

(15) 水環境管理のための基礎的調査研究(その2)

—生態環境からみた河川改修—

Fundamental Study on Management of Aquatic Environment
—River Improvement in Ecological Environment—(Part 2)

土屋十圀^{*} 和泉 清^{**}

Mitsukuni TSUCHIYA, Kiyoshi IZUMI^{**}

柳田吉彦^{***} 泉 浩二^{****}

Yoshishiko YANAGIDA, Kouji IZUMI^{****}

KEYWORDS: Fish Shelter, River improvement, Management of Aquatic
Environment, Ecological Environment.

1. はじめに

都市河川の環境管理のあり方については、昭和56年12月、河川審議会より建設大臣への答申がされて以降、豊かで潤いのある河川環境の保全と創造を図ることが重要な課題となっている。答申は河川環境の理念の中で「河川環境は治水、利水及び河川環境の三つの面」を指摘し、河川環境は治水、利水の管理と一体不可分であり総合的に行なわれるべきものであることを述べている。しかし、河川のもつ三つの機能が総合的に管理されなければならないという視点は従来も少数の識者から指摘され、親水機能という言葉で提案されていた。しかしながら、高度経済成長により河川流域は急激な都市化をもたらし、河川は治水、利水の機能のみが求められてきていたといえよう。

さて、都市河川が貴重な水環境、空間環境であり、潤いのあるものが求められていることは、言うまでもない。しかし、都市中小河川への具体的な施策については、種々な矛盾をもちつつ試行錯誤的に実施されているところである。

本報は都内の神田川など10河川の水環境の調査結果から河川改修と環境保全のあり方を考える意味で、都内河川における魚類の放流実態と魚種について述べ、次に河川構造と水環境、及び魚巢ブロックの効果について事例を紹介し、考察を行なったものである。

2. 都内河川の魚類について

(1) 魚類の放流について

まず、東京都における魚業権が設定されている河川をみると図-1に示すように、多摩川水系と江戸川及び荒川水系に限られ、都内中小河川は設定されていない。本調査で対象とした河川では秋川と平井川が魚業権が設定されている河川である。これらの河川では各魚業協同組合によって、アユ、コイなど12種のほ

*. ** 東京都土木技術研究所 Institute of Civil Engineering,

Tokyo Metropolitan Government.

, * 三井共同建設コンサルタント(株) Mitsui Consultants Co.

た川遊びなどスポーツ、リクリエーションとしての都民要望にささえられているといつてよい。

昭和55～58年にかけて、東京都環境保全局で実施した魚類の調査では、表-1に示すように代表的なものとして22～23種類の魚が生棲していることがわかる。また、河川別の汚濁の程度を示す生物指標とが明らかにされている。()内は本調査によって、採取した魚種の同定結果から水質階級と各河川が対応していることを示している。このように、東京都においては、都市部の河川、都市化の途中にある河川、山地部の河川によって、魚種も大きく、変化に富んでいることがわかる。

よって、コイ、フナの放流が行なわれている。東京都においても、水産試験場では、昭和60年度から、これらの河川への試験放流を開始した。いづれにしても、河川の浄化、水環境の改善に対する理解を住民に訴え、河川の美化、河川愛護の運動につながるきっかけをもつ点で重要なことである。

