

(財)琵琶湖・淀川水質保全機構

琵琶湖・淀川水質浄化研究所



技術研究発表会

講演集

◆日時◆

2005年11月9日(水)

◆会場◆

ピアザ淡海

◆主催◆

国土交通省近畿地方整備局
滋賀県
(独)水資源機構関西支社
(財)琵琶湖・淀川水質保全機構

目 次

■基調講演

- 「両生類が語る琵琶湖・淀川流域の生物生息環境の現状」----- 7
松井 正文(京都大学大学院人間・環境学研究科教授)

■特別発表

- 「実験河川を用いた研究の現状と今後」----- 11
萱場 祐一(独立行政法人 土木研究所自然共生研究センター センター長)

■研究発表1 琵琶湖・淀川流域の水環境保全に向けて

1. 家棟川ビオトープでの取り組みについて ----- 17
芳谷 伸明((財)琵琶湖・淀川水質保全機構 技術開発部)
2. BYQネットワークの推進 ----- 21
森本 泰之((財)琵琶湖・淀川水質保全機構 技術開発部)

■研究発表2 水質浄化技術の研究

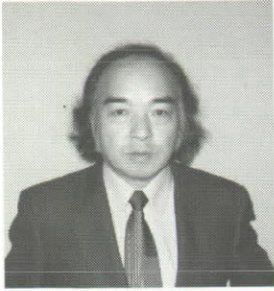
3. 大型底生動物(貝類)移動能力把握実験 ----- 27
臼井 義幸(国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所 河川環境課)
4. 路面排水処理施設の検討実験 ----- 31
木田 豊(滋賀県土木交通部 道路課)
5. 湖流創出による水環境改善実験 ----- 35
山田 千尋(滋賀県南部振興局建設管理部 河川砂防課)
6. 消波施設撤去がヨシ帯に及ぼす影響調査 ----- 39
水野 正明(独立行政法人水資源機構関西支社 事業部環境課)
7. 曝気循環付浮島方式による水環境改善実験 ----- 43
田中 ゆう子(東亜建設工業(株))
8. 実験センターにおける生物調査 ----- 47
工藤 慶庸((財)琵琶湖・淀川水質保全機構 調査研究部)
9. 土壌浄化施設水質モニタリング調査 ----- 51
和田 浩幸((財)琵琶湖・淀川水質保全機構 調査研究部)

基 調 講 演

両生類が語る琵琶湖・淀川流域の生物生息環境の現状

松井 正文

(京都大学大学院人間・環境学研究科教授)



「両生類が語る琵琶湖・淀川流域の

生物生息環境の現状」

まつい まさふみ
松井 正文

(京都大学大学院人間・環境学研究科教授、京都大学理学博士)

■プロフィール

●経歴

- 昭和 47 年 信州大学繊維学部卒業
- 昭和 50 年 京都大学大学院理学研究科博士課程退学
- 昭和 50 年 京都大学教養部助手
- 昭和 62 年 京都大学教養部助教授
- 平成 3 年 同大学院人間・環境学研究科に配置換え
- 平成 10 年 同教授

●主な著作・論文

- ヒキガエルの生物学. 裳華房 (共著: 1987) ; 日本カエル図鑑. 文一総合出版 (共著: 1989)
- 動物系統分類学 爬虫類 I. 中山書店 (共著: 1989)
- Current Herpetology in East Asia. Herpetol. Soc. Jpn. (共編著: 1989.)
- 動物系統分類学 爬虫類 II. 中山書店 (1992)
- 両生類の進化. 東京大学出版会. (1996)
- 日本動物大百科. 両生類・爬虫類・軟骨魚類. 平凡社 (共編著: 1996)
- 応用生態工学序説. 信山社出版. (共著: 1997)
- カエル—水辺の隣人. 中公新書. (2002)
- 保全遺伝学. 東京大学出版会 (共編著: 2003.)
- 野生生物保全技術. 海遊社 (共著: 2003)
- 世界と日本のカエル大図鑑. PHP 研究所 (監修: 2004)
- 動物地理の自然と史. 北海道大学図書刊行会 (共著: 2005)
- 生態学からみた里やまの自然と保護. 講談社サイエンティフィック (共著: 2005)
- これからの両棲類学. 裳華房 (監修・著: 2005)

他の著書と論文約 160 編、報告等約 150 編。

●委員会委員等

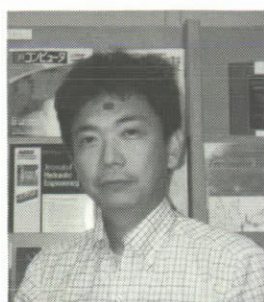
- 日本爬虫両棲類学会長、日本動物学会前編集委員、日本動物分類学会編集委員、応用生態工学会編集専門委員、世界爬虫両棲類学会議実行委員

特 別 発 表

実験河川を用いた研究の現状と今後

萱場 祐一

(独立行政法人 土木研究所自然共生研究センター センター長)



「実験河川を用いた研究の現状と今後」

かやば ゆういち
荻場 祐一

(独)土木研究所 自然共生研究センター センター長)

1. はじめに

自然共生研究センターは平成10年に岐阜県川島町(現各務原市)に大規模実験河川・実験池を有する施設として開所して以来、川の空間構造と河川流量と河川生態系の関わりに関する基礎的な研究を実施してきた。本報告では、幾つかある研究成果の中から、水際植物の生態的機能を実験的手法により明らかにした事例と、出水時の河床攪乱が河床付着物の質の維持に果たす役割を実験的手法により明らかにした事例を取り上げる。前者の研究は、実験河川が河川構造を任意に制御できる性能を最大限に活用したものであり、実河川では難しい対照実験により、水際植物が有する生態的機能を流速と照度といった物理量との関係から明らかにしたものである。後者の研究は、今後の河川流量管理のあり方を探るため、現在、人為的な流量制御により課題となっている魚類の餌資源の観点からみた河床付着物の質の低下を取りあげ、これを改善するための基礎知見を得たものである。最後に、実験河川は今までの実験から、施設性能の長所・短所の明らかになっている点を紹介し、今後より効果的な実験を実施するための施設改造計画の概要と今後の研究の方向性について述べてみたい。

2. 研究成果

2. 1 水際植物の魚類生息場としての機能の解明

中流域の水際域は河川改修による影響を受けやすいにも拘わらず、その生態的機能の解明は遅れている。本研究では、水際植物の生態的機能の詳細を解明するため、水際植物を陸上から繁茂する部分と水中から繁茂する部分にその構造を細分し、個々の構造が有する機能を実験的に明らかにした。実験では、法面全体に植物が繁茂した状態(タイプA)、陸上から繁茂する植物のみを刈り取った場合(タイプB)、水中から繁茂する植物のみを刈り取った場合(タイプC)、法面の全ての植物を刈り取った場合(タイプ4)の4タイプの法面を再現し(図-1)、魚介類調査、物理環境調査、餌資源調査を実施した。物理環境調査結果から水際の流速と照度に変化が見られ、タイプAからタイプBでは照度のみが上昇し、タイプBからタイプCでは流速のみが増加した。また、水生生物はタイプAからタイプB、タイプBからタイプCで生息量が減少したものの、前者の減少量は後者と比較して小さく、今回実施した実験では照度の上昇より流速の上昇が生息量減少に及ぼしている影響が大きいことが推測された。次の実験ではここで得られた仮説を検証することと、水際植物の生態的機能の人工構造物による代替の可能性を検討するため、陸上部分の植物を、木製パネルを河岸から突き出すことにより、水中部分

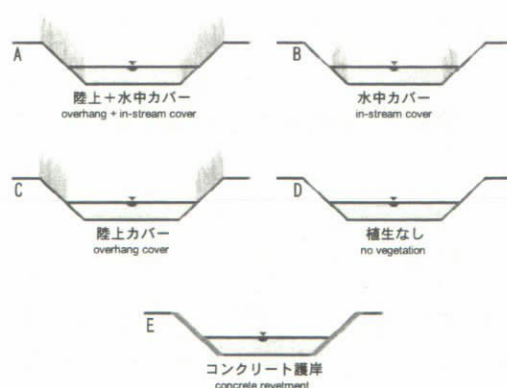


図-1 実験河川における各実験区の水際植物の刈り取り状態

を、木杭を設置することにより再現し、同様の結果が得られるかどうかを確認した。なお、照度と流速は水際植物の場合と同程度となるよう調整した。本実験結果から、水中から繁茂する部分の代替えについてはある程度の効果が期待できたが、陸上から繁茂する部分については効果が得られなかった。植物の有する照度低下機能は空間的にばらつき、すなわち、木漏れ日のように水中に入射することから、今後、このような照度特性をより詳細に検討することが課題として残された。なお、中流域実河川を用いた水際植物の有無による水生生物の生息量も概ね実験河川における実験結果と同様の傾向を示しており¹⁾本結果は、中流域水際植物の一般的な生態的特性を反映したものと考えることができる。

2. 2 河床付着物の質の維持に果たす河床攪乱の役割について

人為的な流量制御により、河川流量の安定化、河床攪乱頻度の減少が生じ、底生動物、魚類の餌資源としての河床付着物の質の悪化が指摘されている。とりわけ、我が国においては、付着藻類を摂食する代表的な魚類であり、水産的にも価値が高いアユの餌資源としての質の低下がしばしば課題となっている。質の低下は、主に、シルト等の微細な土粒子の堆積や糸状緑藻の繁茂²⁾によるものとされ、アユの餌資源としての河床付着物の質を維持する上で、河床材料の移動を伴う河床攪乱が重要である³⁾とされている。本研究では、河床攪乱がアユの餌資源としての河床付着物の質の維持に果たす役割を定量的に明らかにするため、河床攪乱の有無を人為的に設定した2種類の基質（約1年間河床に設置されていた基質と新たに設置した基質）を用いて、河床付着物の状態の違いと餌としての利用の有無に関する実験を行った。アユは、長期間河床攪乱がない状態を想定した約1年間河床に設置されていた基質の付着物は利用せず、攪乱後を想定した新たに設置した基質の付着物を利用していた。利用されていた付着物は、細粒砂量が少なく、有機物がほぼ藻類で構成されている状態であり、付着藻類は、糸状藍藻が優占する群落であった。しかし、新しい基質の付着物も時間の経過に伴い細粒土砂量が増加し、付着藻類も糸状藍藻が減少し、細粒土砂に耐性のある珪藻が増加し、1年間河床に設置されていた付着物の状態に近づく傾向がみられた。なお、新たに設置した基質で優占していた糸状藍藻は、珪藻よりも栄養価が高い藻類⁴⁾とされ、また、基質への付着力が強いため、攪乱後も残存する。このことから、河床攪乱は、細粒土砂がほとんど付着していない状態にリセットするとともに、攪乱後も残存しえた糸状藍藻が速やかに伸長・増殖することが可能となり、これにより質の高い河床付着物をアユに提供していることが推測された。現在、このような河床攪乱が果たしている役割を代替しうる河川流量管理手法（維持流量及び流量変動の与え方）について検討を進めている。

3. 今後の研究方針について

河川構造は河川生態系を支配する重要な要素であり、特に、日本においては構造改変に伴う生態系の劣化が深刻化している。河川構造の代表的な例としては、今回紹介した水際植物以外にも、流心部に見られる瀬・淵構造やワンド・たまり、細流等が挙げられる。実験河川では、これらの河川構造の中で、水際植物を含む水際の構造に関する検討に適しており、今後は今までの基礎研究を踏まえて、より応用的な研究へと発展していく。具体的には、現在多用されている環境保全型護岸の開発と評価、また、個々の流れやその場所の特性に合った護岸工法を提案していくことが必要となる。特に、前者の環境保全型護岸の評価は、昨今多発する自然災害の増加に伴い環境保全型護岸が多用されているため、緊急性を要する課題である。実験河川は、縦断的に環境が比較的同質であるだけでなく、水生生物の生息状況が比較的短い区間の生息場所の構造の変化に短時間に反応することから、構造の異なる数種類の環境保全型護岸を実験河川に設置し、特性の違いをある程度判断できると考えている。

河川流量に関する研究は河川構造の研究と比べると知見に乏しく、今後も基礎研究を継続的に実施してい

く必要性を感じる。また、健全な河川生態系を回復させるためには、河川流量－生物の解明のみに留まらず、河道微地形の形成、生物相互関係及び物質移動を含めた河川流量－生態系の関係解明が必要であることを痛感している。例えば、ダム下流等において、河床に付着藻類が生育しても、流量が少なく、これを捕食する魚類等の上位捕食者が少ない場合、付着藻類が河床に厚く繁茂するようになり、魚類にとっての餌資源としての質の低下、景観・水質の悪化等の問題を引き起こしている場合、これまでは、これをフラッシュするための放流による改善が試みられてきた。しかし、河川生態系をより健全な状態に維持するためには、フラッシュ放流のみでなく、平常時の流況を改善し、上位捕食者の棲み場を形成し、付着藻類の捕食を促進するとった河川生態系のシステムを回復していくことが必要である。そして、これを実際の河川流量管理に反映させるためには、得られた情報から、重要な要素を抽出し、モデル化し、これを提案していくことが必要となると考えている。

【参考文献】

- 1) 萱場祐一・吉田桂治・田村秀夫・剣持浩高・高木茂知・林尚：水際における生息場所タイプと魚類の生息分布－砂鉄川における現地調査結果から－，河川技術論文集，第11巻，pp.31-34，2005.
- 2) 野崎健太郎・内田朝子：河川における糸状緑藻の大発生，矢作川研究所 No.4，pp159-168，2000.
- 3) 村上恭祥：アユのつぶやき 昔と今，広報ないすいめん No.29：8-23，全国内水面漁業連合組合，2002.
- 4) 阿部信一郎：アユが自ら創る生活空間－アユと付着藻類の相互作用を通して－，中央水研ニュース 28，2002.

研究発表1

琵琶湖・淀川流域の 水環境保全に向けて

1. 家棟川ビオトープでの取り組みについて

国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所 河川環境課

宮本 昇

臼井 義幸

(財)琵琶湖・淀川水質保全機構 技術開発部

森本 泰之

○芳谷 伸明

1. はじめに

琵琶湖周辺に点在する内湖は、ヨシ帯も多く見られ、様々な動植物の生息・生育の場や水質浄化の場等多様な機能を有しているが、内湖干拓や湖辺域の開発の進行により、内湖の数は昭和15年に37箇所あったものが平成7年には23箇所へ、その面積は約2,900haから約430haへと大きく減少している※。

※新規内湖（人為的改変により形成された内湖）は除く

そこで、国土交通省が滋賀県、(独)水資源機構及び中主町（現野洲市）の協力のもと、家棟川河口部右岸（滋賀県野洲市野田）に、内湖型ビオトープの復元を目指した実験施設（家棟川ビオトープ）を整備し、今後の内湖の復元に必要な基礎的知見を得るために各種実験を行っている。本稿は、家棟川ビオトープでのこれまでの取り組みを報告するものである。



写真1 家棟川ビオトープ全景

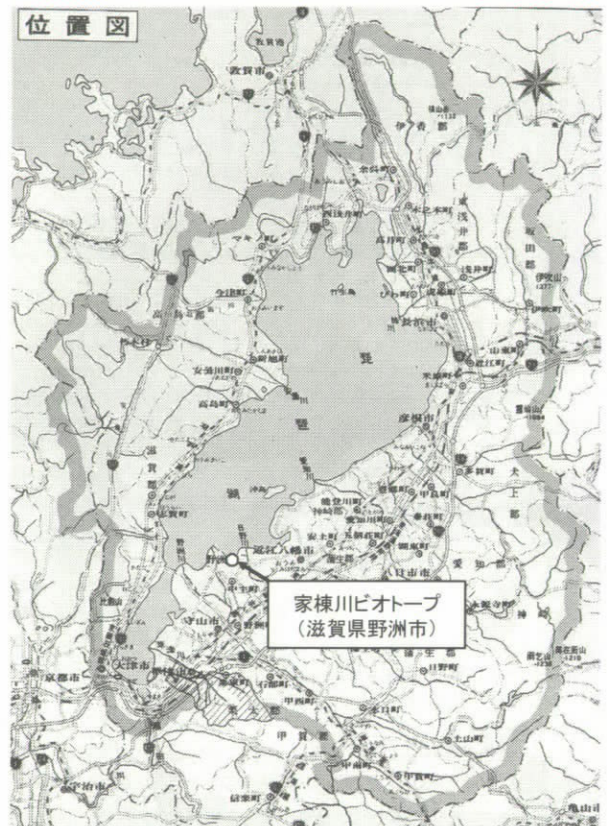


図1 位置図



写真2 家棟川ビオトープ

2. 家棟川ビオトープについて

家棟川ビオトープは、家棟川河口部右岸に隣接する琵琶湖敷である遊休地（約 1.7ha）に、図2に示す3つのテーマに関する実験施設として平成12年度に基盤整備を完了している。

この施設では、かつて琵琶湖周辺に多く見られた内湖や河畔林を参考に、水域から陸域までの多様な環境の復元と、人と自然との新たな関係の構築を目指している。

「①水質浄化」、「②生態系の回復」等ビオトープの回復に関わる基礎的データについては、定期観測、追跡調査及び確認調査等を継続的に実施している。また、「③人と自然との関わり」については、平成11年度から地域住民の方々を対象としたワークショップ（自然観察会や植樹会等）に取り組んでいる。

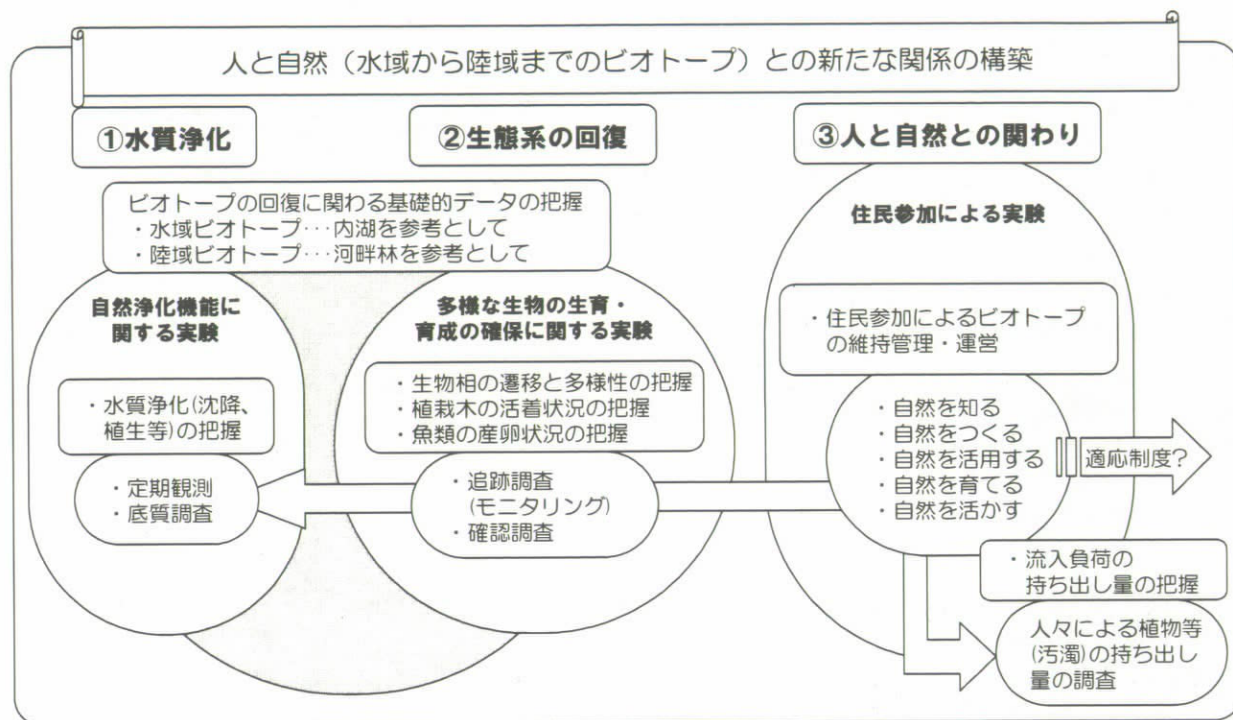


図2 実験テーマ

3. 「水質浄化」の実験

ビオトープが有する、汚濁負荷や栄養塩類の沈殿やヨシ等の植物による吸収同化等の水質浄化効果を把握するため、ビオトープ施設の流入部と流出部で水質調査を実施している。水質調査地点を図3に示す。なお、ビオトープ施設の流入水は、主に琵琶湖を水源としたかんがい用水である。

平成13年度から平成16年度におけるビオトープ施設流入・流出水の年平均水質の経年変化を図4に示す。なお平成12年度は造成工事中であり、参考値として示した。

- ・SSは、ビオトープ池内部での沈殿や植物等への付着等によるものと推測される一定の浄化効果が確認できたが、年々減少傾向にある。
- ・CODは、流出水質が流入水質を上回る状況が確認された。これは、植物プランクトンの増殖による内部生産が生じて、有機物が増加したものと推測される。

