

土木研究所資料

水辺における生物生息空間創成技術及び生物保全工法
—都市域の調整池におけるビオトープ整備手法—

平成10年3月

建設省土木研究所
環境部河川環境研究室

Copyright©(1998) 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。

水辺における生物生息空間創成技術及び生物保全工法 —都市域の調整池におけるピオトープ整備手法—

河川環境研究室	室	長	島	谷	幸	宏
	交	流	研	究	員	鈴木 宣人 *
	元	交	流	研	究	員 柳 田 努 **
	元	研	究	員	渡	辺 裕 二 ***
	元	研	究	員	渡	辺 昭 彦 ****
	元	交	流	研	究	員 浅 野 文 *****
	元	交	流	研	究	員 森 口 智 幸 *****
	元	交	流	研	究	員 荻 原 春 視 *****
	元	交	流	研	究	員 森 上 祥 行 *****
	元	交	流	研	究	員 松 下 順 一 *****

要 旨

本研究では都市域の水辺の一つとして雨水流出抑制施設である調整池(調節池)を取り上げ、それらの水辺が生物生息空間(ピオトープ)として機能するための整備手法を検討した。

その結果、都市域の調整池において有効なピオトープ創成技術を明らかにするとともに、維持管理面から見た整備手法のポイント、都市域に生活する人が身近な環境に生物との共生を望んでいること等を明らかにした。

キーワード：生物、水辺、ピオトープ、生物保全工法、都市域

- * 交 流 研 究 員 (住宅・都市整備公団)
- ** 元 交 流 研 究 員 (住宅・都市整備公団)
- *** 元 研 究 員 (関東地方建設局震ヶ浦工事事務所)
- **** 元 研 究 員 (中部地方建設局長島ダム工事事務所)
- ***** 元 交 流 研 究 員 (アジア航測(株))
- ***** 元 交 流 研 究 員 (住宅・都市整備公団)
- ***** 元 交 流 研 究 員 (住宅・都市整備公団)
- ***** 元 交 流 研 究 員 (住宅・都市整備公団)
- ***** 元 交 流 研 究 員 (住宅・都市整備公団)

目 次

本研究の目的	1
本資料の構成	2
第1章 ビオトープ	
1. 1 ビオトープの定義	3
1. 2 ビオトープ整備の種別	3
1. 3 ビオトープ整備の基本的考え方	4
1. 4 まとめ	5
第2章 調整池	
2. 1 調節池の定義	6
2. 2 調整池の利用変遷	7
2. 3 調整池特性（ビオトープを創成する上で）	8
2. 4 調整池の水辺におけるビオトープ創成技術の課題	9
2. 5 まとめ	10
第3章 人々が望む水辺・生物との共生意識について	
3. 1 調査対象池の概要	11
3. 2 アンケート調査	14
3. 3 調査の結果	15
3. 4 まとめ	21
第4章 生物と人との新しい関係	
4. 1 都市域における鳥と人との関係	22
4. 2 調査方法	22
4. 3 調査結果	24
4. 4 鳥類と人との距離の決定要因	27
4. 5 鳥類の生息環境からみた水辺整備	30
4. 6 まとめ	34
第5章 ビオトープ調整池の事例	
5. 1 既設ビオトープ調整池の整備概要	35
5. 2 既設調整池における生物生息調査	37
5. 3 まとめ	43
第6章 ビオトープ調整池の維持管理手法	
6. 1 平成7年度アンケート調査	48
6. 2 追加アンケート調査	53
6. 3 まとめ	57
第7章 ビオトープ調整池に資する生物保全工法	
7. 1 エコロジカルシートパイル工法	58

7. 2 人工浮島	80
7. 3 魚巢ブロック	84
7. 4 まとめ	90
あとがき	91
参考資料 ～既設調整池のビオトープ創成技術～	

本研究の目的

戦後、我が国では高度経済成長を迎え、急速に都市化が進んだ。これに伴い我々を取り巻く環境は大きく変化した。我が国ばかりでなく、これまでに人は自らの利便性を追求するあまり森林や緑地を破壊することによって巨額の巨大都市を形成した。都市域における大量の人間活動は、大気、土壌、水環境に大きな負荷を与えた。その結果、自然循環は破壊され、地球規模での自然環境の変化が懸念されている。

このような人間活動による自然環境への負荷を低減するための一つの試みとして、欧米諸国では開発計画時から積極的に自然を保護する取り組みを行っている。ドイツでは都市域での生態系保全を進め、米国では自然環境へ与える影響を最小限にするミティゲーションを積極的に行っている。

近年、我が国でも自然との共生を目指した都市計画が実施されており、都市域での緑化推進や雨水地下浸透など積極的に進められている。自治体レベルでは、都市域の公園、河川に自然を模した植樹帯を設けることで鳥やトンボ等の生物を誘致したり、水辺をそれまでのコンクリート構造から木や石などの自然に存在するものに代替させたりするなど事業として実施されるケースも増えてきている。

一方、都市化に起因した下流河川の氾濫を抑制する治水施設のひとつに調整池（調節池）がある。調整池は住宅地区など都市開発において多数建設されてきた。最近ではこれらの調整池を景観的に配慮したり、親水施設として公園と一体となって整備するなど多目的な利用が図られている。

本研究では調整池の水辺にビオトープ（生物生息空間）を創造したビオトープ型の調整池の効果的な整備手法を検討するものである。

本資料では第1章でビオトープの概念、定義を整理し、第2章で調整池の水辺におけるビオトープ創造の可能性を検討する。第3章では人々が都市の水辺に何を望んでいるかを調査し、第4章で人と生物との関係に与えた都市化の影響を検討する。第5章ではビオトープ型の調整池の整備事例、生物調査の結果を考察し、第6章でビオトープ型の調整池における効率的な維持管理手法を検討する。第7章ではビオトープ型調整池整備に適用できるビオトープ創造技術を紹介し、第8章ではこれらをまとめて都市域のビオトープ型調整池整備手法の方向性を検討することとする。

本資料の構成

水辺におけるビオトープ創成技術
— 調整池を対象に —

第1章

ビオトープ

第2章

調整池

第3章

人々の望む水辺

第4章

生物と人との新しい関係

第5章

ビオトープ調整池の事例

第6章

ビオトープ調整池の維持管理

第7章

ビオトープ調整池に資する生物保全工法

第8章

結 論

第1章 ビオトープ

1. 1 ビオトープの定義

ビオトープとは「生物」を意味する Bios と場所を表す「場所」を意味する Topos を合成したドイツ語であり、「生物生息空間」と訳すことができる。

生態学事典¹⁾によれば「特定の生物群集が生存できるような、特定の環境条件を備えた均質なある限られた地域」と定義されている。また、生物学辞典²⁾では「性状・状態の類型として捉えられた生息場所」として、R. Hesse らの「一様さをもった地形的あるいは地理的な空間単位」という定義を併記している。桜井³⁾は「多くの種が様々な相互関係を持ちながら構成する、生物群集のすみ場として機能しているある地域全体」と定義し、さらに「すみ場」を「たまたま見られた場所という単純なものではなく、生物の生活を世代をこえて保証するもの」としている。

これらの定義から、ビオトープは次のように定義ができる。

- 1. 生物群集の生息場所であること
- 2. 均質な環境を備えていること
- 3. 地形的に捉えた空間あるいは地域であること

例えば、池、林、草木など生物群集が生息する空間はビオトープとして捉えることができる。また、ハビタット (habitat) をビオトープと同義として用いることもあるが、ハビタットとは「生物の個体あるいは個体群がすんでいる場所」²⁾を意味するもので、ビオトープより空間の単位は一般的に小さく、ここでは生物群集の生息場所を表すビオトープとは異なるものとして捉えることとする。

1. 2 ビオトープ整備の種別

ここではビオトープを、その整備目的によって3タイプに分けて、定義する。

①保存型 ②復元型 ③創出型

①は現状の環境をそのまま保護するものであるが、現状からさらに環境を向上させる場合も含まれる。②は以前にあった良好な環境を復元しようとするものである。③は現状の環境が単調な場合に、より多様な環境を創造しようとするものである。

開発などに伴って出現する空間を新たに整備する場合は③に含まれるが、創出型と呼ばれるものも、かなり昔に失われた環境の復元が基本である。昔の姿が分からない場合は、ある生物を対象とした多様な環境を創出することがありうるという分類型である。

実際はこれら3つのタイプの他に別の主目的な整備に際し、環境への影響を最小限に整備するミティゲーションの意味が効わり整備が行われている。

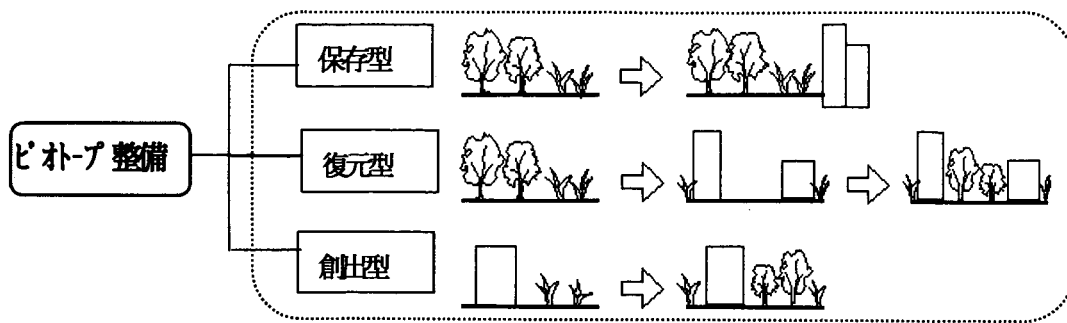


図1. 1 ビオトープ整備種別の定義

1. 3 ビオトープ整備の基本的考え方

1) ネットワークの視点

多くの生物は池や周囲の草地、樹林地などをその行動に合わせながら選好し生活している。例えば、鳥類のカモ類は日中、池の水面上で休息し、夜になると周辺の水田などに移動し採餌を行う。また、サギ類は魚類などを採餌するため水辺を利用し、休息や営巣場として周辺の樹林地を利用する。このような行動は長距離の移動を行う鳥類ばかりではなく、トンボ等の昆虫や魚類にもあてはまる。

つまり、ビオトープを整備する際、ある地点の整備だけではなく、そこに棲む生物の行動に合わせた周辺地域と一体となった広域ネットワーク的な整備を考える必要がある^{3) 4)}。

例えば、ある池を中心にビオトープのネットワーク的整備を行う場合、池の水辺をその地域の核として、その周辺の水辺や田んぼを拠点として捉えれば、それらのつながりの回廊（コリドー）を考慮する必要がある。コリドーとは連続した街路樹や水路等の生物の移動を可能にする開放された帯状の空間が代表として挙げられる。街づくりの計画においては高架道路や建築物道路によりビオトープが分断される可能性があるため、コリドーの形態や位置付けを計画時には十分に考慮しなければならない⁵⁾。

2) 生物多様性の視点

1) に対して個々のビオトープ整備で重要なのは、生物の多様性を保全、創造していくという概念である。整備の上で最も基本的な考え方は、貴重種、減少が著しい動植物はもちろん身近に自然分布している野生生物は地域の生態系にしたがって保護していく考え方である。さらに、開発などで野生生物の生息場所が脅かされる場合はそれを最小限にとどめ、その地域の種供給ポテンシャルを考えつつ多様な野生生物の再生が可能な環境を整備し創造していく考え方である。

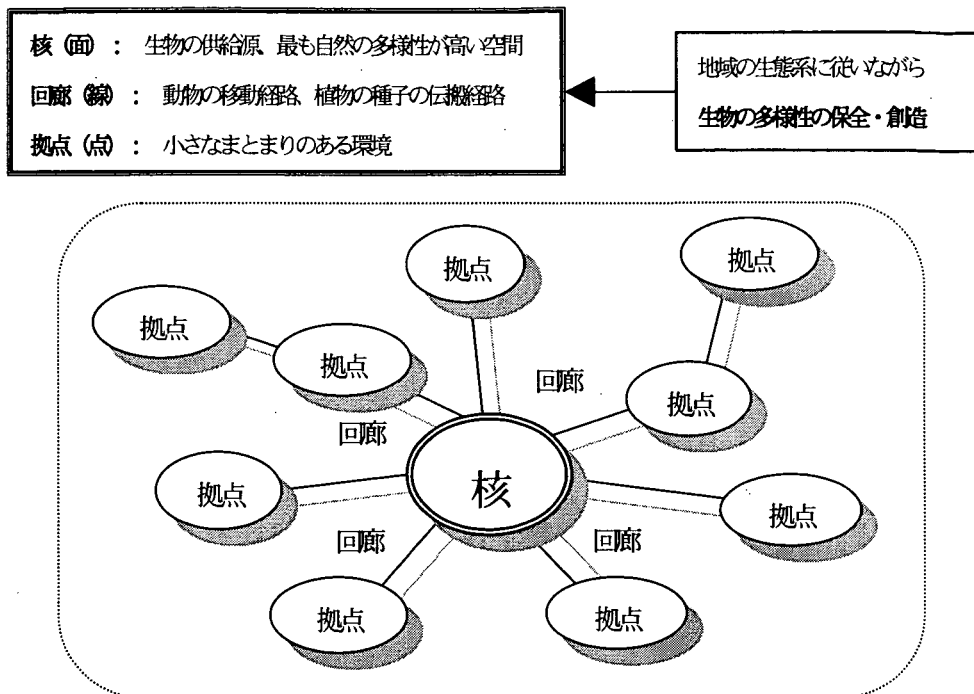


図1. 2 ビオトープのネットワーク的整備

1. 4 まとめ

- 1) ビオトープとは”生物群集の生息場所で、均質な環境を備え、地形的に捉えた空間あるいは地域”のことをいし、ハビタット（生物の個体あるいは個体群がすんでいる場所）と区別している。
- 2) 本資料ではビオトープをその整備目的によって保存型、復元型、創出型に分けて定義する。
- 3) ビオトープとして整備する場合、その周辺も含め、ネットワーク的に整備する必要がある。
- 4) ビオトープとして整備する場合、生物多様性を保存、創造することが特に重要である。

(参考資料)

- 1) 生態学事典、沼田真、築地書館、1974
- 2) 生物学事典、山田常雄ら、岩波新書、1994
- 3) 続水辺の環境学、桜井善雄、新日本出版社、1994
- 4) ビオトープの計画と設計 ―生物生息環境創造― 工業技術会 P17～P34、1997
- 5) 緑地環境科学 井手久登 朝倉出版、1997

第2章 調整池

本資料では都市域における宅地などの開発時に建設される調整池や遊水池などの貯留施設の水辺にビオトープを創成する技術を検討するものであり、以下に調整池の定義を述べた上でビオトープから見た特性をまとめることとする。

2.1 調整池の定義

宅地などの開発をする場合、もともと山林や田畑であった場所が道路や建物などのアスファルトやコンクリートで覆われることで開発区域の雨水流出は増大し、下流河川で冠水や洪水が起こる可能性が高くなる。それらを防ぐため雨水を一時的に貯留したり、地下に浸透させたりする施設を雨水流出抑制施設という¹⁾ (図2.1)。

雨水流出抑制施設は、その機能により「貯留型」と「浸透型」に分類される。「浸透型」は雨水を地下に浸透させることで雨水の表面流出の減少を図る施設である。「貯留型」は雨水を一時的にその施設で貯めることで、流出ピークをカットするもので土地利用計画し、余裕のある場合や現況で自然の池が存在していた場合などに多く使用される。

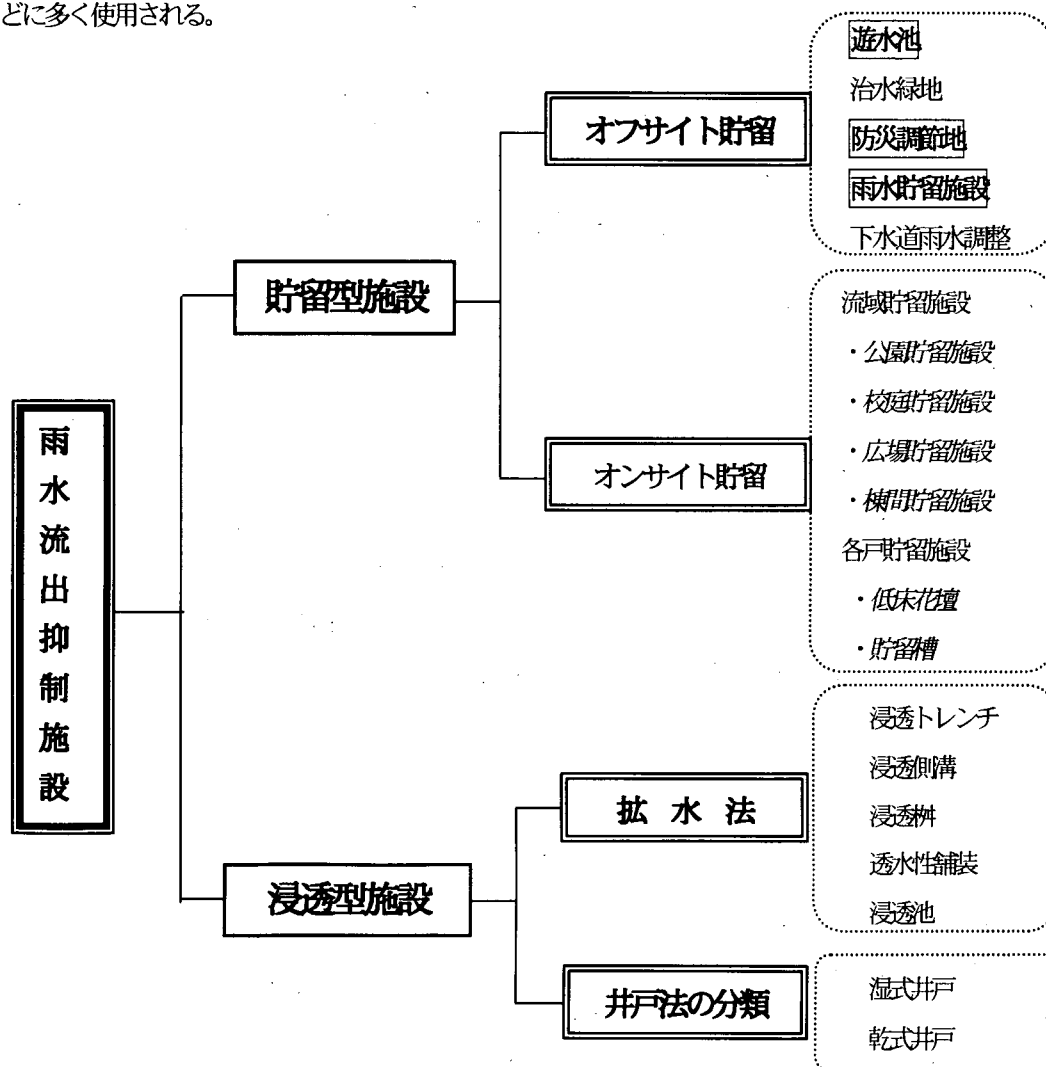


図2.1 雨水流出抑制施設の分類

なお、本研究でいう調整池は、調節池、遊水池などの他の常時水位を有するような『貯留施設』を含んだ総称として『調整池』と呼ぶこととする。

2. 2 調整池の利用変遷

ここで、『貯留型』の雨水流出抑制施設がこれまでにどのように使用されてきたのか、その変遷を図表に見てみる。

昭和40年代初頭までは掘削方式やフィルダム方式の専用調整池がほとんどであった。これらは本来の機能である『治水』のみの目的で整備されており、調整池の護岸がコンクリートで固められた非常に無機質なものであった。

昭和40年代中頃から土地の有効利用と景観上の配慮から貯留槽を地下に設置し、上部を駐車場等に利用したり、住棟と住棟との間に貯留場所を分散した低床花壇方式など複合利用の考え方がでてきた。

昭和50年代にはいると、調整池を多段式にして公園やグラウンドとして利用する『多目的調整池（調節池）』として整備されるようになり、この頃から『親水機能』の考え方が現れてきた。

昭和50年代後半からは、水辺の持つ自然的景観の見直しにより修景公園としての整備が多くなってきた。現在では調整池の複合利用は主に以下の施設が導入されている¹⁾。

- 【公園等】 公園、プレイロット、緑地、広場、多目的広場
- 【運動場等】 グラウンド、野球場、サッカー場、テニスコート、ゲートボール場
- 【練習等】 ゴルフ場
- 【駐車場等】 駐車場、駐輪場
- 【自然等】 生態系保全、生態系創造
- 【浄化】 水質浄化施設

表2. 1 調整池の利用の変遷

	昭和30年代	昭和40年代	昭和50年代	昭和60年代以降
雨水流出抑制施設		・掘削式調整池 ・フィルダム式調整池 ・地下式 ・現地貯留 櫛間貯留 ・駐車場貯留 ・浸透井戸	・多段式調整池 - 公園・グラウンド等との複合 ・地下浸透施設	・地下貯留槽 ・碎石空隙貯留施設
機能		治水	親水	利水

2. 3 調整池の特性（ビオトープを創成する上で）

調整池は雨水を一時的に貯留するという治水施設であることから、これまでの多くは地面を掘り込みコンクリート張りしたものや石積みをしたものであった。そこで調整池の特性からみたビオトープ創成の可能性を以下に検討した。

- 1) 調整池は水を貯留するという特性から一時的あるいは常時水が存在する水辺を有する。自然における水辺は湿地部、水際部、水中（浅部～深部）として区分される。各ゾーンは生態的に相互に関連しながら連続的につながっている。特に水際はエコトーン（推移帯）とよばれ、生物が多様に存在するポテンシャルが高く、生態的に重要な場所である。つまり、調整池において自然にあるような水際を再現できれば、ビオトープ空間を創造できる可能性がある。
- 2) 調整池はその表面積にして数十mから数haのものまでとその開発の規模や地域の特性によって異なる。調整池の水域面積が広くなればなるほどハビタットも多くなり生物も多様化するポテンシャルは高い。調整池の規模からみれば、ビオトープの創造が難しいものから十分に可能なものまである。
- 3) 調整池は降雨時には上流河川からの流入があり、その貯留された雨水はその後、時間を経て徐々に下流へと流される。このように一時的に水が他の領域とつながることになる。これを第1章でも述べたビオトープネットワークで考えるならば、コリドーが一時的に形成されることになる。つまり、調整池は広域的なビオトープネットワークの形成が可能であるといえる。
- 4) 調整池の設置場所は都市域では一般に人の生活の場に近いため、直接的あるいは間接的に生物が人の行動に脅かされる可能性が高い。

以上のように、調整池はビオトープを創成しうる基本条件を有しているといえる。

表2. 1 調整池のビオトープとしての特徴

調整池の特性	概 要
Ⅰ. ハビタットとしての特性 a. 水が存在する b. 水際が存在する c. 規模は0.01ha～1ha程度	・水の存在は生物が生存する基本条件である。 ・水際はいわゆるエコトーンと呼ばれる地帯であり、水性植物を中心に生物多様性が顕著に表れるエリアである。 ・調整池により様々であるが、その規模が大きくなればなるほど生物の多様性と個体数が豊かになる。
Ⅱ. コリドーとしての特性 d. 水がつながる	・調整池はその特性から雨天時には流入河川とつながり、その貯留水が下流の河川へ流出される。つまり、コリドー（回廊）が形成され、ネットワーク的なビオトープが形成できる。
Ⅲ. 人間との関係性 e. 人の生活の場に近い	・特に宅地に建設される調整池は人々の生活の場と非常に近い位置にあり、人による直接的、あるいは間接的にビオトープが破壊される可能性が高い。

2. 4 調整池の水辺におけるビオトープ創成技術の課題

調整池の水辺に実際にビオトープを創成する場合、課題となると思われる事項を以下に挙げる。

1) 空間の広さ

調整池の水辺をビオトープとして整備していく上で、重要なポイントの一つに空間の広さがある。空間の広さは調整池の容量、面積から決定される。ただし、冠水頻度による水域面積の変動や周辺の土地利用状況なども空間の広さに与える影響は大きい。これら物理条件は初期条件となり、ビオトープとして小さすぎれば問題となる場合がある。

2) 空間の質

どの程度の生物の種と個体数の誘致を目標とするかは非常に難しい課題となる。例えば、ビオトープ内にその空間の保有限界を超え、ハビタットを入れすぎて失敗した例もある。また、水辺性鳥類と森林性鳥類と一緒に誘致しようとして池と林を並べて一つのビオトープ内に配置した結果、カワウやサギ類が林をコロニーとして利用してしまい、糞害により林が枯れて森林性の鳥類が誘致できなくなったという一例もある。

3) ネットワーク整備

空間をネットワークとして考えた場合、調整池と周辺のハビタットとを結ぶコリドーを道路やフェンスなど構造物が遮断する場合がある。サンショウウオの例を挙げれば、道路脇によく見られる側溝は生物の移動を阻止し、さらに、側溝沿いで移動した場合はトラップとしての危険性を有しておりキツネやタヌキに捕食されるという事例もある³⁾。

4) 人間の干渉の緩和

人間の干渉は生物にとっては大きな障壁となる。都市域のような人間の密集した場所ではある程度の生物との隔離が必要となる。

5) 維持管理手法

調整池をビオトープとして整備した場合、周辺住民から落ち葉やゴミ、害虫などに対する苦情が注じることがある。維持管理の主体、手法が課題となる。

以上の課題を中心に、調整池の水辺のビオトープ整備手法を検討していく。

2. 5 まとめ

- 1) 調整池は貯留型の雨水抑制施設であり、本研究では調節池、遊水池等の常時水位を有する雨水貯留施設を含めた総称として調整池と呼ぶこととする。
- 2) 調整池の水辺はビオトープ創成の基本的な条件（ハビタットとしての特性、コリドーとしての特性）を有している。
- 3) 調整池の水辺にビオトープを創成する場合、空間の広さと質、ネットワーク的整備、人間の干渉緩和、維持管理手法が課題の中心となる。

(参考文献)

- 1) 防災調節池等技術基準（案）解説と設計事例 （社）日本河川協会 1988
- 2) 水辺・ホープ ―その基礎と事例― 自然環境復元研究会 信山社サイテック P1～P5
- 3) ビオトープの計画と設計 ―生物生息環境創造― 工業技術界

第3章 人々が望む水辺・生物との共生意識

都市域では調整池や調節池のような雨水貯留施設のほとんどは人の生活の場に建設される。ここで、常時水域を有する調整池や調節池のような空間を生物の側からのみの整備を考えた場合、第1章でも示したように人が干渉しない広大な空間が必要となり、都市の利便性を消失することとなる。あくまでも、都市域でのビオトープ整備を考える場合、土地の有効利用、利便性を保ちながら生物との共存を目指す必要がある。

これまでに、我々の居住環境周辺における水辺の親水施設に対しては、その利用状況、整備手法に関して調査を行っている研究は多い^{1) 2) 3)}。しかしながら、これらの研究は、生物が生息する空間（ビオトープ）として水辺を評価したものではない。本研究では、特に都市域に住む人々が水辺に対してどのような整備を望んでいるのか、ビオトープという観点を含めて調査することで都市域の水辺整備を検討する。

3. 1 調査対象地の概要

調査は、都市域における住宅・都市整備公団が整備した住宅団地内の調整池や修景池を、水辺の自然度、利便性の観点から異なる4団地を選定し、各団地に住んでいる居住者にアンケート調査を依頼した。その概要を図3. 1、表3. 1、表3. 2に示す。

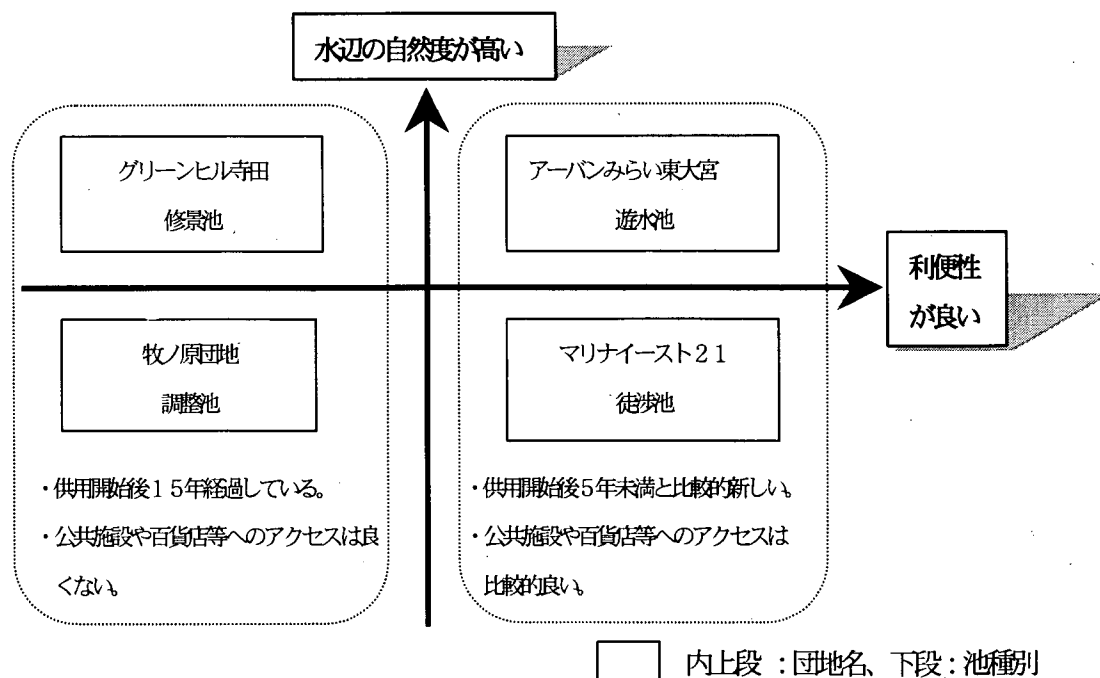


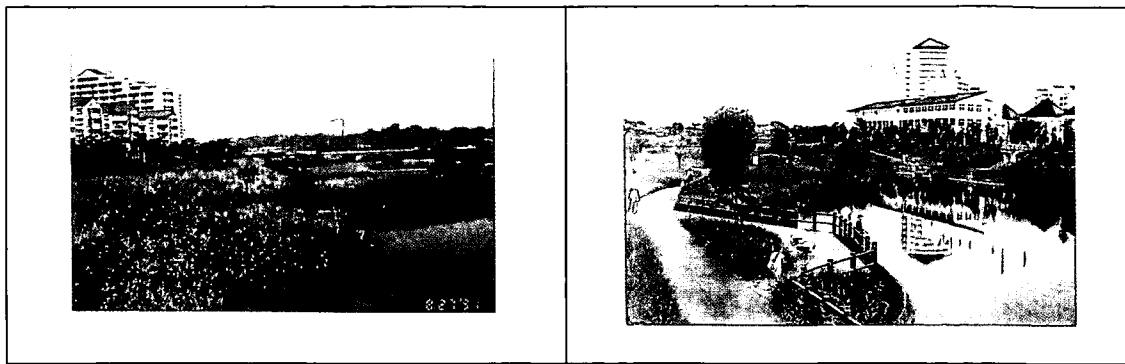
図3. 1 調査対象の団地のタイプ

表3. 1 選定団地および水辺施設の概要

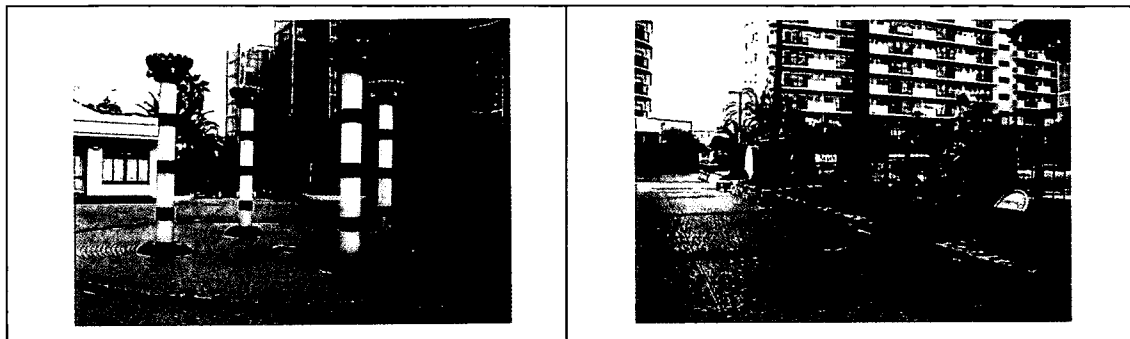
団地 名称	所在地	戸数	敷地 面積	常時水 面積	常時 水深	貯留方式	管理開始 および 管理者	周辺 自然	公共施 設
アーバン みらい 東大宮	埼玉県大宮市 都心より約 30km	2400戸 賃貸1200戸 分譲1200戸	35.1 ha	13.1ha	約1m	自然越流 方式	H3年 埼玉県	○	○
マリナイ ースト21	千葉県浦安市都 心より約15km	548戸 分譲のみ	—	490m3 8月のみ	約0.1m 8月のみ	水道水、雨 水の循環	H6年3月 管理組合	×	○
グリーン ヒル寺田	東京都八王子市 都心より約 40km	1778戸 賃貸550戸 分譲1228戸	1.6 ha	約1.0ha	3.3m	団地内雨水 の集中貯留	S56年3月	◎	△
牧ノ原 団地	千葉県松戸市 都心より約 20km	2123戸 賃貸1643戸 分譲480戸	0.43 ha	0m ²	0m	団地内雨水 の集中貯留	S50年 住都公団	△	△

表3. 2 水辺施設の特徴

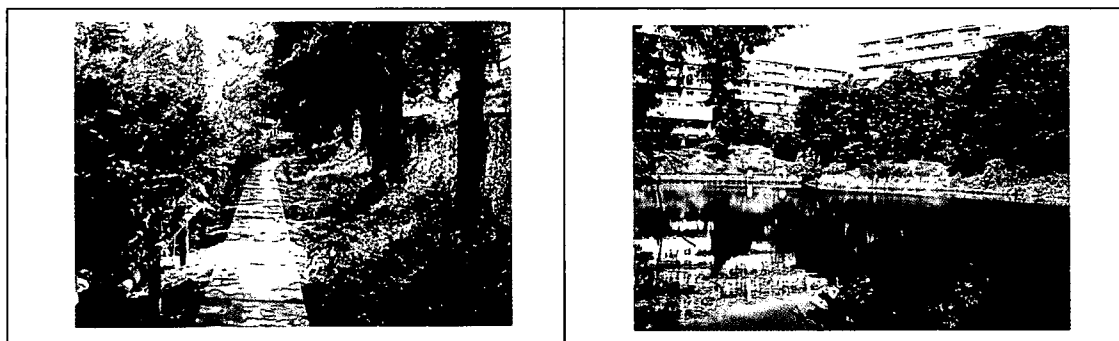
	形態	水辺への近づきやすさ	水辺の整備状況	親水整備
アーバンみらい 東大宮団地	多目的遊水 池（調整池）	樹木やフェンスで囲まれているが一部 水辺に近づくことが可能。 釣りや散歩など可能。	生物鑑賞や散歩ができる。 生物に配慮した整備をしている。	◎
マリナイースト 21団地	噴水及び 徒歩池	フェンス等はなく、水に容易に接することが可能。	夏には子供が泳ぎ遊ぶことができる。 生物に配慮した整備はしていない。	△
グリーンヒル寺 田団地	修景地	フェンスで囲まれているが、水に接することが可能。	生物鑑賞や散歩ができる。	○
牧ノ原団地	掘割り式 調整池	フェンスで囲まれ水辺に近づくことはできない。	生物鑑賞はできない。 水辺の整備はしていない。	×