(1) 10 河川の水辺環境評価

図-1 魚業権の設定されている都内河川

表一 1 指標生物と理化学的指標

生物学的 水質指標	海 藻 生 物			都内河川の生物学 的水質判定結果	理 化 学 的 指 標			相当する 環境基準 類型
	底生動物 (注1)	魚 類	付着藻類 (注2)					
と れ 水 性	ヒラタカゲワ類	イワナ	石に茶色の 藻がついて いる (ケイ藻類)	羽村堰より上流の 多摩川 狹 川 (平井川上流) 底木川など支流 (高合川上流)	BOD 2.5以下	DO 多 い	H ₂ Sの形成 な い	A
	カワガサ類	ヤマノ						
	ナガレヒナラ類	アブラハヤ		A				
	ヘビトンボ ヤワガニ ブナリア	カジカ (ギンナシ)						
わ り あ い き ま い	コカゲワ類	ウグイ	石に緑色の 藻がついて いる	江戸川中流部 (秋川下流) 多摩川中流部 平井川 (下流) 北浅川 など	わりあい低 い	多 い	な い	B
	コガシマヒナラ	カマツカ						
	ヒラタドムシ	タナゴ類		C				
	ハナビロビシ シジミ類 モノアラガイ スモエビ	シマドジョウ ヨシノボリ (ハス) (カワムツ)						
よ こ て い る	サホコカゲワ ミズムシ シマシビシ ヒナツニシ	フナ類 (ニギイ) コイ (キンフナ) オモロコ (ゲンコワロウブナ) モツゴ オイカワ ドジョウ	中川中流部 (秋川下流) 箕川中流部 (白子川上流) 多摩川下流部 (仙川下流) 大栗川など (神田川) (香澤平川)	高 5~10	わりあ いあ る	強い酸化水 素臭はない	D	
	イトミミズ 赤色ユスリカ ホシホウケ サカマキガイ	普通はない (糸藻類 など)						
	石に白いフ ワフした ものがつ いて いる (糸藻類 など)						白子川、狭野川 (目黒川下流) 内川、野川 (石神井川上流) 香川 仙川 南浅川など	
	と て も よ こ て い る	性 質 水 性						イトミミズ 赤色ユスリカ ホシホウケ サカマキガイ

注1：川や湖、海などの底で生活している動物の総称
注2：コなどに付着しているケイソウ、リュウクウなどの地味

さらに水がよれると、目でみえる生物はいなくなります。

ある。第四に河川の空間、及び周辺景観である。この中には、堤外地の環境等が含まれる。

以上の要素の中から、河川環境を記述するものとして6つのキャラクターを設定し評価することとした。まず、水環境及び河川の親水性を示すものとして、①水質、②水量（水面幅）、③堤外地の環境の3つを選んだ。また、河川の構造を示すキャラクターとして、④河川の断面形状、⑤護岸の材質、⑥河川へのアクセスとして法面勾配の3つを選んだ。各キャラクターについては、相対的区分として、4つないし6つの階級に分けた。各階級は水環境及び親水性を示すものについては、より良好な環境、より親しみ易い環境のものを数値が高く上位とした。護岸の構造を示すものはより自然に近いものを上位とした。

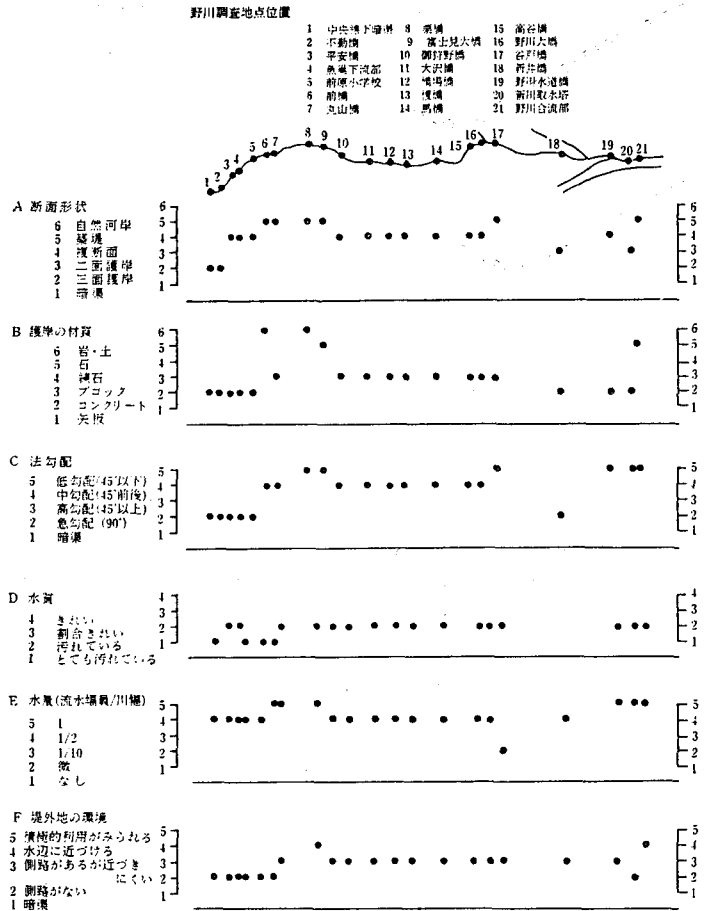
1) 断面形状 階級区分は6区、自然河岸から暗渠へと区分を行なった。複断面をより自然として区分したが、複断面の護岸は種々の相（phase）を成している。自然河岸に近い複断面と三面コンクリート化した複断面とでは、環境に大きな隔りがある。これらの区分については、護岸の材質のキャラクター（Character）で行なっている。

