

2002 年度修士論文

# 閉鎖性水域における水質環境保全と環境管理計画

十市パークタウンの雨水調整池(石土池)を例として

2003 年 1 月

指導教員 村上 雅博

高知工科大学大学院基盤工学専攻

社会システム工学コース 1055162

山岡 大洋

## 要旨

高知県南国市に位置する石土池は従来、湧水からなる自然池であったが、周辺の住宅開発に伴い規模を拡大して雨水調整池として整備された。雨水調整池は洪水防止が主な目的であるため、水環境の保全という観点からの本格的な整備は行われていない。しかし、良質な湧水を持つ石土池では水生植物が繁茂し多種多様な魚類が生息し、渡り鳥が飛来する豊かな生態系が育まれるようになった。

近年、富栄養化による水質悪化や外来種の急増により生態系が危機にさらされ、ニホンイシガメの輪禍問題（ロードキル）が発生、これに端を発し、地域内外から生態系の保存、水質改善等、自然環境回生の強い要望が上がるようになった。それに加え、大量繁殖した浮遊性植物のホテイアオイが腐敗、沈殿し、池底のヘドロ化を促進するなど、このまま放置すれば豊かな生態系も調整池としての機能も損なわれる恐れが出てきた。

本研究では半閉鎖性水域である石土池の環境的特徴を把握し、水質汚濁の発生メカニズムを明らかにするために、水質と水界生態系の現地調査を行った。その結果、窒素とリンの濃度が比較的高いにもかかわらず、石土池の水質は全国的に見ても良好であり、富栄養化が発生していない事が判明した。これは水草を中心とした水質浄化のメカニズムが、池の水質を良好に保っていることによる。これにより、水草の適正な育成管理を行うことによって持続的に水質環境が保全できることが結論付けられた。

上記のことを踏まえた上で、石土池の水環境を再生しその状態を永続的に維持していくため、地元住民と行政と学識者が三位一体となった水質環境保全のための環境管理計画を提案することにした。そのための具体的な複数の水質環境改善計画案について比較検討し、環境、効果、コスト、即効性、持続性の面からそれぞれランク分け評価し、石土池における最も適切な水質浄化手法を選定した。その結果、ホテイアオイを除去し、ハスの植生に置き換え、沈水性植物を導入し、植物バイオマスの量（例えばハスの葉茎と地下茎）を年に一度秋から冬にかけて調整する、という案が適切な改善案である。

水質環境を持続的に維持するためには、住民が主体的に植物バイオマスの適正な管理を行い、これを行政がサポート、学識者が技術的アドバイスや調査研究を行うという体制を確立すべきである。

# **Water Quality Conservation and Environmental Management Plan in the Closed Water Body**

**-A Case Study on the Stormwater Reservoir (Ishiduchi Lake)  
in the Tochi Park Town-**

**YAMAOKA Tomohiro**

## **Abstract**

Ishiduchi Lake, which is located in the western edge of Nankoku city in Kochi pref., has long been sustaining clean and clear water environment. The lake was renovated to regulate the urban storm drainage water from Tochi park town in 1990, which resulted in deteriorating the water quality environment. However, as the lake had clean and clear spring, plentiful ecosystem was foster in the lake. For example, aquatic plants have grown thick, various fishes have lived, and migratory birds have come flying.

Nevertheless, the water quality was aggravated by eutrophication, and introduced species increased rapidly. As a result, the ecosystem was brought to a crisis. And it occurred to the traffic-accident problem (load kill) of a Japanese pond turtle. The residents urged that preservation of an ecosystem and improvement of a water quality. In addition, Water Hyacinth which a floating nature plant carry out extensive breeding, rots, precipitates and has become sludge at the bottom of the lake. If this situation is left, both the function as a stormwater reservoir and a rich ecosystem is lost.

In this study, in order to grasp the environmental feature of Ishiduchi Lake which is a half-closed water body and to clarify the generating mechanism of water pollution, the local survey of water quality and a water ecosystem was performed. Consequently, since it became clear that the kind and distribution situation of aquatic plants are governing fundamental water quality environment, it came to a conclusion by performing proper training management of aquatic plants that water quality environment can be preserved continuously. Therefore, this study examines the technical alternative plan of the water environmental regeneration technique in Ishiduchi Lake. And local residents, administration, and a learning person (university) are united, and the most desirable alternative plan is examined about the process which builds the continuous environmental management plan.

## 目次

<b>1. 研究概要</b>	1
1-1 研究の背景	1
1-2 研究の背景	1
1-3 研究の手順	2
<b>2. 調査対象地の特性</b>	3
2-1 石土池の概要	3
2-2 雨水調整池としての石土池	4
<b>3. 河川事業の展開と住民主体型環境管理計画の適用事例</b>	5
3-1 我が国における河川事業の変遷	5
3-2 河川事業の今後の技術的な動向	6
3-3 石土池における過去の取り組み	7
3-4 住民主体型環境管理の適用事例	7
3-4-1 アサザプロジェクト(茨城県・霞ヶ浦)	7
3-4-2 小川の里親制度(ドイツ)	8
3-4-3 マーギー川流域キャンペーン(イギリス)	9
<b>4. 石土池の環境特性の把握</b>	10
4-1 石土池の水質特性	10
4-1-1 水質調査概要	10
4-1-2 水質特性	11
4-2 石土池の植生特性	14
4-2-1 植生分布把握手法	14
4-2-2 池のバイオマス把握手法	14
4-2-3 調査結果	14
4-3 石土池の動物分布特性	17
<b>5. 水質浄化のメカニズムの把握</b>	19
5-1 現状における石土池の水質浄化のメカニズム	19
5-2 現状の水質浄化メカニズムの問題点と課題	20

<b>6. 石土池における水環境管理計画</b>	21
6-1 水環境と水循環上のコンセプト	21
6-2 石土池のあるべき姿	21
6-3 水質改善方法の改善案	22
6-4 改善案の評価	22
6-5 最優先改善案に対する具体的な実施方法	25
6-6 総合的な環境管理計画	26
6-6-1 住民主体の環境管理	26
6-6-2 現存の住民参加型との違い	27
<b>7. まとめ</b>	28
<b>8. 今後の課題</b>	29

## **巻末資料**

## 1. 研究概要

### 1-1 研究の背景

近年、環境に対する意識の高まりとともに、公共事業においても自然環境の保全対策に重点が置かれるようになってきた。平成9年の河川法の改正に伴い、これまで主に治水と利水を優先した河川事業から「河川環境の整備と保全」が位置付けられるとともに、河川整備計画の作成にあたり地域住民等の意見を反映させる手続きが整備された。これにより、行政側が計画を策定し決定後に住民に通知するという従来型業務実施でなく、計画業務段階から住民が参画することが盛んに行なわれるようになってきた。さらに、事業後の維持管理に地域住民が主体となって参加することは、行政だけでは手が回らない細やかな対処を実施可能にし、住民の環境意識を高め、子供への環境教育にも役立つメリットが考えられる。

高知県南国市の石土池は従来、湧水からなる自然池であったが、周辺の住宅開発に伴い規模を拡大して雨水調整池として整備された。本来、雨水調整池は防災面での機能を目的として造られており、水質を含む自然環境には何の配慮もなされていないことが多い。しかし、良質な湧水を持つ石土池では水生植物が繁茂し多種多様な魚類が生息し、渡り鳥が飛来する豊かな生態系が育っている。これは全国でも非常に珍しいケースである。

このように石土池は住宅地に隣接しながらも良好な自然環境を維持してきたが、周辺地域のニュータウン造成に伴い、富栄養化による水質悪化や外来種の急増、ニホンイシガメの輪禍問題(ロードキル)が発生するなど、生態系が危機にさらされている。さらに、環境面のみならず、大量繁殖した浮遊性植物のホテイアオイが腐敗、沈殿し、池底のヘドロ化を促進するなど、治水面の機能も失われつつあり、現状のまま放置すれば豊かな生態系も調整池としての機能も損なわれる危険性が高い。このため、石土池の水環境を再生し、その状態を永続的に維持していく手法が求められている。

### 1-2 研究の目的

本研究では閉鎖性水域である石土池の環境特性を把握し、地元住民と行政と学識者が三位一体となった水質環境保全のための環境管理計画を提案することを目的とし、全国に多くある水質問題を抱える閉鎖性水域、とくに雨水調整池のモデルケースとなることを目指すものである。

### 1-3 研究の手順

(1) 池の水質特性、植生（水草）の育成状況の把握

池の水質の通年調査を行うことによって池全体の水質特性と水草の育成状況の季節変動などを把握するための環境調査を行う。

(2) 雨水調整池の水質浄化機構の解明

雨水調整池である石土池の水質が、悪化しつつも比較的良好に保たれている機構を解明する

(3) 池の環境を保全するための具体的なバイオマスの維持管理計画の提案

池の富栄養化を防ぎ、水質を保全するための具体的なバイオマスの維持管理計画を提案する

(4) 民・官・学一体の環境管理計画の策定

(3)の維持管理計画を元に、住民、行政、学識者が一体となった石土池の環境管理計画を策定する

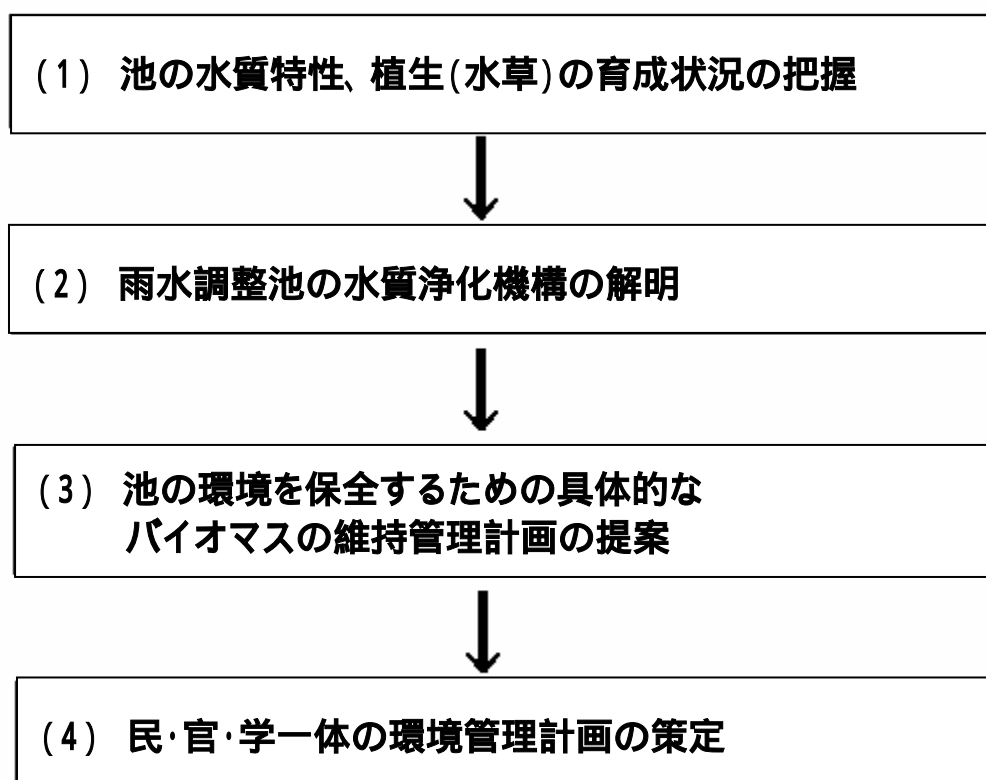


図 1-1 研究手順

## 2. 石土池の環境特性の把握

### 2-1 石土池の概要

石土池は、高知県南国市に位置し、十市パークタウンの宅地開発に伴う雨水調整を目的として、平成2年に従来の池を約4倍（約25ha、周囲は約4km）に広げて整備された半人工池である。池の北側には、十市パークタウンからの排水が流入している十市川が流れているが、A点から石土池に流入させている（図2-2参照）。池への他の流入源としては、池への直接の降雨、池底からの湧水、隣接する山からの流入があげられる。

石土池の東側には農業用水のため池が位置している。この農業用水地は、石土池南側に広がる農地用として整備しており、雨水排水が流入する石土池の水と混ざらないために、閉鎖性水域となっている。このため、東部の山地からの湧水が主な流入源となっており、水質は良好である。

石土池は、雨水調整池としての機能を重視して施工されたが、ハスやホテイアオイ等の水生植物が繁茂し、カメ、ブラックバス、ライギョが生息、冬には水鳥が渡来するなど、自然生態的な多様性を持っている。また、散歩や釣り、ハスの鑑賞やバードウォッチングなど「水のある風景」は、人々の憩いの場所として注目されている。しかし、近年の十市パークタウン整備作業により、宅地の造成や交通量が増大したため、石土池の水質悪化や生態系の異常、変化という問題が発生し始めた。このため、地元の環境保護団体を中心に地域内外よりロードキル対策を始めとした生態系の保全、水質改善等自然環境再生の強い要望があり、石土池の環境保全対策が行われることとなった。

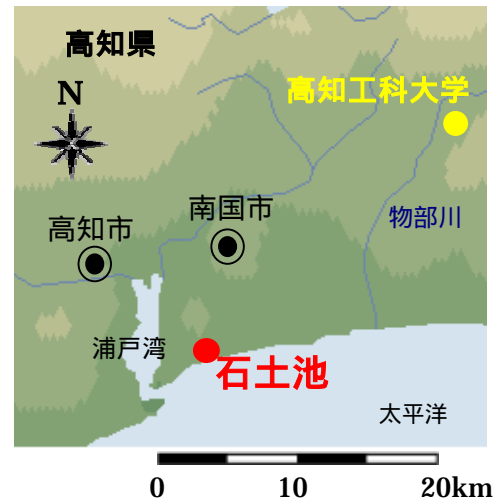


図 2-1 石土池位置図



図 2-2 石土池全体図



## 2-2 雨水調整池としての石土池

石土池は、洪水に対処するため通常は空にしておく池として設計されており、環境面の配慮はなされていない。

当初、池と十市川は完全に遮断されており、平常時の雨水は十市川のみを流れて下流に放流されていた。洪水時には越流堤部分からオーバーフローした水が十市川から石土池へと流れ込んで下流の氾濫を防ぎ、事後に水門を解放して池を空にし、次の洪水に備えるということを目的として石土池は計画された。だが、十市川の水源は主に十市パークタウンの雨水排水であったため、下流から水質悪化に関する苦情が出された。そこで、十市川と石土池を遮断する堤防の一部を開削し、雨水排水が石土池を通過してから下流に流れるようにした結果、石土池の水質浄化作用により、下流の水質は改善した。以後、石土池は本来、空にする池でありながら、水が湛えられている状態が続いている。そして十年余りの間に水草が繁茂し、野鳥が飛来し、豊かな生態系が形成されるに至っている。

管理者側は、あくまでも石土池は雨水調整池「十市防災調節池」であり、「工事が完了すれば池は空掘状態になる予定」とのスタンスを崩していなかったことから、生態系や環境に配慮した取り組みといったものはこれまで行なわれていなかった。

### 3. 河川事業の展開と住民主体型環境管理計画の適用事例

#### 3-1 我が国における河川事業の変遷

明治 29 年に国内で連発する大水害に対処するため、河川法が日本で初めての近代河川制度として誕生した。本法は治水を第一に考えて作られ、人口集積地である関東や関西の一級河川に適用された。戦後、高度成長による都市型水害・水需要の増大という時代の大きな変化に伴い、昭和 39 年、河川法が改正された。この時の改正では水系一貫管理制度・利水関係規定の整備など、治水に加え利水にも重点が置かれた。これにより、戦後の食糧難による農地拡大政策や工業化による電力需要の増加を背景に、利水・治水を目的とした多くのダムや堰が建設されることになった。この時代に計画された事業のうち、未完のものの中には、時代背景が変化したにもかかわらず、未だその意義や目的を見直されることなく続けられているものもある。