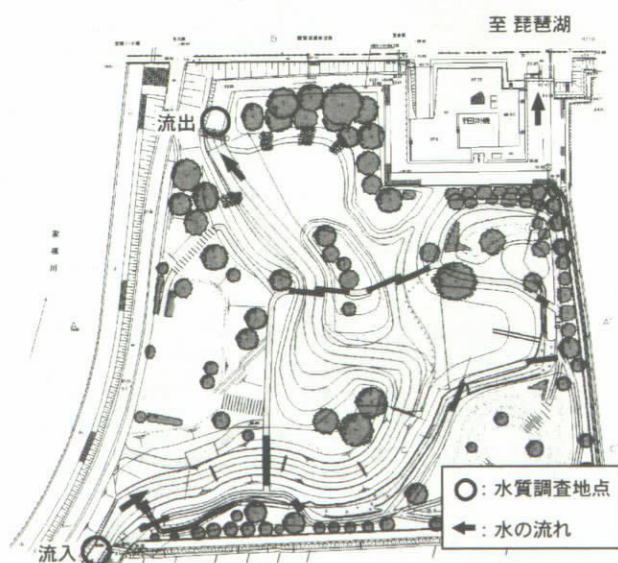


図3 水質調査地点

- ・T-N は、一定の浄化効果が確認された。これは植物の生育に必要な栄養元素として植物体内に吸収同化して蓄積されているものと推測される。
- ・T-P は、SS と同様の浄化効果が確認された。

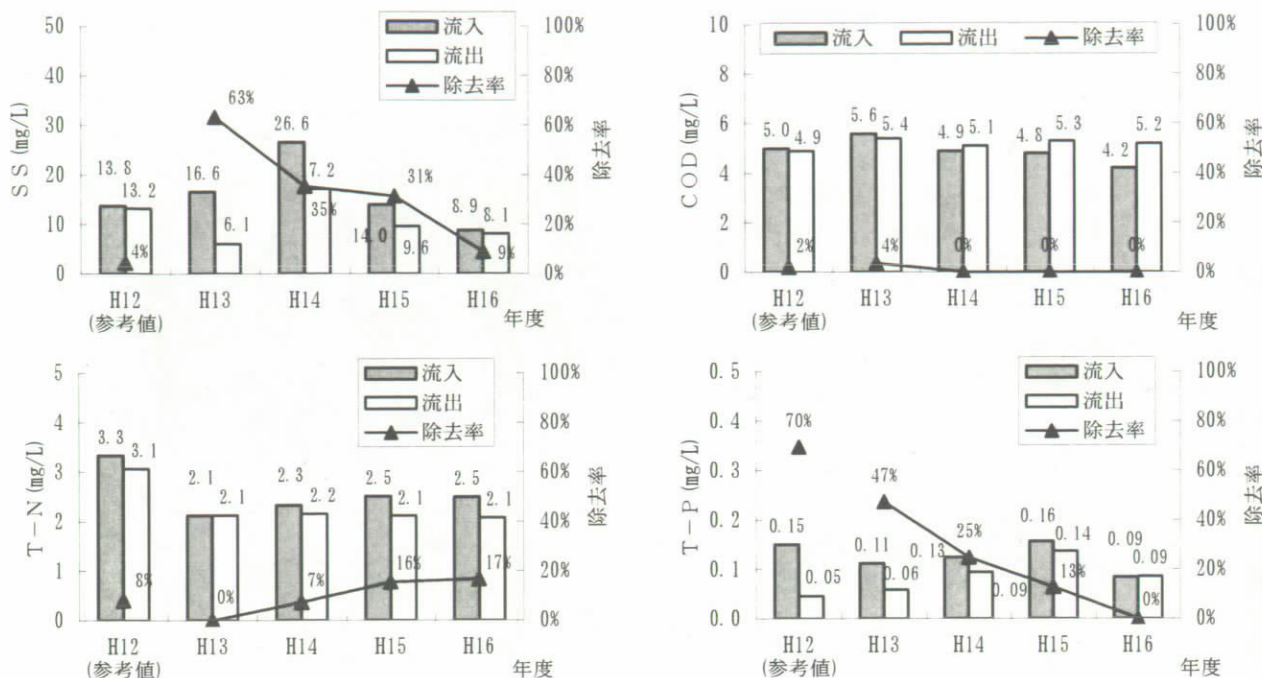


図4 ピオトープ施設流入・流出水質の経年変化（年平均値）

4. 「生態系回復」の実験

ピオトープ施設の整備に伴う生物相の変化を把握するため、平成11年度から生物調査を整備区域内及び周辺で実施している。ピオトープ施設での生物調査で確認された種数と貴重種を表1に示す。なお、平成11年度、平成12年度は造成前の荒地であり、平成13年度以降は造成後の調査である。

- ・植物は、草地等に生育する種が多いが、今後植樹した樹木の葉が生い茂ることで日陰の環境が形成され、土壌水分の変化から生物相の多様性が増すものと考えられる。
- ・小動物（哺乳類、は虫類、両生類）は、施設周辺がほ場整備された水田であることや、現状で樹林地が形成されていないため、確認種数は少ない。
- ・鳥類は、確認種が増加傾向にあり、ピオトープを採餌場として利用している種も確認された。
- ・昆虫類は、草木類が繁茂している状況であり、これらを生息環境とする昆虫類が多く確認された。
- ・魚類は、確認種が増加傾向にあり、貴重種であるヤリタナゴの稚魚、成魚が平成16年度に確認された。
- ・底生生物は、確認種が微増傾向にあり、タナゴ類の産卵場となる二枚貝（マルドブガイ等）が平成16年度に確認された。

表1 ピオトープ施設での確認種数と貴重種（平成11年度～平成16年度）

区分	確認種数	貴重種
植物	270 (373)	3 (9) トクゼリ、カワヂシャ、コガマ、 (ミスワラビ、ミスマツバ、シクサ、トチカガミ、ネジレモ、ヒロハノエビモ)
小動物	10 (12)	3 (3) タヌキ、トノサマガエル、ダルマガエル
鳥類	(41)	(10) カイツブリ、カンムリカイツブリ、カワウ、ササゴイ、マガモ、ヨシガモ、サシバ、チョウゲンボウ、 コチドリ、イソジギ
昆虫類	333 (441)	6 (6) キンヤンマ、モリチャハネコキブリ、キリギリス、スズムシ、クルマバツタ、ヨコヅナサシガメ
魚類	18 (22)	9 (12) コイ、ゲンゴロウブリ、キンブリ、ヤリタナゴ、カネヒラ、ハス、モツゴ、トシヨウ、メダカ、 (イチモンジタナゴ、ヌマムツ、ナマス)
底生生物	56 (71)	9 (11) マルタニシ、ハベ、カワニナ、クロダカワニナ、モノアラガイ、オウミガイ、ナガオカモノアラガイ、 マルドブガイ、タテホシガイ、マジミ、ヌマエビ、(ホソマキカワニナ)

※かっこ内の数値は、整備区域周辺で確認された種を含んだもの

5. 「人と自然との関わり」の創出

人と琵琶湖周辺で生息する生物との新しい関わり方を地域住民の方々と共に探っていくための一手法として、家棟川ビオトープ施設を調査フィールドとしたワークショップを平成11年度から取り組んでいる。

これまでに、プレワークショップを2回、本ワークショップを13回実施し、延べ270名以上の方々が参加した。実施内容を表2に、実施状況を写真3に示す。

ワークショップでは、ビオトープが有する機能を調べるために、小林圭介先生（滋賀県立大学名誉教授）や各専門分野の講師陣の指導を受けて、植物や魚類等の自然観察会を行ったり、ビオトープでの遊び方を学ぶために、野草の天ぷらの試食や自然の素材を利用した工作会を行ったりすることで、参加者の家棟川ビオトープに対する理解と、自然との関わり方についての認識が深まりつつある。



写真3 ワークショップ開催状況

表2 ワークショップ実施内容

回数	実施時期		実施項目						参加者※ (人)	備考
	年度	月	植物	魚類	両生・ は虫類	土壌 動物	水質	他		
プレ1	平成11年度	3月						○	13	簡便なワークショップ® (KJ法)
プレ2	平成12年度	7月						○	13	先例地見学
1		3月						○	7	現地見学
2		平成13年度	11月	○						21
3	平成14年度	9月						○	25	今後のワークショップ® の話し合い
4		10月	○						22	
5		3月						○	13	クズ® による「かご作り」
6	平成15年度	8月	○			○			25	野草の試食
7		9月		○	○				27	
8		11月	○						18	
9		1月						○	13	クラフト作り
10	平成16年度	7月						○	23	陸性ビオトープ® の見学
11		9月		○			○		21	
12		11月	○						16	野草の試食
13		2月						○	15	今後のワークショップ® の話し合い
延べ人数									272	

※関係者は除く

6. おわりに

家棟川ビオトープは、平成12年度に基盤整備を完了し、平成11年度から「①水質浄化」、「②生態系の回復」及び「③人と自然との関わり」に係る各種調査、活動を実施している。

上記の内、「①水質浄化」、「②生態系の回復」に関しては、一定のデータが蓄積できたことから、今後は蓄積データの評価を行い、内湖の復元等の基礎的知見として取りまとめる予定である。

また、「③人と自然との関わり」に関しては、人と自然との新しい関わり方を地域住民の方々と共に探っていくための1つの試みとしてワークショップを実施し、参加者のビオトープに対する理解と、自然の関わり方についての認識が徐々に深まりつつある。しかし、現在ワークショップの実施運営を行政主導型で行っているため、地域に根ざした持続的展開を図るためには、住民・地域主導型への展開が不可欠と考える。これに関しては、ビオトープ施設の維持管理を含めた運営体制の構築と共に、今後取り組むべき課題である。

7. 参考文献

- 1) 国土庁、環境庁、厚生省、農林水産省、林野庁、建設省：琵琶湖の総合的な保全のための計画調査報告書、平成11年3月
- 2) 滋賀県：水辺エコトーンマスタープラン～湖辺域ビオトープの保全・再生に向けて～、平成16年3月

2. BYQネットワークの推進

(財)琵琶湖・淀川水質保全機構 技術開発部 ○森本 泰之
芳谷 伸明

1. はじめに

琵琶湖・淀川水系の水環境改善の推進に当たっては、従来の対症療法的なものから、予防保全的な考え方に転換し、水質が悪化しにくい流域構造を形成することが重要であり、このためには、流域として一貫した総合的な水質保全対策に多様な主体が連携して取り組むことが求められています。

これを受け、財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構（BYQ）では、市民・NPO・学校・研究機関・企業等、流域で水環境改善に関わる人たちが相互の情報交換をスムーズにすることを通して、自主的な水環境活動をサポートし、流域内交流の活性化と流域共同体意識の醸成を図ろうとする「情報で結びついた緩やかな交流の輪—BYQネットワーク」構築に向けた取り組みを行っています。

2. 基本的な考え方について

- ① BYQネットワークは、市民の自主的かつ主体的な取組みの活性化、流域共同体意識の醸成に狙いを置いており、段階的に連携の熟度を向上させることを目的としています。
- ② その方法として、自主活動を促す情報や支援活動を柔軟な枠組みの中に配置し、それらへの参加に柔軟性を持たせることを念頭において、「つなぐ」、「情報」、「支援」の3つのツールを整備し、有機的に運用する構図を想定しています。

3. BYQネットワークの構図

3.1 3つのツールについて

参加型の交流の機会を提供する「つなぐツール」、魅力ある情報の整備と情報共有を図る「情報ツール」、交流や協働を促す動機付けとなる事業を実施する「支援ツール」を用意し、参加者の意見をツールに反映させることによって、ユーザーの要請に依っていかうとするものです。

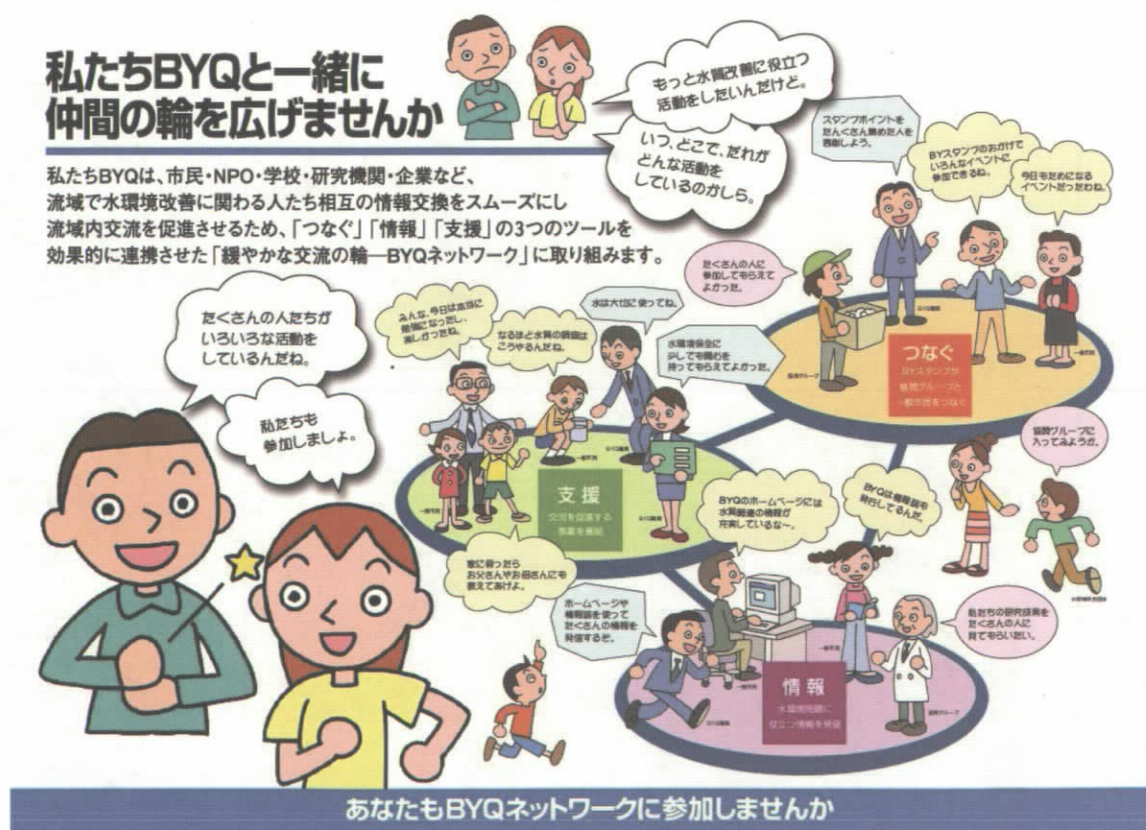


図1-1 BYQネットワークの構図（3つのツール）

3.2 具体的な内容について

- ①「つなぐツール」：市民が水環境保全活動などへ参加するきっかけとなる「BYスタンプラリー」。
水環境保全に携わる人々相互の情報交換機会の提供を行う「BYQネットワーク交流会」の開催。
- ②「情報ツール」：当機構のホームページや「BY BLUE」「かわら版」等情報誌による流域内の水環境関連情報の提供。
- ③「支援ツール」：市民による身近な河川の水質調査「WAQU2（わくわく）調査隊」。
子供たちの体験学習「ジュニアリバースクール」。
湖沼や河川の美化活動を応援するクリーンアップキャンペーン「めざせ！1万人のクリーンアップ」等、市民団体などの活動助成事業。

これらのツールは、各種BYQ事業を横断的に有効活用して、相互に関連付けながら運用するとともに、BYQネットワーク参加を柔軟にできるよう配慮することによって、相乗的に効率よく活性化させる効果を期待しており、今後、ニーズに応じて各ツールの内容を緩やかに充実させていくこととしております。

4. 「BYスタンプラリー」の取り組みについて

BYQネットワークの中でも核になる「つなぐツール」の「BYスタンプラリー」については、実効性を高めるため、流域内のNPOや市民団体の協力を得て、「BYスタンプ準備会」が計10回開催され、具体的な仕組みの検討が行われた結果、平成16年3月、市民団体25、水関連施設13からなる協賛グループによって本格実施に移行しました。

4.1 BYスタンプラリーの方法

- ① 一般住民の方々が、協賛したNPOなどの活動イベントに参加したり、協賛している水関連施設に来館した時に、「スタンプ台紙」に各NPO団体、水関連施設のスタンプを押していただきます。
 - ② スタンプが集まったら「BYスタンプラリー」事務局のBYQに送付していただきますと、オリジナルピンバッジがもらえるようになります。
- そして、初級、中級、上級コースと段々ランクが上がっていくとJスルーカードがもらえるようになります。
- ③ 実施期間は、当初、平成16年3月15日～平成17年2月20日を試行期間ということでスタートいたしましたが、このBYスタンプラリーをクリアされた人も漸増しておりまして、成果・方法等を検証した結果、平成17年度においても継続的に実施していくことになりました。



図1-2 協賛グループ紹介マップ & BYスタンプラリースタンプ（例）

4.2 BYスタンプラリーの応募状況、協賛グループの加入状況

①BYスタンプラリーの応募状況

平成17年10月現在、応募者総数1142名。うち初級クリアされた方が755名、中級クリアされた方が104名、上級クリアされた方が33名、さらに上級者となりますチャレンジ4をクリアされた人が17名、チャレンジ5をクリアされた人が8名、チャレンジ6をクリアされた人が2名おられます。

②BYスタンプラリーへの協賛グループの加入状況について

平成17年10月現在、全64団体、内訳は、NPO等の市民団体が46団体、水関連施設が18団体となっており、徐々にではありますが、賛助団体、施設数は増えてきております。今後ともホームページ等で、協賛グループの募集を続けてまいりたいと思っております。

4.3 「BYスタンプ運営会議」について

BYスタンプラリーの組織構成のもう一つの柱が「BYスタンプ運営会議」です。

これは、事務局（BYQ）、及び協賛グループ（NPO）の代表者等（現在12名）からなり、BYスタンプラリーの円滑な運営に必要な意見交換を行う場であり、2ヶ月に一度のペースで開催しております。

5. 「BYQネットワーク交流会」について

BYQが取り組んでいる様々な活動を通じて、流域で水環境保全に関わる人達相互のより緊密な交流・連携を目指して、平成17年3月12日に「BYQネットワーク交流会2005」を摂南大学寝屋川キャンパスで開催し、40を超える市民団体の方など120名以上の方々が参加されました。



図1-3 BYQネットワーク交流会2005

5.1 基調講演

摂南大学教授の澤井健二氏が「水環境保全に向けたよりよい連携のあり方について～流域ネットワークに期待するもの～」と題して講演されました。

5.2 活動報告・発表会

BYスタンプラリー協賛グループなど34の市民団体の方により、各団体のパネルの前で3分間の活動報告・発表をしていただきました。

5.3 ミニコンサート

地元のボランティアグループ「音心の会」代表の平林幸子さんに、大正琴演奏をしていただき、会場参加者全員で世界の代表的な童謡を合唱しました。

5.4 交流会

参加者の皆さんに「私の水辺の思い出」「私が一番紹介したい自分の活動」について、質問シートに記入していただき、お隣に座った方どうしで紹介し合ったり、発表したりすることで、参加者どうしの交流の輪を広げて頂きました。

5.5 参加者からのご意見

①参加して良かったこと

- ・これまでこういう機会を期待していた。
- ・本当に多くの活動グループの情報を得られ有意義でした。

②がっかりしたこと

- ・各グループ発表の持ち時間が短く、十分に聞けなかった。
- ・若者が少なかった。

③学んだこと

- ・流域内ネットワークの重要性を多くの人が認識していること。
- ・老若男女を問わず、活動されている実態をこの目で確認できたこと。

④今後期待すること

- ・もっと回数を重ねるように、このようなネットワーク交流会を開催して欲しい。
- ・行政と住民が連携できるような団体がもっと多くなれば良いと思います。

6. まとめ

当機構ではこのような様々な活動を通じて流域内交流の輪を広げています。

このように、市民ニーズを反映することにより、市民相互の交流の機会が拡大し、結果として流域全体の水質保全の意識浸透に繋がることが期待されています。

今後は、BYQ独自で行っている調査研究結果や支援諸活動をこれらのツールの中に活かして行くこととしております。



図 1-4 基調講演



図 1-5 活動報告・発表会



図 1-6 交流会

研究発表2

水質浄化技術の研究

3. 大型底生動物（貝類）移動能力把握実験

国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所 河川環境課

宮本 昇

○臼井 義幸

滋賀県琵琶湖環境部 自然環境保全課

柳田 英俊

(財)琵琶湖・淀川水質保全機構 調査研究部

工藤 慶庸

1. はじめに

琵琶湖・淀川には全国に生息する淡水貝類の6割以上が生息していると言われている。なかでも琵琶湖は淡水貝類の宝庫と言われ、多くの貝類が生息している。また、貝類は優れた環境の指標種であるとされるが、現在多くの種が絶滅に瀕していると言われている。