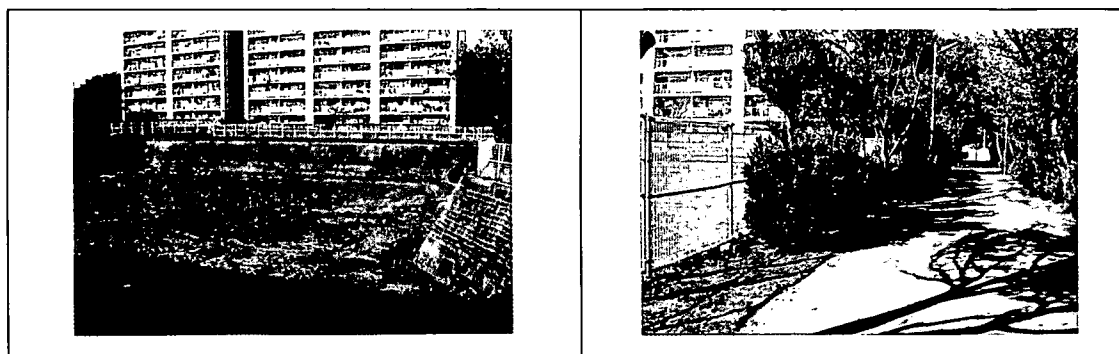
a) アーバンみらい東大宮



b) マリナイースト21



c) グリーンヒル寺田



d) 牧ノ原団地

写真3. 1 各団地の水辺

3. 2 アンケート調査

(1) 調査方法

調整地等の施設を有する団地居住者を対象に、各 300 通のアンケート調査票を集合ポストに配布し、1 週間以内に返送してもらい回収した。表 3. 3 に調査票の配布・回収数を、表 3. 4 にアンケート調査項目の概要を示した。調査票の回収率は各団地とも 20% 程度であった。

表 3. 3 調査票の配布及び回収状況

	アーバンみらい	マリナイースト	グリーンヒル	牧ノ原団地	全体
配布日	平成 7 年 12 月 20・21 日				
配布数	300 票	300 票	300 票	300 票	1200 票
回収数	72 票	48 票	48 票	83 票	251 票
回収率	24. 0%	16. 0%	16. 0%	27. 7%	20. 9%

表 3. 4 アンケート調査項目の概要

項 目	質 問 内 容
1. 被験者の属性	・年齢 ・性別 ・家族構成 ・通勤 ・通学時間
2. 居住地近傍の水辺に対する行動・評価	・水辺に行く理由、行かない理由、季節、頻度 ・水辺の満足度評価 ・好きな水辺、嫌いな水辺 ・観察される生物
3. 理想とする水辺について	・水辺の利用目的 ・欲しい施設 ・生物との共生
4. 被験者の意識	・団地選定理由 ・現在の関心事

(2) 回答者の属性

調査対象 4 団地の回答者の主な属性を図 3. 2、図 3. 3 に示す。

回答者の男女比は、マリナイースト 21 団地を除き、若干、男性が多かった。年齢構成は、グリーンヒル寺田団地において 60 歳以上の年齢の人が約 4 割を占めており、20・30 歳代の人が極端に少ない。他の団地は、ほぼ同じような構成となっている。

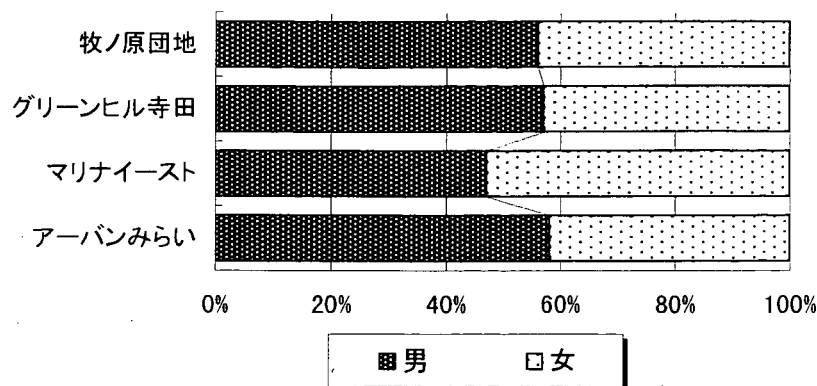


図3. 2 団地男女比率

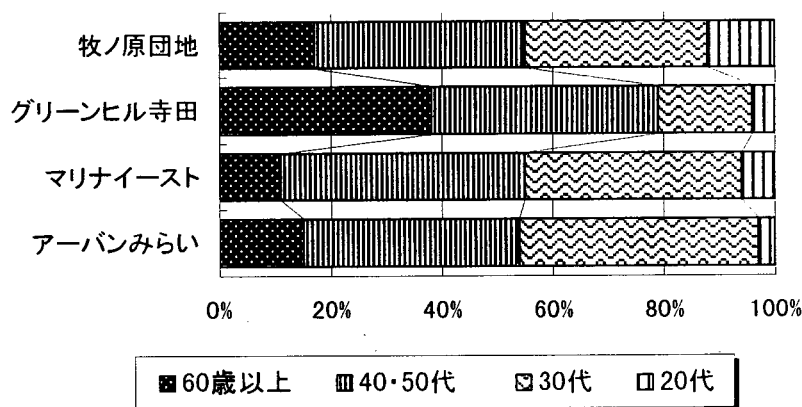


図3. 3 団地別年齢構成

3. 3 調査の結果

(1) 水辺の利用傾向

ここでは、現在住んでいる団地に整備されている水辺に行ったことがあるかどうかを尋ね、ある場合、ない場合のそれぞれの理由を尋ねた結果を示す。

結果を図3. 4、図3. 5、図3. 6に示す。

アーバンみらい東大宮、グリーンヒル寺田では、大部分の人が水辺に行ったことがあると答えているが、マリナイースト21、牧ノ原団地では行ったことがない人の割合が多くなっている。

次に、水辺に行く理由として全ての団地において「散歩・ジョギング等をするため」との回答が多く、つづいて「リラックスできるため」、「自然に触れられるため」との回答が多い。特に自然が豊かなアーバンみらい東大宮、グリーンヒル寺田では「自然に触れられる」ことを挙げる人が多い。一方、行かない理由としては、各団地とも「特に興味がない」と「その他」の回答が多い。「その他」の回答では、「時間がないこと」を理由に挙げている人が多い。

特に、マリナースト21では水のあ
る時期が夏季に限定
されており、水と接
する機会自体が少な
いこと、牧ノ原団地
では調整池が樹木や
フェンスに囲まれて
近づくことが難しい
こと、降雨のない時
期は水がないなど
「特に興味がない」
と居住者に思われて
いると考えられる。

上記の結果から、人々は調整池
などの水辺を散歩やジョギング
ができて、自然とふれあえる場所
と捉えている人が多く、水辺に精
神的な安らぎを求めている人も
多いことが確認できた。

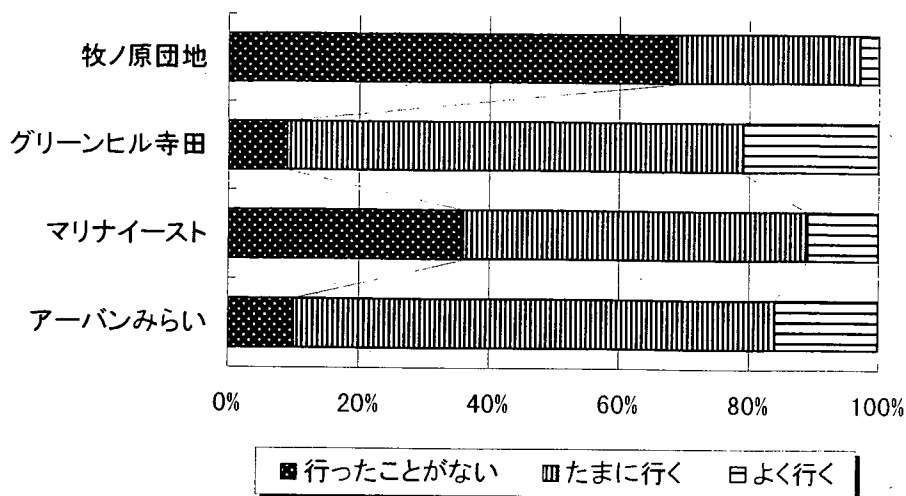


図3. 4 水辺に行ったことがあるか

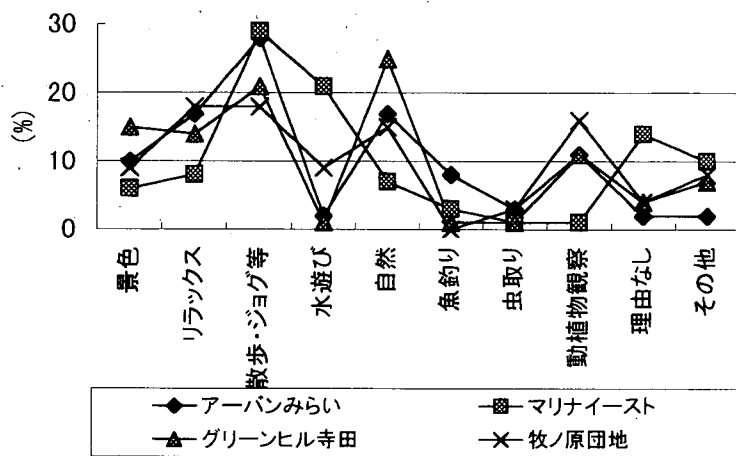


図3. 5 水辺に行く理由

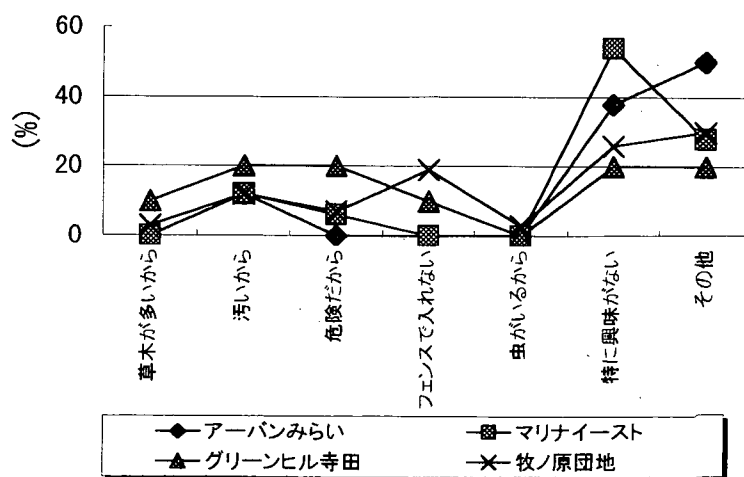


図3. 6 水辺に行かない理由

(2) 人が望む水辺

人々の理想とする水辺のイメージを具体的にするため、「水辺をどのように使いたいか」と尋ねた。その結果、「風景を楽しむこと」、「散歩する」、「休日にくつろぐ」など、いずれの団地でも心身のやすらぎを求める声が多い(図3. 7)。

また、「水辺に欲しい施設」(図3. 8)という質問に対して、各団地共通して「木陰のある樹林」、「自然な草むら」など自然環境や、「トイレ」、「休憩所」などの施設が挙げられている。しかしながら、動植物の観察施設やうっそうとした樹林はあまり望まれていない。

上記の両問いに対する回答において、団地間の差異がほとんど見られないことから、現在住んでいる住環境や自然環境、施設の形態には関係なく、人々が理想とする水辺は自然度の高すぎない適度な自然環境、あるいはくつろぐことのできる空間と考えられる。

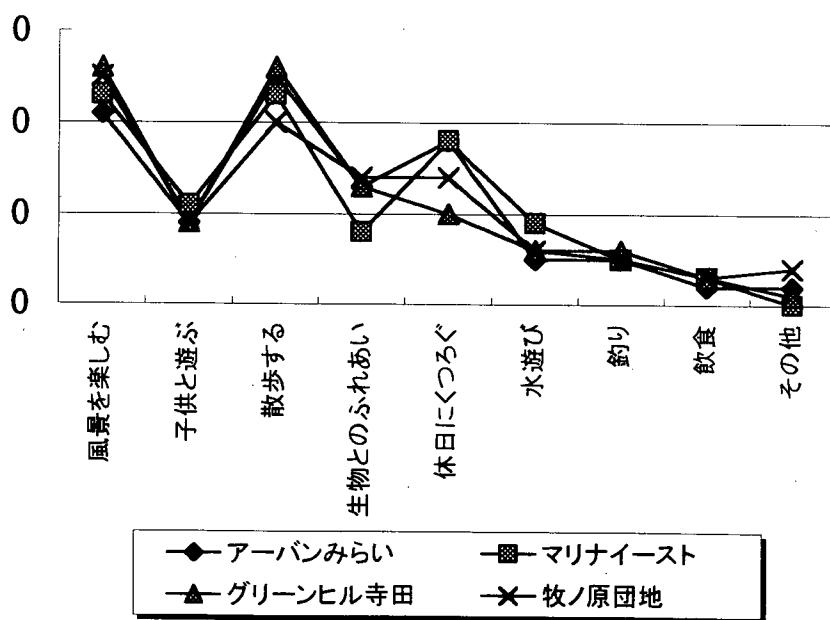


図3. 7 水辺をどのように使いたいか

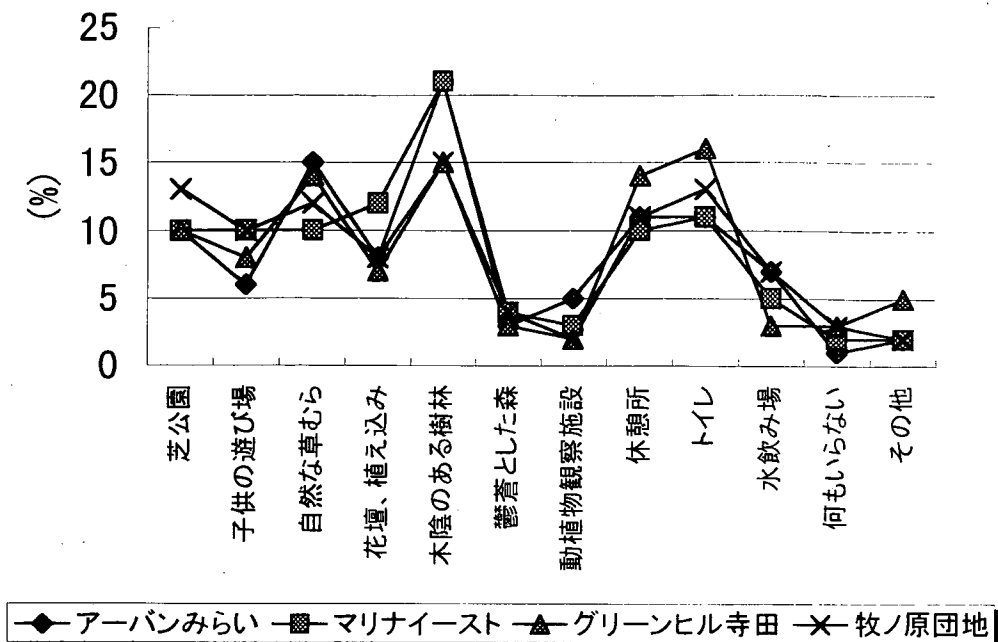


図3. 8 水辺に欲しい施設

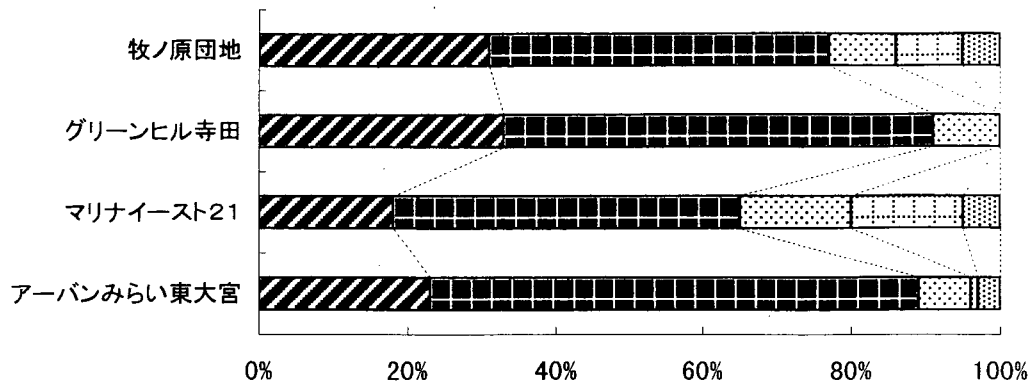
(3) 生物との共生意識

次に、人の利用の制限と生物の生息空間の保全との関係を問うことにより生物との共生意識を調べた。「水辺に生物のすめる環境があった方がよいか」（図3. 9）との問いに4つのレベルの回答を用意し、1つを選択させる方法で調査した。各団地とも「なるべく自然に近づけるが、部分的には人がくつろげる場所がある方がよい」と回答した人の割合が多く、続いて「人の利用は制限されてもできるだけ自然のままに多様な生物が生息できるほうが良い」となった。この両者を合わせるともっとも低いマリナイースト21でも65%を越え、グリーンヒル寺田、アーバンみらい東大宮では90%を超えた。これらの結果から、いずれも人間側のゆるぎる形で生物との共生関係を望んでいる。

さらに結果を詳細にみてみると、マリナイースト21、牧ノ原団地はアーバンみらい東大宮、グリーンヒル寺田と比較すれば、「人の利用できる快適な環境を中心とし、生物の住める環境にはこだわらない」、「人の利用が主で、生物がすめる環境も少しある方がよい」と考えている人が多いことが特徴である。つまり、人の利用を主に考える人が若干多いといえる。

それらの回答を考察するため、各団地の選定理由を調べてみた（図3. 10）。その結果、通勤・通学時間を団地選定理由にあげる人の割合がマリナイースト21では20%を超え、牧ノ原団地では15%といずれも高い。つまり、そもそもこれらの団地には通勤・通学といった人の利便性を重視する人が多く住んでいると考えられる。

以上の結果、都心に非常に近い団地に住む人でさえも、自然環境を優先する考え方が普及してきたことは興味深く、今後の都市域での整備の方向性を示すものと考えられる。



- 人への利用は制限されて、できるだけ自然のままに多様な生物が生息できるほうがよい
- なるべく自然に近づけるが、部分的には人がくつろげる場所があるほうがよい
- 人の利用が主で、生き物がすめる場所も少しあるほうがよい
- 人の利用できる快適な環境を中心とし、生物の住める環境にはこだわらない
- 特に意見はない

図3. 9 水辺に生物のすめる環境があったほうがよいか

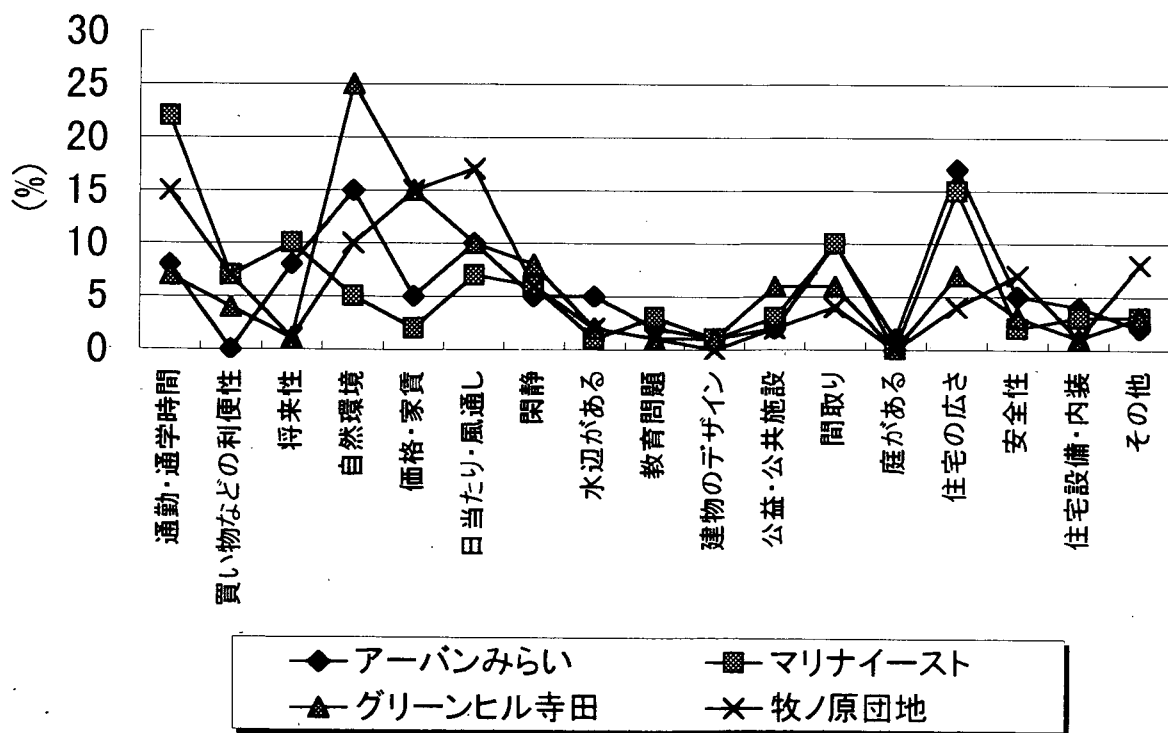


図3. 10 団地選定理由

最後に「水辺に生物のすめる環境があった方がよいか」との設問と、「現在、関心のあること」との設問のクロス集計結果を表3. 5に示す。その結果、水辺に生物のすめる環境を望む人ほど自然環境や環境問題に関心が高いという傾向が示された。

表3. 5 「水辺に生物のすめる環境があった方がよいか」と「現在、関心のあること」のクロス集計

(単位: 票)

	環境 問題	自然 環境	教育 問題	経済 問題	余 暇	住宅 問題	社会 問題	福祉 問題	政治 問題	文化 芸術	情報 化 社会	リサ イクル	その 他	合計
人の利用が制限されてもできるだけ自然が良い。	34 (17.6)	33 (17.1)	13 (6.7)	11 (5.7)	18 (9.3)	11 (5.7)	12 (6.2)	19 (9.8)	12 (6.2)	15 (7.8)	8 (4.1)	5 (2.6)	2 (1.0)	193 (100)
なるべく自然に近づけるが部分的に人が入れる。	48 (11.9)	46 (11.1)	41 (10.1)	36 (8.9)	34 (8.4)	37 (9.2)	41 (10.1)	35 (8.7)	19 (4.7)	26 (6.4)	19 (4.7)	15 (3.7)	8 (2.0)	404 (100)
人の利用が主で生物が住める環境もあった方がよい。	3 (4.6)	5 (7.7)	8 (12.3)	9 (13.8)	7 (10.8)	7 (10.8)	4 (6.2)	8 (12.3)	4 (8.2)	4 (8.2)	3 (4.6)	3 (4.6)	0 (0)	65 (100)
人の利用を中心に生物の住める環境にはこだわらない。	3 (7.0)	2 (4.7)	7 (16.3)	5 (11.6)	6 (14.0)	6 (14.0)	3 (7.0)	1 (2.3)	3 (7.0)	4 (9.3)	2 (4.7)	1 (2.3)	0 (0)	43 (100)
特に意見はない	2 (15.1)	1 (7.7)	1 (7.7)	1 (7.7)	1 (7.7)	0 (0)	2 (15.1)	0 (0)	1 (7.7)	0 (0)	1 (7.7)	1 (7.7)	2 (15.1)	13 (100)
合計	89 (12.4)	86 (12.0)	70 (9.8)	62 (8.7)	66 (9.2)	81 (8.5)	61 (8.5)	62 (8.7)	39 (5.5)	49 (6.9)	33 (4.6)	25 (3.6)	12 (1.7)	715 (100)

※ () 内の数値は合計を100とした%である。

3. 4 まとめ

都市域における人々が望む水辺をアンケート調査により調べた結果、以下のことが明らかとなった。

1. 水辺の利用形態

- 1) 風景を楽しむ。
 - 2) 散歩をする。
 - 3) 休日にくつろぐ。
 - 4) 生物とのふれ合い
- として利用する人々が多い。

2. 水辺で望む施設

- 1) 木陰のある樹林
- 2) 自然的な草むら
- 3) トイレ
- 4) 休憩所

3. 水辺環境に対する考え方

- 1) 人々は水辺を自然とのふれあいの場、あるいは安らぎが得られる場として捉えている。
- 2) 都心に非常に近い土地においても自然環境を優先する考え方が普及してきている。

これらの結果は今後の開発の方向性を示すものであり、人間と生物が共存していくという考えを明確に示すものといえる。

(参考文献)

- 1) 石川ら“各種水景施設の住民による利用傾向及び評価”日本建築学会計画系論文報告集第437号、1992.2
- 2) 長久保ら“都市住民の意識からとらえた水辺空間のもつオープンスペース効果に関する研究”日本建築学会計画系論文集第464号、1994.10、第468号、1995.2、第471号、1995.5
- 3) 山本ら“近隣居住者から見た「ため池」が保有する環境保全機能に関する研究、ランドスケープ研究58(5)、1995

第4章 生物と人との新しい関係

4. 1 都市域における鳥と人との関係

現在、我が国では人間の手が入っていない“自然”はほとんど存在していない¹⁾。すなわち、野生生物の多くは人と何らかの関わりを持ち、特に人間活動の中心となる都市域では、野生生物と人との関わる頻度・圧力ともに大きいと考えられる。

一般に生態系ピラミッドは生産者（緑色植物）を食べる第一次消費者、第二次消費者、…、高次消費者で形成されている。つまり、高次消費者の生息はその地域の生物多様性を示すある程度の指標と考えられる。なぜなら、高次消費者が生息していれば当然それら餌となる生物、またそれらの餌となる生物という具合にその地域における他の消費者の生息を示すからである。

我が国の都市域では人間と野性化したイヌやネコ等を除けば、生態系の頂点は鳥類と考えられる。近年、鳥類の研究の中で人間との関係を「距離」として捉え、鳥類が人間の存在や干渉に対してストレスを感じない距離を提案する試みかなされている^{2) 3) 4) 5) 6)}。その結果、鳥類は種によっては人間の接近を許す距離が異なり、小型鳥類で30～50m、大型鳥類で100～250m程度の距離と最低5～15haのヨシ原が必要であると報告されている。しかし、人間の干渉の激しい都市域の大河川でも、実際は多くの留鳥が生息し、渡り鳥が飛来している。この事実は鳥類の生息のためには広大な面積、距離の確保が必要であるということに疑問を抱かせる。

諸外国の報告によれば同種の鳥類であっても田園地帯と都市近郊を比較すると、田園地帯の方が人間の接近を許容する距離は長くなり⁷⁾、その警戒性が強いと報告されている⁸⁾。また、鳥類が人間を許容する距離には人間側の継続的な態度が重要な要因であり、さらに鳥類の逃避行動は体長と個体群の大きさに関係することを明らかにしている⁹⁾。

以上、既往の文献から都市域では鳥類と人間との間に新たな関係が生じていると推測できる。そこで、本章では、都市域と農村部の河川を対象に、鳥類と人との「距離」を測定し比較することで、「距離」に与える要因を導き出し、今後の都市域における人と生物との共存を目指した整備における方向性を検討することを目的とした。

4. 2 調査方法

鳥類は人間の接近に対して、「警戒 → 回避 → 逃避」といった一連の避避行動をとることが知られている^{3) 6)}。これらの行動を表4. 1に示すように判定することで各行動を開始した時点の測定個体（鳥）と調査者（人）との距離をそれぞれ警戒距離、回避距離、逃避距離と定義する（それらをまとめて避避行動距離とした）。また、人間の存在が鳥類に影響を与えない距離も測定し、これを非干渉距離とした。図4. 1はそれらの距離の概念を示している。なお、本文でいう距離は測定個体と調査者との斜距離である。解析に用いたサンプルは、表4. 1の基準で確実に判定できたものに限ったため、測定サンプル数が少ない種もある。

調査は避避行動距離および非干渉距離をそれぞれ測定した。測定にはノンプリズム型レーザー測距儀を使用し、記録は0.1m単位とした。調査の場所は、小貝川（現地調査年：1993年）、多摩川（現地調査年：1994年）において実施し、調査の時期は鳥類の繁殖期と越冬期とした。表4. 2に調査対象地の概要を示す。

測定方法は測定個体に対し、調査者3～5人でゆっくりと歩いて近づき、その避難行動とその時の調査者と個体との距離を記録した。その他、調査日時、天候、風の状況、光の射し込む方向のほか周辺の状況（調査者以外の有無、土地利用状況、水平的垂直的な位置）、測定個体の状況（確認した時の行動、場所の遮蔽度）も記録した。なお、群をなしている場合は各個体別に記録した。

表4. 1 鳥類の避難行動の分類

行動様式		行動判定基準
避難行動距離	警戒行動	‘警戒声を発する’ ‘飛び立つ直前の体勢をとる’ ‘注視する’ ‘採餌や轉りを突然止める’などの明らかな警戒行動をとった場合。
	回避行動	‘歩く’ ‘泳ぐ’ ‘茂みに飛び込む’などで短距離を移動し、人間の接近を回避する場合。人間との距離を維持しようとする行動も含む。
	逃避行動	人間との距離を拡大するために、その場から長距離を移動する場合。多くは飛翔によるが潜水（eg. カイツブリ）や走り去る（eg. バン）場合もある。
非干渉距離		人間の存在に気づいているが、採餌、羽づくろい、轉りなどの行動に影響を与えない距離。避難行動をとった個体が降り立った地点と人間との距離も含み、これは避難行動を終了した時点で人間との距離を十分に確保したとの解釈に基づいている。

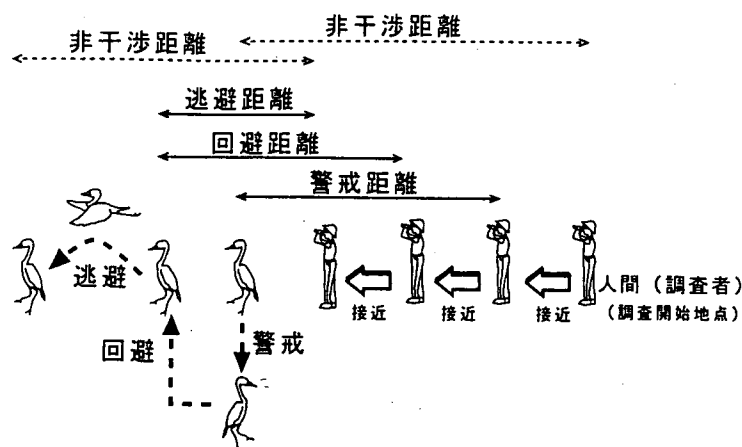


図4. 1 人間と鳥類の距離の概念

表4. 2 調査対象地の概要

河 川 名	利根川水系小貝川*	多摩川
調 査 区 間	利根川合流点（茨城県取手市）～直轄管理区間北端（栃木県真岡市）	万年橋（東京都青梅市 河口から61.8km 地点）～多摩川河口（0.0km 地点）
土地地用的位置づけ	農 村 域	都 市 域
周辺の主な土地利用	農 耕 地	住 宅 地
人間による河川空間の利用頻度	小	大
狩 猟 に 有 無	有り（10月から3月）	無し（狩猟禁止区間**）

* 糸織川、大川、利根川本線でのデータも若干含む。 ** 罾、猟銃等を用いた鳥獣殺傷の禁止区間。

*** 調査対象地を含む多摩川周辺は1年を通して銃弾禁止区域である。

4. 3 調査結果

調査によれば、小貝川では50種、1,916サンプルが、多摩川では63種、5,041サンプルが得られた。ただし、意志を持つ‘生物’が対象であるため、これらのサンプルの中には極異な特異値が存在する可能性も高い。そのため解析には既存研究でもよく用いられる特異値に左右されにくい中央値を用いた⁹⁾。

表4. 3は鳥類の体長およびハビタット別にグルーピングした表である。図4. 2は小貝川、多摩川における鳥類の種と各避襲行動距離別との関係を表している。図4. 3は小貝川に対する多摩川での避襲行動距離および非干渉距離の比率を表している。以下に、結果を示す。

1) 地域による違い

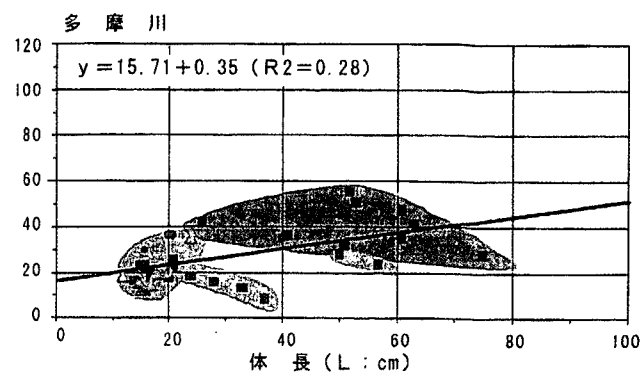
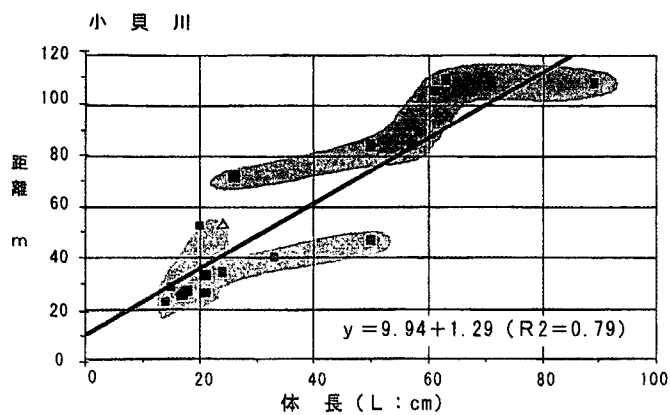
鳥類の各避襲行動距離を小貝川、多摩川といった地域に着目してみると多摩川と小貝川では鳥類の体長と各避襲行動距離の分布傾向は類似している(図4. 2)。また、小貝川に対する多摩川の各避襲行動距離の比率をみると、多摩川における鳥類の各避襲行動距離は、小貝川に比べ平均50~70%に短縮している(図4. 3)。

2) 種の特性による違い

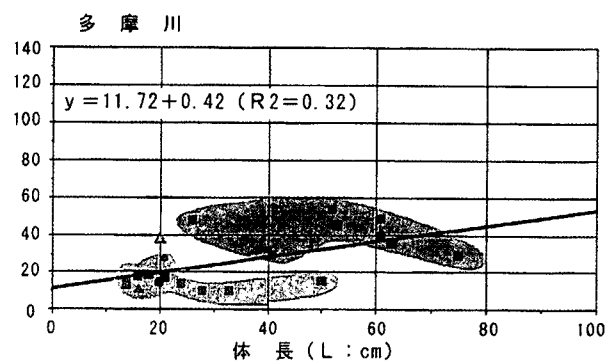
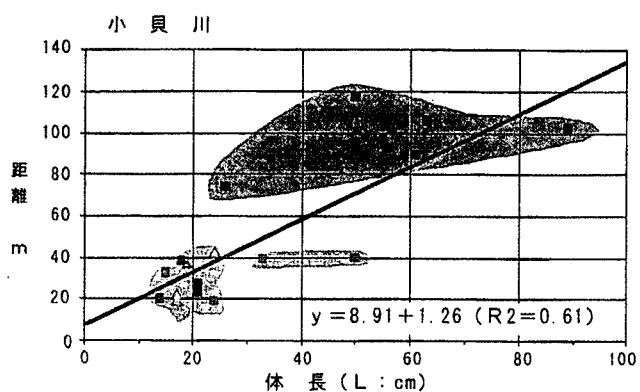
図4. 2には鳥類の体長、ハビタット等の種に着目し、鳥類の各避襲行動距離と体長の関係をグループ別に1次回帰分析した結果も併記している。回帰分析から、小貝川における警戒、回避、逃避距離と鳥類の体長との関係は相関係数が0.6~0.8と比較的高いものに対して、多摩川では逃避距離を除いて相関性は低い。また、小貝川、多摩川ともに各距離においてハビタット別のグループ分布で特徴的なのは、カモ、サギ類のW1とツバメ、スズメ等のUである。W1は、概ね回帰直線を基準として高い位置を占め、最も広い分布域を持つ。これに対し、Uは概ね回帰直線を基準として低い位置を占める。W2、S、T、C、Fは、ほぼ回帰直線付近に集中する。回帰直線の傾きは鳥類の体長の増加に対する各避襲行動距離の増加を示すもので、W1とUに表れるように鳥類の種によって体長と避襲行動距離の関係が異なることを示している。大型の鳥類(ダイサギ、カルガモ等)ほどその距離は長くなり、小型鳥類ほど短くなる傾向がある。