明治以降の近代化、戦後の経済発展につれて、自然を力で押さえつける治水が行なわれてきたが、ここにきて環境意識の高揚を受け、平成 9 年、再び河川法が改正された。この時の改正では、治水・利水に加え、初めて環境に対する配慮が加えられ、総合的河川制度の整備・河川環境の整備と保全・地域の意見を導入した河川整備などが盛り込まれた（図 3-1 参照）。これまで中央省庁主導による全国一律の公共事業が行われてきたが、ここにきてようやく地域の声が反映されることになり、住民参加という言葉が河川計画で見受けられるようになった。しかし、本制度では住民の意見を参考にする、といった段階であり、住民主体というレベルにまで達するのはまだ難しいというのが実情である。住民団体の活動が主に土日になり、行政側の職員の負担が大きくなることや、住民側に活動に必要な人材が不足しているということも大きな問題である。

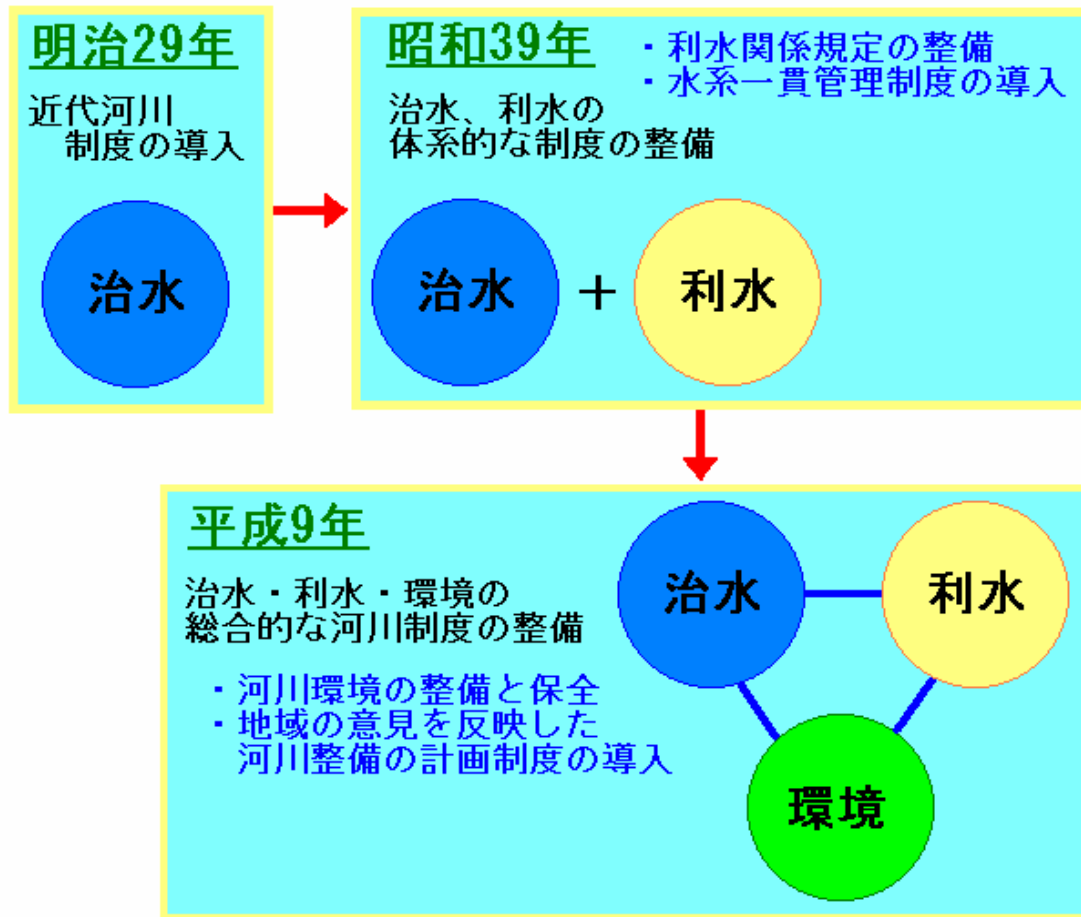


図 3-1 河川法の変遷  
(高知県河川課 HP を参照に作製)

### 3-2 河川事業の今後の技術的な動向

今後の河川事業の動向としては、国土交通省の重点施策から予測することができる。

まず、平成 14 年重点施策の概要のうち、水関係のものとして「環境にやさしい社会の実現」「自然と共生する快適・安全な都市・居住空間や国土の構築」をコンセプトに、河川の蛇行復元、ウッドランドの保全・再生等自然共生施策の推進、水循環系の健全化（安全でおいしい水の確保、ダム周辺の山林保全や流域の一貫した総合的な土砂管理等による健全な水環境の創出、東京湾等の水環境改善）を挙げている。

また、河川局の纏めたものには、「地球環境から身近な生活環境までの保全・創造」「循環型社会の構築」「人類の生存の基盤となる地球環境の保全」をコンセプトに「健全で恵み豊かな自然環境の保全・再生」を掲げ、自然再生の推進を目指し、恵み豊かな国土と生物の多様性を回復するため、NPO や地域住民の参画など、地域の自主性と創意工夫を生かした事業の実施、維持・管理による湿地の再生、蛇行河川の復元、藻場・干潟の保全・再生、公園緑地整備などの「自然再生」を推進、などを挙げている。

さらに、「魅力と活力にあふれた自立的な地域経済社会の形成」「地域自らの選択による地域づくり」「自立的な地域県の形成と交流の促進」をコンセプトに「地域の利便向上と活性化のための拠点づくり」を目指し、歴史と景観を生かしたまち・公園・みなと・道づくり、バリアフリー空間

の整備、水辺や活火山等の自然観光資源を活かすための周辺整備、地域の産業や自然を活用した体験型観光の振興等により、地域の創意と工夫にあふれ国民のニーズの多様化に応える魅力ある観光交流空間づくりを推進することなどを挙げている。

### 3-3 石土池における過去の取組み

現状における石土池の水質環境保全への取組みは国土交通省都市・地域整備局の施策の一つである多自然居住地域づくりのモデルとして整備を進めている段階である。詳細を以下に示す。

#### 事業の目的・ねらい

洪水調整池が野鳥の飛来地として知られ、地域の貴重な自然環境として注目されており、その池に対する環境保全への関心を高める。

#### 事業の内容・手法

周辺住民の自主的な清掃活動から始まり、「石土池の自然を守る会」が発足して親水型の水辺の復活へ向けてスタートする。小学校も参加し、繁茂したハスの掃除、ゴミの撤去、水質の調査観測も開始した。

#### 事業の効果

「石土池の自然を守る会」が発足するなど、地域住民の環境保全への関心が高まった。池は県管理であるが、今後地元の南国市が積極的に関わっていくことが期待されている。

### 3-4 住民主体型環境管理の適用事例

住民がかなりのレベルで水環境管理に関わっている事例が国内外に多数ある。以下に、住民の主体度が高い事例を紹介する。

#### 3-4-1 アサザプロジェクト(茨城県・霞ヶ浦)

茨城県の霞ヶ浦ではアサザプロジェクトという流域産業を巻き込んだ市民型環境管理・再生事業が行なわれている。霞ヶ浦の自然環境は、利水治水を目的とした護岸工事と淡水化、及び開発や汚水の流入によって損なわれてきた。こうした背景から、霞ヶ浦アサザプロジェクトは流域を視野においた環境保全策を実施することを目的として開始された。湖岸の再生をアサザの植栽によって行うことを提案し、これに流域内の小学校の9割が参加している。また、湖岸を波浪から守るための粗朶沈床を設置するために、年間で5000本の間伐林が使用されているが、これに対し市民団体が仲介役となり、河川管理者と林業組合の協力で行われている。そしてプロジェクトによってヨシ原が創出されており、これを魚類の保護増殖の場として重視した漁協、茨城県も活動に積極的に参加をはじめている。

アサザの里親や植栽事業、さらに実験的に設置した粗朶沈床など連絡会議の提案で始まった取組みが成果を上げ、プロジェクトに参加している自営業者によって「霞ヶ浦粗朶(そだ)組合」が設立されることとなった。このように、流域の森林保全、湖岸の自然回復など流域の環境産業

育成までも取り込んだ活動展開となっている。プロジェクトを中心に、多くの市民参加による現地セミナー、公開講座の開催など霞ヶ浦にかかわる市民団体、学校、漁協、森林組合、大学、自治体、企業、河川管理者などの主体が連携する総合的な流域活動となっている。

#### 背景

利水治水を目的とした護岸工事と淡水化、及び開発や汚水の流入によって霞ヶ浦の自然環境が損なわれてきた。

#### 水環境創造の方向性

「生物多様性の確保」「湖の自浄力の再生」「流域管理の確立」「行政政策の統合化」などを掲げ、流域の様々な社会活動と作業、教育などとのネットワークによって活動を展開するものである。

#### 行政と住民

プロジェクトを中心に、多くの市民参加による現地セミナー、公開講座の開催など霞ヶ浦にかかわる市民団体、学校、漁協、森林組合、大学、自治体、企業、河川管理者などの主体が連携する総合的な流域活動となっている。

#### 3-4-2 小川の里親制度(ドイツ)

ドイツでは市民が自治体との契約により小川を維持管理するべく制定された「小川の里親制度」というものがある。これは一般市民を対象に、河川の再自然化プロセス等に参加してもらい、河川環境に一層関心をもってもらうことを目的に 1984 年に始まった。

学校や環境団体等が自治体との契約により、特定の河川区間における「小川の里親」になり、小川の観察、河岸の植樹、樹木の管理、水域や河岸の清掃等の活動を行っている。本制度は、ドイツ国内のバイエルン州、バーテンビュルテンベルク州等いくつかの州で実施されている。バーテンビュルテンベルク州では、州の指導のもとに各自治体に広げられているが、州は直接活動には関与していない。現在、2 級河川以下の自治体管理区間の 10%がこの制度で管理されている。小川の里親の主な活動としては、小川の観察、河岸の植樹、樹木の管理、水域や河岸の清掃などがある。学校が小川の里親となり、上記の活動を学校の教材として取り組んでいる事例もある。

#### 背景

本制度は、一般市民を対象に、河川の再自然化プロセス等に参加してもらい、河川環境に一層関心をもってもらうことを目的に 1984 年に始まった。

#### 水環境創造の方向性

市民が自治体との契約により小川を維持管理。

#### 行政と住民

州の指導のもとに各自治体に広げられているが、州は直接活動には関与していない。

### 3-4-3 マージー川流域キャンペーン(イギリス)

イギリスでは行政・市民・企業が連携した河川環境改善の取り組みである「マージー川流域キャンペーン」が行なわれている。これは行政・市民・企業が一体となって水質改善、魅力的な水辺環境の形成、環境意識の向上を目指すものである。

マージー川は、産業革命の進展とともに汚染され、約 200 年にわたり、イギリスはもとよりヨーロッパで最も汚染された川と言われていた。1985 年から環境省（現在の環境・交通・地方省の前身）により、25 年計画で 40 億ポンド（6,800 億円）を投じ、マージー川流域の再生を目指して取り組みが開始された。

このキャンペーンの目的として、全ての河川及び流れで魚が生息出来るように、2010 年までに、水質を最低でも「良い ( fair )」の段階まで改善すること。また、ビジネス、住宅、観光、文化遺産、レクリエーション及び野生生物のために魅力的な水辺の環境の開発を刺激すること。そしてマージー川流域に住み、マージー川流域で働く人々が、水路及び水辺の環境を高く評価し、大事にすることを促すこと、の三つが掲げられている。

#### 背景

マージー川は、産業革命の進展とともに汚染され、約 200 年にわたり、イギリスはもとよりヨーロッパで最も汚染された川と言われていた。

#### 水環境創造の方向性

- ・ 全ての河川及び流れで魚が生息出来るように、2010 年までに、水質を最低でも「良い ( fair )」の段階まで改善すること。
- ・ ビジネス、住宅、観光、文化遺産、レクリエーション及び野生生物のために魅力的な水辺の環境の開発を刺激すること。
- ・ マージー川流域に住み、マージー川流域で働く人々が、水路及び水辺の環境を高く評価し、大事にすることを促すこと

#### 行政と住民

行政・市民・企業が一体となって水質改善、魅力的な水辺環境の形成、環境意識の向上を目指す

## 4. 石土池の環境特性の把握

### 4-1 石土池の水質特性

#### 4-1-1 水質調査概要

石土池の水質調査は、表 4-1 に示す諸元にて実施した。図 4-1 に水質調査の観測ポイントを示す。測点方法は、ボートにより各測点を移動しながら、水質ロガー（YSI-6600）で水質を測定し、各測点場所からサンプルを採取することで、BOD、COD、全窒素（T-N）、全リン（T-P）を測定した。また、水質調査は、4月から12月まで合計15回実施した。

各測点場所では、平常時（3月）及び大規模出水時期（6月）に目視で濁度を測る透明度板を使い、透明度の測定を行った。

表 4-1 水質調査諸元

測点一覧		
番号	測点記号	備考
2	C-8	水門付近
3	F-11	ハスの群落の中心
4	I-14	山からの地下水湧出地点
5	L-16	農業用水地
6	M-16	農業用水地
7	P-5	池全体のバランスを取った地点
8	O-14	従来の池があった場所
8'	-	測点8の深さ1mの地点
8''	-	測点8の深さ2mの地点
9	X-6	十市川の混入地点
10	X-24	池全体のバランスを取った地点
M1	X-8	水草育成実験現場
M2	N-16	水草育成実験現場
21	H-7	ハスの群落に囲まれた地点
22	K-10	3,4の代替地点
22'	-	測点22の深さ1mの地点
23	U-8	ハスの群落に囲まれた地点
24	W-19	池北東部のバランスを取った地点
25	Cn-24	池北東部のバランスを取った地点
調査日時		
4月3日、5月8日、5月29日、6月12日、7月3日 7月24日、8月6日、8月22日、9月3日、9月20日 10月9日、10月23日、11月7日、11月27日 12月25日、1月29日、2月13日		
水質調査項目		
BOD、COD、T-N、T-P 水温、電気伝導度、DO、pH、酸化還元電位 AmmoniumN、NitrateN、塩化物、濁度、クロロフィル		

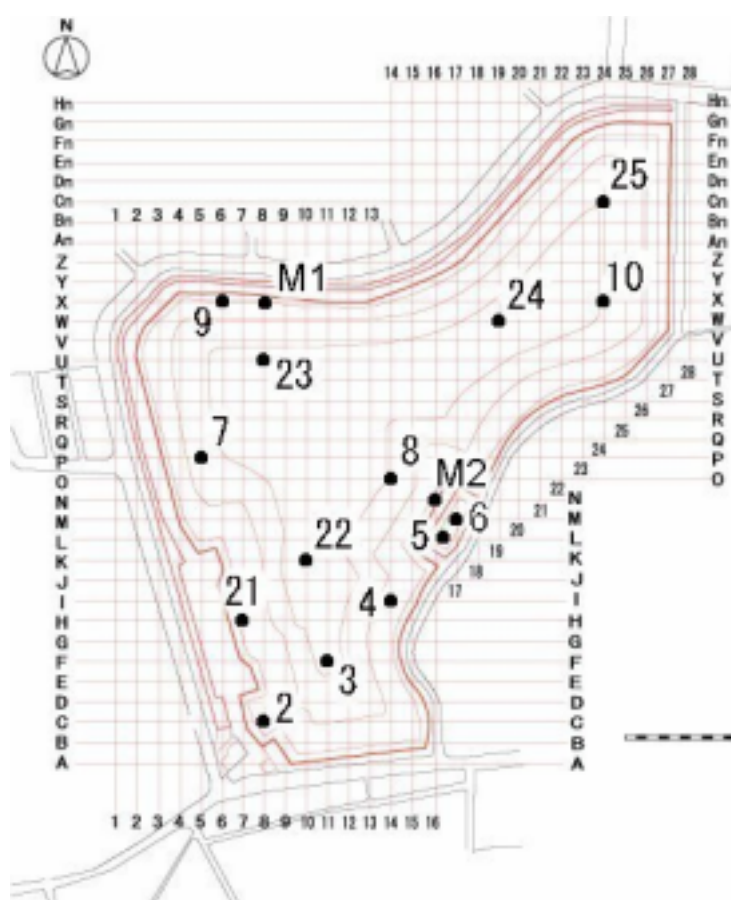


図 4-1 石土池の測点

#### 4-1-2 水質特性

水質調査により、以下の事項が明らかとなった。

最も水深のある 8 は 5.5m、他の測点場所の水深は、1m 前後であったが、どの場所も透明度板が底につくまで目視することができた。特に、ハスが群生している場所では夏季でも水は透明度を増し、浅い池でみられるアオコモ発生していなかった。

