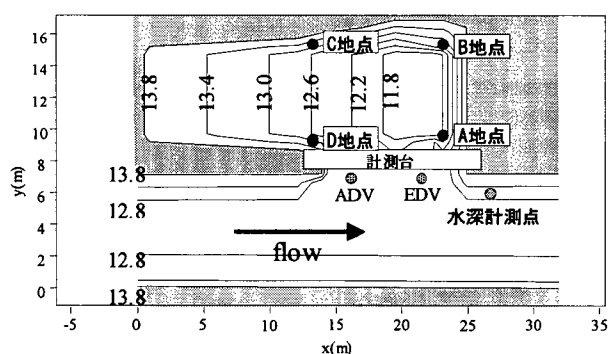


図-1 人工わんど形状および計測点

の勾配で上流側へ向かって浅くなっている。わんどの周囲には、抽水植物がびっしりと繁茂していた。主水路の側岸にも植生が繁茂するとともに、河床には沈水植物の藻類が繁茂していた（写真-1）。河岸の植生は平水時に主流を蛇行させており、底面の藻類の向きから、主流部からわんど開口部にかけて湾曲した流線を見ることができる（写真-2）。

現地実験は 2000 年 8 月 23 日の 14:00 より行われ、天気は快晴、気温 37.3℃であった。非定常実験は、基底流量  $0.1\text{m}^3/\text{s}$  からピーク流量  $1.0\text{m}^3/\text{s}$  まで約 30 分で増加させ、約 1 時間ピーク流量を維持した後、約 50 分で元の流量に戻すという方法で行われた。流速計測はわんど開口部に沿う測線において超音波ドップラ流速計 (ADV) と 3 成分電磁流速計 (EMV) を用いて行った（写真-1, 2）。水位上昇期流速計測においては計測点 ( $x=-180\text{cm}$ ,  $z=19\text{cm}$ ) に ADV, ( $x=180\text{cm}$ ,  $z=20\text{cm}$ ) に EMV を設置し、サンプリング周波数 2Hz で 1500s 計測した。ここに、 $x=0$  はわんど開口部の中央である。定常ピーク流量流

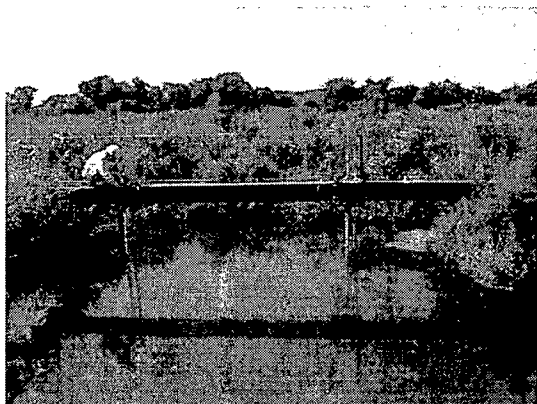


写真-1 わんどの状況と計測のようす  
(わんどから主流を望む)

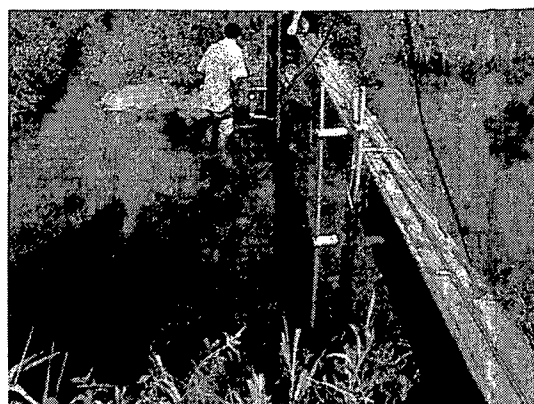


写真-2 主流とわんど開口部の状況と計測のようす

速計測においては ADV のみ使用し,  $x=-300, -240, -180, -120, -60, 0, 60, 120, 180, 240\text{cm}$ ,  $z=10, 35, 53\text{cm}$  の計 30 点でサンプリング周波数 50Hz, で 41s 計測した. また, 水位下降期においては ADV のみを用い,  $x=180\text{cm}$ ,  $z=20\text{cm}$  においてサンプリング周波数 2Hz で 1800s 計測した. 水質については DO, pH, 濁度および水温について図-1 に示す A から D 地点の 4 カ所で 30 分おきに水質チェッカー (東亜電波製) による計測を行った. 水深は標尺の目盛りを読むことによって行われた. また, 計測断面における河床高計測は ADV の距離計測機能を用いた. わんど直下流の主流域で計測された水深の時間変化を図-2 に示す.

