

琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター

年報

第6号

平成15年度

琵琶湖・淀川水質浄化実験センター

年報第6号

目次

【論文要旨】・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・(1) ~ (5)

【論文】

1. 底質改善の効果実証実験・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
2. 土壌浄化施設モニタリング調査・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 17
3. 実験センターにおける生物調査（水域）（その6）・・・・・・・・ 31
4. 消波施設撤去がヨシ帯に及ぼす影響調査・・・・・・・・・・・・ 53
5. 路面排水処理施設の検討実験（その4）・・・・・・・・・・・・ 73

【その他実験の概要】

実施中および継続している実験の概要・・・・・・・・・・・・・・・・ 87

【啓発活動】

1. 平成15年度実験センター見学者実績・・・・・・・・・・・・・・・・ 89
2. 平成15年度自然観察会・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 90

【データ】

葉山川の水質・底質および農業排水路の水質データ・・・・・・・・ 99

論文要旨

1. 底質改善の効果実証実験

実施機関：国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所

受託機関：財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構

掲載ページ：pp. 1～16

(目的)

深池型浄化実験施設において、模擬的に浚渫を実施した状況を再現し、浚渫による底泥からの栄養塩溶出速度の削減効果と水質改善効果について調査することによって、底質改善手法の効果について評価したものである。

(実験内容)

①底質調査および底質間隙水・直上水調査

汚濁の異なる2つの底質を用いて、底質自身が持つ栄養塩のポテンシャルとそこからの栄養塩類の溶出量を調査する。

②水質調査および生物調査

2つの水槽内の水質及び生物相を分析し、水環境の違いを調査する。

③日常観察

水面の植生やプランクトンなどの外観を目視観察する。

(結果)

本実験結果から、浚渫効果の評価にあたって、重要となる因子および評価方法について検討し、以下の知見を得た。

1. 底質間隙水および直上水調査の結果から、浚渫による底泥溶出負荷削減効果が期待されることが示された。
2. 夏季における水槽底面植生被度と直上水および底質間隙水の濃度変化はアオミドロを主体とする底面植生容積の経時変化とよく対応しており、その影響が示唆された。
3. アオミドロの繁茂は、汚濁泥の水槽の方が多く、底泥からの栄養塩の供給が多いことによる影響が示唆された。また、そのアオミドロ内では貧酸素～無酸素状態になっていることが確認され、底泥表面の嫌気化が底泥溶出量の増大を助長していることが考えられる。
4. 底面植生容積の経時変化は、表層のクロロフィルa濃度の経時変化との相互関係も示唆された。
5. アオミドロ等の底層藻類の光合成は、冬季においても行われていることが確認されたことから、長期的にみると、さらなる底泥の汚濁進行を招くことが予想される。

2. 土壌浄化施設モニタリング調査

実施機関：国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所

受託機関：財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構

掲載ページ：

(目的)

琵琶湖流入河川である北川の水質浄化を行い、栄養塩負荷を削減することを目的として計画された土壌浄化施設の稼働・通水後の維持管理の一環として、モニタリング調査を行った。

(実験内容)

施設流入水、前処理施設処理水、土壌浄化施設処理水の水質調査を行った。

(結果)

施設全体の除去率は、平成14年度は、SSが61.2～91.8%で平均76.7%、CODが39.5～63.2%で平均49.5%、T-Pが38.5～83.9%で平均64.7%であった。また、平成15年度は、SSが60.5～96.0%で平均83.8%、CODが40.8～61.9%で平均50.3%、T-Pが43.9～78.6%で平均63.0%であり、本施設の除去目標を概ね達成していることが確認された。

3. 実験センターにおける生物調査（水域）（その6）

実施機関：国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所

受託機関：財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構

掲載ページ：pp. ～

（目的）

琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センターに設置された多自然型実験水路において、水生生物や水質の現況を把握するとともに、河川環境と生物相との関係や多様性について考察し、今後の琵琶湖・淀川水系の水辺環境の創造、景観づくりのための基礎的知見を得ることを目的とした。

（実験内容）

- ① 魚類調査：実験センター内に生息する魚類のモニタリング調査を行った。
- ② 底生生物調査：実験センター内に生息する底生生物のモニタリング調査を行った。
- ③ 水域環境調査：①、②の調査時に各調査地点における水質分析を行った。
- ④ 水生生物の進入状況調査：琵琶湖・葉山川から実験センターにポンプアップにより迷入する魚類の状況について調査を行った。

（結果）

- ① 実験センターでは外来種のタイリクバラタナゴや琵琶湖固有種のスゴモロコなど、人工的な水路でありながら様々な魚類の生息環境を有していた。
- ② 実験センター内には植生が繁茂し、流水～止水環境まで様々な環境があるにもかかわらず底生生物の確認種数は少なかった。
- ③ 実験センター内にはハゼ科、コイ科が多く迷入していた。外来魚であるブルーギルの仔稚魚は5、6月にのみ確認された。
- ④ 排水口から実験センターに進入する魚類はいないものと考えられた。

4. 消波施設撤去がヨシ帯に及ぼす影響調査

実施機関：水資源機構関西支社／水資源機構琵琶湖開発総合管理所

受託機関：財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構

掲載ページ：pp. ～

（目的）

消波施設撤去後のヨシ帯の浸食状況およびヨシの生育状況を把握することにより、ヨシ帯による浸食防止効果の検証およびヨシ帯造成のために設置した消波施設の評価を行い、今後のヨシ帯復元および新たな湖岸創生手法のための条件等を考察することを目的として、本年度はそのための基礎資料を得るため、調査に重点を置き実施した。

（実験内容）

- ① 地盤高調査：実験区、対照区で横断測量、平面測量を実施
- ② ヨシ帯面積調査：実験区、対照区でヨシ帯面積調査を実施
- ③ 植生調査：実験区、対照区で定点コドラート調査・群落組成調査による植生図、フロラリストの作成
- ④ ヨシ生長調査：実験区、対照区でヨシ茎数、ヨシ最長草高、水深を測定
- ⑤ 底質調査：実験区、対照区の沖・陸地点で粒度調査を実施
- ⑥ 定点撮影調査：実験区、対照区の季節変化を定点撮影

（結果）

- ① 実験区の地盤高は消波施設撤去直後～半年で、消波施設撤去場所付近では勾配が緩やかになったことが確認された。
- ② ヨシ帯の面積は実験区で徐々に減少しており、対象区では1度減少したあとに回復していた。
- ③ 植物の確認種数は実験区、対照区とも春季、夏季と比較して秋季に多かった。
- ④ 消波施設の撤去後の約半年間で、平均茎個体数密度は実験区で142本/m²から70本/m²へ

約 50% 減少した。2002年12月12日には、枯ヨシを対象に計測を行っているため、この減少が消波施設撤去の影響によるものであるとの判断は難しい。

- ⑤ 消波施設撤去直後の実験区沖の土壌は、50% 粒径、均等係数が高かったが、撤去後の時間経過に伴い、50% 粒径、均等係数は大幅に小さくなった。

5. 路面排水処理施設の検討実験（その4）

実施機関：滋賀県土木交通部道路課

受託機関：財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構

掲載ページ：pp. ~

（目的）

降雨時における道路からの排水による公共用水域への流入負荷（市街地からの面源負荷）を削減するため、道路の側溝等に設置する浄化装置の開発を行っている。平成14年度に滋賀県栗東市に設置したパイロットプラントの水質浄化性能や浄化媒体である土壌の持続性等についてモニタリングを行い、装置の改良や適したメンテナンス手法等についての検討を行った。

（実験内容）

- ①路面排水浄化能力調査
- ②土壌の持続性調査
- ③メンテナンス調査（装置への土砂等の堆積量、処理流量の推移等）

（結果）

- ① 装置の水質浄化能力について、除去率はCOD54.2~84.8%、TOC47.6~85.5%、TN17.2~64.7%、TP83.4~93.4%、油分については処理後水の水質は<0.5~0.7mg/Lと定量下限値もしくはそれに近い値であった。また、難分解性有機物についてもGPC-TC分析結果から水質改善効果を維持していると考えられる。重金属等のその他項目については処理前水の水質が一定でなく、水質浄化効果の経時変化は明らかでないが、アルミニウムの除去率は93.3%、ベンゾフェノンの除去率44.4~69.9%であった。
- ② 土壌の持続性について、浄化樹内の充填土壌と流入してきた表面堆積物について汚濁物質の含有量及び溶出量の調査を行った。ほとんどの項目で表面堆積物の含有値は充填土壌の値を大きく上回ったが、調査項目のうち土壌環境基準項目（As、Cd、Hg、Pb）については環境基準（溶出）を満足している状況であった。
- ③ メンテナンス調査の結果、集水トラフ内に多く堆積物が確認されたことから、浄化樹への導水性を確保するために、集水トラフ内の勾配を大きくするなどの検討が必要である。土壌については、設置から1年経過後も水質浄化性能は維持している状況にあったが、処理水量が低下していることから土壌の目詰まりといった面も併せて土壌のメンテナンスを検討する必要がある。

論 文

1. 底質改善の効果実証実験

1. 目的

本業務は、深池型浄化実験施設において、模擬的に浚渫を実施した状況を再現し、浚渫による底泥からの栄養塩溶出速度の削減効果と水質改善効果について調査することによって、底質改善手法の効果について評価したものである。

2. 実験概要

2.1 実験施設

深池型浄化実験施設 C 槽を C1 槽、C2 槽の 2 槽に区分し、C1 槽には浚渫後底泥（以下普通泥と呼ぶ）として、平成 14 年度使用した底泥の表層を 5～10cm 程度除去し、表層の汚濁を取り除いた後、その除去厚だけ川砂で覆砂した。この底質は、滋賀県による琵琶湖における底質改善対策の必要性の判断基準値（琵琶湖底質改善対策基本計画(案)）で T-N、T-P とも普通泥（T-N： $<1500\text{mg/kg}$ 、T-P： $<600\text{mg/kg}$ ）に区分される濃度レベルである。一方の C2 槽には、浚渫前汚濁泥（以下汚濁泥と呼ぶ）として、平成 14 年度に滋賀県湖南地域振興局が実施した木浜内湖の浚渫底泥を敷設した。この汚濁泥は、T-N が弱汚濁泥（ $1500\sim 3000\text{mg/kg}$ ）、T-P が強汚濁泥（ $>1200\text{mg/kg}$ ）に区分される。各々の水槽における底泥の層厚は、0.4m とした。次に底泥の巻き上がりに注意しながら静かに水槽内に葉山川河川水を流入させた。水深は 1.5m、槽内における滞留時間を 7 日間となるように水量を調節した。

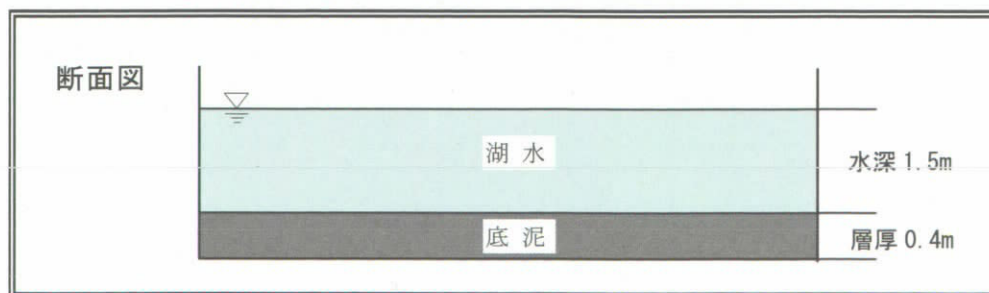


図 2-1 実験施設の概要

2.2 実験内容

本実験における調査内容は、表 2-1 に示すとおりである。各調査地点の位置を図 2-2 に示す。

表 2-1 に示した調査内容のうち主たる実験は、底泥からの窒素、リンの溶出を把握する

ために行った底質間隙水および直上水中のD・T-P、D・T-N濃度の測定である。

表 2-1 実験調査内容

		項目	数量	時期
調査内容	底質調査	粒度組成	2槽×1地点×1層×2回=4検体	ピーパー1回目、5回目回収時
		pH、ORP、含水比、COD、T-N、T-P、強熱減量、硫化物	2槽×5地点×2層×3回=60検体	ピーパー1回目、5回目、6回目回収時
	直上水調査	D-T-N、D-T-P	2槽(C1槽、C2槽)×5地点×5層×6回=300検体	1回目(6月) 2回目(7~8月) 3回目(8~9月) 4回目(9月) 5回目(10月) 6回目(1月)
	水質調査	水温、電気伝導度、濁度、pH、COD、SS、DO、T-N、T-P、クロロフィル a、NH ₄ -N、NO ₂ -N、NO ₃ -N、PO ₄ -P	【定期6回】 2槽×3地点×1層×6回=36検体 【モニタリング】 2槽×1地点×1層×23週=46検体	【定期6回】 ピーパー回収時 1回目(6月)、2回目(8月)、3回目(9月)、4回目(9月)、5回目(10月)、6回目(1月) 【モニタリング】 6月5日~11月3日の1回/週
	生物調査	プランクトン ・動物プランクトン ・植物プランクトン	【植物プランクトン】 2槽×(1地点×7回+2地点×1回)=18検体 【動物プランクトン】 2槽×1地点×7回=14検体	・ピーパー回収時6回 1回目(6月)、2回目(8月) 3回目(9月)、4回目(9月) 5回目(10月)、6回目(1月) ・アオコ初発生時(7月) は植物プランクトンのみ ・アオコ濃い時期(8月)
		底生生物調査 ・底生生物調査 ・槽内生物調査	【底生生物調査】 2槽×1回=2検体 【槽内生物調査】 2槽×1回=2検体	2月(実験終了時)
	直上水DO調査	DO	2槽×2地点×1条件=4検体 2槽×2地点×3条件×2回=24検体	ピーパー回収時2回 3回目(9月)、4回目(9月) ピーパー設置時1回 5回目(10月)
日常観察	・通水状況確認 ・水草繁茂状況観察 ・水質簡易測定 ・不攪乱試料採取・底泥表面観察 ・気象データ収集整理	【通水状況確認】 (1~3回/週)全74回 【各槽の水草繁茂状況等の観察】 全67回 【水質の簡易測定】 全67回 【不攪乱試料採取・底泥表面観察】 全6回	実験期間中 03年6月~04年1月	

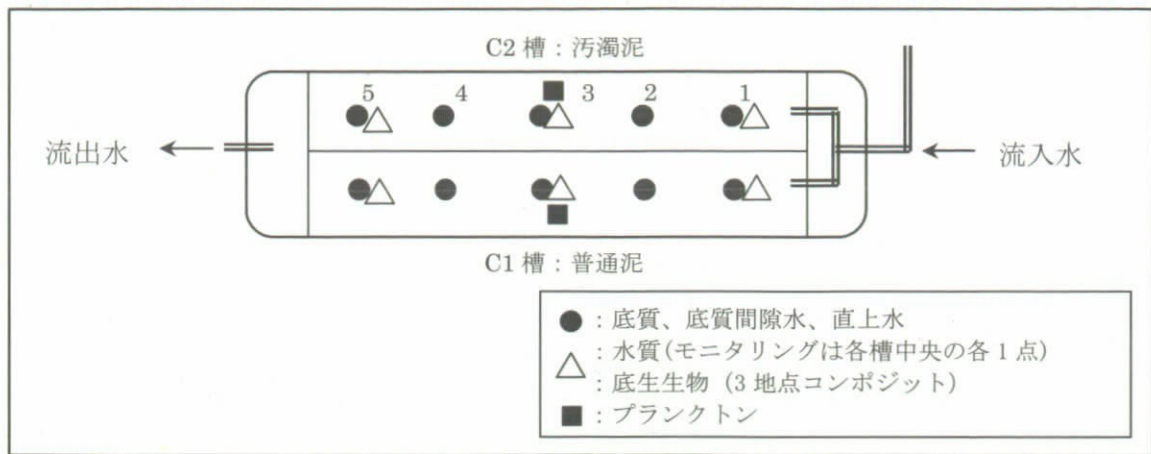


図 2-2 調査地点位置図

底質間隙水および直上水の調査方法については、C1 槽、C2 槽各 5 地点（流下方向にほぼ等間隔に設定）にピーパーを設置し、直上水（底泥上 4~2、0~2cm）および間隙水（底泥表面から 0~2、2~4、4~6cm）を採取する隔膜浸透法を用いた。1 回の調査におけるピーパーの設置期間は、ピーパー内のイオン交換水の濃度が平衡に達するまでに要する期間を考慮し、約 14 日間とした。

ピーパーの回収にあたっては、回収後の試料の酸化を防ぐため、空気に触れる時間ができるだけ短くなるように、滅菌済みの注射器を用いてピーパー内の試料を取り出し、ポリエチレン製密閉容器（50ml 蓋付遠沈管）に移し、硫酸を添加して pH=2 以下にし、アイスボックスに保存して、分析室に持ち帰って分析を行った。

【ピーパー】

ピーパーは浸透圧隔膜による濃度平衡状態により底泥間隙水を分離する。プレキシガラス製の貯水部とカバーの 2 つの部品からなり、貯水部には容量約 15ml のセルが 20 個あり、ポリスルホン透析紙（Gelman HT450、孔径 0.45 μm）を挟んで、カバーをネジ止めしてある。

カバーにはセルに合わせて穴が開いていて、底質中または水中の溶存態物質が、透析紙を通してイオン交換水で満たされた貯水部に拡散するようになっている。

セルの中のイオン交換水に含まれる酸素は、試料に影響を及ぼす可能性があるため、ピーパーは、あらかじめ数時間窒素ガスを吹き込んで脱酸素化したイオン交換水の中で組み立て、セル内に気泡がついていないことを確認した上で、調査地点に設置する 48 時間以上前から窒素でバブリングを行って使用する。



3. 実験結果および考察

本実験では、浚渫による底泥からの栄養塩溶出速度の削減効果と水質改善効果の把握を目的として、ピーパーによる底質間隙水濃度と直上水濃度の鉛直分布とその経時変化の把握を平成15年6月から平成16年1月にわたって計6回行い、同様の期間について概ね週1回の頻度で表層水質の経時変化を調査した。

その結果、底質間隙水と直上水濃度の鉛直分布については、ピーパー設置1回目(6/5～6/19)から2回目(7/22～8/5)にかけて顕著な変化がみられた。また、表層水質については、8月から9月(ピーパー設置期間3回目、4回目に対応)にかけて、アオコが発生したことなどから、ここでは槽内の富栄養化に関わる顕著な現象が確認されたピーパー設置1回目から4回目(6/5～9/24)までの結果を中心に整理することとする。

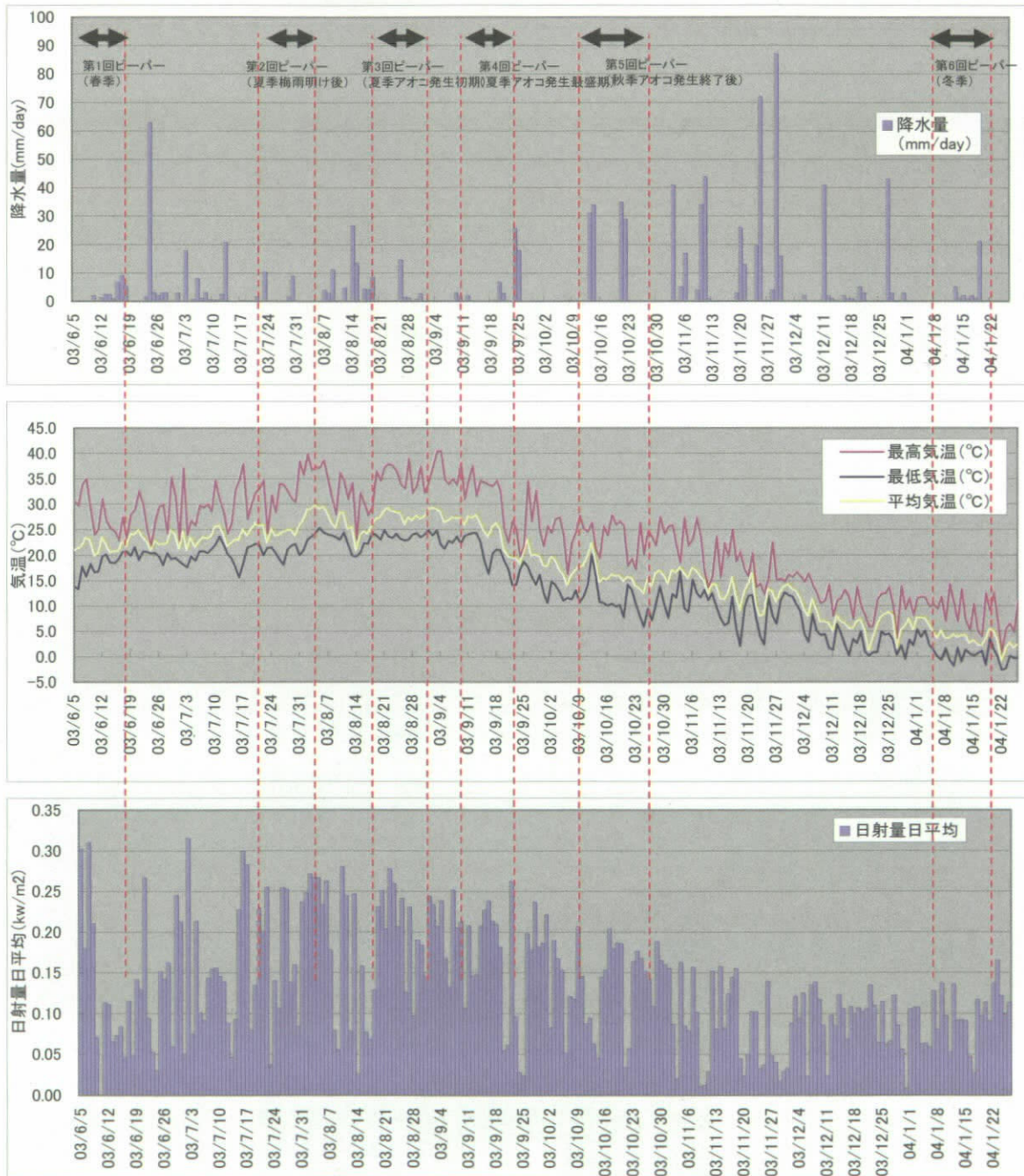


図3-1 実験期間中の気象状況 (Biyoセンター観測データ)

3.1 気象および槽内の状況

1 回目から 4 回目におけるピーパー設置期間中の気象状況と槽内の状況について整理したものを表 3-1 に示す。

表 3-1 ピーパー設置期間の気象状況と槽内の植生状況

ピーパー設置区分	期間	期間総降水量 (mm)	平均気温 (°C)	最高気温 (°C)	最低気温 (°C)	日平均日射量 (kW/m ²)	C1槽の状況				C2槽の状況			
							アオミドロ	沈水植物	アオコ	底面植生被度	アオミドロ	沈水植物	アオコ	底面植生被度
1回目	6/5 ~ 6/19	32	21.8	35.1	13.4	0.14	-	-	-	-	○	-	-	-
2回目	7/22 ~ 8/5	21	25.9	39.9	18.2	0.20	○	-	○	20~90%	◎◎	○	○	50~90%
3回目	8/19 ~ 9/2	31	27.9	38.9	22.9	0.21	○	-	◎◎	30~90%	◎◎	○	◎	90~100%
4回目	9/10 ~ 9/24	40	23.9	37.5	14.2	0.16	○	-	◎◎	30~90%	◎◎	○	◎	30~100%

【1回目】

1 回目のピーパー調査は実験開始初期条件である。この時点の槽内は植生が全くない状態であり、6 月 5 日にピーパーを設置した。ピーパー回収直前の 6 月 17 日に C2 槽の壁面で初めてわずかなアオミドロの付着が確認され、6 月 19 日に回収した。この期間の平均気温は 21.8°C である。

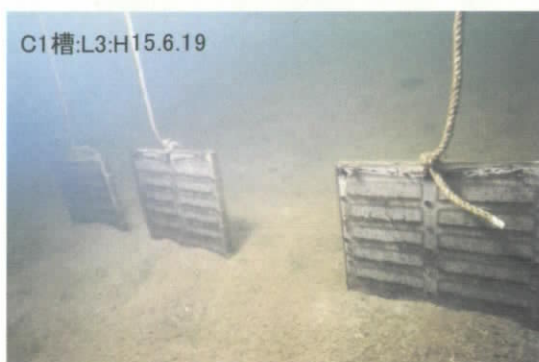


図 3-2 ピーパー1 回目回収時の底面付近の様子 (H15. 6. 19)

【2回目】

2 回目のピーパー調査は 7 月 22 日から 8 月 5 日にかけて行った。ピーパーを設置した 7 月 22 日は、底面でアオミドロの付着が確認されたが、水面上では見られなかった。

この期間の平均水温は 25.9°C となっており、1 回目に比べて上昇し最高気温は 39.9°C まで達した。底層でのアオミドロの繁茂は両槽で確認されたが、特に C2 槽で顕著である。また、8 月に入ると表層はく離れたアオミドロが水面上に浮遊してきた。一方、C2 槽では沈水植物による繁茂状況が確認された。



図 3-3 ピーパー2 回目設置時の底面付近の様子 (H15. 7. 22)



図 3-4 ピーパー2 回目回収時の底面のアオミドロの繁茂状況 (H15. 8. 5)



図 3-5 ピーパー2 回目回収時の水面のアオミドロの繁茂状況 (H15. 8. 5)

【3回目・4回目】

3 回目調査を実施した 8 月 19 日から 9 月 2 日、および 4 回目調査の 9 月 10 日から 9 月 24 日における期間中の平均水温は、それぞれ 27.9℃、23.9℃であった。この頃になると C1 槽、C2 槽の両槽でアオコが確認されたが、その発生状況は C1 槽の方が大きかった。

アオミドロについては、引き続き両槽で成長が見られたが、その被度および成長度合いは C2 槽の方が C1 槽に比べて大きい。また、C2 槽ではアオミドロとは別に、沈水植物であるクロモが繁茂していた。

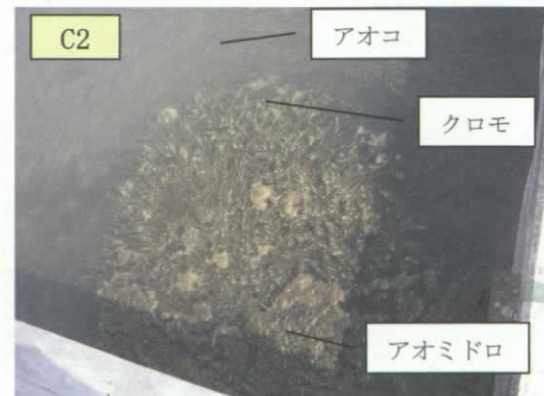
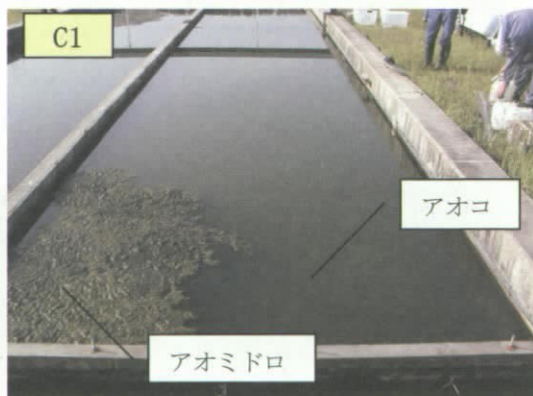


図 3-6 ピーパー3 回目回収時の水面の様子 (H15. 9. 2)

なお、10 月から 11 月にかけても水面および底面のアオミドロ等は確認できたが、その後の冬季(1 月)になると水面の方のアオミドロはほとんど消滅した。しかし、底面植生については、平成 16 年 1 月の 6 回目ピーパー調査において、アオミドロとは別の緑色系状藻

類等がみられたため、冬季においても枯死することなく成長する付着藻類の存在が確認された。

3.2 底質間隙水および直上水調査

3.2.1 実験開始時

実験開始前における底泥の T-N および T-P 含有量と 1 回目の底泥 0～-2cm 層における間隙水中の D-TN および D-TP 濃度を表 3-2 に示す。C1 槽と C2 槽を比較すると、底質間隙水 0～-2cm 層における D-TN は C1 槽で 0.58mg/L に対し C2 槽では 12.6mg/L であり、D-TP では C1 槽で 0.068mg/L に対し C2 槽では 2.65mg/L となっており、D-TN、D-TP とともに底質間隙水濃度の相違が明らかであった。これは底質含有量と対応しており、つまり、底質含有量が多いほど底泥中の間隙水濃度は高く、湖水への溶出ポテンシャルが高いことを支持しているといえる。また、図 3-8 より、底質間隙水 0～-2cm 層と直上水 0～2cm 層の濃度差をみた場合、C1 槽では直上水に比べて底質間隙水濃度の方が低い傾向にあり、底泥表面を介しての拡散現象によって生じる底泥からの溶出がないことを示している。

以上のことから、ピーパー 1 回目の調査結果を浚渫直後の浚渫効果と仮定した場合、浚渫によって底泥からの溶出負荷が削減されることが確認できたといえる。

表 3-2 底泥 0～-2cm 層における底質含有量と間隙水濃度の比較 (6 月)

	T-N		T-P	
	C1 槽	C2 槽	C1 槽	C2 槽
底質含有量(mg/kg)	100	2,170	234	1,660
間隙水濃度(mg/L)	0.58	12.6	0.068	2.65

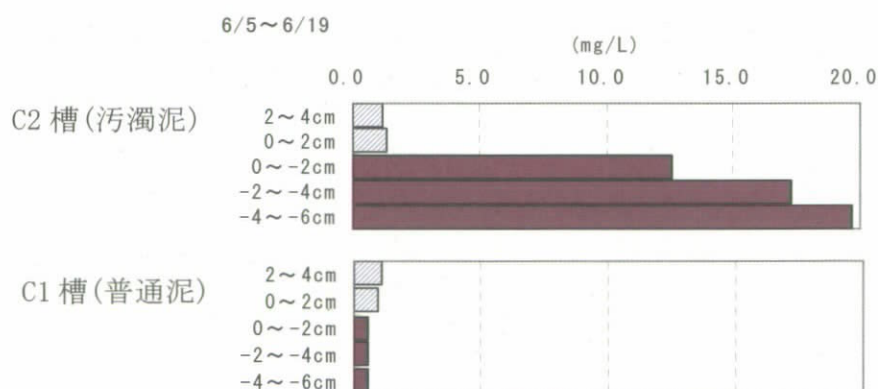


図 3-8(1) 1 回目ピーパー調査による底質間隙水～直上水の濃度分布 (D-TN)

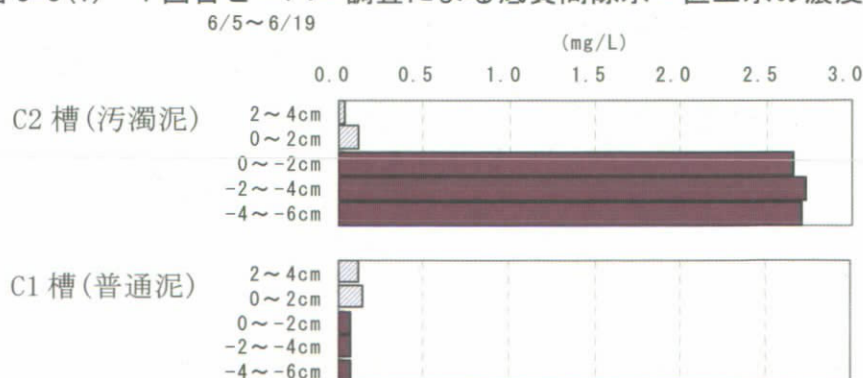


図 3-8(2) 1 回目ピーパー調査による底質間隙水～直上水の濃度分布 (D-TP)

3.2.2 濃度変化および底面植生の影響

図3-9～図3-10にピーパー1回目から4回目までの直上水および底質間隙水の濃度分布を示した。これらの経時変化をみると、ピーパー1回目調査(6月5日～6月19日)からピーパー2回目調査(7月22日～8月5日)にかけて、D-TN、D-TPの直上水および底質間隙水濃度の上昇が顕著であり、特に、C1槽では底質間隙水0～2cm層で、C2槽では直上水0～2cm層で濃度増加が顕著であった。

C1槽は、普通泥として汚泥自体にリンの含有量が少ないにもかかわらず、2回目の調査時である盛夏期では間隙水中のD-TPが増加し、直上水中にもその溶出影響を与えていることが確認できる。

C2槽では、底泥の汚濁度に比例して間隙水中のD-TN、D-TP濃度量もC1槽と比較して非常に大きくなり、その溶出量は直上水へも多大に影響するため、特に夏季のリン溶出量は急激に増大する現象が見られ、0～2cmにおける2回目のD-TP濃度は1回目の約20倍にも達した。

一方、図3-2～4に示したように、ピーパー1回目回収時(6/19)には底面の植生がほとんどみられなかったが、2回目設置時(7/22)には底面の植生が確認され、さらに2回目回収時(8/5)には底面の植生が増加していた。また、底面植生の繁茂量は、C1槽に比べてC2槽の方が顕著であった。このことは底質間隙水および直上水濃度と底面植生の間に何らかの影響を及ぼしていることが考えられる。

図3-11は、ピーパーの設置回収時における底面の植生被度観察状況から植生容積を概算し、直上水(0～2cm層)のD-TN、D-TP濃度との関係を照らし合わせたものを示した。

この関係では、直上水濃度の増加に対して底面植生容積の増加が追従している傾向が伺える。つまり、2回目のピーパー設置～回収(7月22日～8月5日)にかけて、C1、C2槽の直上水(0～2cm層)のD-TN、D-TP濃度は上昇し高い濃度を示したが、その時の底面植生容積の増加は著しい。また、その後の直上水(0～2cm層)のD-TN、D-TP濃度の低下とともに底面植生容積の変化は小さく、減少がみられる。

さらに、D-TN、D-TP濃度上昇の程度が大きかったC2槽の方が、C1槽と比較して底面植生の繁茂がより顕著で、容積が急増していた。

C2槽における2回目調査時の底面植生被度は74%、植生高は25cm(いずれも5地点平均)であり、ピーパーの設置位置によっては、直上水2～4cm層までアオミドロに覆われていた状態にある。したがって、C2槽の直上水測定層は、アオミドロ繁茂域での濃度が反映されたものであり、その上昇についてもアオミドロの分解に伴う影響が大きいと考えられる。

直上水0～2cm層については、その影響を最も受けていると思われ、1回目調査からの濃度上昇が最も顕著となっており、この層から下層の間隙水0～2cm層に向けての拡散と上方の直上水2～4cm層への拡散の結果として観測された鉛直濃度勾配が形成されているものと考えられる。さらに、9月2日に行った直上水D0調査では、アオミドロ内のD0はほぼ0となっており、底面を藻類が覆うことにより、嫌気条件下におけるリンの溶出促進が助長されたことが示唆される。

なお、アオミドロの増殖について、両槽ともに流入上流側で植生被度が高いことが確認されていることから、葉山川流入水の水質が影響したものと示唆される。特にC1槽では実験当初は底泥からの溶出が認められなかったことから、アオミドロ増殖の初期段階においては流入水中の窒素、リンが利用されたものと考えられる。しかしながら、C1槽とC2槽では、ほぼ同じ条件で流入させていたので、流入負荷の影響は同じであると考えられるため、C2槽でアオミドロの繁茂が多かった原因として底泥からの溶出負荷による栄養塩の利用が行われたと推察される。

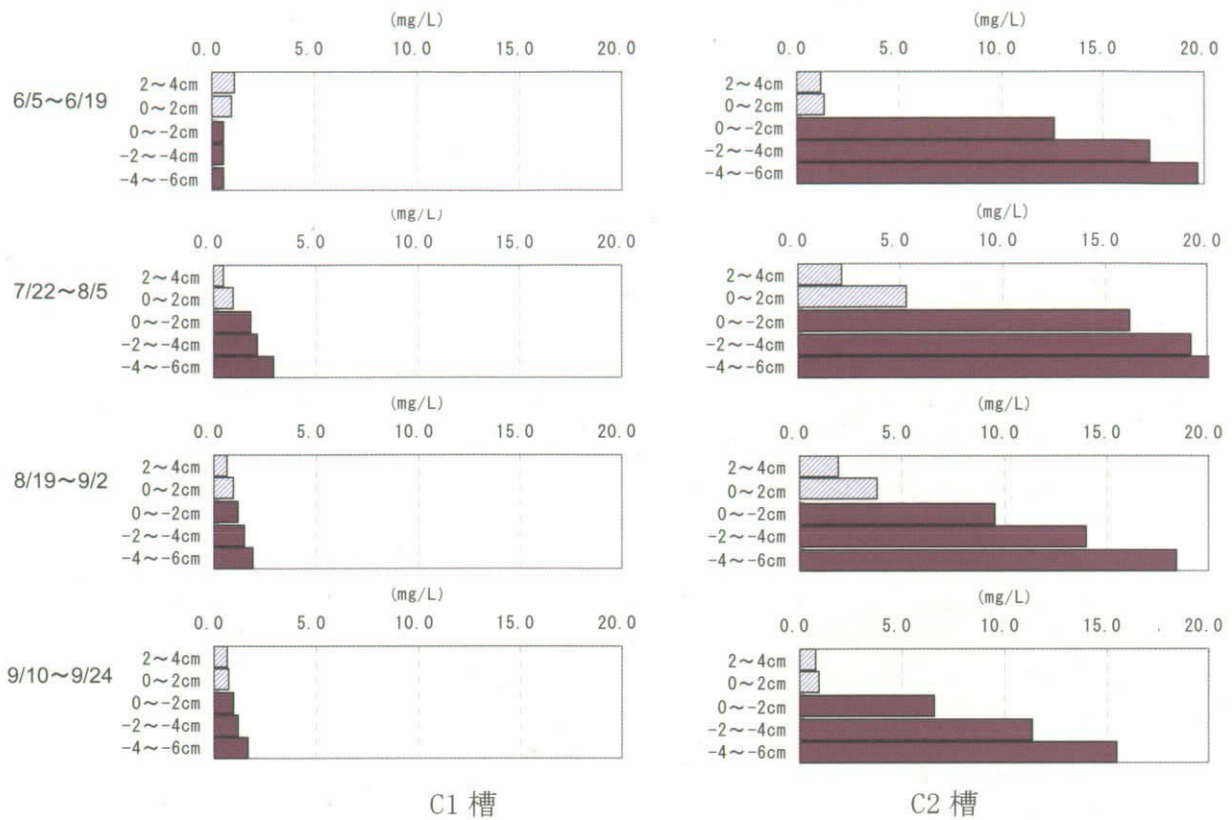


図 3-9 底質間隙水、直上水の濃度変化 (DT-N)

