

ISSN 0386-5878
土木研究所資料 第3453号

土木研究所資料

中小河川改修と河川の自然環境

平成8年10月

建設省土木研究所
環境部河川環境研究室

Copyright © (1996) 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。

中小河川改修と河川の自然環境

河川環境研究室 室長 島谷幸宏

研究員 萱場祐一

研究員 皆川朋子

要旨

近年、多自然型の河川改修が広く行われるなど、河川の自然環境としての価値が見直されているが、そのよって立つ学問的基盤は十分に確立されているとは言いがたいのが現状である。本報告書は、中小河川と自然環境についての基本的な考え方についての現在の知見をまとめたものである。

なお、本報告書は、建設省総合技術開発プロジェクト「美しい景観の創造技術の開発（平成5～8年度）」の大課題「自然的な河川風景の創造技術に関する研究」の研究成果の一部であり、この中で設置した「自然的な河川風景の創造技術に関する研究」委員会（平成5年～7年度）のメンバーとともに議論を繰り返し作成したものである。

キーワード：中小河川、改修、自然環境、ハビタット

まえがき

本報告書は、建設省総合技術開発プロジェクト「美しい景観の創造技術の開発（平成5～8年度）の大課題「自然的な河川風景の創造技術に関する研究」の成果の一部である。

本報告書の作成にあたり以下のメンバーよりなる委員会を設置し、3年にわたり議論を繰り返してきた。中小河川の研究は、これまでほとんど行われておらず、参考とするものがなく、現地調査やケーススタディを踏まえ、委員会で何度も熱心な議論が繰り返された。

我が国は、弥生時代以降稲作を中心に発展してきた。そのため、沖積地の開発は国土経営上重要な課題であり、歴史的に洪水の制御と利水開発・管理は高度に発展してきた。日本の水利用は公平と共同意識を育てる独自の利用システムを構築し、日本文化の基底を形成してきたといえることができる。その中で中小河川は地域にとって身近な水辺として、日々の暮らしとともにあり、今日的な地域環境資源としてその価値は高まっていると考えられる。近年、多自然型の河川改修が広く行われるなど、河川の自然環境としての価値が見直されているが、そのよって立つ学問的基盤は十分に確立されているとはいえないのが現状である。

本報告書では、中小河川と自然環境についての基本的な考え方についての現在の知見をまとめ、河川技術の向上を図ろうとするものである。

委員長	須賀堯三	(宇都宮大学 工学部 建設工学科教授)
委員	桜井善雄	(応用生態研究所所長)
	駒田格知	(名古屋女子大学 家政学部教授)
	北村眞一	(山梨大学 工学部 助教授)
	青木章彦	(作新大学女子短期大学 助教授)
	竹林征三	(建設省土木研究所 前環境部長)
	半田真理子	(建設省土木研究所 環境部 環境技術総括研究官)
	島谷幸宏	(建設省土木研究所 環境部 河川環境研究室長)
	田中 隆	(建設省土木研究所 環境部 緑化生態研究室長)
	宇多高明	(建設省土木研究所 河川部 前河川研究室長)
	富沢廣三	(栃木県 前河川課長)

建設省土木研究所 河川環境研究室

室長 島谷幸宏

研究員 萱場祐一

〃 皆川朋子

— 目 次 —

1. 本書の目的	1
2. 中小河川の定義と分類	1
(1) 中小河川の定義	1
(2) 中小河川の分類	2
3. 河川の自然環境の構成要素	4
(1) 河川の自然環境の構成	4
(2) 水	4
(3) 空間	6
(4) ハビタット	7
1) ハビタットの定義	7
2) ハビタットの階層構造	7
3) 河川のハビタット	8
4) ハビタットの重要な特性	12
(5) 生物	13
1) 河川生態系	13
2) 生物と空間のつながり	14
4. 河川の自然環境の一般的特徴	18
(1) 時間的変化・変動がある	18
(2) 空間的に連続性、多様性がある	20
5. 中小河川改修と河川の自然環境変化	21
1) 直線化	21
2) 拡幅	22
3) 河岸の単調化	23
4) 河岸の非浸透化	24
5) 河床掘削	24

6) 河道の複断面化	25
7) 床止め工や落差工による連続性の阻害	26
8) クリークの創造	26
9) ワンドの創造など	27
10) 河道の急拡	28
11) 人工的な瀬・淵の創造	29
12) 小さな工夫	30
13) 河岸の緑化	31
14) 河岸の多孔質化	31
15) 河畔林・溪畔林	32
16) 周辺環境との隔離	33
17) 種間関係	34
18) 水制の設置	34
19) 周辺地域の保全と連携	35
20) 河道の安定化・不安定化	36

参考 1. 自然に関する概念と用語の整理	39
2. 河川の自然環境に関する用語の整理	43
1) 他分野での河川の分類とその対応関係	44
2) 生態学・生物学における淵と河川工学との対応	45
3) 浮き石と沈み石	46
4) 河道の河川工学的な見方と生態学的な見方	48

引用・参考文献	50
---------------	----

1. 本書の目的

本書は、中小河川改修事業を行う際、河川技術者が河川の自然環境について知っておくべき基本的な事柄や考え方について解説したものである。

基本的な原理の理解を深めるためのガイドブックである。

2. 中小河川の定義

(1) 中小河川の定義

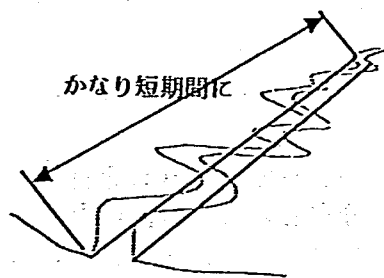
本書では中小河川を「流域面積が比較的小規模な河川」と定義する。

(例えば100km²以下)

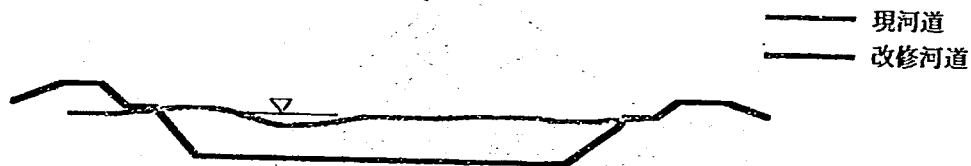
ex. 中小河川は規模が小さいので、改修による自然環境の影響が大きいものがある。

例えば次のような改修

- ・平面形状の一連区間における大幅な変更
- ・ショートカットによる縦断形状の大幅な変更



- ・断面形状の大幅な変更

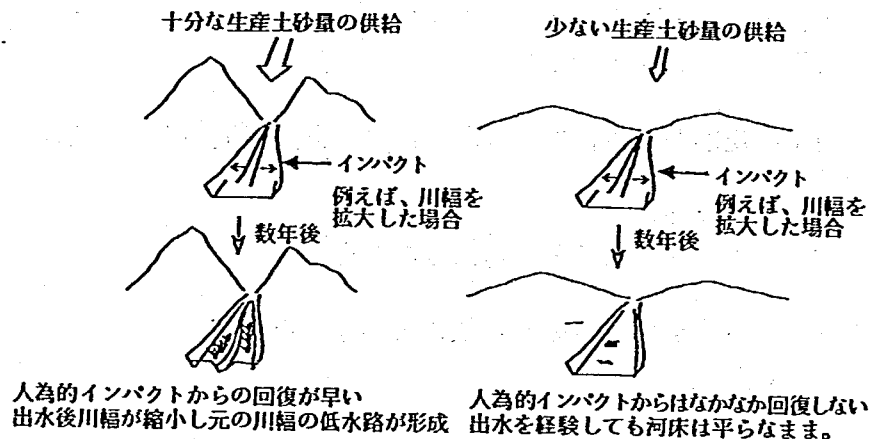


(2) 中小河川の分類

一口に中小河川と言ってもその特性は様々である。ここでは、河川の自然環境の保全といった観点から中小河川改修を行う場合に是非とも必要と考えられる2つの分類軸を挙げる。

①河川改修等の人為的インパクトからの回復の早さを示す軸

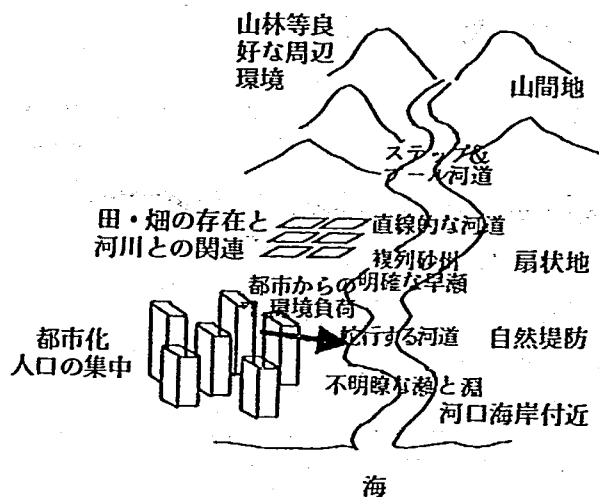
河川の自然環境は河川改修等の人為的インパクトを受けても、その後の出水に伴う土砂の移動により元の姿に回復していく。土砂生産量が多く、しかも、土砂生産源に近い場所では回復が早いが、土砂生産量が少ない場合、もしくは、土砂生産源から遠い場所では回復のスピードが遅い。



土砂生産量と人為的インパクトからの回復

②ハビタット（生物が生息する場所）の質や面積、分布を特徴づける軸

河道内のハビタットの種類・面積・分布といった特徴は上流～中流～下流で異なる。上流には上流の、下流には下流特有のハビタットが存在し、そこにそれらのハビタットに依存する生物が生息する。上流～下流と関連が高い、河床勾配の大きさや山地・谷底・扇状地・自然堤防といった地形学的な特徴は、ハビタットを特徴づける軸であるとともに、人間と河川との係わり（都市化の程度等）を規定する大きな要素でもある。



上～下流でハビタットの特徴や周辺環境は異なる。

参考) 土砂生産量の見分け方

以下は河川の土砂生産量の大きさを示す目安である。

①上流の土砂生産源に関して

- ・ 標高1000m以上の山がある
- ・ 土砂生産源に崩壊地帯がある。
- ・ 土砂生産源に風化地帯がある。

②河床材料に関して

- ・ 様々な粒径の河床材料から構成されている。
- ・ 細かい河床材料（砂、砂利等）が目立つ
- ・ 河床がアーマー化していない。

③河床形態に関して

- ・ 砂州や砂礫堆が発達している。

一方、上記に該当しない河川、次の項目に該当する河川は土砂生産量が少ない。

④河道内植生に関して

- ・ 沈水植物や抽水植物等の河道内植生が多い（河道が安定していることを示す）。

⑤地形に関して

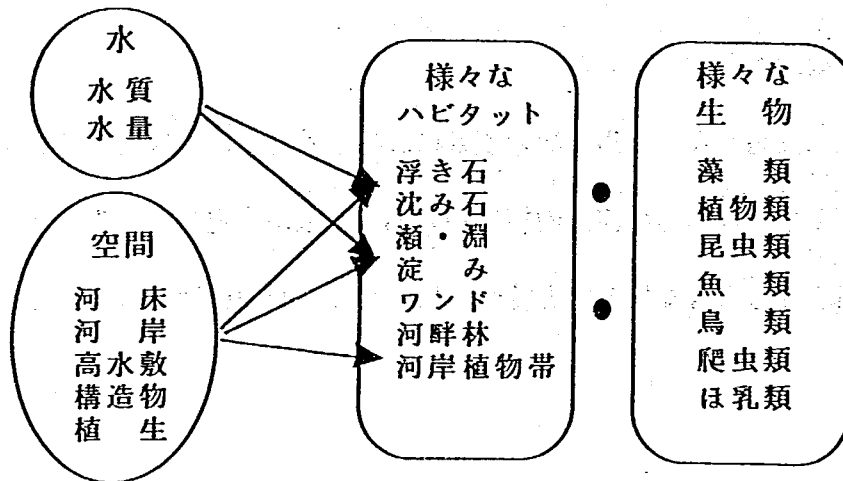
- ・ 当該河川よりも大きな掃流力を持つ河川がつくった沖積地上を流れている。

3. 河川の自然環境の構成要素

(1) 河川の自然環境の構成

河川の自然環境は水と空間より構成され、これらの水と空間が一体となって生物の生息するすみか（ハビタット）を形成する。生物はこれらのハビタットを利用しながら生活を送る。

水は水質と水量に分けることができ、空間は河床、河岸、構造物、植物などにより構成されている。



河川の自然環境の構成

(2) 水

①水質

河川の生物は水質と密接な関係をもっている。河川空間の形状など物理的要素のみでは、その生息は決まっていない。

水の酸素濃度、BODで代表される有機物、植物の生産量に関わる栄養塩類、光の透過量や細粒分の堆積に関わる無機物質、河口部におけるシジミなどの魚貝類の生息に関わる塩素イオン濃度、水温、有害物質等が自然環境から見た水質の要素として考えられる。

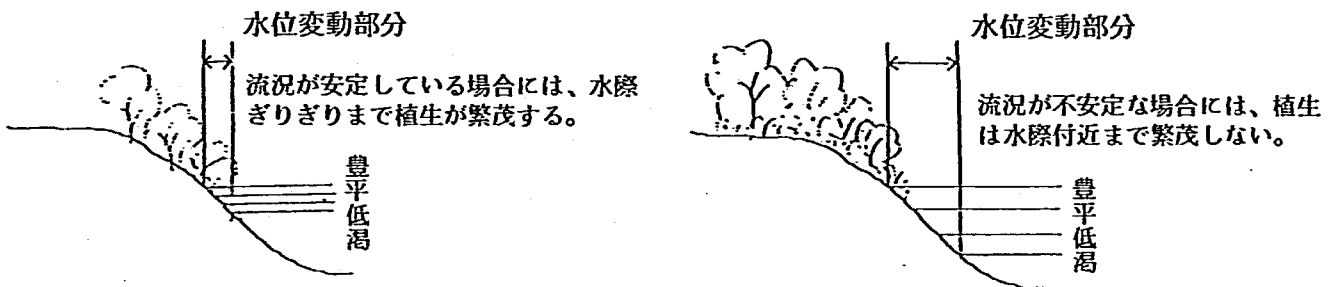
②水量

水量は、河川の生物、水際域の植生、水の利用と密接な関係を持っている。水量は流れている量とたまっている量をあわせもった概念で、その変動に重要な意味がある。

豊水・平水・低水・渇水流量
年平均最大流量
流況の変動（河状係数）等

・植物との関連

水量や流況の変動は水際植生の繁茂状況に影響を与える。水位変動が小さい場合は、水際ぎりぎりまで植生が繁茂できるが、水位変動が大きい場合には、植生は水際付近に繁茂できない。



また、河川の植生は水域の種類、岸の勾配、土壌の水位等に対応して生育している。

年間を通してほとんど水面下にある・・・ヒロムシロ帯

・・・ヨシ帯

しばしば水をかぶる

・・・軟木帯（ヤナギ、ハンノキ、ヤシャブシ、ニセアカシヤ等）

ほとんど水の影響を受けず遷移が進んだ・・・硬木帯（エノキ、エゴノキ、ケヤキ、コナラ、トチノキ等）

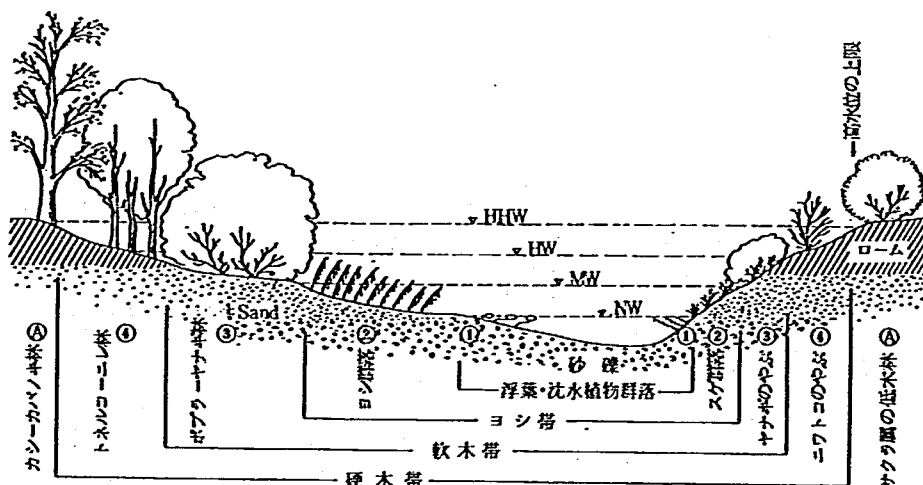


図 河岸植生のプロフィール（模式図）

（エルンスト・ビットマン著、桜井善雄 抄訳：Der brdogische Wasserbau an den BundeswassertraBen 「生物学的護岸工法の基礎と方法」より）

・水の利用との関連

平常時の水量が多い川（水深が連続的に確保できる川）は、舟運などが可能である。

(3) 空間

河川空間は、流水や流砂による侵食・堆積・運搬作用や生物の営みによる自然の営為と人間が河川やその流域に働きかけた人為の相互作用により基本的形態が形づくられ、これを生育の基盤として植生が繁茂し、様々な空間を形づくっている。

河川の空間は水が流れる水域、日常的に水の影響を受ける水際域、日常的には水の影響を受けない陸域の3領域に分けて考えると理解しやすい。

(4) ハビタット

1) ハビタットの定義

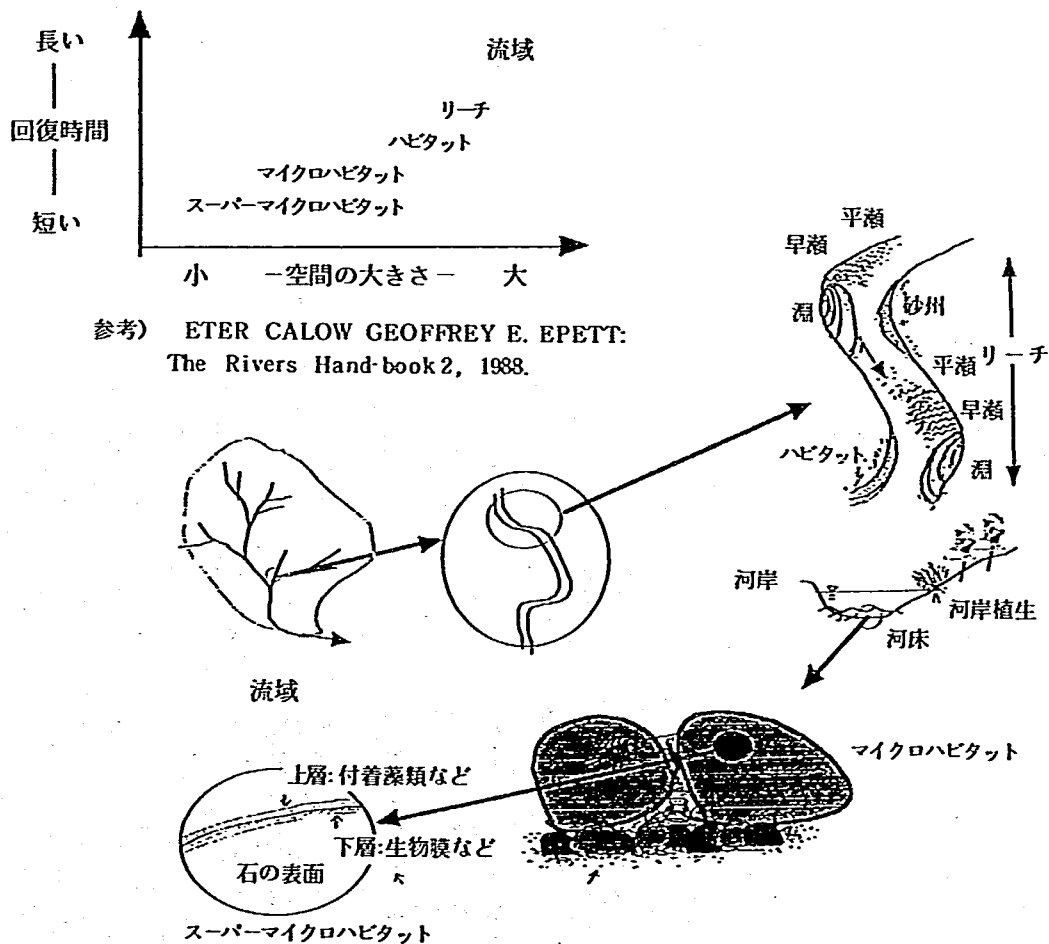
水と空間が一体となって生物の生息するハビタットが形成される。ハビタットは生態学者により様々に定義されるが、ここでは「形態的に一定のまとまりをもった場所のうち、生物が生活史の各段階（採餌、休息、産卵、孵化、羽化、蛹化、営巣、避難等）で利用する特定の場所」と定義する。