2) 護岸の材質 護岸の材質は階級区分は6区に分けた。自然河岸にみられる土、岩を最も上位に区分した。植物等が生える条件が、生物環境の上では自然により近い状態であるとみなしたことによる。鋼矢板を最も下位に区分した。水辺環境を考える場合、河川管理はともかく、鋼矢板は他の材質と異なり、常に直角に打ち込まれるため、生態は著しく制限される。更に、老朽化して来ると、赤サビを生じ、最も人工的な印象を与えることによる。

3) 法勾配 法勾配は階級区分を5区に分けた。秋川、平井川のように、渓流域では、自然河岸といえども法勾配は高い。中流域にあつては法勾配の高低は、護岸の性質をよく示し、親水性を高めるアクセス（access）として、河川環境の大きな要素とみなすことができる。

4) 水質 水質は4区の階級区分とした。津田による生物学的な水質階級に準じて、一般的な言葉で表わした。貧腐水性水域—「きれい」。β-中腐水性水域—「割合きれい」。α-中腐水性水域—「汚れている」。強腐水性水域—「とても汚れている」とし、「きれい」を上位とした。

5) 水量（水面幅） 水量の階級区分は5つに分けた。流水幅員B'を川幅Bで除した数により、即ち、 $b = B'/B$ で表わし、1、1/2、1/10、微、なしの区分とした。これらの区分には水深の階級は入っていないが、川幅いっぱいの流れでも水深が極



図一 2 野川の水辺環境評価

めて浅い場合(2~3cm)は、1ランク下の1/2とした。複断面構造は、低水敷全幅を流れている場合は1/2とした。

6) 堤外地の環境 堤外地の環境は5つの階級に分けた。この調査では、調査区間を堤外地と限定した。階級区分は、人が堤外地及び水辺にどのように接近できるかという観点で区分を行なった。例えば、ランクは水辺に接近できるというランクで、人がフェンス等によって川と隔てられずある程度、自由に水辺に近づける状態をいう。ランク3は側路(管理道路)があるが近づきにくく、管理道路等があり、人が川を観る範囲には近づけるが、水辺に下る通路及び階段がない。あるいは、フェンス等によって阻まれる状態である。

以上のような6つの要素の各階級区分を縦軸にとり、各河川の流下方向を横軸に示した。野川の事例について図-2に示す。

次に、河川環境を構成する6つのキャラクターの中の階級区分を5区分に整理し、得点によって各河川毎のチャート図を作成した。得点は、平均的な値として(1)式で示す。

$$R_p = \frac{\sum_{n=1}^5 \sum_{x=0}^m n \cdot x}{M} \dots\dots(1)$$

ただし、 R_p :各階級の得点、 x :ある階級の箇所数、 M :全箇所数、 n :階級区分の点数

図-3は、10河川をチャート図で示した。正六角形に近いほどより自然の状態にある河川を示す。平井川、秋川は、未だ、人工的な手があまり加わっていないことを示す。これに対して、神田川、石神井川、目黒川、白子川等は市街地河川としての共通した形状を示している。しかし、野川、落合川等は、水質の改善や護岸を含めて堤外地の環境を整えることによって、水辺環境としてバランスのとれた河川に近づけることが可能と思われる。

(2) 魚巢ブロックの設置について

東京都では親水機能をもたせた環境護岸の一つとして魚巢ブロック護岸を昭和53年以降、4つの河川で実施してきた。魚巢ブロックの施工延長は、昭和60年度までに、善福寺川:2930m、神田川:1960m、(23ヶ所)、野川:19ヶ所、秋川:98mとなっている。当初は、ユスリカ対策として、コイ、フナとの放流が行なわれたことが主な設置理由となっていた。その後、河川環境の向上をめざす観点から魚類の放流が継続された。

図-4は善福寺川に設置した魚巢ブロックの1つのタイプである。ブロックは低水路内に張り出し、河道縦断方向には千鳥状に設置されている。このため、魚巢ブロックで河道を狭めており、洪水時の流速を早めていることからブロック近傍で穿掘され淵状となっている。魚巢内に、コイ、フナは確認されなかったが、このようなブロック前面の深みにイロゴイが多数確認された。