BOD、窒素、リン濃度は、3月から8月下旬にかけて右下がりの傾向がみられる。窒素濃度は8月22日が一番低い値を示している。BOD濃度が高くなると窒素濃度は低くなり、逆にBOD濃度が低くなる窒素濃度は高くなる関係が示されている。

石土池における水質測定の結果、環境省の行っている指定湖沼の水質状況と比較すると、CODに関しては上位3番目に位置する琵琶湖(北湖)とほぼ同程度である(表4-2参照)。本来環境保全に対する配慮がなされていない雨水調整池としては、良質な水質環境であることがいえる。窒素・リンが印旛沼・手賀沼並に濃度が高いという状態であるにもかかわらず、CODが低い値であり、アオコモ発生していないと言うのは極めて稀である。

表 4-2 全国の湖沼との水質の比較

	T-P (mg/L)	T-N (mg/L)	COD (mg/L)
野尻湖	0.005	0.12	1.8
釜房ダム貯水池	0.015	0.63	1.9
琵琶湖(北湖)	0.008	0.3	2.7
<b>石土池</b>	<b>0.102</b>	<b>3.08</b>	<b>2.89</b>
琵琶湖(南湖)	0.019	0.4	3.1
六道湖	0.047	0.56	4.5
中海	0.063	0.61	5
諏訪湖	0.051	0.95	6
霞ヶ浦	0.11	0.99	8.1
児島湖	0.19	1.6	8.2
印旛沼	0.12	2.2	10
手賀沼	0.26	3.2	14

平成12年(石土池のみ平成14年)

全国湖沼資料集<第14集>より



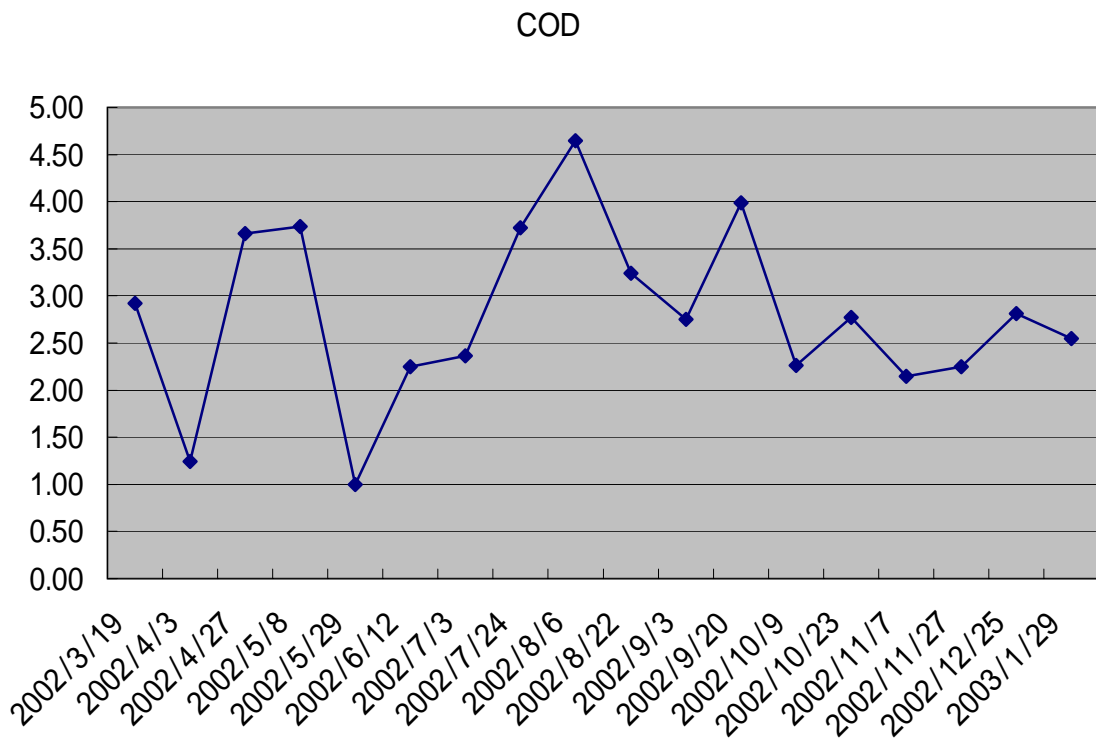


图 4-2 水质调查结果 (各测点平均 · COD)

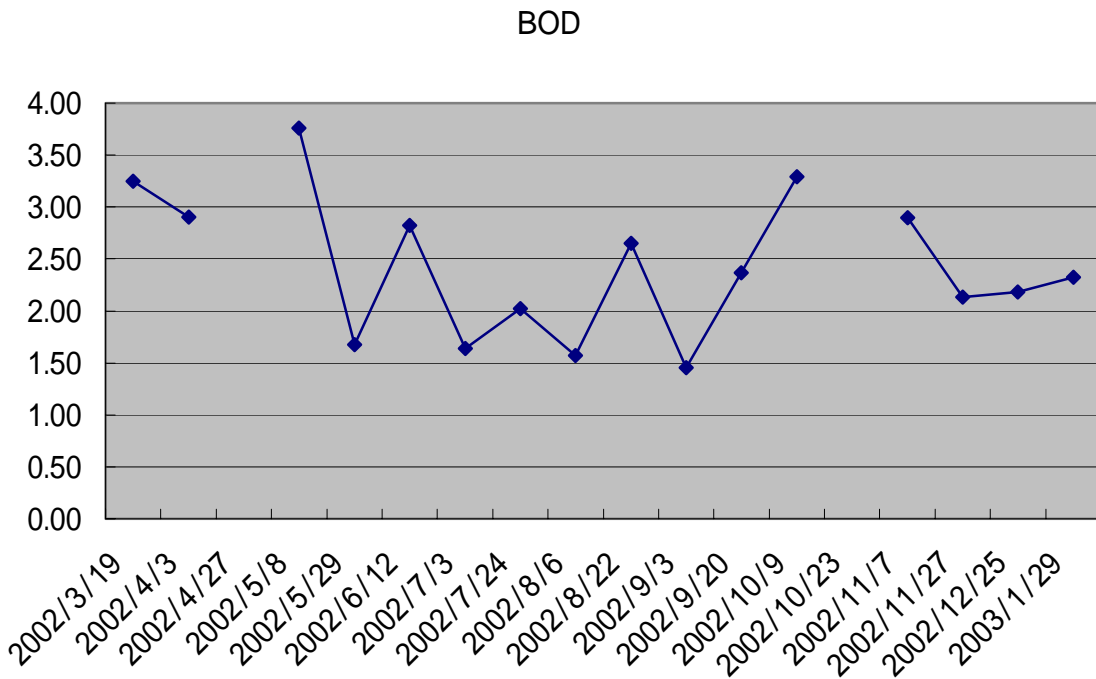


图 4-3 水质调查结果 (各测点平均 · BOD)

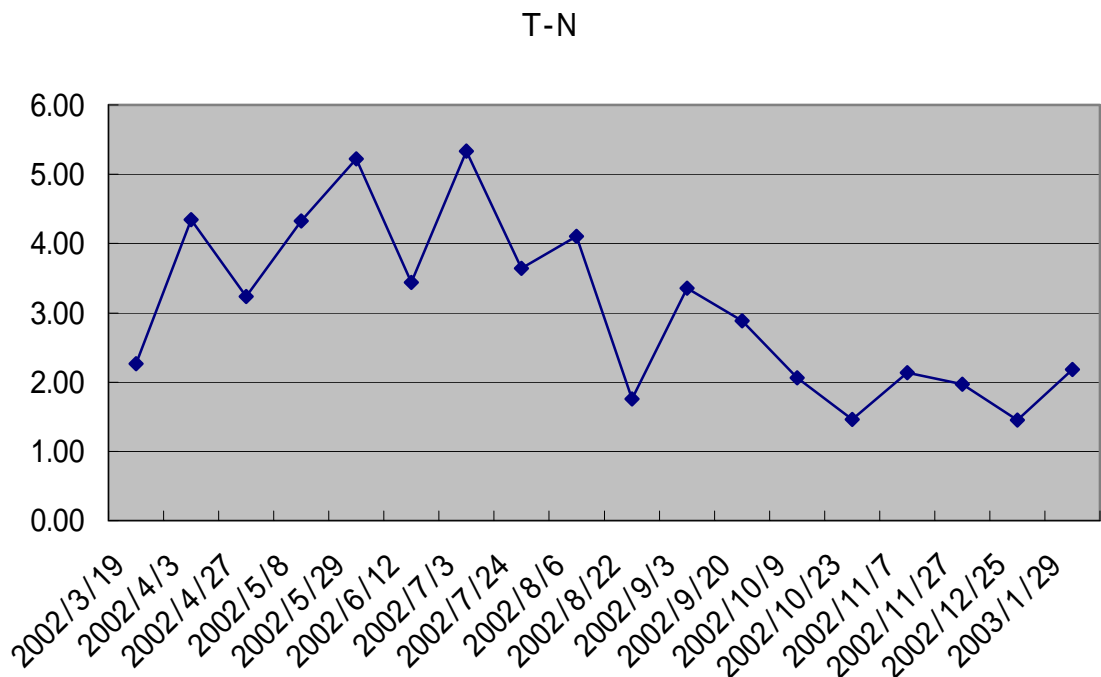


图 4-4 水质调查结果 (各测点平均 · T-N)

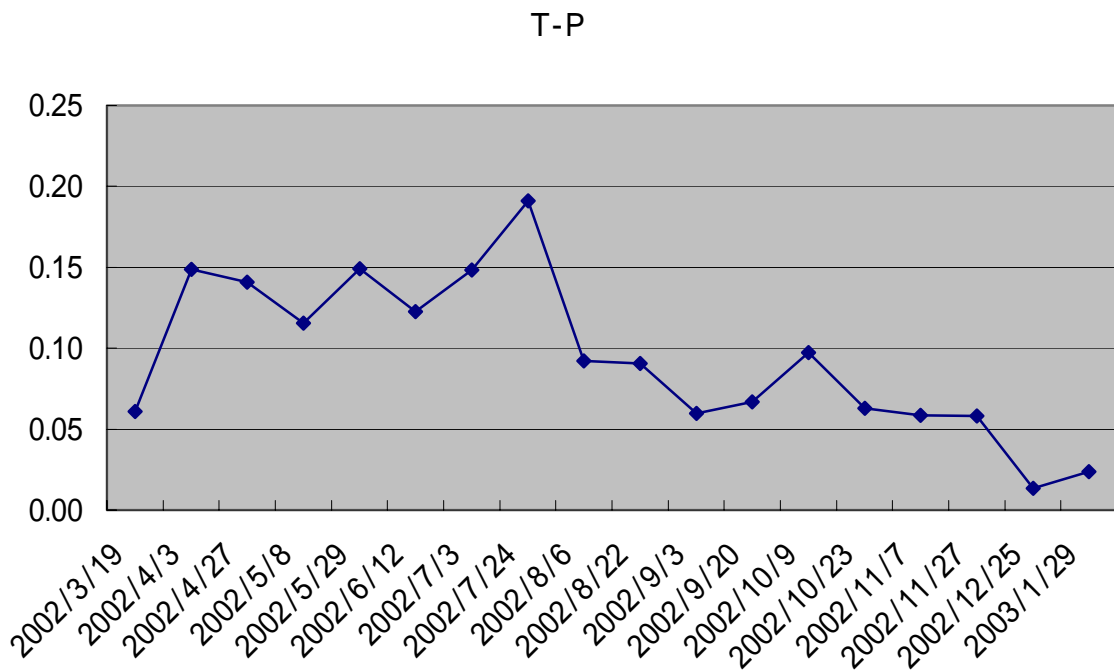


图 4-5 水质调查结果 (各测点平均 · T-P)

## 4-2 石土池の植生特性

### 4-2-1 植生分布把握手法

石土池の水面上に繁茂している水生植物の分布は、石土池の西側にある小高い山から見える範囲と池の周囲の定置から植生分布を地図上に描き写し、更にデジタルカメラを用いて撮影し、図面にプロットすることにより把握した。なお、植生調査は、3月から10月の毎月1回実施した。

### 4-2-2 池のバイオマス測定手法

池の環境を保全するためには具体的なバイオマスの維持管理計画を立てる必要があり、それには池のバイオマス量(水生植物のみ)の計測が必要になる。石土池における主な水生植物はハス、ホテイアオイ、ヒシ、ガガブタであるが、池の水質に最も大きく影響を与えるのは、水中の栄養分(窒素・リン)を多く吸収するが、枯死後は腐敗、沈殿し、その栄養分を再び水中に戻すホテイアオイである。逆に、枯死する前にホテイアオイを除去できれば、池の水質を大きく改善することができる。そこで、このホテイアオイが1年の間にどれだけのバイオマス量になるのかを計測することにした。

計測方法としては、ホテイアオイの群生を50cm四方に区切って採取し、その乾燥重量を測り、被覆面積を掛け合わせることにした。サンプルはホテイアオイが枯れる前の11月下旬に池の3箇所から採取し、乾燥重量の平均をとった。

### 4-2-3 調査結果

#### 植生特性

石土池には、多種類の水生植物が繁茂し、池の南東部には湿地帯が広がっている。植物生育環境面からの分類特性としては、浮葉性の植物としてハス、ヒシモ、絶滅危惧種とされるガガブタ等が確認された。また、浮遊性のものはホテイアオイ、ウキクサが、沈水性の植物としては、オオカナダモ、クロモ、マツモ、エビモなどが確認された。



3月



5月



8月

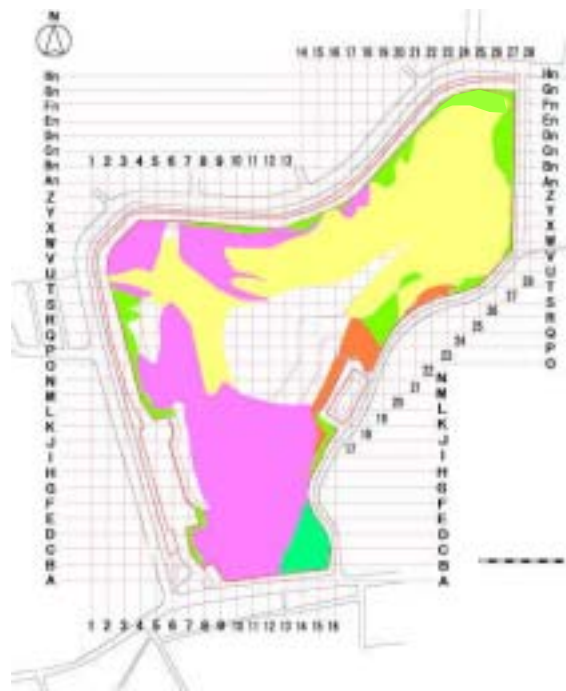


10月

写真 4 1 石土池の季節変動



5月の植生分布図



8月の植生分布図



10月の植生分布図

	ホテアオイ
	ハス
	ホテアオイ+ハス
	ヒシ+ガガブタ
	湿地帯

図 4-2 植生分布の季節変動

表 4-7 植生被覆面積

植生被覆	被覆面積 (ha) *カッコ内は被覆面積率(%)		
	5月	8月	10月
ホテイアオイ	2.1(8.8)	1.9(8.1)	2.4(10.0)
ハス	7.3(30.6)	7.8(32.9)	7.4(31.1)
ホテイアオイ + ハス	0.0(0.0)	0.5(2.3)	0.5(2.3)
ヒシ + ガガブタ	7.0(29.6)	8.6(36.1)	9.2(38.7)
<b>植生被覆面積合計</b>	<b>16.4(69)</b>	<b>18.8(79.4)</b>	<b>19.5(82.1)</b>
湿地帯	0.2(1.0)	0.5(2.3)	0.5(1.9)
水面	7.1(30.0)	4.3(18.3)	3.8(16.0)
<b>石土池 湖面面積合計</b>	<b>23.7(100)</b>		