表4. 3 鳥類の生態的空間によるグルーピング

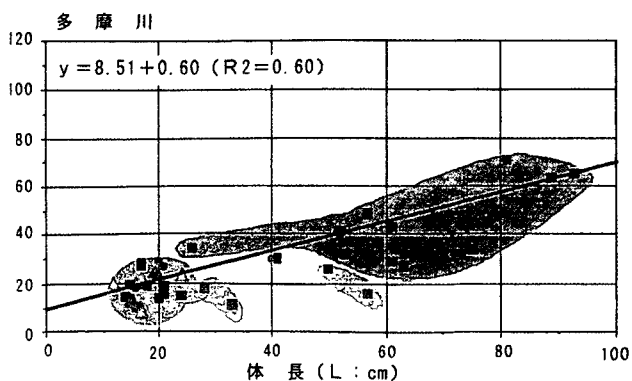
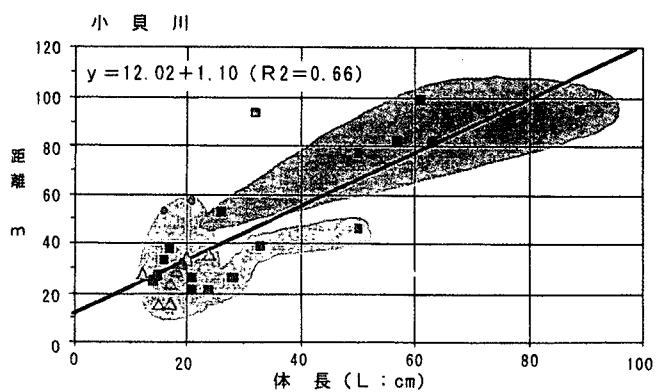
グループ	生態的空間利用	代表種
W1	水面を利用する種	カモ類、サギ類
W2	河辺や湿地などに依存する種。W1と比べて遮蔽された空間を利用	セキレイ類、カワセミ、オオヨシキリ
S	河川の開放空間である砂礫地や中州などを利用する種	チドリ類
T	河口部の解放空間である干潟を利用する種	シギ・チドリ類(多摩川のみ)
C	特に河川・湿地に依存せず、草原・農耕地などを利用する種	ヒバリ、カシラダカ、ツグミ
F	主に樹林空間を利用する種	シジュウカラ、シメ、アオジ
U	都市空間を利用する人間依存種。人間との関わりが深い種	ツバメ、スズメ、キジバト



(a) 警戒距離



(b) 回避距離



(c) 逃避距離

図 4. 2 場所別、鳥類種別の回避行動距離

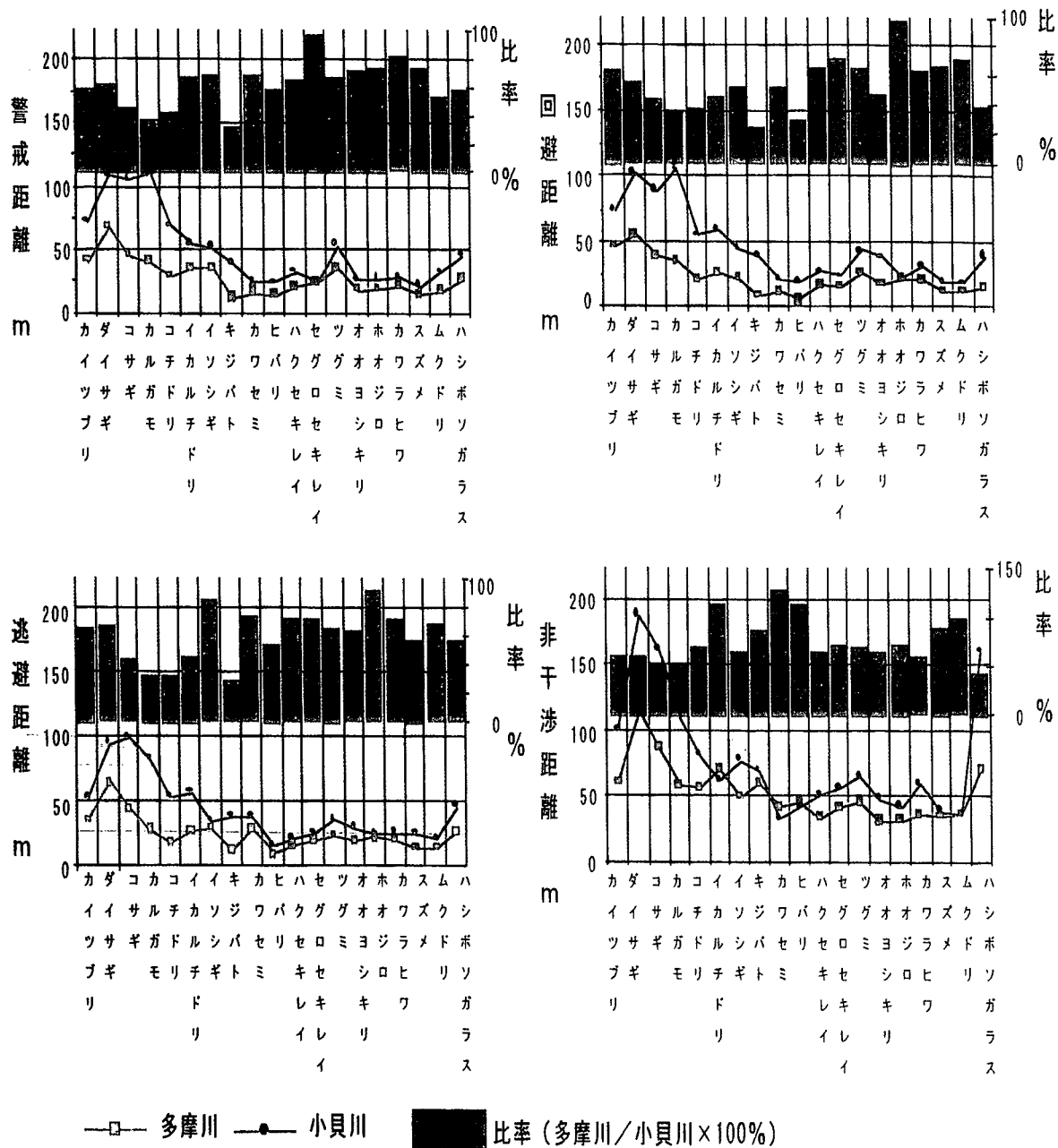
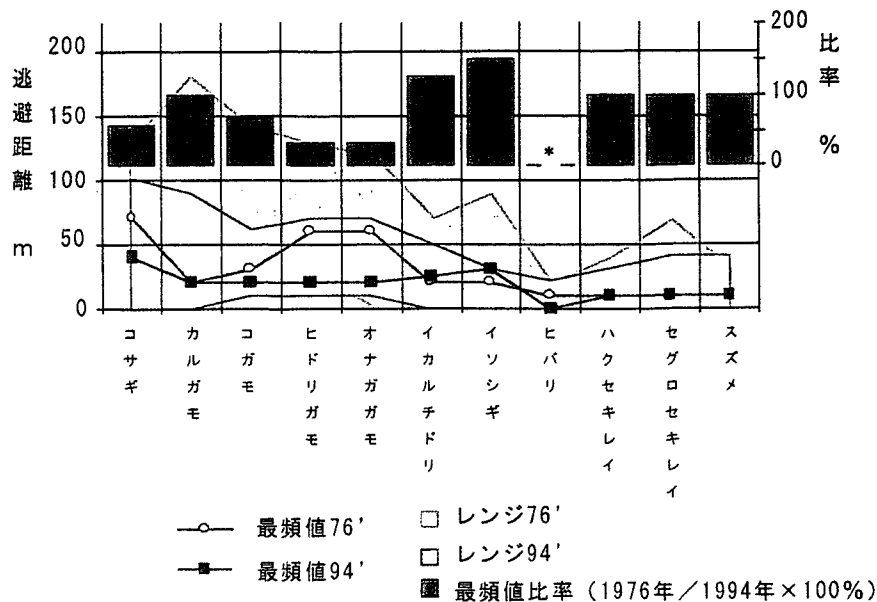


図4. 3 小貝川に対する多摩川における回避行動距離、非干渉距離の比率

3) 経年的変化

多摩川において1976年に11種の鳥類を対象に、ここでいう逃避距離に該当する「飛び立ち距離」を測定した572サンプルをまとめたデータがある³⁾。図4. 4は鳥類の回避行動距離の経年的変化を調べるため、1994年の測定結果を既存データと同じ10mきざみ分布に変換して最頻値と頻度分布のレンジ(最大値と最小値の幅)を示した。

その結果、最頻値は、カルガモを除いた大型でW1に属する鳥類では30～60%の距離に短縮されている。その他の小型鳥類は、S属に属するイソシギ、イカルチドリがやや増加しているものの、最頻値の値は大きな変化がないといえる。逃避距離のレンジに関してもほぼ同様で、カルガモ類を含む大型でW1に属する鳥類でレンジの縮小が著しいという傾向を示している。すなわち、この20年間で、ほとんどの鳥類で逃避距離が短縮されていることが確認できた。



* 最頻値0mのため比率は求められないが、逃避距離レンジおよび頻度分布ともに1976年と大きな変化はない。

図4. 4 1976年と1994年の逃避距離の比較 (多摩川)

4. 4 鳥類と人との距離の決定要因

調査の結果、鳥類と人間との関係を距離という数値で捉えた場合、①地域による相違 ②種の特性による相違 ③経年的な相違と大きく3つの特徴があることが確認された。それらの結果から鳥類と人間との距離に与える要因を解析することとする。

日本野鳥の会では表4. 4に示すように環境、気象の要因以外にも、鳥類の側、人間の側の要因が鳥類の避難行動を引き起こし人間との距離を決定するとしている。

ここで、鳥類の避難行動における鳥の側、人間側の要因について考えてみる。鳥類の人間に対する「認識」とその能力については、「人間がまっすぐ巣に向かって歩いているか、巣をそれぞれ通り過ぎるか」や「慣れている周辺の人間と慣れていない例えば調査者の行動」を識別すること⁷⁾、「遊ぶ幼児にはまったく警戒を示さず、調査者に対しては強い警戒を示した」こと、「毎日観察に訪れた調査者にはほとんど警戒を示さなくなった」、「時々、土手に上がる近所の住民には警戒を示した」こと、「ハンターや農作業をしている人や調査者を識別している」こと¹⁰⁾などの報告がある。海外でも狩猟圧を受ける渡り鳥は狩猟圧のないインドの留鳥と比較すると人間との距離が長くなることから、「迫害のない場所においては、鳥類は人間の存在に馴れ、人間がかなり近くに接近するまでは飛び立つことはない」と結論づけ、鳥類と人間との距離には、人間の鳥類に対する行動が大きく関わっていると推定している⁹⁾

これらの報告は、鳥類には基本的に「人間＝危険」という「認識」があり、「危険な人間」と「危険ではない人間」に対して高い認識能力のもとに識別することができるといえる。さらに「危険ではない人間」に対してはより接近を許すということも示している。

表4. 4 鳥類と人間との距離に関わる要因

要 因	事 象
鳥 の 側 の 要 因	警戒性、集合性、馴化、生息場所、生息時期、土地執着性、心理的なもの
環 境 要 因	面積、地形、植生
気 象 要 因	天気の状態、風の強さ、日差しの具合
人 間 側 の 要 因	人数、活動

表4. 5は本調査結果をまとめたもので、既往の文献から鳥類の認識能力を考慮すれば、鳥類と人との距離を決定する要因を以下のように推定できる。

①の地域による相違は、多摩川に生息する鳥類は周りを「危険でない人間」に馴れているため、小貝川のように狩猟王があり「危険な人間」が多い場所に生息する鳥類よりも人間の接近をより許容し、距離が縮小していると推定できる。②の種の特性による相違は、各個体や固体群レベルで人間の接近をどのくらい許すようになるかは、種の特性（機敏性、空間利用形態、ハビタット、体長など）が大きく影響すると推定される。③の経年的な特性による相違は、人間が鳥類に対する「危害を加えない」態度を経年的に維持し続けることによって、鳥類は人間の接近を許すようになると推定される。

表4. 5 調査結果の特徴とその要因

特 徴	調 査 結 果	推 定 で き る 要 因
①地域による相違	小貝川に対する多摩川での距離の短縮化。特に狩猟対象となる大型鳥類の距離の短縮化。	人間との接触頻度。 狩猟王の有無。
②種の特性による相違	大型鳥類 (W1) の分布位置の高さと低下。 都市鳥 (U) の分布の低位置。 体長と距離の相関性	鳥類の人間に対する馴化・戦略
③経年的な相違	1976年に対する1994年の距離の低下。	人間の存在への馴化、危害を加えない態度の積み重ね

上記の経年的な相違から鳥類の「人間＝危険」に対する認識は不変的なものではなく、人との関わりで変動していくことが確認された。すなわち、鳥類の認識の変化が距離の短縮という値で示されていると考えられる。鳥類が人間の接近をストレスとして「認識」していることは、鼓動の変化などの代謝機能の活性化などによって証明されている⁹⁾。そこで、鳥類と人との関係を求める場合、鳥類の心理的な葛藤が大きく関わっているため、鳥類の馴化を考慮したモデルを検討してみる。

鳥類が「安全」を認識すると考えられる非干渉距離を用いて再度、鳥類のグルーピング化を試みた(図4. 5)。表4. 6は小貝川に対する多摩川での避襲行動距離の短縮率と非干渉距離から鳥類をグルーピングした表である。表中Ⅱ～Ⅳ型が、全体の平均値約60%前後に狭い分布幅をもつのに対して、Ⅰ型およびⅤ型は広い分布幅をもっており、避襲行動距離の短縮に対して非干渉距離の短縮は小さいことを示している。

Ⅰ型に属する鳥類のうち、カルガモ、キジバトは狩猟対象種であり、小貝川に対する多摩川での避襲行動距離の著しい短縮は狩猟王の消失による「馴化」を示していると考えられる。

Ⅴ型に属する鳥類にはスズメ、ムクドリといった都市鳥や近年、都市鳥化の傾向が著しいカワセミ、ヒバリ

が含まれている。すなわち、V型は都市適応のための‘戦略’的な‘馴化’、つまり人間の接近というストレスに耐えうる限界まで接近を許し、限界を超えた場合に十分な距離を保つという戦略的な馴化を示していると考えられる。

Ⅲ型およびⅣ型は大型で狩猟の対象とならない種と小型鳥類が該当し、いずれも小貝川に対する多摩川の避難行動距離は短縮される。これは多摩川における人間の河川利用など人間の危害を加えない態度に対する‘馴化’の方向性を示していると考えられる。

ただし、Ⅳ型の比率は70～90%を示し避難行動距離の低下は少ない。おそらく種としての警戒性が高く、‘馴化’の影響を受けにくい種群であると考えられる。

Ⅱ型は、典型的な都市鳥であるハジブトガラスのみで構成されている。Ⅲ型およびⅣ型の分布型に類似しているが、非干渉距離は著しく短縮される。カラス類やカモ類などの大型鳥類の心理的な発達、小型の鳥類よりも大きく¹⁰⁾、同じ都市鳥でも小型鳥類のグループであるV型よりも「人間=安全」の「認識」が高いためではないかと推測される。

以上、小貝川に対する多摩川の避難行動距離の短縮率から鳥類をグルーピングし、それぞれの馴化の要因をまとめモデル化すると図4. 6で示される。

鳥類と人との距離は、都市化の影響（人側の要因）、種が持っている生態的特性（鳥の側の要因）が鳥類の馴化を招くことで大きく影響される。すなわち、鳥類との距離は人（安全な）との接触頻度で変わること示した。

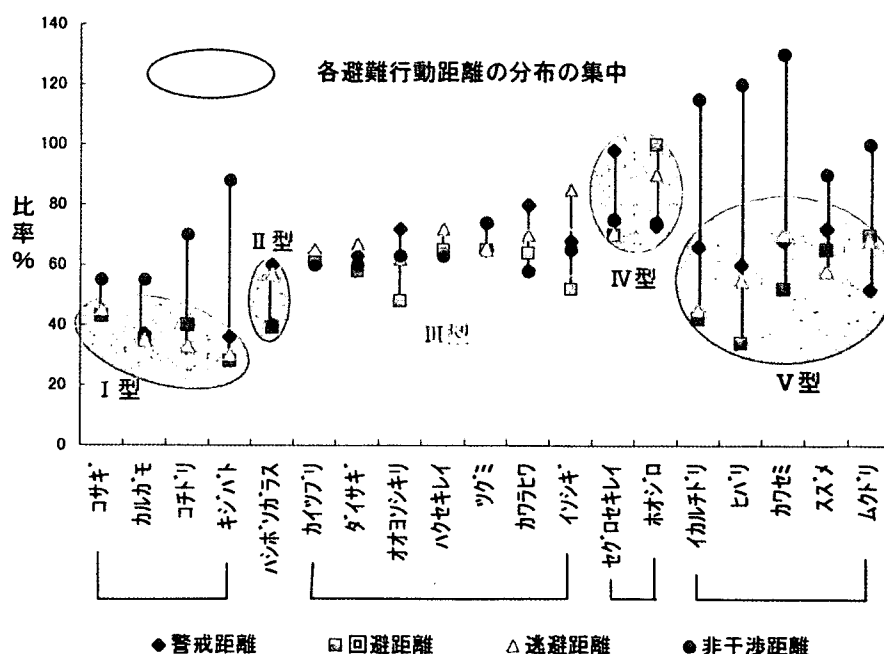


図4. 5 小貝川に対する多摩川の避難行動距離の比率と類似性

表4. 6 馴化の方向性と類型化

類型化	構成種	小貝川に対する多摩川での各避襲行動距離の短縮状況
I	コサギ、カガモ、コトドリ、キジバト	避襲行動距離の短縮率が30%~40%程度 非干渉距離の短縮率が60%~90%程度
II	ハブガラス	避襲行動距離の短縮率が40%~60%程度 非干渉距離の短縮率が40%程度
III	カツブリ、ダイサギ、オオヨシサギ、ハシロ キイ、ツグミ、カササギ、イソギ	避襲行動距離の短縮率が概ね60%程度 非干渉距離の短縮率が60%~70%程度
IV	セグセグイ、オオソコ	避襲行動距離の短縮率が概ね70%~90%程度 非干渉距離の短縮率が70%程度
V	カササギ、ヒバリ、カササギ、スズメ、 ムクドリ	避襲行動距離の短縮率が類型化III型と同様に60%程度 非干渉距離の短縮率がほぼ100%かそれ以上

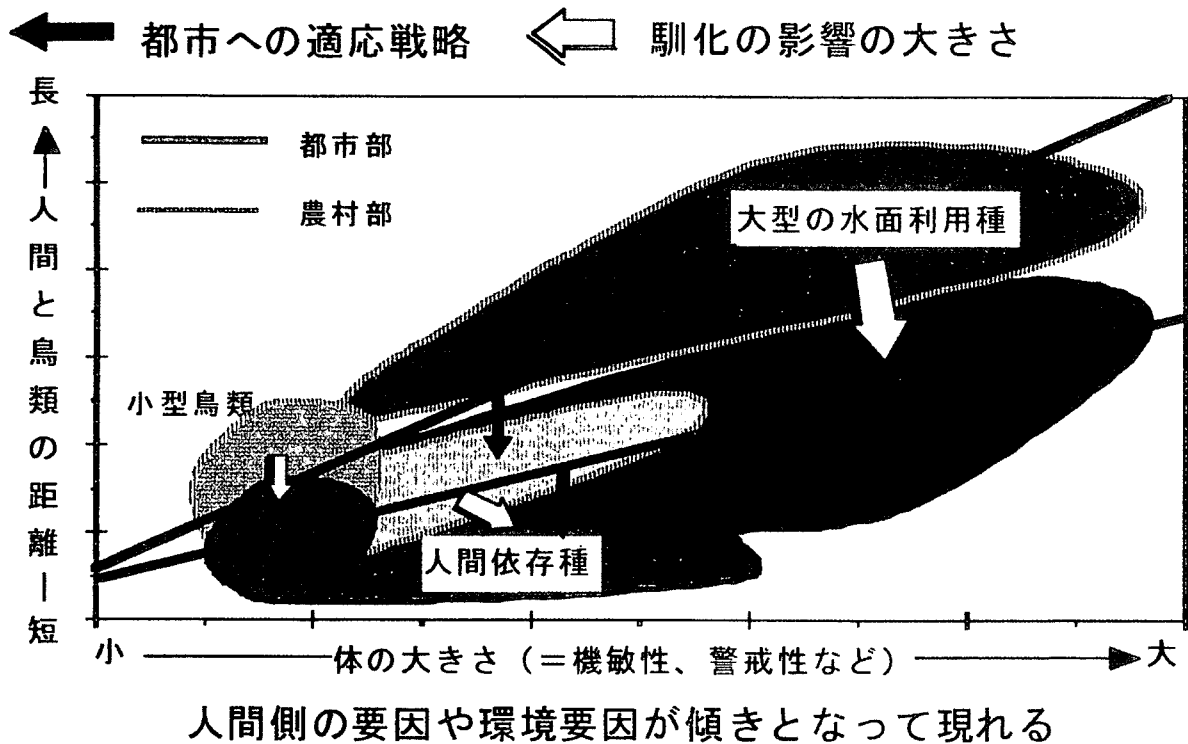


図4. 6 鳥類と人との距離を決定する要因

4. 5 鳥類の生息環境からみた水辺整備

鳥類が1つのビオトープ内で採餌、営巣、産卵、休息、逃避などの全ての行動を行うことは難しい。数ha程度の調整池では鳥類の行動は採餌、営巣、休息と考えられる。そこで、代表鳥類を選定し、鳥類の食性、営巣場所に配慮した水辺の整備を検討する。

代表鳥類は我が国の河川中流部やその周辺に生息し、特定の環境との対応が際立っている種を除外し、1つの属からは代表種を1種にとどめ、繁殖期に河川（水辺）と関わる種の中から16種を選定した（表4. 7）。

表4. 7 選定鳥類16種

NO	科	属	
1	ウ	ウ	カワウ
2	カイツブリ	カイツブリ	カイツブリ
3	カモメ	カモメ	ユリカモメ
4	カモメ	アジサシ	ゴアジサシ
5	カワセミ	カワセミ	カワセミ
6	ガンカモ	マガモ	カルガモ
7	クイナ	バン	バン
8	サギ	シラサギ	コサギ
9	サギ	サギ	ゴイサギ
10	シギ	クサシギ	イソシギ
11	セキレイ	セキレイ	セグロセキレイ
12	チドリ	チドリ	コチドリ
13	ヒタキ	シキリ	シキリ
14	ヒタキ	セッカ	セッカ
15	ヒバリ	ヒバリ	ヒバリ
16	ホオジロ	ホオジロ	ホオジロ

①食性と採餌場

鳥類の生息場所として、餌と採餌場は重要である。一般に鳥類は様々な食性の種に分かれており、同じ科の中でも異なる食性の鳥も多い。鳥類の食性は虫食性、魚食性、草食性に分けられる。しかし、単一の物のみを食べている種は少なく、魚や水生昆虫、カエル、バッタ、植物の種子などをその場の状況に応じて採餌している。また、鳥類は体の機能と深く関わった食性をしており、例えば、長時間の潜水が可能なカワウやカイツブリは主に魚類を餌とし、くちばしの長いシギ類は干潟や河原などでゴカイやカニ、水生昆虫などを掘って食べる。図4. 8、9は鳥類の採餌方法及び採餌場を示している。図のように鳥類は種によって採餌方法、採餌場が異なるため、より多様な鳥類種の生息には多様な空間が必要になる。

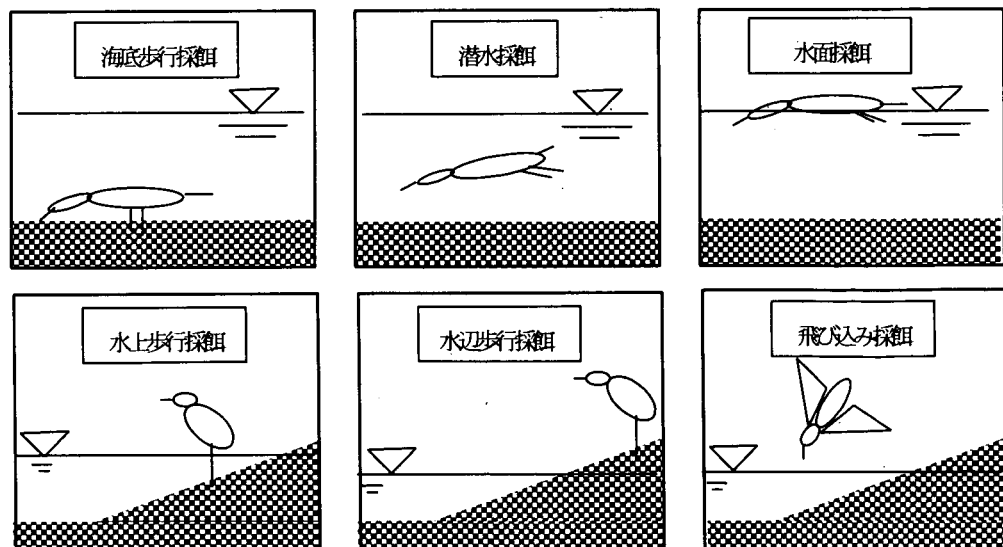


図4. 8 鳥類の採餌方法

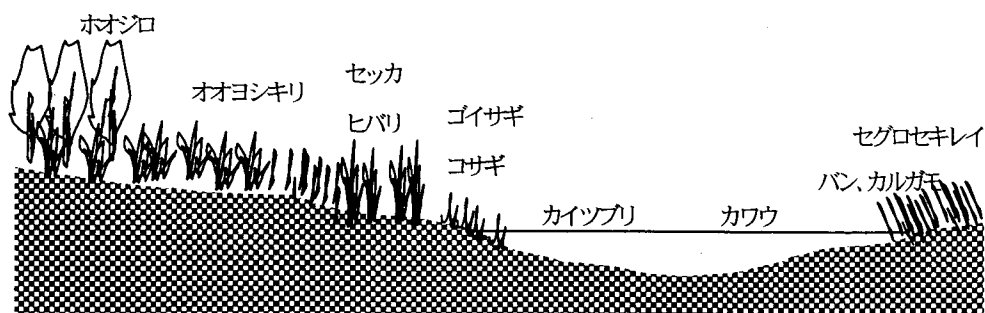


図4. 9 代表鳥類の採餌場

②植生と営巣場

代表鳥類16種について、植生と営巣場との関係を図4. 10に示す。鳥類は主に植生を材料とした巣を作ることや、植生に隠れて営巣するため植生と営巣場は密接に関わる。植生によって鳥類の営巣場所が決められている。すなわちより多くの種の植生が生息するほど営巣が可能となる鳥類種も増加する可能性が高いといえる。

	裸 地	草 地		樹 林	
		低木	高木	低木	高木
水面・水中		カイツブリ バン	カイツブリ バン 材刈		
湿 生		カイツブリ バン カガモ イサギ		ホオジロ	ホオジロ イサギ カガモ
乾 性	ホオジロ イサギ	セグロセキレイ ヒバリ			

図4. 10 代表鳥類の植生と営巣場の関係

③鳥類がみた水辺の整備

鳥類がみた水辺の整備は①、②に示した採餌場、営巣場が種により異なることから、より多様な空間が必要になる。また、第一章でも示したように多様な生物種の生息には空間の広さの確保も必要となる。空間の広さに関しては鳥類が安心して生息できる十分な距離や生息環境を確保することは望ましいが、都市域ではほとんどの場合、その確保が困難となる。また、空間や距離を確保したのに人間が遊びやみに往来しては鳥類の非干渉距離の限度を越え、安心して生息できない。従って、限られた空間で生物の保全（ビオトープの創出）と人

間の利便性の両立を図るにはゾーニング（区分け）が効果的となる。^{11) 12)}

例えば、生物の保全のみを目的とした生物保全ゾーンと人が生物とのふれあいに配慮し公園的に整備する人為地帯とに区分けする。ただし、人為的影響を低減するために、その間には、茂み（ブッシュ）や樹木によって緩衝地帯（バッファゾーン）を設置する。また、生物保全ゾーンは人の立ち入りを出来るだけ制限し、ビオトープ空間を確保するようにするなどである。

4. 4では安全な人間の接触頻度が高まると鳥類は馴化し、鳥類と人間との距離は短縮することが確認できたが、実際の都市域では全ての人間は安全ではないし、種によっては馴化の難しい種も存在するため、人間の接触頻度を減らす方向による整備が良いと考えられる。

4. 4 まとめ

本章では生態系における高次消費者である鳥類と人間との関係を「距離」を指標に、地域による違い、鳥類の種による違い、経時的な違い（20年前と比較）を調査した。その結果、鳥類と人間との関係は環境、気象条件以外に以下に示すように鳥と人間の側の要因があることが明らかとなった。

1. 鳥の側の要因としては機敏性、警戒性など鳥類の種が持つ生態的な特性が大きく影響している。
2. 人間側の要因としては人間の狩猟圧、接触圧が大きく影響している。つまり、都市化は一部の鳥類に対する人間の狩猟圧を低下させ、さらに、安全な人間の接触圧を増加させた結果、鳥類の人間に対する認識に変化をもたらしたことが大きく影響している。
3. これらの結果は、鳥類と人との関係は不変なものではなく、都市域のような鳥類にとっての避膜距離など十分に確保できない場所においても種によっては馴化することで適応してきた。
4. ただし、馴化の難しい種も存在しているため、実際の整備においてはゾーニングを行い、人の立ち入りを制限した空間の創出、あるいはその周囲には人の干渉を低減する施設の設置などの工夫が必要である。

(参考文献)

- 1) 日本生態系保護協会：ピオトープネットワーク 都市・農村・自然の新秩序
- 2) 長野ま：人や自動車の接近に関するナベヅルとマナヅルの反応、Strix11, pp179-187, 1992
- 3) 高田：鳥類の生息に対する人の影響距離、淀川河川博調査報告書、pp28-34, 1976
- 4) 田則：多摩川流域における鳥類、昭和51年度都市河川汚染実態調査報告書2, pp151-218, 1997
- 5) 関東地方建設局京浜工事事務所・株式会社プレック研究所：相模川鳥類生態調査報告書、pp51-53, 1980
- 6) 日本野鳥の会：野鳥に対する人間の干渉距離、葛西海浜公園野鳥生息現況調査報告書 昭和54年度 pp71-79, 1980, 昭和55年度 pp43-45, 1981
- 7) Cooke, A.S.: Observations on how close certain passerine species will tolerate an approaching human in rural and suburban areas. Biological Conservation, Vol.18, No.2 pp85-88, 1980
- 8) Knight, R.L.: Response of nesting ravens to people in areas of different human densities. Condor. 86, pp345-346, 1984
- 9) Burger, J. and Gochfeld, M. : Human Distance and Birds : Tolerance and Response Distances of Resident and Migrant Species in India. Environmental Conservation, Vol.18, No.2 pp158-pp165, 1991
- 10) Lorenz, K : THE SOLOMON 'S RING, 早川書房, pp152-174, 1983
- 11) ピオトープの計画と設計 - 生物生息環境の創造 - : 工業技術会, 1997.2
- 12) エコロジカルポンド計画・設計の手引き：社団法人雨水貯留浸透技術協会, 1997.4, 山海堂

第5章 ビオトープ調整池の事例

5.1 既設ビオトープ調整池の整備概要

第3章のアンケート調査によれば、埼玉県大宮市にある深作遊水地内 A 調整池が住民の望む水辺に最も近いことが明らかになった。そこで、本章では深作遊水地内 A 調整池の整備概要を紹介するとともに整備後の生物量調査を実施し、その結果を解析することで今後のビオトープ整備を検討する。

深作遊水池は当初、綾瀬川支川の一つである深作川において河川管理者である埼玉県が治水対策の一環として調節池を計画していた。一方、住宅・都市整備公団においても当地区に団地（アーバンみらい東大宮、面積約 28.8ha、戸数約 2,600 戸）を計画しており、団地を造成するにあたって雨水排水の抜本的な改善を図る必要があった。そのような過程で昭和 52 年に治水対策と住宅団地の開発を併せて行う「深作川多目的遊水地事業」の適用を受け、平成 5 年に完成している。

表 5. 1 に遊水地整備事業の全体概要の諸元を示す。

表 5. 1 深作川遊水地整備事業の概要

確率規模	流域面積	河川延長	調節池面積	調節容量	調節流量	調節方式
W=1/10 (217mm/48hr)	9.91km ²	3.5km (綾瀬川支川)	31.6ha (調整池 5 カ所)	710,000m ³	調節前 47m ³ /s ピークカット量 20m ³ /s	自然越流 方式
事業施設	河道、調節池、護岸、管理道路、越流堤、池内水路、排水機場、 止水壁工、樋管等					

続いて平成 2 年に、当地区は生物保全、公園など地区内をゾーニングした「良好な住宅地の形成及び自然環境の保全を目標とした地区計画」が決定された。

一方、深作川遊水地整備事業にかかる当地区での調節容量は開発区域内の湛水量 326,860m³ と造成に伴う調節容量 38,200m³ の合計 365,060m³ の確保が必要となった。そこで、地区内に調整池を 3ヶ所に設置することで(A, B, C 調整池) 必要調節容量を確保するよう計画した。

住宅地の後背地に位置する A 調整池は親水性と生物保全の観点から常時水域を持たせ、ビオトープ型の整備がなされた。また、冠水頻度が 10 年の B 調整池、冠水頻度が 30 年の C 調整池は土地の有効利用を図るため平常時はそれぞれ公園、小中学校のグラウンドとして利用できるような形状としている。なお、A, B, C 調整池の関係は図 5. 1 に示した。

図 5. 2 は A 調整池の平面図である。調整池中央部ではほぼ 90 度に屈曲した形状をしており、降雨時には隣接した住宅地からの雨水の流入がある。なお、深作川に接する一部分が越流堤となっており、冠水頻度 1 年の確率で深作川からの流入がある。調整池は北西から南へと緩やかな流れがあり、下流には沈砂池が設置されている。沈砂池の最下流部には排水機場が設置されており調整池内水位がある一定の水位になると自動的にポンプが起動し

深作川へ放流される。また、調整池の護岸、周辺は生物保全に配慮していくつかのビオトープ型整備がなされた。その内容を表5. 2にまとめた。

表5. 2 深作遊水池の整備概要

	項 目	概 要
A 調 整 池	基準高	・ 調整池の底盤高：荒川基準面高 AP450（沈砂池部）
	勾配	・ 河川勾配：1/2,000
	常時水域面積	・ 約 35,000m ²
	水深	・ 0.2～1.0m
	流域面積	・ 170,000m ²
	土質処理	・ 底質：一部、厚さ 30～50cm の土質安定処理（セメント系）
	掘削土	・ 堤体が緩傾斜になるよう盛土として利用
	ビオトープ整備	・ 調整池南側沿いは歩道として整備し、鳥類が観察できる。 ・ B調整池側の護岸工事は自然石を使用した。 ・ 当地区は元々河川の氾濫により生じた沼沢地であるため、盛土部分には自然復元を図り植栽を施さなかった。 ・ 堤体斜面にはハンノキ、クヌギ、ミズキ等樹液のある樹木を植栽することで昆虫などの誘致を図った。 ・ 調整池の中程には鳥類を誘致するため中島を設置した。 ・ 島の周辺は水深を浅くした。 ・ 鳥類が休息できるよう杭を数カ所に設置した。 ・ 鳥類を観察できるデッキを設置した。 ・ 浮島、自然石、魚巢ブロック、乱杭を追加設置した。
B 調 整 池	ビオトープ施設等	・ 冠水頻度が比較的少ないのでイベントが行える多目的広場とし、展望塔と木製デッキを設置した。 ・ 広場の片側には“せせらぎ”を配し、イチリンソウ、サンショ、ムラサキシキブ等、蝶などの昆虫が集まる草木を植栽した。 ・ 堤体は緩傾斜法面にして、ケヤキ、エノキ等の高木や、アオキ、ナンテン、ネズミモチ等、小鳥の好む実のなる木々を植え、郷土の森の再生を図った。
C 調 整 池	公園施設	・ C調節池は冠水頻度が非常に少ないので、公園緑地部分と小学校のグラウンドとした。 ・ 公園は子供の遊び場とスポーツ広場となるよう主にダスト舗装と草地とし、シーソー、砂場、木製遊具を設置した。 ・ トイレは、冠水時の水位、通勤・通学時の利用動線を考慮して法肩部に設けた。また、緩傾斜法面には、B調整池から連続する植栽を施した。

