

土 木 研 究 所 資 料

河川改修と生物に関する研究 その1

平成3年3月

建設省土木研究所
河川部都市河川研究室

Copyright ©(1991)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。

河川改修と生物に関する研究 その1

都市河川研究室 室 長 清 水 裕
主任研究員 鈴 木 興 道
研 究 員 小 栗 幸 雄
神 庭 治 司
渡 辺 裕 二
部外研究員 見 目 正 明

要 旨

本研究は河川整備において生物の生息環境の保全や改善を行なうための基礎的な研究として、生態系の考え方及び河川整備と河川生態系の関係について述べたものである。ここでは、生息生物、生息環境の現地調査を改修区間と未改修区間とを比較しながら行ない、河川整備後の生物の回復、生息環境の物理的評価方法などについて考察を加えた。

今後、河川整備において生物の生息環境の保全や改善を計画・設計する場合の基礎資料となると考えられる。

キーワード：河川，生態系，生物，魚類，鳥類，植物，生物調査，瀬，淵，浮き石，沈み石

は　じ　め　に

近年の日本における生活水準の向上は、国民の生活に余暇の増大をもたらすとともに、都市的生活に不足しがちな自然的環境の価値を増大させつつある。都市の中あるいはその周辺にあって自然的環境が多く存在する場所の一つが河川である。

このような河川の自然的環境にとって必要不可欠なのが生物の存在である。逆に記せば多種多様な生物を保全することで河川の環境的価値の向上が期待できるのである。

生物の保全のためには、河川における食物連鎖の体系や休息、摂餌、避難などの生息環境の整備が不可欠である。しかし、河川は生物の保全の他に、治水、利水の機能についても満足させる必要があり、治水、利水の機能を満足させ、なおかつ、生物の生息環境にも適した河川整備の手法を確立する必要がある。

本研究は、生物の生息環境の保全の基本となる河川の生態系について、その基本的な特徴を整理、分析するとともに、従来の治水を主目的とした河川整備手法が生物の生息環境にどのように影響を与えたかについて検討を行ったものである。

目 次

はじめに

I. 河川生態系	1
1. 河川生態系の特徴	1
1.1 生態系概念	1
1.2 河川生態系	2
1.3 河川水域の特徴	4
1.4 河川生態系の捉え方	6
1.5 人間活動と生態系	8
2. 河川の生物	11
2.1 河川の生息種	11
2.2 代表種の選定	12
3. 代表生物種の特徴	14
3.1 付着藻類	14
3.2 水生昆虫	18
3.3 魚 類	24
3.4 陸上・河岸植物	45
3.5 鳥 類	46
II. 河川改修と生物	54
1. 概 要	54
2. 生息環境と生物	54
2.1 生物からみた河川	54
2.2 生物配慮の視点	57
2.3 生息環境変化と生物	59
2.4 生物への配慮方法	60
3. 河川改修と生物	64
3.1 河川工学と生物学	64
3.2 現地調査	65
3.3 河川改修状況と生物	92
3.4 瀬・淵と生物	100
3.5 浮き石・沈み石と生物	108
3.6 生物の生息条件	115
おわりに	127
参考文献	128

I. 河川生態系

1. 河川生態系の特徴

1.1 生態系の概念

生態系 (ecosystem) という概念は、イギリスの生態学者タンスリーによって1935年に提唱された。これには、“ある地域の生物共同体とそれを支えている無機的環境との総合された物質系または機能系のことを生態系という”とされている。

すなわち

- ① 生物の集団である生物的部分
- ② それに作用する、あるいは作用を受ける無機的環境

の二つから構成される系であって、この生物的部分にはさまざまな作用によって物質とエネルギーが移動することになる (図-1.1)。

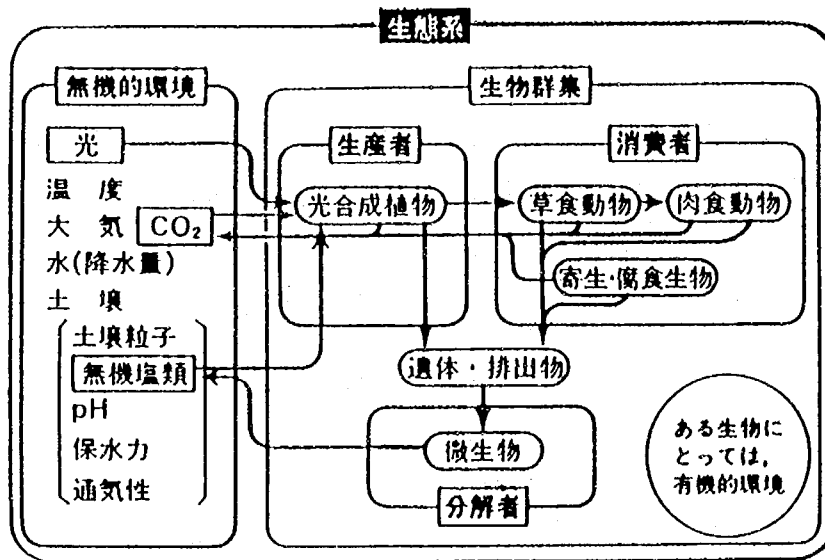


図-1.1 生態系の一般的構造

生態系は二つの流れに着目して述べられる。一つはエネルギー、いま一つは物質である。エネルギーについては、その根源は太陽となる。太陽は当然のことながら、色々な生物に平等に降り注いでいるが、太陽のエネルギーを直接自分のエネルギーとして蓄えることができるのは、生産者と呼ばれる緑色植物のみである。生産者は、光合成色素のクロロフィルを持つ緑色植物の総称であって、水、二酸化炭素、栄養塩類とクロロフィルが吸収する太陽エネルギーによって炭水化物をはじめとする有機物を作り出し、酸素を放出している。つまり無機物から有機物を作り出している。このような作用は、地上の草木のような植物の他に、水中の植物性プランクトン、水草などが行なっている。

次に生産者が作った有機物を食べる生物、すなわち動物がいる。これは、食べ物の違いによって草食動物、

肉食動物、雑食動物に分けることができる。

また寿命となった動植物は死んで土に帰ることになる。このとき重要な役割をするのが分解者である。分解者は、動植物の枯死体や排出物を餌にしてこれをゆっくり時間をかけて無機物に分解する。これには多くのカビ、バクテリア、原生動物が含まれる。

このように生態系の生物的部分は、機能的には生産者、消費者、分解者（還元者）の3者がそれぞれの役割を担いながら、その中を物質やエネルギーが効率よく移動することにより、バランスのとれた系を構成している（図-1.2）。

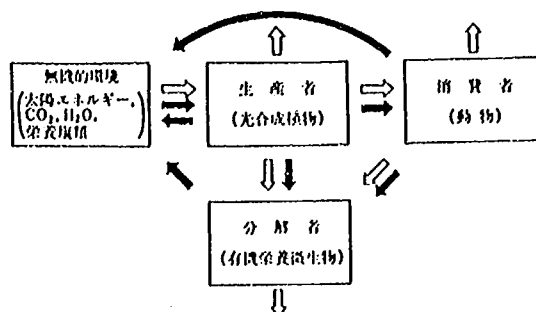


図-1.2 生態系の循環の模式¹⁾

（白矢：エネルギーの流れ，黒矢：物質循環）

1.2 河川生態系

河川という場所における生態系について具体的に考えてみる。河川は生物の生息環境として水の有無により三つに大別できる。普段水があるところを“水域”，無いところを“陸域”とすると，その接点が“河岸域”となる（図-1.3）。また図-1.4に一般によく使用されている河川区分を示した。一般的な河川区分では計画高水位を中心として考えるが，生物の生息環境を考える場合は平常時の流量を中心にする必要がある。

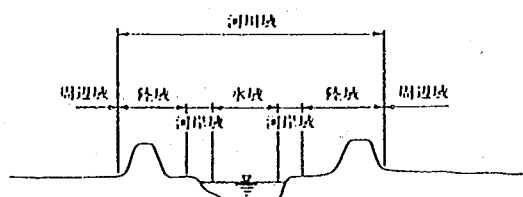


図-1.3 生態系からみた河川の区分

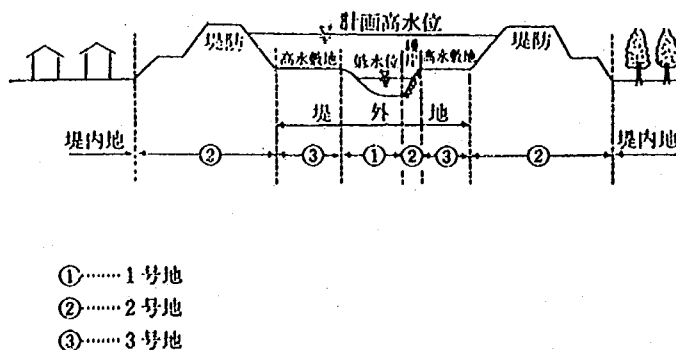


図-1.4 一般的な河川区分

河川生態系のうち、高水敷や堤防上における陸域の生態系は、河川にありながら河川の作用よりも他の陸上と同様の要因、例えば地理的差異である気温や雨量等に支配されやすい区域であると考えられる。よってここでは、陸上の植物やそれを生活の場としている鳥類や小動物が主要構成員となる。

また水域の生態系は河床、流速、水深、水面幅、水質などの河川独自の諸条件との係わりが強い。つまり流水の作用の違いにより、さまざまな構成の生態系が出現することになる。河川の上中下流の違い、瀬と淵、河岸などの違いもこれに含まれる。水域では主に水中で生活する魚類、水生昆虫などが主要構成員となる。

陸域と水域の接点となる河岸部は水位の変動に伴い、陸域と水域とに頻繁に変化する部分である。ここでは水辺の特徴的な植物が生息し、水陸両方を利用する鳥類、小動物、昆虫等が生息することになる。河岸域を中心とした場合の生態系を模式的に示したのが図-1.5である。

以上、河川の生態系を条件の異なる三つに大別して述べた。このうち水域の生態系について、具体的に述べた例が図-1.6である²⁾。水域生態系の場合、生産者は水草、藻類で代表され、消費者は水生昆虫、魚類など、分解者は細菌類と原生動物が挙げられる。また陸域と水域は餌、つまり食う食われる関係だけから見ても関係が深く、水域の生態系が変化することは陸域の生態系にも影響が及ぶと考えられる。

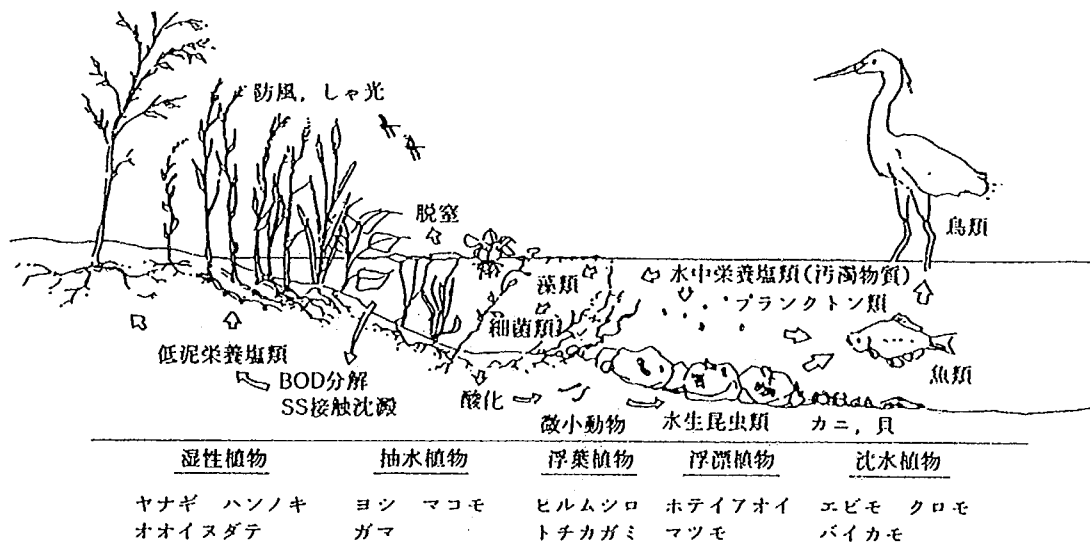


図-1.5 河川生態系の模式図

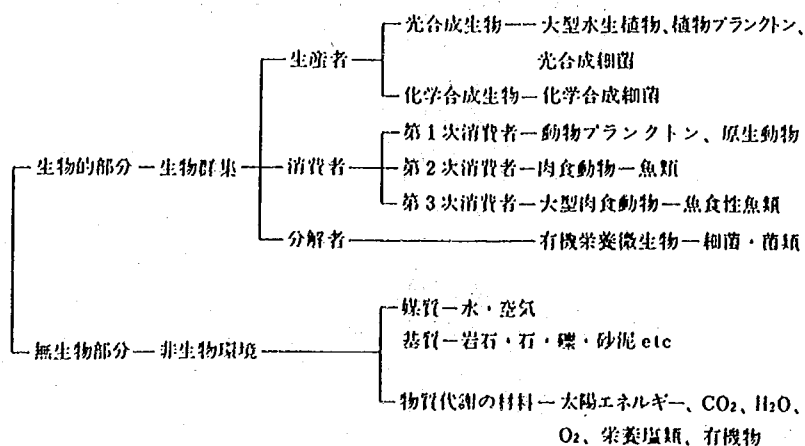


図-1.6 水域生態系の構成²⁾

1.3 河川水域の特徴

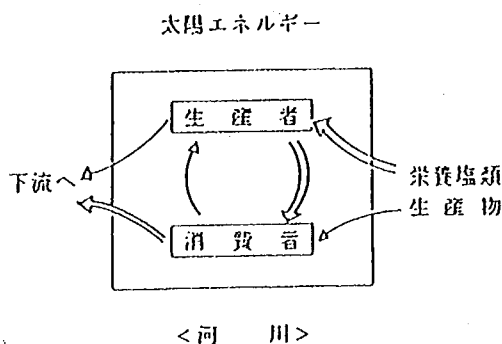
河川は、流水の存在によって他の場所とは異なる独特の生態系がみられる。河川の水域の特徴をまとめると以下ようになる。

① 開放的性格が強い（図－1.7）

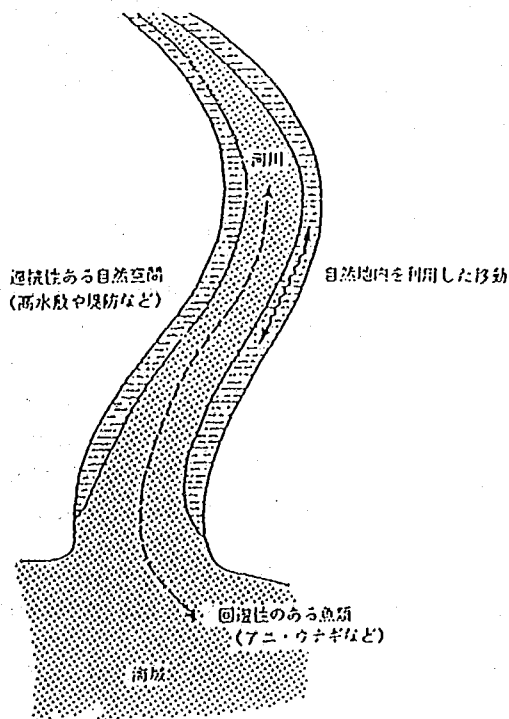
河川の生態系は開放的性格が強い系である。特に流水の影響を受ける無機塩類や水生昆虫においては上流からの移入と下流への移出が多く、循環はきわめて少なくなる。これは同じように水域を持つ湖沼では循環が主となることとは異なり、河川では同一場所での生産がその場の消費者の基礎となっていない場合が多い。例えば上流から流下してくる昆虫を食べる魚にとっては、その場での生産よりも上流の生産に依存する割合が大きいことになる。

② 上流から下流まで带状に連続している（図－1.8）

水域は上流から下流まで、空間的にも水量・水質的にも带状に連続している。水面などが連続していれば生物は上下に幅広い移動が可能である。これは魚類などの季節ごとに移動する生物にとって必要であると



図－1.7 河川水域における物質の動き



図－1.8 河川空間の連続性

もに、河川の一部が破壊された場合でも生物の逃げ場や破壊後の上流からの補給により、復元が容易となる
ことが推定される。

③ 周辺との結び付きが強い (図-1.9)

水を媒介とした周辺自然地との結び付きがあって、水の流れを通して小水路と結び付き、河川はこのネッ
トワークの主軸となっている。また鳥類においては、森や屋敷林などの周辺自然地に住み、河川に餌や水
を採りにくるものも多くみられる。

④ 不安定な系である

河川は洪水や渇水が生じるなど流量変動が大きいことから、生物の生息環境としては不安定である。増水
時の流速の増加および河床材料の移動により、たびたび水生昆虫や付着藻類が流失することになる (表-
1.1)。また高水敷の植生は、洪水によってたびたび攪乱が繰り返されるため、堤内地に比較して遷移の初
期にとどまっている場合が多い。逆にいえば不安定な系であるため、流失後の回復が比較的速い生物で構成
されることになる。

以上述べたように、河川の生態系を生物レベルから見れば、連続性と開放性があり、他の自然地と密接に
結び付き、流失回復の変化が大きい不安定な系であると言える。河川整備を行なう場合、このような河川の
生態系の特徴を考慮しながら生物への配慮方法を考える必要がある。

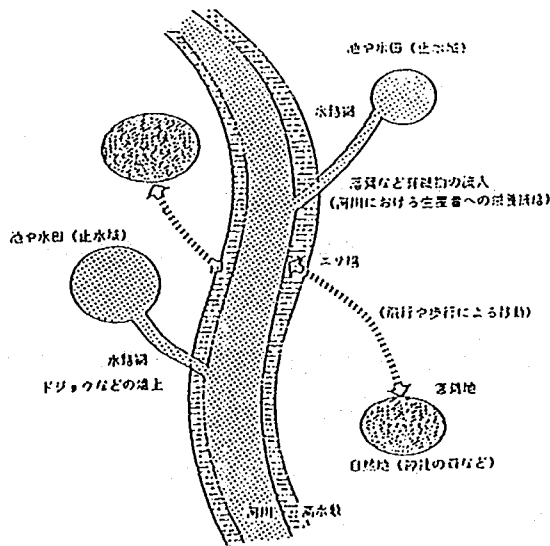


図-1.9 河川とその周辺との結びつき

表-1.1 洪水による生物の流失³⁾

	藻 類	水生昆虫	魚 類
軽度の増水の場合	流失しない	流失しない	流失しない
中程度の増水の場合	流失しない	少し流出	流失しない
強い増水の場合	流失しない	流失多い	少し流失
洪水の場合	流失しない	大部分流失	流失多い
以上のことから (そのかわりに) 増殖の速度は	無駄が多い 速い	中 位 中 位	むだが比較的少ない おそい

1.4 河川生態系の捉え方

生態系とは生物に無生物を含めたつながりあるいは関係であると言い換えられる。ここでは生態系というものを「つながり」、「量の関係」、「種類の関係」という観点でまとめ、それぞれについて良好な生態系を維持する、つまり安定した生態系となる条件について考えてみる。

① つながり

生態系を一つの図や関連性で捉えることは極めて難しい。河川における生態系の場合も同様で、その中身はかなり複雑につながってくる。河川水域の生態系を食物連鎖という観点でのつながりで模式的に示したのが図-1.10である。このような複雑なつながりをしているということは、一つのものが倒れても他の生物が代用するという生態系全体の安定性に役立っているといえる。また複雑化することによりフィードバックが可能となり緩衝機能も生まれる。よって生態系が複雑になればなるほど安定した生態系となりうる。これが生物種の多様性が生態系の保全に役立つことと結び付いている理由である。

② 量の関係

複雑な生態系をもっとも簡単に表現したのが一般に生物ピラミッドと呼ばれるものである（図-1.11）。ピラミッドの横の広がり（例えば生産量や現存量）を表わし、縦方向はエネルギーや物質の流れの方向（生産者や下位捕食者から上位捕食者への流れ）を表わしている。よって横幅が広ければ生物量が多く、縦が長ければ多くの階層が存在することを表わしている。

ピラミッドは上が小さく下が大きい形をしている。この理由は、上下の流れが食う食われるの関係であるので、食べられる側の下位の者はその上位の捕食者よりも量がたくさんいる必要があるからである。また下位の生物の量が上位捕食者の食べる量よりも余分にあれば、食べ尽くされることはなく安定した系ができる。（階層が1段階上がるごとに生物量は同程度ずつ減少すると言われており、その勾配は1/10であると言われている。この数値はさだかではないが、生物ピラミッドの安定性の目安となると考えられる。）

③ 種類の関係

生態系の下位のものは上位のものより種類も多くなると考えられる。種類の多少は、生息環境の変化に対する適応範囲を示している。つまり生息環境の変化に対して、生物は体を変えるなど変化（あるいは進化）する、あるいは変化した環境に適応した種類が優先すること（種類を変更すること）で対応する。よって種類が豊富な下位の生物ほど環境の変化に対して適応範囲が広く、従って安定しているといえる。

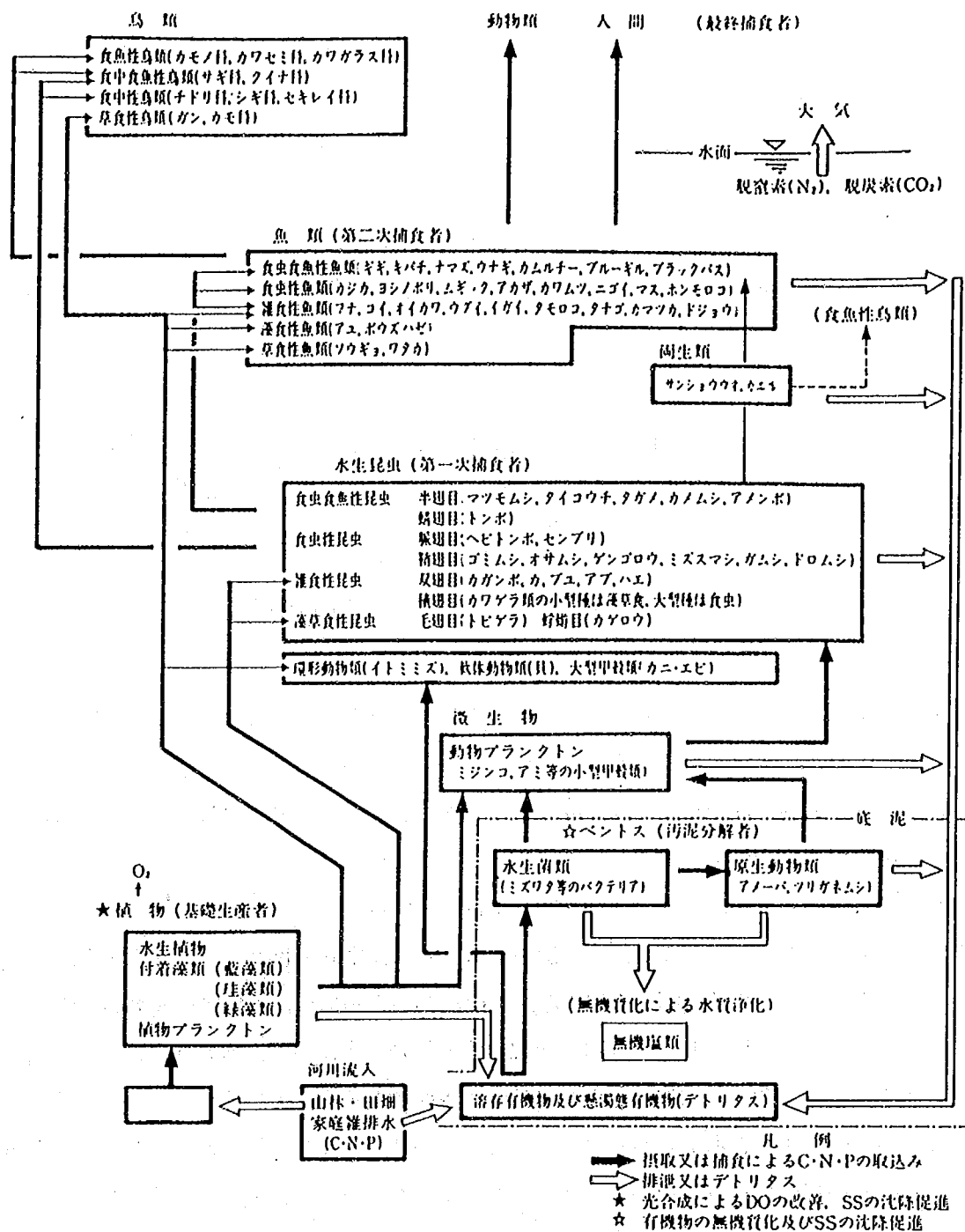


図-1.10 河川生態系における主要な食物連鎖の概念図

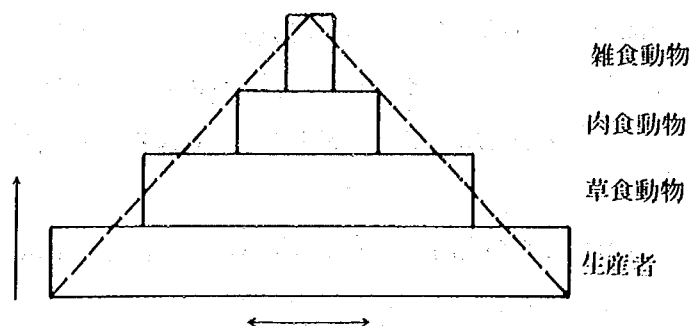


図-1.11 生物ピラミッドの概念図

1.5 人間活動と生態系

人間の作用によって生態系は変化する。これは河川においても同様である。一般に生物は河川という場を次の関係において利用し、生息している。

- ① 生息の場(無機的环境)：生活場所、産卵場所、避難場所、移動場所など
- ② 食物関係(有機的循環)：直接、間接の餌摂取

これらの関係が人間活動によって変化していく過程を模式的に示したのが図-1.12である⁴⁾。河川内における変化として、治水や利水などの河川整備が挙げられ、これは直接的に生物の生息環境に影響を及ぼすこ

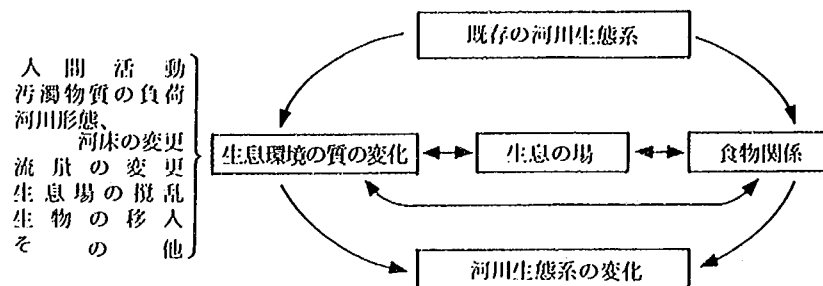


図-1.12 人間活動と河川生態系との関係⁴⁾

とになる。また漁業や釣りの対象魚(外来種など)による攪乱がある。これに加えて、流域の都市化による水質の悪化なども生態系に変化をもたらす大きな要因である。このうち水質を中心に据えて、生態系をみたのが図-1.13である。生物だけでなくそれを取り巻くさまざまな無機的环境に係わるため、水質だけをとってもこのような複雑な相互関係を形成する。

次に河川水域の生態系と人間活動との関係を図-1.11に示す生物ピラミッドをもとに考えてみる。河川水域の生態系では、生産者として付着藻類、第一次捕食者あるいは中間捕食者として水生昆虫、最終捕食者として魚類を考えてみることにする(図-1.14(a))。人間活動が生物に与える影響は全ての生物に一様に影響するとは限らない。例えば人間活動により水質が悪化する場合を考えると、水質悪化によって図中下部の点線部分である河川水中の栄養分が増加し、これに伴って生産者も増加していくが、それと同時に有機物の増加が分解に伴う酸素の欠乏などももたらすため、上位の生産者(魚類)は逆に減ってしまうことが多い。最終的には図-1.14(b)の状態になり、河川の生物の上位に位置する魚類等に大きな影響を及ぼす。また河川改修により魚類の住みかが減少した場合を図-1.14(c)に、魚類の放流を行なった場合を図-1.14(d)に示す。このようにバランスのくずれた生態系は人間の手を継続的に加えない限り新たなバランスへと移行する。一般的にそのバランスは魚などの減少という結果をもたらす例が多い。このような人間の影響がどの程度以上になれば生態系のバランスがくずれるのかははっきりとした回答は今のところはない。

このような変化に対して、人間が手を加えて元に戻すことができるとすれば、次に示す二つの方法が考えられる。

- ① 一つは図-1.14(e)のようにどこか突出したところを基に戻すように全体の生物ピラミッドを大きくすることである。

これは全ての生物の生息場所をたくさん設けて、多種多様な生物の受け入れ体制をつくることで、全体としての

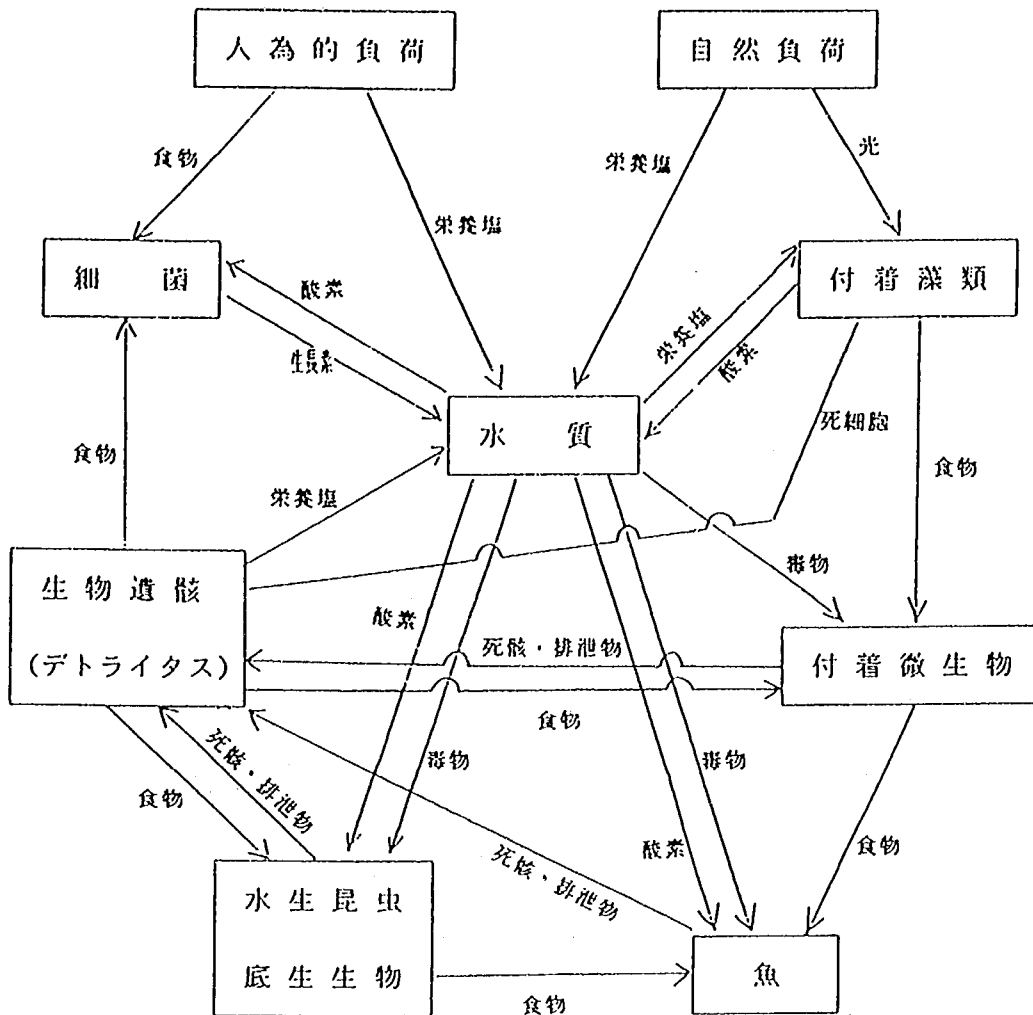


図-1.13 水質を中心とした場合の生態系の相互関係
(Chen, C. Wand G. T. Oreob, 1975を修正)

生態系の安定性を利用するものである。近自然工法を用いたり自然の状態を再現することで可能となる。

② もう一つは、特定の生物（特に魚類）の確保を目的として、図-1.14(f)のような生態系を作ることである。これは特定の生物を突出させた、あるいは自然の一部を取り出した保全方法であるため自然生態系を利用せず、むしろ人手をかけて管理することで成り立つものである。アユの放流はこれに含まれる。

そこで②のように河川を人工的に維持管理を行ない、そこで生物を保全する方法について考えてみる。自然のシステムを模した人工的なシステムの代表は下水道である。下水道は浄化を目的として、河川の水質浄化に参与する菌類、原生動物等の生物を取り出して、それらが最も効率良く働く環境を人工的に作り出した施設である。下水道システムは人工的に管理されたきわめて効率の高い施設だが、それ故に機械を使った人為的な管理が必要となる。また養殖池や水槽なども人工的なもので、人間がある程度管理をしなければ機能しない施設であるといえる。この管理のおかげで生物は死滅せずに生存できるのである。自然公物である河川においては、その大きさおよび自然システムを利用して生態系全体を保全することが生態系の回復力、安

定性につながり、ひいては個々の生物の保全に結び付くものと考えられる。このとき人間の影響は最小限に抑えることが肝要である。このためには生物と河川との係わりを始め、河川の特性、河川に生息する生物の生態等を十分に把握することが必要となる。

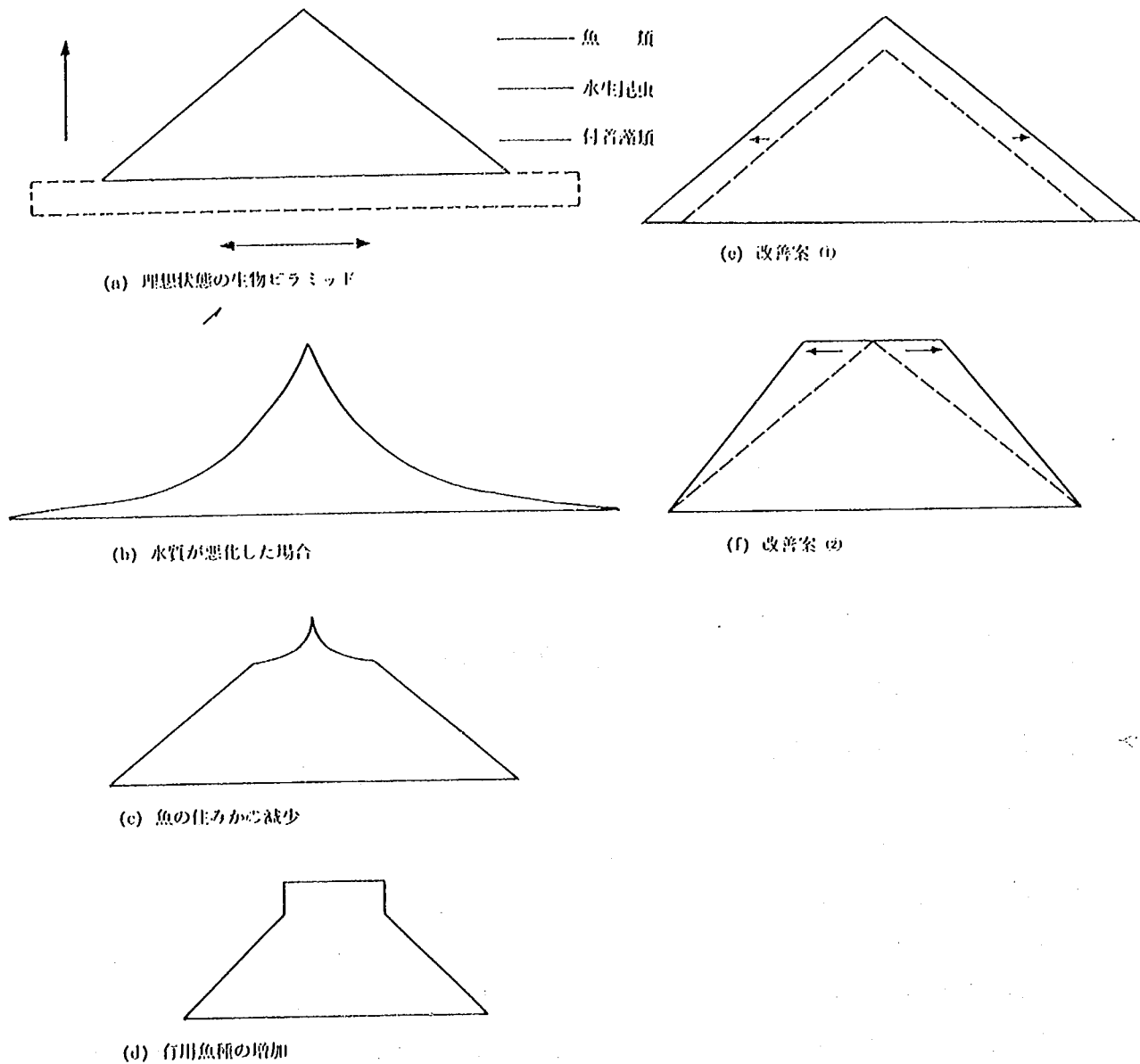


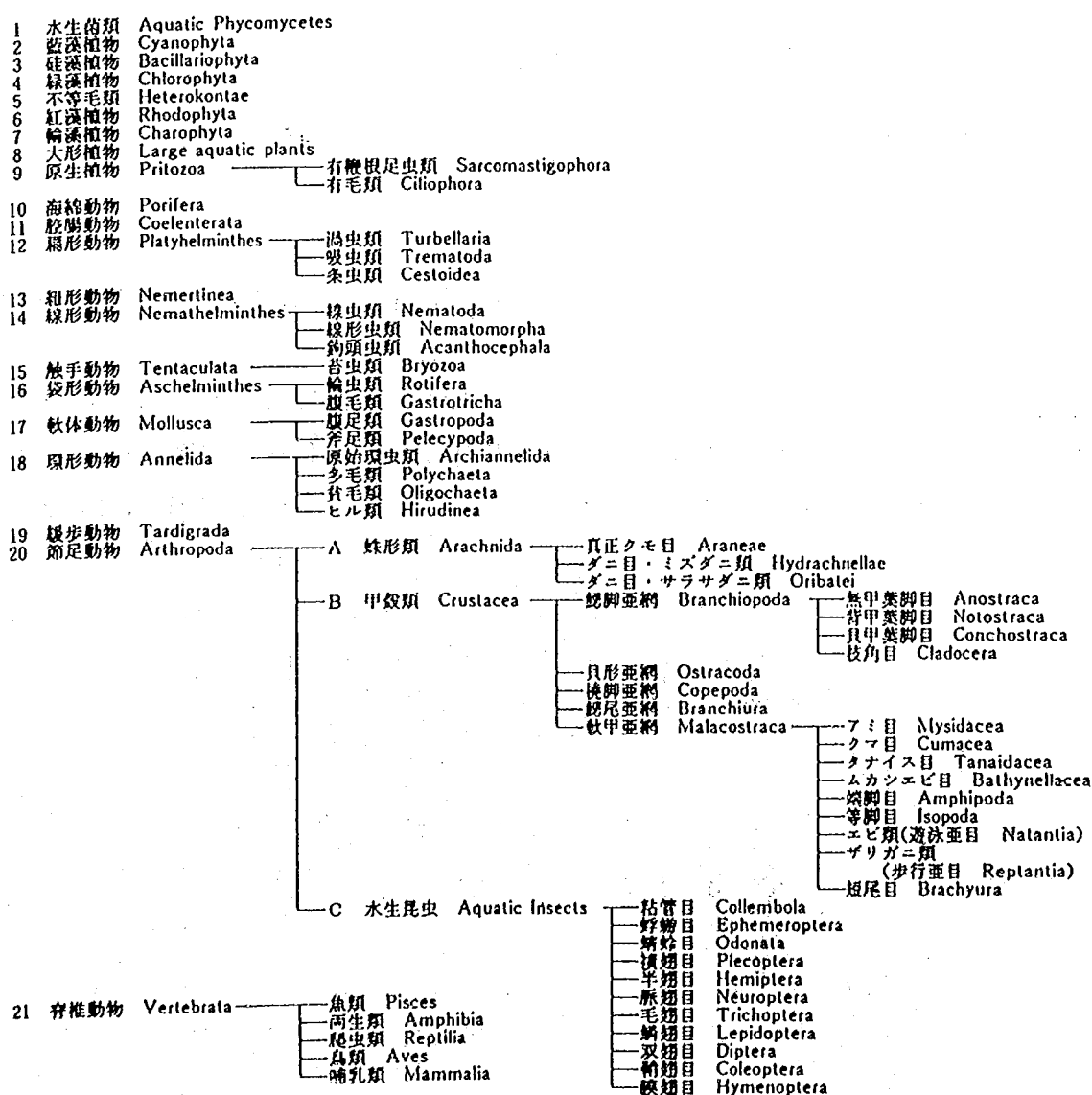
図-1.14 生物ピラミッドを用いた河川水域生態系の変化

2. 河川の生物

2.1 河川の生息種

生物は、大きく植物と動物に大別される。淡水生物学⁵⁾をもとに淡水にすむ生物をまとめると図-2.1のようになる。河川・湖沼などの淡水に生息する植物として水生菌類、藍藻植物、珪藻植物、緑藻植物、不等毛類、紅藻植物、輪藻植物、大型植物の八つが記載されている。ここで言う大型植物は挺水植物、沈水植物および浮葉植物（後二者をあわせて水中植物と言う）の三つであるが、河川には高水敷などの陸上と似た環境もあるため、普通の陸上植物の侵入もあり、実際には一口では言えないほど種々多様な植物が生息している。

次に動物であるが、日本淡水生物学をもとに淡水域に生息する動物について詳しく述べたのが図-2.2である。図では13動物34類であるが、この中には流水に限らず、池のような停滞水域に生息する種類も含まれている。魚類、鳥類以外にもタヌキ、キツネ、モグラなどの哺乳類、カメ、ヘビなどは虫類、カエルなどの両性類、カニなど



圖一 2.1 淡水生物一覽

なっている。これを食藻性の昆虫や魚類が食して、その上位捕食者となる。更にそれを捕食する食虫・食魚性の魚類が上位に位置するが、最終的には河川から生産される昆虫や魚類、植物を食べる鳥類が最終捕食者となる。こうした食物連鎖の流れの中で河川の水域の生態系では中間に位置する水生昆虫の役割が大きいことがわかる。また河川の上流から下流へ生物群集を眺めてみると図-2.4 のようになる⁷⁾。河川の下流域にいくと動物プランクトンなどの影響も大きいが、基本的には付着藻類→水生昆虫→魚類の流れが主となっている。よって河川の水域における代表的生物種としては、

- ・魚 類
- ・水生昆虫
- ・付着藻類

の三つをとりあげる。

河岸から陸域にかけての代表種は、生産者である陸上・水辺の植物が中心となる。水域の水生昆虫に対応するのがバッタ等の陸上昆虫であり、魚類に対応するのは鳥類であろう。鳥類は水域の水生昆虫や魚類を食餌するので河川における最終捕食者でもある。これ以外のものについては必要に応じて別途検討するものとしてここでは、

- ・陸上植物
- ・陸上昆虫
- ・鳥 類

の三つをとりあげる。

以上の6種の生物を河川の代表種として、本報文ではこれらの生物を対象として調査を進めている。本来、生物は多岐に渡っており、生物の保全の目的もさまざまである。代表生物以外の生物も、目的によっては保全対象となり得る。また代表生物のうち、他の目的で詳しく調査されているものも多い。例えば、河川の樹木については植樹基準(案)の関係で詳しく調査されており、陸上昆虫であるトンボやホタルについても、ホタルの里やトンボ池など保全対象生物として、調査研究がなされている。

ここでは河川改修と生物という観点での一般的な、あるいはどこにでもいる生物全般を対象としており、特定の生物の保全については詳しく言及しない。よって、個々の生物種についての説明等はここでは行わず、生物全般の説明を行なうにとどめる。従って、全体の関係等がわからない陸上昆虫を除く、五つの生物種について次章で概観を説明するものとする。

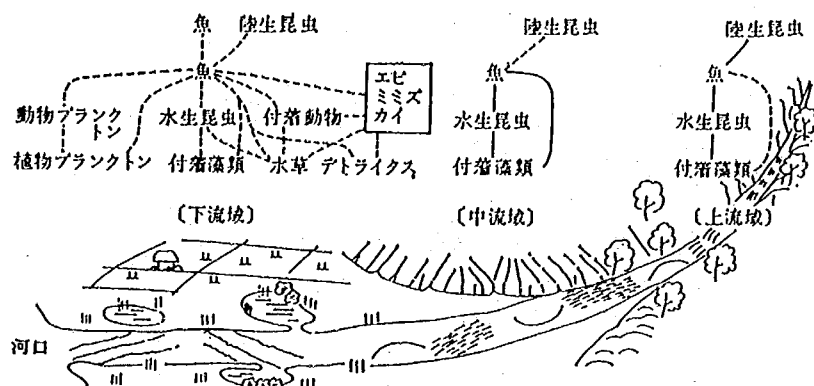


図-2.4 上流から下流への食物連鎖の変化⁷⁾

3. 代表生物の特徴

3.1 付着藻類（表－3.1）

藻類は流れの状態によって二つのタイプがある。一つは流れがほとんどない場合（流速 1 cm/s 以下といわれている）で、藻類は主に浮遊して生活しており、これを植物プランクトンと言う。もう一つの流れがある場合には、藻類は付着して生活しているため付着藻類と言われている。よって実際の河川では付着藻類がほとんどで植物プランクトンは微量しか存在しない。以下では付着藻類について述べるものとする。

付着藻類を生活の場との関係でみると、

- ① 植物に付着する
- ② 石れきに直接付着する
- ③ 砂泥に付着する

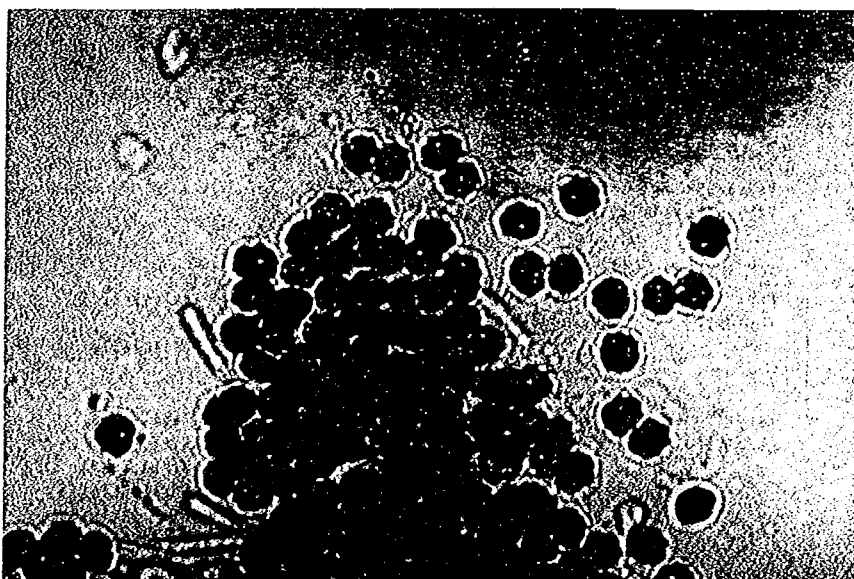
などに分類できる。

また、付着藻類は、珪藻、藍藻、緑藻に分けられる（写真－3.1）。これら3種類の藻類の特徴をまとめたのが表－3.2である。実際の河川において三者を区別する最も簡単な方法は、色を見ることである。しかし珪藻と藍藻の区別は明確でなく、分からない場合が多い。ただし水質がきれいなところでは、珪藻が優占しており比較的汚れている場合は藍藻が優占種となる。