池の季節的な変化状況を以下に示す。

3月の石土池は、南部の広い範囲でハスの茎だけが枯れた状態で残されており、ホテイアオイは枯れた株が池の岸側に、また、風によって流された株の群生が池の水面上を漂っているのがみられた。

5月には、従来の池から拡大された水深の浅い部分で且つ池全体の約30%の範囲でヒシモやガガブタが繁殖しており、ハスも池の約30%を占め、ホテイアオイも繁殖し始めた。

6月にはハスやホテイアオイが花を咲かせ、水面が覆われていない太陽光が池底まで届く場所ではオオカナダモやマツモが繁殖し始めた。

7月から8月にかけて従来の池だった深い場所の水面を除いて、池の西部と南部はハス、東部はヒシモとアサザの混合、池の岸に沿ってホテイアオイが群生し、池の水面の約80%が植生で覆われている結果となった。

9月にはハスの花や葉は枯れ始めたが、ホテイアオイの繁殖力は衰えず、十市川と池の接続部分のある池の北部がホテイアオイによって覆われ、8月のホテイアオイの被覆面積率が約8%であったのが、10月には10%に上がっていた。(表4-7参照)。

池の周囲に沿うようにして密集していたホテイアオイは、風によって流され、帯状に広がる群生もみられるようになった。ホテイアオイが冬場になって枯死し、一部は株が越冬するにしても、大量の沈殿物が腐敗し、水質を悪化させる要因となる。

#### バイオマス測定

バイオマス測定結果によると、採取したホテイアオイの平均乾燥重量は0.25 m<sup>2</sup>あたり0.45kg、1 m<sup>2</sup>あたりでは1.81kgとなった。これにホテイアオイの被覆面積(表4-7参照)を乗算すると、ホテイアオイの池全体におけるバイオマス量の乾燥重量換算で52.59tとなった。冬になるとこれらが枯死し、池底に沈殿しヘドロ化するものと思われる。

#### 4-3 石土池の動物分布特性

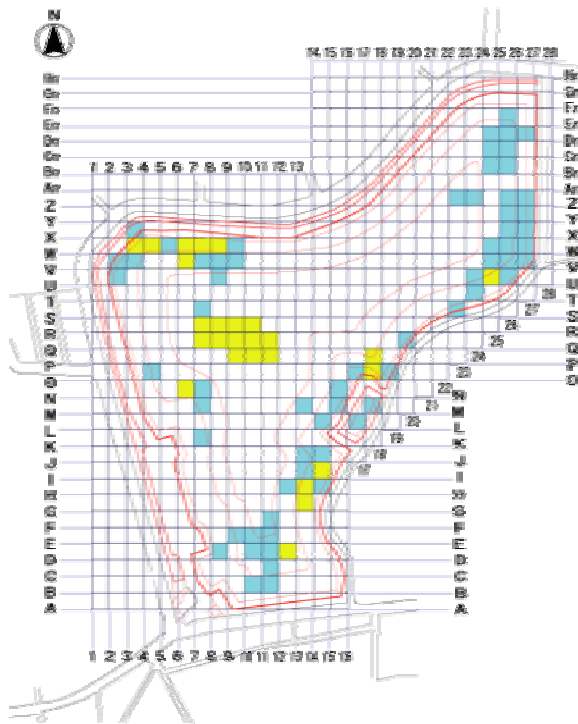
石土池の水質環境や植生に欠かすことのできない当池に生息する水生動物（魚類、爬虫類）の種類と鳥類の分布場所の調査を実施した。

石土池には、肉食魚であるブラックバス、ライギョ、ブルーギルと雑食魚類のコイ、フナと小魚等の魚類とイシガメ、ミドリガメ、アカミミガメなどの爬虫類が生息する。また、鳥類は、カモ、アヒル、シラサギなどが確認された。

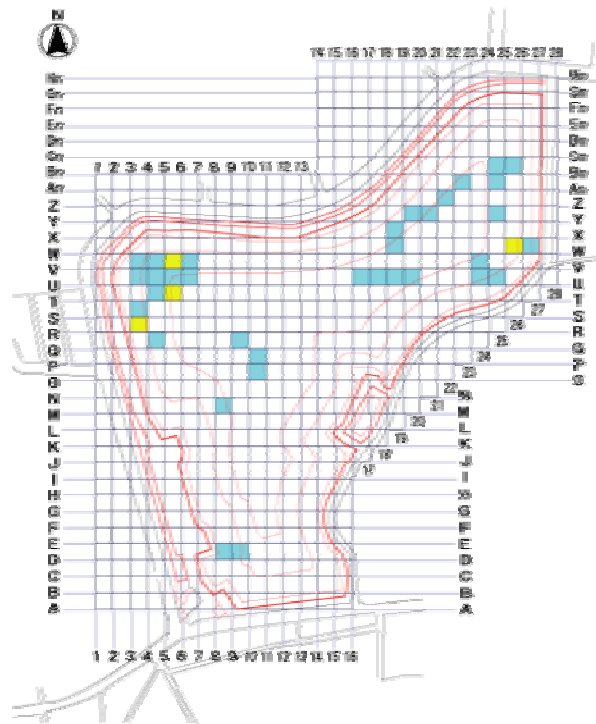
3月から11月までの鳥類の生息域を以下に示す（図4-5参照）。

冬の間、石土池には300羽を超える渡り鳥が飛来し、鳥類の大半を占めているのがカモである。分布図によると、鳥は、植生のある場所、もしくは植生の分布する付近に生息している。冬は、ホテイアオイの群生地と枯れた状態で残っているハスの茎の群生地で鳥類が多数生息している様子が確認できた。

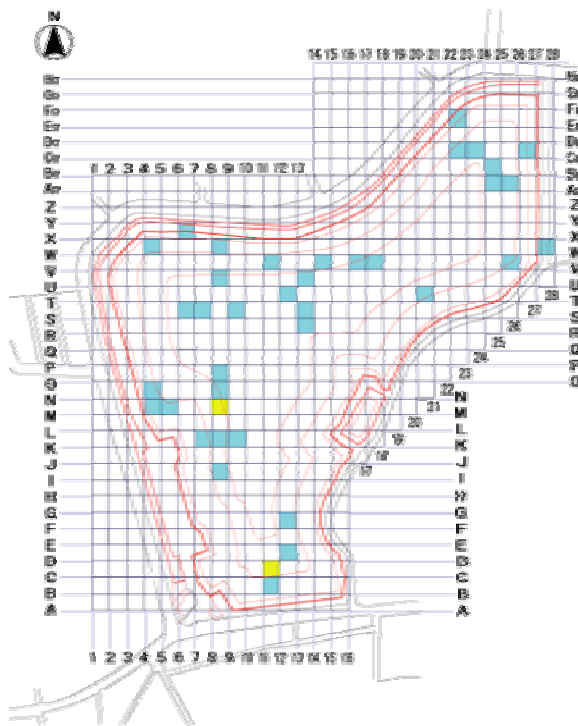
夏になると鳥類の数は一気に減少する。常時生息しているのは、シラサギが1羽とカモが5～6羽、アヒルが3羽である。



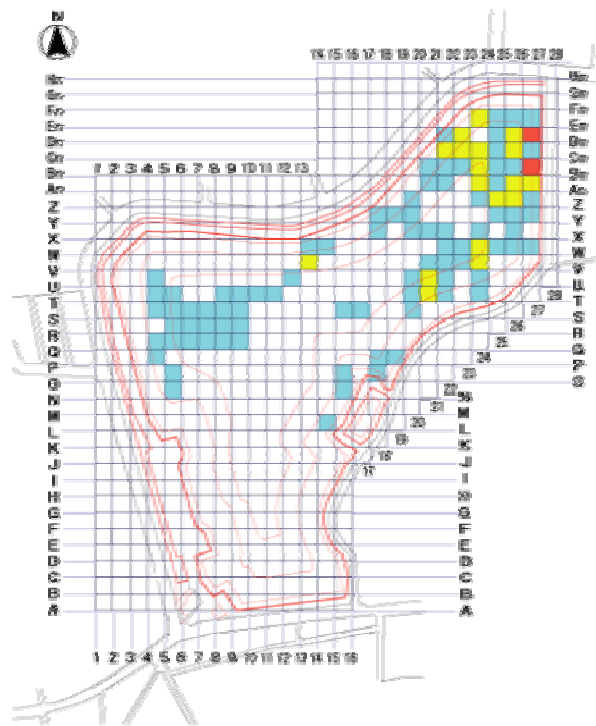
3月



4月上旬



4月下旬



11月

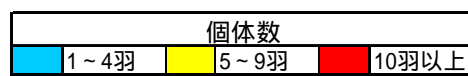


図 4-3 鳥類の季節変動による生息分布図

## 5. 水質浄化のメカニズムの把握

### 5-1 石土池の水質浄化のメカニズム

図 4-7 に、水質・水生植物・水生動物の現況調査結果から判明した石土池の水質浄化メカニズムを示す。

4 月から 10 月にかけて行われた水質調査の結果、窒素の濃度は、水生植物の最盛期である 8 月が一番低い値を示している。水生植物による水質浄化作用で示したように、石土池に繁茂しているホテイアオイやハスが窒素を栄養源として吸収していることに一因があると考えられる。

ホテイアオイやハスは、春から夏にかけて繁殖し、水面を被覆することで波浪が起こりにくくなり、沈殿物が静水中で自然沈降しやすい環境をつくる。夏の気温が 30 を超える高温が続く時期でも水中への入射光が遮断されるため、水温の上昇を防ぎ、藻類の生長を抑制している。

図 4-6 に示すように、ハスや沈水性植物が繁茂しているところでは、多様な動物性プランクトンと植物性プランクトンが生息していることから、水性植物がプランクトンの生息環境を提供していることがわかる。プランクトンの生息する場所には捕食者である魚類も生息しているため、水生植物が繁茂する場所には数多くの鳥が集まり、魚類を捕食している。

石土池は、雨水調整池という半人工の浅い池で本来なら春から夏にかけて水面がアオコで覆われていてもおかしくない環境である。しかし、アオコで覆われることもなく、透明度も比較的高い良好な水質環境にあるのは、多様で豊かな水生植物によって水界生態系の食物連鎖網の持続的なバランスが保たれているという、自然の水質浄化のメカニズムが創出されているからである。

ハスは、春から夏にかけて生長していく過程で栄養源となる窒素とリンを吸収し、根と葉茎において固定するため、水中の富栄養化を抑制している。秋から冬にかけて枯れはじめると水面上まで伸びていた葉茎は、池底に沈殿物として堆積し、ヘドロ化するが、根は、池底の土中で生長が止まった状態で越冬するため、枯死による腐敗で窒素とリンを水中に放出することはない。ヒシにおいても同様に、生長の過程で窒素とリンを吸収し、秋にできる実の中で固定されたままの状態になる。葉茎についてもみると、ヒシの一固体は、ハスやホテイアオイと比較するとわずかなものであり、枯れて腐敗する過程での窒素とリンの放出は少量であると考えられる。しかし、ホテイアオイは、栄養源となる窒素とリンを吸収することで水質の浄化に貢献していても、水面上に出た部分が枯れてしまうと池底にヘドロ化して堆積し、腐敗する過程で窒素とリンを水中に放出する。物質収支的には、窒素・リンを除去する効果はゼロである。

石土池の環境特性を把握した上で、現在の豊かな植生と生態系に恵まれた環境の保全及び改善するためには、水質環境悪化（池底のヘドロ化）の最大要因であるホテイアオイを除去することが必要である。ホテイアオイにかわって水質浄化能力を持つ水生植物を導入することによって、池全体の水界生態系の持続的なバランスを創出することが可能となる。



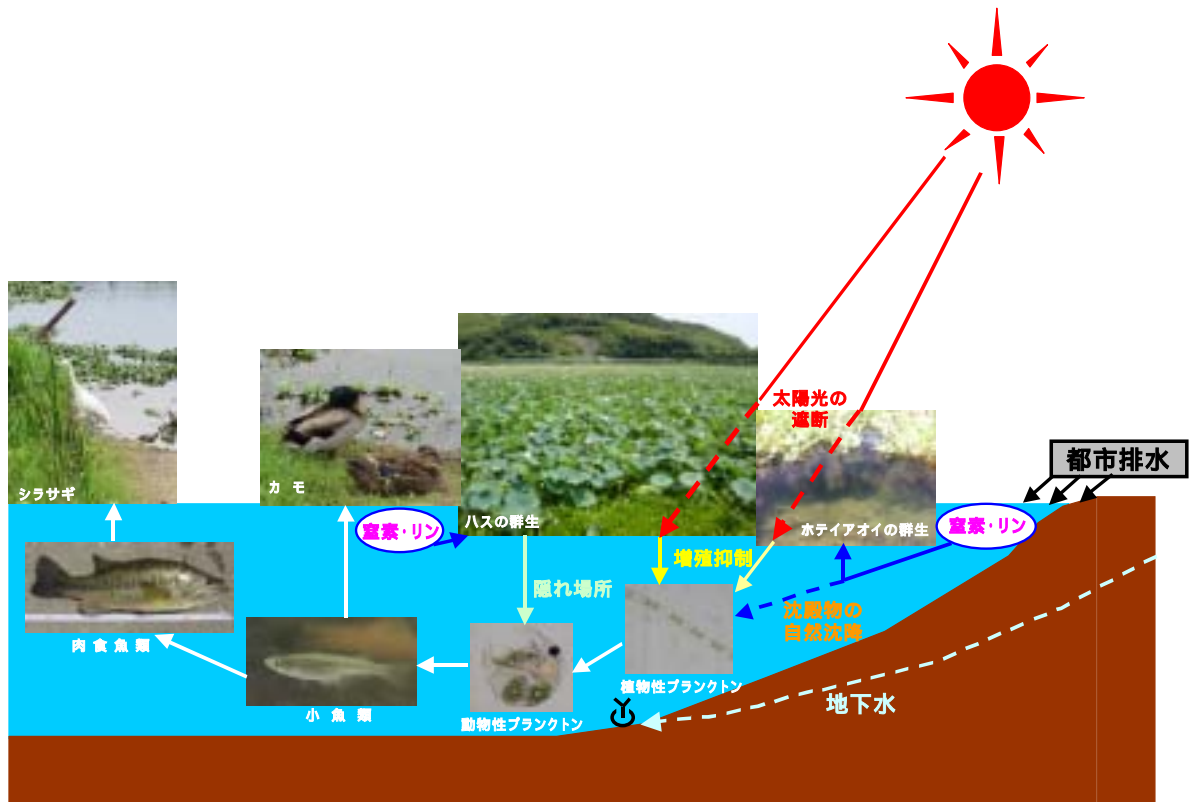


図 4-7 石土池の水質浄化のメカニズム

引用 斎藤由貴：雨水調整池における水質浄化と水生植物（水草）の役割 - 石土池における応用生態工学の適用 - <sup>2)</sup>

## 5-2 現状の水浄化メカニズムの問題点と課題

石土池における現状の課題は以下の通りである。

- 水質悪化の一要因として本来水質浄化能力を持つホテイアオイが冬季に枯死して腐敗沈殿し、富栄養化した池の水環境により夏には増殖する悪循環の制御
- 防災面においても下流排水機施設の機能を妨げているとして、ホテイアオイの除去
- 外来種の増殖による在来種絶滅の防止