参考)

- ・「生物が実際に生息する場所、我々が実際に生物を探しに出かける場所」
(E. P. Odum 著、三島次郎訳：基礎生態学、1991より)
- ・「生物の個体あるいは個体群がすんでいる場所のこと。すみ場・すみ場所」
(山田・前川ら編集：岩波生物学事典第3版、1983. より)
- ・「種の分布(地理的・高度・深度等)」
(同上、分類学的記事ではこのように意味することがある。)
- ・「ビオトープとは一様さをもった地形的あるいは地理的な単位空間」
(同上、R. Hesse, W. C. Alle & K. P. Schmidt (1937) による)

2) ハビタットの階層構造

生物個体の大きさ、生物個体群の移動範囲、生物間の相互関係、生態系を与える物質の流れなどの観点より、ハビタットは階層的構造をなす。



注釈 1) habitatと biotope

「biotope」はドイツ語では「Biotop」で、「habitat」と同じ意味の言葉である。しかし、現在「biotope」は日本においては、「生物が生活史を全うするのに必要ないろいろなハビタットを含んだシステム」を表す言葉として用いられる場合が多い。

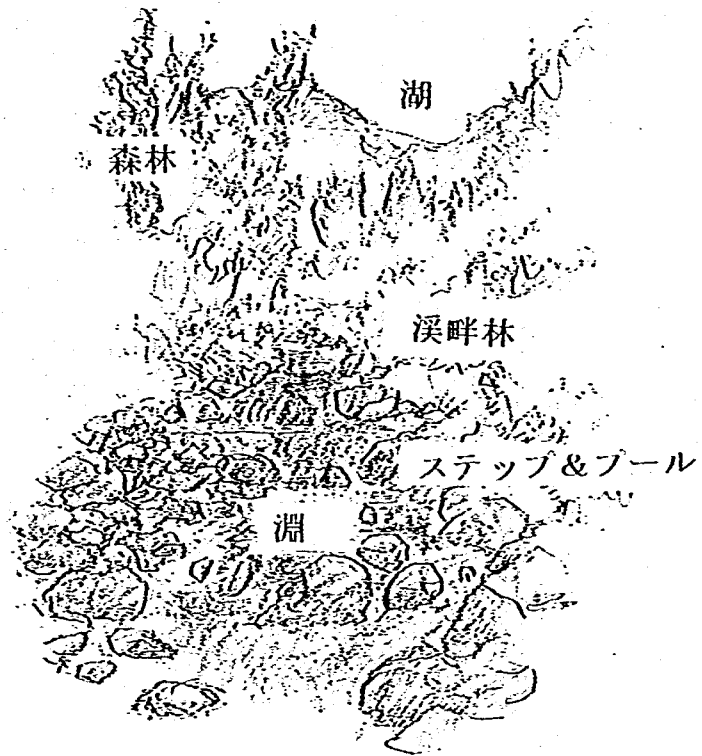
3) 河川のハビタット

河川及びその周辺は、地質、地形、河道形態、土地利用等により様々なハビタットをもつ。

●山間地河道

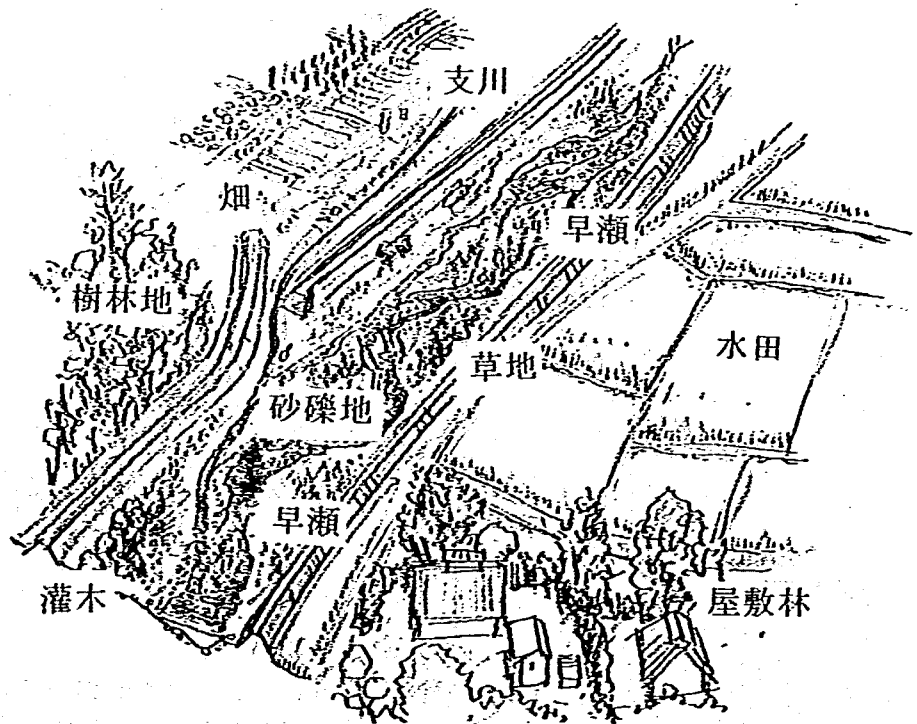
土砂供給量が少なく、川幅が狭く転石が多い川では階段状の河床形態が発達し、落水とこれにより洗掘された淵（ステップアンドプール）が形成される。

河岸は大きな河床材料や岩、土羽からなり、河岸沿いには溪畔林が発達する。これらがこの区間の特徴的なハビタットとなっている。



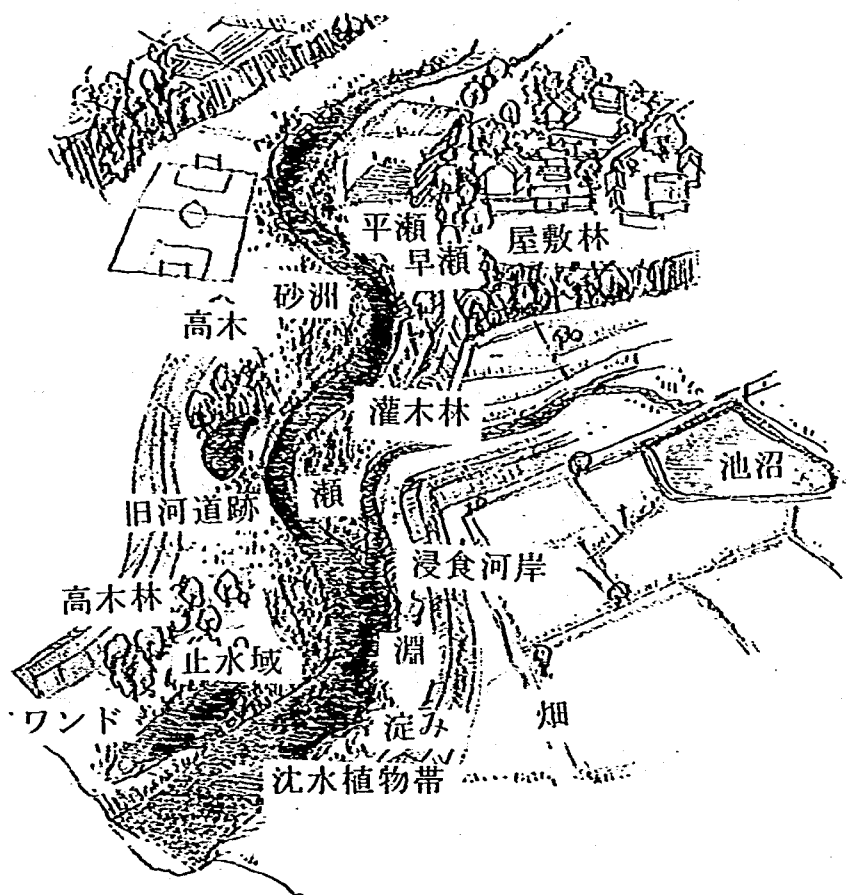
●扇状地河道

砂州が複列に発達し、滯の数が複数になる。洪水による擾乱の影響が大きいいため、砂州（砂礫帯）の変化は大きく、植物の遷移は容易に進まない。



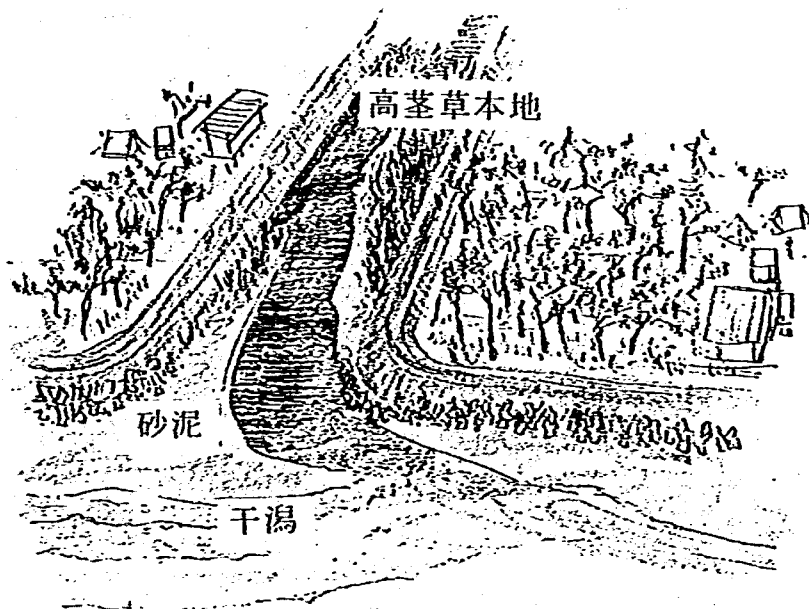
●中間地河道

砂州の前縁部が早瀬となり、白波立ち、その砂州からの流れが落ち込んだ部分が水深が深く淵となり、ゆるやかな流れとなる。このような砂州、瀬・淵等がこの区間のハビタットの特色となる。また、堤内地には自然堤防と後背湿地が発達している。



●感潮区間～河口

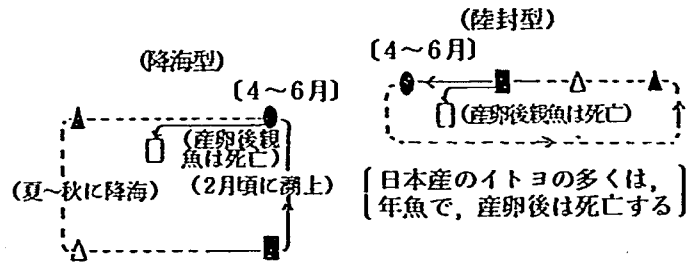
流れは緩やかで、河床材料は細砂からなる。河岸はヨシ原など高茎草本が多いや干潟が特徴的なハビタットとなる。



●魚のハビタット

一生をどのような場所ですごしているか
 例) イトヨ (凡例：●産卵、▲稚魚、△幼魚、■成魚、□産卵後死亡)

山地河川	上流 (Ad型)
扇状地河川・ 自然堤防帯河川	中流 (Bb型)
三角州河川	下流 (Bc型)
	河口域
	海域



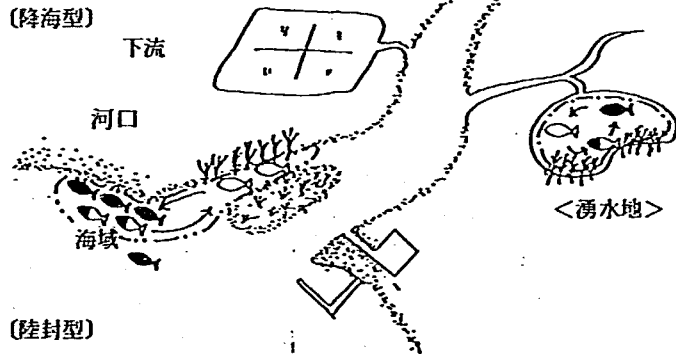
どのような水理環境に住むか。

大河川	小河川	水路
上流	中流	下流
		汽水域

- 降海型と陸封型がある。
- 降海型は沿岸域や潮だまりなどに生息し、産卵期になると、川の下流域に潮上する。
- 陸封型は湧水地域とその下流の細流に生息する。
- 陸封型は水温18℃以下の、水のきれいな砂泥ないし泥底で、水草の多い場所を好む。



生息場

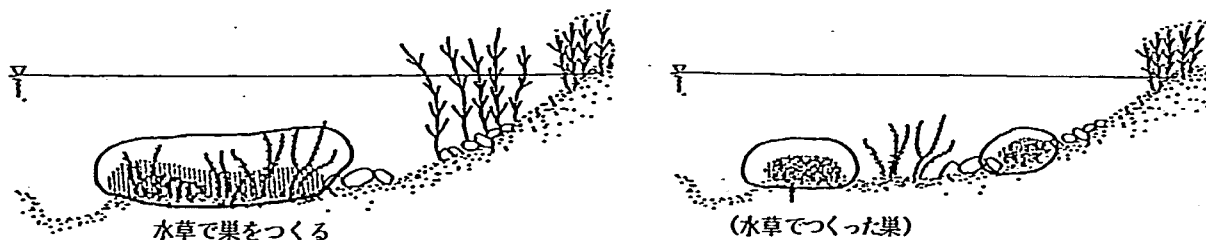


○稚魚、△幼魚、■成魚 (遊泳)、■成魚 (底生)

産卵場

産卵水域	上流	中流	下流	
底質	泥	砂	小礫以上	
河床型	淵	平瀬	早瀬	
流達	達	中	緩い	
産卵基質	河床	植物	動物	
産卵時間	昼	夜	昼・夜	
卵の形態	浮遊卵	沈性卵	粘着卵	
産卵様式	巣をつくる	巣をつくらぬ	他の巣に産む	

- 水草 (バイカモなど) や藻類・植物の根茎などを使って巣を作る。
- 水草が多く、流れの穏やかな砂泥底に巣がなわばりをもつ。
- 産卵は日中に行われる。
- 1回の産卵数は30〜150程度。



成魚

○採餌場所／||||休息場所

稚魚

●鳥のハビタット

例) コアジサシ

棲息場

	山地・森林内	山地・溪谷	山地・山麓・内陸性湖沼	平地(乾燥)・畑・屋敷林	平地(湿潤)・水田・池沼	平地(湿潤)・河川中流域	海岸性湿地・防風防砂林	海岸性湿地・運田・ヨシ原	遠浅海岸・干潟・砂浜	内海・開水面
繁殖期					●	●		●	●	●
越冬期										

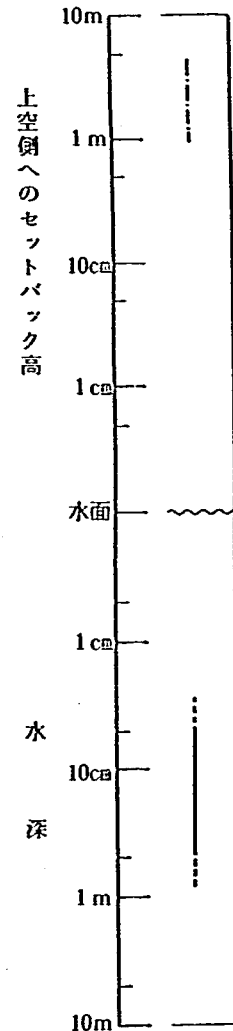
採餌場 営巣場

	裸地	草地		樹林	
		低丈	高丈	低木	高木
水面・水中	採餌				
湿性					
乾性	営巣				

餌



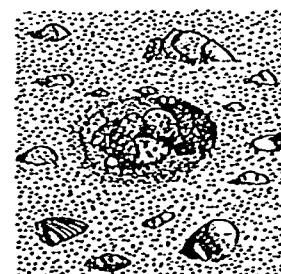
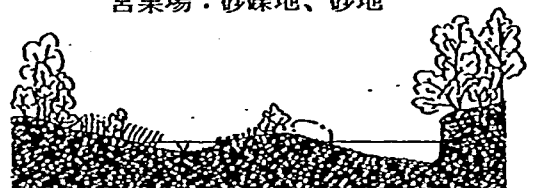
採餌可能な水深



採餌の方法

採餌の目安	月●歩行採餌	産水採餌	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)						
波立たない(堰・トロ)						
波立つ程度(早瀬・平瀬)						