三者のうち昆虫や魚にとって最も食べ易いものは珪藻であるといわれている。その理由として、動物の消化管内で分解され易くて栄養のバランスがいいことなどが挙げられており、三者の中でも珪藻は河川の動物にとって重要な栄養源となり得るのである。また他の藻類も珪藻ほどではないが、河川食物連鎖の出発点として重要である。湖沼などで異常発生して問題となるアオコはらん藻の一種である。



(a) 珪藻の一種



(b) 藍藻の一種

写真－3.1 付着藻類の顕微鏡写真

表- 3.1 付着藻類の分類

綱	目	属	
Cyanophyceae (藍藻類)	Chroococcales (クロコッカス)	Synechocystis	
		Chroococcus	クロコッカス
		Merismopedium	
		Microcystis	ミクロシスチス
		Aphanizamenon	アファニザメノン
	Chamaesiphonales (ハマシホン)	Chamaesiphon(♀)	ハマシホン
	Pleurocapsales (プレカプサ)	Xenococcus	
	Nostocales (ノストカス)	Homoeothrix(♀)	ホモエトリクス
		Calothrix	
		Rivularia	
		Tolypothrix	
		Oscillatoria(♀)	オシレーター → 台地中栄養型湖池
		Phormidium(♀)	
		Lyngbya	
Rhodophyceae (紅藻類)	Porphyridiales (ポルフィリ)	Cyanidium	
	Bangiales (バンギ)	Bangia	
	Compsopogonales (コムソポゴン)	Compsopogon	
	Nemalionales (ネマリオン)	Audouinella(♀)	
		Batrachospermum(♀)	
		Thorea	
	Cryptonemiales (クリプトネ)	Hildenbrandia	ヒルデンブランド
Chrysophyta (黄色鞭毛藻類)	Chromulinales (ヒロミナ)	Hydrurus(♀)	
	Ochromonadales (オクロモナ)	Ochromonas(♀)	
Xanthophyceae (黄緑色藻類)	Vaucheriales (ヴァウシェリア)	Vaucheria	
Bacillariophyc (珪藻類)	Centrales (中心目)	Discineae (ディスキネ)	Melosira (メルシラ科)
			Melosira(♀)
			Coscinodiscaceae (コシノディスク)
			Cyclotella
	Pennales (羽状目)	Araphidineae (アグラフィド)	Fragilariaceae (フラギラリア)
			Tabellaria (タベリ)
			Diatoma(♀) (ダイトマ)
			Meridion(♀) (メルディオン)
			Ceratoneis(♀) (セラトネイス)
			Fragilaria(♀) (フラギラリア)
			Synedra(♀) (シンエド)
		Raphidioidineae (ラフィディオイド)	Eunotiaceae (ユノチア)
			Eunotia

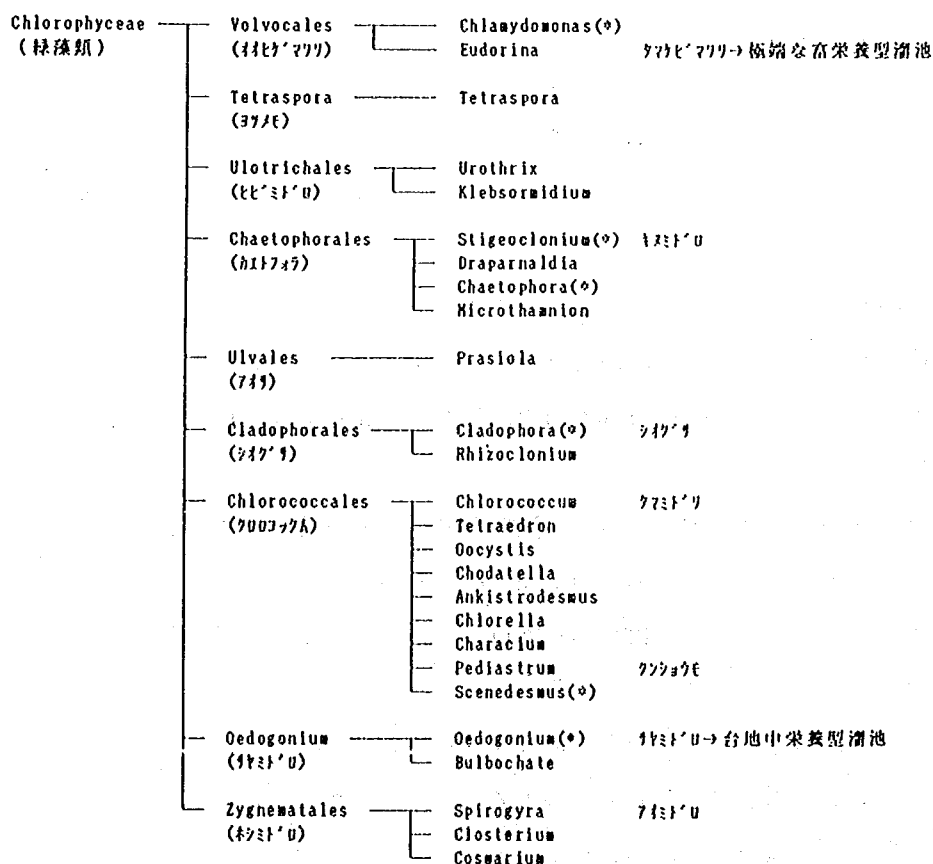
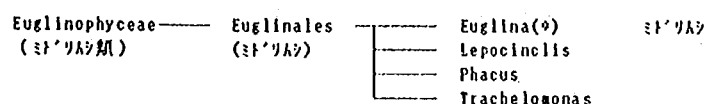
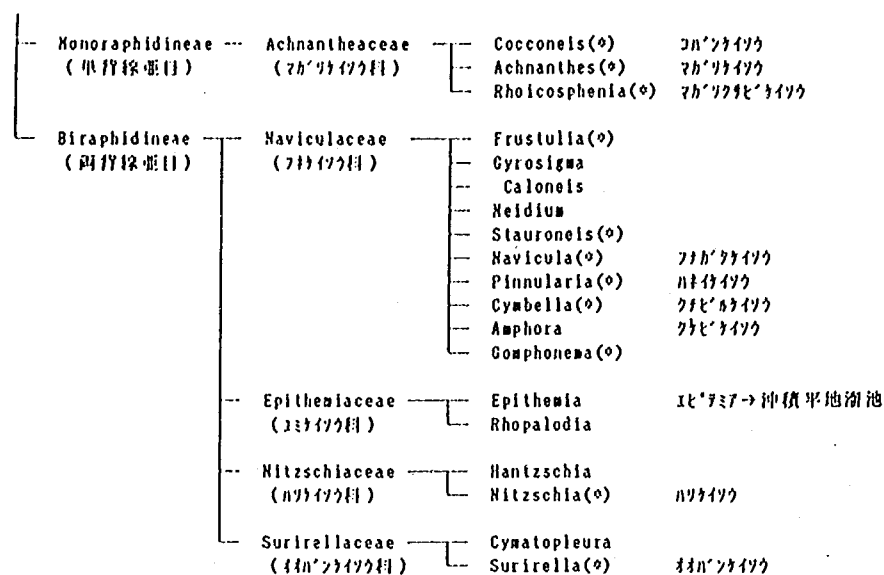


表- 3.2 藍藻・珪藻・緑藻の特徴

	藍藻植物	珪藻植物	緑藻植物
形状	単細胞, 群体, 糸状体	単細胞, 群体	肉眼的大きさから微細なものまで多彩
色	普通は青緑色 黄褐色, 紫色もある	黄褐色ないし褐色	緑色
付着性	すぐはがれる	付着性がよい	根がはってはがれにくい
分布	水質汚濁に耐性が強く, 湖沼, 溜池など富栄養化した水域に多く出現する	分布, 生育は塩分濃度と水温に影響を受ける	富栄養化した水域に多く出現する
運動能力	浮遊性 連鎖子(子状体の一部)は自身で滑動する	浮遊性, 付着性 羽状珪藻の一部は自発的に運動する能力を有する	浮遊性, 付着性
繁殖	細胞分裂(無性)	細胞分裂(無性, 有性) 卵生殖(中心型珪藻)	細胞分裂(無性) 有性生殖
その他	細胞核と色素体を欠く 原始的で細菌類に近い 青緑色の水の華を形成するものをアオコと呼ぶ		

3.2 水生昆虫(表- 3.3)

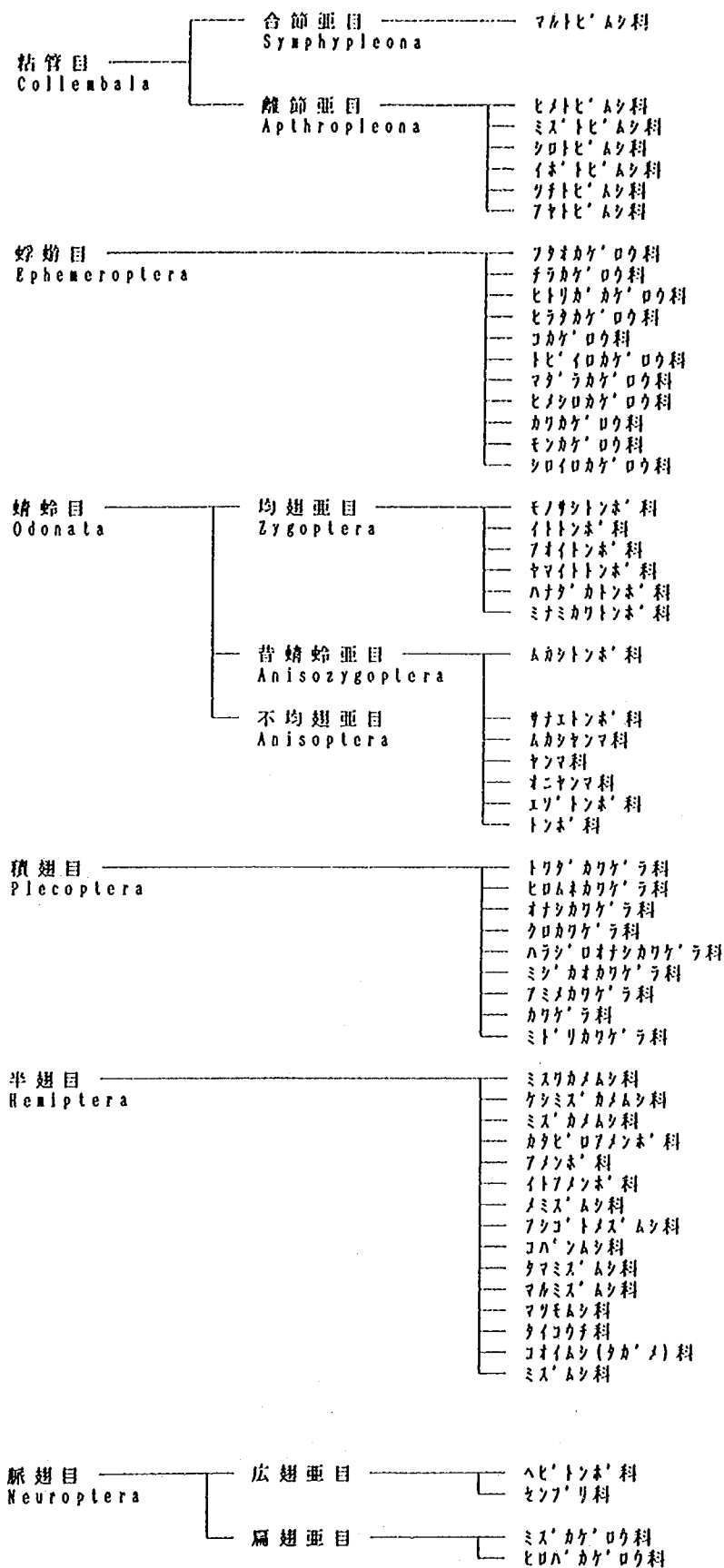
動物の中で最も種類が多いのが昆虫類であり, 地球上のあらゆる環境に適応してすみついている。陸上昆虫に比較して水中にすむ昆虫はあまり多くないが河川にだけすむ昆虫, 幼生時代を河川で生活するなど河川に依存している種もいる。これが水生昆虫と呼ばれるもので, 陸上で進化してきた昆虫が水中に入って暮らすようになったものである⁸⁾。

河川の底生生物をみた場合, その大部分を占めるのが水生昆虫の幼虫である。特に山間の溪流では底生生物の90%以上が水生昆虫である。水生昆虫は, 生態学の基礎となった可児藤吉が研究の対象としたのを始めとして多くの研究が行なわれている。水生昆虫は目レベルで11種, 科レベルでは100種以上あり, 種レベルでは相当な数になる。

水生昆虫は生活型(生活の仕方)の違いから次の六つに分類されている(図- 3.1)。

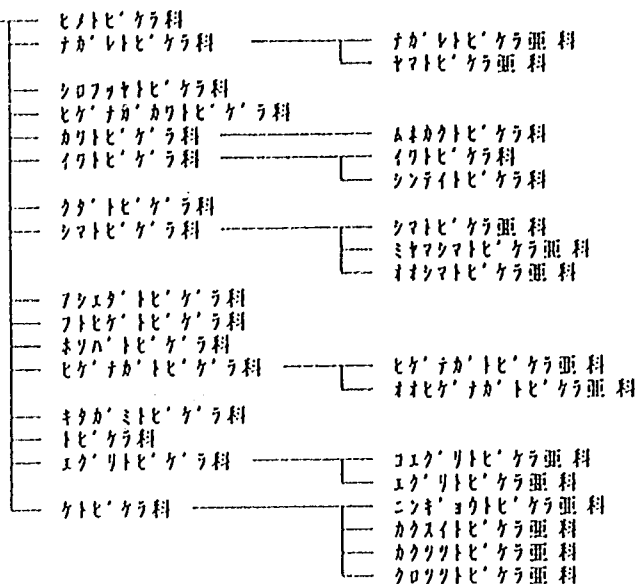
- ・造網型: 分泌絹糸を用いて捕獲網をつくるもの, ヒゲナガカワトビケラ, シマトビケラ
- ・固着型: 強い吸着器官をもって他のものに固着しているもの, ブユ幼虫
- ・匍匐(ほふく)型: 石面をはうもの, ヒラタカゲロウ, カワゲラ
- ・携巢(けいそう)型: 巢を引きずって歩くもの, トビケラの一部

表- 3.3 水生昆虫の分類



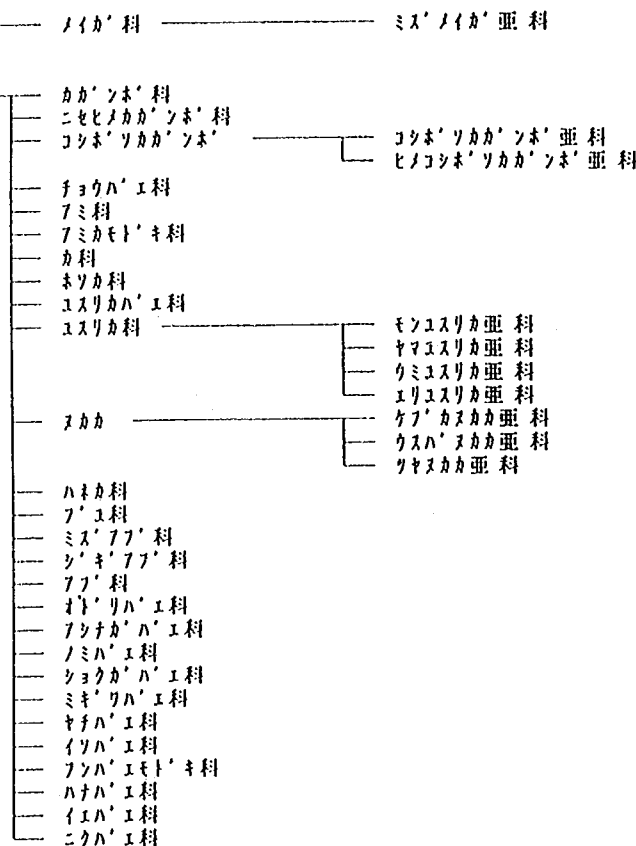
毛翅目 Trichoptera

頭髯亜目

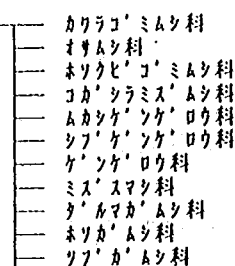


鱗翅目 Lepidoptera

双翅目 Diptera



鞘翅目 Coleoptera



膜翅目
Euryptera

ミズシ'カ'ムシ科
カ'ムシ科
ハ'カ'ムシ科
ワ'ハ'ノミ科
ナ'ハ'ノミ科
タ'エン'マル'ケ'ムシ科
ヒ'ラ'ト'ロムシ科
ナ'ト'ロムシ科
チ'ト'ロムシ科
ト'ロムシ科
ヒ'ト'ロムシ科
カ'ムシ科
ハ'ムシ科
ミ'ク'チ'ソ'ムシ科
ソ'ムシ科
ミ'ハ'チ (ニンギョウトビ'ケ'ラの幼虫に寄生)

- ・遊泳型：移動するとき主として遊泳するもの、コカゲロウ、フタオカゲロウ
 - ・掘潜(くっせん)型：砂や泥の中に潜っていることの多いもの、モンカゲロウ、サナエトンボ
- 一般に瀬では造網型、匍匐型、固着型の種類が多く、淵では掘潜型、携巢型、遊泳型が多く見られる。どの型も大なり小なり生活基盤として石・礫・砂などの河床材料や適当な流速を必要としている。このように生活場所で分類できるということは、従来から用いられていた水質を目的とした指標に利用できるだけでなく、河川形態との係わり、河川改修を評価する指標として用いることも可能となると考えられる。
- 水生昆虫の食性を表- 3.4 にまとめ、水生昆虫の大きさの目安を図- 3.2 にまとめた。図- 3.2 ではいく

表- 3.4 水生昆虫の主要な食性

形 態	分 類	種 類	食 性
藻・草食性昆虫	枯管目	トビムシ	藻類
	鱗翅目	メイガの幼虫	"
	毛翅目	トビゲラの幼虫	"
	好翅目	カゲロウの幼虫	珪藻、糸状珪藻、水草の微細破片
肉食性昆虫	双翅目	カガンボ・カ・ブユ・アブ・ハエ等の幼虫	細菌、珪藻、水生の微細破片、水生昆虫、微小動物の肉
	膜翅目	カワゲラ	小型種は藻・草食、大型種は水生昆虫や死魚肉
食虫性昆虫	膜翅目	ミズバチ	ニンギョウトビゲラの幼虫に寄生、肉食
	鱗翅目	ヘビトンボ・センブリの幼虫	水生昆虫や死魚肉
	鞘翅目	オサムシ・ゲンゴロウ・ミズスマシ・ガムシ・ドロムシ	ゲンゴロウは小魚も捕食
	"	ホタル・ゴミムシの幼虫	ホタルは貝に、ゴミムシは卵に寄生
食虫・食魚性昆虫	半翅目	ミズムシ	水草
	"	カメムシ・アメンボ・マツモムシ	ユスリカ・ミジンコ等
	"	タイコウチ・タガメ	稚魚・オクマジャクシ等
	膜翅目	トンボの幼虫(ヤゴ)	昆虫・稚魚

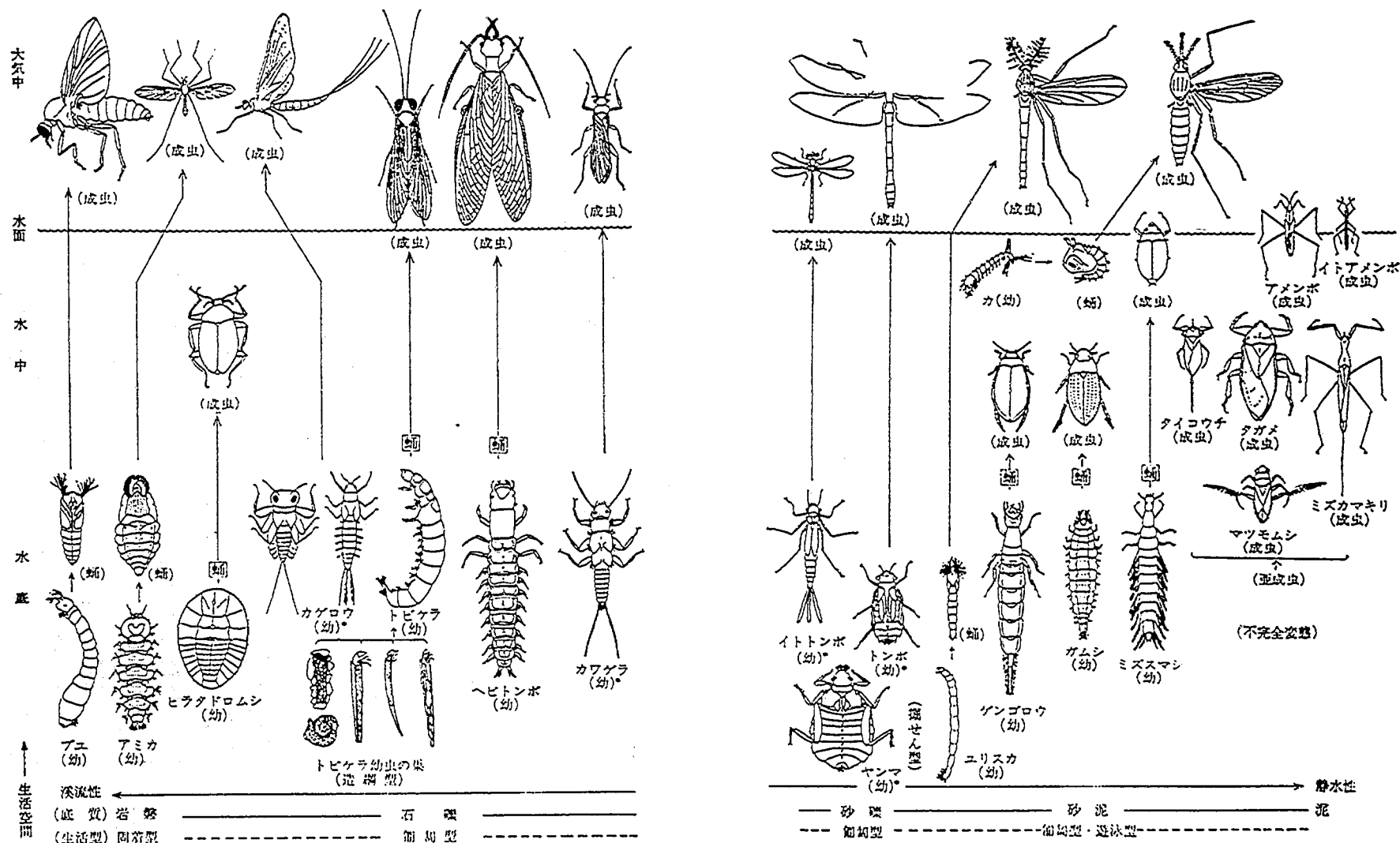


図-3.1 水生昆虫の生活型⁷⁾

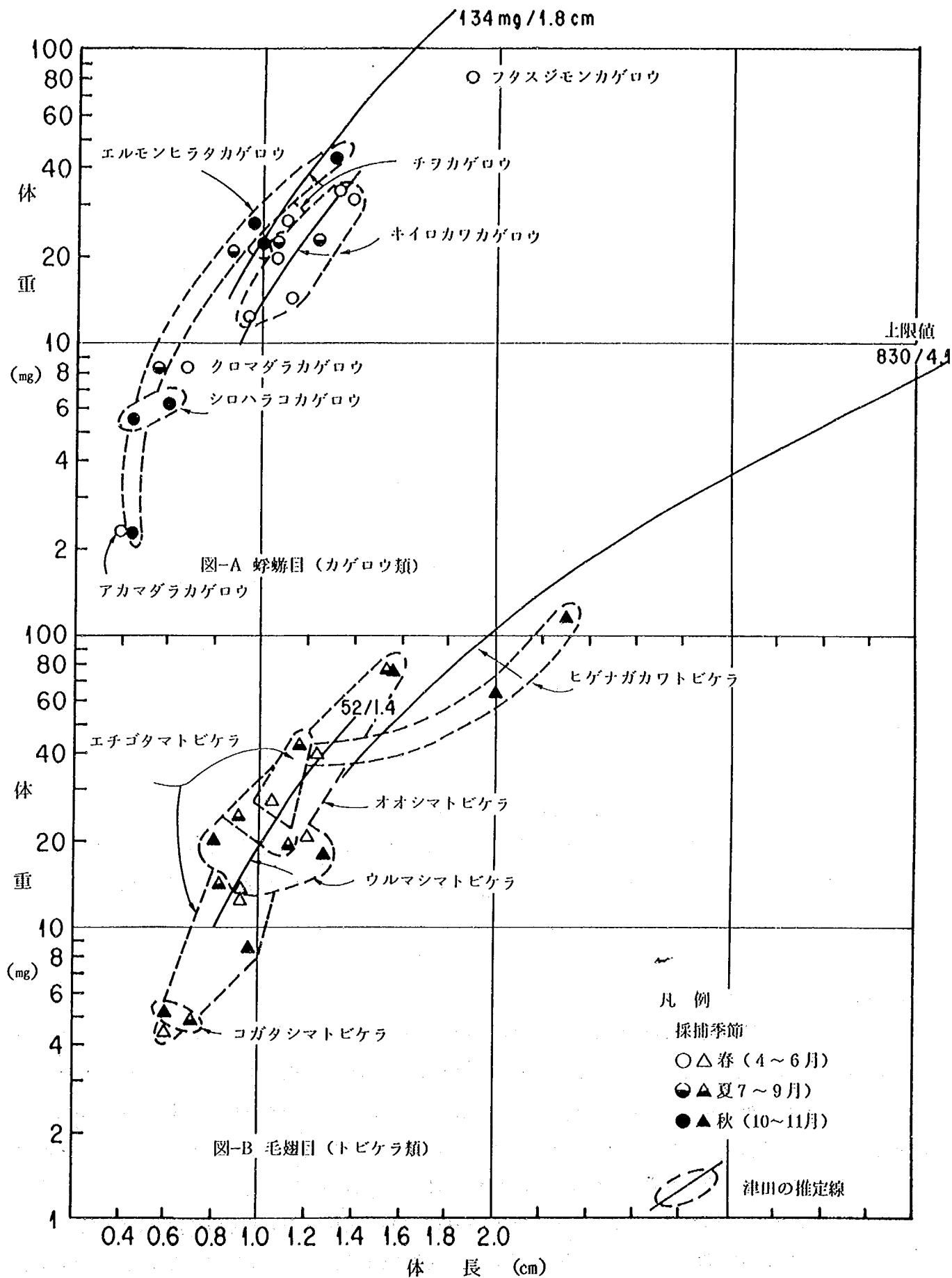


図- 3.2 水生昆虫の大きさの体長と体重 (広島県江の川)

表- 3.5 水生昆虫の同定方法⁹⁾

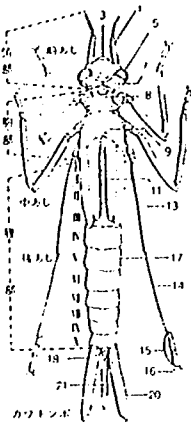
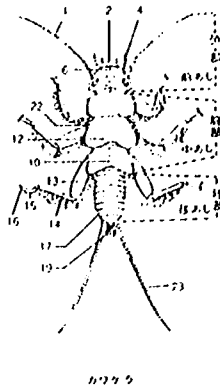
水生昆虫幼虫の特徴一覧表

1. 幼虫の形が成虫の形と著しく異なる。翅が認められる。

目(もく)	尾	鰓(えら)	他の特徴
カゲロウ目	たいてい3本 例外2本	側面に7対	各あしの関節の爪 1個
トンボ目 均翅亜目 イトトンボ カサトンボ		葉状の気管鰓 3個	捕食用下唇
ボウフラ目 ムカシトンボ亜目 ムカシトンボ 不均翅亜目 トンボ・ヤンマ	きわめて短く、 とげ状	外部に現れた 鰓はない	各あしの関節の爪 2個
カワゲラ目	2本あり長い	あしの基部に ごまかい鰓がある	各あしの関節の爪 2個
半翅目 アメンボ マツモムシ	いろいろ	な い	吸液用の尖った 口吻がある

2. 幼虫の形が成虫の形と著しく異なる。多少ともイモムシ状。翅(はね)はない。
あしは短い。腹鰓的かあるいはない。

目(もく)	あし	鰓(えら)	体の後端	他の特徴
広翅目 ヒンパシ ヘビトンボ	3 対	傘状鰓・羽状鰓の あるもの、全くな いものもある	1本の長い尾をもつ もの、2本のかき爪 をもつものもある	腹部各節に1対 の長い側突起
豚翅目 ミズカゲロウ ヒロバカゲロウ	3 対	腹部下面に7対の 鰓をもつもの。 本端に肛門鰓を もつものもある	-----	大あごと小あご とが長針状の突 起となる
トビウラ目	3 対	いろいろ、 ないものもある	1対の尾鰓	可憐な葉をもつ ものが多い
鱗翅目 ミズメイガ	3対の胸肢 5対の腹肢	傘状鰓をもつもの 全くないものもある	1対の尾鰓	胸肢はすべて多 数の鉤爪をもつ
稚翅目 ゲンゴロウ ガムシ	3 対	な い	いろいろ	-----
双翅目 カ・ブユ アミカ	な い	通常1対の伸縮性 の肛門鰓がある	-----	頭部は小さく、 しばしばないよ うに見える
膜翅目 ミズバチ	な い	な い	1対の尾状突起	ニンギョウトビ ケラなどの幼虫 に寄生する



<体形の名称>

つかの種類について、体重と体長の関係を対数グラフに示している。

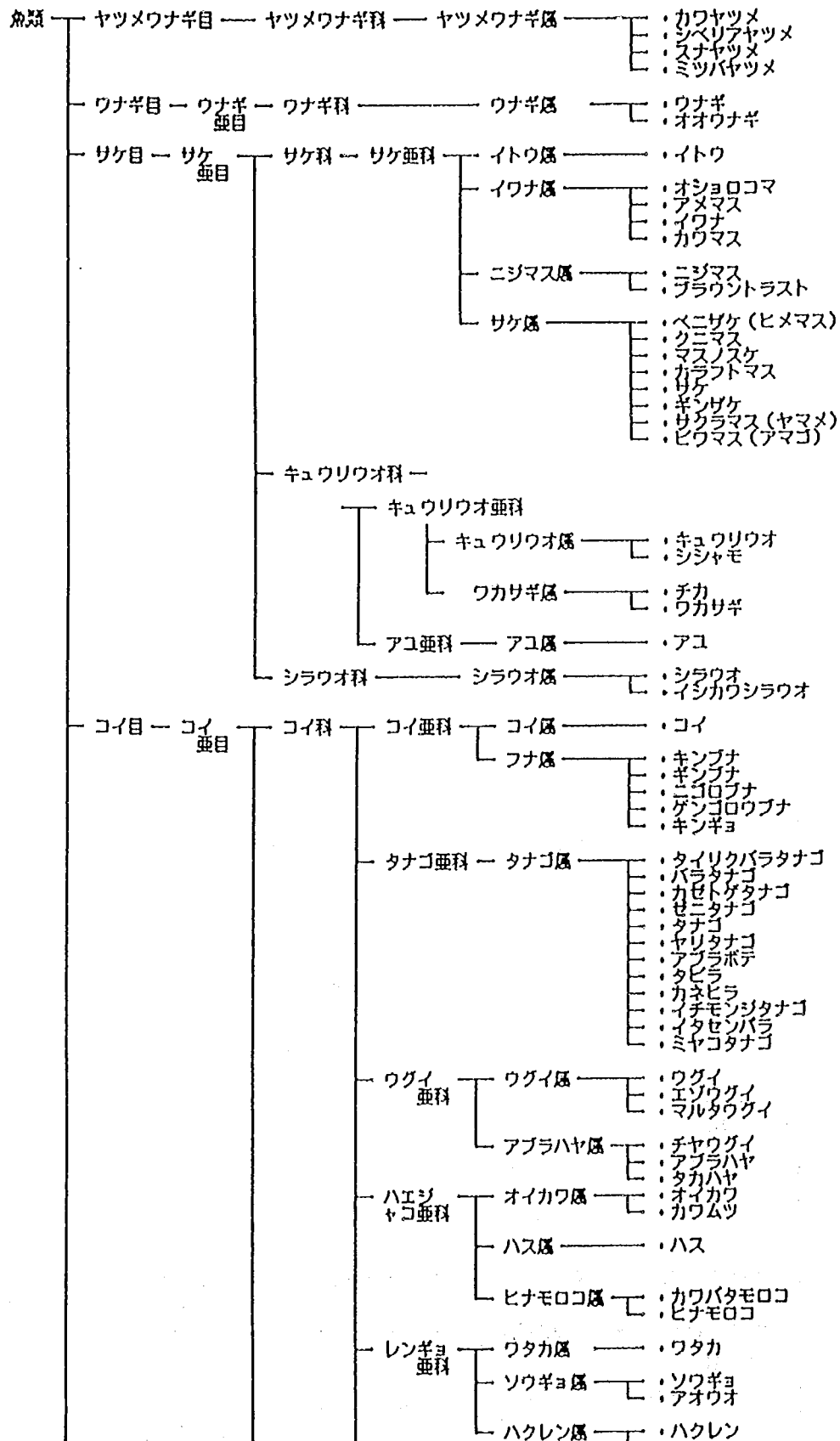
水生昆虫は、河床の石を拾えばいることから採取が容易であり、藻類などに比較して体も大きいことから種の同定が比較的簡単である。水生昆虫の分類方法を表- 3.5 に示す⁹⁾が、現場で同定する場合の参考にしていただきたい。

3.3 魚 類 (表- 3.6)

淡水魚類図鑑^{10) 11)}によれば日本に生息する淡水魚は、約200種である。環境庁の調査によれば、1つの河川には最大で60種程度の生息が確認されている。このように河川に多く生息する魚類であるが、魚類の中には人間との係わりが大きく手厚く保護されている種類もあれば、都市化や改修などに伴って減少あるいは絶滅の危機にある種類まで、人間との係わりは種類によってさまざまである。ここではまずイベント・祭などの親水活動、内水面漁業との関連をみながら、人間との係わりの深い魚類を考えてみる。

当研究室で収集した全国の川に関する祭・イベントの事例で魚類と関係のあるものを抽出したのが図- 3.3 である。収集事例は125件で東北地方を中心として全国的に分布している。地域別に祭り・イベントに登場する魚類をまとめると表- 3.7 のようになる。表から全国的にはアユを対象としたものが最も多く、全体

表- 3.6 淡水魚類の分類



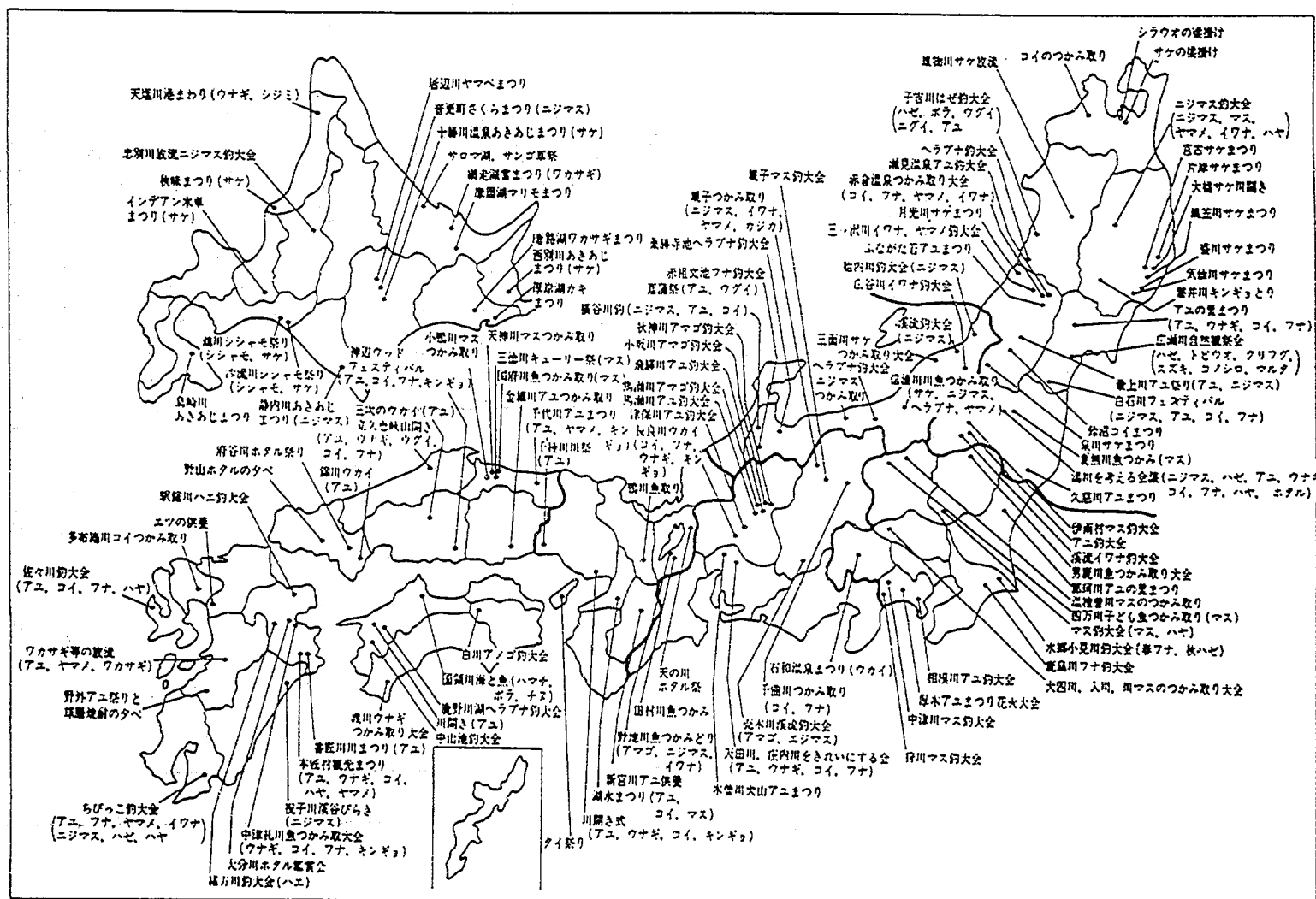


図-3.3 魚類に関する祭・イベント

表- 3.7 祭に出てくる魚類の地域分布

	総数	サケ	アユ	ニジマス	ヤマメ・アマゴ	フナ	コイ	ハヤ・ハエ ウグイ・マルマ	ウナギ	イワナ
北海道	17	⑤		3	1				1	
東北	31	⑤	8	5	3	5	6	4	2	2
関東	15		5	⑤		2		1		1
中部	13		⑤	4	5	2	3			
北陸	10	2	1	1	1	1				2
近畿	9		1	2	1	1	3		2	1
中国	11		⑤	3	1	2	2	1	1	
四国	6		1		1	2	1	1	2	
九州	13		⑤	2	3	4	3	3	2	7
合計	125	20	38	31	16	22	18	10	10	7

○は地区の中で最多の魚種

の約3割を占めている。次いでマス類、サケ、コイなどがよく登場してくる。概ね東北以北ではサケ、以南ではアユが多く、ニジマス、フナ、コイは全国的に分布しているといえる。

次に水産上の重要種であるが、農水省は内水面漁業統計の対象として、表- 3.8 に示す20種類を取り上げている。サケ・マス類の他、アユ、ヤマメ・アマゴ、ウグイ、ウナギなど祭・イベントであげられた魚種とほぼ一致しているのがわかる。これをもとに日本の河川における人間にとって重要な魚種をまとめると表- 3.9 のような13種類になる。この13種を見ると底層魚から上層魚、あるいは上流域にすむものから下流域にすむものまでまんべんなく選んである。よって表- 3.9 に示す魚種から保全計画などのある場所の対象魚を決めるときに最も一般的な種類を選ぶ場合に用いると効果的である。

河川に生息する魚類の上中下流域のすみ分けと行動範囲をみたのが図- 3.4 である。これからイワナは最上流域、ヤマメ・アマゴは上流域、アユとウグイとオイカワは中流域、コイとフナ類は下流域、ボラ、マハ

表- 3.8 内水面漁業統計対象魚種

さつ河性サケ・マス	ワカサギ
サケ類	アユ
サクラマス	シラウオ
カラフトマス	コイ
その他のサケ・マス類	フナ
陸封性サケ・マス類	ウグイ
ヒメマス	オイカワ
ニジマス	ウナギ
ヤマメ	ドジョウ
イワナ	ボラ類
その他のサケ・マス類	ハゼ類
	その他の魚類

表- 3.9 日本の河川の人間活動にとって重要な魚種

イワナ	コイ
ヤマメ・アマゴ	フナ類
サクラマス	ウナギ
サケ	ボラ
アユ	マハゼ
ウグイ	ヨシノボリ
オイカワ	

ぜは汽水域、またサケはさっ河性の代表魚種であると言える。

またこの他に自然保護上の重要魚種も考慮しておく必要がある場合もある。文化財保護法により、国の天然記念物に指定されている淡水魚は次の3種類である。

- ・イタセンバラ (コイ科タナゴ亜科)
- ・ミヤタナゴ (コイ科タナゴ亜科)
- ・アユモドキ (ドジョウ科)

この3種類は分布が限定されていることから、全国的に保全するというのではなく、保全地域で適切な保全を行なうことになる。参考までに環境庁は日本の重要な(自然保護上と考えられるが)淡水魚類として表-3.10のような27種を選定している。

表-3.10 自然保護上重要な魚類

コード番号	魚 種 名	学 名	種略号
1	イトウ	<i>Hucho perryi</i>	Hp
2	オショロコマ	<i>Salvelinus malma</i>	Sm
3	ゴキ	<i>Salvelinus imbrius</i>	Si
4	イシカリワカサギ	<i>Hypomesus olidus</i>	Ho
5	アリアケヒメシラウオ	<i>Neosalanx regani</i>	Nr
6	アリアケシラウオ	<i>Salanx ariakensis</i>	Sa
7	ウケクチウグイ	<i>Tribolodon sp</i>	Tsp
8	ヒナモロコ	<i>Aphyocypris chinensis</i>	Ac
9	イタセンバラ	<i>Acheilognathus longipinnis</i>	Al
10	ニッポンバラタナゴ	<i>Rhodeus ocellatus smithi</i>	Ros
11	カゼトゲタナゴ	<i>Rhodeus atremius</i>	Ra
12	スイゲンゼニタナゴ	<i>Rhodeus suigensis</i>	Rs
13	ミヤコタナゴ	<i>Tanakia tanago</i>	Tt
14	ゼニタナゴ	<i>Pseudoperilampus typus</i>	Pt
15	イシドジョウ	<i>Cobitis takatsuensis</i>	Ct
16	アユモドキ	<i>Letobotia curta</i>	Lc
17	ネコギギ	<i>Coreobagrus ichikawai</i>	Ci
18	イトヨ (陸封型) (降海型)	<i>Gasterosteus aculeatus aculeatus</i>	Ga
19	ハリヨ	<i>Gasterosteus aculeatus microcephalus</i>	Gm
20	トミヨ	<i>Pungitius sinensis</i>	Ps
21	ムサシトミヨ	<i>Pungitius sp</i>	Psp
22	イバラトミヨ	<i>Pungitius pungitius</i>	Pp
23	エゾトミヨ	<i>Pungitius tymensis</i>	Pt
24	オヤニラミ	<i>Coreoperca kawamebari</i>	Ck
25	ヤマノカミ	<i>Trachidermus fasciatus</i>	Tf
26	カマキリ	<i>Cottus kazika</i>	Ckz
27	タナゴモドキ	<i>Hypseleotris bipartita</i>	Hb

(注) イトヨは陸封型と降海型のものを区別すること。

(環境庁：日本の重要な淡水魚類27種の分布状況を調査)

	上 流	中 流	下 流	河 口		中 流	下 流	河 口	沿 岸
	A a 型	A a - B b 型				A a - B b 型			
スナヤツメ		-----			ボ ラ		-----		
タイリクバラタナゴ		-----			セスジボラ		-----		
ミヤコタナゴ					ス ズ キ		-----		
ヤリタナゴ		-----			シマイサキ		-----		
モ ツ ゴ		-----			コトヒキ		-----		
カマツカ	-----	-----			マ ハ ゼ		-----		
タモロコ		-----			アシシロハゼ		-----		
アブラハヤ	-----	-----			ヒメハゼ		-----		
オイカワ			-----		ビリンゴ				
ソウギョ		-----			アベハゼ				
コ イ				-----	ミミズハゼ		-----		
キンブナ					エドハゼ				
ゲンゴロウブナ					ヒモハゼ				
ギンブナ	-----		-----		ギンガメアジ		-----		
キンギョ					ヒイラギ		-----		
ドジョウ					クサフグ		-----		
ホトケドジョウ	-----	-----			サ ッ パ			-----	
シマドジョウ	-----	-----			サ ヨ リ			-----	
ナ マ ズ					マコガレイ			-----	
ギ バ チ	-----				イシガレイ			-----	
ア カ ザ					ササウシノシタ				
ライギョ					キ ス				
チカダイ					ネズミゴチ				
メ ダ カ				-----	クモハゼ				
カダヤシ				-----	サビハゼ				
グッピー		-----	-----		シマハゼ				
ヤ マ メ	-----				アゴハゼ				
ア マ ゴ	-----				ド ロ メ				
ニジマス		-----							
ア ユ				-----					
ウ グ イ	-----								
カ ジ カ									
アユカケ			-----						
カワアナゴ									
チ チ ブ				-----					
ヌマチチブ				-----					
ゴクラクハゼ			-----						
ヨシノボリ									
横斑型			-----						
黒色型	-----								
るり型	-----								
偽橙色型									
ウキゴリ			-----						
スミウキゴリ				-----					
ボウズハゼ	-----			-----					
ウ ナ ギ	-----			-----					

----- 主たる生息域
 ----- 移動可能な範囲

図- 3.4 魚類のすみ分けと移動範囲 (林公義, 1987)