このことから、本来の雨水調整池としての役目と地域住民の憩いの場としての景観価値の面からも、環境保全及び維持管理が必要となってきた。

## 6. 環境管理計画策定に関する提案

### 6-1 水環境管理におけるコンセプト

現在、国土交通省の河川事業の重点施策として水辺環境の保全が挙げられており、石土池はモデル地区として位置付けられている（3-3 参照）。また、近年の水辺環境保全においては、住民が主体となって水辺環境を保全整備していく傾向にある（3-4 参照）。石土池における水循環及び水辺環境の保全整備の基本コンセプトとしては以下の二点を満たす水辺環境を実施していくべく、地域住民、行政、学識者の三者が連携して推進していく。

- (1) 自然の回復
- (2) 治水機能の保全

(1)は石土池で失われつつある良好な自然環境を回復し、それを維持するということである。  
(2)は本来の目的である調整池としての治水機能を保全するということである。

図 6-1 に水環境管理におけるコンセプトを示す。

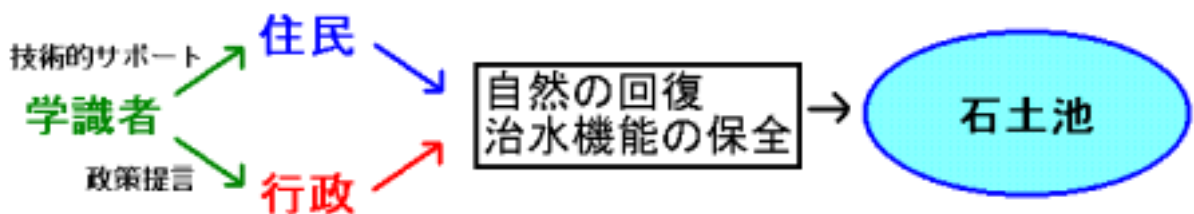


図 6-1 水環境管理におけるコンセプト

水質維持管理の方針としては、地域住民、行政、学識者の三者の連携を基本とする。具体的には以下のとおりである。

- ・ 行政……水辺環境の設計
- ・ 住民……水質環境の維持管理
- ・ 学識者……技術的アドバイス

### 6-2 石土池の理想的な水環境

石土池の水環境改善にあたっては、池の理想像を描く事が必要不可欠である。本論において理想とする石土池の水質環境は以下のとおりである。

景観、防災、環境の面において障害となるホテイアオイが完全に除去されている  
ホテイアオイに変わる新たな水草が導入され、自然の浄化作用を活かした水上過失テムが構築されている

へドロが除去されている

池の富栄養化状態が改善されている

地区の名物ともなっているハスが適度に繁殖し、管理されている

上記の状態を維持するために、住民が主体的に池の環境維持管理を行っている

### 6-3 水環境改善案の抽出

石土池の現状から、6-2 で示した理想的な水環境を実現するための水環境改善の方法として以下を提案する。なお、改善案の抽出にあたっては、自然の食物連鎖に従った水質浄化を実現するために考えられる施策を、実現可能性や効果の程度に関係なくすべてリストアップした。

(1) ホテイアオイを全て除去する

手作業でホテイアオイを除去する。ヘドロ増加を食い止める。

(2) ヘドロを全て除去する

池底のヘドロを浚渫して除去する。

(3) ハスの植生範囲を広げる

水質浄化効果と修景効果を持ち、適切に管理すればヘドロ化を抑制できるハスの植生範囲を現在より広げる。

(4) 池を一度空にする

池の水をポンプで汲み上げ、ホテイアオイとヘドロを除去し、池底を干す。

(5) 近隣の川からトンネルにより導水する

石土池の 1.3km 北を流れる下田川から、トンネルを掘って水を引き入れる。

(6) 十市ニュータウンの雨水排水を池に流入する前に処理する

側溝から集められた雨水排水を、処理施設を設けて処理してから石土池に流入させる。

(7) 沈水性植物を導入する

現状では面積が少ないが、越冬できるためヘドロ化しにくい沈水性植物を、岸辺から植えていく。

(8) 現状のままにする

現在の状態のまま、何も手を加えない。

### 6-4 改善案の評価

6-3 で抽出した改善案について、環境負荷、効果、コスト、即効性、持続性の面からそれぞれランク分け評価し、石土池における水質浄化手法を選定した。なお、6-3 で示した各改善案は、組み合わせることにより、効果が増加することが考えられるため、評価にあたっては改善案単体とその組み合わせを両方評価し、優劣を比較した。また、改善案の評価にあたっては、表 6-3 に示す基準に従い 3 段階（0～2 点）にランク分けし、各評価項目を総和することで総合化した。各改善案の得点（10 点満点）の大小により、改善等の優先度を選定した。

各改善案とその組み合わせの評価のうち、総計 10 点以上となったものを表 6-2 に示す。

表 6-1 評価項目

効果	水質環境改善にどれだけ効果があるか
環境負荷	周辺環境にどれだけ負荷を与えるか
コスト	実施にあたってどれだけコストがかかるか
持続性	その改善案の科学的な効果の持続性と、維持管理の容易さによる効果の持続性がどれだけあるか
即効性	改善案実施後、どれだけ早く効果が現れるか

表6-2 各改善案のうち総計11点以上のもの

	効果	環境負荷	コスト	持続性	即効性	点
(3)	++ 2	+++ 3	+++ 3	+++ 3	+ 1	12
(7)	++ 2	+++ 3	+++ 3	+++ 3	+ 1	12
(1)+(2)	+++ 3	++ 2	0	+++ 3	+++ 3	11
(1)+(7)	++ 2	+++ 3	++ 2	++ 2	++ 2	11
(3)+(7)	++ 2	+++ 3	+++ 3	+++ 3	+ 1	12
(6)+(7)	+++ 3	++ 2	0	+++ 3	+++ 3	11
(1)+(3)+(7)	++ 2	+++ 3	+ 1	+++ 3	++ 2	11

表 6-3 評価基準

- ・効果 3(+++ Excellent).....水質環境改善に著しい効果がある  
2(++ Good).....水質環境改善に大きい効果がある  
1(+ fair).....水質環境改善に効果がある  
0(none).....水質環境改善にあまり効果がない
- ・環境負荷 3(+++ Excellent).....周辺環境にあまりインパクトがない  
2(++ Good).....周辺環境に中程度のインパクトがある  
1(+ fair).....周辺環境に強いインパクトがある  
0(none).....周辺環境に非常に強いインパクトがある
- ・コスト 3(+++ Excellent).....あまりコストを要しない  
2(++ Good).....ややコストを要しない  
1(+ fair).....多くのコストを要する  
0(none).....非常に多くのコストを要する
- ・持続性 3(+++ Excellent).....非常に長い持続性がある  
2(++ Good).....長い持続性がある  
1(+ fair).....ある程度の持続性がある  
0(none).....ほとんど持続性がない
- ・即効性 3(+++ Excellent).....非常に即効性がある  
2(++ Good).....即効性がある  
1(+ fair).....ある程度の即効性がある  
0(none).....ほとんど即効性がない

上記方法で検討した結果、ホテイアオイ除去とハスの植生範囲拡大、沈水性植物導入の組み合わせである(1)+(3)+(7)が最も高い得点となった。

よって、現存生態系を維持しつつ（環境負荷低）、低コストで環境改善が望める（効果高）、(1)+(3)+(7)が石土池における最適な改善案であると思われる。

### 改善案

ホテイアオイを除去し、ハスの植生に置き換え、沈水性植物を導入して、適切なバイオマスの管理を行う。

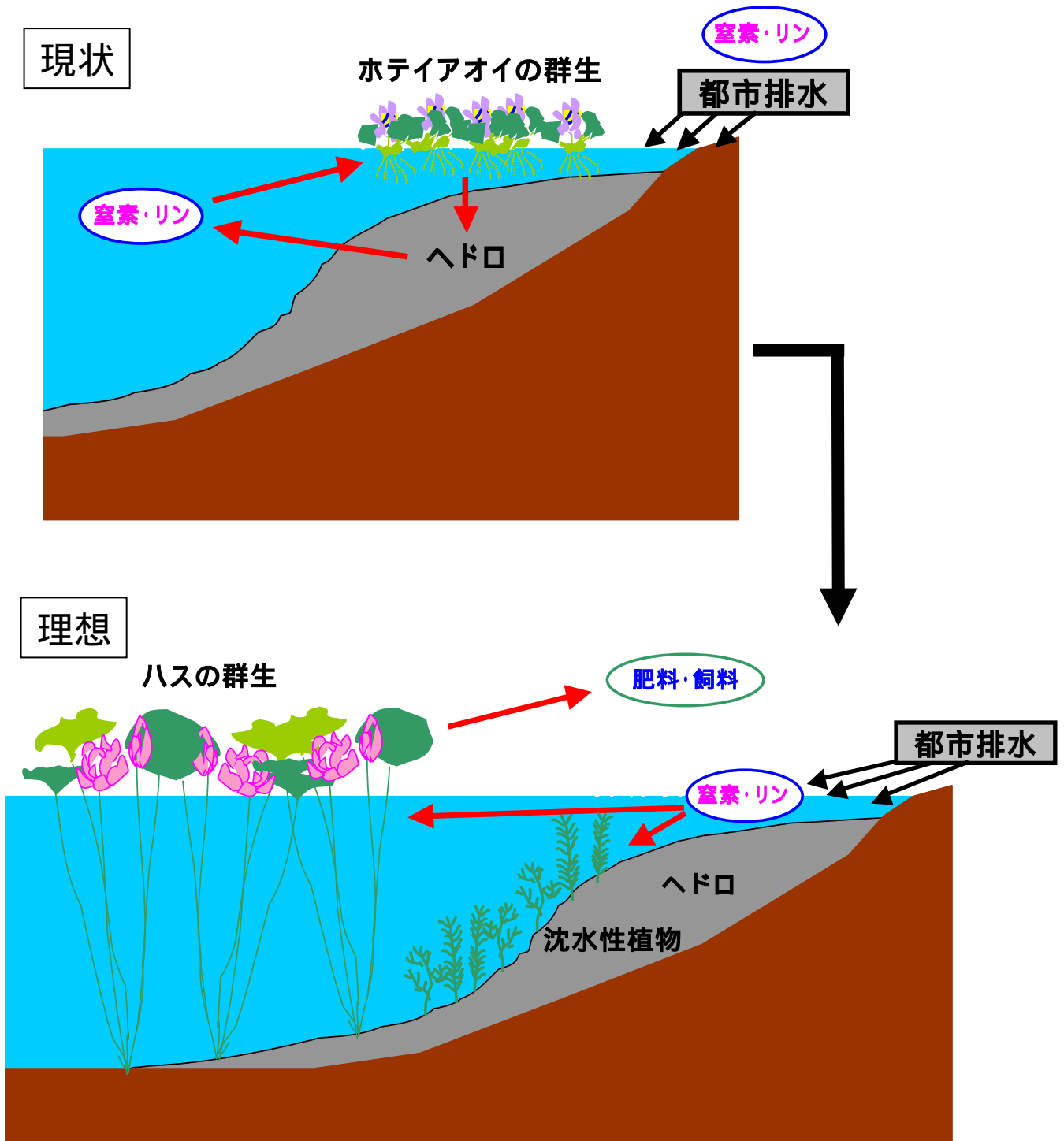


図 6-2 池の水環境の現状と理想

## 6-5 最優先改善案に対する具体的な実施方法

図 6-2 に示す水質環境へと転換していくための具体的な方法論は、以下に示す手順により実施していく。なお、手法の選定に際しては、6-1 で示した水辺環境整備のコンセプトに従い、ローコスト、持続的手法を採用する。

### ホテイアオイの除去

図 6-2 に示す水質連鎖システムにおいて、ホテイアオイは冬季に腐敗・沈殿するため、景観・水質保全上、完全に除去する必要がある。

ホテイアオイを除去する手法としては、重機を使用する手法、回収船による手法、人力による手法の 3 通り考えられる。この場合、重機を使用する方法では湖においては適用困難なこと及び住民主体の持続的な環境管理の必要性から、人力で採集する手法が石土池では必要になる。

採取したホテイアオイは粉碎して肥料とするか、飼料用として再利用する。

### ハスの増加

次に、ホテイアオイを除去した池に対して、現状よりハスの被覆面積を増加させる。ハスは水質連鎖システムでは、春から夏にかけて生長していく過程で栄養源となる窒素とリンを吸収し、根と葉茎において固定するため、水中の富栄養化を抑制している。秋から冬にかけて枯れはじめると水面上まで伸びていた葉茎は、池底に沈殿物として堆積し、ヘドロ化するが、根は、池底の土中で生長が止まった状態で越冬するため、枯死による腐敗で窒素とリンを水中に放出することはない。また、ハスは石土池の景観上、重要な役割を持っている。

このハスの被覆面積を増加させる手段としては、鉢に植栽したハスの苗を池に沈めて植栽するが、成長には太陽光が必要であることから、水深の浅い水域から導入していく。

ハスの管理手法としては、秋に根と葉茎を適切に刈り取り、バイオマスを適切な量に維持していくことが必要である。

### 沈水性植物の導入

沈水性植物は越冬することができるため、ホテイアオイのように冬季に枯れて腐敗沈殿しヘドロ化することがない。また、都市公園内の水辺環境の主軸になっている石土池でレジャー目的にボートを出す人たちが多数いるが、浮遊性のホテイアオイは航行の障害となる。沈水性の水草のなら航行に支障は無く、景観的にも望ましい。