営巣場：砂礫地、砂地

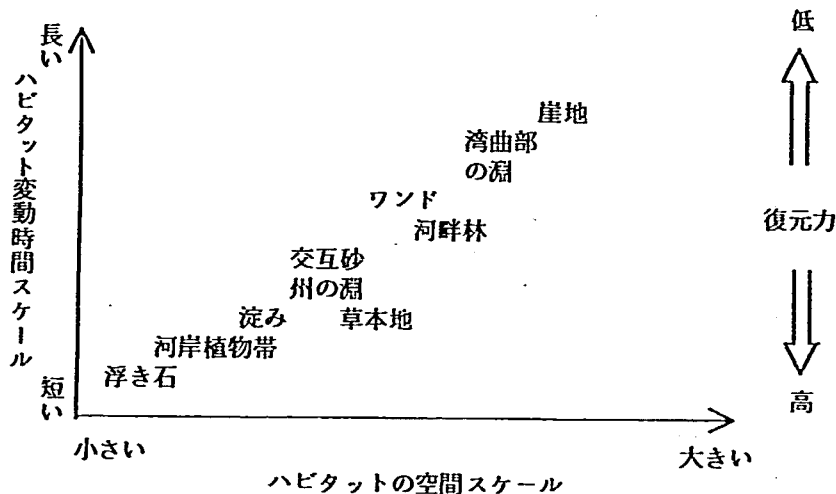


4) ハビタットの重要な特性

①ハビタットの再生と復元力

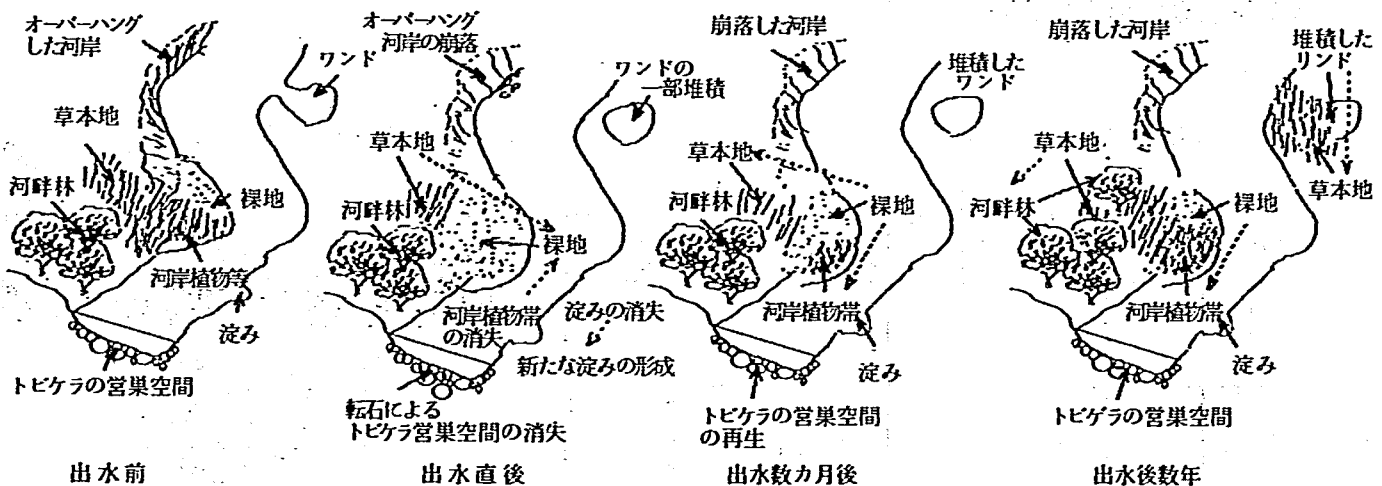
ハビタットは洪水や人為により消失・破壊した場合、水や土砂移動等植物の生長や、自然の力により再生していく。それぞれのハビタットごとに再生にどの程度の歳月がかかるかといった特性を知っておくことは重要である。空間スケールの小さいハビタットは変動時間が短く、大きなスケールのハビタットは変動時間が一般に長いと考えられる。この様なハビタットの時間的な変動スケールは空間スケールの大きさと関係があると考えられる。

河川の自力により速やかにハビタットが形成される場合、人為的に再生する必要性は高くない。しかしながらそうでない場合には人為的にハビタットを作るあるいは、自然の力による復元のスピードを増すような手助けが必要となる。



洪水や濁水等の自然の営為あるいは人間の様々な行為により、破壊や再生を繰り返しながら、ハビタットは常に変動している。回復のスケールとスピードは土砂生産量、水理量、気候、土壤に規定されると考えられる。

——→ はハビタットを示す。
→ はハビタットの変化を示す。



- ・水域～遷移域におけるハビタットの破壊と再生
- ・陸域における植生の遷移に伴うハビタットの変貌

(5) 生物

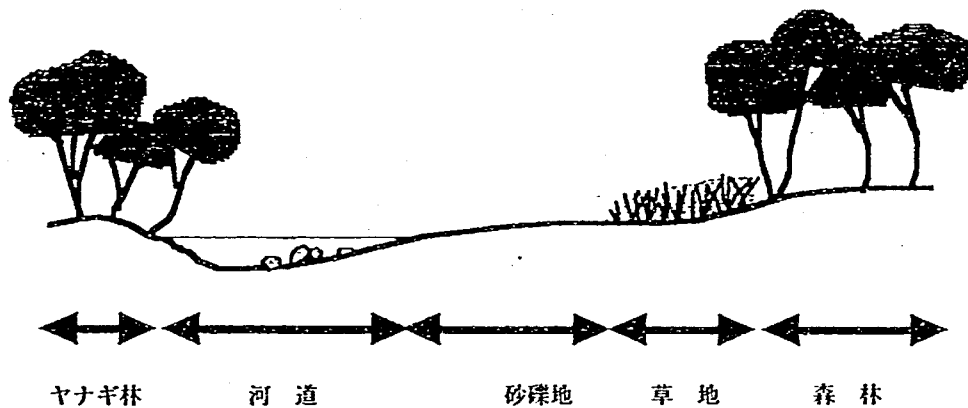
1) 河川生態系

①河川生態系の特徴

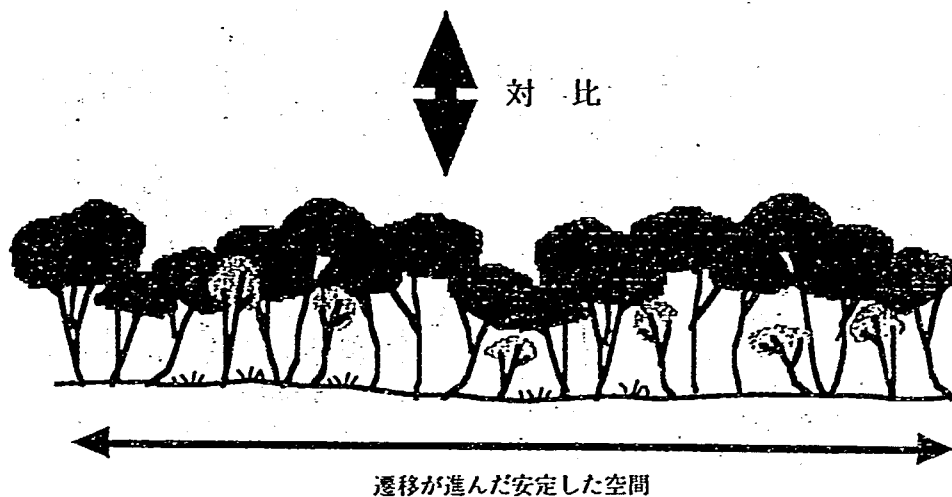
河川生態系の最も大きな特徴は「ハビタットの多様性」と「種の多様性」および「解放された生態系」である。

日本の中小河川はそれぞれの特徴を持っていて、その特性に対応して、それぞれの河川に生態系が存在する。河川生態系は、その河川の特徴である洪水や渇水による生態系の破壊と再生によって維持されている。この河川の水とその流れが河岸を浸食あるいは土砂を堆積して形成する微地形の組み合わせによって、同じ面積であれば他の生態系に比べて多くのハビタットが存在する。このように、多くのハビタットが存在することが種の多様性を維持している要素である。

また、河川は流れを持ち、他の水域と連絡しながら、山地から海域へと向かっている。これらの水域あるいは陸域とのつながりが、様々な生物の移動あるいは物質の移動を容易にしている。このため、河川の生態系について、ある地域のみを切り取って考えることは難しい。



それぞれに生物が生息する河川空間…これら多様な空間は破壊と再生により成立している



単一な空間…この環境に適応する生物種のみが生息

②ハビタットの多様性

河川そのものの特性を反映して形成された地形、土壌、水分条件あるいは流水による外力条件は様々である。これに対応した植物が生育し、陸域では植物群集がハビタットを形成する重要な要素になる。河川には、陸域のほか、水域、水際域が存在し、ハビタットは通常の陸地に比べ多様といえる。

③種の多様性

多様で、特殊な河川のハビタットは多くの動植物の生育・生息を支えている。河川生態系を構成する動植物の多様性は、ハビタットの多様性が支えている。

④解放された生態系

湖沼では、生産されたり流入した物質の多くは湖沼自体の生態系の中で消費・再生されるため、閉鎖された生態系といわれている。河川の最大の特徴は、水域が「流れ」を持っていることである。ある地点の生態系で生産されたり周辺の陸地から流入した物質の多くは、河川に沿って下流に運ばれていき、他の生態系で消費されたり、そのまま海域へと運ばれたりする。すなわち、河川生態系は一定の地域で閉鎖されたものではなく、解放された生態系といわれている。

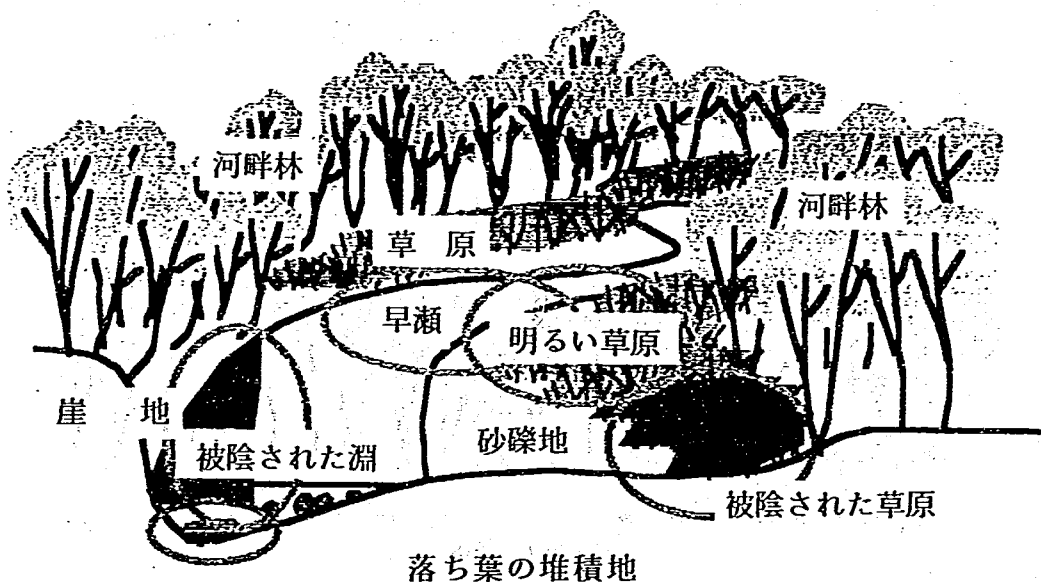
2) 生物と空間のつながり

①生物が必要とする空間

各生物が子孫を残すためには、生活史の各段階で必要なハビタットの組み合わせが重要である。ハビタットの一部を形成する植物は、動物に生活の場や必要な物質を提供することでつながりを持ち、生物の相互作用によって新たなハビタットが形成される。

・主なハビタットの種類

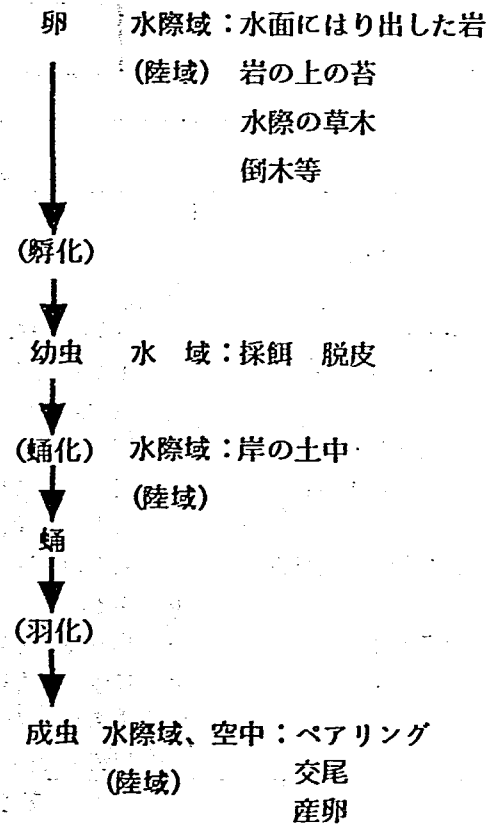
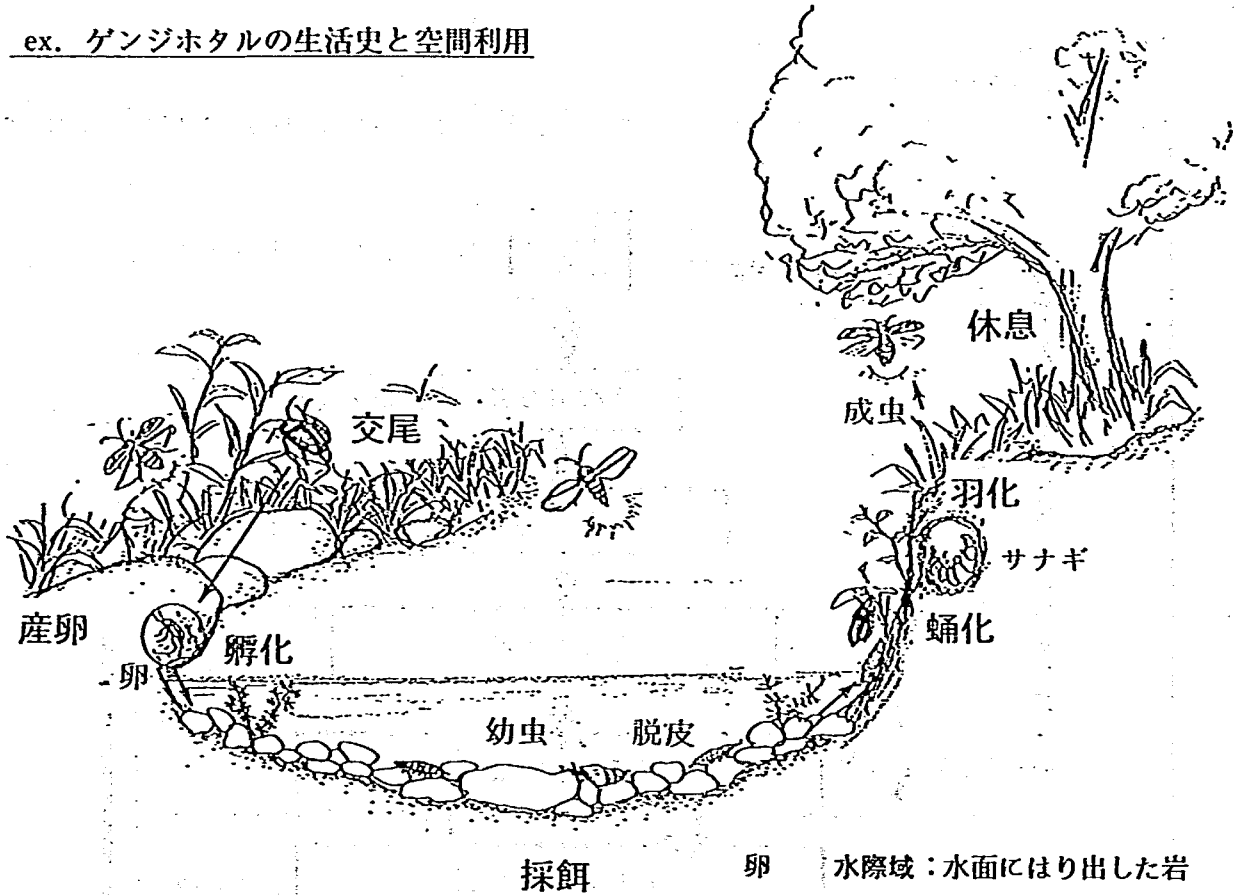
避難空間、休息空間、移動空間、産卵・孵化空間、採餌空間など



②河川生物の生活史

生物にはそれぞれ生活史があり、それぞれの段階で必要とするハビタットが異なる。生活史のほとんどを水域内のハビタットに依存する生物のほか、生活史のそれぞれの段階で陸域と水域を利用する生物、陸域を利用する生物、河川と海域を利用する生物もいる。

ex. ゲンジホタルの生活史と空間利用



③生物の相互の関係

生物は相互に影響し合いながら生息している。それは基本となる「食う・食われる」の関係だけでなく、ここでも多様な相互関係が存在する。このような生物のつながりを断ち切ることは生態系全体に影響する。