図-5及び写真-1は魚巢ブロックが二段の構造で、根固め鋼矢板の一部を凹形に施工した箇所を設置している。河床は一様に平坦に整正され、流量も少ないため魚類は確認されなかった。出水時による土砂の堆

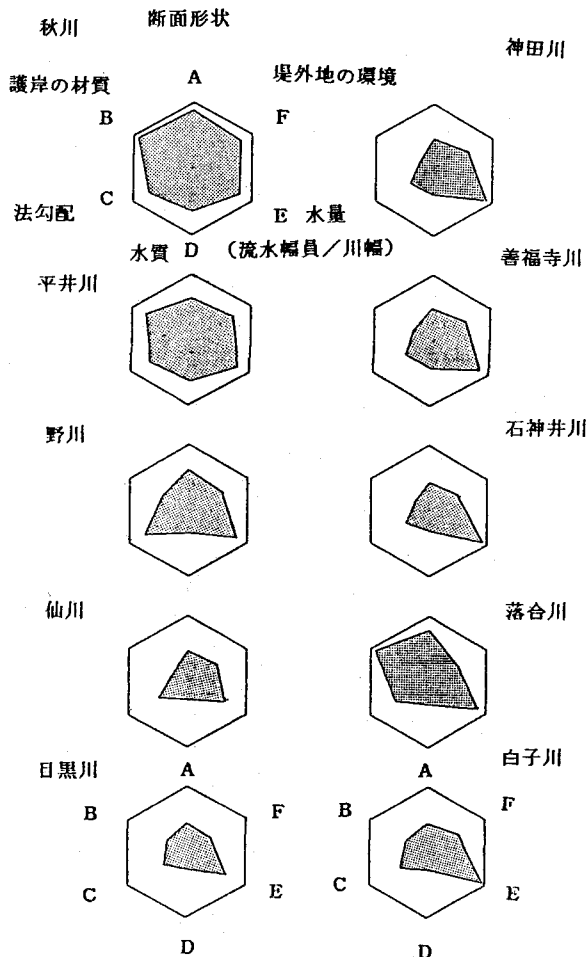


図-3 水辺環境評価(チャート図)

積があり、魚類の利用を妨げる状態が一部にみられた。

また、神田川には魚巢付護岸を設置した。この構造は、護岸の下部を堤内地側に凹形に設置している。江戸川橋付近では、水深もあり、放流された魚が数多く分布している箇所でもある。一部の魚巢では利用がみられたが、大滝橋付近では堆積土砂等によって閉塞を起している。顕著な蜉蝣効果は確認されなかった。

次に、図-6は、山地部の秋川に設置された三段積魚巢ブロック護岸である。魚巢は秋川橋上流の左岸側の水衝部に設けられている。下部2段と最上段の半分が水中にあり、有効に機能している状態と考えられる。しかし、河床不正により水衝部付近の淵が消滅し、単調な構造となっている。魚巢内には小型魚と大型の一部が利用しており、魚巢前面に二次的に形成された浅い淵に、中、大型魚が蜉蝣していることが認められた。

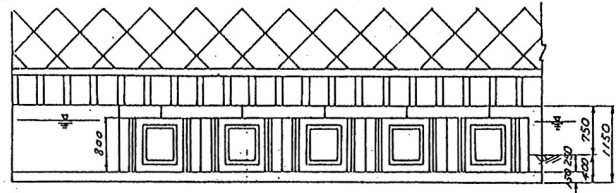
野川では魚留りの構造として護岸の柵渠を凹型にしたものであるが、水質の悪化とゴミ、泥などで埋没し、設置箇所ではコイ、フナ等は確認できなかった。

4. 水辺環境と河川改修

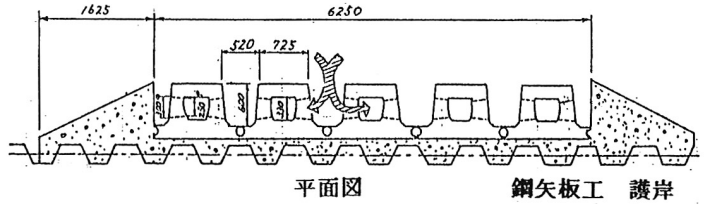
(1) 都市河川の問題点

都市河川の水環境を改善し、魚の棲む環境を再現するにはいかなる条件が、今後必要とされるのであろうか。

一般的に、水環境という場合は、生態系を生理的に決定する条件として水質と流量が中心の問題点となる。これに対して、水辺環境という場合は、水質、水量の他に、河川構造という器の問題が包含されているとい



