

# 琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター

## 年報第 10 号

### 目 次

【論文要旨】 ..... (1) ~ (3)

#### 【論文】

1. 土壌浄化実験 (その 8) .....
2. 実験センターにおける生物調査 (水域) その 10 .....
3. 二枚貝水質改善実験 .....
4. 実験センターにおける外来魚音実験 .....
5. タナゴ類の増殖実験 .....

#### 【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 .....

#### 【啓発活動】

平成 19 年度実験センター見学者実績 .....

平成 19 年度自然観察会 .....

平成 19 年度技術研究発表会 .....

#### 【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 .....

# 論文要旨

---

## 1. 土壌浄化実験（その8）

委託機関：国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所（～H17）

受託機関：財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構（H18～実施機関）

掲載ページ：pp.1～5

（目的）

琵琶湖の富栄養化の原因物質の一つであるリンの除去を対象に、水質浄化手法の1つである土壌浸透浄化法について、赤玉土を用いた水質浄化特性および維持管理手法等、実施設化・事業化に向けての調査・検討を行い、施設の設計・維持管理等の基礎データの収集・評価を行うことを目的とする。

（実験内容）

優れた水質浄化性能を持つ土壌浸透法を実用化し長期運用するために、容易な維持管理方法や実際の施設用地を考慮した処理効率の向上の視点から検討を行っている。本報では、琵琶湖集水域の農地から流出する農薬項目を対象として、土壌浸透浄化法による水質浄化効果を調査し、以下の成果を得た。

- ① 流入河川水中に検出された農薬類は、調査対象40物質中7物質であり、いずれも微量であった。
- ② 検出された農薬は、除草剤5物質と殺虫剤2物質で、5月および7月のこれら農薬の散布時期とよく一致していた。
- ③ 検出された農薬類は1物質を除き、微量な濃度にもかかわらず赤玉土壌槽での除去効果が得られ、土壌浸透処理による農薬の除去の有効性が確認できた。

---

## 2. 実験センターにおける生物調査（水域）その10

委託機関：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. 〇〇～〇〇

（目的）

実験センターでは、平成10年度から継続的に多自然型水路実験施設における魚類の生息状況を把握している。本調査は、これまでに引き続き、実験センターにおける魚類の生息状況を把握することで、琵琶湖湖岸におけるポンプアップ型ビオトープの特性を把握することを目的とした。

（実験内容）

多自然型水路、琵琶湖型池、コンクリート水路等の6地点で、タモ網、投網およびセルピンを用いた魚類調査を四季で実施した。また、平成10年度から実施してきた一連の魚類調査結果についてとりまとめを行った。

（結果）

本年度の魚類調査の結果、3目4科18種の魚類が確認され、外来種が5種（国外外来種：3種、国内外来種：2種）、在来種が13種、琵琶湖固有種が2種確認された。

これまでの調査結果において在来魚の生息および繁殖が確認されたことから、琵琶湖湖岸のポンプアップ型ビオトープであるBiyoセンターの多自然型水路および琵琶湖型池は、琵琶湖岸の在来魚の隠れ家（レフュージア）として機能していることが示された。ただし、ポンプアップによる流入水には外来魚の仔稚魚が混入することが確認されるとともに、ビオトープ内の止水域（琵琶湖型池）でブルーギルが繁殖していることも示唆された。以上より、外来魚の流入水からの侵入防止策および止水域での繁殖防止策の検討などが今後の課題として抽出された。

---

## 3. 二枚貝水質改善実験

委託機関：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. 〇～〇

（目的）

琵琶湖沿岸帯・内湖等に生息する二枚貝の水環境保全、自然再生の進展に資するため、二枚貝の水質浄化作用の基礎データをを得ることを目的とする。

（実験内容）

本実験は、屋内実験にて、様々な環境条件や要因（懸濁物濃度、水温、D0等）を変化させることによる二枚貝の環境浄化作用や生息条件などの基礎データを収集し、二枚貝の水質浄化効果について考察した。さらに、これらの結果を踏まえ、二枚貝が生息可能な条件を維持した自然環境下の屋外実験を深池型実験施設にて実施した。

（結果）

- ① ろ過作用は、水温に対して顕著に差異がみられ、低水温ではろ過効果が低下した。
- ② 溶存酸素に対して差異はみられず、短時間では貧酸素下でもろ過効果が確認できた。
- ③ ろ過食性の二枚貝によって懸濁物であるSSおよびクロロフィルaについて浄化効果が確認できた。
- ④ 溶存態として存在していると考えられたT-N、T-P及びTOCについてはほとんど浄化効果が認められなかった。

---

#### 4. 実験センターにおける外来魚音実験

委託機関：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. 〇〇～〇〇

（目的）

湖岸域や琵琶湖とつながる田んぼにおける外来魚駆除技術を確立するための基礎資料を得ることを目的に、オオクチバス、ブルーギル、ギンブナの各種の音に対する選好・忌避反応を実験的に検証した。

（実験内容）

平成17年度～18年度の音実験の結果から、実験環境の設定において課題が残された（実験対象魚が落ち着いておらず、音への反応か否かを評価することが困難であった）ため、平成19年度は実験環境を改善（予備実験）した上で、本実験を実施した。

平成17年度～18年度の実験では、実験対象種の捕食者であるカワウ鳴き声、アオサギ鳴き声に対して一部反応が確認されたことから捕食・被食に関連する音に対して反応がある可能性が高いと考えられた。このため、平成19年度の実験に使用する音は、実験対象種の捕食者であるカワウ鳴き声、アオサギ鳴き声に加え、被食者であるスジエビ発音、メダカ発音を用いた。

（結果）

実験環境を改善（予備実験）の結果、実験対象とした各魚種（オオクチバス成魚、ブルーギル成魚、ギンブナ成魚）とも回遊せず一定の場所に定位した状態を保つことができた。

実験環境を改善した状態で本実験を実施した結果、平成17年度～18年度の結果と同様に、オオクチバス成魚、ブルーギル成魚では各音種（カワウ鳴き声、アオサギ鳴き声、スジエビ発音、メダカ発音）により行動を常に制御することができるほどの反応は確認されず、ギンブナでは一貫してアオサギ鳴き声に忌避反応が確認された。

---

#### 5. タナゴ類の増殖実験

実施機関：財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構、ぼてじゃこトラスト

掲載ページ：pp. 〇〇～〇〇

（目的）

琵琶湖周辺では、圃場整備や内湖の埋め立てによる生息環境の悪化や外来魚の侵入などにより、「ぼてじゃこ」（タナゴ類）が減少している。そこで、タナゴ類を増やす方法や、どのような二枚貝が増殖に適するかを実験的に明らかにすることを目的として「タナゴ類の増殖実験」を行った。

（実験内容）

希少なタナゴ類として「イチモンジタナゴ」を選定し、繁殖期に「二枚貝選好実験」と「継続実験」を実施した。「二枚貝選好実験」では、二枚貝であるヌマガイ（ドブガイ）とタテボシガイのどちらをイチモンジタナゴが産卵に利用するかを選択性をみるため、屋外水槽内にイチモンジタナゴの雌雄、ヌマガイ、タテボシガイを合わせて導入し、二枚貝への産卵状況を観察した。

「継続観察」では、二枚貝の種類によってどの程度の繁殖が可能であるかとともに、野外の人工池におけるイチモンジタナゴおよび二枚貝のコンディションの変化の状況を明らかにするため、イチモンジタナゴ雌雄とヌマガイのみ、タテボシガイのみを導入した屋外水槽で、産卵行動や目視による浮上稚魚の有無などの継続観察を行った。

（結果）

「二枚貝選好実験」では、イチモンジタナゴの産卵はヌマガイのみにみられ、産卵のピークは5月下旬～6月上旬であった。また、産卵は比較的大型のヌマガイに多くみられた。「継続観察」では、タテボシガイのみを入れた水槽においては仔稚魚が出現せず、ヌマガイのみを入れた水槽では、雌雄4個体ずつのイチモンジタナゴが144個体に増加した。また、実験に使用したヌマガイは導入時と比べて体重が重くなっており、全ての個体が成長していた。本実験において、これからのイチモンジタナゴの保全・増殖活動に活用しうる重要な知見が得られた。今後は、今回の実験よりも実環境に近い場所で試験的な増殖実験を行うとともに、希少タナゴ類の分布状況、遺伝的關係、生息環境について、様々な情報を蓄積することが必要になるといえる。

---

# 論 文

# 1. 土壌浄化実験（その8）

## 1. はじめに

本研究は、琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター(Biyoセンター)にて琵琶湖の富栄養化原因物質の一つであるリンの除去を対象に、赤玉土を用いた土壌浸透による水質浄化法の実験を長期にわたり実施し、土壌浸透浄化施設の設計指針となるべく基礎データの収集および解析、さらに施設の実用化・事業化に向けた水質浄化特性や維持管理手法等の検討を行うものである。

## 2. 実験概要

本実験は、平成9年から土壌浸透による水質浄化実験を実規模レベルで実施し、年報第9号では、平成15年度から平成18年度までの研究成果として、長期連続通水による実証実験（土壌浄化施設D槽）および赤玉土のリン吸着寿命について報告した。これらは現在もモニタリング調査を継続している。これまでに土壌浸透浄化法による水質浄化性能の研究成果では、リンやSSをはじめ、COD（D-COD）やDOCに対しても優れた除去効果が得られることが明らかとなった。一方、琵琶湖では富栄養化以外に微量有害化学物質が水質汚濁として問題となっており、これら物質の河川からの流入によって琵琶湖への汚染が懸念されている。そこで、本報では琵琶湖集水域の農地から流出する農薬項目を対象として、土壌浸透浄化法による水質浄化効果の検討を目的に調査を実施したので報告する。

## 3. 実験施設および実験条件

本実験は、琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター内に設置されている「浸透ろ過装置」を用いて行い、琵琶湖へ流入する有害化学物質である農薬について、土壌浸透浄化法の水質浄化性能を把握するために、農薬散布の時期に合わせて調査を実施した。

原水は琵琶湖流入河川である葉山川河川水をポンプで取水、流入水路に導水したものである。原水をおおまかなSS分を除去するため、透水性コンクリートを用いた上向流方式にて前処理したのち、厚さ75cmの赤玉土の土壌層へ通水して前後の水質を測定した。土壌槽への通水速度は10m/日とし、下向流・散水方式で通水させた。

施設平面図および施設構造の概念図を図3-1、図3-2に、実験諸元を表3-1に示す。

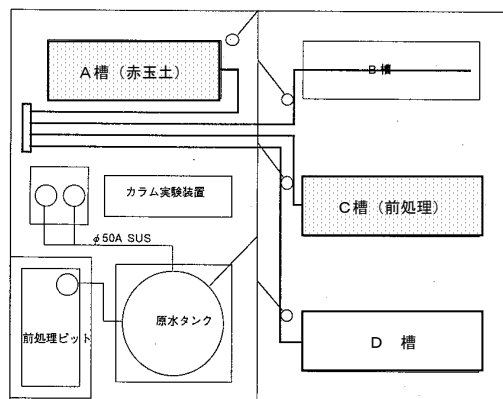


図3-1 施設平面図

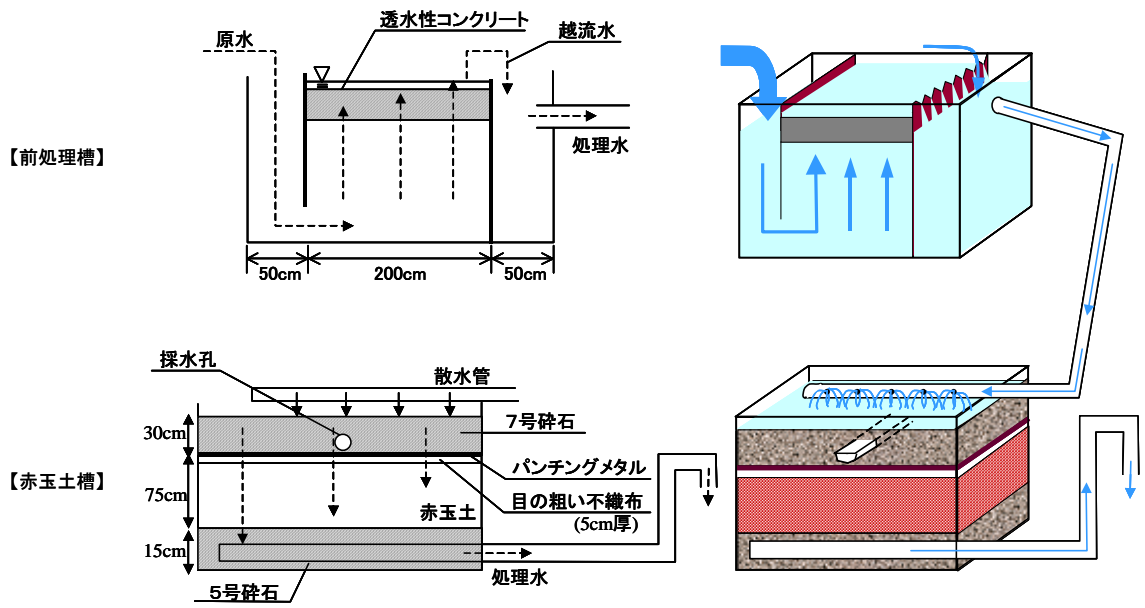


図 3-2 浸透ろ過装置概略図

表 3-1 浸透ろ過装置諸元

実験施設	浸透ろ過実験装置	
施設概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>○前処理として透水性コンクリートを用いた上向流方式の原水前処理機構</li> <li>○土壌浄化施設として、赤玉土の土壌層を設置</li> <li>○土壌層への物理的負荷軽減のため、上部構造と土壌層を分離する形状を採用</li> <li>○過年度実験結果における最高の処理通水可能速度10m/日での通水を試みる</li> </ul>	
槽	前処理槽	赤玉土層
規 模	幅 1 m × 長さ 3 m × 深さ 1.35 m	幅 1 m × 長さ 3 m × 深さ 1.35 m
浄化水量	30m <sup>3</sup> /日	30m <sup>3</sup> /日
水面積負荷	10m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・日	10m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・日
通水方法	上向流方式	下向流散水方式
実験設定	—	上部構造（7号単粒度碎石）と土壌層（赤玉土層）の間にパンチングメタルを敷設し、物理的負荷を軽減
充 填 材	透水性コンクリート (幅 1 m × 長さ 2 m × 厚み 0.1 m ※槽下部より高さ 0.65 m に設置 ※導水部幅 0.5 m、放流部幅 0.5 m)	赤玉土 (0.75 m)
実験期間	H18. 6. 15 ~ H20. 3. 31 (655日間)	H18. 6. 15 ~ H20. 3. 31 (655日間)



#### 4. 実験結果および考察

##### 4.1 浸透ろ過実験施設による農薬の浄化性能の検討

###### (1) 前処理槽の浄化性能

透水性コンクリートを用いた上向流方式による前処理では、主に SS 除去を対象としている。平成 19 年度の SS 除去率は平均 64.7% であり、流出水の平均濃度も 1.8mg/L と、良好な前処理効果が得られた。

透水性コンクリートによる前処理測定結果は表 4-1 に示すとおりである。

表 4-1 前処理槽の水質測定結果

項目	流入水	流出水	除去率(%)
透視度 (cm)	70.2	75.0	—
SS (mg/L)	5.0	2.3	54.0
COD (mg/L)	4.2	4.0	4.8
D-COD (mg/L)	3.5	3.3	5.7
DOC (mg/L)	2.5	2.4	4.0
T-N (mg/L)	1.09	1.14	—
T-P (mg/L)	0.067	0.056	16.4
D-TP (mg/L)	0.031	0.030	3.2
P04-P (mg/L)	0.017	0.016	5.9

###### (2) 赤玉土槽の浄化性能

浸透ろ過実験は、平成 18 年 6 月 15 日より通水を開始している施設である。表 4-2 に示すように、平成 18 年度の結果と比較して、平成 19 年度は一樣に除去率の低下が見られた。しかし、流出水濃度はこれまでと同様な値が得られていることから、流入水濃度の低下によるものと考えられた。

表 4-2 赤玉土槽の水質測定結果

項目	前処理後水	土壌槽流出水	除去率(%)
透視度 (cm)	75.0	100.0 以上	—
SS (mg/L)	2.3	0.9	60.9
COD (mg/L)	4.0	2.7	32.5
D-COD (mg/L)	3.3	2.3	30.3
DOC (mg/L)	2.4	1.7	22.7
T-N (mg/L)	1.14	1.02	10.6
T-P (mg/L)	0.056	0.028	50.0
D-TP (mg/L)	0.030	0.019	36.7
P04-P (mg/L)	0.016	0.012	25.0

###### (3) 農薬項目に関する除去効果

平成 19 年度は土壌浸透浄化法による農薬項目の水質浄化性能を把握するため、上記モニタリング項目以外に農薬類の水質分析を土壌槽前後で実施した。

測定対象農薬類は、水質基準値や目標値等の設定されている項目と、聞き取りにより近傍で使用されている農薬を追加した。また、採水時期は、除草剤、殺菌剤、殺虫剤の散布される時期にあわせて5月および7月に実施した。表4-3に農薬類の水質測定結果を示す。

表 4-3 農薬類の水質測定結果

農薬類	調査月・採水箇所	5月30日			7月30日			(参考) 水質目標
		前処理後水	土壌槽流出水	除去率(%)	前処理後水	土壌槽流出水	除去率(%)	
チウラム	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.02 mg/L以下
フェニトチオン(MEP)	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.003 mg/L以下
クロロピリフェス(TPN)	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.05 mg/L以下
ジクロルピス(DDVP)	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.008 mg/L以下
ベンダゾン	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.2 mg/L以下
2,4-ジクロロフェノキシ酢酸(2,4-D)	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.03 mg/L以下
アセフェート	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.08 mg/L以下
トリクロルホン(DEP)	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.03 mg/L以下
キャプタン	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.3 mg/L以下
メタラキシル	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.05 mg/L以下
メコプロップ(MCPP)	mg/L	ND	ND	—	0.0001	ND	100	0.005 mg/L以下
アラクロール	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.01 mg/L以下
ピロキロン	mg/L	ND	ND	—	0.0006	ND	100	0.04 mg/L以下
メフェナセット	mg/L	0.0014	0.0011	21.4	ND	ND	—	0.009 mg/L以下
チオファネートメチル	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.3 mg/L以下
テニルクロール	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.2 mg/L以下
ブロモブチド	mg/L	0.0033	0.0027	18.2	ND	ND	—	0.04 mg/L以下
プロシミドン	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.09 mg/L以下
ダラボン	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.08 mg/L以下
ジクロベニル(DBN)	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.01 mg/L以下
ジクワット	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.005 mg/L以下
ジウロン(DCMU)	mg/L	0.0002	ND	100	ND	ND	—	0.02 mg/L以下
フェンチオン(MPP)	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.001 mg/L以下
マラソン(マラチオン)	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.05 mg/L以下
ベノミル	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.02 mg/L以下
ベンフラカルブ	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.04 mg/L以下
シメトリン	mg/L	0.0024	0.0022	8.3	ND	ND	—	0.03 mg/L以下
エチルチオメトン	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.004 mg/L以下
プロベナゾール	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.05 mg/L以下
ダイムロン	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.8 mg/L以下
ベンスルフロンメチル	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.4 mg/L以下
ポリカーバメート	mg/L	ND	ND	—	ND	ND	—	0.03 mg/L以下
フサライド	mg/L	—	—	—	ND	ND	—	0.1 mg/L以下
フルトラニル	mg/L	—	—	—	ND	ND	—	0.2 mg/L以下
エトフェンプロックス	mg/L	—	—	—	ND	ND	—	0.08 mg/L以下
フラメトピル	mg/L	—	—	—	ND	ND	—	—
メトミノストロビン	mg/L	—	—	—	ND	ND	—	—
バリダマイシン	mg/L	—	—	—	ND	ND	—	—
カスガマイシン	mg/L	—	—	—	ND	ND	—	—
クロチアニジン	mg/L	—	—	—	0.002	0.002	0.0	—

※「ND」とは、「検出せず(定量下限値未満)」の略称である。

※農薬類欄の着色部分は、7月調査時に追加した項目を指す。

※定量下限値以下の測定値について、表示はNDとし、除去率を算出する際は「0」を用いた。

土壌槽流入前となる前処理後水中に検出された農薬類は、調査対象 40 物質中 7 物質で、いずれも微量であった。検出された種類の内訳は、除草剤 5 物質、殺菌剤 1 物質および殺虫剤 1 物質であった（表 4-4）。またこれら農薬の検出時期は散布時期とよく一致していた。

検出された農薬類は 1 物質を除き、微量な濃度にもかかわらず赤玉土壌槽での除去効果が得られたことから、土壌浸透処理による農薬の除去の有効性が確認できたと思われる。

表 4-4 検出された農薬の特徴

検出物質	検出時期	用途	特徴
メコプロップ (MCP)	7 月	除草剤	広葉雑草に作業の強い選択性茎葉処理剤。秋冬期でも効果あり。移動性は大きい。
ピロキロン	7 月	殺菌剤	イネいもち病専用剤。すみやかに根部から吸収され、浸透移行性にすぐれる。速効性で残効性に富む。
メフェナセット	5 月	除草剤	非ホルモン型吸収移行性の土壌処理剤。土壌中の移動性は低い。
ブロモブチド	5 月	除草剤	非ホルモン型吸収移行性の土壌処理剤。土壌中の移動性は中程度であり、効力持続性は高い。
ジウロン (DCMU)	5 月	除草剤	非ホルモン型吸収移行性の土壌処理剤。土壌中の移動性は小さい。発芽前雑草の処理剤。
シメトリン	5 月	除草剤	非ホルモン型吸収移行性の除草剤。茎葉兼土壌処理剤。土壌中の移動性は低いが、水溶解性は高い。
クロチアニジン	7 月	殺虫剤	低濃度で高い殺虫活性を示し浸透移行性に優れる。

## 5. まとめ

平成 19 年度は、浸透ろ過実験施設にて農薬類に対する土壌浸透処理の水質浄化性能を検討し、以下の研究成果を得た。

- ① 流入河川水中に検出された農薬類は、調査対象 40 物質中 7 物質であり、いずれも微量であった。
- ② 検出された農薬は、除草剤 5 物質と殺虫剤 2 物質で、5 月および 7 月のこれら農薬の散布時期とよく一致していた。
- ③ 検出された農薬類は 1 物質を除き、微量な濃度にもかかわらず赤玉土壌槽での除去効果が得られ、土壌浸透処理による農薬の除去の有効性が確認できた。

---

## 実験担当者

財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構

水質浄化研究所次長

久納 誠

実験センター所長

武田 篤

実験センター主任研究員

和田 桂子

## 2. 実験センターにおける生物調査(水域)その10

### 1. はじめに

実験センターでは、実際の形態を疑似した河川を構築し、そこにおける多種多様な生物相の違いや浄化機能の検証、評価を行うことを目的に多自然型水路実験施設が造成されている。これまでには、多自然型水路における水質浄化機能の調査・研究と生物相の回復過程の調査という2本柱で調査や検討が進められており、平成14年度にはこれらの成果が取りまとめられた。その中では、一応の成果が得られたものの、対照区が設けられないこと、構成要素が複雑なこと、流路が短いことなどから、現有施設での水質浄化機能の詳細な検証が困難である点が指摘されている。その一方で多自然型水路に生息する水生生物については、周辺地域と比較して非常に特徴的な魚類相がみられることから、毎年調査の継続と、より詳細な調査の必要性が指摘されている。

以上から、実験センターの多自然型水路では、平成14年以降も魚類相調査が継続され、魚類の生息状況の追跡調査がなされている。

### 2. 目的

実験センターでは、平成10年度から継続的に魚類の生息状況を把握している。本調査は、これまでに引き続き、実験センターにおける魚類の生息状況を把握することで、琵琶湖湖岸におけるポンプアップ型ビオトープの特性を把握することを目的とした。

### 3. 調査方法

#### 3.1 調査時期及び調査範囲

本年度のモニタリング調査は平成19年6月21～22日、8月20日～21日、10月29日～30日、平成19年1月28日～29日の4季で実施した。調査地点は、実験センター内の多自然型水路下流(P1)、多自然型水路中流(P2)、多自然型水路上流(P3)、J字水路(P4)、コンクリート水路(P5)、琵琶湖型実験池(P6)の6地点(区画)とした。

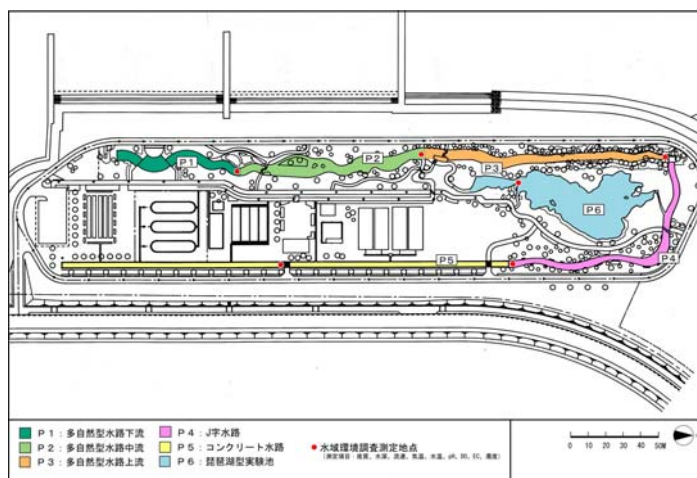


図 3-1 モニタリング調査の調査範囲

表 3-1 モニタリング調査の調査範囲概要

項目	概要	景観
P 1 多自然型水路下流	河川下流部を模した水路で、川幅も広く一部にはワンド状の止水域も設けられている。全般に土またはヤシ繊維マットの護岸であるが、流末付近は自然石景石の護岸となっている。下流端から集水マスを経て琵琶湖に排水される。	
P 2 多自然型水路中流	上流部よりも水路幅が広がり、流れも緩やかになった部分で、護岸は砂利、蛇籠、柳枝工など様々である。琵琶湖型実験池からの水路（宇治川水路）が合流する。	
P 3 多自然型水路上流	J字水路末端から約 50mの区間で、自然石や玉石による護岸、河床は、河川上流部を模している。各水路中で最も急な河床勾配である。	
P 4 J字水路	コンクリート水路と多自然型水路の上流部をつなぐ水路で、Jの文字に似た形であるため、J字水路と呼んでいる。途中に琵琶湖型実験池に水を供給する水路を分岐している。	
P 5 コンクリート水路	葉山川河口部、農業排水路河口部および前浜沖合（琵琶湖湖水）からポンプアップされた水が集まるピットから、下流側のJ字水路に至るまでの区間にある直線の水路で、水質浄化実験施設に水を供給する役割を果たしている。	
P 6 琵琶湖型実験池	琵琶湖の 1/600 程度の縮尺で作られた池で、J字水路から取水し、多自然型水路中流部に排水する。ほぼ全面が止水域となっている。	