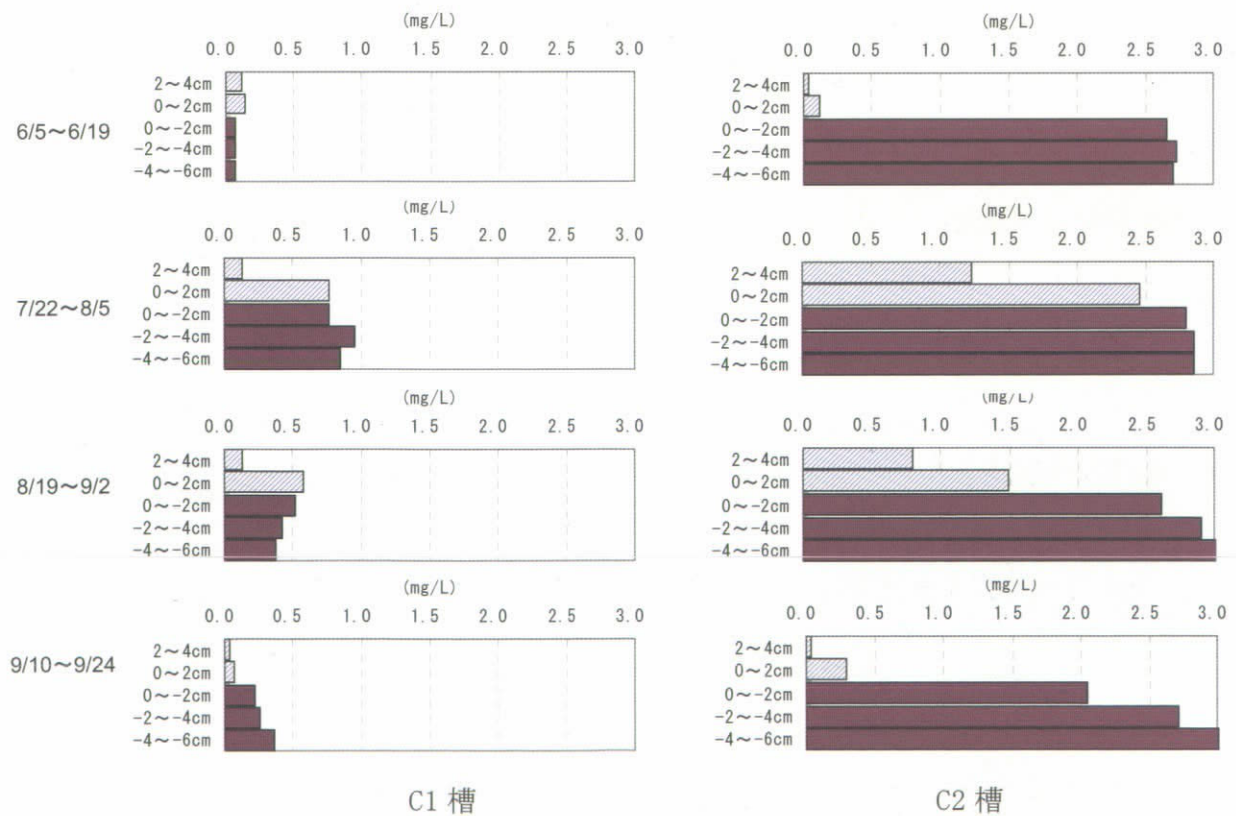


図 3-10 底質間隙水、直上水の濃度変化 (DT-P)

注) 各回、各地点、各層のデータともに、5地点の平均値

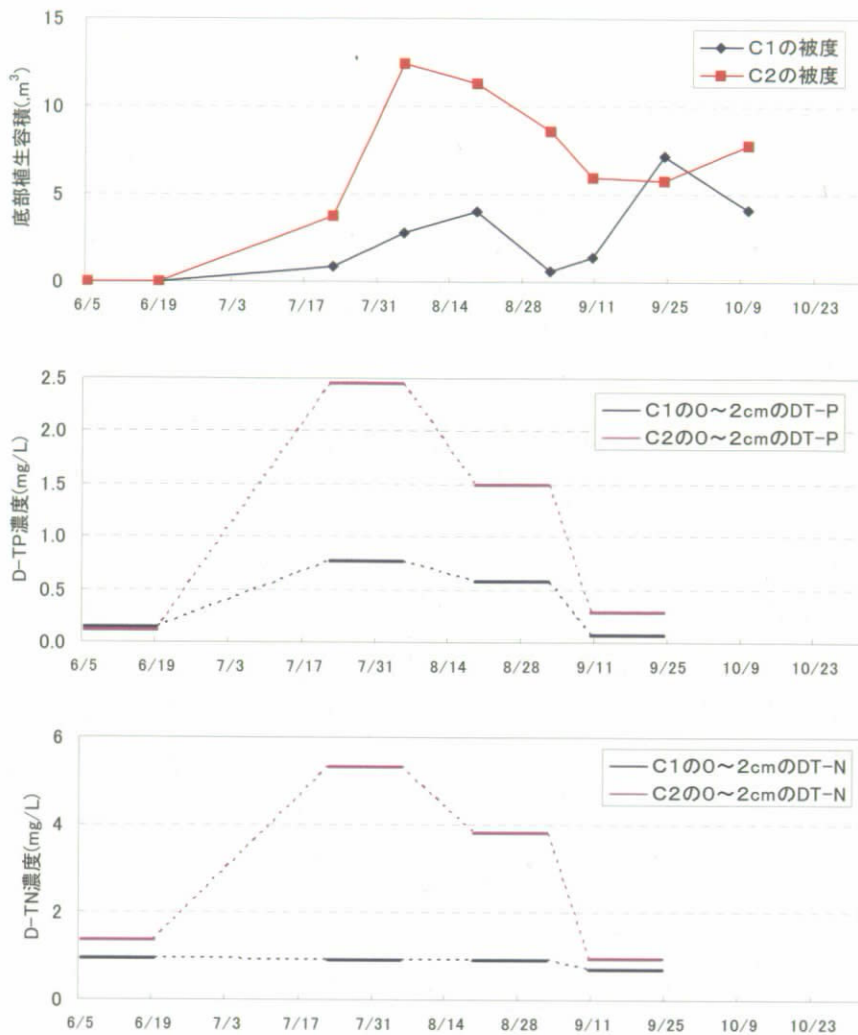


図 3-11 底部植生概算容積と直上水(0~2cm層)のD-TN、D-TP濃度の関係

3.4 表層の水質変化

3.4.1 水質

実験中の表層水質の経時変化を図 3-12 に示した。その傾向は実験開始から大きく 3 時期に分けられる変化がみられた。

【6月初期-7月後期】

7月に入ってから無機態窒素の減少がみられ、Chl-a も僅かながら増加傾向にある。T-P、 PO_4 -P の変動も大きいが一変の変化傾向はみられない。なお、7月に入ると C2 槽のアオミドロの増加が顕著となり、7月後半には両槽で薄くアオコが確認されている。

【8月初期-8月後期】

この期間になると水温は 30℃程度まで上昇し、両槽ともに無機態栄養塩が低濃度で推移している。両槽ともに Chl-a が増加し、特に C1 槽で顕著であった。なお、アオミドロは両槽ともにさらなる繁茂がみられたが、C2 槽の方が多かった。また、C1 槽でアナベナによるアオコが頻出し、C2 槽でもマイクロキスティスによるアオコが確認された。

【9月初期-9月後期】

水温は 22℃程度まで低下し、両槽ともに Chl-a が低下した。無機態窒素の増加がみられる。C2 槽ではアオミドロの水面への浮上が顕著となり、C1 槽でも C2 槽と比べて少ないもののアオミドロがみられた。また、アオコも引き続き確認された。

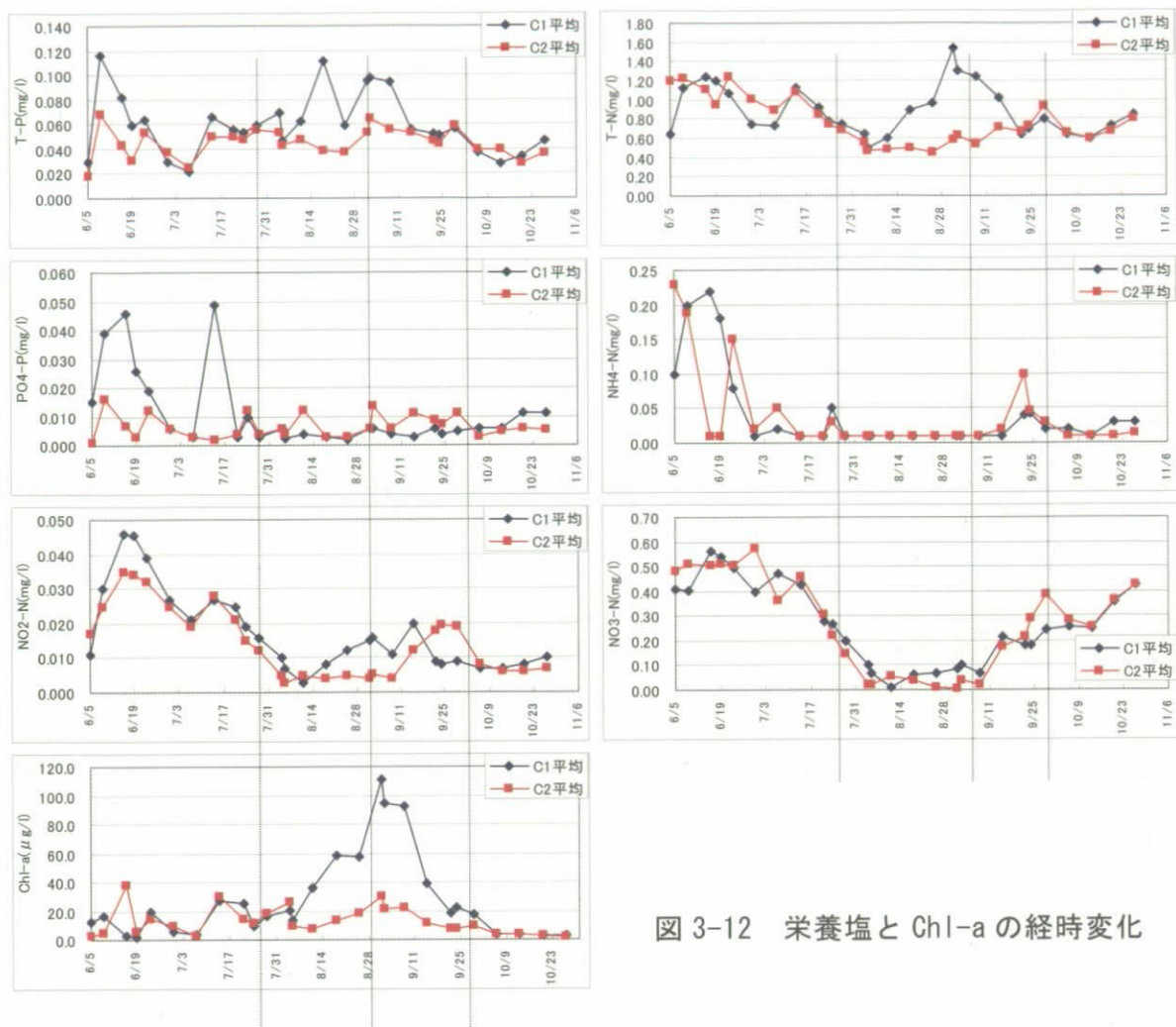


図 3-12 栄養塩と Chl-a の経時変化

3.4.2 底部植生被度と Chl-a の関係

底部植生容積(試算値)と表層の Chl-a の関係について図 3-13 に並べて示した。この図から、C1 槽、C2 槽ともに底部植生容積が増加した7月中旬から8月中旬にかけては、Chl-a の増加は顕著にみられず、底部植生容積が減少した8月下旬から Chl-a が増加する傾向がみられた。このことは藻類の増殖に関して底部植生と植物プランクトンとの間に何らかの競合関係があったことが示唆される。

7月の時点で増殖速度の面で有利なアオミドロは、水中に十分な窒素、リンが存在する状態であり、特に付着基質である底泥から栄養塩が供給されていること、かつ、植物プランクトンに比べて増殖最盛期を早く迎えること(7月頃)から、植物プランクトンに勝って栄養塩を摂取し、活発な増殖が行われた可能性が考えられた。

一方、アオミドロの8月中旬以降の増殖量の減少については、アオミドロの生態によるものなのか、栄養塩の摂取障害によるものかは不明確であるが、3回目ピーパー調査から、この時期においても底層部には依然として高濃度の利用可能な窒素、リンが存在すること、8月に入ってから水面に浮遊するアオミドロが顕著となったこと、さらにアオミドロは、春季には分裂増殖、夏季には有性生殖というように増殖の形態が変化することから、その生態に変化があったことが考えられる。

また、水質調査結果からも表層部の無機態窒素が枯渇した状態となったことから、C1 槽では、植物プランクトンの中でも窒素が枯渇した状態での窒素摂取に優位性を持つアナエナが、また、C2 槽では、底泥からの栄養塩の供給を利用できる鉛直移動が可能なミクロキ

ステイスといった藍藻類が優占したものと思われる。

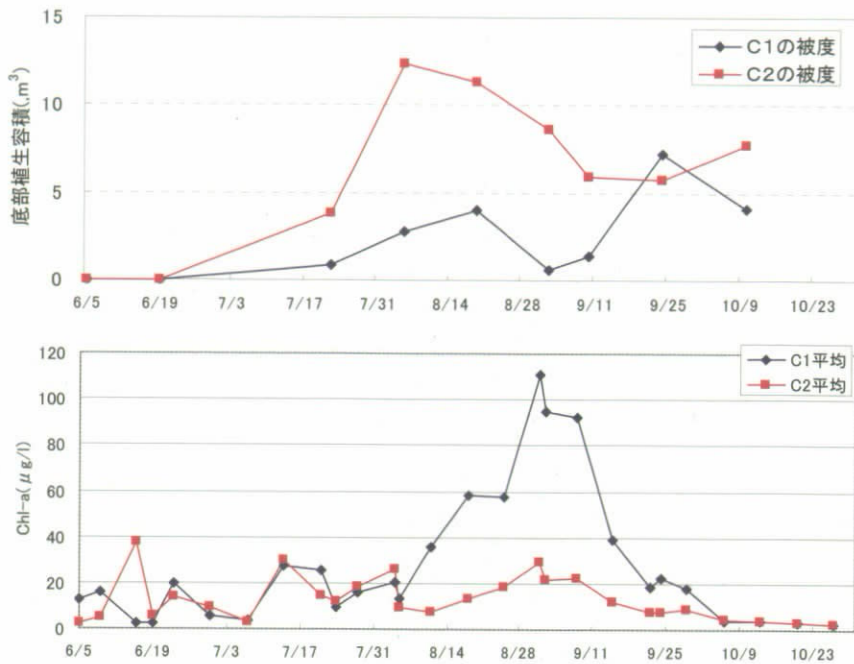


図 3-13 底面植生容積と表層 Chl-a 濃度の経時変化比較

3.5 浚渫による底泥溶出負荷の削減効果

浚渫による水質改善効果の概念を図 3-14 に示す。

浚渫とは、底泥からの窒素、リンの溶出量を減少させ、表層への栄養塩の供給を小さくすることにより、表層部での植物プランクトンの増殖を適度な量に抑制するものである。

図 3-14 (上段) より、本実験のピーパー 1 回目調査の直上水および底質間隙水の鉛直分布から、C2 槽 (汚濁泥) では底泥からの溶出が認められたのに対し、C1 槽 (普通泥) では底泥からの溶出は認められず、これを浚渫直後の底泥溶出負荷削減効果として評価すれば、その十分な溶出削減効果が確認された。

さらに、底泥からの窒素、リン溶出量が C1 槽に比べて C2 槽で大きかったことから、アオミドロの繁茂量は、C1 槽に比べて C2 槽で圧倒的に多かった。この C2 槽で繁茂した多量なアオミドロは、やがて枯死し底面に堆積・分解することによって、さらなる底質の悪化を招くことになり、また、この負荷量は底質の汚濁量に比例すると思われる。

このように、底質汚濁が進行した水域では高い内部生産力を有することから、栄養塩の太いパイプでの物質循環により底層の嫌気化が進み、底泥溶出が増大するというサイクルが繰り返されると考えられる。

しかしその一方で、このようなアオミドロ等の底層付着藻類や、C2 槽に限定して繁茂した沈水植物のクロモ等により、増殖が活発な時期においては、底泥からの豊富な栄養塩を吸収・摂取したことなど底泥の汚濁度以外の因子の方が大きく水質への影響を及ぼしていると考えられるため、表層における水質調査結果からは、浚渫前後の水質改善効果の確認はできなかった (図 3-14 (下段))。

以上のことから、富栄養化が進行した水域における浚渫は、図 3-15 に示すような汚濁底泥の水環境への負の影響の誘発を断ち切るものであり、その意味で浚渫は、短期的な現象だけでなく、長期的観点から富栄養化現象の軽減に対して有効であると考えられる。今回、浚渫効果の確認は、直接的な測定評価では捉えることができたものの、自然界という大き

な水環境にあてはめると、本実験における規模でも他の要因が重なり影響を及ぼすことが明白であるとおりに、実際その評価を捉えることは非常に困難となることが示唆される。

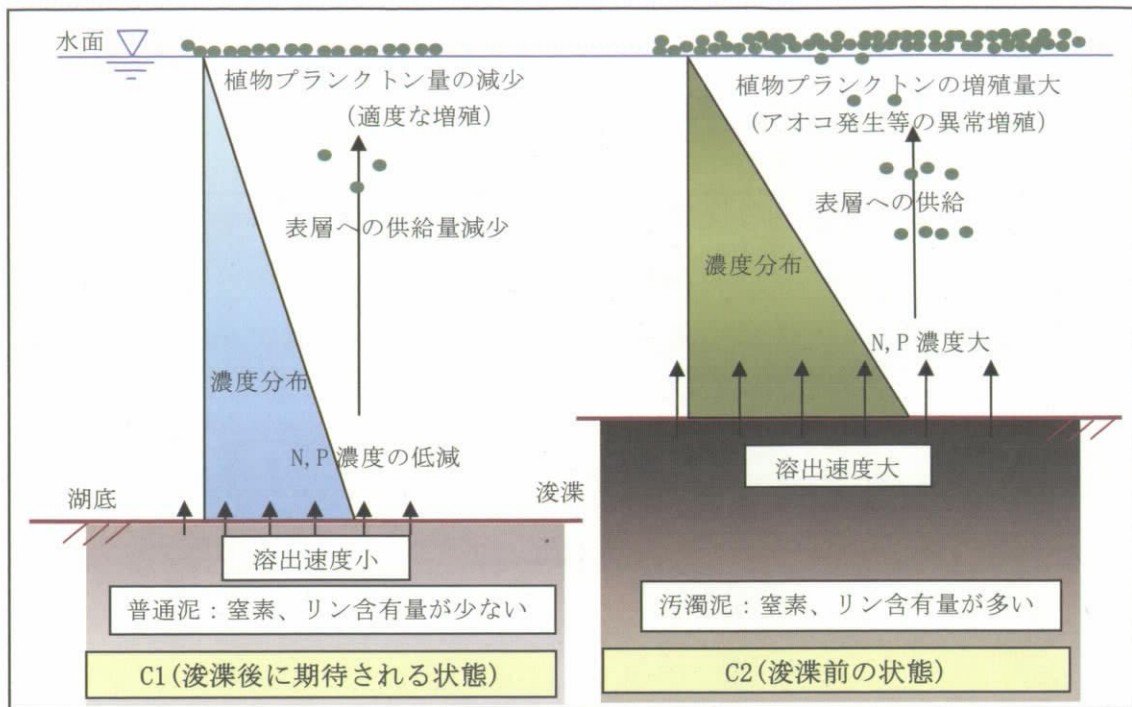


図3-14 浚渫による水質改善効果の概念(上段)と本実験の水質鉛直変化機構の推定(下段)

(参考文献:「底質の調査・試験マニュアル改訂第三版」(平成15年3月、(社)底質浄化協会)

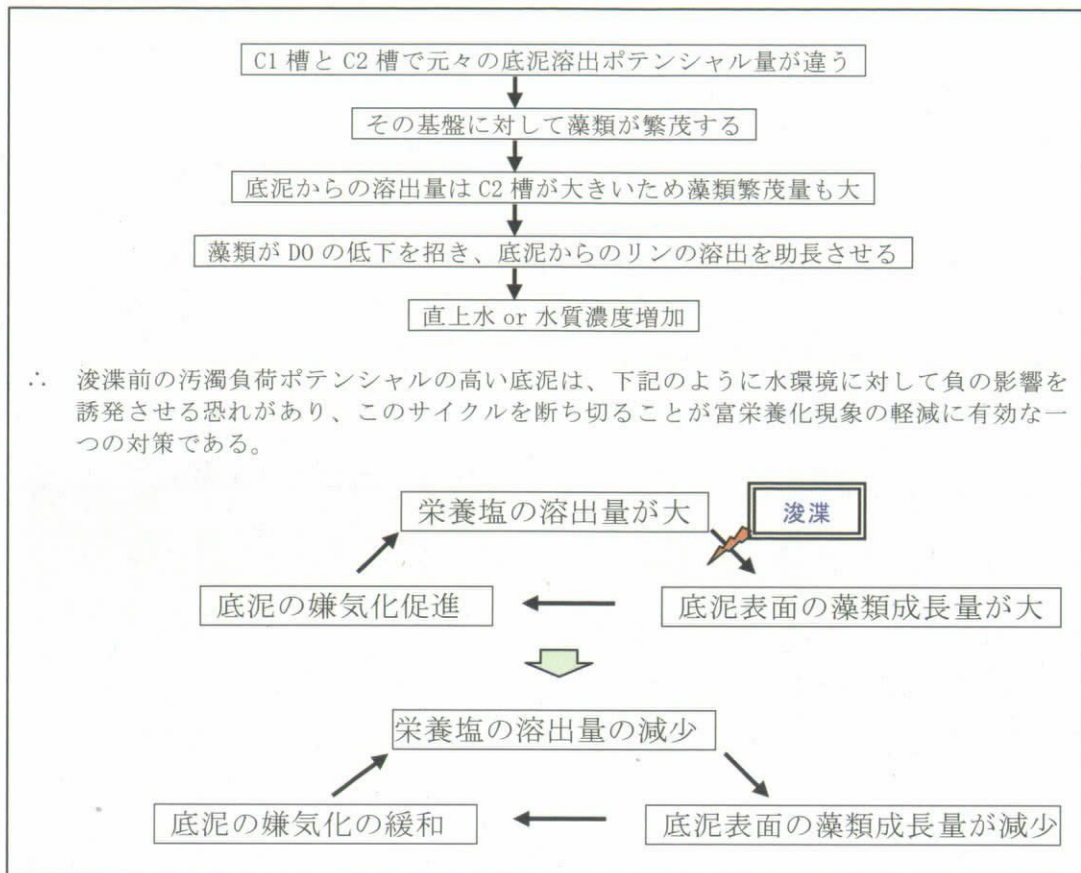


図 3-15 底泥浚渫の必要性

4. 実水域における浚渫効果の評価に関する検討

本実験結果から以下のような知見を得たことから、実水域における浚渫効果の評価にあたってはこのような因子に対して注意が必要となると考えられる。

- ① ピーパー 1 回目調査を浚渫直後の浚渫効果として評価すると、C2 槽（汚濁泥）の底質間隙水と直上水の濃度差が大きいのに比べて、C1 槽（普通泥）では、直上水に比べて底質間隙水濃度の方が小さく、普通泥からの底泥溶出が認められず、浚渫（底質含有量の減少）による底泥溶出負荷削減効果が期待されることが示された。
- ② ピーパー 2 回目調査（7/22～8/5）では、1 回目調査から直上水および底質間隙水濃度の顕著な上昇がみられた。この夏季の底面植生被度と直上水および底質間隙水の濃度変化はアオミドロを主体とする底面植生容積の経時変化とよく対応しており、その影響が示唆された。
- ③ このアオミドロの繁茂は、C1 槽に比べて C2 槽の繁茂量の方が多く、C2 槽の底泥からの栄養塩の供給が多いことによる影響が考えられた。また、直上水 DO 調査によると、アオミドロ内では貧酸素～無酸素状態になっていることが確認され、底泥表面の嫌気化が底泥溶出量の増大を助長していることが推測される。
- ④ 底面植生容積の経時変化は、表層の Chl-a 濃度の経時変化との相互関係も示唆され、7 月から 8 月中旬にかけての底面被度の増大期間は Chl-a 濃度の増大はみられず、8 月中旬から 9 月上旬にかけての底面被度の減少に伴って Chl-a 濃度の上昇がみられた。

- ⑤ アオミドロ等の底層藻類の光合成は、冬季においても行われていることが確認されたことから、長期的にみると、さらなる底泥の汚濁進行を招くことが予想される。

また、本実験において夏季を中心とした実験結果を踏まえ、表 4-1 に示すように普通泥を基準(=1)としたときの汚濁泥の相対比率から、C1 槽 (普通泥) と C2 槽 (汚濁泥) について相対評価を行った結果を図 4-1 に示す。

表 4-1 夏季を中心とした実験結果による C1 槽と C2 槽の各評価項目の比較

項目		単位	C1	C2	C1/C2	C2/C1	根拠
底質含有量	T-N	mg/kg	100	2135	0.05	21.35	実験前調査:0~4cm層平均
	T-P	mg/kg	251	1620	0.15	6.45	
底泥溶出	D-TN	mg/m ² /d	0	266	0.00	-	1回目調査からの試算値
	D-TP	mg/m ² /d	0	60	0.00	-	
底層水質	D-TN	mg/L	0.92	4.57	0.20	4.97	2,3回目調査:0~2cm層
	D-TP	mg/L	0.676	1.9765	0.34	2.92	
	DO	mg/L	4.6	0.7	6.57	0.15	直上水DO調査(9/2)
表層水質	COD	mg/L	6.57	4.67	1.41	0.71	7/24~9/2平均
	Chl-a	mg/L	46	17	2.71	0.37	
	T-N	mg/L	0.876	0.552	1.59	0.63	
	T-P	mg/L	0.073	0.048	1.52	0.66	
沈水植物		-	無し	有り	-	-	日常観察
アオミドロ	底面積	m ²	2.08	9.04	0.23	4.35	日常観察、底面観察
植物プランクトン	ミクロキスティス	cells/ml	16	77	0.21	4.81	7/24~9/2の4回平均
	アナヘナ	cells/ml	467	26	17.96	0.06	
	種類数	種	15.75	12	1.31	0.76	
	細胞数	cells/ml	1037	274.8	3.77	0.26	
動物プランクトン	種類数	種	8.7	8	1.09	0.92	8/5~9/2の3回平均
	個体数	cells/100ml	125.3	70.7	1.77	0.56	
底生生物	種類数	種	3	2	1.50	0.67	H16.2.3調査
	個体数	個体/kg	175	87	2.01	0.50	

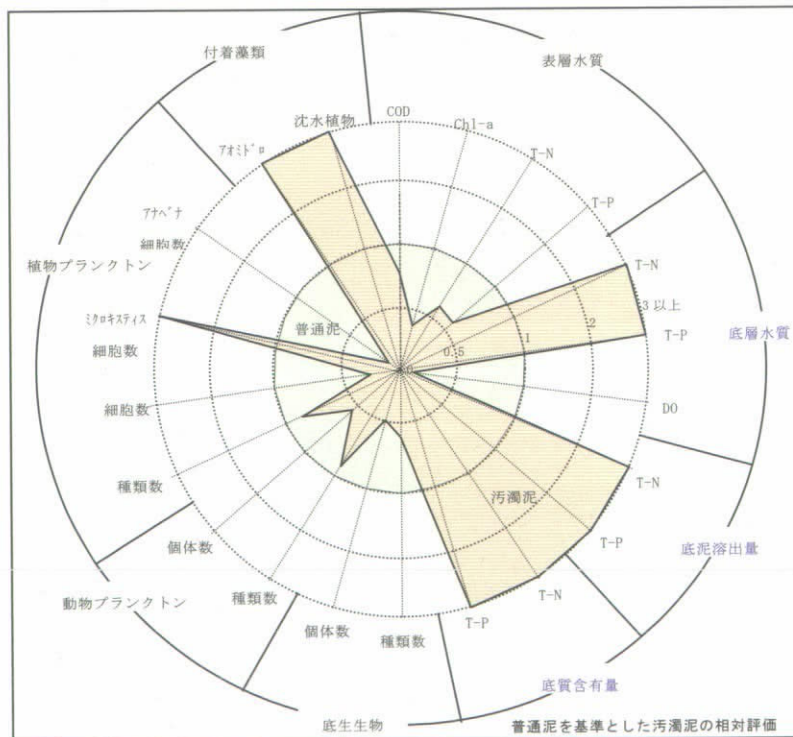


図 4-1 夏季を中心とした実験結果に基づく C1 槽 (普通泥) と C2 槽 (汚濁泥) の相対評価

底泥浚渫によって期待される直接的な水環境改善効果として、今回の実験では、汚濁物質含有量の減少、底層環境の改善、栄養塩類溶出量の減少、底層水質の改善が確認された

と評価される。これについては、本実験での直上水および底泥間隙水を採取し、その鉛直分布によって評価可能となる。

しかしその一方で、表層を含めた湖水全体としての水質改善効果については、底層水質の改善が必ずしも一義的に表層水質の改善に結びつくわけではなく、本実験においてもその効果の検証には至らなかった。これは、底層水質の改善が水生植物、プランクトン、底生生物などの水生生物の生息環境に影響を及ぼし、さらにそれらが相互に複雑に作用することによって生態系全体における水質が形成されていると考えられるからである。

浚渫事業によっても、その効果について何をもって評価すべきかが問題であり、その事象は複雑に絡みあっていることが今回のパイロット実験結果からも伺える。

湖沼水質の評価にあたっては、これまで植物プランクトンの影響までを考慮することが多かったが、本実験結果をみると、底層のアオミドロ等の付着藻類やクロモ等の沈水植物の影響が非常に大きいことが示唆された。付着藻類や沈水植物を介しての栄養塩の収支に関する知見は植物プランクトンに比べて少なく、また、これらに取り込まれた分はその水質になかなか反映しにくいことから、湖沼水系の中の物質循環として取り扱われることは少なかった。しかし、浚渫後の底層環境の変化は、それに伴って水中の栄養塩バランスや透明度等が変化し、さらに植物プランクトンと水生植物との競合バランスにも変化を及ぼすと考えられる。これらは一時的に窒素、リンを取り込むだけであり、そのまま放置すれば、水中に再び回帰することから、これらの作用が水質に及ぼす影響は非常に大きいといえる。

したがって、浚渫効果を評価するにあたっては、時々刻々の水質を把握するだけでなく、水生植物内の窒素、リンを含めた栄養塩現存量の把握が重要であると考えられる。

さらに、本実験から底面植生分布や槽内の窒素、リン濃度は葉山川流入水の影響を受けたことも示唆され、実水域では、河川流入負荷の影響や水理特性等を考慮する必要があると考えられ、以上のような要因についてより定量的な把握を試みることによって、浚渫による直接的な底質改善効果だけでなく、湖沼水全体への水質改善効果、さらには健全な水環境の創出効果について、より定量的な評価が可能になると考えられる。

5. 参考文献

- ① 「昭和 61 年度環境庁委託業務報告書 底質汚濁改善対策調査総合報告書」(S62. 1)環境庁
- ② 「底質の調査・試験マニュアル改定第三版」(平成 5 年 3 月 (社)底質浄化協会)
- ③ 「湖沼工学」岩佐義朗編著 山海堂
- ④ 「土の環境圏」(株)フジ・テクノシステム(1997)

実験担当者

国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所	水質調査課課長	春木	二三男
	水質調査課開発調整係長	中村	超
	水質調査課国土交通技官	椿	善光
財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構	実験センター所長	柳田	英俊
	実験センター主任研究員	和田	桂子

2. 土壤浄化施設モニタリング調査

1. 目的

土壤浄化施設は、琵琶湖の富栄養化を防止するため、琵琶湖流入河川である北川の水質浄化を行い、栄養塩類負荷を削減することを目的に計画された。図 1-1 に土壤浄化施設の位置を示す。

本業務は土壤浄化施設の稼動・通水後の維持管理の一環として、浄化施設全体のモニタリングを行い、処理効果の把握を目的とした。



図 1-1 位置図

2. 施設概要

施設の諸元は表 2-1 のとおりである。

表 2-1 実験施設の諸元

項目		諸元
施設面積		5,645 m ²
前処理施設	規模	幅 11.1m×長さ 17.1m×深さ 3.7m (有効水深 2.5m) 水面積 190 m ² 、容積 337m ³
	通水量	2,160m ³ /日
	滞留時間	3.7 時間
	水面積負荷	25m ³ /m ² 日
	通水方法	横流方式
その他	ヨシ植栽 (フローティングマット 2m×2m×8 基)	
土壤浄化施設	系列数	2 池
	規模	707m ² 、655m ² 深さ 1.2m
	通水量	2,160m ³ /日 (2 池)
	水面積負荷	1.6m ³ /m ² ・日
	通水方法	上向流方式
使用ろ材	赤玉土	

施設は、本施設である土壤浄化施設と、土壤浄化施設への負荷を削減し性能を維持するための前処理施設からなる。施設全体平面図を図 2-1 に示す。

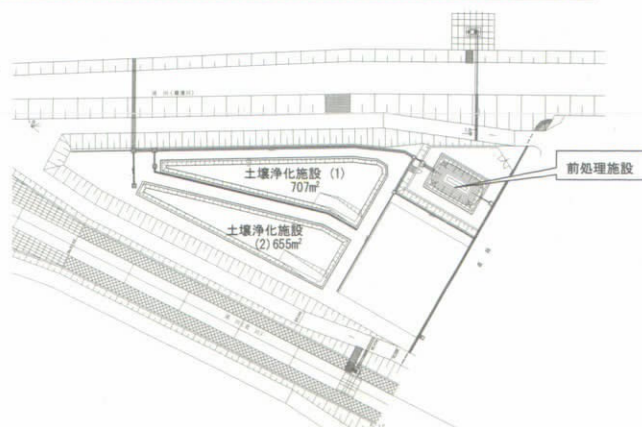


図 2-1 施設全体平面図

2.1 前処理施設

土壌浄化施設のろ過持続性を高めるためには、土壌の目詰まりを抑える必要がある。本施設には、主に土砂等のSS分の除去を目的とした前処理施設(沈殿池)を設置している。前処理施設の平面図を図2-2、断面図(A)を図2-3に示す。

また、池には、修景と補助的な水質浄化を目的としたフローティングマット(ヨシ植栽を施した浮島)を浮かべている。図2-4にフローティングマットのイメージを示す。

2.2 土壌浄化施設

本施設は、主にリンの吸着除去を目的として土壌によるろ過処理を行うもので、施設底面及び側面に遮水シートを敷設し、ろ材として赤玉土を充填した施設2池からなる。

土壌浄化施設は表2-2に示すような層構造になっており、通水は槽内水位を安定させ、水質浄化を効果的に行うために上向流とした。

土壌浄化施設の断面図を図2-5に示す。

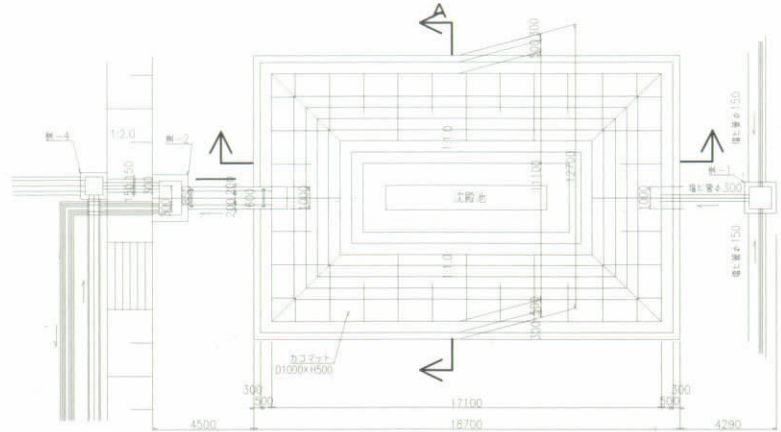


図 2-2 平面図

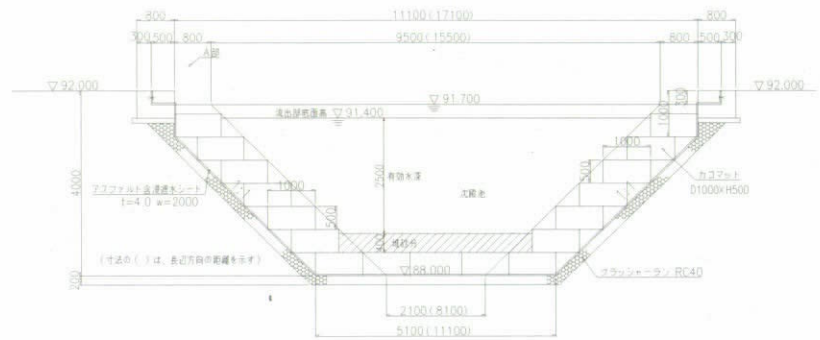


図 2-3 断面図(A)



図 2-4 フローティングマット

表 2-2 土壌層の層構造

項目	充填材
上層 (200mm)	5号単粒度砕石 (粒径13.0~20.0mm)
中層 (800mm)	赤玉土 (中粒土)
下層 (200mm)	5号単粒度砕石 (粒径13.0~20.0mm)

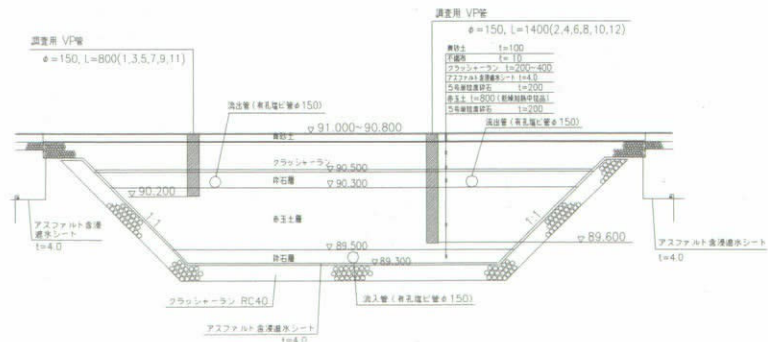


図 2-5 土壌浄化施設断面図

3. 調査内容

3.1 調査概要

3.1.1 前処理施設

本施設は土壌浄化施設の浄化能力を維持するために前処理施設(沈殿池)を設置している。この沈殿池は、主に水中の濁質分を除去すること目的としており、処理水のSS濃度が8mg/L以下になるように設計されている。本調査では、前処理施設の処理効果を把握するために、水質調査(前処理流入、前処理流出)を行った。

3.1.2 土壌浄化施設

土壌浄化施設は水中の栄養塩(有機物、りんなど)の除去を目的とした施設であることから、土壌浄化施設の浄化効果を把握するために、土壌浄化施設流入(前処理施設流出)、土壌浄化施設流出の各地点において水質調査を行った。

3.2 水質調査

3.2.1 水質調査地点

水質調査地点を図3-1に示す。

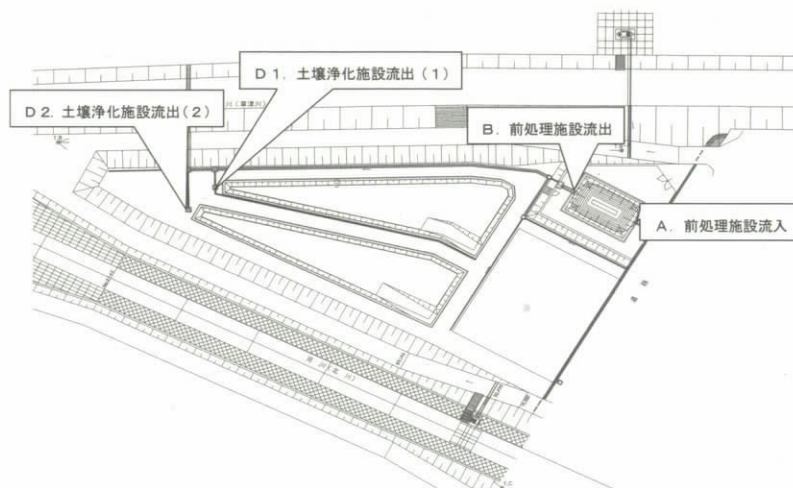


図3-1 水質調査地点

3.2.2 水質調査項目と分析方法

水質調査項目を表3-1に、また分析方法を表3-2にそれぞれ示す。

表3-1 水質調査項目

調査地点 調査項目	A 前処理施設 流入	B 前処理施設 流出	D1 土壌浄化施設 流出(1)	D2 土壌浄化施設 流出(2)
pH	△	△	△	△
DO	△	△	△	△
EC	△	△	△	△
SS	○	○	○	○
COD	○	○	○	○
BOD	○	—	○	○
T-N	○	○	○	○
T-P	○	○	○	○
PO ₄ -P	○	○	○	○