導入手法としては、ホテイアオイが除去された後であれば、池の水深の浅い部分に植栽すれば、深い部分に向けて次第に増殖していくものと思われる。

## 6-6 総合的な環境管理計画

### 6-6-1 住民主体の環境管理

石土池の水質を保全していくために必要な項目は下記のとおりである。

- ・ 行政………水辺環境の設計と施設整備
- ・ 住民………水質環境の維持管理
- ・ 学識者………調査研究、技術的アドバイス

これを、上記コンセプトで管理内容を整理すると以下のダイアグラム(図 6-3)と表(表 6-2)となる。

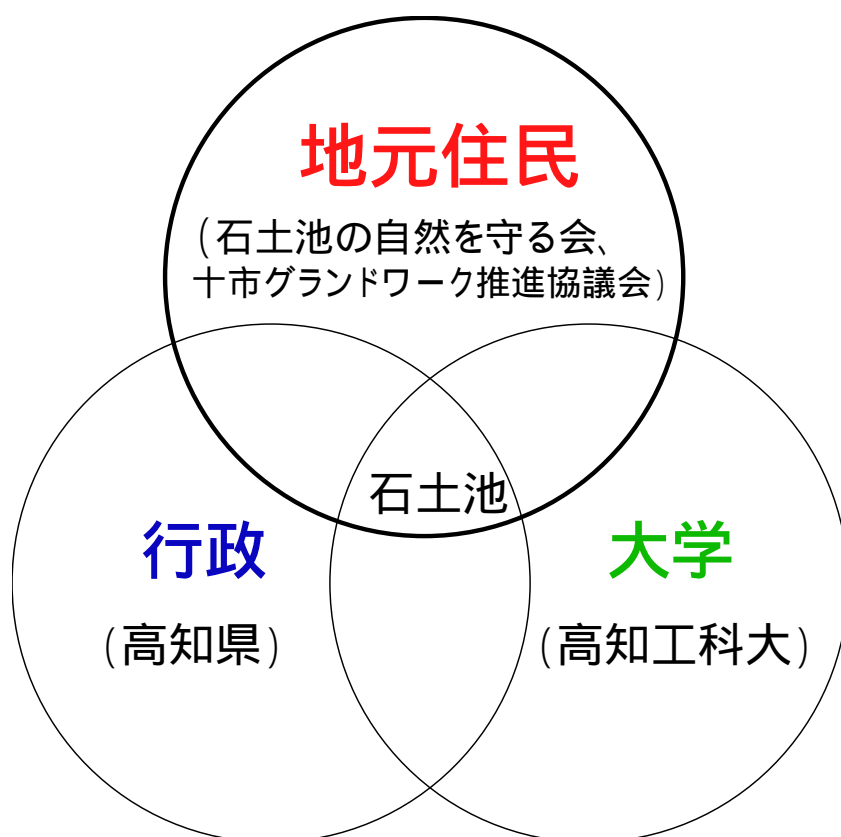


図 6-3 地域住民、行政、学識者の三者の連携

表 6-2 管理計画詳細

項目	管理内容	主体	頻度
ホテイアオイの除去	秋季にホテイアオイを人力により除去	地域住民	年1回(秋)
ハスの植栽	鉢に入れたハスを池に沈める	地域住民	ある程度に広がるまで適宜
ハスの管理	秋季にハスの葉茎を刈り取る	地域住民	年1回(秋)
沈水生植物の植栽	沈水性植物を岸辺に植栽する	地域住民	ある程度に繁殖するまで適宜

#### 6-6-2 現存の住民参加型との違い

本論で述べる住民主体と、現存の住民参加型の違いであるが、事業主体が住民であるか行政であるかというところにある。住民参加型とはその名のとおり、行政が主導する事業に住民が参加するものである。それに対し住民主体は、住民が事業を積極的に発案し、行政がそれを計画し、事業を実際に行うのは住民で、行政はそれをサポートするというものである。

石土池の場合であると、住民参加は行政の池の整備計画に住民の声を盛り込む、といった程度であるが、住民主体なら住民が実際に池の環境の維持管理を手がける、という違いである。



## 7. まとめ

10 ヶ月に亘る水質調査の結果、汚いと思われていた池の水が、予想外に良好な水質を保持していることがわかった。また、窒素やリンが比較的高い値を示している割には、COD 値や BOD 値は低い。これは、5 章で示した水質浄化のメカニズム（食物連鎖システム）がうまく循環していることによる。通常、これだけ高い窒素・リン濃度では、池の水質はより悪化し既に富栄養化していることが多い。

ホテイアオイが繁殖している場所では、すでに数十センチ程度の厚さのヘドロが堆積し悪臭を放っている。早急な対策が必要で、このまま放置していけば池は湿地化して洪水調整能力が著しく減少することは明らかである。

環境問題における住民参加、住民主体といったものが叫ばれて久しいが、実際に住民が主体的に行動しているケースは極めて少なく、ゴミ拾いなどの対症療法的な活動が多い。本研究が目指すものは住民と行政と学識者が共同して地域の自然環境を保全しかつ治水の安全を確保するという、防災機能を統合する新しい総合的な環境管理システムの構築である。

## 8. 今後の課題

今年は初年度ということもあり、途中で測点がハスに覆われて採水が不可能となるなど、予期せぬトラブルも相次いだ。本年度の経験をもとに、来年度からは初めから必要なデータを継続して採取できるようにする必要がある。

現時点では、未だ1年を通じた調査が完了しておらず、季節変動の把握という面に置いては池の水質特性を把握したとは言い切れない。季節が巡ってないことから、同じ時期になって同じ状態になるかどうか（変動が年毎に繰り返すものなのか、改善もしくは悪化しているのか）がわからない。有効な水質管理計画を立てるにあたっては、数年をかけた調査が必要になるだろう。

また、住民側にしっかりとした目的意識と財政基盤を持った組織が無ければ、住民主体の持続的な維持管理は難しい。石土池のケースは「石土池の自然を守る会」という住民組織（NGO）が存在し、カメのロードキル問題に対してグラウンドワーク十市推進協議会などが開かれるなど、ボランティアベースでの動きは活発である。しかし、従来の NGO 的な組織では、財政力が乏しく目的意識があっても実際に対策に関わることは難しい。そこで、環境管理に関わるプロフェッショナルな住民組織の一例として NPO 化を視野に入れたネットワーク型の管理組織についても検討すべきである。従来の組み合わせである住民と行政というフレームワークに大学（学識）が参画すれば、科学的根拠に基づいた持続的な環境管理計画が策定できるようになる。

## 謝辞

本研究は、多くの方々のご協力によって進めてくることが出来ました。

適切なご指導・貴重なご示唆を頂いた、主査：高知工科大学社会システム工学科・村上雅博教授、副査：高知工科大学社会システム工学科・荒木英昭教授、高知工科大学社会システム工学科・渡邊法美助教授、の各先生方に心から感謝の意を捧げます。

また、資料を提供して下さった高知県南国土木事務所の方々、水質調査にあたり毎回ボートを貸して下さった石土池を守る会の森下良一氏には大変お世話になりました。御礼申し上げます。

高知工科大学の馬淵泰氏には研究から本論作成に至るまで、大変お世話になりました。氏の尽力無くしては本論が完成することはなかったと思います。ありがとうございました。

そして水質調査に多大なるご助力を頂いた佐藤博信氏、濱津陽一氏、福島更紀氏、米田周平氏、本論執筆にご協力頂いた斎藤由貴女史、春田修一氏の各氏をはじめとする村上研究室の皆さんには、ここに感謝の意を示すものであります。

## 引用文献

- 1) 国土交通省河川局 HP：川と市民団体  
<http://www.mlit.go.jp/river/rfc/opinion/kawalist.html>
- 2) 斎藤由貴：雨水調整池における水質浄化と水生植物（水草）の役割 - 石土池における応用生態工学の適用 -、2002.

## 参考文献

- 1) 半谷高久、小倉紀雄：水質調査法、丸善、pp.255-271、1955 .
- 2) 高知県河川課、南国土木事務所：石土池自然環境再生事業・事業評価シート、2001.
- 3) 国土交通省都市・地域整備局 HP：多自然居住地域づくり事例  
<http://www.mlit.go.jp/crd/chiiki/tiikidukuri/top.html>
- 4) 国土交通省大臣官房政策課：平成 14 年度国土交通省重点施策の概要、河川、Vol.57、No.9、pp.3-7、2001.
- 5) 国土交通省河川局河川環境課：自然河川・ウェットランドの再生など自然共生施策の推進、河川、Vol.57、No.9、pp.17-21、2001.
- 6) 国土交通省河川局河川環境課：下水道との連携事業によるおいしく安全な水の確保、河川、Vol.57、No.9、pp.22-23、2001.
- 7) 国土交通省河川局河川計画課：国土交通省重点施策の概要、河川、Vol.58、No.9、pp.3-6、2002.
- 8) 国土交通省河川局環境課：河川管理における地域住民・NPO 等との連携の推進、河川、Vol.58、No.9、pp.9-11、2002.
- 9) 高知県土木部河川課 HP：河川整備基本方針・整備計画の策定  
<http://www.pref.kochi.jp/~kasen/keikaku/keikakukasen.html>
- 10) 村上雅博：バイオマニピュレーション - 生物多様性に配慮したアクティブな水界生態管理の応用技術 -、水文・水資源学会誌、Vol.9、No.4、pp.367-375、1996.
- 11) Sherwood C. Reed、Ronald W.Crites、E.Joe Middlebrooks、石橋勝義他・訳：自然システムを利用した水質浄化、技報堂出版、pp.1-9、pp.134-201、2001.
- 12) RIZA（オランダ運輸建設省水界生態・水処理研究所）：Stoneworts、1999.
- 13) 新田敬師：エコロジー空間確保のための公園・緑地、緑の読本、Vol.35、No.4、pp.8-13、1999.
- 14) 藤原宣夫：都市公園の水と水辺の今日的課題、緑の読本、Vol.38、No.10、pp.1-7、2002.
- 15) 田中淳一：上野恩賜公園不忍池における水浄化実験、緑の読本、Vol.38、No.10、pp.12-20、2002.
- 16) 花里孝幸：公園池の水質保全のための新たな考え、緑の読本、Vol.38、No.10、pp.76-81、2002.
- 17) 佐野廣一：池の水質に見合う浄化手法の選択、緑の読本、Vol.38、No.10、pp.82-87、2002.
- 18) 竹田純一：保全・再生のための市民参加・パートナーシップ、緑の読本、Vol.38、No.17、pp.21-26、2002.

- 19) 鷺谷いづみ：アサザプロジェクトにおける水辺の植生復元、緑の読本、Vol.38、No.17、pp.87-90、2002.
- 20) 金尾健司：河川環境の保全と再生、緑の読本、Vol.38、No.17、pp.91-94、2002.
- 21) 鈴木修二：都市の自然の保全、緑の読本、Vol.38、No.17、pp.95-99、2002.
- 22) 倉田亮：世界の湖と水環境、成山堂書店、2001.
- 23) Harry Hoser(1997)、“Clearing Lakes”、pp.95-110、1997.
- 24) 森下郁子、森下雅子、森下依理子：川のHの条件、山海堂、2000.
- 25) 島谷幸宏：河川環境の保全と復元 多自然型川づくりの実際、鹿島出版社、2000.
- 26) 武田郁郎：水と水質環境の基礎知識、オーム社、2001.

---

付録- 1

国土交通省重点施策概要

---

## 平成14年国土交通省重点施策概要（抜粋）

### 2. 環境にやさしい社会の実現

#### (2)自然と共生する快適・安全な都市・居住空間や国土の構築

- ・ 持続可能な都市づくり（合流式下水道の緊急改善、省エネルギービル、土壤汚染対策）
- ・ 河川の蛇行復元、ウッドランドの保全・再生等自然共生施策の推進
- ・ 水循環系の健全化（安全でおいしい水の確保、ダム周辺の山林保全や流域の一貫した総合的な土砂管理等による健全な水環境の創出、東京湾等の水環境改善）
- ・ シックハウス対策

国土交通省大臣官房政策課作成「平成14年度国土交通省重点施策の概要」より抜粋

### ．国土交通行政の改革

#### 公共事業改革の推進

##### 総合的なコスト縮減

##### 地域の実情に応じた整備の推進

##### 効率性の向上

民間資本・能力の活用と地域住民・NPO等民間との連携

・ 効率的かつ市民ニーズを踏まえた社会資本マネジメントを図るため、地域住民、NPOとの連携を推進

- 公園及び河川の管理に関する協定制度を創設
- 企業による海岸の管理・清掃をネーミングライツや広告を許可することにより推進
- 道路管理における市民参画システム（道路パフォーマンスマネジメント）を導入
- 河川や藻場、干潟、緑地などの自然再生においてNPOや地域住民との連携体制を確立
- 下水処理水放流先の生態系・水辺空間などの監視にNPOを参画

##### 住民参加の積極的な推進

・ 道路整備において、計画決定手続きにおける透明性・客観性・公正さを確保し、市民参画の取組みを推進するため、構想段階での市民参画型道路計画プロセスを導入するとともに、全国の全直轄河川において、将来の河川像について、河川整備計画の構想段階から関係住民が参加するプロセスを実施

## ・ 当面する課題への対応

### 環境 地球環境から身近な生活環境までの保全・創造

#### 循環型社会の構築

#### 人類の生存の基盤となる地球環境の保全

#### 健全で恵み豊かな自然環境の保全・再生

##### 自然再生の推進

・ 恵み豊かな国土と生物の多様性を回復するため、NPO や地域住民の参画など、地域の自主性と創意工夫を生かした事業の実施、維持・管理による湿地の再生、蛇行河川の復元、藻場・干潟の保全・再生、公園緑地整備などの「自然再生」を推進

##### 水循環系の健全化や海洋環境の改善

・ 河川における流動量変動の復元やこれを考慮した新たな水量・水質指標の作成、水資源アセスメントの実施、総合土砂管理、合流式下水道の改善と高度処理の推進等、水循環系の健全化に向けた総合的取組みの推進

### 地域 魅力と活力にあふれた自立的な地域経済社会の形成

#### 地域自らの選択による地域づくり

#### 自立的な地域圏の形成と交流の促進

##### 地域の利便向上と活性化のための拠点づくり

・ 歴史と景観を生かしたまち・公園・みなと・道づくり、バリアフリー空間の整備、水辺や活火山等の自然観光資源を活かすための周辺整備、地域の産業や自然を活用した体験型観光の振興等により、地域の創意と工夫にあふれ国民のニーズの多様化に応える魅力ある観光交流空間づくりを推進