### 3.2 定量調査、定性調査の方法

定量調査では、P1～P6の6地点（区画）において、投網（目合い12mm）、タモ網（目合い3mm）、セルビン（口径45mm）を用いて、一定の方法で魚類を捕獲した（表3-2）。

定性調査では、P1～P6の6地点（区画）において、投網（目合い12mm）とタモ網（目合い3mm）を用いて、任意採集で魚類を捕獲した（表3-2）。

捕獲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、尾叉長、体長の測定、湿重量の計測を行った後、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、顕微鏡等で種の同定を行った。

表 3-2 定量調査と定性調査の捕獲方法

調査項目	捕獲方法
定量調査	投網（目合い12mm）：1人×3回 タモ網（目合い3mm）：2人×30分 セルビン（口径45mm）：2個×30分
定性調査	投網（目合い12mm）による任意採集 タモ網（目合い3mm）による任意採集

### 3.3 水域環境調査

水域環境調査は、平成15～19年度に実施した。P1～P6内の各1箇所の測定地点において、底質（外観）、水深、流速、気温、水温、pH、D0、EC、濁度を記録した。水域環境調査での測定機器を表3-3に示す。

表 3-3 水域測定項目及び測定方法

測定項目	測定機器
流速	流速計（アレック電子製 ACM100）
気温、水温	棒状温度計
pH	pH計（東亜製 HM21-P）
D0	D0計（長島商事製 ND20）
EC	EC計（東亜製 CM21 P）
濁度	濁度計（アレック ATU-70D）

## 4. 調査結果

### 4.1 水域環境調査結果

平成19年度水域環境調査結果を以下に示す。

底質は、全地点で泥が堆積していた。地点別では、多自然型水路下流（P1）、多自然型水路中流（P2）、多自然型水路上流（P3）、J字水路（P4）では緩流部に泥の堆積が目立ち、流れのある所では砂礫や石が露出する箇所もみられた。コンクリート水路（P5）はコンクリート護岸であるが、部分的に泥の堆積もみられた。琵琶湖型実験池（P6）は大部分に泥が堆積し、岸部の狭い範囲では玉石が露出する箇所もみられた。

流速は、季節別では大きな変動はみられなかった。地点別では、流水域である多自然型水路（P1）～コンクリート水路（P5）の流速は0.06～0.15m/sで、J字水路（P4）及びコンクリート水路（P5）が比較的速かった。また、止水域である琵琶湖型実験池

(P6) は、0～0.02m/s とほとんど流れがなかった。

水温は、季節別では春季が 23.9～24.8℃、夏季が 25.7～28.4℃、秋季が 18.3～18.8℃、冬季が 5.1～5.4℃であった。地点別では、夏季に琵琶湖型実験池 (P6) で、他地点に比べて水温が高くなったが、その他の季節では地点間で大きな差はみられなかった。

pH は、6.64～8.22 で変動した。地点別では、琵琶湖型実験池 (P6) では春季から秋季に他地点に比べて pH が高くなる傾向がみられた。これは、緑藻類の繁茂による光合成の影響と考えられる。

DO は、5.7～9.2mg/L で変動した。地点別では、琵琶湖型実験池 (P6) では、春季から秋季に他地点に比べて DO が高くなる傾向がみられた。これは、緑藻類の繁茂による光合成の影響と考えられる。

EC は、季節別では夏季に 14.49～16.42ms/s と低く、冬季に 34.80～35.60ms/s と高くなる傾向がみられた。地点別では、地点間で大きな差はみられなかった。

濁度は、季節別では春季～夏季で 20.6～49.9ppm と高く、秋季～冬季で 9.5～33.3ppm と低くなる傾向がみられた。春季については代掻き期の濁水が流入することによる影響と考えられる。地点間の比較では、琵琶湖型実験池 (P6) では、春季から秋季に他地点に比べて濁度が高くなる傾向がみられた。これは、水の循環がよくないことによると考えられる。

## 4.2 魚類の生息状況

### 4.2.1 確認魚種

本年度に確認された魚種一覧を表 4-1 に、科別の個体数比率を図 4-2 に、種別の個体数比率を図 4-1 に示す。なお、ここでは定量調査及び定性調査の調査結果を整理した。

今年度は 3 目 4 科 18 種の魚類が確認され、外来種が 5 種 (国外外来種 : 3 種、国内外来種 : 2 種)、在来種が 13 種、琵琶湖固有種が 2 種確認された。

総個体数は 1,656 個体で、科別では、順にコイ科が 70% (1,168 個体)、メダカ科の 13% (208 個体)、サンフィッシュ科の 10% (164 個体)、ハゼ科の 7% (116 個体) であった。種別では、順にタイリクバラタナゴが 21% (351 個体)、メダカが 13% (208 個体)、オイカワが 11% (190 個体)、ツチフキが 11% (176 個体)、ブルーギルが 10% (161 個体) であった。なお、優占種のうちブルーギルとタイリクバラタナゴを合わせると 31% となり、捕獲した魚類の約 1/3 は国外外来種で占められていた。

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	23
			フナ属		在来種	23
3			カネヒラ		在来種	78
4			タイリクバラタナゴ		外来種(国外)	351
5			オイカワ		在来種	190
6			ヌマムツ		在来種	134
7			モツゴ		在来種	32
8			タモロコ		在来種	32
9			カマツカ		在来種	62
10			ツチフキ		外来種(国内)	176
11			ニゴイ		在来種	1
12			スゴモロコ	琵琶湖固有種	在来種	63
13	ダツ	メダカ	メダカ		在来種	208
14	スズキ	サンフィッシュ	ブルーギル		外来種(国外)	161
15			オオクチバス		外来種(国外)	3
16			ハゼ	トウヨシノボリ		在来種
17			ビワヨシノボリ	琵琶湖固有種	在来種	5
18			ヌマチチブ		外来種(国内)	53
合計		3目	4科	18種	2種	外来種(国外) : 3種 外来種(国内) : 2種 在来種 : 13種

注1：種名および配列は「河川水辺の国勢調査のための生物リスト」（財）リバーフロント整備センターに従った。

注2：種類数の計数は「平成18年度版 河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル[河川版]」（財）リバーフロント整備センターに従った。

注3：確認個体数は全季節、全調査地点、定量採集、定性採集の合計値である。

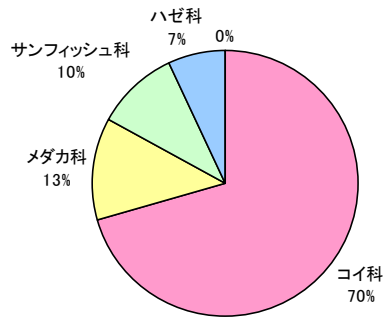


図 4-2 科別個体数比率

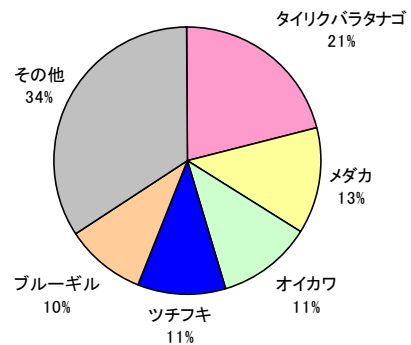


図 4-1 種別個体数比率



#### 4.2.2 調査地点別確認状況

本年度に確認された調査地点別の魚種一覧を表 4-2 に、個別の種別個体数比率を図 4-3～図 4-8 に示す。なお、ここでは定量採集及び定性採集の調査結果を整理した。

本年度に確認された地点別の種数では、多自然型水路下流（P1）、多自然型水路中流（P2）、多自然型水路上流（P3）が 14 種～15 種、J 字水路（P4）が 11 種、コンクリート水路（P5）が 13 種、琵琶湖型実験池（P6）が 10 種であり、琵琶湖型実験池（P6）が他の水路に比べて少なかった。個体数では、J 字水路（P4）が 433 個体と最も多く、次いで琵琶湖型実験池（P6）が 326 個体と多く、多自然型水路下流（P1）が 295 個体、コンクリート水路（P5）が 250 個体、多自然型水路中流（P2）及び多自然型水路上流（P3）がそれぞれ 170 個体程度と最も少なかった。なお、J 字水路（P4）や琵琶湖型実験池（P6）で種数が少ないにも関わらず、個体数が多くなっているのは、J 字水路（P4）ではタイリクバラナゴやメダカが、琵琶湖型実験池（P6）ではブルーギルが多数確認されたためである。

表 4-2 調査地点別の確認魚種一覧

No.	目	科	種名	調査地点						合計
				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	
1	コイ	コイ	コイ	1	1	1				3
2			ギンブナ		3	3	2	2	13	23
			フナ属				10	10	3	23
3			カネヒラ	37	9		4	24	4	78
4			タイリクバラタナゴ	21	23	48	138	44	77	351
5			オイカワ	89	38	22	14	27		190
6			ヌマムツ	16	2	30	81	5		134
7			モツゴ	1					31	32
8			タモロコ	8	2	4	13	4	1	32
9			カマツカ	12	1	3		46		62
10			ツチフキ	37	52	7	34	6	40	176
11			ニゴイ	1						1
12			スゴモロコ	39	5	12		7		63
13	ダツ	メダカ	メダカ	10	33	29	133		3	208
14	スズキ	サンフィッシュ	ブルーギル	7	4	3		3	144	161
15			オオクチバス		1	2				3
16		ハゼ	トウヨシノボリ	12	3	7	2	27	7	58
17			ビワヨシノボリ				1	1	3	5
18			ヌマチチブ	4	2	2	1	44		53
総個体数				295	179	173	433	250	326	1,656
総種類数				15	15	14	11	13	10	18

注1：種名および配列は「河川水辺の国勢調査のための生物リスト」（財）リバーフロント整備センターに従った。

注2：種類数の計数は「平成18年度版 河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル[河川版]」（財）リバーフロント整備センターに従った。

注3：確認個体数は全季節の定量採集、定性採集の合計値である。

種類別では、J字水路（P4）でタイリクバラタナゴが30%程度、琵琶湖型実験池（P6）でブルーギルが40%程度を占めこの2地点では昨年度同様に国外外来種の優占率が高くなっていた。また、J字水路（P4）では減少傾向であったメダカがタイリクバラタナゴと同程度の比率を占めていた。多自然型水路下流（P1）では昨年度と同様にオイカワが優占しており、多自然型水路中流（P2）ではツチフキが優占していた。コンクリート水路（P5）ではタイリクバラタナゴ以外にカマツカ、トウヨシノボリ、ヌマチチブといった底生魚が多数確認された。

### ① P1（多自然型水路下流）

多自然型水路下流（P1）では3目4科15種が確認された。オイカワが30%と最も多く、次いでスゴモロコ、ツチフキ及びカネヒラ（13%）、タイリクバラタナゴ（7%）の順であった。本地点では流速が比較的速い場所が存在しており、流水域を好むオイカワが多数確認された。また、岸部に抽水植物が繁茂しており、主に植物帯周辺や緩流部に生息するタイリクバラタナゴ、カネヒラや砂泥底に生息するツチフキが多く確認された。

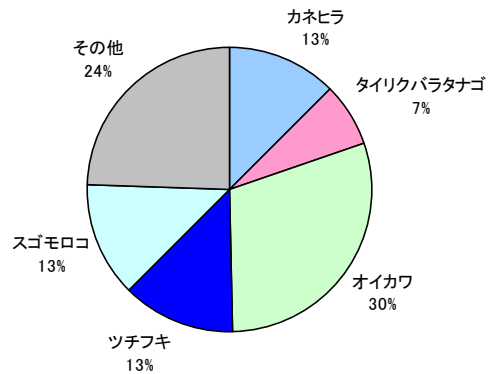


図 4-3 P1 の種別個体数比率

### ② P2（多自然型水路中流）

多自然型水路中流（P2）では3目4科15種が確認された。ツチフキが30%と最も多く、次いでオイカワ（21%）、メダカ（18%）、タイリクバラタナゴ（13%）の順であった。本地点では岸部に抽水植物が繁茂しており、主に植物帯周辺や緩流部に生息するタイリクバラタナゴ、メダカが多数確認された。また、砂泥底に生息するツチフキや流水域を好むオイカワが多く確認された。

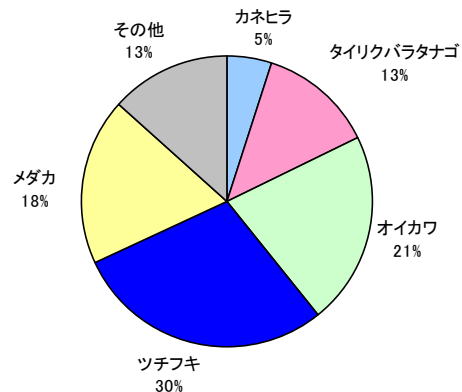


図 4-4 P2 の種別個体数比率

### ③ P3（多自然型水路上流）

3目4科14種が確認された。タイリクバラタナゴが28%と最も多く、次いでメダカ及びヌママツ（17%）、オイカワ（13%）、スゴモロコ（7%）の順であった。本地点では河岸に抽水植物が繁茂しており、主に植物帯周辺や緩流部に生息するタイリクバラタナゴ、メダカ、スゴモロコ、ヌママツや流水域を好むオイカワが多数確認された。

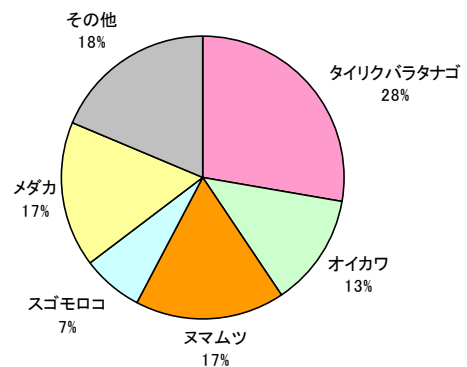


図 4-5 P3 の種別個体数比率

#### ④ P4 (J字水路)

J字水路 (P4) では3目3科11種が確認された。タイリクバラタナゴ及びメダカが31%と最も多く、次いでヌマムツ (19%)、ツチフキ (8%)、オイカワ (3%) の順であった。本地点では河岸に抽水植物が繁茂しており、主に植物帯周辺や緩流部に生息するタイリクバラタナゴ、ヌマムツ、メダカが多く確認された。また、砂泥底に生息するツチフキが多く確認された。国外外来種であるブルーギルは確認されなかった。

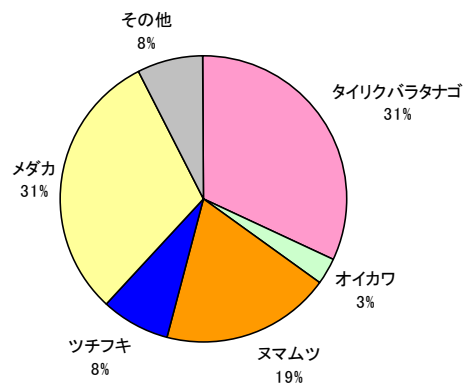


図 4-6 P4 の種別個体数比率

#### ⑤ P5 (コンクリート水路)

コンクリート水路 (P5) では2目3科13種が確認された。カマツカ及びヌマチチブ、タイリクバラタナゴが18%と最も多く、次いでオイカワ及びトウヨシノボリ (11%) の順であった。本地点は河岸や底面がコンクリートと単調な環境であり、水路内は流速の比較的速い場所や緩流部が存在し、流れの比較的速い場所では流水域を好むオイカワが、緩流部ではタイリクバラタナゴが多く確認された。また、砂底を好むカマツカ、石隙間を好むトウヨシノボリ、ヌマチチブも多く確認された。コンクリート水路の上流端は、琵琶湖からの取水によりプランクトン等餌が豊富で魚類の増集がみられた。

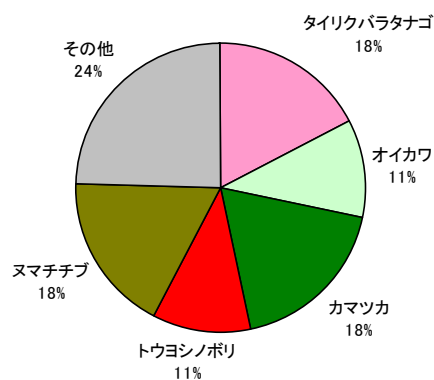


図 4-7 P5 の種別個体数比率

#### ⑥ P6 (琵琶湖型実験池)

琵琶湖型実験池 (P6) では3目4科10種が確認された。ブルーギルが44%と最も多く、次いでタイリクバラタナゴ (24%)、ツチフキ (12%)、モツゴ (10%)、ギンブナ (4%) の順であった。本地点は他の地点 (水路：流水環境) と異なり全面的に止水環境 (池) であり、ブルーギルが突出して多く確認された。池の大部分の底質は泥で、陸生植物の冠水が若干みられるが、抽水植物等の繁茂はみられない。岸部にみられる玉石護岸付近でブルーギル、タイリクバラタナゴ多数確認された。また、モツゴは他の水路ではほとんど確認されていないが、P6 では毎年多数確認されている。

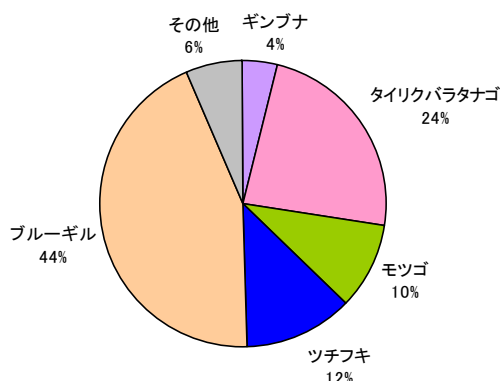


図 4-8 P6 の種別個体数比率

## 5. 考察

### 5.1 各魚種の繁殖状況

各魚種の繁殖状況のまとめを表 5-1 に示す。なお、ここでは平成 15 年度～19 年度に確認された魚類の総個体数のうち 2%未満の記録を除く 7 種（タイリクバラタナゴ、ブルーギル、メダカ、オイカワ、スゴモロコ、カネヒラ、トウヨシノボリ、ヌマムツ、ツチフキ、ヌマチチブ、カマツカ）を対象とした。

表 5-1 各魚種の繁殖状況のまとめ

調査地点	稚仔魚（取水口進入調査）及び当歳魚（モニタリング調査）の確認状況	繁殖状況
タイリクバラタナゴ	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成 16 年の取水口進入調査では稚仔魚はほとんど確認されなかった。</li> <li>夏季から秋季にかけて春生まれと推測される当歳魚が J 字水路を中心に多数出現。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>多自然型実験水路及び J 字水路で繁殖している。</li> </ul>
ブルーギル	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成 16 年の取水口進入調査でブルーギル稚仔魚が確認された。</li> <li>水路部にブルーギル当歳魚、1 歳魚以上がほとんど出現しない。</li> <li>当歳魚の出現が夏季に琵琶湖型実験池に集中している。</li> <li>産卵場調査で産卵床が確認されている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>取水口から稚仔魚が進入しているが、水路内では繁殖していないと考えられる。</li> <li>琵琶湖型実験池では産卵が行われ繁殖している。</li> </ul>
オイカワ	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成 16 年の取水口進入調査でコイ科 V（オイカワ属、ハス属）の稚仔魚が確認された。</li> <li>琵琶湖型実験池を除く水路部に広く分布する。</li> <li>尾叉長分布からみると、当歳魚を含め多くの年級群が生息している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>取水口から稚仔魚が進入しているが、水路内でも繁殖していると考えられる。</li> </ul>
カネヒラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成 16 年の取水口進入調査では稚仔魚はほとんど確認されなかった。</li> <li>当歳魚はほとんど出現していない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>繁殖していない。</li> </ul>
スゴモロコ	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成 16 年の取水口進入調査でコイ科 II（タモロコ属、スゴモロコ属）の稚仔魚が確認された。</li> <li>当歳魚の出現場所は多自然型実験水路が中心で、コンクリート水路にはほとんど出現しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>取水口から稚仔魚が進入しているが、多自然型実験水路でも繁殖していると考えられる。</li> </ul>
メダカ	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成 16 年の取水口進入調査では稚仔魚は確認されなかった。</li> <li>多自然型実験水路及び J 字水路で当歳魚が多数出現。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>多自然型実験水路及び J 字水路で繁殖している。</li> </ul>
トウヨリノボリ	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成 16 年の取水口進入調査でハゼ科の稚仔魚が確認された。</li> <li>夏季に当歳魚が琵琶湖型実験池とコンクリート水路で多数出現。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>仔魚はふ化後流下する生態特性から、コンクリート水路の個体群は進入個体と推測され、コンクリート水路内では繁殖していないと考えられる。</li> <li>琵琶湖型実験池では産卵が行われ繁殖していると考えられる。</li> </ul>
ヌマムツ	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成 16 年の取水口進入調査でコイ科 V（オイカワ属、ハス属）の稚仔魚が確認された。</li> <li>当歳魚は多自然型実験水路上流及び J 字水路で多く、コンクリート水路にはほとんど出現しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>取水口から稚仔魚が進入しているが、多自然型実験水路内及び J 字水路内でも繁殖していると考えられる。</li> </ul>
ツチフキ	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成 16 年の取水口進入調査でコイ科 IV（カマツカ属、ゼゼラ属）の稚仔魚が確認された。</li> <li>平成 17 年度では、尾叉長 40mm 前後にモードをもつ当歳魚が出現し、産卵親魚である 1 歳魚、当歳魚ともに多自然型水路中流を中心に出現。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>取水口から稚仔魚が進入しているが、多自然型実験水路内でも繁殖していると考えられる。</li> </ul>
ヌマチチブ	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成 16 年の取水口進入調査でハゼ科の稚仔魚が確認された。</li> <li>夏季から秋季にかけてコンクリート水路を中心に当歳魚と推定される個体群が増加。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>仔魚はふ化後流下する生態特性から、コンクリート水路の個体群は進入個体と推測され、センター内では繁殖していないと考えられる。</li> </ul>
カマツカ	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成 16 年の取水口進入調査でコイ科 IV（カマツカ属、ゼゼラ属）の稚仔魚が確認された。</li> <li>平成 17 年及び平成 19 年春季にコンクリート水路を中心に当歳魚と推定される個体群が増加するが夏季以降当歳魚は減少。平成 16 年及び平成 18 年は当歳魚はほとんど出現せず。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート水路の個体群は進入個体と推測され、センター内では繁殖していないと考えられる。</li> </ul>

## 5.2 各地点の繁殖状況

実験センター内の魚類の生息状況のまとめを表 5-2 に示す。なお、調査地点のうち多自然型水路下流 (P1)、多自然型水路中流 (P2)、多自然型水路上流 (P3)、J 字水路 (P4) はいずれも植物が繁茂している緩流という共通点があり、確認された魚類の種類や個体数にも共通の傾向があること、多自然型水路等区間という項目としてあわせて表に示した。

多自然型水路等区間 (P1~P4) は、平成 17 年度まで国外外来種であるタイリクバラタナゴが優占していたが、昨年度から多自然型水路下流 (P1)、多自然型水路中流 (P2)、多自然型水路上流 (P3)、において本種の個体数が減少し優占率が低下した。しかし本種以外の魚類については個体数の大きな変動は見られず、琵琶湖型実験池 (P6) で優占種となっているブルーギルの生息数も少なく、全体の生息魚種が多いことから多様な魚類相となっていた。本区間は、岸部の植物帯や緩流域等の多様な環境が存在し、多くの魚種の生息場となっていると考えられる。また、コイ科魚類の一部の種 (タイリクバラタナゴ、オイカワ、ヌマムツ、スゴモロコ、ツチフキ) 及びメダカについては当歳魚や 1 歳魚が確認されており、各季節の出現状況からして本区間内で再生産しているものと推察される。

コンクリート水路 (P5) は、コンクリート護岸の単調な環境であるが、上流端は琵琶湖からの取水により取り込まれるプランクトン等の餌が豊富な場所であり、タイリクバラタナゴ、オイカワ、スゴモロコ等が蟻集する箇所もみられた。また、本区間は、流速に緩急の差があり、底に泥の堆積した箇所も存在しているため、生息する魚種も多く特異な環境となっていた。

琵琶湖型実験池 (P6) は、平成 13 年度以降ブルーギルの優占率が高くなり、生息魚種が他地点と比べて減少傾向にある。これは、ブルーギルが優占することで本種の捕食圧が大きいことや、岸部には抽水植物は存在せず、陸生植物の冠水が部分的にみられる程度であり、ブルーギル以外の魚種の生息環境及び産卵環境が少ないことが影響していると考えられる。また、過去の調査でブルーギルが再生産していることが明らかになり、多数の当歳魚も確認されている。本環境は魚類相から見ると現在の琵琶湖やその周辺の内湖と類似した環境となっているとも考えられる。

表 5-2 地点別の魚類生息状況のまとめ

調査地点	生息状況
多自然型水路等区間 (P1~P4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・昨年度に引き続き優占種である国外外来種のタイリクバラタナゴの優占率が低下。</li> <li>・琵琶湖型実験池 (P6) で優占種となっているブルーギルがほとんど生息していない。</li> <li>・岸部の植物帯や緩流域等の多様な環境が存在するため、多くの魚種の生息場となっていると考えられる。</li> <li>・一部のコイ科魚類が再生産していると考えられる。</li> </ul>
コンクリート水路 (P5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリート水路上流端は琵琶湖からの取水により取り込まれるプランクトン等餌が豊富な場所であり、タイリクバラタナゴ、オイカワ、スゴモロコ、等が蟻集する箇所もみられた。</li> <li>・コンクリート護岸の単調な環境であるが、魚種、個体数が多く、流速に緩急の差があり、底に泥の堆積した箇所も存在している。</li> </ul>
琵琶湖型実験池 (P6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平成 13 年度以降ブルーギルの優占率が高くなり、生息魚種が他地点と比べて減少傾向である。</li> <li>・ブルーギルの再生産が明確になり、多数の稚魚も確認された。</li> <li>・これは、ブルーギルが優占することで捕食圧が大きいことや、岸部には抽水植物は存在せず、陸生植物の冠水が部分的にみられる程度であり、ブルーギル以外の魚種の生息環境及び産卵環境が少ないことが影響していると考えられる。</li> </ul>