注) △は簡易測定器による現場測定

表 3-2 分析方法

	調 査 項 目		分 析 方 法
水 質 調 査	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

4. 調査結果

4.1 水質調査結果

平成14年度～平成15年度における水質の推移を図4-1(その1～2)に示す。

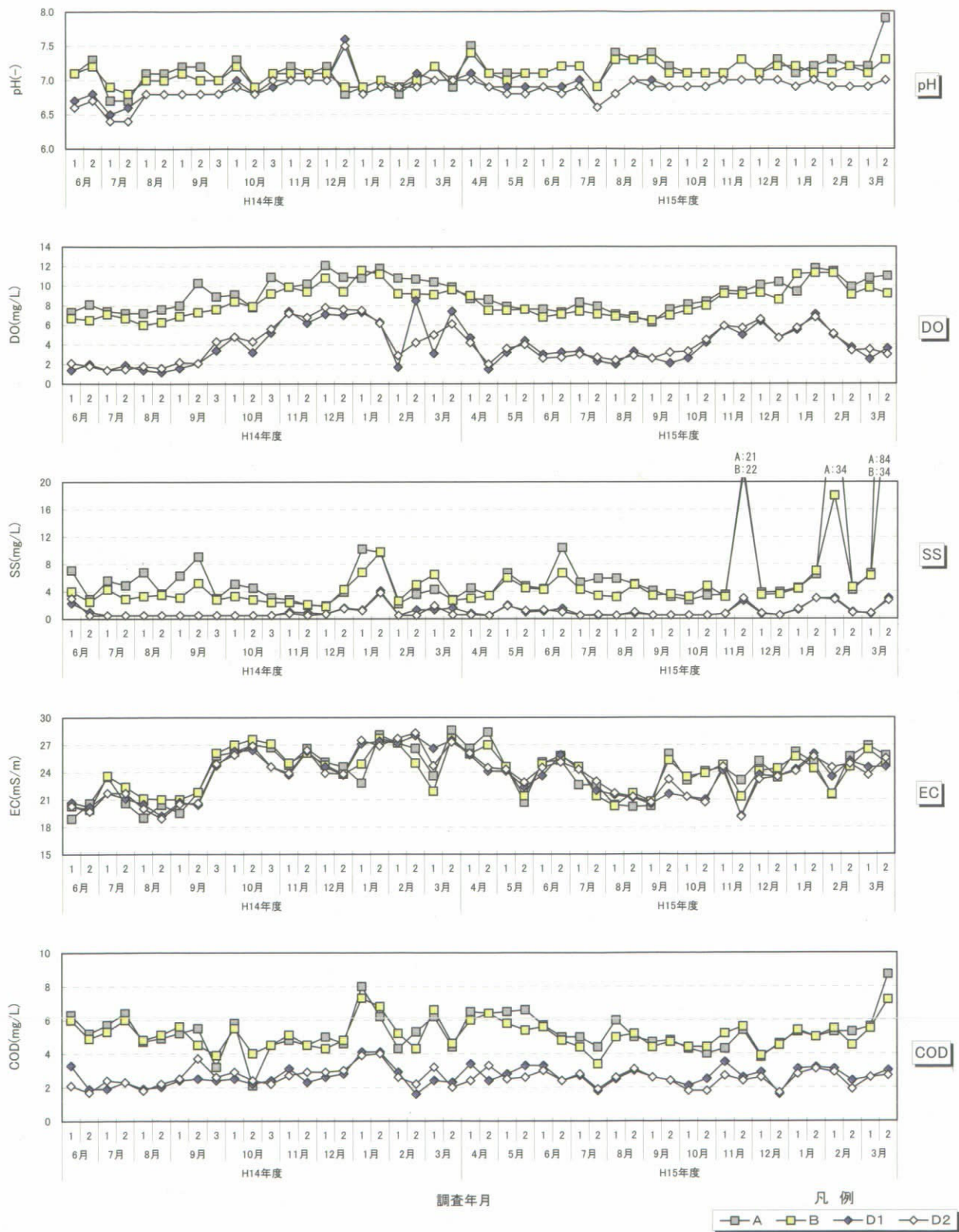


図4-1 平成14～15年度における水質の推移 (その1)

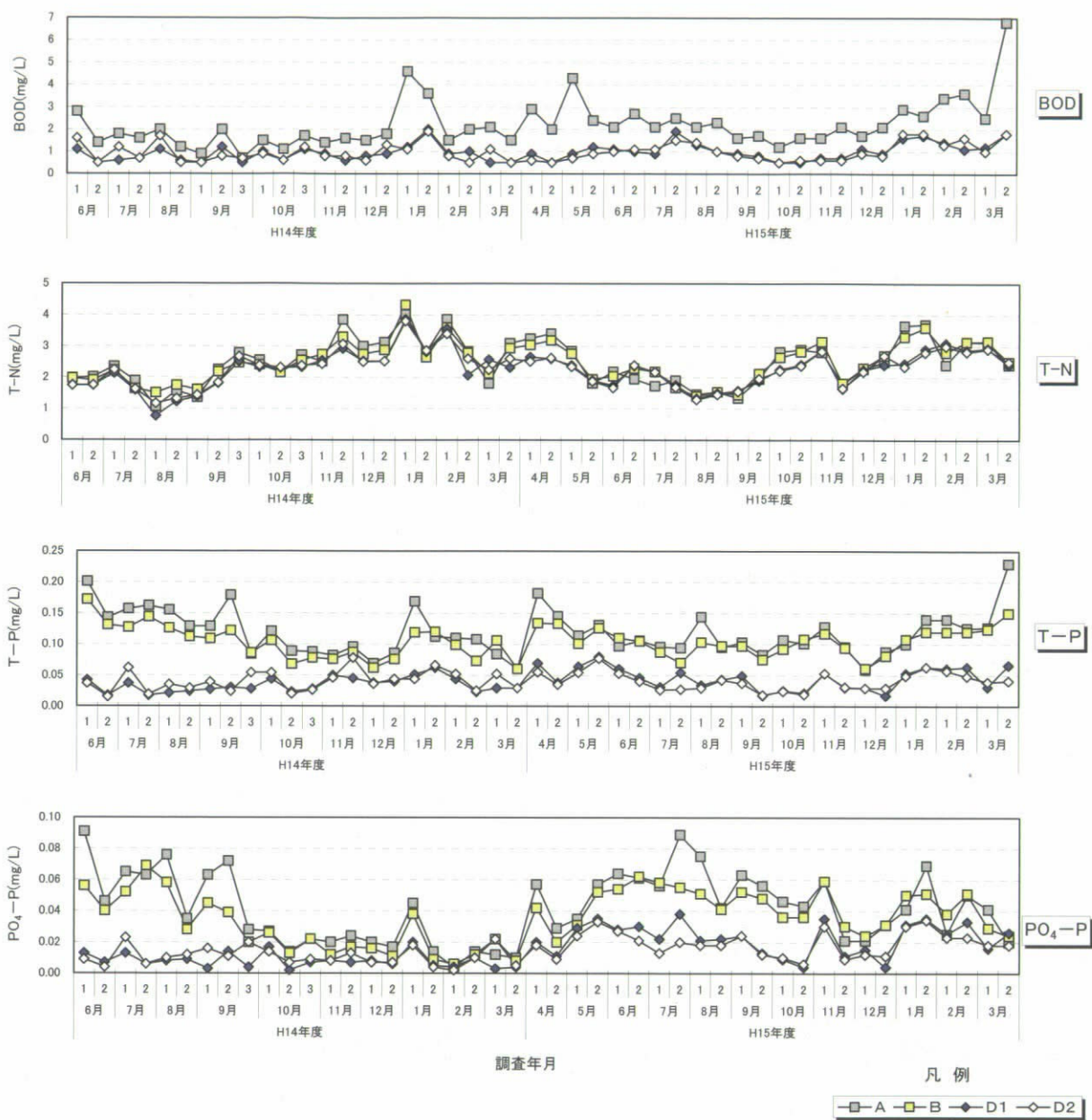


図 4-1 平成 14～15 年度における水質の推移 (その 2)

4.1.1 水質調査結果のまとめ

各調査地点における平均値を表 4-1 に示す。

(1) pH について

平成 14 年度調査の 7 月に、D2 で 6.4 と若干低い値を観測したが、それ以降は D1 および D2 とともに概ね 6.5～8.0 の間で推移しており、特に問題になるような値は観測されていない。生活環境の保全に関する環境基準の河川 A 類型では pH6.5～8.5 と定められているが、土壤浄化施設流出水の pH は平均 6.9 程度であり、A 類型の範囲内であることから特に問題はないと考えられる。

表 4-1 各調査地点の平均値 (pH)

調査地点	年度	最大	平均	最小
A 前処理施設流入	H14	7.3	7.0	6.7
	H15	7.9	7.2	6.9
B 前処理施設流出	H14	7.2	7.0	6.8
	H15	7.4	7.2	6.9
D1 土壤浄化施設流出(1)	H14	7.6	6.9	6.5
	H15	7.1	6.9	6.6
D2 土壤浄化施設流出(2)	H14	7.5	6.9	6.4
	H15	7.0	6.9	6.6

(2) SS について

H14 年度と H15 年度の平均値を比較すると、全地点で H15 年度が高くなっている。

B の前処理施設流出では、最大 34mg/L と目標値の 8mg/L を大きく上回る値を観測することもあったが、平均では 6.9mg/L と良好な結果となっている。

土壤浄化流出水の D1 および D2 では、平均値が H14 年度に比較して若干が増加しているが、特に大きな変化は見られず土壤槽による高い除去効果が表れている。

本施設の SS の浄化機能としては、前処理施設における自然沈降、土壤層におけるろ過捕集があげられるが、調査結果からもこれらの効果が十分に作用していると考えられる。

なお、平均値の算出において、定量下限値未満の値に関しては定量下限値をその値として取り扱った。

表 4-2 各調査地点の平均値 (SS)

調査地点	年度	最大	平均	最小
A 前処理施設流入	H14	6.9	4.8	1.9
	H15	84.0	10.1	2.7
B 前処理施設流出	H14	9.8	3.8	1.8
	H15	34.0	6.9	3.0
D1 土壤浄化施設流出(1)	H14	4.1	1.0	<0.5
	H15	3.0	1.2	<0.5
D2 土壤浄化施設流出(2)	H14	3.8	0.9	<0.5
	H15	3.0	1.2	<0.5

(3) BOD・COD および DO について

BOD と COD の結果を見ると、A の前処理施設流入水は H14 年度よりも H15 年度のほうが若干高くなっている。しかしながら、土壤浄化施設の流出水は、D1、D2 とともに概ね H14 年度レベルの水質となっている。

A と B の COD 平均濃度を見ると、濃度差はほとんど無く、それほど負荷が除去されていないが、A と D1・D2 を比較すると濃度が約半分になっている。

先の SS の調査結果と合わせて考えると粒子由来の COD 成分が土壤層に捕捉されていると考えられる。

表 4-3 各調査地点の平均値 (BOD)

調査地点	年度	最大	平均	最小
A 前処理施設流入	H14	4.6	1.8	0.7
	H15	6.8	2.5	1.2
B 前処理施設流出	H14	—	—	—
	H15	—	—	—
D1 土壤浄化施設流出(1)	H14	2.0	0.9	0.5
	H15	1.9	1.1	0.5
D2 土壤浄化施設流出(2)	H14	1.9	0.9	0.5
	H15	1.8	1.0	0.5

なお、生活環境の保全に関する環境基準の河川A類型ではBODは2mg/L以下と定められている。本施設処理水は1.0mg/Lであり、環境基準と比較しても良好であると言える。

DOは河川A類型として7.5mg/L以上と定められており、本施設処理水のDO平均値は約4mg/Lと明らかに低い値である。しかし、処理水の放流先である草津川合流点でのDO濃度はほぼ飽和になっていた(9mg/L; 10月25日測定)ことから、土壌浄化施設から草津川に放流される間に、環境基準を満たすまで曝気されていると推察される。

(4) T-PおよびPO₄-Pについて

T-P、PO₄-Pはそれぞれが本施設において良好な除去効果が得られている。

T-Pは、河川水中では懸濁態と溶解性に大別できる。このうち懸濁態由来のT-Pについては、前処理施設における沈降効果および、土壌浄化施設におけるろ過効果が主な除去効果である。また、溶解性のT-P(PO₄-Pなど)に関しては、生物化学的機構やリン酸鉄やリン酸アルミとして固定されることが知られている。赤玉土は鉄やアルミを多く含むことから、化学的不溶化による除去効果が大きいと考えられる。

各施設におけるT-P平均値をみると、D1でH14年度よりもH15年度が若干高くなっているが、それ以外はほぼ同様の水質なっている。

これに対してPO₄-Pは、いずれの施設もH14年度よりもH15年度が濃度が高くなっている。特に、H15年度のD1、D2は、H14年度のそれに比べ、およそ2倍の濃度となっている。

ここで、土壌層の流入【B】におけるP濃度と、土壌層の流出【D1・D2】のP濃度の関係を整理すると図4-2のようになる。これによると、T-P、PO₄-PはいずれもH14年度はX軸側にばらついているが、H15年度では1:1のライン側に近づいたり、あるいはそれに平行になるように点が集まっている。すなわち、H14年度は原水の濃度が高くても処理水濃度が一定レベル以下に抑えられていたが、H15年度は原水濃度が高くなると処理水濃度も高くなる傾向が見られる。この内容から、時間の経過とともに土壌層の浄化能力が徐々に

表 4-4 各調査地点の平均値(COD)

調査地点	年度	最大	平均	最小
A 前処理施設流入	H14	8.0	5.1	2.1
	H15	8.7	5.3	3.8
B 前処理施設流出	H14	7.3	5.2	3.9
	H15	7.2	5.1	3.4
D1 土壌浄化施設流出(1)	H14	4.1	2.5	1.6
	H15	3.5	2.7	1.6
D2 土壌浄化施設流出(2)	H14	4.0	2.6	1.7
	H15	3.3	2.5	1.7

表 4-5 各調査地点の平均値(DO)

調査地点	年度	最大	平均	最小
A 前処理施設流入	H14	12.1	9.4	7.2
	H15	11.8	8.8	6.3
B 前処理施設流出	H14	11.6	8.5	6.0
	H15	11.3	8.4	6.5
D1 土壌浄化施設流出(1)	H14	8.5	4.2	1.2
	H15	7.1	3.8	1.5
D2 土壌浄化施設流出(2)	H14	7.8	4.3	1.4
	H15	6.8	3.9	2.0

表 4-6 各調査地点の平均値(T-P)

調査地点	年度	最大	平均	最小
A 前処理施設流入	H14	0.201	0.119	0.060
	H15	0.230	0.118	0.059
B 前処理施設流出	H14	0.172	0.103	0.060
	H15	0.150	0.106	0.061
D1 土壌浄化施設流出(1)	H14	0.062	0.034	0.017
	H15	0.080	0.046	0.017
D2 土壌浄化施設流出(2)	H14	0.078	0.040	0.015
	H15	0.077	0.041	0.018

表 4-7 各調査地点の平均値(PO₄-P)

調査地点	年度	最大	平均	最小
A 前処理施設流入	H14	0.091	0.036	0.004
	H15	0.089	0.048	0.020
B 前処理施設流出	H14	0.069	0.028	0.006
	H15	0.062	0.043	0.020
D1 土壌浄化施設流出(1)	H14	0.020	0.008	0.002
	H15	0.038	0.022	0.004
D2 土壌浄化施設流出(2)	H14	0.023	0.011	0.002
	H15	0.034	0.019	0.006

低下していることが示唆される。

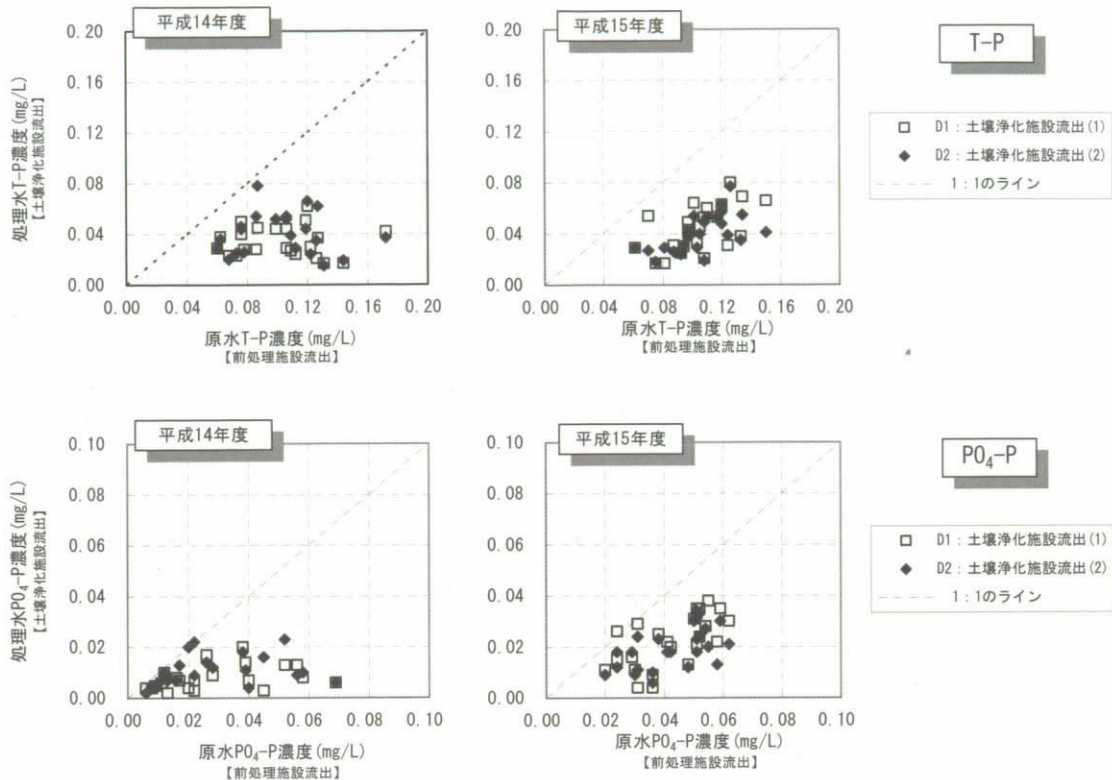


図 4-2 原水と処理水のリン濃度の関係

4.1.2 前処理施設の処理効果について

図 4-3 に前処理施設の各月の除去率を示す。

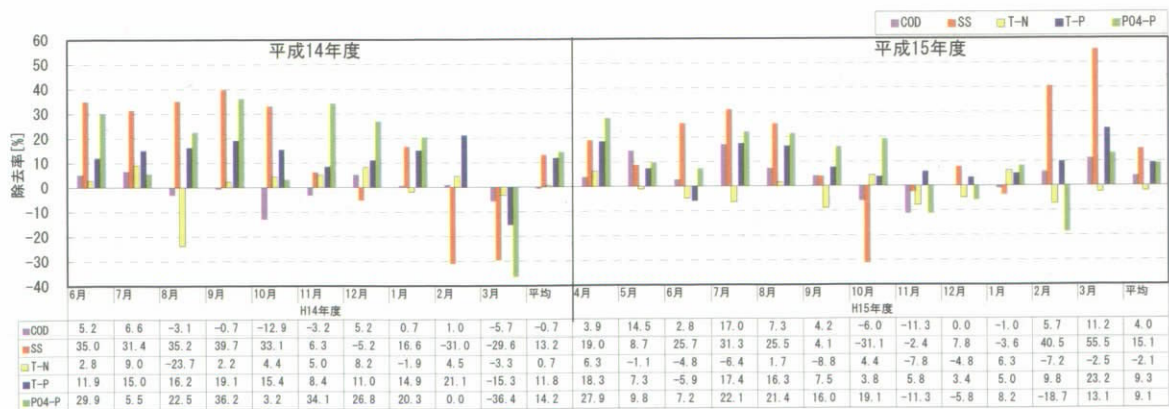


図 4-3 前処理施設の各月の除去率

図 4-3 によると、SS、T-P、PO₄-P で一部除去率がマイナスになることもあるが、全体的にはプラスの除去率を示すことが多く、よく除去されているといえる。これは、SS が除去

された結果、SS由来のT-Pが除去されたためであると推察される。これに対して、T-Nは除去率も全体的に低く、前処理施設では窒素分はほとんど除去されないことがうかがえる。H14年度およびH15年度におけるSSの年平均除去率は、13.2%および15.1%となっており、ほぼ同レベルとなっている。

また、各月の前処理施設流入水のSS濃度と処理水のSS濃度、およびSS除去率を整理すると図4-4のようになる。

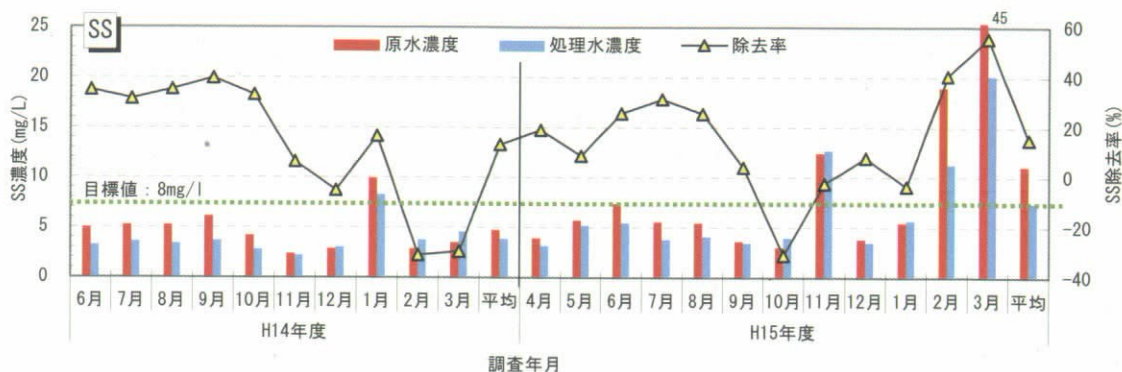


図 4-4 前処置施設流出水のSS濃度

これによると、原水濃度が10mg/Lを超えると処理水濃度も8mg/Lを上回る傾向があり、原水濃度10mg/Lが施設受け入れの上限と推察される。

4.1.3 土壤浄化施設の処理効果について

土壤浄化施設の各月の除去率を図 4-5 に示す。

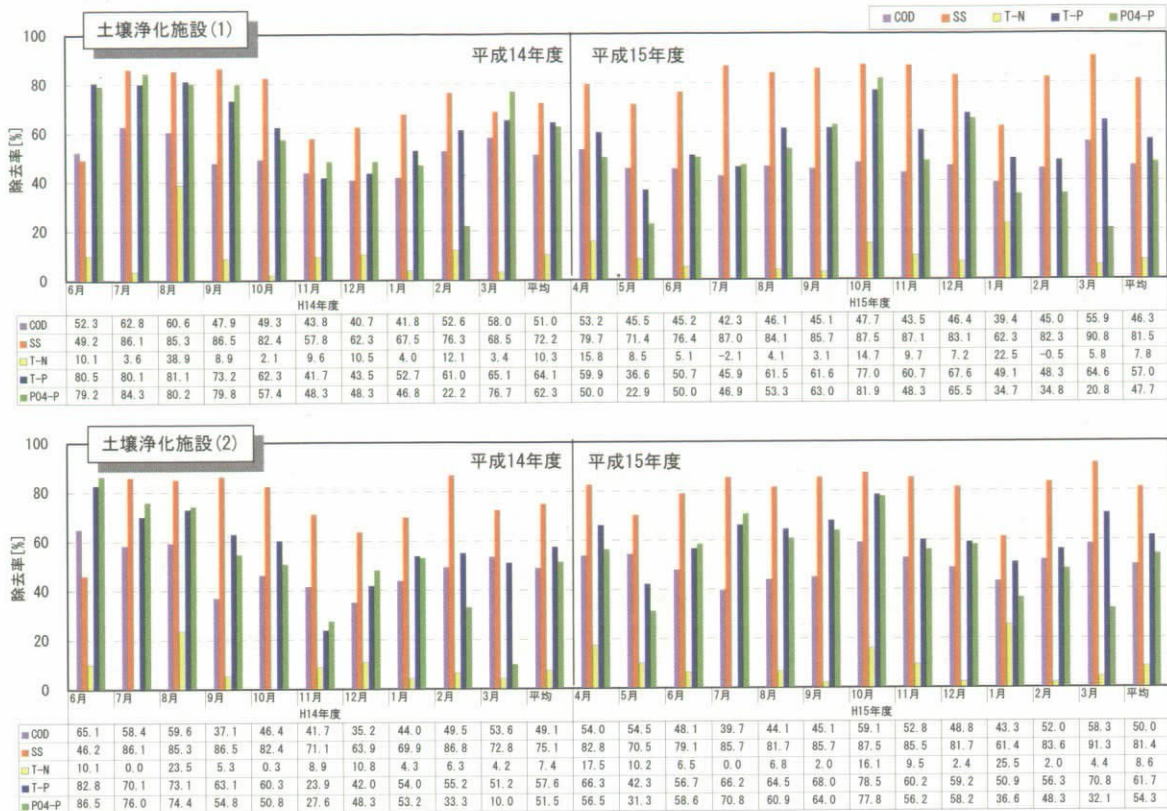


図 4-5 土壤浄化施設における各月の除去率

図 4-5 によると、いずれの槽も SS、T-P、PO₄-P の除去率が高い。特に、SS の年平均除去率は H14 年度も H15 年度もともに 70%以上の値をとっている。COD についても比較的良好的な結果となっているが、除去率は平均で 50%程度である。T-N については、ほとんど除去されておらず、平均で 10%程度であった。2つの土壤層の除去率を年度別で比較すると、土壤浄化施設(1)では H14 年度が、土壤浄化施設(2)では H15 年度が除去率が高かった。

ここで、土壤層の流入【B】におけるリン濃度と土壤層の流出【D1・D2】のリン濃度の推移、および除去率を整理すると図 4-6 のようになる。

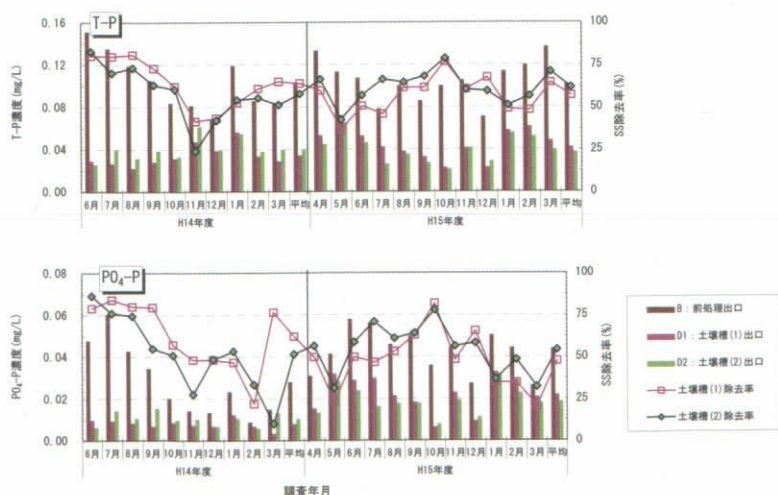


図 4-6 前処理施設流出水の P 濃度と土壤浄化施設 P 除去率の関係

これによると、D1、D2ともほぼ同様の処理水質および除去率となっている。
また、形態別リンについて同様に整理すると図4-7のようになる。

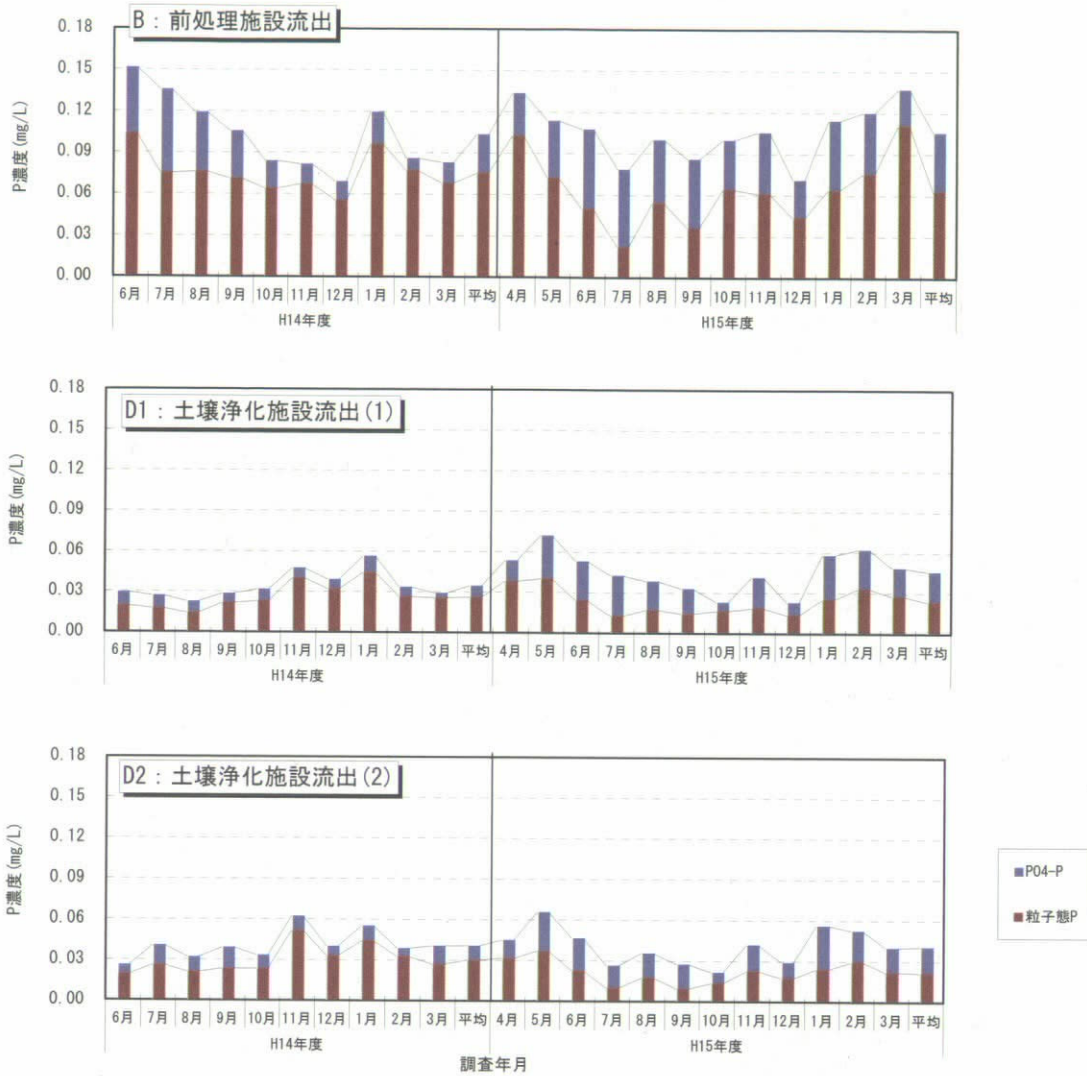


図4-7 前処理施設流出水のP濃度と土壌浄化施設P除去率の関係

これによると、粒子態リンも PO₄-P もよく除去されている。D1 および D2 の年度別の濃度推移をみると、PO₄-P 濃度は H14 年度よりも H15 年度のほうが高くなっている。H15 年度は B の PO₄-P も全体に高くそれに連動するように D1・D2 も高くなっているが、それでもやはり、PO₄-P は除去されにくくなっている傾向がある。先述の T-P および PO₄-P の関係とあわせて考えても、徐々にではあるがリンの除去能が低下していることが示唆される。

4.1.4 施設全体の除去率

図 4-8 に前処理施設と土壌浄化施設を合わせた施設全体の各月の除去率を示す。

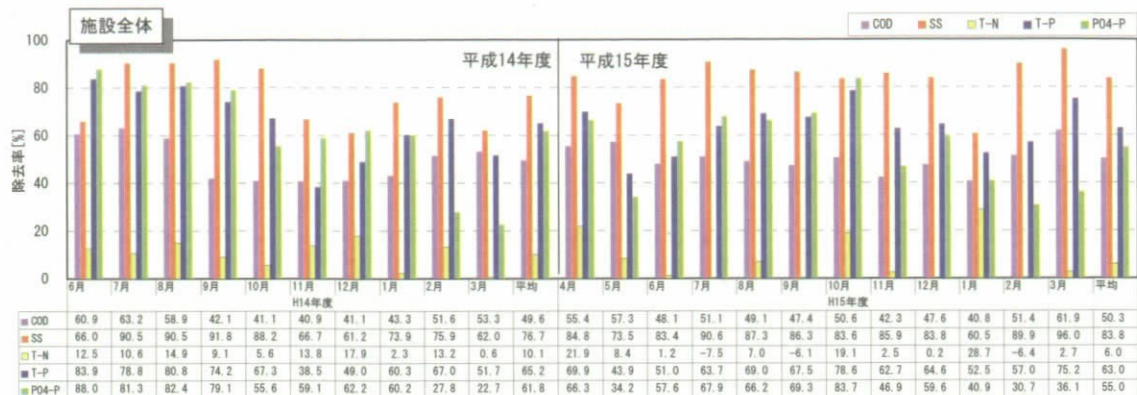


図 4-8 施設全体の各月の除去率

図 4-8 よると、COD、SS、T-P、PO₄-P は全般的によく除去されている。特に SS の除去率は高く、年度平均で 70%以上となっている。また、いずれの年度も秋から冬にかけて除去率が低下する傾向があった。

ここで、本施設の形態別りん除去推移を整理すると、図 4-9 のようになる。

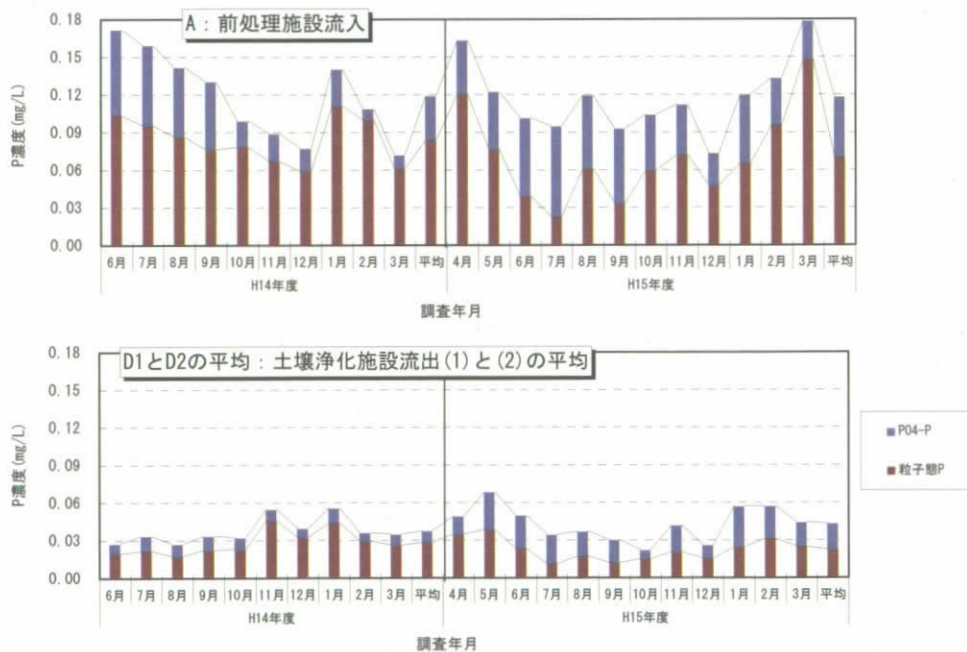


図 4-9 施設全体の各月の除去率

これによると、粒子態リンも PO₄-P もよく除去されている。年度平均で見ると、いずれの年度も原水が 0.12mg/L 程度で、処理水も概ね 0.05mg/L と同じような濃度になっている。ただし、先の「4.1.3 土壌浄化施設の処理効果について」でも述べたように、PO₄-P の除去能力が徐々に低下傾向にあることから、今後もモニタリングを継続し、その推移を監視していく必要がある。

なお、1 年間（調査期間）の施設全体における SS、COD、T-P の負荷削減量を算出（ただ

し、出水時以外は連続的にポンプが作動しているとして)すると、SS で 6,073kg/年、COD で 1,694kg/年、T-P で 47.4kg/年となった。

実験担当者

国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所	水質調査課課長	春木	二三男
	水質調査課開発調整係長	中村	超
	技官	椿	善光
財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構	実験センター所長	柳田	英俊
	実験センター主任研究員	和田	桂子
	実験センター研究員	寺田	剛史

3. 実験センターにおける生物調査（水域）（その6）

1. 目的

琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センターに設置された多自然型実験水路において、水生生物や水質の現況を把握するとともに、河川環境と生物相との関係や多様性について考察し、今後の琵琶湖・淀川水系の水辺環境の創造、景観づくりのための基礎的知見を得ることを目的とした。

2. 調査概要

2.1 調査場所

琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター

（滋賀県草津市志那町地内、以下実験センターとする。）

2.2 調査項目及び調査実施日

調査項目	調査日
(1) 魚類調査	春季：平成15年5月19日（月）～20日（火）
(2) 底生生物調査	夏季：平成15年8月5日（火）～6日（水）
(3) 水域環境調査	秋季：平成15年10月27日（月）～28日（火） 冬季：平成16年1月8日（木）～9日（金）
(4) 水生生物の進入状況調査	
① 取水口前面域調査	5月：平成15年5月15日（木） 6月：平成15年6月12日（木） 7月：平成15年7月11日（金） 8月：平成15年8月21日（木） 10月：平成15年10月17日（金） 1月：平成16年1月23日（金）
② 取水口進入調査	5月：平成15年5月12日（月）～15日（木） 6月：平成15年6月9日（月）～12日（木） 7月：平成15年7月8日（火）～11日（金） 8月：平成15年8月18日（月）～21日（木） 10月：平成15年10月14日（火）～17日（金） 1月：平成16年1月20日（月）～23日（金）
③ 排水口進入調査	設置：平成15年5月9日（金） 回収：平成15年5月13日（火）

2.3 実験施設概要及び調査地点

調査地となる実験センター内に設置された多自然型水路実験施設は、今後の琵琶湖・淀川水系の水辺環境の創造に役立てるために、実際の河川や湖沼の状態に近い池や水路を整備し、平成9年7月より導水を開始している。

実験施設概要は表2-1に、実験施設平面図および調査位置は図2-1に示した。

表2-1 実験施設概要

地点	項目	延長 (面積)	平均幅	護岸構造	河床構造
	名称				
P1	多自然型水路 (下流部)	約165m	約3~6m	土 ヤシ繊維マット	土
P2	多自然型水路 (中流部)	約125m	約3~4m	ヤシ繊維マット 蛇籠 等	砂利
P3	多自然型水路 (上流部)	約50m	約1~2m	自然石	自然石
P4	J字水路	約160m	約1~2m	ヤシ繊維ロール 等	土
P5	コンクリート水路 (三面張水路)	約240m	約2.5m	コンクリート	コンクリート
P6	琵琶湖型実験池	約200 m ²		自然石 砂利 等	土

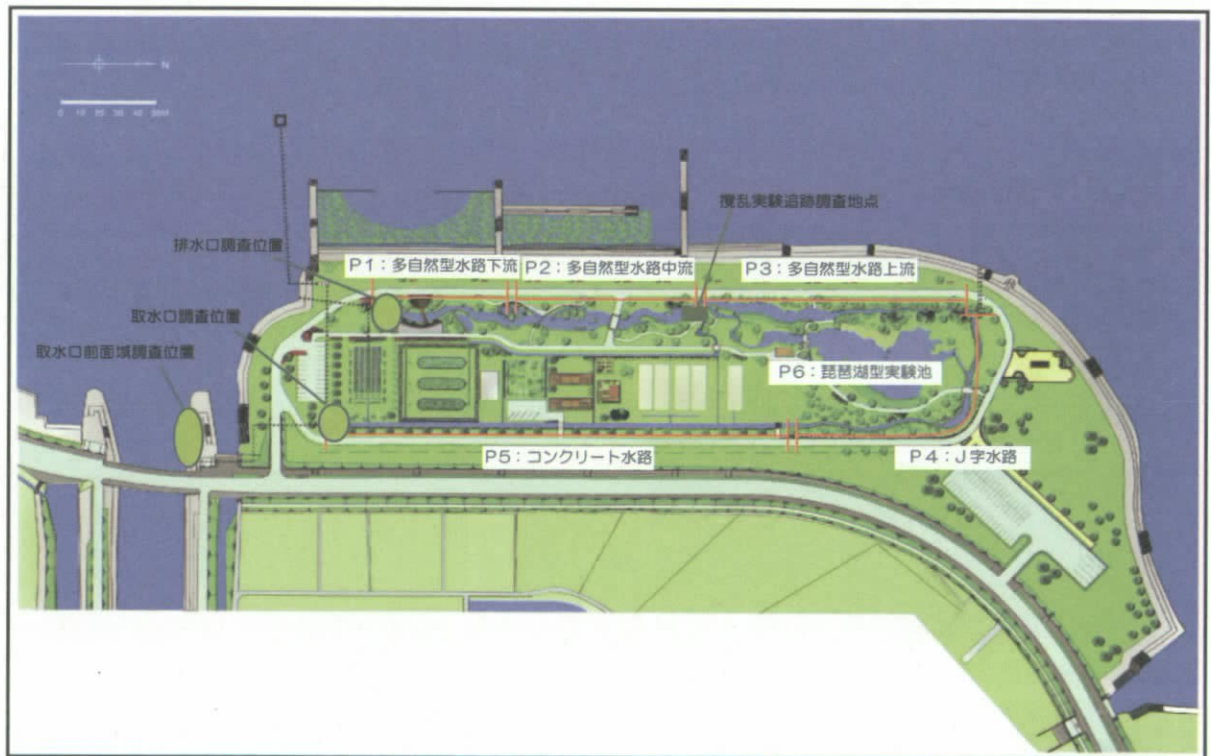


図2-1 実験施設平面図および調査位置

2.4 調査方法

(1) 魚類調査

魚類の生息状況を把握するため、P1（多自然型水路下流）、P2（多自然型水路中流）、P3（多自然型水路上流）、P4（J字水路）、P5（コンクリート水路）、P6（琵琶湖型池）において、四季各1回の定量調査および定性調査を実施した。定量調査は、投網（目合い12mm）、タモ網（目合い3mm）、セルビン（口径45mm）を用いて採集した。定性調査は、投網（目合い12mm）とタモ網（目合い3mm）を用いて、調査範囲を任意に踏査し採集した。