魚種名：フナ類
キンブナ
ギンブナ等

表- 3.11 主な魚類の生息条件

地方名 異 名	マルブナ, キンタロウ (関東), マブナ (関東), ヘラブナ
分 布	日本全国

成長段階		稚 魚	成 魚	産 卵	孵 化 ・ 仔 魚	
形 態		全長15mm程度	1年で体長10cm程度, 2年で15cm程度 最大30cm程度		ふ化時全長5mm程度	
季 節		ふ化後40日～50日	一年中	3～8月, 高知5月中旬, 東京6月中旬	3～10日でふ化	
河 床 型			Aa 型以外のあらゆる水域に住める。		ヨシ帯の内部で表層・中層を遊泳する。	
生 活 様 式	水 温				15～25℃でふ化	
	食	動物プランクトンや付着藻類を食う。	雑食で底生動物：藻類を食う。 湖では浮遊植物	付着藻類を食べる。	動物プランクトンなど	
	住			水面に浮いた水草, 水につかっている 草やごみなど表層から底層までどこで も産み付ける。		
必要 条件 と 重 要 度 の 考 え 方	生息 条件 と 重 要 度	流速				
		水深	淵には水深があるほどよい。 (1m以上)	△	産卵場のみ水深50cm程度あると よい	△
		水面 幅	産卵場のみ, 岸の水草までの水面 幅があればよい。 △		岸の水草までの水面幅があると 良い。 △	産卵場のみ岸の水草までの水面幅 があればよい。 △
	設定 流量 と 配 慮 事項	水面幅	淵の水深 に配慮		コイ, フナ, モロコ等の産卵場とほぼ 同じである。人工産卵のための魚巢も 有効。	水面幅
水 質						
利 用 その他			煮びたし, 甘露煮, 特に冬がよい。 ヘラブナは食べない。			

魚種名：コイ

地方名 異 名	マゴイ、ジゴイ（野生のもの） ヤマト（養殖放流のもの）
分 布	全国各地に分布している

成長段階		稚 魚	成 魚	産 卵	孵 化 ・ 仔 魚	
形 態		全長20mmでひげが一对生える。	1年で10～15cm, 2年で18～25cm 3年で25～35cm, 4年で30～40cm 最大1mにもなる。		卵径：1.4～1.7mm 全長：5.0～5.6mm	
季 節		ふ化後約30日 夏～秋	一年中	関東以西は4～7月 網走では7～8月	受精後2～12日でふ化 夏～秋	
河 床 型		Bb, Bb-Bc, Bc	Bb型, Bb-Bc移行型, Bc型		Bb, Bb-Bc, Bc型	
生 活 様 式	水 温		7℃以下では活動しない。	18～22℃	14～30℃でふ化	
	食	ユスリカ類を食うものが多い。	底生動物、泥土の底生藻類、 貝類を特に好む。		浮遊動物や付着生物を食う	
	住	水草の多い死水域を好む	中流では大型の淵、下流域や池、沼で は全面、冬はやや深い部分に集まる。	浅い池の岸や水の停滞した川岸 水草の水面に近い部分	水草の多い死水域を好む。	
必要 流量 の考 え方	生息 条件 と重 要度	流速	淀んでいるところを好む。	×	深瀬型	×
		水深	中流の淵では深いほどよい。	○		
		水面 積	産卵場のみ岸の水草付近まで水面 幅があればよい。	○	岸の水草付近まで水面幅が必要	○ 産卵場のみ岸の水草付近まで水面 幅があればよい。
	設定 流量 と配 慮事項		深いほどよい			
水 質						
利 用 その他			コイこく、あらい、中華料理。血液は 強壮剤として使用。観賞用もある。			

魚種名：アユ

地方名 異 名	アイ（全国）
分 布	本来は北海道西部，本州，四国，九州，沖縄

成長段階		稚 魚		成 魚		産 卵		孵 化 ・ 仔 魚		
形 態		翅上時の体長は5～8cm程度		体長は18～30cm程度				卵から10～20日前後でふ化 ふ化直後は体長6mm程度		
季 節		春 日本中部で3～5月		夏～秋		北方で8月下旬 南方で12月中旬		秋～冬		
河 床 型		河口→Bb - Bc 移行型付近		Bb型, Aa - Bb 移行型 秋, 増水のたびに下流に向かう。		中流域より下流 Bb - Bc 移行型		Bb - Bc 移行型から下流→海		
生 活 様 式	水 温	海での生息適温は13～18℃であり, 川 と海の水温が接近し始めると川に上る				15～18℃が盛期, びわ湖産のものは1 か月早く産卵し, 水温17～20℃が盛期				
	食	海では半底生の浮遊動物を食う。翅上時 は藻や水生昆虫		主に瀬の礫の上で藻類を食う				有機物破片を食う		
	住	沿岸→川		早瀬, 平瀬, 淵の順に条件が良い。条 件の良いところでは強いアユがなわば りを作る1尾/1m ² 。淵では群れアユが 多い。夜は淵で休む。		砂礫底で軟質, 礫径1～25mm程度 「浮き石」の状態		ふ化後直ちに降海, 海では昼は表層, 夜は底層に分布する。		
必 要 条 件 と 考 え 方	生息 条件と重要 度	流速	体長5～9cm程度の稚アユの好む 流速は40～70cm/s	△	瀬から淵に勢いよく水が流れてこむ ことが必要	○	深瀬型: 表面流速2m/s程度 浅瀬型: 60m～120cm/s	◎	流れがあればよい。	×
		水深	翅上時は水深浅いところを通る	×	淵にはある程度水深が必要 (1m以上), 深い程良い。	○	深瀬型: 1m 浅瀬型: 30～60cm	◎		
		面幅			瀬では水面幅は広い方が生息面積 が増える。	○				○
	設定流 量と配 慮事項		水がきれなければ良い。		「瀬切れ」をせず, 淵にも水深が十分 ある。流量, 水面積が急激に減少する 流量以上は必要。		平均流速×平均水深×水面幅。 滋賀県人工河川では流速50cm/s, 水深 20cmを基準としている。		水面幅を確保。卵が干上がらないよ うに, ふ化後には産卵場所, 産卵期 と同程度の水面幅が必要	
水 質				3～5ppm程度						
利 用 そ の 他				塩焼きが美美 世界で2番目においしい淡水魚という						

魚種名：サケ

地方名 異 名	アキアジ、シロザケ、トキシラズ (回遊の経路が異なる系統群により区別する名称)
分 布	日本海側：福岡県以北 太平洋側：利根川以北

成長段階		稚 魚	成 魚	産 卵	孵 化 ・ 仔 魚
形 態		川を下りながら成長、体長6～10cmに達すると沖合へ出ていく。	群れをつかって北方の海洋を回遊、3～5年で成熟、60～80cm		孵化直後の全長20cm程度、全長40cm程度で産卵床から出て海に下り始める。
季 節				北方ほど早く、2系統がある。 夏季群の盛期8～10月、秋季群の盛期9～12月	冬～春
河 床 型		川→海	海	海→川 Bb型、Bb-Bc移行型	
生 活 様 式	水 温				12～3℃
	食	水生昆虫や半底生の浮遊動物	大型浮遊動物、小魚、イカなど	川では餌をとらない。	
	住	岸のよどみなど1日平均2kmずつ下流へ移動	北方の海洋で回遊	生まれた川へ戻って来る。石礫底の湧水のある場所	
必要 条件 の 考 え 方	生息条件と重要度	流速		20cm/s程度	◎
		水深		30cmたらず	◎
		水面幅			
	設定流量と配慮事項	流れがあればよい。		水面幅×流速×水深 産卵場所の水面幅を確保	
水 質 (BOD)					
利 用 その他			刺身、塩焼き、荒巻サケ、美味	排卵直前のイクラも美味	

魚種名：ヤマメ
アマゴ
サクラマス

地方名 異 名	マス、ホンマス（全国）、イタマス、ヤマベ（北海道、東北）、スキノコ（青森） シマメ（長野）、アメコ（関西：アマゴと混称）
分 布	北海道全域、神奈川県酒匂川以北の太平洋側 本州の日本海側全域、九州の日本海側

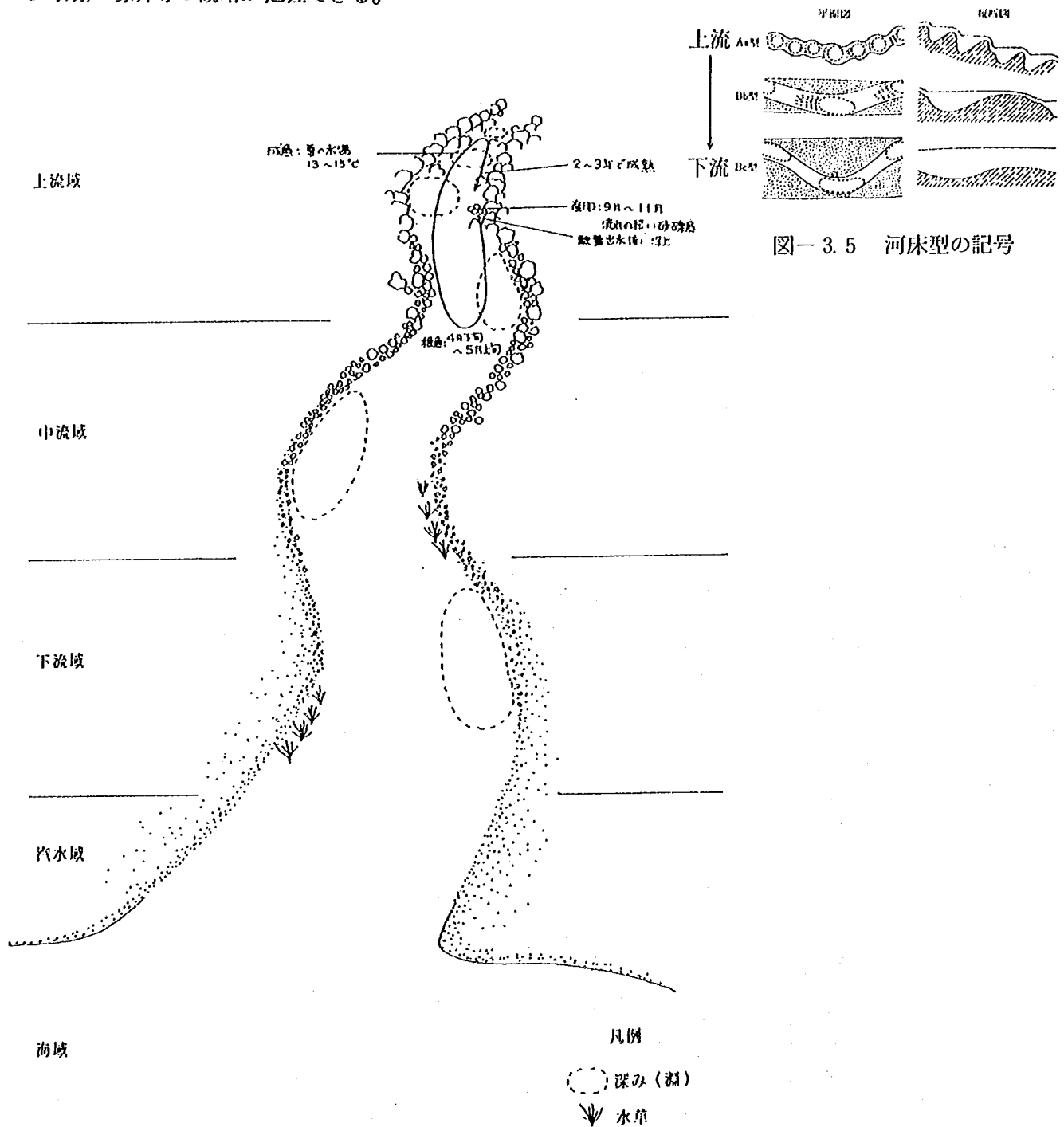
成長段階		稚	魚	成	魚	産	卵	孵 化 ・ 仔 魚		
形 態				1年半で10～20cm 1～2年で成熟し、その後数年生きる。		河川に残留していたものは翌年も産卵するが海から上がったものは産卵後に死亡。		前期仔魚期は産卵床内で過ごし、翌春4～5月に浮上する。		
季 節		春～夏		夏～秋、1年中		北海道で8～9月、北陸で9～10月、九州10～11月、その地域の紅葉の初期から最盛期に相当する。		春		
河 床 型		Aa - Bb 移行型		Aa 型からAa - Bb 移行型、イワナよりは下流、降海して海で1年過ごすものもある。		Aa - Bb 移行型		Aa - Bb 移行型 海に下るものもある。（サクラマス）		
生 活 様 式	水 温			冷水域		9～13℃で盛ん。		6～15℃		
	食	主として流下する水生昆虫		落下あるいは流下する陸性・水生昆虫、甲殻類、小魚も食う。				水生昆虫		
	住	開けた瀬に多い。縄張を持つ。 次の年の3～6月に海へ下るものもある。		比較的開けた場所、河川の冷水域、淵の石の下などに隠れる。		流速のある浅瀬、礫底 礫径0.5～5cm		産卵床内		
必要 条件 と 考 え 方	生息条件と重要度	流速		△		△	20～50cm/s程度	◎		△
		水深		○		○	10～30cm程度	◎		△
		水面幅		△		△		△		△
	設定流量と配慮事項	水があればよい。		瀬に水深5cm程度の水があればよい。		水深×流速				
水質(BOO)				2 ppm以下						
利 用 そ の 他				ヤマメは極めて美味、塩焼きがよい。						

魚種名：イワナ

地方名 異 名	キリクチ（吉野熊野），イモウオ（福井），ゴギ（鳥取），ニッコウイワナ，ヤマトイワナ ムハンイワナ，ナグレモンイワナ
分 布	日本海側：津軽半島～鳥取県日野川 太平洋側：久慈川～熊野川および兵庫県千種川

成長段階		稚 魚	成 魚	産 卵	孵 化 ・ 仔 魚	
形 態		ふ化後60日前後で全長25mm程度の稚魚となる。	1年で13～16cm，2年で16～22cm 3年で17～25mm，普通2～3年で成熟		ふ化直後の仔魚は全長10数ミリ	
季 節				9月下旬～11月上旬 その地方の紅葉盛期にはほぼ一致	浮上期は融雪増水よりあと（北日本）	
河 床 型		Aa型，Aa－Bb移行型	川の最上流部Aa型 Aa型，ヤマメより上流	Aa型，Aa－Bb移行型	Aa型，Aa－Bb移行型	
生 活 様 式	水 温		夏の水温が13～15℃以下のあたりが分布の下限	10.5℃～7℃で盛ん	積算温度420℃前後でふ化	
	食	水生昆虫などを主に摂取	水生昆虫・陸生昆虫の流下・落下するものを食う他，小魚やヘビをも吞み込む。	小量ながら摂取する		
	住	産卵場付近の岸よりの礫の隙間	ヤマメ，アマゴと共存する場合は淵寄りに住み，またそこに近い所に住む傾向が強い	川幅2m程度以下の枝谷に集まり，瀬脇などのやや流れのゆるい場所の砂礫底		
必要 流量 の 考 え 方	生息条件と重要度	流速				
		水深	5cm以下のところにいる。	△	水深5～10cm程度	△
		水面幅			4～24cm（由良川）	△
		設定流量と配慮事項	水があればよい。		瀬に水深5cm程度の水があればよい。 川の最上流部であり，水がきれなければよい。	産卵場所の水深を考慮。 水があればよい。
水 質 （BOD）			2ppm以下			
利 用 その他			塩焼き，フライなどにして美味。			

次に代表的な魚類の生態をまとめる。ここでは生態や生活史がある程度把握されているフナ類、コイ、アユ、サケ、ヤマメ、イワナ等について述べる。数々の文献（文献10など）をもとに各魚種別の生活様式、生息条件をまとめたのが表- 3.11である。ただし表中の河床型は、生物関係でよく用いられる瀬と淵を基本とした形態区分である。それは図- 3.5 のようにAa型は河川の上流部、Bb型は中流部の上流側、Bc型は中流部の下流側と下流部に見られるものであるとされている。また主な移動魚について、その生活史をまとめたのが図- 3.6である。これから各魚類について河川改修に伴う影響等を把握する場合において、考慮する時期、場所等の概略が把握できる。



—イワナ—

図- 3.6 主な魚類の生活史

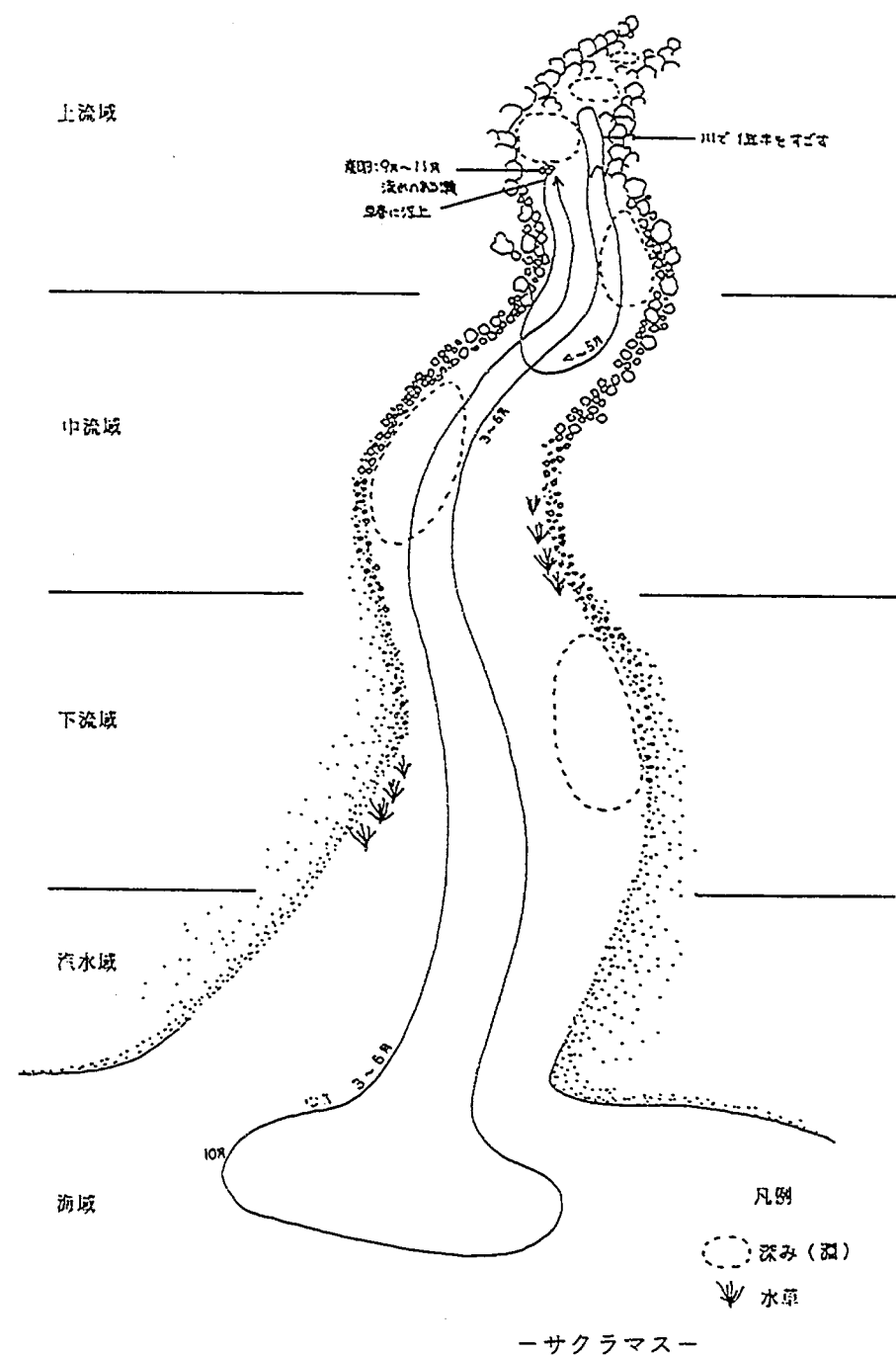
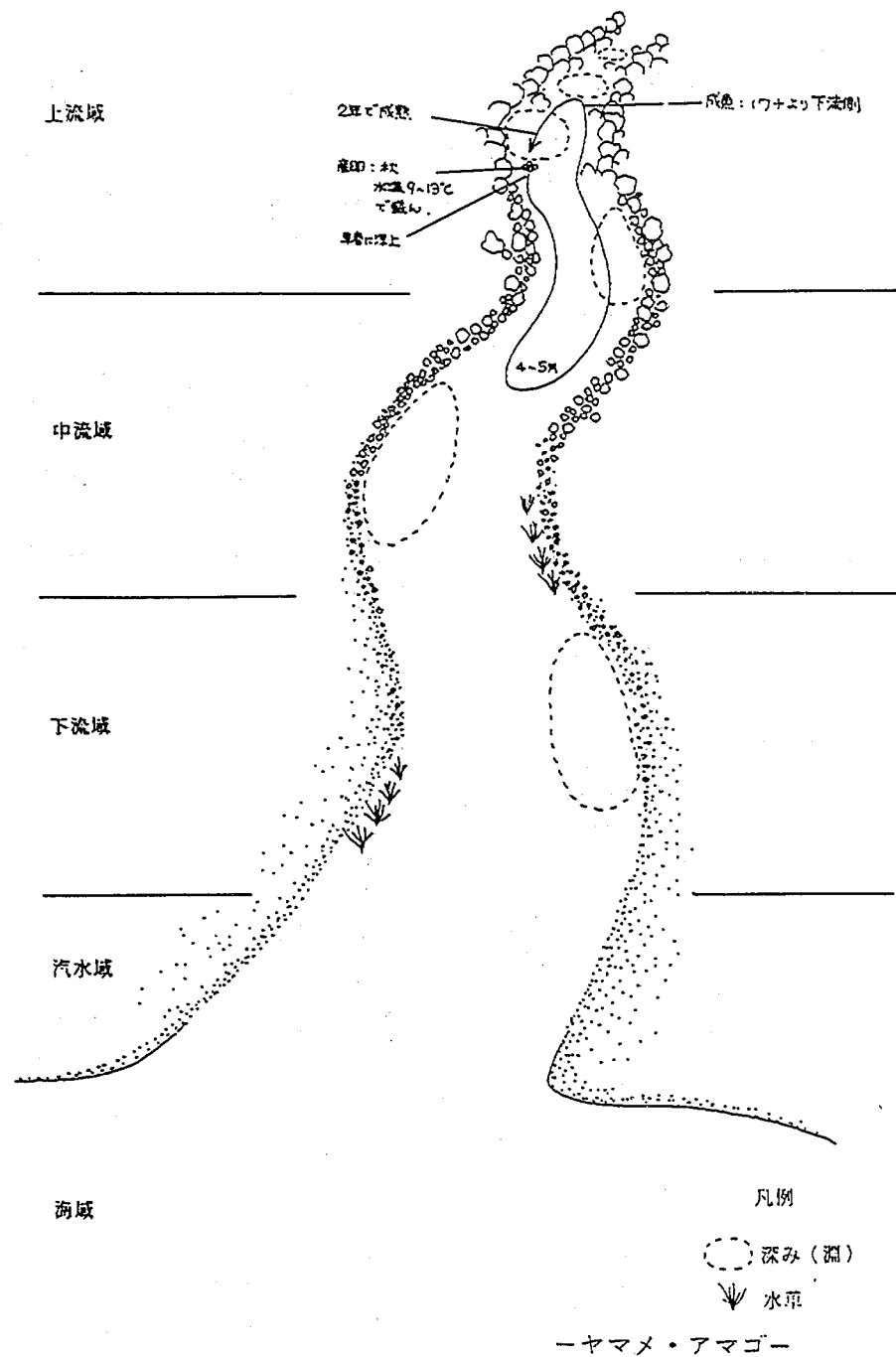
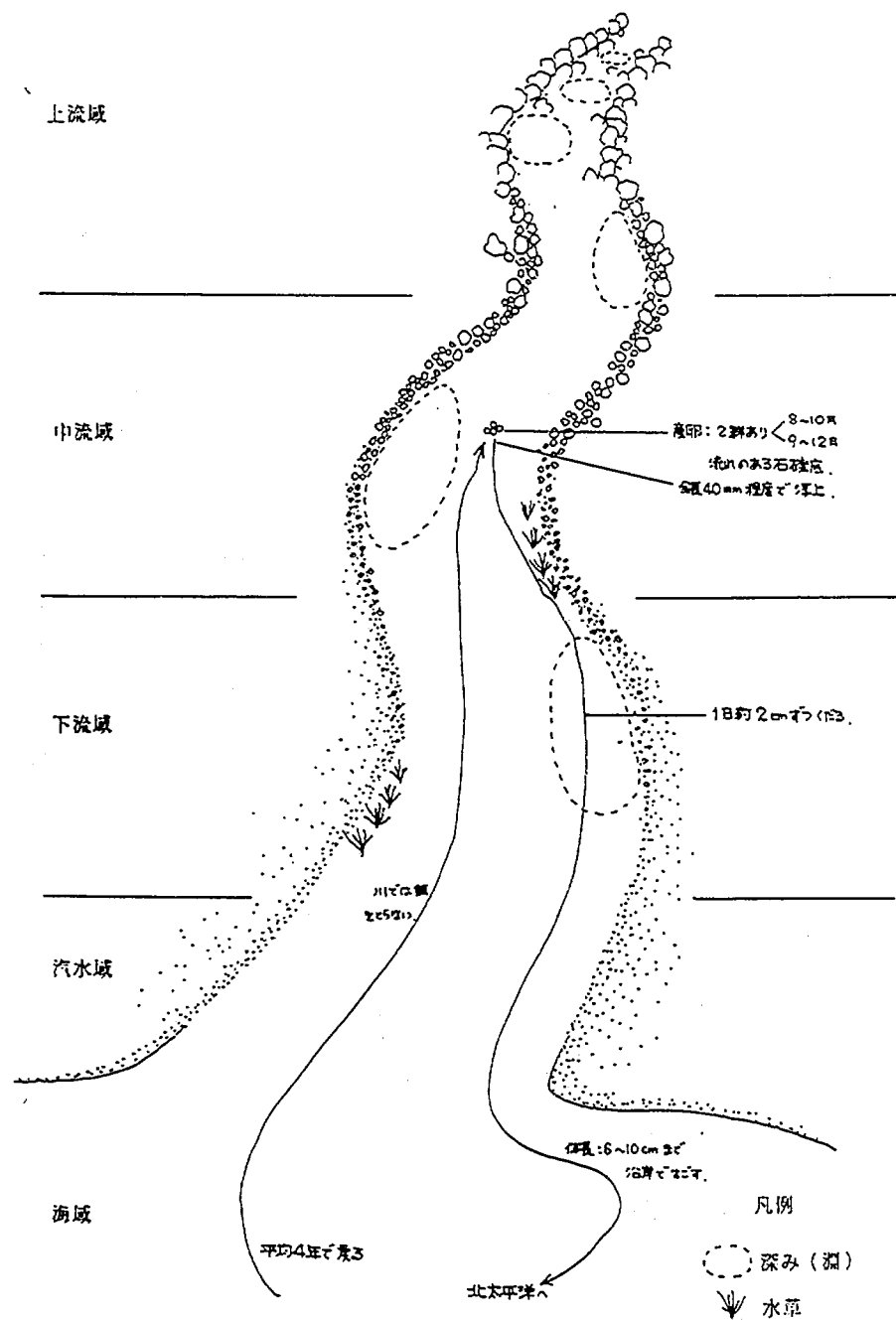
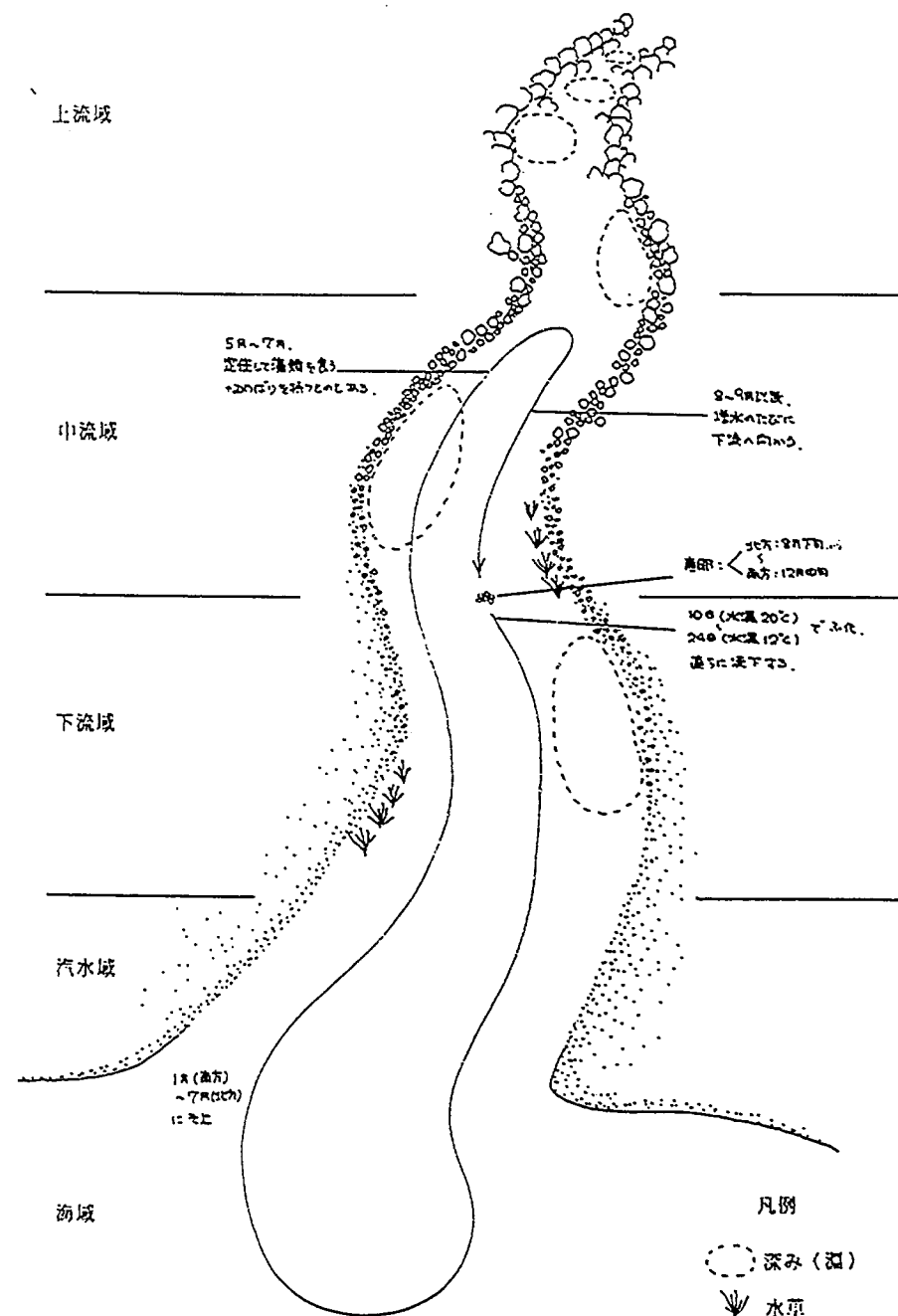


図-3.6 主な魚類の生活史

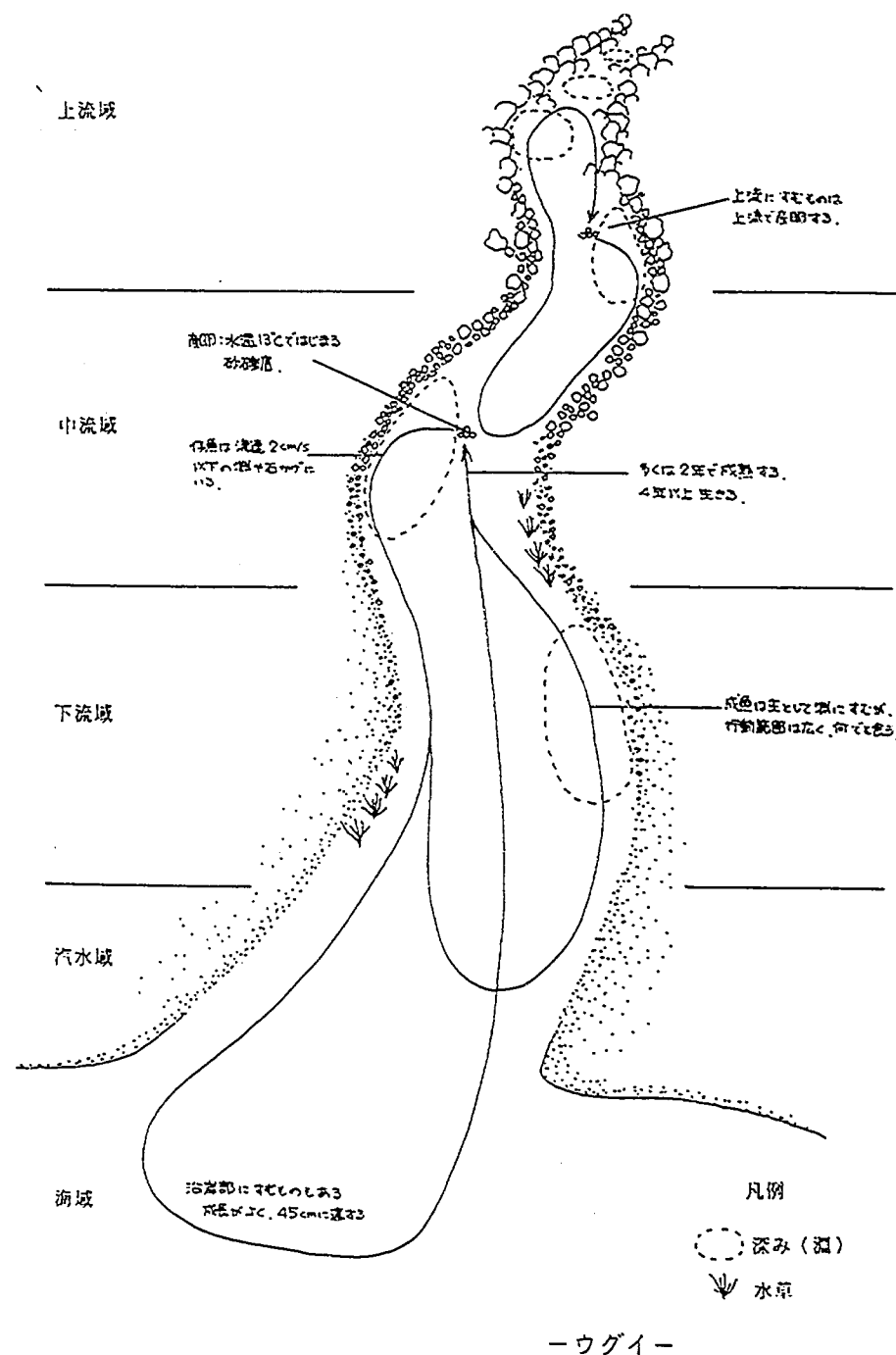
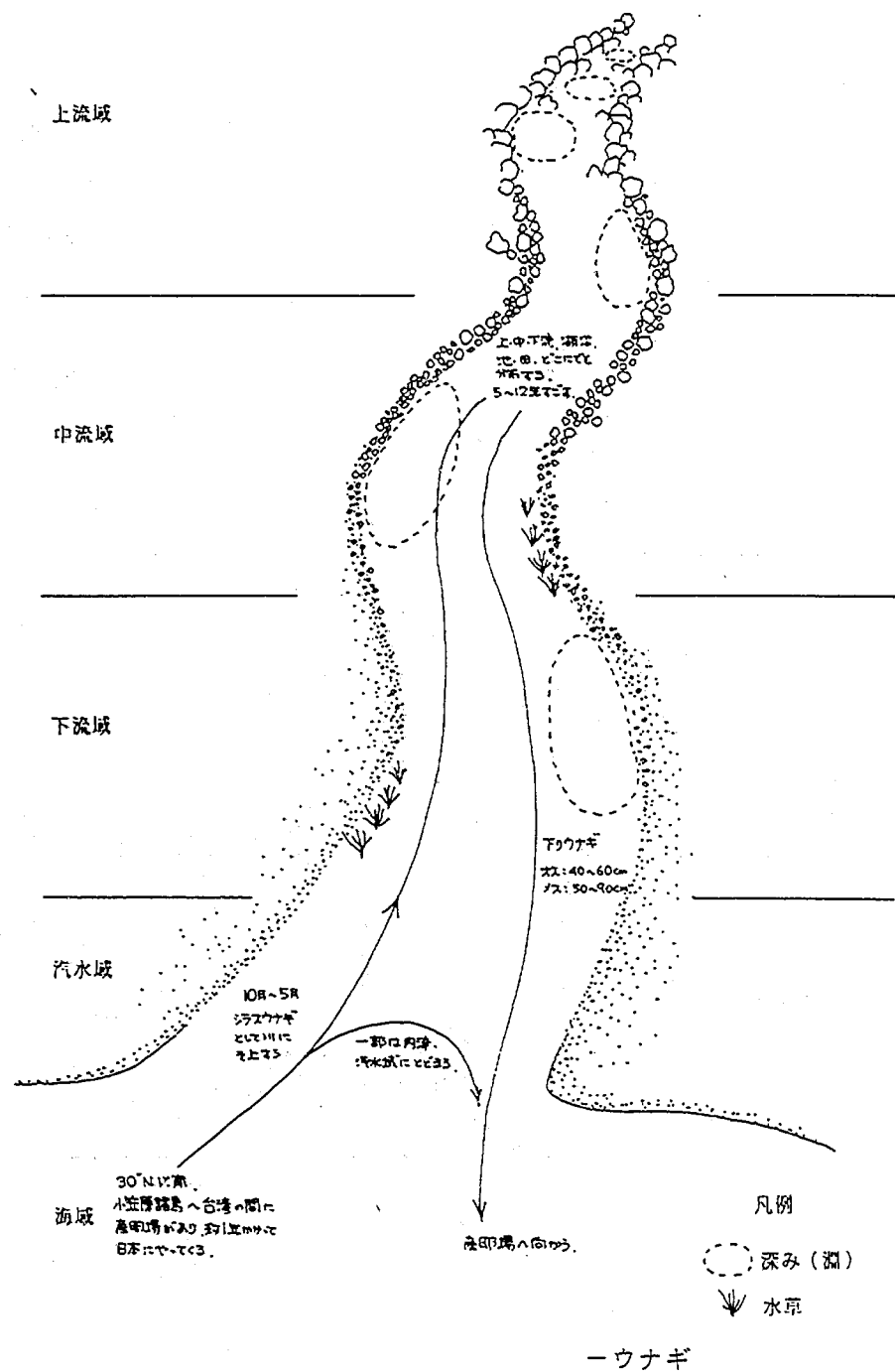


—サケ—

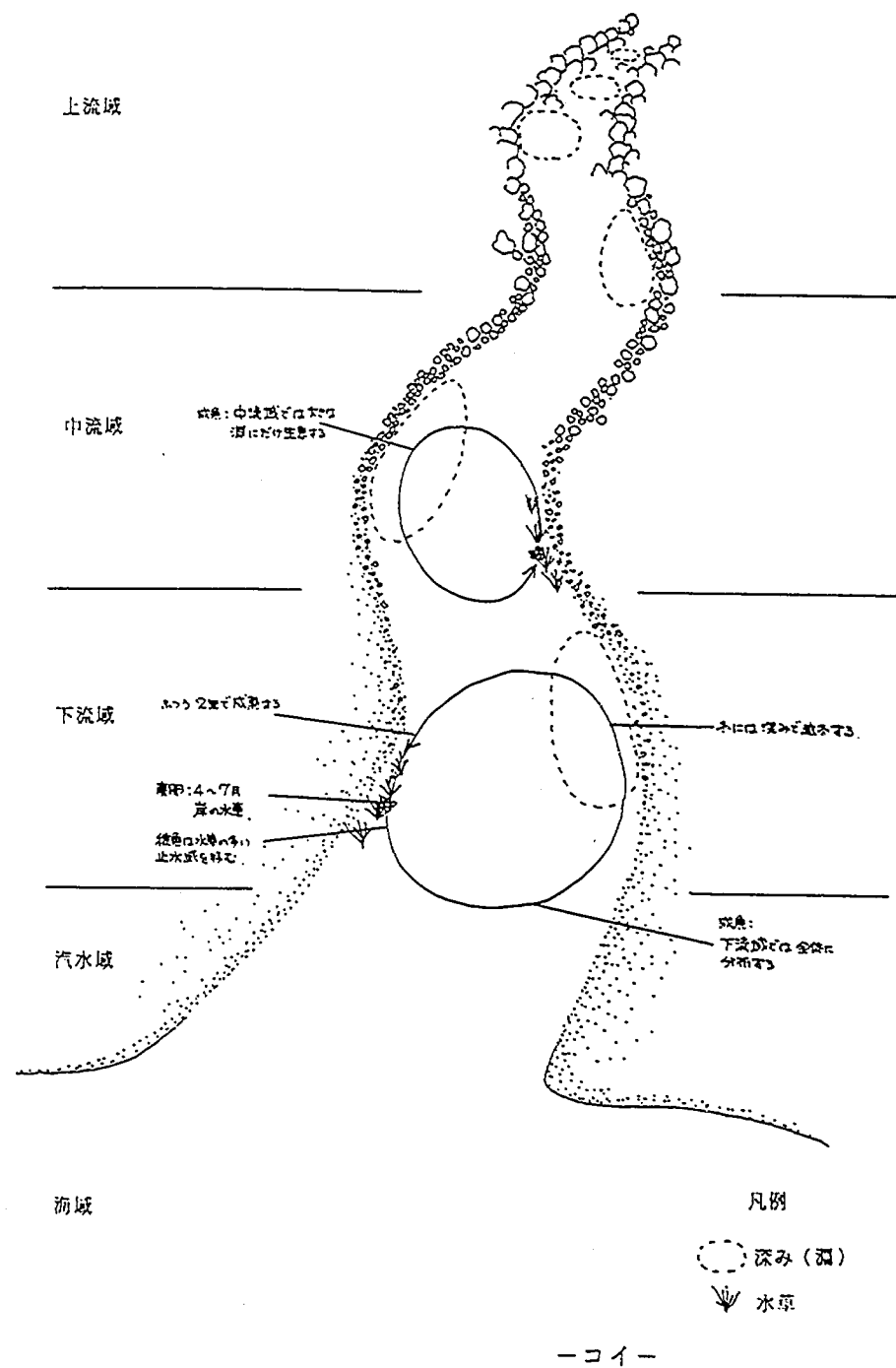
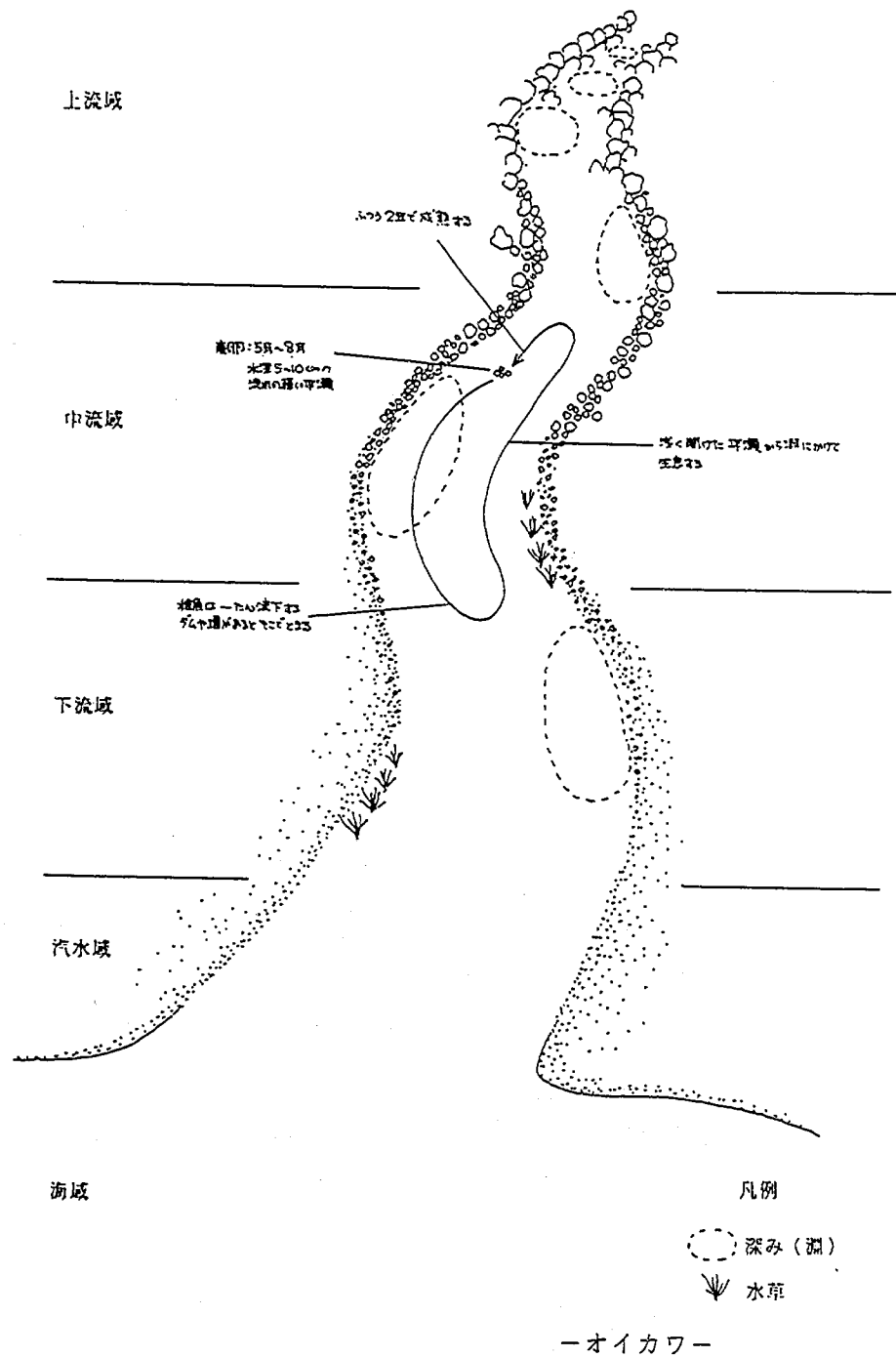