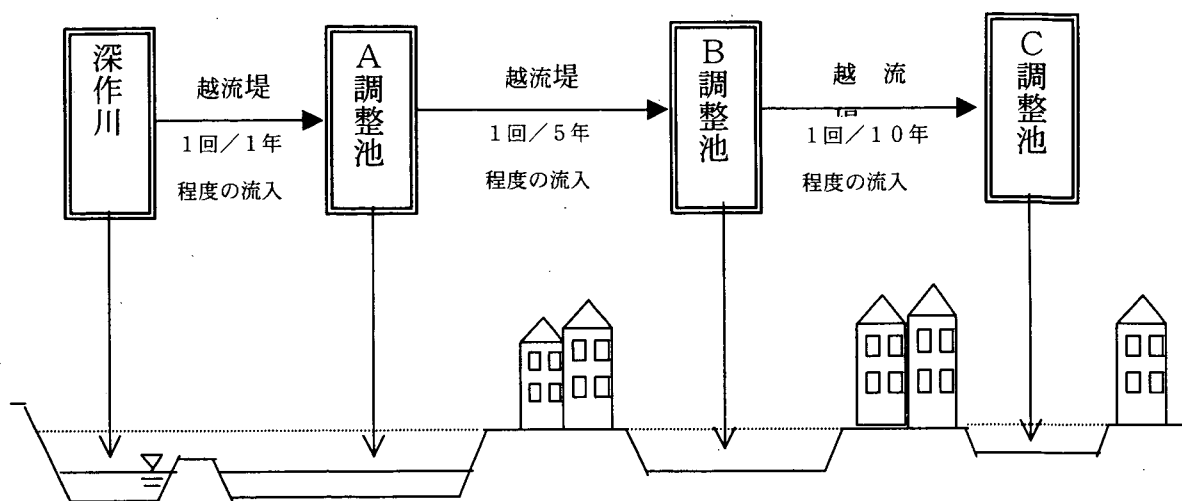


図5. 1 深作本川と各調整池との関係

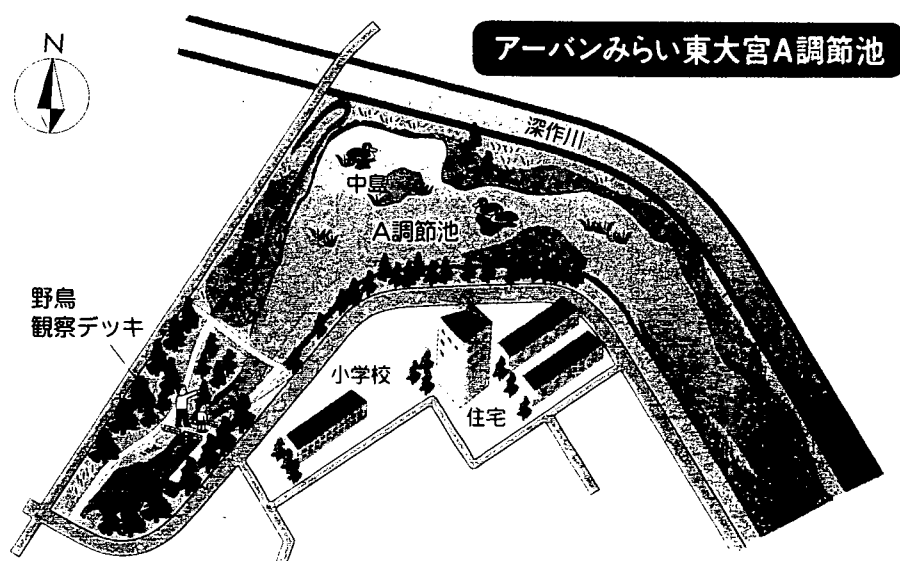


図5. 2 A調整池平面図

5. 2 既設調整池における生物生息調査

5. 2. 1 生物量調査

調査はビオトープ整備された調整池がどのように生物に利用されているかを調べる深作

川 A 調整池を対象に平成 5～6 年にかけて調整池内に生息する鳥類、魚類、植物等の生息状況を調べた。

図 5. 3 は調整池内のビオトープ整備した内容を示している。調査はそれらの施設周辺で実施した。

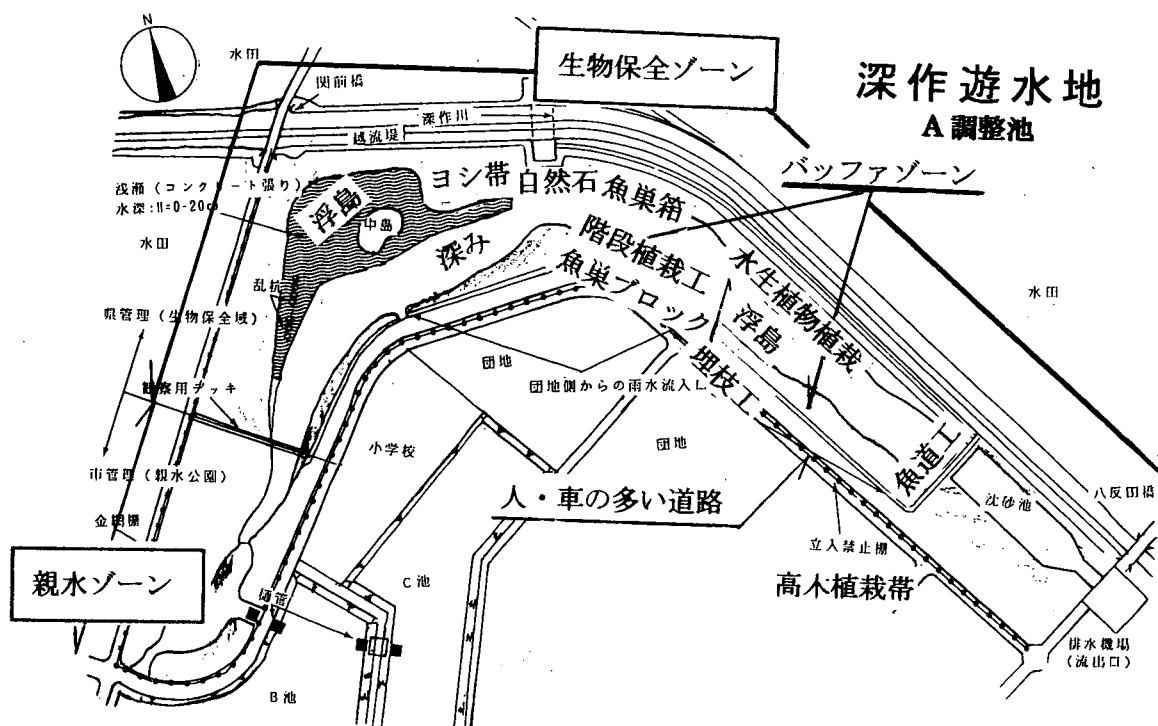


図 5. 3 A 調整池におけるビオトープ整備および調査地点

5. 2. 1 魚類調査

1) 調査方法

調査は平成 5 年 9 月、平成 6 年 2 月と夏期と冬期に実施した。上記の調査地点において投網とたも網みにより魚を採捕し、その種類と採捕量から魚類の生息状況を把握した。

2) 調査結果および考察

〈平成 5 年度〉

夏季、冬季の 2 回の調査により確認された魚類は 5 科 10 種である。コイ科の魚類が 6 種類（コイ、タイリクバラタナゴ、タモロコ、オイカワ、ギンブナ、モツゴ）と最も多く生息し、オイカワを除いた 5 種は流れの穏やかなところを好む魚である。コイ科以外の魚はドジョウ、ナマズ、ヨシノボリ、メダカが確認された。採捕数が多いものはフナ、モツゴ、ヨシノボリ、タナゴである。つまり、本調整池に生息する魚は、一般に湖沼などの閉

鎖性水域に生息する魚であり、本調整池が閉鎖性の高い環境といえる。

〈平成 6 年度〉

ヨシノボリ、モツゴ、オオクチバスなどの稚魚が多数採捕された。さらに、フナ、コイ、タイリクバラタナゴなどの産卵行動が確認され、沈水植物には付着卵も多数、確認された。

現地調査の記録によると、稚魚は浅瀬や沈水植物群落で多く観測された。特に、中島周辺のコンクリートの浅瀬（水深 $H=0\sim 20\text{cm}$ ）ではフナの稚魚が非常に多く、また、ヨシ原群にはヨシノボリの稚魚が多かった。

以上の結果により、魚類の生息からみたピオトープ整備のポイントは浅瀬や水生植物群落を設置することは魚類にとって餌となるプランクトンの存在、上位生物からの隠れ家、産卵場所になるため効果的である。

5. 2. 2 鳥類調査

1) 調査方法

I. 鳥類の種別生息調査

調整池内に生息する鳥類をいくつかの異なる場所に置いて種類及び数を調査した。調査方法は調整池の周囲をルートとするラインセンサスおよび高層住宅上からの定位記録法で実施した。

調査時期は夏季と冬季の日の出直後と正午の二回実施した。

II. 鳥類の営巣調査

調査はあらかじめ深作調整池の植生図を作成し、調整池内のすべての巣を踏査して探索した。確認した巣の平面位置を植生図内に記入し、巣周辺の植生密度、背丈、茎径、巣の高さも同時に記録した。調査場所は鳥類調査を実施している植生が帯状に分布している A 地点とその対岸に位置する B 地点とした。

調査時期は水辺を営巣場所とする主な鳥類の繁殖時期である 6 月～7 月とした。

2) 調査結果および考察

I. 鳥類の種別生息調査の結果および考察

〈平成 5 年度〉

夏季、冬季の 2 回の調査により確認された鳥類は 14 科 23 種である（表 5. 3）。

- ・一年を通して、コサギやダイサギなどのシラサギ類、シギ・チドリ類、ハクセキレイなどは、コンクリートの浅瀬で魚類やユスリカなどの昆虫類を採餌していた。
- ・バンやオオバンは水際の抽水植物帯において多く見られた。
- ・カワウは羽根を乾かすために乱杭を利用していた。
- ・冬季に多くのカモ類が狭い水面より広い水面上で群をなして休息していた。
- ・カモ類の中には周辺の水田から飛来してくるものもいた。
- ・カルガモがエビモを採食していた。

・ノンプリズム側距儀によるカモ類の逃避距離調査によれば、人間が近づいた場合の鳥類が逃げ出すまでの距離（逃避距離）は概ね 50m～80m であった。しかし、ヨシ原では 20m まです近づいても飛び立たないものもいた。

〈平成 6 年度〉

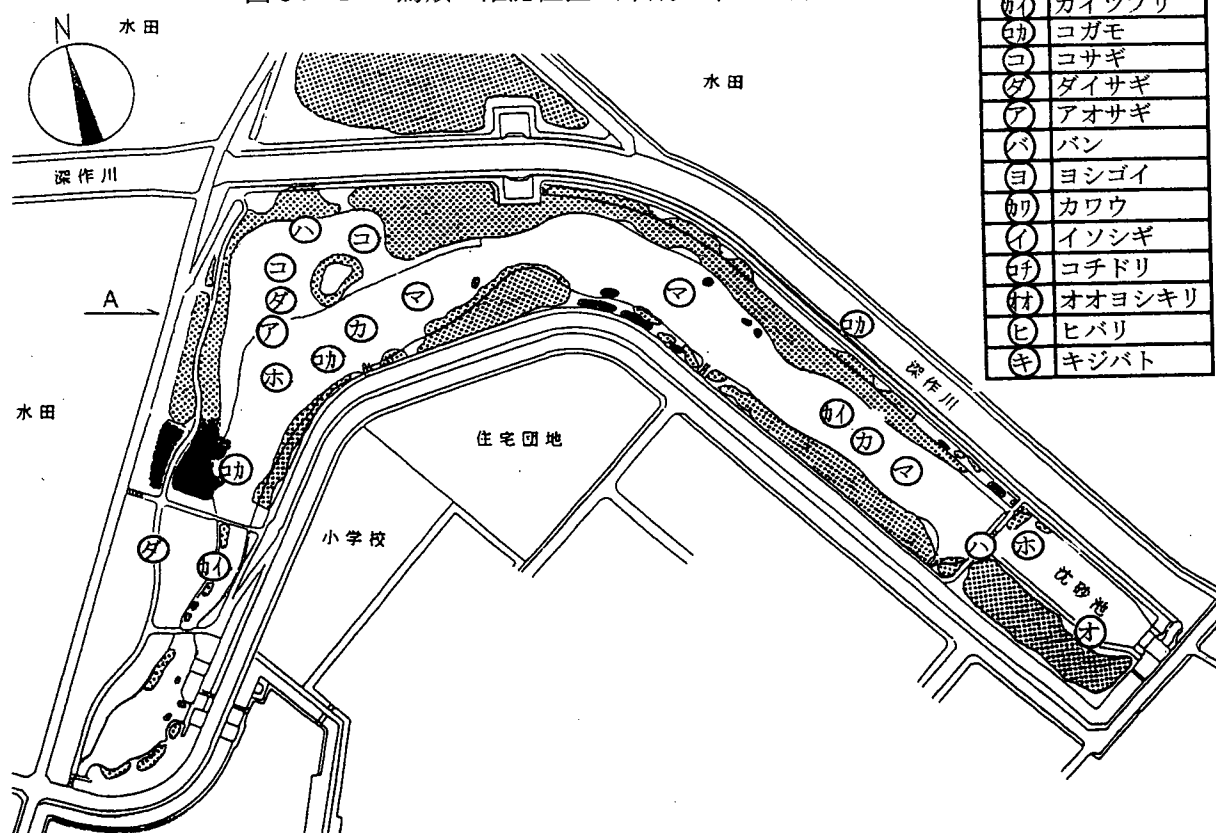
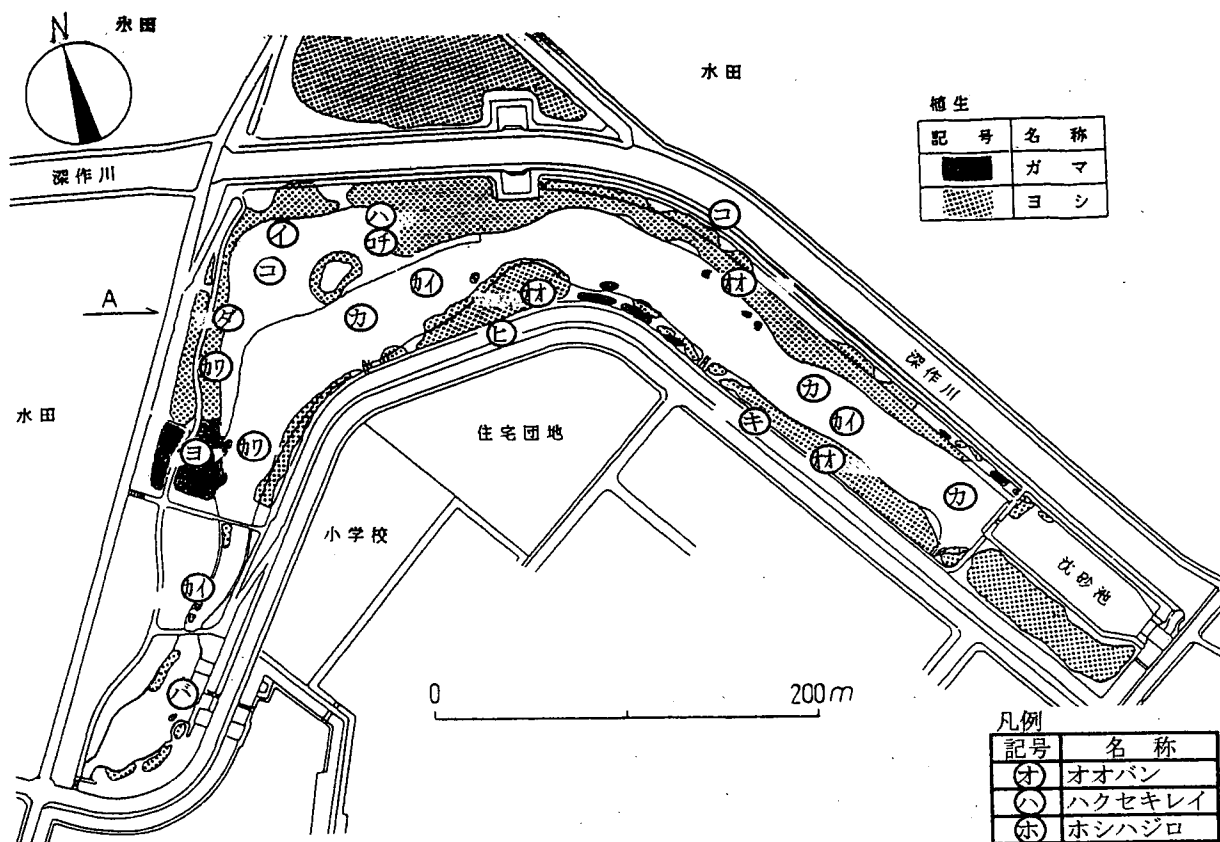
平成 5 年と同様に夏季と冬季の 2 回の調査を行った。併せて高層住宅上からの定位記録法も行った。平成 6 年度に新たに確認された鳥類はヨシゴイ、ゴイサギ、コアジサシであった。また、タゲリが周辺の水田において確認された。これら 4 種の生息環境は表 5. 4 のとおりである。

表 5. 3 生息鳥類一覧（平成 5 年度）

夏季のみ観察された鳥類		冬季のみ観察された鳥類		夏冬とも観察された鳥類	
鳥類	科	鳥類	科	鳥類	科
コチドリ	チドリ	ハシビロガモ	ガンカモ	カイツブリ	カイツブリ
オオバン	クイナ	オナガガモ	ガンカモ	コサギ	サギ
シラコバト	ハト	コガモ	ガンカモ	ダイサギ	ガンカモ
ツバメ	ツバメ	ホシハジロ	ガンカモ	カルガモ	カンガモ
		マガモ	ガンカモ	ハクセキレイ	セキレイ
		キンクロハジロ	ガンカモ	ムクドリ	ムクドリ
		カワウ	ウ	キジバト	ハト
		ユリカモメ	カモメ		
		アオサギ	サギ		
		イソシギ	シギ		
		ヒバリ	ヒバリ		
		ホオジロ	ホオジロ		
4 種		12 種		7 種	

表 5. 4 平成 6 年度に確認された鳥類の生息環境

夏季のみ観察された鳥類	
種	科
ヨシゴイ	サギ
ゴイサギ	サギ
コアジサシ	カモメ
タゲリ	チドリ



鳥類の種別生息調査の結果を以下にまとめると

(1) 鳥類は、種によって生息場所が異なり、特に浅瀬、ヨシ原、乱杭はそれぞれの種ごとにすみ分けられていた。

(2) 鳥類は水面の広い場所に多く、狭い場所には少ない。これは陸地からの距離が離れていることが人間などの干渉から逃れられるためと考えられる。ただし、ヨシ原群では、逃避距離が 20m であったことからヨシ原が人為的干渉の障害物の役割をなし、非干渉距離を縮めていると考えられる。また、歩道沿いには樹木が植えられていることもバッファゾーンとして有効に働いていることを示している。

II. 鳥類の営巣調査の結果および考察

次に鳥類の営巣を調べることにした。調べた巣の分布は図5. 7、表5. 6にまとめた。

A 地点はオオヨシキリ 14、バン 3、ヨシゴイ 3、カイツブリ 2 の巣が、B 地点はオオヨシキリ 19 の巣が確認された。特に、A 地点ではオオヨシキリの巣がほぼ等間隔に 20~30m おきに発見された。B 地点では最も近い巣との距離は約 15m であった。B 地点ではヨシの生息密度やヨシの径により営巣分布状況が異なっており営巣環境としてヨシの密度、ヨシ原の幅、他の個体の巣との距離の影響が大きいと考えられる。また、ヨシ径はヨシの密度と関わっており、密度が高くなると径が細くなる傾向が見られた。バンやカイツブリの多くは、周囲の植物際より張り出したガマ帯に営巣していることが確認された。バンやカイツブリの営巣していることが確認された。フトイには確認できなかった。

このことは、水際に浮島を設置したり、ビオトープに導入する水際植生としてヨシおよびガマが効果的であるといえる。

表 5. 6 営巣調査結果

営巣した 鳥類名	調査地	植生	密度		巣の支え 本数	植生の背丈 (m)	茎径(mm)	GL から巣ま での高さ (m)	営巣 箇所 数
			本 /m ²	株 /m ²					
オオヨシキリ	A 池	ヨシ	105	—	3~8	2.5	8	1.20	14
オオヨシキリ	B 池	ヨシ	93	—		2.7	9	1.30	19
ヨシゴイ	A 池	ヨシ	—	—		2.4	—	1.30	2
					—	2.3	—	1.20	1
バン	A 池	ガマ	—	54	—	2.3	—	0.34	3
カイツブリ				53	—	3.0	—	—	2

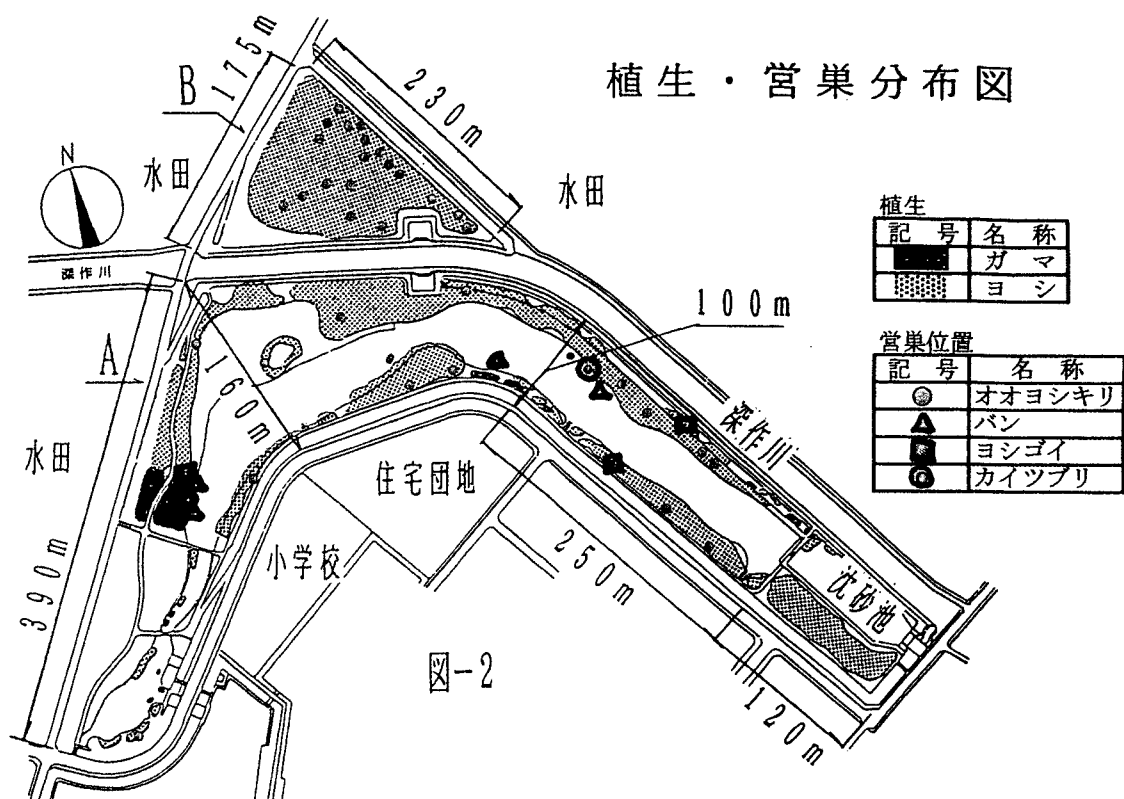


図5. 7 鳥類の営巣確認箇所

以上、鳥類の種別調査および営巣調査の結果から調整池整備におけるポイントをあげると

- ①浅瀬をつくる、底盤に勾配をつけるなどの水深に変化を持たせる。
- ②乱杭、置き石を設置する。
- ③人と一定の距離をとる、あるいは樹木などによるバッファゾーンを設置する。
- ④ヨシ原、ガマ帯、浮島を設ける。

5. 2. 3 植生調査

1) 調査方法

調査は平成5年9月に実施した。調整池内に繁茂する植物の分布状況を群落毎に把握するため、植物相調査を実施した。

2) 調査結果

調査結果を表5. 7、図5. 8に示す。調整池内で生育していた植物は33種であった。このうち、抽水植物はヨシ、カンガレイなど6種類、浮葉植物はヒシの1種、沈水植物はエビモの1種類、湿性植物はミゾソバ、ミコシガヤなど7種類、帰化植物はセイタカアワダチソウ、ヒメムカイヨモギなど8種類であった。

表5. 7 調整池で確認できた植物

植物名	科	属	分類					その他 帰化
			抽水	浮葉	沈水	湿性	その他	
カンガレイ	ハヤブサ	ホタルイ	○					
サンカクイ	ハヤブサ	ホタルイ	○					
ヨシ	イネ	ヨシ	○			○		
ガマ	ガマ	ガマ	○					
ヒメガマ	ガマ	ガマ	○					
ツルマメ	マメ	ダイズ					○	
エゾノギンギシ	タデ	ギンギシ						○
スイバ	タデ	ギンギシ					草木	
ヒシ	ヒシ	ヒシ		○				
エビモ	ヒメソウ	ヒメソウ			○			
カナムグラ	クワ	カナムグラ					○	
ヒロハホウギク	キク							○
カワヤナギ	ヤナギ	ヤナギ					落葉小高木	○
フトイ	ハヤブサ	ホタルイ	○					
オヘビイチゴ	バラ	キク				○		
ミゾソバ	タデ	イヌタデ				○		
オオイヌタデ	タデ	イヌタデ						○
ミコシガヤ	カヤツリ グサ	スゲ				○		
メドバギ	マメ	ハギ					○	
コアカザ	アカサ	アカザ					○	
ケアリタソウ								○
エノキグサ	ハヤブサ	ホタルイ					○	
ポントクタデ	タデ	イヌタデ				○		
マツカサススキ	カヤツリ グサ	ホタルイ				○		
ハルジオン	キク	ムカシヨ モギ						○
ヒメムカシヨモギ	キク	ムカシヨ モギ						○
キシウスズメノヒエ	イネ	スズメノヒエ	○					
ネコヤナギ	ヤナギ	ヤナギ					落葉低木	
ススキ	イネ	ススキ					大型草木	
セイタカアワダチ ソウ	キク	アワダチソウ						○
クサネム	マメ	クサネム				○		
ムラサキシキブ	クマツツ ジ	ムラサキシキブ				○		
ホウキギク	キク	シオン				○		○

I. 調整池内の特徴

- (1) 夏期には底盤がコンクリート張りの浅瀬には糸状藻類（アオミドロ）が発生していた。
- (2) 沈水植物はエビモのみ、浮葉植物はヒシのみと単調であった。
- (3) 夏期にはヒシの白い花が咲き、水面上に良好な景観を形成していた。
- (4) 抽水植物のヨシとガマはそれぞれ群落を、トイとサンカクイは共存していた。

II. 調整池周囲の特徴

- (5) 護岸の法面には緑化ブロックが用いられ植物層としては多様な植物がはえていた。
- (6) セイタカアワダチソウとメドハギが最も広い範囲で群落を形成していた。
- (7) 草刈り後は飛来する昆虫の姿が全く見られなくなった。

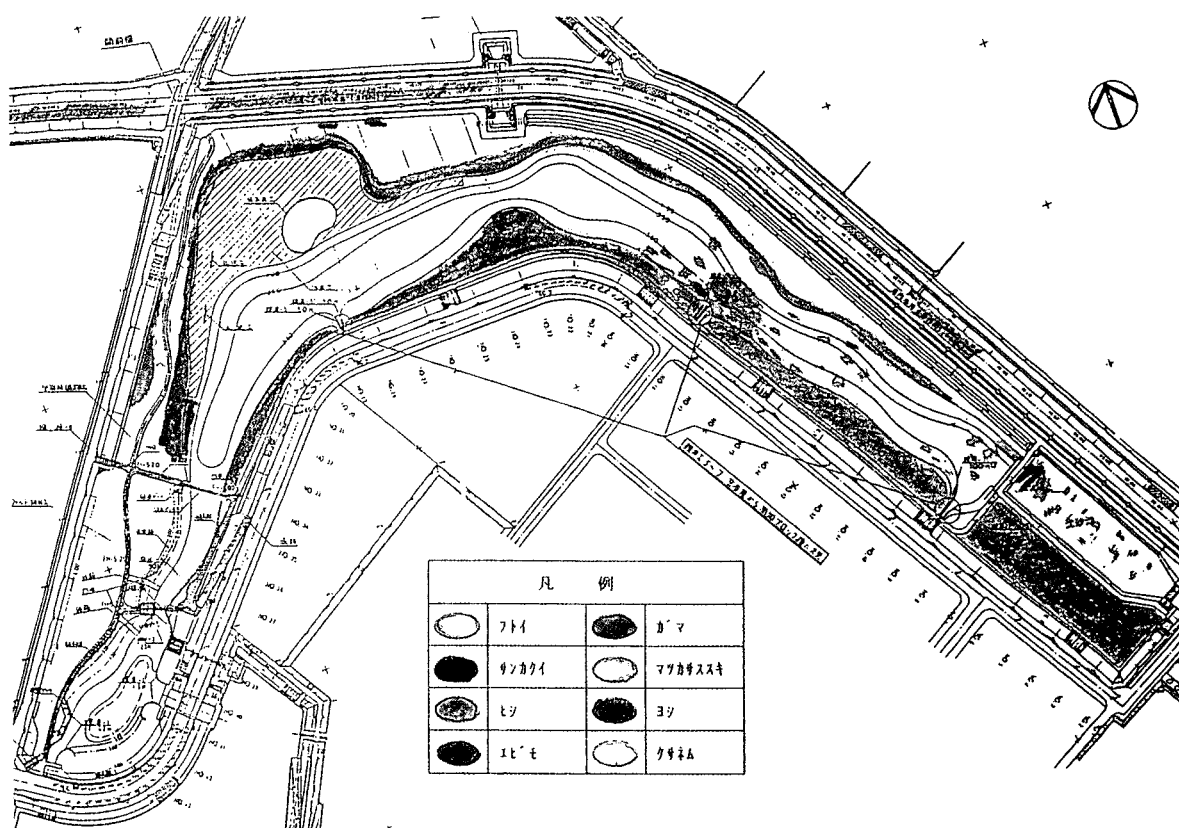


図 5. 8 調整池における植生図

3) 結果の考察

上記 1) のコンクリート底盤部分の浅瀬は夏期の著しい水質悪化は、植物群落による栄養塩の吸収、ストックがない、光量を遮るものがないため植物プランクトンが発生しやすいなどによると考えられる。すなわち、コンクリートによる底盤はできるだけ避け、水生植物が生息しやすい土壌とすることが望ましい。

上記 2) 3) 4) については沈水植物のエビモは常時水深が 50cm~80cm の水域に、浮葉植物のヒシは常時水深で 30cm~50cm の水域に、抽水植物のヨシ、ガマは水深が 0~30cm

池に生息していた。エビモは、降雨時など住宅地からの流入水から栄養塩を沈降、吸着させ吸収していると考えられる。また、ヒシは富栄養化の進んだ湖沼などで多数見られ、本調整池の沈砂池で生息域が広いことから、汚濁物が沈降、堆積した低泥部から栄養塩を吸収していると考えられる。特にヒシは繁殖力が強いため、水面全域を覆うとエビモなど沈水植物の生息域を占領する可能性もある。

以上より、調整池内の植物の分布は水深と水質が大きく影響していると思われ、調整池の計画段階で水深をできるだけ多様化させることで水生植物種を増大させる可能性が高くなると考えられる。

上記5)の結果は、冠水頻度の違いによる多様な植物の生息を可能にしているといえる。つまり、常時水面以上の部分の法面もエコトーンの一部と考え、植生が生息できる土壌、緑化ブロック等が生物種、量を増大させる有効な手段となる。

上記6)の結果から、帰化植物が広い範囲で繁茂していた。繁殖の強い帰化植物は開発などによって環境が急変する場合、生息範囲を一気に増大させることから開発前、その地に生息していた在来種を移植するなどの対策が必要になる。

上記7)の結果から、植物は昆虫、鳥類など他の生物の重要なハビタットとなっているため、管理上の草刈りはできるだけその範囲を少なくする、数回に分けて行うなど生物のハビタットを確保しながら行うのが好ましい。

以上の結果により、植物調査の結果から整備する際のポイントを以下に示すと

- ① 底盤のコンクリートはできるだけ避ける。
- ② 水深は多様に変化させる。
- ③ 調整池法面の緑化ブロックは有効である。
- ④ 管理上の草刈りは最小限とする。

5. 3 まとめ

埼玉県大宮市にある住宅に隣接した深作川遊水地内 A 調整池は治水機能のほか生物保全と親水性を目指して整備されたいわゆるビオトープ調整池である。整備後の魚類、鳥類、植物の現地生物量調査を実施したところ、豊富な生物量が確認された。

ビオトープ施設周辺での生物量調査の結果から、それぞれの生物が好んで生息する空間の傾向が確認されたため、今後の調整池のビオトープ整備におけるポイントとして以下にまとめた。

① 調整池の底盤について

- ・底生生物、水生植物などの生息に配慮して底盤はできるだけコンクリートで固めない。
- ・多様な水生植物の繁茂を考慮して、緩い傾斜をつける。
- ・多様な水生生物のハビタットを考慮して、水際線には変化を持たせる。

② 調整池の護岸について

- ・多様な生物種の生息を可能にするため、自然に存在している土、木、石等を使用してエコトーンを形成する。
- ・コンクリートで固めた場合は、後で盛土できるような勾配に設定する。
- ・自然にある池を調整池として整備する場合は、周囲に繁殖している樹木はできるだけ残して整備する。

③ 他の施設

- ・デッキや通路を設置する場合、鳥の生息域との距離を十分、確保する。十分な距離が確保できない場合は特に鳥への人為的影響を軽減するために植樹帯、柵等を設置する。
- ・空間の多様性の創出には乱杭、置き石、水性植物体の移植が有効である。
- ・調整池と流入河川との間には魚類が行き来できる構造とする（コリドーの確保）。
- ・生物のハビタットを確保するため、管理上の草刈りはできるだけ最小限にとどめる。
- ・人工浮島、中島など鳥類からみて人為的干渉の少ない空間を水域に設置する。

第6章 ビオトープ調整池の維持管理手法

ビオトープに配慮した池や調整池（ここでは総称してビオトープ調整池と呼ぶ）の整備は数年前から増加しつつある。それらの事例は各々の周辺環境や整備目的により大きく異なっていると考えられる。そこで、全国のビオトープ整備した池や調整池を対象に計画時、整備後に分け、それらの目的あるいは整備後の評価、維持管理状況を調べることでビオトープ整備の現状を把握し、効率的な維持管理手法を検討する。

6.1 平成7年度アンケート調査

6.1.1 調査方法

東京都、千葉県、埼玉県、神奈川県、大阪府、名古屋市、福岡市など都市域において平成7年度までにビオトープ整備された86の池や調整池を対象にアンケート調査を実施した。調査方法はそれらを整備した、あるいは管理している自治体にアンケート用紙を配布し、質問に回答してもらった。アンケートの内容は整備条件、計画時の配慮、維持管理状況、整備後の評価に関する質問とした。

6.1.2 調査結果

表6.1はアンケートの質問項目とそれに対する回答を示している。ここではビオトープ整備した池や調整池事例の概略の把握としているため、回答が数値を示すものは全回答の平均値、文章による回答は最も多かった回答を代表させ記載している。なお、回答の詳細は巻末に参考資料として記載している。