採集した魚類は原則として現地で同定し、種別に個体数の計数、湿重量の計測、尾叉長の測定などを行った後、速やかに放流した。なお、現地で同定困難な個体は、ホルマリン液（10%）で固定して持ち帰り、種の同定を行った。

なお、本調査結果における外来種・在来種の定義については、以下に示す。

外来種・在来種の定義

外来種

「過去あるいは現在の自然分布域外に導入された種（亜種、それ以外の分類群であり、生存し、繁殖することができるあらゆる器官、配偶子、卵、無性的繁殖子を含む）。これまでは、一般的に国外外来種が主に「外来種」として扱われてきたが、ここではその起源が国外のものは『国外外来種』、国内のものは『国内外来種』と分けて扱った。」

在来種

「もともと自然の状態でそこに生育していた種。」

琵琶湖の外来種（魚類）

琵琶湖に生息する魚類のうち、国外外来種および国内外来種は以下に示すとおりである。なお、★は「滋賀県で大切にすべき野生生物」で生態系に悪影響を与える移入種・外来種にあげられる種を示す。

琵琶湖の主な外来種

ツチフキ（国内）	★タイリクバラタナゴ（国外）	★ブルーギル（国外）
★ソウギョ（国外）	ワカサギ（国内）	★オオクチバス（国外）
アオウオ（国外）	カムルチー（国外）	★ヌマチチブ（国内）
ハクレン（国外）		

（引用文献） 滋賀県（2000）「滋賀県で大切にすべき野生生物」
滋賀県立琵琶湖博物館（2003）「外来生物つれてこられた生き物たち」
日本生態学会（2002）「外来種ハンドブック」

(2) 底生生物調査

底生生物の生息状況を把握するため、過年度と同様、P1（多自然型水路下流）、P2（多自然型水路中流）、P3（多自然型水路上流）、P4（J字水路）、P5（コンクリート水路）、P6（琵琶湖型池）において四季各1回の定量調査と定性調査を実施した。定量調査は、方形枠付きサーバーネット（方形枠の大きさ25×25cm、目合い0.5mm）を用いて採集した。採集面積は25cm×25cm×2回=1250cm²/地点とした。定性調査は、タモ網（目合い3mm）を用いて、調査範囲の岸辺、水生植物帯、泥底、砂礫底、石の表面、水面など様々な場所で、底生生物を対象に行った。

採集した底生生物は、ホルマリン液（10%）で固定し、これを室内に持ち帰り、底生生物を選別し同定を行った。定量調査においては種別に個体数の計数、湿重量の計測を行った。

(3) 水域環境調査

実験水路における水質を把握するため、底生生物調査と同所において、四季各1回の水質調査を実施した。

測定項目は、気温・水温・水深・流速・pH・DO・EC・濁度とした。

(4) 水生生物の進入状況調査

① 取水口前面域調査

取水口前面域調査は、取水口前面で採集ネット（網地 NGG54：目合い0.33mm、口径56cm、濾過部側長110cm）を岸と平行に表層、中層、下層を各1回・10m曳網し、取水口前面に分布する魚類を採集した。また、投網（目合い12mm：打網回数10回）、タモ網（採集時間1人×約60分）による採集も同時に行った。

調査は延べ6日間について、午前10時および午後2時の2回実施した（表2-2）。採集ネット回収後はネット内の採集物をサンプリングし、ホルマリン液（10%）で固定した後、分析室へ持ち帰り仔稚魚の選別、同定を行った。

計測については、ブルーギル等の外来魚は、最大20個体の全長、体高を計測し、その他の魚種は種毎に最大全長および最小全長を測定した。なお、投網およびタモ網で採集した成魚・未成魚は全個体、現地で種の同定および全長、体高を計測した。

② 取水口侵入調査

取水口侵入調査は、取水口出口付近の水路部において、金枠に取り付けた採集ネット（網地 NGG54：目合い0.33mm、口径130cm、濾過部側長450cmの稚魚ネット2枚）を水路全面に設置し、取水口から侵入してきた魚類を採集した。

調査期間は4日間とし、採集ネット設置時間は6時間毎に1時間、合計12回採集した（表2-2）。採集ネット設置中は目詰まりの可能性があるため、10分毎に流速、ネット上流側の水位の確認を実施した。また、目詰まりが多い場合にはネット後部を洗浄することで目詰まりを軽減させた。

採集ネット回収後はネット内の採集物をサンプリングし、ホルマリン液（10%）

で固定した後、分析室へ持ち帰り仔稚魚の選別、同定を行った。

仔稚魚の同定については、種までの同定が困難な場合は外来魚との区別ができる科、もしくは属レベルとした。計測については、ブルーギル等の外来魚は、最大20個体の全長、体高の計測を実施し、その他の魚種については種毎に最大全長および最小全長の測定を実施した。なお、現地で採集された成魚・未成魚については、種の同定および全長、体高の計測を全個体実施した。

表2-2 調査一回当り取水口および取水口全面域調査 工程表

	1日目		2日目				3日目				4日目			
	12:00	18:00	0:00	6:00	12:00	18:00	0:00	6:00	12:00	18:00	0:00	6:00	10:00	14:00
(1)取水口 進入調査														
(2)取水口 全面域調査														

③ 排水口侵入調査

排水口侵入調査は、排水口手前にネット（目合い1cm、長さ5m、高さ1.5m）を設置した後、ネット内の魚類をすべて取り除き、排水口から侵入してきた魚類をネットと排水口の間で一時的に留めることができるようにした。

調査期間は5日間とし、最終日に魚類を採集した。ネット設置中は排水口グレーチング中央部の流速を随時測定し、排水に支障がないよう配慮した。採集した魚類は現地で種の同定および全長、体高の計測を実施した。

3. 調査結果

3.1 魚類調査

(1) 確認魚種

魚類調査（全調査回の合計）で確認された科別の個体数の確認比率は図3-1に、魚類の一覧は表3-1に示すとおりである。

確認された魚類は、3目5科21種であった。これらのうち外来種が5種（このうち国外外来種が3種、国内外来種が2種）、琵琶湖固有種は3種であった。個体数についてみると、総個体数は1,732個体であり、コイ科が1,318個体（76%）と最も多く、サンフィッシュ科の217個体（13%）、ハゼ科55個体（8%）の順であった。

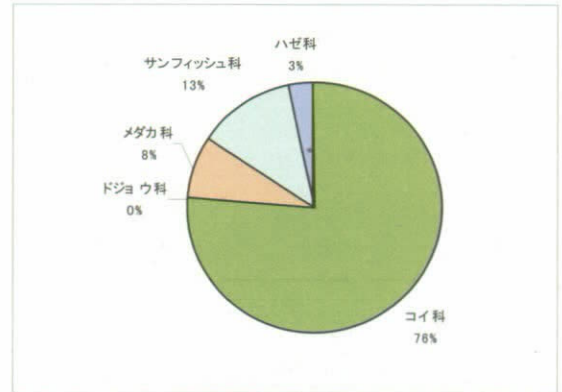


図3-1 科別個体数の確認種比率

表3-1 確認魚種一覧

No.	目	科	種名	琵琶湖固有種	外来種・在来種区分	確認個体数			
1	コイ	コイ	コイ		在来種	3			
2			ギンブナ		在来種	52			
3			フナ属の一種 <i>Carassius sp.</i>		在来種	1			
4			カネヒラ		在来種	25			
5			タイリクバラタナゴ		外来種（国外）	989			
6			ワタカ	琵琶湖固有種	在来種	2			
7			オイカワ		在来種	124			
8			ヌマムツ		在来種	41			
9			モツゴ		在来種	22			
10			タモロコ		在来種	13			
11			カマツカ		在来種	8			
12			ツチフキ		外来種（国内）	12			
13			ニゴイ		在来種	1			
14			スゴモロコ	琵琶湖固有種	在来種	25			
15			ドジョウ		在来種	1			
16			ダツ	メダカ	メダカ	在来種	140		
17			スズキ	サンフィッシュ	ブルーギル		外来種（国外）	216	
18					オオクチバス		外来種（国外）	1	
19					ハゼ	トウヨシノボリ		在来種	40
20					ビワヨシノボリ	琵琶湖固有種	在来種	2	
21					ヌマチチブ		外来種（国内）	12	
合計	3目	5科	21種		外来種（国外） 3種 外来種（国内） 2種 在来種 16種	1730個体			

(2) 季節別確認状況

種別個体数の地点別確認比率は図3-2に示すとおりである。

種別個体数の季節別確認比率をみると、タイリクバラタナゴが通年で多く確認され、特に春季～夏季は70%前後を占めている。秋季になるとブルーギル、メダカが急増し、それぞれ20%前後、10%前後を占め

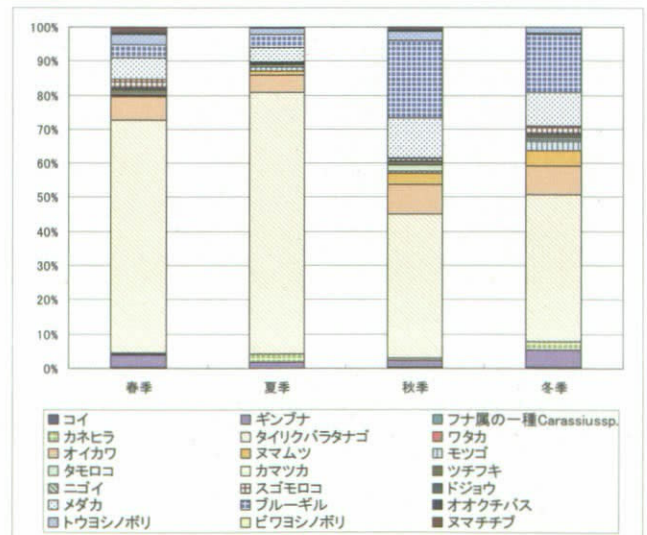


図3-2 種別個体数の季節別比率

ていた。

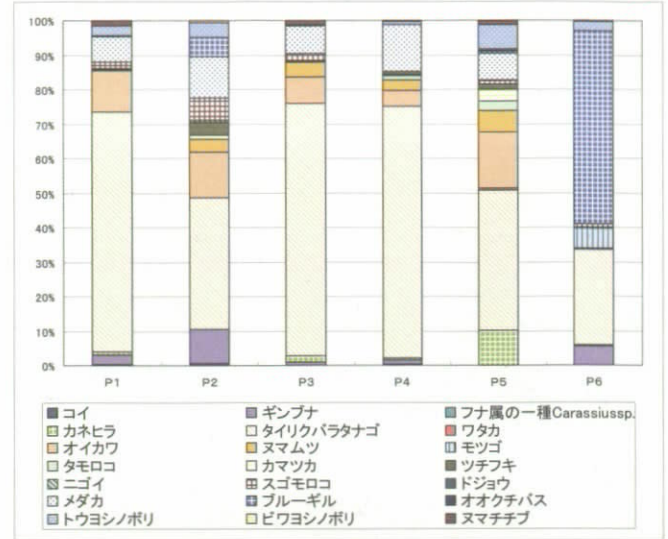
(3) 地点別確認状況

種別個体数の地点別確認比率は図 3-3 に示すとおりである。

植生が繁茂し比較的流れが速い P4 (J 字水路)、P3 (多自然型水路上流)、P1 (多自然型水路下流) は、タイリクバラタナゴが 70% 前後を占め、植生が繁茂し淀んだ環境のある P2 (多自然型水路中流) は、他地点に比べてギンブナ、スゴモロコ、ツチフキが多かった。コンクリート三面張の P5 (コンクリート水路) は、カネヒラ、オイカワの比率が高かった。止水環境の P6 (琵琶湖型実験池) は、ブルーギルが 50% 以上を占め、モツゴも多く確認された。

(4) 種別尾叉長計測結果 (優占種について)

魚類調査で確認された在来種・外来種別の優占種の調査季節別の尾叉長は、図 3-4 に示すとおりである。なお、優占種は全調査回の合計で総個体数の上位 3 種とした。なお、ブルーギルについては、7 月に卵巣が発達した個体が確認された (写真 3-1)。



P 1 : 多自然型水路下流 P 4 : J 字水路
 P 2 : 多自然型水路中流 P 5 : コンクリート水路
 P 3 : 多自然型水路上流 P 6 : 琵琶湖型実験池

図 3-3 種別個体数の地点別確認比率



写真 3-1 孕卵したブルーギル (平成 15 年 7 月撮影)

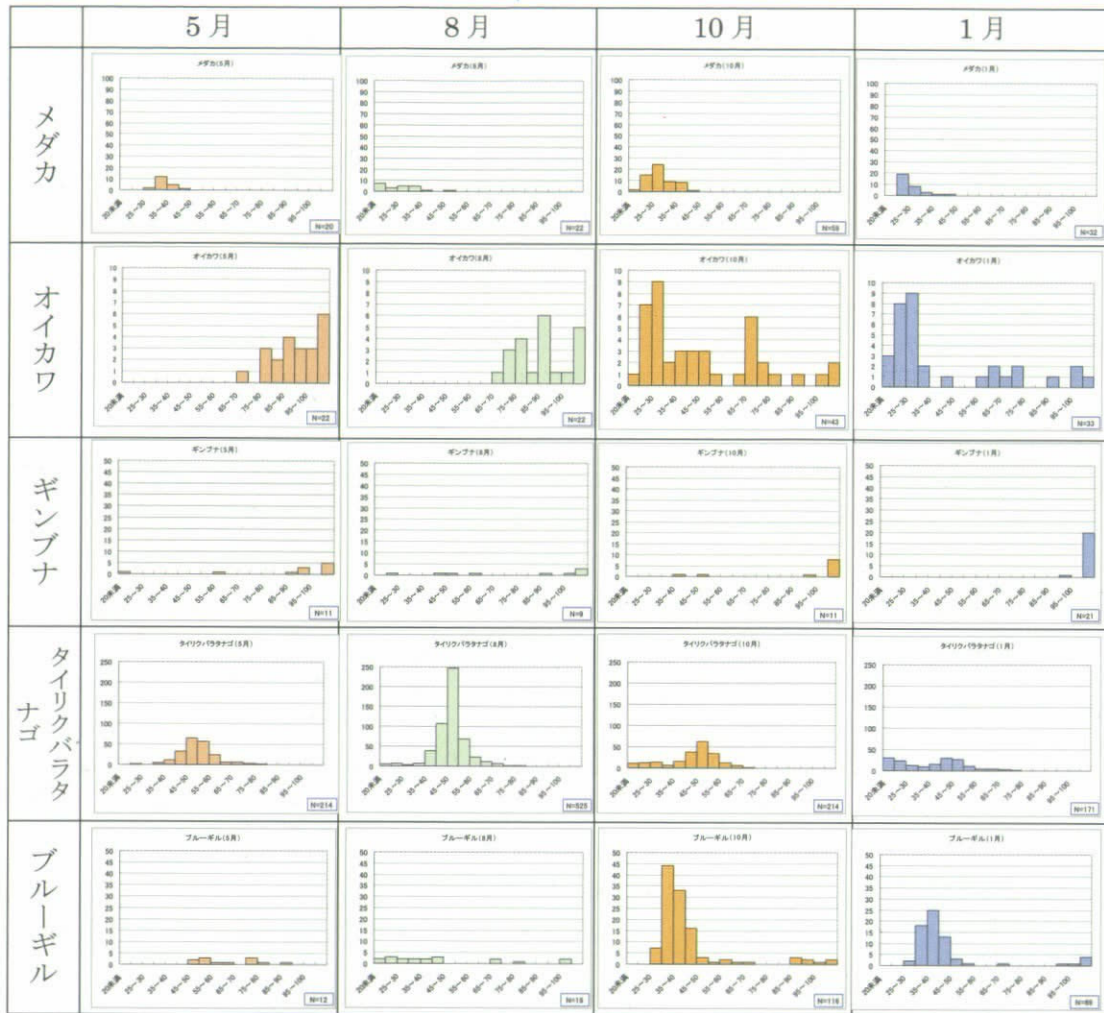


図 3-4 優占種の季節別尾叉長分布

3.2 底生生物調査

(1) 確認底生生物

底生生物調査で確認された底生生物の一覧は表3-2に示すとおりである。

確認された底生生物は、琵琶湖や周辺河川で普通にみられる種が多かったが、レッドリスト（環境省，2000）に準絶滅危惧種、滋賀県で大切にすべき野生生物（滋賀県，2000）の要注目種に選定されているナガオカモノアラガイ、滋賀県で大切にすべき野生生物（滋賀県，2000）の要注目種に選定されているマシジミ、同じく分布上重要種に選定され、また琵琶湖・淀川水系の固有種であるタテボシガイが確認された。目別では、トンボ目で11種と最も多く、次いでナガミミズ目、ハエ目が4種確認された。

季節別にみると、確認された底生生物の種類数は、春季で32種と最も多く、秋季25種、冬季22種、夏季20種の順であった。ヒメタニシ、チリメンカワニナ、タテボシガイ、ミズムシ、テナガエビ、アメリカザリガニ、ユスリカ亜科類の一種など11種類が、四季を通して確認された。

表3-2 底生生物確認種一覧

No.	綱名	目名	科名	種名	調査時期			
					春季	夏季	秋季	冬季
1	渦虫	ウズムシ	アラリア	たウズムシ			○	
2	環足	ニナ	タニシ	ヒメタニシ	○	○	○	○
3			カワニナ	カワニナ	○	○	○	
4				チリメンカワニナ	○	○	○	○
5		モノアラガイ	サカマキガイ	サカマキガイ	○		○	
6		マイマイ	オカモノアラガイ	オカモノアラガイ	○	○		
7	二枚貝	カガイ	カガイ	カワヒカリガイ	○			
8		イシガイ	イシガイ	イシガイ	○	○	○	○
9		マルスタシガイ	シジミガイ	シジミ	○	○	○	○
10				シジミ属の一種 <i>Corbicula sp.</i>			○	○
11	袋毛	ナガミミズ	イミミズ	イミミズ属の一種 <i>Branchiura sp.</i>	○	○	○	○
12				イミミズ科類 <i>Tubificidae</i> gen. spp.	○	○	○	○
13				ミミズ科類 <i>Naididae</i> gen. spp.	○	○	○	○
14				ツリミミズ科類 <i>Lumbricidae</i> gen. spp.	○	○	○	○
15	蛭	ヒルト	イシビル	イシビル	○		○	
16				イシビル科の一種 <i>Eropodellidae</i> gen. sp.		○		
17	甲殻	ウラジムシ	ミズムシ	ミズムシ	○	○	○	○
18		エビ	テナガエビ	テナガエビ	○	○	○	○
19				テナガエビ	○	○	○	○
20				ザリガニ	○	○	○	○
21	昆虫	トンボ	イトトンボ	クロイトトンボ	○			
22				セスシイトトンボ	○			
23				アオモンイトトンボ	○	○		
24				イトトンボ科の一種 <i>Coenagrionidae</i> gen. sp.	○	○	○	
25			カワトンボ	カワトンボ	○		○	○
26			サナエトンボ	ヤマサナエ	○		○	
27				ホトサナエ			○	
28			サナエトンボ	ホトサナエ			○	○
29			ヤンマ	ヤンマ			○	
30		トンボ	トンボ	シオカトンボ	○			
31				コシアケトンボ	○			
32		カメシ	イトトンボ	イトトンボ	○			
33			アメンボ	アメンボ	○	○	○	
34				ヒメアメンボ	○			
35		コウチュウ	ガムシ	セマルガムシ	○			
36		ハエ	ガガンボ	ガガンボ属の一種 <i>Tipula sp.</i>	○		○	○
37			ユスリカ	ユスリカ亜科の一種 <i>Tanyptodinae</i> gen. sp.		○	○	○
38				ユスリカ亜科類 <i>Orthocladinae</i> gen. spp.	○	○	○	○
39				ユスリカ亜科類 <i>Chironominae</i> gen. spp.	○	○	○	○
40		ヒトケラ	シマトヒケラ	シマトヒケラ	○		○	○
41			ヒトケラ	ヒトケラ属の一種 <i>Hydroptila sp.</i>				○
42			エグサヒトケラ	ホタルヒトケラ属の一種 <i>Nothopsycha sp.</i>				○
合計	7綱	15目	23科	42種	32	20	25	22

(2) 地点別底生生物確認状況

底生生物調査で確認された地点別の底生生物の一覧は表 3-3 に示すとおりである。

確認された底生生物の地点別の種類数についてみると、P4 (J字水路) で 26 種と最も多く、P6 (琵琶湖型実験池)、P3 (多自然型水路上流) でそれぞれ 18 種、17 種と少なかった。全地点で確認された種は、ヒメタニシ、イトミミズ科の一種、スジエビ、アメリカザリガニ、イトトンボ科の一種、アメンボ、エリュスリカ亜科類、ユスリカ類の 8 種であった。

表 3-3 地点別底生生物確認種一覧

No.	綱名	目名	科名	種名	調査地点					
					P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	渦虫	ウズムシ	フラナリア	ミウズムシ				○		
2	環形	ニナ	タニシ	ヒメタニシ	○	○	○	○	○	○
3			カワニナ	カワニナ	○	○				
4			ツリムカゴニナ	ツリムカゴニナ	○	○	○	○	○	
5			モリアガイ	サカマキガイ	サカマキガイ				○	
6	イガイ	オカモリアガイ	オカモリアガイ	○			○			
7	二枚貝	イガイ	イガイ	イガイ					○	
8			イガイ	イガイ	○	○		○		○
9			マササガイ	マササガイ		○	○	○	○	○
10			シジミ			○	○	○		
11	貧毛	イモミズ	イモミズ	イモミズ属の一種 <i>Corbicula sp.</i>	○			○	○	
12			イモミズ	イモミズ属の一種 <i>Branchiura sp.</i>	○	○		○		
13			イモミズ	イモミズ科類 <i>Tubificidae gen. sp.</i>	○	○	○	○	○	○
14			イモミズ	イモミズ科類 <i>Naididae gen. sp.</i>		○	○	○	○	○
15	蛭	ヒル	ヒル	ヒル			○	○		
16			ヒル	ヒル科の一種 <i>Erythrorhynchidae gen. sp.</i>				○		
17	甲殻	ワラジムシ	ワラジムシ	ワラジムシ	○	○	○	○	○	
18			ワラジムシ	ワラジムシ	○	○	○	○	○	○
19			ワラジムシ	ワラジムシ	○	○	○	○	○	○
20			ワラジムシ	ワラジムシ	○	○	○	○	○	○
21	昆虫	トンボ	イトトンボ	イトトンボ	○	○	○	○	○	○
22			イトトンボ	イトトンボ		○		○	○	
23			イトトンボ	イトトンボ	○	○				○
24			イトトンボ	イトトンボ科の一種 <i>Coenagrionidae gen. sp.</i>	○	○	○	○	○	○
25			イトトンボ	イトトンボ	○		○	○	○	
26			イトトンボ	イトトンボ				○	○	
27			イトトンボ	イトトンボ				○	○	
28			イトトンボ	イトトンボ		○				
29			イトトンボ	イトトンボ	○	○				
30			イトトンボ	イトトンボ		○				
31			イトトンボ						○	
32	カメシ	イトトンボ	イトトンボ	イトトンボ		○				○
33			イトトンボ	イトトンボ	○	○	○	○	○	○
34			イトトンボ	イトトンボ	○	○		○	○	○
35	コリヤウ	カメシ	カメシ	カメシ	○			○	○	○
36			カメシ	カメシ			○		○	
37			カメシ	カメシ	○					○
38			カメシ	カメシ	○	○	○	○	○	○
39	ヒトケ	ヒトケ	ヒトケ	ヒトケ	○	○	○	○	○	○
40			ヒトケ	ヒトケ		○	○	○	○	○
41			ヒトケ	ヒトケ				○		○
42			ヒトケ	ヒトケ		○				
合計	7綱	15目	23科	42種	23	25	17	26	23	18

P1 : 多自然型水路下流 P4 : J字水路
P2 : 多自然型水路中流 P5 : コンクリート水路
P3 : 多自然型水路上流 P6 : 琵琶湖型実験池

(3) 地点別定量調査の確認状況

定量調査における 1250c m² (25cm×25cm×2 回) 当りの網別確認種の湿重量比 (全地点の合計) は図 3-5 に、網別確認種比の湿重量比 (地点別) は図 3-6 に示すとおりである。

網別の湿重量比では、全地点の合計は腹足綱が最も多く 79%、次いで二枚貝が 21% を占めており、その他はわずかであった。地点別では、腹足綱が P1 (多自然型水路下流) で多く、次いで P2 (多自然型水路中流)、P4 (J 字水路) で多かった。また、P4 (J 字水路) では二枚貝が多かった。

底生生物量 (湿重量) / 1250c m² は、P1 (多自然型水路下流) で最も多く、次いで P4 (J 字水路)、P2 (多自然型水路中流) であった。P3 (多自然型水路上流)、P5 (コンクリート水路)、P6 (琵琶湖型実験池) はいずれも少なかった。

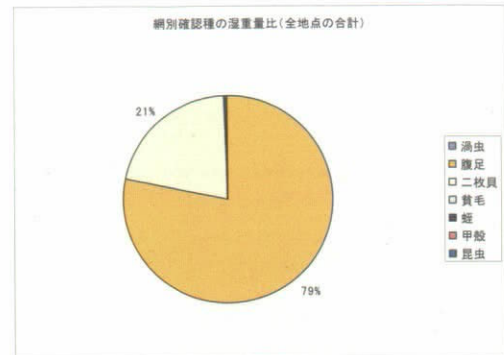


図 3-5 網別確認種の湿重量比 (全地点の合計)

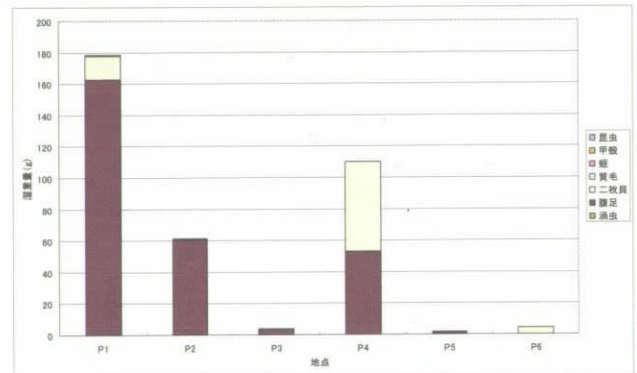


図 3-6 網別確認種の重量比 (地点別)

3.3 水域環境調査

水域環境調査の結果は表 3-4 に示すとおりである。

底質は、P1 (多自然型水路下流)、P2 (多自然型水路中流)、P6 (琵琶湖型実験池) で泥が堆積し、砂泥～泥であり、P3 は砂礫、P4 は砂礫～砂泥であった。また、P5 はコンクリートだが、泥の堆積がみられた。流速は、P3 (多自然型水路上流) および P4 (J 字水路) で比較的速く、P6 (琵琶湖型実験池) は完全に止水であった。水温は、夏季は気温とほとんど変わらず、30℃まで上昇した。また、冬場は 5～10℃の間を示した。DO は、6.0～11.2 (mg/l) の間で変動し、春季から夏季にかけて低下し冬季が最も高い値を示した。EC は、18.3～33.2 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) の間で変動し、春季から冬季にかけて徐々に上昇した。濁度は、夏季に大きく上昇し、特に P1 (多自然型水路下流)、P2 (多自然型水路中流) で最も高い値を示した。

表 3-4 水域環境調査結果

項目	季	P1 多自然型水路下流	P2 多自然型水路中流	P3 多自然型水路上流	P4 J字水路	P5 コンクリート水路	P6 琵琶湖型実験池
底質	春	泥	砂泥	礫～砂礫	砂礫	コンクリート	砂泥～泥
	夏	砂泥～泥	砂泥～泥	礫	砂礫～砂泥	コンクリート	砂泥～泥
	秋	砂泥～泥	砂泥～泥	礫	砂泥	コンクリート	砂泥～泥
	冬	砂泥～泥	砂泥～泥	礫	砂泥	コンクリート	砂泥～泥
水深 (m)	春	0.30	0.40	0.30	0.35	0.30～0.50	0.45
	夏	0.30～0.40	0.40	0.30～0.50	0.30～0.50	0.30～0.50	0.50
	秋	0.30～0.50	0.30～0.40	0.30～0.50	0.30～0.40	0.30	0.50
	冬	0.30～0.50	0.30～0.40	0.30	0.30～0.40	0.30	0.50
流速 (m/s)	春	0.20	0.25	0.50	0.60	0.10	0.00
	夏	0.10	0.12	0.44	0.25	0.15	0.00
	秋	0.20	0.15	0.20	0.30	0.12	0.00
	冬	0.05	0.11	0.22	0.28	0.10	0.00
気温 (℃)	春	22.0	24.0	24.0	22.0	22.0	19.0
	夏	32.6	31.0	30.2	32.0	35.1	29.0
	秋	19.5	19.5	21.5	22.0	20.3	17.9
	冬	7.0	7.0	7.9	7.4	8.7	12.8
水温 (℃)	春	20.2	20.6	20.8	19.7	19.2	20.7
	夏	30.4	31.7	32.3	30.2	31.1	31.2
	秋	16.2	16.9	16.9	15.8	16.4	15.8
	冬	5.0	7.0	7.6	8.6	7.8	5.7
pH	春	8.20	7.20	6.90	7.20	7.10	7.20
	夏	6.32	6.87	6.98	6.70	6.93	6.61
	秋	6.62	6.63	6.64	6.57	6.60	6.77
	冬	6.83	6.69	7.10	6.85	6.75	7.10
DO	春	7.33	8.07	6.84	7.70	8.40	8.13
	夏	5.65	5.85	5.99	6.84	6.50	6.34
	秋	7.66	9.44	9.36	9.70	10.18	9.00
	冬	11.20	6.70	8.40	9.80	10.60	8.80
EC	春	18.6	18.3	20.2	18.4	18.7	19.3
	夏	24.7	24.4	24.5	26.8	26.5	24.7
	秋	24.4	29.6	29.1	28.1	27.6	28.5
	冬	32.8	32.3	32.6	33.2	33.2	30.1
濁度	春	81.4	86.7	96.0	110.0	90.0	54.0
	夏	113.1	171.3	160.7	218.8	173.9	60.3
	秋	22.7	48.2	33.5	43.7	57.7	42.3
	冬	167.0	197.0	46.9	23.4	12.7	38.0

3.4 水生生物の進入状況調査

(1) 魚種の同定について

仔稚魚の同定結果のうち、コイ科についてはタイプ別に I～VI に分類した。今回確認されたブルーギル仔稚魚の分類根拠は表 3-5 に、コイ科の分類根拠は、表 3-6 に示すとおりである。

表 3-5 ブルーギル仔稚魚の分類根拠

ブルーギル	肛門の位置が体中央より前部に位置していることからコイ科ではない。また、黒色素胞をともなった鰓も存在せず直腸背縁部および体尾部中線上に樹枝状の黒色素胞が見られないことからハゼ科ではない。ブラックバスとは体型や黒色素胞の出現様式が若干異なる。ブルーギルの仔魚前期は体型は細いが各筋肉節下部に 1 個ずつの黒色素胞がみられる。
-------	--



表 3-6 コイ科魚類のタイプ別分類根拠

タイプ	分類根拠	推定種
コイ科 I	頭部背面、体の背側面、卵黄側面等の黒色素胞がコイ科 I～VI のなかで最も発達。	コイ フナ属
コイ科 II	仔魚前期は頭部背面、体の背側面の黒色素胞が乏しく、胸鰭が細長く発達。仔魚後期以降は分類は困難（スゴモロコの場合、浮袋がはっきりしていることや体深部の脊索背面に黒色素胞が出現しないことにより、カマツカ属等と分類可能。タモロコとの区別は不明）。	タモロコ属 スゴモロコ属
コイ科 III	孵化直後の時点で他のコイ科タイプに比べてかなり大きい。黒色素胞が全体に乏しく白っぽい。消化管の黒色素胞は樹枝状でオイカワ属等と少し異なる。	ニゴイ属
コイ科 IV	仔魚期より頭部（顔つき、口の位置、黒色素胞の出現）や胸鰭の付き方がカマツカ属等を呈している。頭部背面や体深部の脊索背面に黒色素胞が早期に出現。浮袋が確認しにくい。	カマツカ属 ゼゼラ属
コイ科 V	ニゴイ属同様に体は細長い。体の背側面や側中線上に黒色素胞が出現（それ以前の仔魚前期の場合分類は困難）。消化管上の黒色素胞はニゴイ属と分布の仕方や形が異なる。	オイカワ属 ハス属
コイ科 VI	仔魚期は不明（出現せず）。稚魚期は背鰭と臀鰭の位置関係。	タナゴ亜科 (タイリクバラタナゴ)
コイ科	コイ科 I～VI 以外のコイ科、もしくはサイズが小さいためタイプ別に分類できないもの（コイ科 I～VI が含まれる可能性あり）	—

(2) 取水口進入調査

① 確認魚類

取水口進入調査で確認された魚類の一覧は表 3-7 に示すとおりである。

確認された魚類の種類数についてみると、3 目 4 科 27 種（コイ科のタイプ別も含む）であった。成長段階別にみると、仔稚魚が 15 種、未成魚・成魚が 16 種であり、いずれの成長段階とも、コイ科魚類が多くを占めていた。

個体数についてみると、仔稚魚の総個体数は 193,878 個体であり、このうちハ

表 3-7 確認魚類一覧

単位：個体						
No.	目名	科名	種名	稚仔魚	未成魚 成魚	合計
1	コイ	コイ	ギンブナ		2	2
2			ヤリタナゴ		2	2
3			アブラボテ		1	1
4			タイリクバラタナゴ		171	171
5			カネヒラ		1	1
6			ワタカ		1	1
7			オイカワ	1	5	6
8			オイカワ属	108		108
9			ヌマムツ		8	8
10			タモロコ		29	29
11			カマツカ	7	31	38
12			スゴモロコ		14	14
13			コイ科 I	637		637
14			コイ科 II	93		93
15			コイ科 III	248		248
16			コイ科 IV	95		95
17			コイ科 V	278		278
18			コイ科 VI	3		3
19			コイ科	1,248		1,248
20	サケ	アユ	アユ	212	1	213
21	スズキ	サンフィッシュ	ブルーギル	1,270	3	1,273
22			オオクチバス		1	1
23		ハゼ	トウヨシノボリ		78	78
24			ヨシノボリ属	19		19
25			ヌマチチブ		2	2
26			チチブ属	10		10
27			ハゼ科	189,649		189,649
			総個体数	193,878	350	194,228
			総種類数	15	16	27

ゼ科が 189,649 個体 (97.8%) と最も多く、次いでブルーギルの 1,270 個体、コイ科の 1,248 個体の順であり、他の魚種に比較してハゼ科仔稚魚が非常に多く取水口から進入していることが確認された。未成魚・成魚の総個体数は 350 個体であり、このうちタイリクバラタナゴが 171 個体 (48.9%) と最も多く、次いでトウヨシノボリの 78 個体、カマツカの 31 個体の順であった。

② 月別の確認状況

取水口進入調査で確認された科別の個体数の月別確認比率 (仔稚魚) は図 3-7 に、科別の個体数の月別確認比率 (未成魚・成魚) は図 3-8 に示すとおりである。

確認された仔稚魚の月別の種類数は、5 月～8 月にかけて 10 種前後であり、6 月に 11 種と最も多くなっていた。なお、冬季の 1 月には仔稚魚は確認されなかった。5 月～7 月にかけては、ハゼ科の個体数が非常に多くなっており、比率で見ると 90% 以上を占めていた。10 月にはハゼ科が全く確認されず、アユ科が 90% 以上を占めていた。サンフィッシュ科についてみると、ブルーギルが 6 月に 1,051 個体、8 月に 219 個体確認されたが、総個体数の比率から見ると、それぞれ 0.8%、2.8% と低くなっていた。

確認された未成魚・成魚の月別種類数は、7 月～10 月にかけて 10 種前後であり、10 月に 14 種と最も多くなっていた。冬季の 1 月には未成魚・成魚は確認されなかった。科別の比率をみると、コイ科が 1 月を除く全月で 60% 以上を占めていた。サンフィッシュ科についてみると、ブルーギルが 8 月、10 月に、オオクチバスが 7 月に確認されたが、総個体数の比率から見ると、それぞれ 2% 以下と低くなっていた。

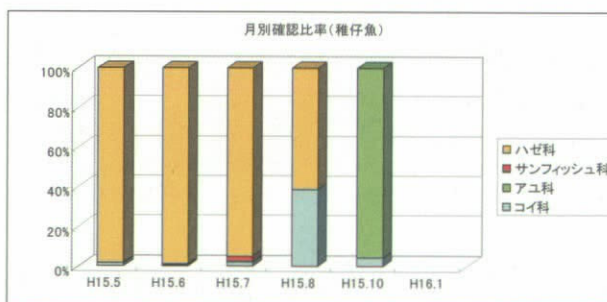


図 3-7 科別個体数の月別確認比率 (仔稚魚)

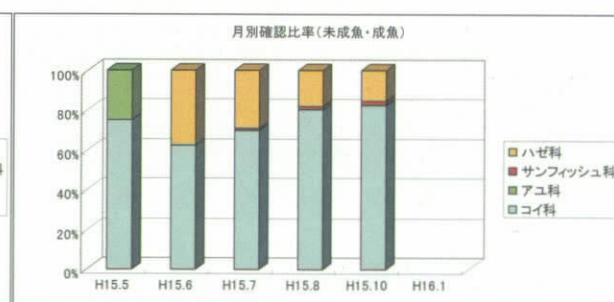


図 3-8 科別個体数の月別確認比率 (未成魚・成魚)

(3) 排水口進入調査

① 確認魚類

排水口進入調査で確認された魚類の一覧は表 3-8 に示すとおりである。

確認された魚類の種類数は、2 目 2 科 2 種であった。これら 2 種はいずれも成魚であ

表 3-8 確認魚類一覧

単位：個体

No.	目名	科名	種名	個体数
1	コイ	コイ	タイリクバラタナゴ	1
2	ダツ	メダカ	メダカ	1
総個体数				2
総種類数				2

るが、流れの緩い川の上流や浅い池の沿岸部の植物帯等に生息しているため遊泳力が強くないと考えられる。そのため排水口より溯上することは困難であり、排水口に設置したネット内に残留していたもの、あるいは網目を通過したものと考えられた。

(4) 取水口前面域調査

① 確認魚類

取水口前面域調査（全調査回の合計）で確認された魚類の一覧は、表 3-9 に示すとおりである。

確認された魚類の種類数についてみると、3目5科23種（コイ科のタイプ別も含む）であった。成長段階別にみると、仔稚魚が11種、未成魚・成魚が14種であり、いずれの成長段階とも、コイ科魚類が多くを占めていた。