- ・ 水域のつながり
- ・ 陸域のつながり
- ・ 水域と陸域のつながり

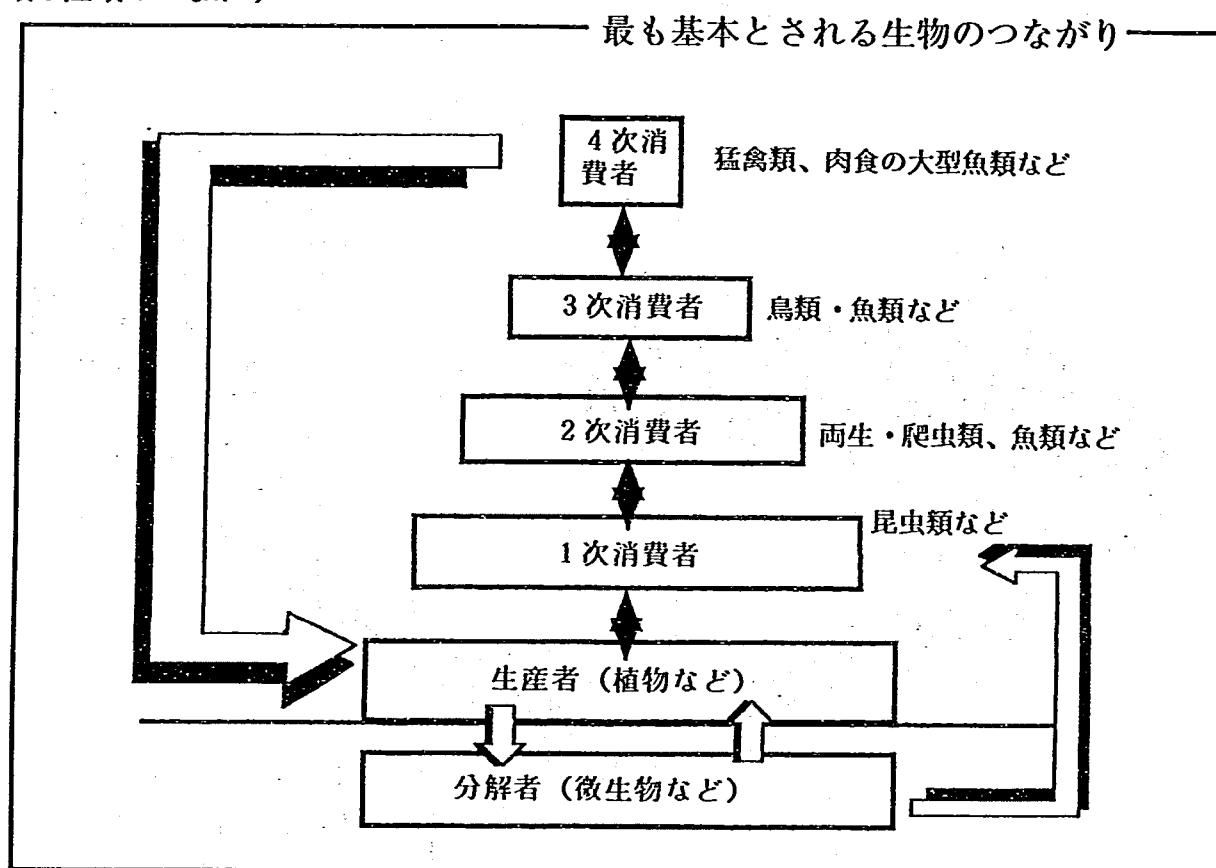


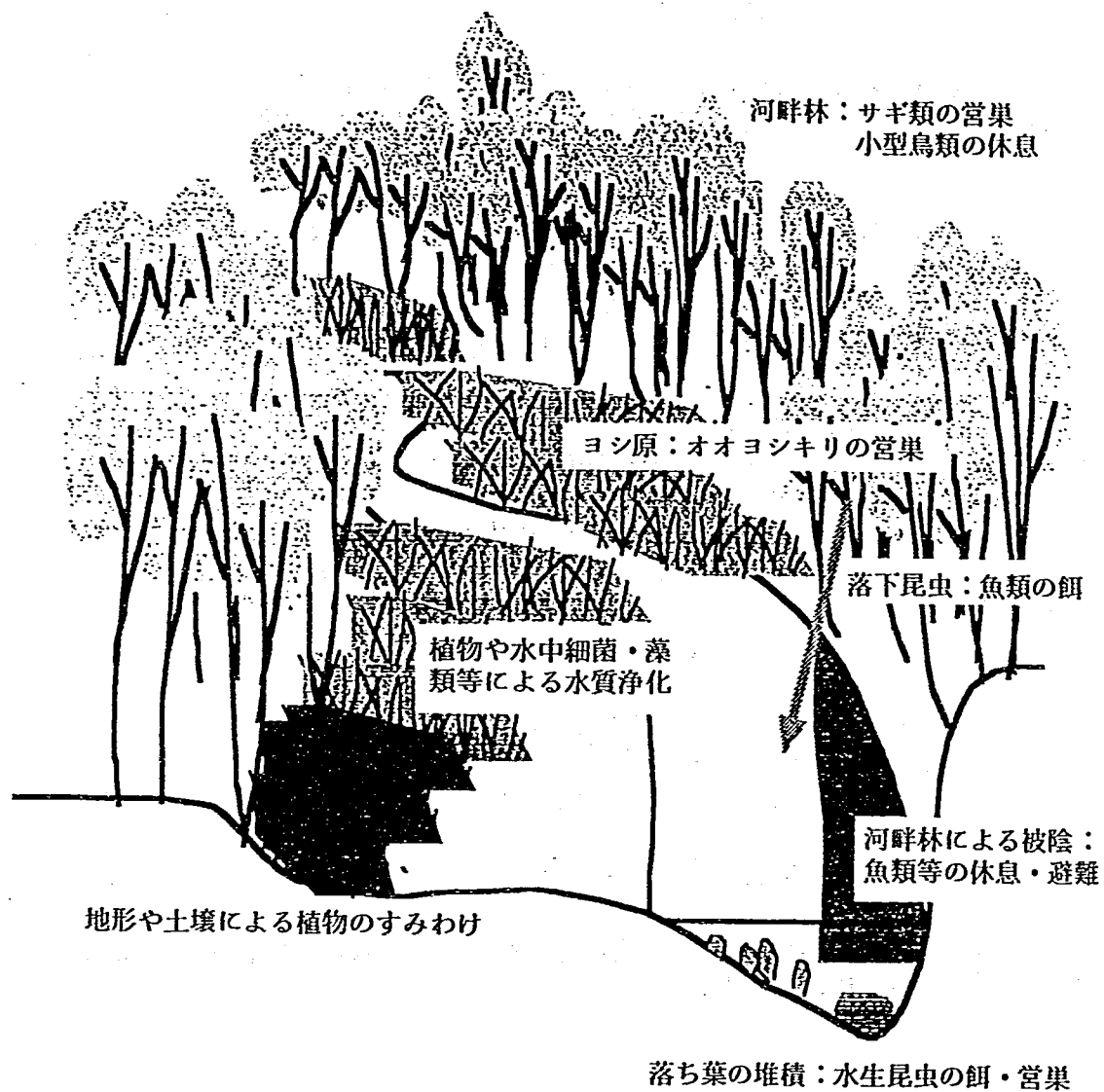
表 生物のつながり

生物のつながり	種		一般的性質・例など
	A	B	
食物関係	+	-	生物のつながりの基本的関係。「食う・食われる」
ハビタットの形成	+	0	土壌形成による植物や土壌動物の生育・生息場の形成 植物群集の繁茂による鳥類・昆虫類などの生活・営巣場所の形成
生育・生息環境 の形成と調節	0	0	植物群落の繁茂による大気、照度、気・地・水温などの調節 藻類の光合成と全ての水中生物の呼吸による溶存酸素量の上昇・低下 水中の細菌、原生動物、藻類等による水質浄化
直接的な相互扶助	+	+	双方の生物が利益を受ける場合のほか、一方のみが利益を受ける場合がある。
競争や干渉	-	-	光や養分をめぐる植物種間や生息場所や食物をめぐる動物種内、種間の競争。双方に負の影響がある場合と一方のみが負の影響を受ける場合がある。ただし、空間的・時間的に「棲み分け」、「なわばり制」、「序列制」で回避されていることが多い。

参考) 桜井善雄: 多自然研究、No 、

(財)リバーフロント整備センター、1996.

E. P. オダム著・三島次郎訳: 基礎生態学、培風館、1991.



生物のつながりは、その河川の微地形・土壌などとともに、河川生態系を特徴づける。

4. 河川の自然環境の一般的特徴

河川の自然環境の大きな特徴は、次の2点である。

- (1) 時間的に常に変化・変動している…
 - ① ある一定の方向性を持った変化
 - ② 周期的変動
 - ③ ランダムな変動
- (2) 空間的に連続性、多様性がある…海や湖沼・大河川との連続性
河川自体の上流から中流、下流への連続性
流域などの場所的多様性
自然河川自体が持つハビタットとしての多様性

(1) 時間的に常に変化・変動している

河川は常に変動している。今みている河川は、変化・変動の過程そのものである。

① 一定の方向性を持った変化

- ・ 気候変動、火山活動…気温の上昇・下降、火山活動に伴う地形や土砂流出量の変化に伴った長期的な河床変動や水質の変化

- ・ 人為的インパクト

ex) 雫石川のように、ここ30年で砂礫地は1/3に、樹林は3倍に増えた。

② 周期的変動

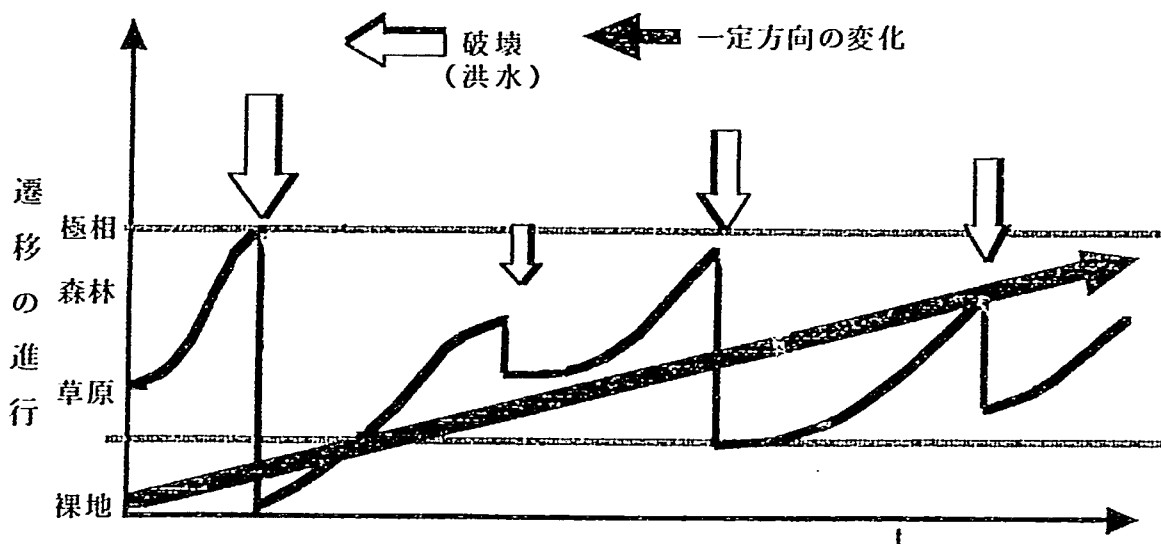
- ・ 年変動として…季節により流量は異なる→流況に対応した植物群落

- ・ 日変動として…DOは明け方一番低くなる

潮位変動による塩分濃度、水位の変動

③ ランダムな変動

- ・ 洪水や渇水によって自然環境はランダムな変動を受ける。そして、その変動は時間とともに回復する。
- ・ 100年程度のスケールでみると、破壊と再生が繰り返されるので、ある程度以上は生物群集の遷移は進まない。



洪水等による破壊とその後の再生を繰り返すため、河川では、ある程度以上の生物群集は進まない。

ex. 一定方向の変化？

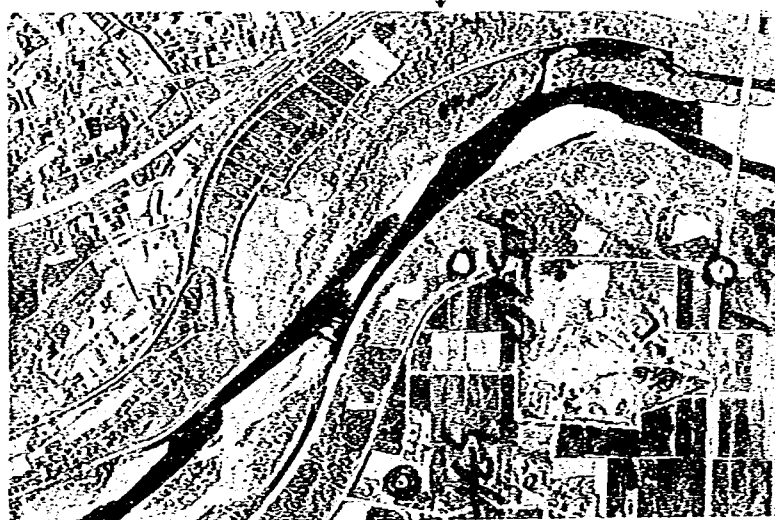
- ・人為的インパクトにより、遷移が進行する場合がある。

一般に河道内の植物は出水等による破壊とそこからの再生を繰り返し、植物群落の遷移が容易に進むことはない。このような破壊と再生の機構は河川の自然環境の大きな特徴であり、結果として河道内に大規模な樹林地が形成されることはなかった。しかし、近年、河道の裸地が減少し、樹林地が増加する現象が報告されている。その原因として、砂利採取による河床低下に伴う河道の陸域化、ダム建設による冠水頻度の減少等が考えられる。

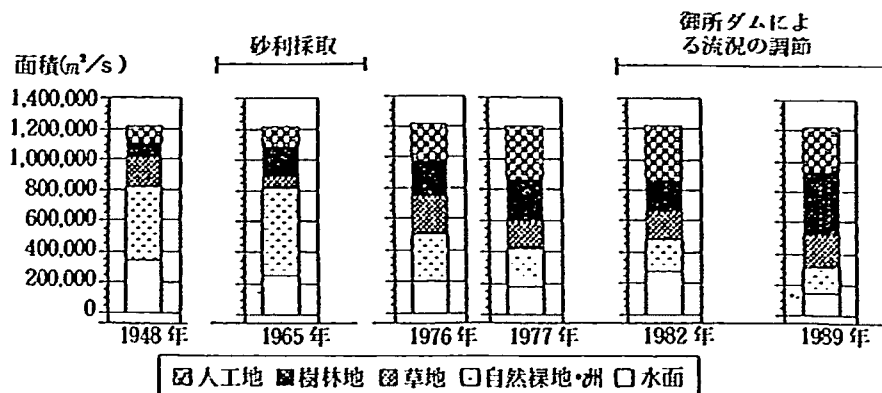
1948年



1989年

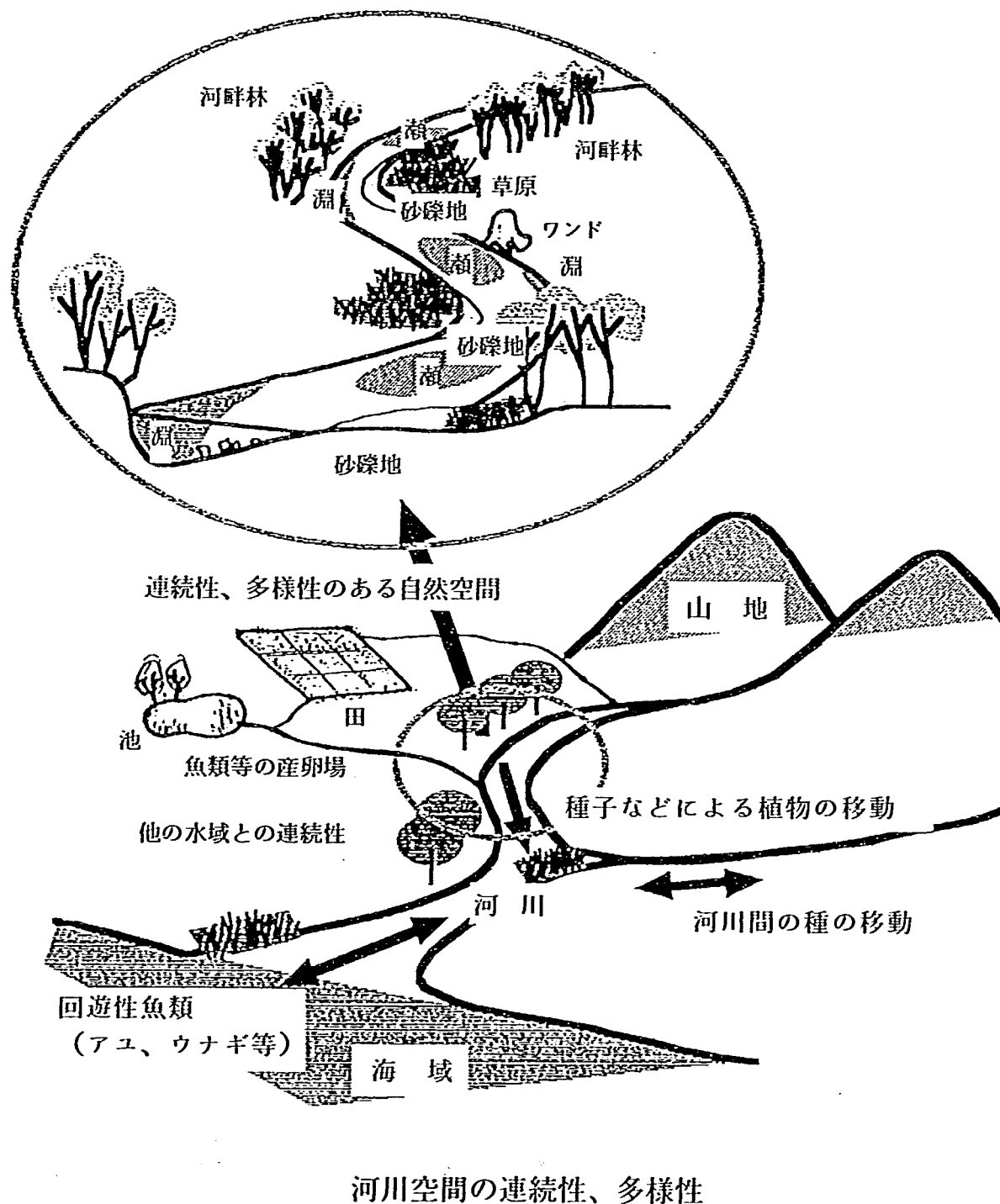


雫石川
裸地が減少し、草地、
樹林地が増加している。



(2) 空間的に連続性、多様性がある

陸域、水域とも上流から下流まで带状に連続した多様な空間を形成しており、上下流への幅広い移動が可能である。これは河川の一部が破壊されても連続性を保っておけば、生物の逃げ場が広範囲で確保できることや破壊後上・下流からの生物の移動により回復も容易となると考えられる。一方、連続性が絶たれると多様な種からなる生物群集がダメージを受けた時の回復は困難となる。



5. 中小河川改修と自然環境の変化

川に何らかの行為をすれば、それに対し、河川の自然環境は応答し、そして時間とともにその応答は変化・変動していく。その応答関係とその後の変化を理解することは重要である。

1) 直線化

河道の直線化は、流下能力の増加、有効的土地利用を可能とする。一方、ショートカット等極端な河道の直線化は早瀬や淵、そして、浮き石帯といったハビタットの消失につながり、河道内ハビタットの単調化を招く。十分な土砂の供給量や掃流力があれば交互砂州等の河床形態に伴う早瀬や淵が徐々に再生することもあるが、小さい場合には長期にわたり単調な河川となる。

また、崖線や山林等から河道法線が離れることが多く、これらと一体となっていた環境が分断されたり、洪水時の河岸流速が増大して遊泳力の小さい魚類等のリフュージ（避難場）の消失につながる場合がある。

ex. 1) 田川（栃木県）

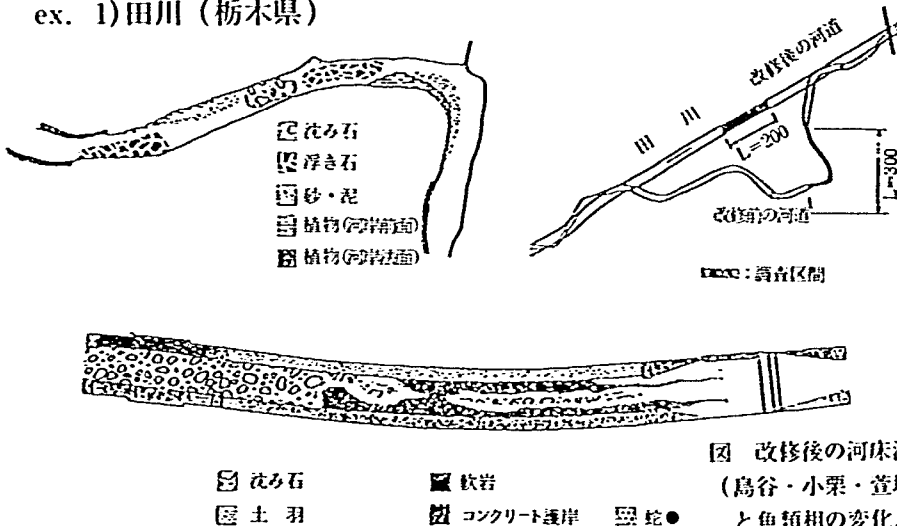
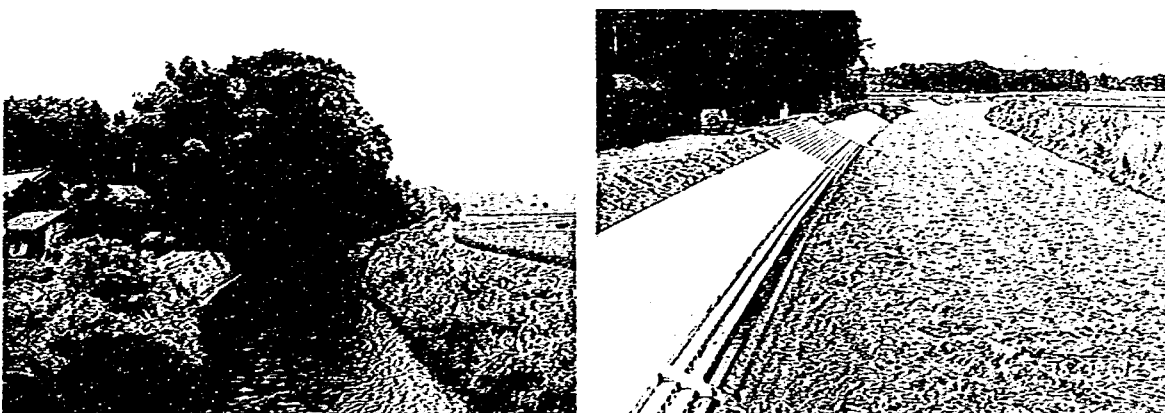