琵琶湖の水位は明治38(1905)年以降、瀬田川洗堰により人為的にコントロールされるようになった。昭和36(1961)年には新洗堰が完成し、平成4年には操作規則が制定され、琵琶湖周辺の浸水被害等は大きく改善された。

一方で、琵琶湖流域では近年降水量の少ない年が頻発し、大きな渇水に見舞われる危険がある。渇水時には瀬田川洗堰から下流の必要水量を満たす放流が行われるため、琵琶湖は長期にわたり水位低下が起こる可能性がある。この水位低下により移動能力が比較的小さいと考えられる大型底生生物（貝類）は、大きな影響を受けることが推測される。

そこで本検討は、水位低下時における大型底生動物（貝類）の移動速度や反応等及び水位低下によって干出した貝類の生存率を把握し、水位変動による貝類への影響を考慮した琵琶湖水位管理のあり方を検討するための基礎資料とすることを目的として実施したものである。また、本稿は他の湖沼管理における参考となるよう、ここで紹介するものである。

2. 検討方法

2. 1 検討内容

水位低下時の貝類の行動や干出後の耐性について研究された事例は少なく、どの程度の個体が水位低下から逃げ遅れ、また干出死するのかについてはわかっていない。そこで本検討を進めるにあたり今後起こりうる渇水による影響を把握するため、以下の内容について検討を実施した。(図-1参照)

① 水位帯別貝類の分布調査

琵琶湖湖岸のうち、特に多くの貝類の生息域となっている砂浜湖岸と抽水植物湖岸に生息する貝類の現存量を既存調査結果等より整理。対象湖岸の形状についても調査を実施。

② 琵琶湖の水位変動による貝類の逃げ遅れの把握(移動実験)

③ 長期にわたる水位低下によって逃げ遅れた貝類の生存率の把握(耐性実験)

④ 水位変動に伴う貝類への影響を検討

2. 2 実験による検討

検討内容のうち、移動実験は琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター深池型実験水路に砂浜湖岸を再現して実施し、また耐性実験は大型プラスチック容器を利用した実験槽で実施した。

3. 検討結果

3. 1 水位帯別貝類の分布調査

文献等を整理した結果、琵琶湖湖岸には2綱6目17科67種の貝類が生息しているとされた。

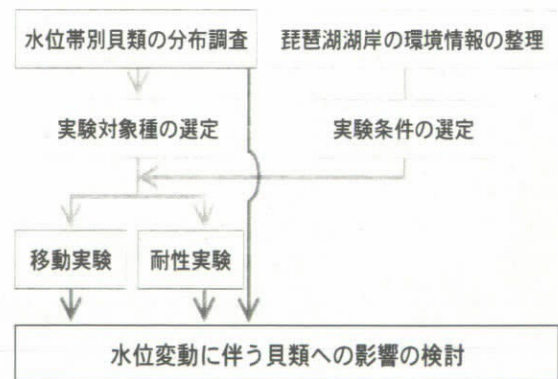


図-1 検討フロー

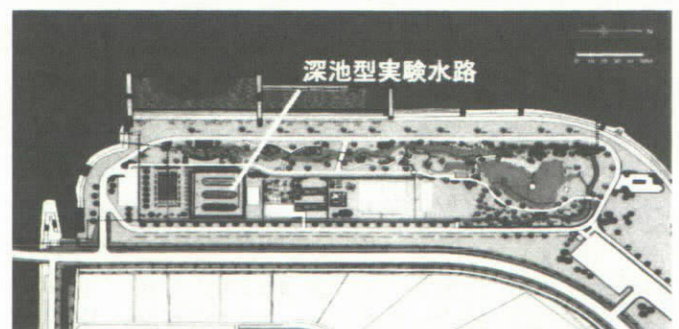


図-2 琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター

そこで、文献より過去の水位低下時に影響があったと明記されている貝類を抽出し、滋賀県(1998年,55測線)及び(独)水資源機構(2004年,3測線)が行った現地調査結果と比較を行った。その際、対象水深をB.S.L-1.5m(琵琶湖の利用低水位)とした。(図-3参照)

また、湖岸の環境情報を整理したところ対象とする湖岸では広く溜まり環境が形成されている事が判明した。



写真-1 溜まり環境の見られる湖岸

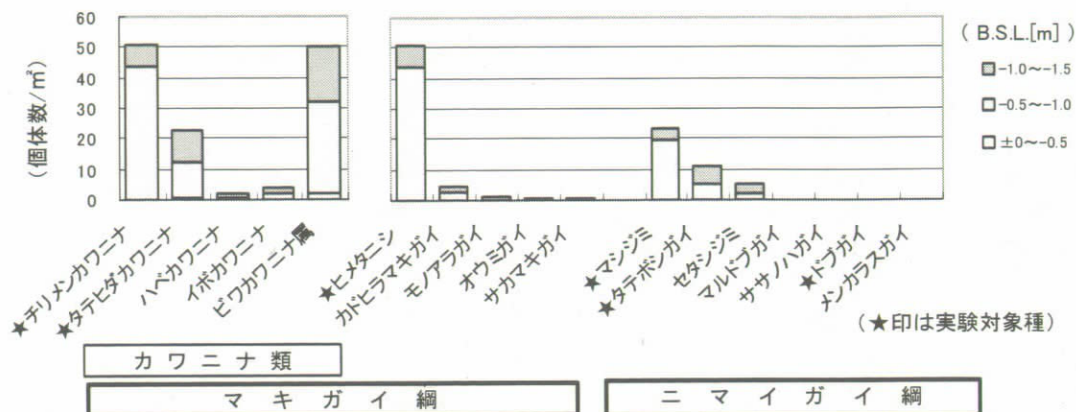


図-3 水位帯別貝類の分布調査結果 (B. S. L-1.5m以浅)

3. 2 琵琶湖の水位変動による貝類の逃げ遅れの把握 (移動実験)

深池型実験水路に琵琶湖岸の状況を出来る限り再現し、個体が識別できるようにした貝を投入、人為的に水位を変動させて各貝類の挙動を観察した。

・ 実験条件

水位変動速度：実際の琵琶湖で起こりうる速度

湖底の傾斜角：琵琶湖全域における B.S.L. - 1.5m までの湖底の傾斜角度を参考

底面の形状：琵琶湖岸に広く生じている溜まり環境を再現

表-1 実験条件 (移動実験)

項目	実験条件
水位変動速度	9cm/day 7cm/day 5cm/day 3cm/day 0cm/day (コントロール)
底面の傾斜角	5° 溜まりあり 1° 溜まりあり
および形状	5° 溜まりなし 1° 溜まりなし
底質	砂泥 (琵琶湖産)

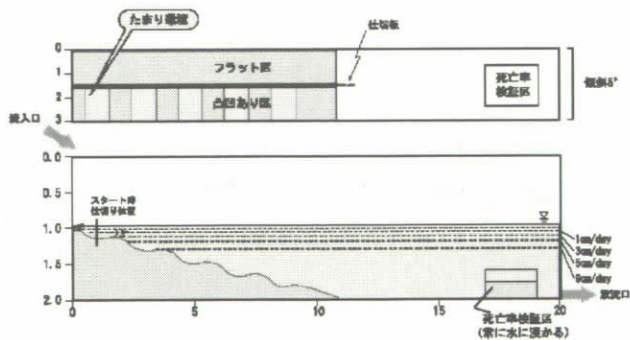


図-4 移動実験施設図 (傾斜角 5° の場合)

・ 実験結果

貝類の移動能力 (移動率^{※1} 及び移動速度^{※2}) について、巻貝は高く、二枚貝は低い結果となった。二枚貝は、水位変動速度^{※3}や溜まり環境の有無、傾斜角のすべての条件に関係なく、逃げ遅れが多く確認された。巻貝は、急傾斜では水位変動速度や溜まりの有無に関わらず逃げ遅れはほとんど確認されなかった。しかし、緩傾斜では溜まり環境で逃げ遅れが多く確認された。過去渇水時に調査された文献に記載のあるとおり、溜まり環境では移動をやめてしまう状況が多く確認された。

(※1 移動率：水位変動に伴い移動した個体の割合 ※2 移動速度：水位変動に伴う貝の移動速度

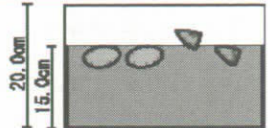
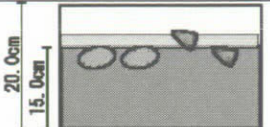
※3 水位変動速度：実際の琵琶湖で起こりうる速度)

3. 3 長期にわたる水位低下によって逃げ遅れた貝類の生存率の把握（耐性実験）

水位低下によって逃げ遅れた個体を想定し、実験槽で、長期間にわたる干出による貝類の生存率を把握するため表-2に示す条件で実験を実施した。

・ 実験条件

表-2 実験条件（耐性実験）

実験区	想定した環境	底質	状況	模式図
実験区1 (干出環境)	水位低下により 干上がった環境	砂、砂泥、泥	水位を下げ干出させる	
実験区2 (溜まり環境)	水位低下により 出現した溜まり 環境	砂泥	水位を下げ水深5cmの水 深を維持	 ↑水深1~5cmで水の循環なし

・ 実験結果

干出環境、溜まり環境における5日目、10日目、15日目の生存率の一例を図-5に示す。

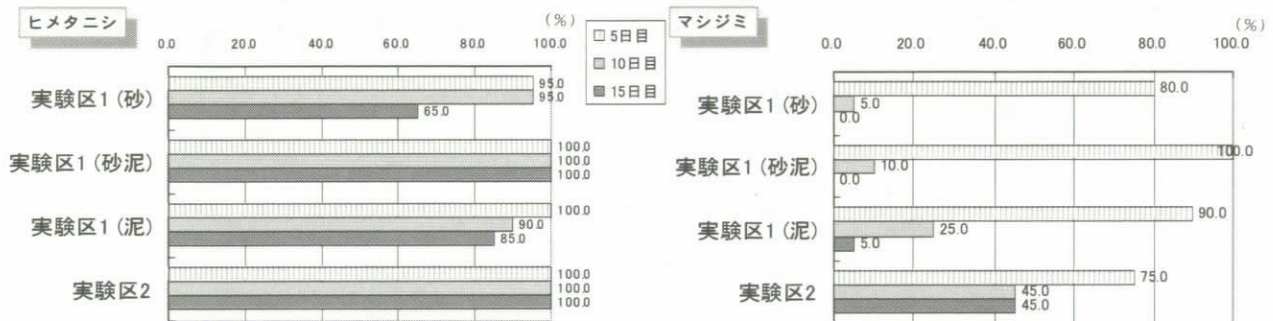


図-5 逃げ遅れた貝類の生存率

3. 4 文献整理と実験によるまとめ

文献及び実験で得られた結果を整理すると、表-3のとおりとなる。

表-3 貝類の水位変動に伴う反応

	生息密度 (B.S.L.-1.5m以浅)	移動能力	逃げ遅れの状況		取り残された 貝の生存率
巻 貝	高い	高い	急傾斜	少ない	高い (長期に耐える)
			緩傾斜かつ 溜まり有り	多い	
二枚貝	低い	低い	多い(条件に関係なし)		低い (短期で死滅)

4. 考察

4. 1 1994年の渇水時における影響の推定

検討結果を踏まえて、1994年の渇水時（最低水位 B.S.L.-1.23m）における水位低下による貝類(B.S.L.-7.0mまでの現存量を琵琶湖の現存量と仮定）への影響を推定した。結果は表-4に示すとおり。

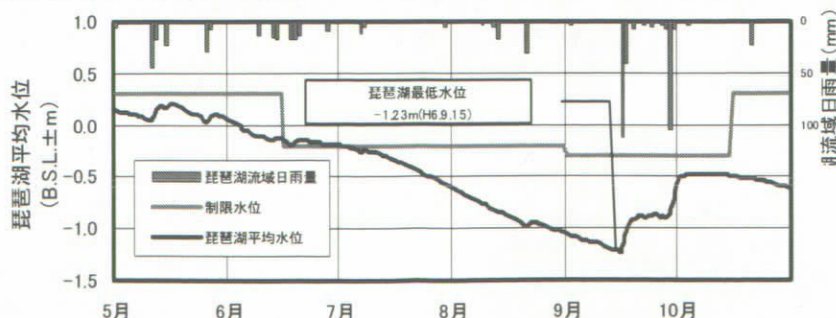


図-6 1994年渇水時琵琶湖水位の変動

表-4 1994年湖水における貝類への影響 (単位: 千個体)

分類(綱)	種名	B.S.L.-7m以浅の推定個体数	B.S.L.-1.23m以浅の推定個体数・割合	水位低下による推定死亡個体数・割合
マキガイ	ヒメタニシ	1,552,283	320,668 20.7%	90,453 5.8%
	チリメンカワニナ	4,204,920	369,015 8.8%	356,851 8.5%
ニマイガイ	ドブガイ	6,669	997 15.0%	976 14.6%
	タテボシガイ	868,552	77,203 8.9%	74,551 8.6%
	マシジミ	1,894,760	165,955 8.8%	157,086 8.3%

算定条件: B. S. L. -7. 0m 以浅の推定現存量=地点別分布密度(千個体/m²)×深度域面積(m²)

(琵琶湖全体での推定現存量と仮定 滋賀県, 1998年55測線)

逃げ遅れ個体の推定=B. S. L. -1. 23m 以浅の推定現存量×逃げ遅れ割合(移動実験結果より)

(ただし、ここでは たまり環境により、全個体が取り残されると仮定)

死亡個体の推定=水位1cmごとの「逃げ遅れ個体数」×水位低下期間の死亡率の総和

(耐性実験結果より)

死亡個体割合=「干出死個体の推定」/「B. S. L. -7. 0m 以浅の推定現存量」

4. 2貝類への影響に配慮した琵琶湖水位のあり方

本検討から、琵琶湖における長期の低水位は、琵琶湖沿岸域を生息の場とする貝類に大きな影響を与えることが判明した。

貝類に影響がはじめるのは B.S.L.-0.5mを下回ってからとなるが、この水位を下回る琵琶湖長期の低水位は、主として降雨が少ない事に起因する。

しかしながら、琵琶湖から補給される“人が利用するための水”も要因の一端である。これに対処するため、現在“節水の呼びかけ”や“きめ細やかな堰操作による無駄な放流を減らす取り組み”が行われている。今後さらに琵琶湖に優しくあるためには、これらの取り組みを継続していくと共に、様々な調査で得られた知見を流域の方々に紹介し“水の利用”と“琵琶湖や河川環境”が結びついていることへの理解促進が重要となる。

5. 今後の課題

- ・ 岩礁等湖岸に生息する貝類、希少貝類への影響の把握

過去の水位低下による影響は、岩礁・岩石・礫質湖岸に生息する貝類(特に微細貝類)においても確認されている。また琵琶湖に生息する貝類には、多くの固有種を有している(67種中29種が固有種) 今後はこれら貝類について生息地の現地調査を実施し、水位低下の影響を把握する事が必要となる。

- ・ 水位低下時の二枚貝の行動と二枚貝に産卵する魚類への影響の予測

水位低下の影響が大きいとされる時期は貝類の繁殖期であり、また二枚貝に産卵する魚類の産卵期にも近い。現地調査等により、水位低下時の二枚貝、二枚貝に産卵する魚類への繁殖への影響を把握するために基礎データ収集が必要となる。

6. 参考文献

- 1) 西野麻知子(1986) 滋賀県琵琶湖研究所所報 Vol. 4 琵琶湖の水位低下と生物
- 2) 滋賀県水産試験場(1998) 平成7年度琵琶湖沿岸帯調査報告書
- 3) 独立行政法人水資源機構(2003) 平成14年度琵琶湖水環境調査業務

4. 路面排水処理施設の検討実験

滋賀県土木交通部 道路課

福間 茂

○木田 豊

滋賀県琵琶湖環境部 自然環境保全課

柳田 英俊

(財)琵琶湖・淀川水質保全機構 調査研究部

和田 桂子

(株)環境総合テクノス 環境共生部

有働 正人

1. はじめに

「琵琶湖」をあずかっている滋賀県では、粉石礫運動に始まる富栄養化防止条例などの排水規制や特定発生源（点源）からの汚濁負荷の発生・排出削減対策等が主体として取り組まれてきたが、琵琶湖の水質はいまだに横ばい傾向にあり、環境基準は達成されていない。このような問題から、更なる水環境改善対策として、これまで対策が難しいと考えられてきた面源負荷削減対策の推進が求められている。

そこで、滋賀県では、降雨時の路面排水による公共用水域への流入負荷を削減（面源負荷削減対策）することを目的として、降雨時の路面排水の初期フラッシュ水（初期降雨約2～3mmで発生する高負荷の水）を選択的に集水し浄化する低コストで省スペース型の路面排水処理装置の開発を行い、その水質浄化性能等についてモニタリング調査を実施してきた。

本稿では、路面排水処理装置のパイロットプラント（以下、「パイロットプラント」という。）の水質浄化性能調査結果、浄化性能の持続性調査結果、表面堆積物の処分方法及びメンテナンス等について報告する。

2. 路面排水処理装置の概要

路面の汚濁物質は雨水流出初期（初期降雨約2～3mm）に多く含まれ、初期フラッシュ水によって路面に堆積していた大半の汚濁物質が流出することが、過年度の調査結果により得られたことから、基本構造を①初期フラッシュ水とその後の水を分水する部分を持ち、②その下段に初期フラッシュ水貯留空間（降雨2mm分（処理路面面積60㎡）の容量）を有し、③マサ土を用いた土壌浸透によって水質浄化を行う装置とした。図2-1に路面排水処理装置の概要を示す。

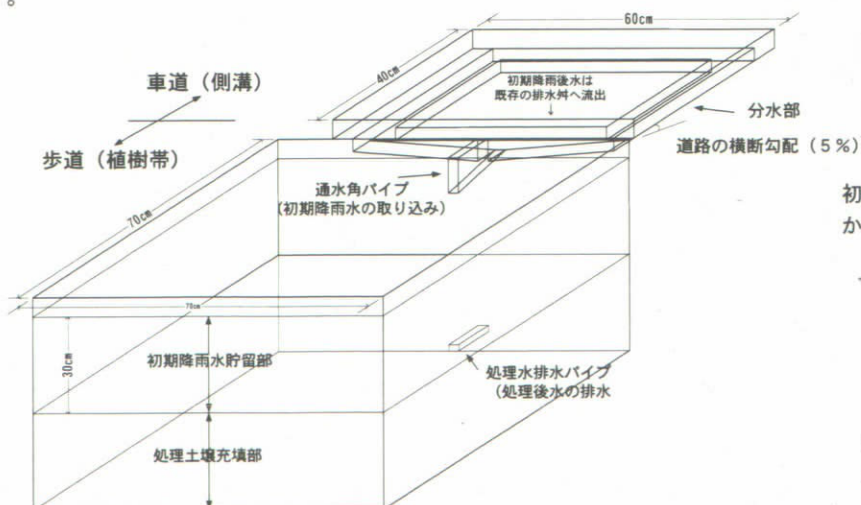


図 2-1 路面排水処理装置の概要と分水概念図

3. 水質浄化性能の評価

3.1 調査方法及び項目

平成14年11月に、パイロットプラントを滋賀県栗東市霊山寺の主要地方道栗東志那中線の側溝に設置（図3-1）し、水質浄化性能等のモニタリング調査を開始した。

調査は降雨が確認された日に、雨水貯留槽内の水（処理前の道路排水）と処理後水を採取し、処理前後の水質を比較することにより、パイロットプラントの水質浄化能力を調査した。調査項目はCOD、TOC、T-N、T-P、SSおよび油分等とした。

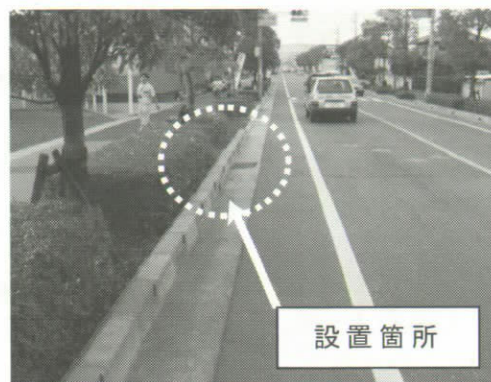


図3-1 路面排水処理装置設置箇所

3.2 調査結果

3.2.1 水質浄化性能

調査は平成14年12月から平成17年1月にかけて9回実施（SSについては平成16年8月以降4回実施）した。各項目の処理前濃度、処理後濃度、平均除去率を表3-1に示す。各調査項目の平均除去率を見ると、COD73.1%、TOC64.7%、T-N48.5%、T-P90.3%、SS96.9%、油分82.8%以上であり、パイロットプラントの設置から約2年間に渡り、概ね処理前水濃度の半分以下の濃度に浄化可能なことが確認できた。