—アユ—

図-3.6 主な魚類の生活史



図一 3. 6 主な魚類の生活史



図— 3. 6 主な魚類の生活史

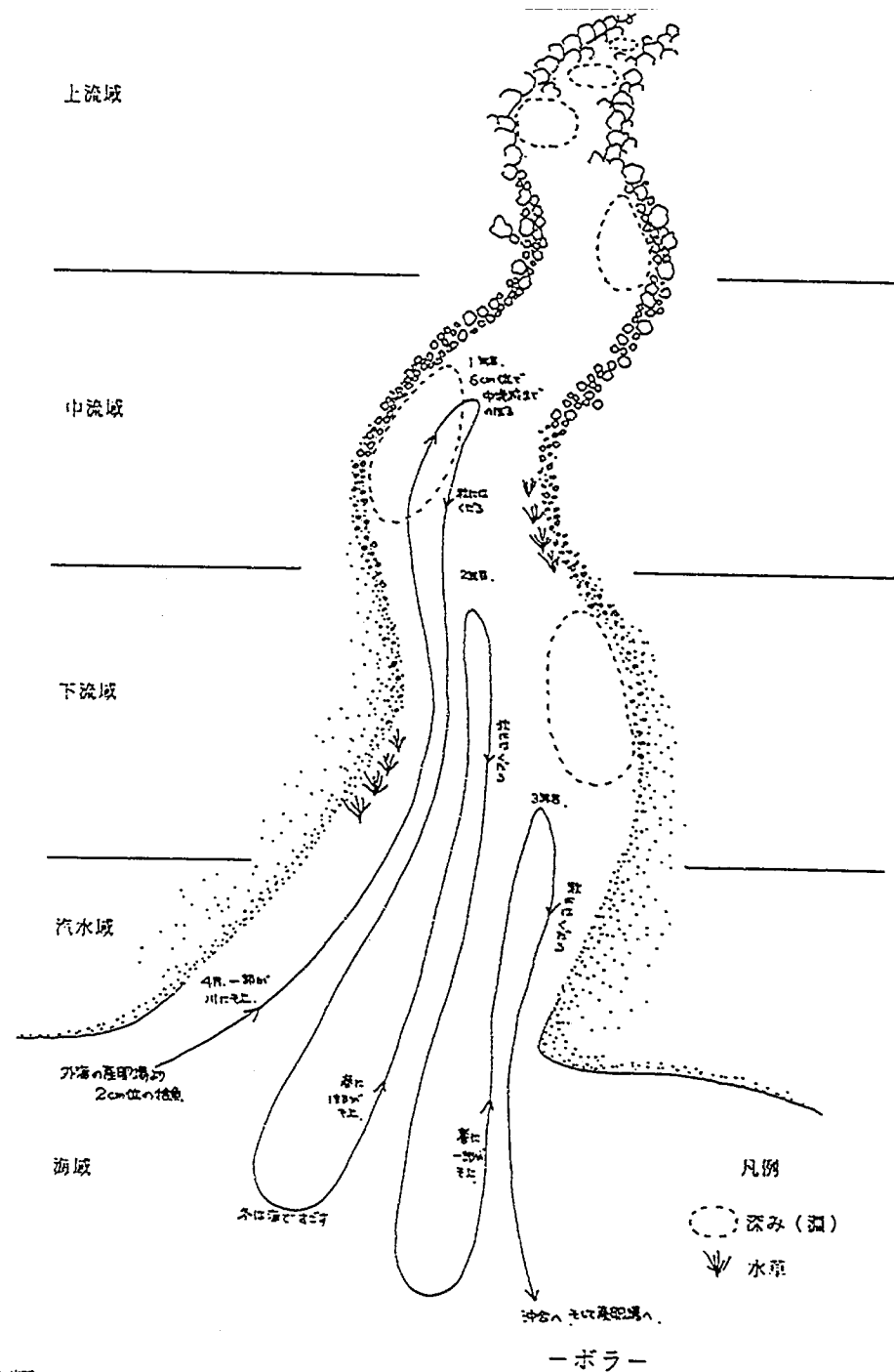
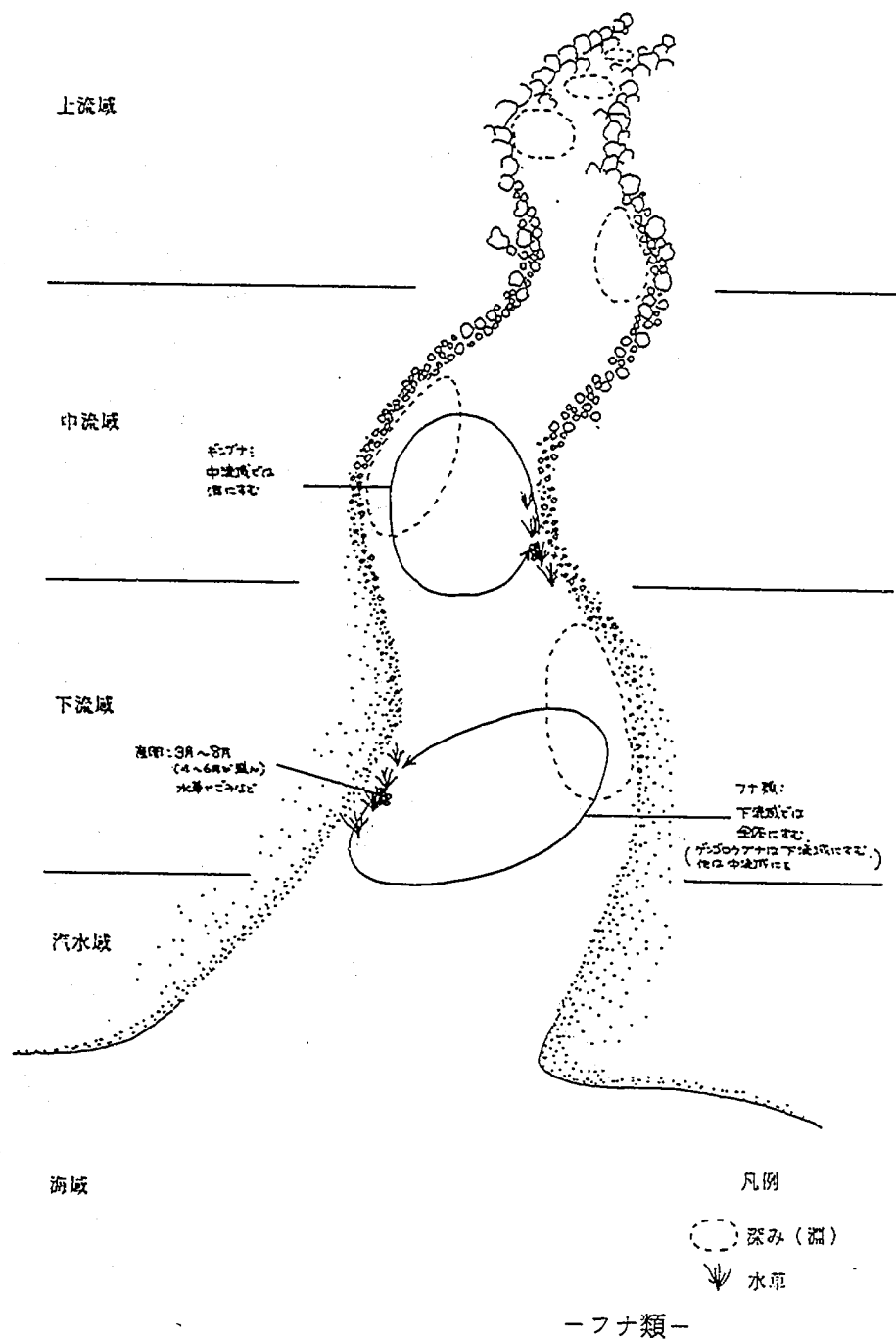
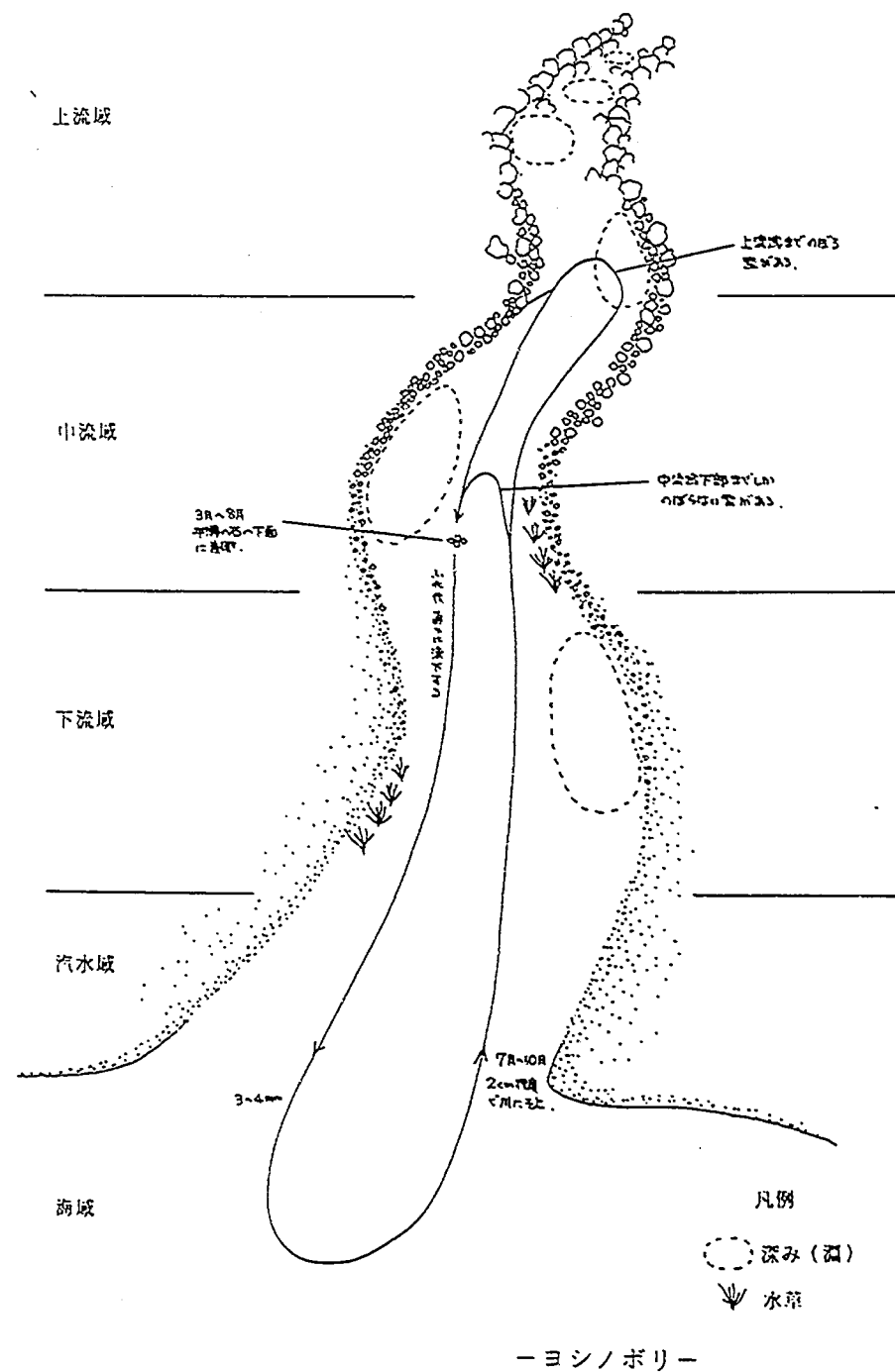
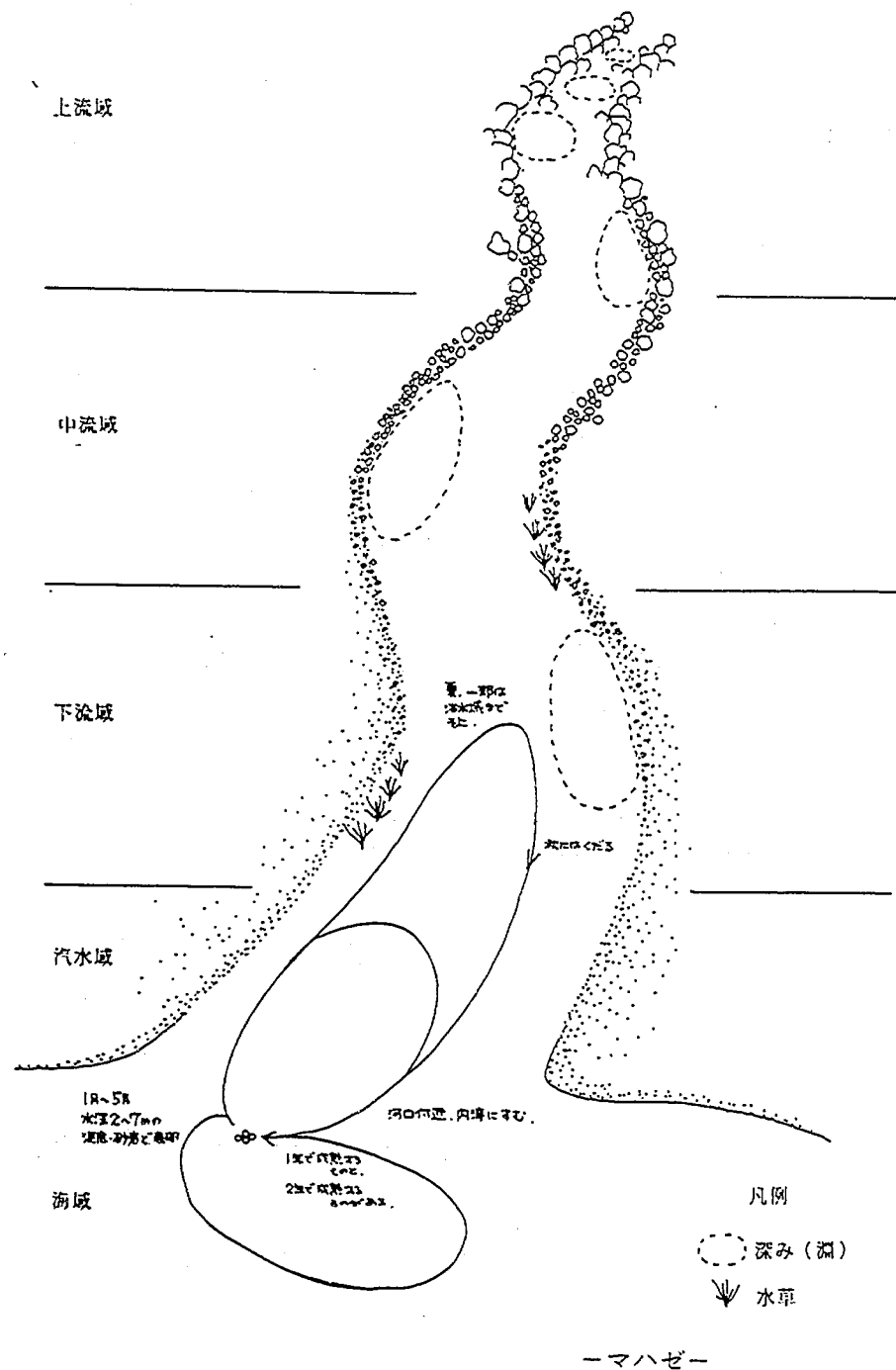


図-3.6 主な魚類の生活史



図一 3. 6 主な魚類の生活史

3.4 陸上・河岸植物

植物は河川において、魚類や鳥類などの動物に生息空間を提供するとともに、目につきやすいということから自然景観に彩りを添えるという重要な役割を果たしている。また堤防に芝が張られるように治水的効果も有している。このような河川における植生の機能をまとめたのが表－3.12である。それぞれの植物の特徴を説明すると、

表－3.12 河川の植物の生態的機能（桜井善雄 1988 を変更）

生物学的機能		樹林	湿地植物群落	抽水植物群落	浮葉植物群落	沈水植物群落	藻類
植物の生産と分解	有機物の生産	●●	●●	●●	●●	●●	●●
	湖水との酸堿のやりとり			●●	●●	●●	●●
	湖水とのN.Pのやりとり			●●	●●	●●	●●
	底泥からのN.P吸収			●●	●●	●●	●●
	向底・漁業への障害			●●	●●	●●	●●
生物群集の維持	水鳥類と魚類への食物供給	●●		●●	●●	●●	●●
	底生生物への食物供給			●●	●●	●●	●●
	底生生物の産生基体			●●	●●	●●	●●
	魚類・エビ類の産卵と幼生の発育場所			●●	●●	●●	●●
	昆虫類・両性類などの生息場所			●●	●●	●●	●●
湖水浄化	有害物質の吸収		●●	●●	●●	●●	●●
	底生生物による有機物の分解		●●	●●	●●	●●	●●
	透光による植物プランクトン抑制		●●	●●	●●	●●	●●
	N.P吸収による植物プランクトン抑制		●●	●●	●●	●●	●●
	浮遊物の沈降促進		●●	●●	●●	●●	●●
保食防止	波浪の抑制		●●	●●	●●	●●	●●
	繁殖作用による湖岸の侵食防止		●●	●●	●●	●●	●●
	家畜の飼料と肥料の供給		●●	●●	●●	●●	●●
	生活用品の材料の供給		●●	●●	●●	●●	●●
	水辺景観の形成	●●	●●	●●	●●	●●	●●

●●はその機能が存在することを、●はそれより劣るが存在することを示す。

抽水植物：水中の土の中に根を張り、茎や葉を水面より上に出す植物

浮葉植物：水中の土の中に根を張り、水面に葉を浮かべる植物

沈水植物：水中の土の中に根を張り、茎や葉も水中に沈んで育つ植物

浮漂植物：根が土の中に張らないで、全体が水面に漂っている植物

湿生植物：水辺の湿った土地を好んで生育する植物

河原の植物と樹木：通水性のいい河原では、乾燥に耐えなかつ洪水にも耐えうる植物が生育するとなる。これから、浮漂植物を除けば植物にとっては土が必要であることがわかる。

河川にとって、植生は多様性のある場所を形成するということでは最も重要な生物である。これは例えば土壌、冠水頻度、水位などの条件が場所により異なるのに伴って、大きな木からシバやツルなどの草まで、さまざまな植物が育つ可能性があるということである。よってある場所の植生は、多くの種類で構成される植物群を形成し、そのうち代表的な種の名前をとって、一般に○○群落と言われている。

次に河川の植生について具体的にみてみる。河川に生息する植物は、上中下流域の違いや水際線からの距離などにより出現する種類が異なっている（図－3.7¹²⁾、図－3.8¹³⁾）。

また頻繁に砂れきが移動する河原では裸地のままで植物が育ち難い。このように植物は洪水頻度をみる目安にもなる。植物は放っておくと遷移していく。始めは一年草が育ち、次に多年草、最後は樹木になる。しかし河川は洪水が頻繁に起こる場所であるから、植物も増水と減水を繰り返しながら生育することを強いられるため、陸上に比較して生育できる種類はある程度限定されてしまうことになる。例えば、新しい湿った

	上流域的	中流域的	下流域的	河口域的
植物群落	1. 木立ナギ			
	4. ツルヨシ			
	9. カワラハハコ			
		5. ススキ		
		2. ニセアカシア		
		6. オギ		
			7. ヨシ	
				8. シオクク
				10. ヒイラカアワダチソウ
河床	深い	ふつう	浅い	浅い(淀みすることもある)
河床	石・砂	砂・泥	砂・泥	泥・砂

図- 3.7 河川の上中下流域の植物群落の分布¹²⁾

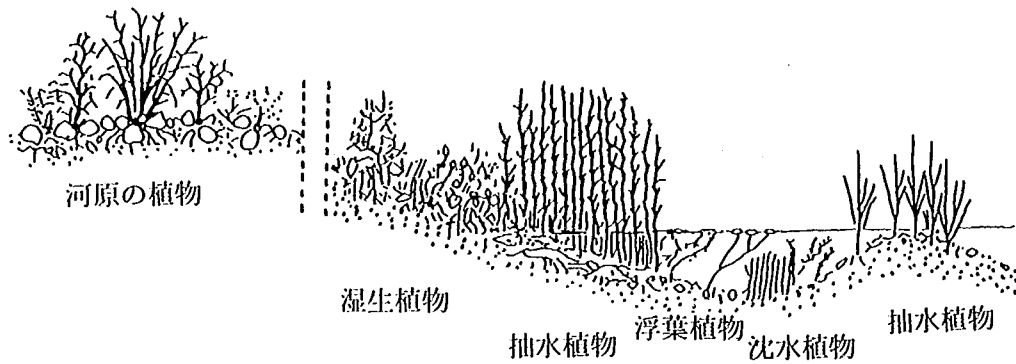


図- 3.8 植物の横断的な生息場所 (中・下流部)¹³⁾

裸地ではアメリカセンダングサやイヌエビなどの一年生植物がまず生育し、その後イネ科やスゲ類の多年生植物が優先する群落に変化していく。

以上のように河川の植物は横断的な場所、縦断的な場所の条件の違いにより、さまざまな植物群落を形成しており、河川の多様性をはかる物差しともいえるのである。

3.5 鳥 類 (表- 3.13)

日本には約500種類の野鳥が生息しており、一般に移動力が大きく、また季節的に分布が異なるという特徴がある。鳥類は移動のしかたからみて次のように分類できる。

- ① 留鳥：ある地域で1年中見られる鳥
- ② 標鳥：日本国内で季節によって移動する鳥
- ③ 夏鳥：春に南からやって来て日本で繁殖し、秋に南へ帰る鳥
- ④ 冬鳥：秋に北からやって来て日本で越冬し、春に北へ帰る鳥
- ⑤ 旅鳥：春と秋の渡りの途中で日本に立ち寄る鳥

このうち、ここでは対象とする鳥類として日本で繁殖する可能性のある留鳥、標鳥、夏鳥を考える。

表- 3.13 日本に生息する主要な淡水性鳥類の分類

		主 要 生 息 地	主 要 食 性
カワサリ目 — カワサリ科		カワサリ (湖沼や池に生息、北海道では夏鳥、本州以南では留鳥、26cm)	小魚
		フナリカワサリ (北日本の湖沼や河川で繁殖、冬季に飛来、以下同、47cm)	"
		カミカワサリ (" " 56.5cm)	"
ベリカ目 — ウ科		カウ (湖沼、堀、河川に周年生息、瀬川いのはかりで外洋性、82cm)	魚
コナリ目 — キ科		ヨコイ (水田、湖沼、池、沼沢、河原等の沼やコに生息、36.5cm)	小魚、昆虫、カガ等
		オホヨコイ (本州以北の沼原や丈の長い草原に生息、39cm)	"
		ミコイ (北海道を除く全国をよく繁った山地に生息、夜行性、49cm)	"
		ゴイキ (" " 57.5cm)	"
		サコイ (" " 52cm)	"
		フナキ (関東以南の湿地や草原に生息、50.5cm)	"
		ゲイキ (本州以南、90cm)	"
		チウキ (宮城県以南、68.5cm)	"
		コキ (宮城県以南、61cm)	"
		フナキ (主に近畿、中部、北陸に生息、93cm)	"
コナリ科		コナリ (日本では絶滅、稀に大陸より迷鳥として飛来、112cm)	"
ト科		ト (稀に大陸より迷鳥として飛来、99cm)	"
		ト (最後の増殖が試みられているカササギ前、77cm)	小魚、カガ、サリガニ、貝
		カササギ (稀に大陸より迷鳥として九州有明海へ飛来、68cm)	"
		ベササギ (沼沢地や沼原、水田等に生息、86cm)	"
クロサベサギ (" " 80cm)	"		
ガンカ目 — ガンカ科	ガン属	マガン (本州中北部の沼沢や水田に飛来越冬、72cm)	底生の水生植物や穀類
		ヒナ (" " 83cm)	"
		サカサガ (" " 87cm)	"
		コガ (函館湾、陸奥湾、松島湾に飛来越冬、61cm)	"
		カガモ (全国の湖沼や河川、水田に飛来、留鳥、60.5cm)	植物を主食とする雑食性
		マガモ (全国の湖沼や河川、水田に飛来、冬鳥、59cm)	"
		コガモ (" " 37.5cm)	"
		サガモ (" " 48cm)	"
		オガガモ (" " 75cm)	"
		ワドリ (湖沼、ダム湖、山地の溪流等、留鳥、45cm)	"
		カワサ (内陸の湖沼、大きい川、冬鳥、65cm)	魚類
		オハシロ (湖沼、大河川のよどみ、冬鳥、45cm)	"
		キクロシロ (湖沼、大河川のよどみ、沿岸の海上、冬鳥、40cm)	"
		オハチヨウ (本州中央部に飛来越冬、141cm)	底生の水生植物や穀類
		コハチヨウ (" " 120cm)	"
カ目	カ科	カ (銅路湿地で繁殖、冬は阿寒付近の河川、湖沼、留鳥、135cm)	魚類、水生植物、穀類の雑食
		フナガ (規則的に飛来する冬鳥、鹿児島県出水市荒崎が有名、96cm)	"
		マザル (" " 127cm)	"
	カ科	カ (湿地等の草むらに生息、30cm)	水生植物、魚、昆虫、貝、サリガニ、カガ
		ヒクカ (" " 19.5cm)	"
		ヒクカ (" " 23cm)	"
		カカ (" " 40cm)	"
	バン類	バン (沼等の水生植物のよく繁茂した川岸に生息、33cm)	底生の水草
		オバン (" " 39cm)	"
サ目 — サ目	サ目	サ (中国南部、台湾、東南アジアに分布し時々飛来、55cm)	水生昆虫、ゴガ、イメ、カ等
		サ (本州中央部以南の留鳥で水田、ハス田、沼地に生息、23.5cm)	"
		サ (水田、ハス田、砂沼地、干潟などに生息、30cm)	"
	サ目	サ (湖岸、河原、海岸の砂地などに生息、16cm)	"
		サ (水田や沼沢地や湖沼に飛来)	"
		サ (" ")	"
	セウカサギ科	セウカサギ (足が長く、泥が深い田や沼沢地に生息、32cm)	"
		リハセウカサギ (河口の中州、干潟に生息、43cm)	"
		サ (主に海辺や河口に生息、内陸にも入ってくる、40cm)	魚
	ガサ科	ガサ (砂州の大きい河川、河口、海岸に生息、28cm)	"
ガサ (溪流、河川等に生息、崖に穴を掘って営巣、37.5cm)		"	
ガサ目 — ガサ科	ガサ (河川、湖沼に生息、崖に穴を掘って営巣、17cm)	"	
	ガサ (溪流や湖沼の森林に生息、27.5cm)	サリガニやカガ等を雑食	
	ガサ (溪流に生息、22cm)	潜水して川底を歩き水生昆虫を捕食	
ス目	ス目	ス (河川の上流で採餌、20cm)	水生昆虫
		ス (河川の上・中流で採餌、21cm)	"
		ス (河川の中・下流・湖沼で採餌、21cm)	"

鳥類を陸鳥と水鳥とに分けた場合、約半分が水鳥であって、水に生息する、あるいは利用する鳥が多いことが伺える。ここでいう水鳥とは水辺で繁殖するサギやガン・カモ、シギ等を指しており、カワセミやカワガラス、セキレイなど陸鳥に分類されているが水辺を利用する鳥を含めると、その数は日本の野鳥の半分以上を優に越える。

日本野鳥の会の調査（1978年）をもとに日本で繁殖記録のある鳥類257種のうち205種について、全国繁殖分布図が発表されている¹⁴⁾。これをもとに河川でよく見られる種類の分布状況を示したのが表-3.14である。

表-3.14 川でみられる鳥類の地域分布

種 名	繁 殖 分 布 域 (a)									出現サブメ ッシュ数 (b)	全国分 布 (c)
	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄		
カ イ ツ ブ リ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	574	◎
カ ワ ウ		○	○	○				○		6	×
ヨ シ ゴ イ		○	○	○	○	○	○	○		103	○
オ オ ヨ シ ゴ イ		○	○							9	×
リュウキュウヨシゴイ									○	6	×
ミ ゾ ゴ イ			○	○	○		○	○		47	△
ゴ イ サ ギ		○	○	○	○	○	○	○		316	○
サ サ ゴ イ		○	○	○	○	○	○	○		122	○
ア マ サ ギ	○	○	○	○	○	○	○	○		127	○
ダ イ サ ギ			○	○	○	○	○	○		64	△
チ ュ ウ サ ギ		○	○	○	○	○		○		105	△
コ サ ギ		○	○	○	○	○	○	○		338	○
ク ロ サ ギ		○			○	○		○	○	46	△
ア オ サ ギ	○	○		○	○	○	○			86	○
オ シ ド リ	○	○	○	○						104	△
マ ガ モ	○	○	○	○		○				98	△
カ ル ガ モ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	683	◎
シ ノ リ ガ モ		○								6	×
カ ワ ア イ サ	○									18	×
ト ビ	○	○	○	○	○	○	○	○		1,552	○
チ ョ ウ ゲ ン ボ ウ		○	○	○						26	△
ク イ ナ	○									22	×
ヒ ク											

(続く)

表- 3.14 (続き) 川でよく見られる日本産鳥類の繁殖分布

種 名	繁 殖 分 布 域 (a)									出現サブメ ッシュ数 (b)	全国分 布 (c)
	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄		
アカアシシギ	○									2	×
イソシギ	○	○	○	○				○		348	○
オオジシギ	○	○	○							260	△
コアジサジ		○	○	○	○	○	○	○	○	163	○
ヤマセミ	○	○	○	○	○	○	○	○		390	○
アカショウビン	○	○				○		○	○	298	○
カワセミ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	449	◎
ヒバリ	○	○	○	○	○	○	○	○		1,088	○
ショウドウツバメ	○									51	×
ツバメ	○	○	○	○	○	○	○	○		1,991	○
リュウキュウツバメ								○	○	39	×
コシアカツバメ		○	○	○	○	○	○	○		367	○
イワツバメ	○	○	○	○	○	○	○	○		558	○
イワミセキレイ						○				6	×
キセキレイ	○	○	○	○	○	○	○	○		1,547	○
ハクセキレイ	○	○	○	○		○		○		431	○
セグロセキレイ	○	○	○	○	○	○	○	○		921	○
カワガラス	○	○	○	○	○	○	○	○		716	○
ミソサザイ	○	○	○	○	○	○	○	○		672	○
オオセッカ		○								8	×
エゾセンニュウ	○									170	×
マキノセンニュウ	○									44	×
コヨシキリ	○	○	○	○				○		242	△
オオヨシキリ	○	○	○	○	○	○	○	○		661	○
セッカ		○	○	○	○	○	○	○	○	707	○
オオルツ	○	○	○	○	○	○	○	○		1,569	○
ホオジロ	○	○	○	○	○	○	○	○		2,806	○
コジュリン		○	○					○		18	△
ホオアカ	○	○	○	○	○	○	○	○		334	○
オオジュリン	○	○								56	×
カラヒワ	○	○	○	○	○	○	○	○		1,835	○
ベニマシコ	○									226	×
ドバト	○	○	○	○	○	○	○	○	○	394	○
ベニスズメ			○	○			○	○		—	△

(a)欄：繁殖が確認された地域を、○印で示す。

(b)欄：全国で、繁殖の確認または可能性の指摘のあったサブメッシュ数。

(c)欄：○：全国に分布。○：ほぼ全国に分布(北海道か沖縄、あるいはその両方に分布しない場合が多い。
；全国のはほぼ半分に分布。 ×：局所的にのみ分布。

また表から、全国的に分布する河川の代表的な鳥35種類についての生息域、餌、生息場所、営巣場所を簡単に示したのが表- 3.15である。これをみると生息場所や餌場は水面や水際において巣は水際から陸上部分に

表- 3.15 川でみられる鳥類の生息条件

種 名	生 息 域			餌				主な生息場所				営 巣 場 所				
	上流	中流	下流	魚	水生 昆虫	昆虫	植物 質	水 面	水 ぎ わ	陸上	空中	水面	水 ぎ わ	陸上	樹上 (草)	その 他 (建物)
カイツブリ		○	○	○				○				○				
ヨシゴイ		○	○	○					○				○			
ゴイサギ		○	○	○	○				○						○	
ササゴイ		○	○	○	○				○						○	
アマサギ			○	○	○	○				○					○	
コサギ			○	○		○			○						○	
アオサギ			○	○	○				○						○	
カルガモ		○	○		○		○	○					○			
トビ			○	○				○		○	○				○	
ヒクイナ			○		○	○	○		○				○			
バン			○		○		○	○					○			
コチドリ	○	○			○	○			○					○		
イカルチドリ	○	○			○	○			○					○		
シロチドリ		○	○		○	○			○					○		
イソシギ		○			○	○			○					○		
コアジサシ		○	○	○				○			○			○		
ヤマセミ	○			○				○					○	○		
アカショウビン	○	○		○					○						○	
カワセミ		○		○				○					○	○		
ヒバリ		○	○			○	○			○				○		
ツバメ		○	○			○					○					○
コシアカツバメ		○	○			○					○					○
イワツバメ	○	○				○					○					○
キセキレイ	○	○			○	○			○							○
ハクセキレイ		○	○		○	○			○							○
セグロセキレイ		○			○	○			○							○
カワガラス	○			○	○			○	○				○			○
ミソサザイ	○					○				○				○	○	
オオヨシキリ		○	○			○				○					○	
セッカ		○	○			○				○					○	
オオルリ	○					○									○	○
ホオジロ		○	○			○	○			○				○	○	
ホオアカ		○	○			○	○			○				○	○	
カワラヒワ		○	○			○	○			○					○	
ドバト		○	○						○	○						○

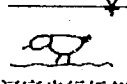
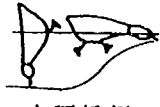
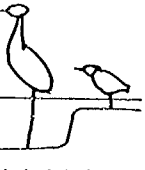
かけて作るものが多いことがわかる。また鳥類は魚や昆虫などの動物質を主な餌としているものが多く、植物質のみを食べる種は少ないことがわかる。

水辺の鳥類の主要な食性についてまとめたのが表－3.16である。また鳥類の採餌行動と流速との関係についてまとめたのが図－3.9である。鳥類は生活パターンや体の機能に対応して、餌や採餌行動が分かれている。例えば、流速の遅い水面に浮かびながら生活するカモ類は、水面採餌や水上歩行採餌で水生植物などを採り、潜水機能が発達しているカワウは、長時間水中に潜って魚を採る。また、図にはサギ類としてまとめているが、同じサギ類でも足の長いダイサギやコサギなどは水上歩行採餌が主であり、足の短いゴイサギやササゴイなどは水辺歩行採餌が主である。

次に鳥類と植生との関係を考える。図－3.10に河川の横断形と生育植物およびそれを利用する鳥類の種類を調査した例を示す¹⁵⁾。植物や横断的な場所の違いに伴って、すみ分けを行なっていることがわかる。また鳥類の営巣場所と植生の関係についてまとめたのが図－3.11である。植生と鳥の営巣場所とは密接に関わっ

表－3.16 水辺に生息する鳥類の食性

形態分類	代表的な科	主要な食性
食魚性鳥類	カモメ、カワセミ、カワガラス、ウ	魚
食虫食魚性鳥類	サギ、クイナ、カイツブリ	魚、水生昆虫、貝、サリガニ、カエル等
食虫性鳥類	チドリ、シギ、セキレイ	水生昆虫、ゴカイ、イソメ、カニ
草食性鳥類	カモ	水草、草の実

採餌形態 流速の目安	 河底歩行採餌	 潜水採餌	 水面採餌	 水上歩行採餌	 水辺歩行採餌	 飛び込み採餌
ほぼ止水 (堰上流側) (ワンド内)		カワウ・カイツブリ	カモ類	サギ類	セキレイ類・チドリ類	カワセミ・ヤマセミ
波立たない (淵・トロ)						
波立つ (早瀬・平瀬)		カワガラス				

図－3.9 鳥類の採餌行動と流速との関係

表- 3.17 鳥類が営巣に利用する代表的植物

水分条件	裸地	草 原		樹 林	
		低 丈	高 丈	低 木	高 木
水面・水中	沈水植物 ホザキノフサモ マツモ・クロモ	浮葉植物 ヒシ・ヒルムシロ 抽水植物 ミクリ・コウホネ ホタルイ オランダガラシ	抽水植物 ヨシ マコモ・ガマ フトイ	ヤナギ類 ネコヤナギ・ カワヤナギ イヌコリヤナギ	
湿 性	カヤツリグサ類 などが疎生	湿生植物 カヤツリグサ類 イグサ類 ミゾソバ	湿生植物 ツルヨシ・ヨシ・オギ ケイヌビエ ジュズダマ オオイヌタデ	ヤナギ類 ネコヤナギ・ カワヤナギ イヌコリヤナギ	ヤナギ類 タチヤナギ カワヤナギ ハンノキ オニグルミ
乾 性	カワラハハコ カワラマツバ などが疎生	チガヤ エノコログサ・オヒシ バ・コアカザ・ヤハズ ソウ・ヨモギ・ ウシハコベ	ススキ セイタカアワダチソウ アレチマツヨイ	ノイバラ クコ・コマツナギ スイカズラ クサギ ヤシャブシ類	クヌギ ケヤキ エノキ ニセアカシア

II. 河川改修と生物

1. 概 要

河川改修は大なり小なり河川の生態系に影響を及ぼすことになる。よって河川に生息する生物の生態を知るとともに、河川改修が河川に生息する生物に与える影響を十分に把握しておくことが必要である。従来、河川管理において生物に配慮するという考えは少なく、河川改修時も生物に配慮して行なわれることは少なかった。ここでは、河川改修時に生物に配慮する場合の基本的な考え方をまとめ、その考え方をもとに実際に河川改修が行なわれる河川を対象とした現地調査を行ない、河川改修と生物との関係について検討するものである。

2. 生息環境と生物

2.1 生物からみた河川

人間は河川を間接的に利用しているが、河川にすむ生物がどのように河川を利用しているか、河川の中でどのような感覚や生態で生活しているかについて知らないことが多い。河川にすむ生物の立場になることが生物への配慮の第一歩であると考えられる。

実際に河川にすむ生物を対象として、生物が河川をどのようにみているのかを考えてみる。生物は自分の生態に合った環境を必要としているはずで、生態を知ることによって環境をどのように見ているかがある程度わかるはずである。そのためには生物個々の特徴がわかっていなければならない。ここでは河川の生物の特徴について記述したいいくつかの文献をもとに体形、食べ物、五感、酸素要求、行動範囲を簡単に整理した。

①体形

生物はその生息場所に適した体形をしている。よく似た環境条件で生活している生物は種類が違っていてもつくりや生態が似てくる。図-2.1に魚の生活場所による体形の違いを示した。常に水の中を泳いでいる魚は、流水の抵抗を少なくするため、きれいな流線形をしている。また底層魚には吸盤を持つものもある。図-2.2は瀬の河床材料とそこにいた水生昆虫の体長を比較した例である。瀬では10cm程度の自分より大きな隙で生息している水生昆虫が多い。

体形区分	水 域	底 質	水 流	泳 層	体形 (断面)
A. サケ・マス型 アユ型	上流 中～下流	砂礫 礫岩	強 強～中	中層 中～下層	
B. コイ・フナ型	中～下流	泥土	弱	下層	
C. クナゴ型 オイカワ型	中～下流 中～下流	砂泥 砂礫	中～弱 中	中～下層 中層	
D. カジカ型 ハゼ型	上流 上～下流	礫岩 砂礫	強 強～中	底層 底層	
E. ナマズ・ウナギ型	中～下流	礫岩	中～弱	底層	
F. ドジョウ型 メダカ型	上～下流 下流	砂礫 砂泥	中～弱 弱	底層 上層	

図-2.1 魚類の体形と生息環境との関係 (林公義, 1987)

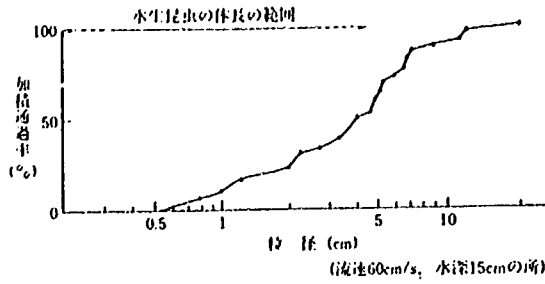


図-2.2 瀬の河床材料と水生昆虫の体長との関係

②食べ物

生態系を述べる場合には、エネルギー収支とともに食物連鎖による生物相互のつながりがよく取り上げられる。図-2.3は水域の生態系における生物相互の関係を示したもののだが、このように食う食われるの関係で生物同士が結びついている。

生 物 的 部 分		植物プランクトン	目着藻類	水草	動物プランクトン	目着微小生物	水生昆虫	底生生物	液下昆虫	魚	バクテリア
生 物 的 部 分	植物プランクトン										
	目着藻類		○								
	水草		S								
	動物プランクトン	F		S							
	目着微小生物		FS	S		○					
	水生昆虫		F	S	F	F	○				
	底生生物	F	F			F	F	○			
	液下昆虫						F	○			
	魚	F	F	S	F	F	F	F	○		
	バクテリア		D			D	D	D	D	○	

○印：特に河川生態系で重要な要素
F：食物関係 S：生息の場の関係
D：分解

図-2.3 水域生物の相互関係（沖縄外輝夫，1977から一部抜粋）

また、主な魚類は成長するにつれて食べ物が変わっていく。図-2.4はタカハヤの成長段階ごとの食べ物の種類変化を示したものである¹⁾。成長していくにつれて、食性は水生昆虫から藻類へと変わっていることがわかる。

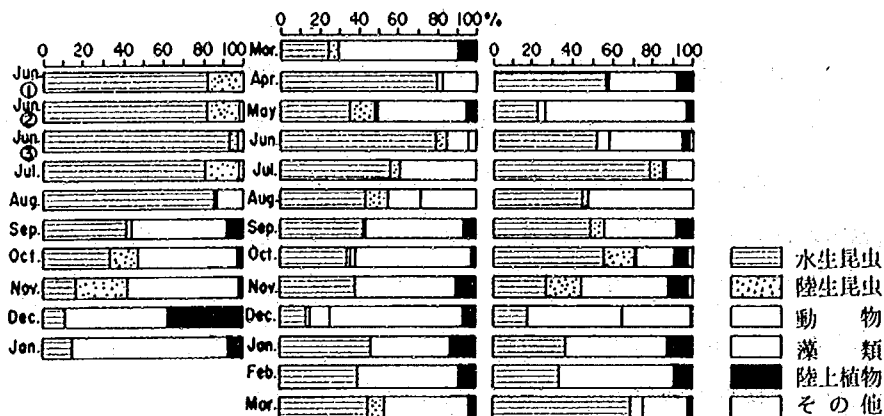


図-2.4 魚類の成長に伴う食べ物の違い（タカハヤの消化管内容物の例）¹⁾

また図-2.5は河川における鳥類の餌のとり方をまとめたものである。水鳥の餌の捕獲方法は大きく四つに分けられるが、それは種類によりほぼ決まっている。例えばシギなどは浅い水深のところで餌をとるので瀬のような場所がないと餌をとれないことになる。

	型	解 説	主な種類
I		・浅瀬を歩き、貝や小魚をとる	・シギ ・サギ
II		・体の一部を水面に出してエリを捕獲する。	・カルガモ
III		・空から勢いよく水面に飛び込んでエリを捕獲する。	・カウセミ ・アジサシ
IV		・水中を泳ぎエリを捕獲する。	・カイツブリ

図-2.5 水鳥の餌のとり方

③五感

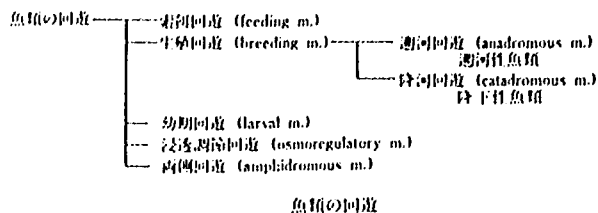
人間と同じように他の生物にも五感があり、それらを駆使して周りの情報を得て、危険を察知したり、行動している。人間にとっては特に目から入る情報量が重要ですが、魚は魚眼レンズといわれるような目を持っている。一般に魚は15m程度先まで見えるが、明瞭に見えるのは30cm程度までといわれ、人などの陸上の動物と比較するとかなりの近眼、非常に近い範囲しか認識できない²⁾。その代わり匂いや味覚には敏感で、サケは自分の生まれた川の臭いを感じ取って帰川すると言われている。また味覚は体全体で感じている。これは生活の場である水そのものが種々の科学物質を含んでいるため、それに対する刺激に敏感になった結果と考えられる。

④酸素要求

魚も酸素がなくては生きていくことができない。魚は常に水の中で生活をするため、水の中に含まれる酸素をエラからとって呼吸をする。ところが水中に含まれる酸素は最大でも10ppmしかない。このためエラは水中の酸素の約80%を利用できる能力がある。また普段泳いで生活している魚は、絶えずエラに新鮮な水流を入れる必要がある。

⑥行動範囲

魚類は水域の生物の中で行動範囲が最も広く、なかでも回遊魚は河川から海までの広い範囲を移動する。移動する魚種をまとめたのが図-2.6である³⁾。このうち回遊は産卵のための回遊で、産卵のために海から川へのぼるのを遡河回遊、逆に河から海へ下るのを降河回遊という。サケ、サクラマスが遡河性魚類の、ウナギが降河性魚類の代表として挙げられる。また一生のうちである期間に海水魚が淡水へ、淡水魚が海水へ入るものを浸透調節回遊といい、ボラやスズキなどがこれにあたる。アユのように産卵目的ではなく、決まった季節に淡水と海水の間を移動するものを両側回遊という。サケ科の魚類、アユ、ウナギなどは川の中を移動する代表魚種で、移動の障害となる堰や頭首工などの魚道の多くは、これらの魚種を対象としている。魚類の遡上時の平均的な移動速度をアユの例で述べると、時速0.2～0.6km/h程度(人の歩く速さが4km



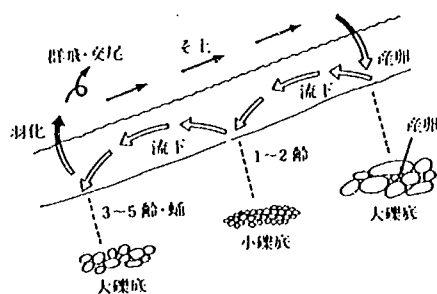
遡河回遊	(カワキツメ)、サケ、オクラマス、カラフトマス、アメマス、ワカサギ、シラウオ、ウグイ、マールク、イトヨ (降河型)、シロウオ
降河回遊	ウナギ、アユカケ、(モクズガニ)
幼期回遊	サケ(稚魚)、オクラマス(稚魚) 等
浸透調節回遊	メナダ、ボラ、サヨリ、クルマサヨリ、マハゼ、スズキ、コノシロ、クナフグ
両側回遊	アユ、ヨシノボリ、ウキゴリ、カジカ(小形型)
河川内移動	オイカワ、ウグイ

〈参考〉 引川文献 松原俊 (1974) 魚類学(上) P201~206

図一 2.6 魚類の移動形態³⁾

h程度)であり、大河川では餌場が中流域であることから3カ月程度の長い間移動していることになる。

また水生昆虫も魚ほどではないが移動する。移動形態は魚類ほどよくわかっていないが、一生のうちで川を上下しているといわれている。図一 2.7 にトビケラの生活サイクルを示す⁴⁾が、上流で生まれ洪水時などで下流に流されながら成長し、孵化した後にもた遡上するというサイクルを繰り返していると考えられる。



図一 2.7 水生昆虫の生活サイクル (ヒゲナガカワトビケラの例)⁴⁾

2.2 生物配慮の視点

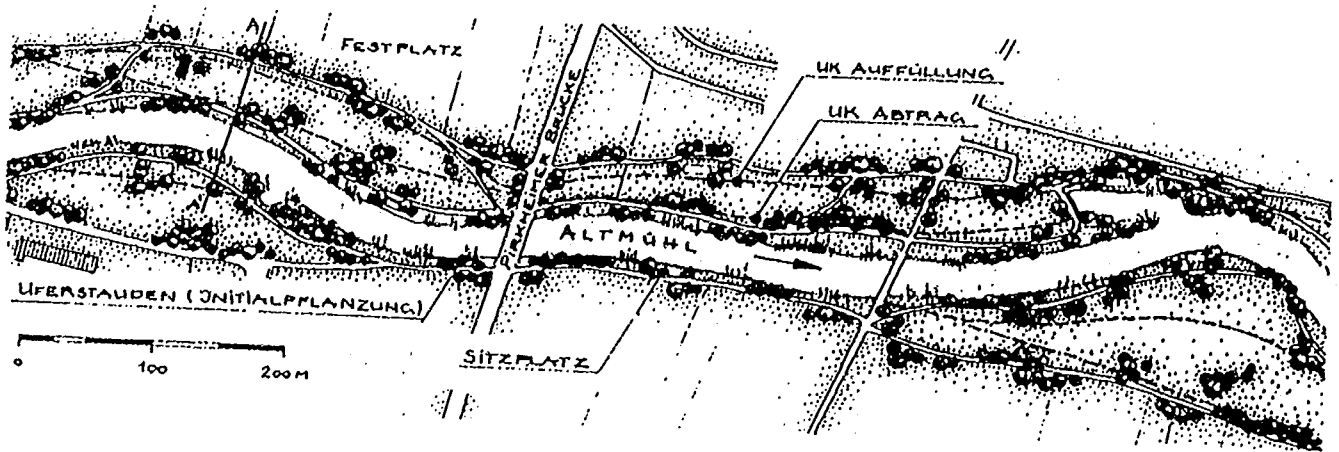
ここでは生物に配慮した河川改修を行なうにあたり、治水・利水の視点からと生物の視点からの河川の計画手法の違いを述べるものである。