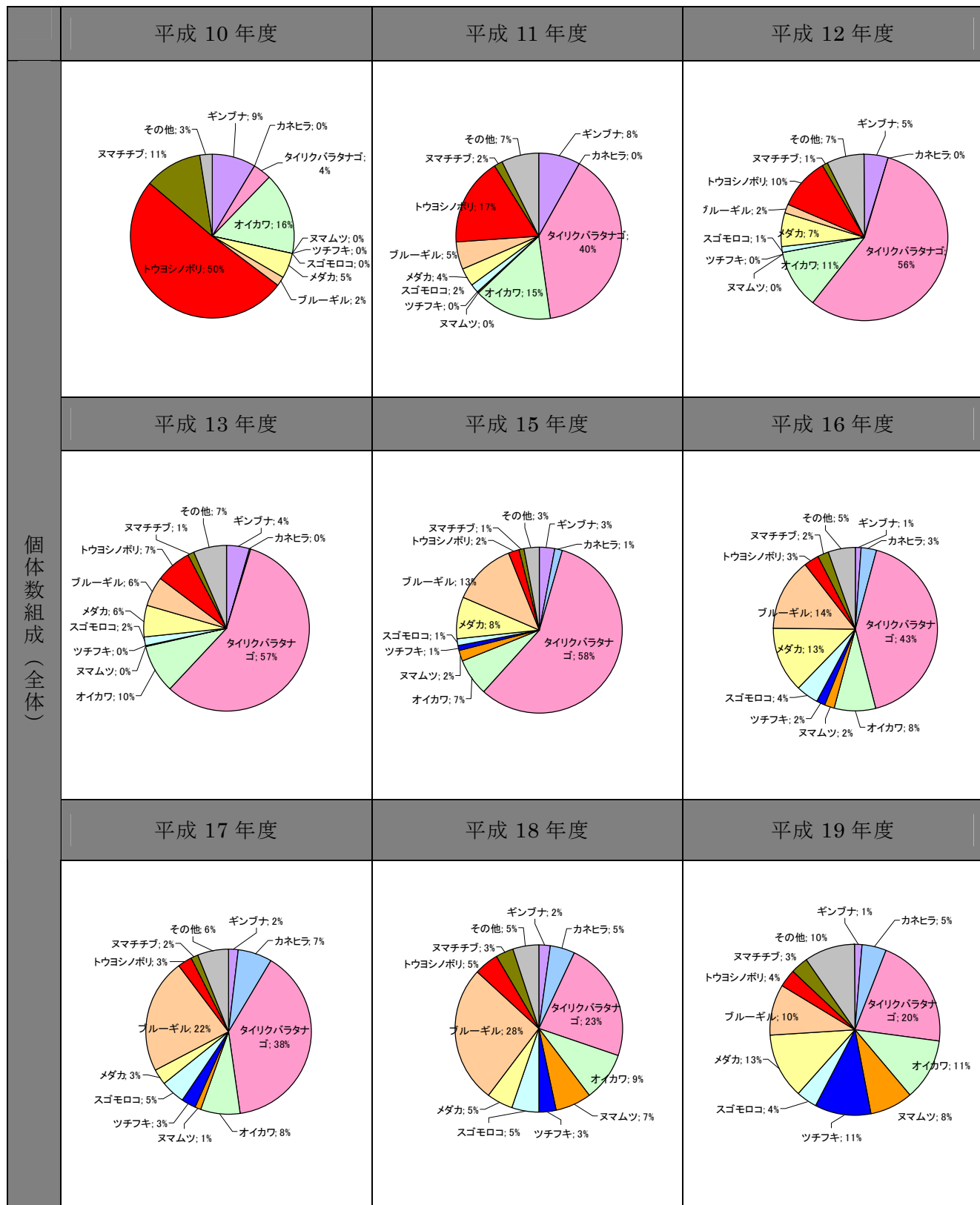
### 5.3 魚類相の経年変化

平成 10 年度からの 9 年間（平成 14 年度は未実施）のモニタリング調査で確認された魚類の種別個体数比率の経年変化を図 5-1 に、調査地点別の種別個体数比率の経年変化を図 5-2 に示す。

センターの開設当初は、生活史の中で大きな移動を行うトウヨシノボリが卓越していたが、水路内への泥の堆積、植物の生育、さらに他の魚類の定着に伴ってトウヨシノボリの生息数は減少し、特に水路部では少なくなっている。平成 11 年度以降はタイリクバラタナゴが最も優占し、この傾向は平成 17 年度まで継続したが、平成 18 年度には外来魚のブルーギルが第 1 優占種となった。平成 19 年度にはブルーギルが減少し、タイリクバラタナゴが再び第 1 優占種となった。

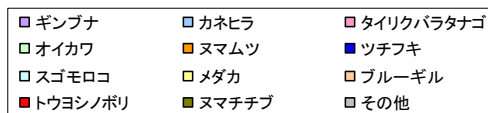
ブルーギルは多自然型水路（P1～P3）、J 字水路（P4）、コンクリート水路（P5）にはほとんど生息していないが、琵琶湖型実験池（P6）で 40%を超えて優占種している。この傾向は平成 13 年度頃より顕著になり、オイカワやメダカなどが姿を消していった。また、比較的安定的に出現しているギンブナは大型個体が多く、稚魚はほとんど出現していない。ブルーギルと共存している種類としてはモツゴ、トウヨシノボリ程度となっている。また、「内湖からのメッセージ 琵琶湖周辺の湿地再生と生物多様性保全（西野麻知子・浜端悦治編）」によると、湖北野田沼で実施した仔稚魚相調査により、過去に大量に生息していたと思われるコイ・フナ類、タナゴ類をはじめとする在来種仔稚魚の生息量は非常に少なく、外来種であるオオクチバスとブルーギル仔稚魚が独占している現状が明らかにされたとしている。琵琶湖型実験池（P6）は流れがほとんどなく、岸部に冠水した植物帯がない単調な水域であり、このような環境においてブルーギルが卓越する状況は、現在の琵琶湖やその周辺の内湖の変化を反映しているとも考えられる。

一方で、多自然型水路部においては、近年ではツチフキの定着、カネヒラ成魚の春季～夏季にかけての来遊、タイリクバラタナゴの減少などの小さい変化はみられるものの、比較的安定した多様な魚類相が成立している。さらに、この水域にブルーギルがほとんど侵入、定着していないことも、外来魚対策に対しての貴重な情報となっているものと考えられる。



※9年間の調査で確認された魚類の総個体数のうち2%未満の少ない記録を除く11魚種についての個体数比率を整理した。

図 5-1 確認魚類の種別個体数比率の経年変化



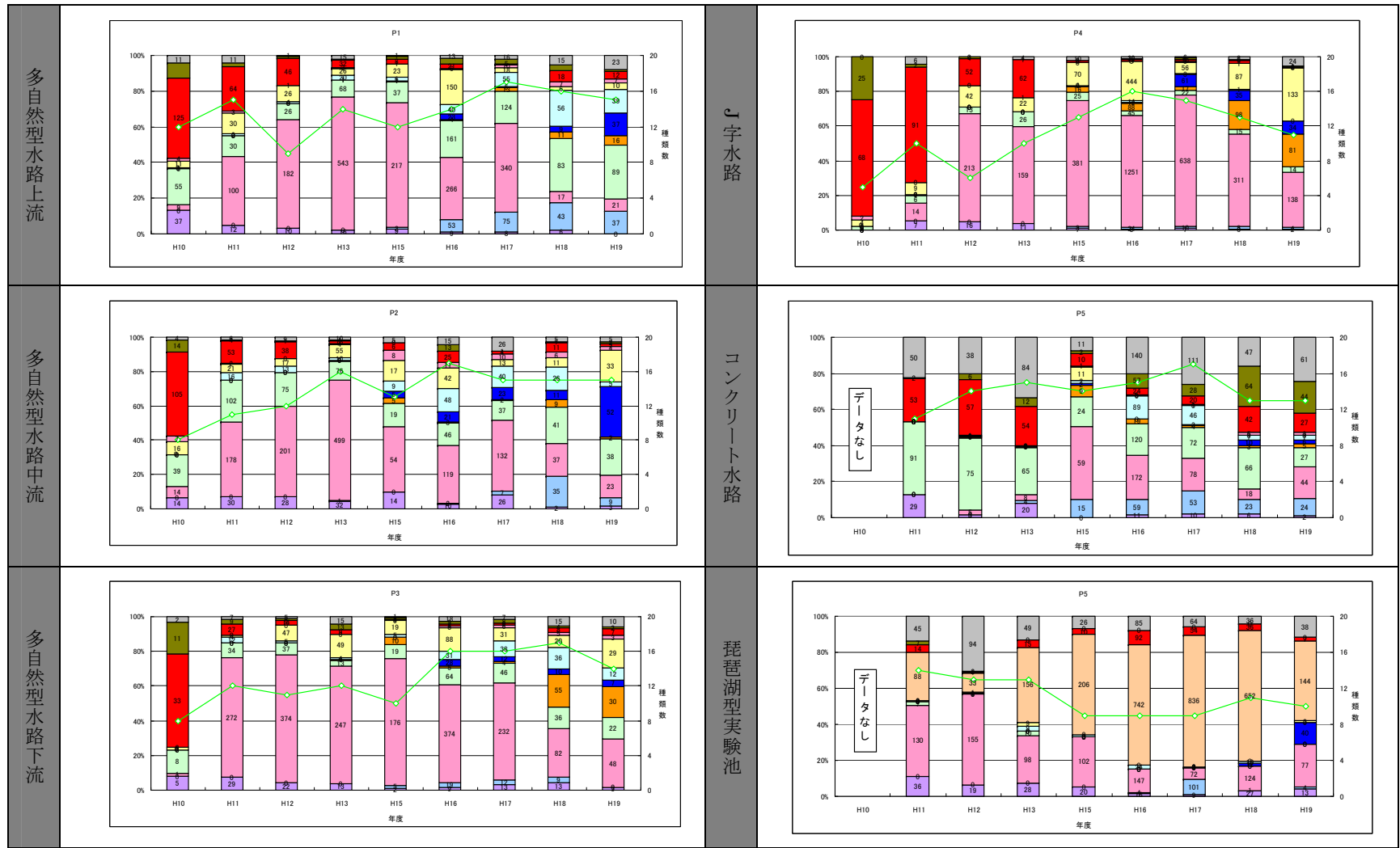
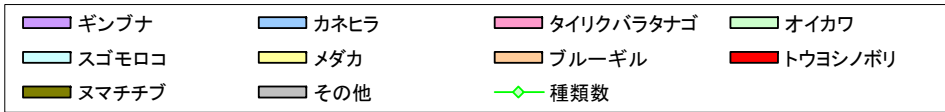


図 5-2 確認魚類の調査地点別の種別個体数比率の経年変化





## 6. 調査結果のまとめ

平成 10 年度から平成 19 年度に実施した実験項目及び成果と課題について整理し、表 6-1 に示した。

水質調査は、平成 10 年度から平成 13 年度の 4 ヶ年実施し、平成 14 年度にとりまとめを行った。その結果、底泥の蓄積や植物枯死体の増加等により、4 年目に除去効果が低下したことが把握された。今後の課題として、実験水路が 1 本のみで、構成要素が複雑、流路が短い等の施設的な問題点があり、今後、水質浄化効果を検証するには、施設の改善等の検討が必要であると思われた。

魚類調査は、平成 10 年度から平成 19 年度の 9 ヶ年実施し、平成 14 年度にとりまとめを行い、その課題を受けて平成 15 年度以降調査を継続した。平成 14 年度のとりまとめにおいては、多くの内湖で外来種（オオクチバス、ブルーギル）のみが優占する傾向にある（滋賀水試，1996；美濃部・桑村，2001）なかで、本施設では在来種を含む多くの魚種が確認された。また、平成 14 年度時点においては、実験センター内で再生産しているのはタイリクバラタナゴ等一部の魚種のみで、ブルーギルの再生産は確認されていなかった。平成 15 年度以降の調査においては、琵琶湖型実験池でブルーギルが、多自然型実験水路でタイリクバラタナゴが卓越した。また、平成 13 年度時点で再生産が確認されていたタイリクバラタナゴに加えて、ブルーギル、オイカワ、メダカ、ツチフキ等 8 種の魚種が再生産している可能性が認められた。

魚類進入状況調査は、魚類調査のとりまとめ（平成 14 年度）を受けて、平成 15 年度から平成 16 年度の 2 ヶ年実施した。その結果、琵琶湖につながる排水口からの魚類の進入は確認されず、葉山川河口に設置したポンプの取水口から多くのコイ科稚仔魚やハゼ科稚仔魚が進入することが確認された。また、取水口前面域では外来種（オオクチバス、ブルーギル）の仔稚魚が優占しており、わずかながら外来魚がポンプ取水口から進入することが明らかになった。

外来魚調査は、魚類調査の結果を受けて、ブルーギルの繁殖状況を確認するため、平成 16 年度の 1 ヶ年実施した。その結果、5～6 月に産卵床が確認され、琵琶湖型実験池での再生産が確認された。

底生生物調査は、平成 10 年度から平成 16 年度の 6 ヶ年実施した。その結果、一般の河川と比較して、確認種数は多くはなかった。また、種数は減少傾向にあるものの、種組成に大きな変遷は認められなかった。

水域植物調査は、平成 10 年度から平成 13 年度の 4 ヶ年実施し、平成 14 年度にとりまとめを行った。その結果、平成 12 年度まで種数が漸増し、ヨシ、オギ等の群落を形成した。また、群落の安定化に伴って、帰化植物率は低下した。

人工洪水攪乱実験は、自然河川の攪乱を再現し、生物多様性や浄化機能の変化を把握することを目的に実施した。その結果、遷移初期の群落が復元された。

表 6-1 平成 10 年度から平成 19 年度に実施した実験項目及び成果と課題

実施年度	実施内容						
	水質調査	魚類調査	魚類進入状況調査	外来魚調査	底生生物調査	水域植物調査	人工洪水攪乱実験
H10	○	○			○	○	
H11	○	○			○	○	
H12	○	○			○	○	
H13	○	○			○	○	
H14	とりまとめ	とりまとめ			とりまとめ	とりまとめ	○
H15		○	○		○		
H16		○	○	○	○		
H17		○					
H18		○					
H19		○					
継続年数	4年	8年	2年	1年	6年	4年	1年
成果	<p>■水路内の水質*の季節・経年変化を把握した。■汚濁物質の浄化率を算出した。水路内での経年的な底泥の蓄積や植物枯死体の増加等により、4年目除去効果が低下した。</p>	<p>■水路内の魚類の季節・経年変化を把握した。■5目7科28種を確認した。■多自然型水路;多様な環境により多くの魚種の生息場。コンクリート水路;取水により取り込まれる餌生物が豊富で、魚類が蝟集。琵琶湖池;ブルーギルが卓越し、生息魚種が他地点と比べて減少。</p>	<p>■魚類の進入経路・状況を把握した。■取水口ではコイ科、ハゼ科等の稚仔魚が多く確認された。サンフィッシュ科の仔稚魚は、取水口前面域に多数生息し、取水口からの進入も確認された。排水口からの進入は確認されなかった。</p>	<p>■琵琶湖型実験池におけるブルーギルの繁殖状況を把握した。■5～6月に産卵床が確認された。卵・仔魚は確認されなかったものの、翌年稚魚の確認によって、実験池内での繁殖は、ほぼ確実に考えられた。</p>	<p>■水路内の底生生物の季節・経年変化を把握した。■多様な環境であるにもかかわらず、一般の河川と比較して、確認種数は多くはなかった。また、平成10年から平成16年にかけて、種数は減少傾向にあった。</p>	<p>水路内の植物の季節・経年変化を把握した。■46科187種を確認。12年度まで漸増したが、13年度に大きく減少。■帰化植物率は33%から25%まで減少。■ヨシ、オギ等の群落が形成し、生物の生息場となっている。</p>	<p>■自然河川の攪乱を再現し、生物多様性や浄化機能の変化を把握した。■植物では、3ヶ月後には被度100%となり速やかな回復がみられ、1年草の比率が高まったことから、遷移初期の群落が復元された。</p>
課題	<p>●実験水路が1本のみ、構成要素が複雑、流路が短いため、施設的に水質浄化機能の検証が困難である。●平成15年度以降、水質の測定を行っていない。</p>	<p>●ブルーギルの増加は、在来魚の生息環境を悪化させる可能性がある。●他の実験と関連して、継続することが望ましい。</p>	<p>●ポンプアップによる取水でサンフィッシュ科が混入することが明らかになった。●遡上等による親魚の進入が困難となっている。</p>	<p>●琵琶湖型実験池で増加・繁殖しているブルーギルの駆除・管理手法に係るデータを収集、ブルーギルの増殖抑制による在来魚の保全に寄与する。</p>	<p>●種組成に大きな変遷はみられないため、効率化からみても毎年度の調査は必要ない。●他の調査と関連して必要が生じた場合、調査を実施する。</p>	<p>●数年おきの調査で遷移の状況を把握することが望ましい。</p>	<p>●攪乱効果の検証のためには、複数回の洪水を起こすことが必要である。</p>

\* 測定項目は、水温、pH、SS、BOD、COD、T-N、T-P、Chl-aとした。

## 7. 成果および今後の課題

以上の実験項目及び成果と課題の整理結果を踏まえて、これまでの実験経緯及び今後の課題についてフローにより整理した（図 7-1）。

これまでの調査結果において在来魚の生息および繁殖が確認されたことから、琵琶湖湖岸のポンプアップ型ビオトープである Biyo センターの多自然型水路および琵琶湖型池は、琵琶湖岸の在来魚の隠れ家（レフュージア）として機能していることが示された。Biyo センターでの当該モニタリング調査については、この成果をもって一応の終了となるが、今後、このような湖岸ビオトープを整備することは、在来魚の隠れ家（リフュージア）を増やし、湖岸の修復していく方策として有効であるといえる。

ただし、これまでの調査結果から、ポンプアップによる流入水には外来魚の仔稚魚が混入することが確認されるとともに、ビオトープ内の止水域（Biyo センターでは琵琶湖型池）でその外来魚（ブルーギル）が繁殖していることも示唆された。このような外来魚の侵入および繁殖は、湖岸ビオトープとしては好ましくない。

また、Biyo センター多自然型水路の流出口にはグレーチングがはめ込まれており、コイ・フナ類などの在来魚が琵琶湖から産卵遡上し、ビオトープを産卵・生育の場や隠れ家（レフュージア）として利用できていないことも一つの課題といえる。

以上より、外来魚の流入水からの侵入防止策および止水域での繁殖防止策の検討、コイ・フナ類といった在来魚類の産卵遡上が可能であり、かつ、外来魚が遡上出来ない流出部の魚道構造の検討などを進めることで、よりよい湖岸ビオトープの在り方の模索していくことが今後の課題となる。

**【平成 10 年度～平成 13 年度】**  
**人為的に創出された水辺環境による水質浄化機能と**  
**そこに成立する生物相との係わりを知る上での基礎資料の収集**  
 実験センター内の各実験水路において、  
 水質調査、魚類調査、底生生物調査、水域植物調査を実施した。



平成 10 年度～平成 13 年度の成果とりまとめ【平成 14 年度】

- ・ 魚類調査において、外来種が優占する周辺内湖等に比較して、実験センターでは比較的多くの在来種の定着が確認されたため、今後の動向をモニタリングする必要性がある。
- ・ 水質調査では、水質の動向は把握されたものの、施設的な課題により、今後の継続は施設の改善等の検討が必要であると思われた。
- ・ 底生生物調査、植物調査では、種組成に大きな変遷がみられないことから、毎年の調査は必要ないと思われた。



**【平成 15 年度～平成 19 年度】魚類の生息状況及び多様性の把握**  
 実験センター内の各実験水路において魚類調査を、実験センター取水口及び排水口において魚類進入状況調査を、琵琶湖型実験池において外来魚調査を実施した。



平成 15 年度～平成 19 年度の魚類モニタリングの成果

**(魚類の生息状況)**

- ・ 6 目 7 科 28 種の魚類が確認され、そのうち外来種が 5 種、在来種が 23 種であった。また、28 種の内 8 種が再生産している可能性が確認された。

**(多自然型水路の機能)**

- ・ 琵琶湖全域 32 内湖の調査で確認された魚類 37 種に対して、多自然型水路は小面積にも関わらず多くの魚種が生息し、高いポテンシャルを有していた。
- ・ 実験センターは外来魚が優占する南湖に位置し、在来魚の隠れ家（レフュージア）として機能している可能性がある。



**成果と今後の課題**  
 琵琶湖湖岸のポンプアップ型ビオトープが、在来魚の隠れ家（レフュージア）として機能することが確かめられた。ただし、流入水から外来魚が侵入し、止水域で繁殖することが明らかになった。今後は、外来魚の侵入防止、抑制および駆除の方法について検討する必要がある。

図 7-1 これまでの実験経緯及び今後の展開フロー

**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	河川環境課長	藤井	節生
	河川環境課環境調整係長	國松	史裕
財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構	水質浄化研究所次長	久納	誠
	実験センター所長	武田	篤
	実験センター主任研究員	和田	桂子
	実験センター研究員	土谷	卓

### 3. 二枚貝水質改善実験

#### 1. はじめに

琵琶湖沿岸帯・内湖等に生息する二枚貝について、水質浄化効果や生態系保全効果の知見を充実させるため、水陸移行帯における水環境保全、自然環境の修復に資する基礎データを収集する。

#### 2. 実験目的

本実験では、屋内実験にて、様々な環境条件や要因（懸濁物濃度、水温、DO等）を変化させることによって、二枚貝の環境浄化作用や生息条件などの基礎データを収集し、二枚貝の水質浄化効果について考察する。

さらに、これらの結果を踏まえ、二枚貝が生息可能な条件を維持した自然環境下の屋外実験を深池型実験施設にて実施し、二枚貝の水質浄化能力の把握および琵琶湖沿岸帯および内湖等の周辺水域に生息する二枚貝の水質浄化作用の寄与について明らかにすることを目的とする。

#### 3. 実験概要

本実験では、予備実験（本実験の条件設定を検討するため、屋内における小型水槽実験）と本実験（二枚貝の水質改善実験を検討するため、屋外における大型水槽実験）を実施した。

図 3.1 に本実験の実施フローを示す。

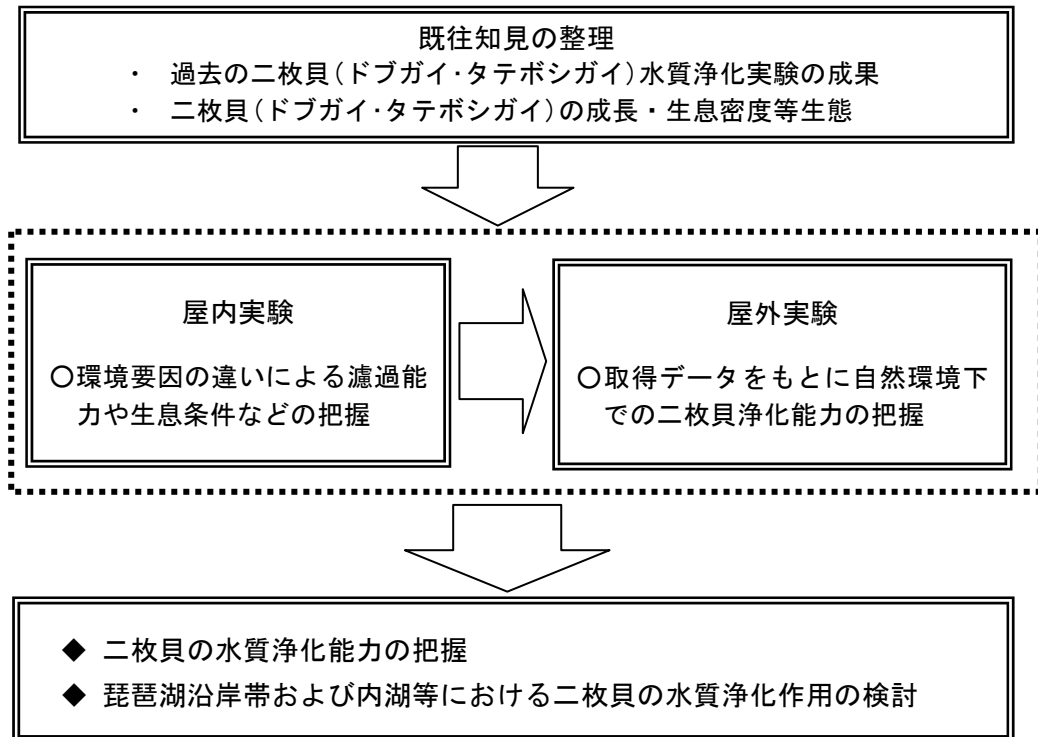


図 3.1 実験フロー

## 4. 屋内実験

過去の二枚貝（ドブガイ・タテボシガイ）の水質浄化実験や二枚貝の生態に関する知見をもとに、二枚貝のろ過作用に係る浄化能力や環境影響因子を検討するための実験条件を設定し、条件を変化させた場合の測定データを取得した。

### 4.1 実験条件

実験に供試した二枚貝のタテボシガイ、ドブガイは、平成 19 年 7 月 11 日に琵琶湖南湖で採集したドブガイ（殻長 73.8mm～96.9mm；n=40）、タテボシガイ（殻長 54.4mm～65.5mm；n=40）である。実験項目は、表 4.1 に示すとおり、二枚貝の濾過能力に影響を与えると考えられる懸濁物濃度（SS）、水温、D0 の 3 項目とした。各パラメータの条件設定は、懸濁物濃度については過去 3 年間（平成 15 年度～17 年度）の葉山川の水質データを参考に高濁度、中濁度、低濁度の 3 試験区を、水温については葉山川の水質データを参考に最低水温、平均水温、最高水温の 3 試験区を、D0 については貧酸素状態、飽和状態、貧酸素と飽和状態の中間の 3 試験区とした。

表 4.1 実験項目および条件

実験項目	目的	条件	設定根拠
(1) 懸濁物濃度 <sup>1)</sup>	懸濁物濃度と濾過能力の関係の把握	高濁度、中濁度、低濁度	葉山川の水質データを参考
(2) 水温 <sup>2)</sup>	水温と濾過能力の関係の把握	最低水温、平均水温、最高水温	葉山川の水温データを参考
(3) D0 <sup>3)</sup>	D0 と濾過能力の関係の把握	貧酸素、酸素飽和、両者の中間の D0 濃度	貧酸素、飽和とその中間