図 改修後の河床河岸の状況

(鳥谷・小栗・萱場：中小河川改修前後の生物生息空間と魚類相の変化、水工学論文集、第38巻、1991. より)

改修前は大きな湾曲部が見られ、その内岸には砂・泥や植物帯等があった。改修後は河床の切り下げの影響もあり、岩が露出し、僅かな沈み石帯が見られるだけである。

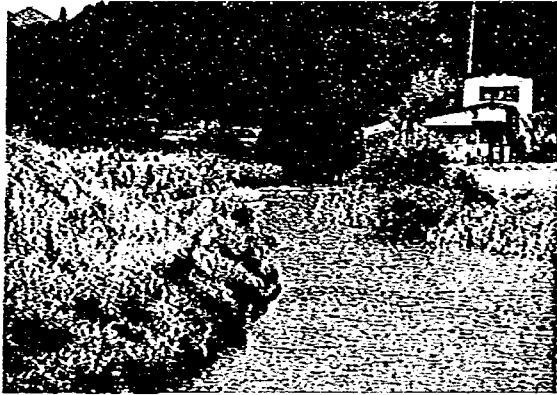
ex. 2)



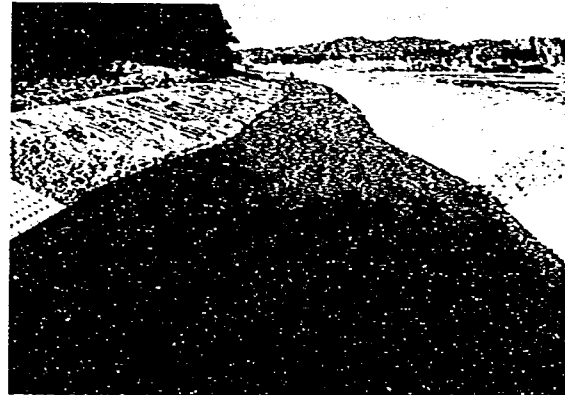
屋敷林から河道法線が離れた例：河川が暗い川→明るい川へと変貌している。

2) 拡幅

河道の拡幅により流下能力が増大し治水安全度が向上する。一方で、単純に拡幅すると平常時の水深を小さくし魚類等の水生生物の環境悪化をもたらす場合がある。また、洪水時の掃流力の低下をまねき河床材料が移動する頻度を減少させ瀬や淵といったハビタットの再生を妨げる。河岸付近に土砂の堆積が生じる場合には、河幅縮小機構が働き元の河幅に戻ってしまうことがある。

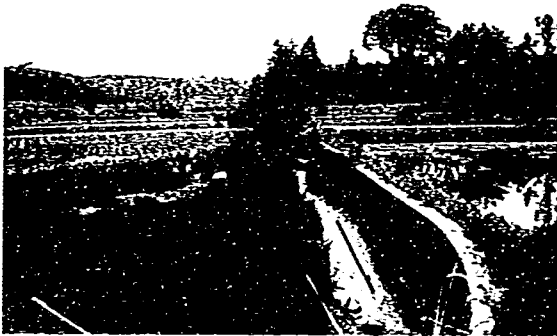


改修前

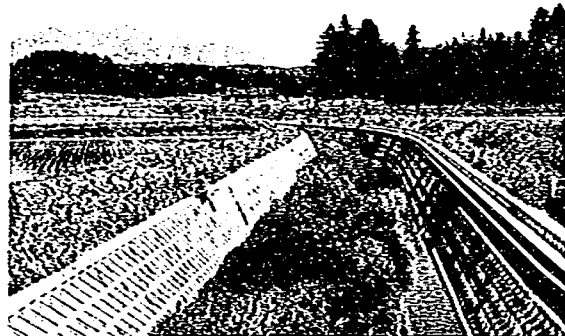


改修後

改修により川幅が増大した例。薄っぺらい流れが一様に続く。



改修前



改修後

改修後川幅が縮小し元の川幅に戻った例。河岸植物帯が再生している。

3) 河岸の単調化

切土・盛土等による土羽の整形、工夫してないコンクリート護岸・鋼矢板の設置は、①河岸の無孔質化、②形態の単調化、③粗度の減少等複合的な影響をもたらす。

①河岸の無孔質化は、根茎の侵入が困難となり河岸植物帯の再生を困難とする。

②元来河岸の形態は、河岸を構成する土壌の状態、侵食・堆積作用の違いにより様々な形状が存在する。オーバーハングした侵食河岸は上位捕食者からの避難場所（カバーと呼ばれる）であり、法勾配の緩い堆積傾向の河岸は植生の繁茂する基盤となる。また、平面的な入り組みは、流速に変化を与えハビタットの多様性を増し、増水時は水生動物のリフュージ（避難場）となる。河岸形態の一様化はハビタットの多様性、植生基盤の消失につながる。

③粗度の減少は、出水時における河岸付近の流速増大、水生動物の流失につながる。また、河岸への土砂堆積を阻害し、植生基盤の再生を困難にする。



無孔質化、非浸透化したコンクリート護岸への植生の侵入は不可能である。改修していない区間では、水際の入り組み、河岸植物帯や河畔林が見える。

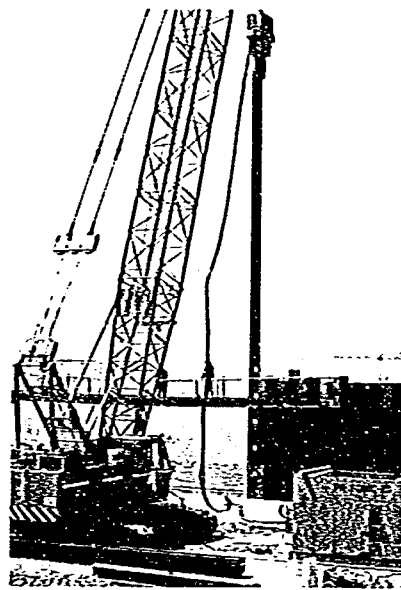
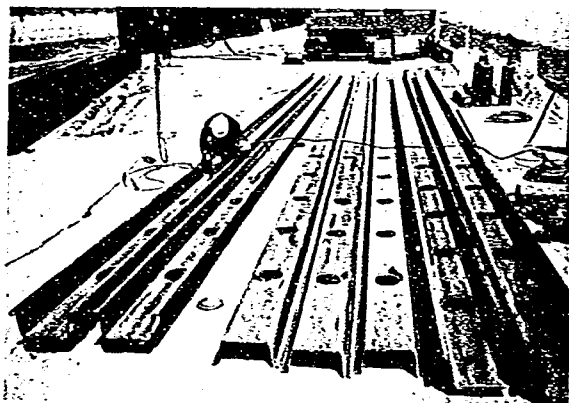


単調化した河川では河岸沿いのリフュージは少ない。出水時にはかなりの流速となる。

4) 河岸の非浸透化

河岸を練積み、非浸透型の鋼矢板で施工した時、水域と陸域の地下水の連絡が断たれる場合がある。河川事業の中には、治水上あるいは水利用の観点より、地下水の遮断を意図して、このような工法が用いられる場合もある。

一方、地下水を利用し生息する生物群集に影響を与える場合がある。



釧路沖地震の際の災害復旧工事の仮締め切りでは、
穴あき網矢板を採用して従来の地下水流の維持を図った。

5) 河床掘削

河床の掘削は河積確保、天井川の解消などのため行われる。一方で掘削の仕方によっては一次的に河床の平坦化をまねき、瀬・淵、浮き石帯といった様々なハビタットの消失につながる。また、河床材料の質が改修前と一変し、粗度の変化や限界掃流力の変化が起こる場合がある。このような変化は、流速、河床形態に影響を与え、生物相にも影響を与える場合がある。しかし、上流からの土砂供給量が十分で、土砂の移動や堆積が可能な場合には何回かの出水を経験すると元の状況に戻る。

また、河床掘削に伴い生じる支川や用水路との落差は、水田や流れの遅い水域に生息する魚類等の移動を阻害するだけでなく、洪水時の避難場所の消失をまねく。

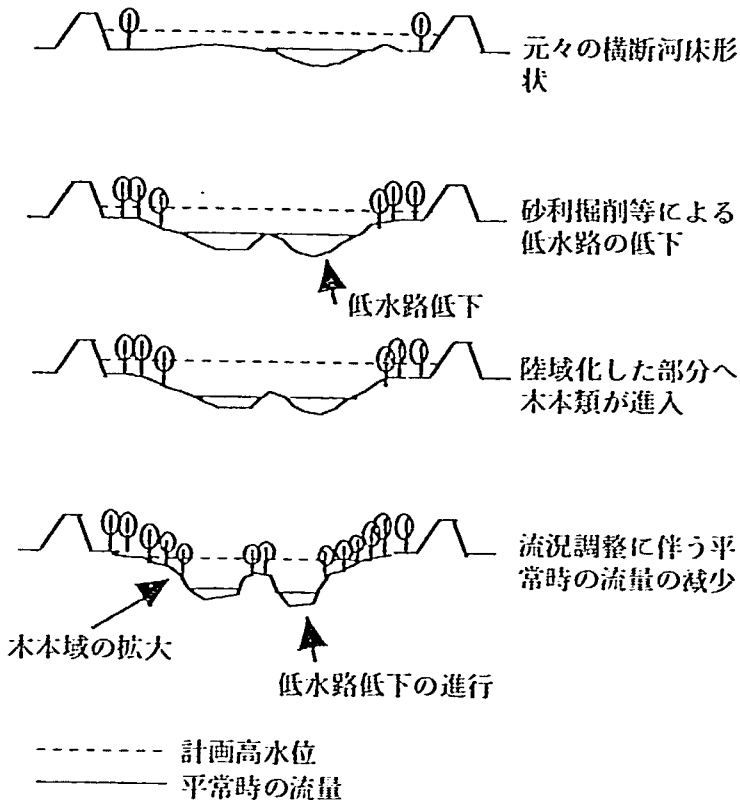


掘削により岩が露出した河川。河床に空隙がなくなり、
底生動物のハビタットの消失につながる。

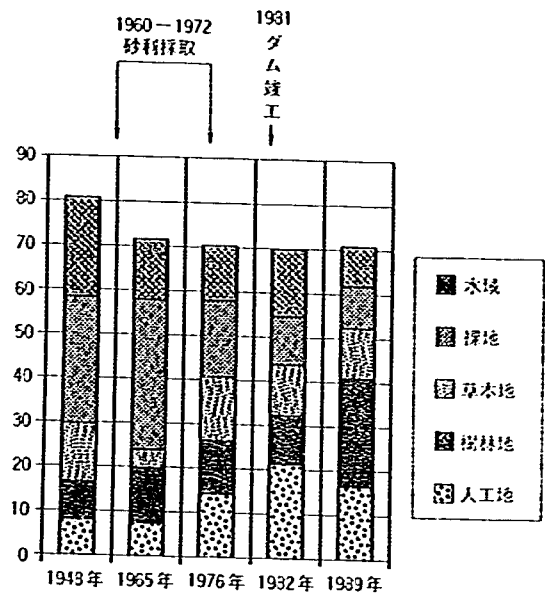
6) 河道の復断面化

河川改修により河道の復断面化が行われる場合がある。河道の復断面化により、低水路中の大幅な拡大が防げ水深が確保、改修前の掃流力を保て土砂やヘドロの堆積の防止、低水路内における破壊と再生のメカニズムの維持等が期待できる。

一方、高水敷高を高くしすぎると、冠水頻度の低下、地下水位との比高差の増加を招き、陸生植物の繁茂、水域と陸域との分断化につながる場合がある。また、このような陸生植物の繁茂は、低水路幅の縮小と低水路の低下を促進する場合がある。



50年前は砂礫地が広がる扇状地河川があったのですが、砂利採取やダム竣工といった人為的インパクトにより、1988年には砂礫地は1/3以下に減り樹林地は3倍に増加しました。樹林地は日本全国の河川でその進行は著しくなっています。

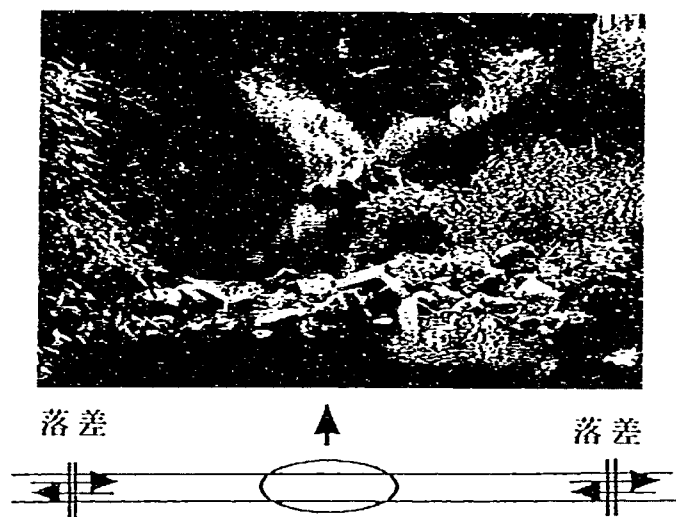


河床の掘削に起因して低水路の低下→陸域での木本類の侵入→低水路幅の縮小→低水路の低下、というプロセスを辿った例。

7) 床止め工や落差工による連続性の阻害

床止め工や落差工は河床の安定を図り取水を可能とする。しかし、回遊魚を始めとした河川を移動する生物の遡上や降下に影響を与える場合がある。このような場合には、当該場所にいくら良好なハビタットを形成しても、上下流からの移動がなく、水生生物が少ない場合がある。

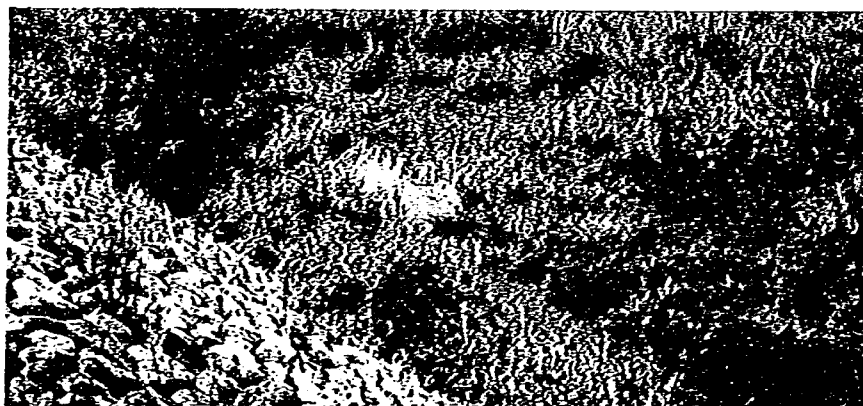
また、河床掘削により支川や用水路との連続性が阻害される場合がある。このような水域を産卵場や洪水時の避難場としている魚類等は大きなダメージを受ける場合がある。



良好なハビタットを形成している河川でも
上下流の連続性が断たれているために生物量が少ない場合がある。

8) クリークの創造等

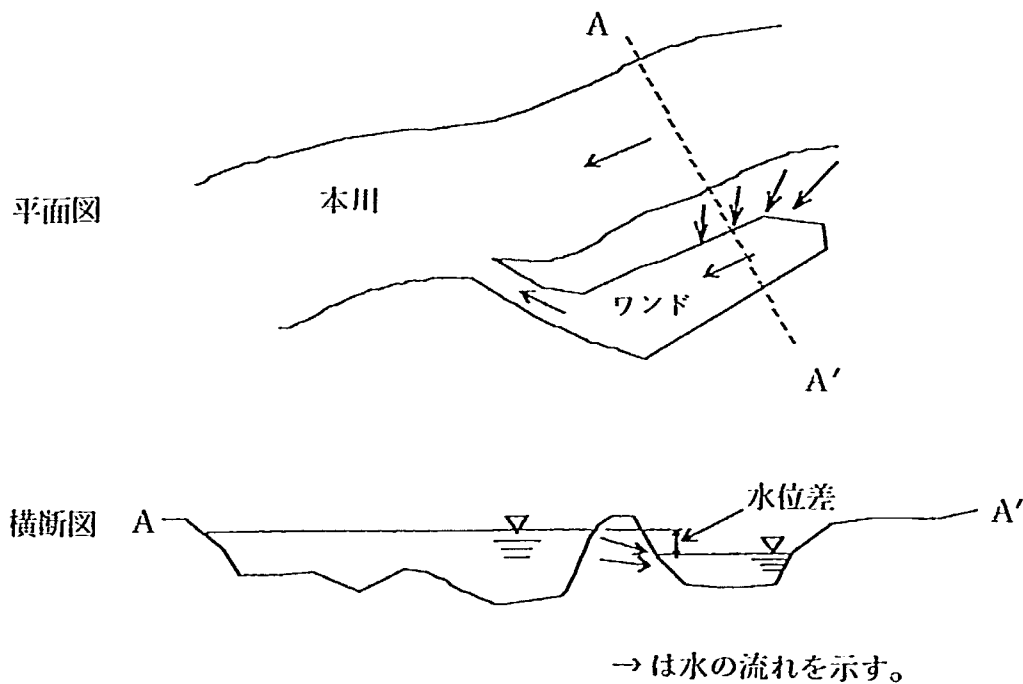
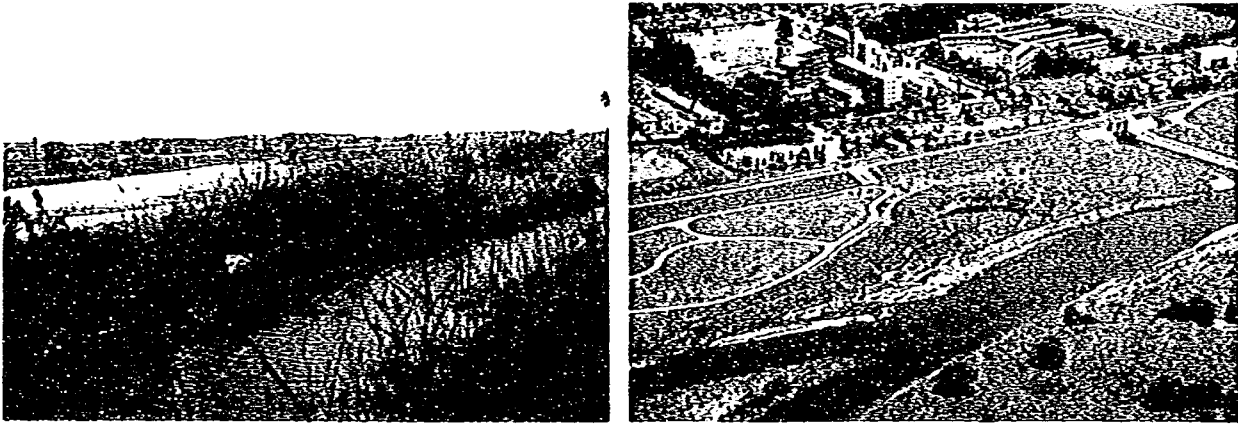
高水敷上にある細流（クリーク）は、みお筋部や小支川とともに自然の営力が成因となっている場合が中心である。クリークは、本流にはない様々な環境を提供し、魚の産卵場、稚魚の生育場、洪水時の避難場など、ハビタットの多様性、生息生物の多様性を増加させる働きを持つ。人工的にクリークを作る場合は、位置に留意しないと出水により埋没を受け、人工的に維持することが難しい場合がある。