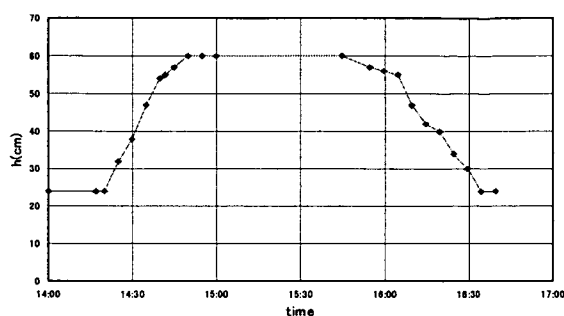


図-2 計測点水深時間変化

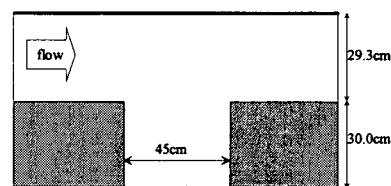
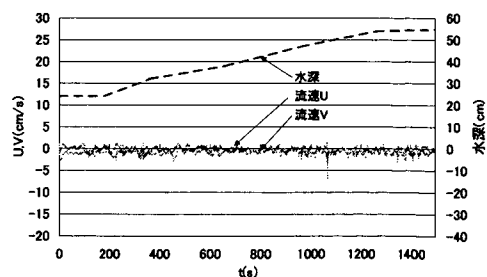


図-3 模型実験わんど形状

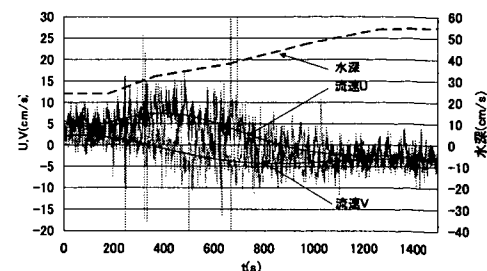
一方, 室内実験については, 長さ 13m, 幅 59.3cm の長方形断面水路の右岸側壁に遮蔽物を設け一区間を開放することでわんどとした. わんど形状を図-3 に示す. 水路は勾配 1/2000, 流量を 4l/s から 12l/s まで変化させ, 水深を初期流量で 6cm になるように設定した.

### 3. 現地観測結果

図-4 にわんど開口部の縦断方向中央部より 180cm 上下流の底面より 20cm の高さでの水位上昇期の流速時間変化を示す. 上流部では小さな変動を示すのみで平均値の変化はみられないが, 下流部では水深の上昇期に流速が大きく変化していることがわかる. 主流速  $U$  に注目すると, 水位上昇直後に正の最大値を示し, 上昇期後半から負の値へと変化し, その後一定となっている. 流量の増加開始時に流速の変化が生じ, ピーク流量に達する前に安定していることがわかる. 横断方向流速  $V$  については水位上昇直後に正から負の値に転じ, 平水時に外向



(a) 上流部 (ADV)



(b) 下流部 (EDV)

図-4 わんど開口部の流速時間変化

きであった流れが上昇期からピーク期にかけて内向きに変化したことがわかる。

図-5 にピーク流量で定常期における開口部の水深平均流速縦断分布を示す。上流部でわんどからの流出、下流部でわんど内への流入が生じ、水交換が行われていることがわかる。また、水位上昇期に安定した下流部の主流速が定常期においても負であることがわかる。

次に、わんど下流の  $x=180\text{cm}$ ,  $z=35\text{cm}$  における瞬間流速の時間変化を図-6 に示す。主流速は何らかの障害により変動が小さくなっているが、 $v$  と  $w$  は非常に大きな周期的変動を示し、 $v$  と  $w$  でほぼ逆の相関を示している。これはわんど内への流入が大きいとき、主に下向きの流れが発生していることを意味している。そしてこの流入は周期 30 秒程度の長周期の変動であることを示している。

次にわんど内の水質の変化について検討する。図-7 に全時間における観測点の水深と各水質項目の時間変化を示す。初期の水質に注目すると、わんど内の各店で水温と濁度に大きな差異はないが、DO 値や Ph 値に上流部と下流部で違いがみられ、上流部と下流部の水深の違いが水質に影響しているとも考えられる。増水期間中にこれらの差異がなくなり主流の値へと収束していることがわかる。これより平水時には上下流部の水交換があまり