・ 環境学習・自然体験型学習の場となる「にぎわいのある川づくり」の推進や、市民の合意の下で「みなと」の資産を活かした活力ある「みなとまち」の形成

国土交通省河川局河川計画課作成「国土交通省重点施策の概要」より抜粋

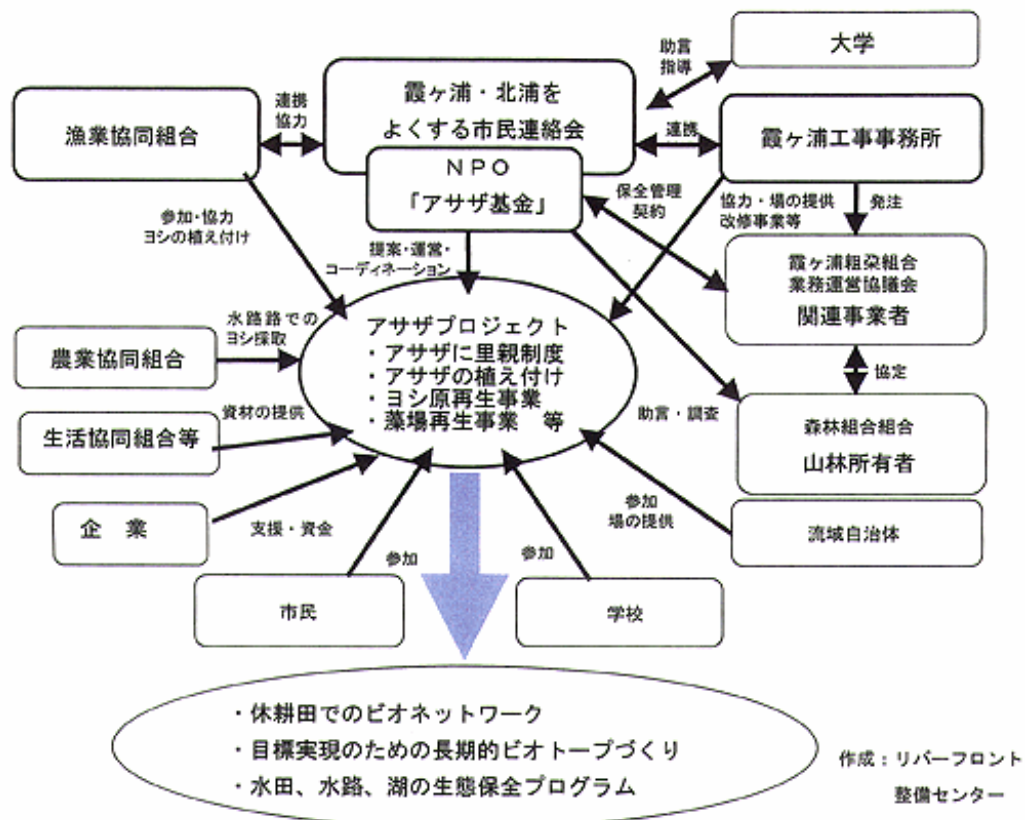
---

付録- 2

住民主体型環境管理の適応事例

---





流域内の学校生徒によるプロジェクト活動風景

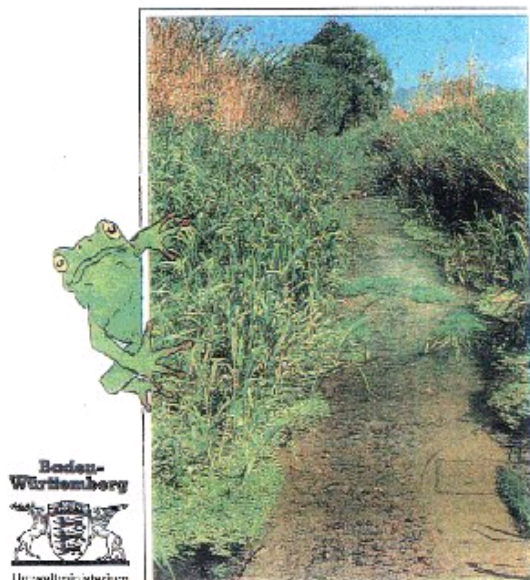


子どもたちによるアサザの植栽風景

引用：国土交通省河川局 HP：川と市民団体<sup>1)</sup>

<http://www.mlit.go.jp/river/rfc/opinion/kawalist.html>

# Aktiver Umweltschutz Bachpatenschaften



バーテンビュルテンベルク州環境省の  
「小川の里親」制度の冊子

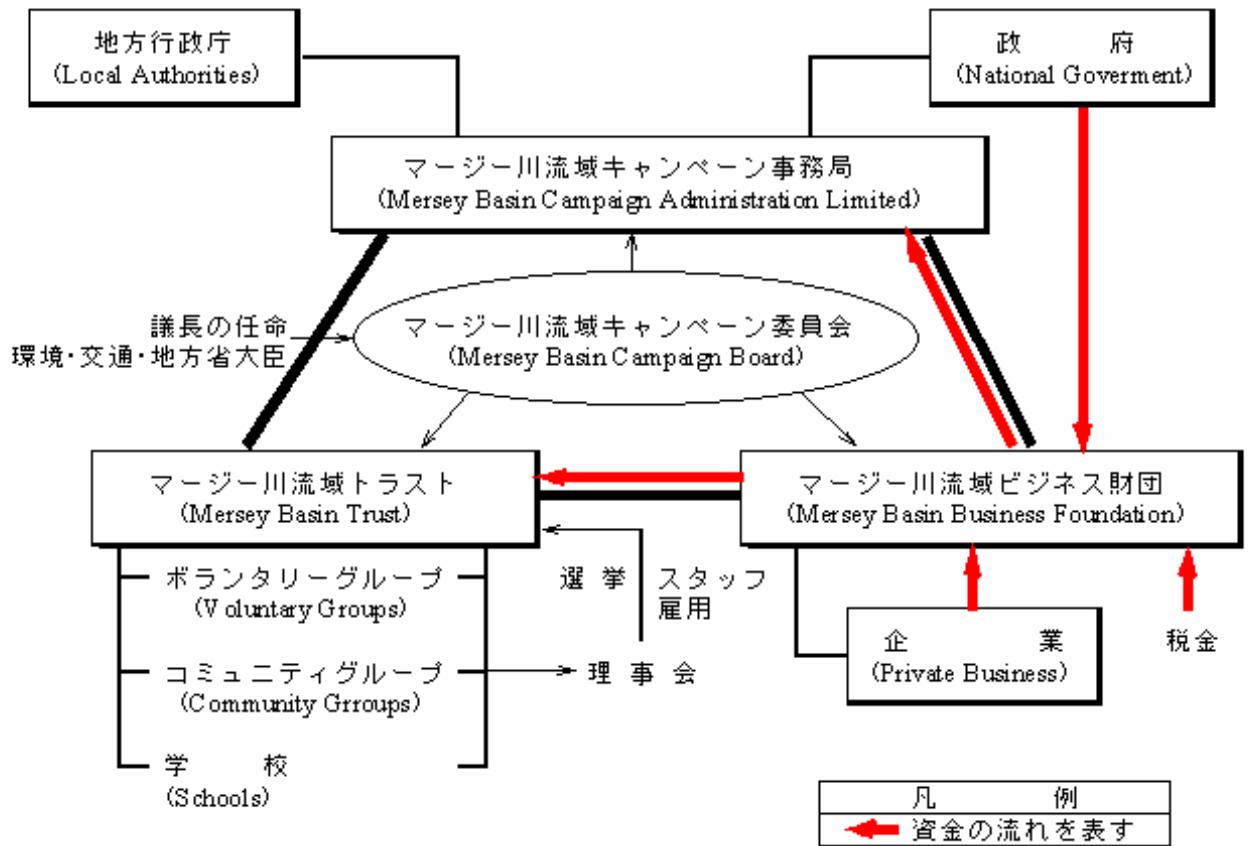


植栽作業中の中学生

引用：国土交通省河川局 HP：川と市民団体<sup>1)</sup>

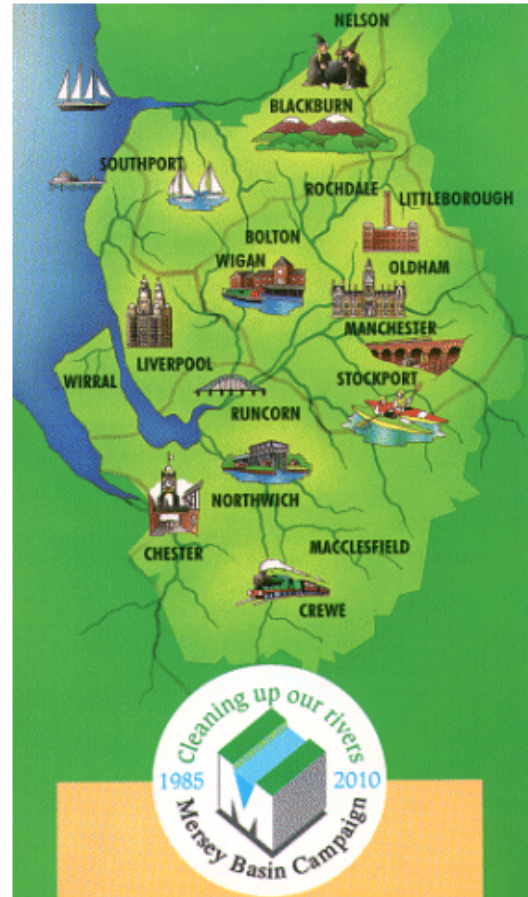
<http://www.mlit.go.jp/river/rfc/opinion/kawalist.html>

●マージー川流域キャンペーンの推進組織図



引用：国土交通省河川局 HP：川と市民団体<sup>1)</sup>

<http://www.mlit.go.jp/river/rfc/opinion/kawalist.html>



マーザー川流域とキャンペーンのシンボルマーク



水辺の散歩道を作る大人達

引用：国土交通省河川局 HP：川と市民団体<sup>1)</sup>

<http://www.mlit.go.jp/river/rfc/opinion/kawalist.html>

---

付録- 3

全水質環境改善案の評価一覧

---

## 全改善案の評価

	効果	環境負荷	コスト	持続性	即効性	点
(1)ホテイアオイを全て除去する	++ 2	+++ 3	++ 2	+ 1	++ 2	10
(2)へドロを全て除去する	+++ 3	++ 2	0	+ 1	+++ 3	9
(3)ハスの植生範囲を広げる	++ 2	+++ 3	+++ 3	+++ 3	+ 1	12
(4)池を一度空にする	+++ 3	0	+ 1	++ 2	+++ 3	9
(5)近隣の川からトンネルにより導水する	0	0	0	++ 2	+++ 3	5
(6)市街地の雨水排水を処理する	+++ 3	++ 2	0	++ 2	+++ 3	10
(7)沈水性植物を導入する	++ 2	+++ 3	+++ 3	+++ 3	+ 1	12
(8)現状のままにする	0	0	+++ 3	+++ 3	0	6

(5)は石土池近隣を流れる下田川の水質が悪く、他に大きな川も無いため、コスト・効果の面で低い評価になっている

	効果	環境負荷	コスト	持続性	即効性	点
(1)+(2)	+++ 3	++ 2	0	+++ 3	+++ 3	11
(1)+(3)	++ 2	++ 2	++ 2	+ 1	+++ 3	10
(1)+(5)	++ 2	0	0	+ 1	++ 2	5
(1)+(6)	+++ 3	++ 2	0	++ 2	+++ 3	10
(1)+(7)	++ 2	+++ 3	++ 2	++ 2	++ 2	11
(2)+(3)	++ 2	++ 2	0	++ 2	++ 2	8
(2)+(5)	++ 2	0	0	++ 2	+++ 3	7
(2)+(6)	+++ 3	++ 2	0	+ 1	+++ 3	9
(2)+(7)	+++ 3	++ 2	0	++ 2	++ 2	9
(3)+(4)	+++ 3	0	+ 1	++ 2	++ 2	8
(3)+(5)	++ 2	0	0	+++ 3	++ 2	7
(3)+(6)	+++ 3	++ 2	0	++ 2	+++ 3	10
(3)+(7)	++ 2	+++ 3	+++ 3	+++ 3	+ 1	12
(4)+(5)	++ 2	0	0	++ 2	+++ 3	7
(4)+(6)	+++ 3	0	0	++ 2	+++ 3	8
(4)+(7)	+++ 3	0	+ 1	++ 2	++ 2	8
(5)+(6)	+++ 3	0	0	++ 2	+++ 3	8
(5)+(7)	+++ 3	0	0	++ 2	++ 2	7
(6)+(7)	+++ 3	++ 2	0	+++ 3	+++ 3	11

	効果	環境負荷	コスト	持続性	即効性	点
(1)+(2)+(3)	+++ 3	++ 2	0	+ 1	+++ 3	9
(1)+(2)+(5)	++ 2	0	0	+ 1	+++ 3	6
(1)+(2)+(6)	++ 2	+++ 3	+ 1	++ 2	++ 2	10
(1)+(2)+(7)	+++ 3	++ 2	0	++ 2	++ 2	9
(1)+(3)+(5)	++ 2	0	0	++ 2	++ 2	6
(1)+(3)+(6)	++ 2	++ 2	0	++ 2	+++ 3	9
(1)+(3)+(7)	++ 2	+++ 3	+ 1	+++ 3	++ 2	11
(1)+(5)+(6)	++ 2	0	0	++ 2	+++ 3	7
(1)+(5)+(7)	++ 2	0	+ 0	++ 2	++ 2	6
(1)+(6)+(7)	++ 2	+++ 3	+ 0	++ 2	++ 2	9
(2)+(3)+(5)	++ 2	0	0	++ 2	+++ 3	7
(2)+(3)+(6)	+++ 3	++ 2	0	++ 2	+++ 3	10
(2)+(3)+(7)	++ 2	+++ 3	0	++ 2	++ 2	9
(2)+(5)+(7)	++ 2	0	+ 0	++ 2	+++ 3	7
(2)+(6)+(7)	+++ 3	++ 2	+ 0	++ 2	+++ 3	10
(3)+(4)+(5)	0	0	0	++ 2	+++ 3	5
(3)+(4)+(6)	+++ 3	0	0	+++ 3	+ 1	7
(3)+(4)+(7)	++ 2	0	+ 1	++ 2	+++ 3	8
(3)+(5)+(6)	++ 2	0	0	++ 2	+++ 3	7
(3)+(5)+(7)	++ 2	0	0	+++ 3	++ 2	7
(3)+(6)+(7)	++ 2	+++ 3	0	+++ 3	++ 2	10
(4)+(5)+(6)	+++ 3	0	0	++ 2	+++ 3	8
(4)+(5)+(7)	++ 2	0	0	++ 2	+++ 3	7
(4)+(6)+(7)	+++ 3	0	0	++ 2	++ 2	7



	効果	環境負荷	コスト	持続性	即効性	点
(1)+(2)+(3)+(5)	++ 2	0	0	++ 2	+++ 3	7
(1)+(2)+(3)+(6)	+++ 3	++ 2	0	++ 2	+++ 3	10
(1)+(2)+(3)+(7)	+++ 3	++ 2	0	+ 1	+++ 3	9
(1)+(2)+(5)+(6)	++ 2	0	0	+ 1	+++ 3	6
(1)+(2)+(5)+(7)	++ 2	0	0	+ 1	+++ 3	6
(1)+(2)+(6)+(7)	+++ 3	++ 2	0	+ 1	+++ 3	9
(1)+(3)+(5)+(6)	++ 2	0	0	++ 2	+++ 3	7
(1)+(3)+(5)+(7)	++ 2	0	0	+ 1	+++ 3	6
(1)+(3)+(6)+(7)	+++ 3	++ 2	0	+ 1	+++ 3	9
(1)+(5)+(6)+(7)	++ 2	0	0	+ 1	+++ 3	6
(2)+(3)+(5)+(6)	++ 2	0	0	++ 2	+++ 3	7
(2)+(3)+(5)+(7)	++ 2	0	0	+ 1	+++ 3	6
(2)+(3)+(6)+(7)	+++ 3	++ 2	0	+ 1	+++ 3	9
(3)+(4)+(5)+(6)	++ 2	0	0	++ 2	+++ 3	7
(3)+(4)+(5)+(7)	++ 2	0	0	++ 2	+++ 3	7
(3)+(4)+(6)+(7)	+++ 3	++ 2	0	++ 2	+++ 3	10
(3)+(5)+(6)+(7)	++ 2	0	0	++ 2	+++ 3	7
(4)+(5)+(6)+(7)	++ 2	0	0	+ 1	+ 1	4

	効果	環境負荷	コスト	持続性	即効性	点
(1)+(2)+(3)+(5)+(6)	++ 2	0	0	+ 1	+++ 3	6
(1)+(2)+(3)+(5)+(7)	++ 2	0	0	+ 1	+++ 3	6
(1)+(2)+(3)+(6)+(7)	++ 2	++ 2	0	+ 1	+++ 3	8
(1)+(2)+(5)+(6)+(7)	++ 2	0	0	+ 1	+++ 3	6
(1)+(3)+(5)+(6)+(7)	++ 2	0	0	+ 1	+++ 3	6
(2)+(3)+(5)+(6)+(7)	++ 2	0	0	+ 1	+++ 3	6
(3)+(4)+(5)+(6)+(7)	++ 2	0	0	++ 2	+++ 3	7

	効果	環境負荷	コスト	持続性	即効性	点
(1)+(2)+(3)+(5)+(6)+(7)	++ 2	0	0	+ 1	+++ 3	6

---

付録- 4

水質調査結果

---

2002年3月19日

No.	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Turbidity (NTU)	Chlorophyll (ug/L)
2	0.05	2.53	2.41	2.4	3.1	53.2
3	0.07	1.64	3.2	3	3.5	17.6
4	0.06	2.18	2.84	2.5	2.3	21.1
5	0.04	2.32	3.06	2.3	0.6	7.1
6	0.04	2.77	4.5	6.4	0.3	6.9
7	0.05	1.83	3.15	2.4	4	16.1
8	0.09	3.10	2.48	2.5	4	21
9	0.05	2.02	3.68	2.3	3.4	23.9
10	0.10	2.03	3.89	2.5	4.6	19.2
各点平均	0.06	2.27	3.25	2.92		

2002年4月3日

No.	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Turbidity (NTU)	Chlorophyll (ug/L)
2	0.21	1.92	3.08	1.4	3.6	198.3
3	0.22	13.4	3.39	1.4	3.4	32.5
4	0.14	3.48	3.36	1.6	3.1	20.1
5	0.15	2.8	1.08	0.4	0.3	23.7
6	0.11	2.36	1.53	0.2	3.4	247
7	0.12	3.38	4	2	5.3	25.9
8	0.15	3.43	4.41	1.6	3.9	134.4
9	0.03	4.58	3.12	1.2	3.8	16
10	0.21	3.76	2.14	1.4	4.5	17.6
各点平均	0.15	4.35	2.90	1.24		