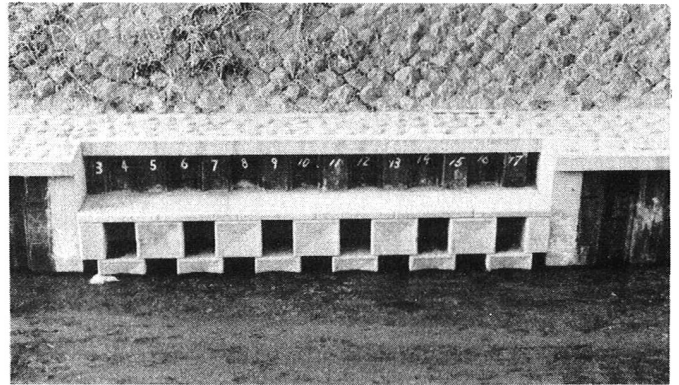
正面図



平面図

鋼矢板工 護岸

図-4 魚巢ブロック(善福寺川)タイプ1



断面図

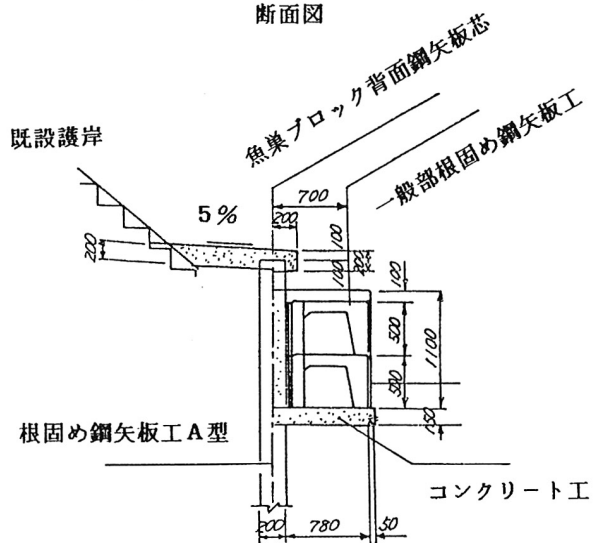


図-5、写真-1 魚巢ブロック(善福寺川)タイプ2

河川構造は計画洪水流量の算定上、河積を充分確保するという観点から単純化された構造にせざるをえない。

特に、掘込み式の河道護岸は鋼矢板による根固め工があり、河床は一樣に整正され、魚類にとっての生棲条件としては最悪な状態にあるといつてよい。

堤内地が緑地の多い公園という周辺環境の場合でも、鋼矢板によって、水辺を断絶することとなっている。このような護岸では浸透水や湧水などの流入は妨げられる。この形態では、コイ、フナなどの隠れ場所となったり、産卵するための水草等が生えることができない。

特に、コイ、フナ等は、止水的環境が不可欠であることから、善福寺川の魚巢ブロックの例からも明らかに、人為的な淵や瀬の造成が必要と考えられる。瀬は魚類に必要な溶存酸素量を増加させる役割をもち、淵は汚濁物が沈殿する場所でもあり、餌をとりやすい場所でもある。確かに、瀬や淵は、洪水が発生すれば、流水の掃流力によって、自然に発生する場合もある。しかし、低水路敷に流水を押し込め、直線化された河道では小さな交互砂州しか発生しない。設置された魚巢ブロックは一部で埋没したり、巢が小さいため、コイ、フナの隠れ場所に必ずしもなっていない。魚巢ブロックの調査でも明らかなように、魚巢ブロックの前面が洗掘され淵の状態に近いところにコイ、フナは好んで蟄集している。

以上の問題点を考えると、今後の河川改修工事にあたっては、意識的に、瀬、淵をつくることを考える必要がある。なぜなら、河川改修によって、従来、蛇行していた河川線形は直線化され、瀬や淵が喪失し、流水形態が単純化しているからである。また、河川構造の材料についても河床のコンクリート化はさけ、護岸についても、石積工が可能な箇所はできるだけ採用する等、工夫が必要となる。

(2) 西ドイツにおける生物学的護岸工法 (Biologische Wasserbau)