表3-1 処理前水、処理後水の濃度及び平均除去率

	処理前水(mg/L)		処理後水(mg/L)		平均除去率
	範囲	平均	範囲	平均	
COD	7.2~70.0	33.1	3.5~18.0	8.9	73.1%
TOC	3.0~58.6	24.7	2.6~17.4	8.7	64.7%
T-N	0.90~7.75	3.75	0.60~3.65	1.93	48.5%
T-P	0.055~0.433	0.196	0.007~0.072	0.019	90.3%
SS	15~190	95	2~5	3	96.9%
油分	0.5~9.6	3.03	<0.5~0.7	0.5	>82.8%

* 処理後の濃度が定量下限値以下の場合は、定量下限値で算出（<と記載）

次に各調査項目において、溶存態、粒子態別の浄化状況を比較すると、COD、TOC、T-N、T-Pについて、溶存態の浄化性能に比べて粒子態の浄化性能が高かった。CODにおける粒子態及び溶存態の浄化状況を図3-2に示す。

粒子態のP-CODに関しては、処理前水濃度に関わらず、処理後水の水質は一定となる傾向が見られた。一方溶存態のD-CODでは、処理前水濃度が高い程、処理後水濃度も高くなる傾向が見られた。

COD、TOC、T-N、T-Pに関してはそれぞれの処理前水中の粒子態、溶存態の存在割合により、粒子態の多い項目については処理後水濃度が一定になる傾向を示し、溶存態の多い

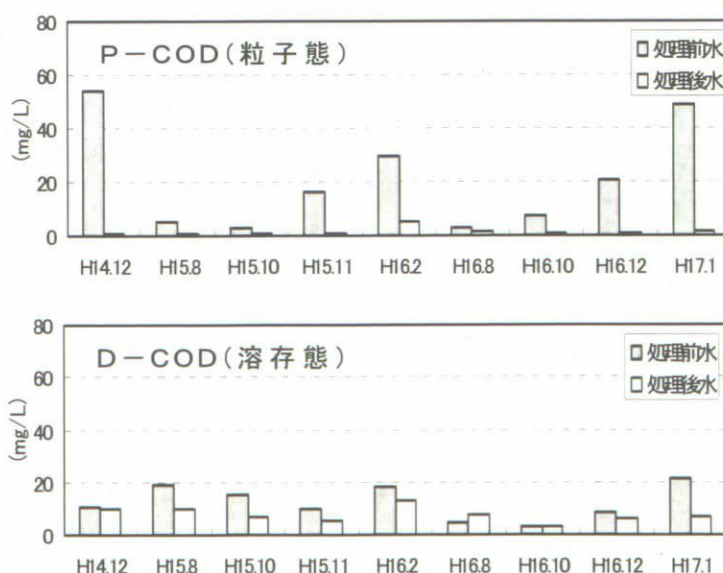


図3-2 溶存態、粒子態別の浄化状況（COD）

項目については、処理前水濃度に応じて処理後水濃度に差が現れている結果となり、粒子態の方が溶存態に比べて高い除去率を示した。

3.2.2 調査時降雨量および先行晴天日数と浄化状況の関係

調査時の降雨量および先行晴天日数(調査時降雨前の未降雨日数)と、CODの浄化状況を図3-3に示す。

先行晴天日数が増加すると、路面堆積物が増加し処理前水の濃度が上昇すると考えられたが、今回の調査では、調査時降雨量および先行晴天日数と処理前水のCOD濃度に明確な関係は見られなかった。

しかし、当該地で降雨が少ない冬季に処理前水の濃度が高い。このことから、長期的に見た場合、降雨量が少なく、先行晴天日数が増加すると処理前水の濃度は高くなると推察される。

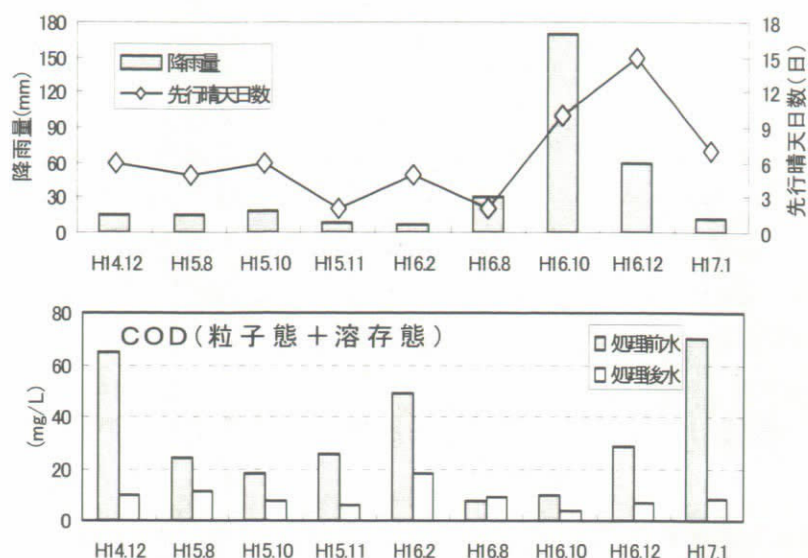


図 3-3 調査時降雨量および先行晴天日数と浄化状況

4. 浄化性能の持続性及びメンテナンスについて

4.1 処理水の流量維持

パイロットプラントは平成 14 年 11 月の設置以降、調整バルブにより処理水流量を 100mL/min に調整し、水質浄化性能調査等を実施してきた。しかしながら、運用開始から約 1 年が経過した平成 15 年 10 月末には、調整バルブ全開で処理水流量が 80mL/min となり、それ以降、徐々に処理水量が低下し、平成 16 年 8 月上旬には、浄化槽が路面等からの堆積物により閉塞し、処理水量が 10mL/min となった。処理水流量が 10mL/min である場合、雨水貯留槽に溜まった水を処理するのに 10 日以上必要となる。効果的に初期フラッシュ水を浄化するためには、1 日以内に処理を完了する必要があるため、処理流量として 100~150mL/min が必要である。

このため、閉塞の原因となっている表面堆積物及び充填土壌(マサ土)のうち黒色に変色した部分(25.9L)を除去した。その後、試験的に雨水貯留槽を満水にし、処理水流量を測定した結果、処理水流量は流量調整バルブ全開で 480mL/min に回復した。

これらのことから、1 回/年程度の頻度で表面堆積物を除去することにより、浄化機能を維持することが可能と考えられる。

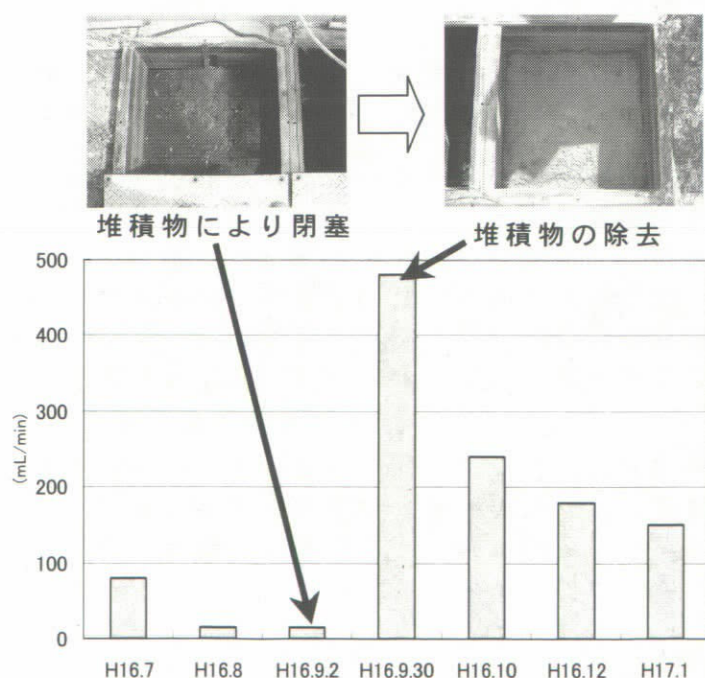


図 4-1 パイロットプラントの処理流量の推移

4.2 装置の充填土壌処理について

パイロットプラント内土壌の処分方法を検討するため、2年間浄化に使用したパイロットプラントの浄化槽内の充填土壌（マサ土）と、充填土壌の上に堆積した表面堆積物について、土壌汚染対策法による土壌含有量基準に定められているカドミウム、六価クロム等9項目及び土壌環境基準（溶出量基準）に定められている25項目について分析を行った。

土壌含有量基準に定められた9項目についての分析結果を表4-1に示す。分析の結果、土壌含有量基準を超過する項目は確認されなかった。また、溶出試験結果についても、土壌環境基準を超過する項目は見られなかった。これらのことから、充填土壌、表面堆積物ともに汚染土壌ではなく、通常の土壌としての取り扱いが可能なが確認された。

表面堆積物の処分に関しては充填土壌（マサ土）と混合して直接埋め戻し材等として再利用も不可能ではないが、表面堆積物には、タイヤかす、アスファルトかす等が多く含まれていることから、産業廃棄物（汚泥）として処分することが望ましい。

表 4-1 土壌含有量基準に定められた項目についての分析結果

物質名	単位	充填土壌	表面堆積物	土壌含有量基準	判定
カドミウム	mg/kg	<0.1	0.4	150	○
六価クロム		<3	<3	250	○
シアン		<1	<1	50	○
水銀		<0.02	<0.02	15	○
セレン		<0.3	<0.3	150	○
鉛		4	39	150	○
砒素		<1.5	1.9	150	○
ホウ素		<1	<1	4000	○
フッ素		250	127	4000	○
【参考】油分		9.9	5500	—	—

* 分析の結果、定量下限値以下の場合は、定量下限値で算出（＜と記載）

5. まとめ

平成14年度の設置当初、浄化性能の持続性が課題とされていたが、パイロットプラントの水質浄化性能調査結果より、設置後2年間を経ても水質浄化能力はCOD：73%、TOC：65%、T-N：49%、T-P：90%、SS：97%、油分：83%であり、浄化性能の持続性が確認できた。

しかしながら、メンテナンスについては、充填土壌上面に堆積する黒色物質を1回／年程度の頻度で除去する必要があることがわかった。

今後、滋賀県が、路面排水浄化施策を広く展開し、普及していくためには、道路管理者だけではなく地域の住民にも道路の路面排水問題について関心をもってもらい、さらには、自分たちの道路は自分たちで守るという道路への愛護・愛着心を醸成していく必要がある。

滋賀県では、県と県民やNP0、企業等が協働して道路管理を行う「近江の美知普請」に取り組んでおり、この路面排水処理装置の維持管理においても、県と県民等の協働により、きめ細やかな管理が可能となり、その浄化性能が最大限発揮できるものと考えられる。

最後に、面源負荷削減対策の分野から見て、この路面排水処理装置による雨水浄化の取り組みが、道路事業だけに限らず、駐車場事業など各開発事業に広がり、琵琶湖の総合的な水質保全管理に繋がっていけばと考えている。

5. 湖流創出による水環境改善実験

滋賀県長浜市都市建設部 都市計画課 上野 邦雄
 滋賀県南部振興局建設管理部 河川砂防課 ○山田 千尋
 滋賀県琵琶湖環境部 自然環境保全課 柳田 英俊
 (株)環境総合テクノス 環境共生部 有働 正人

1. 目的

本実験は、内湖や閉鎖性水域における汚泥の堆積、水質悪化、植物の異常繁茂による航行・景観阻害、悪臭等に対して、人為的に湖流を創出することにより、これら諸問題の解決を図ることを目的とした。

「湖流の創出」は、閉鎖性水域における琵琶湖への負荷を少なくするための手法であり、浚渫後の水質等改善手法の候補として考えられている。湖流を創出することにより、内湖の美しい水辺環境を再生し、琵琶湖周辺の豊かな水辺環境の創出を推進するものである。

2. 実験方法

2.1 実験水域

本実験は、滋賀県守山市に位置する底泥浚渫実施後の木浜内湖1号水路(図2-1)を実験水域とした。木浜内湖は、昭和41年の人工島造成に伴い形成された内湖で、流路が狭いことから閉鎖性が強く、汚泥の堆積、水質の悪化等の諸問題が発生している。

実験水域を図2-2に示すとおり、汚濁防止膜によって3つの水域(隔離水塊)に区分し実験を行うこととした。なお、3つの水域は、それぞれ実験装置を設置する2つの実験区と装置を設置しない対照区に区分し、実験区と対照区の比較検討を行うことにより、湖流創出による効果を確認することとした。



図2-1 木浜内湖 位置図

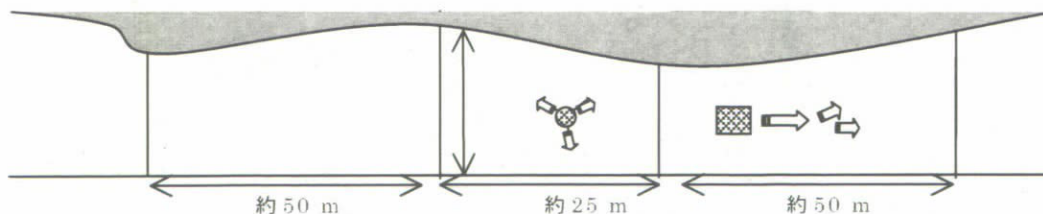


図2-2 実験水域(木浜内湖1号水路)



2.2 実験装置

実験に用いる装置として、閉鎖性水域の水質・底質改善効果を目的とした水環境改善事例や琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センターでの水質浄化実験結果等を参考に、水環境改善装置を数種選出した中から、①湖流の創出度合い、②コスト、③周辺環境との調和及び④実用事例の有無の4つの観点から、効率よく水域内に流れを創出し、停滞性を改善できる方式として、「噴流型流動促進式水域浄化装置」および「湧昇循環流方式を用いた水質・底質改善装置」の2システムを選定した。各システムの概要を図2-3、図2-4に示す。また、各装置の仕様は表2-1のとおりである。

表2-1 装置仕様

	噴流型(実験区1)	湧昇型(実験区2)
寸法	3,025×2,550 mm	回転半径=600 mm(羽数:3)
消費電力[kW]	2.24	0.06
駆動水量[m ³ /日]	16,000	12,400

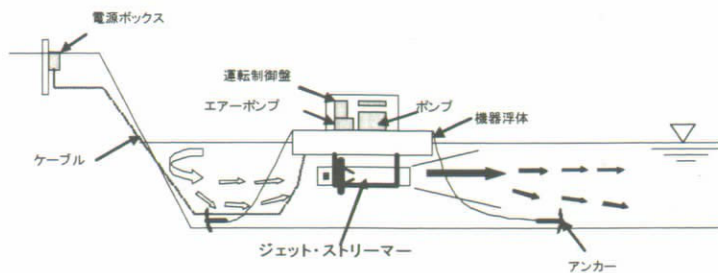


図 2-3 実験区 1 での噴流型装置の概要

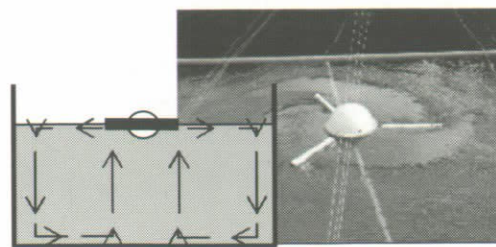


図 2-4 実験区 2 での湧昇型装置の概要

2.3 装置稼動による湖流の状況

平成 15 年 12 月 4 日、5 日に、実験装置を実験水域に設置し運転を開始した。実験装置により創出した湖流を把握するため、実験水域の流向・流速を 3 次元流速計を用いて測定した。各実験区及び対照区の断面及び各平面における流向・流速概要図を図 2-5 に示す。

対照区では、風の影響により表層の 1 点で 2.1cm/s を計測した以外は全て、1.5cm/s 以下でありほとんど流れは確認できなかった。一方、実験区 1 では、噴射方向に広範囲にわたって反時計周りの円を描くような大きな流れが形成されており、底層でも流れが観測された。また、実験区 2 では、羽の回転方向に合わせて、表層水は外向きの、底層水は内向きの流れが観測された。

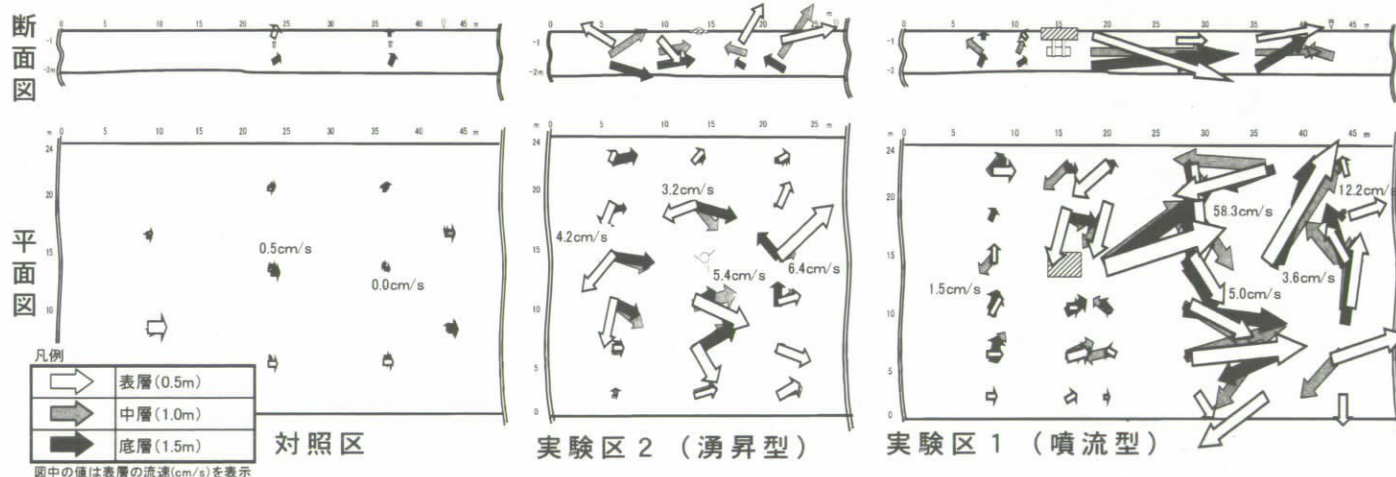


図 2-5 実験水域の湖流の状況

2.4 現地調査

装置により創出した湖流の効果について把握するため、実験区および対照区において、表 2-2 に示す水質調査を平成 15 年 12 月から平成 16 年 12 月までに 9 回実施した。調査は装置の設置位置等を踏まえて、複数箇所の調査地点を設定し、鉛直方向に 3 地点（表層、中層、底層）で測定を実施した。

また、水質調査の他、底質、臭気、植生（繁茂状況等）、シジミを指標種とした生存率調査についても実験期間中 2～4 回の頻度で行った。

表 2-2 現地調査（水質）の概要

区分		測定項目	備考
水質調査	センサー調査	水温、溶存酸素(DO)、pH、濁度(SS)	実験区 1(11箇所) 実験区 2(9箇所) 対照区(5箇所)
	採水調査	SS、COD、T-N、T-P、クロロフィルa、フェオフィチン、NH ₄ -N、NO ₂ -N、NO ₃ -N、PO ₄ -P、植物プランクトン、動物プランクトン	実験区および対照区で各 1箇所 (採水して分析・同定)

3. 結果および考察

3.1 植物プランクトンへの効果

実験区および対照区での植物プランクトンの細胞数およびクロロフィルaの推移を図3-1に示す。

平成16年1月に対照区底層で、7月、10月は対照区中層で植物プランクトンの大量繁殖が見られた。また、3層の総細胞数の合計値も実験区と比較して、対照区では年間を通して多いことが確認された。また、クロロフィルaも同様の傾向を示している。このことは、湖流の創出により、アオコや淡水赤潮等水質を悪化させる大きな原因である植物プランクトンの大量繁殖を抑制できる可能性を示唆しているものと考えられる。