- 1) 一般に、濾過食性である二枚貝は、水中の有機懸濁物（プランクトン、デトリタス等）を飼料としているが、懸濁物濃度が高い場合、擬糞としてトラップするのみで消化・吸収による有機物の分解という水質浄化機能を果たさないことがある。そこで人工飼料により懸濁物濃度を調整し、懸濁物濃度別の二枚貝の浄化能力を把握する。
- 2) 二枚貝の活性、特に呼吸に連動する濾過（濾水）能力は、一般に水温に支配されることが知られていることから、水温別に二枚貝の浄化能力を把握する。
- 3) ヤマトシジミでは D0 が 1.5mg/L 以下に低下すると生存に影響を与えることが知られていることから、D0 別の二枚貝の浄化能力を把握する。

### 4.2 実験方法

#### 4.2.1 供試貝の馴致及び試験水の調整

供試貝は、畜養してある個体群の中から外観、貝殻開閉運動等に異常がみられない健全な個体を選定した。供試貝の個体密度は、既往文献整理結果より得られたイシガイ 1 個体/L（藤倉ら、1988）、ドブガイ 1 個体/L（井芹ら、2002）における実験を参考に、ポリプロピレン製水槽に用意した 5L の試験水（飼育水と同様に汲み置きした水道水）中に各供試貝 5 個体を収容することとした。供試貝の馴致は、各実験の馴致条件下（表 4.2）で、濃度調整水として用いる 0.5L を除いた 4.5L の試験水を入れた水槽に供試貝 5 個体を収容し、24 時間馴致した。

懸濁物濃度は、M-1 人工餌料（日本農産工業（株）製）を用い、その秤量値で懸濁物濃度を調整した。具体的には、100mg. w. w.、200mg. w. w.、300mg. w. w. 秤量した人工餌料を、馴致に用いた試験水の残余 0.5L に添加し、溶液が均等になるまで小型攪拌機で攪拌することで調整水を作成し、実験開始時に 4.5L の試験水にその調整水 0.5L を加えることで、それぞれ低濁度（20mg. w. w. /L に相当）、中濁度（40mg. w. w. /L に相当）、高濁度（60mg. w. w. /L に相当）の懸濁物濃度となるようにした。

表 4.2 各実験区の実験条件及び馴致条件

実験条件			馴致条件			
項目	条件		水温	光	曝気	給餌
懸濁物濃度 実験 <sup>1)</sup>	高濁度		20℃	暗	あり	なし
	中濁度					
	低濁度					
水温実験	中濁度	最低水温 <sup>2)</sup>	5℃	暗	あり	なし
		平均水温 <sup>3)</sup>	20℃			
		最高水温 <sup>4)</sup>	30℃			
DO 実験	中濁度	貧酸素	20℃	暗	なし <sup>5)</sup>	なし
		中間			なし <sup>5)</sup>	
		飽和			あり	
対照実験 (供試貝なし)	高濁度		20℃	暗	あり	-
	中濁度					
	低濁度					
	中濁度		20℃	暗	なし	-

- 1) 懸濁物濃度は葉山川の年平均SS値を参考にこれを中濁度、その前後を低濁度、高濁度として調整
- 2) 5℃に設定した低温薬品保冷庫で馴致した。
- 3) 20℃に設定した室内で馴致した。
- 4) 30℃に設定したインキュベータで馴致した。
- 5) DOの調整は困難であるため、無曝気条件で馴致期間中に、供試貝の呼吸でDOを低下させ、DOが所定の濃度を下回った時点で実験を開始することとした。

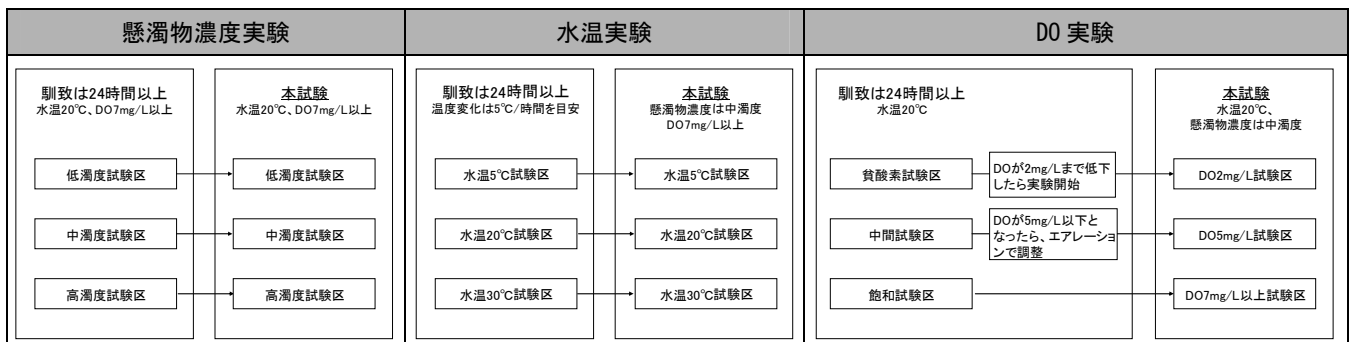
#### 4.2.2 時系列的変化の濃度測定方法

測定は、実験開始時から30分毎に簡易濁度計を用いて実施し、実験時間2時間（井芹ら(2002)の実験を参考とした）を基本に、一定の測定値（簡易濁度計の表示値）に収束するまで測定を続けた。また、実験開始時及び各実験終了時に各水槽から採水し、分析用試料とした。

#### 4.2.3 各実験の方法

供試貝を24時間馴致した後、懸濁物濃度を調整し実験を開始した。なお、DO実験の貧酸素区及び中間区の2試験区は、収容した供試貝の呼吸作用によってDOを消費させ、所定の濃度(2mg/L及び5mg/L)まで低下させたため、馴致期間は24時間以上であった。各実験の実施フローの概要を表4.3に示すとおりである。また、懸濁物の自然沈降を考慮するため、各実験と同様の条件で二枚貝を収容しない実験を比較対照区（エアレーション曝気3試験区、およびエアレーション曝気を行わない1試験区の計4試験区）として設定した（表4.2対照実験を参照）。

表 4.3 各実験実施フローの概要



### 4.3 実験結果

#### 4.3.1 実験時の実測値

##### (1) 実験実施時の実測値範囲

各実験実施時の水温および DO の最小値、最大値および平均値は、表 4.4 に示すとおりである。

表 4.4 各実験実施時の水温及び DO の最小値、最大値及び平均値

実験項目	実験条件			各実験実施時の値					
	懸濁物濃度	水温 (°C)	DO (mg/L)	水温 (°C)			DO (mg/L)		
				最小	最大	平均	最小	最大	平均
懸濁物濃度実験	低濁度	20	7<	22.4	22.9	22.7	7.4	8.2	7.9
	中濁度			22.6	22.9	22.7	7.2	8.3	7.8
	高濁度			22.2	22.6	22.4	7.4	8.5	8.0
水温実験	中濁度	5	7<	8.1	8.8	8.5	12.5	16.3	14.9
		20		22.5	22.8	22.6	7.1	8.2	7.4
		30		27.8	28.5	28.2	5.9	7.0	6.4
DO 実験	中濁度	20	2	21.7	22.6	22.1	2.0	3.1	2.7
			5	21.8	22.6	22.1	2.9	5.6	4.6
			7<	21.5	22.7	22.0	7.1	8.0	7.5

##### (2) 実験実施時の供試貝

各実験に用いた供試貝の殻長及び湿重量を表 4.5 に示す。

表 4.5 各実験に用いた供試貝の殻長および湿重量

実験項目	供試貝	懸濁物濃度	水温 (°C)	DO (mg/L)	供試貝データ			
					殻長 (mm)		湿重量 (g)	
					平均	標準偏差	平均	標準偏差
懸濁物濃度実験	ドブガイ	低濁度	20	7<	85.0	9.3	83.6	28.8
		中濁度			86.1	5.7	89.7	22.9
		高濁度			85.6	4.8	84.6	11.2
	タテボンガイ	低濁度	20	7<	61.7	4.7	28.8	7.1
		中濁度			60.4	2.1	29.0	5.0
		高濁度			59.4	3.0	25.5	3.3
水温実験	ドブガイ	中濁度	5	7<	87.7	7.0	88.3	22.4
			20		86.1	5.7	89.7	22.9
			30		83.6	7.0	86.7	26.0
	タテボンガイ	中濁度	5	7<	59.6	2.7	29.5	5.4
			20		60.4	2.1	29.0	5.0
			30		60.7	4.0	29.5	6.9
DO 実験	ドブガイ	中濁度	20	2	84.3	4.1	78.6	12.1
				5	85.1	7.2	80.5	21.0
				7<	86.1	5.7	89.7	22.9
	タテボンガイ	中濁度	20	2	58.6	2.8	24.0	2.6
				5	57.2	2.9	25.1	5.8
				7<	60.4	2.1	29.0	5.0

#### 4.3.2 簡易濁度計表示値と SS 分析値との相関

懸濁物の減少の時系列的な濃度変化は、簡易濁度計を用いて測定していることから、簡易濁度計表示値に対する人工餌料調整試験水の SS 濃度との関係を検討した。図 4.1 に示すとおり、両



者の間には極めて高い相関 ( $R^2=0.997$ ) が得られ、各実験で読み取った簡易濁度計表示値は、 $y=8.250x-1.913$  式を用いて、SS 濃度値に変換した。

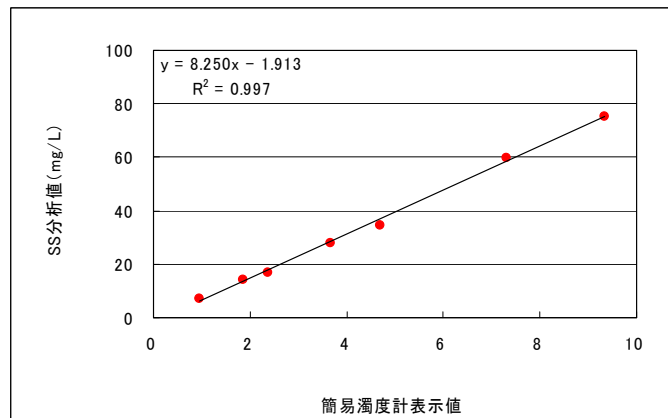
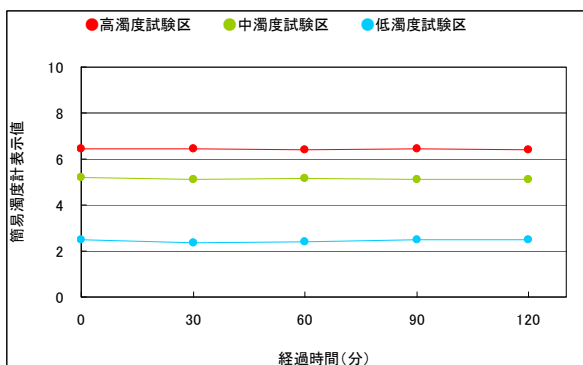


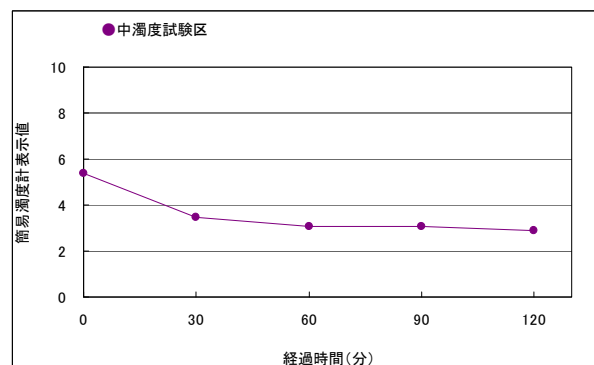
図 4.1 簡易濁度計表示値と SS 分析値との相関

### 4.3.3 対照実験

エアレーション曝気を行った試験区では高濁度、中濁度、低濁度試験区とも簡易濁度計表示値はほぼ一定の値で推移し、顕著な減少傾向が認められなかった (図 4.2(a))。一方、エアレーション曝気を行わない中濁度試験区では実験開始直後から簡易濁度計表示値は減少傾向を示したことから懸濁物の自然沈降による補正が必要と判断した (図 4.2(b))。



(a) 曝気あり



(b) 曝気なし

図 4.2 対照実験における簡易濁度計表示値及び SS の経時変化

そこで、縦軸に簡易濁度計表示値の減少量を、横軸に経過時間を取り、減少量に関する回帰式を求めたところ、減少量と回帰式で得られた計算値との間には高い相関が認められた (図 4.3)。

したがって、回帰式より求めた 30 分、60 分、90 分、120 分経過時の減少量から各時間帯における補正値を求め、エアレーション曝気を行わなかった D0 試験の 2 試験区については、補正を行った。

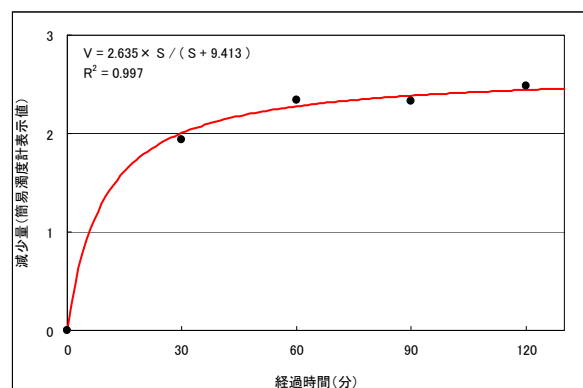


図 4.3 曝気なし (中濁度試験区) における減少量の経時変化及び回帰式

#### 4.3.4 懸濁物濃度実験

水温 20℃、曝気条件下で懸濁物濃度を变化させた時の SS 濃度变化を図 4.4、図 4.5 に示す。

貝のろ過作用により、ドブガイを用いた実験では、30 分経過後からは 3 試験区とも減少傾向を示したが、SS 濃度の低下にしたがい、ろ過効率も低下する傾向が認められ、およそ濁度 1.0 付近に収束することが確認できた。なお、タテボシガイの高濁度試験区では、実験中にほとんど低下しなかったが、翌日（実験開始から 1,320 分後）まで継続観察した結果、低濁度及び中濁度試験区とほぼ同じ懸濁物濃度まで減少することが確認され、SS 濃度はほぼ 0 まで収束していた（図 4.6）。

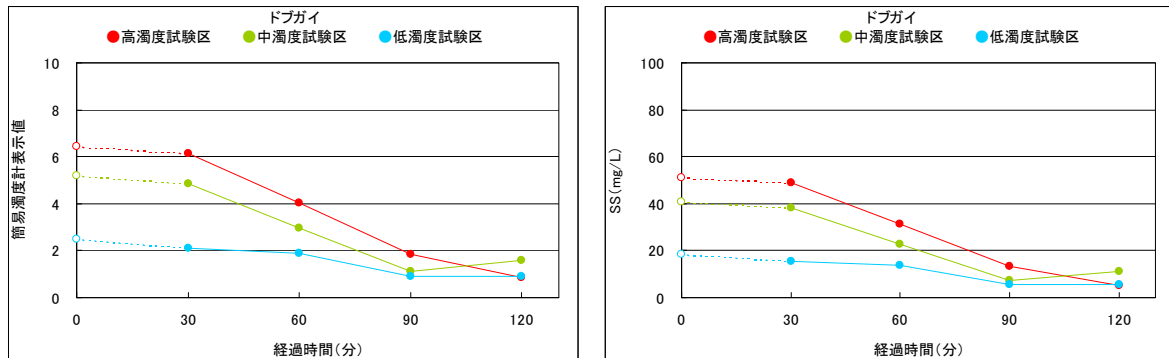


図 4.4 ドブガイ懸濁物濃度実験における簡易濁度計表示値及び SS の経時変化

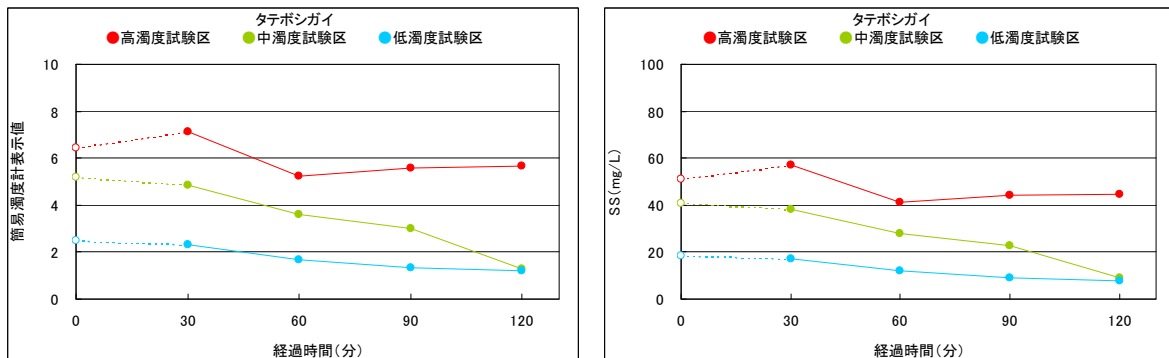


図 4.5 タテボシガイ懸濁物濃度実験における簡易濁度計表示値及び SS の経時変化

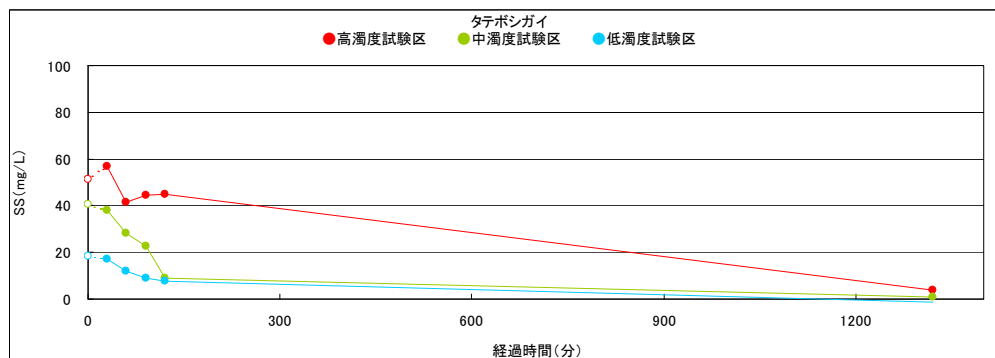


図 4.6 タテボシガイ懸濁物濃度実験における SS の経時変化

#### 4.3.5 水温実験

中濁度濃度、曝気条件下で、30℃、20℃、5℃の水温を設定し、実験を行った結果は、図 4.7、図 4.8 に示すとおりである。

ドブガイを用いた実験では、水温 20℃試験区及び水温 30℃試験区では 30 分経過後から、水温 5℃試験区では 60 分経過後から減少傾向を示した。120 分経過時点での懸濁物減少量は 30℃試験区、20℃試験区、5℃試験区の順で高かった。

タテボシガイを用いた実験では、水温 20℃試験区及び水温 30℃試験区では 30 分経過後からほぼ同じ勾配での減少傾向を示し、120 分経過時にはほぼ同じ懸濁物濃度まで低下した。一方、水温 5℃試験区ではすべての供試貝が開殻していたにもかかわらず 30 分経過以降も減少傾向を示さなかった。

一般に生物の生理活性は温度の影響を受けることが知られており、二枚貝でも限度はあるが水温が高い程、呼吸活性は高くなるという傾向が示されている。水温実験の結果から、ドブガイ、タテボシガイとも低水温時には呼吸活性が低下することによって、懸濁物の除去能力が低下する可能性が示唆された。

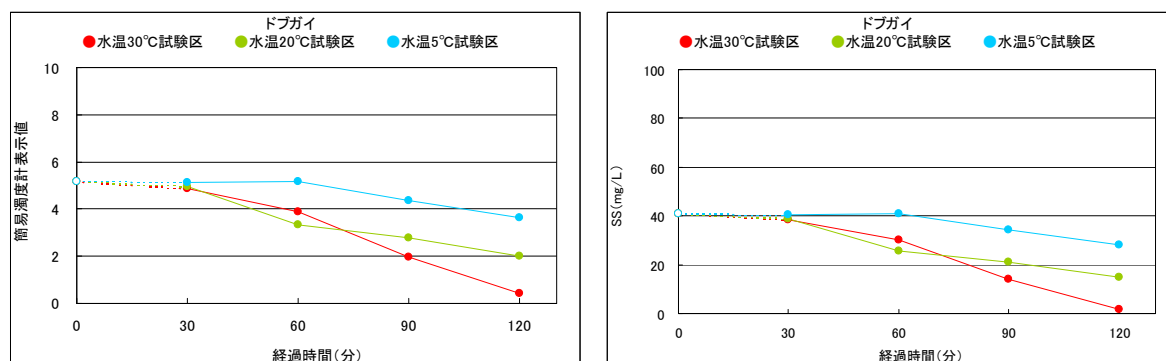


図 4.7 ドブガイ水温実験における簡易濁度計表示値及び SS の経時変化

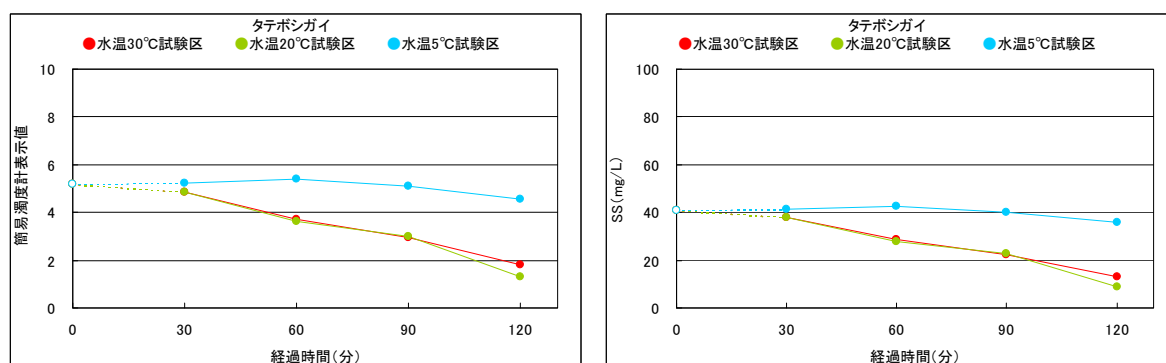


図 4.8 タテボシガイ水温実験における簡易濁度計表示値及び SS の経時変化

#### 4.3.6 DO 実験

水温 20℃、中濁度濃度の条件下において、DO 7mg/L では常時曝気条件とし、DO 5mg/L、2.0mg/L は無曝気条件で、実験を行った結果を、図 4.9、図 4.10 に示す。

ドブガイを用いた実験では実験開始 30 分経過時に DO2mg/L 試験区（貧酸素、無曝気条件）及び DO5mg/L 試験区（貧酸素と飽和の中間、無曝気条件）ですべての供試貝が開殻及び水管を出して

いたにもかかわらず、懸濁物濃度が初期投入値より上昇する傾向が確認された。両試験は供試員の呼吸消費によって DO を調整したため馴致期間が DO7mg/L 以上試験区（飽和、曝気条件）より長く、馴致期間中に供試員から排出された分泌物等が試験水中の懸濁物濃度の上昇に与えた可能性が推定された。そこで懸濁物濃度が初期投入値より低下した 60 分経過後からの減少傾向を比較したところ、3 試験区ともほぼ同じ勾配での減少傾向を示した。

タテボシガイを用いた実験でも、実験開始 30 分経過時に DO2mg/L 試験区及び DO5mg/L 試験区で懸濁物濃度が初期投入値より上昇する傾向が確認されたが、ドブガイと同様に 60 分経過後からの減少傾向を比較したところ、3 試験区ともほぼ同じ勾配での減少傾向を示した。

ヤマトシジミでは DO が 1.5mg/L まで低下すると生存に影響することが報告されているが、本結果では、120 分という短時間の貧酸素状態ではあるものの、ドブガイ、タテボシガイとも呼吸活性に大きな影響はなかったと思われる。

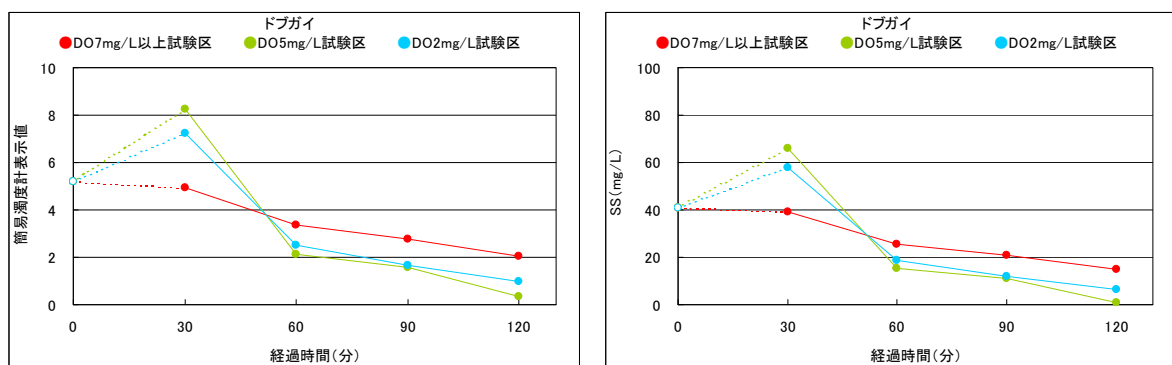


図 4.9 ドブガイ DO 実験における簡易濁度計表示値及び SS の経時変化

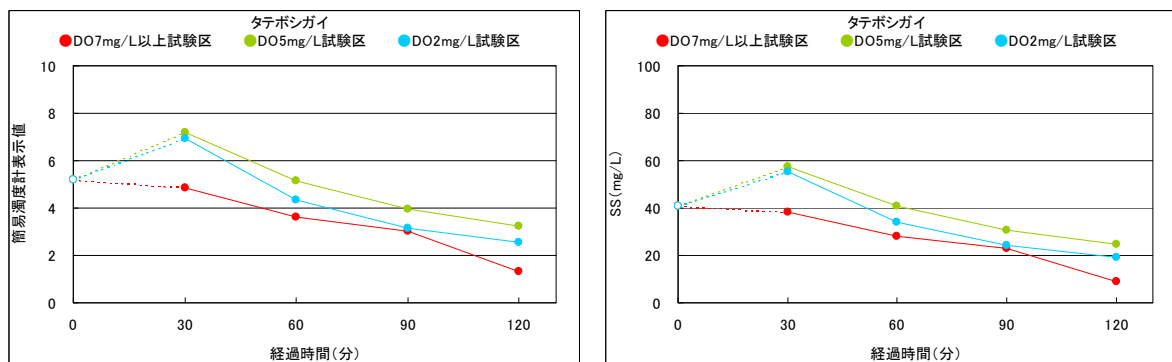


図 4.10 タテボシガイ DO 実験における簡易濁度計表示値及び SS の経時変化

#### 4.4 屋外実験条件の検討

##### 4.4.1 供試員の收容密度及び收容数

滋賀県水産試験場（1998）の報告書から、琵琶湖における自然環境下のドブガイ、タテボシガイの生息が確認された地点での生息密度を試算すると、ドブガイは 4 個体/m<sup>2</sup>、タテボシガイは 15 個体/m<sup>2</sup>であった。したがって、屋外実験水槽への收容密度はドブガイとタテボシガイの生息密度の平均である 10 個体/m<sup>2</sup>とした。よって、屋外実験は、幅 2.9m×長さ 9.0m×深さ 1.0m（最大水深 0.5m）の規模の水槽を約 1m<sup>2</sup>の 27 マスに区切ることから、供試員の收容数は收容密度 10 個体/m<sup>2</sup>に 27 マスを乗じた 270 個体とした。