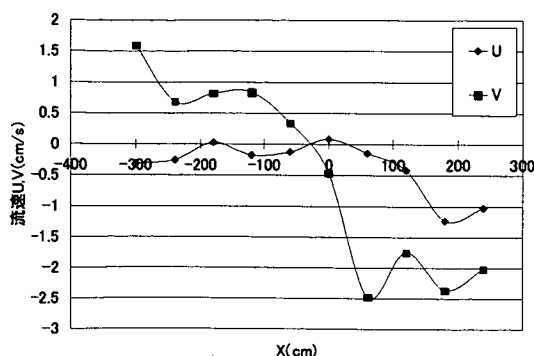


図-5 定常時のわんど開口部流速分布

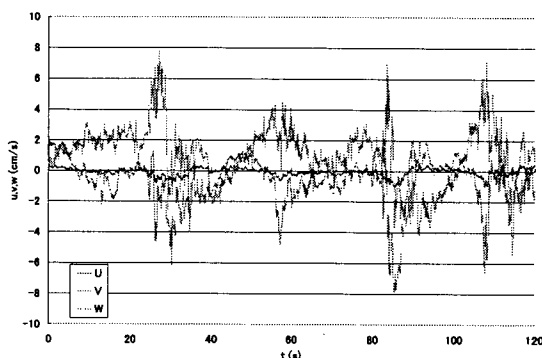


図-6 わんど下流部における瞬間流速変動

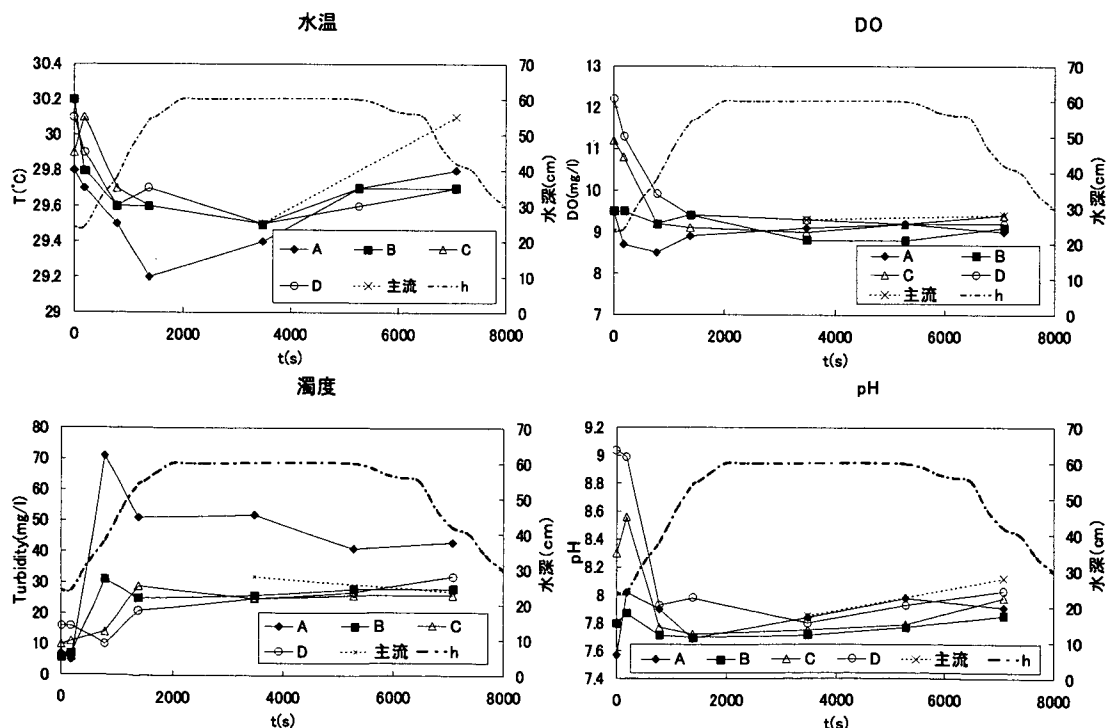


図-7 わんど内の水質項目の時間変化

行われていないが、流量の増加によりわんど内と主流域との水交換が発生し、わんど内循環流が形成されて水質が均一化されていくことが確認できる。濁度の値はA地点から順にB, C, Dの順に濁度が変化しており、D地点では初期状態において濁度が大きいのが、主流部からの流入後一度濁度が減少することから、わんど内では開口部方向から一方向の拡散的な変化ではなく、わんど内の循環流によって変化が生じていると考えられる。点Aの濁度の増加はよどみ点への集積作用によると思われる。

#### 4. 室内実験の結果

非定常の室内実験による開口部計測点の流速時間変化を図-8に示す。上流部と下流部では流量変化の影響が異なり、上流部の流速はあまり大きな変化を示さない。下流部では流速の変化が大きく現れ、特に水位の上昇期初期の段階で最大流速を示している。室内実験では水位のピーク期間が短いために現地ほど明確な流速の定常状態は現れず、また位置や形状の違いから負の値も現れないが、現地観測と同様の特徴が得られた。図-9にわんど内全体の流速ベクトル図を示す。循環流の形成が