ほんの少しの細流が、産卵や仔稚魚にとって貴重なハビタットとなる。

9) ワンドの創造等

ワンドは、流速、水深、水温等が本川とは異なった環境を形成し、特に、当歳魚等遊泳力の弱い水生生物のハビタットとなる。しかし、水の循環が十分でない場合は、夏場の溶存酸素不足が問題となる。水の循環は、本川との水位差、潮位変動等による水の交換によって生じている。また、水理条件によっては堆積スピードが速く、比較的早い期間で埋没してしまうことがある。



ワンドの水循環の一つとして、本川との水位差に起因するものがある。ワンド内部は開口部の水位となっているため、縦断的にある程度の長さを確保すれば、本流との水位差ができ、浸透流が生じて、水循環が図れる。

10) 河道の急拡

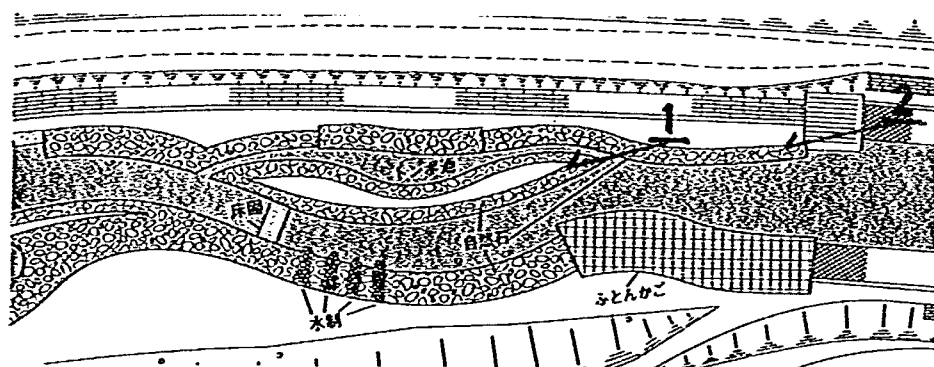
河道の一部を急激に拡幅した場合は、急拡した部分に低流速の水域が生じ一時的にハビタットの多様性を増す。しかし、掃流力の低下からこの部分に土砂や有機物の堆積が生じやすい。



1 堆積前



2 堆積後



河道を広げた例、トンボ池の部分で一部が急拡してある（平面図）
出水後は土砂が堆積し（右）設計時の河道（左）が維持されていない。

11) 人工的な瀬・淵の創造

人工的な瀬や淵の創造・復元はハビタットの多様性を増す。瀬と淵は河道の湾曲や砂州等の形状、岩や構造物回りの洗掘などにより生じる。河道状況から無理がある場所で創造した瀬・淵ではその維持が困難なことが多い。

—改修内容—

河道が狭小な箇所に流下能力の増大を目的に、旧河道を派川とした河川。

淵を再生するにあたり、古老の話をきいたり、現地の状況を観察することによって昔淵があった場所を明確にし、その場所に再生した。

—現況—

見事な淵が再生されている。



12) 小さな工夫

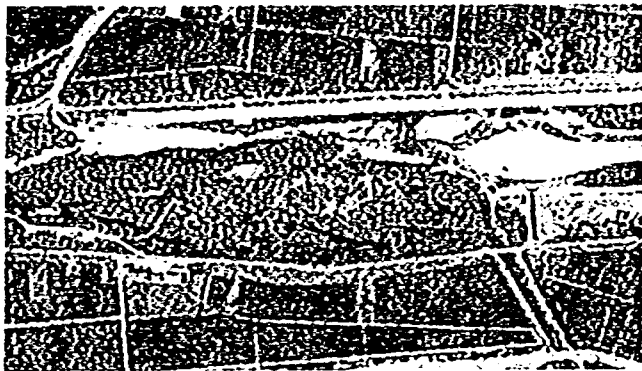
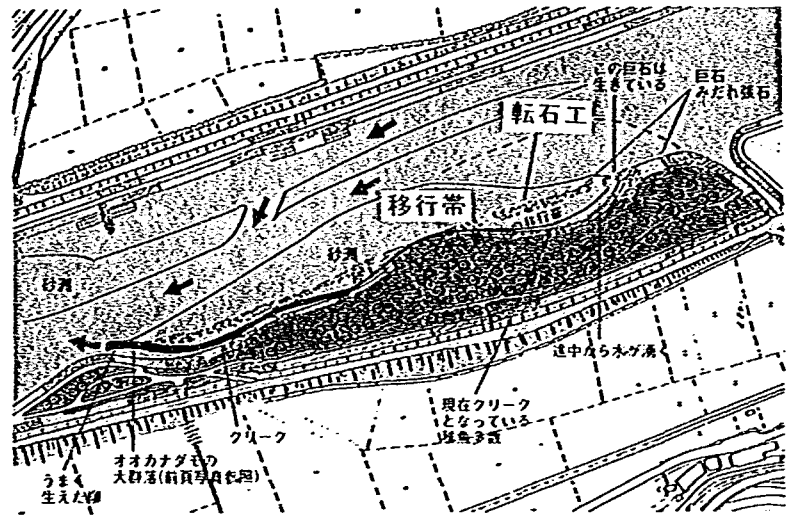
淀み、クリーク、浮き石帯等の創造・復元は比較的簡単にできる工夫である。しかし、土砂生産量が比較的大きな河川では砂州の移動に伴い、このような小さな工夫が埋没してしまうことがある。

—改修内容—

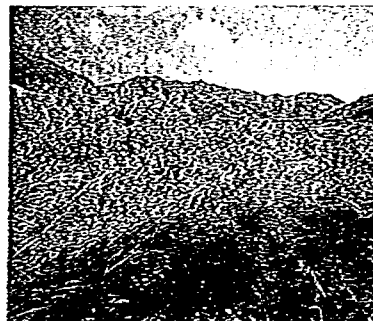
改修前は、低水路が狭く、左岸の高水敷が張り出すような形になっていたため、低水路を拡張し、スムーズな線形に修正した。その際、陸域生態系と水界生態系の境界部に移行帯（空石積による低水護岸、水深の浅い水域、転石工）を設け、陸域と水域を曖昧にし、連続性を保とうとした。

—現況—

出水により、移行帯に大きな砂州がついて埋まり、移行帯の一部がクリークとなる。改修前の空中写真と現況の空中写真を比較すると、砂州がついたところの平面形状は改修前の高水敷とよく似ており、元の形に近づいたようである。



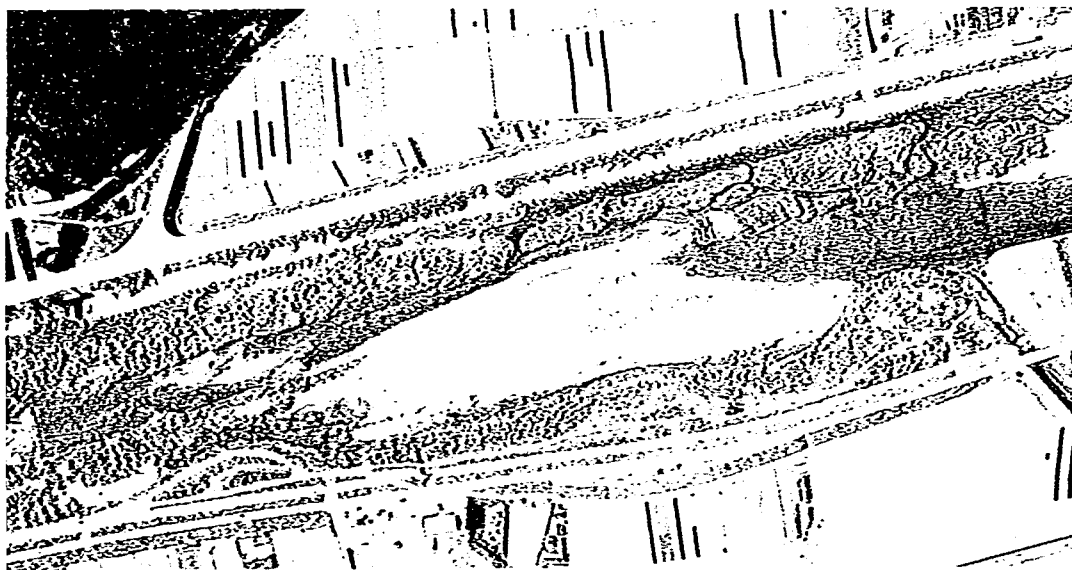
改修前、移行帯を設けた場所は高水敷であった。



大出水後に残ったクリーク。(写真=信原修)



砂で埋まった移行帯。(写真=建設省土木研究所)



改修後(撮影1995)

移行帯に大きな砂州がつき、埋まってしまった。「みだれ張石」に沿ってクリーク(小川)が残る。

13) 河岸の緑化

河岸の緑化は通常河岸付近の流速を低減させ遊泳力の弱い魚類の休息場となったり、河岸植物帯で産卵、羽化、採餌等を行う生物、ここを上位捕食者からの避難場としている生物に良好なハビタットとなる。ただし、平常時の水位変動の範囲内に当たる部分は緑化が難しい。



河岸緑化に成功した川。水際付近まで植物が繁茂している。

14) 河岸の多孔質化

河岸の多孔質化は魚類等の水生生物の休息場や避難場となる。また、土砂が堆積すると植生が繁茂する基盤となる。しかし、流速の低下から有機物や土砂の堆積空間となり、せっかく作った空間が堆積したり、夏期における溶存酸素の不足等の問題が生じる場合がある。



巨石を用い河岸の多孔質化を図ったが、石と石の間に有機物が堆積、嫌気化してしまった例。河岸処理ではよく取られる手法だが、こんな盲点もある。

15) 河畔林・溪畔林

河畔林・溪畔林は哺乳類や鳥類、昆虫等の通路（コリドー）、鳥や昆虫などの生息の場（ハビタット）、水中の魚類等への餌の供給源として極めて重要である。また、河川におけるエコトーンとして重要な位置を占める。河畔林・溪畔林の伐採は河川から日陰を奪い、暗い川を明るい川へと変貌させる。日射量の増加は藻類や植物相に大きな変化を与えるだけでなく、水温の上昇を招き水域における物理環境にも影響を与える。河畔林・溪畔林の保全は重要なポイントである。



河畔林が水面への日射を遮っているのがわかる。

○溪畔林・河畔林の機能として

- ①日射の遮断
- ②落葉等のエネルギーの供給
- ③倒木にともなうハビタットの提供
- ④水質浄化
- ⑤土砂堆積の促進等が挙げられる。

16) 周辺環境との隔離

崖線や山林等が河川と隣接している箇所は、河川と周辺環境が一体となった貴重な空間である。このような場所で、河道法線を変更したり、管理用通路を設けることは、生態系の分断につながる。

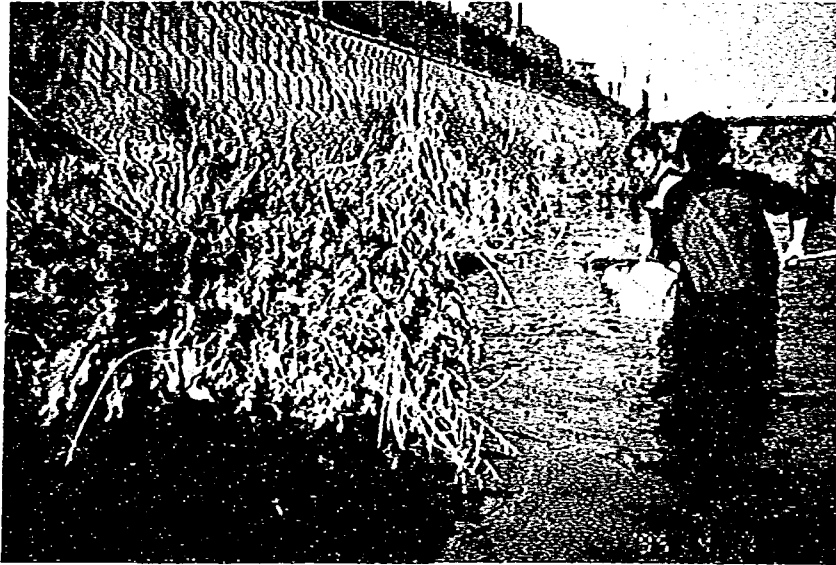
〔崖線と河道とが離れた例〕



河道と崖線の河畔林とが離れた例。目陰の消失、河畔林からの栄養供給量の低下、落下昆虫等食物供給量の低下等インパクトは大きい。また、この間に自動車交通がある場合には、ほ乳類等の生息域の分断化に深刻な影響を与える。

17) 種間関係

ハビタットや上下流間の連続性の保全是、水生生物が生息するための基本原則と言える。しかし、オオクチバスやコイ等が大型の魚類が大量に生息するとその捕食圧により他の種の生息が困難となる場合がある。



魚の生息しそうな河岸植物帯、しかし、採捕できる魚はほとんどいない。コイが多くその捕食圧により他の生物が生息できない。

18) 水制の設置

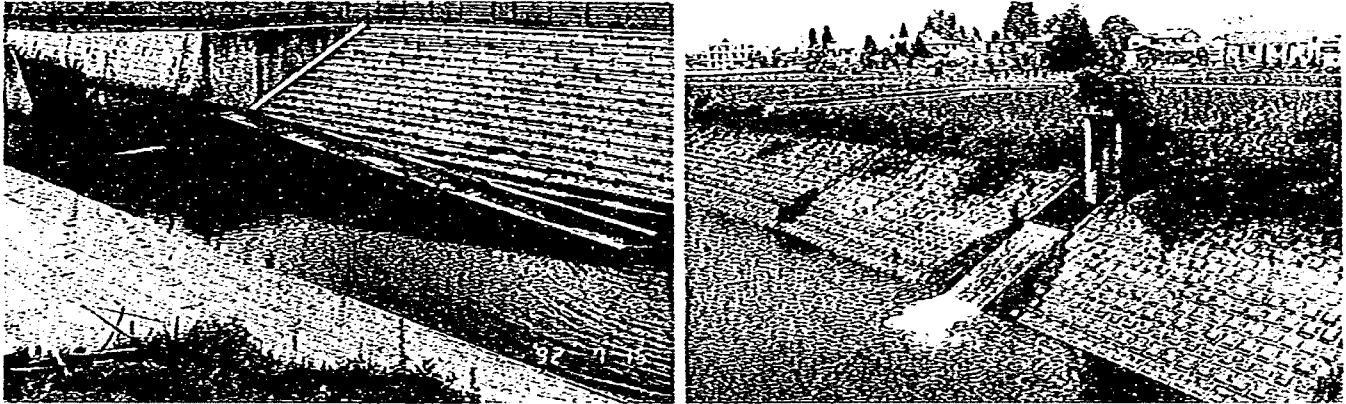
水制を設置すると一般にその周辺で流速が変化し、土砂の堆積や洗掘が生じる。水深、流速、河床材料など多様性を増し、ハビタットが創出される。一方で水制の規模や形状、河川の実態によっては、これらの変化が十分生じない場合、維持が困難になる場合、治水・上支障がでる場合がある。



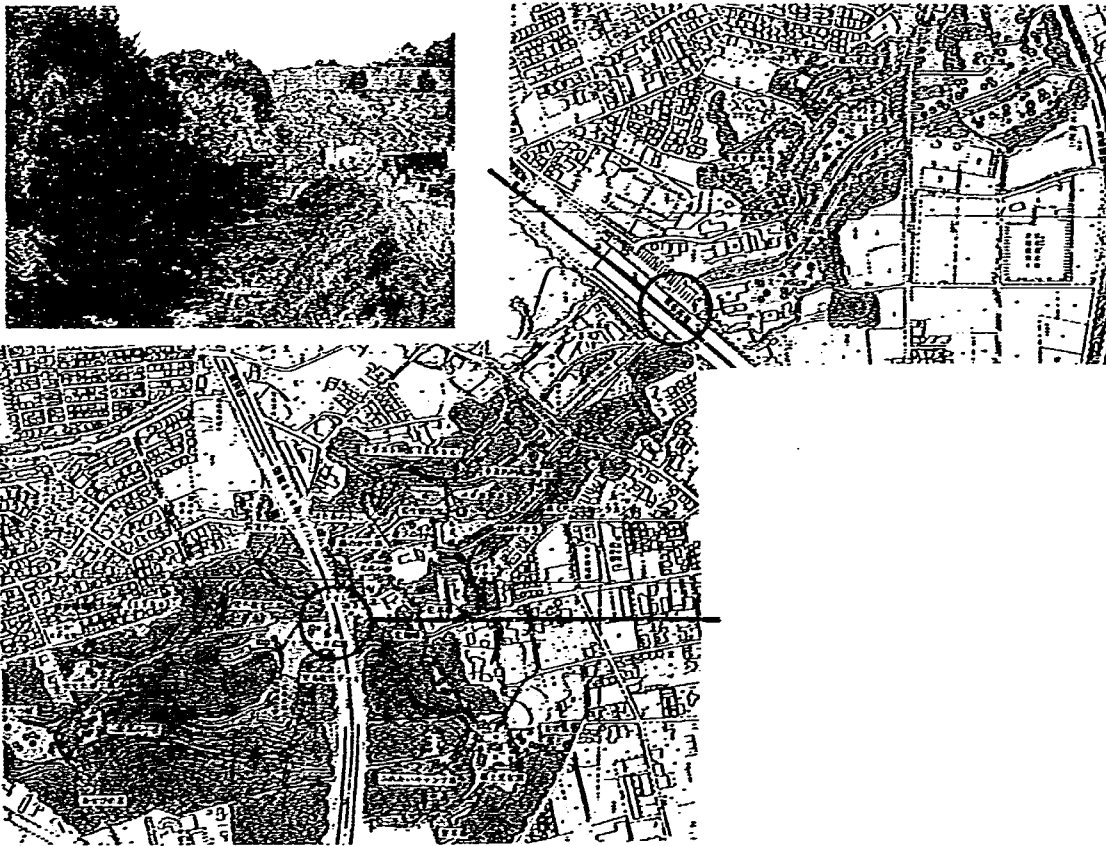
水制を設置することにより、流れ、河床の状況に変化が生じる。

19) 周辺地域の保全と連携

河川周辺の遊水地、水田は比較的まとまった面積であることが多く、ハビタットとして価値が高い。しかし、それ自体が周辺の生態系と隔離されている場合には、生息する個体群が孤立する恐れがある。川沿いのこのような場所は河川と切り放すのではなく、河川との連携を保つことにより、生物移動路が確保される場合がある。