表6.1 アンケート結果の概要

質問内容		回答（主な回答、平均値）
整備条件	1. 水辺の名称は？	
	2. 竣工年月日は？	1978年～1995年
	3. 概算事業費は？	平均 259億円
	4. 水域の種類は？	人工の池が最も多い。
	5. 全体面積（ha）は？	平均 11.5ha
	6. 水域面積（ha）は？	平均 1.4ha
	7. 平均水深（m）は？	平均 1.1m
	8. 水辺の護岸はどのように整備したか？	土、コンクリート、自然石の順に多い。その他蛇かご、たま石、丸太、擬木、布団かごなど。

計画時の配慮	9. 整備目的は？	新しく生物保全を目指す創出型、現状の自然を残す保護型、過去にあった自然を復元する復元型の整備は各3割程度ずつであった。
	10. 計画時に保護する生物等を設定したか？	全体の4割弱が設定している。
	11. どのような生物を設定したか？	鳥類、トンボが多い。
	12. 計画時に誘致する生物を設定していたか？	全体の4割程度が設定している。
	13. どのような生物を誘致したか？	鳥類、トンボ、ホタル、水生昆虫など
	14. 計画時に環境調査を実施したか？	半数程度が実施している。
整備後の状況	15. 管理の形態は	全体の65%は管理を各自治体で行っている。
	16. 維持管理に対する住民の参加状況は？	全体の3割の自治体で参加。
	22. 清掃は行っているか？	76%が清掃を実施している。
	17. 草刈り回数（回／年）は？	平均 2.3回／年
	18. 植物の補植は行っているか？	全体の6割程度が実施。
	19. 水源は何ですか？	雨水、湧水、河川水の順に多い。
	20. 水質管理は行っているか？	約7割が実施している
	21. 水質の管理方法は？	水質調査と水質浄化が行われている。
整備後の状況	23. 年間維持管理費は？	平均 13,556千円／年 平均 7.5千円／m ² ・年
	25. 年間利用者数は？	平均 208,000人程度（人／年）
	26. 利用の多い季節は？	春、夏、秋の順で多い。
	27. 自治体の整備後の評価	良い45%、普通36%、不十分19%
	28. その理由は？	良い：生物種が増加した。 不十分：植物の生息が不十分、生物種が増えていない、水質が良くない
	29. 周辺住民の評判	良い59%、普通38%、悪い3%
	30. 具体的な評判	良い：身近な場所で自然とふれあえるようになった、生物種が増加した、学習の場として使用できるなど 悪い：悪臭がする、立ち入りが禁止
	31. 現在の生物の生息状況は？	豊富66%、豊富でない15%、分からない19%

整備後の状況	3 2. 具体的にどのような生物が見られるか？	魚類、鳥類をはじめ、多数の生物が確認されている。
	3 1. 今後、施設改修予定はあるか？	ほとんどの自治体で実施予定はない。
	3 2. 施設改修の理由は？	水質浄化、橋梁の改修、景観修復など
	3 3. 施設整備後に環境調査を実施しているか？	実施した、または実施予定 3 2 %、実施していない 6 8 %
	3 4. 施設整備後の環境調査項目	魚類・底生動物など
	3 5. 苦労した事	・ 外来魚による他の水生生物の影響 ・ 水質汚濁 ・ 雑草や枯れ葉処理の苦情 ・ 常時水の確保

以下に調査結果を計画時の配慮、維持管理状況、維持管理、整備後の評価に分けて上記の結果を整理する。

① 計画時の配慮

・ ビオトープ整備の目的の割合は創外型、保全型、修復型は同程度の配分であった。その開発地区にあわせて様々な整備が実施されており、特に整備目的の偏りはない。

・ 計画時に生物の誘致・保護を設定した自治体は全体の 4 割である。対象とする生物は鳥類、トンボ、ホタルが多い。また、特定の生物を誘致、保護する自治体は環境調査実施率が高い。

・ 計画時の生物量、水質などの調査は全体の半数でしか実施していない。

現状では生物調査を実施せず整備する事例が多い。ビオトープ整備はその地域での生態的な現状を把握することが整備の方向性を決定づける。そのため、整備にあたっては調査を計画フローの一部として捉える必要がある。

② 維持管理状況

・ 整備後の維持管理は自治体で実施されている事例は全体の 6 5 % で、残りは民間の維持管理会社に委託されている。その内容は清掃が全体の 7 6 % を占めとなっている。水質管理は全体の 7 割、植物の補植は全体の 6 割で実施されている。

良好な水質の維持管理は問題点としてあげている自治体が多く、特に都市域のビオトープ整備した池や調整池では親水性を配慮して整備されるケースが多いため、水質の維持管理は重要となる。

・ 維持管理における住民参加の状況は全体の 3 割程度である。図 6. 1. 1 は維持管理における住民参加の経年変化を示している。9 3 年頃から維持管理において住民が参加するケースが増加してきている。

③ 住民参加と維持管理

上記の結果によると、住民参加による維持管理が行われている水辺は全体の 3 割程度である。住民参加は維持管理費の削減、地域のコミュニティの形成、住民の環境意識、マナーの向上等のさまざまな効果が考えられる。

住民参加のあるビオトープ池、調整池を含む施設の特色を調べるため、住民参加のある水辺とない水辺を比較した。

その結果、住民参加のある水辺ではない水辺に比べ、目標とした環境の達成状況を満足と回答した自治体が 56% 多く、周辺住民の評価も 30% 多く、さらに、現在の生物の生息状況が豊富であると回答した自治体がなしに比べ 67% も多い。つまり、生物が多数生息しており、親水性が高く自治体、住民の評価が高い水辺を有する施設では住民参加が実施されやすいといえる。

つづいて、住民参加の維持管理におけるメリットの一つである維持管理費の削減効果を確認するため、自治体の年間の維持管理費と維持管理面積の関係を調べた。結果を図 6. 1. 2 に示す。

その結果、住民参加のある、なしで比較すると特に 1ha 以下の施設で住民参加のある場合、維持管理費が低減される傾向があることが確認できる。

ビオトープ整備した池や調整池を含む施設では、住民、自治体の評価が高く、整備後、生物の生息が豊富であるほど住民参加率は高いといえる。また、住民参加の効果の一つとして年間の維持管理費も低減されることが明らかになった。

④ 維持管理における問題点

各自治体に維持管理における問題点を挙げてもらった。以下にそれらの概略を示す。

- ・ 水質管理の問題 汚濁水の流入、ヘドロ等の浚渫、糸状藻類の大量発生による汚濁。
- ・ 生態系の問題 釣り人による外来魚の放流による生態系の破壊や植物の損傷、植生の枯れや外来種の繁殖。
- ・ 水確保の問題 常時水位の確保。
- ・ 協議 関係機関や周辺住民との協議。

ビオトープ整備した水辺では維持管理上、特に水質の悪化による問題が多いようである。池や調整池は閉鎖性水域であり、水が滞留しやすい。また、都市域では周辺の浸透域が少く、流入してくる水質も悪い。さらに、水域規模の小さいケースが多く、水質は変動しやすい。このように都市域の池、調整池は水質が悪化しやすい状況にある。

水質の悪化は、特に住宅地など人の生活する場所では悪臭や不衛生などの問題を引き起こす。ただし、自治体の財政上、維持管理費は限られており、対策は難しいようである。水質浄化など対策を施している自治体では、維持管理費のかかる機械的施設を設置する場

合が多いようである。一方、最近、水生植物などの自然作用を利用した水質浄化などの研究が進められており^{1) 2) 3)}、その効果も明らかになりつつある。ビオトープ整備の際、適切に水生植物を配置、移植することで、水質浄化効果が得られ、維持管理の効率化が図れる可能性が高い。

また、釣り人等による外来魚（ブラックバス等）の放流による生態系の破壊も問題となっている。外来魚はその繁殖力が強いので、池内の在来種を捕食し、生態系を大きく変化させる。年に数回、池内の水を抜き、外来魚を捕獲する、あるいは釣り人の立ち入り禁止などで対策としているがなかなか改善されていないようである。この問題は住民のマナーによるところが大きいため、看板の設置や出入りの制限などハードな対策とともに住民参加を利用した啓蒙活動も有効な対策になると考えられる。

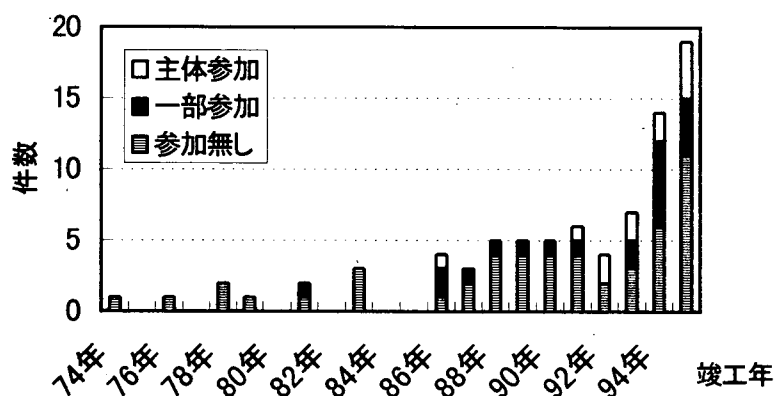


図6. 1. 1 住民参加状況の経年変化

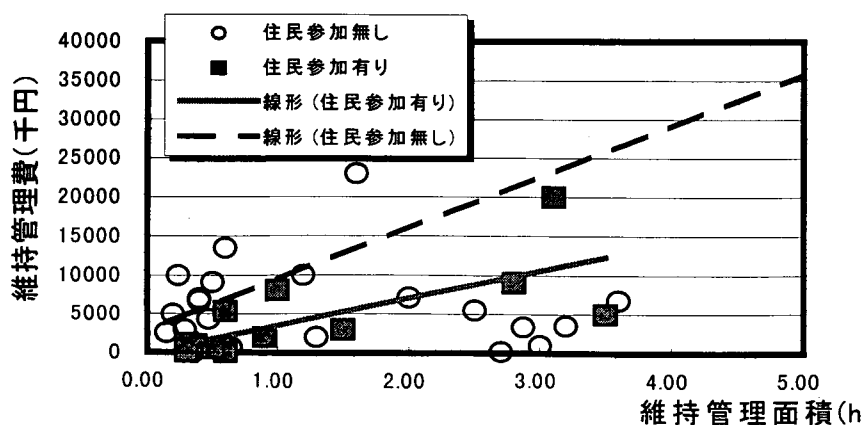


図6. 1. 2 住民参加の有無と維持管理費の関係

④整備後の評価

・各自治体の目標環境の達成度として、45%の自治体が満足、36%が普通、19%が

不十分であると評価している。満足と普通をあわせれば 8 割程度になり、多くの自治体で目標とした環境はほぼ達成されている。

- ・住民の評価が良いと回答した自治体が全体の 6 割を占め、普通も合わせるとほぼ 10 割に達し、悪いと回答した人はほとんどいなかった。この結果は、ビオトープ整備が住民側から強く望まれていることを示している。

- ・整備後の環境調査は全体の 3 割の自治体でしか実施されていない。特に整備前と整備後の調査は今後のデータの蓄積、整備手法の確立という点で重要であることから整備後の調査は実施する必要がある。

- ・整備後の生物生息状況は、豊富である 66 %、豊富でない 15 %、分からない 19 % と 6 割以上の自治体で生物の豊富な生息を確認しており、成功している自治体が多い。

6. 2 追加アンケート調査（維持管理における住民参加の影響）

6. 1. 2によると、住民参加が維持管理費を低減する傾向があることが確認された。そこで自治体の維持管理の内容と住民参加の内容を詳細に調べることで住民参加のどのような活動が維持管理費に大きく影響しているかを追加アンケート調査により調べることにした。

6. 2. 1 調査方法

調査は 6. 1 と同様の平成 7 年度に実施した公園等のビオトープとして整備されたため池や調整池の水辺を対象に東京、神奈川、千葉、埼玉、愛知、大阪、九州の 86 自治体の管理担当者にアンケートを依頼した。主な内容は維持管理の現状と住民参加状況を調査した。アンケートの有効回答数は 59 票、68.6 % の回収率であった。表 5. 2 はアンケート項目を示している。

表 6. 2. 1 追加アンケートの項目

1	維持管理内容
2	維持管理上の問題点
3	年間維持管理費
4	年間維持管理費の内訳
5	維持管理における住民参加の有無
6	住民参加活動の内容
7	住民参加はどのように始まったか？
8	住民参加を進めるための工夫
9	管理している池・調整池の親水性
10	住民参加についてどのように思うか？

6. 2. 2 調査結果および考察

①公園等の水辺の維持管理内容

図 6. 2. 1 はアンケート調査の結果により公園等におけるビオトープ整備された水辺（ため池や調整池および

理費は、草刈り費が全体の1/3を占め、ゴミ拾い・清掃が14%、水質浄化が10%、樹木剪定や植栽の管理が6%を占めている。つまり、草刈りと清掃費が全体の約半数と大きな割合を占めていることが確認できた。

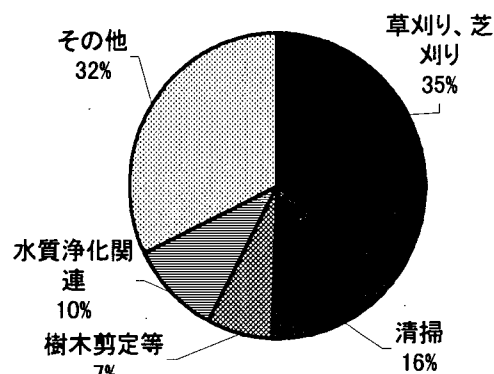


図6. 2. 1 維持管理費の内訳

② 住民参加の有無が維持管理に与える影響

図6. 2. 2は調査した水辺の施設面積と住民参加の有無の関係を示した。住民参加のある施設では面積が1ha未満のものが全体の約6割を占めている。この理由として、それらの施設が土地の少ない密集市街地にあり、住民の生活の場と密接に関係するなどの理由から住民が参加しやすく、管理しやすいことが考えられる。

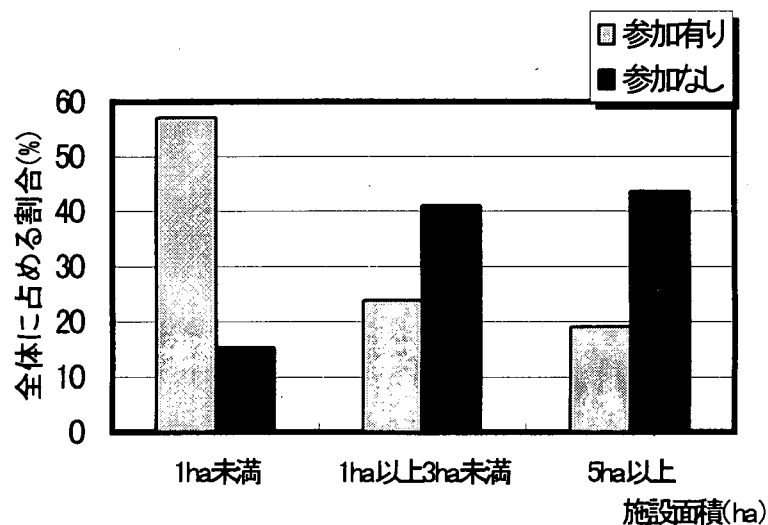


図6. 2. 2 住民参加の有無と敷地面積分布

③ 住民参加状況

表6. 2. 2は住民参加状況、その施設の特徴、住民参加に対する行政側の意見をまとめたものである。維持管理における住民参加の主な活動は草刈り、清掃がそれぞれ6割以上の水辺で実施されている。住民参加が始まった時期は整備後3年以内のケースが8割と多く、その半数以上が地元住民や市民団体の自発的行動から始められている。ただし、行政側からの働きかけも約4割を占めていることから、計画時からの行政側の積極的な働きかけが住民参加を誘致する上では重要であるといえる。また、住民参加の“ある施設”では、“ない施設”に比べ、親水性が“非常に高い”水辺が多く、住民参加を誘致するには親水性が高いほど良いといえる。さらに、住民参加が“ある施設”では“ない施設”に比べ、行政側の住民参加に対する肯定的な意見が多く、行政と住民との良好な関係、管理の効率化を示唆しているといえる。

表6. 2. 2 住民参加状況

	上段 : 項目			
	下段 : 割合(%)			
住民参加 内容	草刈り等	清掃	魚捕獲	樹木剪定
	66.7	66.7	4.8	4.8
いつから	計画時	整備後すぐ	整備後1～3年	それ以降
	25.0	30.0	25.0	20
誰が	地元住民		市民団体	
	66.7		33.3	
きっかけ づくり	行政側		市民団体	地元住民
	38.1		9.5	52.4
誘致のため の工夫	早期の調整	広報PR	イベント開催	その他
	47.1	35.3	11.8	5.9
施設の 親水性	住民参加	非常に高い	高い	高くない
	有り	57.1	42.9	0.0
	なし	36.8	42.1	21.1
住民参加へ の行政意見	住民参加	良い	悪い	どちらでもない
	有り	81	9.5	9.5
	なし	66.7	5	19.4

④ 住民参加の維持管理への影響

これまでに住民参加は維持管理費を削減する効果があるとされているが、定量的な把握はなされていない。図6. 2. 3は住民参加の有無と年間維持管理費の関係を表している。住民参加がある場合、6. 1と同様、維持管理費が低減する傾向が確認できる。住民参加活動は草刈り、清掃が大きな割合を占めていることから、その低減効果が大きいと考えられる。そこで、図6. 2. 4に住民参加の有無と年間の草刈り費+清掃費の関係を示した。その結果、住民参加がある場合、草刈り、清掃費を大きく低減していることが確認できる。

すなわち、住民参加によって、維持管理費に大きな割合を占める草刈り費や清掃費が低

減することで年間の維持管理費も低減すると言える。ただし、その低減効果は住民参加の程度で決定され、積極的な住民参加がある施設ほど（住民による草刈り・清掃活動範囲が広くと頻度が多いほど）、維持管理費の低減効果は増大する、或いはよりきめ細かな管理が可能になるといえる。

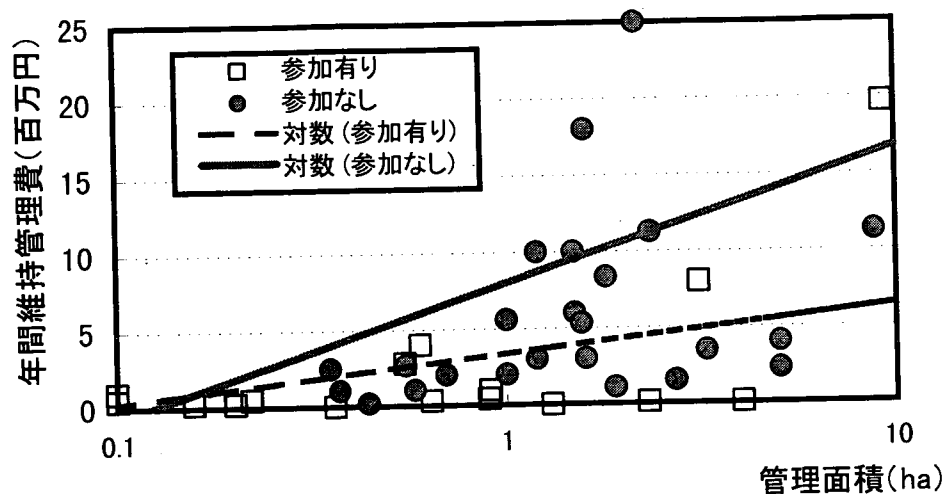


図 6. 2. 3 住民参加の有無と年間維持管理費

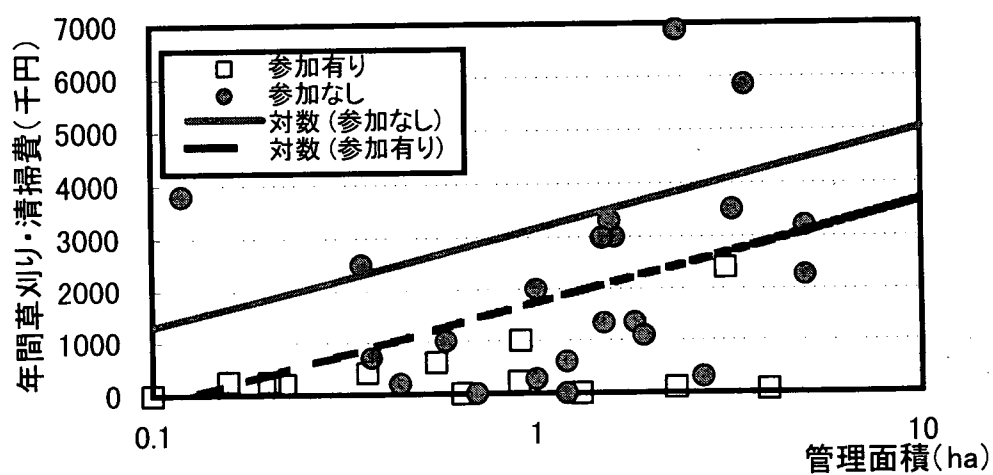


図 6. 2. 4 住民参加の有無と年間の草刈り費+清掃費

6. 3 まとめ

本章では全国のビオトープ整備した池や調整池における整備、維持管理手法を自治体にアンケート調査することで現状の把握を試みた。また、最近、増加しつつある住民参加による維持管理の有効性を住民参加のある水辺とない水辺を比較することでその有効性を明らかにした。以下にその結果を示す。

1. ビオトープ整備した池や調整池における整備状況

①整備計画

計画時の各自治体の整備目的は創出型、保全型、修復型それぞれ同程度の割合であり、計画時における誘致・保護を設定した生物の中で鳥類、トンボ、ホタル等の特定の生物を対象にしている自治体が多い。

②整備後の評価

整備後の状況を自治体の約4割が良い、住民の6割が良いと評価している。生物生息状況は、豊富であるが6割を越えているが、整備後の環境調査は全体の3割の自治体でしか実施されていない。

2. ビオトープ整備した池や調整池における維持管理

①維持管理状況

全体の6割が維持管理を自治体自身で実施しており、残りは民間企業に委託している。その内容は清掃、草刈り、植物の補植が多い。また、全体の7割の池や調整池で水質管理を実施しており、その内容は水質調査や水質浄化管理が多い。

②住民参加の影響

住民参加による維持管理は全体の3割のビオトープ池、調整池を含む施設で実施されており、住民参加のある施設での特徴は

- 1) 1ha未満の施設
- 2) 生物量が多い
- 3) 住民、自治体の評価が高い
- 4) 行政側が早期からの住民との調整を行っていた

などがあげられ、住民参加がある水辺の年間維持管理費は、住民参加のない施設に比べると安くなる傾向がある。その要因として住民参加の内容が、草刈り、または清掃がほとんどを占めることが大きく影響しており、それらの活動量によって維持管理費の低減効果が決定されている。

第7章 ビオトープ調整池に資する生物保全工法

水辺の生物保全工法は治水機能を守りつつビオトープを創出でき、さらに景観も向上できる技術として注目を集めている。これまでに本研究室においても水辺の生物保全工法の研究・開発を行ってきた。そこで、本章ではそれらの中から調整池に利用可能な生物保全工法を取り上げ紹介することとする。

7. 1 エコロジカルシートパイル工法（鋼矢板可川改修工法）

本工法は平成5年10月～平成8年3月まで、建設省土木研究所と（財）土木研究センターおよび民間5社（日本鋼管、川崎製鉄株式会社、株式会社クボタ、新日本製鐵株式会社、住友金属工業株式会社）により共同研究により開発されたものである。一般に鋼矢板護岸は「根入れ構造による高い耐震性、耐洗掘性」「施工の容易さ」といった利点を有する一方、直立連続壁を形成するため、「陸域と水域の遮断」「単調で人工的な景観」「地下水の遮断」など周辺の生態環境への悪影響が問題となる。

そこで、これらの問題を解消すべくエコロジカルシートパイル工法が開発された。^{1) 2) 3)}
エコロジカルシートパイル工法は以下のコンセプトと工法を合わせたものである。

I 水際部の連続性の確保（低水河岸植生導入工法）

鋼矢板頭部を水面下にすることにより法面と水面との連続性を確保する。また、植生マットと補強材の組み合わせにより法面を保護し、合わせて植生域を創出する。

II 水中部の多様な空間の創造（植栽フィン）

鋼矢板の前面に植栽フィン、河床に鋼管魚巢等の付属施設を設置し、鋼矢板壁前面の空間と流速に変化を持たせ、水性生物のための多様な空間を創出する。

III 透水性の確保（透水性鋼矢板）

自然な水環境の観点から護岸部に透水性を確保する必要がある場所では、鋼矢板に透水性を付加する。

I. 低水河岸植生導入工法

低水河岸植生導入工法は水面上に直立壁を突出させず、水域と陸域の連続性を確保し河岸部～法面部に一般的な植生を繁茂させようとするものである。その特徴は

- ・鋼矢板の頭部を水面下まで打ち下げる。（水域と陸域の連続性を遮断する笠コを無くす）。
- ・法面には植物の繁茂に効果的な材料を使用する。
- ・法面施工時には鋼矢板を仮締め切りとして使用する。

などが挙げられる。

本工法の植生状況と施工性を確認するための実物大モデルの実験を行った。施工は護岸延長12mの区間に6mを植生マット式（図7. 1. 1）、残りの6mをかごマット式（図7. 1. 2）と護岸として施工した。その施工性と施工後の植生状況について以下の結果が得られた。

①施工性

実験では実河川を想定して鋼矢板を所定の位置より1.5m高く打ち止めて法面の施工を行った。

- ・鋼矢板の再打設（2度打ち）は可能である（放置期間9日、N値10程度の砂地盤）。

- ・工法全体の施工性に関しては吸出し防止シート植生マット、かごマットは十分施工が可能だが、敷設作業が多いため、今後、改良が必要である。

②植生状況

かごマット式断面、植生マット式断面を写真-1に施工1年経過時の護岸状況を比較した(写真7. 1. 1 ~7. 1. 3)。その結果、以下のことが確認された。

- ・植生マットが繁茂することが確認できた。
- ・植生マット形式における種苗実験から、マット厚さが10mm までなら根茎は吸出し防止材を突き破り、堤体土壌への活着が可能である。

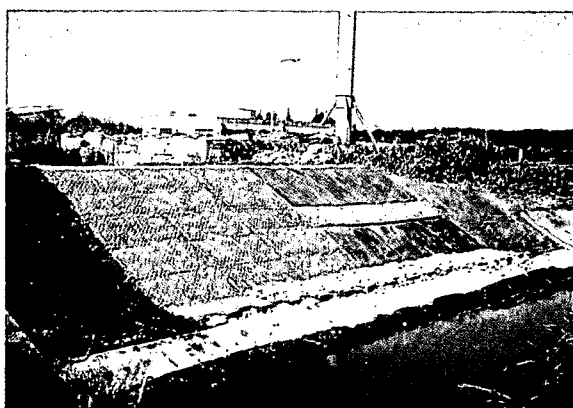


写真7. 1. 1 施行直後

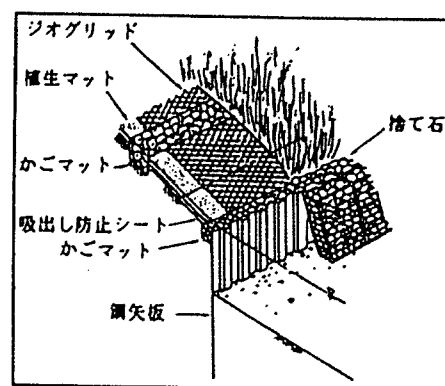


図7. 1. 1 かごマット式

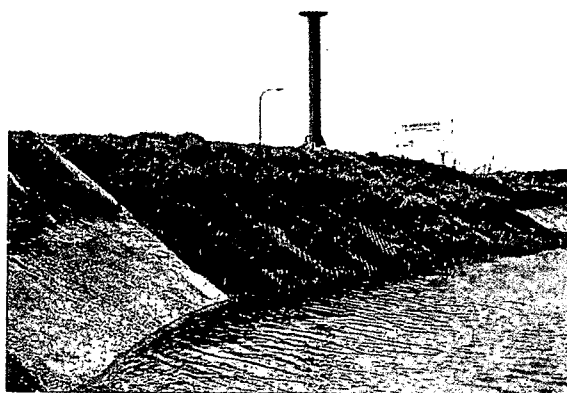


写真7. 1. 2 施行半年後

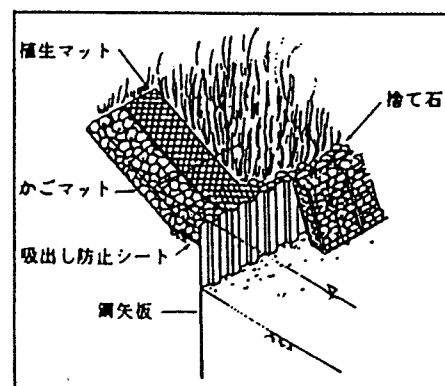


図7. 1. 2 植生マット式

II. 植栽フィン

植栽フィンの基本機能は水際部に植物を繁茂させることと多様な空間を確保することである。これらの機能が十分発揮された場合、以下の効果が期待できる。

- ・水面上の鋼矢板壁面が繁茂した植物に覆われることにより、自然的風景が演出される。
- ・植栽フィンによって生じる緩流域は遊泳力の弱い稚魚の生息場や出水時の避難場所となる。
- ・植栽空間は水生昆虫や両生類に対して良好な生息場となる。

基本構造は、図7. 1. 3に示すように鉄製の箱（プランター）を鋼矢板の前面に取り付けるものである。プランターは、水流の巻き込みにより箱内に土砂が堆積しやすいように側面板を取り付けた。底面は、水生植物の根が河床に向かって伸びるようにメッシュ構造とし、水生植物の活着を促すためメッシュ上に植生基盤材を敷いた。

平成7年5月に実際に茨城県土浦市備前川下流左岸に植栽フィンを設置した。当初はヨシ、マコモ、ガマの3種類を移植したが、移植時期や夏季の水質が悪かったこともあり、移植数ヶ月後に大部分をマコモに植え替えた。

①護岸の修景効果

写真-7. 1. 3, 4に植栽設置前と設置後（平成8年度）の状況を示す。7年度の冬季に枯れた葉は4月下旬まで残存したが、5月中旬になると植物は鋼矢板を覆い隠すほど生育して高い修景効果を発揮した。特にマコモは、葉が緩い弧を描くように垂れ下がるためボリューム感と清涼感があり、今回移植した植物の中では最も景観的に優れていた。現在（平成9年度）もガマ・マコモを中心に良好に繁茂している。

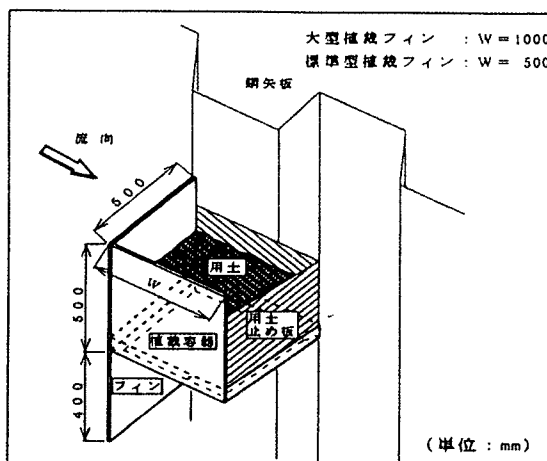


図7. 1. 3 植栽フィンの構造

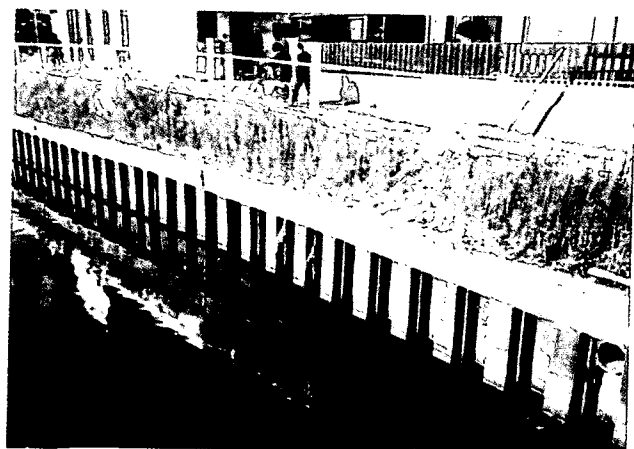


写真7. 4 植栽フィン設置前の状況



写真7. 5 植栽フィン設置1年3ヶ月目の状況

②植物の生育密度と増殖率

表7. 1. 1は平成8年11月に測定したマコモとガマの声域密度と増殖率を示している。マコモの生育密度はその周辺の群落(100~300 本/㎡)と同程度であり、ガマについては、自然群落のデータはないものの、外観からはかなり高い値であると推定できた。植栽フィンという制限された環境下でも、マコモ、ガマのいずれもが強い繁殖力で生育していることが確認された。

表7. 1. 1 生育密度と生残率

植種	仕様	生育密度		増殖率
		個体数 (本)	密度 (本/㎡)	
マコモ	大型	90	176.5	1.5
	標準	63	127.3	2.1
ガマ	大型	42	82.4	2.1
	標準	35	127.3	3.5

③稚魚の集魚効果

植栽フィンの水生動物に対する集魚効果を確認するため、試験区(植栽フィン周辺)及び対象区2カ所(試験区の対岸及び鋼矢板部)で手網による稚魚の捕獲を行い表7. 1. 2に示す結果を得た。その結果、試験区で捕獲された稚魚は対象区と比較して量及び種類とも明らかに多いことがわかる。このことから、植栽フィンが提供する空間的な複雑さや植物の陰が稚魚の生息環境の改善に大きく寄与していることが考えられる。

表7. 1. 2 稚魚の集魚調査結果

調査時期	稚魚捕獲数/種別数					
	試験区		対象区 (対岸)		対象区 (隣岸)	
H8.4.30	4	T4	0	—	0	—
H8.5.20	1	B1	0	—	0	—
H8.6.6	23	F1, K9, N3, M9, B1	3	M3	15	M15
H8.7.22	40	T2, M5, N15, B18	4	M1, N2, B1	0	—

T:タイガ、カサガ、 B:ブルギル、 F:カ属SP、 K:イSP、 M:モガ、 N:ヌサギ

以上の結果から植栽フィンの現地設置調査の効果をまとめると

- (1) 植栽フィンに移植した植物は十分繁茂でき、高い修景効果が得られる。
- (2) 当初、移植した植物が何らかの原因により枯死した場合でも、追加移植あるいは一定期間経過した後、他種への植えかえなど、現場の状況に合わせた臨機応変の対応が可能である。
- (3) 水位変動などにより、用土の乾燥が長期にわたる河川に適用する場合には、用土の乾燥防止対策(例えば、吸水ポリマーを用土に混合するなど)が必要である。

- (4) ヘドロが堆積している河川に対しては、十分生育した活性の高い株を地下茎ごと大きく（20cm×20cm 程度）掘り取って移植した方が枯死率は低い。
- (5) 景観的に優れていた植種としてマコモが挙げられる。逆にヨシは乱雑な景観を創出してしまう可能性がある。
- (6) 川幅、水深比が十分大きな河川では、植栽フィンの設置による河川全体への粗度の影響は比較的小さい。
- (7) 植栽フィンの後方部には、出水時に稚魚の避難場所となるような緩流域（ $V=10\text{m/s}$ 以下）が形成される。

Ⅲ. 透水性鋼矢板

透水性鋼矢板は、鋼矢板に透水性を持たせることにより、以下の効果が期待できる。

- ・ 地下水の流れを遮断しない。
- ・ 周辺地盤から河川への地下水の流出入を可能にする。

我が国では透水性鋼矢板の事例は少ない。北海道の釧路湿原では反締切り用の鋼矢板に下から1mピッチで直径20cmの孔を開け、工事中の地下水の遮断を防いだ。また、長良川では鋼矢板上部の6カ所に直径28mmの穴を開け、ワンドの水位と降水時期の地下水位が連動するように配慮した事例などがある。