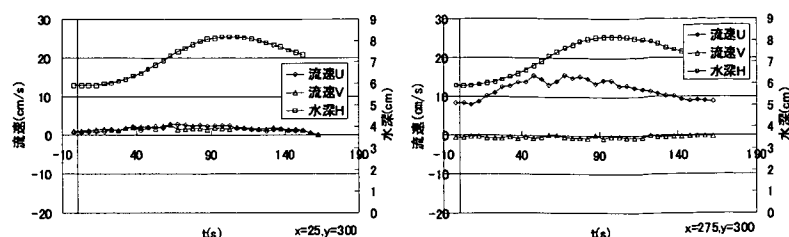


図-8 室内実験における流速時間変化

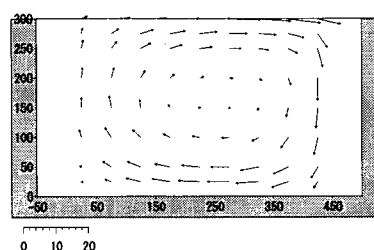


図-9 わんど内流速ベクトル

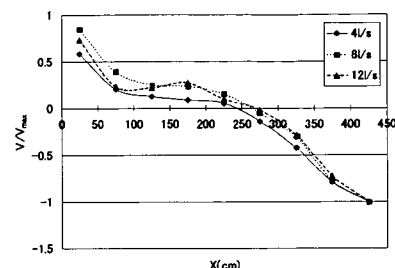


図-10 わんど開口部流速分布

明らかであり、流量の変化により渦構造は相似性を保ちながら流速のみが変化した。定常流量 4, 8, 12 l/s での開口部の横断方向流速  $V$  を各流量時の最大流速  $V_{max}$  で規格化した値の縦断方向分布を図-10に示す。開口部での流速分布は流量による変化はあまり認められず分布の相似性が確かめられた。現地計測においてもこれとほぼ同様の分布形状を示すことがわかる。

#### 5. おわりに

現地実験により室内実験では得られないわんど内の水質の変化について検討することができた。流れについては計測点の不足からわんど内の流れ構造をつかむには至らなかったが、室内実験との比較から非定常時のわんど内の水位変化と流速の時間変化の関係と、わんど開口部の水交換機構について同様の傾向が認められた。現地観測の模型実験による再現性には断面形状や植生の影響が考えられ、さらに検討が必要である。

謝辞：現地計測にあたっては自然共生センター関係諸氏の協力を得ました。ここに記して謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 河川環境管理財団大阪研究所編：わんどの機能と保全・創造～豊かな河川環境を目指して～，1999。
- 2) 中山・河原・玉井：ワンド内の流れの水理特性に関する実験的研究，水工学論文集，第39巻，595-600，1995。
- 3) 瀬津・鬼東・池谷・高橋：わんど形状が河川に及ぼす影響に関する水理学的研究，応用力学論文集，vol.3，813-820，2000。
- 4) 今野・富永・北村・藤長：わんど内流れ構造に及ぼす非定常流の影響，土木学会第55回年講，II-213，2000。

## K11-5. 実験河川の流れ及びSSに関するシュミレーションモデルの評価

### 要 旨

SS ロガーは無電源地における河川の流送土砂量を長期間測定する目的で開発された。ここでは、その原理について説明する。一般に流送土砂は掃流土砂、浮遊砂、溶解物に分類されているが、水中に一様に分布しているわけではない。通常の流況では底部に掃流土砂が流れ、水面に近くなると水は澄んで掃流土砂はほとんど見られない。したがって、河川水には密度差が生じている。この密度差は水圧差に置き換わるので差圧センサーを用いることにより流送土砂量を観測しようという試みである。

今、ある河川横断面にチューブを設けるとチューブ内の流れにはベルヌーイのエネルギー保存則が成立し、チューブの上端を1、下端を2とし速度水頭を無視すれば次式が導出される。

$$\frac{P_1}{Dc \times g} + h_1 = \frac{P_2}{Dc \times g} + h_2$$

両端間の水圧の差は次式となる。

$$p_2 - p_1 = Dc \times g \times (h_1 - h_2)$$

したがって、両端での水圧差が測定できれば、重力（g）は一定値、高さの差は既知とすれば、チューブ内にある流送土砂を含む水の密度（Dc）は算出できる。

本報では、Dc が流送土砂（掃流土砂+浮遊砂）の比重と溶解水の密度より成るものとし、流送土砂高について次式を導出している。

$$hs = Ps / (g \cdot (Ds - K \cdot Dw))$$

ここで、hs： 流送土砂高（掃流土砂+浮遊砂）

Ps： 水圧差

Ds： 流送土砂量（掃流土砂+浮遊砂）の比重

K・Dw： 溶解水の密度、 K=const とする。

Dw： 水の密度

また、流送土砂高の流送土砂量(Ms)および濃度(C)への変換は次式による。

$$Ms = Ds \cdot hs$$

$$C = Ms / V \quad V: \text{単位水量}$$

よって、本測定器を流送土砂の測定に使用する際には、サンプリングをおこない流送土砂（掃流土砂+浮遊砂）の比重および河川水（溶解水）の密度を室内試験等によって求めなければならない。

# Introduction to the Theory of SS Logger

by Seimi Mochizuki, WACOS Japan Co., Ltd.  
Dirk de Hoop, Hope Hydrology, The Netherlands

## 1. PREFACE

### Scope of the problem

Since the mid 20th century land degradation has become a major element of concern. Rapid population growth stimulated the movement of vulnerable and marginal lands. Together with deforestation and the opening up of catchments through the expansion of road network, river basins have been subjected to increased risks of disasters.