2002年4月27日

No.	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Turbidity (NTU)	Chlorophyll (ug/L)	水温 ( )
2	0.11	3.88		1.6			-
3	0.13	3.84		1.7			-
4	0.09	2.52		1.3			-
5	0.09	2.29		2.7	2.3	33.4	18.6
6	0.07	3.37		2.9	2.6	21.4	20.1
7	0.18	2.48		3			-
8	0.14	2.38		3.9	4.3	23.8	18.8
9	0.21	2.90		5.7			-
10	0.18	3.43		6.6			-
M1	0.17	3.77		6.3	11.7	51.7	22.5
M2	0.18	4.69		4.6	7	122	21.2
各点平均	0.14	3.23		3.66			

2002年5月8日

No.	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Turbidity (NTU)	Chlorophyll (ug/L)	水温 ( )
2	0.11	4.47	3.06	4.9	3.6	220.3	23.9
3	0.02	3.37	2.58	4.3	4.8	500	24.4
4	0.03	4.18	2.21	3.9	4.9	416.9	24.6
5	0.09	4.32	3.15	4.3	0.7	500	22.0
6	0.01	4.58	5.45	4.3	0.6	500	22.3
7	0.05	5.34	3.78	2.3	4.5	17.7	24.5
8	0.17	4.38	5.12	4.1	5.1	481	24.3
9	0.1	4.41	3.73	3.1	5.9	91.8	24.5
10	0.07	3.51	3.31	2.9	4.1	151.7	25.5
M1	0.49	4.4	5.73	3.5	5.7	101.3	25.2
M2	0.13	4.65	3.26	3.5	4.2	15.9	24.4
各点平均	0.12	4.33	3.76	3.74			

2002年5月29日

No.	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Turbidity (NTU)	Chlorophyll (ug/L)	水温 ( )
2	0.08	6.99	1.56	0.6	-	-	-
3	0.18	9.33	1.65	1.4	-	-	-
4	0.12	5.27	0.9	0.6	-	-	-
5	0.15	7.33	0.89	0.4	-	-	-
6	0.18	4.97	1.03	0.4	-	-	-
7	0.18	3.97	2.36	0.8	-	-	-
8	0.21	3.44	1.62	0.6	-	-	-
9	0.16	3.33	2.31	1	-	-	-
10	0.12	4.18	2.03	0.8	-	-	-
M1	0.11	3.40	2.42	3.4	-	-	-
M2	0.21	3.40	2.94	3.6	-	-	-
各点平均	0.15	5.22	1.68	1.00			

2002年6月12日

No.	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Turbidity (NTU)	Chlorophyll (ug/L)	水温 ( )
2	0.10	4.20	1.26	2.60	-	-	-
3	0.13	3.83	1.84	2.40	-	-	-
4	0.11	3.60	0.26	2.20	-	-	-
5	0.11	2.87	1.22	1.60	-	-	-
6	0.13	3.55	0.93	0.60	-	-	-
7	0.12	2.93	8.59	1.80	-	-	-
8	0.09	2.48	4.89	1.20	-	-	-
9	0.14	3.46	3.89	2.50	-	-	-
10	0.11	3.90	2.43	2.90	-	-	-
M1	0.15	3.45	3.61	3.30	-	-	-
M2	0.16	3.54	2.13	3.60	-	-	-
各点平均	0.12	3.44	2.82	2.25			

2002年7月3日

No.	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Turbidity (NTU)	Chlorophyll (ug/L)	水温 ( )
2	0.17	14.43	0.73	2.0	-	-	-
3	0.15	6.40	1.31	2.1	-	-	-
4	0.14	6.49	3.33	3.1	-	-	-
5	0.15	5.60	0.91	1.7	-	-	-
6	0.11	3.41	0.78	1.8	-	-	-
7	0.09	3.52	1.47	1.6	-	-	-
8	0.14	3.31	2.45	2.0	-	-	-
9	0.17	3.07	1.65	2.4	-	-	-
10	0.18	4.61	2.21	3.5	-	-	-
M1	0.13	4.21	1.78	2.5	-	-	-
M2	0.20	3.66	1.44	3.3	-	-	-
各点平均	0.15	5.34	1.64	2.36			

2002年7月24日

No.	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Turbidity (NTU)	Chlorophyll (ug/L)	水温 ( )
2	-	-	-	-	1.4	10.4	-
3	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-
5	0.17	7.19	1.1	4.4	2	4.6	-
6	0.13	4.65	0.82	4.4	1.3	13.8	-
7	0.19	5.67	1.46	2.4	0.6	21.4	-
8	0.23	4.26	3.69	2.4	0.8	65.7	-
9	0.21	2.18	1.57	4.8	1.8	5.6	-
10	0.24	1.75	3.07	2.8	0.7	76.7	-
M1	0.29	1.99	2.83	5.4	-	-	-
M2	0.07	1.44	1.62	3.2	-	-	-
各点平均	0.19	3.64	2.02	3.73			

2002年8月6日

No.	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Turbidity (NTU)	Chlorophyll (ug/L)	水温 ( )
2	0.10	3.52	2.61	6.5	1.2	17.0	30.0
5	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-
7	0.09	4.46	1.42	4.8	2.7	3.9	31.0
8	0.11	3.37	1.41	5.6	0.7	26.2	27.9
8'	0.10	4.06	1.93	6.0	5.6	24.5	-
8''	0.09	3.05	2.69	4.8	6.7	24.3	-
9	0.08	5.02	0.57	4.2	0.7	-0.5	29.2
10	0.10	4.9	1.30	5.4	4.4	11.3	32.6
M1	0.10	5.17	2.03	3.0	7.4	39.8	33.3
M2	0.08	6.16	2.20	3.8	252.2	8.4	31.3
21	0.09	2.42	2.12	4.4	5.9	15.9	31.0
22	0.09	3.25	1.67	4.4	1.5	7.2	-
22'	0.09	3.32	0.94	6.4	2.9	17.9	-
23	0.09	4.32	1.25	1.8	2.6	5.5	33.2
24	0.09	3.88	0.73	3.6	3.2	7.8	32.5
25	0.08	4.66	0.71	5.0	5.7	13.1	32.9
各点平均	0.09	4.10	1.57	4.65			

2002年8月22日

No.	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Turbidity (NTU)	Chlorophyll (ug/L)	水温 ( )
2	0.09	0.60	1.42	1.4			
5	-	-	-	-	-	-	
6	-	-	-	-	-	-	
7	0.08	2.24	2.77	3.0			
8	0.12	1.69	2.95	3.0			
8'	0.11	2.46	3.35	4.0			
8"	0.13	1.56	3.40	4.4			
9	0.08	2.30	1.90	2.2			
10	0.08	0.61	3.20	4.6			
M1	0.06	2.14	1.26	2.6			
M2	0.06	1.73	1.23	2.0			
21	0.07	2.22	4.04	4.4			
22	0.10	2.35	2.11	2.4			
22'	0.08	1.11	3.69	3.8			
23	0.11	2.91	2.03	2.4			
24	0.11	0.61	4.07	4.2			
25	0.08	1.87	2.37	4.2			
各点平均	0.09	1.76	2.65	3.24			

2002年9月3日

No.	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Turbidity (NTU)	Chlorophyll (ug/L)	水温 ( )
2	0.08	1.58	2.52	3.0	2.5	12.4	27.3
5	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-
7	0.06	2.97	2.24	4.0	8.2	19.6	27.1
8	0.05	3.17	1.51	4.2	4.4	12.4	27.2
8'	-	-	-	-	6.5	29.4	-
8"	-	-	-	-	7.1	27.2	-
9	0.06	2.99	1.67	3.8	1.9	3.5	26.8
10	0.06	2.89	1.74	3.6	3.4	36.6	27.5
M1	0.06	3.30	0.42	2.0	-	-	-
M2	0.06	4.66	0.24	1.8	-	-	-
21	0.06	4.60	1.53	2.0	3.2	3.6	27.0
22	0.05	2.88	1.16	3.2	3.2	9.2	26.8
22'	-	-	-	-	-	-	-
23	0.05	5.19	1.71	1.4	4.4	5	27.0
24	0.06	3.40	1.15	1.2	3.7	5	28.5
25	0.07	2.59	1.60	2.8	2.3	53	28.7
各点平均	0.06	3.35	1.46	2.75			



2002年9月20日

No.	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Turbidity (NTU)	Chlorophyll (ug/L)	水温 ( )
2	0.06	3.04	1.85	3.2	0.3	5.8	25.0
5	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-
7	0.05	2.86	1.68	4.4	4.8	15.3	25.0
8	0.08	2.42	1.85	4.8	5.6	15.7	25.7
8'	0.06	3.3	4.26	4.6	6.5	33.5	-
8''	0.07	2.28	4.29	6.6	3.1	8.2	-
9	0.06	2.58	2.44	3.6	8.7	17.3	24.7
10	0.12	2.94	3.44	3.6	3.7	14.1	27.5
M1	-	-	-	-	-	-	-
M2	-	-	-	-	-	-	-
21	0.04	3.02	1.46	3.6	1	11.4	25.9
22	0.05	2.68	1.14	4.6	4.1	24.3	25.5
22'	0.07	2.99	1.51	3.6	1.8	5.9	-
23	0.06	2.54	2.54	3	1.5	5.5	27.2
24	0.06	3.01	2.85	3.4	4.9	13.3	26.2
25	0.09	3.8	1.42	2.8	3.3	8.9	26.8
各点平均	0.07	2.88	2.36	3.98			

2002年10月9日

No.	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Turbidity (NTU)	Chlorophyll (ug/L)	水温 ( )
2	0.06	1.86	4.57	3.3	0.9	7.7	20.4
5	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-
7	0.05	1.76	4.37	2.9	0.9	3.5	20.5
8	0.28	2.03	4.06	2.2	3.5	8.2	22.4
8'	-	-	-	-	-	-	-
8''	-	-	-	-	-	-	-
9	0.07	0.82	3.47	1.4	7.2	5.1	21.2
10	0.18	2.11	5.7	4.5	3.1	48.5	20.8
M1	0.06	2.92	0.86	0.6	-	-	-
M2	0.06	2.69	0.03	1.8	22.5	16.7	23.3
21	0.04	1.92	3.09	2.3	51	7.6	21.5
22	0.05	3.12	3.66	3.12	4.5	14.9	-
22'	-	-	-	-	-	-	-
23	0.05	0.91	3.37	1.3	5.6	4.6	21.3
24	0.11	1.79	3.67	1.8	2.4	6.2	23.5
25	0.16	2.84	2.68	1.9	5.9	14.6	21.7
各点平均	0.10	2.06	3.29	2.26			

2002年10月23日

No.	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Turbidity (NTU)	Chlorophyll (ug/L)	水温 ( )
2	0.06	1.2		1.8	0.9	17.4	22.3
5	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-
7	0.05	1.65		2.8	2.1	8.4	19.7
8	0.06	1.47		2.4	0.9	8.8	20.5
8'	0.08	2.07		3	0.9	5.7	-
8''	0.06	1.27		3	0.9	4.6	-
9	0.06	1.24		1.4	2.3	57.6	19.9
10	0.06	0.57		3.2	0.9	21.2	19.5
M1	0.08	0.72		3.6	0.9	0.4	17.5
M2	0.06	2.43		2.6	0.8	4.9	20.1
21	0.08	1.52		4.4	0.8	5.5	20.0
22	0.06	1.36		1.8	0.8	9.4	20.5
22'	-	-	-	-	-	-	-
23	0.05	1.84		3	3.3	6.4	19.5
24	0.06	2.45		2.4	0.7	8.1	20.7
25	0.06	0.63		3.4	0.9	9.5	19.9
各点平均	0.06	1.46		2.77			

2002年11月7日

No.	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Turbidity (NTU)	Chlorophyll (ug/L)	水温 ( )
2	0.06	1.56	-	2.4	0.8	7.6	13.14
5	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-
7	0.05	2.27	2.79	3.6	6.1	7.1	12.21
8	0.05	2.25	2.66	1.8	5.4	6.7	13.66
8'	0.06	2.4	2.79	2.6	6.8	7.6	13.01
8''	0.06	1.95	2.96	1.6	5.1	7.6	13.07
9	0.04	0.93	2.96	1.4	23	4.2	12
10	0.05	1.05	2.58	2.0	3.4	4.3	12.98
M1	0.07	2.74	3.21	2.2	3.4	4.6	11.71
M2	0.07	3.21	2.60	1.6	-	-	-
21	0.1	2.57	4.12	2.0	2.1	5.3	13.68
22	0.06	2.19	2.94	2.2	8.2	9	14.39
22'	0.05	5.48	2.60	2.2	2.9	5.7	12.41
23	0.05	1.14	2.57	2.4	3.1	5.9	12.63
24	0.06	1.12	3.21	1.8	5.2	6.4	13.88
25	0.05	1.18	2.56	2.4	1.8	6	12.65
各点平均	0.06	2.14	2.90	2.15			

2002年11月27日

No.	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Turbidity (NTU)	Chlorophyll (ug/L)	水温 ( )
2	0.09	1.84	1.46	2.0			
5	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-
7	0.03	1.29	2.05	2.0			
8	0.02	1.95	2.71	2.3			
8'	-	-	-	-	-	-	-
8''	-	-	-	-	-	-	-
9	0.03	2.08	2.21	2.4			
10	0.09	0.53	2.71	2.2			
M1	0.09	2.98	2.23	2.8			
M2	0.08	1.90	1.34	2.6			
21	0.08	2.39	1.72	2.0			
22	0.02	0.89	2.06	2.6			
22'	-	-	-	-	-	-	-
23	0.04	5.09	2.05	1.8			
24	0.03	1.80	2.73	2.0			
25	0.10	0.85	2.29	2.3			
各点平均	0.06	1.97	2.13	2.25			

2002年12月25日

No.	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Turbidity (NTU)	Chlorophyll (ug/L)	水温 ( )
2	0.01	12.6	2.00	3.16			
3	0.01	0.73	2.20	2.92			
4	0.01	12.5	3.30	2.54			
5	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-
7	0.01	0.59	1.80	2.67			
8	0	0.3	2.30	2.77			
8'	-	-	-	-	-	-	-
8''	-	-	-	-	-	-	-
9	0.02	0.3	0.50	2.21			
10	0.02	3.46	3.40	3.24			
M1	-	-	-	-	-	-	-
M2	-	-	-	-	-	-	-
21	0.01	1.54	1.90	2.62			
22	0.01	1.73	2.30	2.75			
22'	-	-	-	-	-	-	-
23	0.02	0.8	2.50	2.95			
24	-	-	-	-	-	-	-
25	0.03	3.59	2.70	3.2			
各点平均	0.01	3.47	2.26	2.82			

2003年1月29日

No.	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Turbidity (NTU)	Chlorophyll (ug/L)	水温 ( )
2	0.04	1.81	2.00	3.00			
5	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-
7	0.01	2.39	3.60	3.01			
8	0.04	2.74	1.80	2.19			
8'	-	-	-	-	-	-	-
8''	-	-	-	-	-	-	-
9	0.05	3.59	1.20	1.59			
10	-	-	-	-	-	-	-
M1	-	-	-	-	-	-	-
M2	-	-	-	-	-	-	-
21	0.01	1.22	2.00	2.97			
22	0.02	1.86	4.00	3.39			
22'	-	-	-	-	-	-	-
23	0.01	1.93	2.40	1.93			
24	0.01	1.95	1.60	2.29			
25	-	-	-	-	-	-	-
各点平均	0.02	2.19	2.33	2.55			