#### 4.4.2 実験用水通水速度の検討

屋外実験の実験用水の循環速度を決定するために、水温実験の結果を用いて藤岡ら（2006）の式を参考にドブガイ、タテボシガイの濾過速度を算出した（表 4.6）。なお、算出には良好な減少傾向を示した 30 分経過後から 120 分経過後までの値を用いた。

$$F=V/t*(\ln(Co/Ct)-\ln(Co'/Ct'))/S$$

F：ろ過速度 (L/h)，V：測定容器の容量 (L)，t：測定時間 (h)，  
 Co：二枚貝系スタート時の濁度，Ct：二枚貝系 t 時間後の濁度，  
 Co'：コントロール系スタート時の濁度，  
 Ct'：コントロール系 t 時間後の濁度，  
 S：二枚貝現存量 (g)

表 4.6 濾過速度 (L/h・g) の算出結果

種類	項目	実験条件	F:濾過速度 (L/h・g)	V:容器容量 (L)	t:測定時間 (h)	二枚貝系の濁度(簡易濁度計表示値)		コントロール系の濁度(簡易濁度計表示値)		二枚貝湿重量 (g)
						Co:試験開始30分	Ct:試験開始120分	C'o:試験開始30分	C't:試験開始120分	
ドブガイ	水温実験	30℃	0.0184	5	1.5	4.867	0.441	5.127	5.117	433.51
		20℃	0.0077	5	1.5	4.952	2.022	5.127	5.117	386.65
		5℃	0.0026	5	1.5	5.120	3.644	5.127	5.117	441.49
タテボシガイ	水温実験	30℃	0.0220	5	1.5	4.840	1.824	5.127	5.117	147.60
		20℃	0.0301	5	1.5	4.854	1.304	5.127	5.117	145.09
		5℃	0.0030	5	1.5	5.230	4.575	5.127	5.117	147.48

水温実験結果から得られた供試貝湿重量当たりの濾過速度は、ドブガイでは 0.0026～0.0184L/h・g、タテボシガイでは 0.0030～0.0301L/h・g の範囲であった。

次に、1 個体当たりの濾過速度を求めるため、屋内実験に使用した供試貝の平均個体湿重量（ドブガイ湿重量の平均値 83.7g、タテボシガイ湿重量の平均値 27.1g；n=40）を乗じ、1 個体当たりの濾過速度を算出した（表 4.7）。また、屋外実験は 8～10 月に実施することから、葉山川の 3 年間（H15～H17 年の 8 月～10 月の平均水温 24℃であることを想定して、水温と濾過速度の関係から濾過速度を試算した。

表 4.7 濾過速度 (L/h・個体) の算出結果

項目	条件	濾過速度 (L/h・個体)	
		ドブガイ	タテボシガイ
水温実験	30℃	1.54	0.59
	20℃	0.64	0.82
	5℃	0.21	0.08

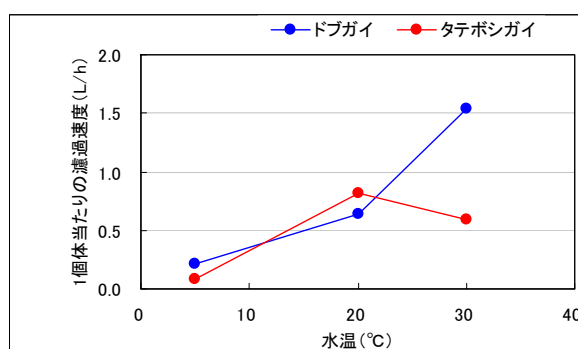


図 4.11 水温と濾過速度の関係

その結果、水温 24℃でのドブガイの濾過速度は 1.0045 L/h・個体、タテボシガイの濾過速度は 0.7266 L/h・個体が得られた。これらに屋外実験に使用する供試貝の収容数 270 個体を乗じて、1 日当たりの濾過水量を求めると、ドブガイでは 6,509 L/日、タテボシガイでは 4,708 L/日となった。しかし、屋外実験では濾過水量を同条件と仮定して通水量等を設定する必要があるため、ドブガイとタテボシガイの濾過水量の平均値 5,609 L/日を屋外実験の設定濾過水量とした。

以上の条件の設定から、屋外水槽の実験水の滞留日数は約3日【2.3日＝実験水槽容量13,050L÷濾過水量の平均5,609L/日】となり、この滞留時間を維持する通水速度は3.0L/min【3.02L/min＝13,050÷(3×24×60)】と計算された(表4.8)。

表 4.8 循環速度 (水温 24℃を想定)

項目	ドブガイ	タテボシガイ
①実験槽容量 (L)	13,050 (9.0m×2.9m×0.5m)	
②濾過速度 (L/h・個体)	1.0045	0.7266
③濾過水量 (L/日)	6,509	4,708
④屋外実験の設定濾過水量 (L/日) (ドブガイとタテボシガイの平均)	5,609	
⑤滞留日数	3	
⑥実験用水の循環速度 (L/min)	3.0	

## 5. 屋外実験

4章にて得られた基礎データをもとに、自然環境下における二枚貝浄化能力を把握するため、深池型浄化実験施設に模擬的に自然環境を再現し、二枚貝の浄化効果を検討した。

### 5.1 実験方法

実験に供試したタテボシガイ、ドブガイは、琵琶湖南湖で採集されたものを使用した。

屋外実験は、タテボシガイを収容した実験水槽A、ドブガイを収容した実験水槽B、貝類を収容しない実験水槽C(コントロール水槽)の3試験区を設定し、表5.1に示すように、流水実験および止水実験を行った。

表 5.1 屋外実験概要

項目	流水実験	止水実験
目的	3日間の滞留時間をもって実験水槽を通過し排水される水質の状態を流入した原水と比較することにより、様々な水質負荷に対する浄化効果を評価する。	止水実験は、原水の性状変動を除外し均一化した条件化で、実験水槽の水質経時変化を比較することにより、一定の水質負荷に対する浄化効果を把握し、室内実験で得られた傾向と比較、検討する。
実験期間	平成19年8月11日～9月20日	平成19年9月20日～10月26日
対象種と個体数	タテボシガイ270個、ドブガイ270個	タテボシガイ270個、ドブガイ270個
実験池の規模	幅2.9m×長さ9.0m×深さ1.0m (最大水深0.5m)	
底質	購入した川砂を曝気洗浄して使用 厚さ0.2～0.4m	購入した川砂を曝気洗浄して使用 厚さ0.2～0.4m
曝気	なし	なし
実験前の給水	20L/分で満水にし、そのまま5日間水を通水。	22L/分で満水にし、その後19L/分で3槽の濁度が一定なるまで3日間水を通水。
実験中の通水	滞留時間3日で通水	通水なし

実験期間中は、両実験とも、藻類等の発生や水温の異常上昇によって各水槽の環境条件に差異が生じないように、遮光率 90%の寒冷紗で遮光対策を施した（写真 5.1）。また、実験水槽に通水する実験用水は、水質が可能な限り一定となるように配慮した。具体的には、実験センター外周に設けられたコンクリート水路へポンプアップされた葉山川河川水を深池型実験施設取水路へ導入し、実験水槽の貯留槽（半円槽）へ一旦貯留させ、そこからポンプアップして原水ピット（1m×1m×1mの遮光アクリル水槽）へ貯水したものを原水とした。さらに、実験水槽への原水通水方法は、底面に縦断して設置した配管に 50cm 間隔で穴を開け、そこから通水することで原水が実験水槽全体に行き渡るようにした（図 5.1）。測定項目等は、表 5.2 に示すとおりである。



写真 5.1 実験水槽の全景

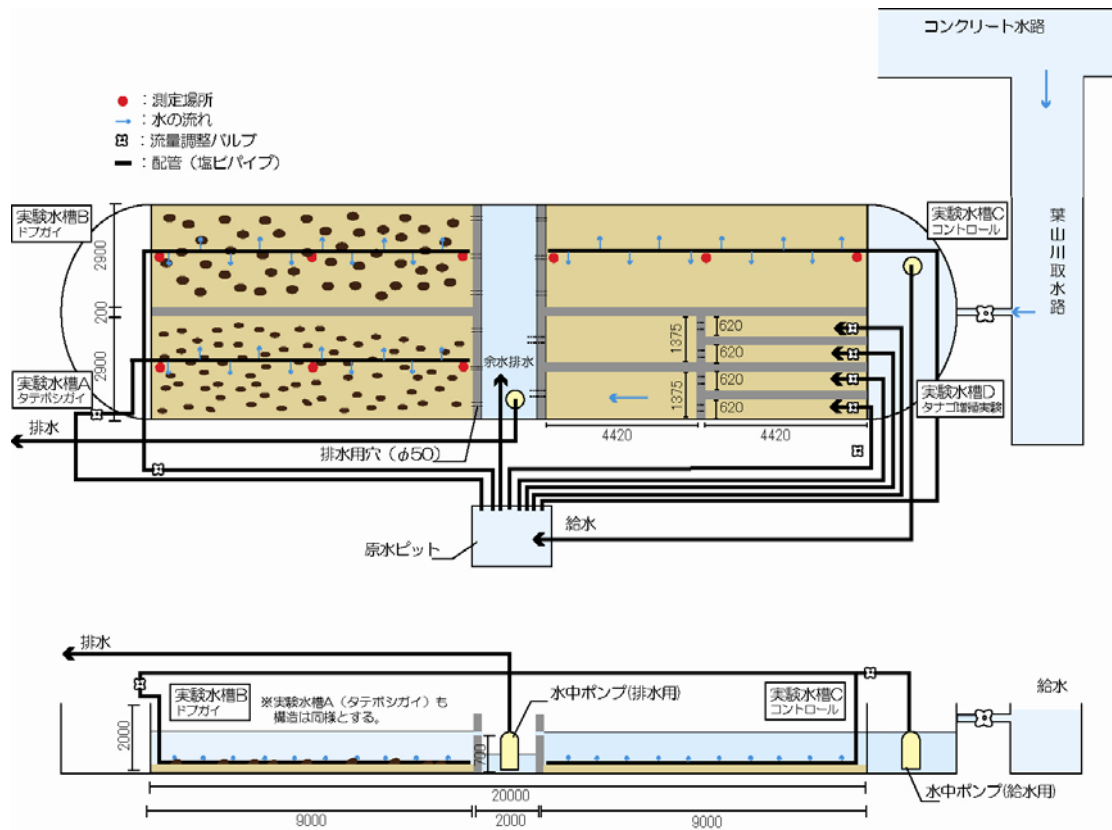


図 5.1 屋外実験水槽のイメージ

表 5.2 測定項目一覧

測定項目		測定方法	測定場所	検体数
水質	水温、pH、DO、濁度、透視度、EC	現地測定	3 槽×9 地点	3 検体/1 回
	COD、TOC、T-N、T-P、クロロフィル a、SS、藻類・植物プランクトン	採水分析	3 槽×1 地点	
底質	ORP	現地測定	3 槽×9 地点	



## 5.2 流水実験結果

### (1) 供試貝

流水実験期間中における供試貝の生存率は、タテボシガイ 89.3%、ドブガイ 95.9%であった。

供試貝の移動傾向として、タテボシガイ水槽の底砂には供試貝の移動跡がドブガイ水槽と比較すると多数残されており、タテボシガイは頻繁に移動していることが伺える。また、タテボシガイ、ドブガイともに、水流（本実験の場合は通水管からの通水）による刺激を感受して謂集する等の傾向は認められず、移動様式の一定の傾向は見出せなかった。

### (2) 現地測定結果（水温、pH、DO、濁度、透視度、EC）

現地測定結果を表 5.3 に示す。実験期間中、水温、pH、EC は 3 槽で比較しても差はほとんどみられず、また、各槽の期間中の値は、ほぼ一定であった。

DO は、5.1~7.6mg/L であり、3 区で比較するとドブガイ区が他の 2 区より低下した。

濁度は、4.0~11.5 度であった。3 区で比較すると、コントロール槽が最も高く、次いでタテボシガイ槽、ドブガイ槽の順で低い値となった。各槽の期間中の値は、全体的に初日から 1 週間は低下したが、その後ほぼ一定となった。

ORP は、各水槽で大きな変化は認められなかった。本実験施設は底層にも流水が通水するよう設計しており、実験最終日の供試貝取り上げ時に底質の硫化状態（還元状態）が認められなかったことから、槽内が好気状態であったことが示唆された。

表 5.3 現地測定結果（流水実験）

項目	測定地点	n	1日 (H19.8.28)	4日 (H19.8.31)	8日 (H19.9.4)	11日 (H19.9.7)	15日 (H19.9.11)	22日 (H19.9.18)
水温 (°C)	原水ピット	1	28.5	24.8	27.7	25.9	24.2	28.2
	タテボシガイ区(平均)	9	28.0 ± 0.00	25.7 ± 0.00	26.1 ± 0.06	26.3 ± 0.00	24.4 ± 0.03	26.5 ± 0.03
	ドブガイ区(平均)	9	27.9 ± 0.04	25.8 ± 0.00	26.2 ± 0.03	26.2 ± 0.00	24.5 ± 0.00	26.5 ± 0.00
	コントロール区(平均)	9	28.0 ± 0.00	25.7 ± 0.00	26.0 ± 0.04	26.2 ± 0.00	24.3 ± 0.00	26.5 ± 0.03
pH	原水ピット	1	7.1	7.3	7.4	7.5	7.2	7.3
	タテボシガイ区(平均)	9	7.5 ± 0.03	7.3 ± 0.00	7.4 ± 0.05	7.4 ± 0.05	7.2 ± 0.13	7.2 ± 0.03
	ドブガイ区(平均)	9	7.4 ± 0.05	7.3 ± 0.04	7.3 ± 0.03	7.4 ± 0.05	7.3 ± 0.00	7.1 ± 0.05
	コントロール区(平均)	9	7.5 ± 0.03	7.3 ± 0.03	7.4 ± 0.00	7.5 ± 0.05	7.3 ± 0.00	7.2 ± 0.03
DO (mg/L)	原水ピット	1	7.3	8.1	8.3	8.2	9.0	8.4
	タテボシガイ区(平均)	9	7.0 ± 0.10	6.1 ± 0.05	6.6 ± 0.05	7.1 ± 0.09	7.2 ± 0.08	7.0 ± 0.07
	ドブガイ区(平均)	9	6.4 ± 0.07	5.2 ± 0.06	5.9 ± 0.09	6.2 ± 0.07	6.2 ± 0.08	6.3 ± 0.09
	コントロール区(平均)	9	6.9 ± 0.13	6.3 ± 0.09	7.5 ± 0.07	7.5 ± 0.07	7.4 ± 0.05	7.2 ± 0.05
濁度 (度)	原水ピット	1	13.0	16.3	10.3	10.8	11.8	8.5
	タテボシガイ区(平均)	9	10.2 ± 0.29	6.5 ± 0.26	4.3 ± 0.07	4.9 ± 0.08	5.1 ± 0.16	7.1 ± 0.06
	ドブガイ区(平均)	9	8.5 ± 0.22	5.8 ± 0.17	5.0 ± 0.10	4.1 ± 0.08	4.1 ± 0.05	5.7 ± 0.04
	コントロール区(平均)	9	11.2 ± 0.26	8.1 ± 0.16	5.6 ± 0.11	5.7 ± 0.08	5.6 ± 0.08	8.7 ± 0.19
EC (mS/m)	原水ピット	1	27.3	24.3	25.8	31.7	25.8	23.7
	タテボシガイ区(平均)	9	25.6 ± 0.05	21.3 ± 0.07	22.7 ± 0.04	26.7 ± 0.05	22.6 ± 0.04	22.1 ± 0.24
	ドブガイ区(平均)	9	25.5 ± 0.00	22.0 ± 0.00	23.9 ± 0.07	27.6 ± 0.04	23.4 ± 0.05	21.6 ± 0.04
	コントロール区(平均)	9	25.7 ± 0.03	21.1 ± 0.30	23.2 ± 0.05	27.1 ± 0.05	22.7 ± 0.05	21.4 ± 0.07
ORP (mV)	原水ピット	1	-	-	-	-	-	-
	タテボシガイ区(平均)	9	254 ± 13.3	243 ± 22.9	276 ± 38.7	234 ± 35.0	236 ± 33.2	275 ± 36.9
	ドブガイ区(平均)	9	259 ± 20.2	244 ± 19.3	221 ± 37.3	230 ± 24.2	214 ± 18.3	282 ± 11.1
	コントロール区(平均)	9	234 ± 17.0	249 ± 27.4	269 ± 30.4	235 ± 38.7	261 ± 11.8	304 ± 23.5



### (3) 水質分析結果 (COD、TOC、T-N、T-P、クロロフィル a、SS)

水質分析結果は、図 5.2 に示すとおりである。

SS およびクロロフィル a は、コントロール区に比べてタテボシガイ区、ドブガイ区で減少する傾向がみられ、水質測定結果でも濁度については同様の結果が得られていることから、懸濁物は二枚貝によって除去された可能性が高いと考えられた。

COD、TOC は、3 区で各回ともほぼ差は認められず、一定の値で推移していた。SS と COD との相関はみられないことから、SS の主成分は植物プランクトン以外の懸濁性物質である可能性が考えられた。

T-N は、時系列的な変化でみると、上昇傾向を示し、また、コントロール区よりドブガイ区、タテボシガイ区で若干上昇傾向が大きかったことから、二枚貝からの排泄物由来による値の上昇の可能性が考えられた。

T-P は、各回とも大きな変動はみられず、ほぼ一定の値で推移していることから、溶存態として存在していた可能性が考えられた。

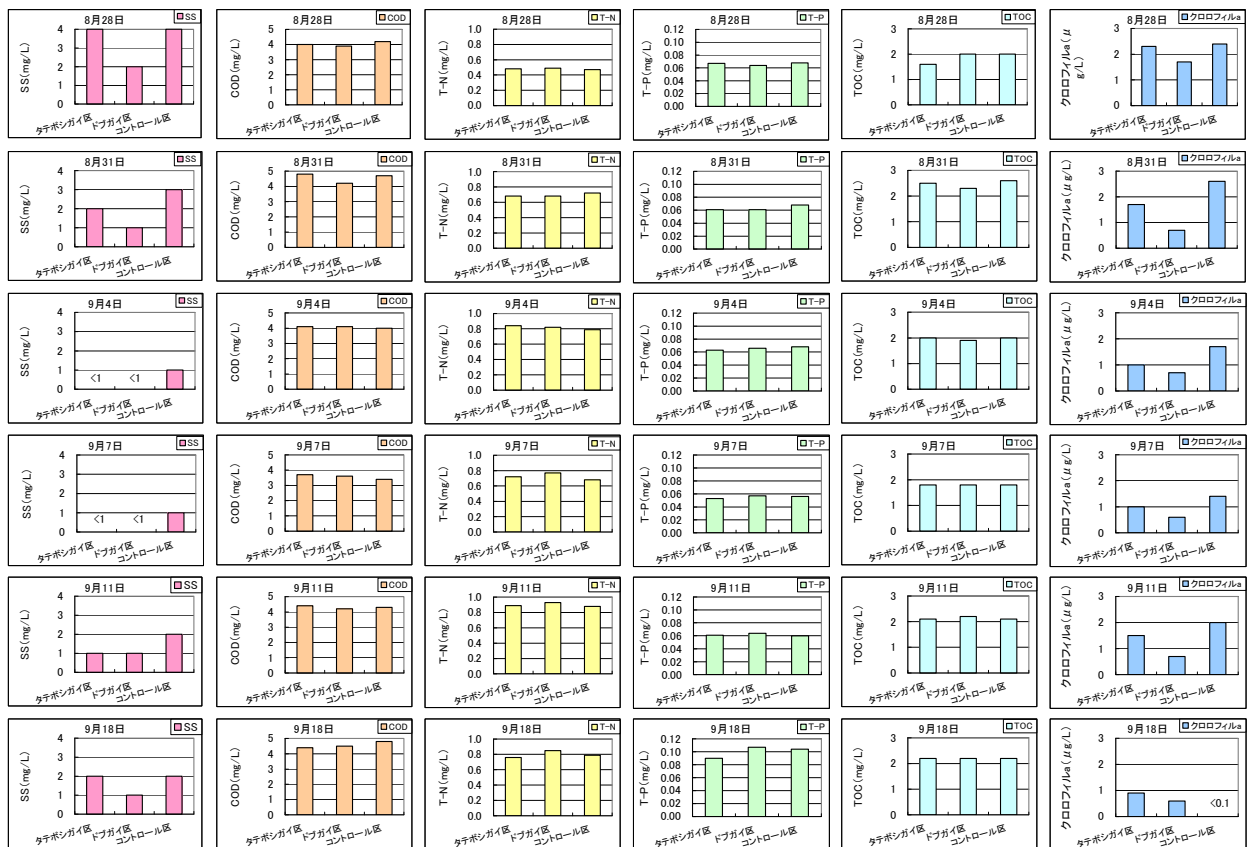


図 5.2 水質分析結果 (流水実験)

植物プランクトンは、ドブガイ区における細胞数の変化がコントロール区と類似した傾向で全般に低い水準でした。タテボシガイ区の植物プランクトン細胞数も、同様の傾向を示し、コントロール区とドブガイ区の間中間的な値で推移した。優占種組成は、コントロール区、タテボシガイ区、ドブガイ区とも、各調査回で類似しており、試験区による出現種の独自性はほとんど認められなかった。調査開始時は、単細胞性の珪藻類が卓越し、藍藻類、緑藻類は少なかったが、3日、7日は群体性の藍藻類がやや増加したが、以降再び珪藻類が卓越した。

### 5.3 止水実験結果

#### (1) 供試貝

止水実験期間中における供試貝の生存率は、タテボシガイ 93.7%、ドブガイ 96.7%であった。

移動状況では、供試貝ごとに比較すると、流水実験と同じくタテボシガイ区の底砂には供試貝の移動跡がドブガイ区と比較すると多数残されており、タテボシガイは頻繁に移動することが示唆された。

#### (2) 現地測定結果（水温、pH、DO、濁度、透視度、EC）

現地測定結果を表 5.4 に示す。実験期間中、水温、pH、EC は 3 槽で比較しても差はほとんどみられず、また、各槽の期間中の値は、ほぼ一定であった。

DO は、3 区の平均値を比較すると、各回を通じてコントロール区がやや高く 8.0mg/L~10.9mg/L であったが、3 区の差はほとんど見られなかった。7 日、14 日にやや上昇が認められたが、これは水温の低下に伴うものと考えられた。

濁度は、実験開始 1 日ではドブガイ区の低下が他の 2 区に比べて大きかったが、3 日以降は各区ともほぼ差は認められなかった。また、7 日にドブガイ区がコントロール区より高い値を示したが、これは植物プランクトンの分析結果から植物プランクトンの優占種組成が変化したことによる影響を受けた可能性が考えられた。また、3 日以降の低下は、コントロール区でもドブガイ区、タテボシガイ区と同様に濁度の低下がみられ、止水条件であることから、沈降による影響も大きいと考えられた。

ORP は、各区とも大きな変動はみられず、ほぼ一定の値で推移した。今回の実験は、止水条件であったものの、実験期間が長くなかったこともあり、底質に還元層が認められなかったことから、硫化物の発生等による供試貝への悪影響はなかったものと考えられた。

表 5.4 現地測定結果（止水実験）

項目	測定地点	n	0日 (H19.10.10)	1日 (H19.10.11)	3日 (H19.10.13)	7日 (H19.10.17)	14日 (H19.10.24)
水温 (°C)	タテボシガイ区(平均)	9	20.5 ± 0.05	19.8 ± 0.03	19.2 ± 0.03	17.9 ± 0.05	16.1 ± 0.05
	ドブガイ区(平均)	9	20.2 ± 0.04	19.8 ± 0.03	19.0 ± 0.05	17.5 ± 0.05	15.7 ± 0.03
	コントロール区(平均)	9	20.3 ± 0.03	19.7 ± 0.00	18.8 ± 0.05	17.5 ± 0.03	15.6 ± 0.05
pH	タテボシガイ区(平均)	9	7.6 ± 0.00	7.6 ± 0.14	7.7 ± 0.05	8.0 ± 0.17	8.2 ± 0.07
	ドブガイ区(平均)	9	7.6 ± 0.00	7.6 ± 0.04	7.7 ± 0.05	8.1 ± 0.05	8.2 ± 0.05
	コントロール区(平均)	9	7.6 ± 0.00	7.7 ± 0.00	7.7 ± 0.00	8.1 ± 0.00	8.4 ± 0.04
DO (mg/L)	タテボシガイ区(平均)	9	7.8 ± 0.06	7.9 ± 0.04	8.3 ± 0.16	9.1 ± 0.15	10.0 ± 0.13
	ドブガイ区(平均)	9	7.8 ± 0.05	7.6 ± 0.05	8.0 ± 0.09	9.1 ± 0.12	9.8 ± 0.15
	コントロール区(平均)	9	8.0 ± 0.05	8.0 ± 0.04	8.4 ± 0.05	9.5 ± 0.10	10.9 ± 0.10
濁度 (度)	タテボシガイ区(平均)	9	7.9 ± 0.08	5.2 ± 0.08	2.4 ± 0.03	1.1 ± 0.08	0.6 ± 0.05
	ドブガイ区(平均)	9	7.4 ± 0.07	3.4 ± 0.08	2.1 ± 0.06	1.7 ± 0.05	0.9 ± 0.11
	コントロール区(平均)	9	7.6 ± 0.05	5.5 ± 0.05	3.0 ± 0.04	1.1 ± 0.04	1.0 ± 0.03
EC (mS/m)	タテボシガイ区(平均)	9	22.5 ± 0.05	22.9 ± 0.26	23.4 ± 0.07	23.8 ± 0.13	21.9 ± 0.05
	ドブガイ区(平均)	9	22.7 ± 0.05	23.2 ± 0.05	24.0 ± 0.03	24.9 ± 0.12	22.9 ± 0.22
	コントロール区(平均)	9	22.1 ± 0.04	22.4 ± 0.00	23.0 ± 0.04	23.2 ± 0.05	20.9 ± 0.06
ORP (mV)	タテボシガイ区(平均)	9	277.6 ± 30.14	273.7 ± 17.38	284.7 ± 26.86	251.5 ± 20.15	252.3 ± 36.82
	ドブガイ区(平均)	9	276.4 ± 28.29	277.4 ± 16.33	273.7 ± 16.69	240.6 ± 27.53	245.1 ± 31.23
	コントロール区(平均)	9	301.7 ± 6.20	289.7 ± 11.66	298.7 ± 16.12	270.0 ± 16.78	265.4 ± 20.18