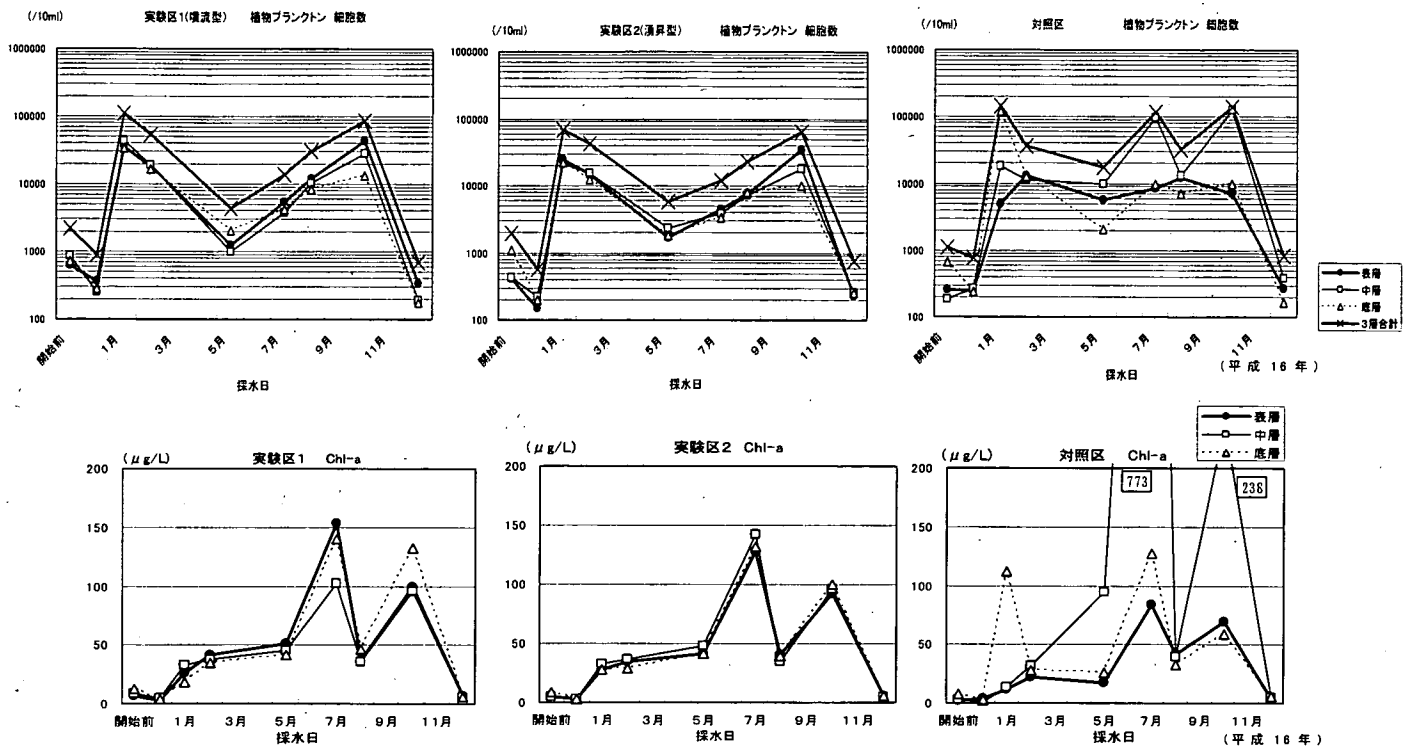


図 3-1 植物プランクトンの細胞数およびクロロフィルa(chl-a)の推移

3.2 COD等水質への効果

実験区および対照区でのCODの推移を図3-2に示す。

植物プランクトンの大量繁殖が確認された平成16年7月の対照区中層でのCOD 32mg/Lは、実験区の12mg/L程度に対して大きな値を記録した(chl-aも同様に高い値を示している)。この対照区での植物プランクトン繁殖が原因とみられる水質値の上昇は、CODだけではなくT-NやT-Pでも見られ、10月も同様の傾向であった。これらのことから、湖流創出は特定層での異常値の発生を抑制し、水質を均質化する効果があるといえる。

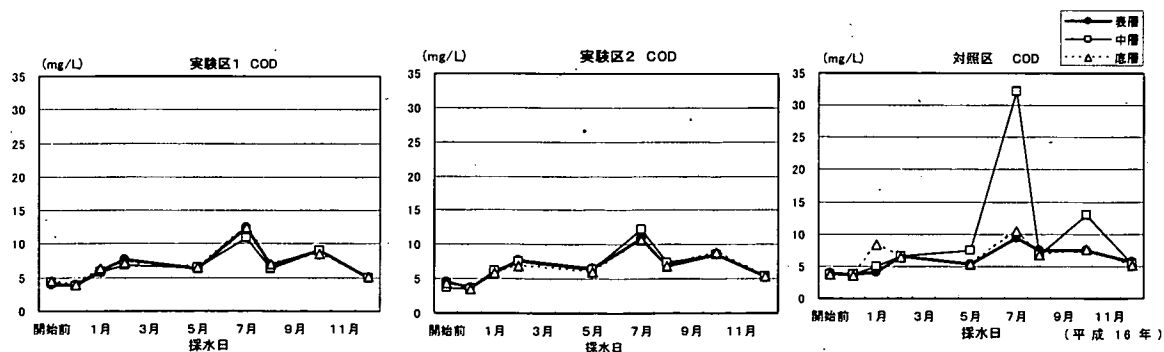


図 3-2 CODの推移

3.3 底質環境への効果

実験区および対照区での溶存酸素(DO)について、各区平均値の変化を図3-3に示す。

水温が20℃以上であった平成16年5月～10月のうち、5月、7月、10月では、対照区のDOが表層で高く、底層で低いという状態が確認できる。これは、水温の上昇により、表層付近では、植物プランクトンにより光合成が活発に行われるのに対して、光が届きにくい底層付近では、プランクトン等の呼吸や有機物分解により酸素が消費されるため、DOが低くなったと推察される。実験区においては湖流による水質の均質化が見られ、対照区と比較し底層のDOが高かった。なお、8月に全ての調査区でDOが低下した原因として、水面にヒシが繁茂したため、植物プランクトンの活動が抑制された結果と考えられる。

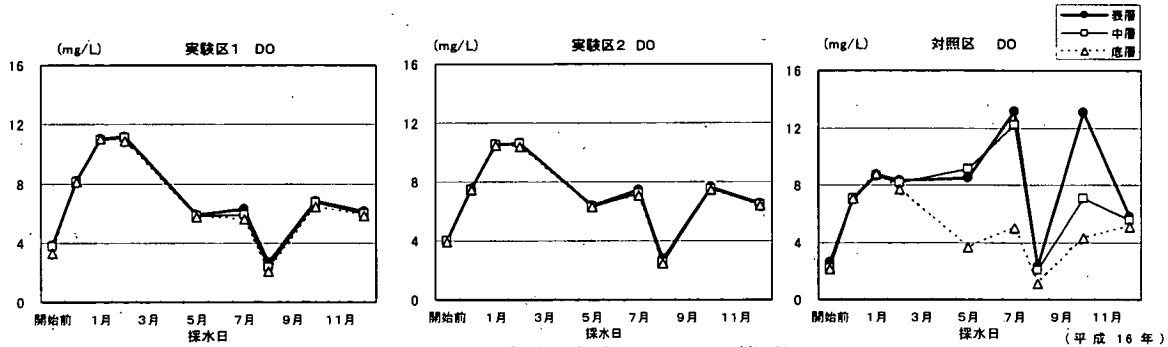


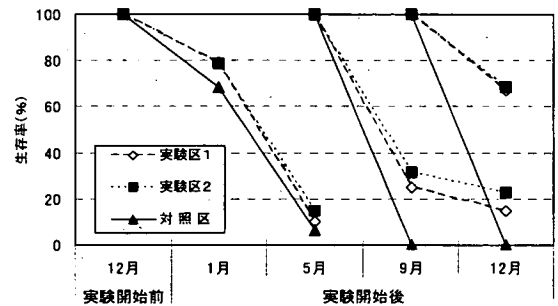
図3-3 溶存酸素(DO)の推移

次に、生物生息域への効果について、シジミの生存率の推移を図3-4に示す。

シジミを指標種として、平成15年12月、平成16年5月、9月に、実験区および対照区のそれぞれにシジミが入ったケースを一定期間沈め、その後、期間終了時に再びケースを取り出して生存個体および致死個体別に個体数を計測した。

調査の結果、対照区の底層でDOが低下した5月以降では、対照区においては、全ての個体が死滅したのに対し、実験区における生存率は高いものであった。

これらのことから、湖流の創出により、底層への酸素供給が行われるとともに、成層化が解消され、底質環境の改善の可能性が示唆された。



4. まとめ

湖流創出により期待される代表的な効果と調査結果の対比を図4-1に示す。

湖流創出により、底質攪乱によるSSの上昇、水草の増殖、それに伴う臭気の上昇が認められた。しかし、水質を均質化することにより、植物プランクトンやCODの異常高値回避、底質への酸素供給、底生生物の生育環境改善という効果を確認することができた。

2種類の実験装置の効果を比較すると、水質、底質や生物の生息環境等、湖流創出による総合的な効果はほぼ同等であった。このことから、噴流型と比較し、設置および維持費とも低コストである湧昇型が、今回実験を行った水域では費用対効果が高い装置といえる。

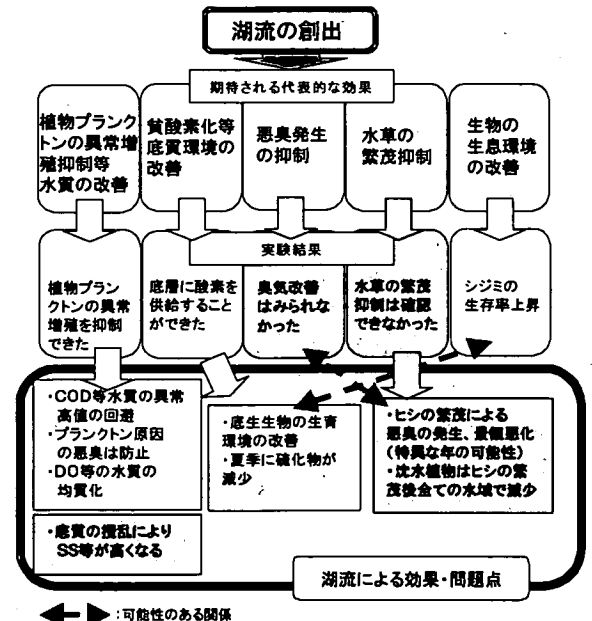


図4-1 実験結果と湖流創出による効果と問題点

6. 消波施設撤去がヨシ帯に及ぼす影響調査

独立行政法人水資源機構関西支社 事業部環境課

桜井 力

○水野 正明

独立行政法人水資源機構琵琶湖開発総合管理所 環境課

杉村 重憲

播磨 光一

(財)琵琶湖・淀川水質保全機構 調査研究部

柳田 英俊

1. はじめに

琵琶湖総合開発事業による湖岸堤の設置に伴い、消失したヨシ帯を復元するために、新たなヨシの植栽が行われたが、その前面に土留め及び消波のために捨石等の消波施設が設置された。しかし、消波施設は、ヨシ帯と水域を分断し、魚類等の生息環境や景観を阻害するため、ヨシ帯の安定化を待って、近年撤去されつつある。そこで、2002年11月に撤去された消波施設において、地形、ヨシ帯面積及び生育状況等の変化を調査することにより、施設の撤去がヨシ帯に及ぼす影響について検討を行った。

調査は3ヶ年計画で現在も実施中であるが、本稿は、2ヶ年の調査結果をとりまとめて報告するものである。これによって、現在も各機関で行われているヨシ帯復元及び新たな湖岸創出手法に寄与するものと考えている。

2. 調査の概要

2.1 調査目的

調査は主に以下の2点の把握を目的として実施した。

- ・ヨシ帯の地盤保持機能
 - ・植栽したヨシ帯の自然植生への遷移状況
- なお、上記目的を把握するため、表-1に示す調査を行っている。

表-1 調査項目一覧

項目	年度	2002			2003		2004	
		秋季	春季	夏季	秋季	春季	夏季	秋季
地盤高調査		○	○		○	○		○
面積調査		○	○		○	○		○
底質調査		○	○	○	○	○	○	○
植生調査		○	○	○	○	○	○	○
ヨシ生長調査		○	○	○	○	○	○	○

2.2 調査場所

調査場所は、2002年11月に消波施設を撤去した滋賀県草津市下笠町地内(図-1)とし、消波施設を撤去したヨシ帯の範囲(以下「実験区」という)を調査区域とした。また、比較のために消波施設がないヨシ帯の自然植生の範囲(以下「対照区」という)についても調査を行った。

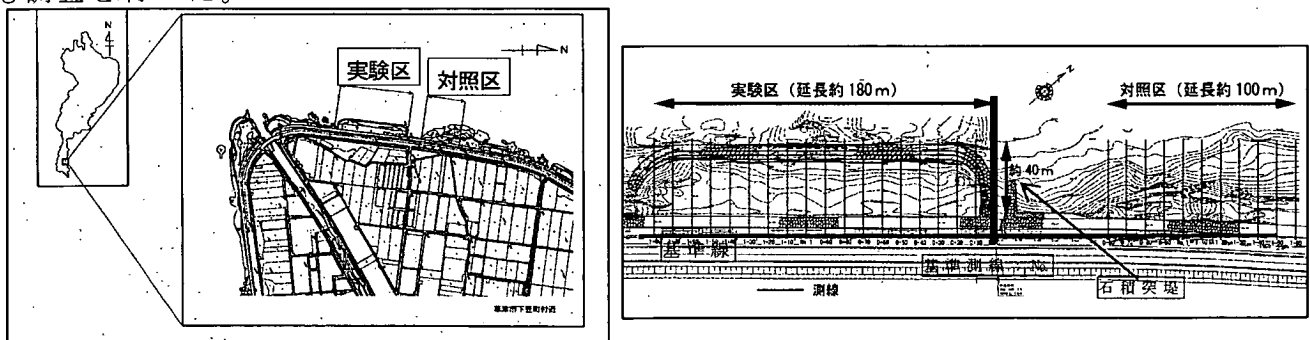


図-1 調査場所位置図、詳細図

2.3 調査結果

(1) 地盤高調査

図-2に示すとおり、実験区では消波施設撤去直後に撤去範囲付近の急勾配部が浸食したが、それ以降は顕著な浸食、堆積傾向は見られず、直近の2004年6月から11月については、多くの台風襲来にもかかわらずほとんど変化を示していない。一方、対照区では、調査期間を通じて全体的に大きな地形の変化は見られなかった。

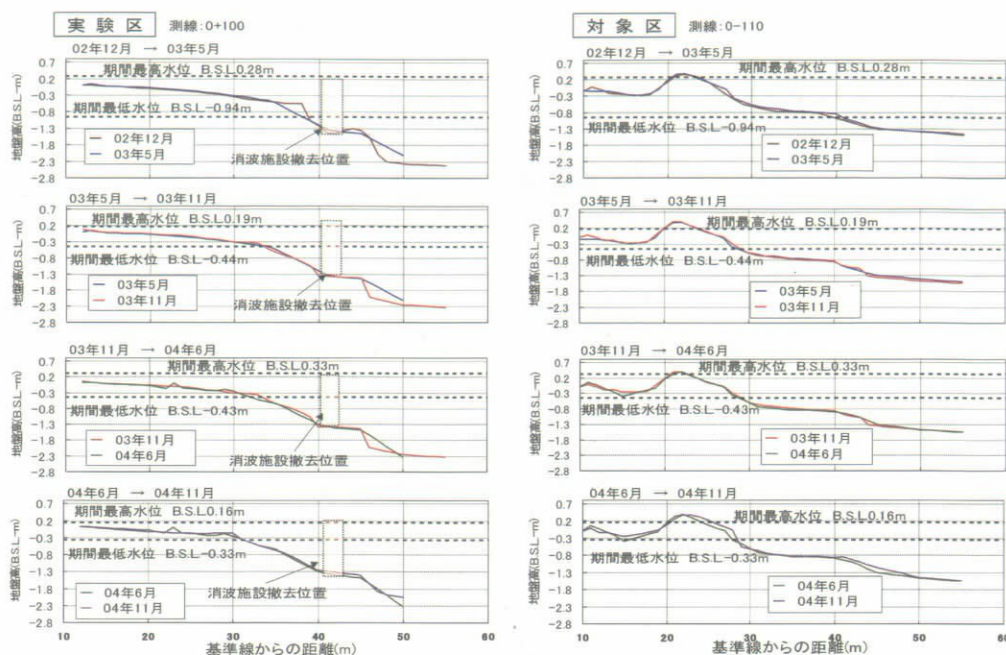


図-2 実験区、対象区断面経時変化

(2) 面積調査

ヨシ帯面積の経年変化を図-3に示す。実験区において、石積突堤付近の陸地側が減少しているが、これはヨシ帯が、別の群落に遷移したためである。また、実験区の沖側で若干面積が減少しているが、これは前述した撤去初年度の地盤浸食が影響しているものと推測される。

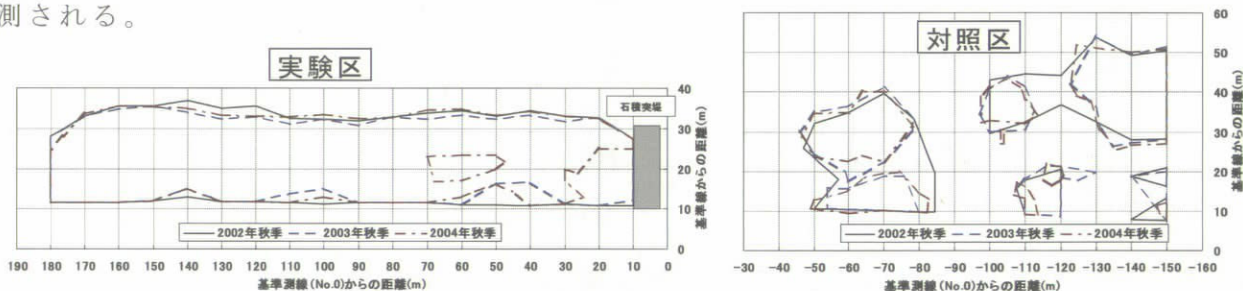


図-3 ヨシ帯面積の比較

経年的に見ると、撤去初年度の地盤浸食によると考えられる初期の減少はほぼ終了し、安定化している傾向は見られるものの、現時点でもまた若干の減少があり、完全に安定しているとはいえない状況にあると考えられる。

(3) 底質調査

粒度構成比の経時変化を図-5に示す。沖側の実験区においては、礫分が減少傾向にあり、全体として細粒化する傾向が見られるが、対照区ほど細粒成分は卓越していない。一方、陸側は、実験区の方がやや粗粒成分が多いものの、両者は同様の細粒化傾向を示している。

土壌のリン含有率の経時変化を図-6に示す。消波施設撤去直後の実験区沖側で $4390 \mu\text{g/g}$ と非常に高濃度であったが、その半年後の調査以降は対照区にほぼ近い値で推移している。この値は、

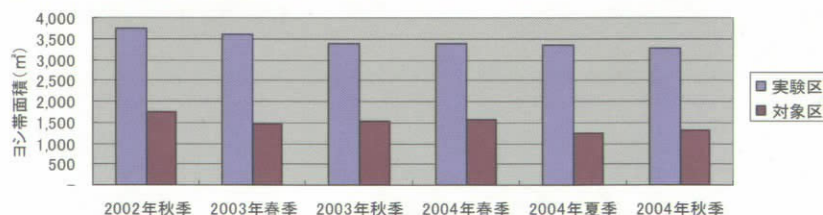


図-4 ヨシ帯面積経時変化

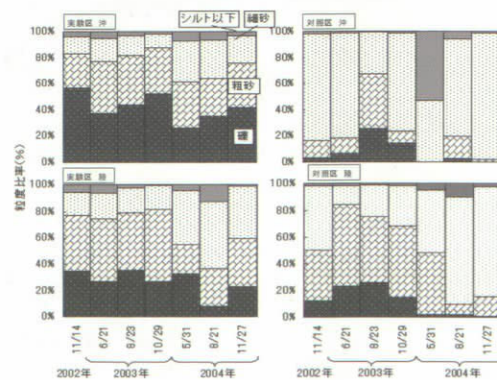


図-5 地点別粒度構成比の経時変化

田中ら¹⁾が測定した琵琶湖周辺の自生ヨシ群落の平均値 $230 \mu\text{g/g}$ よりやや大きな値となっている。一方、陸側は実験区、対照区ともほぼ一定の値を示している。

窒素については、2003年6月の実験区陸側で非常に高い値を示しているが、それ以外は施設撤去後も大きな変化を示していない。なお、両調査区とも沖側より陸側で高い傾向を示している。土壌への窒素供給源はヨシの落葉と考えられるが、沖側ではこれが流出してしまうためと考えられる。

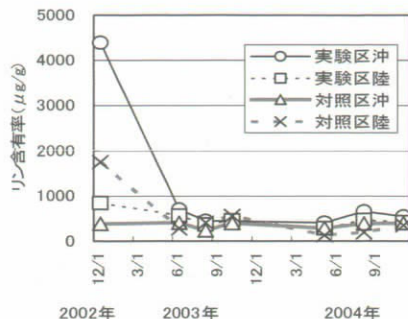


図-6 土壌のリン含有率の地点別の経時変化

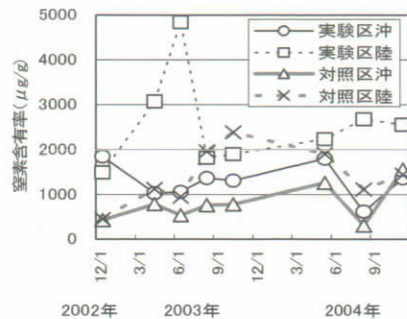


図-7 土壌の窒素含有率の地点別の経時変化

(4) 植生調査

植生調査の経年変化を図-8に示す。実験区において、消波施設撤去直後の調査では、水際線沿いにアオガヤツリ、スズメノヒエ等の群落が生えていたが、翌年以降消失した。その理由としては、前述の地盤高に示すとおり、当該範囲の浸食による植生基盤が流出したことによるもの推測される。また、陸側でアメリカセンダングサ、ウキヤガラ群落等への遷移が見られる。