改修により本川が切り下げられ支川や用水路との間に落差ができた例。支川とは魚道によって連続性が保たれている（左）。用水路との落差は大きい。コイ、フナ、ドジョウ、ナマズ等の産卵場の減少につながる（右）。



引地川を横断する東名高速、国道246号、東名高速にはカルバート、国道246号は高架になっている。河川と周辺緑地といった横断的連携だけでなく、縦断的な生物の移動路も確保されている。周辺環境との連携を考えた事例として参考になる。

20) 河道の安定化・不安定化

河川の生態系は、出水によりハビタットの变化、生物の流失といった破壊と、そこからの再生を繰り返す不安定なところに特徴がある。流況が変化したり、低水路の低下、低水路河岸による河岸防御が行われると、出水時に移動していたみお筋が動かなくなったり、出水時にも冠水しない部分が生じ河道の安定化が進む場合がある。河道の安定化は、例えば、今まで裸地だったところへの木本類の侵入、造網型の水生昆虫の増加等につながる。



ケショウヤナギの稚樹

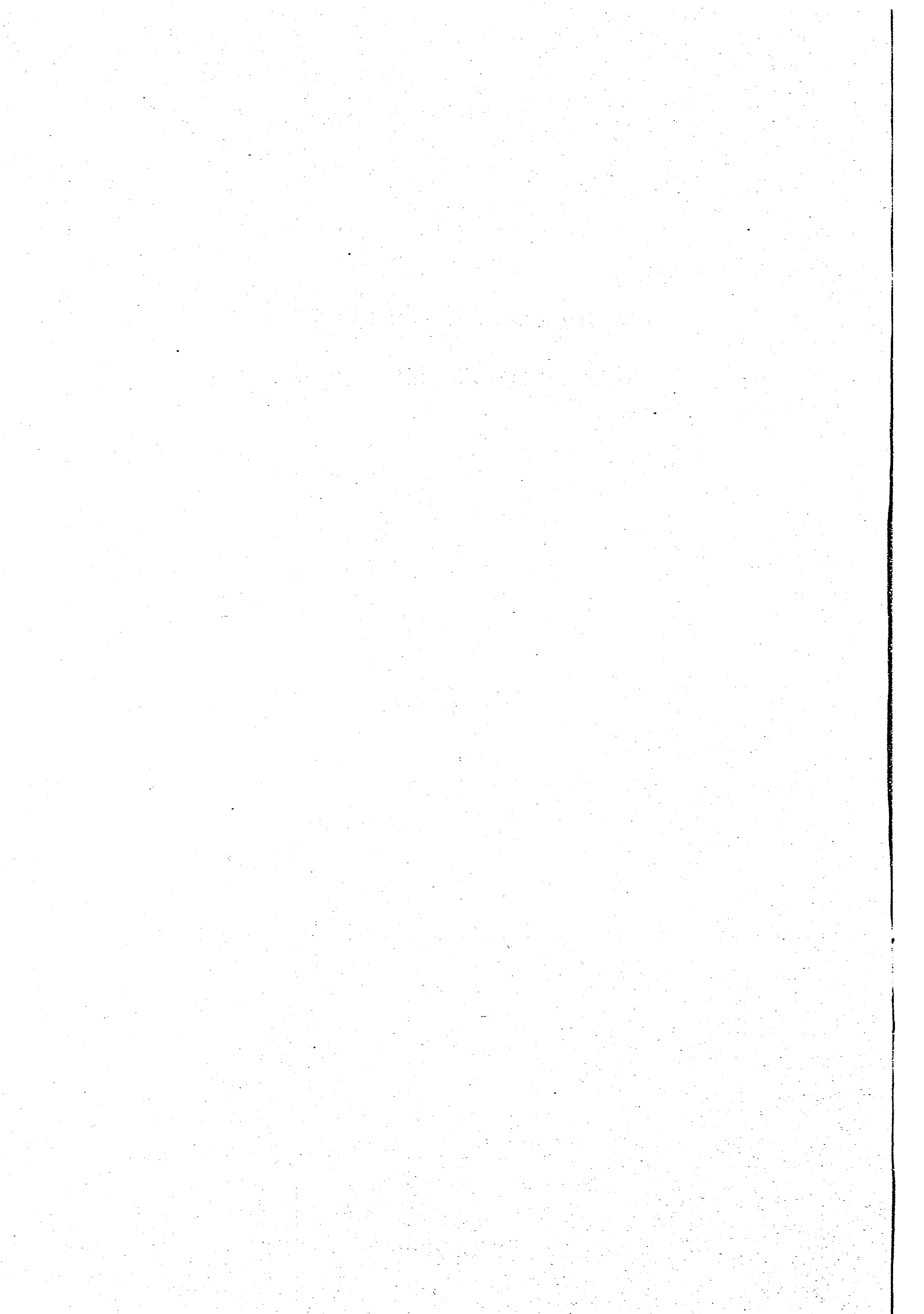
流路が頻繁に変化する梓川と自生するケショウヤナギ。
ケショウヤナギは不安定な河道でしか生息できない
代表的植物である。



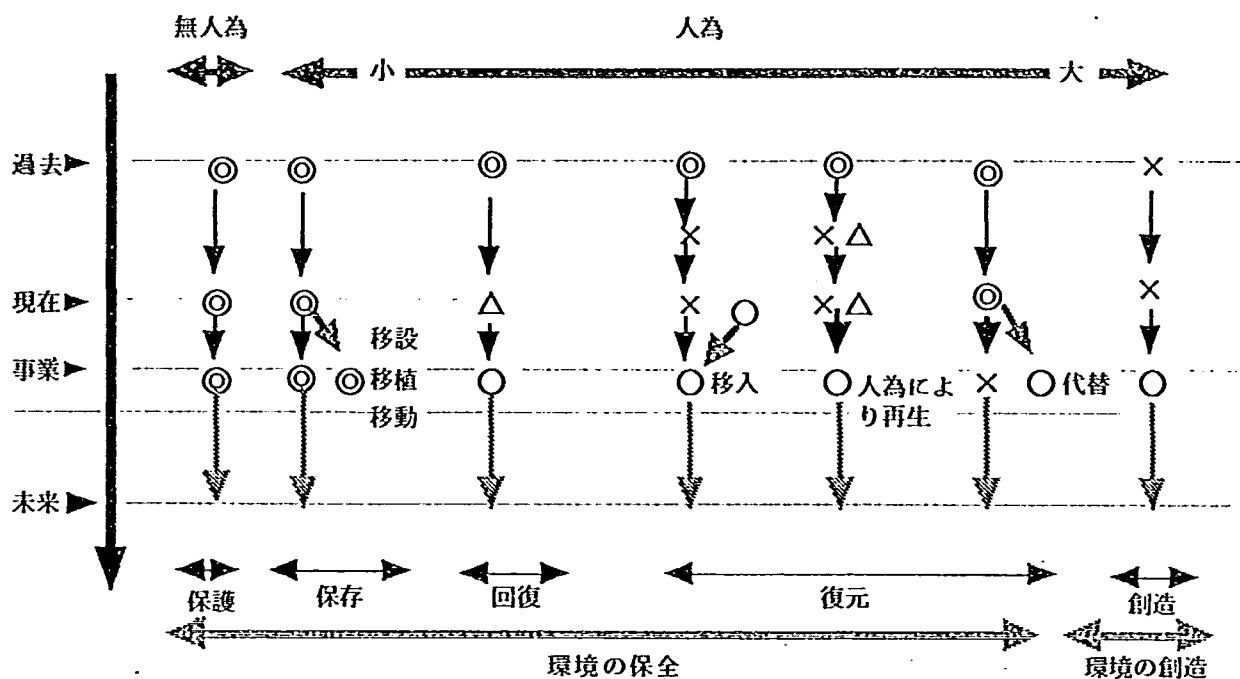
ケショウヤナギは不安定な場で成立する代表的な植物である。梓川では河道の不安定性を維持するために、床止め工には袖部を設けず、出水の度に河床が自由に動けるように工夫した。

参 考

1. 自然に関する概念と用語の整理
2. 河川の自然環境に関する用語の整理



1. 自然に関する概念と用語の整理



保護

(Protection)

人為を加えず、あるがままの状態にして、保護しようとする事。

保全

(Conservation)

人為による保護的手法や改善・利用のための手だてを加えていく事。

保存

(Preservation, Reservation)

現状の環境をそのままの状態で維持すること。他の場所へ移設、移植、移動を伴う場合もある。

回復

(Restoration)

現在、元の環境の状態よりも悪くなった状態に人為を加えて、元の環境の状態に近いもどそうとする事。

復元

(Reconstruction)

元の環境よりも悪い状態、または消滅してしまった環境を人為により再生したり、移入したりして元の環境の状態に近い状態にもどす事。

創造

(Creation)

もともと何もなかった所に人為を加えることにより、新たな環境を創り出す事。

ミティゲーション

(Mitigation)

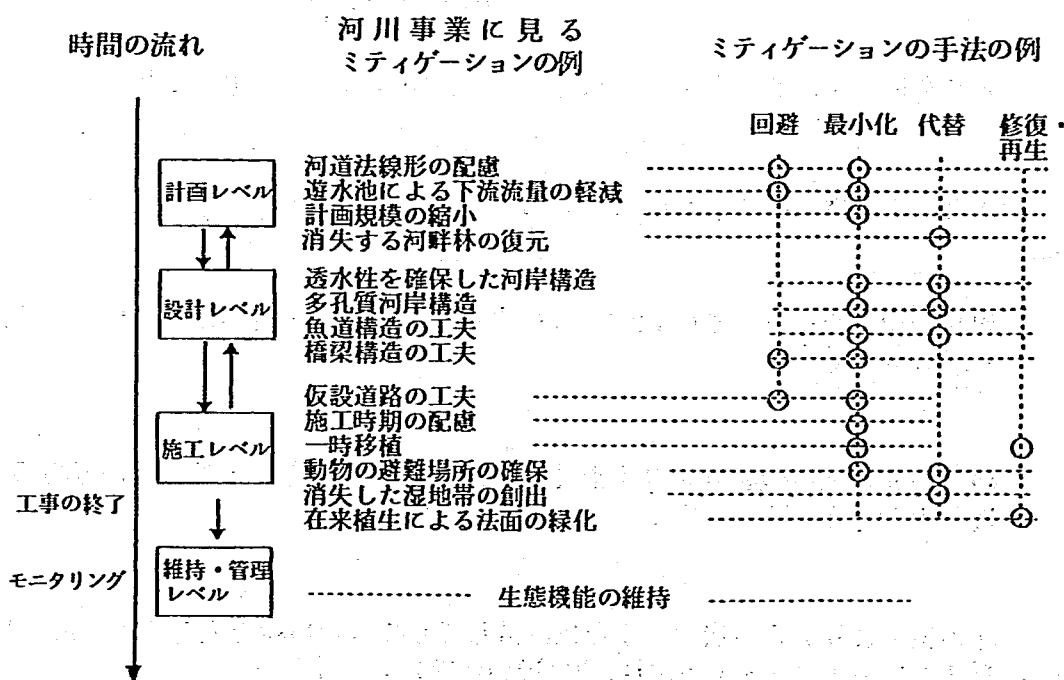
人為的行為により、自然環境への影響が予測される場合に、自然環境への影響を緩和しようとする措置のこと。

参考) ミティゲーションの手法

ミティゲーションはアメリカ合衆国のClean Water Act404条 (1973) に由来し、アメリカでは、水域の浚渫等、埋め立ての規制からはじまり、今日ではウェットランドの保全に中心が移ってきている。近年日本にもこの概念が伝えられ、普及しつつある。

ミティゲーションの手法は、以下に示した回避、最小化、代替、修復・再生の4つに大きく分類され、それらのうち最適なものが組み合わせられて用いられる。

回 避	保全すべき自然環境を線形の変更などにより避ける
最 小 化	自然環境に対する人為的影響は排除しないが、その影響を極力小さくする
代 替	消失する自然環境を他の場所に同等同質なもの確保することにより代替する
修復・再生	工事等により損消した自然環境をその場で修復・再生する



	保 護	保 全	保 存	回 復	復 元	再 生	創 造	ミチゲーション
「新装版生態の辞典」、沼田真編者、東京大学出版、1993.	手つかずに残しておくこと	広義の自然ないし人間-自然系の多様性、安全性をできるだけ損なわずに、かつ開発などの人間社会のための利用を図ることをさす。	なし	なし	なし	なし	なし	なし
「生態学事典」、沼田真、築地書館、1974.	自然保護：nature protection, conservation 保全と同じ意味に使うこともあるが、狭義では保全とは異なり、自然を人為などの外圧から守ること。1500年代末期スイスの画家たちによって提唱された。郷土保護から発展して、現在では人間の持続的な保存環境としての自然の保護まで含まれている我が国では1960年代になってやっと一般に理解されはじめたが、歴史が浅く様々な考えが提唱されている。	conservation 自然・資源・環境等をよりよい状態に保つことを nature protection と同義に用いられているが、同じ日本語のあてられる protection とは異なる。自然・資源を合理的に上手に利用することという定義もある。	保護しようとする現在の自然・生物集団をそのままの形で保存すること reservationとはほぼ同様。 preservation	なし	なし	regeneration 生態系又は群落・群集の一部が、何らかの理由で失われたとき、失われた物と同じか、またはほとんど同じ物が作られて欠けた部分を補う現象。更新。	なし	なし
広辞苑第四版、新村出編 岩波出版、1991.	気をつけてまもること。かばうこと。	保護して安全にすること。	そのままの状態を保って失わないこと。現状のままに維持すること。	一度失ったものをとりもどすこと。もとのとおりになること。	もとにかえすこと。もとの位置・形態にもどすこと。	死にかかったものがいきかえること。蘇生、復活、再びこの世にうまれること。	新たにつくること。新しいものをつくりはじめること。	なし
「国語大辞典（新装版）」、小学館、1990.	危険などから、弱い物をたすけまもること。かばうこと。ほうご。庇護。	保護して安全であるようにすること。	そのままの状態を保っておくこと。現状のままに維持すること。	望ましくない状態になったものを、元の状態に戻すこと。または、元の状態に戻ること。失ったものを再び取り戻すこと。	もとにかえすこと。元の位置や状態にもどすこと。	死にかかったものがいきかえること。蘇生、復活、再びこの世にうまれること。	新しいものを自分の考えや技術などで初めてつくりますこと。	なし
「和英英和 国際環境科学用語」環境庁地球環境部監修、1995.	環境保護：environmental protection	環境保全：environmental conservation, environmental preservation, environmental protection.	conservation, preservation, protection	なし	restoration	regeneration, renaissance	なし	mitigation 開発行為による水域環境の悪化を未然に防ぎ、悪化した環境を修復、改善し、調和を図っていくための概念
「実務者のための建設環境技術」、竹林征三、山海堂、1995.	物や場の全体の生態系の保護を重点に置くもので、これに加わるいっさいの人為的営力を排除しようというもの (Protection)	将来の世代のニーズ顧望を満たす潜在的な能力を維持するため生態系容量の範囲内における現代の世代に最大の持続的な便益をもたらすような人間の生物圏の利用と管理の概念 (Conservation)	物や場の維持状態を最重点に置く物で、これを変えようとする人為的及び自然的営力を排除しようとする概念 (Preservation, Reservation)	環境条件から見て近過去に破壊ないし消失した現在その姿が見えない自然の物や場が人間の手を加えなければ現れるであろう、もとの潜在的な復元力を活かして回復を図る概念である。 再生 (regeneration) の概念とも類似する概念であるが、もともと潜在的復元力を活かすことに重点をおいた概念である。(Restoration)	人為により作られた事物が何らかの原因により消失した後、人為により形のあるものと事物を再現する行為である。再現させるものは生物以外の場や生物を主体とした概念である。(Reconstruction)	自然営力や人為営力をによっておきた大規模な地形改変や自然生態系の変化の後に、いわば破壊消滅した生物を人為的に蘇らせるところに終点をおいた概念である。その人為的行為の方法として似通った物や場から移入や違う場所に同じものを作り代替させる概念 (regeneration)	もともと、好ましい自然生態系などの環境が存在しない所に人為を加えるところにより、自然生態系を倒り出しプラスになるようにしようとする概念である。人為行為により物と合ったなんらかの自然生態系等の環境がマイナスの影響を受ける。それを軽減し、できるだけゼロに近づけようとする。Mitigationの概念をさらに発展させたもの。(creation)	開発に伴う自然生態系など環境への被害を極力減少(reduce)させ、損なった環境を修復(repare)し、それらが不十分な場合にはその場所または他の場所に新しい環境を再生(regeneration)し、もしくは元の場所に戻し(replace)、トータルとして見た環境への影響を最小限にしていこうとする概念である。

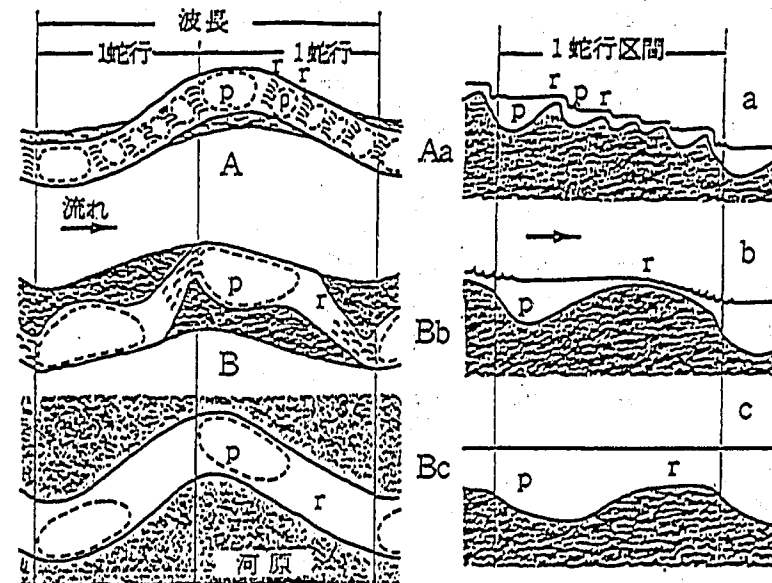
参考 2. 河川の自然環境に関する用語の整理

- (1) 他分野での河川の分類とその対応関係
- (2) 生態学・生物学における淵と河川工学との対応
- (3) 浮き石と沈み石
- (4) 河道の河川工学的な見方と生態学的な見方