### (3) 水質分析結果 (COD、TOC、T-N、T-P、クロロフィル a、SS)

水質分析結果は、図 5.3 に示すとおりである。

SS は、3 区で各回とも大きな差は認められず、1 日目には 3 区とも 1.0mg/L 以下まで減少し、その後はほぼ一定の値で推移した。止水実験は実験用水を通水していない閉鎖系の実験であることから、沈降の影響が大きいと考えられた。

COD、TOC は、3 区で大きな差はなく、ほぼ一定の値で推移した。TOC は 14 日にタテボシガイ区で若干の上昇傾向が確認され、排泄物等の代謝排出物が原因のひとつであると考えられた。

T-N、T-P は、各回とも 3 区に大きな差は認められず、時間経過とともに減少する傾向が確認された。

クロロフィル a は、コントロール区に比較し、タテボシガイ区、ドブガイ区で若干減少がみられた。時系列的な変化でみると、3 日にはタテボシガイ区、ドブガイ区で 1.1 μg/L 以下まで減少したが、14 日には逆に上昇が確認された。クロロフィル a は主に原水に含まれる植物プランクトンが起源であることから、懸濁物である植物プランクトンが、二枚貝によって除去された可能性が考えられた。また、14 日の上昇については、本実験は閉鎖系であり外部からの供給がないことから、植物プランクトンの影響が示唆された。

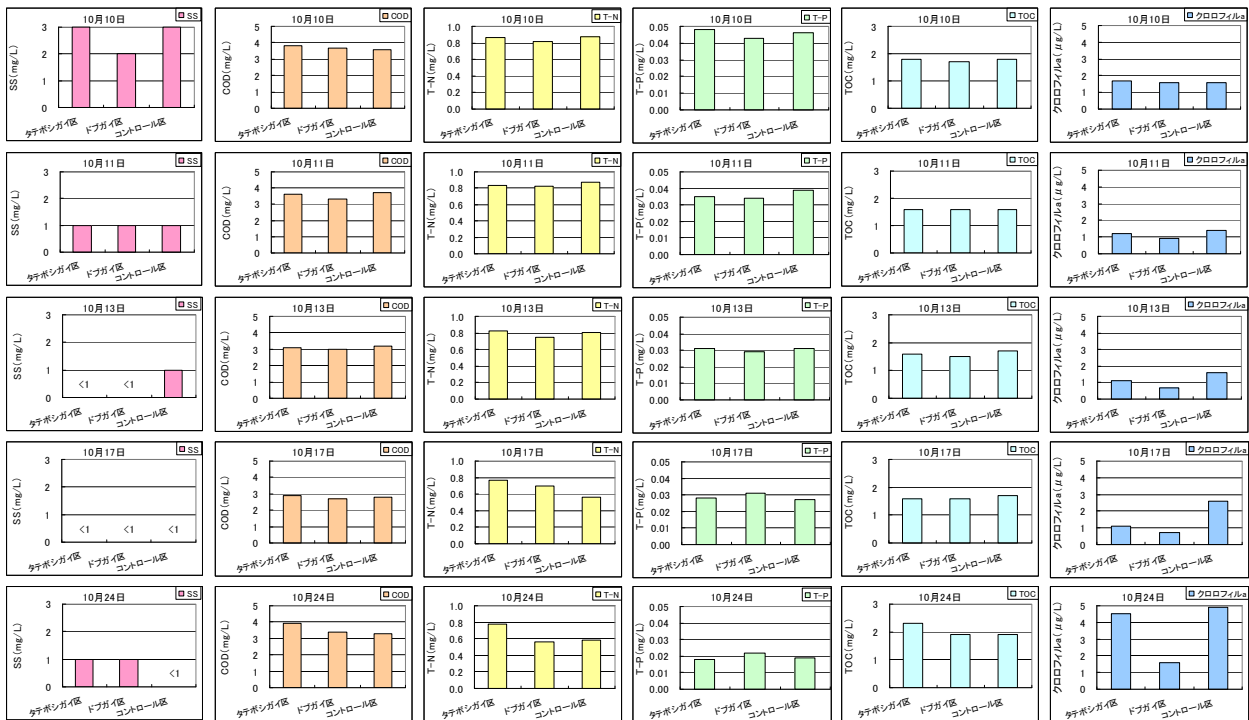


図 5.3 止水実験の水質分析項目の経日変化

植物プランクトンは、期間中 7 綱 11 目 25 科 56 種が確認された。タテボシガイ区、ドブガイ区ともにコントロール区より低い水準で同じ変動を示した。細胞数及び沈殿量の変化は、流水試験とほぼ同様の傾向がみられた。優占種組成は、コントロール区、タテボシガイ区、ドブガイ区とも、各調査回で類似しており、試験区による出現種の独自性はほとんど認められなかった。調査開始時は、単細胞性の珪藻類が卓越し、藍藻類、緑藻類は少なかったが、7 日から 14 日にかけては不明鞭毛藻類が増殖し、14 日には各試験区とも 50% を越えており、これらがクロロフィル a の上昇要因となったと考えられた。

## 6. 考察

### 6.1 二枚貝の水質浄化効果

常に一定の流量 (3.0L/min) の実験用水を通水した流水実験では、SS 及びクロロフィル a については浄化効果が認められたが、T-N、T-P および TOC はほとんど浄化効果が認められなかった。

二枚貝は呼吸運動により環境水を鰓に導き、環境水中に含まれる懸濁物を鰓の表面繊毛でトラップして捕食するというろ過性動物である。そのため懸濁物そのものである SS やプランクトンが主体で SS と同様に有機態懸濁物のクロロフィル a については、ろ過性という特徴から効率的に除去されたものと考えられた。しかし、T-N、T-P および TOC は二枚貝がろ過、捕食できない溶存態として存在していると考えられた。

一方、初期濃度を 3 区とも同一となるように調整した後、新たに実験用水を通水していない閉鎖系での止水実験では、クロロフィル a は経時的に減少し浄化効果が認められたが、COD、T-N、T-P および TOC については、実験開始 3 日まではわずかながら減少し浄化効果が確認されたものの 7 日以降は増加することが確認された。松村ら (1995) の炭素の安定同位体  $^{13}\text{C}$  をマーカーとしたアコヤガイの炭素代謝の研究報告によると、餌料となる植物プランクトンに同化されて有機炭素となった  $^{13}\text{C}$  は、速やかに軟体部に取り込まれ、約 6 時間のターンオーバータイムをもって体外に排出される。また、村沢ら (2002) は、ヤマトシジミの食性による COD 形態の変化研究で、ヤマトシジミは懸濁態 COD である植物プランクトンを取り込み溶存態 COD として排出することを報告している。これらのことから、供試貝が 3 日までに槽内のプランクトン (主に植物プランクトン) の大部分を消費、以降は代謝活動による排泄物として試験水中に放散、蓄積したことが、止水実験の 7 日以降の COD、T-N、T-P および TOC 濃度を増加させた理由と考えられた。なお、クロロフィル a については 7 日以降、体内にクロロフィルを持つと思われる繊毛虫が水槽内で増殖したことから、経時的な変化を示したと考えられた。

今回の実験結果から、SS 及びクロロフィル a 等、有機態の懸濁物については、ろ過性である二枚貝によって浄化効果が期待できるが、溶存態の物質については除去効果が期待できないと考えられる。

### 6.2 単位重量あたりの SS およびクロロフィル a 除去量

前項で浄化効果が確認された SS 及びクロロフィル a について、実験開始後 3 日までの実験結果を用いて二枚貝の単位重量あたりの除去量を算出した。

計算にあたっては、水質分析で得られた SS が定量下限値以下 ( $<1.0$ ) であったため、現地での水質測定で得られた濁度を SS に換算して用いた (現地での簡易濁度計による測定値と SS の分析値の間には高い相関が得られている)。なお、使用したタテボシガイとドブガイの総湿重量比は、流水実験、止水実験いずれも 1:4 であった。

表 6.1、表 6.2 に示すように、実験開始後 3 日間までの濃度結果から求めた SS 除去量は、流水実験ではタテボシガイがドブガイに比べて 3.45 倍高く、止水実験ではタテボシガイがドブガイに比べて 3.95 倍高い結果となった。また、クロロフィル a 除去量は、流水実験では、タテボシガイがドブガイに比べて 1.64 倍高く、止水実験ではタテボシガイがドブガイに比べて 2.32 倍高い結果と算出できた。

表 6.1 SS 除去量の算出結果

実験項目		SS除去量					タテボシガイ/ドブガイ
		(mg/L)	(mg/日)	(mg/日・m <sup>2</sup> )	(mg/日・個体)	(mg/日・g(湿重量))	
流水実験	タテボシガイ	2.7	11611.1	444.9	43.0	2.10	3.45
	ドブガイ	3.1	13431.4	514.6	49.7	0.61	
止水実験	タテボシガイ	2.9	12516.7	479.6	46.4	2.33	3.95
	ドブガイ	3.0	13243.5	507.4	49.0	0.59	

※ SS 除去量は、実験開始後 3 日間までの SS 濃度の減少量に 3 日間の流量（流水実験：3.0L/min×60min×72h、止水実験：9.0m×2.9m×0.5m×10<sup>3</sup>）を乗じた数値を 3 日で除して、1 日あたりの SS 除去量とした。

表 6.2 クロロフィル a 除去量の算出結果

実験項目		クロロフィルa除去量					タテボシガイ/ドブガイ
		(μg/L)	(μg/日)	(μg/日・m <sup>2</sup> )	(μg/日・個体)	(μg/日・g(湿重量))	
流水実験	タテボシガイ	0.7	3024.0	115.9	11.2	0.55	1.64
	ドブガイ	1.7	7344.0	281.4	27.2	0.33	
止水実験	タテボシガイ	0.5	2175.0	83.3	8.1	0.40	2.32
	ドブガイ	0.9	3915.0	150.0	14.5	0.17	

※ クロロフィル a 除去量は、実験開始後 3 日間までのクロロフィル a 濃度の減少量に 3 日間の流量（流水実験：3.0L/min×60min×72h、止水実験：9.0m×2.9m×0.5m×10<sup>3</sup>）を乗じた数値を 3 日で除して、1 日あたりのクロロフィル a 除去量とした。

## 7. まとめ

濾過食性という特徴をもつ二枚貝は、懸濁物そのものである SS および有機態懸濁物であるクロロフィル a については浄化効果が確認できた。一方、溶存態として存在していると考えられた T-N、T-P 及び TOC についてはほとんど浄化効果が認められなかった。

今回の実験結果から、SS 及びクロロフィル a 等、有機態の懸濁物についてはろ過食性である二枚貝によって浄化効果が期待できるが、溶存態の物質については除去効果が期待できないものと考えられた。なお、有機態の懸濁物が二枚貝によって、消化・吸収され、無機物として排泄された場合、リン、窒素については植物が利用できる栄養塩類となるため、二次的な意味では浄化効果が期待できると考えられる。このような琵琶湖水質および水環境中での二枚貝の寄与を考えると、二枚貝類が増加するための琵琶湖水陸移行帯の創出や生物生息空間の保全が重要であると思われる。

## 8. 参考文献

- 菅谷芳雄, 畠山成久 (1999) 農薬汚染河川水中での淡水産二枚貝ドブガイ (*Anodonta woodiana japonica*) の生長速度の季節変動. 鳥取県衛生環境研究所
- 近藤高貴 (1992) イシガイとトンガリササノハガイの個体群密度と成長. 貝類学雑誌 Vol. 51, No. 3:219-224
- 藤倉克則, 瀬川進, 奥谷喬司 (1988) イシガイ *Unio douglasiae* の酸素消費速度及びアンモニア態窒素排泄速度. 貝類学雑誌 Vol. 47, No. 3:207-211
- 福原修一, 長田芳和, 山口啓子, 藤田直樹 (1995) 溜池におけるドブガイの個体間距離及びその決定要因の推定. 貝類学雑誌 Vol. 54, No. 4
- 渡辺正弘, 栗野建, 小山孝昭, 佐々木久雄, 大庭和彦 (2003) 伊豆沼の水生植物と内沼のカラス貝分布調査 (水質浄化に関連して). 宮城県保健環境センター年報 第 22 号
- 前田伊佐武, 相崎守弘 (2000) 汽水湖水を連続供給した屋外水槽でのヤマトシジミの水質浄化能に関する研究. 水環境学会誌 23 巻 11 号:716-720. 日本水環境学会
- 藤岡克己, 戸田一則 (2006) 人工湿地におけるヤマトシジミ濾過速度の季節変化. 水環境学会誌 29(6):319-326. 日本水環境学会
- 大谷修司, 辻井要介, 江原亮, 草田和美, 板倉俊一, 山口啓子, 品川明, 秦明德, 中村幹雄 (2004) 神西

湖人工池におけるヤマトシジミの摂餌，排出と消化過程．汽水域研究 No. 11, 島根大学汽水域研究センター

- 9) 村沢明美, 大嶋和雄 (2002) ヤマトシジミによる涸沼の水質変化 (その 2. ヤマトシジミの食性による COD 形態の変化) . 茨城大学地域総合研究所所報 No. 35, 茨城大学地域総合研究所
- 10) 中村由行, Fatos Eerciku, 井上徹教, 二家本晃造 (1998) 汽水湖沼におけるヤマトシジミの水質浄化に関するボックスモデル解析. 用水と廃水第 40 巻 12 号, 株式会社産業用水調査会
- 11) 相崎守弘, 福地美和 (1998) ヤマトシジミを用いた汽水性汚濁水域の浄化. 用水と廃水第 40 巻 10 号, 株式会社産業用水調査会
- 12) 東怜 (1965) セタシジミのろ過水量, 摂餌量および消化率について. 滋賀大学学芸学部紀要第 15 号, 滋賀大学学芸学部
- 13) 井芹寧, 森雅佳, 松岡陽子 (2002) 閉鎖性水域における異常発生藻類の制御技術. 資源環境対策
- 14) 私立清風高校生物部. 木村信一郎, 河野丈斗志 (2003) 保護池における水質の変化に伴う珪藻量の変化とそれに同調するドブガイの成長速度. 第 5 回日本水大賞
- 15) 滋賀県水産試験場 (1972) 昭和 44 年度琵琶湖沿岸帯調査報告書. 滋賀県水産試験場
- 16) 滋賀県水産試験場 (1998) 平成 7 年度琵琶湖沿岸帯調査報告書. 滋賀県水産試験場
- 17) 井戸本純一 (2001) 琵琶湖沿岸帯調査にみる貝類相の変化. 滋賀県立琵琶湖博物館
- 18) 高橋誓, 山中治, 井戸本純一, 井出充彦, 吉岡剛 (1999) 「琵琶湖沿岸帯調査報告書」による昭和 44 年と平成 7 年の琵琶湖沿岸帯の比較. 琵琶湖研究所所報第 16 号
- 19) 松村淳 他 (1995) 貝類による炭酸ガス固定に関する基礎研究 (1992~1994). 関西電力総合技術研究資料

---

## 実験担当者

国土交通省琵琶湖河川事務所	河川環境課課長	藤井 節生
国土交通省琵琶湖河川事務所	河川環境課係長	國松 史裕
財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構	研究所次長	久納 誠
財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構	実験センター所長	武田 篤
財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構	主任研究員	和田 桂子

## 4. 実験センターにおける外来魚音実験

### 1. はじめに

近年琵琶湖とその周辺を取りまく環境は、大きく変化し琵琶湖の水質はもとより、琵琶湖から田んぼまでの間を生活史として利用してきたコイ科魚類などの多くの生き物の生息・生育環境は悪化している。昔ふつうに見られた「うおじま<sup>1</sup>」や琵琶湖固有種であるニゴロブナ、ゲンゴロウブナやホンモロコの魚影、コイ科魚類のたんぼでの産卵風景は現在ほとんど見られない状況にある。こうした昔ふつうに見られた風景を守り育てるための効果的な整備を含めた対策を早急に行うことが重要となっている。そこで、この課題を解決するためには、琵琶湖から田んぼまでの広域な区間で、様々な機関が連携し、対策を推進する必要があるが、湖岸域や田んぼとつながる河川、水路等での外来魚対策も重要な課題となる。琵琶湖沿岸域においてコイ科魚類が減少しているとされているが、その要因の一部として、ブルーギル、オオクチバス等の侵略的外来魚（以下、外来魚とする）の増加によるコイ科魚類等の産卵・生育への影響が指摘されている。

侵略的外来魚駆除技術実験は、このような現状をふまえて、実験センターにおいて実験を行い、湖岸域や琵琶湖とつながる田んぼにおける外来魚駆除技術を確立するための基礎資料を得ることを目的とした。

### 2. 検討内容

検討フローを図 2-1 に示す。

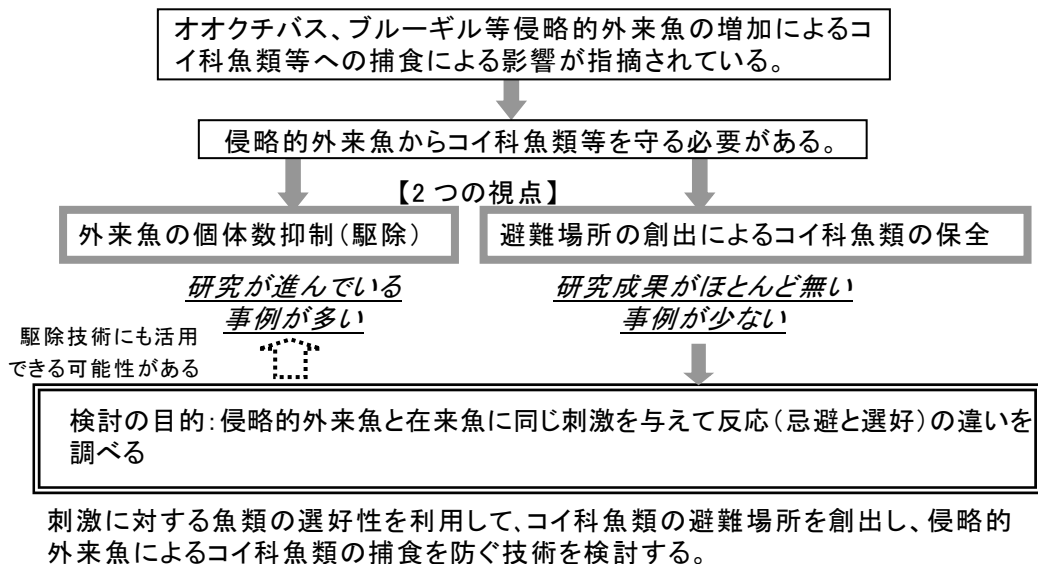


図 2-1 検討フロー

<sup>1</sup> 「うおじま」とは、たくさんの魚たちが産卵のために湖岸へと押し寄せ、まるで島のように見えた様子を言う。

検討内容を以下に示す。

① 実験対象魚の種類

侵略的外来魚として「ブルーギル」と「オオクチバス」在来のコイ科魚類の代表として「ギンブナ」を選定した。

② 刺激の種類

魚に与える刺激は、既存文献などの知見から「堰による流速変化」、既存の文献や汎用性・刺激の強さから、「音」と「光」を選定した。

魚に与える刺激	堰による流速変化	音	光
選定理由	堰を設置し流速を変化させることにより外来魚の遡上抑制の可能性がある	海洋牧場などで実績がある音の刺激で外来魚と在来魚の集魚・忌避の可能性はある	集魚灯による漁業で実績のある光の刺激で外来魚と在来魚の集魚・忌避の可能性はある

③ 実験スケジュール

	平成 17 年度	平成 18 年度	平成 19 年度
実験の種類	【非活性期の実験】	【活性期の実験】	
堰実験	効果あり	効果あり	----->
<b>音実験</b>	一部効果あり	一部効果あり	<b>効果の確認</b> →
光実験	効果なし →		

3. 音実験（音種別忌避選好実験）

3.1 実験概要

3.1.1 実験目的

侵略的外来魚の隔離方法に関する基礎資料を得ることを目的として、オオクチバス、ブルーギル、ギンブナを対象に、各種の音に対する外来魚の選好・忌避反応を実験的に検証した（図 3-1）。

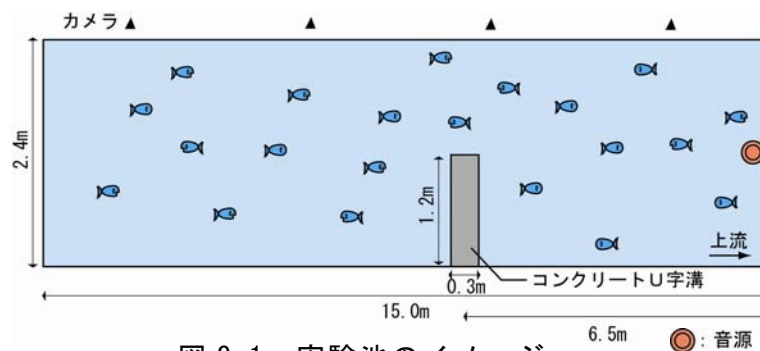


図 3-1 実験池のイメージ



### 3.1.2 実験経緯

平成 17 年度～18 年度の音実験の結果から、実験環境の設定に課題が残されたため、平成 19 年度は実験環境を改善（予備実験を含む）した上で、補足的な実験を実施した（図 3-2）。

なお、平成 17 年度～18 年度の実験環境では、周りや上部に暗幕等は設置せず、白い底面の実験池で実験を実施した（写真 3-1）。その結果、通常的环境での行動とは異なり、実験対象魚が常に回遊するような行動が頻繁に確認され、音による反応かどうかを評価することが困難であった。



写真 3-1 以前の実験環境

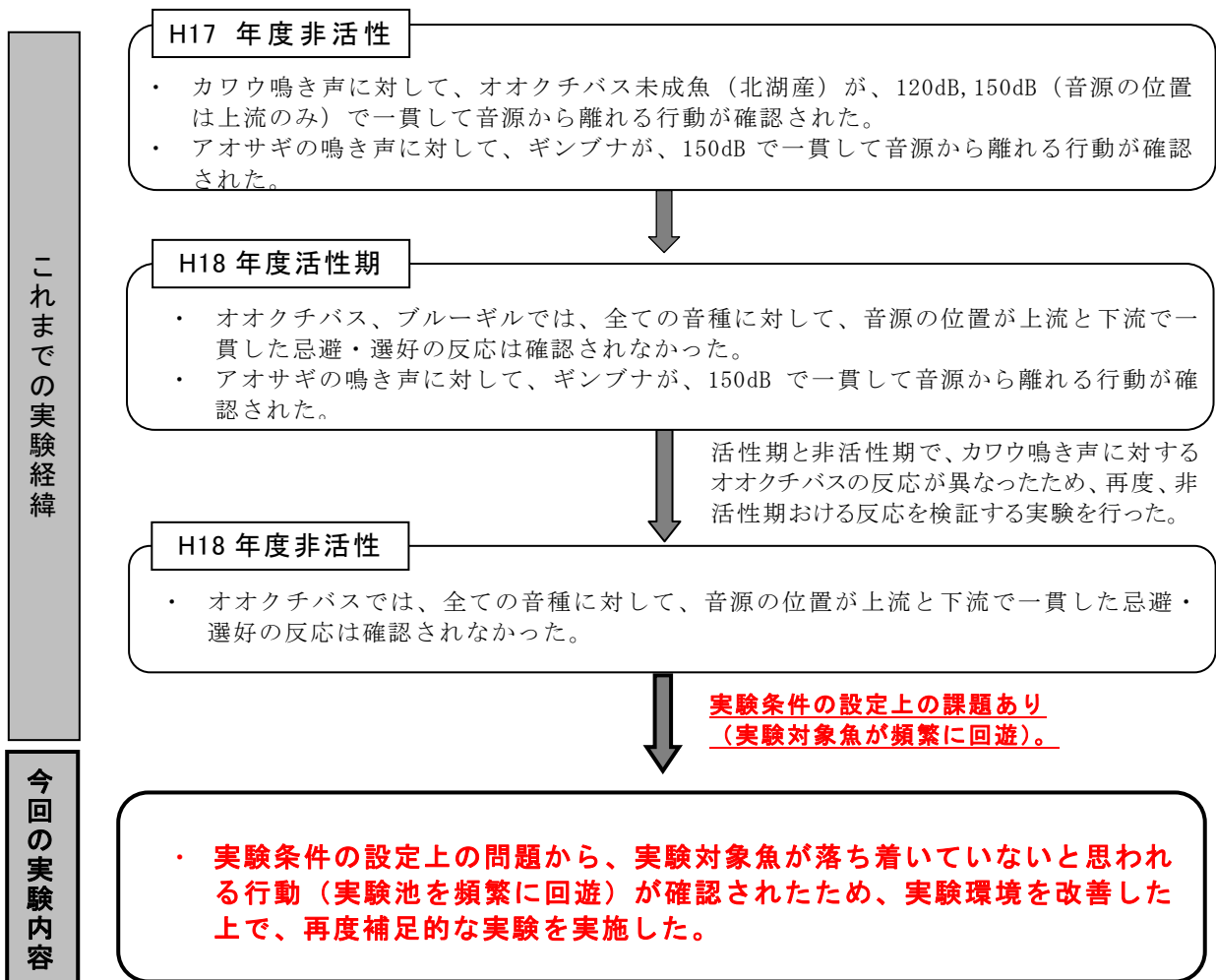


図 3-2 音実験の経緯

### 3.2 予備実験（実験環境の改善）

#### 3.2.1 予備実験方法の概要

魚が落ち着く環境（魚が回遊せず一定の場所に定位する状態）を作り出すため、平成17年度～18年度の実験環境に対して、暗幕の設置や底面等の環境（底面色、遮蔽物等）の選定によって実験環境を改善した上で、その効果を検証するために本環境での実験対象種（オオクチバス成魚、ブルーギル成魚、ギンブナ成魚）の行動を確認する予備実験を実施した。