定点コドラート構成種の経年変化を図-9に示す。両調査区ともヨシが主要構成種となっているが、その他の主要構成種について、実験区では、ほとんどの種が主要10種の中で変動しているが、対照区では実験区のような傾向が見られない。また、両調査区のいずれも被度5のコドラートが少なくなり、2004年の秋季には消滅している。

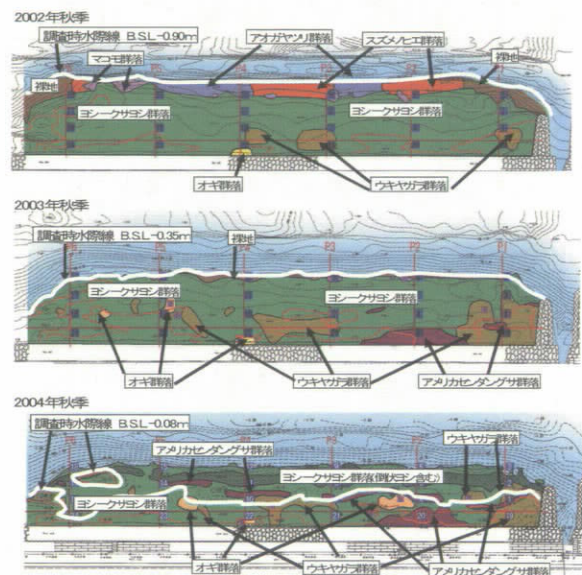


図-8 実験区における植生経時変化

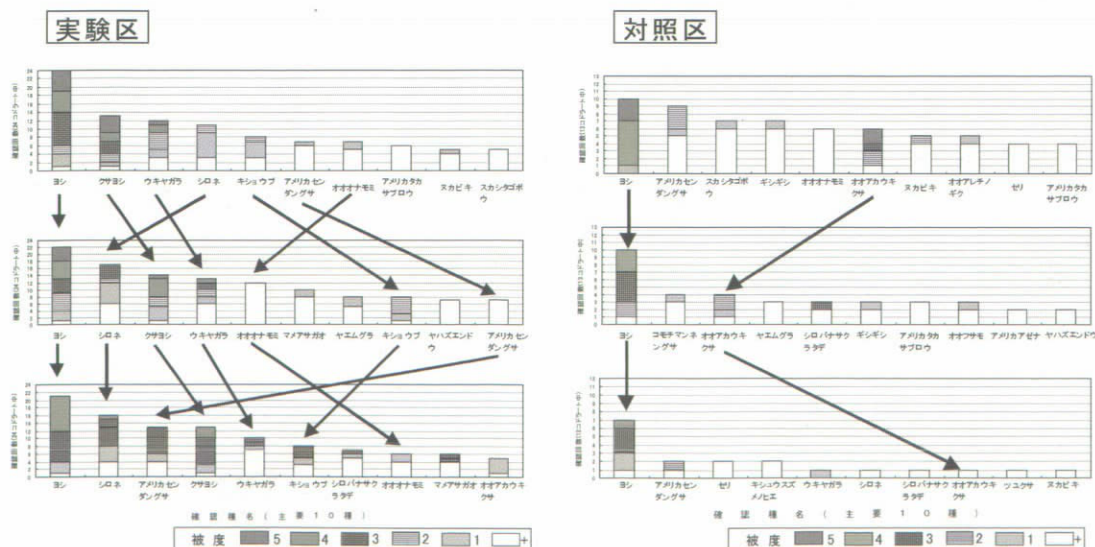


図-9 コドラート構成種の経時変化

(5) ヨシ生長調査

実験区と対照区との茎個体数密度の経時変化を図-10に示す。2002年秋季調査では実験区で142本/㎡、対象区で92本/㎡であったが、両調査区とも茎個体数密度が減少してきている。施設撤去直後は、実験区の密度は対照区と比較して大きな値を示していたが、時間の経過とともにその差は小さくなっている。また、2001年の田中らの調査¹⁾によると、琵琶湖の自生ヨシ群落の平均的な茎個体数密度は49.8本/㎡であり、撤去後の実験区の状況は自生群落に近づきつつあると考えられる。

ヨシ最長草高の平均値の経時変化を図-11に示す。草高は、施設撤去後も実験区は対照区と同様の傾向を示しているが、前述の茎個体密度とは逆に対象区の方が大きな値を示している。

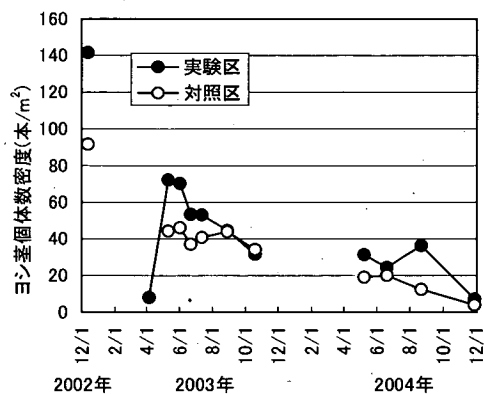


図-10 ヨシ個体数密度の経時変化

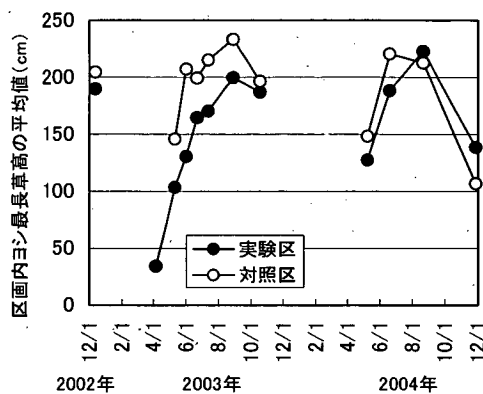


図-11 ヨシ最長草高平均値の経時変化

3. まとめ

本報告では、消波施設撤去後のヨシ帯における地形、ヨシ帯面積、植生等の変化を調査した。これにより得られた結果は以下のとおりである。

- ・地盤高調査結果による地形の変化は、ほぼ安定してきており、ヨシ帯の地盤は保持されているものと考えられる。
- ・ヨシ帯面積の変化は、消波施設撤去後の地盤浸食により減少が生じたものの、その後安定した傾向を示している。
- ・底質は、沖側については撤去後変化し、徐々に対照区あるいは琵琶湖周辺の自生ヨシ群落の状況に近づいていると考えられる。陸側については、撤去直後から実験区は対照区と同様の状況であり、窒素における一部の値を除き、両調査区とも同様の変化を示している。
- ・植生は様々に変化し、どのような状況を本来のヨシ群落の植生とするかの判断は難しいが、例えば、消波施設付近にあった帰化植物のチクゴスズメノヒエ群落の消失は、消波施設の撤去の効果と捉えることもできる。
- ・ヨシ生育状況は、施設の撤去により、対照区や自生ヨシ群落の状況に近づいていると考えられる。

今回の調査により、消波施設撤去による短期的なヨシ帯の変化はほぼ把握することができた。しかし、植生の遷移状況等長期的に変化する項目については十分な評価ができなかった。今後ともモニタリングを実施することにより、長期的な変化を把握する必要があると考えられる。

4. 参考文献

- 1) 田中周平：ヨシの生育影響要因と植栽条件に関する研究，立命館大学学位論文，2002

7. 曝気循環付浮島方式による水環境改善実験

東亜建設工業(株) 鈴木 秀男

○田中ゆう子

早川 光

(財)琵琶湖・淀川水質保全機構 調査研究部 和田 浩幸

1. 実験の目的

水深の浅い内湖やため池などでは、水質や景観を悪化させる植物プランクトンの増殖抑制が課題となっている。このため、これらを捕食する動物プランクトンの生息空間として「紐状接触材付き浮島(図 1-1)」と水循環を促す「曝気循環装置(図 1-2)」を組み合わせ、植物プランクトンの増殖抑制による水質浄化を試みた。接触材付き浮島は、動物プランクトンの密度を高め、植物プランクトンを捕食させる目的で取り入れており、一つのバイオマニピュレーションとして捉えた。また、曝気循環装置は連続曝気により水中に鉛直流を発生させ、連続的な密度流により水域全体の循環を図るものである。



図 1-1 紐状接触材付き浮島

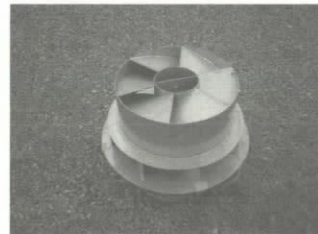


図 1-2 曝気循環装置

2. 実験の概要

紐状接触材付き浮島の適切な規模を確認するため、琵琶湖型池に複数の隔離水塊(5m×5m×h:0.5m)を設けた(図 2-1)。同池において紐状接触材(φ45mm、L=0.3m、50本/m²、ポリプロピレン・ビニロン製)を垂下した浮島(1.3m×1.3m)を用いて接触材の有無や浮島の面積などに着目し、何も置かない対照とSSやクロロフィル-a、水温、pH、DO等について比較し、水質の改善効果を把握した。また、図 2-2 に示す深池型浄化実験施設の2つの水槽(20m×3m×h:2m)において紐状接触材付き浮島に曝気循環装置を加えたケース(以下曝気浮島槽)と対照の2ケースを設け、SSやクロロフィル-a、動植物プランクトンの種組成および生物量に着目し、浄化効果を定量的に把握した。屋外水槽には琵琶湖に流入する河川の一つ、葉山川の水が0.5m³/hの割合で流入するように設定した。曝気浮島槽の曝気装置には、コンプレッサーから1.0~1.5L/minで送気を行なった。なお、動物プランクトンを捕食するブルーギルの稚魚等の影響を抑えるため、隔離水塊、深池型浄化実験施設とも事前に底曳き網によりこれらの除去を行った。



図 2-1 琵琶湖型池の隔離水塊

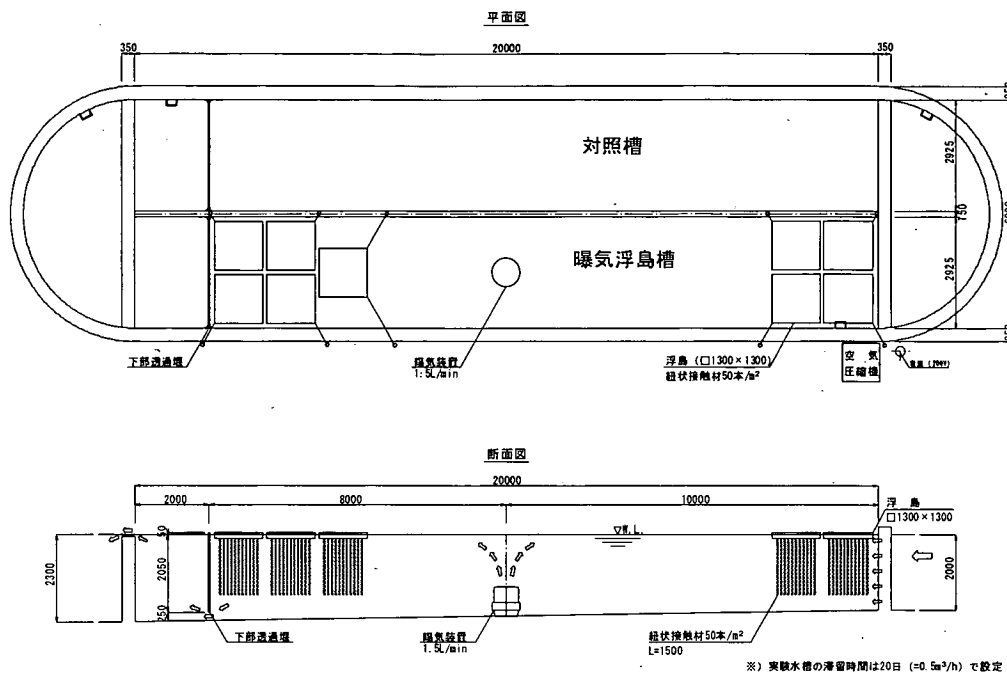


図 2-2 深池型浄化実験施設

3. 実験の結果と考察

3.1 遮光および紐状接触材による植物プランクトンの増殖抑制

琵琶湖型池の隔離水塊で行なった異なる 3 ケースの結果 (2004 年) を図 3-1 に示す。ケース 1: 水面積に対して遮光率 30% の接触材無し浮島 (図中 30%)、ケース 2: 遮光率 15% で紐状接触材有り浮島 (図中 15%+Cord) およびケース 3: 対照池のクロロフィル-a の変化を比較すると、対照池に対し 15%+Cord のケースで最も低くなる傾向がみられた。対照池のクロロフィル-a 量を 1 としたとき、15%+Cord のケースでは、クロロフィル-a 量が平均で約 5 割程度低くなった。2003 年では、ケース 1 のクロロフィル-a の削減効果が安定しなかったことから、対象水域の生物量や組成によっては、遮光のみでクロロフィル-a の低下を図ることが難しく、接触材などとの組み合わせが有効であると考えられる。なお、動植物プランクトンを分析した結果、いずれのケースも 8~9 月は緑藻が優占種となり、10 月には珪藻類へ移行した。この期間の主な動物プランクトンは、ワムシ類とコペポダのノープリウス幼生であった。実験当初に期待した大型動物プランクトンのダフニア等の増殖はみられず、効率よく植物プランクトンを捕食させるレベルには達することができなかった。

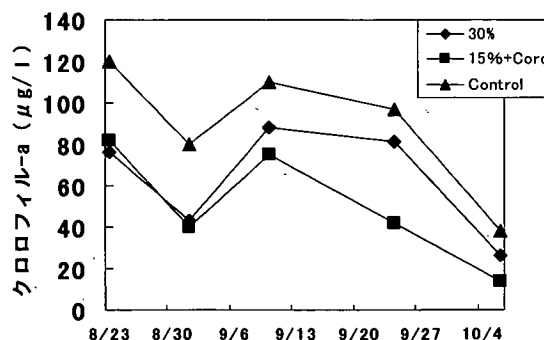


図 3-1 隔離水塊のクロロフィル-a 変化

また、接触材の上部を遮光材で覆わないケース (Cord) と接触材の上部を遮光したケース (Shade+Cord) の動物プランクトンについて図 3-2 に示す。Shade+Cord では、8 月に紐状接触材 30cm あたりの動物プランクトンが「Cord」よりも 4.5 倍多い、約 350,000 個体がみられた。このことから、接触材を固定する浮島の遮光性を高めることにより、さらに動物プランクトンの生息しやすい環境になると考えられる。なお、接触材 (遮光性あり) における動物プランクトンの個体数の季節変化を 2003 年と比較すると、いずれも優占種はワムシ

類であったが、2004 年の方が個体数が多く、1 年を経て生物量は増加する傾向にあった。

以上から、紐状接触材付き浮島の面積が水面積に対して 15% 程度から接触材の動物プランクトンの生息が高まり、その結果植物プランクトンの増殖抑制効果が現れると考えられる。また、遮光性のある浮島に接触材を垂下する方が、動物プランクトンが生息しやすいことがわかった。

3.2 曝気循環による植物プランクトンの生産抑制

紐状接触材に曝気循環装置加えた深池型水槽の結果を図 3-3～図 3-6(2004 年)に示す。

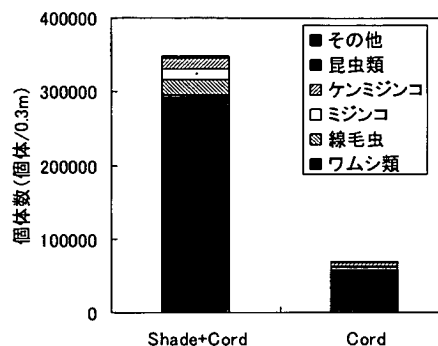


図 3-2 接触材の動物プランクトン量

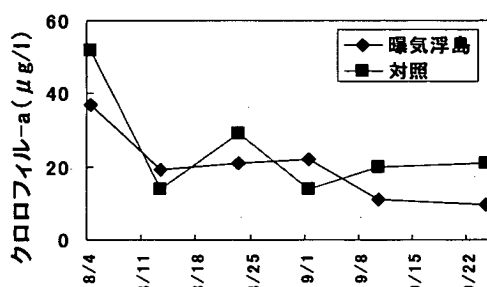


図 3-3 深池型水槽のクロフィル-a 変化

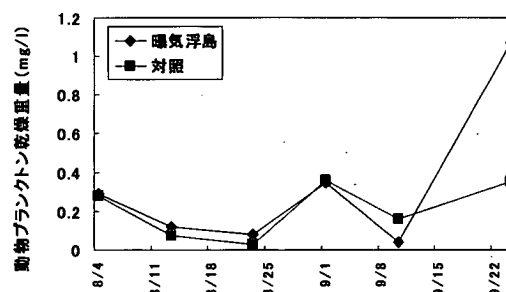


図 3-4 深池型水槽の動物プランクトン変化

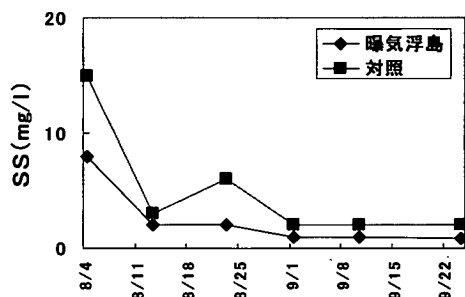


図 3-5 深池型水槽の SS 変化

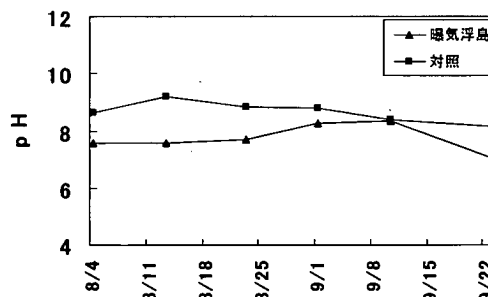


図 3-6 深池型水槽の pH 変化

9 月 1 日の曝気浮島槽では動物プランクトンの増加により高かったクロロフィル-a が、9 月 10 日に低くなるトップダウン効果が部分的に捉えられた。動物プランクトンの増加により摂餌圧が高まり、植物プランクトンの低減につながったと考えられる。曝気浮島槽では 8 月の優占種がクリプトモナスで 9 月が緑藻のクロロゴニウム、対照槽では 8 月の優占種が緑藻のクラミドモナス、9 月が珪藻のタイコウケイソウであった。曝気浮島槽の SS (図 3-5)は対照槽の SS を 1 としたとき、平均で約 5 割程度に抑えられた。隔離水塊の紐状接触材だけを用いたケースではみられなかったが、曝気循環装置を加えたケースでは、pH の上昇の緩和やアオミドロの繁茂抑制がみられ、さらに、ミクロキスティスやアナバナ等藍藻類の消失が観察された。

3.3 接触材の動物プランクトンと種多様性とSS削減

図3-7に示すように接触材に生息する動物プランクトンの種多様性が高いほどSS削減効果が高い傾向がみられた(シャノン指数：式(1)により多様度指数を算出)。

$$H' = - \sum_{i=1}^S n_i/N \log(n_i/N) \dots\dots\dots (1)$$

n_i ：種別個体数， N ：総個体数， S ：総種類数

動物プランクトンの餌に対する嗜好性は知られるところであるが、多様な種の動物プランクトンが生息することにより、餌として捕食される植物プランクトン種の幅が広がり、SSの削減につながった可能性がある。しかし、本実験結果から大型動物プランクトンへ種組成が移行できない水域においても、動物プランクトンの多様性を高めることにより、SSの削減に寄与できると思われる。