個体数についてみると、仔稚魚の総個体数は2,210個体であり、このうちハゼ科が2,111個体（95.5%）と最も多く、次いでヨシノボリ属の58個体、オイカワ属の13個体の順であり、他の魚種に比較してハゼ科仔稚魚が非常に多く取水口前面に生息していることが伺えた。未成魚・成魚の総個体数は381個体であり、このうちブルーギルが271個体（71.1%）と最も多く、次いでオオクチバスの31個体、スゴモロコの24個体の順であり、サンフィッシュ科に属する魚類が取水口前面に多く生息していることが伺えた。

② 月別の確認状況

取水口前面域調査で確認された各科別の仔稚魚個体数の月別確認比率は図 3-9 に、各科別の未成魚・成魚個体数の月別確認比率は図 3-10 に示すとおりである。

確認された仔稚魚の月別の種類数は、6月に7種と最も多くなっていた。なお、冬季の1月には仔稚魚は確認されなかった。各科別の比率をみると、5月～8月ではハゼ科が90%以上を占めていた。10月にはハゼ科が全く確認されず、アユ科が75%以上を占めていた。サンフィッシュ科ではブルーギルが6月に4個体、7月に2個体、8月に4個体確認されたが、総個体数の比率から見ると、それぞれ0.2%、1.3%、7.1%と低くなっていた。

確認された未成魚・成魚の月別の種類数は、5月～10月にかけて10種以下であり、6月には10種と最も多くなっていた。冬季の1月には未成魚・成魚は確認されな

表 3-9 確認魚類一覧

単位：個体						
No.	目名	科名	種名	稚魚	未成魚 成魚	合計
1	コイ	コイ	ゲンゴロウフナ		3	3
2			ギンブナ		3	3
3			カネヒラ		17	17
4			ハス		2	2
5			オイカワ		5	5
6			オイカワ属		13	13
7			タモロコ		2	2
8			ニゴイ		2	2
9			スゴモロコ		24	24
10			コイ科Ⅲ		1	1
11			コイ科Ⅳ		4	4
12			コイ科Ⅴ		3	3
13			コイ科		1	1
14	サケ	キュウリウオ	ワカサギ		7	7
15			アユ		6	1
16	スズキ	サンフィッシュ	ブルーギル	10	271	281
17			オオクチバス		31	31
18			ウキヨリ属		2	2
19			トウヨシノボリ		11	11
20			ヨシノボリ属		58	58
21			ヌマチチブ		2	2
22			チチブ属		1	1
23		ハゼ科		2,111	2,111	
総個体数				2,210	381	2,591
総種類数				11	14	23

った。科別の比率をみると、サンフィッシュ科が1月を除く全月で60%以上を占め、そのうちブルーギルが全ての月で40~80個体程度と総個体数の60%~90%を占めていた。また、オオクチバスは6月~10月に確認されており、8月に21個体(19.8%)と多くなっていたが、それ以外の月では10個体以下であった。



図3-9 科別個体数の月別確認比率(稚仔魚)

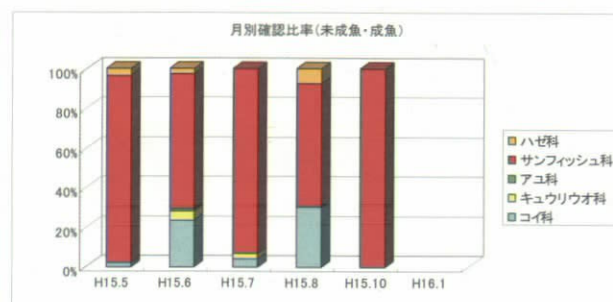


図3-10 科別個体数の月別確認比率(未成魚・成魚)

4. まとめ

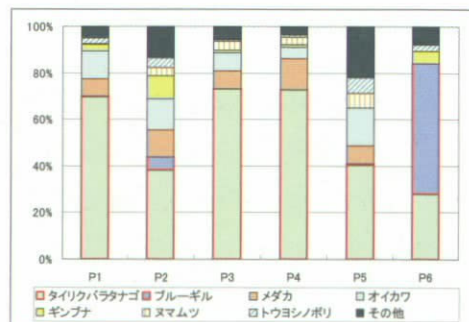
4.1 魚類・底生生物・水域環境調査

確認魚種一覧は表4-1に、地点別確認魚種の優占比は図4-1に示すとおりである。

魚類調査の結果、3目5科21種が確認された。全地点でタイリクバラタナゴが高い割合で優占し、特に止水環境である琵琶湖型実験池では、ブルーギル、タイリクバラタナゴの優占比が高く、外来種が全体の80%以上を占めた。しかし、スゴモロコ、ワタカ、ビワヨシノボリなどの琵琶湖固有種が確認され、また、取水口からの進入によるものか、実験水路内での繁殖による仔稚魚が多く確認され、人工的な水路でありながら様々な魚類の生息環境として評価できる。ただし、これら仔稚魚には外来魚であるブルーギル、タイリクバラタナゴも多く含まれるため、今後の動向のモニタリングを行い、確認魚種の推移、繁殖状況を把握し、ブルーギル等魚食性外来魚の増加による影響についても評価・検討を行っていく必要がある。

表4-1 確認魚種一覧

No.	目	科	種名	琵琶湖固有種	外来種・在来種区分	確認個体数
1	コイ	コイ	コイ		在来種	3
2			ギンブナ		在来種	52
3			フナ属の一種 <i>Carassius sp.</i>		在来種	1
4			カネヒラ		在来種	25
5			タイリクバラタナゴ		外来種(国外)	989
6			ワタカ	琵琶湖固有種	在来種	2
7			オイカワ		在来種	124
8			ヌマムツ		在来種	41
9			モツゴ		在来種	22
10			タモロコ		在来種	13
11			カマツカ		在来種	8
12			ツチフキ		外来種(国内)	12
13			ニゴイ		在来種	1
14			スゴモロコ	琵琶湖固有種	在来種	25
15	ドジョウ	ドジョウ	在来種	1		
16	ダツ	メダカ	メダカ	在来種	140	
17	スズキ	サンフィッシュ	ブルーギル		外来種(国外)	216
18			オオクチバス		外来種(国外)	1
19	ハゼ		トウヨシノボリ		在来種	40
20			ビワヨシノボリ	琵琶湖固有種	在来種	2
21			ヌマチチブ		外来種(国内)	12
合計	3目	5科	21種			1730個体
					外来種(国外) 3種	
					外来種(国内) 2種	
					在来種 16種	



P1: 多自然型水路上流 P4: J字水路
P2: 多自然型水路中流 P5: コンクリート水路
P3: 多自然型水路上流 P6: 琵琶湖型実験池
□: 外来魚

図4-1 地点別確認魚種の優占比

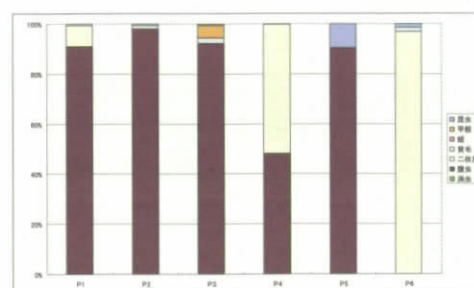
底生生物の確認種一覧は表 4-2 に、地点別底生生物の湿重量比は図 4-2 に示すとおりである。

底生生物調査の結果、7 綱 15 目 23 科 42 種が確認された。植生が繁茂し、流れのある環境から止水環境まで多様な環境があるにもかかわらず確認種数は決して多くはなく、特に腹足綱、二枚貝綱を除く、昆虫綱、甲殻綱などで少なかった。水路の底質が泥質化していること等が影響している可能性がある。

今後もモニタリングを継続し、確認種の推移を把握するとともに、底生生物の生息環境として、実験水路の評価・検討を行っていく必要がある。

表 4-2 底生生物の確認種一覧

No.	綱名	目名	科名	種名	琵琶湖固有種	
1	渦虫	ウスムシ	アラナリア	ナミウスムシ		
2	腹虫	コナ	タニシ	ヒメタニシ		
3			カワコナ	カワコナ		
4			ナリカワコナ	ナリカワコナ		
5	モノアラガイ	イガイ	サカマキガイ	サカマキガイ		
6			オカモノアラガイ	オカモノアラガイ		
7			カワヒナガイ	カワヒナガイ		
8	二枚貝	イシガイ	ササノガイ	ササノガイ	琵琶湖固有種	
9			シジミ	シジミ		
10	黄毛	イトミミズ	シジミ科の一種 <i>Corbicula sp.</i>			
11			イトミミズ科の一種 <i>Branchiura sp.</i>			
12			イトミミズ科類 <i>Tubificidae</i> gen. spp.			
13			イトミミズ科類 <i>Neididae</i> gen. spp.			
14	蛭	ヒル	ウリミミズ科類 <i>Lumbricidae</i> gen. spp.			
15			イシビル	イシビル科の一種 <i>Erpobdellidae</i> gen. sp.		
16	甲殻	ウラジムシ	ミスムシ	ミスムシ		
17			チナガエビ	スシエビ		
18	昆虫	トンボ	ザリガエビ	ザリガエビ		
19			アサギザリガエビ	アサギザリガエビ		
20			カワトンボ	カワトンボ		
21			イトトンボ	イトトンボ		
22			セシイイトトンボ	セシイイトトンボ		
23			アオモンイトトンボ	アオモンイトトンボ		
24			イトトンボ科の一種 <i>Coenagrionidae</i> gen. sp.			
25			カワトンボ	カワトンボ		
26			ヤマサナエ	ヤマサナエ		
27			ホソサナエ	ホソサナエ		
28	サナエトンボ	サナエトンボ				
29	ヤンマ	ヤンマ				
30	トンボ	トンボ				
31	カマムシ	イトトンボ	イトトンボ	イトトンボ		
32			イトトンボ	イトトンボ		
33			イトトンボ	イトトンボ		
34	ゴウキウ	ガムシ	セマルガムシ	セマルガムシ		
35			ガムシ	ガムシ		
36	ハエ	ムシカ	カガムシ科の一種 <i>Tipula sp.</i>			
37			モンユリカガムシ科の一種 <i>Tanyptodinae</i> gen. sp.			
38			ユリカガムシ科類 <i>Orthocladinae</i> gen. spp.			
39			ユリカガムシ科類 <i>Chironominae</i> gen. spp.			
40	ヒトケラ	ヒトケラ	ヒトケラ	ヒトケラ		
41			ヒトケラ科の一種 <i>Hydroptila sp.</i>			
42			ヒトケラ科の一種 <i>Nothopsycha sp.</i>			
合計	7綱	15目	23科	42種	1種	



P1: 多自然型水路 上流 P4: J 字水路
P2: 多自然型水路 中流 P5: コンクリート水路
P3: 多自然型水路 上流 P6: 琵琶湖型実験池

図 4-2 地点別底生生物の湿重量比

4.2 水生生物の進入状況調査

(1) 取水口進入調査

取水口進入調査の結果、3 目 4 科 15 種の仔稚魚、3 目 4 科 16 種の未成魚・成魚がそれぞれ確認された。以下に、仔稚魚と未成魚・成魚に区分して検討を行った。

仔稚魚の進入状況のうち、外来魚についてみると、ブルーギルは 5 月、6 月に確認されており、その確認個体数は、6 月には 1 千個体以上と多くのブルーギル仔稚魚が取水口を通じて進入していることが伺えた。なお、中村等 (1971) によると、浮上遊泳は 5.3mm 前後に始まり、その後産卵床を離れて沿岸帯の水生植物の群落に移動するとしている。この孵化後の生態から、取水口進入調査で確認されたブルーギル仔稚魚

は、孵化後、浮上遊泳し、産卵床を離れ岸部へ移動した際に、遊泳力が強くない個体が取水口へ進入したものと考えられた。また、確認されたブルーギルの全長をみると、最大は8.2mmであり、それ以上に成長した仔稚魚は確認されていない。さらに、6月の調査時にはブルーギルは多く確認されたものの、その後確認個体数が減少していることから、遊泳力の弱い仔稚魚のみが取水口に進入すると考えられた。

オオクチバスについては、仔稚魚は確認されなかった。なお、西原等(1989)によると、孵化後のオオクチバスの浮上遊泳は5.91mm～6.30mmとしている。このサイズはブルーギルより若干大きく、ある程度遊泳力を有しているため、取水口には進入しなかったものと考えられた。

外来魚以外の仔稚魚についてみると、5月～8月にコイ科、ハゼ科等の多数の仔稚魚が取水口から進入していることが確認されており、琵琶湖に生息する淡水魚の産卵期および仔稚魚の出現時期とほぼ一致していた。確認個体数の最も多い仔稚魚はハゼ科であり、5月～7月に多く確認され、特に6月に10万個体以上と圧倒的に多かった。ハゼ科に次いで確認個体数の多いコイ科は、5月～6月、8月に多く確認されており、

7月に若干減少していた。コイ科仔稚魚には多くの種が含まれており、種によって産卵期、仔稚魚の出現時期が異なることから、月により確認個体数に増減がみられたものと考えられた。

また、コイ科、ハゼ科は進入時間に特徴があり、コイ科は夕刻から夜間に多く進入し、ハゼ科は早朝から昼間に多く進入していた(図4-3、図4-4)。コイ科、ハゼ科の産卵時間と関係している可能性が考えられた。

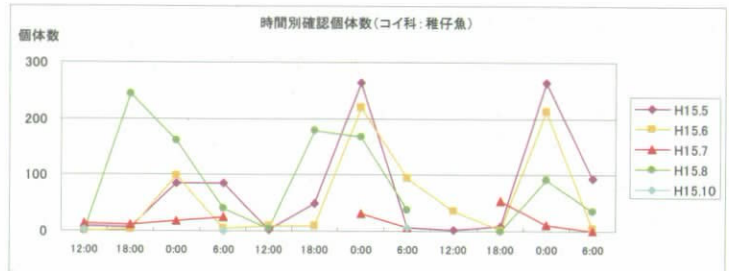


図4-3 コイ科の時間別確認状況(仔稚魚)

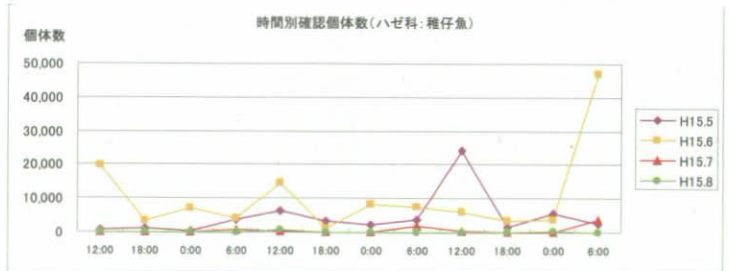


図4-4 ハゼ科の時間別確認状況(仔稚魚)

次に、未成魚・成魚の進入状況のうち、外来魚についてみると、ブルーギル、オオクチバスの未成魚・成魚は、ブルーギルが8月、10月に確認されており、個体数はそれぞれ2個体、1個体、オオクチバスは7月に確認されており、1個体のみであった。

このことから、取水口進入調査からは、これらの外来魚の未成魚・成魚は進入していないことが考えられた。ただし、取水口に設置されているスクリーンは20mmであり、20mm以上の体高の個体は確認されないはずであるが、20mm以上の個体が、外来

魚その他の魚種とも確認されている。これは、取水口から進入した仔稚魚が、水路内で成長し、それらの個体が水路を遊泳している際にネットにより採捕されたことが考えられた。

(2) 排水口進入調査

取水口部の水面からの高さの関係で、琵琶湖水位が B. S. L. +20.9cm 以上の期間で水路内に魚類が進入すると考えられるが、図 4-5 に示すとおり調査実施期間の琵琶湖水位は、すでに 20cm 以下に低下していた。

確認されたのはタイリクバラタナゴ、メダカの 2 種であり、いずれも成魚であるが、普段は流れのほとんどない川の上流や浅い池の沿岸部の植物帯等に生息しているため遊泳力が強くはないと考えられる。これらの種の遊泳力を考えると、排水口から溯上することは困難であるため、排水口に設置したネット内に残留していたか、網目を通過したものと考えられ、排水口から進入する魚類はいないものと考えられた。



調査期間中の琵琶湖水位 (5月) 観測点：堅田

※国土交通省 水門水質データベースより

図 4-5 調査期間中の琵琶湖推移 (5月)

※国土交通省 水門水質データベースより (堅田観測点)

(3) 取水口前面域調査

取水口前面域調査の結果、3目4科11種の仔稚魚、3目5科14種の未成魚・成魚が確認された。以下に、取水口のスクリーンを通過する仔稚魚と、取水口のスクリーンを通過しないと考えられる未成魚・成魚に区分して検討を行った。

仔稚魚の確認状況のうち、外来魚についてみると、ブルーギルは5月～8月に確認されており、6月に4個体、7月に2個体、8月に4個体となっていた。全長は5月、6月では5.2mm～6.4mmの範囲にあったが、7月には8.4mm～13.2mmの範囲と、6月に比べて成長していた。なお、7月調査時に確認された全長13.2mmのブルーギルはすでに各鰭が完成し、流れに対する遊泳力を有していた。前述したように、取水口進入調査において確認されたブルーギル仔稚魚の最大全長は8.2mmであることを踏まえると、概ねこのサイズを境界に、取水口へ進入する個体のサイズが区別できるものと考えられた。外来魚以外の仔稚魚についてみると、ハゼ科仔稚魚が5月～7月に多く確認されており、特に6月に1千個体以上と圧倒的に多くなっていた。

次に、未成魚・成魚の確認状況のうち、外来魚についてみると、ブルーギルは5月～8月に確認されており、個体数は5月で84個体、6月で56個体、7月で86個体、8月で45個体と各月とも優占していた。オオクチバスは6月～10月に確認されており、個体数は6月で2個体、7月で7個体、8月で21個体、10月で1個体であり、8月に多くなっていた。これらのことから、ブルーギル、オオクチバスとも、取水口前

面には多く生息しているが、取水口内では確認されないことから、ある程度の全長に成長した個体は、スクリーンを通過して、取水口に進入しないものと考えられた。

(4) 調査結果の比較

取水口進入調査と取水口前面域調査では、調査方法、調査頻度等が異なるため調査結果を単純には比較できないが、確認状況のうち組成による比較を行った。仔稚魚の組成比率の比較は図 4-6 に、成魚・未成魚の組成比率の比較は図 4-7 に示すとおりである。

仔稚魚の組成比率をみると、取水口進入調査および取水口前面域調査では各月とも大きな違いはみられず、両調査結果とも5月～8月はハゼ科仔稚魚の占める割合が高く、10月にはハゼ科仔稚魚の割合が減少し、アユ科稚魚の割合が高くなっていた。

外来魚であるサンフィッシュ科の組成についてみると、取水口進入調査では、6月に確認されており、7月にはほぼ同程度の割合であった。しかし、8月には、取水口進入調査ではほとんど確認されず、取水口前面域調査ではその割合が高くなる傾向がみられており、7月と8月の間が、外来魚の仔稚魚が進入する時期の境界となっていることが考えられた。

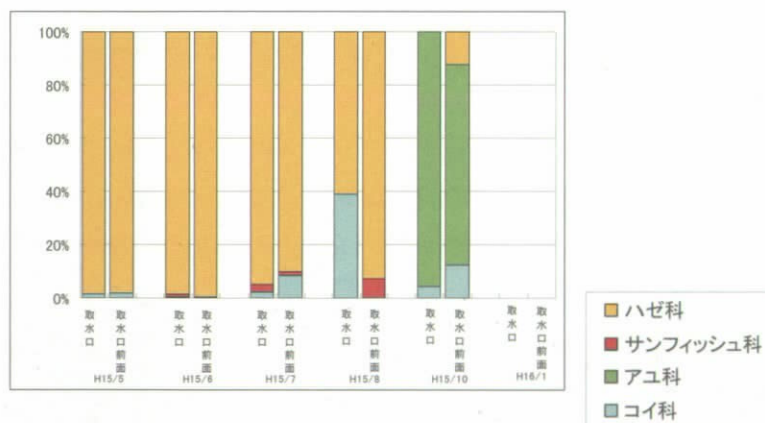


図 4-6 取水口進入調査および取水口前面域調査での組成比率の比較（仔稚魚）

また、未成魚・成魚の組成比率をみると、取水口進入調査では各月ともコイ科の占める割合が高くなっているのに対し、取水口前面域調査では各月とも外来魚であるサンフィッシュ科の占める割合が高くなっていた。このことから、外来魚の未成魚・成魚については、取水口前面域には多数生息するものの、取水口からは進入しないものと考えられた。

なお、取水口進入調査で確認された未成魚・成魚には、取水口に設置されているスクリーン（20mm）よりも全長が大きいものが確認されており、これらの個体については、仔稚魚期に20mmのスクリーンを通過して進入した後、水路内で成長した個体であると考えられた。

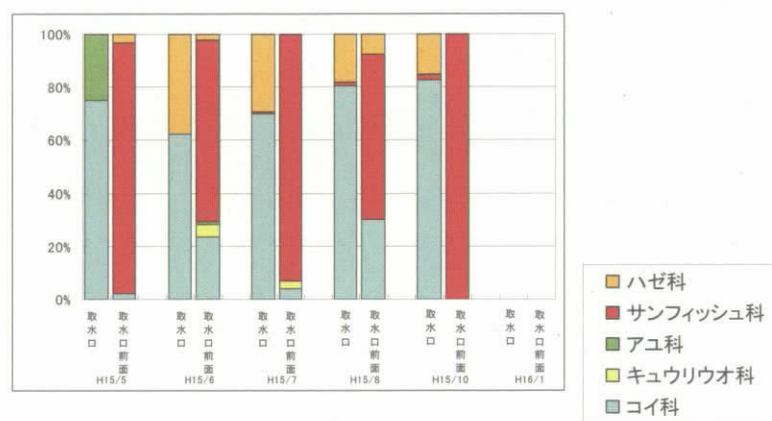


図 4-7 取水口進入調査および取水口前面域調査での種組成の比較 (未成魚・成魚)

- 1) 中村中六・笠原正五郎・矢田敏晃 (1971) 実験動物としての「ブルーギル」サンフィッシュに関する研究：II. 卵内発生と稚仔の成長
- 2) 西原隆道・三橋実 (1989) オクチバスの発生とふ化仔魚の発育過程について

4.3 魚類の取水口進入魚科数割合と実験水路内科数割合の比較

取水口から進入した仔稚魚の科数割合は図 4-8 に、実験水路内科数割合は図 4-9 に示すとおりである。

取水口から進入した魚類の科数割合は、ハゼ科が最も多く全体の 99.7% を占めた。次いで、コイ科 66.7%、サンフィッシュ科 28.5%、アユ科 4.8% であった。実験水路内ではコイ科が最も多く 76.2%、次いでサンフィッシュ科が 12.5%、メダカ科が 8.1%、ハゼ科は少なく 3.1% であった。ハゼ科はかなりの個体数が進入してくるが、ほとんどが捕食され死滅している状況が予測された。逆に、メダカは実験水路内には多いが取水口からはほとんど進入していない。進入個体数は少ないが、実験水路内で繁殖し増加していると思われる。取水口から進入する魚類全体の 1.5% を占めるコイ科は、割合としては少ないが個体数としてはかなりの数が進入していた。実験水路内では、コイ科が全体の 76.2% を占める。コイ科には、フナ類、タナゴ類、モロコ類など琵琶湖における重要種が多い。

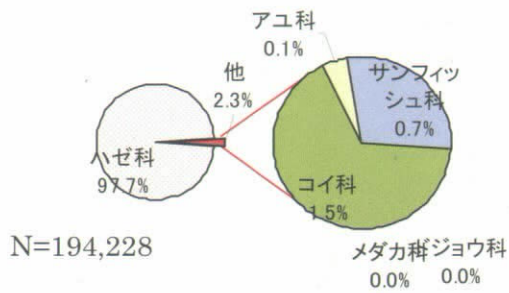


図 4-8 取水口から進入した仔稚魚の科数割合

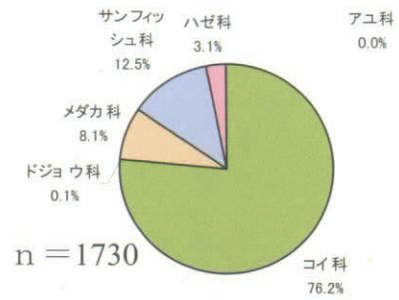


図 4-9 実験水路の魚類科数割合

実験担当者

国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所

財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構

河川環境課長	春木 二三男
河川環境課開発調整係長	中村 超
実験センター所長	柳田 英俊
実験センター主任研究員	和田 桂子
実験センター研究員	工藤 慶庸

4. 消波施設撤去がヨシ帯に及ぼす影響調査

1. 目的

消波施設撤去後のヨシ帯の浸食状況およびヨシの生育状況を把握することにより、ヨシ帯による浸食防止効果の検証およびヨシ帯造成のために設置した消波施設の評価を行い、今後のヨシ帯復元および新たな湖岸創生手法のための条件等を考察することを目的として、本年度はそのための基礎資料を得るため、調査に重点を置き実施した。

2. 実施概要

調査項目および調査位置を表 2-1 に示す。

表 2-1 調査項目

項目	調査時期・回数	調査概要
1) 地盤高調査	春季(5月) 秋季(11月)の2回	実験区・対照区ともに横断測量・平面測量を実施。
2) ヨシ帯面積調査	春季(5月) 秋季(11月)の2回	実験区・対照区ともにヨシ面積調査を実施。
3) 植生調査	5月, 8月, 11月の計3回	実験区・対照区ともに定点コドラート調査および群落組成調査による植生図・フロアリストの作成
4) ヨシ生長調査	春季～秋季に計6回	実験区・対照区ともにヨシ茎数, ヨシ最長草高, 水深を測定
5) 底質調査	6月, 8月, 10月の計3回	実験区・対照区それぞれ沖・陸地点で土壌粒度調査を実施
6) 定点撮影調査	春季～秋季に計6回	デジタルカメラにより、実験区・対照区の季節変化を定点撮影

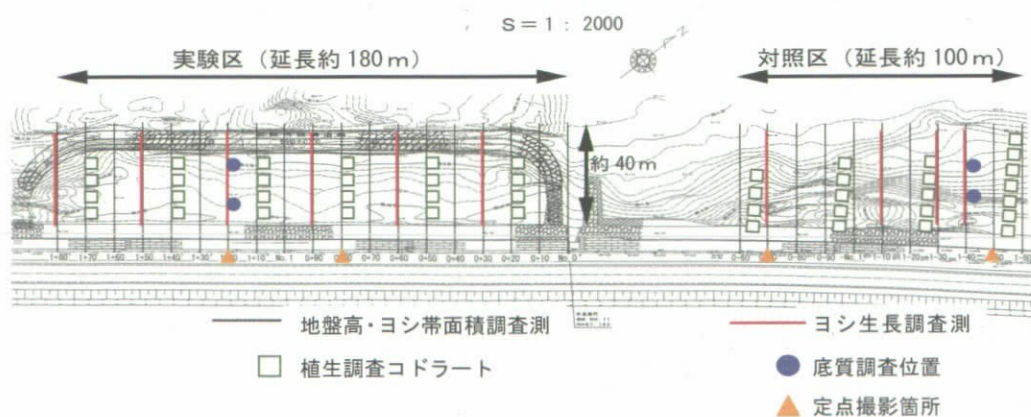


図 2-1 調査位置

3. 調査結果

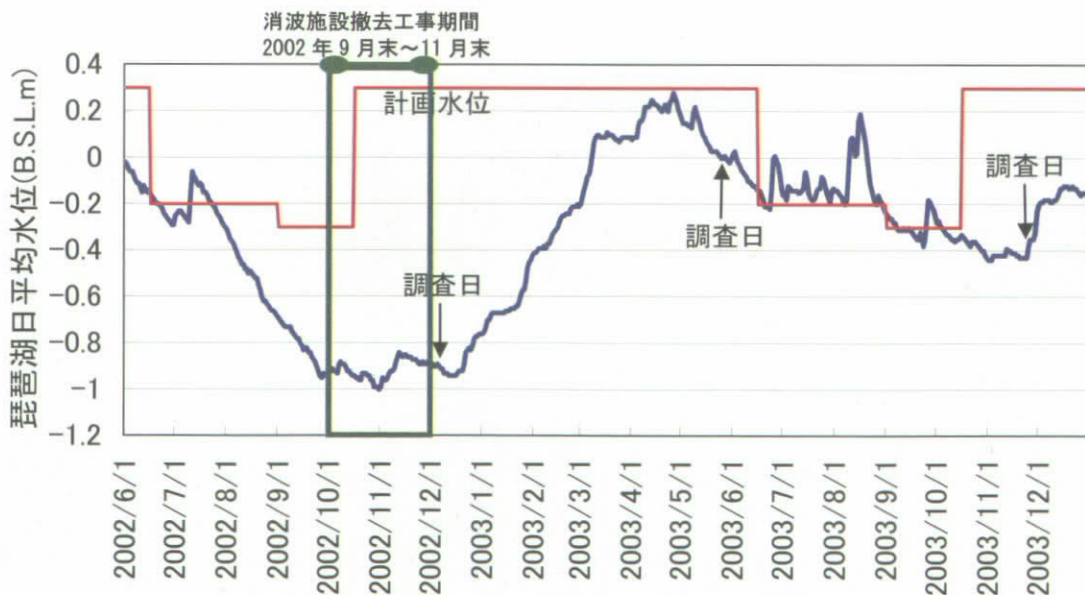
3.1 既存資料整理

消波施設撤去が本実験区域に与える影響を検討するための基礎資料として、調査期間中の本調査区域における気象特性等について資料の収集整理を行った。地盤の安定度やヨシの生育については風波および水位が主に影響を及ぼしていると考えられるため、ここでは期間中の琵琶湖水位および風向風速データについて整理した。それぞれの整理結果を以下に示す。

水位

国土交通省水文データベースより堅田水位観測所における琵琶湖水位データを整理したものを図3-1に示す。

前年度は渇水年であり、2002年7月下旬以降水位が低下し、2002年10月31日に最低水位 B. S. L. -0.99m を記録している。その後、2003年1月以降水位は上昇し、2003年4月26日に最高水位 B. S. L. +0.28m に到達した後、洪水期に向けて水位が低下しているが、2003年については、洪水期間中においても、台風などによる出水により制限水位以上の一時的な水位上昇がみられた。



(国土交通省水文データベース堅田水位観測所における琵琶湖水位データより(2004年1月27日時点における暫定値))

図3-1 調査期間中の琵琶湖水位の変動

風向風速

調査地点近傍の下笠町琵琶湖岸で測定された調査期間中の風向風速データ(独立法

人 水資源機構所有)を整理したものを図3-2に示す。

全調査期間のうち2002年12月～2003年1月末にかけて、強いときで7m/sec(日平均)を越える風が吹いていた。また、このときの風配図より、南西～西南西からの風が回数的に卓越していた。昨年度までの湖岸フィールド実験でも南湖東岸では冬季に南西からの季節風が吹く日数が卓越していた。本調査地点は西北西～北西方向に湖岸があり、湖岸線に対し南西方向から斜めに入射してくるような風波の影響を受けやすかったと考えられる。

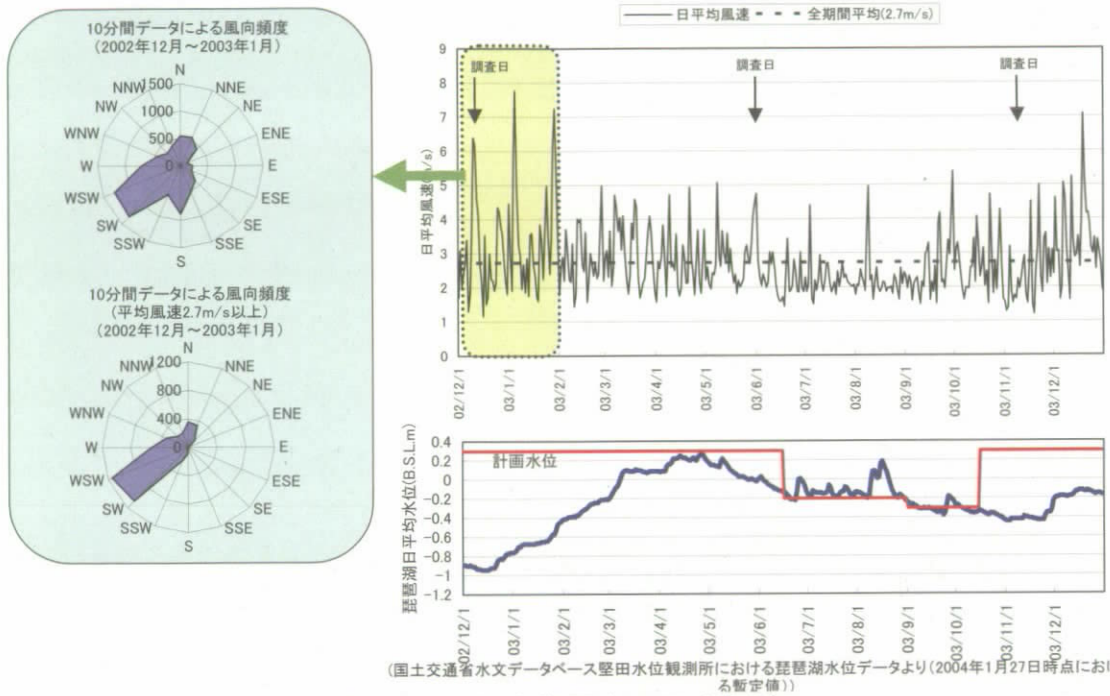


図3-2 調査期間中の風向風速

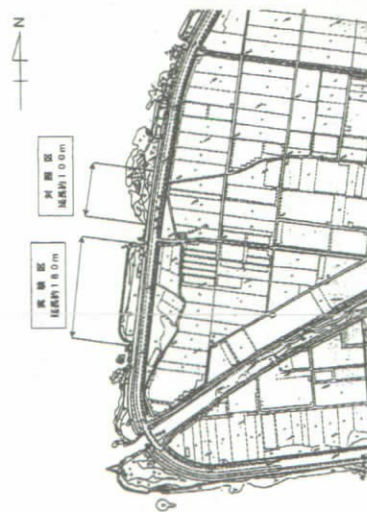


図3-3 業務箇所

3.2 地盤高およびヨシ帯面積調査

(1) 地盤高調査

① 実験区

昨年度から今年度にかけての実験区における地盤高および各調査間での地盤高変化図を図3-4に示す。

a. 2002年12月～2003年5月

消波施設撤去直後では、撤去範囲付近陸側(基準線より35～40m)では等高線間隔は密であったが、撤去半年後では同じ部分の等高線間隔が撤去直後と比べて疎になっていた。このことから、消波施設撤去範囲付近陸側において、基準線より38m付近の急勾配部分がなだらかになり、基準線より32～38m付近の緩勾配であった部分で若干勾配がつくような地形の変化が起こったことがわかる。それより陸側の区域では、おおきな地形の変化は見られなかった。

b. 2003年5月～2003年11月

前の調査期間(2002年12月～2003年5月)でみられたような消波施設撤去部分付近での地形の変化はみられず、全体的におおきな地形の変化は見られなかった。

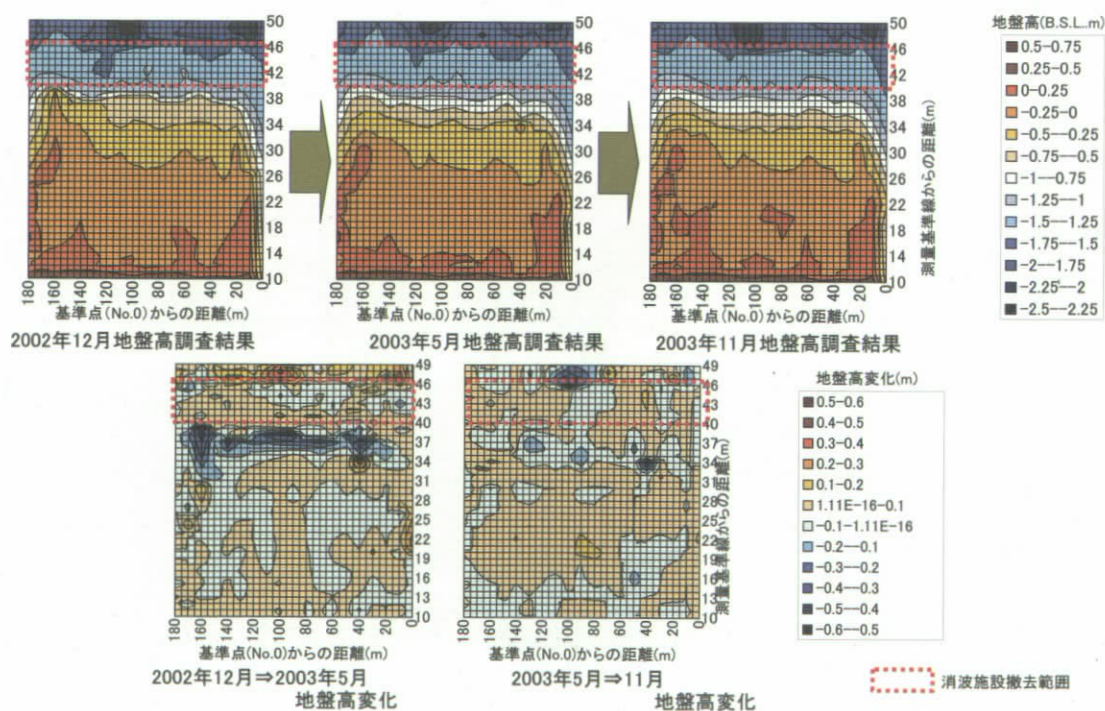


図3-4 実験区地盤高調査結果

②対照区

昨年度から今年度にかけての、各調査の地盤高および各調査間での地盤高変化図を図3-5に示す。対照区について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。

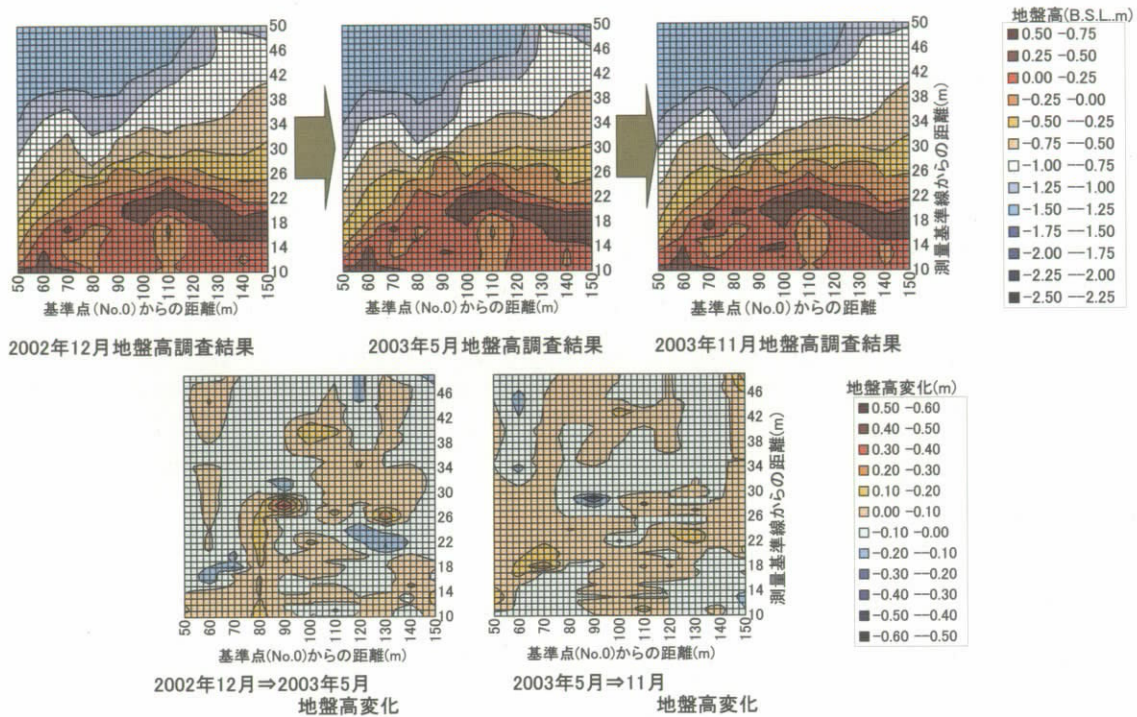


図3-5 対照区地盤高調査結果

(2) ヨシ帯面積調査

実験区及び対照区におけるヨシ帯範囲の調査結果を図3-6、図3-7に示す。

図3-6から、実験区においては、全体的にヨシ帯範囲の大きな変化は見られないが、沖側のヨシ帯境界では昨年度12月調査と比較して今年度11月調査は若干後退している。また、陸側のNo.0+30~70付近で部分的にヨシ帯が他の植生に変わっている個所が見受けられた。