治水計画では、

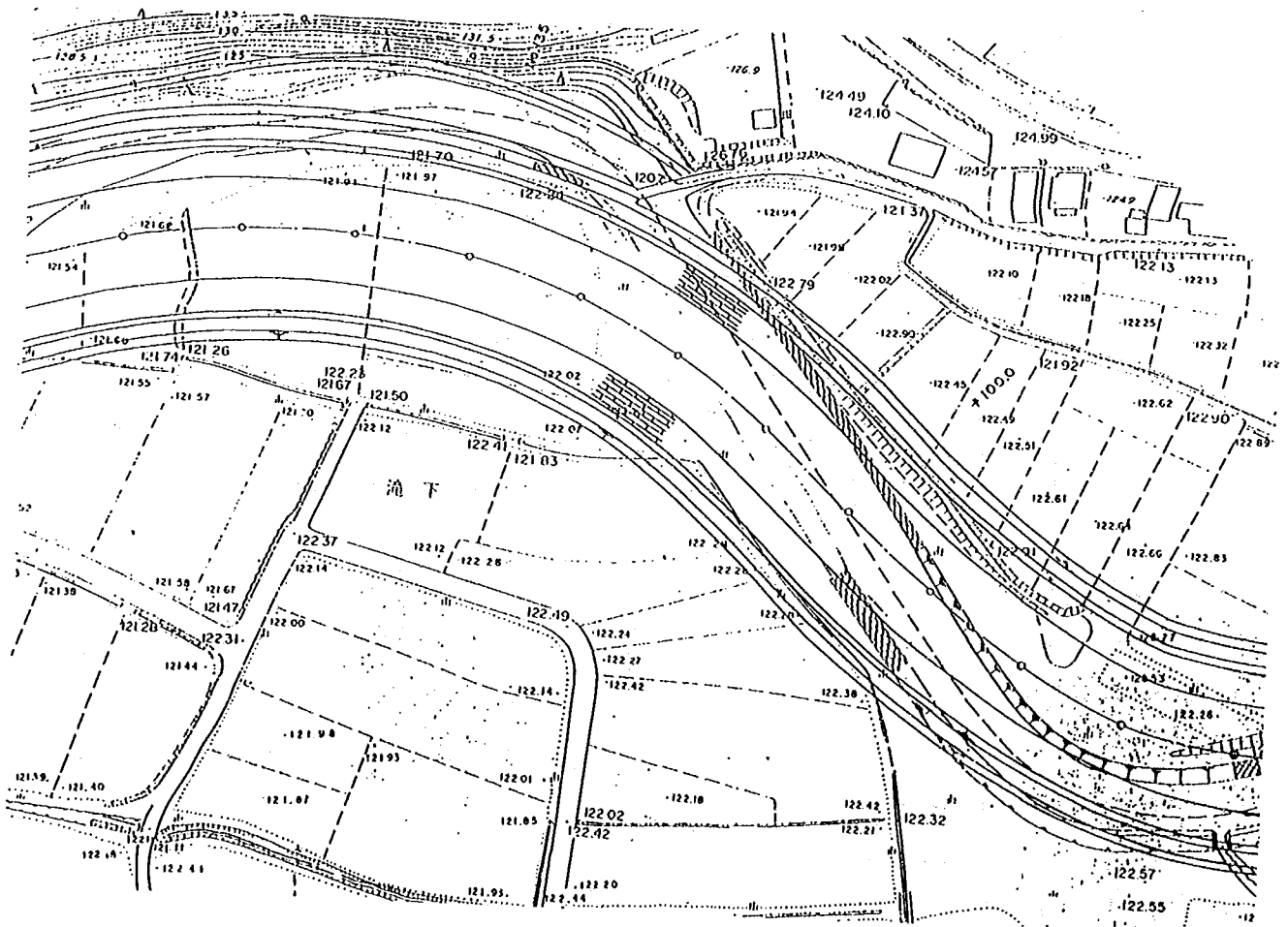
- ① H, W, L までの河積の確保
- ② 計画以上に水位を上昇させないための流速の確保
- ③ 河岸および堤防の洗掘防止
- ④ 堤防の浸潤線の上昇の防止

などの事項に配慮して行なわれる。また利水計画では、

- ① 流量の確保
- ② 取水位置における水位の確保



(a) スイスにおける近自然工法



(b) 日本の一般的な中小河川の改修

図-2.8 近自然工法と日本の一般的な改修計画図面との比較

などの事項に配慮して行なわれる。このような治水・利水計画をもとに作成される具体的な計画では、河道の平面形状や縦横断形状が作成され、これに基づいて改修が行なわれる。このような改修計画の流れの中で、生物の保全はどこに入れられるべきかを検討する。

生物は人間と同じように河川を利用する立場にある。この点、治水利水面で河川を利用する人間も、河川を生息場とする他の生物も河川に同じように関わっているといえる。しかしここで気をつけておかなければならないのは、人間と他の生物とは利用の形態や空間のスケールが明らかに異なっていることである。生物は自分の生態に見合ったスケールで河川を認識し、利用している。実際、生物の専門家と一緒に川を歩いてみると、同じ川でも見るスケールが違うことがわかる。生物の専門家は、より小さなスケール、例えば、浮き石・沈み石など礫の砂への埋め込み具合、河岸付近の植物の垂れ具合、隠れ家の有無などを主に観察し、土木技術者が気にするような法線形、横断形状、平面形状のような大スケールの改善の意見はあまり聞かれない。つまり生物に配慮する場合は、従来の計画図面上では出てこない小さなスケールで河川を認識しておく必要がある。言いかえれば、生物の保全のためにはより詳細な計画、スケールダウンした対策が必要である。

ところが小さなスケールの条件は何に規定されているかという点、それより大きなスケールである河道特性や構造物などである場合が多い。このような大スケールの条件が変われば、それに伴って小スケールの条件も少なからず変化すると考えられる。この生物の視点である小スケールの条件変化を念頭において改修を行なっているのが、最近提唱されている近自然工法あるいは多自然型河川改修である。近自然工法は、簡単に言うと定規で線引きした断面では出てこないようなところを工夫して多様性を持たせようというものである。図-2.8にドイツで行なわれている改修時の図面と、日本の典型的な図面を比較してみた。両者を比較してみて基本的には違わないのは、線を定規で引くかフリーハンドで引くかという点だけである。近自然工法といっても特別な改修ではなく、いかに対象とする河川を観察するか、自然を観察するかという見方が異なっている、あるいは考え方が異なっているだけで、従来の治水利水計画の中でも小スケールの条件に配慮することで保全が可能であると考えられる。

2.3 生息環境変化と生物

生物は人間活動によりさまざまな変化を強いられることになる。ここでは河川整備などで河川の生息環境が変化することにより生物相が変化した事例をもとに、生物の生息環境との係わり方を整理した。河川の生息環境の変化項目としては、

- ①水量の変化（ダム、堰等の設置）
- ②水質の変化
- ③流れ方の変化
- ④河床の変化
- ⑤構造物の設置

を考える。また対象とする生物は水域の代表種で、既存事例が多くある、

・水生昆虫

・魚類

を考える。

生息環境変化が生物に与える影響を考える場合は、人間が一般的に考慮する大きなスケールでの環境の変化を考えるのではなく、生物の生態に直接影響する小さなスケールでの変化、例えば流れや河床の状態などの変化との関連性を検討する必要がある。①～⑥の環境変化について人間から見た大スケールでの環境変化と、それに伴い変化する可能性のある生物から見た小スケールの変化との関係をまとめたのが表－2.1である。表から水質の変化を除けば、他の大スケールの変化は全ての小スケールの変化項目に関係することになる。

次に生息環境の変化に関する文献より、小スケールの変化項目と生物の生態に関する記述を抽出し、生物の生息に影響を及ぼす流速、水深、河床材料などの小スケールの変化項目と、生物の生態特性との関連性を評価した。収集した文献は、合計68件である。評価は関連無しから極めて関係が強いまでの4段階で行った。水生昆虫と魚類について生活、行動生態と変化項目との関連性をまとめたのが表－2.2および表－2.3である。表をみると、水生昆虫は主に河床と流速の変化の影響を受けること、魚類はほとんどの変化の影響を受ける可能性があることがわかる。つまり、魚類は遊泳して移動するため、ほとんどの変化項目と関連する。これに対し、水生昆虫と係わりのある変化項目は流速や河床に限られるため、河川整備により流れの状態が変化すると大きな影響を受けるものと考えられる。このように生物の中でも生態や生活状態が異なれば環境変化によって受ける影響も異なると考えられる。それは、

①魚類のようにあらゆる変化の影響を受けるが、その影響程度が比較的小さくてすむもの

②水生昆虫のように河床の変化などの特定の変化には大きく影響されるが、その他の変化にはそれほど影響されないもの

の二つのタイプに大別できる。これは河川改修などの環境変化の影響をみるときの考慮すべき生物種の範囲を検討する上で必要な事項であると考えられる。

2.4 生物への配慮方法

ここでは生物の専門家（鳥類、魚類、植物）と我々河川環境の研究担当者が、ともに現地を観察しながら、生物への配慮方法を議論した結果をまとめた。調査地点は、鬼怒川、相模川の大河川と、相模川支川の子鮎川と中津川の中小河川において、河道特性の変化点や堰、護岸などの構造物設置箇所等を観察できる場所を選定した。

生物への配慮方法について、河川改修方法、構造物設置方法、生物への配慮方法、生物の調査方法に関する意見をまとめたものを以下に示す。

〈河川改修に対する意見〉

河川改修全般に対する意見は、主に平面形状や縦横断形状と河川改修のやり方についてのものである。例えば、河川改修は人工化、つまり河川を単純化、均一化する傾向にある。これを生物に配慮するためには、従来の多様な瀬と淵の機能を残す、形状に変化をつけることなどを考える必要がある。また三面張りなどの生物の回復が不可能なものを作らず、自然に馴染ませるように少しずつ改修を進めるなどの方法が必要である。

表-2.1 生息環境変化に伴い変化する項目

大スケールの環境変化						大スケールの環境変化							
小スケールの環境変化項目		水量 の変化	水質 の変化	流れ方 の変化	河床の 変化	植造物 の変化	小スケールの環境変化項目		水量 の変化	水質 の変化	流れ方 の変化	河床の 変化	植造物 の変化
流域	二時増加	●				○	温度	二時低下	○				
	常時増加	●		○	○			常時低下		○			
速	常時低下	●		○	○		濁水汚水水面幅	日較差大					○
	常時低下	●		○	○			日較差小					○
河床材料	河床の粗細	●		○	○		河床の常時増加	濁水の一時増加	○	●		○	○
	河床の粗細	●		○	○			濁水の常時増加	○	●		○	○
水深	水平粗細分布の多様性	●					汚水の常時増加	汚水の一時増加	○	●			
	材料の均一化 (粗粒大)	○			●	○		汚水の常時増加		●			
水	材料の不均一化	○		○	●		河床形態	一時増大	○	○			
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			常時増大	○				○
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		その他	一時減少	○	○			
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			常時減少	○	○			
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の不均一性	法路の不連続性	○	○			○
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			法路の不連続性	○	○			○
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	
水	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●		河床の平坦化	河床の平坦化	○	○		○	
	粗粒の均一化 (粗粒大)	○		○	●			河床の平坦化	○	○		○	

表-2.2 生物の生態特性と環境要因の
関連性 (水生昆虫)

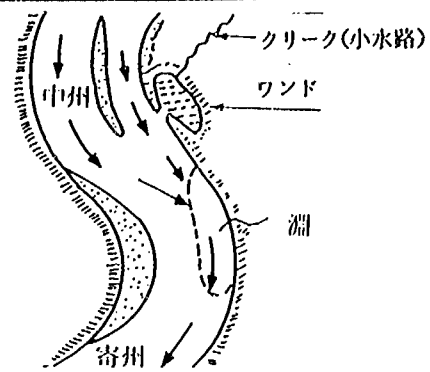
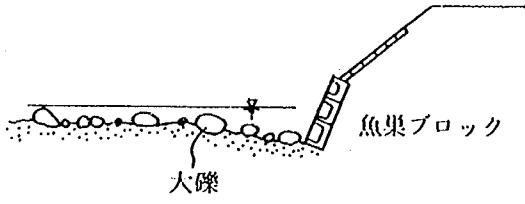
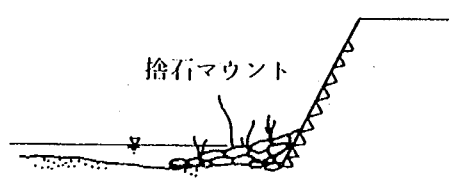
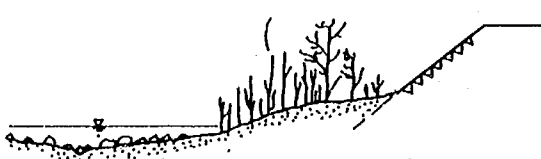
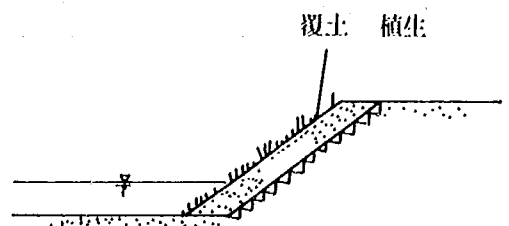
小スケールの変化項目		生活空間(4)				行動		
		生私	川原	庭前	道中	日中	夜下	週上
決	一時増加	○			○		○	
	一時低下	○			○		○	
	常時的増減	○						
	長期的増減	○						
	短期的増減	○						
速	水平階に分布の多様性	●			○		○	
	目的の均一化(指先小)	○			○			
	目的の均一化(指先大)	○	○		○			
	目的の不均一化	○	○		○			
	腐食(腐蝕) (注み石)	○	○		○			
河床材料	腐食(腐蝕) (注み石)	○	○		○			
	礫の均一化				○			
	礫の不均一化							
	泥質化							
	一時上昇							
水深	常時上昇							
	一時低下							
	常時低下							
	長期的増減							
	短期的増減							
水温	安定化							
	一時上昇							
	常時上昇							
	一時低下							
	常時低下							
河床汚水水面傾	目較差大							
	目較差小							
	高度の一時増加							
	高度の常時増加							
	汚水の一時増加							
河床形態	汚水の常時増加							
	一時増大	○						
	常時増大	○						
	一時減少	○						
	常時減少	○						
その他	流動の不連続性	○						
	下口の平面化	○						
	河床の平面化	○						
	早期の早期化	○						
	早期の早期化	○						
その他	早期の早期化	○						
	光の透過性							
	SSの沈降							
	エリ生物の減少							
	床表面一ざらざら							
その他	床表面一すべすべ							

○関係あり ◎関係強い ●極めて関係強い

表-2.3 生物の生態特性と環境要因の
関連性 (魚類)

小スケールの変化項目		生活空間(町)				行 動		
		生活	利用	発現	選択	自居	訪下	週上
境	一時増加	○	○		○		○	○
	常時低下							
	常時低下	○	○	○	○			
	高期的増減							
境	高期的増減	○			○	○		
	水質汚濁分布の多様性	○			○			
	材料の均一化 (沼田小)	○			○			
	材料の不均一化 (沼田大)							
河床材料	河床材料							
	河床材料							
	河床材料							
	河床材料							
水	一時上昇							
	常時上昇	○			○	○		
	常時低下							
	常時低下	○			○	○		
水	高期的増減							
	高期的増減							
	安定化							
	安定化							
水	一時上昇							
	常時上昇			○				
	常時低下			○				
	常時低下			○				
河床汚水水質	河床の一時増加				○			
	河床の常時増加				○			
	河床の常時増加				○			
	河床の常時増加				○			
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
	河床の常時増加							
河床汚水水質	河床の一時増加							
	河床の常時増加							

表-2.4 生物に配慮する場合の河川整備の問題点と配慮方法

	問題点	配慮方法	配慮事例
生物全般	繁殖場がない。 (生物生育場)	死水域や河岸の入り組み クリークを作る。 用水路とのアクセスがで きるようにする。	
	どの程度生物に配慮し た箇所をつくれればいい か?	砂洲, 寄洲やクリークが 不連続に上流から下流に 点在すること。	
	工事で生物がいなくな った。	整備したところにもとあ った河床材料や植物混入	
魚類	洪水時に魚が下流に流 される。	平水時に魚巣ブロックが 使えるようにする。 (死水域が必要)	
	魚が魚道を遡上しない	魚道下部の水が落ちる部 分を少し深くする。	
	両岸をコンクリートブ ロックで固めた。	河道内に石を入れる。 (避難場所の確保)	
水生昆虫	稚魚が生育できるよう にするには?	クリークなど流れのゆる い場所が必要。	
	護岸が平である。	水生昆虫は表面に凹凸が なく, 羽化できない。	
	河床堆積土を除去する	河床に変化がないと(瀬 と淵) 種類が単純になる (魚類も単純化する)	
鳥類	鳥の営巣地がない。	洲を作る。	
	鳥が利用するのに良好 な場所がない。	沼地や湿地のような場所 河道の中の細長い流れは 食餌に最適	
	高水敷の草を刈る。	鳥の隠れ家なくなるの で全部刈らない。	
植物	植物が繁茂しない。	洲を残す(水辺との接触 面を多くする。)	
	帰化植物が繁茂する。	在来種を全部とらないで 少し残しておくか植え直す	
	護岸に植物がつかない	護岸と背後の土とのつな ぎを作る。護岸の上に土 を被せる。	

〈河川構造物に対する意見〉

河川構造物の問題は、主に素材の問題である。従来のように石や木ではなくコンクリートが用いられるようになったため、生物の生活空間や土とのつながりが分断されるなどの問題が生じた。コンクリートブロックは人間にとっては歩き易いが、昆虫などの小さい生物にとっては歩き難いものである。

〈生物への配慮方法に関する意見〉

産卵期や遡上などの時期に配慮する。浮き石、草陰、隙間などの休息場や隠れる場所を設ける必要がある。鳥などの場合には、周辺地とのつながりも必要である。

〈生物調査に対する意見〉

事前、事後の生物の種類と現存量の調査が必要である。また上中下流、大中小河川別にそれぞれ調査が必要である。

次に生物の専門家の意見を参考として、生物に対する河川整備の問題点と、具体的な配慮方法についてまとめたのが表－2.4である。ここでも、小スケールでの配慮方法が主となっている。生物に配慮する場合は、生息場としての河川を生物の視点で捉え、その生物に合ったスケールでの工夫を施す必要があると考えられる。

3. 河川改修と生物

3.1 河川工学と生物学

河川の水量（洪水時流量など）と河道特性との関係をまとめたものに河道特性論がある⁵⁾。これは個々の河川の河道特性を把握しようとする河道というシステムを貫く基本的な法則性を明らかにする目的で行なわれたものである。これによりまず対象とする河川の位置付け、特徴的な特性をはっきりさせようとしている。しかし現実にはまだわかっていない部分が多く、基本法則は依然不明のままである。よって治水や利水目的で行なわれる河川改修は、個々の河川の個々の特性を把握する、つまり個別調査を行なうことで、改修計画に対応しているのが現状である。このときの河川調査では、生物のスケールに対応できるような調査はあまり行なわれていないのが現状である。

一方、河川の生物を研究対象とする研究者は、河川を眺めたり、実際に生物を採取するために河川に入るなど、河川の細かい部分をよく見ており、逆に大まかな平面図等はポンチ絵程度ですませている。

河川工学と生物学の統一した評価が行なわれにくいのは、このように視点や見方が違うという理由が大きいと考えられる。生物的な概念はあっても土木工学的概念にはないもの、またはその逆のものもある。しかし同じように河川を対象としているものであり、両者の言葉を正確に把握し、治水等の従来からの評価に生物の重要性を加えた評価を行なうことも可能である。互いに理解することが、生物を含めた新たな側面で河川というものを捉える上で重要となる。

例えば河川工学でいう砂州と河川生態学でいう瀬・淵の概念の関係を図-3.1に示した。このうち淵は、河岸侵食などの管理面で重要であるため、治水用語で深掘れとも表現している。深掘れは治水上はデメリットであるが、淵は生物にとって必要なものである。

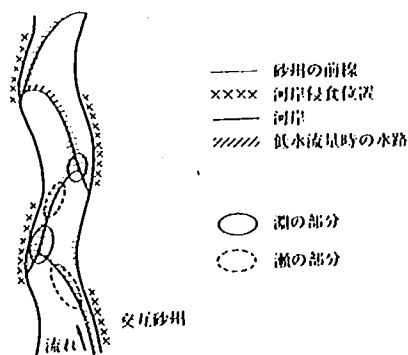
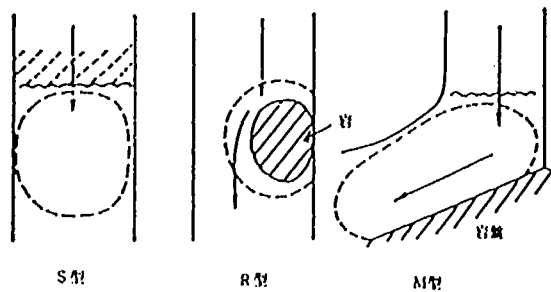


図-3.1 砂州と瀬・淵の概念図（参考文献5を改変）

生物学で言う瀬と淵の概念について水産関係の文献⁶⁾を参考に述べてみる。それによれば、淵は主に蛇行点に形成された深くえぐられた部分であり、そのような淵と瀬をつなぐ直線的な部分が瀬と定義されている。ちなみにトロは大きな淵の後半部のやや浅い砂泥底の淀んだ部分をいう。淵は形成要因の違いにより図-3.2のように分類されている。流路の屈曲部にできるM（メアンダー）型の淵、巨大な岩の周りにできるR（ロック）型の淵、滝つぼなど基底の固さの違いでできるS型の淵などである。よって生物学で必要とされる大きな淵



図－ 3.2 淵の成因⁶⁾

が形成される場合には、岩盤などの障害物が必要となる。そして瀬と淵は魚類の育成場として位置付けられている。これに対し河川工学上の深掘れは、平面形状がわん曲しているために生じるもの、砂州の形成により生じるもの、構造物の周りに局所的に生じるものなどが挙げられており⁵⁾、生物学で言う淵とは若干意味合いが異なっている。

このように河川管理の用語と生態学の用語の概念や評価は異なっているものが多い。これらを同一の考えの基に評価することが、河川整備と生物の生息場所との関係を検討する上で必要である。

3.2 現地調査

河川改修が行なわれると、それに伴って河道または生息環境が変化し、同時に生物相も変化することが予想される。一般に河川改修は、河川工学や河道特性の基本論などの現在までの知見でまとめられた河川砂防技術基準(案)や構造令などをもとに計画され、工事が実施される。ここでは、河川改修が行なわれる河川を対象として、現地で生物を採取・観察しながら同時に水量などの把握を行ない、河川工学と生物学の両方の目で見ながら同一場所の現地調査を行なったものである。

対象とした河川は、宇都宮市を流れる鬼怒川水系の田川である。田川は扇状地を流下する中規模河川で、調査区間を隣接したところにある改修区間と未改修区間に設定し、両者を比較しながら調査したものである。

3.2.1 田川の概要

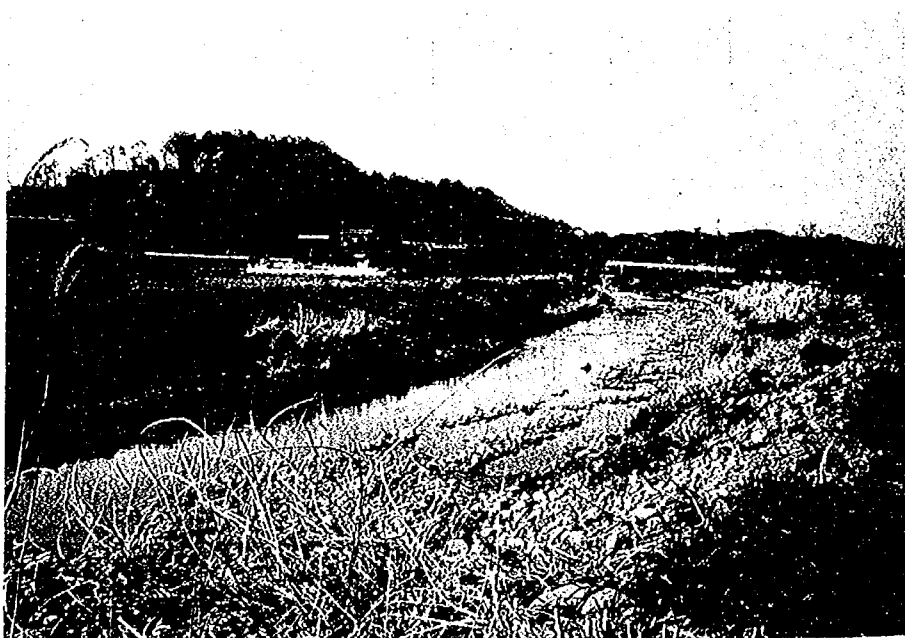
田川で行なわれた改修の内容は、

- ・河道の付変え（ショートカットも含む）
- ・川幅の拡幅と河床掘削
- ・護岸の設置
- ・河床のしき均し

等で一般的な中小河川で行なわれているものである。写真－ 3.1 に田川の調査区間付近における改修前後の状況を比較した。河川改修による川幅の拡幅、河床掘削、護岸の設置で川の様子が全く変わったことがわかる。

以下に田川の概要を示す。

田川は、水源である日光市低山地で今市市や宇都宮市の田園地帯を流下し、途中、赤堀川、逆川、山田川



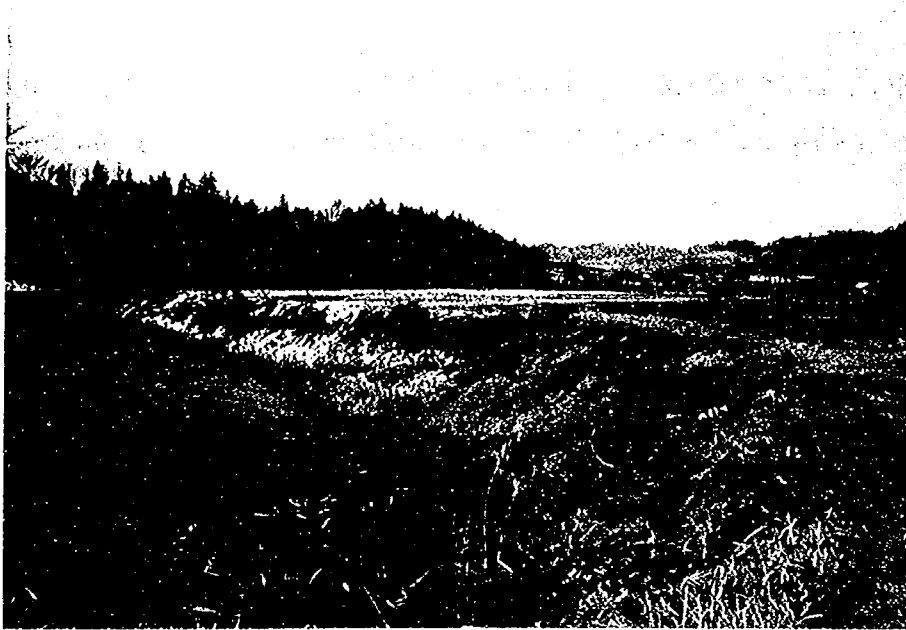
(改修前)



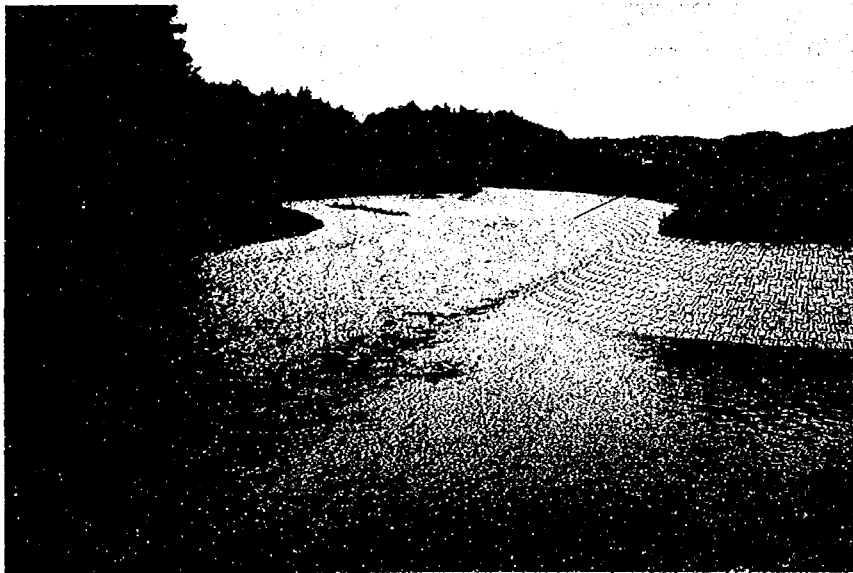
(改修後)

(a) 田川区間1 改修前後

写真－3.1 改修前後の比較（田川の例）



(改修前)



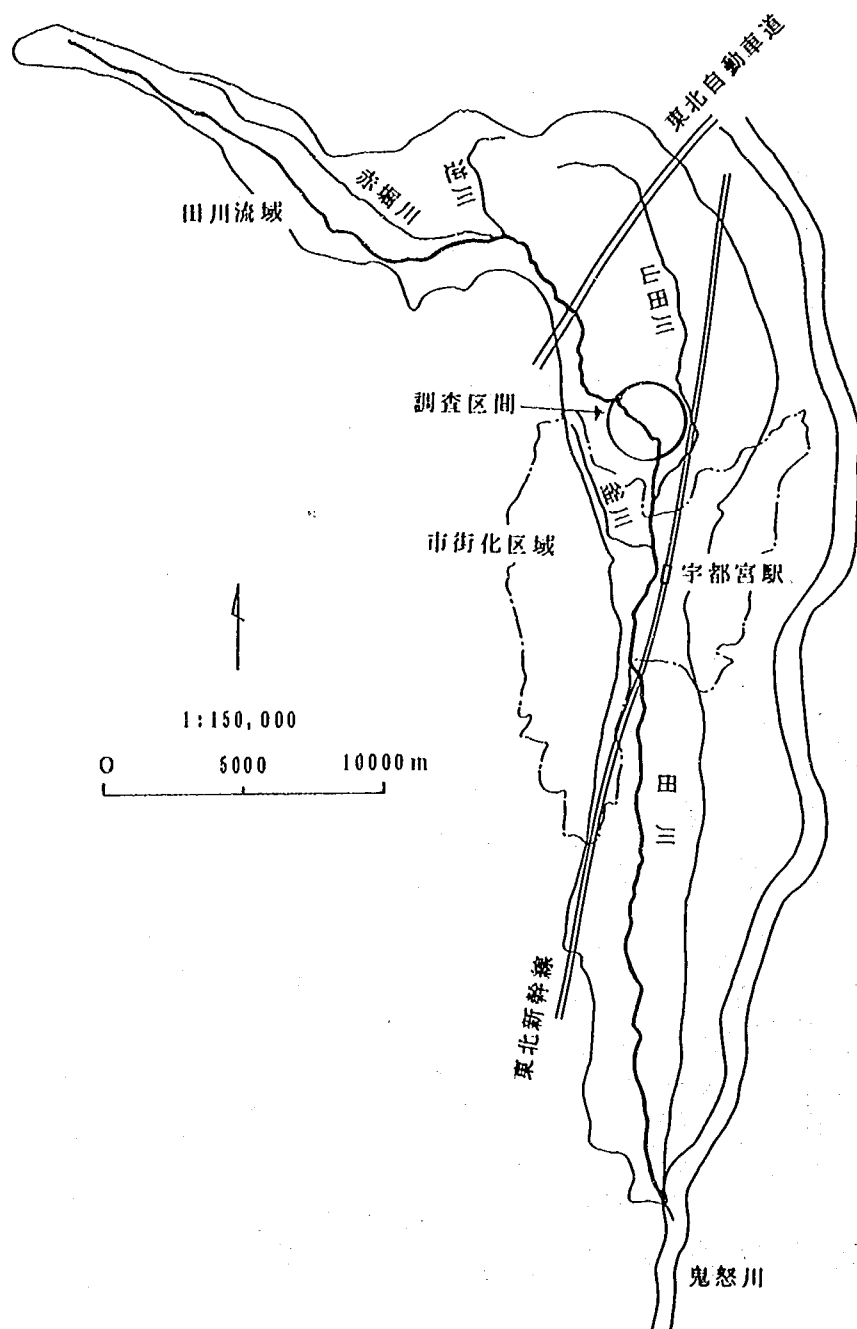
(改修後)

(b) 田川区間2 改修前後

写真－3.1 改修前後の比較（田川の例）

の三川を合流して、宇都宮市の市街地中央部を貫流し、さらに田園地帯を流下して鬼怒川に合流する中小河川である。流域の状況を図－3.3に示す。田川全体の流域面積は252km²、流路延長は64kmである。田川の流況（豊平低渇流量）を図－3.4に示す。これから低水流量が多い河川であるといえる。水質については、BODの経年変化を図－3.5に、年平均水質を表－3.1に示すが中上流域はBODで1～2 ppm程度と水質が良好な河川である。

田川では数年間に急速に河道整備が進みつつある。田川の改修前後の河道の平面形を比較したのが図－3.6である。新河道は旧河道をもとに設定されているが、河川の川幅を広げ、蛇行部が直線化されたとが分かる。



図－3.3 田川流域の概要

水位観測地点；

田川幸橋

流域面積 $\Lambda = 159.4 \text{ km}^2$

凡 例

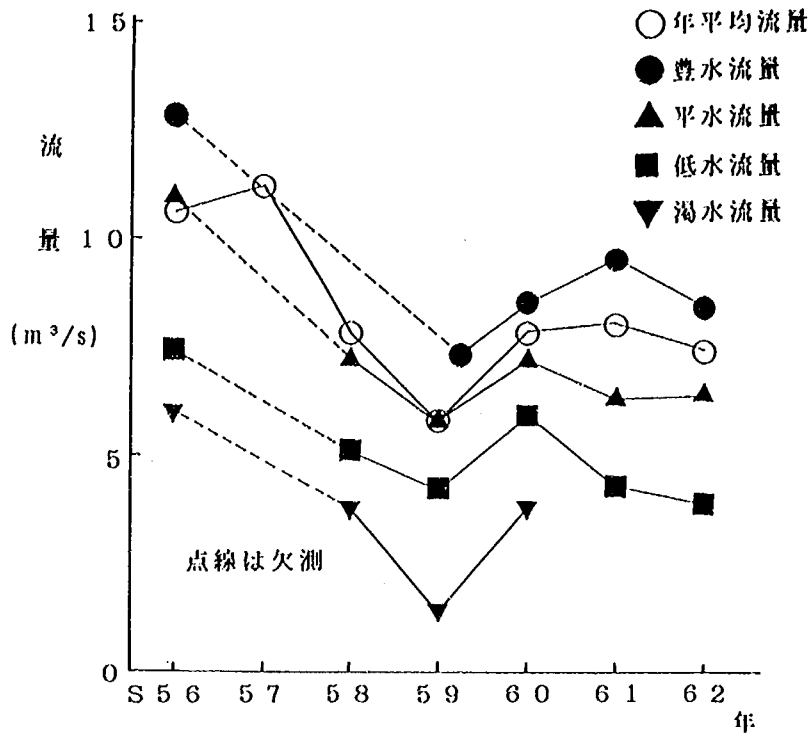


図- 3.4 田川の流況の経年変化

mg/ℓ

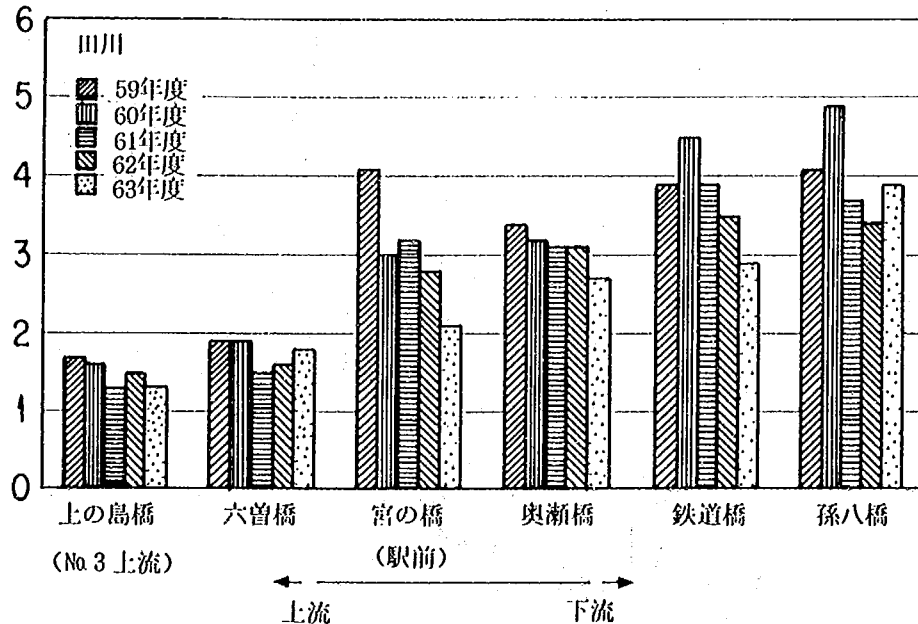


図- 3.5 田川のBODの経年変化

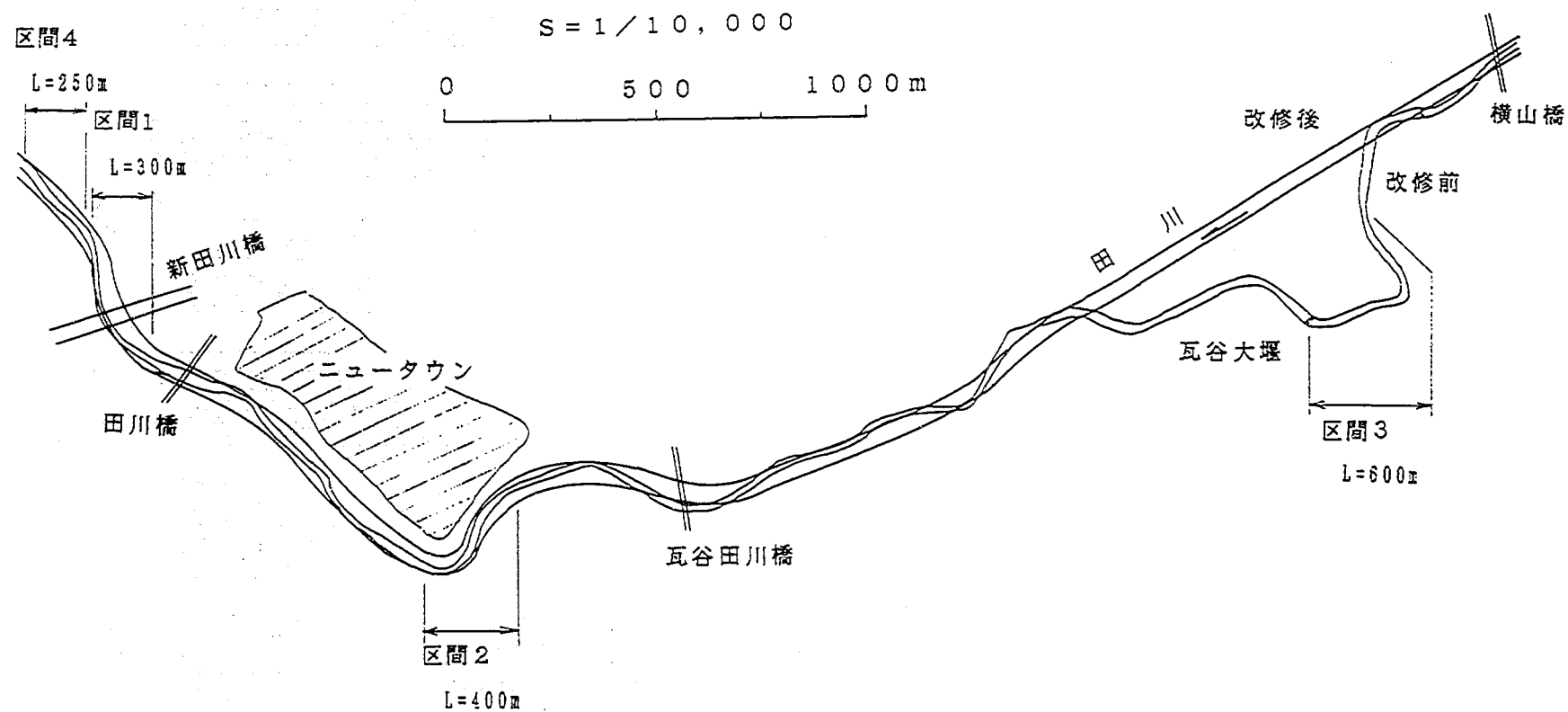


図-3.6 田川の改修前後の河道状況の比較

表- 3.1 田川の年平均水質

	min	max	ave
(田川上の島橋 ; No.3)			
DO	9.3mg/l	12	11
BOD	0.6	3.7	1.3
SS	2	14	6
(田川大曾橋)			
リン	0.003	0.020	0.012
Cl-	11	13	12
全チッソ	1.8	2.1	2.0

表- 3.2 田川調査区間の概要

区間No	名 称	延長	護 岸	河床	河床材料	川幅
1	改修済み2年	300m	コンクリブロック張り	平瀬化	砂礫が主	20m
2	改修済み1年	400	コンクリブロック張り	平瀬化	岩が主	30
3	未改修	600	じゃ籠、連節ブロック	瀬と淵	砂礫が主	12
4	魚巢ブロック	250	魚巢などブロック張り	湛水域	砂泥が主	20

次に調査対象区間の概要を示す。調査区間最下流端付近の山田川合流前における諸元は、流域面積 $A=94\text{ km}^2$ 、流路延長 $L=32.5\text{ km}$ 、河床勾配 $I=1/102$ 、計画流量 $Q=420\text{ m}^3/\text{s}$ 、比流量 $=4.46\text{ m}^3/\text{s}$ となっている。また調査区間の平常時の流量は $5\sim 6\text{ m}^3/\text{s}$ 程度である。

調査した区間を図- 3.6、表- 3.2に示す。調査区間は改修状況が異なる4区間(区間1~4)を設定した。

- ・区間1：改修後2年程度経過した区間
- ・区間2：改修後1年程度経過した区間
- ・区間3：未改修区間で改修前の状況が残っている区間
- ・区間4：魚巢ブロックを中心とした改修後2年の区間

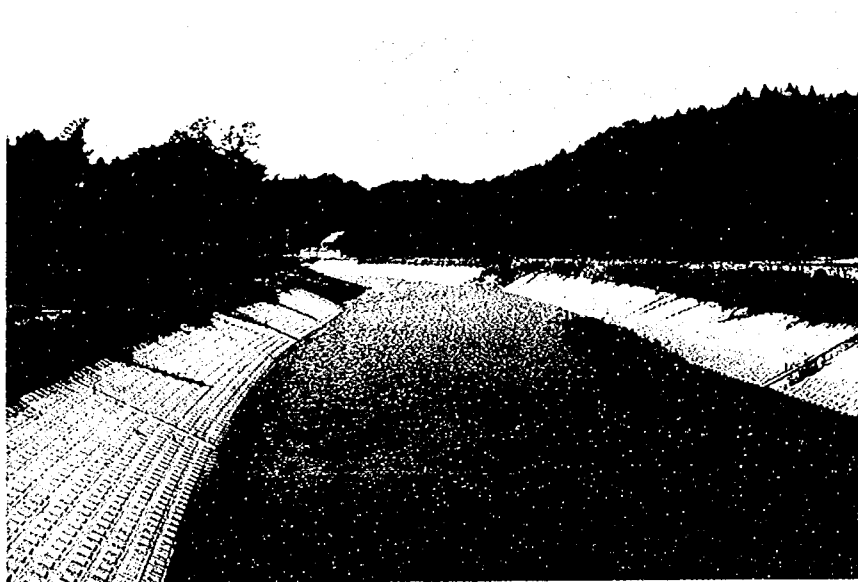
区間1~4の状況を写真- 3.2に示す。区間1、2については7月と9月の調査で洪水前後の状況を比較しているが、このように季節ごとに河道の状況も少しずつ変化している。特に区間2は改修直後であり、土砂が移動しやすく、河道形状の変化も大きい。

各調査区間において、生息生物調査と河道状況調査を行なった。生息生物調査は、魚類、水生昆虫、鳥類、植物を中心として行なった。河道状況調査は、水理量、河床縦横断、平面形、河床材料、水質などの調査を生物調査と合わせて行なった。平成2年に田川で行なった調査内容を表- 3.3に示す。鳥、植物については夏と冬に行ない、魚は各季節ごとに合計4回行なっている。



(a) 田川区間1 洪水前（7月）

写真－3.2 田川調査区間の状況



(b) 田川区間1 洪水後（9月）

写真－3.2 田川調査区間の状況



(c) 田川区間2 洪水前（7月）

写真－3.2 田川調査区間の状況

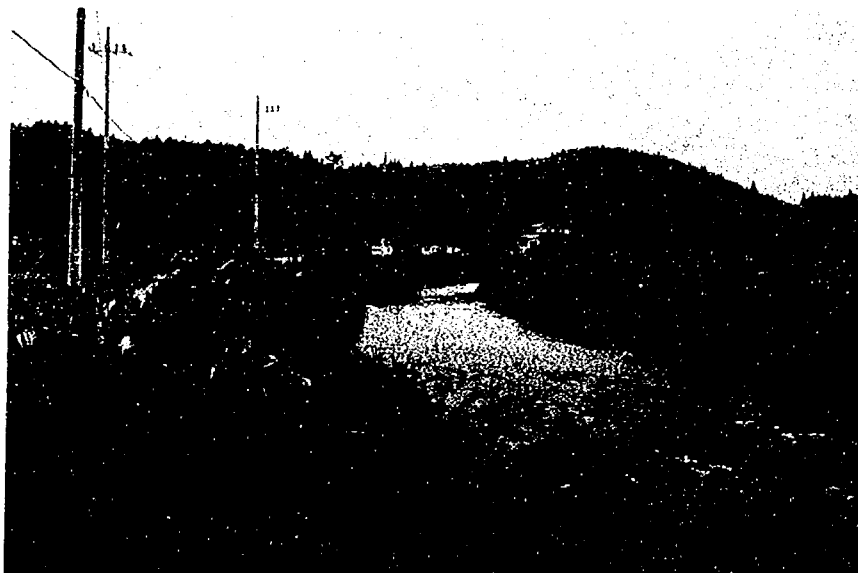


(d) 田川区間2 洪水後（9月）

写真－3.2 田川調査区間の状況



(直線部分の瀬と淵)



(e) 田川区間3 (7月)