まず、最初に実験を行うギンブナ成魚を予備実験の対象種として、魚が落ち着く環境を検証した。その後、ギンブナ成魚（在来魚）で効果があった実験環境を基に、他の実験対象種である外来魚（オオクチバス成魚、ブルーギル成魚）でも同様に予備実験を行った。なお、予備実験で用いた個体は、本実験で用いる個体（表3-3-1）と同条件（採取場所、体サイズ）の個体を用いた。

#### 3.2.2 予備実験の実施フロー

予備実験の実施フローを図3-3に示す。

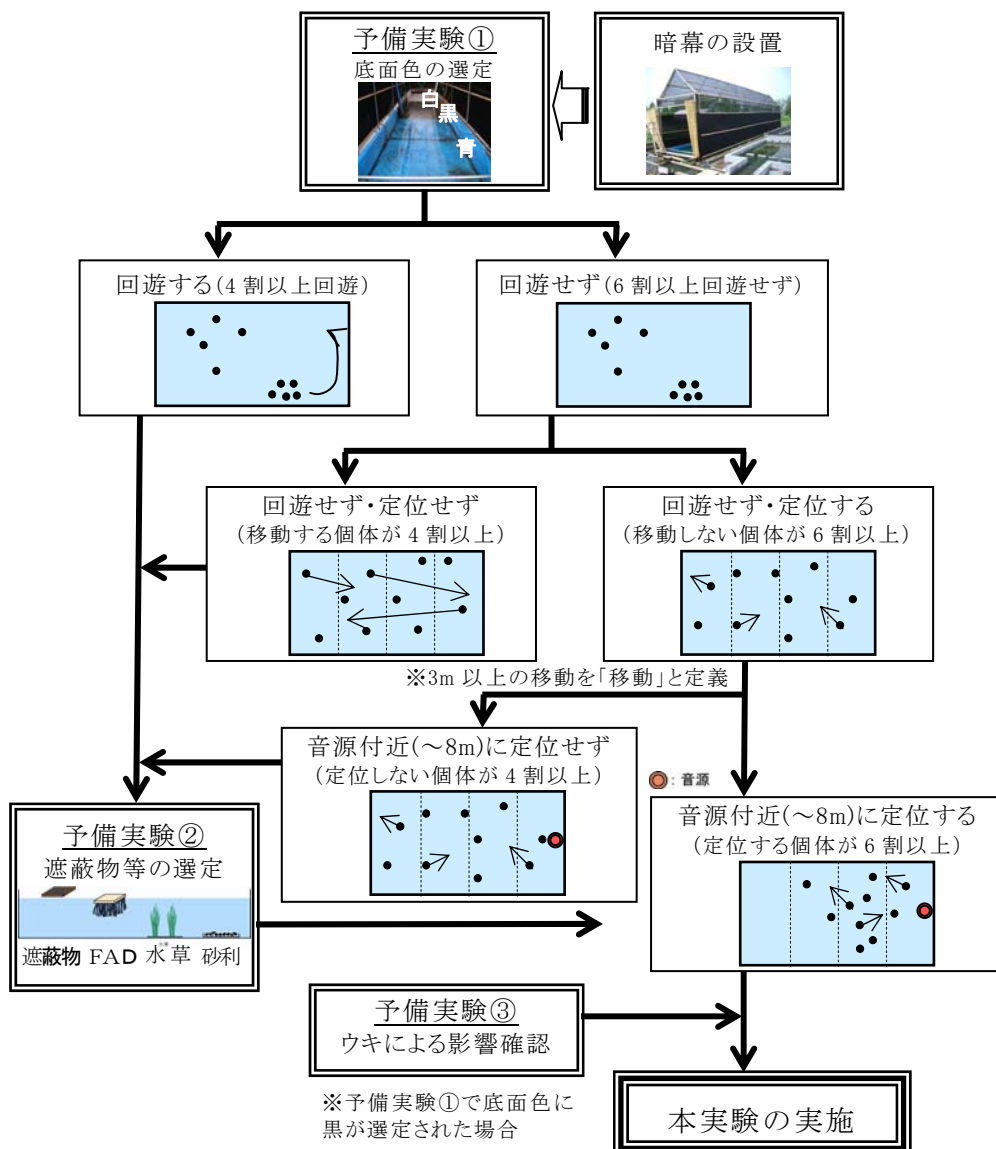


図3-3 予備実験の実施フロー図

### 3.2.3 暗幕の設置

#### (1) 暗幕の設置方法

暗幕については、人影、極度の水温上昇、鳥の飛翔等の影響を軽減するため、実験池の側面を遮光率40%と90%の2重構造に、上面をビデオ撮影の照度を確保するため遮光率20%に設定した(写真3-2)。なお、設置は平成19年6月18日～22日に行った。

#### (2) 暗幕の設置結果

暗幕の設置により、実験池での相対照度は、平成17年度～18年度が100%(遮光なし)に対して、平成19年度は約35%(遮光率約65%)となった。



写真 3-2 暗幕の設置状況

### 3.2.4 底面色の選定(予備実験①)

#### (1) 底面色の選定方法

底面色の選定方法を表3-1に示す。

表 3-1 底面色の選定方法(予備実験①)

目的	底面色について、白(平成17年度～18年度と同じ)、黒、青の3色を用い、実験対象種が定位置かつビデオ観察が可能な色を検証した。
実施日時	平成19年6月25日～27日
方法	実験池を3つに区分(幅2.4m×長さ5.0m×3区)して底面を白、黒、青とし(写真3-3)、各区20個体のギンブナ成魚を一晩馴致し、翌日の午後及び翌々日の午前に魚の状態を30分間ビデオにより観察した。なお、黒色底面では事前に観察が困難であることが確認されていたため、魚の背びれにウキを付けて観察した。
評価基準	撮影したビデオを解析し、30分間の観察中の移動(3m以上の移動)回数を比較し、より移動が少ない底面色かつビデオ観察が可能な色を選定した。解析は、平成19年6月26日の16:00～16:30のデータを対象とした。

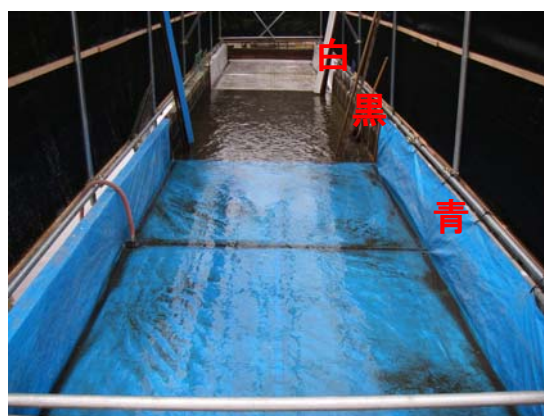


写真 3-3 実験池の底面色

## (2) 底面色の選定結果

実験の結果、底面が白、黒ではギンブナ成魚の移動が見られなかったが、青では他の色と比較し移動頻度が高かった（表 3-2）。また、白、青については、魚の位置及び向きの特定が可能であったが、黒については、魚の位置の特定が困難な場合があり、また、魚の向きは分からなかった。

以上の結果を踏まえ、魚が定位し、観察が容易な底面色として白色を採用することとした（表 3-3）。

表 3-2 ギンブナ成魚の魚群の移動頻度（予備実験①）

項目	青	黒	白
移動頻度	29 回	0 回	0 回

※群れ（6 割以上の個体の集まり）による 3m 以上の移動をカウントした。

表 3-3 底面色の効果（予備実験①）

項目	青	黒	白
魚の定位	△	○	○
ビデオ観察	○	△	○
選定結果	△	△	○

凡例：魚の定位 ○：定位する、△：一部移動がみられる  
 ビデオ観察 ○：観察可、△：一部観察困難  
 選定結果 ○：採用、△：不採用

## 3.2.5 遮蔽物等の選定（予備実験②）

### (1) 遮蔽物等の選定方法

遮蔽物等の選定方法を表 3-4 に示す。

表 3-4 遮蔽物等の選定方法（予備実験②）

目的	予備実験①の結果、白色の底面で魚の定位が確認されたものの、一定の場所に定位せず、音源から離れた位置に定位することもあった。 このため、予備実験②では、底面が白色の実験池において、遮蔽物（影）、FAD（浮き魚礁）、水草、砂利を設置し、その場所に実験対象種が定位するかを確認した。
実施日	平成 19 年 6 月 28 日～7 月 18 日
方法	実験池（幅 2.4m×長さ 15.0m）でギンブナ成魚 50 個体を一晚馴致し、遮蔽物の設置 30 分後に魚の行動を 30 分間観察し、次に FAD、水草、砂利を同様に観察した。また、オオクチバス成魚 20 個体、ブルーギル成魚 100 個体で同様の予備実験を行った。
評価基準	30 分間観察した実験中の任意の 3 分間について、定位（3 分間移動がない）している個体数を計数した。

※ブルーギル成魚とギンブナ成魚では観察した 30 分間で移動状況に大きな変化がなく、任意の 3 分間を解析した。一方、オオクチバス成魚は移動状況に変化があり、砂利で唯一 3 分間以上移動ない時間帯が確認され、その 3 分間を解析した。

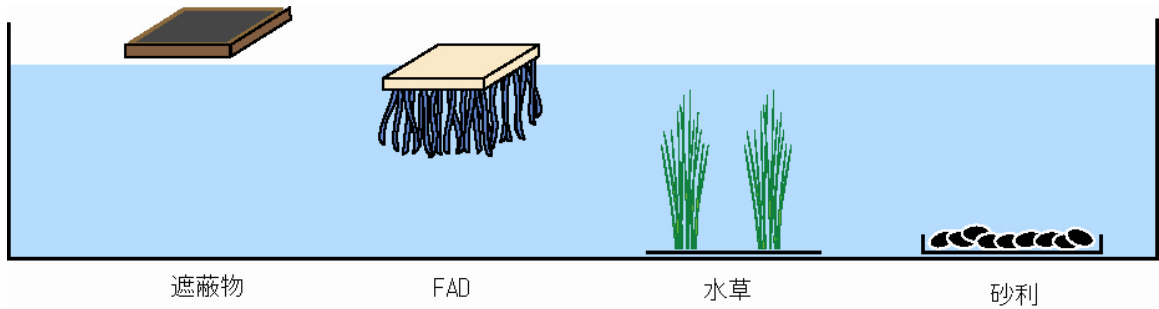


図 3-4 実験池に設置した遮蔽物等のイメージ（予備実験②）

(2) 遮蔽物等の選定結果

ギンブナ成魚は、遮蔽物の設置により、すべての個体が遮蔽物の下に定位した（表 3-4）。

オオクチバス成魚は、砂利の設置により、6割以上の個体が砂利に定位した（表 3-4）。

ブルーギル成魚は、遮蔽物を設置した結果、遮蔽物の下には定位しなかったが、8割以上の個体がU字溝の下流側に定位した（表 3-4）。

以上の結果を踏まえ、オオクチバス成魚は砂利を、ブルーギル成魚、ギンブナ成魚は遮蔽物を設置して本実験を実施することとした（表 3-5）。

表 3-4 遮蔽物等に定位した個体数（予備実験②）

魚種	遮蔽物	FAD	水草	砂利
ギンブナ成魚	50	0	0	0
オオクチバス成魚	0	0	—	13
ブルーギル成魚	80 以上	—	—	—

凡例：—：未実施、オオクチバスは 20 個体、ブルーギルは 100 個体、ギンブナは 50 個体を用いた。

表 3-5 遮蔽物等の効果（予備実験②）

魚種	遮蔽物	FAD	水草	砂利
ギンブナ成魚	○	×	×	×
オオクチバス成魚	×	×	—	○
ブルーギル成魚	○	—	—	—

凡例：○：定位する、△：一部移動がみられる、×：定位しない、—：未実施

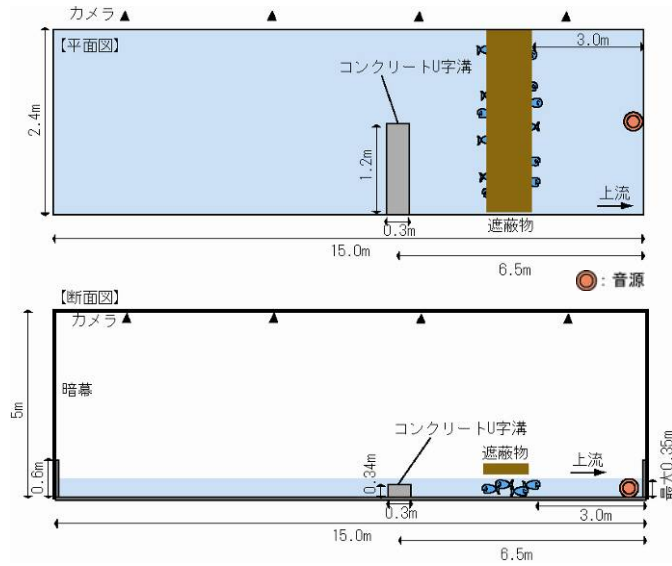


図 3-5 予備実験②の実験結果のイメージ（ギンブナ成魚）

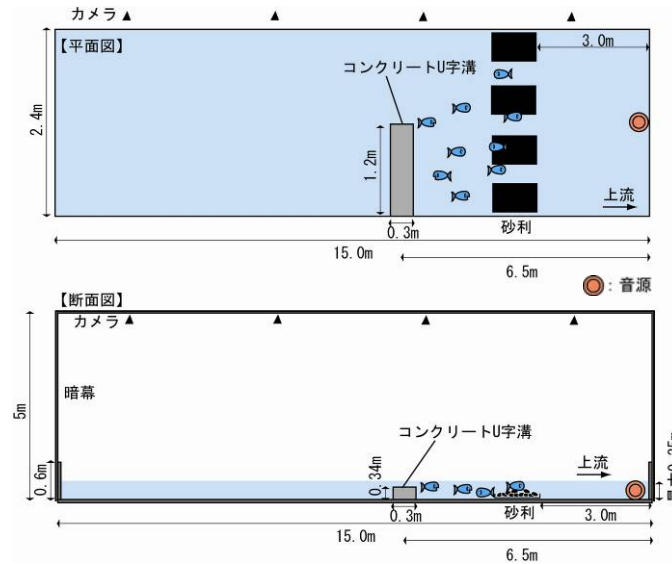


図 3-6 予備実験②の実験結果のイメージ（オオクチバス成魚）

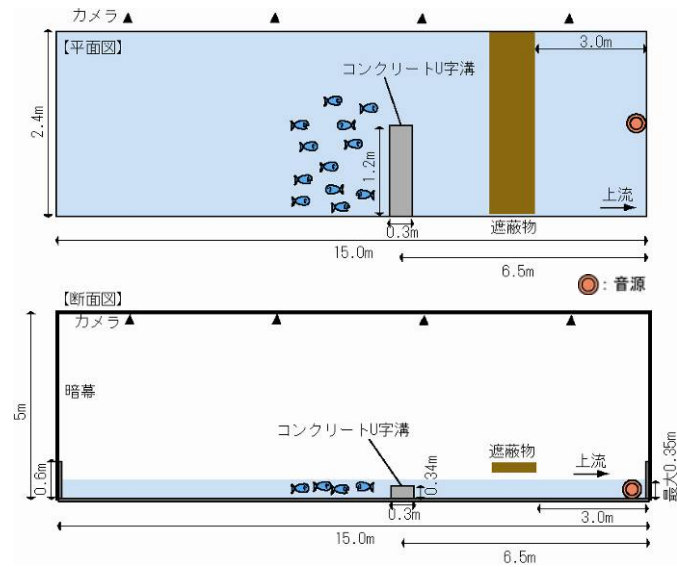


図 3-7 予備実験②の実験結果のイメージ（ブルーギル成魚）



### 3.2.6 予備実験結果の概要

予備実験結果の概要を図 3-8 に示す。

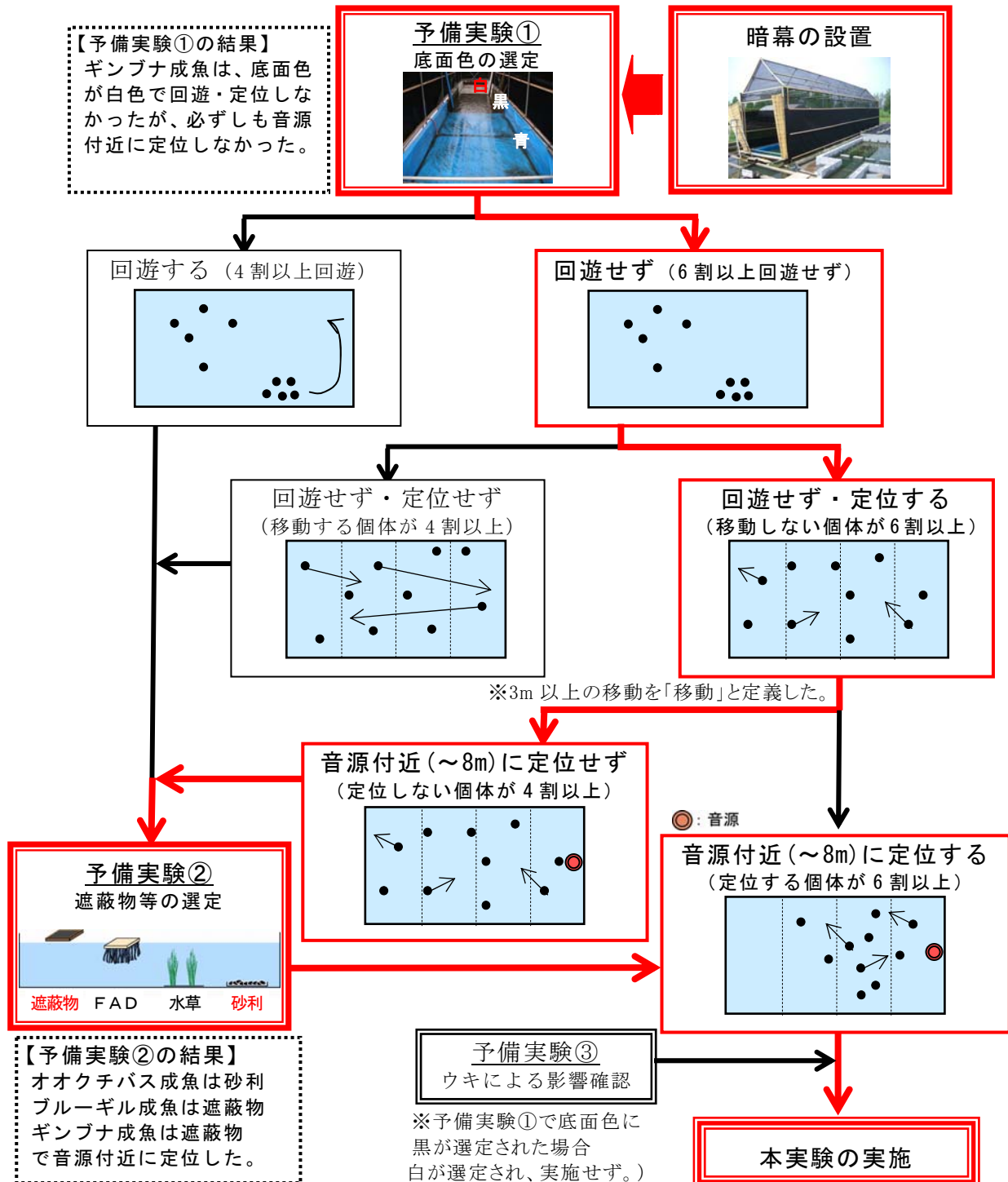


図 3-8 予備実験結果の概要

### 3.3 本実験

#### 3.3.1 実験時期と実験対象個体

平成 17 年度～19 年度の音実験の実施時期と実験対象個体の比較を表 3-6 に示す。

平成 17 年度における実施時期は非活性期とし、対象個体はオオクチバス未成魚、ブルーギル成魚、ギンブナ成魚とした。平成 18 年度における実施時期は非活性期の個体と生理条件が異なると考えられる活性期とし、対象個体は音に対する反応が異なる可能性がある繁殖期のオオクチバス、ブルーギル、ギンブナの成魚とした。ただし、オオクチバスは平成 17 年度の非活性期の実験で対象とした個体が、未成魚の北湖産であったため、比較のために未成魚も対象とし、採集場所は北湖産及び南湖産とした。また、実験個体数は 100 個体を基本としたが、オオクチバス成魚については、未成魚との重量比を換算して 20 個体とした。

平成 18 年度の結果から採集場所や対象個体によって明確な差が見られなかったため、平成 19 年度実験の採集場所は南湖とし、また、活性期の成魚に限定して実験を実施した。

表 3-6 平成 17 年度～19 年度の音実験の実施時期と実験対象個体の比較

項目	平成17年度			平成18年度				
	目的	非活性期における音による外来魚の忌避・選好反応の検証			活性期における音による外来魚の忌避・選好反応の検証			
対象種	オオクチバス	ブルーギル	ギンブナ	オオクチバス		ブルーギル	ギンブナ	
実施時期	非活性期/11月			活性期/5～7月 <sup>1</sup>		活性期/6月 <sup>2</sup>	活性期/5月 <sup>3</sup>	
採集場所	北湖産 <sup>4</sup>	南湖産 <sup>5</sup>	南湖産	北湖産		南湖産	南湖産	南湖産
対象個体	未成魚 <sup>6</sup>	成魚	成魚	成魚 <sup>7</sup>	未成魚	未成魚	成魚 <sup>8</sup>	成魚 <sup>9</sup>
実験個体数	100個体	100個体	120個体	20個体 <sup>10</sup>	100個体	100個体	100個体	100個体
平均体長 ±SD	125.8mm± 27.8,n=100	121.2mm± 19.0,n=100	82.0mm± 26.1,n=120	283.4mm± 43.6,n=45	120.6mm± 14.4,n=200	143.0± 22.1,n=171	120.6mm± 14.4,n=200	130.6mm± 33.5,n=168
最大～最小体長	75～230mm	87～178mm	45～193mm	230～375mm	97～173mm	105～215mm	97～173mm	74～295mm
項目	平成19年度							
目的	活性期における音による外来魚の忌避・選好反応の検証							
対象種	オオクチバス	ブルーギル	ギンブナ					
実施時期	活性期/7月	活性期/7月	活性期/7月					
採集場所	南湖産	南湖産	南湖産					
対象個体	成魚	成魚	成魚					
実験個体数	20個体	100個体	100個体					
平均体長 ±SD	259.1mm± 44.86,n=20	108.46mm± 14.81,n=99	104.46mm± 25.81,n=100					
最大～最小体長	230～403mm	71～140mm	72～193mm					

<sup>1</sup> オオクチバスの繁殖期:概ね産卵時期は5～7月、琵琶湖では4月上旬から(全内漁、1992)。14℃以上と思われる(中井先生ヒアリング結果、H17年3月7日)

<sup>2</sup> ブルーギルの繁殖期:琵琶湖では6～7月とされ、水温がおよそ20℃をこえると開始(全内漁、1992)。

<sup>3</sup> ギンブナの繁殖期:琵琶湖では産卵期が3月下旬～6月上旬(川の生物図典、1996)。

<sup>4</sup> 北湖産は、湖北町及び近江八幡市長命寺の琵琶湖湖岸で採捕した個体とした。

<sup>5</sup> 南湖産は、大津市雄琴港及び守山市守山漁港、草津市志那町の琵琶湖湖岸で採捕した個体とした。

<sup>6</sup> オオクチバス成魚は、非活性期に捕獲が困難であったことから、活性期にのみ実験を実施した。

<sup>7</sup> オオクチバスの成熟:琵琶湖では体長230～240mmの個体の熟度指数が変化し、産卵に關与する(全内漁、1992)。

<sup>8</sup> ブルーギルの成熟:およそ全長100mm程度が最小成熟サイズと考えられている(環境省、2004)。

<sup>9</sup> ギンブナの成熟:飼育条件下では1年で80～100mmになり、1年で成熟したという(原色日本淡水魚図鑑、1976)。

<sup>10</sup> 成魚20個体は重量比において未成魚100個体とほぼ同じである。



### 3.3.2 本実験の方法

#### (1) 実験方法

本実験では、各種の音に対する反応を把握するため、音源を実験池の上流端に配置し、実験池全域のビデオ撮影を行った（図 3-9）。実験開始後 60 分間を対照実験とし、無音条件でビデオ撮影を行った。その後、各種の音を 5 分間連続音として、4 音種を順に 20 分のインターバルで発音した（表 3-7）。

実験池の環境要因として、各音種の実験開始前に実験池外で気温、照度、暗騒音を、実験終了後に実験池内で水温、pH、DO、照度を測定した。また、使用した音種の実験池における音圧分布と減衰状況を把握するため、実験池内の 21 地点で音圧を測定した。

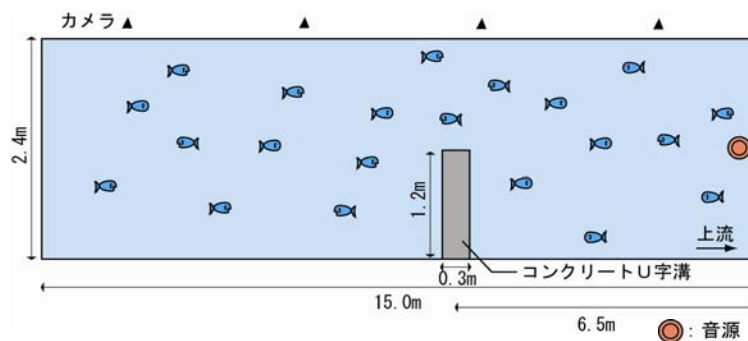


図 3-9 本実験の実験池のイメージ

表 3-7 本実験の工程

9 時	10 時	11 時	12 時	13 時	14 時	15 時	16 時	17 時
対照実験	120dB×4 音種(100 分) (1 音種 5 分+インターバル 20 分)		インターバル		150dB×4 音種(100 分) (1 音種 5 分+インターバル 20 分)		予備	

#### (2) 実験に用いた対象種と音種

表 3-8 音実験の実験条件

項目	平成 19 年度（活性期）
目的	活性期における音による外来魚の忌避・選好反応の検証
対象種	オオクチバス成魚（南湖産）、ブルーギル成魚（南湖産）、ギンブナ成魚（南湖産）
馴致時間	15 時間
実験池の規模	幅 2.4m×長さ 15.0m×深さ 0.6m（最大水深 0.35m）
水深	0.3m
対照実験	無音（暗騒音 90～100dB）60 分間
本実験	音圧 2 種（120、150dB） <sup>注1</sup> ×4 音種 （カワウ鳴き声 <sup>注2</sup> 、アオサギ鳴き声 <sup>注2</sup> 、スジエビ発音 <sup>注3</sup> 、メダカ発音 <sup>注3</sup> ） 1 音種 5 分間の連続音、ただし各音種間に 20 分のインターバルを設ける。
音源の位置	上流

注1) 魚類の聴覚閾値は 60-80dB であり、誘致レベルは 110-130dB、威嚇レベルは 140-160dB、損傷レベルは 220dB 以上である（畠山ら、1997）<sup>11</sup>ことを参考として設定した。

注2) アオサギ、カワウは、魚食性の捕食者（鳥類）である。

注3) スジエビ、メダカは、非捕食者である。

<sup>11</sup> 畠山良己・井上喜洋・武井司・阪口清次・藤井圭次・池田昭男・北川高司（1997）. 水中音の魚類に及ぼす影響. 水産研究叢書 47. (社) 日本水産資源保護協会.