対照区については、図3-7に示したように、昨年度では区域南側の水際から陸域全体に分布する1群落(No.0-50~-80、沖方向40m付近まで)と区域北西側の水際に分布する1群落(No.0-100~-150、沖方向30m~50m付近まで)が、今年度ではそれぞれ2群落に分断されていた。今年度の春季(5月)と秋季(11月)の調査結果を比較すると、若干変化は見られるものの季節的には大きな変化は見られなかった。

また、実験区および対照区のヨシ帯面積の変化を表3-1に示す。2002年12月の調

査時の面積を基準(100%)とすると、実験区では2003年5月の調査では基準の96%、2003年11月の調査では基準の90%と、徐々に減ってきている。対照区では2003年5月に基準の76%まで減ったが、2003年11月では84%まで増加していた。

表3-1 ヨシ帯面積調査結果

	2002年11月	2003年5月	2003年11月
実験区	3756 m ² (100%)	3614 m ² (96%)	3376 m ² (90%)
対照区	1757 m ² (100%)	1334 m ² (76%)	1468 m ² (84%)

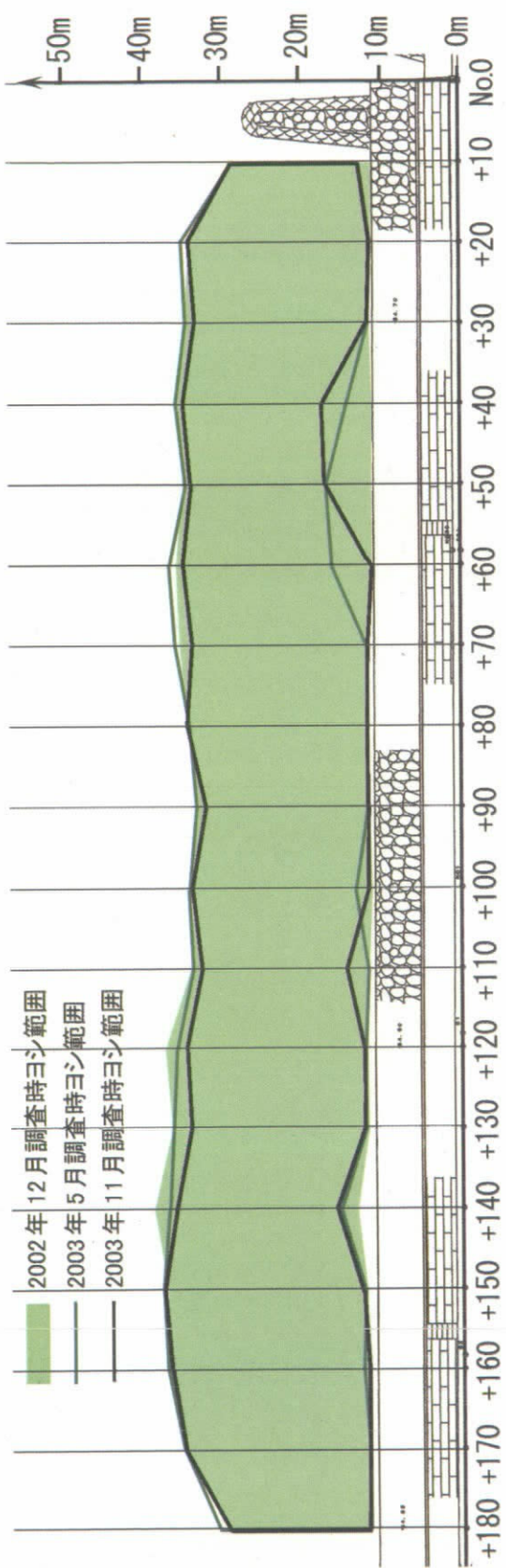


図 3-6 実験区におけるヨシ帯面積調査結果平面図

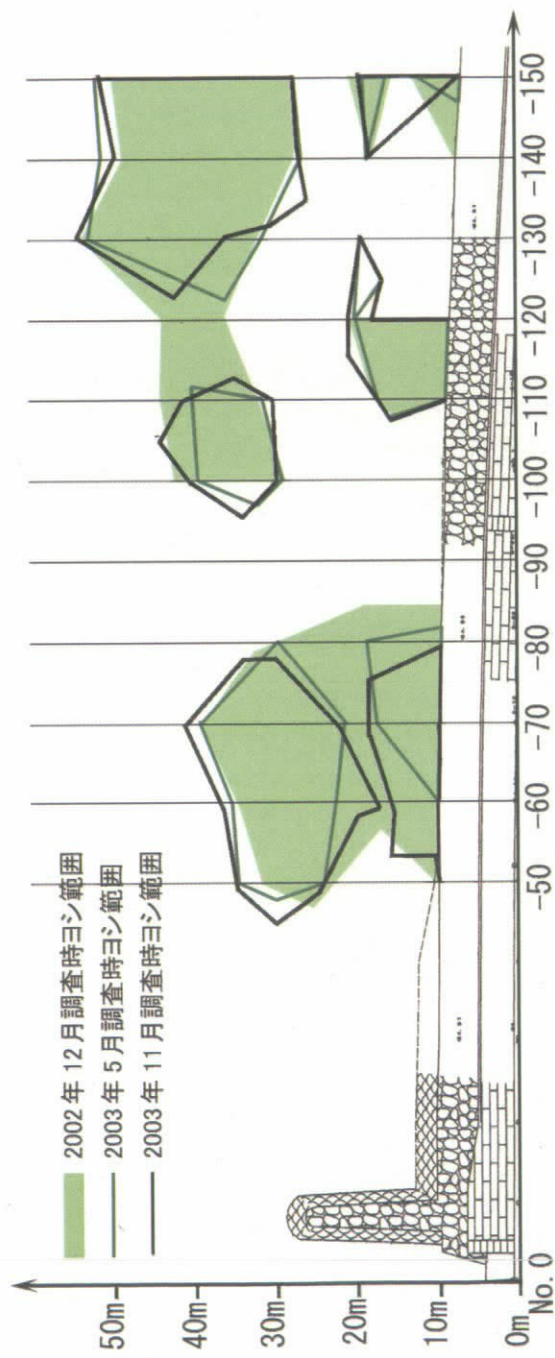


図 3-7 実験区におけるヨシ帯面積調査結果平面図

3.3 植生調査

①実験区

植生調査の結果をもとに実験区の植生を表 3-2 に示した植生群落で区分した。それぞれの調査で6つの植生群落に区分された。

表 3-2 群落名の説明

植生群落名	出現時期				植生群落の説明
	2002		2003		
	秋季	春季	夏季	秋季	
ヨシ-クサヨシ群落	○	○	○	○	90%以上がヨシおよびクサヨシで構成されており、沖側の群落はほとんどヨシで構成され、陸側ではヨシとクサヨシが混生している。
ウキヤガラ群落	○	○	○	○	ほとんどウキヤガラで構成された群落でヨシ、クサヨシ、シロネが25%以下で混生している。
マコモ群落	○	○	○	○	ほとんどマコモで構成された群落で、ヨシが0~5%混生している。
オギ群落	○	○	○	○	ほとんどオギで構成された群落。
スズメノヒエ群落	○	○	○		ほとんどキシウスズメノヒエまたはチクゴスズメノヒエによって構成された群落。
アオガヤツリ群落	○				アオガヤツリが優占する群落でアメリカアゼナが25%ほど混生している。
キショウブ群落		○			ほとんどキショウブで構成された群落でヨシ、ウキヤガラが混生する。
アメリカセンダングサ群落			○		ほとんどアメリカセンダングサで構成された群落。
枯死アメリカセンダングサ群落				○	枯死したアメリカセンダングサが倒れて地面を覆っている地域で、ヨシやキショウブが0~20%ほど混生している。
シロバナサクラタデ群落				○	ほとんどシロバナサクラタデで構成された群落で、10%ほどヨシ、クサヨシが混生している。
合計	6	6	6	6	

②対照区

植生調査により実験区の植生を表3-3に示した植生群落で区分した。2002年秋季調査で7つ、2003年のそれぞれの季節の調査で9つの植生群落に区分された。

表3-3 群落名の説明

植生群落名	出現時期				植生群落の説明
	2002		2003		
	秋季	春季	夏季	秋季	
ヨシ群落	○	○	○	○	水に浸っている場所では、ほとんどヨシで構成されている。B.S.L. ±0.0m以上ではオギ、アメリカセンダングサ、セイタカアワダチソウなどが混生し、ヨシは60%ほどを占めている。実験区とは違い、クサヨシはほとんど生育していない。
カサスゲ群落	○	○	○	○	80%ほどがカサスゲによって構成されており、ウキヤガラ、シロネなどが混生している。
ノイバラ群落	○	○	○	○	ノイバラが80%ほどを占め、ヨシ、カサスゲ、つる性草本などが混生する。
セイタカアワダチソウ群落	○	○	○	○	セイタカアワダチソウが優占しておりカサスゲ、つる性草本、ヨシが混生する。
スズメノヒエ群落	○	○	○	○	ほとんどキシウスズメノヒエまたはチクゴスズメノヒエによって構成された群落。
フトイ群落	○	○	○	○	ほとんどフトイで構成された群落で、ヨシが5%ほど混在している。
アメリカセンダングサ群落	○		○	○	ほとんどアメリカセンダングサで構成された群落。
ウキヤガラ群落		○	○	○	カサスゲ群落内に存在する群落とスズメノヒエ群落内に存在する群落があるが、群落規模は小さい。
キショウブ群落		○			キショウブが優先する群落で、カサスゲと混生する。
ヤエムグラ群落		○			ヤエムグラ、ヨモギが優占している群落で他の群落と比較して出現種数が多い。
ツユクサ群落			○		ツユクサが優占しており、ハッカやつる性草本が混生する群落。他の群落と比較して出現種数が多い。
その他低基草本群落				○	ヒカゲイノコヅチ、ヤエムグラ、ヨモギ、ハッカなどの低基草本が混生している群落。他の群落と比較して出現種数が多い。
合計	7	9	9	9	

3.4 植物相調査

実験区および対照区で確認された植物種数を以下の表に示す。

表 3-5 実験区確認種数集計表

調査名	調査日	科数	種数	帰化、逸出種数(帰化率%)
2002 年 秋 季	2002 年 11 月 28 日, 12 月 6 日	25 科	71 種	19 種(26.8%)
2003 年 春 季	2003 年 5 月 19, 20, 21 日	29 科	66 種	19 種(28.8%)
2003 年 夏 季	2003 年 8 月 29, 30, 31 日	24 科	57 種	18 種(31.6%)
2003 年 秋 季	2003 年 11 月 25, 26, 27 日	34 科	83 種	23 種(27.7%)

表 3-6 対照区確認種数集計表

調査名	調査日	科数	種数	帰化、逸出種数(帰化率%)
2002 年 秋 季	2002 年 11 月 28 日, 12 月 6 日	30 科	77 種	19 種(24.7%)
2003 年 春 季	2003 年 5 月 19, 20, 21 日	31 科	69 種	11 種(15.9%)
2003 年 夏 季	2003 年 8 月 29, 30, 31 日	34 科	73 種	20 種(27.4%)
2003 年 秋 季	2003 年 11 月 25, 26, 27 日	32 科	86 種	22 種(25.6%)

対照区でも、実験区、対照区ともに、秋季の確認種数が春季、夏季と比較して多かった。

調査区全体で確認された植物種数を表 3-7 に示す(フロラリストは資料編参照)。

表 3-7 調査区全体確認種数集計表

調査名	調査日	科数	種数	帰化、逸出種数(帰化率%)
2002 年 秋 季	2002 年 11 月 28 日, 12 月 6 日	32 科	96 種	25 種(26.0%)
2003 年 春 季	2003 年 5 月 19, 20, 21 日	38 科	94 種	22 種(23.4%)
2003 年 夏 季	2003 年 8 月 29, 30, 31 日	38 科	94 種	27 種(28.7%)
2003 年 秋 季	2003 年 11 月 25, 26, 27 日	41 科	115 種	34 種(29.6%)

2002 年秋季はほとんどの植物体が枯れている時期に調査をしたが、2003 年秋季は温暖な日が続き、11 月下旬であっても多くの植物が枯死せずに生育していたため、他の調査と比較して確認種数が多くなったと思われる。

3.5 ヨシ生育観察調査

(1) ヨシ茎個体数密度の経時変化

実験区と対照区のヨシ茎個体数密度の経時変化を図3-8に示す。予備調査では、枯れヨシを対象としており平均ヨシ茎個体数密度が、実験区で142本/m²、対照区で92本/m²であった。そのため2002年以前のヨシが残っている可能性もあるが、琵琶湖周辺の平均値に比べて高い値であった。2002年は実験区、対照区ともに、密にヨシが繁茂していたことが推測される。実験区では4月5日にヨシの新芽が確認され、5月10日に72本/m²の茎個体数密度となった。その後、6月1日に70本/m²、6月下旬から7月中旬にかけて53本/m²となり、8月28日で45本/m²、10月18日では32本/m²まで減少した。一方、対照区では5月10日に茎密度44本/m²、6月1日に46本/m²となり、その後、8月28日までは40本/m²前後を推移し、10月18日では34本/m²まで減少した。2001年の琵琶湖周辺の自生ヨシ群落では、夏季に平均茎密度が50本/m²であったとの報告があるが、実験区、対照区の夏季の値は、その値に近かったと判断できる。

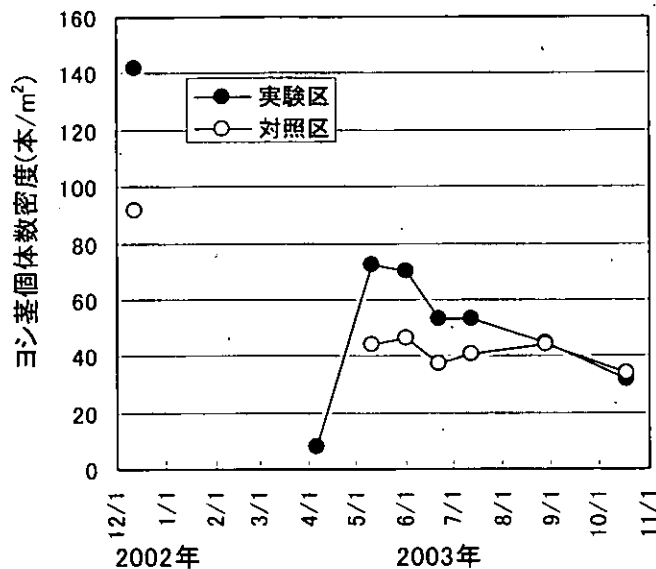


図3-8 実験区・対照区でのヨシ茎個体数密度の変化

(2) 実験区の測線別の経時変化

実験区の測線別の平均ヨシ茎個体数密度の経時変化を図3-9に示す。消波施設撤去直後の2002年12月では、枯れヨシの平均茎個体数密度は測線120m>60m>180m>150m>30m>90mの順であった。4月から新芽の発芽が確認され、5月10日には測線120mで茎密度100本/m²以上であったが、測線30mでは茎密度約50本/m²であり、測線別に差が見られた。その後、茎密度は全体的に減少傾向にあり、測線別の差は小さくなった。測線別には、測線30m、90mで茎密度が小さい傾向にあり、2002年12月での茎密度の大きさが反映される傾向にあった。

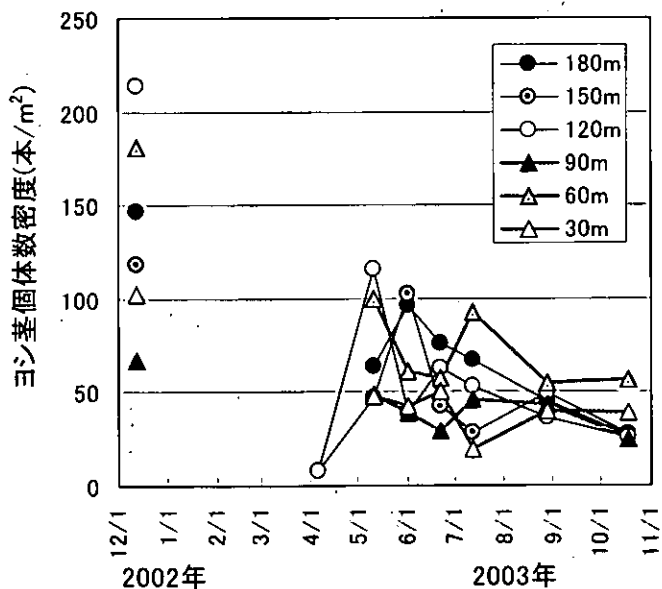


図3-9 実験区での測線別のヨシ茎個体数密度の変化

(3) 対照区の測線別の経時変化

対照区の測線別の平均ヨシ茎個体数密度の経時変化を図 3-10 に示す。2002 年 12 月では、枯ヨシの平均茎個体数密度は測線-70m>-140m>-130m>-110m の順であり、上位 2 測線では茎個体数密度が 100 本/m² 以上であった。5 月から新芽の発芽が確認され、5 月 10 日には測線-70m で茎密度 59 本/m² であったが、測線-110m では茎密度 22 本/m² であり、測線別に差が見られ、その順番は 2002 年 12 月の茎密度を反映していた。その後、8 月下旬まで全体的に茎密度が減少しない傾向にあった。実験区に比べ地盤高の低いところにヨシが生育しているため、6 月以降の水位の低下により新たに発芽するヨシが沖域で存在したと推測される。

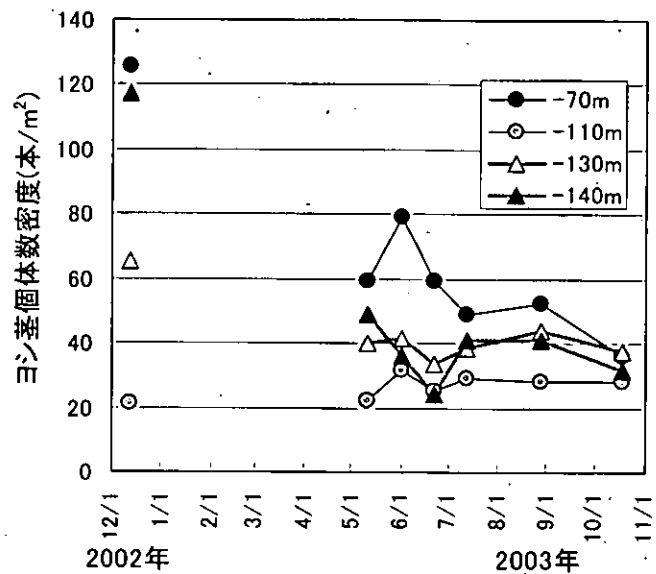


図 3-10 対照区での測線別のヨシ茎個体数密度の変化

(4) 区画内最長草高の経時変化

実験区と対照区の区画内ヨシ最長草高の平均値の経時変化を図 3-11 に示す。消波施設撤去直後の 2002 年 12 月 12 日の区画内ヨシ最長草高の平均値は、実験区で 190cm、対照区で 204cm であった。実験区では 2003 年 4 月 5 日からヨシの発芽が確認され、その後 8 月 28 日に 200cm になるまで、時間の経過とともに区画内最長草高の平均値は徐々に高くなった。一方、対照区では 4 月 5 日にヨシは確認されず、5 月 10 日に区画内最長草高の平均が 146cm と実験区よりも高いヨシが多数確認された。6 月 1 日には区画内最長草高の平均が 200cm を超え、8 月 28 日に 233cm と最大となり、10 月 18 日には 200cm を下回った。2002 年 12 月 12 日と 2003 年 10 月 18 日を比較すると、実験区、対照区ともほとんど同じであった。

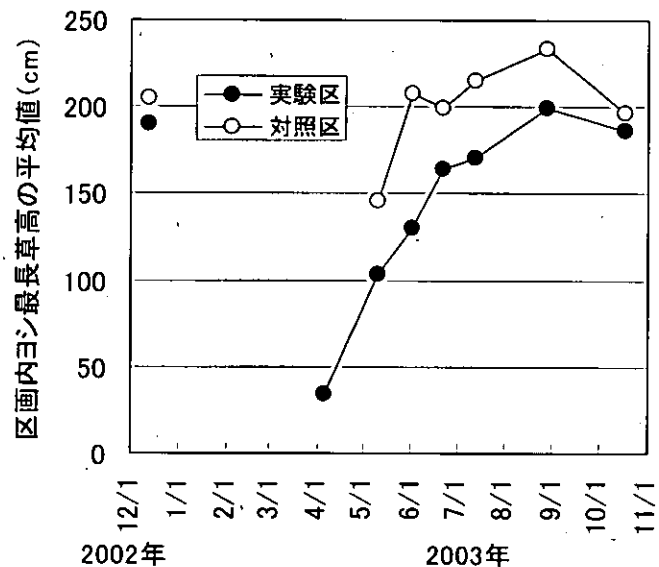


図 3-11 実験区・対照区での区画内ヨシ最長草高平均値の経時変化

(5) 実験区の測線別の経時変化

実験区の測線別の区画内ヨシ最長草高の平均値の経時変化を図 3-12 に示す。消波施設撤去直後の 2002 年 12 月では、枯ヨシの区画内最長草高の測線別平均値は、測線

150m>120m>180m>90m>60m>30m の順であった。4月1日には、測線 150m、120m、30m で草高の低いヨシが確認された。測線 180m では、5月10日から6月21日にかけて草高平均値が著しく上昇し、その後10月18日まで220cm 前後を推移し、実験区の中では最も草高平均値の高い測線であった。測線 150m、120m、60m では、5月10日から8月28日にかけて、区画内最長草高の平均値が上昇し、8月28日における値は、201cm、207cm、204cm となった。また、測線 90m では、6月1日から6月21日にかけて区画内最長草高の平均値がやや小さくなったが、その他では8月28日まで徐々に草高が上昇し、8月28日には196cm であった。一方で、測線 30m のヨシは、他の測線とは異なった経時変化を示した。他の測線に比べて草高の上昇時期が遅く、最長となった10月18日時点での区画内ヨシ最長草高の平均値は170cm と6測線中最小であった。

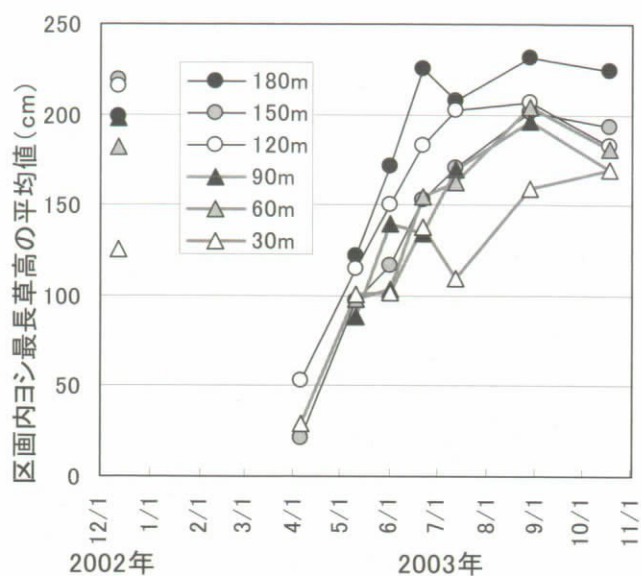


図 3—12 実験区での測線別の区画内ヨシ最長草高平均値の経時変化

(6) 対照区の測線別の経時変化

実験区の測線別の区画内ヨシ最長草高の平均値の経時変化を図 3—13 に示す。2002年12月では、枯ヨシの区画内最長草高は測線 -70m>-130m>-140m>-110m の順であり、上位3測線では最長草高の平均値が200cm 以上であった。測線 -70cm、-110cm では、5月10日から8月28日にかけて区画内最長草高の平均値が上昇し、8月28日には、271cm、294cm であった。両測線とも、同調査日の実験区の結果に比べて高い結果となった。一方、測線 -130cm、-140cm では、5月10日から10月18日にかけて、区画内最長草高の平均値が140~200cm を推移し、両測線はほぼ同様の経時変化であった。このように、対照区では区画内最長草高の平均値が、大きく2つのパターンに分かれた。

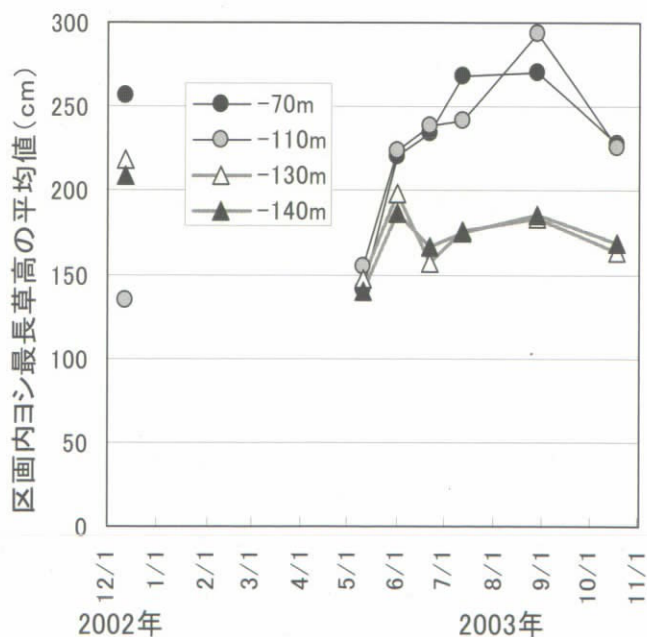


図 3—13 対照区での測線別の区画内ヨシ最長草高平均値の経時変化

3.6 底質調査

(1) 粒度分布の経時変化

実験区、対照区別の地点別の粒度構成比を図3-14に示す。実験区35m地点では、消波施設撤去直後には、礫分が57%と荒い土壌であったが、2003年6月21日には礫分が38%となり砂分が少し増加した。その後、10月29日には礫分が53%となり、消波施設撤去直後の粒度構成に近づいた。本地点は消波施設撤去の影響をもっとも大きく受けると考えられる場所であり、水位の変化や波浪により、粒度構成の変化が大きい地点であると考えられる。実験区18m地点は撤去直後の礫分は35%であり、沖域に比べてやや細かい粒度で構成されていた。2003年6月21日には礫分が27%となり、その後、8月23日には礫分が35%、10月29日には礫分が27%であった。沖域に比べて変化は小さかった。

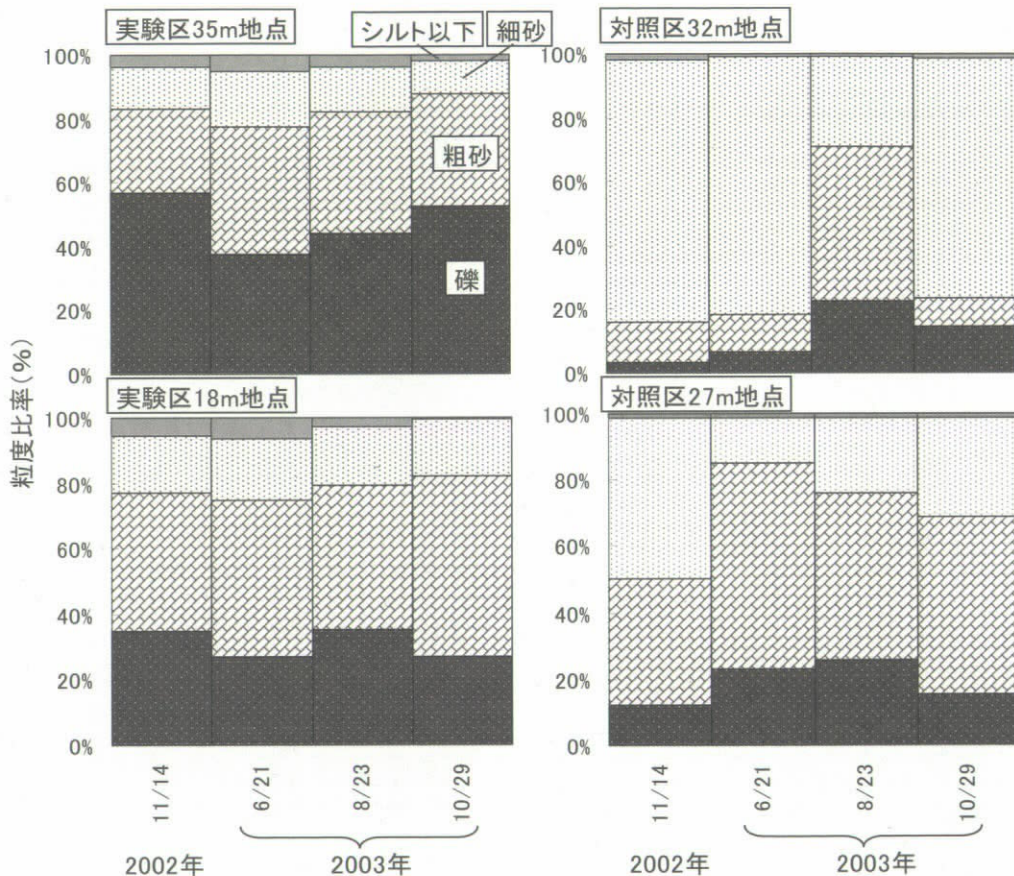


図3-14 実験区・対照区の地点別粒度構成比

対照区の32m地点は2002年11月14日には、全体の82%を細砂が占め、礫分は3%であった。2003年の6月21日に細砂が81%であったが、8月23日には32%にまで減少した。一方で粗砂の割合が12%から55%に増加していることから、425 μ mを超える粒子が多い土壌を採取したと考えられる。10月29日には細砂が75%となり、再び細かい砂質土へと戻った。対照区の27m地点は2002年11月14日には細砂が48%、粗砂38%、礫分12%であり、沖域よりはやや粒径は大きい、比較的細かな砂質土であった。2003年6月23日には、細砂14%、粗砂62%、礫分23%とやや荒くなったが、10月29日には細砂が30%、粗砂53%、礫分15%と再び細かくなった。

3.7 定点撮影

実験区の経時変化（測線+80m 地点）



2003年5月28日



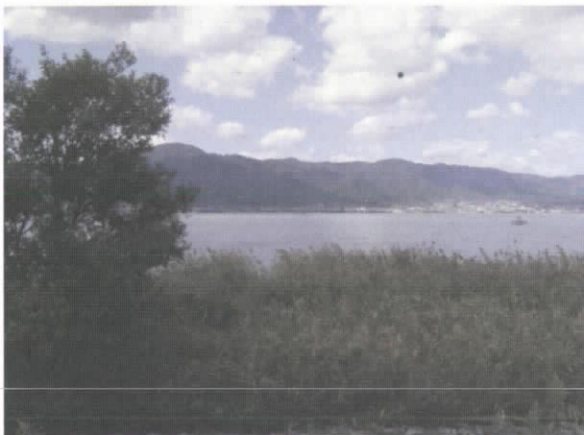
2003年6月26日



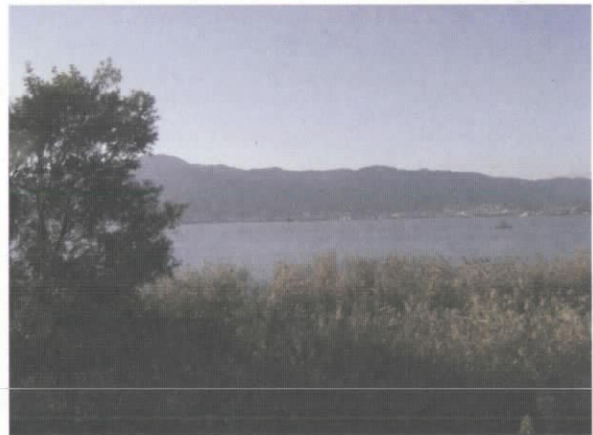
2003年7月31日



2003年8月20日



2003年9月30日



2003年10月29日

実験区の経時変化（測線+120m 地点）



2003年5月28日



2003年6月26日



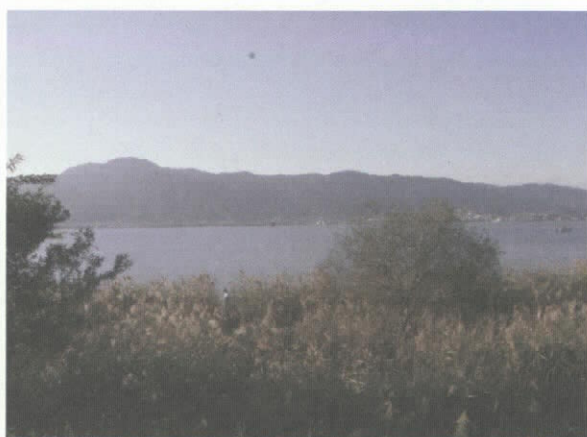
2003年7月31日



2003年8月20日



2003年9月30日



2003年10月29日

対象区の時経変化（測線-70m 地点）



2003年5月28日



2003年6月26日



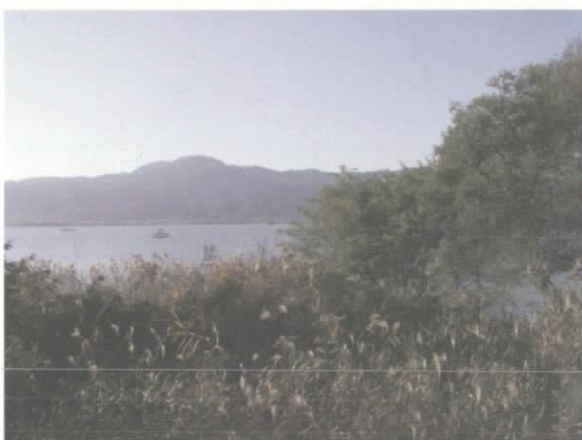
2003年7月31日



2003年8月20日



2003年9月30日



2003年10月29日

対象区の経時変化（測線-70m 地点）



2003年5月28日



2003年6月26日



2003年7月31日



2003年8月20日



2003年9月30日



2003年10月29日

4. まとめ

1) 地盤高調査

- ・ 実験区において調査期間の前半である2002年12月～2003年5月は濁水により水位低下(最低水位-0.99m)したものが徐々に水位上昇してきた期間であり、消波施設撤去位置陸側で0～0.5m程度の浸食とその沖側への堆積が見られた。2003年5月以降は地盤高におおきな変化は見られなかった。
- ・ 対照区においては2002年12月～2003年5月および2003年5月～2003年11月の双方とも実験区でみられたような大きな侵食はみられなかった。

2) ヨシ面積調査

- ・ 実験区においては、消波施設撤去直後は地盤侵食の影響によりヨシ帯が減少することが確認された。
- ・ 実験区においてヨシによる地盤安定効果および侵食防止効果がある可能性が示唆された。

3) 植生調査

- ・ 実験区では、沖側で侵食が進み低茎草本の群落が消滅し、ヨシ-クサヨシ群落内で植生分布が変化した。またヨシ群落の沖側先端はB. S. L. -0.4m付近であった。
- ・ 対照区では、気候や水位の違いのため生育密度低下や裸地の出現などの変化は見られるが、植生分布については群落が消滅するなどの大きな変化はほとんど見られなかった。またB. S. L.-1.0mの地点においてもヨシ群落が生育していた。

4) ヨシ生長調査

- ・ 消波施設の撤去後の約半年間で、平均茎個体数密度は実験区で142本/m²から70本/m²へ約50%減少した。2002年12月12日には、枯ヨシを対象に計測を行っているため、この減少が消波施設撤去の影響によるものであるとの判断は難しい。
- ・ 対照区では撤去後の約半年間で、茎個体数密度が92本/m²から46本/m²へと約50%減少した。実験区と同様に、2002年12月12日には、枯ヨシを対象に計測を行っているため、対照区についても、茎個体数密度が減少したとの判断は難しい。

5) 底質調査

- ・ 消波施設撤去直後の実験区沖の土壌は、50%粒径、均等係数が高く、曲率係数が低かったが、撤去後の時間経過に伴い、50%粒径、均等係数は大幅に小さくなり、曲率係数は少し大きくなった。

5. 実験区と対照区の特徴の比較

今回の調査結果から今後の実験区と対照区の比較を行うため、消波施設撤去後1年間のそれぞれについての特性について表4-1にまとめた。

表4-1 消波施設撤去後1年間の区特性

項目	実験区	対照区	備考
地形特性	植栽のため人工的に整地された地形	主に南西からの風波により形成された自然の地形	
地盤安定度	消波施設撤去箇所付近で不安定	安定している	
区画内平均地盤高変化量(m)	-0.029m	+0.001m	初期地盤(2002年12月測量)でB.S.L. -1.5m以上の範囲
ヨシ帯が多く存在する地盤高(B.S.Lm)	B.S.L. -0.44m(期間中最低水位)以上の範囲	B.S.L. -0.44 ~ -1.4mの範囲、およびB.S.L. +0.19(期間中最高水位)以上の範囲	2003年5月~11月の調査結果より
ヨシの分布の特徴	実験区全体で1つの群落を形成	期間中水際移動範囲であった地帯をさきで、大小幾つかの群落に分かれて分布	
ヨシ平均茎個体数密度(本/m ²)	70本/m ²	46本/m ²	2003年6月の調査結果より
区画内ヨシ最長草高平均値(cm)	130m	207m	2003年6月の調査結果より
植生	沖側で侵食が進み低茎草本の群落が消滅。ヨシクサヨシ群落内で植生分布が変化した。これは消波施設撤去以前と比較して波の影響などがヨシクサヨシ群落内で大きくなり、新たな群落の形成や拡大が起こったため。	水際となる頻度の高い地域を境界として、陸側で浸水しない地域、沖側で水面下となる地域に分かれており、琵琶湖の水位変動に適応した植生環境となっている。群落が消滅するなどの大きな変化はほとんど見られない	

実験担当者

水資源機構関西支社

水資源機構琵琶湖開発総合管理所

財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構

建設部設計・環境課

環境課長

環境課係長

実験センター所長

実験センター研究員

藤井 幹大

大村 朋広

播磨 光一

柳田 英俊

赤瀬 孝也

5. 路面排水処理施設の検討実験（その4）

1. 目的

滋賀県土木交通部道路課では、降雨時における道路からの排水による公共用水域への流入負荷（市街地からの面源負荷）を削減するため、道路側溝などに取り付け可能な浄化装置を設置し、浄化性能等を検討してきた。

平成 15 年度は、平成 14 年度に設置した側溝型パイロットプラントについて、その水質浄化性能の持続性や浄化媒体である土壌の持続性の把握と、また装置への土砂等の堆積量、処理流量の把握を目的とした。その結果を踏まえ、装置の改良や適したメンテナンス手法等についての検討を行うこととした。

2. 側溝型路面排水処理装置パイロットプラントの概要

側溝型路面排水処理装置パイロットプラントは平成 13 年度業務で考案した側溝型路面排水処理装置（図 2-1）をベースに、設置地点の状況に合わせて平成 14 年度業務で設計・製作、設置を行った。

設置は図 2-2 の地点（滋賀県栗東市：主要地方道栗東志那中線霊仙寺）で平成 14 年（2002 年）11 月 8 日～14 にかけて実施され、路面排水浄化能力調査として平成 14 年度業務の中で処理前水／処理後水の分析が 12 月に 1 回行われている。