Off-site effects of soil degradation, such as the sedimentation of reservoirs have so far been less well documented or mapped.

With greater appreciation of the economic impact of erosion and sediment, there is an increasing requirement for a greater understanding of quantities and sources of sediment, the processes invoked in its detachment and transport and its movement through the system(Walling,1988).

With increased computer capabilities the development of numerical models has also boomed. Numerical surface water and ground water models are now widely used to generate information. However, information created in this manner should not be confused with hydrological field data. Information created through models are thus used to fill the missing period on the hydrological field data collected particularly in the developing countries. This shows that modeling without enough data will not satisfy at all. As we stated before, numerical models require huge amounts of data over many years. Otherwise, models will not simulate real field situation.

From the environmental point of view, a cheap monitoring system will be essential in the very near future, to overcome environmental disasters in the developing countries, occurring after artificial changes in the hydrologic systems.

See salinization of irrigation schemes in Pakistan, Egypt, Thailand etc., water pollution in combination with suspended load, sediment transport etc., etc.

## 2. PHYSICAL PRINCIPLES AND JUSTIFICATION

### 2.1 Introduction

All calculations in hydrology are based on the weight of the column of water, better defined as the force of gravitational attraction exerted on the water body by earth. This gravitational force, however, is not merely one force exerted on the body as a whole (Sears 1950). Each small element of the body is attracted by earth, and hence the force which is called the weight of the body is in reality the resultant of all these small parallel forces. The direction of the gravitational force on each element of a body, is vertically down, so the direction of the resultant is also vertically down.

Bernoulli's Energy Equation states that, ignoring friction losses, from point to point in a fluid system employing steady state flow, the total energy is the same at every point in the path of flow.

These energies are composed of Pressure Head, Velocity Head and Elevation Head. In other word, if there is a reduction in the energy of any form, there must be an equivalent increase in another.

Consequently the pressure head at the sensor depends on the three variables.

- a. The total head of water above the sensor
- b. The density or specific weight of the fluid  
(inc. the dissolved, suspended and bed load sediment)
- c. The atmospheric pressure

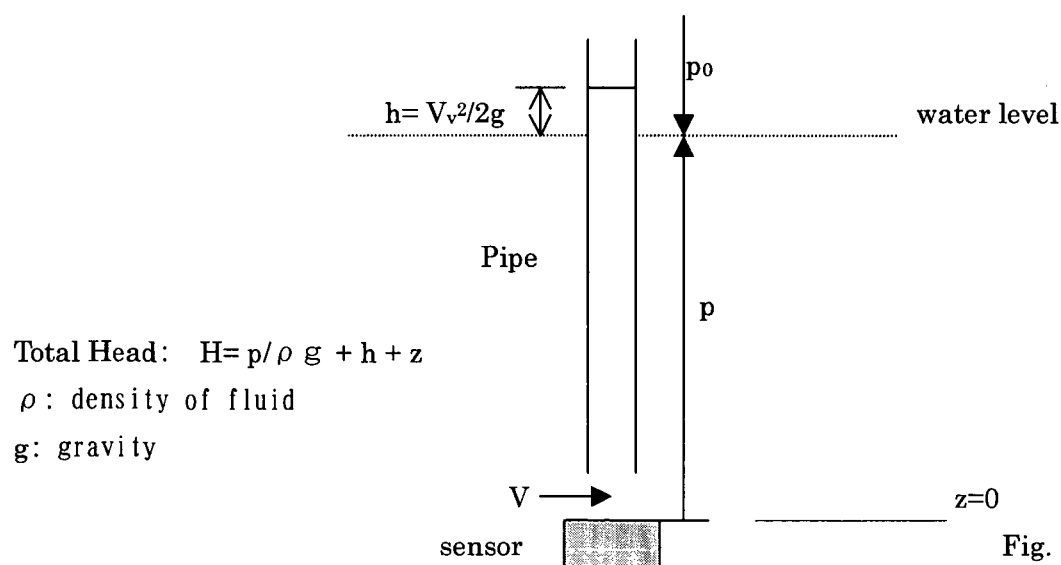


Fig. 1

The total head at the sensor, which today can be measured with a high degree of accuracy and with high frequencies, is thus a function of the above three variables. If two of the variables are known, the third one can be calculated.

## 2.2 A Fluid System Employing Steady State Flow

The disturbing factor or noise with the measurement is the Velocity Head (Bernoulli's Energy Equation or expressed by Torricelli's Theorem,  $h = v^2/2g$ ) and the Friction Force at the sensor. The existence and properties of the velocity head in the various cases that may arise, will cause a vertical force. As a consequence, the installation of the sensor in the bed will partly avoid an influence of velocity head.