西ドイツでは、水生植物帯や水辺の景観は、国や州の法律によって保護されており、それに対する国民の理解、協力のレベルも高い。中でも、Baden-Württemberg 州 (バーデン・ヴュルテンベルグ州) では、Bodn 湖 (ボーデン) とその周辺の河川を含めて、水辺環境は州法である土地計画法 (Landesplanungsgesetz) に基づいて、徹底した保護対策が進められている。

例えば、水深 5 m 以浅帯はすべて保護対象地域となり、更に、ヨシ群落がよく発達している湖岸は連邦自然保護法 (Bundesnaturschutzgesetz, 1975) によって地域指定されている。表-2 は連邦自然保護

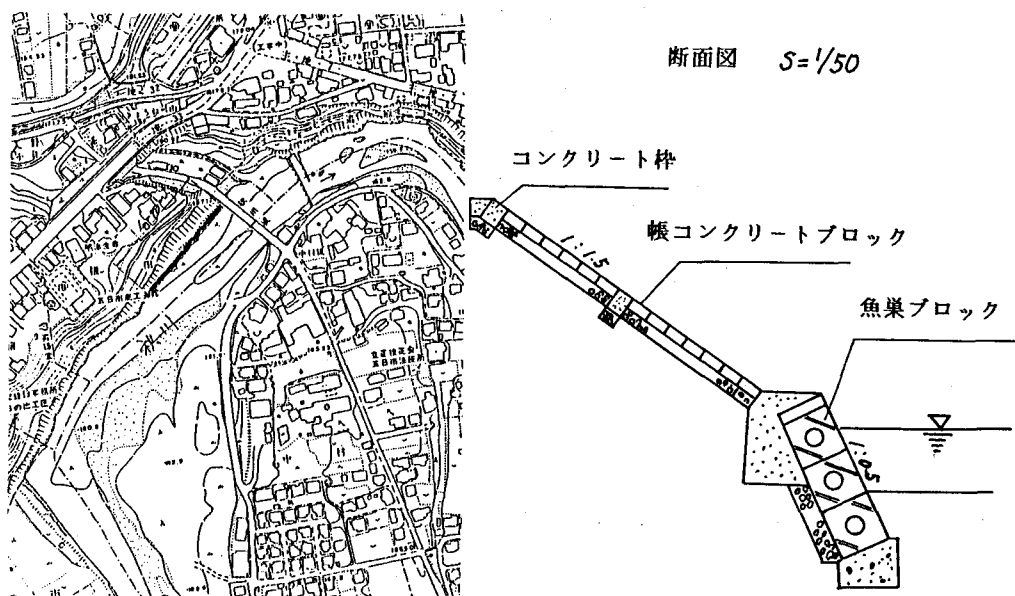


図-6 三段積魚巢ブロック (秋川)

法とその基礎になった法律案である。すべての水利事業及び水関係の諸計画ならびにその実行の際に採るべき措置として生態系を考慮した工法がとられた。

その一つの実施例としてヨシの群落を保全した改修例を示す。図-7に示すように、Aの現況は水生植物がよく発達しているところである。したがってヨシの群落などの水辺地帯は環境保全を計らなければならない。B案のように、ヨシ群落をつぶし、護岸及び道路をつくることはなんとか、避けたい。最終的に、C案のように、水辺地帯を保全し、道路をヨシ群落と人家との間にもつてくることになる。

このような配慮は、水際線の外の陸域のある範囲までを包含するいわゆる“水辺”というものが、陸にも、また水域にも属さない独立した景観と機能をもつ地域であり、これを独立した環境ゾーンとして認識することが西ドイツにおいては国民的な合意になっているからである。

ヨシ、アシなどの水生植物群落が枯死したりする水域では人工的なコンクリート護岸にすることをできるだけ、避けて、環境保全のために、ヨシ等の植付けを計っている。ヨシの植付け工法は土木設計上の原則となっていて、歩掛りもあり、DIN(日本におけるJISに相当)に採り入れられている。

また、河川水域の保全のために国家的事業として進めている、もう一つの事例がある。

それは、“わが村は美しく”という運動(Unser Dorf Soll Schöner Werden)である。特にノルトライン-ウェストファーレン州における農村集落環境の修復事業では、図-8に示すようにかつての幾何学的な直線に整備されていた流路とその周辺を曲折した複雑な形に改め、樹林、草木等を散在させている。ここでは自然の流路とその水辺の環境を復元しているところが注目される。