本研究において上記の事例を参考に、透水性、施工性、強度等の面から解析を行うことで新たな透水性鋼矢板を開発することを試みた。

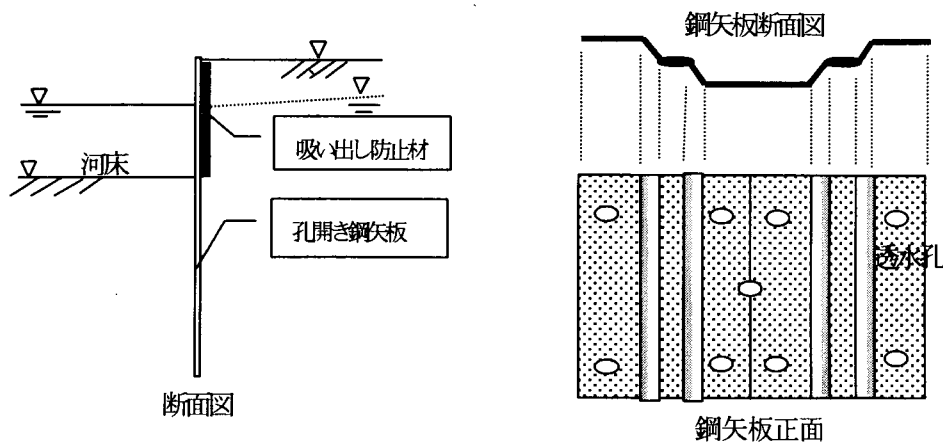


図7. 1. 4 透水性鋼矢板

そこで、新たな透水性鋼矢板の強度検討、浸透流解析による従来型護岸との比較、透水部の試験を実施した。

(1) 透水孔の設計

鋼矢板に透水性を持たせる方法としては、過去の事例から加工、施工性を考慮し鋼矢板のウェブに孔を開ける方法を採用した。そのため、鋼矢板断面の強度低下・打ち込み性能の低下・孔の大きさ及び配置、孔からの吸出し防止対策、施工性などの検討が必要となる。

1) 径と間隔の決定

打ち込み時に鋼矢板の透水孔縁端部に生ずる応力集中を考慮して孔径と間隔を決定する。孔の中心間隔が孔径の5倍程度以上であるとき、孔縁にかかわらず応力集中が3であることを考慮し、孔径の5倍を最小の孔間隔とする（従って、応力照査は発生応力を 3σ （ σ ：荷重を純断面積で除した応力）とした）。これは、例えば孔の配置を鋼矢板の軸直角方向に2ヶ所とする場合、鋼矢板のウェブ幅を280mmとすれば孔径は28mmで孔の中心間隔は140mm、またウェブ中心位置に1ヶ所とする場合は最大孔径は56mmを初期値として応力照査を行う。

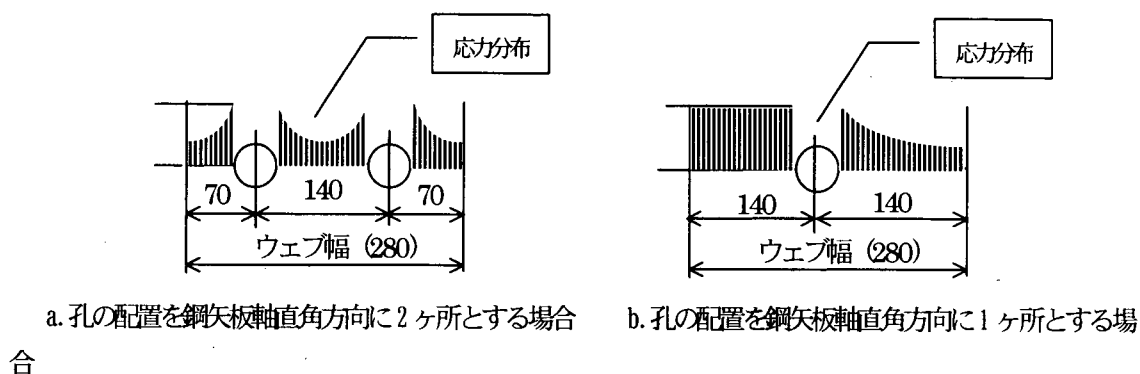


図7. 1. 5 孔の最大径と配置の関係

2) 孔の配置

曲げ剛性の低下、および透水部を分散させて断面に対し均等に近い状態で地下水を透過させることを考慮し、図7. 1. 6に示すよう千鳥配置を原則とする。

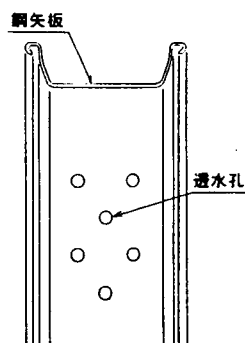


図7. 1. 6 透水孔の配置

3) 応力照査

応力照査は図7. 1. 7のフローにより行った。

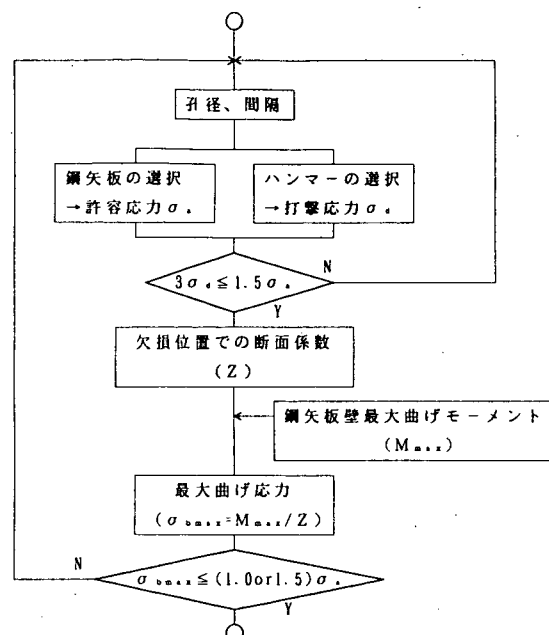


図7. 1. 7 応力照査フローチャート

(2) 透水性の検討

鋼矢板の設置条件および地盤条件によって透水量の変化を把握するため浸透流解析を行った。

1) 護岸のモデル化

本解析で対象とする河川護岸は図7. 1. 8に示す従来の鋼矢板護岸（以下、在来型護岸とよぶ）と多自然型鋼矢板護岸である。河川幅員は20m、水深は3m、河床下10mに不透水層があるものとした。河川水面から地表面までの高さは2m、地下水位は所定位置において河川水位に対して1mの水頭差を保ち地表面、河床面は透過性を有するものとした。

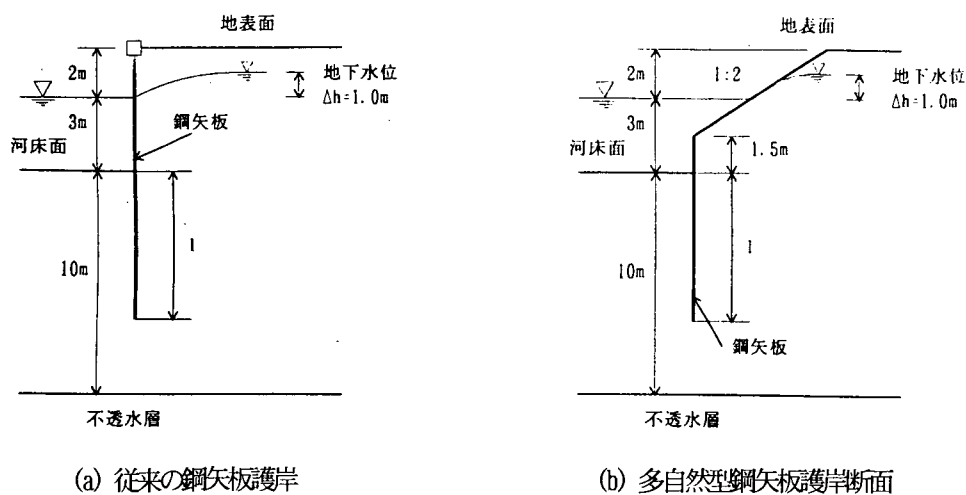


図7. 1. 8 従来の鋼矢板護岸断面と多自然型鋼矢板護岸断面

2) 透水部の透水係数

透水孔は鋼矢板ウェブに離散的に配置されるが計算上は等価な透水係数をもつ透水材料に置き換え、(1)式を与えた。なお、河床部以下では吸出し防止シートは不要なため付けず、その部分の透水係数 k の値は(1)式の k_s を周囲地盤の透水係数 k_0 に置き換えて算定した。また、河床部以上においても k_s が k_0 よりも大きい場合は同様に k_s を k_0 に置き換えて算定した。

$$\bar{k}/\bar{t} = (\Delta A/A) \cdot (k_s/t) \quad \dots\dots(1)$$

$\bar{k}$: 透水性鋼矢板を一樣な透水性を有する材料とみなしたときの透水係数 (cm/sec)

$\bar{t}$: 透水性鋼矢板を一樣な透水性を有する材料とみなしたときの厚さ (鋼矢板のフランジ高さを考慮し 25cm とした)

$\Delta A/A$: 開孔率

ΔA : 開孔面積の総和

A : 鋼矢板の法線直角方向への投影面積

k_s : 吸い出し防止シートの透水係数 (cm/sec)

t : " 厚み (cm)

3) 計算の前提条件

- 周囲地盤: 均質・等方性
- 流れ: 断面二次元定常流
- 流れの方向: 周囲地盤から河川に向かって流れる
- 孔のない鋼矢板の透水性はないものとする。
- 河床以下の有孔鋼矢板には吸い出し防止シートは付けないものとする。
- 降雨を考慮する。(年総流出量: 843.2mm、平均日涵養量: 0.7mm/day)

4) パラメータ

解析には、以下のパラメータを設定した。

- 鋼矢板: 有 / 無
- 開孔率: $\Delta A/A=0.01$
- 開孔範囲: 開孔なし、河床以上開孔、河床以下開孔、鋼矢板全範囲開孔
- 鋼矢板根入れ長: 設定で定まる所要長
- 透水係数: 吸い出し防止材・ $k_s=10^{-2}$ 、 10^{-3} 、 10^{-4} 、 10^{-5} (cm/sec)
 $k_0=10^{-2}$ 、 10^{-3} (cm/sec)

5) 構造および計算条件

従来型護岸および多自然型護岸の構造条件、計算条件を表7. 1. 3～表7. 1. 4に示す。

表7. 1. 3 従来型護岸の構造条件

NO	0	1	2,3,4,41,42,43	5
A				
B	-			
C	-			
D	-			
l	0 m	6 m	*	1.0 m (-1*)

(1)図の説明はA-1の部分参照
 (2)A:従来の鋼矢板、B:透水型鋼矢板、C:河床以上不透水、以下透水、D:河床以上透水、以下不透水
 (3)地表面、河床面は透水性を有するものとする
 (4)A-0の護岸面は透水性を有するものとする

*NO. 2:1-7m, NO. 3:1-8m, NO. 4:1-9m, NO. 41:1-9.50m, NO. 42:1-9.75m, NO. 43:1-9.95m

表7. 1. 4 従来型護岸の計算条件

Case名	k_s (cm/sec)	k_r (cm/sec)	開孔率 α	根入れ長 l (m)	検討項目
A-0-a A-1-a A-2-a A-3-a A-4-a A-41-a A-42-a A-43-a A-5-a	0.01	0.0	0.0	0 6 7 8 9 9.5 9.75 9.95 10	根入れ長の影響
B-1-a B-2-a B-3-a B-4-a B-5-a	0.01	0.01	0.01	6 7 8 9 10	根入れ長の影響
C-2 D-2	0.01	*1 *2	0.01	6	透水範囲の影響
A-0-b A-1-b A-2-b A-3-b A-4-b A-41-b A-42-b A-43-b A-5-b	0.001	0.0	0.0	0 6 7 8 9 9.5 9.75 9.95 10	根入れ長の影響
B-1-b B-2-b B-3-b B-4-b B-5-b	0.001	0.01	0.01	6 7 8 9 10	根入れ長の影響
B-1-a-1 B-2-a-2 B-3-a-3	0.01	0.001 0.0001 0.00001	0.01	6	k_s の影響

k_s :地盤の透水係数

k_r :吸い出し防止シートの透水係数、ただし河床以下 $k_r=0$

*1:河床以上 $k_r=0.0$ 、以下 $k_r=0.01$

*2:河床以上 $k_r=0.01$ 、以下 $k_r=0.0$

表7. 1. 5 多自然型護岸の構造条件

NO	1	2
X		
l	6 m	6 m

表7. 1. 6 多自然型護岸の計算条件

Case	K_o (cm/sec)	K_s (cm/sec)	開孔率 α	根入れ長 l (m)	検討項目
X-1	0.01	0.0	-	6	鋼矢板透水
X-2	0.01	0.01	0.01	6	水生植物

6) 計算法

有限要素法によって飽和-不飽和浸透流解析を行った。支配方程式は均質・等方性領域の断面二次元定常浸透流として連続式とダルシーの法則により(2)式で与えられる。

$$\frac{\partial}{\partial x} \left\{ k(\theta) \frac{\partial (\phi + z)}{\partial x} \right\} + \frac{\partial}{\partial z} \left\{ k(\theta) \frac{\partial (\phi + z)}{\partial z} \right\} = 0 \quad \dots\dots(2)$$

ここに、 x :水平方向座標、 z :鉛直方向座標、 θ :体積含水率、 $k(\theta)$:地盤の透水係数、 ϕ :圧力水頭

7) 1mの水頭差を与える護岸からの距離

地下水の流れは河川水位と水頭差によって生じる。今回、水頭差を1mとしたが、その水頭差を与える護岸からの距離を流量に影響のないよう設定するため、護岸からの距離を変化させて流量の計算を行った。計算には降雨量が影響するため、平均日灌養量を0、0.7、3.85mm/dayの3ケース行った。結果を図5. 9に示す。

その結果、平均日灌養量が0.7mm/dayの場合、護岸からの距離が150m以上では流量への影響がほとんど無いことから護岸からの距離を200mに設定した。

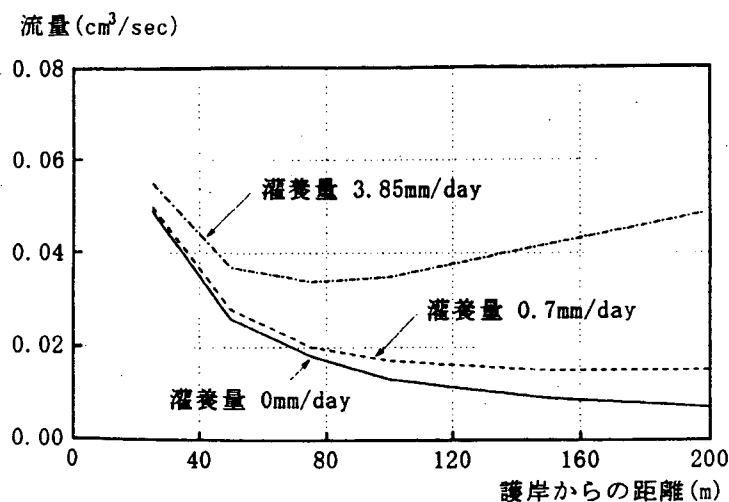


図7. 1. 10 護岸からの距離と流量との関係 (水頭差1m)

8) 計算結果

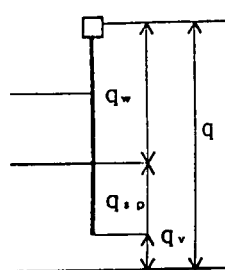
I. 従来鋼矢板護岸

従来型護岸の流量に関する計算結果を表7. 7に示す。また、図7. 1. 11～7. 1. 13流速コンタと流速ベクトル (代表例3 ケース)、図7. 1. 14に根入れ長と透水量の関係、図7. 1. 15に護岸鉛直方向各部位毎の値入れ長と透水量の関係、図7. 1. 16に吸出し防止シートの透水係数と透水量の関係、図7. 1. 17に透水性鋼矢板を用いた場合の護岸背後の地下水位分布、図7. 1. 18に従来の鋼矢板を用いた場合の護岸背後の地下水位分布を示す。

表7. 1. 7 従来型護岸の流量に関する計算結果

Case名	q_v	q_{sp}	q_w	q
A-0-a	0.0752	0.0	0.0	0.0752
A-1-a	0.0688			0.0688
A-2-a	0.0673			0.0673
A-3-a	0.0652			0.0652
A-4-a	0.0619			0.0619
A-41-a	0.0589			0.0589
A-42-a	0.0567			0.0567
A-43-a	0.0473			0.0473
A-5-a	0.0			0.0
B-1-a	0.0132	0.0353	0.0266	0.0752
B-2-a	0.0096	0.0390		
B-3-a	0.0059	0.0427		
B-4-a	0.0024	0.0463		
B-5-a	0.0	0.0487		
C-2	0.0174	0.0578	0.0	0.0752
D-2	0.0262	0.0	0.0490	0.0752
A-0-b	0.0147	0.0	0.0	0.0147
A-1-b	0.0135			0.0135
A-2-b	0.0132			0.0132
A-3-b	0.0127			0.0127
A-4-b	0.0121			0.0121
A-41-b	0.0115			0.0115
A-42-b	0.0111			0.0111
A-43-b	0.0092			0.0092
A-5-b	0.0			0.0
B-1-b	0.0025	0.0066	0.0057	0.0147
B-2-b	0.0018	0.0073	0.0057	
B-3-b	0.0011	0.0080	0.0057	
B-4-b	0.0004	0.0087	0.0056	
B-5-b	0.0	0.0091	0.0056	
B-1-a-1	0.0059	0.0427	0.0171	0.0747
B-2-a-2	0.0024	0.0463	0.0037	0.0741
B-3-a-3	0.0	0.0487	0.0004	0.0740

流量の単位は $\text{cm}^3/\text{sec}/\text{m}$



流量の定義

q_w : 透水性鋼矢板の河床以上部分の透過流量

q_{sp} : 透水性鋼矢板の河床以下部分の透過流量

q_v : 鋼矢板がない部分の透過流量

q : 総流量($q_w + q_{sp} + q_v$)

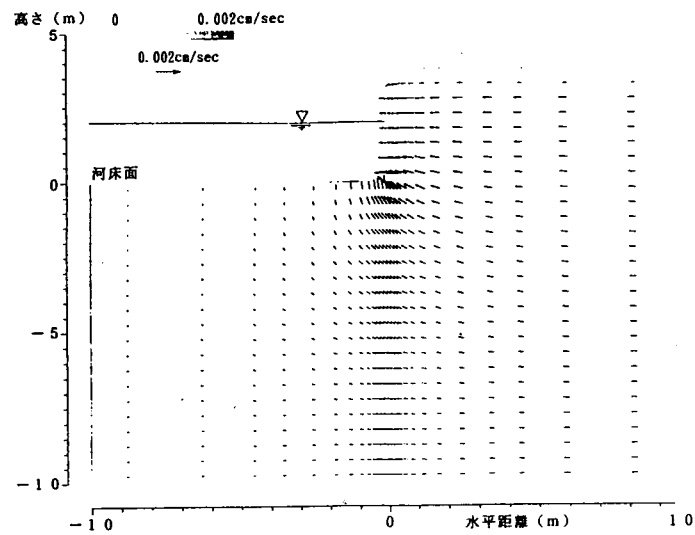


図7. 1. 11 流速コンタと流速ベクトル (A-0-a)

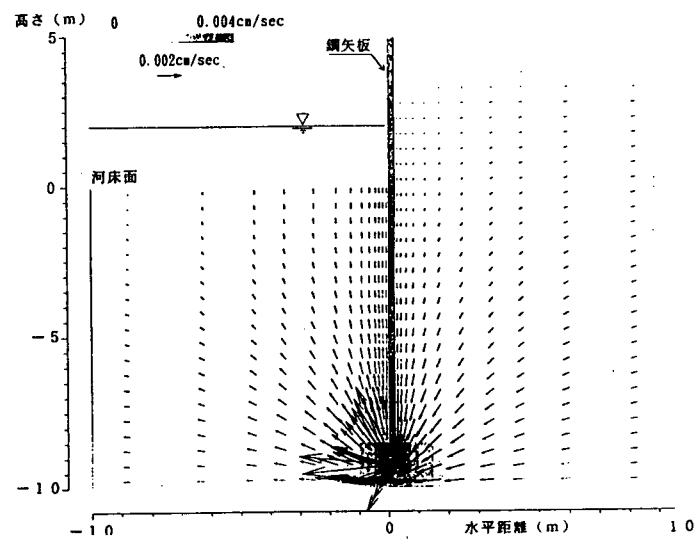


図7. 1. 12 流速コンタと流速ベクトル (A-4-a)

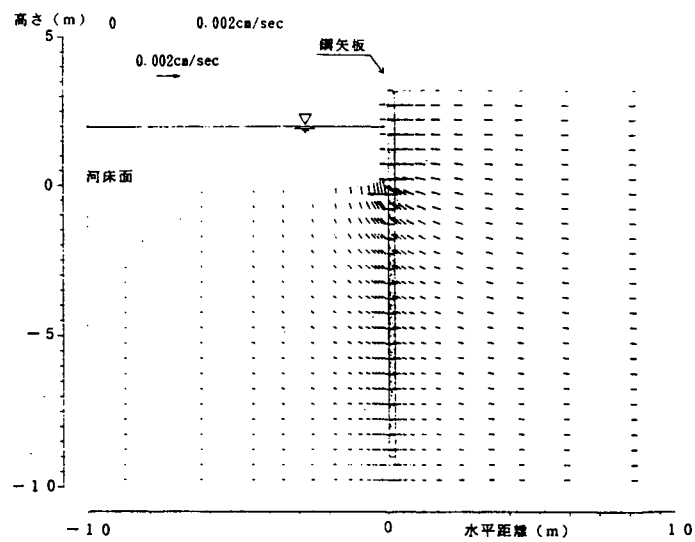


図7. 1. 13 流速コンタと流速ベクトル (B-4-a)

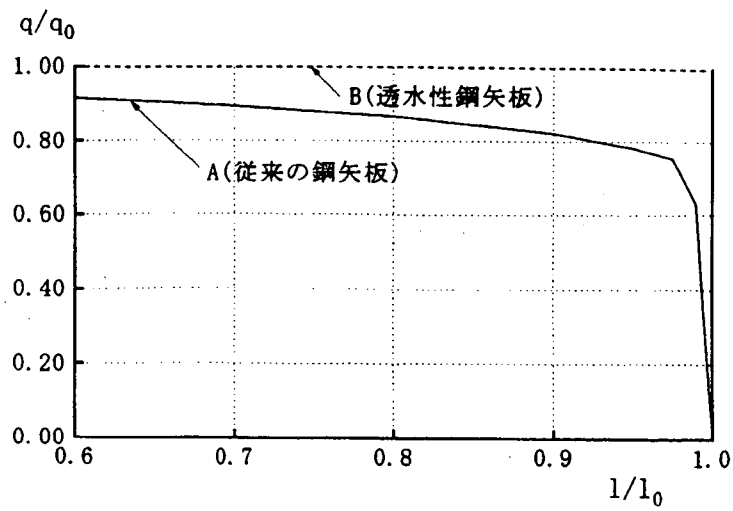


図7. 1. 14 根入れ長と透水量の関係

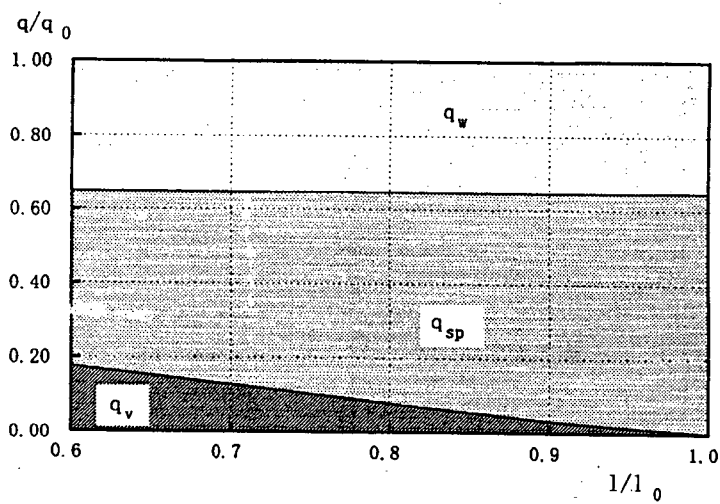


図7. 1. 15 護岸鉛直方向各部位毎の値入れ長と透水量の関係

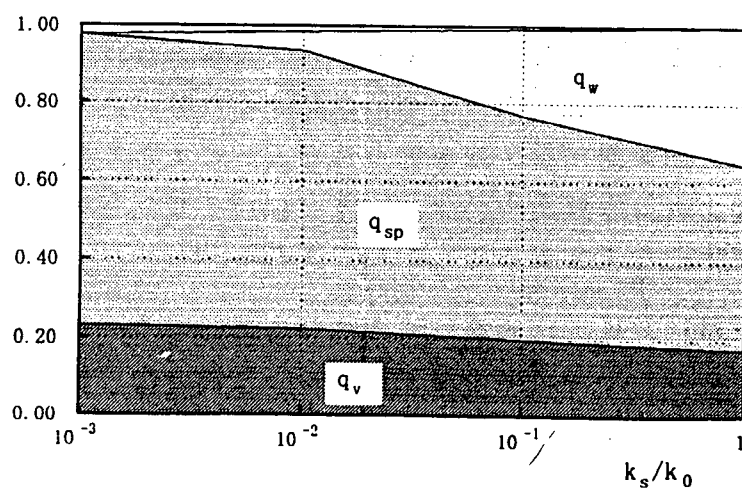


図7. 1. 16 吸出し防止シートの透水係数と透水量の関係を示す。

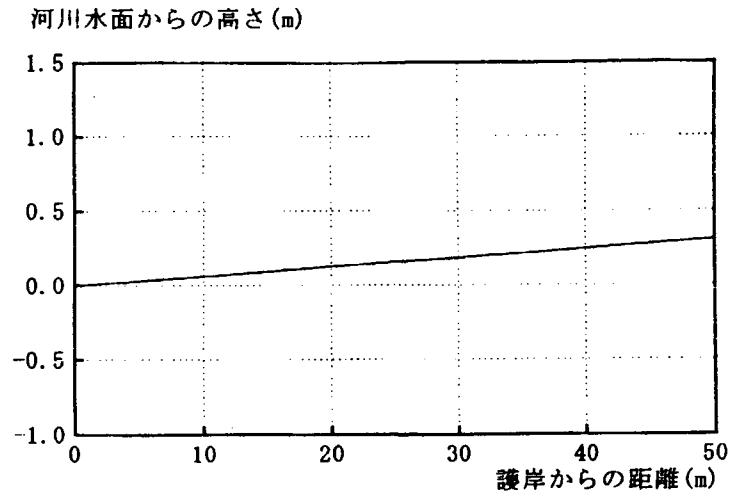


図7. 1. 17 透水性鋼矢板を用いた場合の護岸背後の地下水位分布

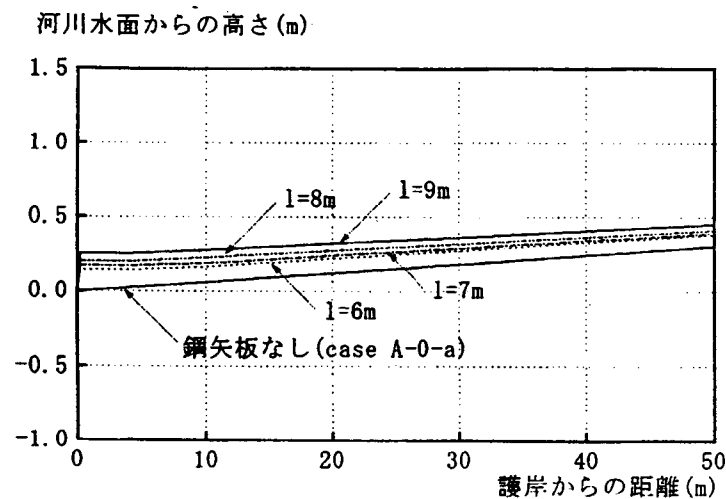


図7. 1. 18 従来の鋼矢板を用いた場合の護岸背後の地下水位分布

従来の鋼矢板護岸の計算結果、図7. 1. 11～図7. 1. 18より以下のことが明らかになった。

- ①透水性鋼矢板を用いた場合、地下水の流速変動は小さく、流れが護岸に向かってほぼ平行に流れる。一方、従来の鋼矢板を用いた場合、流れは鋼矢板下端付近で非常に流れが速くなる。つまり、透水性鋼矢板はパイピングのような流れによる護岸の崩壊防止にも寄与することが期待される。
- ②透水性鋼矢板を用いた場合、流量は根入れ長に関係しない。一方、従来の鋼矢板を用いた場合、根入れ長が長くなるに従い、流量は小さくなる。
- ③護岸鉛直方向では、河床から上の部分 (w) は根入れ長に関係しない。一方、河床から鋼矢板先端部までの部分 (s p)、鋼矢板先端部から不透水層までの部分 (v) からの流出量は根入れ長には影響されないが、割合は変化する。
- ④s p、wからの流出量は吸出し防止シートの透水係数 (k_s) によって変化し、その値が周囲地盤の1/100程度になるとw (吸出し防止シートを貼り付けた部分) からの流出は非常に小さくなる。
- ⑤透水性鋼矢板を用いた場合、護岸背後の地下水位分布に与える鋼矢板の影響は無視できる。一方、従来の鋼矢板を用いた場合、根入れ長が長くなると背後の水位上昇の上がる度合いが大きくなる。

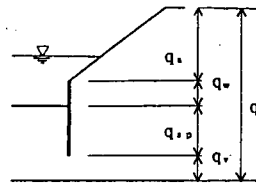
II. 多自然型護岸

表7. 1. 8に流量に関する計算結果、図7. 1. 19、20に流速コンタと流速ベクトル、図7. 1. 21に護岸背後の地下水位分布を示す。

表7. 1. 8に流量に関する計算結果

Case名	q_s	$q_{s,p}$	q_w	q_v	q
X-1	0.0229	0.0	0.0	0.0516	0.0745
X-2	0.0117	0.0252	0.0059	0.0322	0.0750

流量の単位は $\text{cm}^3/\text{sec}/\text{m}$



流量の定義

- q_s : 傾斜面部分の透過流量
- q_w : 透水性鋼矢板の河床以上部分の透過流量
- $q_{s,p}$: 透水性鋼矢板の河床以下部分の透過流量
- q_v : 鋼矢板がない部分の透過流量
- q : 総流量($q_s + q_w + q_{s,p} + q_v$)

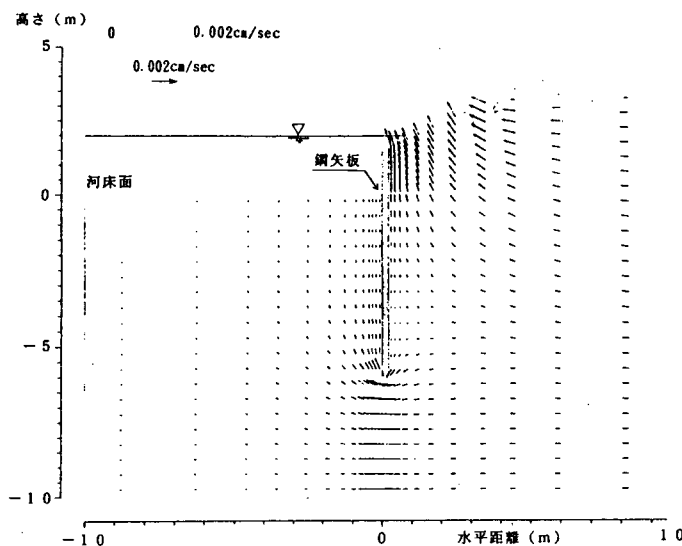


図7. 1. 19 流速ベクトル (x-1)

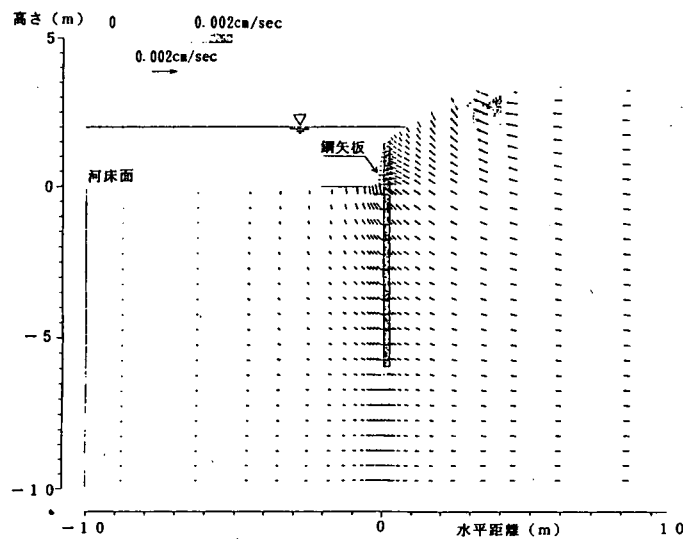


図7. 1. 20 流速ベクトル (x-2)

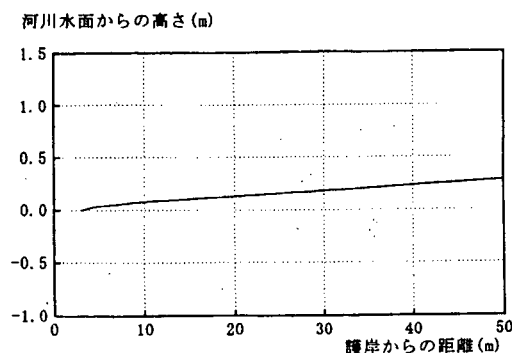


図7. 1. 21 護岸背後の地下水位分布

多自然型護岸の計算結果、図7. 1. 19～21より以下のことが明らかになった。

- ①透水性鋼矢板を用いた場合、地下水の流速変動は小さく、流れは護岸に向かってほぼ平行に流れる。一方、従来の鋼矢板を用いた場合、鋼矢板上部では鋼矢板に沿った上方への流れが顕著になり、鋼矢板先端部付近を中心とした傾斜面下方から集中して流出する。
- ②傾斜面からの流出は透水性鋼矢板を用いた場合約70%。従来型鋼矢板を用いた場合約40%であり、従来型護岸に比べ地表面付近を地下水が多く流れる。
- ③地下水位分布は傾斜面からの流出の影響が強く、透水性鋼矢板と従来型鋼矢板の差は無視できる。

(4) 吸い出し防止材各種試験

1) 吸い出し防止材せん断引張り試験

吸い出し防止材と鋼矢板および地盤の間にはせん断力が発生する。そこで、せん断引張り試験を実施した。試験に使用した吸い出し防止材の特徴を表7. 1. 8に示す。

表7. 1. 8 吸い出し防止材の物性表

No.	種類	重さ	厚さ	引張強さ (kgf/5cm)		伸度 (%)		引張断力 (kgf)		透水係数 cm/sec	色
		g/m ²	mm	縦	横	縦	横	縦	横		
A	A-1	200	1.2	50	45	40	45	7	7	$2 \sim 3 \times 10^{-1}$	グレー
	A-2	300	3.0	85	75	70	70	40	40	$2 \sim 3 \times 10^{-1}$	グレー
	A-3	300	1.0	90	70	35	40	13	10	1.0×10^{-2}	グレー
	A-4	500	3.0	150	110	50	55	17	18	1.5×10^{-2}	ホワイト
	A-5	950	6.0	300	220	50	55	34	39	1.0×10^{-2}	ホワイト
B	B-1	150	0.4	30	20	15	15	9	14	1.0×10^{-2}	グレー
	B-2	200	0.5	65	30	30	25	12	16	0.8×10^{-2}	グレー
	B-3	260	0.6	80	50	30	25	19	25	0.8×10^{-2}	ホワイト

材質：ポリエステル100%の長繊維不織布

特徴：酸・アルカリに対する抵抗力が大きい

耐熱性が大きい（融点260℃）

吸い出し防止材の貼付方法を下記に示す。

- 鋼板の表面にはショットブラストを施した。
- 鋼板表面に付着する油類を除去した。
- 付着量 120~160g/m²を目安にヘラにより塗布した。
- 10 分以内に貼りあわせた。
- 45 分以内に 0.5kgf/cm²以上の圧力で圧縮を続けた。
- 接着剤の硬化するまで圧縮を続けた (約 24 時間)
- 養生期間は 7 日間以上とした。