Stoke's law says when a viscous fluid flows past a sphere with streamline flow or when a sphere moves through a viscous fluid at rest, friction force is exerted on the sphere (A force is, of course, experienced by a body of any shape, but only for a sphere is the expression for the force readily calculable).

The friction force is given by

$$F = 6\pi \eta r v$$

where  $\eta$  is the viscosity of the fluid,  $r$  the radius of the sphere, and  $v$  the relative velocity of sphere and fluid.

In case of installing the sensor in river bed, the forces to the sensor are shown in Fig. 2. The force to the sensor is  $\rho g h dx$ . And, the friction force is derived as  $F dx = \rho g h dx$  which means the vertical component of the friction force is calculated by  $\rho g h dx \cdot \sin(I)$ .

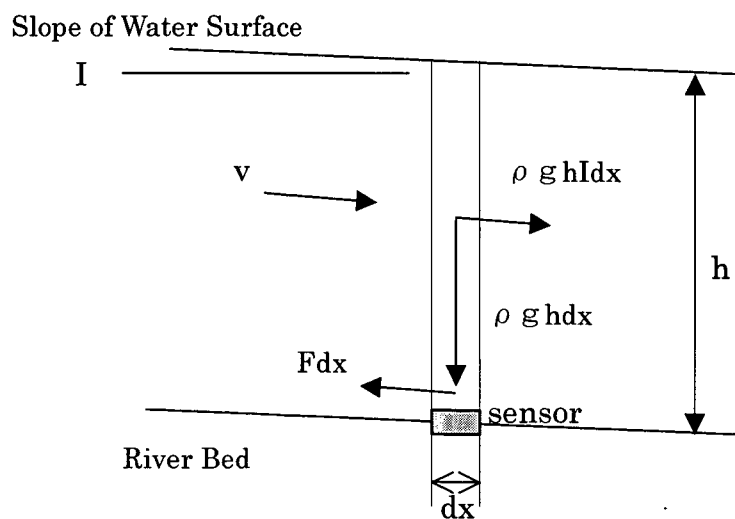


Fig. 2

### 2.3 Dissolved Load, Suspended Load and Bed Load

Aside from water level, rainfall, evaporation and temperature, it is possible to directly measure (monitor) the sediment load (inc. bed load, suspended load and dissolved sediments) as a part of the density of a water body. The negative value of the upward force (Pascal, Simon Stevin) is measured, and the specific weight of clear water is given with its temperature.

To keep the length of the water column constant, the difference in the negative value of two measuring points in the vertical in a water body (top and bottom of the specific water column within the water body, see Fig. 3), will give an indication of the weight of a specific water column compared with the weight of a similar column of clear water.

The difference of the weights of the two columns, mentioned later with Fig. 4 will give an excess in weight that can be translated to sediment load etc. and the volume of water shipped by the particles. This is so because as, according to "Archimedes Principle", a body immersed in a fluid is buoyed up with a force equal to the weight of the displaced fluid. Hence again an equation with two unknown variables exists, i.e. the density of the particles and the fluid displacement.

The above principles translate into the following equations, from which the estimated error of measurement of the SS logger can be calculated.

### 2.4 Sediment Load

A specific column of water situated vertically in flowing water as shown in Fig. 2 is hereby considered. The pressure head difference between  $h_1$  and  $h_2$  is derived from Bernoulli's Energy Equation as follows, neglecting velocity heads at both ends:

$$\frac{p_1}{Dc \times g} + h_1 = \frac{p_2}{Dc \times g} + h_2 \quad \dots (1)$$

$$p_2 - p_1 = Dc \times g \times (h_1 - h_2) \quad \dots (2)$$

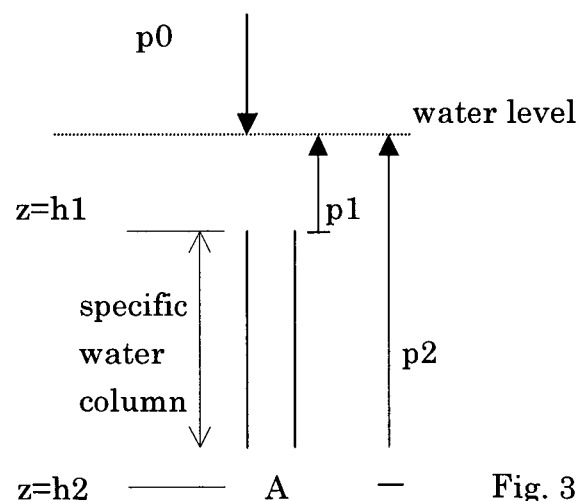


Fig. 3

where,

$D_c(\text{Kg/M}^3)$ : Average density of the fluid column

$D_{fl}=K \times D_w$ : Density of clear water incl. dissolved sediment

$D_w$ : Density of clear water

$D_s$ : Average density of sediment load excl. dissolved sediment

$K$ : Correction factor for the fluid incl. dissolved sediment. Assume  $K=\text{const.}$