写真- 3.2 田川調査区間の状況



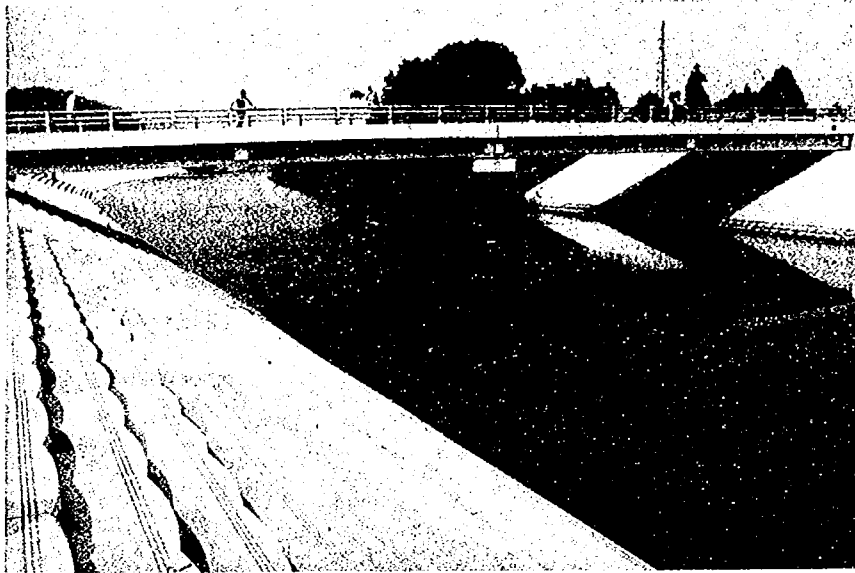
(曲がり部分の瀬)



(曲がり部分の淵)



(堰による湛水域)



(堰による湛水域)

(f) 田川区間 4

写真- 3.2 田川調査区間の状況

表- 3.3 田川の現地調査の内容

生 物 調 査																			
調査内容	魚 類				水生昆虫				鳥 類				植 物						
調査区間	1	2	3	4	1	2	3	4	全 川				1	2	3	4			
調査時期																			
第1回(6／12)	○	○	○	○	○	○	○		○										
第2回(7／23)	○	○	○	○	○	○	○		○				○ ○ ○						
第3回(9／8)	○	○	○	○									○ ○ ○						
第4回(11／4)				○									○ ○ ○						

生 息 環 境 調 査																	
調査内容	流速・水深			縦断測量			横断測量			水質			河床材料				
調査区間	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
調査時期																	
第1回(6／12)	○	○	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○		
第2回(7／23)	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○		
第3回(9／8)				○		○				○	○	○					
第4回(11／4)			○			○				○	○	○			○		

魚類調査は、主にたも網と投網を用いて行なった(写真- 3.3, 3.4)。魚類の採取器具の主なものを写真- 3.5 ~ 3.8 に示す。たも網は自家製で簡単に作成することができる。たも網の製作手順を図- 3.7 に示す。また水生昆虫の採取には、写真- 3.9 に示す幅30cmのプランクトンネットを用いた。プランクトンネットを置いた30×30cm区間の石を採取し、バット中で洗ってピンセットで採取し、ホルマリン漬けにして持ち帰った(写真- 3.10)。鳥類調査は河川を歩きながら双眼鏡で観察し、種類を記録した。植物調査は、いく



写真- 3.3 たも網による採取状況

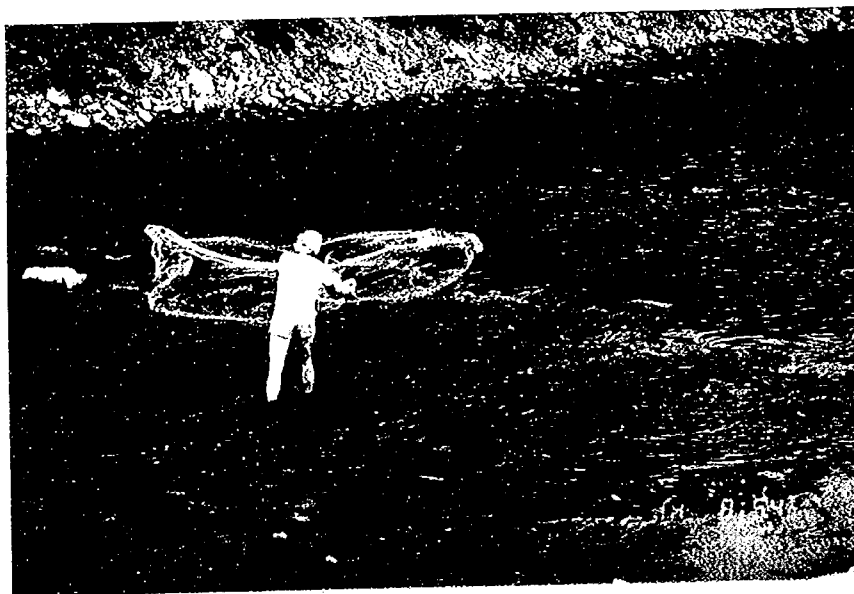


写真- 3.4 投網による採取状況

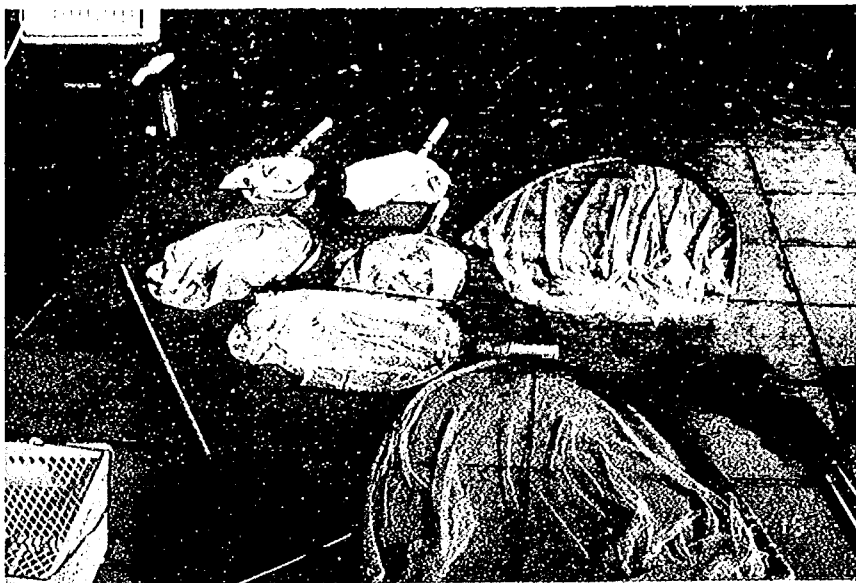


写真-3.5 魚類採取に用いる網類

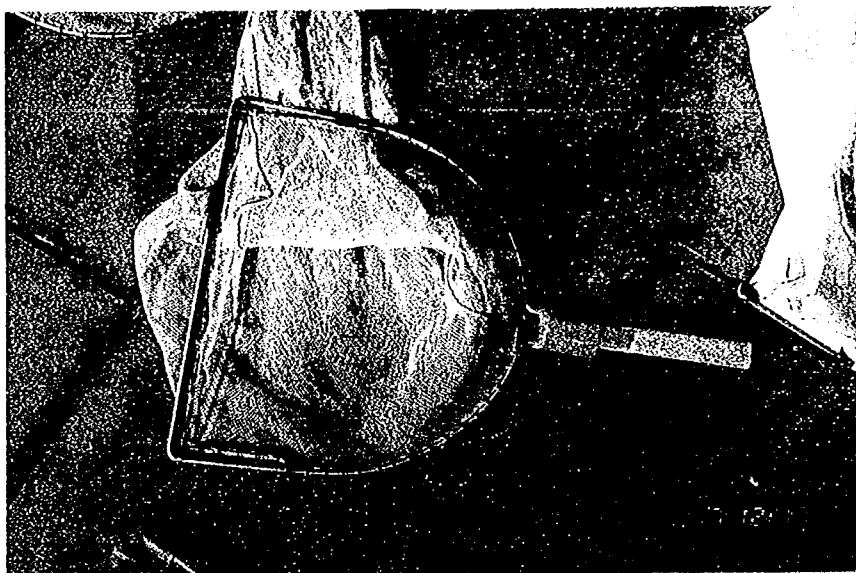


写真-3.6 たも網

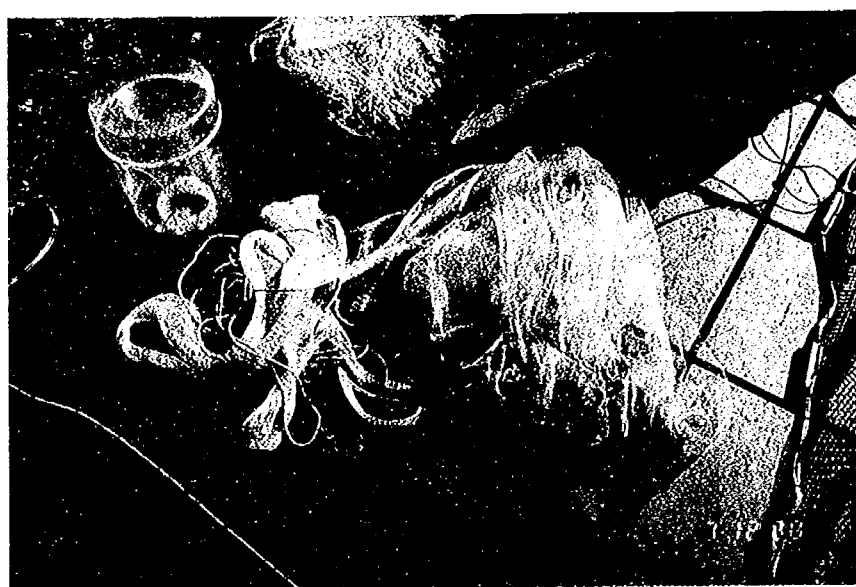


写真-3.7 投網

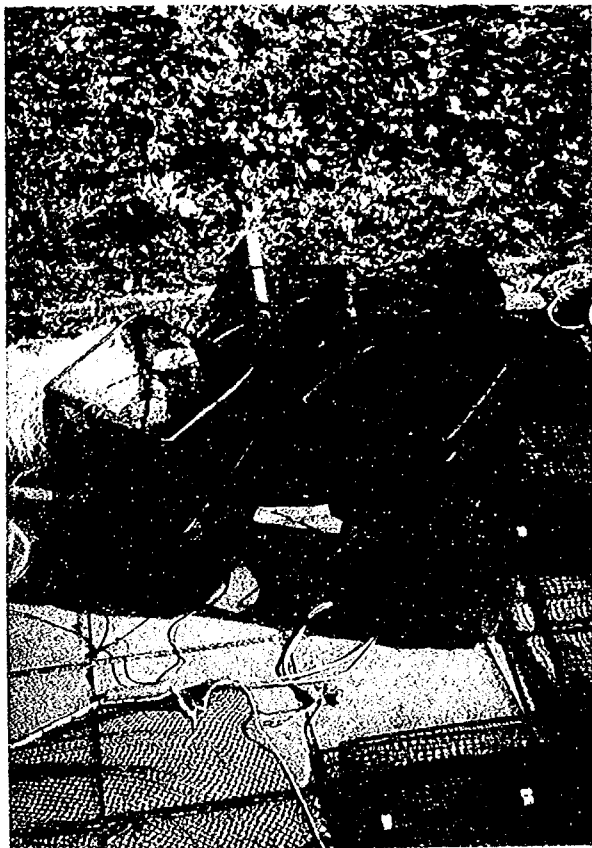
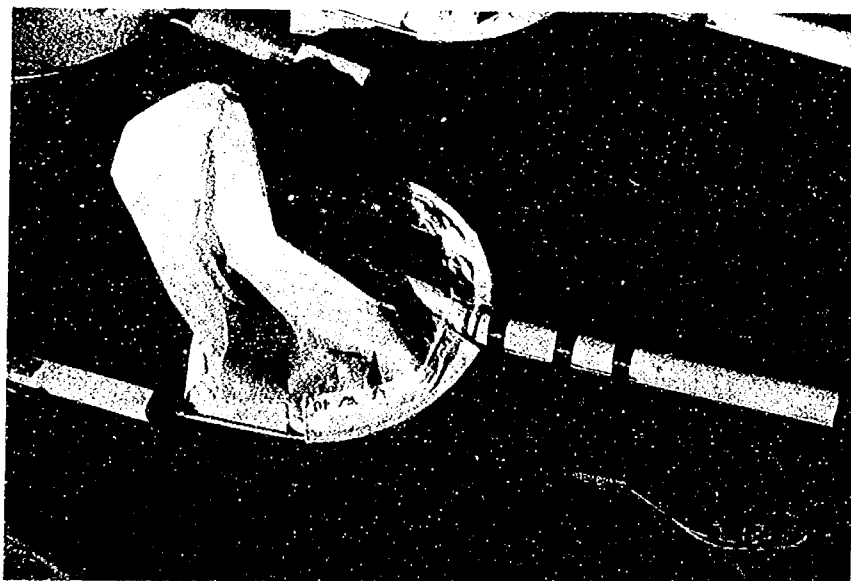


写真-3.8 しかけ類



写真－ 3.9 水生昆虫採取器具



写真－ 3.10 水生昆虫の採取状況

つかの調査区域を設定し，その区域の種類と被度・群度を調査するとともに，調査区間の植生分布を調査した（写真－ 3.11）。

河道状況調査は，横断的な水深，流速の測定（写真－ 3.12）と河床材料の採取（写真－ 3.13），および縦断勾配の測定（写真－ 3.14）を行なった。その他調査区間の平面形状を把握するために，所々測量を行なっている。

4 回の魚類調査の内容を表－ 3.4 に示す。ただし 4 回目は全量調査のため区間 3 のみ行なっている。魚類については 4 回の調査とも調査方法が若干異なっているが，その違いを以下に示す。



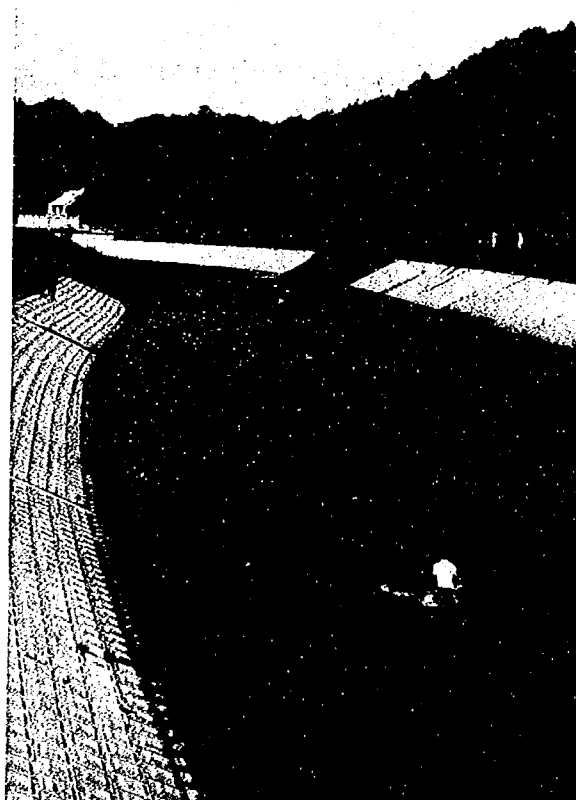
写真－ 3.11 植物の調査状況



写真－ 3.12 水深・流速の測定状況



写真－ 3.13 河床材料の採取状況



写真－ 3.14 縦断勾配の測定状況

表－3.4 魚類調査の内容

調査	時 期	調査前 の状況	採取方法	採取人員 (概略)	そ の 他
1	春 6/12	平 水	投網, さで網	5 名	素人のみ
2	夏 7/23	平 水	たも網, 投網	10	専門家を含む
3	秋 9/ 8	洪水後	たも網, 投網	10	専門家を含む, 採取場所を記入
4	冬 11/ 5	洪水後	たも網, 投網	40	区間 3 において全量調査

・ 1 回目の調査

魚類採取を職員のみで行ない、採取器具も不十分であった。特にたも網がなかった。このため採取量は不十分であった。予備調査と位置付けられる。

・ 2 回目の調査

生物の専門家を交じえての調査である。主にたも網と投網を用いて行なった。本調査と位置付けることができる。

・ 3 回目の調査

たも網と投網を用いて、専門家とともに行なった。採取した場所と魚種を平面図上に詳しく記入した。これにより採取場所と種類、採取方法による違い等を明らかにすることができる。

採取時間は、採取量を考慮して 1 区間あたり 1～2 時間程度行なった。

・ 4 回目の調査

区間 3 がショートカットされるのに伴い旧川部分が干される。この旧川部分を予め網で仕切り水が無くなった段階で、普段把握が困難な魚類の全量調査を行なうことを目的として行なったものである。よって前の 3 回の調査とは、異なった位置付けとなる。調査に先立ち仕切り網を張って瀬と淵を基準に 5 区間に区分する。これにより、河床形態別の生物量を把握することを試みた。調査には総勢 40 名程度の参加し、14～16 時の 2 時間、魚類採取を行なった。また翌日も継続採取を行なった。

3.2.2 田川の生物種

現地調査の結果、田川で確認された生物の種類を示す。表－3.5 は田川で確認された魚種を示したものである。また鳥類については表－3.6 に、水生昆虫については表－3.7 に示す。田川で確認された魚種は 20 種である。このうち放流魚はアユ、コイ、ウグイ、ヤマメの 4 種である。また田川とその周辺で確認された鳥類は 28 種であるが、田川内に限ると 12 種となる。また水生昆虫は職員が同定を行なったものであるが、それでも 11 種が確認されている。

3.2.3 田川の生物量（魚類について）

田川では、表－3.5 に示す魚の種類が確認されているが、実際に生息する量については不明である。田川では、圃場整備に伴い区間 3 がショートカット（新川開削）される計画になっている。これに伴って旧川が干された状態となり、絶好の魚類調査の場所となるのに伴って、魚類の全量を採取することを試みた。調査区間は区間 3 の曲がりを中心とした 350m 程度の区間で、瀬と淵別に予め網で仕切り採取した。調査区間と採取魚数と種類を参考資料として図－A に示すが、瀬と淵別の違いはあまりみられなかった。次に全体の採取魚と推定現存量を表－3.7 に示すが、

表- 3.5 田川で確認された魚種

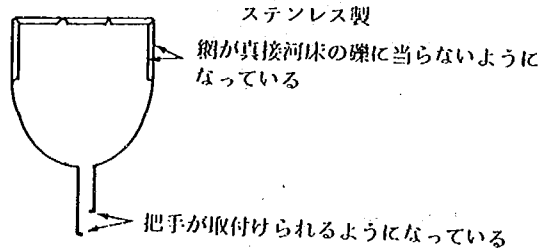
魚 種 分 類					採 集 日					注 意 事 項	
目	科	属	種	学名	1/12	1/23	1/4	1/5	合計	水 層	備 考
トナリ	トナリ	トナリ	トナリ	スナギツメ		1		20	21	底層	
イサ	イサ	イサ	イサ	ヤマメ	4			1	5	中～下層	
イサ	イサ	イサ	イサ	アユ	18	10	1		29		
コイ	コイ	コイ	コイ	コイ	2	4	1	38	46	下層	
				フナ	3		5	8	16		
				ギンブナ	1	10	3	4	18		
				ハナカサ	1		1	2	4		
				キンギョ			1		1	上層	
				タナゴ			2		2	中～下層	
				ウグイ	28	50	66	114	342		
				アブラハヤ			2	1	3		
				ハエウサギ	20	9	14	8	51	中層	
				カワムツ		1			1		
				カマツカ		21	23	35	79	底層	
				タモロコ	3	54	75	405	537	中層	
				モツゴ		3	5		8		
				ドジョウ	1	27	39	50	117	底層	
				サバ	10	29	100	22	161		
				サバ		12	17	18	47		
				サマズ		3	7	2	12		
				スズキ	3	7	50		60		
5日	7日	14日	16日	20日	12日	17日	18日	15日	20日		
					94	242	414	850	1,400		

（建設省土木研究所河川研究部）

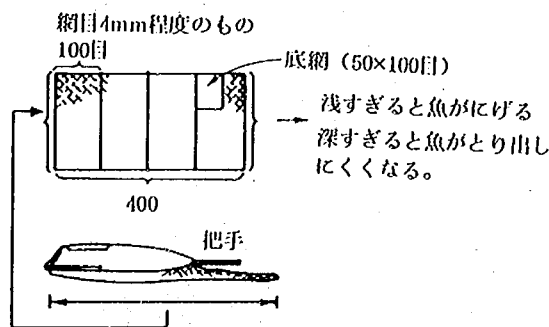
注）①～③は鴨川より10～30mまでの各区間の採集区画
④は10～30区間の採集区画のみ

用意するもの

- ① たも網用のワク（市販されている@2,000目程度）

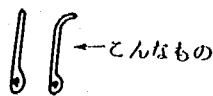


- ② 網



- ③ たこ糸（大、中）

- ④ 縫い針 手芸用の刺しゅう針（5点セット）

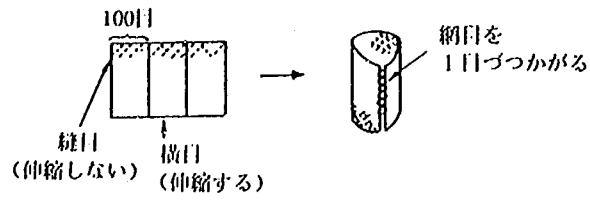


- ⑤ ハサミ

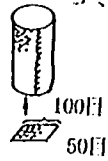
図- 3.7 たも網の製作手順

2. 製作手順

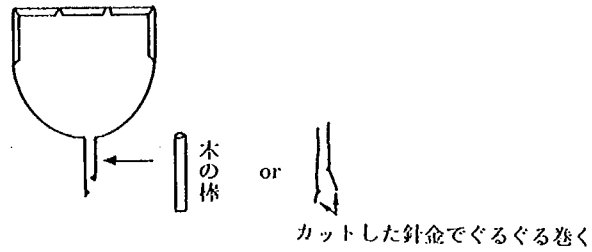
① 袋めい



② 袋の底づけ (底の有無によって魚のとり出し方がちがう、ゴミの▲処も当然違う)



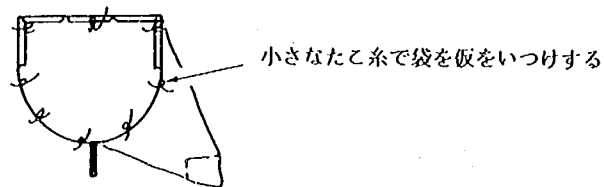
③ ワクに把手をつける



④ 袋のひも通し (太)



⑤ 袋の仮取付け



⑥ 袋の本取付け

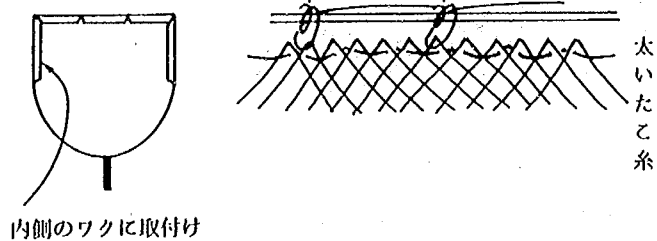


図-3.7 たも網の製作手順

表- 3.6 田川で確認された鳥類

		河川内で観察		河川外で観察	
		第2回(7月)	第3回(9月)	第2回(7月)	第3回(9月)
1	ゴ イ サ ギ			○	
2	サ サ ゴ イ	○			
3	ア マ サ ギ			○	
4	ダ イ サ ギ				○
5	コ サ ギ	○		○	○
6	カ ル ガ モ	○	○		
7	オ オ タ カ			○	
8	コ ジ ュ ケ イ			○	
9	コ チ ド リ	○			
10	イ ソ シ ギ	○	○		
11	キ ジ バ ト	○	○		○
12	ホ ト ト ギ ス			○	
13	ヤ マ セ ミ	○	○		
14	カ ワ セ ミ	○	○		
15	ツ バ メ			○	
16	キ セ キ レ イ	○	○		○
17	セ グ ロ セ キ レ イ	○	○	○	○
18	ヒ ヨ ド リ			○	○
19	モ ズ				○
20	カ ワ ガ ラ ス		○		
21	ウ グ イ ス			○	
22	ホ オ ジ ロ			○	○
23	カ ワ ラ ヒ ワ			○	
24	ス ズ メ			○	○
25	ム ク ド リ				○
26	オ ナ ガ			○	
27	ハシボソガラス	○	○	○	○
28	ハシブトガラス			○	

表- 3.7 田川で確認された水生昆虫

分 類			調 査 日					湿潤体重
目 科 種類			6/12	7/23	9 8	11/5	合計	Max.mg %
カヤコウ	カヤコウヤロウ	キイロカヤコウヤロウ	16		19			~ 15
		フダカヤロウ	12		64			~100
		ヒラタカヤロウ	116		4			~ 70
		ツカヤロウ	21		24			~140
トビヤラ	シマトビヤラ	ウルフシマトビヤラ	33		20			~ 50
		ヒメナガカワトビヤラ			242			~800
ヘビトンボ			2		14			
ヒラタドムシ					有			
ミスリカ			1					
カゲンボ					1			
ブラナリア			1					
シマイシビル			4		6			20~200

(建設省土木研究所都市河川研究室)

“推定”と記するように全量を採取することは不可能であった。その理由はいくつかあるが、最大の原因は地下水の湧水や支川からの流入が完全に抑えられず、多くの魚が氷の残っている淵や巨礫等の下に潜って採取できなかったことによる。結果として、表に示すように重量でいうと、コイなどの大型魚で1/3~1/2, ウグイやフナの中型魚で1/3~1/4, ヨシノボリなどの小型魚は1/5~1/7, ドジョウやナマズなどの底生魚は1/10~1/20程度の採取率と推定される。また半月間程度、調査区間の上流側では工事が行なわれており、この濁水の影響も3割程度として考慮に入れると、現存量は平方メートル当たり80g程度の魚類の生息密度であると推定できる。

表- 3.8 採取魚の全量と推定現存量

(田川, 1990年11月5日)

分類	魚 種	採捕数 PC	単位体重 g/PC	合計体重 kg	採捕率 (推定)	推定現存量 kg
大型 魚	コイ	36	300~6800	42.57	2/3~1/2	64~95
中 型 魚	ヤマノ	1	30	0.03		
	オイカワ	8	41	0.33		
	ウグイ	233	38~400	31.22	1/3~1/4	102~137
	フナ	14	190	2.66		
	アブラハヤ	1	15	0.02		
小型 魚	モロコ	405	2.7~4.6	1.54	1/5~1/7	8~11
底 層 魚	カマツカ	35	7~35	0.51		
	ナマズ	2	250	0.5		
	スナヤツメ	20	4	0.08		
	ドジョウ	50	9	0.45	1/10~1/20	17~34
	シマドジョウ	22	4~5	0.1		
	ホトケドジョウ	18	3~4	0.06		
合 計		850		75.08		192 ~ 267

注) 本表には、支川付近で採取された分も含んでおり図-Aと若干数値が異なる

採捕区間の水面積: 4560m²
 単位面積当たり推定現存量 = 192~267kg/4560m² = 42~58g/m²
 ↓
 工事による濁水の影響を含めた推定現存量 = 42~58g/m² / (1-0.3) = 60~82g/m²

田川平面図

調査区間 NO. 39

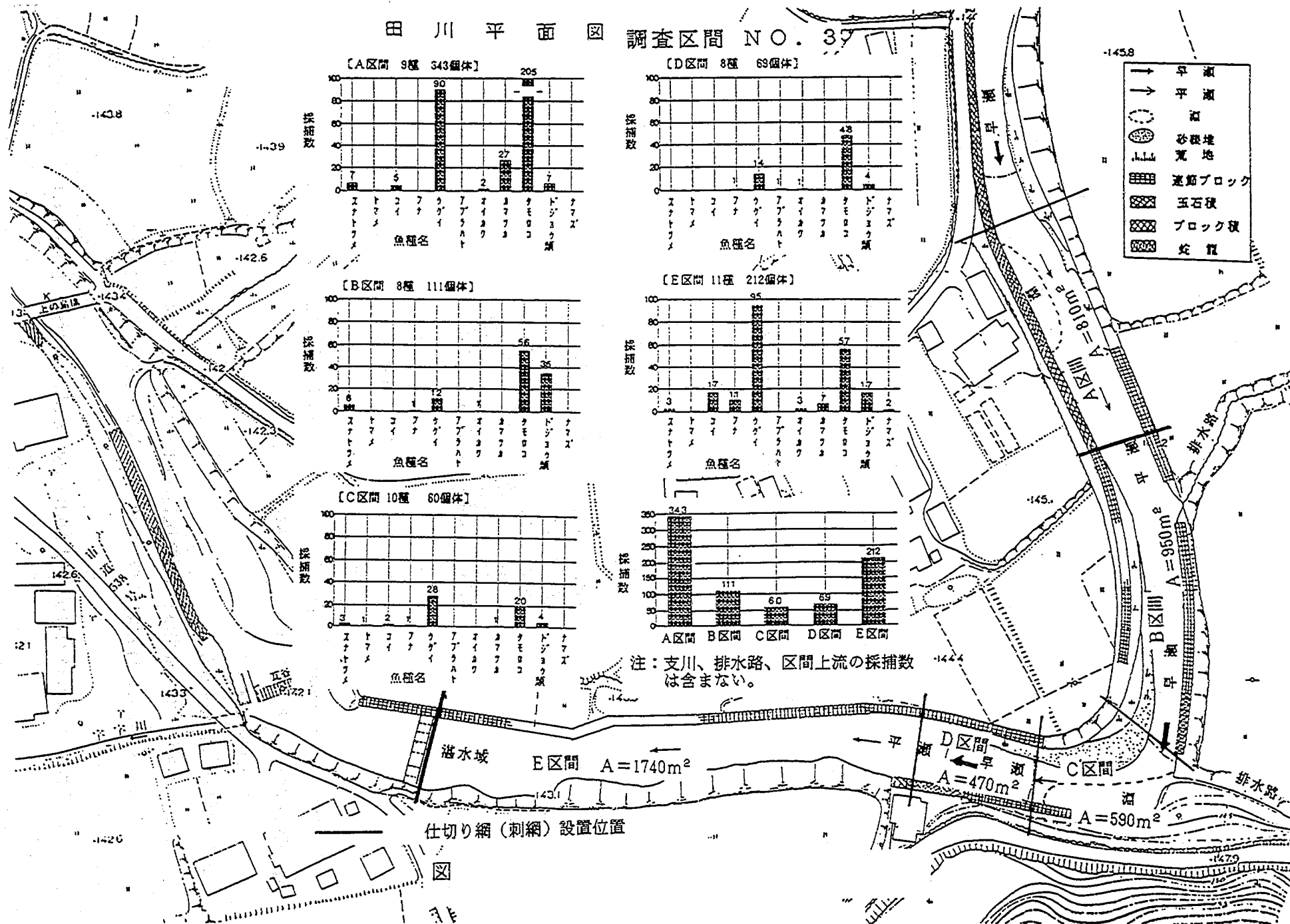
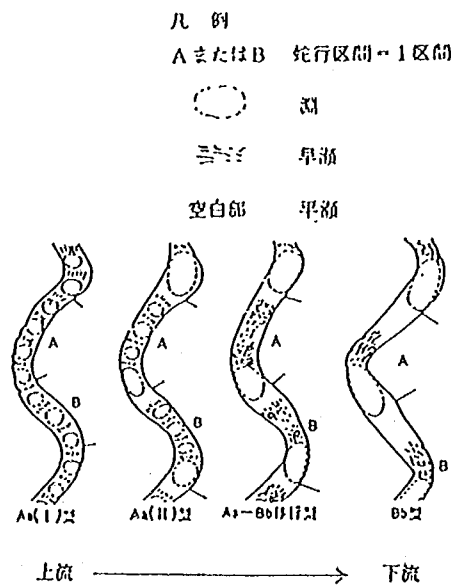


図-A かい堀り調査時における仕切り区間ごとの水面面積と採捕魚種

3.3 河川改修状況と生物

中流域の河川における生物、特に魚類にとって必要な河川の単位形態は、瀬と淵が交互に連続することである（図－3.8）。瀬と淵は異なる河床形態をもっており、瀬はさらに早瀬と平瀬に区別される。瀬と淵は、河川工学的にも河川の平面形を決定する要素である。その形態はM型の淵については、直線部分では中規模模河床形態の砂れき堆（交互砂州）と同じものである。また河道自体にわん曲部分があれば、凸岸部に大きな淵ができる。

田川の調査では改修時期の異なる2箇所の改修済区間と1箇所の未改修区間の計3箇所を調査区間として選定した。区間4は改修時期が区間1と同一時期なのでここでは省く。この中で瀬と淵の区別が明確なのは、未改修の区間3である。改修ずみの区間1と区間2は川幅の拡幅に伴い河床を図面通りに平坦化したことから、瀬と淵の区別が未だにはっきりしない。改修区間の状況を比較するためには、調査区間を眺めて瀬と淵などの河道の状況を比較することから始まる。生物の専門家のようにポンチ絵で調査区間の状況を示したのが図－3.9である。図には見た目で判断した瀬と淵の区別も記してある。これをもとに早瀬、平瀬および淵の中心付近において、川幅に応じて1～2m程度の間隔で瀬と淵の中心部分の横断的な水深、流速の測定と河岸付近の河床材料調査を行なった。



図－3.8 瀬と淵の在り方⁷⁾

なお河床材料は、30×30cm区間の石れきをプランクトンネットに入れて採取したものである。

瀬と淵別に測定値をまとめるのだが、その方法としては、

- ① 平均値で代表させる方法
- ② 分布値まで評価する方法

が考えられる。①の平均値は従来の土木工学の計画や計画の基本として利用され、大スケールに対応するものである。これに対し②は、測定値をそのまま利用したものであるが、生物のスケールである小スケールに対応するものである。

はじめに平均値による評価を行なう。瀬と淵別の流速、水深、河床材料の平均値を示したのが表－3.9で

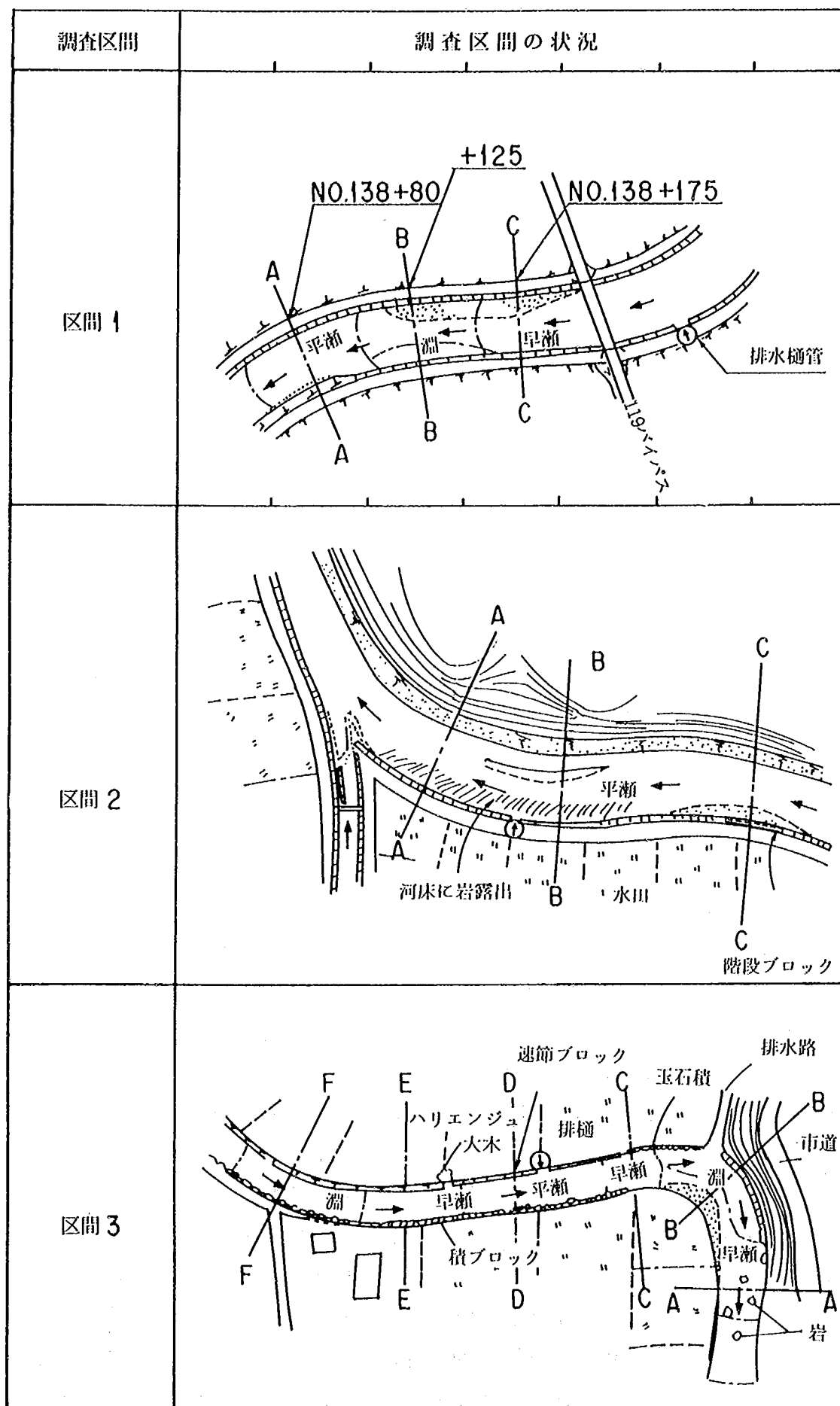


図- 3.9 調査区間の瀬と淵の状況 (ぼんち絵)

表- 3.9 流速・水深・河床材料の平均値

調査 区間	形 態		水 面 幅 (m)	最大水深 (m)	平均水深 (m)	平均流速 (m/s)	河床材料	50%粒径 (cm)	平均DO (mg/l)	平均水温 (℃)
1	早	瀬	23.0	0.48	0.20	0.46	礫	3.7	9.4	22.5
	平	瀬	18.0	0.45	0.25	0.48	礫	2.6	9.7	20.5
	淵		23.0	0.50	0.31	0.40	砂, 礫	1.3	9.8	23.1
2	早	瀬	35.0	0.22	0.15	0.41	礫, 岩盤	3.3	8.7	25.2
	平	瀬	26.0	0.25	0.15	0.37	礫, 岩盤	2.5	8.5	24.9
	淵		31.9	0.31	0.25	0.43	礫	3.0	8.8	25.4
3	曲がり部分	早瀬A	11.5	0.64	0.33	0.95	礫, 大石	3.5	8.6	23.7
		淵 B	9.8	1.69	0.92	0.23	砂, シルド	1.7	8.5	23.9
		早瀬C	10.7	0.43	0.28	0.86	礫	—	9.0	23.9
	直線部分	早瀬D	12.7	0.40	0.31	0.56	礫	2.6	8.9	23.9
		早瀬E	12.5	0.61	0.29	0.69	礫	—	9.2	23.9
		淵 F	10.0	0.68	0.50	0.33	砂, 小礫	—	9.5	24.3

(1990.6)

ある。表から横断面の平均値な値をみても、区間3を除けば瀬と淵の区別は明確に現われていない。

瀬と淵別の分布値を示したのが図- 3.10（流速・水深分布図）と図- 3.11（河床横断図）である。分布値をそのまま用いて表現した水深-流速分布図をみると、特に区間2と区間3で早瀬と淵の分布範囲が異なっているのがわかる。このように分布図からは早瀬と淵が異なる生息環境を形成していることがわかるが、これをまとめて平均値で表わすと違いが明確にはならない。

次に三つの区間の比較的直線部（若干の曲がり）に形成され、平面的に類似した状況を呈している瀬と淵の区間を水深-流速図を用いて比較してみる。図- 3.10から、区間2→区間1→区間3の順に早瀬と淵の分布が異なった範囲に広がる傾向を示しており、瀬と淵の相違がはっきりしてくるのがわかる。また三つの区間の改修状況をみると、区間2（改修後1年）→区間1（改修後2年）→区間3（未改修）の順に改修後の経過年が少ない。つまり水深と流速の分布状況と改修後の回復過程に関連性があることが考えられる。従って、河川改修前後の河床や流れの多様性の評価や改修後の瀬と淵の回復状況などをみる場合に、改修前後の水深-流速分布を比較すればある程度判断できるものと推定される。また同様に図- 3.11の河床横断図をみても回復する過程がある程度読み取れる。田川では、改修を行なって瀬と淵が消滅した後2年程度という比較的早い時期に瀬と淵が回復している傾向が見られる。これは田川が流量、流砂量が豊富であり、適当な洪水があったことに起因するものと考えられる。

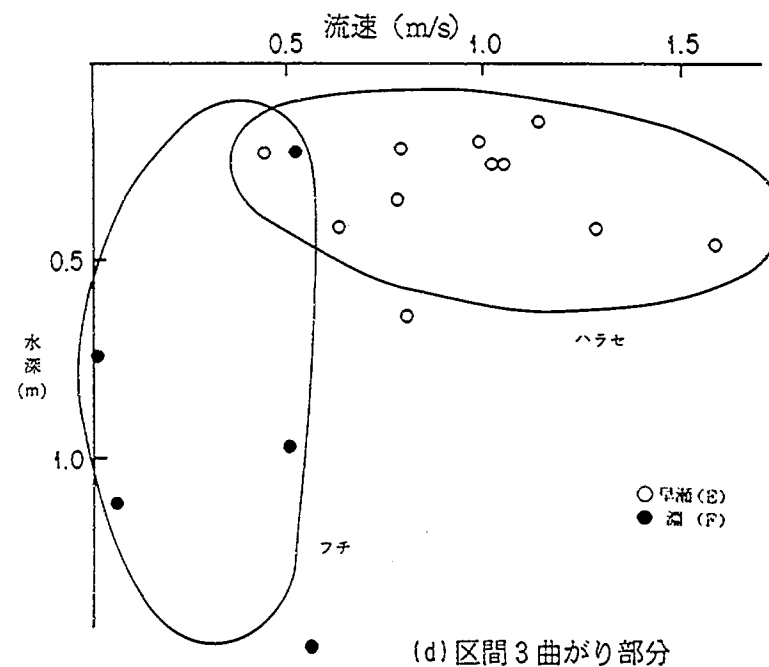
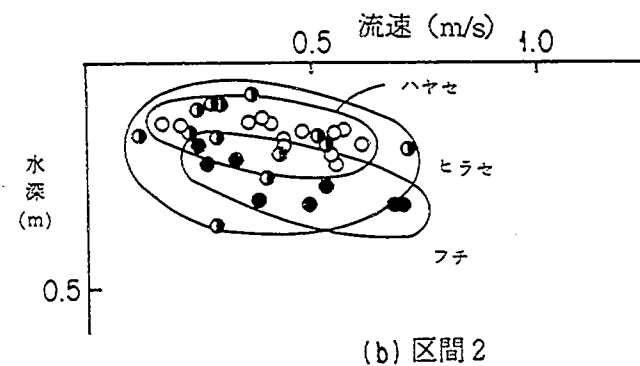
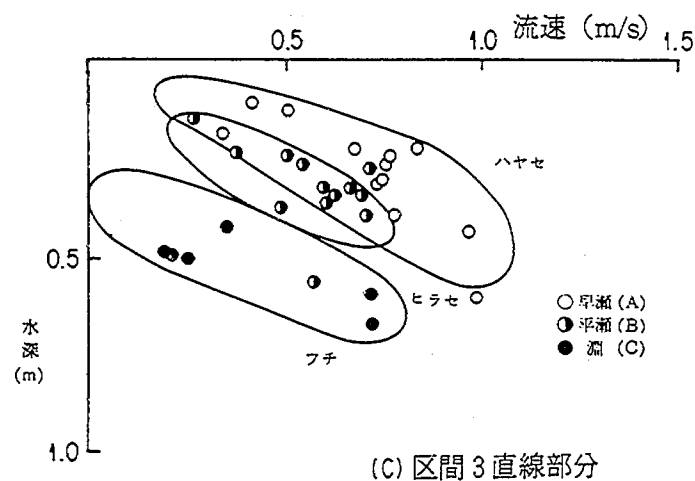
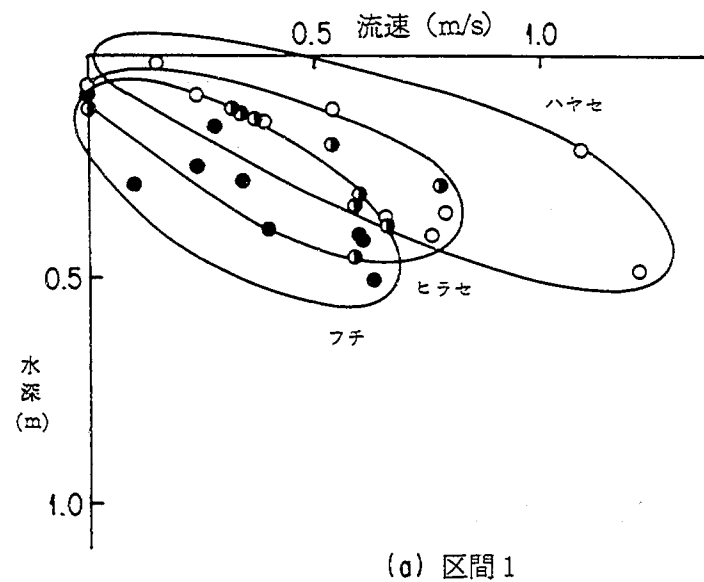
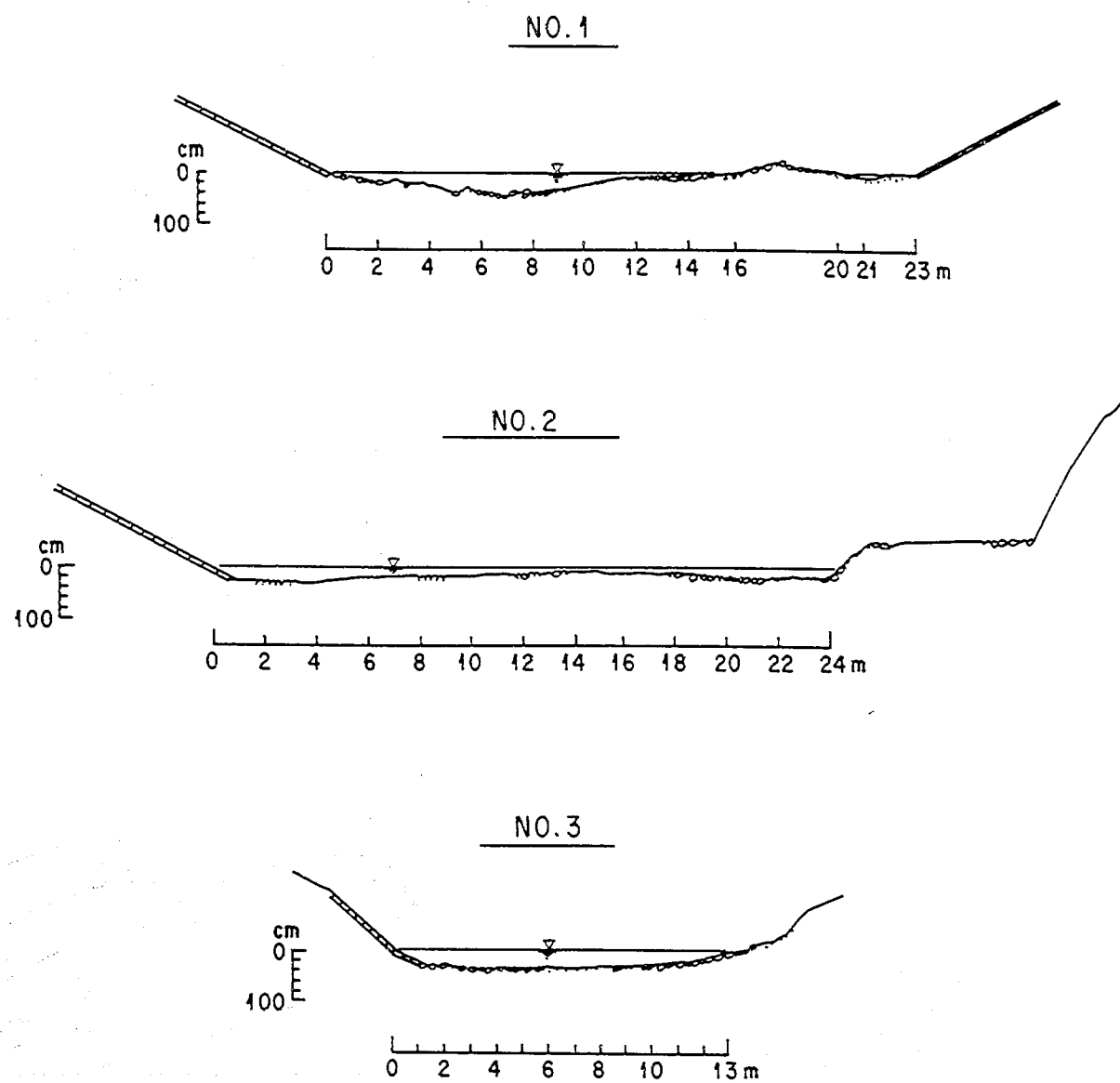
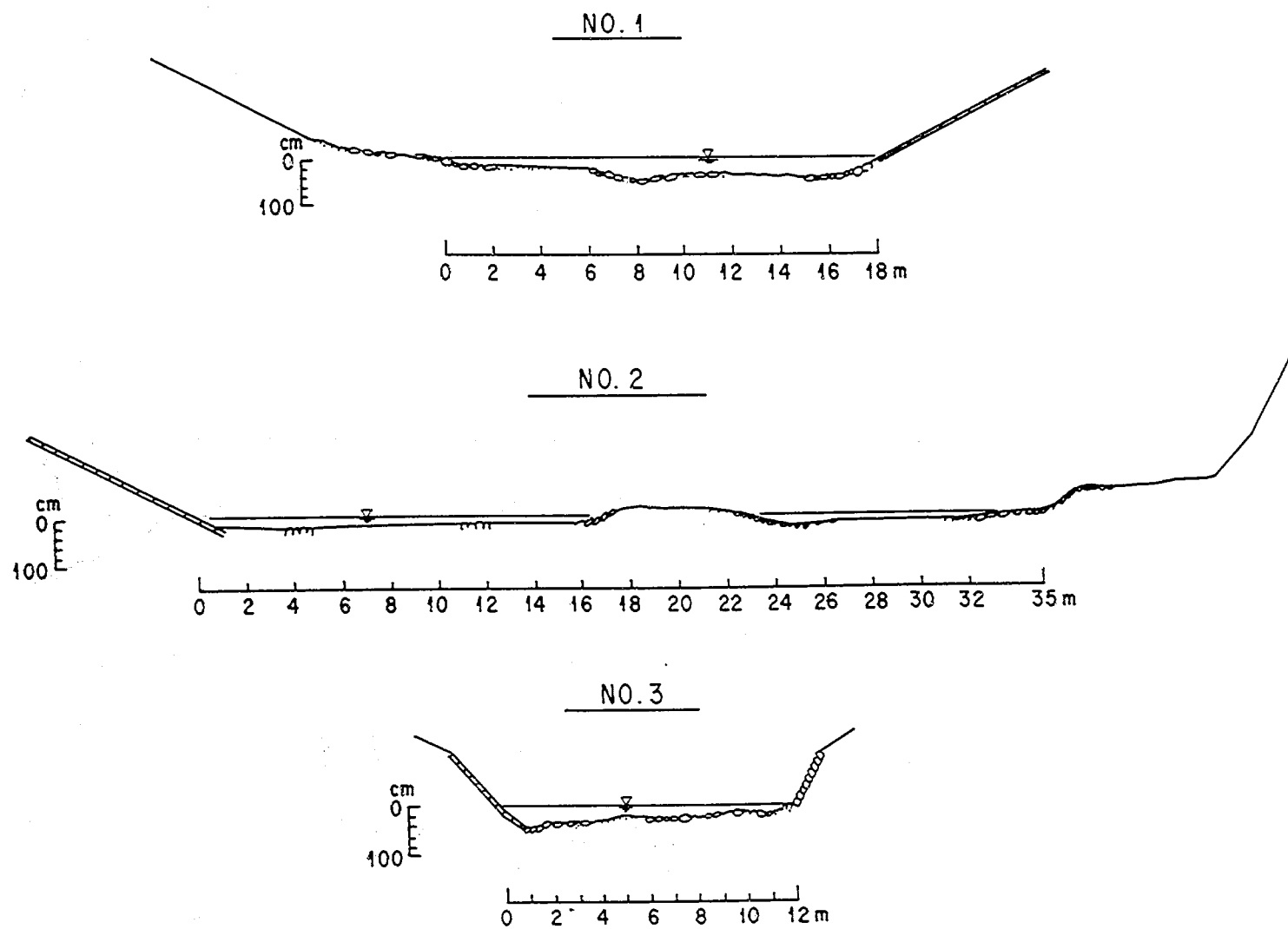