試験は図 7. 1. 22、表 7. 1. 9 に示す試験体により実施した。

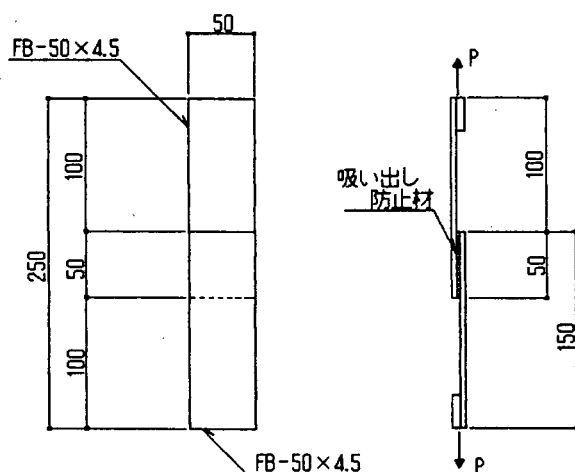


図 7. 1. 22 せん断引き裂き試験方法

表 7. 1. 9 試験体の種類

メーカー名	吸い出し防止材の種類	厚み (mm)	本数	養生方法
A 社	A-1	1.2	1	屋 内
	A-2	3.0	1	屋 外
	A-3	1.0	1	屋 内
	A-4	3.0	1	屋 外
	A-5	6.0	1	屋 内
B 社	B-1	0.4	1	屋 内
	B-2	0.5	1	屋 外
	B-3	0.6	1	屋 外

試験結果を表 7. 1. 10、図 7. 1. 23~図 7. 1. 26 に示す。

表 7. 1. 10 最大せん断抵抗と破壊状況

メーカー名	吸い出し防止材の種類	厚み (mm)	養生方法	最大せん断抵抗 (kgf)	最大せん断抵抗 (t=0.1kgf/cm ²)	破壊状況	最大せん断抵抗 (t=0.1kgf/cm ²)	最大せん断抵抗 (t=0.1kgf/cm ²)
A 社	A-1	1.2	屋 内	799	32.0	0.76	0.76	0.76
	A-1(0)	1.2	屋 外	700	28.0	0.67	0.67	0.67
	A-2	3.0	屋 内	327	13.1	0.31	0.31	0.31
	A-2(0)	3.0	屋 外	602	24.1	0.62	0.62	0.62
	A-3	1.0	屋 内	727	29.1	0.69	0.69	0.69
B 社	B-1	0.4	屋 内	486	19.4	0.46	0.46	0.46
	B-1(0)	0.4	屋 外	246	9.8	0.24	0.24	0.24
	B-2	0.5	屋 内	724	29.0	0.72	0.72	0.72
	B-2(0)	0.5	屋 外	111	4.4	0.10	0.10	0.10
	B-3	0.6	屋 内	184	7.4	0.18	0.18	0.18

注 1) A=25cm²

注 2) τ , τ_0 の単位: kgf/cm²

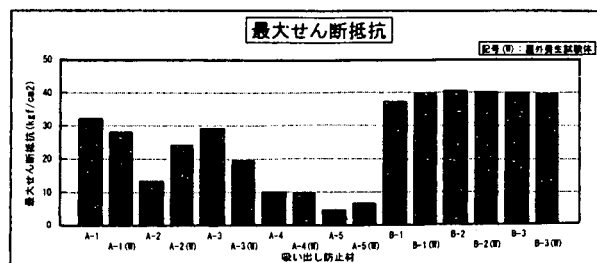


図 7. 1. 23 最大せん断抵抗

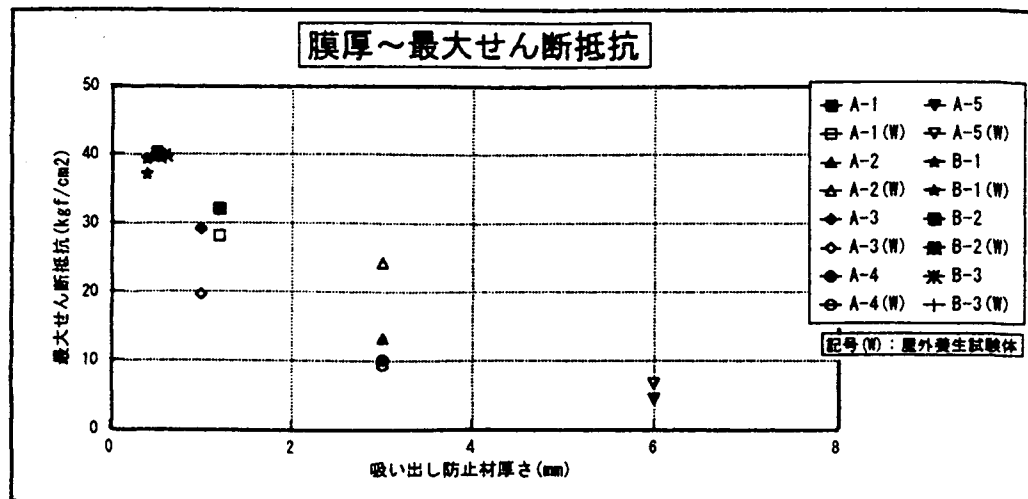


図7. 1. 24 吸収防止材厚さと最大せん断抵抗の関係

- ① B社の吸収防止材の最大せん断抵抗が大きく接着剤のせん断強度の88～95%程度の強度が得られた。
- ② 吸収防止材の最大せん断抵抗は厚みが薄いほど大きくなる。
- ③ A、B社ともに吸収防止材のせん断抵抗は一部を除き、10kgf/cm²以上の高いせん断抵抗が得られた。

2) 膜強度試験

鋼矢板の孔空き部に貼りつけた吸収防止材は長期間、水圧、土圧を受ける。そこで、吸収防止材の膜強度を確認するため膜強度試験を実施した。試験体と試験装置を図7. 1. 23に示す。なお、水田は河川に使用される状況を考慮して1.0kgf/cm²とし、圧力保持を30分行った。その後、圧力を2.0～3.0kgf/cm²付近まで加えた。測定は膜中央変位とした。

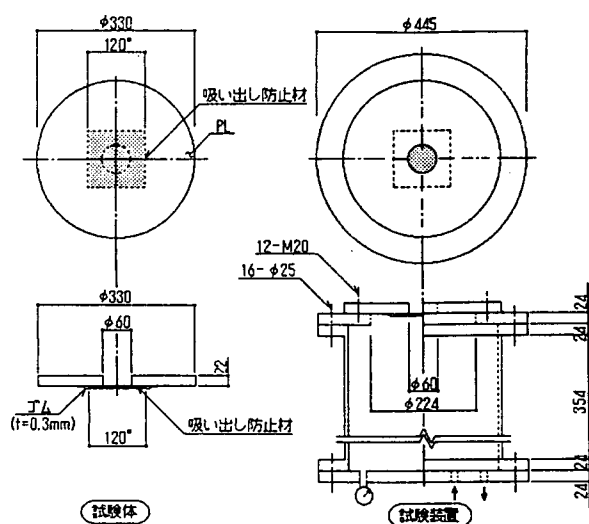


図7. 1. 23 試験体と試験装置

メーカー名	吸収防止材の種類	厚み (mm)	本数	養生方法
A 社	A-1	1.2	1	屋内
			1	浸水
	A-2	3.0	1	屋内
			1	浸水
	A-3	1.0	1	屋内
			1	屋内 (黒皮上に貼付)
			1	浸水 (黒皮上に貼付)
	A-4	3.0	1	屋内
			1	浸水
	A-5	6.0	1	屋内
B 社	B-1	0.4	1	屋内
			1	浸水
	B-2	0.5	1	屋内
			1	浸水
	B-3	0.6	1	屋内
			1	屋内 (黒皮上に貼付)
			1	浸水
			1	浸水 (黒皮上に貼付)

表7. 1. 10 試験体の種類

結果を図7. 1. 25 図7. 1. 27に示す。

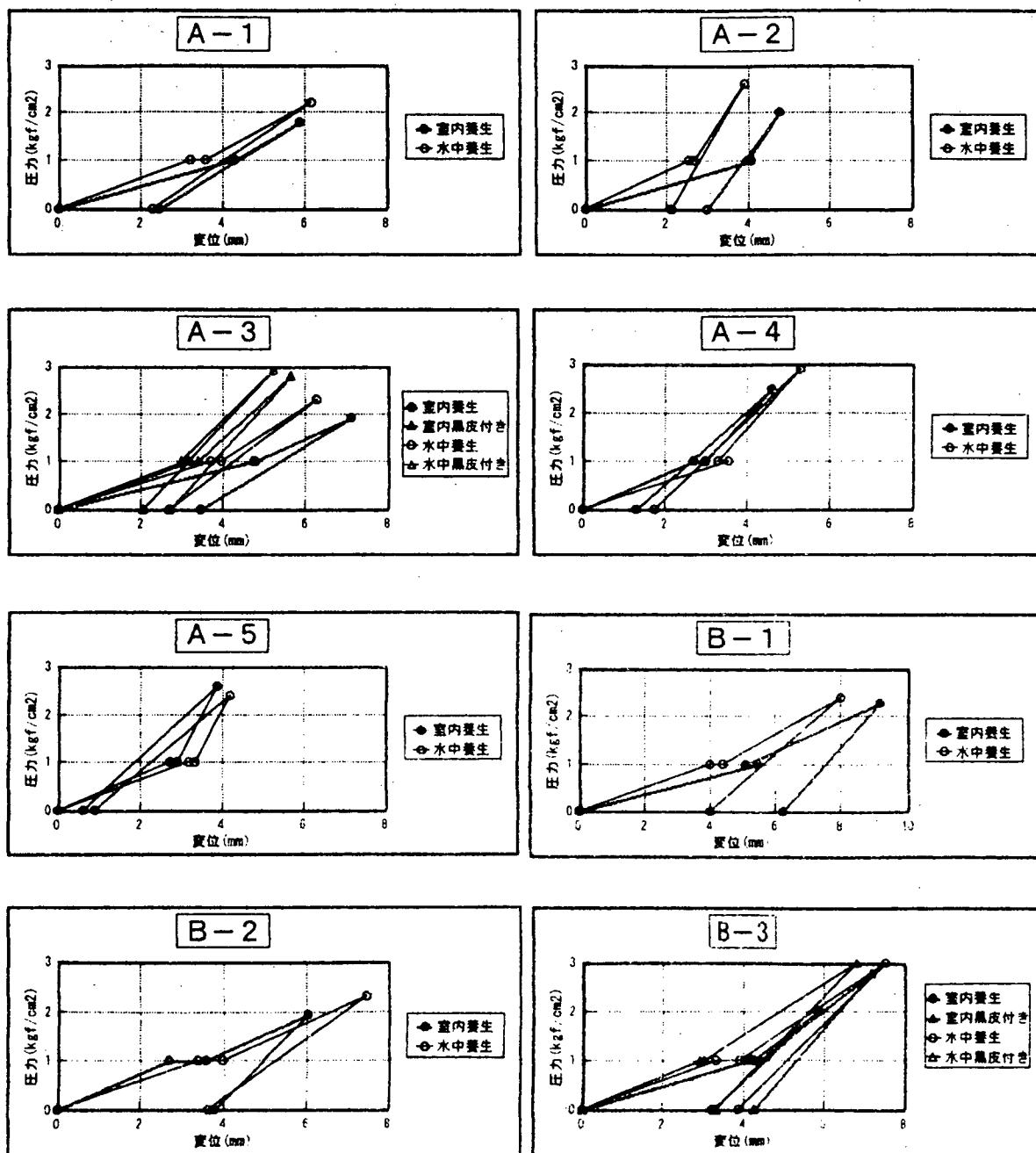


図7. 1. 25 圧力と膜変位の関係

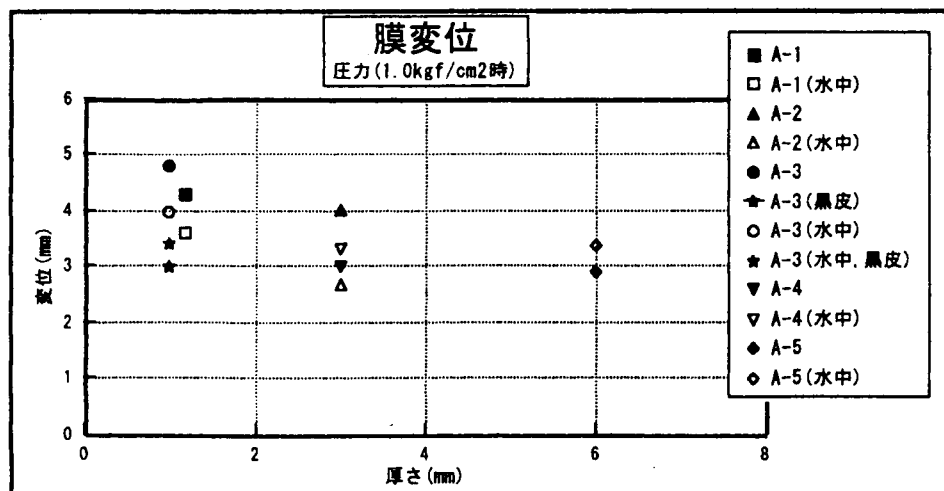


図7. 1. 26 膜厚と膜変位の関係 (A社)

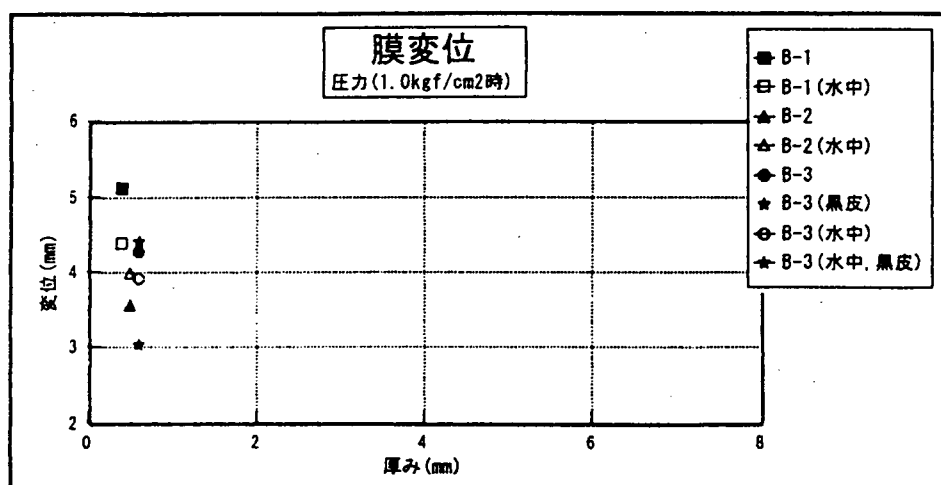


図7. 1. 27 膜厚と膜変位の関係 (B社)

上記より以下のことが明らかになった。

- ① 圧力を2.0～3.0kgf/cm²まで昇圧したが、吸い出し防止材の剥がれは見られなかった。
- ② 吸い出し防止材の変位は圧力1.0kgf/cm²時で3～5mm程度であった。
- ③ 薄いものほど変位が大きくなる傾向にあった。
- ④ 養生方法による顕著な差は見られなかった。

3) 施工試験

吸い出し防止材を貼りつけた鋼矢板の施工性、透水状況、剥がれ等を確認するため施工試験を実施した。試

験に使用した鋼矢板を図7. 24に示す。吸出し防止材保護を目的としたフリクションカッターを取り付けた鋼矢板も使用した。また、鋼矢板打ち込み後、矢板前面を掘削し、背後から水中ポンプにて給水することにより透水状況を確認した。また、施工後の鋼矢板を引き抜き、吸い出し防止材の損傷状況等を確認した。

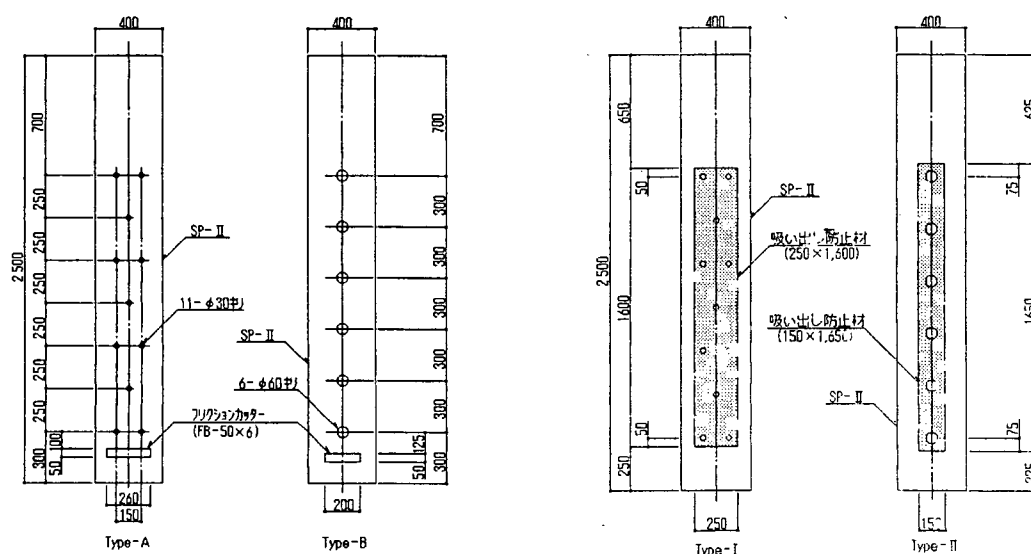


図7. 1. 28 施工試験に使用した鋼矢板と吸い出し防止材の大きさ

試験結果から以下のことが明らかになった。

- ① ハンドリング時に吸い出し防止材を傷つける恐れがある。
- ② N値5～10程度の砂地盤ではA-3、B-3の吸い出し防止材は打ち込み時に剥がれないことがわかった。
- ③ 今回の地盤ではフリクションカッターは不要で、吸い出し防止材の最下端を接着剤で固める程度剥がれないことが確認された。
- ④ 吸い出し防止材を貼りつけた透水部から透水状況を確認できた。
- ⑤ 吸い出し防止材を貼りつけていない部分からは土砂の流出が確認された。

(5) 透水性鋼矢板のまとめ

透水孔の大きさ、配置、根入れ長を変化させ、強度・透水性の面から最適なものを検討するため解析を行った。

た。その結果、透水性鋼矢板の構造について以下の事が明らかになった。

- (1) 鋼矢板のカブの透水孔径は、打設時・完成時における発生応力を照査し決定する必要がある。孔の配置は曲げ剛性の低下および透水の分配性に配慮し千鳥配置が良い。
- (2) 透水性鋼矢板を用いた場合、地下水の流速変動は小さく、その流れはほぼ水平になる。また、流量は根入れ長に関係なく、鋼矢板がない場合と同一になる。さらに、護岸背後の地下水位分布に与える影響は少ない。
- (3) 鋼矢板に吸い出し防止材を貼り付けた場合、厚さ 6mm 以上の材料を除き $10\sim40\text{kgf/cm}^2$ と非常に大きなせん断抵抗が得られた。また、圧力 1.0kgf/cm^2 時でも剥がれることはなく、膜中央での変位も $3\sim5\text{mm}$ と小さい。つまり、緩い砂地盤では打込み性および吸い出し防止材の剥がれの心配はない。

7. 2 人工浮島

浮島とは本来、湖や沼の中に密生した水生植物が水面に島のように浮かんだものである。「人工浮島」とはこの自然現象を再現するために、人工的に創られた浮体の上に水生植物等が生息したものをいう。

人工浮島は下記のような効果を有するといわれている。^{4) 5) 6)}

- ① 水中から直接栄養塩を吸収するので水質浄化効果が高い。
- ② 水面を遮蔽することにより水温の上昇を抑え、プランクトンの増殖を防ぐ。
- ③ 浮島下の空間を魚類等の生物が利用できる。浮島上には昆虫などの餌を求めて、鳥類が飛来する。
- ④ 湖沼や貯水池内に浮かせるだけであるため、湖沼や貯水池の容量を変化させることがない。
- ⑤ 水位変動のある湖岸帯や鋼矢板護岸の前面等植栽が不可能な箇所に施工でき、修景効果がある。

上記のように人工浮島は水環境を総合的に改善する効果があり現在、様々な応用が図られている。

1) 人工浮島の設置事例

本研究室では1993年、茨城県霞ヶ浦土浦港に人工浮島を設置した。構造は4.5m×4.5mのステンレス製フレームの間に、植生基盤材として10cm厚のウレタンフォームを設置しネットで包み込んだものを1組とし、2組×20組に連結し、湖底に沈めたコンクリート製のおもりにロープによって固定した。総面積は約1000m²とかなり大きなものである。ウレタンフォームの中には、水生植物の地下茎や株などをブロック毎に植栽した。

①生物量調査およびその結果

1994年の10月、設置された人工浮島の下2地点（浮島有り）、その他10～50m離れたところで、仕切編による魚類調査を5m×5mの範囲で行った。また人工浮島下では、植物の根の周辺に多数の魚類が存在しているのでタモ編み調査も併せて実施した。

当初は、浮島上にブロック別にマコモ、ガマ、カンガレイ、ミクリ、ヨシを植えたがその植生は遷移し続けている。特に旺盛な繁殖力を持つセイダカアワダチソウ、アメリカセンダングサなどの陸上植物が増えてきたのが特徴である。

また、建設省霞ヶ浦工事事務所の調査をもとに計算すると、浮島上の植物の現存量は2,250g/m²（乾重量）で、窒素、リンに換算するとN=32.4g/m²、P=2.5g/m²程度である。霞ヶ浦のヨシ原の現存量が776g/m²～3,320g/m²（乾重量）といわれているので、自然のヨシ原の現存量に引けを取らない量と言える。ただし浮島周辺のヨシと比べると2割ほど浮島上のヨシの方が少ない。

採捕された魚類・エビ等は「浮島有り」で7種778個体である。採捕数の多いものは、テナガエビ、ブルーギル、ヌマチチブ、が挙げられる。特に浮島の根がテナガエビの格好のハビタットとなっていることが確認された。採捕された魚類の特徴としては、そのほとんどが当歳魚（生後1年以内）である点である。

一方「浮島無し」では3種3個体の魚種が採捕された。（オオクチバス、ブルーギル、テナガエビ）

「浮島有り」と「浮島無し」において植物プランクトンに関して構成種の大きな違いは見られなかったが、藻類は「浮島有り」がかなり大きくなっている。

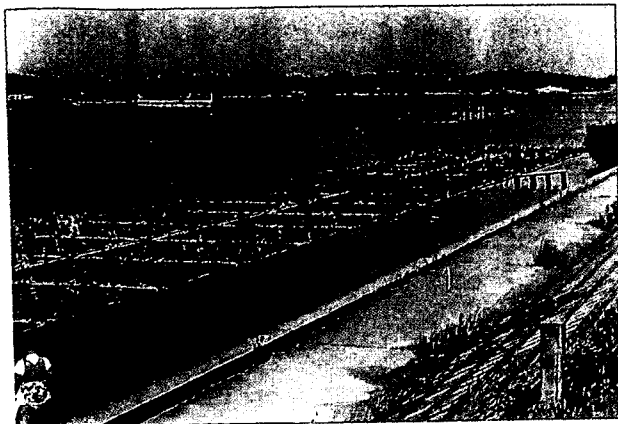


写真7. 2. 1 施工直後の人工浮島

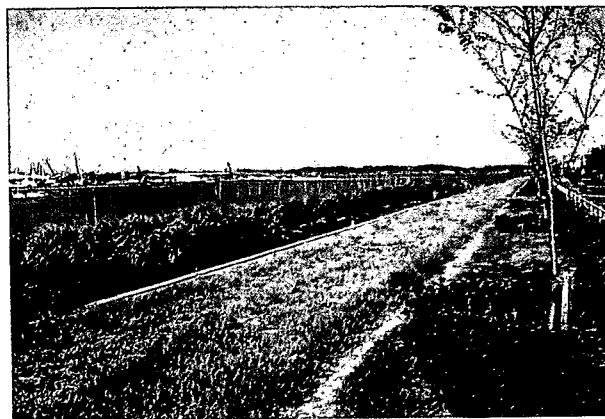


写真7. 2. 2 浮島

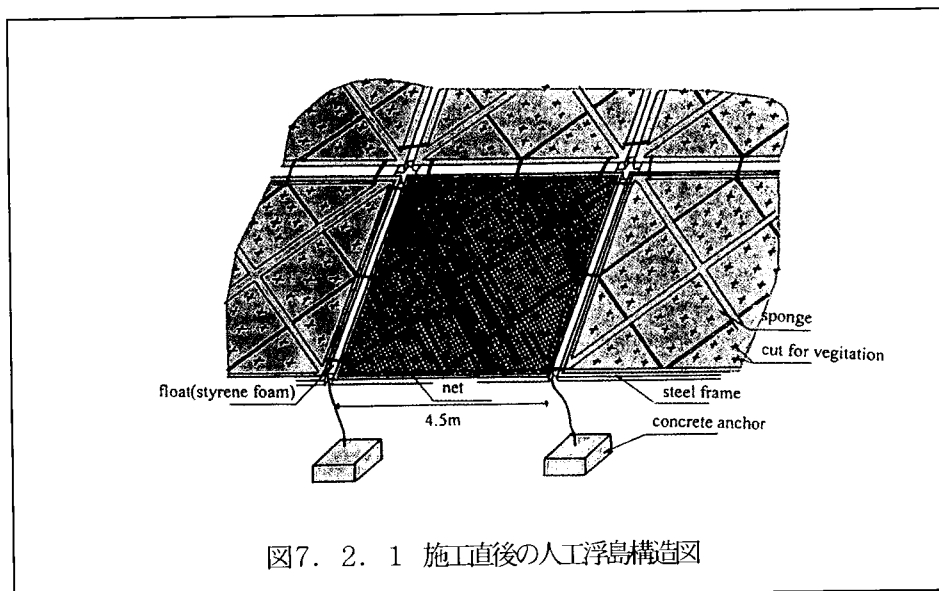
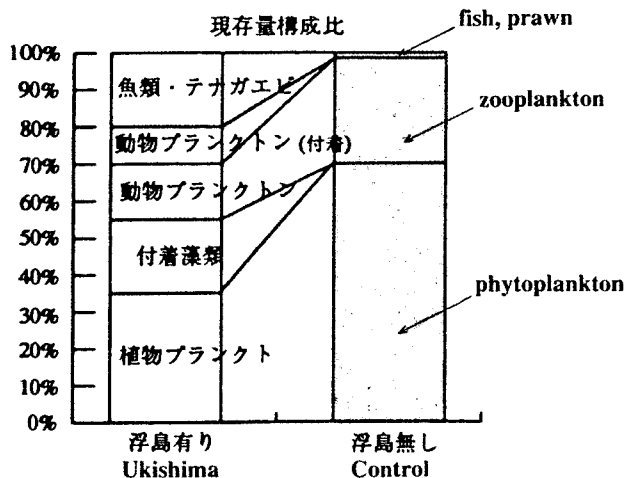


図7. 2. 1 施工直後の人工浮島構造図

動物プランクトンの現存量は「浮島有り」で $3.2\text{g}/\text{m}^2$ 、「浮島無し」で $2.4\text{g}/\text{m}^2$ であった。根に付着していた動物プランクトン量は $2.2\text{g}/\text{m}^2$ であった。種の構成に関してはあまり大きな差は見られなかった。



浮島の下では植物プランクトンの割合が少ない。

図7. 2. 2 浮島の有無による現存量構成比の違い



浮島の下には魚やエビがたくさんいます。

写真7. 2. 3 浮島の下で採捕された魚やエビ

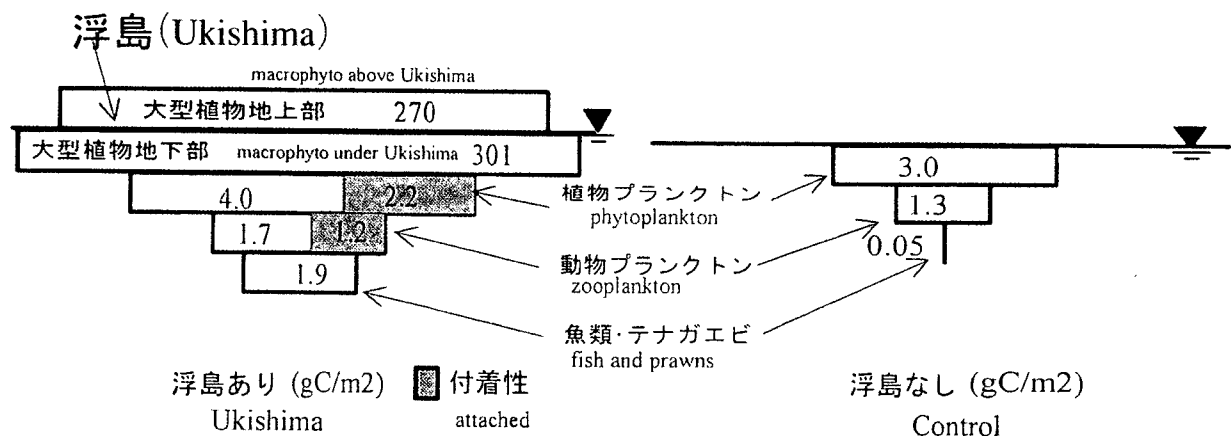


図7. 2. 3 浮島の有無による現存量の違い

②水質調査およびその結果

浮島の浄化効果を定量化するのは難しい。そこで、1995年の5月に、土浦市の大岩田地区に5mL×5mW×1.5mDの隔離水域を3基設置し、その中の2つに別途作成した2m×2mの浮島を設置し（専有面積率16%）これをAタイプ、Bタイプとし、残りをCタイプとして調査した。

調査回数は、平均して2ヶ月に1回、植生、水質および動植物プランクトン調査を実施した。また、植生の刈り取りの影響を見るために、Aタイプにおける浮島を刈り取り、Bタイプでは刈り取らずにそのままにした。

その結果、浮島が有るA、Bタイプは、特に夏期に植物プランクトン増殖の抑制効果が確認できた（94%の削減）。さらに、CODcrが、夏季に50%程度削減された。

過去の報告では、ヨシの刈り取り時期がその後のヨシの成育に大きく影響するとある⁷⁾。そこで、A、Bタイ

プの水質を調べることで、ヨシ刈り取りの水質への影響を調べたが、その明確な違いは確認できなかった。

一方、生態系の観点からは刈り取りを行わなかったBの方が冬場、枯れ葉が糸状藻類の付着基板の役割をなし透視度が高いことが確認された。このように、枯れた植物は鳥類の餌や魚類の産卵場となる糸状藻類の付着基盤ともなるので再評価する必要があるといえる。

③人工浮島の応用

茨城県霞ヶ浦の護岸ではヨシ原が減少しつつある。その要因の一つに波浪の影響が考えられている⁸⁾。そこで、建設省土木研究所では平成8年度より民間企業と共同で浮島の消波効果を研究している。これは護岸のヨシ原を保全するためその前に人工浮島を設置することで波浪の低減効果を調べるものである。また、浮島の水質浄化を向上するため浮島の下に最近、河川などで浄化のために使用される糸状生物担体を取り付けることで効率的な浄化を試みる研究も進めている。

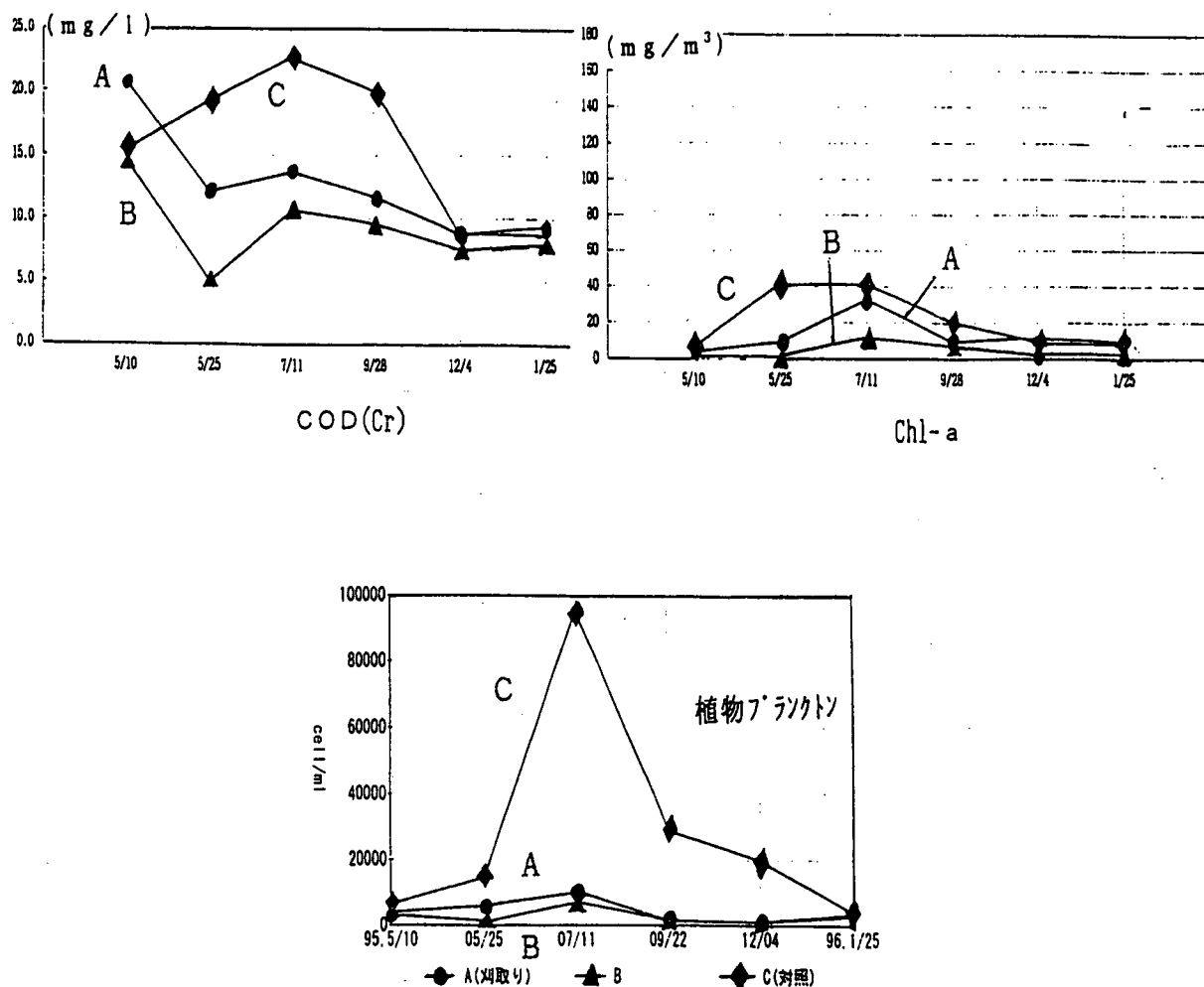


図7. 2. 4 対象区と比較した水質浄化効果 (96年夏期)

7. 3 魚巢ブロック

河岸防御のためにコンクリート護岸を設置すると、増水時等の侵食に対する安全性は向上する。一方、それまで多様な空間を形成していた河岸の凹凸や植生は減少し、それによって魚類のハビタットは消失することになる。このような相反する問題を解消すべく開発されたのが、魚巢ブロックである。これは護岸水中部の生物が生息場や避難場を確保できるような内部に空洞を持つコンクリートブロックである。しかし、これまでに魚巢ブロックの魚類の利用実態やその効果についての研究調査事例はなく、実際の導入計画の考え方は明らかにされていない。

そこで本節では栃木県の逆川に設置した魚巢ブロックを対象に実際の魚類の利用実態を調査した。さらに、魚巢ブロックの最適な空洞の大きさを検討するため、室内実験を実施した。これらの結果と過去の文献から魚巢ブロックの効果と導入の際の基本的考え方を検討する。

7. 3. 1 魚類の魚巢ブロック利用実態調査

(1) 調査方法

現地調査は、栃木県茂木町を流下する延長 30.8km、流域面積 116.6km²、勾配 1/400 の中小河川の那珂川水系逆川を対象とした。また、調査区間は、諸相ブロックが設置してある 126m の左右岸で、1 段もしくは 2 段の魚巢ブロックが設置してある。この区間は平水時にラバー堰によって湛水しており、水深約 90cm、流速 20cm/s で生活雑排水がかなり流入する場所である。また、河床は砂で、一部で岩が露出している。調査は 1993 年 2 月 23 日、3 月 26 日、7 月 23 日に実施した。2 月は早朝に雪まじりのみぞれが降り、若干の増水が見られた。