$h_c(M)=h_1 - h_2$ : Height of the fluid column

$h_s(M)$ : Height of sediment load

$h_{fl}(M)=h_c - h_s$ : Height of the fluid column excl. sediment load

$A(M^2)$ : Cross sectional area of the column

$g$ : Gravity( $9.8\text{m/sec}^2$ )

$p_0(\text{Kg/M} \cdot \text{sec}^2)$ : Atmospheric pressure

$p_1, p_2$ : Fluid pressures on the respective depths  $h_1, h_2$

$M(\text{Kg})$ : Mass

$M_s(\text{Kg})$ : Mass of sediment

The weight of the fluid column is then formulated as follows:

$$D_c \cdot g \cdot A \cdot h_c = K \cdot D_w \cdot g \cdot A \cdot h_{fl} + D_s \cdot g \cdot A \cdot h_s \quad \dots (3)$$

as  $h_c=h_1 - h_2$

The equation is simplified, assuming  $g$  and  $A$  are fixed at constant:

$$D_c \cdot h_c = K \cdot D_w \cdot h_c - K \cdot D_w \cdot h_s + D_s \cdot h_s \quad \dots (4)$$

as  $h_{fl}=h_c - h_s$

In case  $h_c$  is specified at 1m,

$$D_c = K \cdot D_w \cdot (1 - h_s) + D_s \cdot h_s \quad \dots (5)$$

Differentiating this equation by  $h_s$ ,

$$dD_c = - dh_s \cdot K \cdot D_w + dD_s \cdot h_s + D_s \cdot dh_s$$

We assume  $dD_c=0$ . Then

$$dh_s/h_s = dD_s/(K \cdot D_w - D_s) \quad \dots (6)$$

The weighted average density of sediment(particles),  $D_s$ , of soil mainly consisting of clay minerals and silt, is in the order of 2.6 (see Don Kirkham, Iowa State University, Handbook of Applied Hydrology, Chow). If we can assume arbitrarily boundaries for  $D_s$  to be between 2.4 and 2.8 as well as  $K=1$ ,  $D_w=1$ , the estimated error because of the suspended sediment load will be  $dh_s/h_s=(2.4$

$$- 2.8)/(1.0 - 2.6)=25\%$$

The error possibly becomes smaller if we engage two fluid columns as shown in Fig. 4. The left one has sediment load but the right one has only dissolved load.

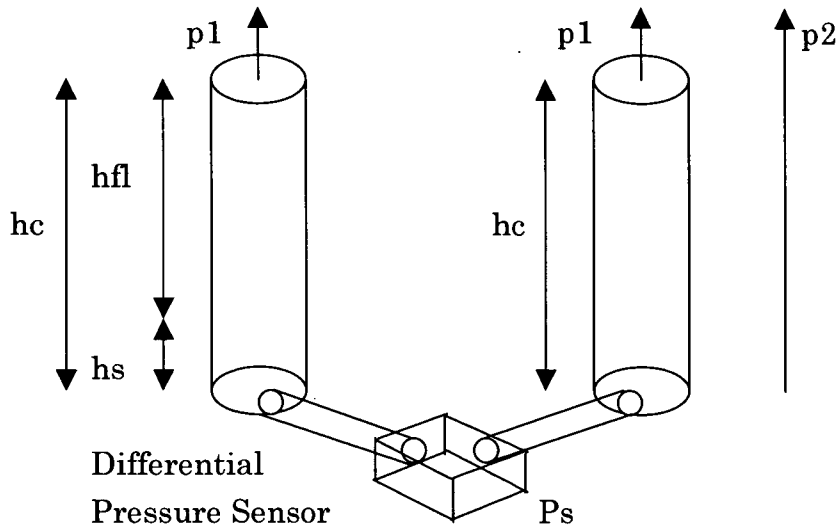


Fig. 4

The pressure difference between the left and the right is derived as follows:

$$P_s = \underbrace{K \cdot D_w \cdot g \cdot h_c}_{\text{pressure of the left column}} - \underbrace{K \cdot D_w \cdot g \cdot h_s + D_s \cdot g \cdot h_s}_{\text{the right column}} - \underbrace{K \cdot D_w \cdot g \cdot h_c}_{\text{the right column}}$$

Arranging this equation,

$$P_s = h_s \cdot g(D_s - K \cdot D_w)$$

The sediment load is then obtained as follows:

$$h_s = P_s / (g \cdot (D_s - K \cdot D_w)) \quad \dots (7)$$

where,  $h_s$ : sediment load excl. dissolved load

$P_s$ : measured pressure difference

$D_s$ : average density of sediment excl. dissolved sediment

$K \cdot D_w = D_{fl}$ : density of clear water incl. dissolved sediment

$D_s$  as well as  $D_{fl}$  had to be measured by sampling and taken as a constant over a time period.