(1) 他分野での河川の分類とその対応関係

		分類の視点	河床勾配の目安		
			1/60	1/400	1/5000
河川工学・ 地形学的な 分類	河道特性に よる区分	勾配、河床材料、洪水時の掃流力、低水路幅等の河道特性が比較的同一で、似通っている特徴を有する区間で分類した。	←セグメントM→ ←セグメント1→ ←セグメント2→		
	地形による 分類	第4紀特に沖積世における河川を中心とした地形形成と地形学的な特徴に基づき分類した。	←山間地河川→ ←谷底河川→ ←扇状地河川→ ←自然堤防帯→		
生態学的な 分類	可児らの河 床型による 分類	瀬・淵といった河川生態系を特徴づけるハビタットの分布、形態に基づいて分類した。	←A a 型→ ←B b 型→ ←B c 型→		
				注) 複列砂州が生じているような扇状地河川は厳密な意味ではB b 型に対応しない。	

可児らの河床型分類の模式図



大文字のA、Bは1蛇行区間にある瀬・淵の数を、小文字a、b、cは瀬から淵へと至る流れの状況を表す。

A：1蛇行区間に多数の瀬と淵の組合せがある場合

B：1蛇行区間に2組の瀬と淵がある場合

a：滝のように落ち込んでいる流れ

b：滑らかではあるが、波だっている流れ

c：滑らかではあり、波立ちが小さい流れ。

瀬と淵の境界は水面の状況からは判別できない。

(2) 生態学・生物学における淵と河川工学との対応

河川工学上の成因理由

生態学・生物学上の分類^{注)}

注) 生態学・生物学上の分類は川那部らの分類によった。

湾曲部に発生する二次流に起因するもの

河道の湾曲部では出水時に遠心力により外岸側から内岸側へと流れが生じる(二次流)。このため外岸側の土砂は内岸へと移動し、外岸側では洗掘を受け淵となり、内岸側では堆積が生じる。また、淵の直上流部ではみお筋部での河床勾配が大きく、平常時は白波立つ瀬となることがある。

蛇行型(M型)の淵

流路の屈曲部すなわち蛇行点にできる淵。中、下流域では水衝部(すなわち流れの突き当たる)側には岩盤があることが多く、反対の水裏側には氾濫源の河原(砂礫帯)が存在する。

中規模河床形態に伴う河床の高低差に起因するもの

河川では、川幅や水深、河床材料の粒径、掃流力等が一定の範囲になると、交互砂州や複列砂州といった中規模河床形態が発生する。これらの河床形態が発生すると河床の高低差が生まれ、低いところは淵、高低差に伴う河床勾配は大きい所は瀬となる。

構造物に起因するもの

岩や橋脚等河床から突き出た物体の周辺では、河床付近の流速差から発生する渦が集中し、局所的な洗掘を受け淵を形成する。

岩型(R型)の淵

典型的には巨大な岩のまわりに形成される。また、岩盤の大きなへこみや突出部の周囲にも形成される。

縦断的な河床の対侵食力の違いによるもの

床止めや帯工等とその下流では侵食に対する抵抗力が異なる。通常、これらの下流では侵食に対する抵抗が相対的に小さいため、下方侵食を受け、淵を形成する。滝壺は地質上の下方侵食に対する抵抗力の差から生じたものである。

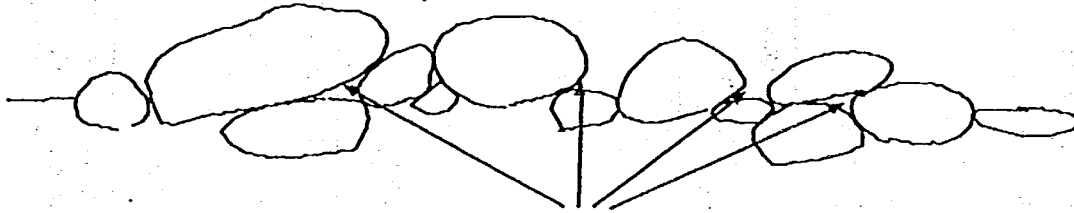
基底変化型(S型)の淵

基底(底質)の固さの違いなどでできる。滝壺はその典型と見える。上流域では、直線河道にこの型の淵が連続している。

(3) 浮き石と沈み石

浮き石帯の河床

浮き石の場合、指を入れる空隙があり、容易に石を返すことができる。

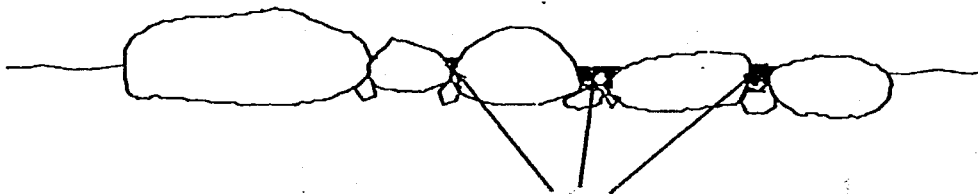


空隙

浮き石に生じた空隙には、ヨシノボリ、カジカ、ドジョウ等の底生魚が多い。

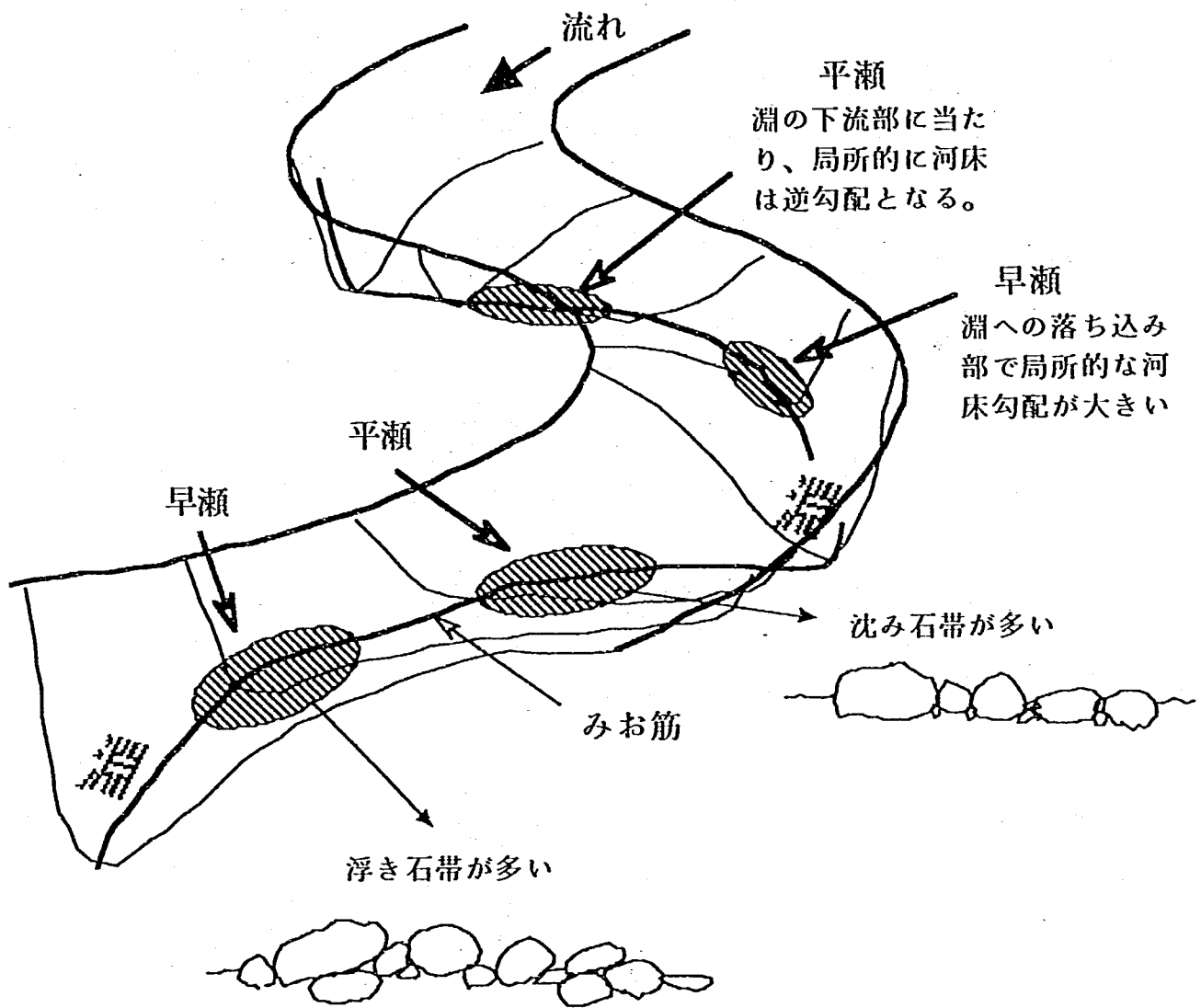
沈み石帯の河床

空隙は細粒分で埋まっており、指を入れる隙間がない。



埋まっている空隙

沈み石帯には底生魚が生息できるハビタットがない。
沈み石帯で調査をすると底生魚は極めて少ない。



典型的な 1 リーチでの早瀬、平瀬、淵
の分布と浮き石帯と沈み石帯の関係

(4) 河道の河川工学的な見方と生態学的な見方

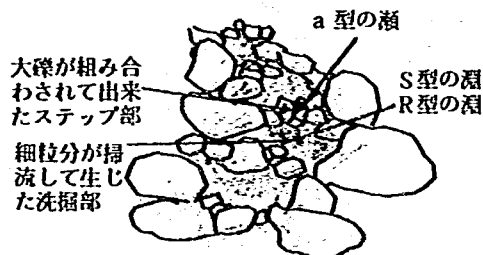
河川工学的な見方

河道区分：山間地河道

セグメントM

特徴

この河道の最上流部は地形・地質的な制約を受け河道が屈曲する。河床材料は様々な大きさから構成され、大礫が組合わさりステップを形成する。その下流は細粒分が掃流し、洗掘部となり、いわゆるステップ&プール河道を形成する。



生態学的な見方

河床型：A a 型

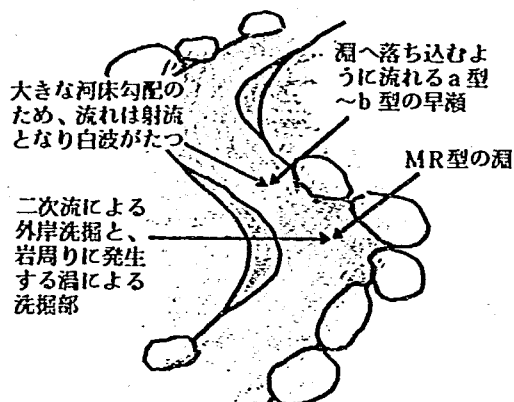
特徴

1 蛇行の中に何組もの瀬と淵が見られる。瀬は階段状となるa型で、瀬の下流は基底の違いから生じるS型、岩等に流れがぶつかってできるR型の淵が見られる。

河道区分：谷底河川

特徴

河道は地形・地質的な制約を受けて蛇行する場合がある。湾曲部では二次流が発生し、洗掘を受ける他、岩等が露出している所では渦による洗掘が生じる。



河床型：A a - B b

特徴

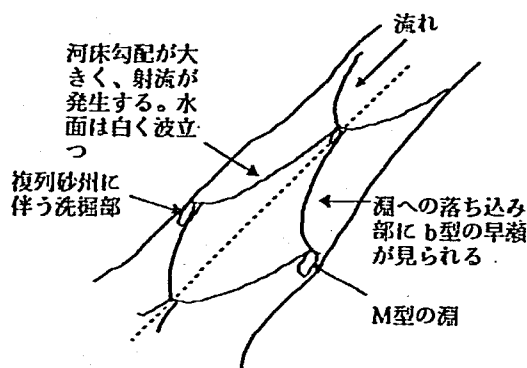
1 蛇行の中に2組の瀬と淵が見られるようになる。MR型の瀬が見られ、瀬は白波立ち淵へ落ち込むように流れる。

河道区分：扇状地河道

セグメント1

特徴

中規模河床形態の1種類である複列砂州が発生している場合。河床が低い部分に淵、そこへの落ち込み部で河床勾配が大きい場所は射流となり、白く波立つ流れが見られる。



河床型：B b 型

特徴

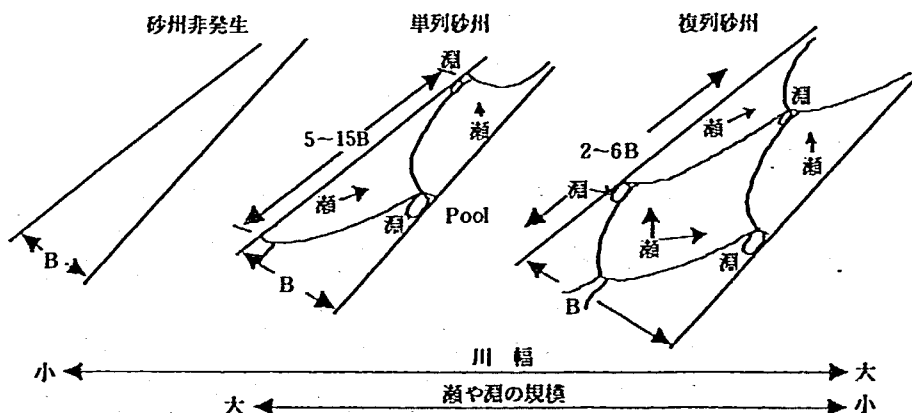
平常時の流路が2列で蛇行する場合。M型の瀬と瀬への落ち込み部にb型の早瀬が見られる。早瀬部には浮き石帯が分布する。

注) 扇状地河川におけるB b 型

可児は「流路1 蛇行長に瀬と淵が1組」としているため、複列砂州の場合は厳密な意味でのB型ではない。点線で河道を2つに分けるとこの定義が成り立つ。

注) 中規模河床形態とは

河川には川幅や水深、河床材料の粒径、出水時の掃流力等により交互砂州や複列砂州などの河床形態が発生する。河床形態により淵の規模や数が異なる。上の図は複列砂州が発生した場合。



河川工学的な見方

河道区分：中間地河道

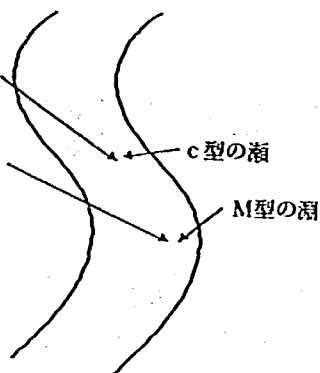
セグメント 2-2

特徴

河道の蛇行により二次流が発生、蛇行部の外岸側では洗掘、内岸側では堆積を生じる。平均河床勾配が緩やかなため、扇状地河川のような白波立った洗掘部への落ち込みは見られない。

洗掘部への流れは常流となり水面に河床の影響はほとんど表れない

湾曲に伴う二次流による洗掘



生態学的な見方

河床型：B c 型

特徴

1 蛇行に2組の瀬と淵が見られる。基本的にはM型の淵と水面が白波だっていないc型の瀬から構成される。

尚、セグメント2-2では、単列砂州が発生し、河川工学的な見方はセグメント1と同様で生態学的な見方はB b型である。

引用・参考文献

2章

- 1) 須賀堯三：川の個性 河相形成の仕組み、鹿島出版会、1992.
- 2) 山本晃一：沖積河川学 堆積環境の視点から、山海堂、1994.

3章

- 3) 桜井善雄訳：生物的護岸工法の基礎と方法、
原著 Ernst Bittmann: Grundlagen und Methoden des biologischen Wasserbaus.
"Der biologische Wasserbau an den Bundeswasserstraßen", Bundesanstalt
für Gewässerkunde Koblenz, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart; 17-78, 1965.
- 4) ETER CALOW・GEOFFREY E. EPETT: The River Hand-book 1, 2, 1988.
- 5) 山田・前川他編集：岩波生物学事典 第3版、岩波新書、1983.
- 6) 桜井善雄：多自然研究、No. 3、(財)リバーフロント整備センター、1996.
- 7) 建設省土木研究所：河川における代表鳥類の生息環境、1992.
- 8) E. P. オダム著・三島次郎訳：基礎生態学、培風館、1991.
- 9) R. H. ホイッタカ著・宝月欣二訳：生態学概論 生物群集と生態学 (第2版)、培風館、1979.

5章

- 10) 島谷・小栗・萱場：中小河川改修前後の生物生息空間と魚類相の変化、水工学論文集
第38巻、1994.
- 11) 萱場・島谷：扇状地河川地被状態の長期的変化とその要因に関する基礎的研究、河道の水理
と河川環境シンポジウム論文集、pp. 191-196、1995.
- 12) 藤田・J. A. Moody・宇田・R. H. Meade：川幅縮小機構についての考察—パウダー川と川内川
の観察結果から、河道の水理と河川環境シンポジウム論文集、pp. 183-190、1995.
- 13) 皆川・島谷：河川改修後の自然景観の変化に関する一考察、土木計画学研究・論文集
No. 13、pp. 493-502、1996.
- 14) 島谷幸宏：多自然型川づくり、FRONT、Vol. 7 No. 7-Vol. 9 No. 2、(財)リバーフロント
整備センター、1995-1996.

あとがき

本書で示した「水と空間からハビタットができ、そこに寄り添って生物が生きている」、「河川の自然環境は常に変動している」、「治水整備も多自然型川づくりも人為的なインパクトに対する自然環境のレスポンスとして捉えることが重要である」といういくつかの基本概念は、中小河川のみならず大河川にも適用可能である。ハビタットの概念は曖昧さを打破することはできないものの、生き物の住みかを一つの空間の質も含んだまとまりとして捉えた概念であり、川を管理する立場からするときわめて有効な概念であり、技術者にとって生物直接を対象にするよりはずっと扱いやすいものである。

ハビタットの中には人為の影響によって破壊されても、流体力や流砂の相互作用ですぐに復元するものとそうでないものがある。一般にスケールの大きいものほど復元に時間が必要であるが、それは一般論であり個別のケースではすぐそのまま当てはまるとは限らない。土砂生産量や河道形態、洪水の規模などがそれに関わっていると考えられるが定量的なレベルまでは明らかになっていない。またハビタットは水質や水温なども併せ持った概念であり、それらは局所的な対策のみでは保全できないことが多く、河川の自然環境を保全するためには流域を視野に入れなければならない。

本書では説明は必要最小限にとどめ、基本的な概念をなるべく視覚的に理解できるように工夫したつもりである。

最後に本書を作成するにあたりご助言いただいた委員各位及び現地において親切にさまざまなことを教えてくださった都道府県および建設省の関係の方々に深く感謝します。

建設省土木研究所 環境部 河川環境研究室
室長 島谷 幸宏

鳥谷幸宏・萱場祐一・皆川朋子

要 旨

近年、多自然型の河川改修が広く行われるなど、河川の自然環境としての価値が見直されているが、そのよって立つ学問的基盤は十分に確立されているとはいえないのが現状である。本報告書は、中小河川と自然環境についての基本的な考え方についての現在の知見をまとめたものである。

なお、本報告書は、建設省総合技術開発プロジェクト「美しい景観の創造技術の開発（平成5～8年度）の大課題「自然的な河川風景の創造技術に関する研究」の研究成果の一部であり、この中で設置した「自然的な河川風景の創造技術に関する研究」委員会（平成5年～7年度）のメンバーとともに議論を繰り返し作成したものである。

キーワード：中小河川、改修、自然環境、ハビタット



郵便はがき

305-□□

50円切手
をはって
下さい。

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

環境部河川環境研究室 御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所





土木研究所資料第3453号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名 印