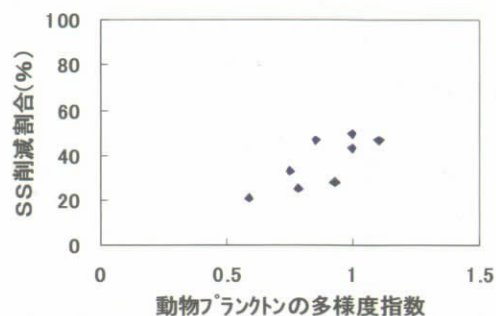


図3-7 接触材の動物プランクトンの多様度指数とSS削減割合の関係

4. まとめ

浮島による遮光および浮島下部に取りつけた紐状接触材がそれぞれ、植物プランクトンの生産抑制にどの程度寄与し、さらに、曝気循環装置による循環を組み合わせた場合、どの程度水質を向上させるのかを定量的に把握した。本実験で取り入れたバイオマニピュレーションは、一般的には生態系において目的とする種の構成や密度を変える技術として、特に生態系にある種を加える事例がよく知られるが、本研究では、既存の生物の密度を変える形で実施した。その結果、紐状接触材は、動物プランクトンの生息空間となるとともに植物プランクトンの捕食を促して、クロロフィル-a、SSを低減させることがわかった。また、ダフニアなどの大型動物プランクトンへの移行はみられなかったが、紐状接触材に多様な動物プランクトンが生息することによって、植物プランクトンだけでなく、その他の懸濁物質も摂取され、SSが削減することが捉えられた。さらに、対象水域の動植物プランクトンの組成によっては、餌の嗜好性による理由から動物プランクトンの増殖が必ずしも全ての植物プランクトンの削減につながらない場合が考えられたが、本研究では曝気装置の循環を加えることにより、動物プランクトンの餌になりにくいアオコ等のラン藻類に対しても増殖し難い環境をつくり、繁殖を抑制する効果が認められた。



図3-8 深池型水槽の対照(右)に大発生したアオミドロ

5. 参考文献

- 1) 浅枝隆(1999) バイオマニピュレーションの数値解析, 水環境学会誌, Vol. 22 1999年1月号 pp.8-12
- 2) 浜島繁隆、土山ふみ、近藤繁生、益田芳樹(2001), ため池の自然, 信山社サイテック

8. 実験センターにおける生物調査

国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所 河川環境課

宮本 昇

臼井 義幸

滋賀県琵琶湖環境部 自然環境保全課

柳田 英俊

(財)琵琶湖・淀川水質保全機構 調査研究部

和田 桂子

○工藤 慶庸

1. 目的

琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター（以下、「実験センター」という）では平成 10 年から魚類の生息状況調査を実施し、最近ブルーギルが大幅に増加していることが確認された。

そこで、本調査は実験センターにおける外来魚の生息・繁殖状況を把握することにより、ブルーギルの増殖抑制・駆除のための基礎的知見を得ることを目的として実施した。

2. 調査概要

2.1 調査場所

調査は、実験センター内の多自然型水路及びその周辺で実施した（図 2-1）。

実験センターを流れる水は、葉山川河口からポンプで取水した後、コンクリート水路、J 字水路、多自然型水路を経て琵琶湖に放流する。琵琶湖型実験池へは J 字水路から分流し、多自然型水路中流部に合流する。また各水処理実験施設へはコンクリート水路から分岐する。各水処理実験施設への供試水は、平成 12 年度まで多自然型水路中流部に合流するようになっていたが、平成 13 年度に流路を付け替えたため、下流部に変更となった。

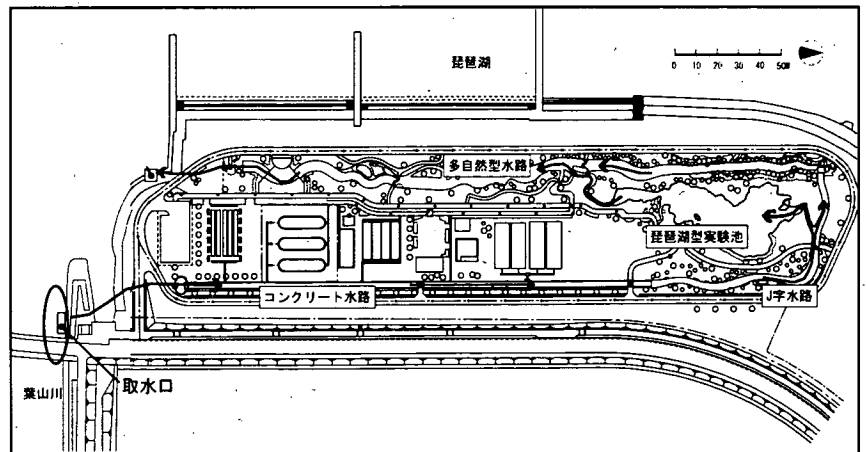


図 2-1 実験センター施設概要

2.1 調査項目と調査実施時期

調査項目とその実施時期を表 2-1 に示す。

表 2-1 調査項目と調査実施時期

調査項目	対象	調査年度	調査月											
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
モニタリング調査	魚類	H10～		○			○		○			○		
進入状況調査	取水口からの進入状況	仔稚魚		○	○	○	○		○			○		
		H16		○	○	○	○		○					
外来魚実態調査	生息状況・繁殖状況	ブルーギル		○	○	○	○		○					

3. 調査結果

3.1 モニタリング調査

平成 10～16 年のモニタリング調査結果概要を表 3-1 に示す。

個体数優占種をみると、多自然型水路及び J 字水路ではタイリクバラタナゴ、コンクリート水路では遊泳力の強いオイカワ、琵琶湖型実験池では止水を好むブルーギルが最優占種であった。

ブルーギルが多く確認された琵琶湖型実験池における魚類個体数の経年変化を図 3-1 に示す。個体数は投網 1 人×3 回、タモ網 2 人×30 分、セルびん 2 個×30 分での採集個体数合計である。

魚類個体数の経年変化をみると、平成 12 年度までタイリクバラタナゴが最も多かったが、平成 13 年度以降はブルーギルが最も多くなっており最優占種となった。ブルーギル以外の魚種については個体数の顕著な減少は認められず、琵琶湖型実験池ではブルーギルのみが大幅に増加していた。

3.2 進入状況調査

平成 15、16 年において葉山川から実験センターに取水ポンプを通して進入した魚類の経月変化を図 3-2 に示す。5～7 月はハゼ科、8 月ではコイ科及びハゼ科、10 月ではアユ（図ではその他で記載）が多くを占めた。また、外来魚であるブルーギルは平成 15 年 6、7 月、平成 16 年 6、8 月の 4 回、オオクチバスは平成 16 年 6 月の 1 回のみ採集されたが、個体数割合はいずれも低かった。

ブルーギルの進入個体数の経月変化を図 3-3 に示す。進入個体数は平成 15 年の 6 月に 87.6 個体/時間、7 月に 18.3 個体/時間の進入がみられたが、平成 16 年では 6 月に 0.6 個体/時間、8 月に 0.2 個体/時間と著しく減少していた。また、ブルーギルが採集された時期は本種の産卵期（6 月上旬～7 月下旬）とほぼ合致していた。さらに、採集されたブルーギル仔魚のサイ

表 3-1 モニタリング調査結果概要

		多自然型水路下流	多自然型水路中流	多自然型水路上流	J 字水路	コンクリート水路	琵琶湖型実験池
個 体 数	H10	277	213	61	101	-	-
	H11	257	412	394	136	225	329
	H12	299	382	509	340	187	307
	H13	729	710	364	286	249	374
	H15	311	142	241	523	146	367
	H16	769	355	661	1,936	696	1,112
	合計	2,642	2,214	2,230	3,322	1,503	2,489
個体数優占種上位3位		タイリクバラタナゴ 1,317 (49.8)	タイリクバラタナゴ 1,065 (48.1)	タイリクバラタナゴ 1,444 (64.8)	タイリクバラタナゴ 2,018 (60.7)	オイカワ 375 (25.0)	ブルーギル 1,225 (49.2)
数字は個体数 ()は個体数割合 を示す		タイリクバラタナゴ 377 (14.3)	タイリクバラタナゴ 357 (16.1)	メダカ 208 (9.3)	メダカ 591 (17.8)	タイリクバラタナゴ 244 (16.2)	タイリクバラタナゴ 632 (25.4)
		トウヨシノボリ 296 (11.2)	トウヨシノボリ 240 (10.8)	オイカワ 175 (7.8)	トウヨシノボリ 289 (8.7)	トウヨシノボリ 198 (13.2)	モツゴ 220 (8.8)

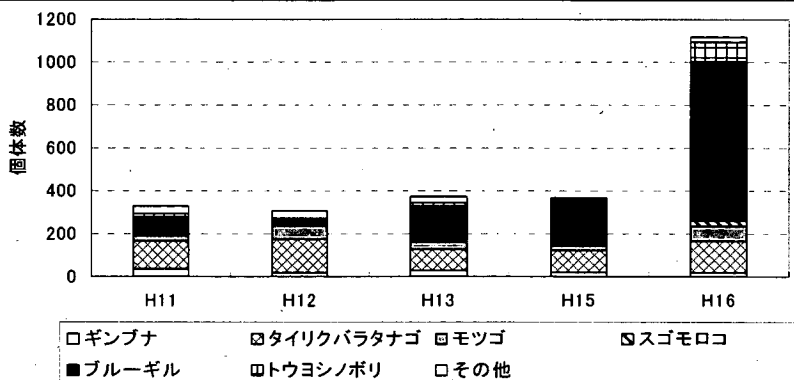


図 3-1 魚類個体数の経年変化（琵琶湖型実験池）

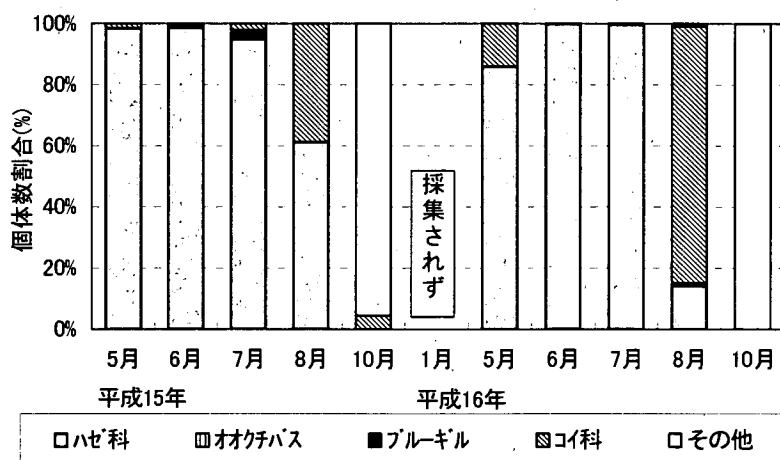


図 3-2 進入魚個体数割合の経月変化

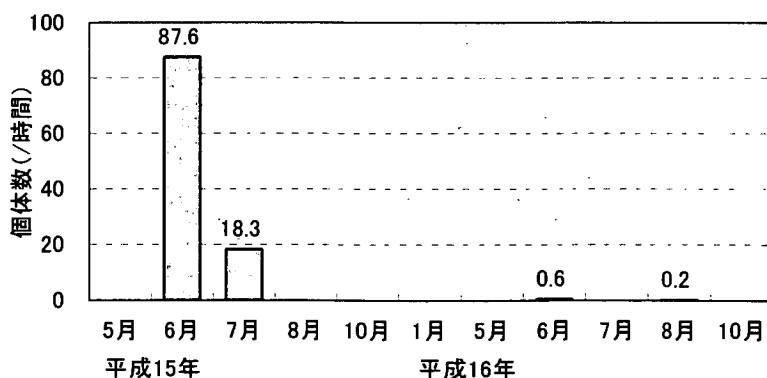


図 3-3 ブルーギルの進入個体数の経月変化

ズは最大全長 11.2mm であり、各鰭とも完成しておらず、遊泳力も著しく弱く産卵床から浮出直後の個体と推定された。このことから進入個体数は調査時間（採集ネット設置時間 1 時間）中に孵化群を捕らえたかによる偶然性が高いと考えられた。

ブルーギルの進入個体数の経時変化を図 3-4 に示す。ブルーギルが最も多く採集された時刻は 0:00、次いで 6:00 が多かった。このことから、ブルーギル仔魚は主に夜間に産卵床から浮出していると考えられた。

以上より、実験センターに進入するブルーギルは産卵期である夏季の夜間に進入し、進入個体のほとんどは浮出直後の仔魚であった。

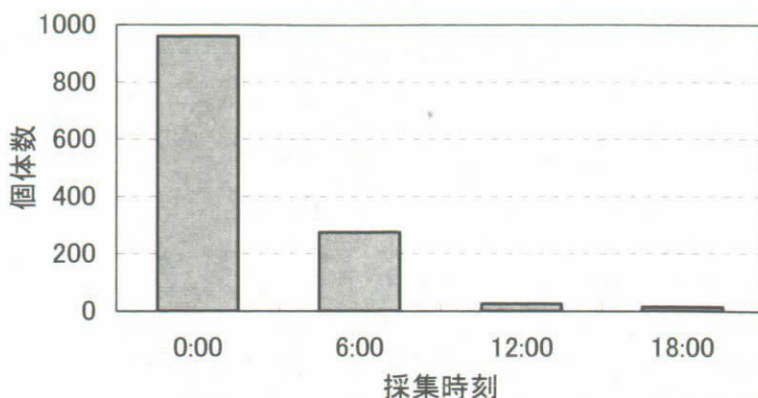


図 3-4 ブルーギルの進入個体数の経時変化

3.3 外来魚実態調査

3.3.1 繁殖状況

実験センター内でのブルーギルの繁殖の可能性を確認するために、モニタリング調査でブルーギルが多く採集された琵琶湖型実験池でブルーギルの繁殖状況を観察した。ブルーギルの産卵床が確認された地点を図 3-5、3-6 に示す。

ブルーギルの産卵床は 5 月に琵琶湖型実験池東岸部で 8 箇所、6 月には東岸部で 3 箇所、西岸部で 1 箇所確認された。産卵床が確認された地点は底質が砂～礫で泥の堆積が少なく、水深 0.33～0.42m の岸際であった。また、湖岸にはヨシが植栽されているが、産卵床はヨシの沖側で確認した。

確認した産卵床ではブルーギルの卵、仔魚、親魚のいずれも観察できなかったが、これは仔魚保護期間が終了した、産卵床を造ったが産卵しなかった、調査により魚が散逸した等の理由が考えられた。

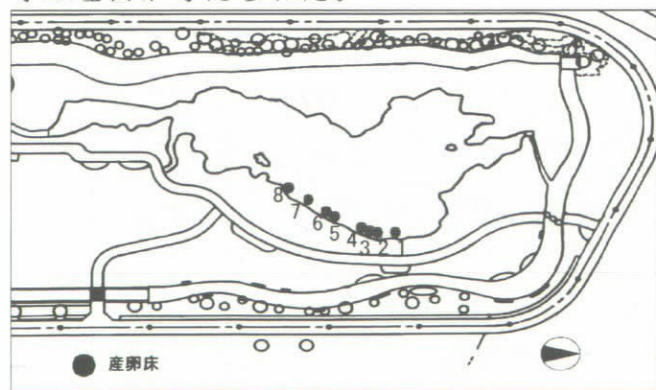


図 3-5 琵琶湖型実験池における
産卵床確認地点 (平成 16 年 5 月)

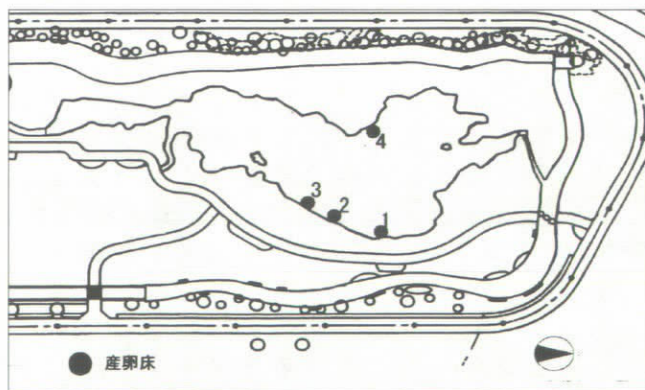


図 3-6 琵琶湖型実験池における
産卵床確認地点 (平成 16 年 6 月)

平成 16 年には確認できなかったブルーギル仔稚魚が平成 17 年 6 月 14 日に琵琶湖型実験池において確認された。仔稚魚が採集されたのは平成 16 年に産卵床を確認した場所であるが、仔稚魚採集時には琵琶湖型実験池の透明度が低く、肉眼での産卵床の確認はできなかった。しかし、仔稚魚を採集した場所では成熟した親魚も採集しており、ブルーギルは琵琶湖型実験池で繁殖しているものと考えられた。

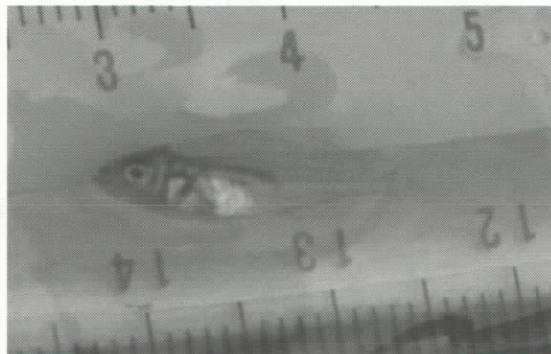


図 3-7 ブルーギル稚魚 (全長 21mm)
平成 17 年 6 月 14 日採集

3.3.2 生息状況

平成 16 年度に琵琶湖型実験池で採集されたブルーギルの尾叉長の経月変化を図 3-7 に示す。個体数は投網 20 回、タモ網 1 人×3 時間の合計数である。

5 月では孵化から 1 年以上経過したと考えられる個体のみが採集され、6 月には当歳魚と考えられる個体が採集され始めた。外部からブルーギルの進入が確認される時期は 6 月からとなっており、琵琶湖型実験池で当歳魚が採集され始める時期と合致した。

実験センターでは人為的にブルーギルを放流していないため、現在生息するブルーギルは進入後定着した個体が繁殖し、平成 13 年以降ブルーギルが急増したと考えられた。現在でもブルーギルは大幅に増加しているが、外部から進入する個体数は少ないと考えられ、実験センターのブルーギルは主に繁殖により増加しているものと考えられた。

4. まとめ

今回の調査結果から実験センターではブルーギルが繁殖していることが確認された。現在、ブルーギルが繁殖しているのは、止水環境である琵琶湖型実験池のみであり、成長した個体についてもほとんどは琵琶湖型実験池に生息している。琵琶湖型実験池以外の水路では琵琶湖で著しく減少しているとされるメダカ、タモロコなどの在来魚が比較的多く確認され、人工水路でありながら様々な魚類の生息環境となっている。

今後は琵琶湖型実験池で大幅に増加し、繁殖しているブルーギルを対象に駆除・管理手法に係るデータを収集しながら、実験センター内のブルーギルの増殖を抑制し、実験センター内における在来魚の保全が課題である。さらに、ここで得たデータを琵琶湖・淀川水系における水辺環境の再生・創造に活用していくことが重要であると考えられる。

5. 参考文献

- ・環境省編(2004) オオクチバス・ブルーギルが在来生物群集及び生態系に与える影響と対策, 財団法人自然環境研究センター
- ・中井克樹(2002) 特集 I 琵琶湖の在来淡水魚の危機 琵琶湖における外来魚問題の経緯と現状, 遺伝 56, 巻 61 号

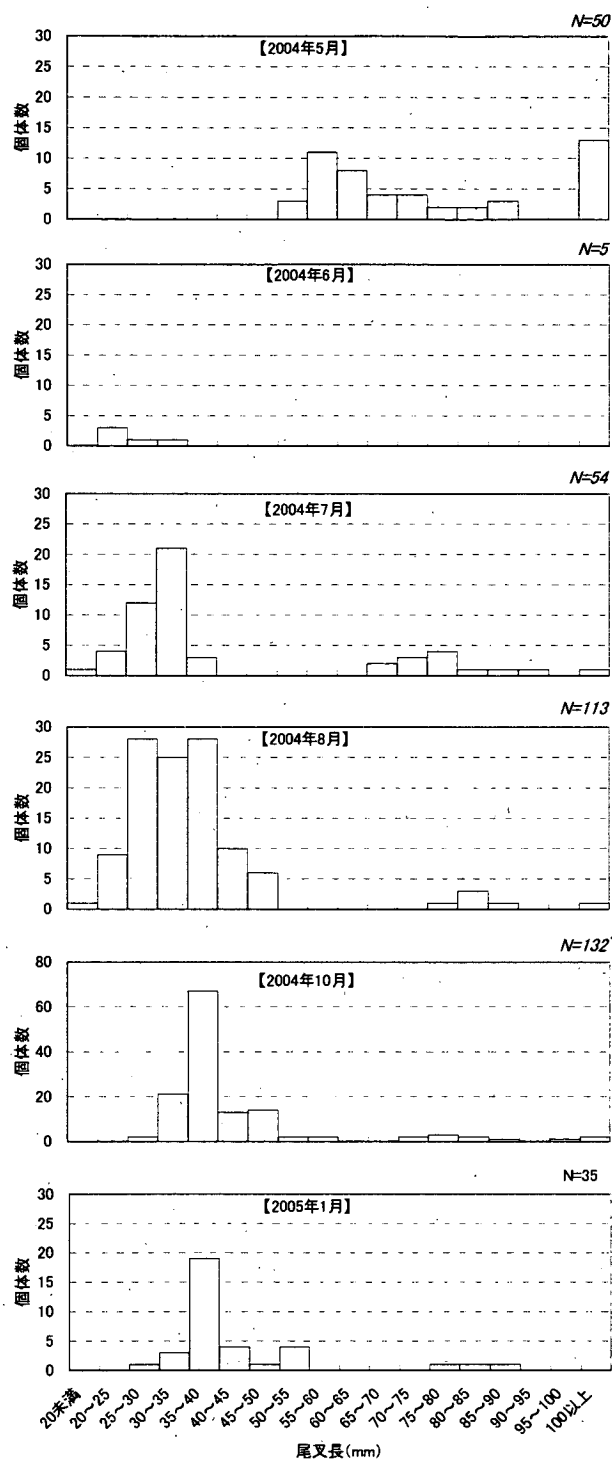


図 3-7 採集されたブルーギル尾叉長の経月変化 (琵琶湖型実験池)