Concentration of sediment is also calculated in the following way. For example,

$$D_s = 2.6$$

$$D_w = 1.0$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$P_s = 10$  Pascal (measured)

In case of  $K=1$

$$\begin{aligned} h_s &= P_s / (g \cdot (D_s - K \cdot D_w)) \\ &= 10 / (9.8(2.6 - 1.0)) \\ &= 0.64\text{m} \end{aligned}$$

The mass of sediment in the specific volume of fluid is calculated by

$$\begin{aligned} M_s &= D_s \cdot A \cdot h_s \\ &= 2.6 \times 1 \times 0.64 \quad (A: \text{Unit Area } 1\text{m}^2) \\ &= 1.7\text{Kg} \end{aligned}$$

Then, the concentration of sediment is obtained at

$$C = M_s / V = 1.7\text{Kg} / 1000\text{L} = 1.7\text{g/L}$$

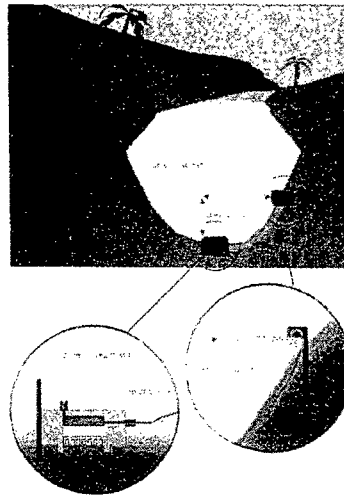


Fig. 5

A practical installation of the instrument is shown in Fig. 5. The pressure logger installed on the bottom of the river bed is composed of a wet/wet pressure transducer, and a tube filled with water free from suspended load and bed load is connected to the logger. On the other end of the tube, the top water inlet is installed. The pressure difference  $P_s = P_2 - P_1$  is measured by the logger.

The result of laboratory test is shown in Table 1. It shows that the concentration increases, the accuracy increases. For example, the measurement of 13.96 g/l gave 0.5% error under the condition that sediments are mixed up with water in the mixture tank.

In the natural circumstances, we can say:

water depth of 50cm gives an accuracy of about 100mg/l

water depth of 100cm gives an accuracy of about 50mg/l or better.

### 3. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The present state of sediment concentration measurement practices has given rise to major errors of several hundred of percent (Walling 1984, Meijerink 1977).

Infrequent, untimely and poor standards of concentration measurements, very high labor, transport and laboratory cost etc. are the main causes for these failures. With respect to sediment/suspended load concentration measurements, the proposed system is properly developed and tested under qualified laboratory conditions (Sep. 1993). The SS logger is expected to measure with an accuracy in the order magnitude of  $\pm 50\text{mg/litter}$  or less under field conditions. Thus, the

noises due to velocity head and friction force are of great importance than sensor accuracy itself.

## 編集・執筆者一覧

|                           |                  |                       |
|---------------------------|------------------|-----------------------|
| 土木研究所 水循環研究グループ長          | 佐合純造             | (1)                   |
| 河川生態チーム 前 上席研究員           | 島谷幸宏*            | (7、9)                 |
| 上席研究員                     | 尾澤卓思             |                       |
| 主任研究員                     | 萱場祐一             |                       |
| 研究員                       | 皆川朋子             | (2、4、4.2、4.2.1、4.2.4) |
| 科学技術特別研究員                 | 吉富友恭             | (8)                   |
| 交流研究員                     | 力山 基             | (4.2.3)               |
|                           | 望月聖子             | (4.2.2)               |
| 前 国土交通省 土木研究所 環境部 河川環境研究室 | 主任研究員 藺田顕彦**     | (4.1)                 |
| 前 国土交通省 土木研究所 環境部 河川環境研究室 | 研究員 田中伸治***      | (3、4.2.3)             |
| 前 国土交通省 国土技術政策総合研究所 環境研究部 | 緑化生態研究室 西廣 淳**** | (6)                   |
| 国土交通省中部地方整備局 中部技術事務所      | 所長 寺川 陽          |                       |
|                           | 環境共生課 課長 白江健造    |                       |
|                           | ” 専門職 鈴木茂正       |                       |
|                           | ” 係長 水野 徹        | (5)                   |
| 前 ”                       | ” 係長 戸谷三知郎*****  |                       |

---

\* 現 国土交通省 九州地方整備局 武雄工事事務所 所長

\*\* 現 国土交通省 中部地方整備局 豊橋工事事務所 安城出張所 所長

\*\*\* 現 国土交通省 国土技術政策総合研究所 環境研究部 河川環境研究室

\*\*\*\* 現 東京大学 農学生命科学研究科 保全生態学研究室 助手

\*\*\*\*\* 現 国土交通省 中部地方整備局 河川部 河川調整課 水質監視係長

( )は執筆担当箇所