調査方法は調査区間に 4 箇所の調査地点を設定し、魚巢ブロックを前面に袖網の全長 10m の土研式定置網を設置した。調査地点の概略は図 7. 3. 1 に示す。No. 1 は、魚巢ブロックを 2 段設置し、ラバー堰右岸上流側の魚道の出口脇を定置網の下流端とし上流側へ定置網を設置した。No. 2 は、魚巢ブロックが 1 段設置されており、定置網は No. 1 の上流端から約 30m 上流側の橋の直下に設置した。

No. 3 は、魚巢ブロックが 1 段設置されており、定置網は No. 2 からさらに約 30m 上流側に設置した。No. 4 は魚巢ブロックが 1 段設置されており、橋の上流約 20m の左岸側へ設置した。最初は湛水した状態で、棒や電気ショッカーにより魚類を魚巢内から追い出し、次いで堰を倒し排水した後水深が浅くなったところで手を魚巢内に入れ採捕した。採捕した魚類は、地点毎に同体、体長測定をし全ての作業が終了した後、再び川へ放流した。また、堰倒伏後、魚巢ブロック内空洞の土砂の堆積状況について調査した。

(2) 調査の結果

魚巢ブロックには図 5. 10 のように、水域への入り口と、左右下の魚巢ブロックへの 3 つの入り口がある。一連の魚巢ブロックは、一単位

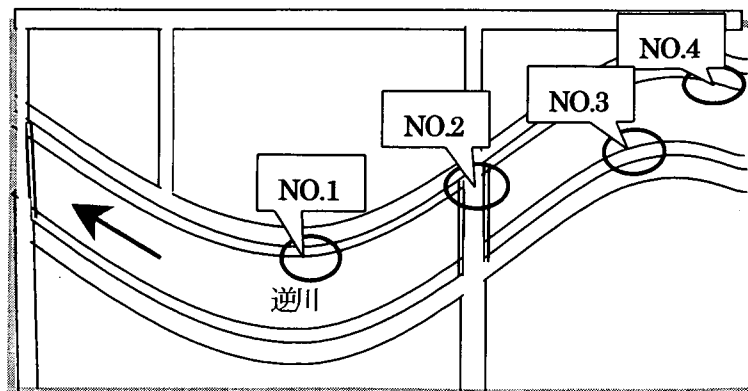


図 7. 3. 1 調査区間 (栃木県茂木町)

することにより製作され、魚巣ブロックの全面が水域に開いた空間 (図7. 3. 2のa) と閉じている空間 (図7. 3. 2のb) から構成されている。

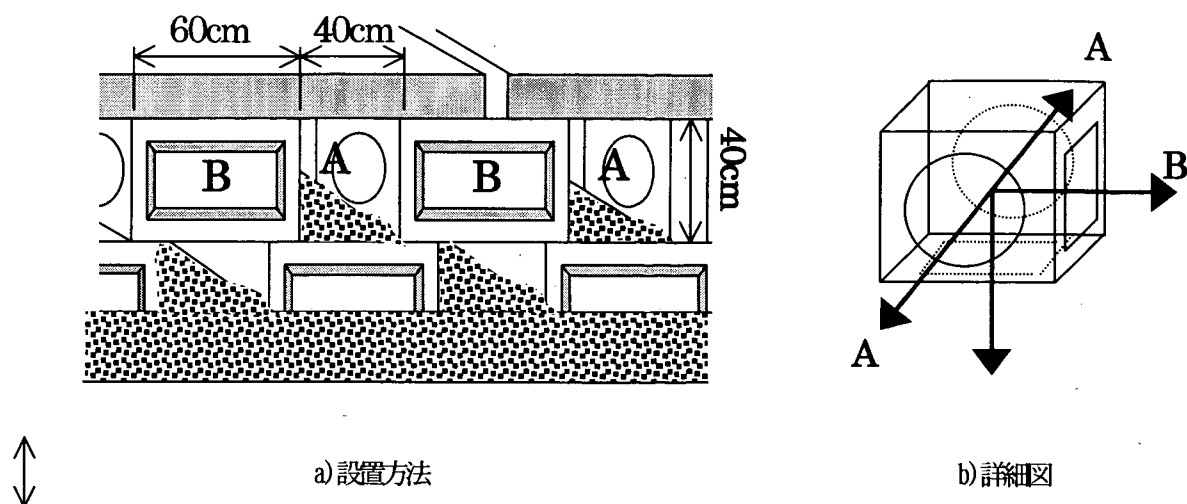


図7. 3. 2 魚巣ブロック概要

a) 魚巣ブロック内土砂堆積状況

No.1 は下段の魚巣ブロックがほとんど埋まっていた。上段の A の下部には薄く土砂が堆積していた。No.2 及びNo.3 は土砂が堆積し、空間の上部に3~9cmの隙間がみられるだけであった。また、Bの内部にも土砂が流入していた。

b) 採捕結果 (表7. 3. 1)

1993年2月の調査では8種520尾、3月の調査では9種26尾、7月の調査では7種39尾の魚類を採捕した。各時期における採捕種数に大きな変化はなかったが、採捕尾数は2月の調査が多く、中でも体長3cm以下のオイカワの稚魚を250種以上採捕した。各調査地点の3回の採捕魚数及び採捕尾数は、No.1で7種34尾、No.2で7種169尾、No.3で5種184尾、No.4で7種194尾であり、採捕魚数に大きな違いはなかった。採捕尾数はNo.1が少なく、残りの3地点はあまり違いはない。魚巣内部が埋まらなかったNo.1~No.3では最大体長18.0~23.0mの魚類が採捕された。一方、Aのほとんどが土砂で埋まったNo.4で、採捕された魚類の最大体長は12.0cmあり、No.1~3 と比べると採捕魚数の最大体長は小さかった。

表7. 3. 1 魚類採捕結果

採捕月日	1993年												最大体長 (cm)			
	2月23日				3月26日				7月23日							
調査地点	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
オイカワ	13	131	171	114	0	1	1	0	0	6	1	5	11.0	9.6	8.2	10.4
ウグイ	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1				11.9
タモロコ	1	2	2	50	5	1	1	2	2	4	3	0	7.2	7.5	7.2	8.0
フナ	0	12	0	2	0	1	0	1	0	0	0	1		18.6		11.7
カマツカ	0	2	0	8	4	0	0	0	0	0	0	0	11.2	5.9		10.7
カワムシ	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	3	0	3.6	7.3	8.1	
キハチ	0	2	0	0	0	1	0	0	2	1	1	0	20.0	17.8	15.1	
ドジョウ	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	1	13.5			12.0
シドジョウ	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0				6.2
ヨシボリ	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4.8			
ヤマメ	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0			18.2	
ナマズ	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		23.0		
魚類数 (種)	2	5	3	6	4	6	3	2	4	4	4	4	20.0	23.0	18.2	12.0
捕獲数 (尾)	14	149	174	183	14	6	3	3	6	14	7	8				
総魚類数	8種				9種				7種				12種			
総捕獲数	520尾				26尾				39尾				585尾			

C) 魚類の回転半径に関する調査

本実験では、魚巣ブロック内の空洞の大きさについて、魚巣ブロック内部の空洞で魚類が方向転換できるか、また、落ち着いていられるかと2つの観点から、魚巣ブロック内部の空洞の大きさについて検討を行った。実験は、建設省土木研究所構内の河川環境実験施設内で行った。

(1) 実験方法

実験は大きさを変えることが出来るコンクリートブロックの囲いの中に魚を放した。魚類から観察者の姿が見えないように観察窓のガラスに覆いをし、目視とビデオ撮影による観察を10分間行った。囲いの大きさは、100、75、50、25、12.5cm四方で、水深は、60、40、20、10cmで変化させ、囲いを満水状態にして行った。使用した魚種はフナで、体長は、21、15、13、12、9cmであった。

(2) 実験の結果

a) 回転行動 (方向転換)

表7. 3. 2は囲いの中でフナの回転行動を観察した結果である。

○は、行動を観察している10分間にフナが1回転でも回転し、頭の向きを変えて方向転換した場合を示している。×は、1回も回転しなかった場合である。

実験不可能というのは、囲いの大きさとフナの体長を見て明らかに囲いの中に入れることは不可能なので観察できなかった場合である。表-4 から、体長 21、15、13cm のフナが方向転換できるのは囲いの大きさが25cm までである。体長 12、9cm のフナが方向転換できるのは、囲いの大きさが12.5cm である。

体長程度、さらに体長の2~3倍あれば落ち着いた行動を示していた。

表7. 3. 3 フナの回転行動観察結果

囲いの大きさ (cm)	水深 (cm)	フナの体長 (cm)				
		21	15	13	12	9
100	60	○	○	○	○	○
	40	○	○	○	○	○
	20	○	○	○	○	○
	10	○	○	○	○	○
75	60	○	○	○	○	○
	40	○	○	○	○	○
	20	○	○	○	○	○
	10	○	○	○	○	○
50	60	○	○	○	○	○
	40	○	○	○	○	○
	20	○	○	○	○	○
	10	○	○	○	○	○
25	60	○	○	○	○	○
	40	○	×	○	○	○
	20	×	○	○	○	○
	10	○	○	○	○	○
12.5	60	—	—	×	○	○
	40	—	—	×	○	×
	20	—	—	×	○	○
	10	—	—	×	○	×

○ 方向転換した、× 方向転換しなかった、— 実測不可能

b) フナの行動状況

表5. 5 はフナの行動状況を示すものである。行動状況は、フナの落ち着きから3段階で評価した。○は、行動を観察する10分間、ほとんど動かなかった状態を落ち着いた状態とした。△は、ゆっくりと泳ぎ回ったり動かなかったり、それを繰り返す状態をほとんど落ち着いた状態とし、×は、10分間ほとんど泳ぎ回っていた状態を落ち着かない状態とした。

囲いの大きさが25cmまではほとんどの場合、フナは落ち着いた状態であったが、体長21cmのフナは水深が20cm以下になると落ち着かない状態であった。また、囲いの大きさが12.5cmになると、体長13cm以下のフナも落ち着かない状態であった。

表7. 3. 4 フナの行動状況

囲いの大きさ (cm)	水深 (cm)	フナの体長 (cm)				
		21	15	13	12	9
100	60	△	△	△	△	△
	40	△	△	△	△	○
	20	△	△	△	△	△
	10	△	△	△	△	△
75	60	○	△	△	○	○
	40	△	△	△	○	△
	20	△	△	△	○	○
	10	△	△	△	○	○
50	60	△	△	○	○	○
	40	△	△	△	○	○
	20	△	△	△	○	○
	10	△	△	△	○	△
25	60	△	△	△	△	○
	40	△	△	△	△	○
	20	×	△	△	△	△
	10	×	△	△	△	△
12.5	60	—	—	△	△	△
	40	—	—	×	△	△
	20	—	—	×	×	×
	10	—	—	×	×	△

○ 落ち着いた状態 △ ほとんど落ち着いた状態

× 落ち着かない状態 — 観測不可能

7. 3. 2 魚巣ブロックの設置事例と考察

(1) 設置事例

- ・ 建設省中国地建岡山河川工事事務所による百間川における魚巣ブロック周辺の採捕調査では、5回の調査で25種10522尾の魚類が採捕されている。
- ・ 建設省近畿地建琵琶湖工事事務所による瀬田川における魚巣ブロック周辺の魚類の採捕調査では、12種233尾の魚類が採捕されている。
- ・ 山本・片山らによる岡山県吉井川支川吉野川における魚巣ブロック周辺の魚類の採捕調査では13種124尾の魚類が採捕され、13種176尾の魚類が確認されている。さらに、岡山県中流部における魚巣ブロック周辺の魚類の採捕調査では、15種111尾の魚類が採捕されている。

本研究の調査においても、浮遊魚、底生魚ともに魚巣ブロック内での生息が確認されており、魚巣ブロックが効果を持つことは示され。

また、魚巣ブロックが半分以上埋まっている箇所においても稚魚が確認されている。魚巣ブロックが完全に埋没すると効果を発揮しなくなるが、多少の土砂の堆積は、自然の河床状態に近づいたと考えることもでき、堆積による閉塞は否定するには至らない。

(2) 魚巣ブロック内部空洞の大きさの検討

現地調査の結果では、No. 4のAが3～9cmの間しかなかった。ここでは最大体長12.0cmの魚類しか採捕できず、ブロック内の空間が小さいため、生息できる魚類も小さいものになったと思われる。

実験結果によると、方向転換が可能で、フナが落ち着いた状態であるための空間の大きさは、水平方向に最低でも体長程度、体長の2~3倍あれば落ち着いた行動を示すことが確認できた。

7. 3. 3 魚巢ブロック導入の考え方

(1) 空間の代替

河川の自然環境の中で魚巢ブロックに類似のハビタットとしては、いわゆるカバーと呼ばれる空間があげられる。このカバーには、河岸浸食による河岸の横浸食部、流木やゴミなど河岸の堆積物、河岸崩壊、斜面崩壊などによる大礫等の堆積部、河岸植物帯などが考えられる。河川改修時に河岸防御のための護岸設置に伴い、上記のハビタットを代替するという考え方である。カバーに該当するハビタットを代替する他の方法として、捨て石、多孔質の根固め、その他の多孔質護岸、植生護岸などが考えられる。実際に導入する際にはそれらを比較する必要がある。比較は、そこに生息する魚種、現地の環境状況、そして疎通能力、施工性、コストなどできるだけ総合的な観点で判断する必要がある。

(2) 魚類の生息環境の向上

もう一つは、魚巢ブロックを導入することで、魚類の生息環境を向上させるという考え方である。これは、改修前の河川の環境が生物にとって劣悪で、上記のようなハビタットが全く見られない場合の手法と考えられるが、この手法も他の手法と比較して行うべき工法である。

魚巢ブロックを導入する際は上記のいずれかの目的に従い、現地の状況に合わせてブロックの大きさや配置を検討する必要がある。

7. 4 まとめ

本章では調整池など都市域の水辺に適用できるビオトープ創性技術である生物保全工法を紹介した。以下に各特徴をまとめた。

1) エコロジカルシートパイル工法

エコロジカルシートパイル工法は低水河岸植生導入工法、植栽フィン、透水性鋼矢板を合わせ持つ鋼矢板工法の一つである。調査の結果、従来までの鋼矢板工法に比べ、景観が向上し、植生をうまく選べば生態保全・創造が可能であることが明らかになった。特に植栽フィンは従来の鋼矢板に追加設置でき、形状も簡単に変えることができるため実用性も高いといえる。

2) 人工浮島

人工浮島は自然の浮島を模したもので、浮体上に植生を植えることで景観も配慮した生態系の創出を図るものである。調査の結果、浮島上の植物は周辺に生息していたセダ、カヤ、ササ、アサギ、アサギ等陸上植物の移入があり、浮島下の水中部では植物の根に藻類が多数付着しており、魚類も種、個体数ともに浮島の無い場所と比較して多かったことから良好なハビタットを形成しているといえる。人工浮島は景観性の向上、生態系の創出の他、消波・水質浄化効果も期待されている。

3) 魚巢ブロック

水中での魚類の生息場所となると考えられる魚巢ブロックは現地調査の結果、良好に機能していることが確認できた。ただし、土砂の堆積で魚巢ブロックが埋まっている箇所もあるため何らかの対策が必要である。また、魚巢ブロックの大きさは魚類の方向転換と落ち着きの面から水平方向に最低でも対象とする魚類の体長程度、できれば体長の2~3倍あれば有効であることが確認できた。

(参考文献)

- 1) 建設省土木研究所、財団法人土木研究センター、NKK、川崎製鉄(株)、(株)クボタ、新日本製鉄、住友金属工業(株) “生態系に配慮した鋼矢板河川改修工法の開発に関する共同研究、平成7年度報告書
- 2) 中村、渡辺 “生態系に配慮した鋼矢板河川改修工法(エコロジカルシートパイル工法)”、土木技術資料 37-11、1995.11
- 3) 竹林、島谷、中村 “生態系に配慮した鋼矢板河川改修工法の開発”、月刊建設、1995.11
- 4) 中村、保持、島谷 “人工浮島(霞ヶ浦土浦港)の効果とその生態系”、可動の水理と河川環境論文集、1995
- 5) 島谷、中村、 “人工浮島における生態系とその効果 土浦港(霞ヶ浦)の人工浮島を例として”、九州技法 18号、pp33-37、1995.12
- 6) 中村、島谷、保持 “人工浮島による生態系創造と水質浄化について”、第31回水環境学会年会講演集、1997.3
- 7) 吉良竜夫 “ヨシの生態おぼえがき” 滋賀県琵琶湖研究所 1991
- 8) 宇多、小菅、岡本、伊藤 “風浪の作用下での湖岸への植生の繁茂条件について”、海岸工学論文集、第44巻(印刷中)、1997
- 9) 渡辺、島谷、鈴木 “魚巢ブロックの効果とハビタットから見た一考察”、土木計画学研究・講演集 No17 pp283-286、1995.1

あとがき

本研究は都市域の水辺の一つとして調整池を取り上げ、ビオトープ空間創生の検討を行った。

- ・第1章ではビオトープの概念を示した。
- ・第2章では調整池の特徴から、ビオトープが創生可能であることを示した
- ・第3章では都市域に住む人々に理想とする水辺をアンケート調査し、人の側からみた都市の水辺整備の方向性を示した。
- ・第4章では都市域の生物の代表として鳥類を選定し、鳥類と人間との距離を測定することでその新たな関係性を示した。
- ・第5章では既設のビオトープ整備された調整池を取り上げ、その整備概要を示すと共に生物生息状況を調べ、ビオトープが十分に形成されていることを明らかにした。さらに、今後のビオトープ整備におけるポイントも示した。
- ・第6章では、自治体に都市域の水辺の整備状況および維持管理手法をアンケート調査することでビオトープ調整池の維持管理からみた効率的な整備手法および維持管理手法を検討した。
- ・第7章では都市域の水辺におけるビオトープ創生技術としていくつかの生物保全工法を紹介した。

以上、本資料では都市域の水辺におけるビオトープ創生は、調整池など他の機能を有する施設に付加することで、人の利便性を保ちながら生物とも共存できる空間の創生は十分可能であることを明らかにした。

参考資料

～既設調整池のビオトープ創成技術～



写真 調整池全景（夏季）

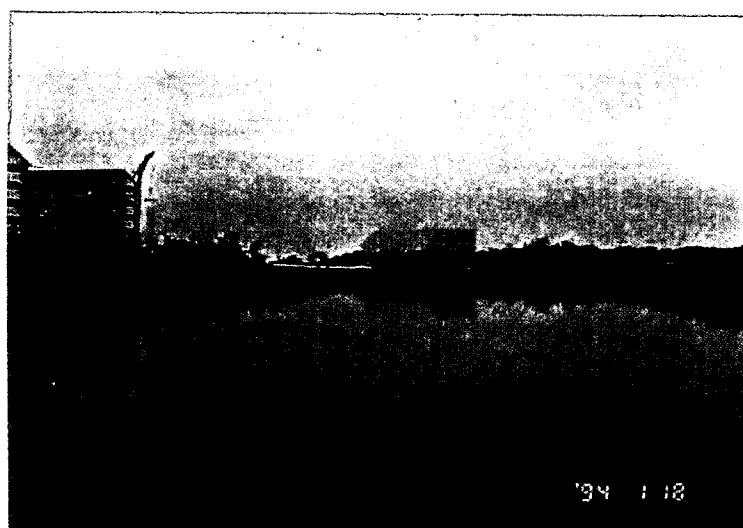


写真 調整池全景（冬季）

全 景

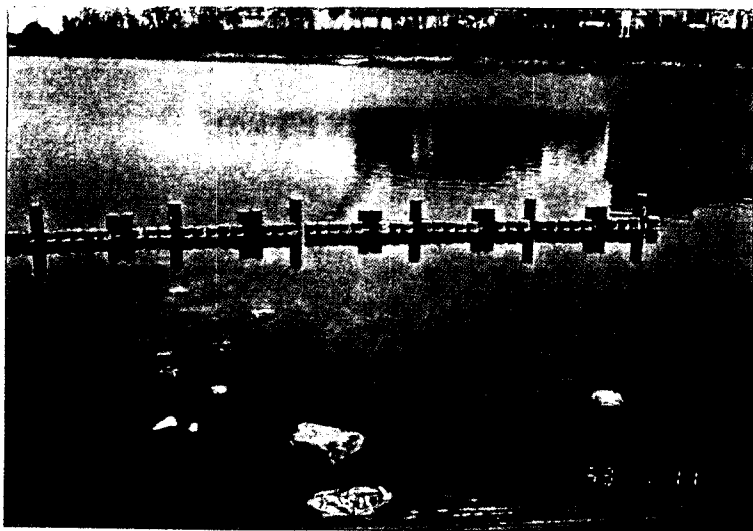


写真 パンを呼び込むための乱杭



写真 中島



写真 浅瀬 (コンクリート張り)



写真 ヨシ原群

調整池各施設 2



写真 越流堤



写真 団地側からの雨水流入口



写真 本池から沈砂池への流入口および調整池内水路



写真 沈砂池及び排水機場（流出口）

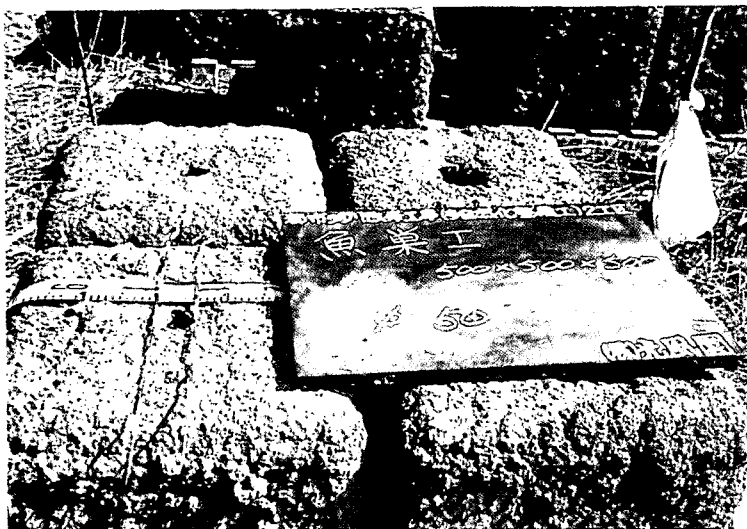


写真 魚巢工（寸法）



写真 魚巢ブロック設置状況

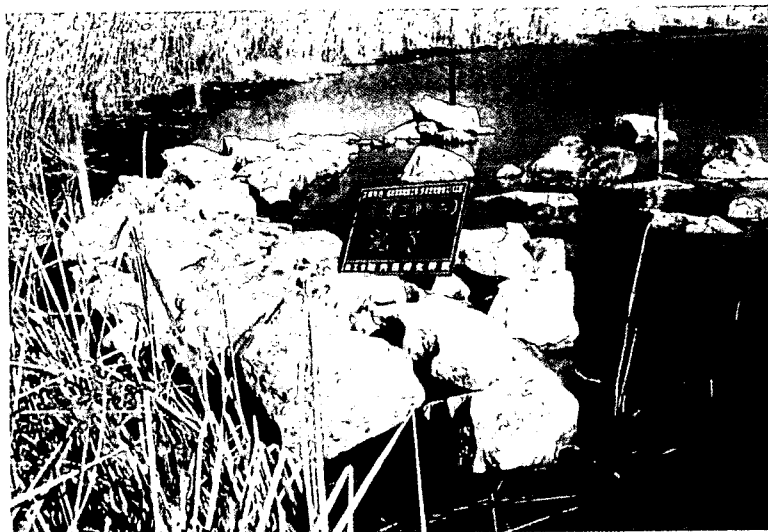
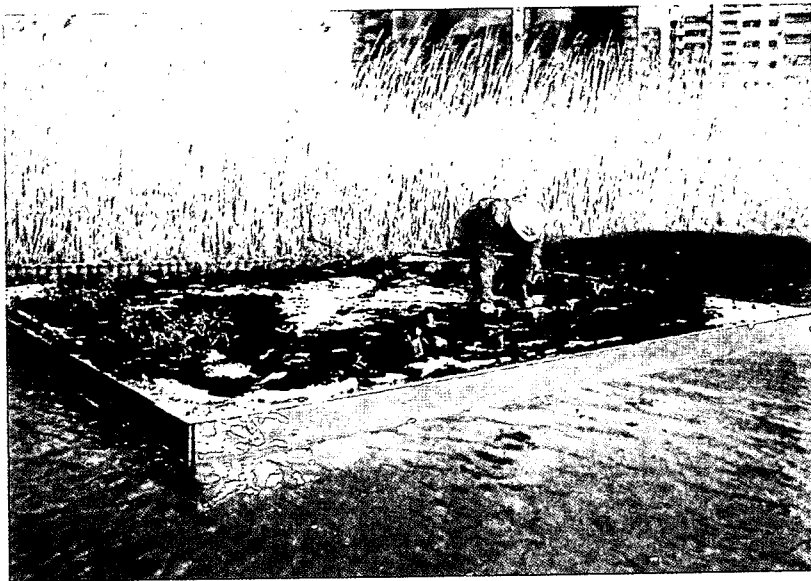


写真 自然石

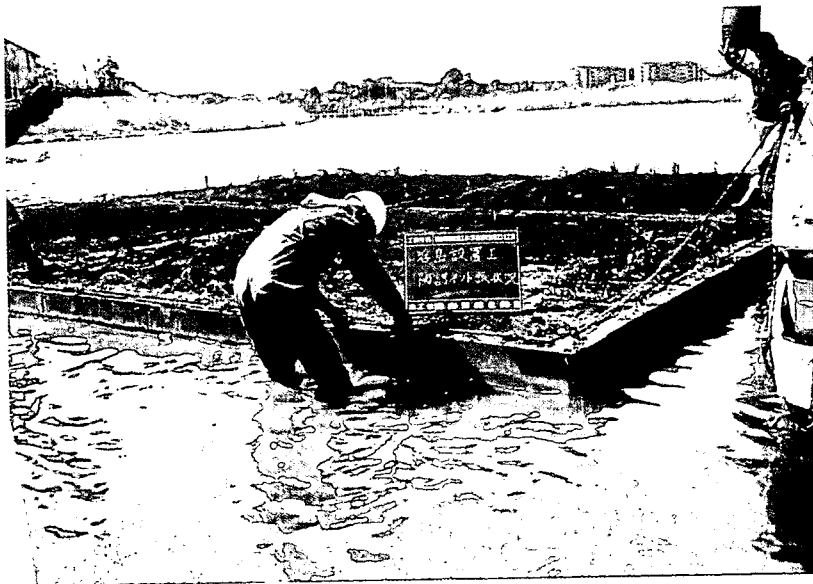
魚巢工



①



②



③

浮島施工手順

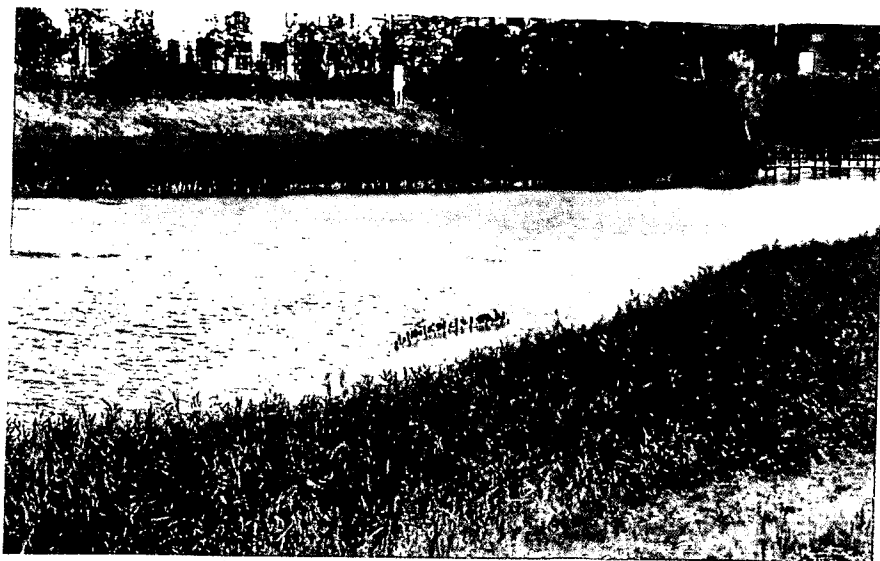


写真 鳥類の休息場 2ヶ所 (乱杭)

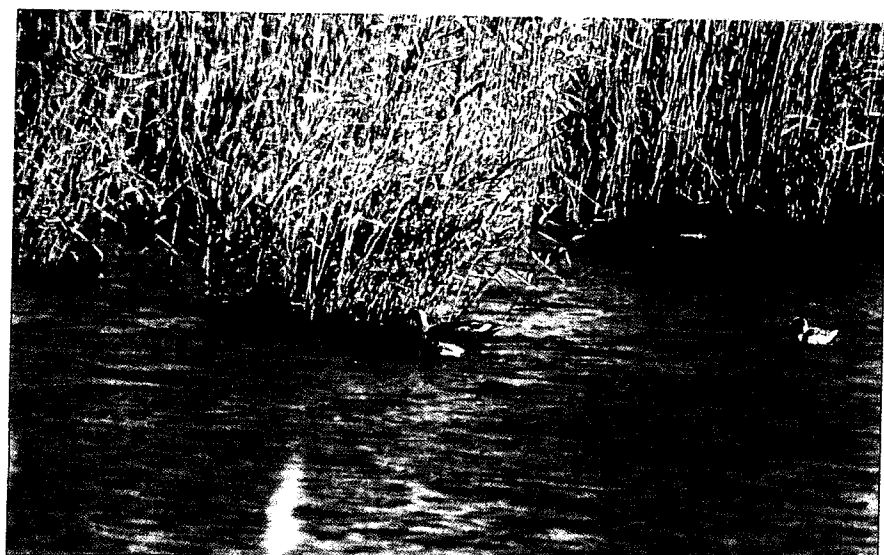


写真 鳥類の隠れ家、営巣場 (ヨシ・ガマ群落)



写真 鳥類の採餌場 (浅瀬)

ビオトープとしての効果 1

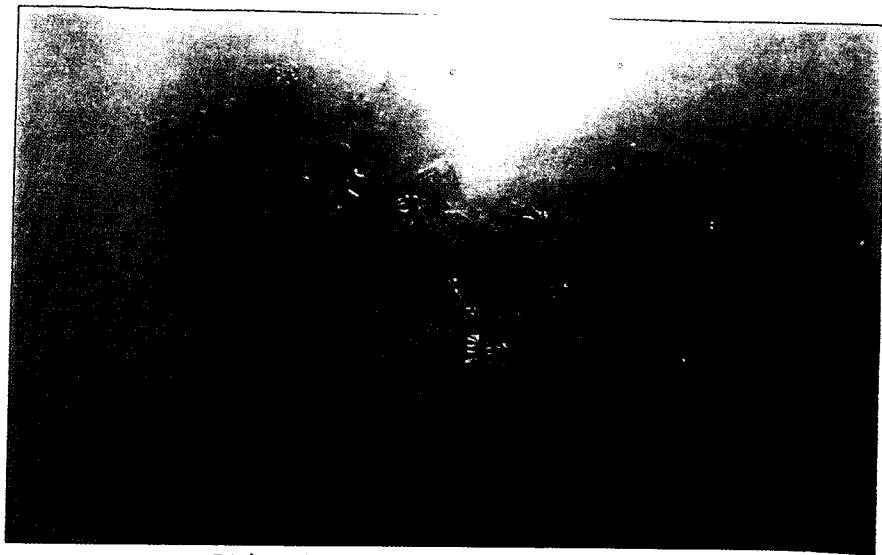


写真 多様な浮葉・沈水植物の繁茂



写真 遮蔽効果（歩道わきの植生帯）



写真 鳥類の休息場（中島）

ビオトープとしての効果2



写真 乱杭上のオオバン



写真 水面の広い場所（カモ類の群れ多い）



写真 水面の狭い場所（カモの群れ少ない）

鳥類生息状況 1

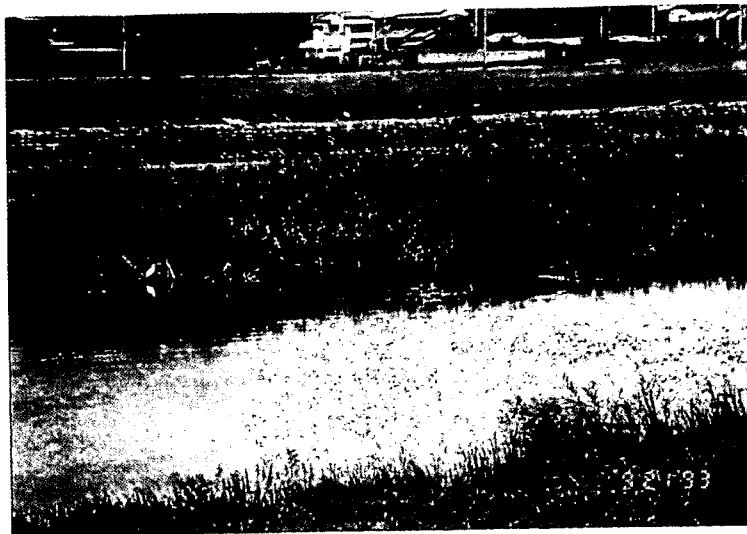


写真 浅瀬で餌を狙うサギとカモの群れ

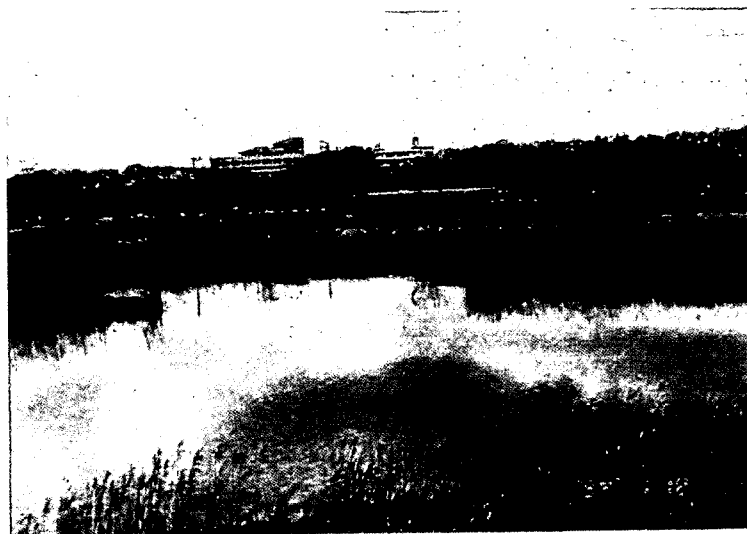


写真 浅瀬で餌を狙うアオサギ

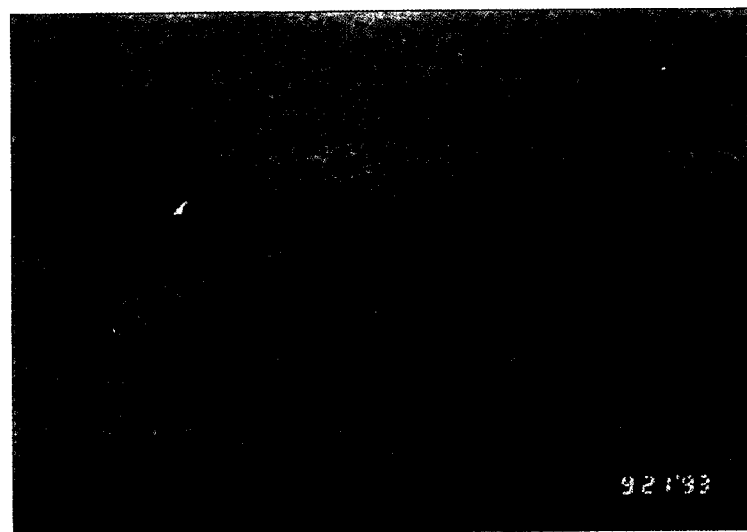


写真 浅瀬上のサギの足跡

鳥類施工状況 2