9. 土壌浄化施設水質モニタリング調査

国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所 河川環境課

宮本 昇

臼井 義幸

滋賀県琵琶湖環境部 自然環境保全課

柳田 英俊

(財)琵琶湖・淀川水質保全機構 調査研究部

和田 桂子

○和田 浩幸

1. 目的

本土壌浄化施設は、琵琶湖南湖へ流入する新草津川の水質浄化を行い、富栄養化の原因となっている栄養塩負荷(リン)を削減することを目的に、平成13年に新草津川と北川の合流点に建設された施設である。

本発表では、土壌浄化施設の稼動・通水後の浄化能力の経時変化を把握することを目的に実施した調査結果について報告する。

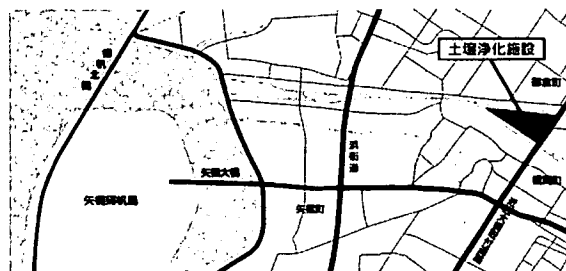


図 1-1 施設位置図

2. 調査内容

2.1 施設概要

本土壌浄化施設は、表2-1に示すとおり前処理槽(沈砂池)と土壌槽2槽から構成されている。土壌浄化施設における通水方式は上向流方式、通水速度は $1.6\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 、通水量は $2,160\text{m}^3/\text{日}$ である。土壌層の厚さは 0.8m で、土壌は園芸用の赤玉土である。

取水は新草津川および北川の2河川から行えるようになっており、汚濁濃度が高い河川を選択できる構造となっている。実際の取水は、施設供用開始から現在まで北川から行っており、日量 $2,160\text{m}^3$ の水を浄化している。なお、降雨時(降雨量で概ね 20mm 以上のとき)は、河川水の濁りにより前処理槽処理水のSSが高くなるため、土壌層閉塞防止の観点から土壌槽への通水を停止(手動操作)している。

施設の諸元は表2-1に示すとおりである。

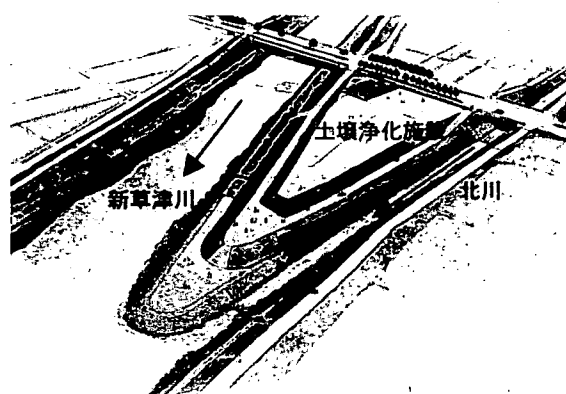


図 2-1 施設概観

表 2-1 施設諸元

項 目	前処理槽(沈砂池)	土壌槽
規模	幅×長さ×深さ $11.1 \times 17.1 \times 3.7(\text{m})$ 容積 $337(\text{m}^3)$	土壌槽(1): 707m^2 、深さ 1.2m 土壌槽(2): 655m^2 、深さ 1.2m
通水量	$2,160\text{m}^3/\text{日}$	$2,160\text{m}^3/\text{日}$ (2池)
滞留時間	3.7時間	—
水面積負荷	$25\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$	$1.6\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$
通水方法	横流方式	上向流方式
その他	ヨシ植栽 (フローティング・マット $2\text{m} \times 2\text{m} \times 8$ 基)	層構造 上層(0.2m): 5号単粒度碎石 中層(0.8m): 赤玉土(中粒度) 下層(0.2m): 5号単粒度碎石

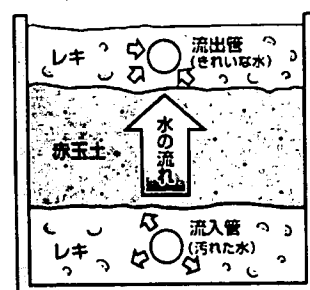


図 2-2 通水方式

施設計画では、新草津川と北川の合流部分においてリンを $0.03(\text{kg}/\text{日})$ 以上を削減することを想定している。なお、本施設はBiyoセンターにおける土壌浄化実験結果をもとに設計されており、リンの除去率は60%以上が期待できる。

2.2 調査方法

2.2.1 調査地点

水質調査は、図 2-3 に示すように、前処理槽および土壌槽の浄化能力が把握できるように前処理槽入口 (A)、前処理槽出口 (B)、土壌槽出口 (D1 および D2) の 4 カ所で行った。

ポンプアップされた河川水はまず A に流入し、前処理槽を通った後、B から各々の土壌槽へ導入される。土壌槽にて浄化された処理水は、各々の出口 D1 および D2 に流出するしくみとなっている。

2.2.2 調査項目

土壌浄化施設では、リン以外の項目についても浄化効果が期待されるため、SS や COD 等の項目についても調査を行った。表 2-2 に水質調査項目を示す。

水質調査は、降雨時の影響のない日を選び、概ね 2 週間に 1 回の頻度で行った。なお、本水質調査では、平成 14 年度から平成 16 年度までの 3 年間のデータを収集した。

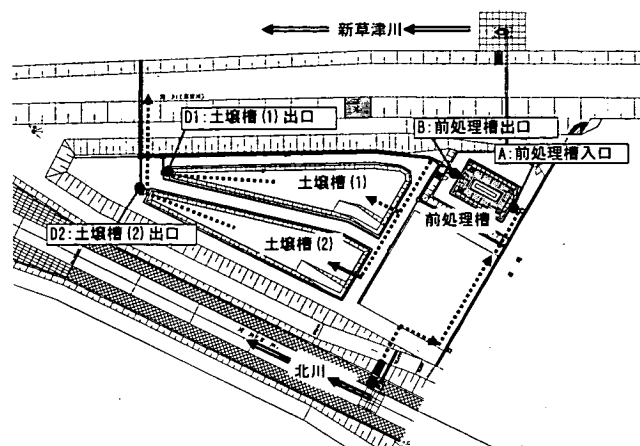


図 2-3 調査地点位置図

表 2-2 水質調査項目

調 査 項 目	分 析 方 法
水素イオン濃度	pH JIS K 0102 12.1
溶存酸素	DO JIS K 0102 32.3
電気伝導度	EC JIS K 0102 13
浮遊物質	SS 環境庁告示第 59 号付表 8
化学的酸素要求量	COD JIS K 0102 17
生物化学的酸素要求量	BOD JIS K 0102 21
全窒素	T-N JIS K 0102 45.4
全リン	T-P JIS K 0102 46.3
オルトリン酸態リン	PO ₄ -P JIS K 0102 46.1

3. 調査結果

3.1 前処理槽の SS 除去性能

土壌槽の浄化能力を維持するためには懸濁物質を極力流入させないことが必要のため、本施設では SS 分の除去を目的とした前処理槽が設置されている。これまで調査結果を図 3-1 に示す。

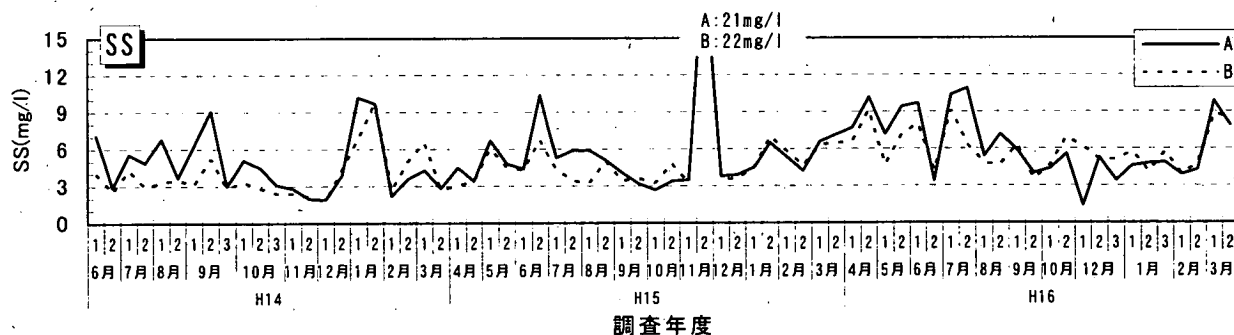


図 3-1 前処理槽における SS 濃度の推移

これによると、A と B を比較すると、B の濃度が高くなることも多く、処理能力がそれほど高くないことがうかがえる。また、A と B の SS 濃度の関係を整理した図 3-2 を見ても、プロットが $x=y$ のラインよりも上に現れるものがあり、SS 除去能力があまり高くないことがわかる。

現在、河川水の濁りが強くなる降雨時等は土壌槽の目詰まり防止の観点から土壌槽への通水を停止しているが、琵琶湖へ流入するリンの負荷を低減していくためには、負荷の高い降雨時濁水等もできる限り浄化していくことが望まれる。したがって、高負荷の水に対応するためにも、前処理槽の SS 浄化能力をさらに向上させる必要があり、施設の改良を行うことが重要と考えられる。

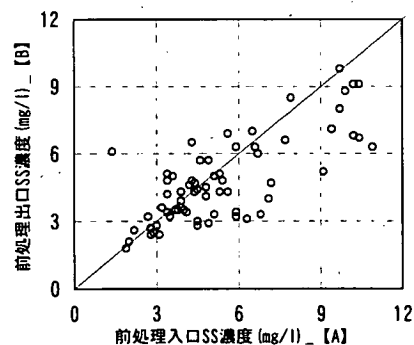


図 3-2 前処理槽の SS 除去性能

3.2 前処理槽と土壌槽の浄化能力

3.2.1 COD

前処理槽では、A と B が同等あるいは A よりも B のほうが高い濃度で流出しており、ほとんど浄化効果が見られない。

一方、土壌槽では、D1 および D2 とともに A のほぼ半分の濃度 (2~4mg/l の範囲) となっており、土壌槽にはある程度の浄化効果が見られた。また、図 3-4 をみると、土壌槽では SS の 80% 以上が除去されており、このことから粒子由来の COD 成分が土壌槽に捕捉されていると推察されるが、北川の COD 成分の 8 割が溶存態であること³⁾を勘案すると、土壌槽では粒子態のみならず溶存態の COD も除去されていることが示唆される。

3.2.2 T-N

いずれの地点も概ね同じ濃度で推移しており、夏に低く冬に高くなる傾向がある。D1 および D2 は、他の地点に比べやや低い傾向が見られる。本施設では T-N の浄化は想定していないが、1 割程度の浄化効果があることがわかった。その浄化は、粒子に由来する T-N が土壌層に捕捉されたことによるものと考えられる。

3.2.3 T-P および PO₄-P

T-P については、前処理槽で若干の浄化効果が見られ、粒子由来のリンが除去されていると考えられる。土壌槽においては、D1 および D2 はほぼ同様の濃度で推移している。

PO₄-P については、A は全般的に春から夏にかけて高い傾向があり、先の T-P と概ね連動している。A と B を比較すると若干 B が小さくなる傾向が見られ、前処理槽での浄化効果が見られる。また、D1 および D2 の濃度は、H14 の 11 月までは B の濃度に関わらず概ね 0.02mg/l までとなっているが、それ以降は A に連動して濃度が上下する傾向が見られる。

3.3 施設全体の汚濁負荷除去性能

3 年間の調査結果をもとに原水 (A) と処理水 (D1 と D2 の平均) の平均値を算出すると表 3-1 のようになる。これによれば、COD では 50%、SS で 82%、T-P は 65%、PO₄-P については 61% の負荷が削減されている。また、本施設では、T-

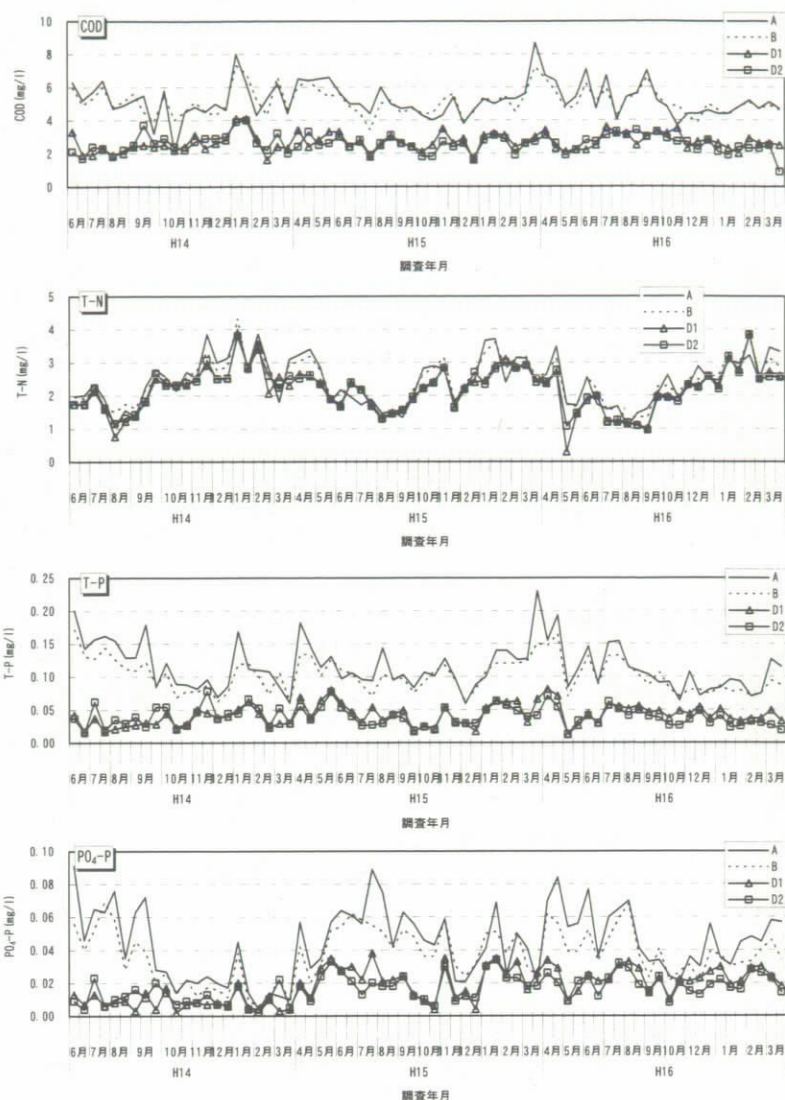


図 3-3 各地点における水質の推移

表 3-1 施設全体での汚濁負荷削減状況

		COD	SS	T-N	T-P	PO ₄ -P
原水 (A)	mg/l	5.2	5.6	2.44	0.114	0.044
処理水 (D1 と D2 の平均)	mg/l	2.6	1.0	2.19	0.040	0.017
削減濃度	mg/l	2.6	4.6	0.25	0.074	0.027
除去率		50%	82%	10%	65%	61%

注) 全調査データの平均値から算出。

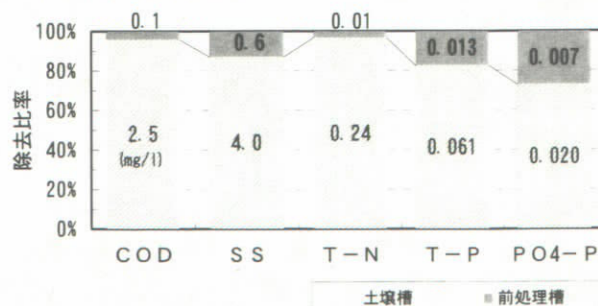


図 3-4 汚濁負荷除去の内訳

Nの除去は見込んでいないが、約1割の浄化が行われている。

ここで、施設のどの部分で浄化効果が発揮されているかを整理すると図3-4のようになる。これによれば、いずれの項目も土壌槽での汚濁負荷除去が高くなっており、75%以上の負荷が土壌槽において除去されている。

3.4 浄化能力の経年変化

各地点における年平均水質の経年変化を図3-5に示す。これによると、D1およびD2の $\text{PO}_4\text{-P}$ は、H15およびH16はH14に比べ若干高くなっているが、T-Pについては年度間にそれほど大きな差は見られない。

また、施設全体における除去率の経年変化は、図3-6浄化能力のとおりである。これによると、SS、CODについては上下変動があるが、T-P、 $\text{PO}_4\text{-P}$ については年々減少の傾向がある。ただし、除去率は徐々に落ちてきているもののT-Pの処理水質に急激な濃度上昇は見られず、未だ赤玉土の交換時期には至っていないと推察される。今後も水質モニタリングを継続し、T-P除去率等の推移を監視していくことが重要と考えられる。

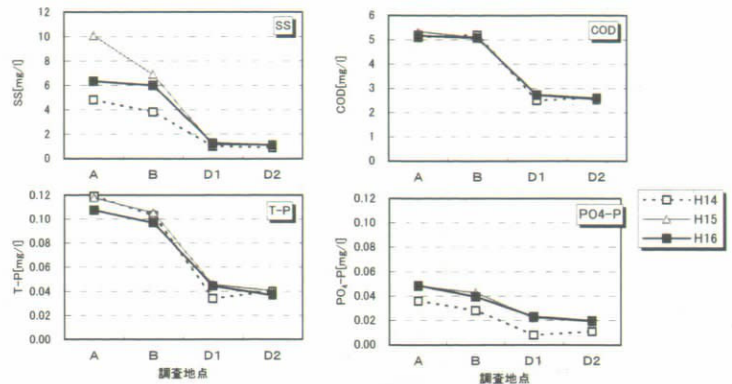


図3-5 年度別水質平均値の経年変化

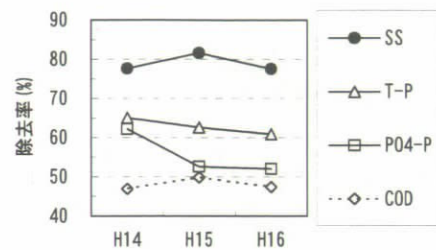


図3-6 除去率の経年変化

3.5 汚濁負荷削減量の経年変化

本施設の通水記録および各水質調査をもとに1日あたりの汚濁負荷削減量を算出すると図3-7のようになる。これによれば、T-P削減量はいずれの年度も0.16kg/日を越えており、施設計画値である0.03kg/日を大きく上回る結果が得られている。

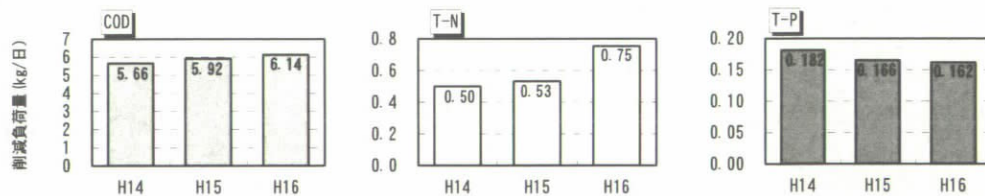


図3-7 1日あたりの汚濁負荷削減量

4. まとめ

- ①前処理槽におけるSSの除去率は約10%とそれほど高くはない結果となった。今後は、T-P負荷の高い降雨時濁水等も浄化の対象とすることが望まれることから、現前処理槽のSS浄化能力を向上させるべく施設の改良が重要と考えられる。
- ②T-P、 $\text{PO}_4\text{-P}$ ともに浄化能力が、徐々に低下する傾向にあった。しかしながら、処理水質は特に悪化しておらず、赤玉土の交換時期には至っていないと推察される。今後も水質モニタリングを継続しながら、通水を行っていくことが重要と考えられる。
- ③本施設のT-Pの負荷削減量は、0.16kg/日以上あり、施設計画の目標値(T-Pで0.03kg/日以上)を十分満足する結果となった。

5. 参考文献

- 1) 草津川放水路浄化事業 土壌浄化施設の概要、国土交通省 近畿地方整備局 琵琶湖河川事務所
- 2) 琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター 年報(第1~6号)、(財)琵琶湖・淀川水質保全機構
- 3) 平成15年度 南湖東岸流入河川調査 平成16年3月、国土交通省 近畿地方整備局 琵琶湖河川事務所