このように、西ドイツの人々の水環境に対する考え方と、その保護、保全の各施策は、日本の都市河川の水環境管理を考える上で大きな示唆を与えるものである。

5. おわりに

都市河川の問題点は水質汚濁、河川構造などについていろいろな方面から指摘されている。一方、都市河川への魚類の放流がつづけられ、水辺環境のアメニティの向上が求められている現状は共通した認識となっている。

本調査結果からいえることは、都市河川の水環境を改善し、少くとも、コイ、フナ等が一代で終らず、自生できる程度までは求めたい。したがって、河川構造についても一様なスタイルの構造ではなく、魚相の生態環境を十分考慮したものでなければならない。

河川改修と環境保全・管理のあり方については、一律な考え方はないが、基本的には、SecurityとAmenityをいかに調和のとれたものにするのかという視点が重要であり、今後、都市河川の水辺環境づくりを進める上で河川及び流域の特性をいかした、親水工学と呼ぶべき研究が必要と考えられる。

(参考文献)

- 1)河川環境管理財団編：解説 河川環境
- 2)山本弥四郎、石井弓夫(1971)：都市河川の機能について、土木学会年次学術講演会講演概要集
- 3)水野信彦、西村登、日下部有信(1983)：円山川水系の生物生態-河川改修工事と漁場確保の共存を

表-2 西ドイツの水辺環境保全

・景観保全および自然保護のための法律案
(Entwurf eines Gesetzes für Landschaftspflege und Naturschutz, 1970)

第4章 第26条 水域の保護と保全

- ・その水域に以前から存在する均衡のとれた秩序の維持・増進に留意すること。
- ・生態学的自律能力を保護し、復元すること。
- ・生物の動きを活用する工法を取り入れて、土本的な工法を補うこと。
- ・リクリエーションに役立つ水域の特性を高めるとともに、それに適する地域の拡大につとめること。
- ・多様性に富む動植物の社会が成立する可能性を高めること。

・連邦自然保護法(Bundesnaturschutzgesetz, 1975)

第2条 自然保護および景観保全の原則-(そのうちの水域に関する事項抜す)

- ・自然保護、景観保全の措置により、水面の維持、増大をはかること。
- ・汚染を事前に防止すること。
- ・水域の自然浄化能力の維持・回復をはかること。
- ・水域の純然たる工学的な整備は、可能な限り生物学的措置により代替すること。

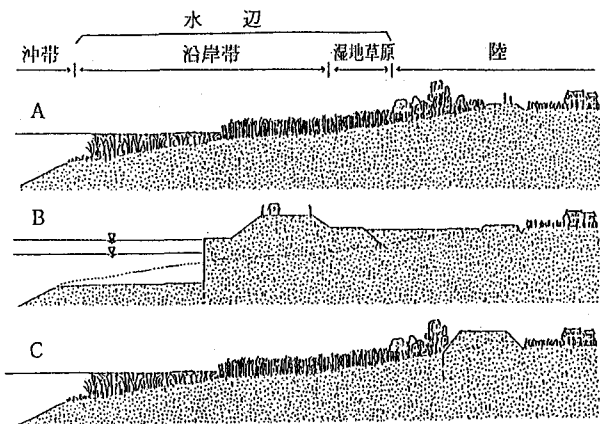


図-7 水辺環境の保護と再生

求めて一兵庫県八鹿土木事務所

④桜井善雄(1983):西ドイツ、Boden湖における浅瀬帯
と水生植物群落の保護、水草研究会会報

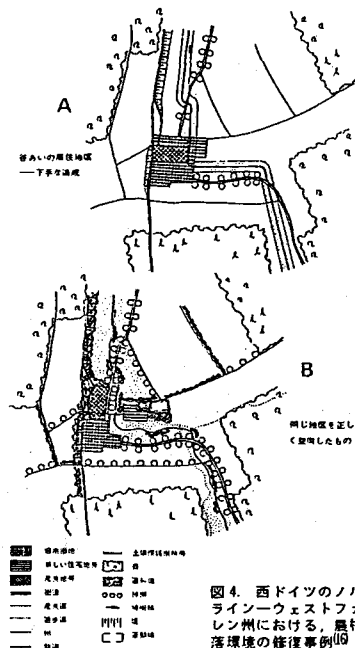


図4. 西ドイツのノルト
ライン＝ウェストファー
レン州における、農村集
落環境の修復事例④

図-8 農村集落環境の修復事例
(西ドイツ)