図- 3.10 流速・水深分布



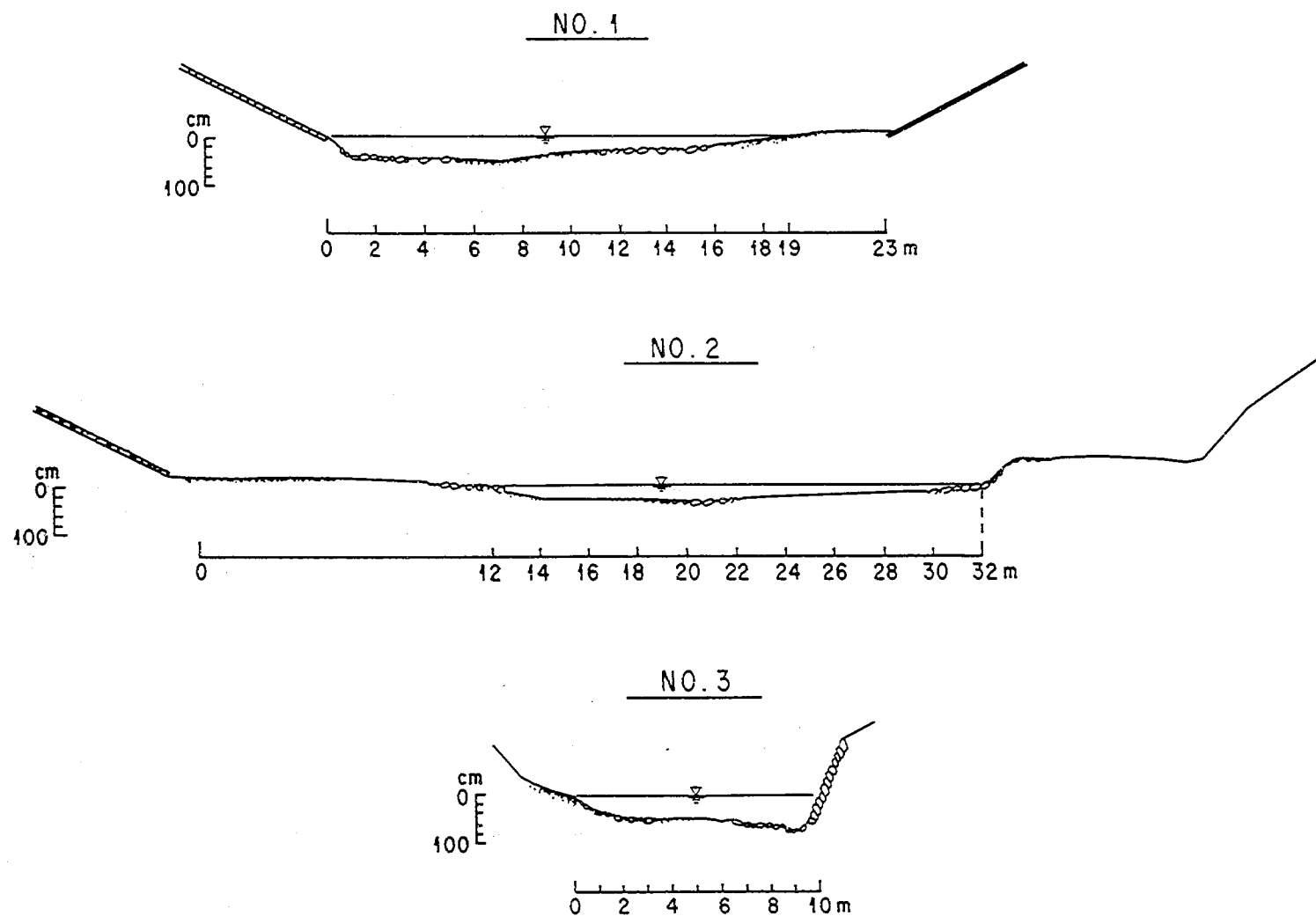
(a) 平 瀨

图- 3.11 河床横断面



(b) 早 瀬

図- 3.11 河床横断面図



(c) 淵

図-3.11 河床横断面図

表- 3.10 調査区間別の水生昆虫の生物相

水生昆虫の生物相

(H 2. 7.23~24, 30×30cm方形枠)

	区間 1		区間 2		区間 3		備 考
	早 瀬	淵	早 瀬	淵	早 瀬	淵	
カゲロウ目	++++	++	+++	++	++++	+	ヒラタカゲロウ
トビケラ目		+	+++	+	+++++		ウルマシマトビケラ
カワゲラ目							
広 翅 目	+				++		ヘビトンボ
鞘 翅 目							ゲンゴロウ
ト ン ボ 目						+	サナエトンボ
ヒ ル 類	+	+	+		+	+	シマイシビ

+++++非常に多い ++++多い +++普通
 ++少ない +わずか

次に改修後の瀬と淵の回復と生物との関係を検討する。河道状況と同時に調査した第2回（7月）と第3回（9月）の調査における魚類の種類と数量を、調査区間別に示したのが図- 3.12である。図から、種類数、個体数とも多いのが未改修の区間3である。区間1は種類は多いが個体数は区間2とそれほど変わらない。区間2は他と比較して個体数、種類とも少ない。三つの区間は、同一河川で距離的にも近いことから、類似した環境条件にあるが、区間2（改修後1年）と区間1（改修後2年）の差はさほど明確ではない。未改修の区間3と改修区間の区間1、2との個体数の差は明確に現われている。ただし区間2を除いて種類に差がみられないことから、改修後の瀬と淵等の河床形態などが回復し、生息条件が良くなれば個体数も増加してくるものと考えられる。

また表-3.10は水生昆虫を目のレベルで分類し、区間ごとに比較したものである。多様性の面からみると、区間3の未改修部分が区間1、区間2よりも若干多様性がある傾向がみられる。

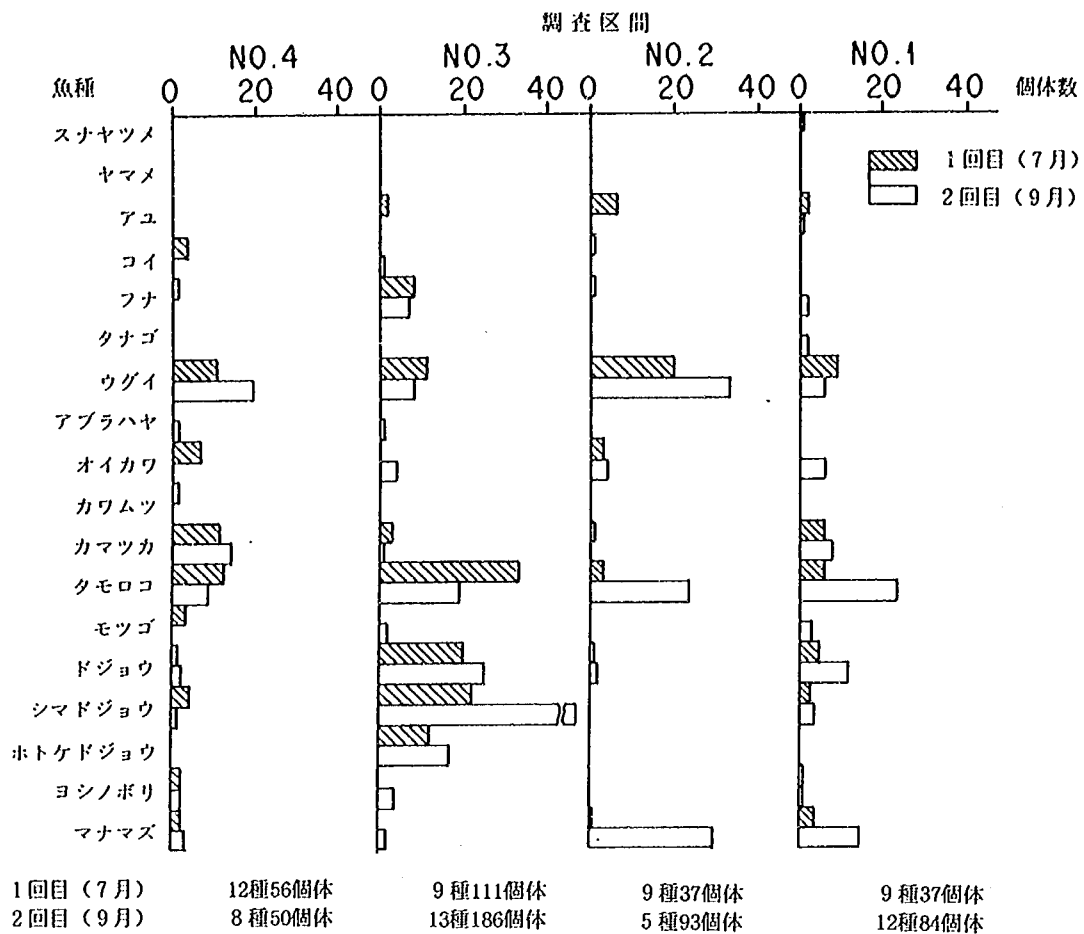


図- 3.12 調査区間別の採取魚の種類と数量

3.4 瀬・淵と生物

3.4.1 瀬と淵の必要性

瀬と淵における生物の食物連鎖を図- 3.13に示す。また生物種ごとの瀬と淵の利用方法を表- 3.11に示した。この中で最も瀬と淵をよく利用する生物は魚類である。魚類は淵を住み場所、隠れ場所として利用し、瀬を摂餌の場所として利用するものが多い(写真- 3.15)。この点では淵はある程度深い方がいいし、瀬は餌となる水生昆虫などが生息しやすく、ある程度流れがあって水生昆虫が運搬されやすい方がいい。よって瀬と淵の区別が明確な状態が生物にとって生息したり利用しやすいものと考えられる。

3.4.2 瀬と淵の形成

瀬と淵はその河川の流水の作用によって河床材料が移動することにより形成されるものである。瀬と淵の形、つまり砂れき堆の形状は、水量の他に河道の曲がり、勾配、川幅などによっても規定される。

瀬と淵は、図- 3.14のように定義されるが、実際には明確に線引きをすることが難しいものが少なくない。逆に瀬と淵が明確に区別できる場合は、良好な瀬と淵が形成されているとみなすことができる。例えば田川の区間3の曲がりにできた淵とその前後の早瀬は見た目が全く異なる。これに対し区間1、2の瀬と淵はど

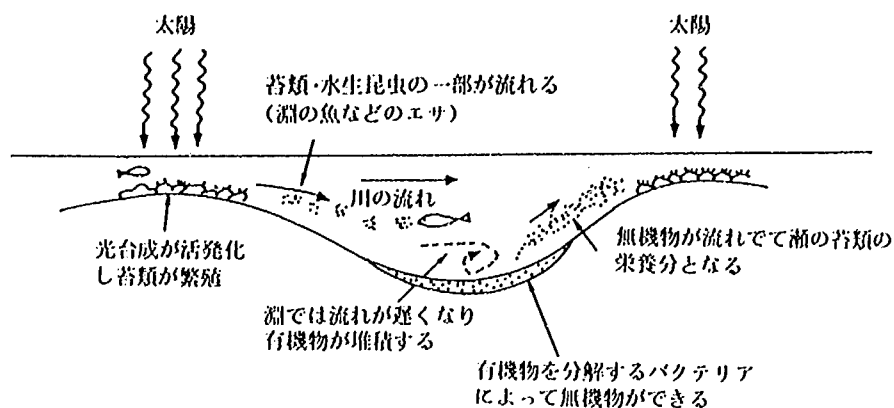


図- 3.13 瀬と淵の食物連鎖の概念図

表- 3.11 生物別の瀬と淵の利用方法

形態 種類	瀬	淵
水生 昆虫	・トビケラなど流水 域の昆虫が生息	・止水域の昆虫が生息
魚 類	・アユなどの産卵場 所 ・瀬で餌を捕獲する	・コイなどが水生植物 等に卵を産みつける ・休息に利用
鳥 類	・シギやサギなどが 浅瀬に入ってエサを とる	・カモやカイツブリな どが潜水してエサをと る



写真- 3.15 淵の底にいる魚類 (桐生川)

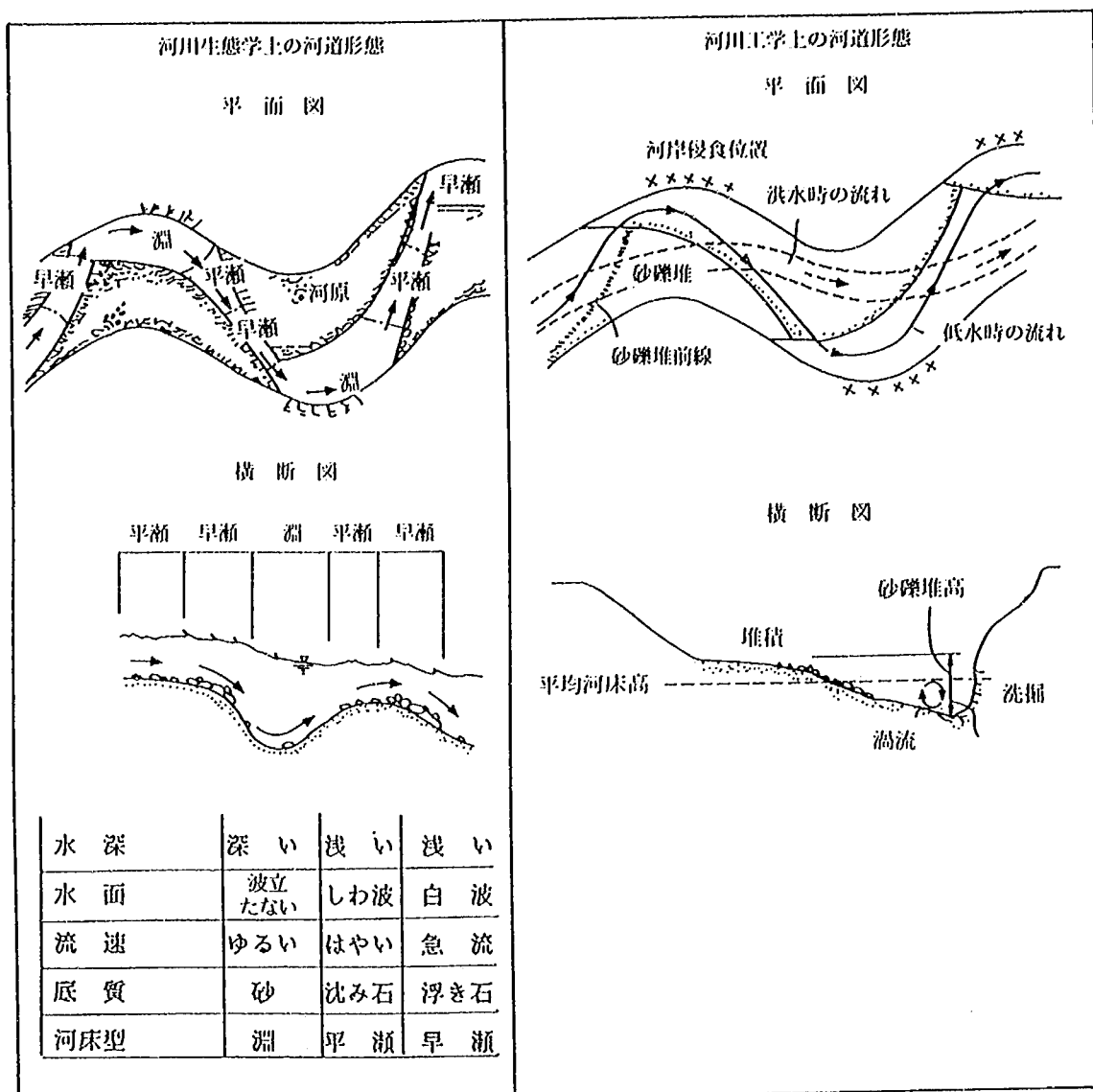
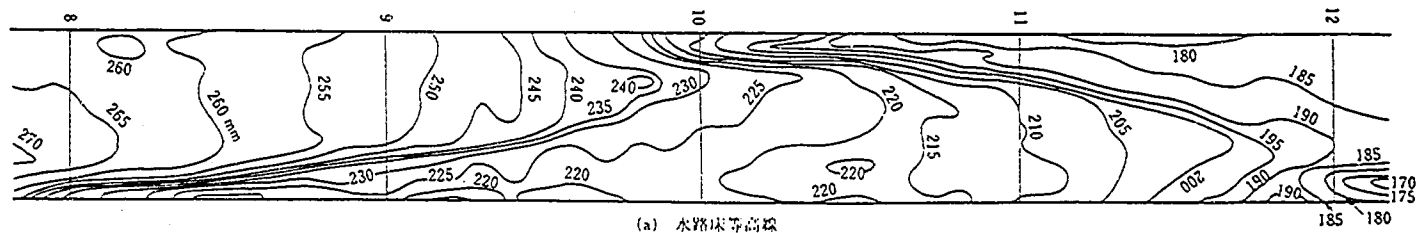


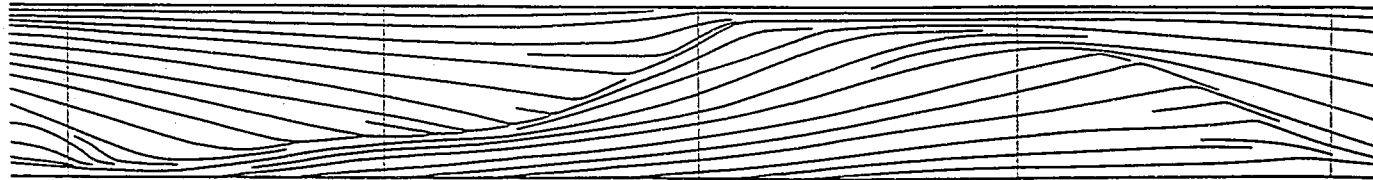
図- 3.14 瀬と淵の定義

こで区別するか迷ってしまうほどである。ここでは瀬と淵の区別を河川工学的な諸元を用いて行ない、良好な瀬と淵の条件について考える。

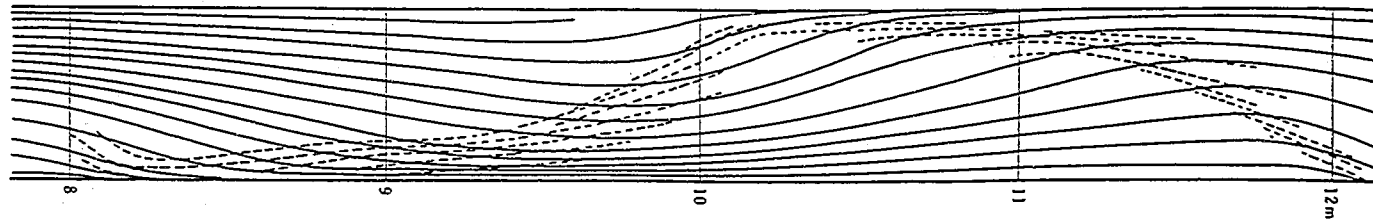
瀬と淵は河床にある砂れきが移動する必要があるため、主に洪水時に形成される。洪水時の流量が大きければ、河床の掃流力（河床材料を移動させる力、摩擦力）が大きくなり、河床表面が全体的に移動することになる。また洪水時の縦断的な流れの状況を見ると一様ではなく図- 3.15のように直線部分においても流線がうねり、流水の集中と発散を交互に繰り返しながら流れており、これが瀬と淵の形成の要因となる。つまり流れが集中して大きな掃流力がかかり河床が深く掘れたところが淵となり、その流れが発散している部分が瀬となる。特に河道が曲がっている部分では、真っすぐ進もうとする流れが無理矢理曲げられるため、流れが特に集中し、大きな淵が形成されることになる。このとき河岸が岩盤であると長年にわたって安定した大きな淵ができあがる。また河川改修などで川幅を拡幅したり河道を直線化すると、洪水時でも流れが集中しにくくなり、小さい瀬と淵しか形成されなくなる場合がある。これが河床が平瀬化する原因であると考えられる。



(a) 水路床等高線

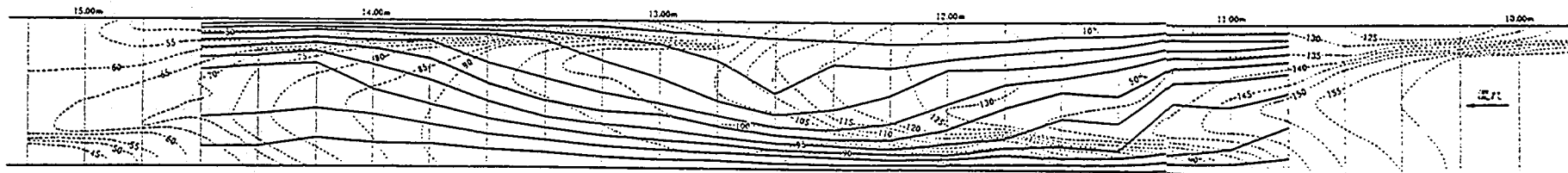


(b) 底面流線



(c) 表面流線、点線は表面流向と異なる部分の底面流線

(a) 砂礫堆上の流れ



(b) 砂礫堆上の流れの分布

図-3.15 洪水時の平面的な流れと河床高の関係⁸⁾

瀬と淵というのは、洪水時のこのような作用によって縦断的な河床の変化形態が決まった後、平水時の流れが河床の変化に沿って流れている状態のことを言う。よって瀬と淵の変化は、河床の変化形態である縦断勾配の変化を測定することで表わすことができると考えられる。

3.4.3 瀬と淵の在り方

第3回の調査において、区間1と区間3の流心部における縦断的な河床勾配および水深、流速を測定した。河床勾配、水深、流速の縦断的な変化を示したのが図-3.16である。図の区間3では見ただ目で判断した瀬と淵の区別も行なっている。図から、見た目の瀬と淵の区別は河床勾配の変化とほぼ対応していることがわかる。見ただ目で淵と判断される場所はその付近の最深河床を中心とした落ち込んだ凹の部分である。また早瀬の部分は河床が急な正勾配となっており、平瀬は淵からの逆勾配箇所を含めた凸の部分である。このように瀬と淵の区別は河床の縦断形状によって規定され、縦断勾配を測定することにより瀬と淵の大きさや良否が

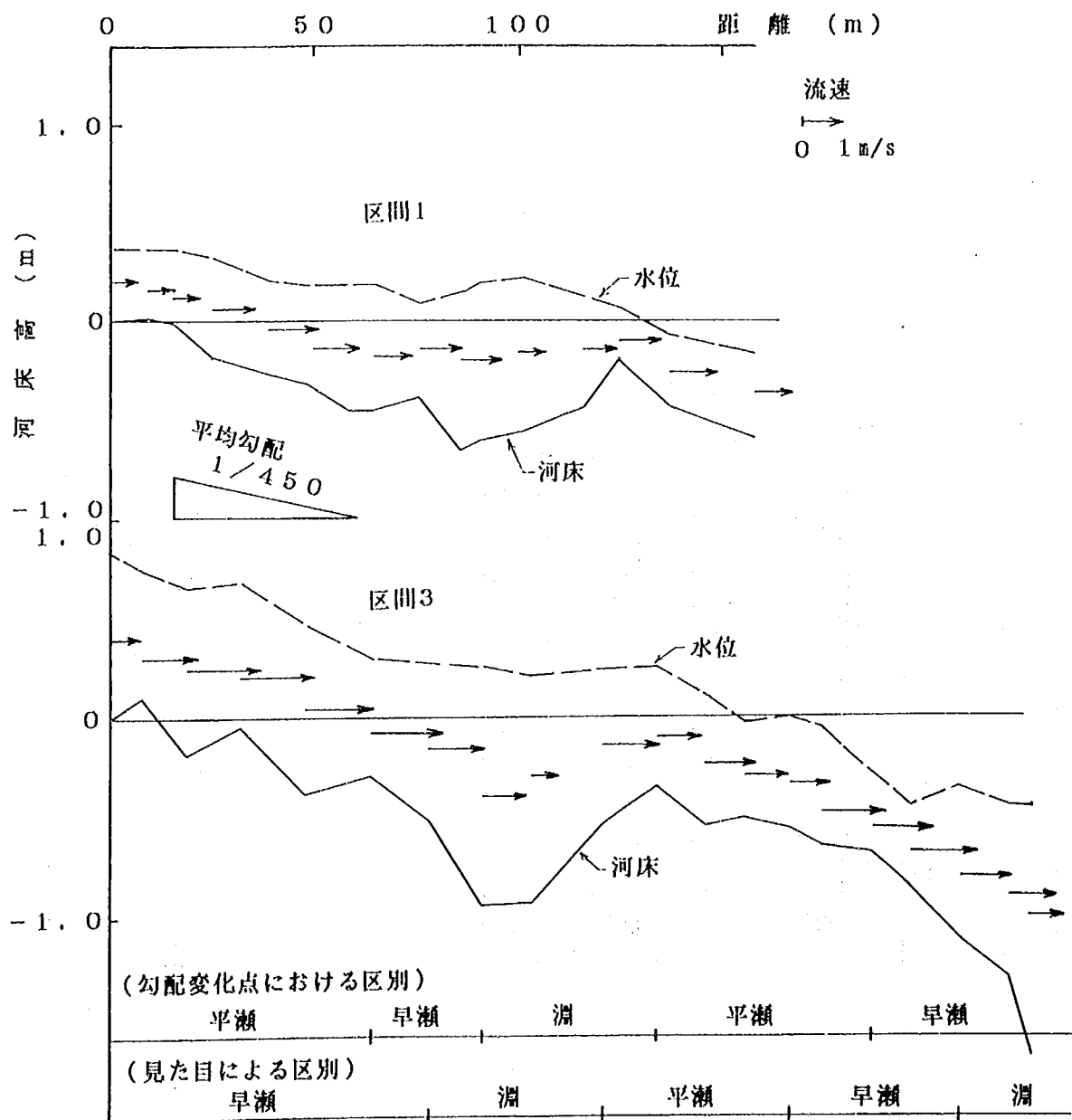


図-3.16 河床の縦断形状 (区間3と区間1)

判断できると考えられる（従来、生物の専門家は淵の最大水深のみで判断していた）。

また図-3.16は区間1, 2における同じような河道形状によって形成された淵を中心とした場所をみたものである。図から両者の平均勾配はほぼ同程度であるが、その間の凹凸の大きさを比較してみると、区間1よりも区間3の方が大きくなっていることがわかる。これに伴って流速も区間1の淵と瀬がほぼ同程度にあるのに対して、区間3は瀬が淵の部分の2～3倍程度となっているのがわかる。逆に水深は凹凸の大きい区間3では淵が区間1より深くなっており、流速はよりゆるやかになる。このように河床の凹凸にみられる小規模の河床勾配の変化が陸上から見た景観的な変化に最も影響する要因となっていることがわかる。

また生物にとって良好な瀬と淵の条件が瀬と淵が明確に区別できるものであるとすれば、区間1よりも凹凸が大きい区間3の方が見ただ目で瀬と淵を区別することができるので、良好な瀬と淵であるといえる。また淵が深くなればなるほどそこに落ち込む早瀬の勾配も大きくなるので、瀬と淵は一体に考えられるものである。

図-3.17は第4回の調査で、区間3のショートカット後の旧川で水が無くなった場所において河川の流心部と横断方向の中央部の河床縦断図を測定したものである。これを見ると瀬では両者の勾配変化はほぼ同じであるが、流心部で測定すると淵の落ち込みがはっきり表現できることがわかる。それに伴って淵と瀬の変化点は急激に落ち込んで急激に立ち上がるというはっきりした変化点を持つことがわかる。よって、瀬と淵の良否の評価は、流心部あるいは最深河床の河床高を測定することにより、より正確に判断できると考えら

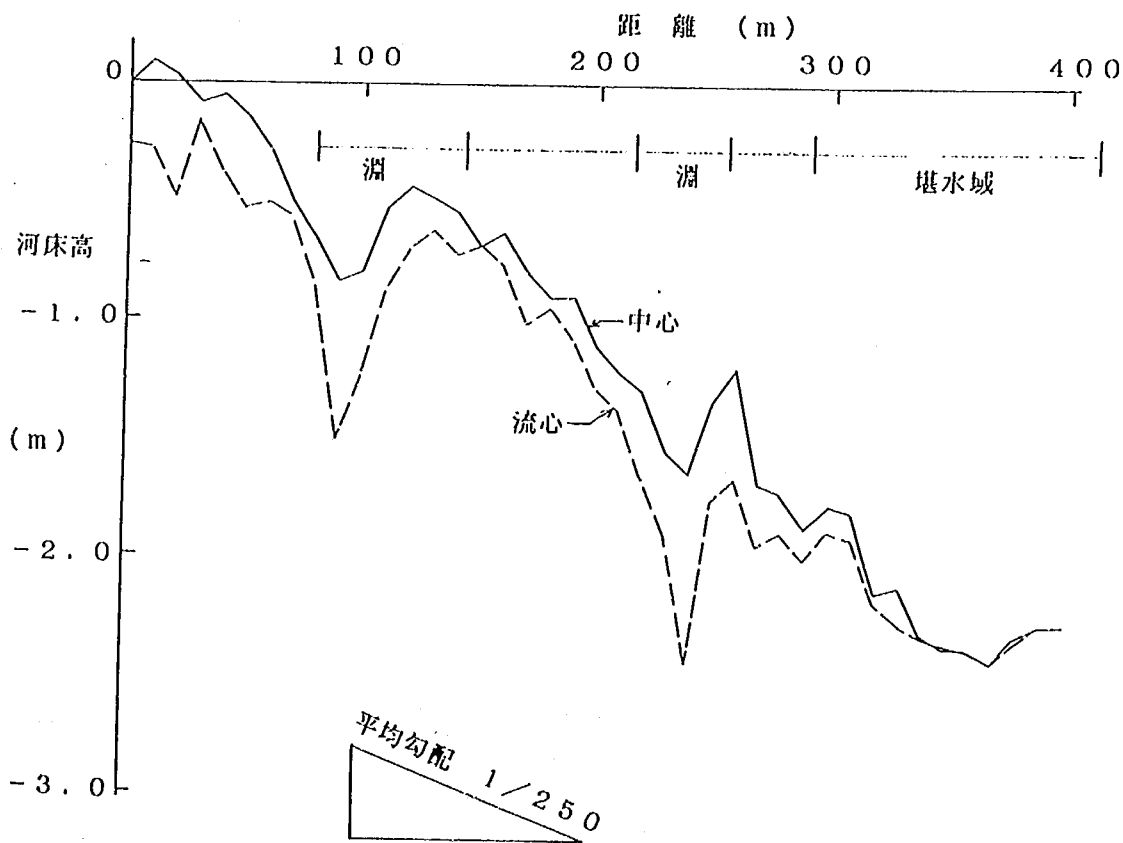


図-3.17 河床の縦断形状（区間3）

れる。河川管理の必要上から、各河川（大河川が主）では横断測量を実施する。測量は一般に、

川幅50m未満：20～25m間隔

川幅50m以上：50～100m間隔

で行なわれている。このとき横断図の最深河床高を用いて縦断図を作成するので、上記の間隔程度の精度で縦断勾配の変化がわかるはずである。これは図-3.18に示すような計画縦断図の倍程度の精度、あるいは10m間隔程度で測量を行えば、瀬と淵の位置、大きさが明確になり、従来からの縦断勾配結果をもとに瀬と淵の良否の評価が可能となる。

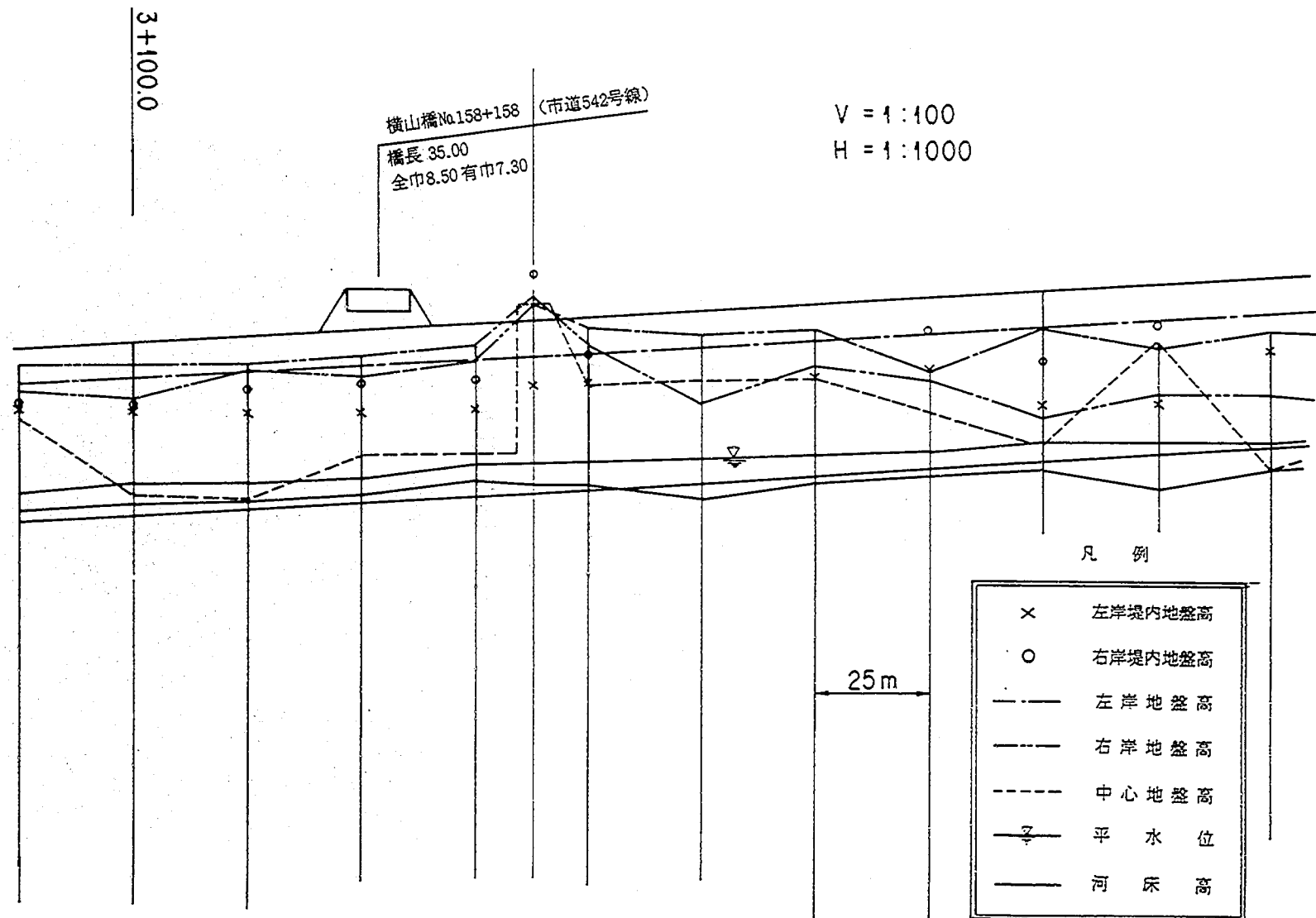


図-3.18 計画縦断面図の例

3.5 浮き石・沈み石と生物

3.5.1 浮き石・沈み石の必要性

河川は泥、砂をはじめ石、巨石、岩などさまざまな河床材料で構成される。河床材料は、一般に河川のある場所における大きさの分布を示す ①粒径分布で代表される。しかし生物の視点からすれば、これに加えて特に瀬においては河床材料が河床（生物は主に深さ50cm～1 m程度までを利用するので河床表面と言ってもいい）にどのような状態で存在するかを示す ②浮き石・沈み石の評価が必要となる。図-3.19に示すような浮き石と沈み石の区別に代表される河床の状態は生物、特に瀬に棲む水生昆虫の生活場所の生活場所の良否の判断基準となるものである（写真-3.16）。

浮き石と沈み石の状態を比較して、浮き石の利点と考えられるのは、

- ・ 表面積が増えること
- ・ 流れの早い瀬にあって浮いた石の裏や後ろに流れが遅い空間ができること

などが考えられる。表面積が増せば水生昆虫の利用空間が増し、流れの遅い空間では水生昆虫や魚類の休息場、隠れ場となるなど、河床を利用する生物にとっては都合のいい点が多い。このようなことから、同じ粒径分布の河床材料であれば浮き石の方が生物にとって利用価値が高い状態であると考えられる。

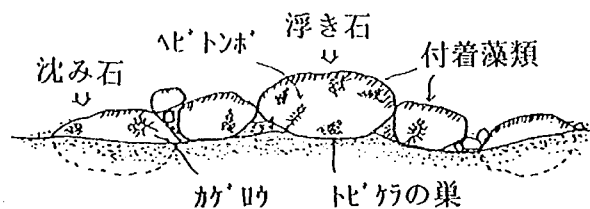


図- 3.19 浮き石と沈み石の違い



写真- 3.16 石れきと水生昆虫

3.5.2 浮き石・沈み石の形成

浮き石は早瀬で沈み石は平瀬や淵で多く見られると言われるが、それらがどのようにして形成されるか、その成因を考えてみる。

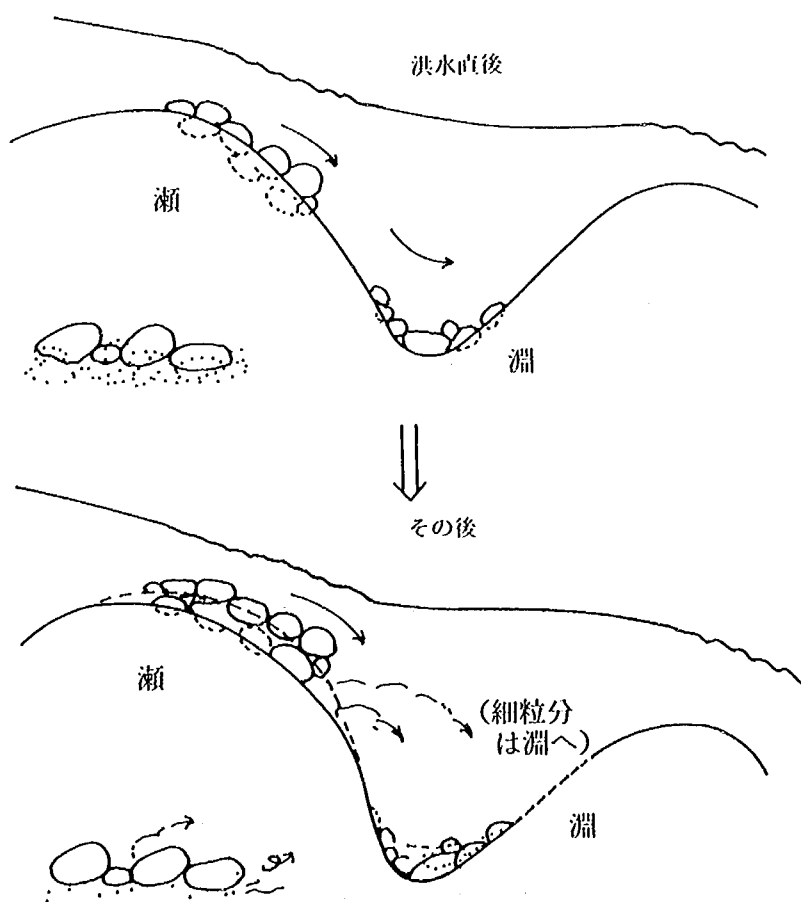
瀬と淵が形成されるような比較的大きな洪水の後、河床材料は図－3.20の上の図のように河床には河床材料が瀬と淵ともほぼ一様に分布していると考えられる。このうち瀬にあっては、平水時や小出水の流れで、その出水規模に比例した掃流力で掃流される小さな粒径の土砂が流れ、流速の遅い淵に徐々に堆積していく（図－3.20の下図）。よって瀬は比較的大きい石が何層にも重なった状態、つまり浮き石に近い状態となり、淵には土砂がたまることになる。

ところが河川改修で川幅が広がったり、平水時の流量が減少するなど、瀬における掃流力が不足すれば小粒径の河床材料が掃流されなくなる。よって河床材料は沈み石のままとなり、河床はこの状態のまま固定される。また工事や砂利採取などにより細粒分の供給が多い場合にもこれが河床表面に堆積し、沈み石の状態が継続することもある。

3.5.3 河床状態の在り方

第2回の調査では区間1の30×30cmの区間で浮き石と沈み石を別々に採取した。採取方法は、

- ・手を石のまわりの砂の中に入れて採集したものを浮き石



図－3.20 浮き石と沈み石の形成過程

・石をまわりの砂の中から掘り出して採取したものを沈み石

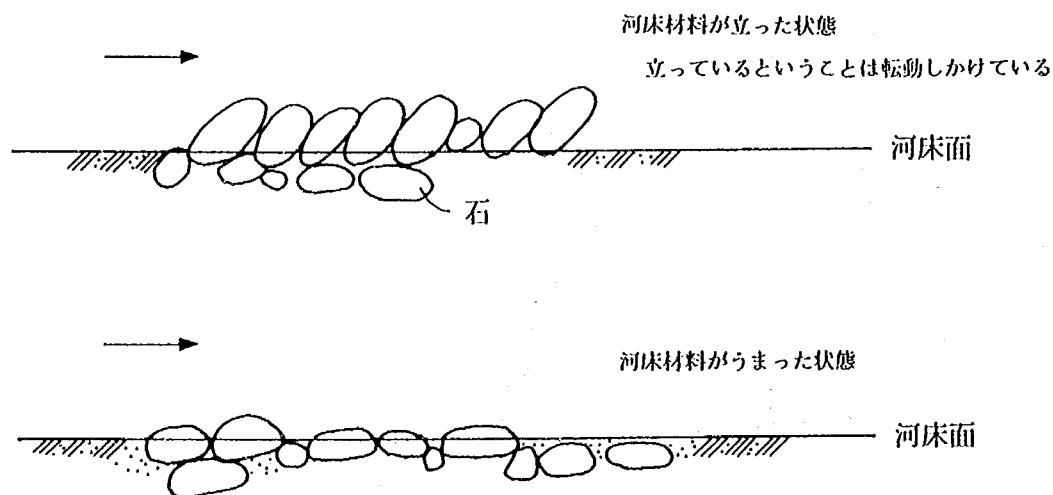
とした。早瀬と淵における浮き石の大きさを測定した例を表－ 3.12に示す。表には石を球と仮定した場合の総表面積量と採取した水生昆虫の量も示した。これから早瀬の方が大きい浮き石が多く、早瀬が淵の5倍以上表面積が多くなっている。また石の表面で採取された水生昆虫の量も浮き石の多い早瀬の方が多くなっている。