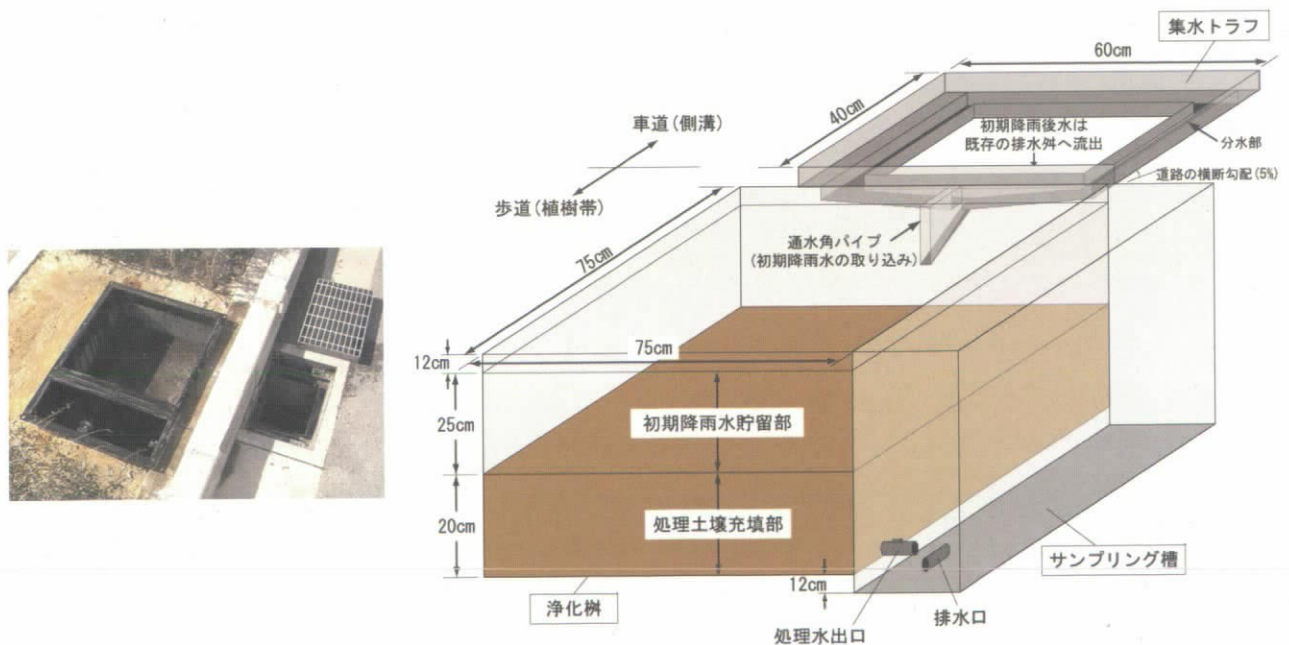


図 2-1 側溝型路面排水処理装置

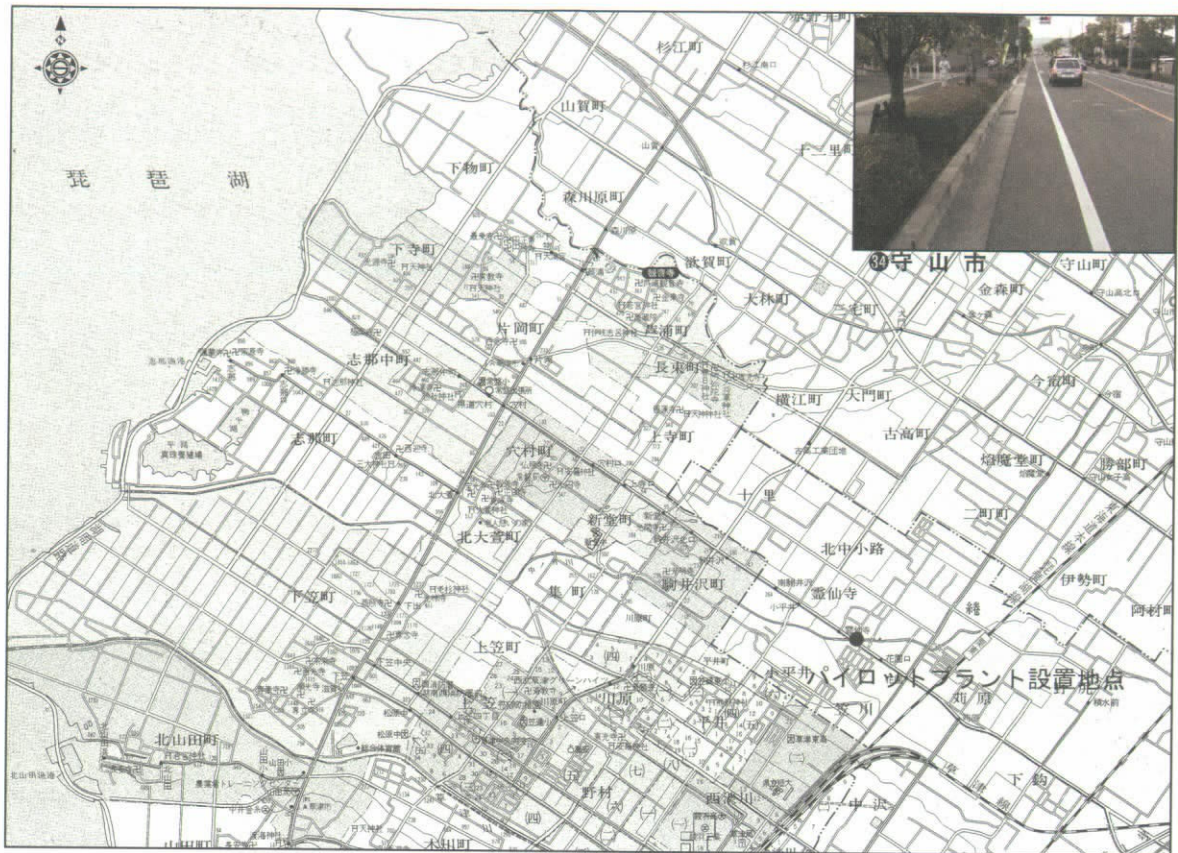


図 2-2 側溝型パイロットプラント設置地点

3. 路面排水浄化能力調査

3.1 調査時期、項目

調査時期については表 3-1 に示すとおりで、基本項目および油分に関しては、概ね 2 ヶ月おきに計 4 回の調査を行い、その他の項目については、実運用開始後約 1 年目に当たる時期（第 3 回調査時）に調査を実施することとした。

分析項目は表 3-2 に示すとおりであり、平成 14 年度に実施した水質浄化実験における調査項目（基本項目、重金属、揮発性化合物、スチレン 2 量体 3 量体、PAH、アルキルフェノール、油分）の調査を実施した。また、本装置が最近、琵琶湖の汚濁要因の一つとして注目されている難分解性有機物に対しても除去効果が得られることを確認するため、GPC-TC 分析を実施した。

表 3-1 水質調査時期

水質調査項目	昨年度業務	今年度業務			
	2002 年	2003 年			2004 年
	昨年調査 12 月 16 日	第 1 回調査 8 月 26 日	第 2 回調査 10 月 13 日	第 3 回調査 11 月 20 日	第 4 回調査 2 月 03 日
基本項目	○	○	○	○	○
重金属	○	—	—	○	—
揮発性化合物	○	—	—	○	—
スチレン 2 量体・3 量体	○	—	—	○	—
PAH	○	—	—	○	—
アルキルフェノール	○	—	—	○	—
油分	○	○	○	○	○

表 3-2 路面排水浄化能力分析項目

■基本項目	■重金属	■揮発性化合物	■アルキルフェノール
COD・D-COD	ヒ素(As)	キシレン	4-tert-ブチルフェノール/4-n-ブチルフェノール
D-TOC・P-TOC	バリウム(Ba)		4-n-ヘキシルフェノール/4-n-ヘプチルフェノール
T-N・D-N	カドミウム(Cd)	■ステレン2量体、3量体	4-tert-オクチルフェノール/4-n-オクチルフェノール
NO3-N・NO2-N・NH4-N	クロム(Cr)	1,3-ジフェニルプロパン/cis-1,2-ジフェニルシクロブタン	ノニルフェノール
T-P・D-P	セレン(Se)	trans-1,2-ジフェニルシクロブタン/2,4-ジフェニル-1-ブテン	
PO4-P	水銀(Hg)	2,4,6-トリフェニル-1-ヘキセン/1-フェニル-4-テトラリン類	■油分
GPC-TC	銅(Cu)	1,3,5-トリフェニルシクロヘキサン	n-ヘキサン抽出物
	亜鉛(Zn)		
	アルミニウム(Al)	■PAH	
	バナジウム(V)	ベンゾフェノン	
	鉛(Pb)		
	鉄(Fe)		

3.2 調査方法

側溝型路面排水処理装置の処理能力を調査するため、処理前（路面排水の初期フラッシュ部分）および処理後の水質を調査した。調査は、先行晴天日数が2日以上、降雨量が2mm以上の降雨を対象とした。

処理前水については、初期降雨水貯留部へ流入した初期フラッシュ水を満水時に静かに攪拌して採水を行った。

処理後水については、処理土壌充填部下部の処理水出口より採水を行った。

3.3 調査結果

3.3.1 基本項目および油分

基本項目および油分の調査結果を表3-3に示す。また、COD、TOC、TN、TP、油分について、処理前水、処理後水の状況を図3-1に示した。また、GPC-TC分析結果を図3-2に示した。

全般的な傾向として、運用開始直後から運用開始12カ月にいたるまで、溶存態物質に比べ粒子態物質の水質浄化効果が高い傾向にあり、土壌による濾過効果が現れていると考えられる。また、処理後水の水質は経時的に概ね同程度の水準を維持している。また、GPC-TC分析結果では、難分解性有機物が含まれるとされている保持時間70~80分付近のピークを処理前後水で比較すると、4回の調査いずれも、処理後水は当ピークが減少しており、難分解性の物質についても水質改善効果を維持していると考えられる。

表 3-3 基本項目および油分調査結果

分類	物質	試料	単位	調査結果					
				昨年度業務	今年度業務				
				2002年	2003年			2004年	
				12月16日	08月26日	10月13日	11月20日	02月03日	
基本項目	COD	処理前水	mg/L	65	24	18	26	49	
		処理後水	mg/L	9.9	11	7.9	5.8	18	
		除去率	%	84.8	54.2	56.1	77.7	63.3	
		D-COD	処理前水	mg/L	11	19	15	9.8	18
			処理後水	mg/L	9.9	10	7.1	5.2	13
			除去率	%	10	47.4	52.7	46.9	27.8
	P-COD	処理前水	mg/L	54	5.2	3.2	16	30	
		処理後水	mg/L	<0.5	<0.5	0.7	0.6	5.5	
		除去率	%	100	>90.4	78.1	96.3	81.7	
	TOC	TOC	処理前水	mg/L	58.6	21	19	20	46.4
			処理後水	mg/L	8.48	11	8.5	9.3	17.4
			除去率	%	85.5	47.6	55.3	53.5	62.5
		D-TOC	処理前水	mg/L	7.8	13	11	7.3	12
			処理後水	mg/L	7.2	10	8	8.5	11
			除去率	%	7.7	23.1	27.3	—	8.3
	P-TOC	処理前水	mg/L	50.8	7.51	7.88	12.2	34.4	
		処理後水	mg/L	1.28	0.709	0.455	0.805	6.4	
		除去率	%	97.5	90.6	94.2	93.4	81.4	
	窒素	T-N	処理前水	mg/L	7.75	2.5	3.4	2.9	6.2
			処理後水	mg/L	3.65	1.3	1.2	2.4	3.3
			除去率	%	52.9	48	64.7	17.2	46.8
D・T-N		処理前水	mg/L	3.55	2.1	2.2	0.9	5.2	
		処理後水	mg/L	3.31	1.1	0.9	0.8	3.2	
除去率		%	6.8	47.6	59.1	11.1	41.8		
		P・T-N	処理前水	mg/L	4.2	0.4	1.2	2	0.032
処理後水			mg/L	0.34	0.2	0.3	1.6	0.007	
除去率		%	91.9	50	75	20	78.1		
		NO2-N	処理前水	mg/L	0.3	0.36	0.076	0.234	0.401
処理後水	mg/L		0.29	0.038	0.009	0.017	0.148		
除去率	%	3.3	89.4	88.2	92.7	63.1			
	NO3-N	処理前水	mg/L	0.96	1	0.77	0.96	1.6	
処理後水		mg/L	1.1	0.18	<0.1	0.12	0.7		
除去率	%	—	82	87	87.5	56.3			
	NH4-N	処理前水	mg/L	1.4	0.59	0.84	0.83	2.96	
処理後水		mg/L	1.2	0.55	0.73	0.43	2.26		
除去率	%	14.3	6.8	13.1	48.2	23.6			
	燐	T-P	処理前水	mg/L	0.335	0.138	0.122	0.171	0.433
処理後水			mg/L	0.022	0.015	0.009	0.015	0.072	
除去率			%	93.4	89.1	92.6	91.2	83.4	
D・T-P		処理前水	mg/L	0.022	0.009	0.018	0.013	0.032	
		処理後水	mg/L	0.007	0.004	0.007	0.002	0.007	
		除去率	%	68.2	55.6	61.1	84.6	78.1	
P・T-P		処理前水	mg/L	0.313	0.129	0.104	0.158	0.401	
		処理後水	mg/L	0.015	0.011	0.002	0.013	0.065	
		除去率	%	95.2	91.5	98.1	91.8	83.8	
PO4-P		処理前水	mg/L	0.015	0.002	0.002	<0.001	0.005	
		処理後水	mg/L	0.001	0.002	0.002	0.006	<0.001	
		除去率	%	93.3	0	0	—	80	
油分	n-ヘキサン抽出物質	処理前水	mg/L	9.6	0.6	<0.5	<0.5	5.5	
		処理後水	mg/L	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.7	
		除去率	%	>94.8	>16.7	0	0	87.3	

除去率 = (処理前 - 処理後) / 処理前 × 100

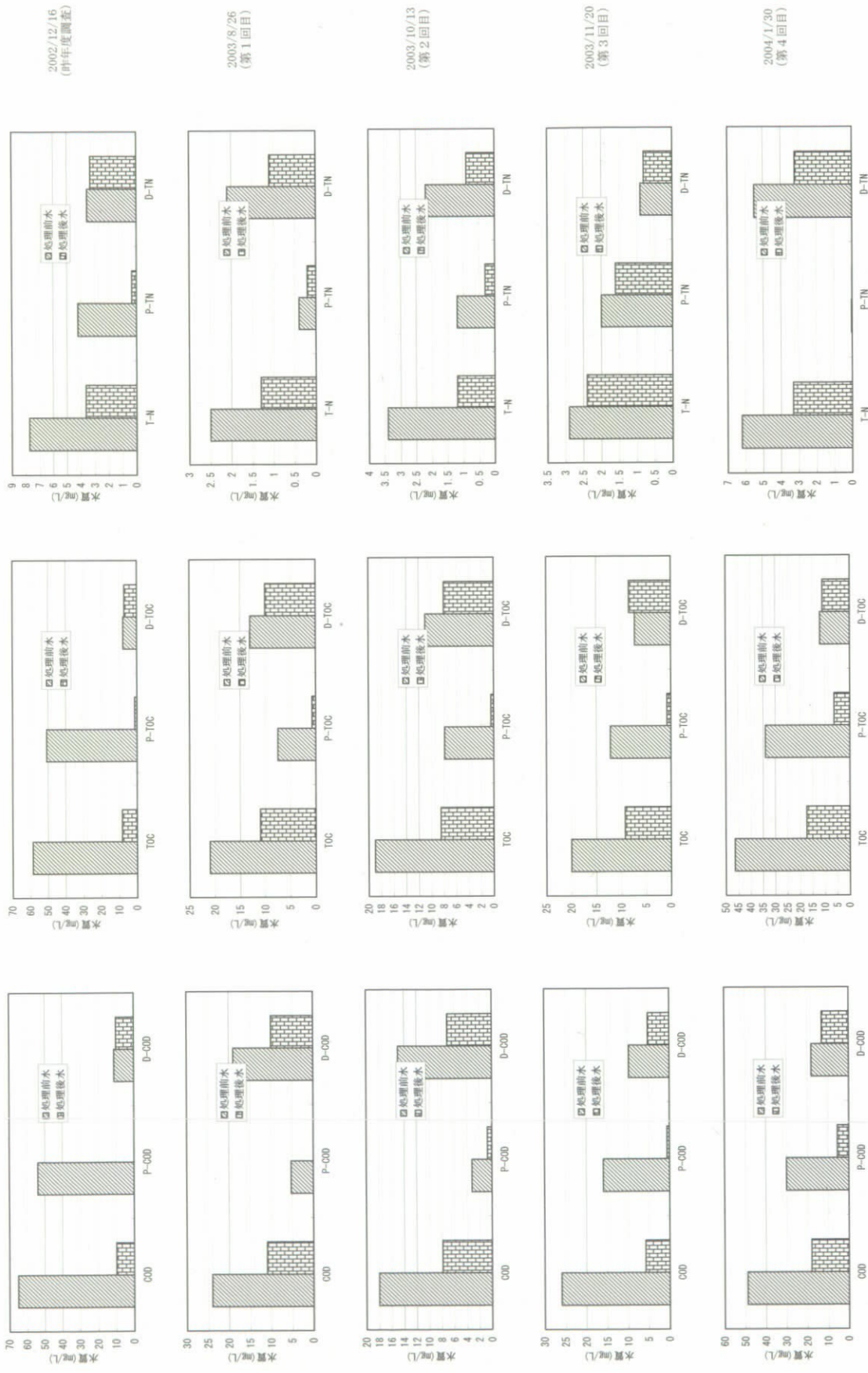


図 3-1(1) 水質浄化能力調査

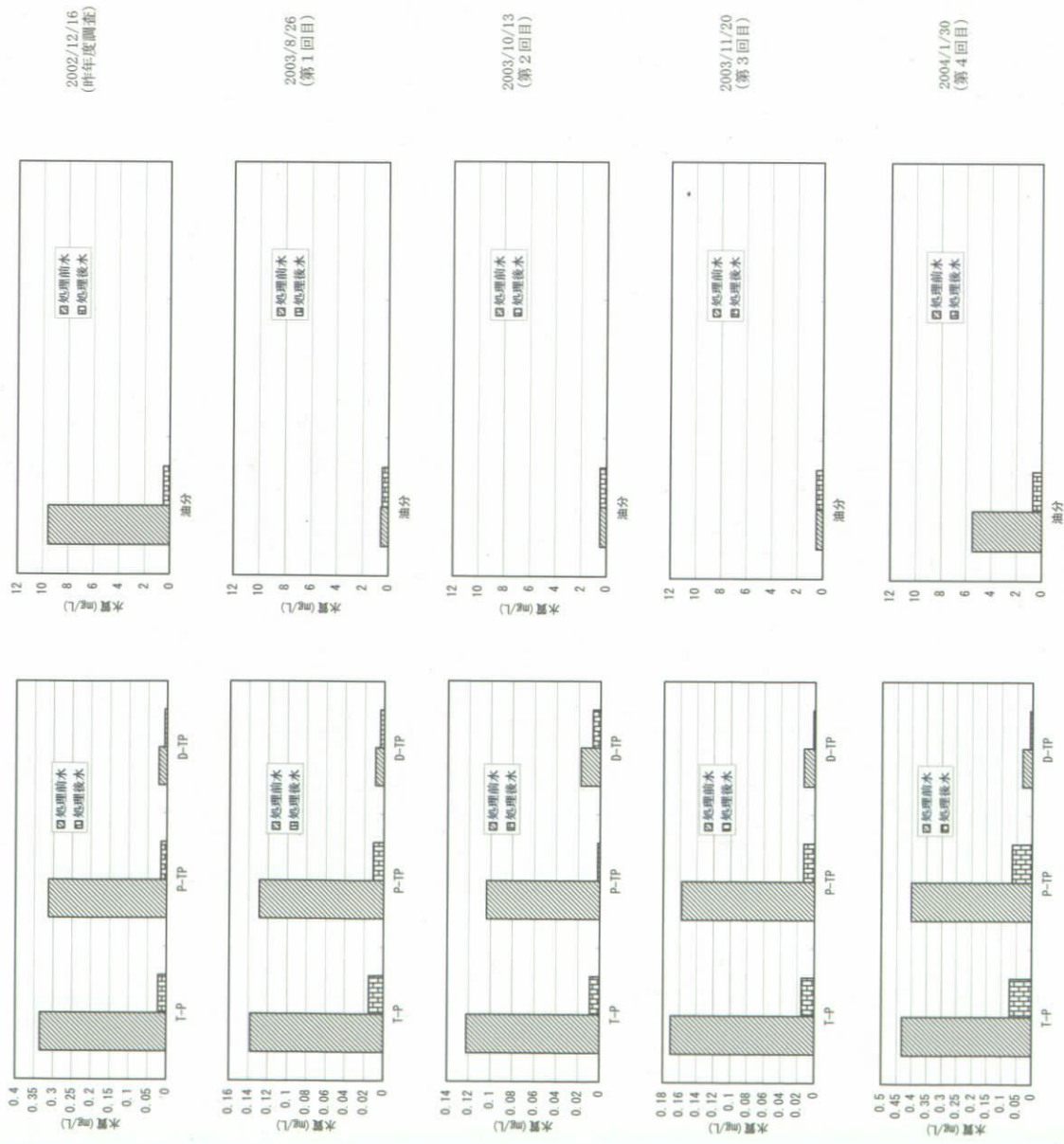


図 3-1(2) 水質浄化能力調査

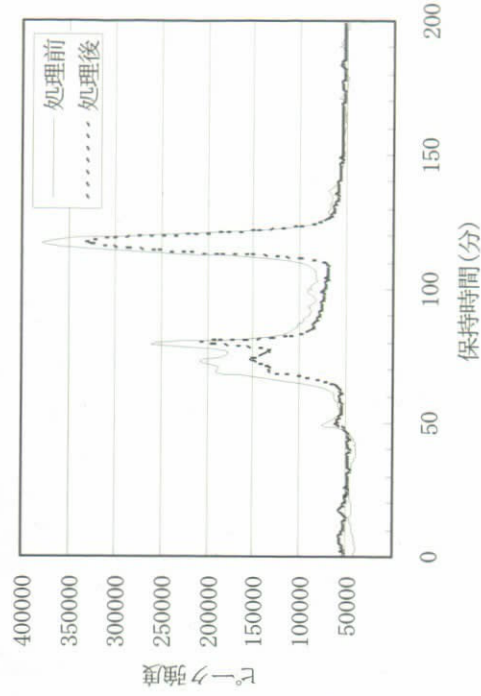
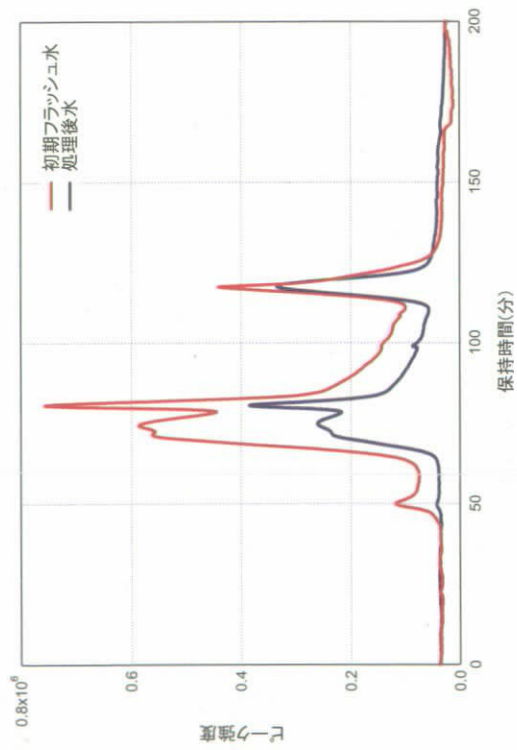
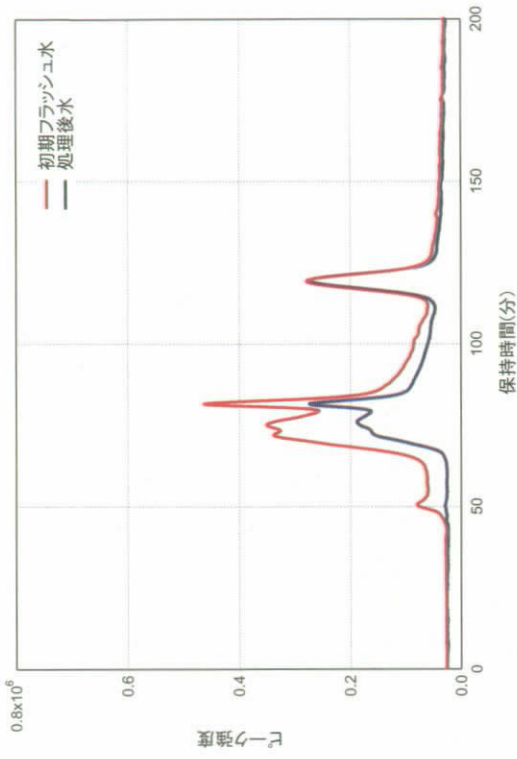


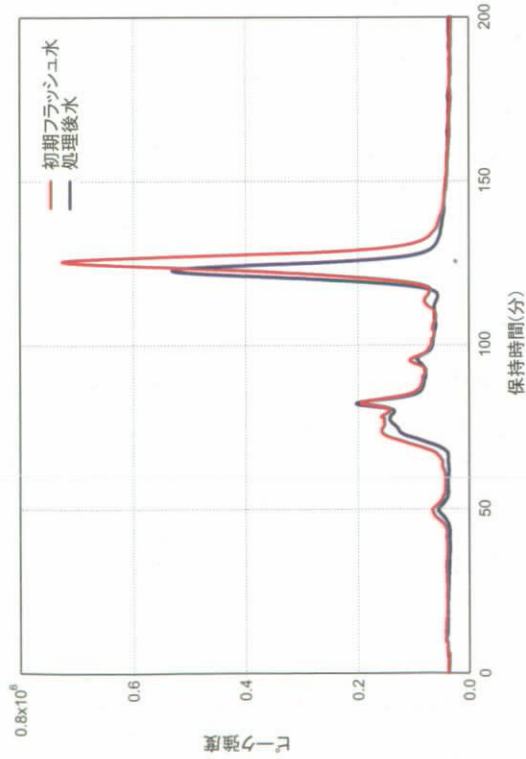
図 3-2(1) GPC-TC 分析結果 (昨年度)



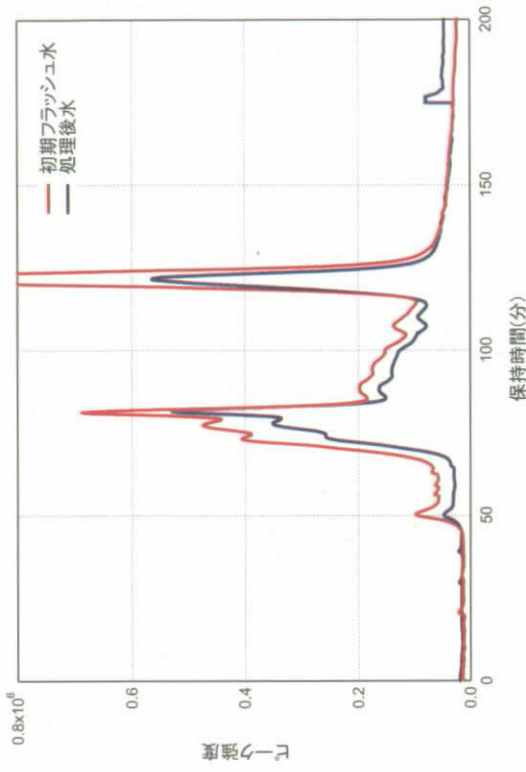
第1回目 (2003.8.26)



第2回目 (2003.10.13)



第3回目 (2003.11.19)



第4回目 (2004.2.3)

図 3-2 (2) GPC-TC 分析結果

3.3.2 その他の項目（重金属等）

重金属等の調査結果を表3-4に示す。

処理前水の水質が一定でなく、水質浄化効果の経時変化は明らかでないが、アルミニウム、ベンゾフェノンの水質浄化効果で見ると、概ね運用当初の浄化効果を維持していると考えられる。

表3-4 その他（重金属等）調査結果

分類	物質	昨年度調査 (2002.12.16)			今年度調査 (2003.11.20)			備考
		処理前水	処理後水	除去率	処理前水	処理後水	除去率	
		mg/L	mg/L	%	mg/L	mg/L	%	
重 金 属	ヒ素(As)	0.006	<0.005	>16.7	<0.005	<0.005	—	
	バリウム(Ba)	<0.1	<0.1	—	<0.1	<0.1	—	(*1)
	カドミウム(Cd)	<0.001	<0.001	—	<0.001	<0.001	—	
	クロム(Cr)	0.02	<0.01	>50	<0.01	<0.01	—	
	セレン(Se)	<0.01	<0.01	—	<0.001	<0.001	—	
	水銀(Hg)	<0.0005	<0.0005	—	<0.0005	<0.0005	—	
	銅(Cu)	0.2	0.3	—	<0.1	<0.1	—	(*2)
	亜鉛(Zn)	0.7	<0.1	>85.7	0.2	<0.1	>50.0	
	アルミニウム(Al)	6	0.4	93.3	1.5	<0.1	>93.3	
	バナジウム(V)	<0.1	<0.1	—	<0.1	<0.1	—	
	鉛(Pb)	0.046	<0.005	>89.1	<0.005	<0.005	—	
鉄(Fe)	7.6	0.4	94.7	1.8	1.8	0		
揮発性 化合物	キシレン	0.003	0.104	—	<0.04	<0.04	—	(*3)
ス ス チ レ ン 2 3 量 体	1,3-ジフェニルプロパン	0.011	0.0024	78.2	<0.007	<0.007	—	
	cis-1,2-ジフェニルジクロブタン	<0.007	<0.007	—	<0.007	<0.007	—	
	trans-1,2-ジフェニルジクロブタン	<0.008	<0.008	—	<0.008	<0.008	—	
	2,4-ジフェニル-1-ブテン	<0.007	<0.007	—	<0.007	<0.007	—	
	2,4,6-トリフェニル-1-ヘキセン	<0.001	<0.001	—	<0.001	<0.001	—	
	1-フェニル-4-テトラリン類	<0.005	<0.005	—	<0.005	<0.005	—	
	1,3,5-トリフェニルシクロヘキサン	<0.007	<0.007	—	<0.007	<0.007	—	
PAH	ベンゾフェノン	0.090	0.050	44.4	0.093	0.028	69.9	
ア ル キ ル フ ェ ノ ール	4-tert-ブチルフェノール	<0.002	<0.002	—	<0.002	<0.002	—	
	4-n-ペンチルフェノール	<0.003	<0.003	—	<0.003	<0.003	—	
	4-n-ヘキシルフェノール	<0.002	<0.002	—	<0.002	<0.002	—	
	4-tert-ブチルフェノール	0.011	<0.001	>90.9	<0.002	<0.002	—	
	4-tert-オクチルフェノール	<0.002	<0.002	—	0.0065	<0.001	>84.6	
	4-n-オクチルフェノール	0.033	<0.003	>90.9	<0.003	<0.003	—	
	ノニルフェノール	<0.003	<0.003	—	0.070	0.027	61.4	

除去率 = (処理前 - 処理後) / 処理前 × 100

(*1) 昨年度の調査結果に不備があり、2003.8.26に再調査を行った値。

(*2) 分析上、処理前後で濃度が増加しているが、増加量は僅かであり増加の要因が考えられないことから、除去率は「—」とした。

(*3) 設置時に塗装した部分からの溶出があったためと考えら、塗装後には十分な養生が必要と考えられる。

4. 土壌の持続性調査

平成 14 年度に設置した側溝型パイロットプラントを長期運用した際には、浄化媒体である土壌（マサ土）については、目詰まりの発生や有害物質の蓄積の可能性が考えられる。従って、メンテナンス手法を確立するためには、土壌の持続性に関する知見が必要であり、設置前と長期間運用後における、装置内土壌の分析を行った。

4.1 調査時期

調査時期を表 4-1 に示す。

表 4-1 充填土壌調査時期

調査時期	試料採取時期等	備考
	運用開始前	(土壌)
運用開始 6 ヶ月後	(土壌、表面堆積物)	2003 年 8 月 4 日採取
運用開始 1 年後	(土壌、表面堆積物)	2004 年 2 月 9 日採取

4.2 調査方法

運用開始に伴い、浄化媒体である土壌（マサ土）の有害物質の蓄積状況を調査するために、運用開始前、6 ヶ月後、12 ヶ月後の土壌および運用開始 6 ヶ月後、12 ヶ月後の土壌表面の堆積物について、重金属類や富栄養化物質の溶出量・含有量の調査を行った。

土壌の採取は、浄化槽内の土壌をまんべんなく、かつ乱さない様にする必要がある。このため、土壌採取については、上流から下流に向けて対角線上に 3 地点を採取地点とし（図 4-1 参照）、各採取地点で塩ビ製スプーンを用い、直径約 3cm の円筒状に土壌を採取した。

採取した土壌は、色により表面堆積物と充填土壌に区分し、3 地点分をポリエチレン製容器の中で混合した。

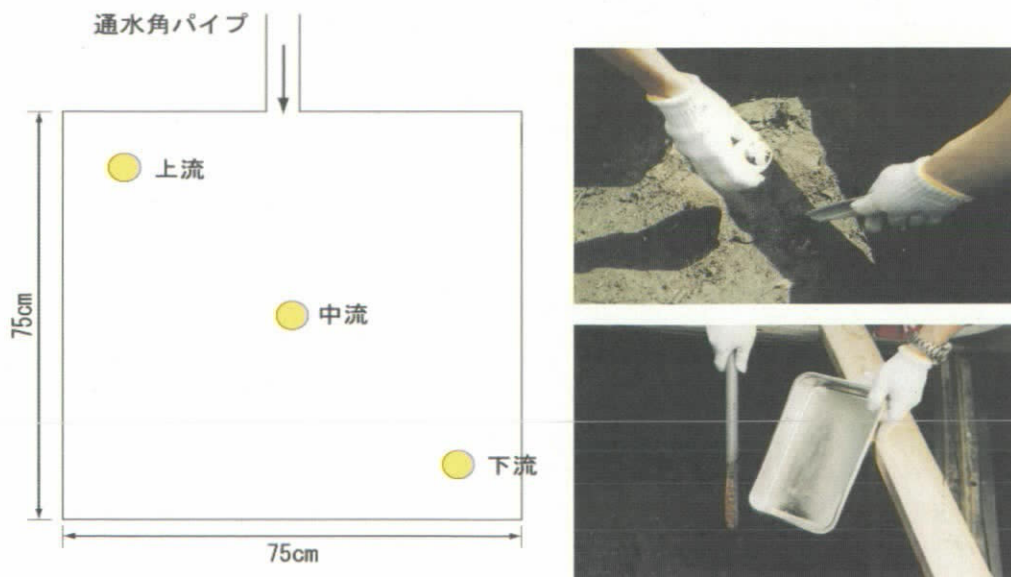


図 4-1 土壌試料採取地点および採取状況

4.3 調査結果

土壌持続性調査の結果を表 4-2 に示す。

粒子態の物質は表面堆積物に、溶存態の物質は表面堆積物と土壌の両方に蓄積されると考えられるが、各項目の表面堆積物の含有値は土壌の値を大きく上回る傾向にあり、殆どの汚濁物質は表面堆積物中に保持されると考えられる。

また、表面堆積物には多くの汚濁物質が蓄積しているものの、溶出試験の結果から、T C、T P、T N、油分で増加、F e で僅かに増加していることを除き、その他の項目では当初土壌と同等であった。特に、土壌環境基準項目のうち今回調査項目 (A s、C d、H g、P b) については、環境基準 (溶出) を満足している状況であった。

表 4-2 土壌持続性調査結果

	物質	単位	運用開始前	運用開始後6ヶ月		運用開始後12ヶ月	
			土壌	土壌	表面堆積物	土壌	表面堆積物
含有	T-C	mg/kg·dry	200	500	52900	1200	48500
	T-P	mg/kg·dry	51	81	380	70	550
	T-N	mg/kg·dry	<100	<100	1550	<100	1850
	油分	mg/kg·dry	25	45	1125	90	6850
	As	mg/kg·dry	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	5.5
	Ba	mg/kg·dry	14	17	140	92	230
	Cd	mg/kg·dry	<0.05	<0.05	0.42	<0.05	0.22
	Cr	mg/kg·dry	<1	3	29	2	42
	Se	mg/kg·dry	<1	<1	<1	<1	<1
	Hg	mg/kg·dry	<0.01	<0.01	0.06	0.01	0.05
	Cu	mg/kg·dry	<0.5	1.5	61	2.2	140
	Zn	mg/kg·dry	28	32	390	65	420
	Al	mg/kg·dry	7500	7700	16000	4700	16000
	V	mg/kg·dry	4.1	3.9	19	3.1	30
	Pb	mg/kg·dry	5.5	6.7	55	5.9	78
	Fe	mg/kg·dry	8300	7800	14000	8000	19000
溶出	T-C	mg/L	0.2	0.5	52.9	6.3	19
	T-P	mg/L	0.002	0.006	0.02	0.009	0.221
	T-N	mg/L	<0.5	<0.5	1.55	<0.5	2.3
	油分	mg/L	<0.5	<0.5	7.6	<0.5	3
	As	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Ba	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	Cd	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Cr	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Se	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Hg	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	Cu	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	Zn	mg/L	0.4	0.5	<0.1	<0.1	<0.1
	Al	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	V	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	Pb	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Fe	mg/L	<0.01	0.7	0.09	0.1	0.1

5. メンテナンス調査

5.1 調査内容

パイロットプラントのメンテナンスとして、集水トラフ内に土砂等が堆積し、集水トラフが閉塞し初期フラッシュ水が貯留部に流れ込まない状態となることを防ぐため、集水トラフ内の土砂等を除去清掃し、また集水トラフ内と浄化柵内の堆積物の量の把握を行った。

また、パイロットプラントは初期降雨貯留部の水を約1日で処理し排水するために、処理水流量が約100mL/分となるように処理流量をバルブで流量調整している。しかし、充填土壌の目詰まり等により、処理流量が変化することが考えられたため、バルブ調整による処理流量の調整と調整前後の流量の測定を行った。

5.2 調査結果

メンテナンス調査の結果を表5-1に示す。

本施設の集水トラフには路面排水と共に流入する土砂は浄化柵内に流れ込むように勾配が設けられていたが、7カ月間の調査の結果、集水トラフ内には3.1L、浄化柵内には1.7Lの土砂等の堆積物が確認されており、特に集水トラフ内に多く堆積することが判明した。

次に、処理水量については土壌の目詰まりにより運用開始約1年で当初の処理水量を維持できない状況となった。

表 5-1 メンテナンス調査結果

調査日	集水トラフ内堆積土砂		処理槽内堆積土砂(*)		処理水流量		備考
	重量 (Kg·dry)	体積 (L·dry)	体積		調整前 (mL/min)	調整後 (mL/min)	
			積算値 (L)	増分値 (L)			
2003.07.29	0.743	0.502	20.144	—	50	100	
2003.09.11	0.292	0.293	—	—	—	—	
2003.08.19	0.200	0.157	—	—	110	100	
2003.08.29	0.158	0.108	20.479	0.335	130	100	
2003.09.19	0.115	0.100	22.003	1.524	100	100	
2003.10.06	0.675	0.504	—	—	—	—	
2003.10.29	0.261	0.198	22.400	0.397	60	80	バルブ全開で流量上がらず
2003.11.19	0.185	0.156	—	—	—	—	
2003.11.27	0.152	0.119	22.435	0.035	20	39	バルブ全開で流量上がらず
2003.12.18	0.400	0.344	21.884	-0.551	40	40	バルブ全開で流量上がらず
2004.02.06	0.487	-0.444	22.220	0.336	35	35	バルブ全開で流量上がらず
2004.02.26	0.273	0.190	21.882	-0.338	30	30	バルブ全開で流量上がらず
積算値	3.941	3.114	—	1.740	—	—	

*: 集水トラフ内堆積物は調査毎に除去するが、浄化柵内堆積物は除去しないため、積算値で算出される。

このため前回調査との差を増分値として表示した。

6. まとめ

6.1 水質浄化能力

側溝型路面排水処理装置の水質浄化能力は運用当初から約1年経過後にかけて、概ね良好に維持しており、特に粒子態の物質について良好であるが、溶存態の物質を合わせた場合においてもCOD除去率 54.2~84.8%、TOC除去率 47.6~85.5%、TN除去率 17.2~64.7%、TP除去率 83.4~93.4%となっている。

油分についても、処理後水の水質は $0.5\sim 0.7\text{mg/L}$ と定量下限値もしくはそれに近い値であった。その他、GPC-TC分析による難分解性有機物の除去効果については運用当初から現在まで一定の効果が得られており、当初の性能を維持していると考えられる。

重金属等（その他項目）については処理前水中に検出される項目にバラツキがあり除去性能の経時変化は明らかでないが、アルミニウム（除去率 93.3%）、ベンゾフェノン（除去率 44.4~69.9%）でみると、概ね運用当初の除去性能を維持していると考えられる。

以上のことから、側溝型路面排水処理装置の水質浄化性能は運用当初から約1年経過後においても概ね良好の状態を維持していると考えられる。

6.2 土壌の持続性

浄化柵内の充填土壌と流入してきた表面堆積物について汚濁物質の含有量および溶出量の調査を行った。粒子態の物質は主に表面堆積物に、溶存態の物質は表面堆積物と土壌に蓄積されることが考えられるが、殆どの項目で表面堆積物の含有値は土壌の値を大きく上回っており、汚濁物質の殆どは表面堆積物中に蓄積されることが考えられる。また、TP、油分、Cu、Zn、Baについては充填土壌にも若干蓄積する傾向が見られた。

なお、表面堆積物の含有値は充填土壌の値に比べ高い傾向にあるものの、調査した項目のうち土壌環境基準項目（As、Cd、Hg、Pb）については環境基準（溶出）を満足している状況であった。

6.3 メンテナンス

6.3.1 集水部の目詰まりについて

当初の集水部考案時において、路面排水と共に流入する土砂等の堆積物は浄化柵内に流れ込むように勾配が設けられていたが、メンテナンス調査の結果、約7カ月間で集水トラフ内には約3.1L、浄化柵内には1.7Lの堆積物が確認された。集水トラフ内に多く堆積したことから、導水性を確保するために、堆積物をメンテナンスによって除去する必要性が生じた。

集水トラフ内に多く堆積した要因としては、浄化柵内が路面排水で満たされ、集水トラフから浄化柵に水が流れなくなった後に、強い雨と共に土砂等が集水トラフ内に流れ込み、堆積したと考えられる。以上のことから、集水部の目詰まりに対する対応として以下の2点が挙げられる。

- 集水トラフ内に土砂溜まりを設ける。
- 集水トラフ内の勾配を大きくし、土砂等が浄化柵内に流れ込みやすくする。
- 堆積土砂除去のメンテナンスの実施頻度を検討し、実施する。

6.3.2 土壌について

今回の調査結果によると、浄化柵内の土壌や表面堆積物に汚濁物質が蓄積しているものの、溶出値は低い傾向にあり、調査を行った項目のうち土壌環境基準項目については全て環境基準値をクリアしていた。このため、全ての環境基準項目について調査する必要があるが、装置内の土壌、表面堆積物は通常の土砂として直接再利用することができる可能性がある。ただし、表面堆積物については含有値が高いことから別途何らかの処理を行うことが望ましく、このためにも充填土壌の上に金網等を敷き、表面堆積物のみを除去するなど、装置内に充填した土壌と分離し、表面堆積物のみを除去して土壌処分量を減らすといった手法について検討の必要がある。

なお、装置内の土壌、表面堆積物は、殆どの項目で汚濁物質の含有値は高いが、溶出値は低い傾向にあり、また、設置から1年経過後も水質浄化性能は維持している状況にあることから、浄化性能の面からは少なくとも1年以上は土壌の入れ替え作業を行う必要は無いと考えられる。しかし処理水量が約1年間経過後にバルブを全開にした場合でも30mL/minと低下していることから土壌の目詰まりといった面も併せて土壌の入れ替えなどのメンテナンスを検討する必要がある。

実験担当者

滋賀県土木交通部道路課

道路保全担当課長補佐
主査

福間 茂
木田 豊

財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構

実験センター所長
実験センター主任研究員
実験センター研究員

柳田 英俊
和田 桂子
土田 達雄

その他実験の概要

平成16年度：共同実験センターにおいて実施中および継続している実験の概要

平成16年8月現在

実験名	実験区分	受託機関	実施年度	実験施設 調査場所	実験内容
1 土壌浄化実験	受託実験	国土交通省	H8～継	土壌浄化実験施設	赤玉土や黒ボク土などの様々な材の水質浄化性能を検証したうえで、土壌浄化実験施設において、実施設を想定したろ材(赤玉土)のリン吸着除去機能および特性を把握するとともに、通水方式(上向流、下向流)や通水速度を変えることによる除去性能の変化を把握し、これに基づき土壌浄化施設の維持管理手法の検討を進めている。
2 大型底生動物(貝類)の移動能力把握実験	受託実験	国土交通省	H16	深池型浄化実験施設	大型底生動物(貝類)が、水位の変動(低下)によって、どのような反応および移動行動を示すかを把握し、湖沼等の水位操作のための基礎資料を得る。
3 多自然型水路実験(水域)	受託調査	国土交通省	H10～継	多自然型水路	人工的に多様な形態で整備した水路に生起、遷移する植物、動物の生態変化を調査し、望ましい河川環境づくりの基礎的知見を得る。
4 自然循環方式浄化実験	共同実験 東洋電化工業		H11～継	自然循環方式浄化実験施設	各槽に塩ビ製接触ろ材、脱窒材料、また木炭や鉱物等の自然素材を加工したろ材を充填し、ろ材に付着した微生物の働きによる水質浄化効果を調査している。
5 園芸植物およびリサイクル資材を利用した資源循環型水質浄化実験	共同実験 関西電力		H16	浅池型浄化実験施設	園芸植物および廃棄物リサイクル品である炭と貝殻を組み合わせたろ過材からなる水耕生物ろ過システムを用い、河川水の高窒素・高リン・浮遊物質等の浄化能力を検証する。
6 生分解性吸着剤による窒素・リン除去実験	公募実験 京都工芸繊維大学		H14～継	水路型浄化実験施設	生分解性のポリエーテル交換型吸着剤を用いて、窒素・リンを除去する実験である。
7 実験場下におけるポラスコンクリートによるヨシ植栽実験	公募実験 立命館大学		H14～継	湖岸フィールド実験施設	実験場下におけるヨシ植栽工法として、ポラスコンクリートを担体として植栽されたヨシの生育調査を行い、その有効性を検証する。
8 曝気循環付浮島の水環境改善実験	公募実験 東亜建設工業		H15～継	琵琶湖型池 深池型浄化実験施設	水を循環させる曝気循環装置と動物プランクトンの生息・繁殖の場として紐状接触材を取付けた浮島(透光15%)からなるシステム装置を設置し、植物プランクトンやアオコの発生を抑制する作用について検証する。
9 人工ゼオライトを用いた水質浄化実験	公募実験 中部電力		H16	浸透ろ過型実験施設	石灰灰から製造した人工ゼオライト主体の粒状材の有する吸着等の機能を利用した栄養塩の除去効果を把握する。
10 人工ゼオライトを混入したコンクリートブロックによる水質浄化実験	公募実験 中部電力		H16	水路型浄化実験施設	人工ゼオライト混入のポラスコンクリートブロックを水路に敷設し、人工ゼオライトの有する吸着等の機能を利用した窒素・リンなどの除去による水質改善効果を把握する。
11 浚渫土を利用したヨシ原復元実験	公募実験 フジタ		H16	深池型浄化実験施設	浚渫土をFTマッドキラー(古紙再生材)工法で改質し、ヨシの生育基盤材としての利用可能性を検討する。
12 CFRP強化透水性コンクリートを用いた人工湧水浄化実験	公募実験 日鉄コンポジット		H16	水路型浄化実験施設	CFRP(炭素繊維強化プラスチック)で補強した透水性コンクリート板を透過する人工湧水システムを検証する。 使用する透水性コンクリートの透水性特性を把握するとともに、目詰まり対策方法を検討する。

啓 発 活 動

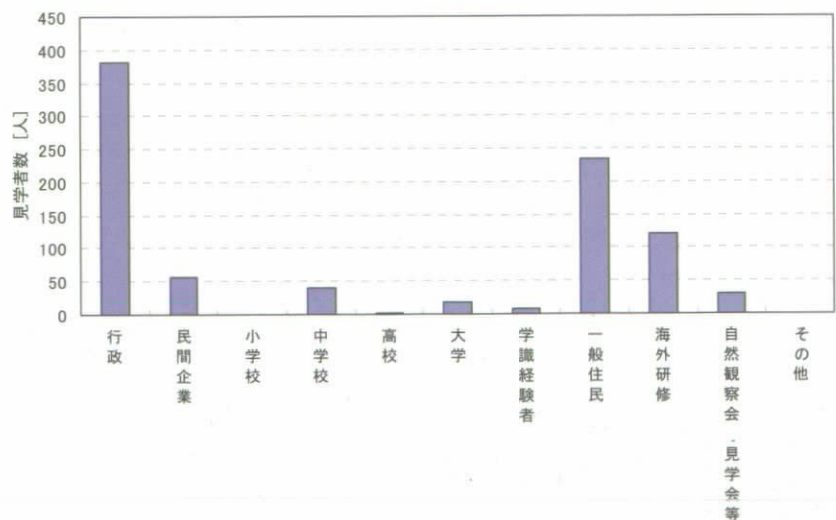
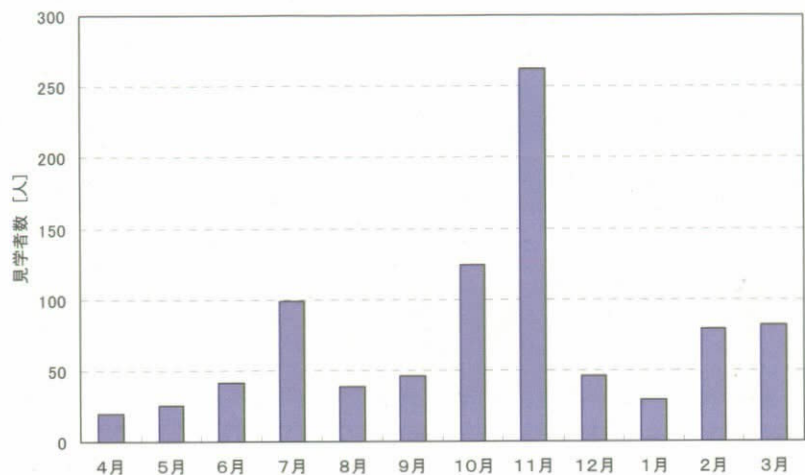
1. 平成 15 年度実験センター見学者実績

実験センターは流域内の住民や関係機関への水質浄化事業の広報および水質浄化に係わる教材として、水質浄化の原理や生態系の創出工程を学ぶ場としての役割が期待されていることから、各依頼に応じて見学を行っている。

平成 15 年度実験センター見学に関するデータを図 1 に示す。

平成 15 年度の総見学者数は 892 人であった。

見学者を団体別にみると、最も多かったのは行政関係者であった。それに次いで多いのは、一般住民で、社会全体で水環境に対する関心が高まっていることを示している。また、実際に水質浄化事業に取り組んでいる官公庁や民間企業からの見学者も依然として多数来場している。これらのことから、実験センターが、環境啓発の場として、また水質浄化事業のモデルとして機能していることが示されている。



2. 平成15年度 自然観察会

魚類や昆虫など水辺の生き物の観察を通して、参加者の水辺環境に対する興味・関心を高める。また、琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター（以後、実験センター）の水質浄化施設としての特色や、ビオトープとしての役割を生かすことで、実験センターの活動PRを行うことを目的とする。

1. 期日

平成15年9月27日（土） 8:30～16:00

2. 場所

琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター（滋賀県草津市志那町）

3. プログラム

プログラム内容を表3-1に示し、採集・観察の位置図は図3-1に示した。

表3-1 当日のプログラム

時 間	内 容 () 内は場所	備 考
8:30	スタッフ集合	
9:00	受付	
9:30	開会挨拶（見学者棟）	
9:40	施設の概要説明（見学者棟）	
9:45	講師、スタッフの説明（見学者棟）	
10:50	南先生 講義（見学者棟）	秋に見られる昆虫（特にバッタ類）について
10:30	昆虫の採集・観察（屋外）	
11:30	南先生 講評（見学者棟）	
12:00	昼食	
13:00	御薬袋 採集方法の説明（屋外）	採集道具と使い方などについて
13:10	1 班 川の音観察	2 班 1 地点目採集・観察 （コンクリート水路） 2 地点目採集・観察 （多自然型水路上流）
13:40	1 地点目採集・観察 （多自然型水路下流）	川の音観察
14:10	2 地点目採集・観察 （琵琶湖型池）	
14:40	御薬袋 講評（屋外）	
15:00	山崎先生 講評（見学者棟）	
15:20	アンケート記入（見学者棟）	
15:30	閉会（見学者棟）	
15:40	片付け	
16:00	解散	

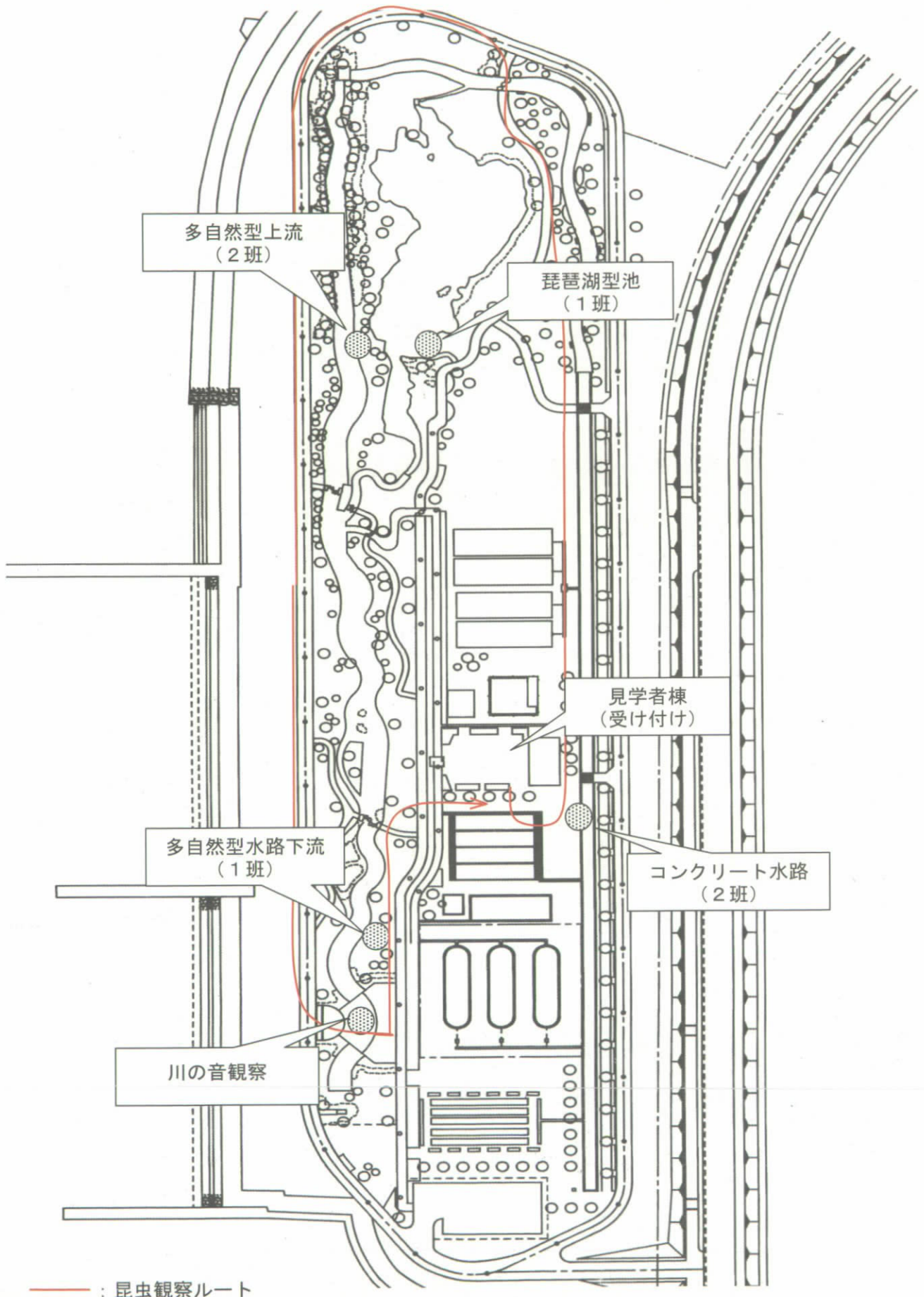


図 3-1 調査地点位置図

4. 当日の配布物

参加者に配布した資料を表 4-1 に示した。なお、「自然観察会調査結果」および、「B i y o センターの生き物たち」は、自然観察会終了後、参加者に送付した。

表 4-1 配布資料

No.	配布資料
1	参加案内状
2	調査マニュアル
3	調査用紙
4	アンケート用紙
5	調査結果報告書
6	B i y o センターの生き物たち

5. 主催・協力

主催：財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構、国土交通省近畿地方整備局、滋賀県、
水資源開発公団関西支社

協力：滋賀県立琵琶湖博物館、草津市

6. 結果

(1) 参加者

当日の参加者は、男性 18 名、女性 10 名の合計 28 名であった。年齢層は、小学生から 60 歳以上まで幅広い年齢層の参加が得られ、家族連れの参加が多く見られた。また、住所では滋賀県内の参加が最も多く、続いて大阪府、兵庫県の順であった。

(2) 実施状況

実施状況を写真 6-1～写真 6-4 に示した。



写真 6-1 昆虫の観察



写真 6-2 魚類採集



写真 6-3 川の音観測

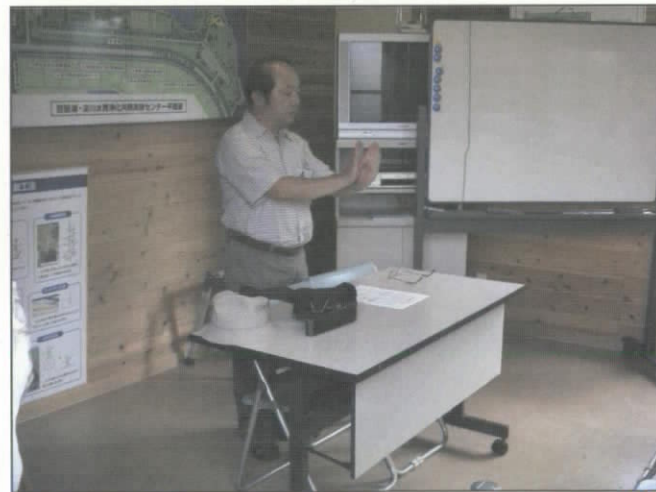


写真 6-4 講評

(3) アンケート調査結果

今後の参考とするため、アンケート調査を行った。アンケートの記入者は、参加者28名のうち24名から得られた。その結果を資料5-1にまとめた。

参加者の年齢層は、10代以下から60代以上まで各層の参加は均一に見られたが、昨年度からの傾向と同様、中学生、高校生、大学生の参加がなかった。広報についてはチラシ・ポスターの配布のほか、ホームページで行ったが、参加者は友人・知人から聞いて参加した人が50%と最も多く、チラシ・ポスター、ホームページ等で知った人は少なかったため、これらの配布時期、および配布場所の検討を行う必要があると思われる。

参加した動機は、「おもしろそう」という理由から参加している人が多かった。次いで、「以前実験センターの自然観察会に参加してよかったから」といった意見もあり、リピーターの参加が増えてきていると思われる。リピーターの多くは平成14年度自然観察会の参加した経験のある人で、昨年度の参加型調査形式による自然観察会が好評であったことが伺えた。その他の意見としては、「観察会の方法を参考にしたい」、「自然に親しみたい」などであった。

今後も実験センターの自然観察会に参加したいと答えた人は全体の75%であり、参加したい観察会の内容は水生生物が最も多く、次いで植物、陸生生物、水質の順で希望が多かった。

自然観察会に対する感想、意見には次のようなものがあり、今後の参考としたい。

- ・小学生の総合学習で学習させてあげたい。
- ・「自然を大切にしなければ」と思った。
- ・一年に一回ではなく、植物なども季節をおって観察できると嬉しい。
- ・魚類観察は、長靴よりゴム長かサンダルの方がよい。
- ・内容をもりだくさんより種目を限定し深く観察したい。
- ・半日コースがよい。

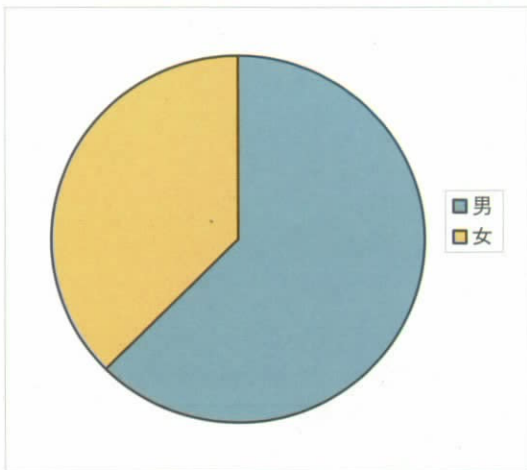
(3) 調査結果

調査結果を調査結果報告書にまとめた。また、調査結果の解析・考察時の八幡高校教諭 南先生および子どもの水辺サポートセンターの山崎先生の講評を受けた。

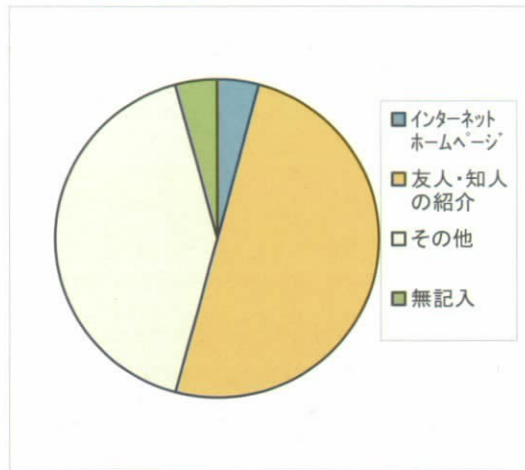
表 6-1 観察結果

昆虫観察	モンシロチョウの卵から成虫までの各段階の観察や、コマエバチ、アシナガバチ、アメリカニワバチ、マダラスズ、ヒシバツタ、ツユムシ、コムラサキ、エンマコオロギ、オンブバッタ、ショウリョウバッタ、ノシメトンボ、アキアカネ、ナツアカネ、モンキチョウ、トノサマバッタなどの観察を行った。
魚類観察	1 班は多自然型水路下流および琵琶湖型池、2 班は多自然型水路上流およびコンクリート水路の環境が違う 4 地点で、タモ網、セルビン、投網を用いて魚類採集を行った。各調査地点の魚類採集結果は、以下のとおりである。 多自然型水路上流 ギンブナ、ヌマムツ、カネヒラ、オイカワなど 多自然型水路下流 オイカワ、タイリクバラタナゴ、オオクチバス、メダカ、ヌマチチブ、ヨシノボリ類など 琵琶湖型池 ブルーギル、タイリクバラタナゴ、モツゴ、ウシガエルの幼生など コンクリート水路 オイカワ、タモロコ、ギンブナ、タイリクバラタナゴなど
川の音観察	水中音をとらえられる特殊マイクを用いて、多自然型水路下流の川の音を聞いた。また、琵琶湖北湖や溪流などの音のテープと比較し、音の違いを体験した。

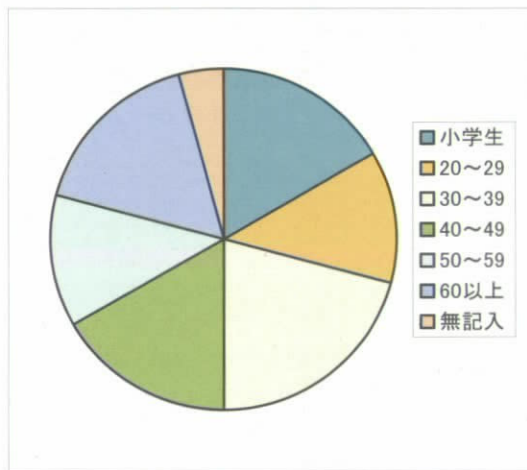
1. 性別



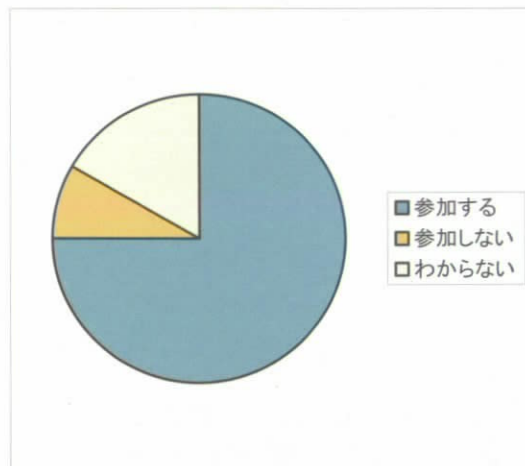
4. 「平成15年度自然観察会」を何で知りましたか。



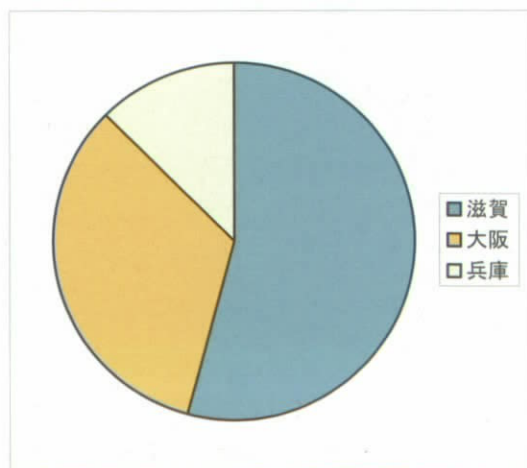
2. 年齢



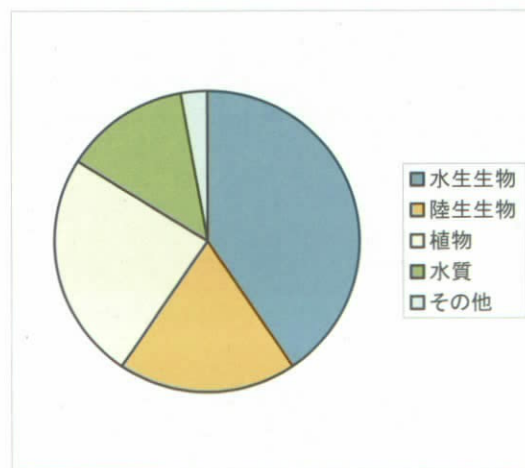
5. 今後も実験センターの自然観察会に参加したいと思いますか。



3. 住所



6. 5で参加したいと答えた方は、どんな内容の観察会に参加したいですか（複数回答）。



7. 「平成 15 年度自然観察会」に参加した動機は何ですか。

- ・ おもしろそう (6)
- ・ 以前実験センターの自然観察会に参加してよかったから (4)
- ・ 自然に親しみたい (2)
- ・ 生き物に興味あり (2)
- ・ 誘われて (2)
- ・ ビオトープに興味あり (1)
- ・ B i y oセンターに興味あり (1)
- ・ 観察会の方法を参考にしたい (1)
- ・ 子どものために (1)

※ () 内は、類似回答の数を示す。

8. 今回の観察会に参加して、気づいたこと、感じたことなどをご自由にお書き下さい。

- ・ 小学生の総合学習で学習させてあげたいと思った。
- ・ 川の音では、川の中の流れの清らかさに心しみ、他の場所でも聞いてみたい。
- ・ 昆虫観察では、名前だけでなくオス・メスの見分け方などがおもしろかった。
- ・ 意外に多くの昆虫がいることにびっくりした。
- ・ 魚類観察では、水深があり、長ぐつではしんどかったので、ゴム長かサンダルの方がよい。
- ・ 「自然を大切にしなければ」と思った。
- ・ 内容をもりだくさんより、一種目に限定し深くやってほしい。
- ・ 半日コースでやってほしい。
- ・ すぐそばで虫や魚の名前を教えてもらえるのが嬉しかった。
- ・ 一年に一回でなく、植物なども季節をおって観察できると嬉しい。

※回答のうち、主な意見を抽出した。

7. まとめ

実験センターにおける自然観察会は、今年で 5 回目の開催を迎えている。平成 11 年度(1 回目)から平成 13 年度(3 回目)までは、植物観察や魚類観察を通して、広く琵琶湖・淀川水系の住民への啓発活動を実施し、また、平成 14 年度(4 回目)は環境教育の指導者となる人を対象に、魚類の「参加型調査」を実施し、各年度とも成果を得てきた。

今年は、これまでの魚類観察に加えて、昆虫観察や川の音観察など新たな項目を実施した。また、琵琶湖博物館の学芸員の他、地域住民の方々にも講師としてご協力頂き、琵琶湖など地域の自然を対象とする特色ある自然観察会を実施することができた。

今後も、実験センターではこのような啓発活動を継続し、琵琶湖の環境保全に関心のある人々の活動の拠点となり、住民参加による調査や子どもたちへの環境教育が持続的に行えるような環境づくりや情報発信をおこなっていくこととする。

データ

葉山川の水質・底質および農業排水路の水質データ

実験センターでは実験原水として、主に葉山川河川水を使用している。

葉山川の水質調査結果を図1に示す。葉山川は琵琶湖南湖東岸の各流入河川の水質と比較すると平均的な水質である。

また、表1に葉山川の底質調査結果を示す。

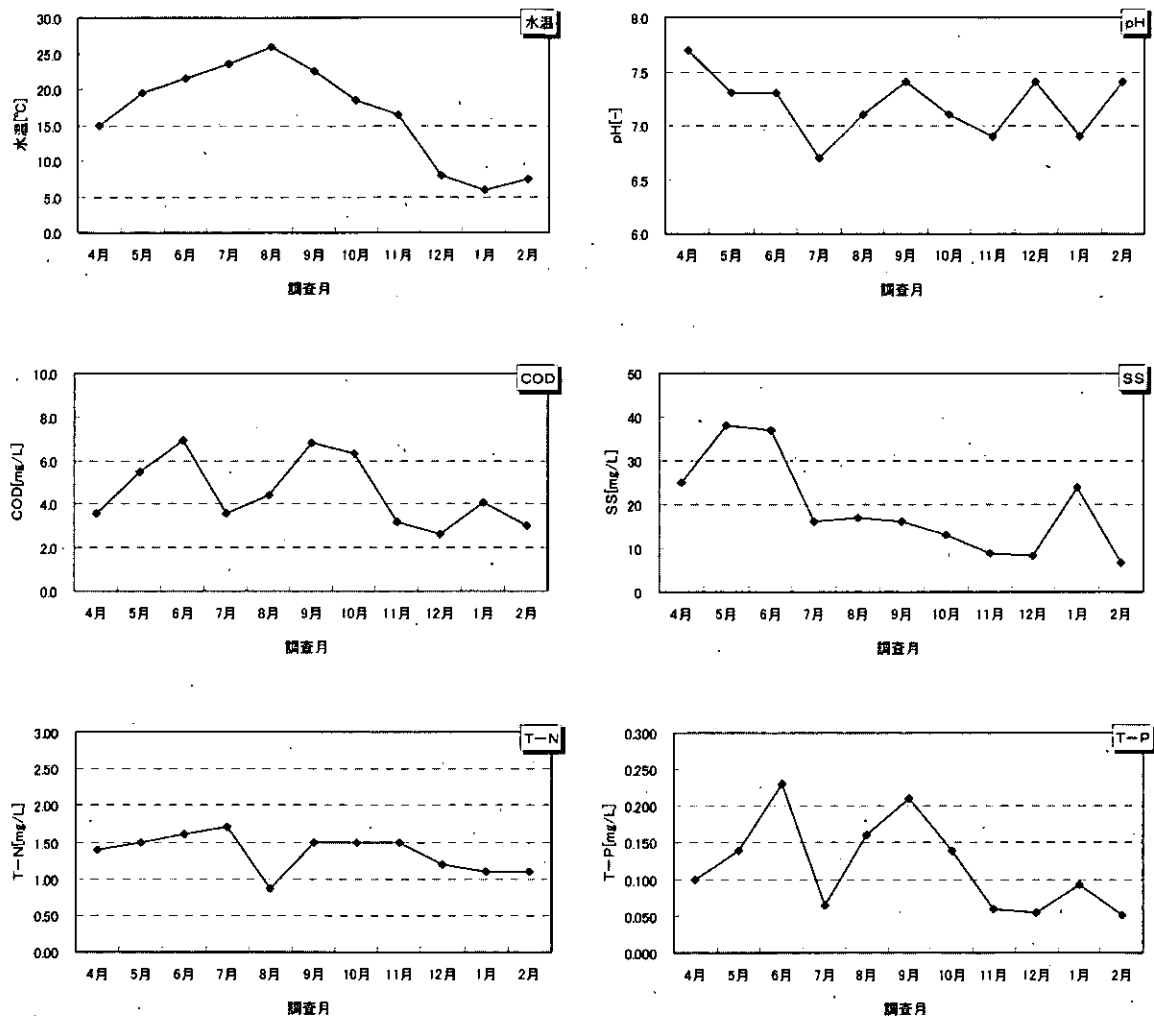


図1 葉山川水質調査結果 (平成15年度)

表1 葉山川の底質調査結果 (平成15年度)

採取日	気温 (°C)	泥温 (°C)	T-N (mg/g)	T-P (mg/g)	T-C (mg/g)	強熱減量 (%)	備考
08月28日	31.0	27.0	3.9	1.8	48	12.3	
02月19日	7.0	8.5	5.5	2.9	12	15.0	

また、必要に応じて実験原水として使用している農業排水路の水質調査結果を図 2 に示す。

農業排水路の水は主に田植えの時期に流出する代掻き水の浄化効果を検証する実験などに使用している。

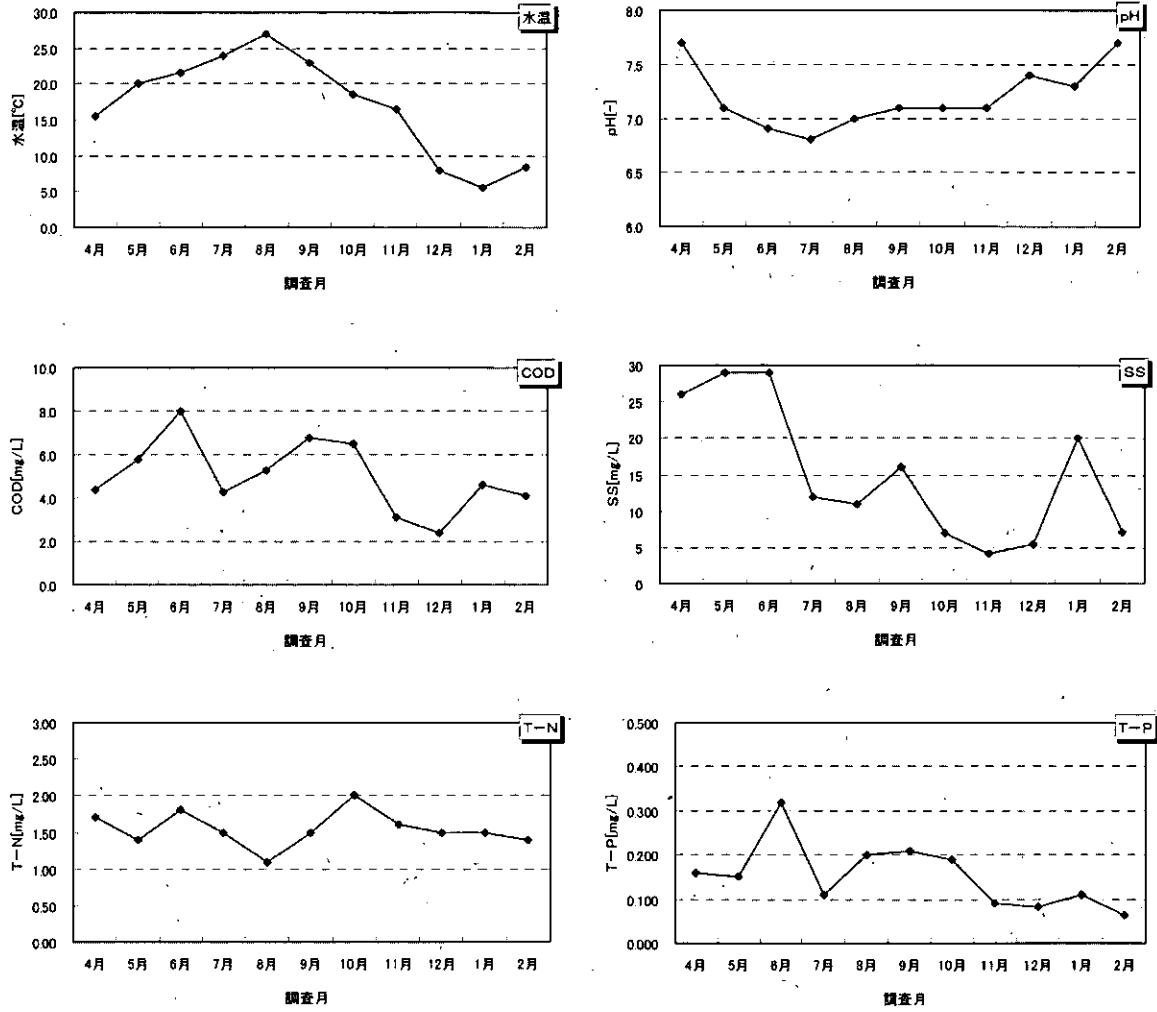


図 2 農業排水路の水質調査結果 (平成 15 年度)

表1 水質調査結果

採取日	葉山川						
	気温 (°C)	水温 (°C)	pH	COD (mg/l)	SS (mg/l)	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)
04月29日	18.0	15.0	7.7	3.6	25	1.4	0.10
05月22日	23.0	19.5	7.3	5.5	38	1.5	0.14
06月19日	27.0	21.5	7.3	6.9	37	1.6	0.23
07月17日	29.0	23.5	6.7	3.6	16	1.7	0.064
08月28日	31.0	26.0	7.1	4.4	17	0.87	0.16
09月26日	27.0	22.5	7.4	6.8	16	1.5	0.21
10月23日	17.0	18.5	7.1	6.3	13	1.5	0.14
11月20日	13.5	16.5	6.9	3.2	9.0	1.5	0.060
12月18日	6.0	8.0	7.4	2.6	8.3	1.2	0.055
01月29日	6.5	6.0	6.9	4.1	24	1.1	0.093
02月19日	7.0	7.5	7.4	3.0	6.6	1.1	0.051
平均値	—	—	7.2	4.5	19	1.4	0.12

採取日	農業排水						
	気温 (°C)	水温 (°C)	pH	COD (mg/l)	SS (mg/l)	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)
04月29日	18.0	15.5	7.7	4.4	26	1.7	0.16
05月22日	23.0	20.0	7.1	5.8	29	1.4	0.15
06月19日	27.0	21.5	6.9	8.0	29	1.8	0.32
07月17日	29.0	24.0	6.8	4.3	12	1.5	0.11
08月28日	31.0	27.0	7.0	5.3	11	1.1	0.20
09月26日	27.0	23.0	7.1	6.8	16	1.5	0.21
10月23日	17.0	18.5	7.1	6.5	7.0	2.0	0.19
11月20日	14.0	16.5	7.1	3.1	4.2	1.6	0.090
12月18日	6.0	8.0	7.4	2.4	5.4	1.5	0.083
01月29日	6.5	5.5	7.3	4.6	20	1.5	0.11
02月19日	7.0	8.5	7.7	4.1	7.1	1.4	0.06
平均値	—	—	7.2	5.0	15	1.5	0.15

琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター年報 第6号
—平成15年度—

発行 2004年10月
国土交通省近畿地方整備局
滋賀県
水資源機構関西支社
財団法人 琵琶湖・淀川水質保全機構

実験センター 〒525-0005 滋賀県草津市志那町地先
TEL 077(568)2032
FAX 077(568)2052

問い合わせ先 財団法人 琵琶湖・淀川水質保全機構
〒541-0041 大阪府中央区北浜1丁目1番30号
TEL 06(6202)1267
FAX 06(6202)1317
E-mail biyokiko@byq.or.jp