表－ 3.12 浮き石の大きさの比較 (区間1, 90.7)

	早瀬	平瀬
大きさ max	13.6 cm	7.5
min	3.0	3.3
ave	9.6	5.3
総表面積*	18280 cm ³	3409
水生昆虫の量	110 or 51 個体	30

* 石を球と仮定し、長径と短径の平均値を直径としたもの

次に洪水後に行なった第3回の旧川部分の調査において、洪水後の河床状況がはっきりわかる写真等を用いて河床材料と生物の関連性を考えてみる。かい掘り調査後、河床の変化点において横断的な写真撮影を行なった。このとき、特徴的によく見られた河床材料の状態を模式的に示したのが図－ 3.21である。河床をよく見ると瀬では石が立った状態が多くみられ、淵付近では石が寝たあるいは埋まった状態が多くみられた。石が立った状態は、石が転動しかけていたことを示していると考えられる。これを埋まった状態と比較すると、石の裏側に生物の生息できる空間が連続的に確保されていることがわかる。また図－ 3.22は区間3の曲がりの淵の河床材料の平面的な分布を示した。これらの図と現地調査の観察から、淵では流れが集中するため出水ごとに大きな二次流が発生し、曲がりの内岸側に砂泥が堆積する。また瀬では石が直立した形で重なっている。



図－ 3.21 河床材料の状態の模式図 (洪水直後)

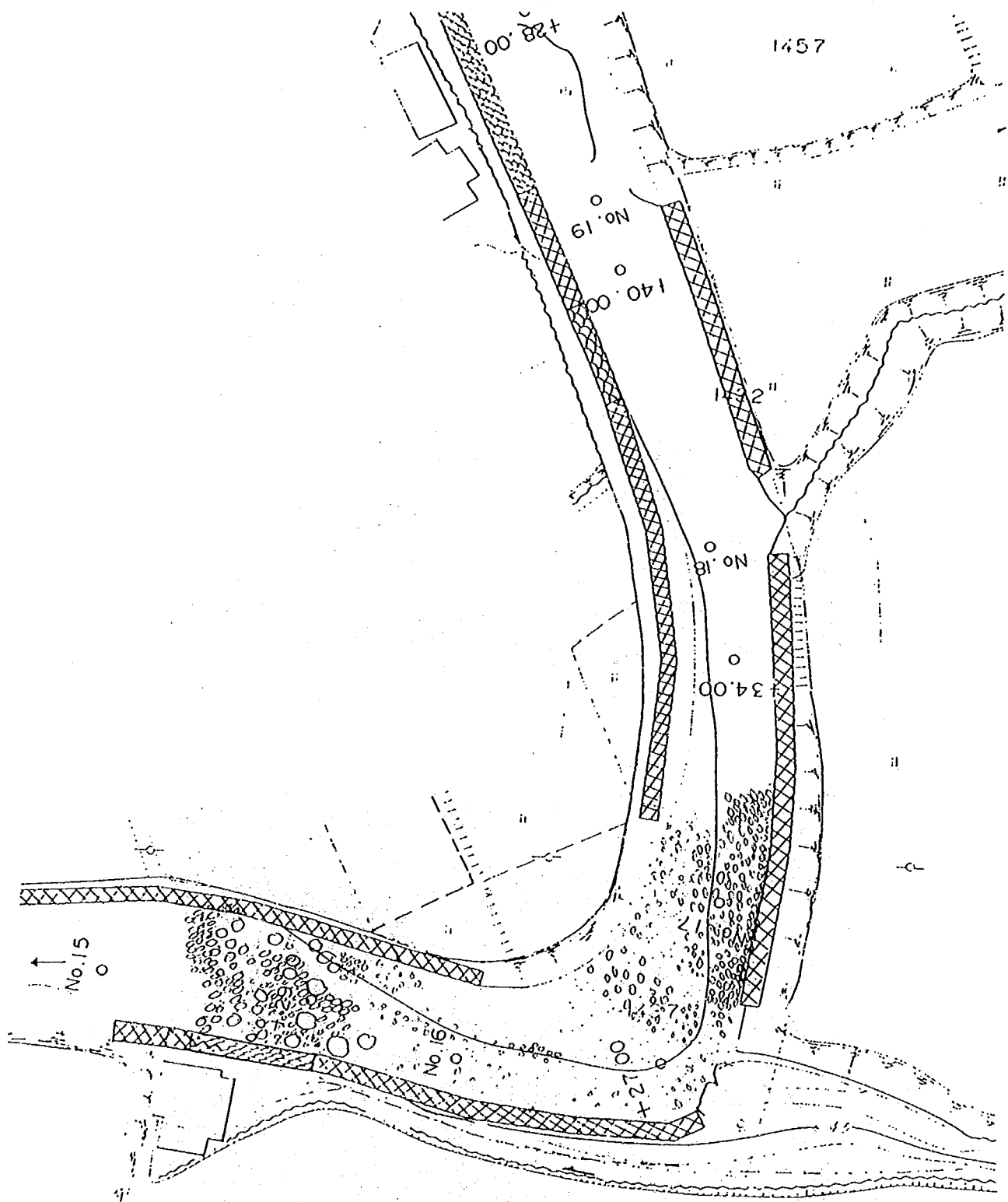


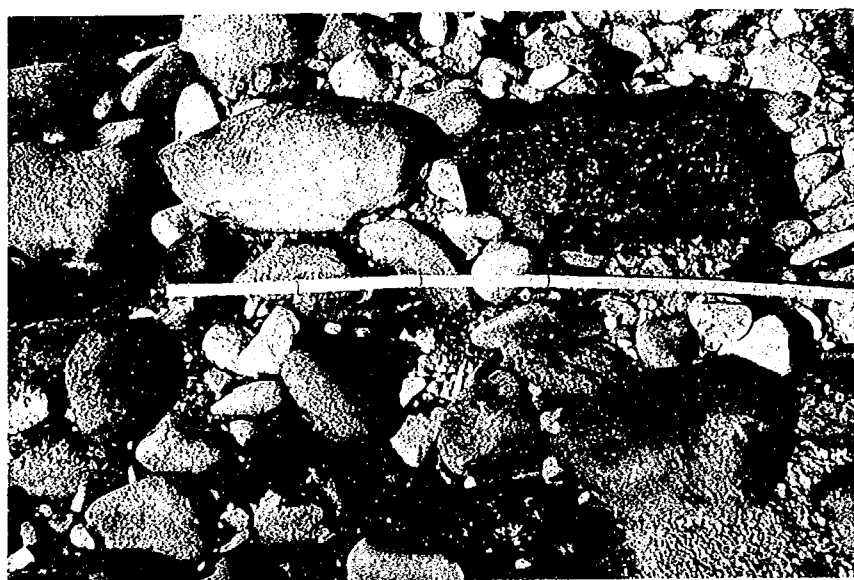
図- 3.22 河床材料の平面分布
(田川区間 3 曲がり部分)

写真－ 3.17のように河床に20～50cm程度の大きい石があれば、その裏側は魚のすみかにもなることを実際に観察している。

生物の中でも河床材料を利用する水生昆虫は浮き石と沈み石という河床の状態に特に影響される。図－ 3.23は田川で異常に多く見られたヘビトンボ（写真－ 3.18）と浮き石・沈み石との関係をみたものである。これから50×50cm区画に1，2個程度の比較的大きい浮き石があると生息数が多くなる傾向がみられる。また図－ 3.24は瀬と淵における礫の状態，大きさと水生昆虫の数を比較したものである。採取した石れきの大きさは，浮き石は全量を，沈み石は20個程度をランダムに物差しではかったものである。図から，平瀬，淵

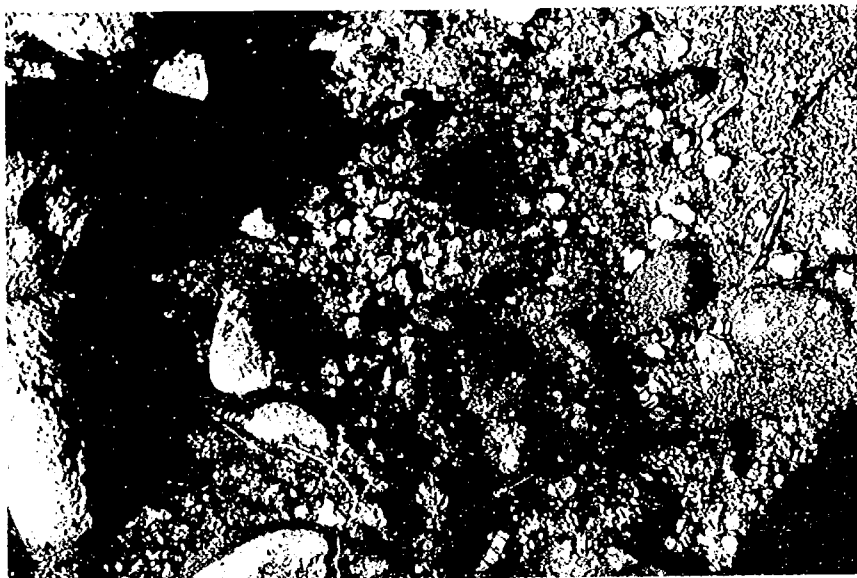


(a) 浮き石（影ができています石）が多い状態



(b) 貯 (b) 沈み石が多い状態

写真－ 3.17 瀬での石の状態（区間3）



(a) ヘビトンボ



(b) 石の下にいるヘビトンボ

写真- 3.18 河床にいるヘビトンボ

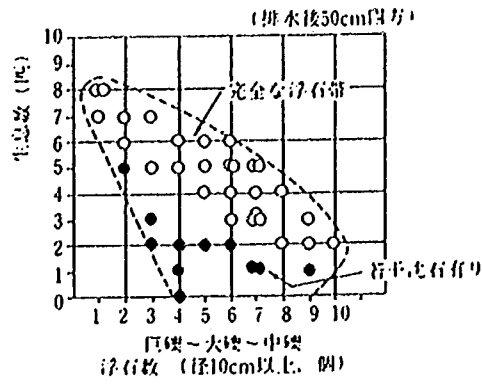


図- 3.23 河床におけるヘビトンボの生息数と石の大きさとの関係

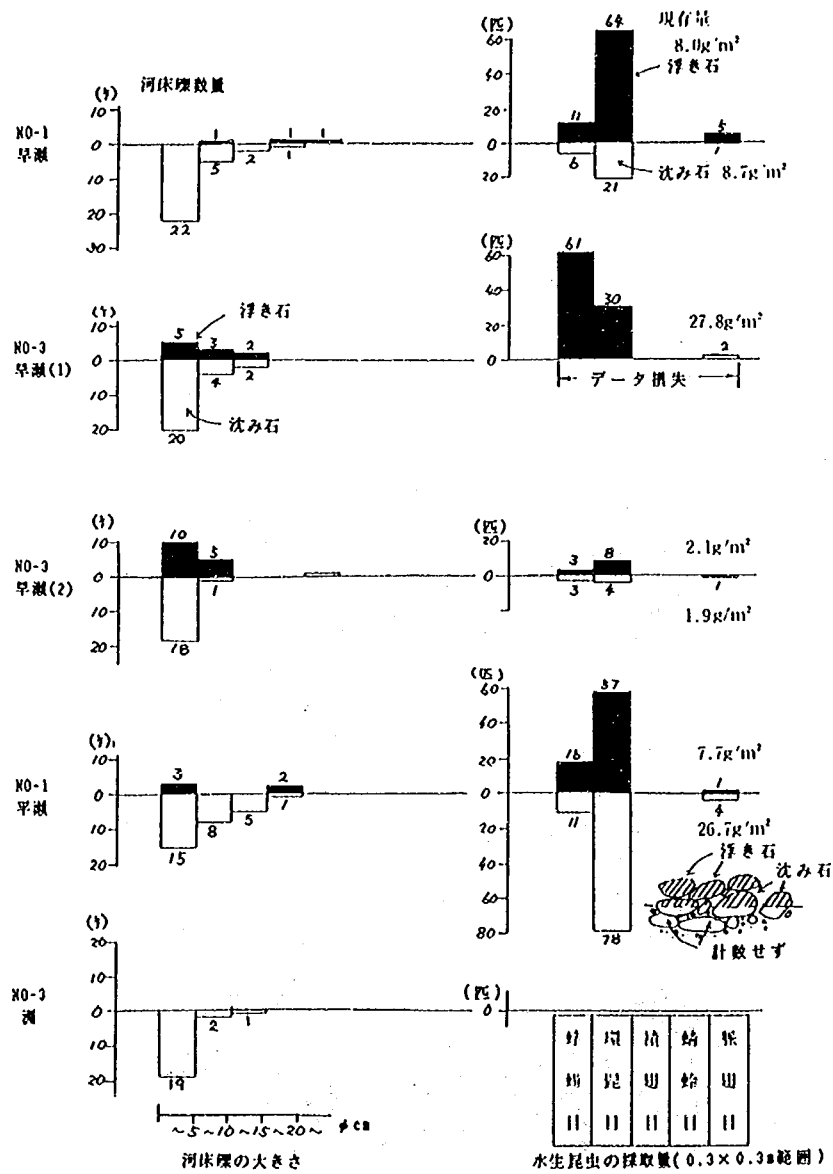


図- 3.24 瀬と淵における河床状態と水生昆虫の生息数との関係

より早瀬の方が浮き石が多くあること、浮き石・沈み石の違いによる水生昆虫の違いは見られないが、大きい石（浮き石）があるほど水生昆虫が多くなる傾向があることがわかる。

以上のことから、河床の状態は場所によって異なっており、これが生物の生息空間としての良否に関係していると考えられる。河川の中流域は河岸の状態とともに瀬と淵や浮き石と沈み石の分布等の河床状態の在り方が、生物保全にとって重要な要素となっていると考えられる。

3.6 生物の生息条件

3.6.1 魚類の生息条件

従来、洪水の観点からの河道計画における重要な要素は、計画縦横断形状における河岸や勾配、河床高などであるが、生物保全の観点からすれば生物が利用する河岸に生えた植生や河床の浮き石、泥の状態などが重要な要素となる。よって生物と河川改修時の生息環境との関係を考える場合には従来よりも小スケールの観点からの評価も必要となる。

生物が実際に生息している場所、利用している場所を知るために、調査区間1～3において第3回の調査（9月）では魚類を採取した場所とその状況を平面図上に記入し、生物の種類とその採取場所を詳細に把握した。調査結果をまとめた図面の一例を図-3.25に示す。採取のし易さ、ポイント選定の良否などの理由から、採取場所が偏っているところもあるが、全体の傾向としては区間1～3とも河岸付近で多く採取されている。図-3.25をもとに、各区間における河岸、河床、流心部の場所ごとの採取個体数と採取場所の状況をまとめたのが図-3.26である。区間1と区間2の河岸はコンクリートブロックが主であるが区間3の河岸は植生等の自然河岸が多い。また河床は3区間とも淵部分の凹岸側を除けば石礫で構成される。採取方法は、流心部では流れが比較的速度いため主に投網で行ない、河岸部と河床部は主にたも網を用いた。

図から河岸、河床、流心部における採取数を比較すると、区間3と区間1は河岸、区間2は河床と流心部で多くなっている。採取場所が生息場所と一致すると考えると、区間3のように河岸に生息可能な場所があるところは河岸に集まり、護岸で固められるなど河岸に生息可能空間がないところは、河床や洲のところに生息場所が移動していることがわかる。また採取場所の状況をみると、いずれの区間も草があるところで多く採取されている。よって植生は魚類によって良好な生活空間であると考えられる。

以上のことから、各区間の状況をまとめてみる。

- ・区間3のように植生の繁茂する自然的な河岸で瀬と淵が明確なところでは、生息量は最も多くなる。特に河岸に植生があれば生息空間が大きくなる。ただし川幅が狭いため流心部で流れが早くなり、河川を中心付近では生物量は少ない。
- ・区間1では河岸がコンクリートブロックで固められているが、その前面に比較的流程が緩く水深が浅い洲がある。これは瀬と淵の発達にともなって形成されたものである。ここには植生もみられ、良好な生息空間を形成している。
- ・区間2では河岸がコンクリートブロックであるが、川幅が広い流れが緩く、また一部流れが偏っているのにもなって死水域が形成されている。よってこの区間では河岸よりも流心部付近に良好な生息空間がある。

田川平面図 S = 1/1000
調査区間 NO 2

魚類採捕状況 (区間 2)

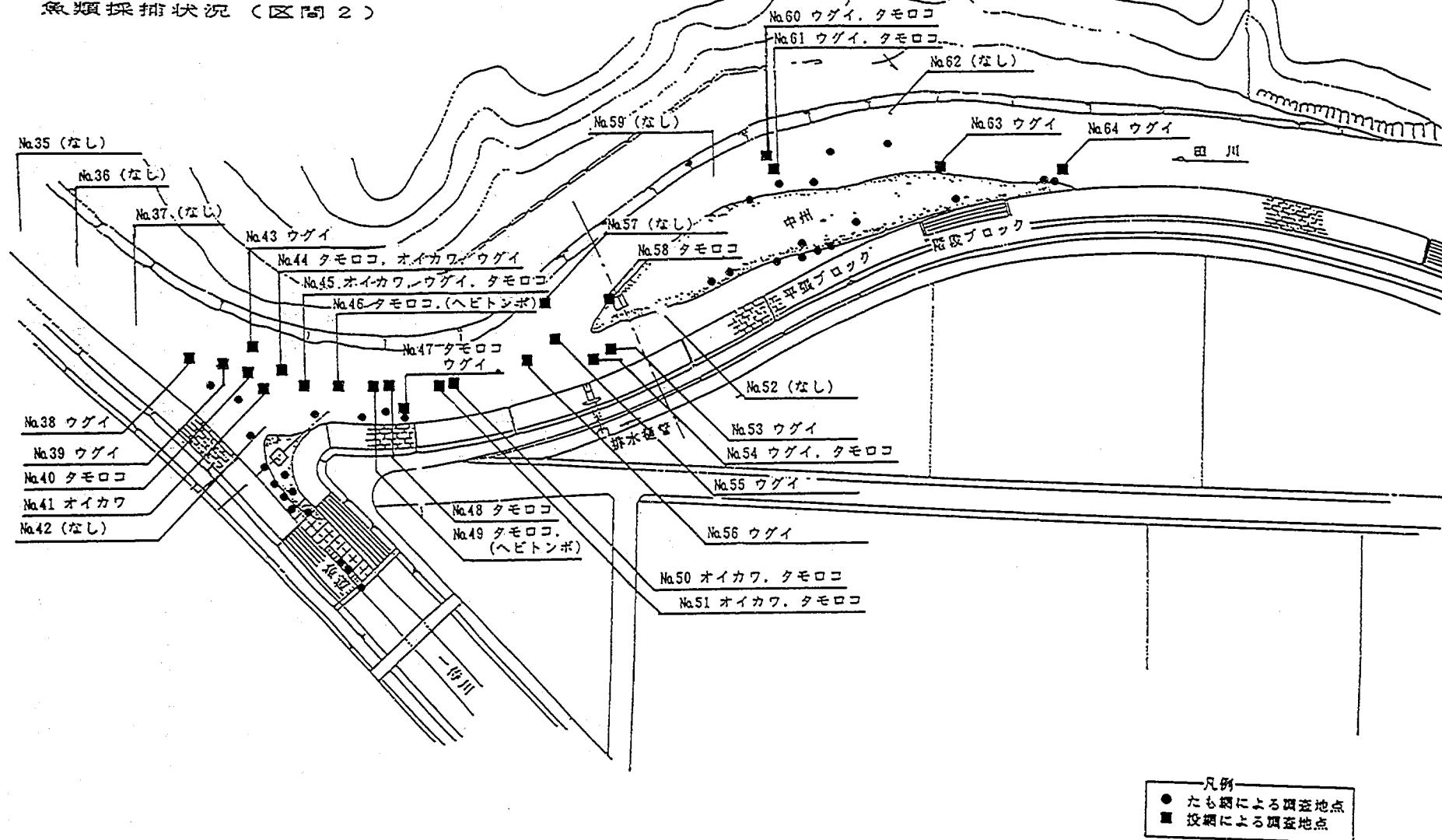


図-3.25 魚類の採取場所の調査結果 (区間2の例)

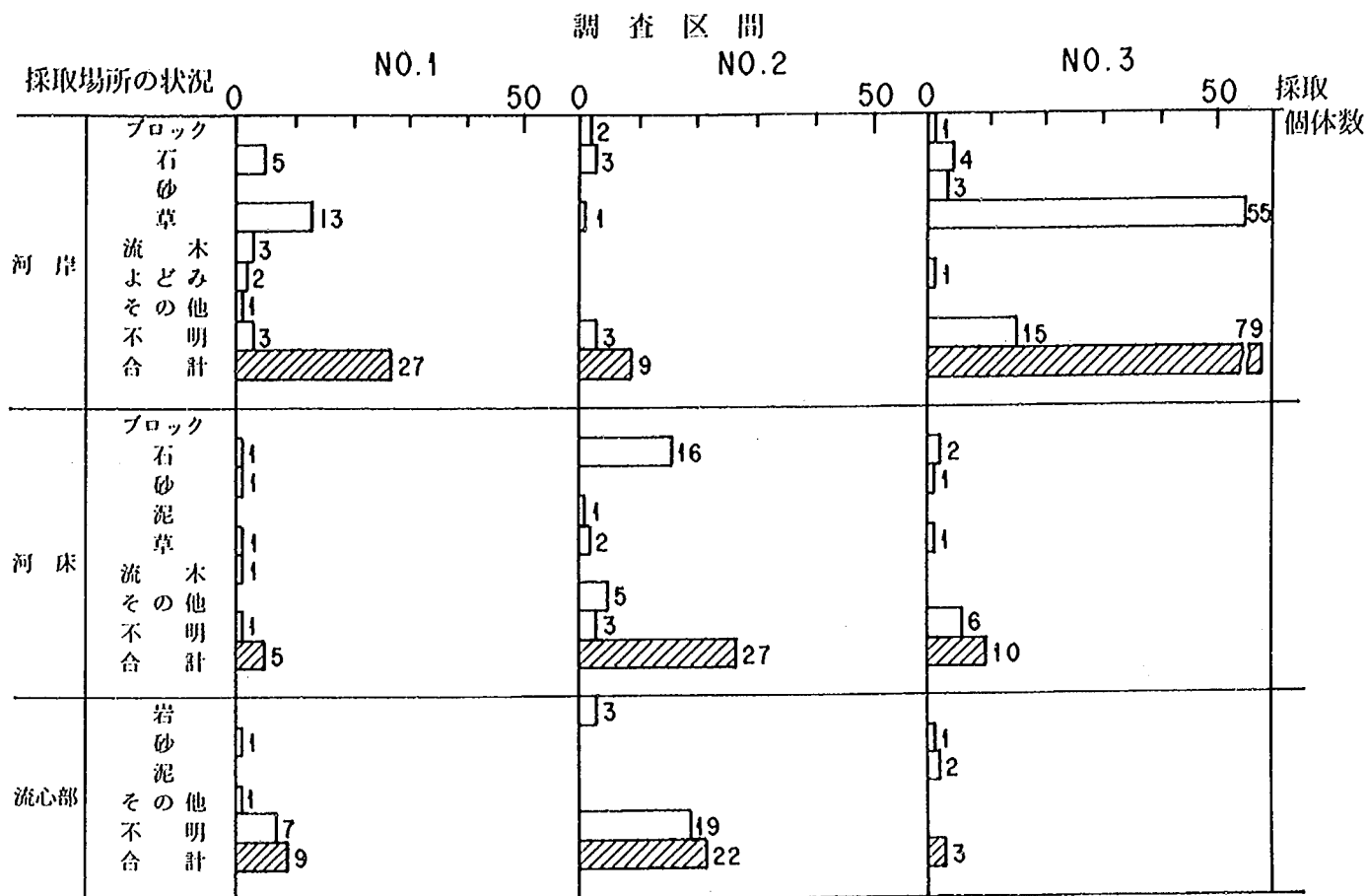


図- 3.26 魚類の採取場所の状況

よって魚類の生息場所は、植生の繁茂する河岸が最適であり、改修等で河岸を覆うようになれば、瀬と淵の変化がある河床あるいは寄洲に移り、その河床全体が平瀬化している場合は、流心付近に移ることがわかる。このような河川の状況と生息数との関係を模式的にまとめると図- 3.27のようになる。ただし第4回に行なった全量調査では、河岸のみでなく淵の深いところや流心に近い部分でも河岸と同程度の魚類の生息が確認されたので、区間3では流心に近い部分にも魚類（特に大型魚）が生息している可能性が大きいと考えられる。

以上のように、調査区間内における生物の採捕場所を細かく記入することは、河川の中で可能な小さな工夫の方法や保全対策を検討する上で役立つ。また改修後の変化が予想できる場合に、生物量の多少に応じて手を加えない場所と改修後に何が必要かを考える上での基礎資料となるものである。

なお、産卵期、仔稚魚期の生育場との関係については十分把握できなかった。

3.6.2 鳥類の生息条件

田川で確認された鳥類の種類と数量を表- 3.13に示したが、これをもとに現地観察の結果を踏まえて、河川改修と鳥類の生息条件の関係を検討してみる。7月、9月の2回の調査を通じて確認された種は28種で、このうち水辺で繁殖するまたは水辺をよく利用する鳥は14種である。また14種の中でも、特に河川を生活の場所として必要としている種はカルガモ、ヤマセミ、キセキレイなど8種である。以下に田川で鳥類を観察

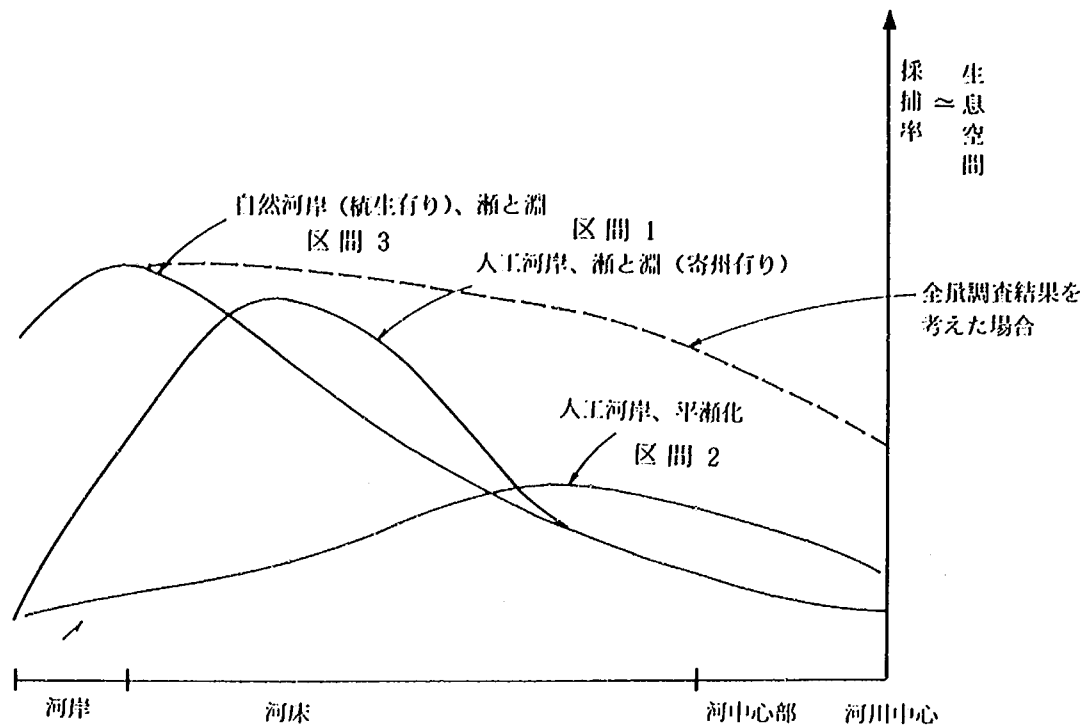


図- 3.27 魚類の生息空間の模式図

した結果も踏まえて、特徴的な事項を述べる。

- ・河川敷外で観察されたスズメやムクドリなどは河川周辺でよく観察される種である。
- ・セキレイ類は河川周辺でねぐらを作り、河川に採餌に来る生活をしているので河川敷内と河川敷外の両方で確認されている。
- ・河川敷内よりも河川敷外でサギ類が多く確認されているが、これは調査区間の周辺が主に水田であるため、採餌がし易くエサも多い周辺の水田で主に活動している結果である。この点、流量が豊富で水が川幅いっぱいには流れる河川内では水深の浅いところを歩いて餌をとることは難しく、サギ類が少なかった理由と考えられる。
- ・観察の結果、改修区間および未改修区間における確認された鳥類の差は明確ではなかった。例えばカワセミやヤマセミといった自然環境と密接に関わっているといわれている種でも、改修、未改修の別なく確認している。またセキレイ類などは改修区間の方がよく確認されたほどである。この理由としては、未改修区間(区間3)と改修区間(1, 2)で水深や流速が異なっているためであると考えられる。つまり未改修区間は流速が速く水深が深いことから、水際で水生昆虫などを採るセキレイにとっては採餌を行いにくく、逆に改修区間では流速が遅い部分も多く、水深が浅いため採餌を行いやすいことによるものと考えられる。このような餌場の条件はサギ類、セキレイ類、チドリ類などの水上歩行採餌や水辺歩行採餌を行う鳥にとっては重要な要因であるといえる。また樹上から飛び込んで採餌を行うカワセミなどは、水深や流速が影響しないことから両区間で確認されたものと考えられる。

表- 3.13 田川で確認された鳥類の種数

鳥 類 名	第2回：早朝		第2回：午前中		第3回午前中		備 考
	河川内	河川外	河川内	河川外	河川内	河川外	
ゴイサギ		4					調査区間外で確認
ササゴイ							
アマサギ		1		1			
ダイサギ						2	
コサギ		2	1	2		2	
<u>カルガモ</u>	1		1		1		
オオタカ				1			
コジュケイ		1					
<u>コチドリ</u>		2	1	1			
<u>イソシギ</u>					6		
キジバト	3		2		4	7	
ホトトギス		1					
<u>ヤマセミ</u>	1		1		2		
<u>カワセミ</u>	1		1		2		
ツバメ		3		1 1			
<u>キセキレイ</u>	6		7		1 0	2	
<u>セグロセキレイ</u>	1 3		7	4	7	6	
ヒヨドリ		1 0		5		6	
モズ						3	
<u>カワガラス</u>							
ウグイス		1					
ホオジロ				1		5	
カワラヒワ		1 3		1			
スズメ		3 6		1 8		6	
ムクドリ						3 0	
オナガ		5					
ハシボソガラス	1	6		5	3	2	
ハシブツガラス		1					

※下線は河川を生活場所として特に利用する種類

以上のことから、田川における鳥類の観察結果から鳥類の生息条件をまとめると次のようになる。

田川のような中流域で流れが速く、比較的流量が豊富な河川では、鳥類の河川の利用形態からみれば、河川に営巣場所を求める種は少なく、河川内に餌が採りにくる種が多くなる。よって餌が採り易いかどうか重要な条件となる。田川の未改修区間では、川幅が流量に比して狭く川幅一杯に流れがあるため、鳥が摂餌をする時の足場が得難い。これに対し改修区間では川幅が拡幅され、改修後の洪水等で寄洲ができており、鳥が自分自身に合った水深や流速の条件の場所を選んで摂餌できる条件にある。また水生昆虫や魚類の調査結果から改修区間にも

餌となる生物が比較的十分にあることから、鳥類の餌場としては良好であると推定される。

3.6.3 植物の生息条件

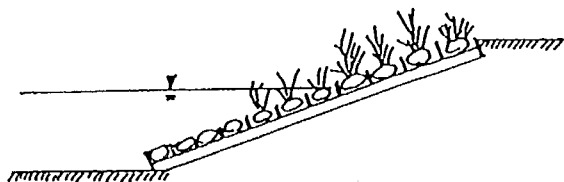
ここでは田川区間3でいくつかの護岸形式がみられるのに着目して、護岸形式と植物の繁茂状況との関係を検討する。

植物が繁茂するためには水分を保持する土砂が必要である。よって隙間がほとんどみられないコンクリートブロック張り、石張り、コンクリートのり枠工では、割れ目ができて土と接触しない限り植物が繁茂することはできない。図-3.28には植物に配慮した護岸形式をいくつか示した。いずれも土砂が直接あるいは間接的に外界に接することができるようになっている。

田川の護岸設置後10年以上を経過している区間3で調査した平面的な植生分布を図-3.29に示し、その中で定点調査を行なった断面において護岸形式と植物の関係をまとめたのが表-3.14である。護岸形式として

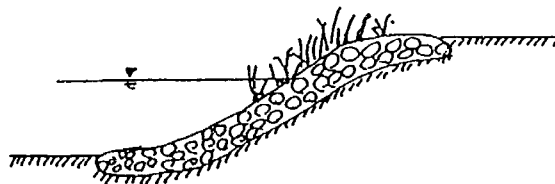
・緩傾斜植生護岸

- ・緩傾斜をもったブロック護岸の上に土が流れ出さない工夫を施し草本類を植える。



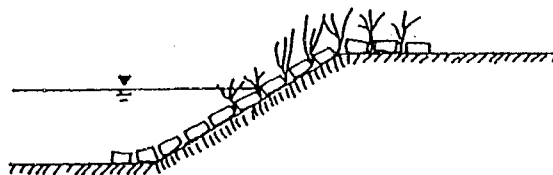
・蛇籠護岸

- ・石と石の間から草本植物が繁る。大河川の低水護岸としては、治水的にみて劣る面がある。



・連せつブロック護岸

- ・ブロックとブロックの間に草本植物が繁る。災害時などの応急措置としての利用が多い。



・二重護岸（裏護岸）

- ・低水の法線内に護岸をつくり、もう一度埋め戻すことによって天然河岸を再生する。

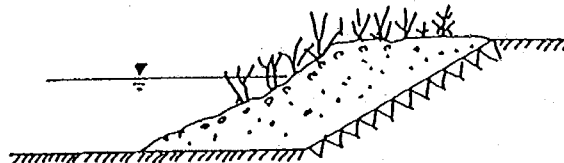


図-3.28 植物の生育に配慮した護岸形式

表一 3.14 護岸形式と植物の状況 (田川区間 3)

断面	護岸形式	植被率 (%)	出現種類	平均的な被度群度 (優占度)	優占種	草丈 (cm)	横断状況図
A-A	連節ブロック	80% ~ 100%	・ ツルヨシ ・ カナムグラ ・ クズ ・ オオバクサフジ ・ ススキ ・ ヤブカンゾウ 5種類	5.5 + 1.1 + (+) +	・ ツルヨシ	130 (ススキ)	
D-D	玉石積	35% ~ 80%	・ クズ ・ ヌルデ ・ ヨモギ ・ カナムグラ ・ イヌハッカ ・ ウシハコベ ・ オオジシバリ ・ イヌタデ ・ ヘシカズラ ・ ツユクサ etc 15種類	2 2 1 + + + + + + +	・ クズ ・ ヌルデ	130 (ツルヨシ)	
B-B	蛇籠	100%	・ ネコヤナギ ・ オノエヤナギ ・ アズマネザサ ・ ウキヤガラ ・ ノイバラ ・ ヤブカンゾウ ・ カモジグサ ・ ヨモギ 8種類	4.3 1.1 2.2 + 2 1.1 + 1.1 +	・ ネコヤナギ ・ アズマネザサ	300 (ヤナギ)	
C-C	土羽	100%	・ オギ ・ ツルヨシ ・ ヤブマメ ・ アカネ ・ ナカバギシギシ ・ ヨモギ ・ トコロサ ・ ツユクサ ・ セリ 9種類	3.3 4.4 1.2 + + 1.1 + + +	・ オギ ・ ツルヨシ	170 (オギ)	

対象としたのは連節ブロック、石積み護岸、蛇籠護岸および連節ブロックの前面に土砂が堆積した土羽部分である。調査箇所の植生の状況を写真－3.19に示す。これから特徴的な事項を挙げると、

- ・ 隙間がみられないブロック積みと比較すると、表に示したいずれの護岸も植物が繁茂している。
- ・ 調査場所はほとんど変わらないが、護岸形式により繁茂する種類が異なっている。
- ・ 連節ブロックや玉石積みは隙間が狭いためか、蛇籠や土羽に比較して草丈が低い。
- ・ 横断的な植生分布には特徴があり、いずれの護岸でも常水面付近ではツルヨシが、中間部分にヤナギ、上部はススキ、クズなどが優先的になる。
- ・ ツルヨシ、クズ、ササは密生し易い。

植物は多くの生物にとってすみかや餌場として重要である。3.6.1の魚類の生息条件で示したように、魚にとっても植生付近は生息場としての役割が大きい。よって河岸付近にツルヨシなどが根を張っていられる環境が必要である（写真－3.20）。また護岸上のヤナギ等の低木でも3 m程度の大きさになることから、鳥類や昆虫の休息場として重要となる。しかし人間が川に近づいたり眺めたりするような場合においては、植物は密生しない方がいいと考えられる。よって親水活動を考慮した場合は、植物が密生し難い連節ブロックや玉石積みの護岸が比較的良いと考えられる。



(a) 連節ブロック上の植生



(b) 玉石積上の植生

写真－ 3.19 植生調査場所の状況

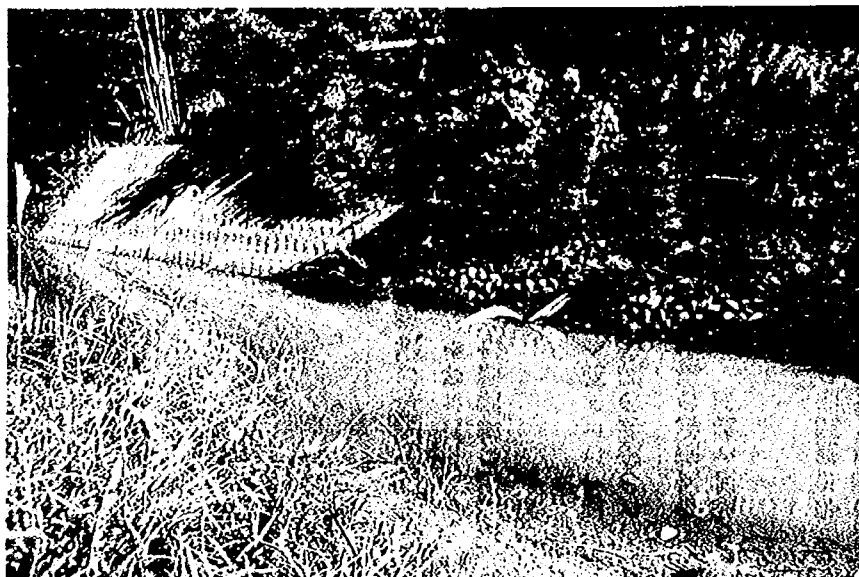


(c) 蛇籠上の植生



(d) 土羽上の植生

写真- 3.19 植生調査場所の状況



(e) ブロック積み上は植生なし

写真－ 3.19 植生調査場所の状況



写真－ 3.20 河岸に根をはるツルヨシ

お わ り に

本報文は河川を生物の生息場という観点で捉え、生物への配慮方法や保全対策等を立案するにあたり、河川生態系の基本的考え方、生物の調査方法や評価方法、その他必要となる事項について述べたものである。

河川の生態系は、流水の作用で他の場所とは異なる独特の生態系で構成される。また河川は都市域にあって自然が豊富な場所でもあり、自然性の高い生態系がある。

人々の意識が、自然指向に向かう現在、このような自然性のある河川とその生態系を保全することは、河川整備・管理を行なう上で重要な課題となっている。

本報文は、以下の二つの事項を検討したものである。

- ① 河川生態系の特徴を明らかにし、河川に生息するあるいは河川を利用する生物種の特徴をまとめた。これから生物の保全を行なう際の考え方、配慮方法についての提案を行なった。
- ② 実際の河川における現地調査を行ないながら、生物や生息環境の調査方法と評価方法について検討し、生物に必要な生息条件を明らかにし、河川改修と生物の関係の把握方法と改修が生物に及ぼす影響と改修後の回復について検討した。

生物に配慮することは、生物の立場にたって考えることである。そのためには第一に人間と他の生物とはスケールが異なることを意識しておく必要がある。スケールの違いとは、例えば体形の違いや利用空間の大きさの違いなどである。このようなスケールの違いを認識して生物への配慮方法を河川整備の中に取り入れていけば、より良い保全が行なわれるものと考えられる。

河川の環境整備は、水質の保全から始まり、最終的には人々に親しまれる河川作りが目標となると考えられる。このとき河川の生物の存在は、人々を河川に惹き付ける魅力として重要なものの一つである。

最後に、本研究で現地調査を行なうに当たり、以下の機関の方々に御協力を頂いたことを付記し謝意を表します。

栃木県河川課ならびに農蚕課

栃木県宇都宮土木事務所

栃木県水産試験場

宇都宮市環境課ならびに公害課

鬼怒川漁業協同組合

林公義先生（横須賀博物館）

村上雄秀先生（横浜国立大学環境科学研究センター）

鈴木茂也先生（横須賀市自然博物館）

青木章彦先生（作新学院女子短期大学）

㈱地域開発研究所

㈱数理計画

㈱環境調査技術研究所

参 考 文 献

I 章

- 1) 山岸 宏；現代の生態学，講談社
- 2) 盛下勇；生態系からみた河川環境，建設月報1986. 4
- 3) 津田松苗；水門学講座14 陸水生態学，共立出版
- 4) 沖野外輝夫編集；富栄養化調査法，講談社
- 5) 上野益三；日本淡水生物学，北隆館
- 6) 水野信彦・御勢久右衛門；河川の生態学，築地書館
- 7) 水野寿彦；淡水生物の生態と観察，築地書館
- 8) 大串竜一；水生昆虫の世界，東海大学出版会
- 9) 津田松苗・六山正孝；カラー自然ガイド 水生昆虫，保育社
- 10) 宮地博三郎・川那部浩哉・水野信彦；原色日本淡水魚類図鑑，保育社
- 11) 中村守純；原色淡水魚類検索図鑑，図鑑の北隆館
- 12) 環境庁水質保全局；鳥・魚・植物 川辺で見かける生物たち，1988. 3
- 13) 建設省河川局・(財)河川環境管理財団；簡易な河川植生調査指針，平成元年 3 月
- 14) 環境庁；日本産鳥類の繁殖分布，1981
- 15) 沖野外輝夫；自然保護の生態学，培風館

II 章

- 1) 水野信彦・御勢久右衛門；河川の生態学，築地書館
- 2) 井上実；魚の行動と漁法，恒星社
- 3) 環境庁；日本の自然環境，1982
- 4) 大串竜一；水生昆虫の世界，東海大学出版会
- 5) 土木研究所河川研究室；河道特性論，土研資料第2662号，昭和63年 8 月
- 6) 全国内水面漁業協同組合連合会；内水面漁場環境・利用実態調査報告書，昭和62年 3 月
- 7) 水野信彦・御勢久右衛門；河川の生態学，築地書館
- 8) 井口晶平；川をみる 河床の動態と規則性，東京大学出版会

その他の参考文献集

<生 物>

全国内水面漁業協同組合連合会；魚を育む豊かな流れ 河川生物資源保全流量調査報告書，平成元年 3 月

小山長雄；アユの生態，中公新書

山岸宏・古田能久・福原晴夫；生態学研究法講座24 水界生物生態研究法I - 淡水の魚類とベントスー，共立出版（株）

津田松苗；水生昆虫学，北隆館

<水 質>

宗宮功；自然の浄化機構，技報堂出版

森下郁子；川の健康診断，日本放送出版協会

津田松苗；水質汚濁の生態学，公害対策技術同友会

<自 然>

リバーフロント整備センター；まちと水辺に豊かな自然を，山海堂

(財)日本自然保護協会；自然観察ハンドブック，思索社

(財)日本自然保護協会；指標生物，思索社

<生態系>

川那部浩哉；生物と環境 川魚の生態を中心に，人文書院

川那部浩哉；川と湖の生態学，講談社学術文庫

立花 隆；エコロジー的思考のすすめ，中公文庫

<生物調査>

環境庁；河川調査報告書，1987

豊原源太郎他；植生調査法Ⅱ，共立出版

<生息環境>

都市河川研究会；都市の中の川，1990

水野寿彦；四季の水辺＝自然観察の手引き，地人書館

<図 鑑>

川那部浩哉；フィールド図鑑淡水魚，東海大学出版会

川那部浩哉・水野信彦；川と湖の魚①②，保育社

桜井淳史；野外ハンドブック・10魚，山と溪谷社

中村登流；野鳥の図鑑，保育社

浜口哲一・佐野裕彦；自然ガイドとり，文一総合出版

牧野富太郎；学生版原色牧野日本植物図鑑，北隆館

宮脇昭；日本の植生，学研

堀田満；カラー自然ガイド 水辺の植物，保育社

<都市河川研究室の生態系関係の文献>

1) 松浦茂樹・谷本光司・神庭治司；環境からみた植生湖岸とその評価，土研資料第2394

2) 北川明・鈴木研司・神庭治司；生態系保全からみた維持流量算定の基本的考え方，土木技術資料 Vol. 30-5，H1年5月

3) 清水裕・島谷幸宏・小栗幸雄・神庭治司；河川環境講座その5－河川生態系と河川整備－，土木技術資料 Vol.32-7，H2年7月

4) 島谷幸宏・神庭治司；生き物に配慮した河川整備，建築ジャーナル，1990.12

5) 土木研究所都市河川研究室；生物に配慮した河川整備の考え方，RIVER FRONT Vol. 9，1990

6) 土木研究所都市河川研究室；水辺の植物，RIVER FRONT Vol.10，1991

- 7) 清水裕・島谷幸宏・鈴木研司・小栗幸雄・神庭治司：都市河川における自然的環境の保全手法に関する研究，環境庁総合研究プロジェクト別環境保全研究成果集，平成元年10月
- 8) 鈴木興道：生態系に配慮した河川の整備，第5回都市河川セミナー・テキスト，1990. 10
- 9) 鈴木興道：河川生態系と水質浄化，HEDORO №50，1991. 1

清水 裕, 鈴木 興道, 小栗 幸雄
神庭 治司, 渡辺 裕二, 見目 正明

要 旨 本研究は河川整備において生物の生息環境の保全や改善を行なうための基礎的な研究として、生態系の考え方及び河川整備と河川生態系の関係について述べたものである。ここでは、生息生物、生息環境の現地調査を改修区間と未改修区間とを比較しながら行ない、河川整備後の生物の回復、生息環境の物理的評価方法などについて考察を加えた。
今後、河川整備において生物の生息環境の保全や改善を計画・設計する場合の基礎資料となると考えられる。

キーワード：河川, 生態系, 生物, 魚類, 鳥類, 植物, 生物調査, 瀬, 淵, 浮き石, 沈み石

郵便はがき

郵便切手
はって
下手を
い

3 0 5 - □ □

茨城県つくば市大字旭一番地
建設省土木研究所
都市河川研究室
御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第2949号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印