実験対象魚は、オオクチバス成魚（南湖産）、ブルーギル成魚（南湖産）、ギンブナ成魚（南湖産）とした（表 3-8）。

平成 17 年度～18 年度の実験で、実験対象種の捕食者であるカワウ鳴き声、アオサギ鳴き声に対して一部反応が確認されたことから、捕食・被食に関連する音に対して反応がある可能性が高いと考えられた。このため、実験に使用する音については、実験対象種の捕食者であるカワウ鳴き声、アオサギ鳴き声に加え、実験対象種の被食者であるスジエビ発音、メダカ発音で実験を行った（表 3-8）。なお、音圧<sup>12</sup>は平成 17 年度～18 年度の実験と同様 120dB と 150dB の 2 種類とした（表 3-8）。

カワウ鳴き声、アオサギ鳴き声の音は、蒲谷・松田（2001）<sup>13</sup>のカワウ、アオサギの鳴き声の一部を用いた。また、スジエビ、メダカの発する音の録音は、「水のめぐみ館アクア琵琶（滋賀県大津市黒津）」の無音条件下の資料室において、メダカ 10 個体、スジエビ 30 個体をそれぞれ 30cm 水槽に入れて、個体が落ち着いた時点で録音を開始した。録音には、水中マイクロホン（「川の聴診器」、北海道開発土木研究所）を用いた。

### 3.3.3 本実験の結果

#### (1) オオクチバス成魚の反応

##### ①初期状態

予備実験の結果を踏まえて、砂利を設置した条件で平成 19 年 7 月 21 日に本実験を実施した。

初期状態では、6 割以上の個体が音源と U 字溝の区間（音源から 0m～6m の位置）に群れで定位した（図 3-6）。

オオクチバス成魚の定位位置での音圧を表 3-9 に示す。

表 3-9 オオクチバス成魚の定位位置での音圧

音種	音源の音圧	
	120dB	150dB
アオサギ鳴声	114dB～120dB	134dB～140dB
カワウ鳴声	113dB～120dB	133dB～140dB
スジエビ発音	102dB～110dB	122dB～130dB
メダカ発音	108dB～116dB	128dB～136dB

##### ②音に対する反応

本実験の結果、数個体にしか動きが見られず、音によると考えられる移動は確認されなかった（表 3-10、図 3-10）。

<sup>12</sup> 音圧：音の大きさあるいは強さ

<sup>13</sup> 蒲谷鶴彦・松田道生（2001）.CD Books 日本野鳥大鑑—鳴き声 420.小学館

表 3-10 平成 19 年度音実験結果の概要 (オオクチバス成魚)

項目 (音圧・音種)	発音後の行動		反応
120dB	アオサギ鳴声	音源付近の 1 個体が下流へ移動した。	×
	カワウ鳴声	音源付近の 2 個体が下流へ移動した。	×
	スジエビ発音	移動が確認されなかった。	×
	メダカ発音	移動が確認されなかった。	×
150dB	アオサギ鳴声	1 個体がゆっくり下流へ移動した。	×
	カワウ鳴声	移動が確認されなかった。	×
	スジエビ発音	1 個体が音源付近へ移動した。	×
	メダカ発音	1 個体が音源へ、3 個体が下流へ移動した。	×

注) 選好・忌避反応の評価基準は表 2-4-3 に従った (×: 選好・忌避の可能性が低い音。)

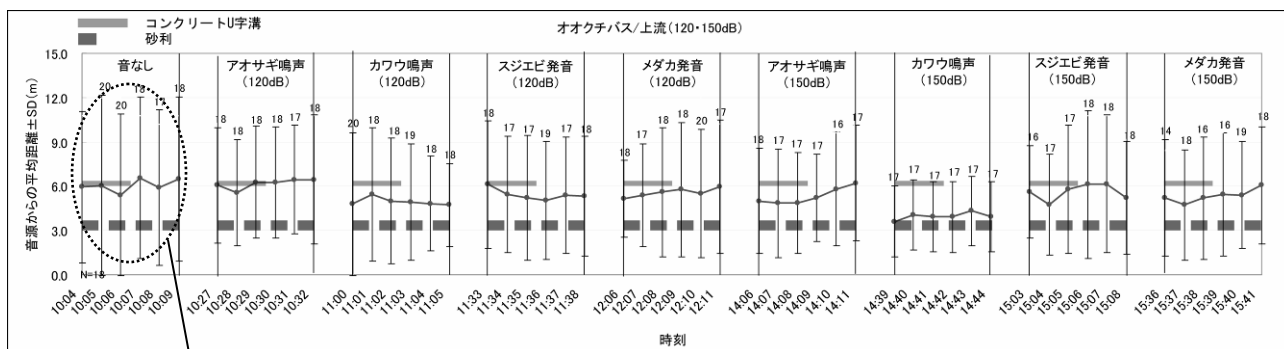


図 3-10 平成 19 年度音実験解析結果 (オオクチバス成魚)

※オオクチバス成魚は、平成 18 年度の音なしの実験では回遊していたのに対して、平成 19 年度の音なしの実験では実験環境の改善の結果、回遊せず・定位していた。

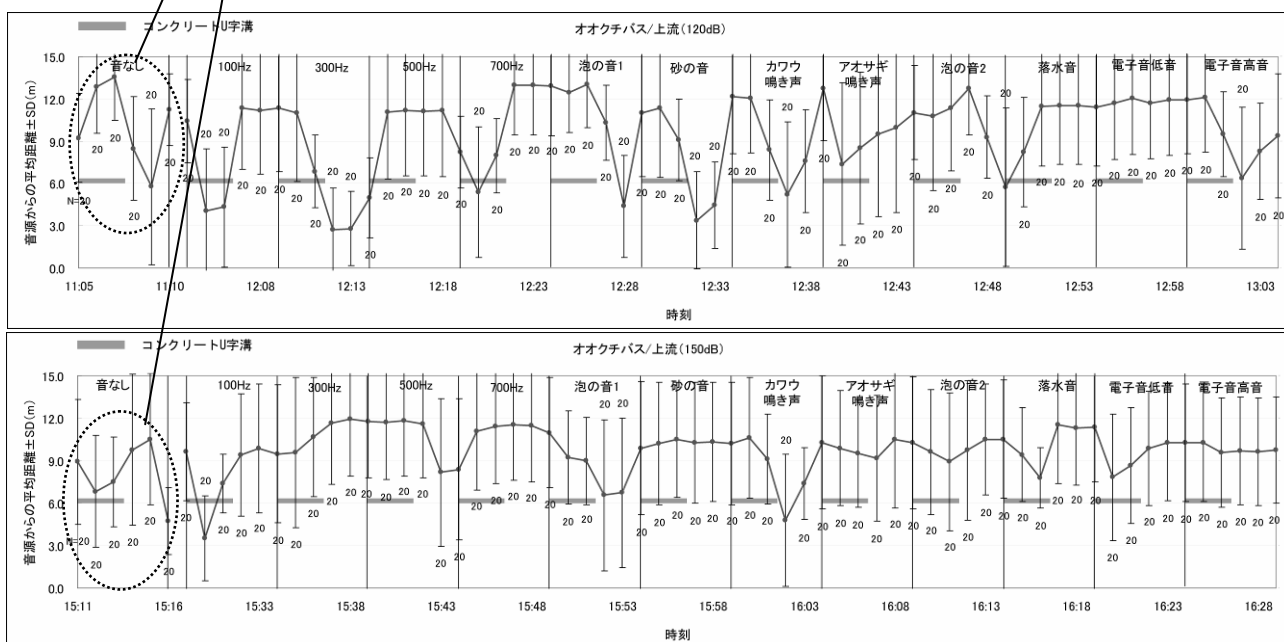


図 3-11 平成 18 年度音実験解析結果 (オオクチバス成魚) 【参考】

## (2) ブルーギル成魚

### ① 初期状態

予備実験の結果を踏まえて、遮蔽物を設置した条件で平成 19 年 7 月 26 日に本実験を実施した。

初期状態では、約 7 割以上が U 字溝の下流側（音源から、6m～9m の位置）に群れで定位した（図 3-7）。

ブルーギル成魚の定位位置での音圧を表 3-11 に示す。120dB カワウ鳴き声、120dB スジエビ発音では、各個体の定位位置での音圧がそれぞれ 89dB～96dB、93dB～113dB に対して、暗騒音が 97dB であったため、各個体にまで音が到達していなかった可能性がある。

表 3-11 ブルーギル成魚の定位位置での音圧

音種	音源の音圧	
	120dB	150dB
アオサギ鳴声	101dB～105dB	121dB～125dB
カワウ鳴声	89dB～96dB	109dB～116dB
スジエビ発音	93dB～113dB	113dB～123dB
メダカ発音	98dB～103dB	118dB～123dB

### ② 音に対する反応

本実験の結果、150dB アオサギ鳴声で忌避の可能性が示唆されたが、再検証を行った結果、同様の忌避反応は確認されなかったため、偶発的な反応の可能性が高いと考えられる（表 3-12、図 3-12）。

表 3-12 平成 19 年度音実験結果の概要（ブルーギル成魚）

項目（音圧・音種）	発音後の行動	反応	
120dB	アオサギ鳴声	10 個体程度が音源付近に移動したが、すぐに U 字溝に移動した。	×
	カワウ鳴声	3 個体程度が音源付近に移動した。	×
	スジエビ発音	移動が確認されなかった。	×
	メダカ発音	7 個体程度が音源と下流を回遊した。	×
150dB	アオサギ鳴声	50 個体程度が下流へ移動し、その後上流へ移動し遮蔽物の下で U ターンした。	×
	カワウ鳴声	移動が確認されなかった。	×
	スジエビ発音	移動が確認されなかった。	×
	メダカ発音	5 個体程度が遮蔽物の影から下流へ移動し、その後、4 個体が音源に移動した。	×

注) 選好・忌避反応の評価基準は表 2-4-3 に従った(×: 選好・忌避の可能性が低い音)。

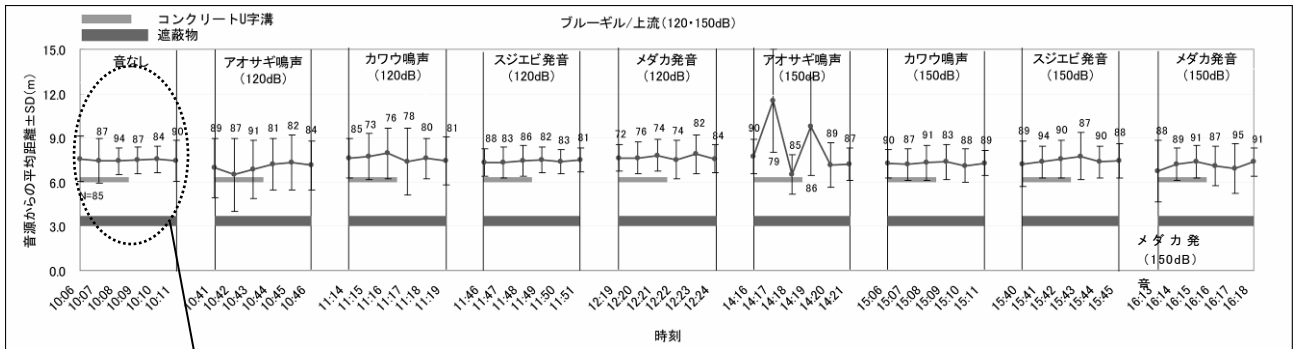


図 3-12 平成 19 年度音実験解析結果（ブルーギル成魚）

※ブルーギル成魚は、平成 18 年度の音なしの実験では回遊していたのに対して、平成 19 年度の音なしの実験では実験環境の改善の結果、回遊せず・定位していた。

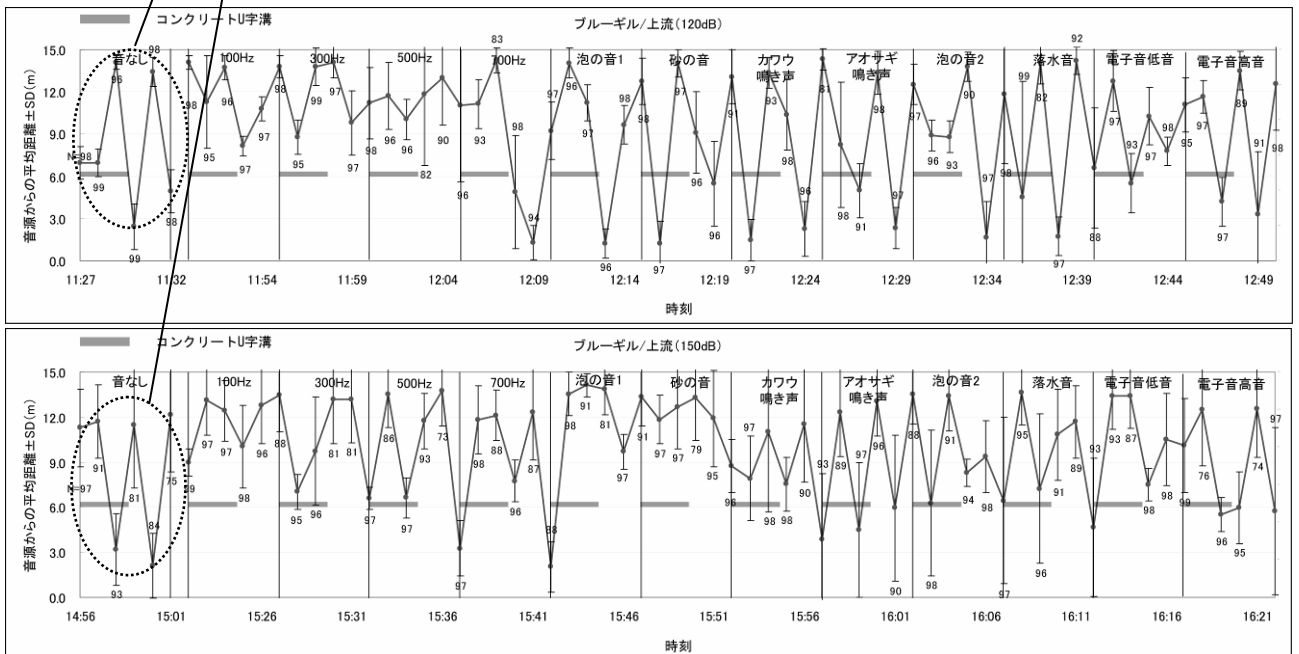


図 3-13 平成 18 年度音実験解析結果（ブルーギル成魚）【参考】

### (3) ギンブナ成魚の反応

#### ①初期状態

予備実験の結果を踏まえて、遮蔽物を設置した条件で平成 19 年 7 月 17 日に本実験を実施した。

初期状態では、8 割以上の個体が、遮蔽物の下（音源から 3m~4m の位置）に群れで定位した（図 3-5）。

ギンブナ成魚の定位位置での音圧を表 3-13 に示す。

表 3-13 ギンブナ成魚の定位位置での音圧

音種	音源の音圧	
	120dB	150dB
アオサギ鳴声	120dB～123dB	140dB～143dB
カワウ鳴声	113dB～120dB	134dB～140dB
スジエビ発音	106dB～110dB	126dB～130dB
メダカ発音	112dB～116dB	132dB～136dB

② 音に対する反応

本実験の結果、120dB、150dB のアオサギ鳴声で音源から遠ざかる移動が確認された（表 3-14、図 3-14）。なお、平成 17 年度～18 年度の実験においてもアオサギの鳴声(150db)に対して同様の反応が確認されている。また、スジエビ発音で忌避の可能性が示唆されたが、再実験を行った結果、同様の忌避反応は確認されなかったため、偶発的な反応の可能性が高いと考えられる。

表 3-14 平成 19 年度音実験結果の概要（ギンブナ成魚）

項目（音圧・音種）		発音後の行動	反応
120dB	アオサギ鳴声	60 個体程度が遮蔽物の影から下流側へ移動した。	●
	カワウ鳴声	移動が確認されなかった。	×
	スジエビ発音	移動が確認されなかった。	×
	メダカ発音	移動が確認されなかった。	×
150dB	アオサギ鳴声	60 個体程度が遮蔽物の影から下流側へ移動した。	▲
	カワウ鳴声	移動が確認されなかった。	×
	スジエビ発音	40 個体程度が遮蔽物の影から下流側へ移動し、2 分後遮蔽物の影に戻った。	×
	メダカ発音	移動が確認されなかった。	×

注) 選好・忌避反応の評価基準は表 2-4-3 に従った（●：忌避の可能性が高い音。▲：忌避の可能性のある音。×：選好・忌避の可能性が低い音。）。

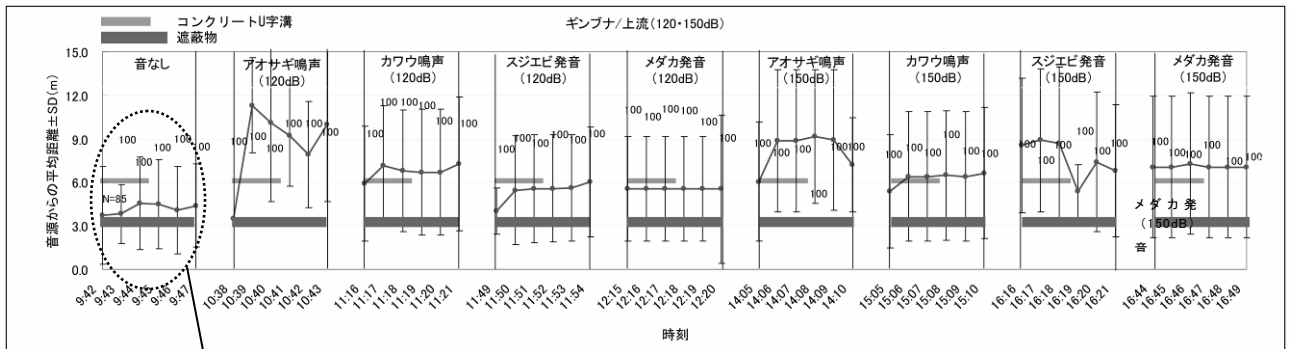


図 3-14 平成 19 年度音実験解析結果（ギンブナ成魚）

※ギンブナ成魚は、平成 18 年度の音なしの実験では回遊していたのに対して、平成 19 年度の音なしの実験では実験環境の改善の結果、回遊せず・定位していた。

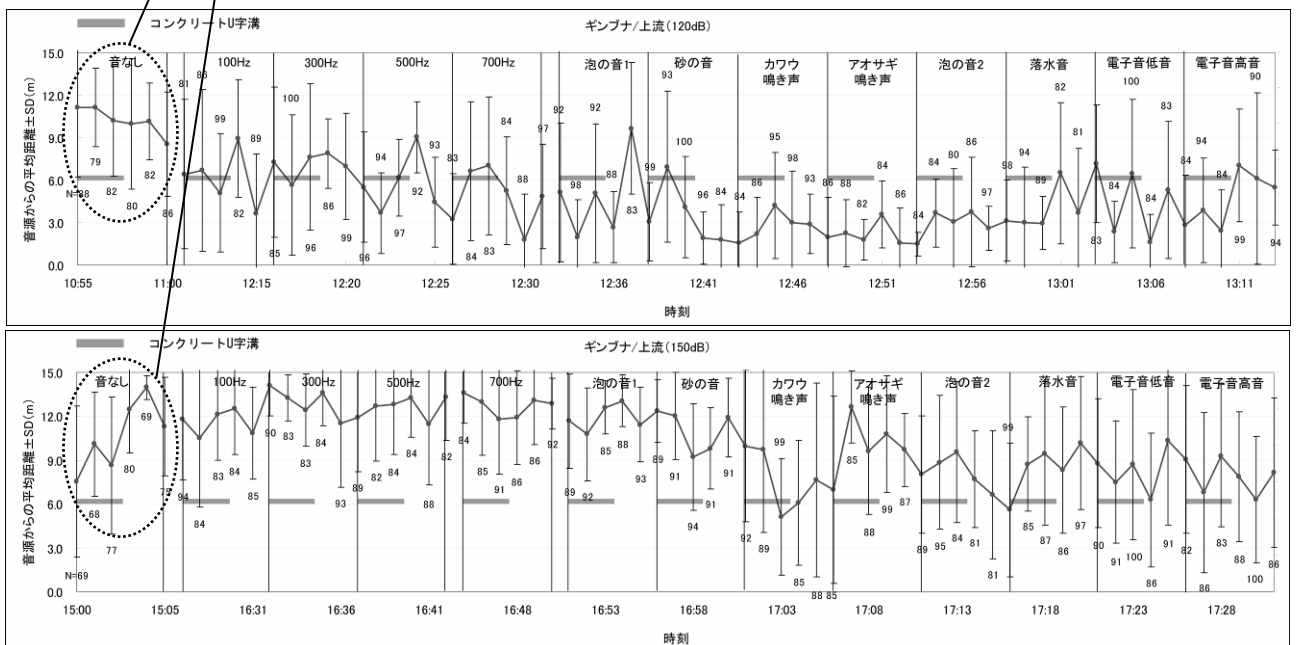


図 3-15 平成 18 年度音実験解析結果（ギンブナ成魚）【参考】

### 3.4 平成 17 年度～19 年度の音実験のまとめ

平成 17 年度～18 年度の音実験の結果から、実験環境の設定において課題が残された（実験中に通常的环境での行動とは異なり、常に回遊するような行動が頻繁に確認され、音による反応かどうかを評価することが困難であった。）ため、平成 19 年度は実験環境を改善した上で、補足的な実験を実施した。

実験環境を改善（予備実験）の結果、実験対象とした各魚種（オオクチバス成魚、ブルーギル成魚、ギンブナ成魚）とも回遊せず一定の場所に定位した状態を保つことができた。

上記の状態で行った実験の結果、平成 17 年度～18 年度の結果と同様に、オオクチバス成魚、ブルーギル成魚では各音種（カウウ鳴き声、アオサギ鳴き声、スジエ

ビ発音、メダカ発音)により行動を常に制御することができるほどの反応は確認されず、ギンブナでは一貫してアオサギ鳴き声に忌避反応が確認された(表3-15)。なお、ギンブナについては、評価基準に基づく反応は確認されなかったが、アオサギ鳴き声に対して、分散していた群れが音源から離れながら収縮したり、音源4~5m付近で折り返し、速度を速めて音源から離れるといった明らかな忌避反応が確認されたため、忌避反応を示したと判断した。

表3-15 平成17年度~19年度の音実験の結果のまとめ

実験対象種	結果概要
オオクチバス成魚(外来魚)	行動を常に制御することができるほどの強い反応は確認されなかった。
ブルーギル成魚(外来魚)	行動を常に制御することができるほどの強い反応は確認されなかった。
ギンブナ成魚(在来魚)	アオサギの鳴き声に対して、忌避反応が確認された。

※個別の実験結果については、表2-4-2参照。

表3-16 音実験の評価結果一覧(平成17年度~19年度)

音圧	音種	平成17年度			平成18年度								平成19年度			
		非活性期			活性期								非活性期		活性期	
		オオクチバス	ブルーギル	ギンブナ	オオクチバス				ブルーギル	ギンブナ	オオクチバス	オオクチバス	ブルーギル	ギンブナ		
		未成魚	成魚	成魚	成魚		未成魚		成魚	成魚	未成魚	成魚	成魚	成魚		
	北湖産	南湖産	南湖産	北湖産	南湖産	北湖産	南湖産	南湖産	南湖産	南湖産	北湖産	南湖産	南湖産	南湖産		
	上流	下流	上流	下流	上流	下流	上流	下流	上流	下流	上流	下流	上流	下流		
120dB	100Hz純音	▲	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	300Hz純音	▲	×	×	×	×	▲	×	×	×	×	×	×	×	×	
	500Hz純音	×	×	▲	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	700Hz純音	▲	×	×	×	×	▲	×	×	×	×	×	×	×	×	
	泡の音1	×	×	▲	×	×	×	●	×	×	×	×	×	×	×	
	砂の音	▲	×	×	×	×	×	×	×	×	●	×	×	×	×	
	カワウ鳴き声	●	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	アオサギ鳴き声	▲	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	▲	
	泡の音2	×	×	▲	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	落水音	×	×	×	●	×	▲	▲	▲	×	×	×	▲	×	×	
	電子音(低音)	×	×	×	▲	×	×	×	×	×	×	×	●	×	×	
	電子音(高音)	▲	▲	×	×	▲	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	スジエビ発音													×	×	
	メダカ発音													×	×	
150dB	100Hz純音	×	▲	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	300Hz純音	▲	▲	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	500Hz純音	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	●	×	
	700Hz純音	×	×	×	×	×	▲	×	×	×	×	×	×	▲	×	
	泡の音1	×	×	×	×	×	×	▲	×	×	×	×	●	×	×	
	砂の音	×	▲	▲	×	×	×	▲	×	▲	×	×	×	▲	×	
	カワウ鳴き声	●	●	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	アオサギ鳴き声	×	×	▲	×	×	×	●	×	×	×	×	×	×	×	
	泡の音2	×	×	×	▲	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	落水音	×	×	●	▲	×	▲	×	×	×	×	×	×	×	×	
	電子音(低音)	×	×	×	●	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	電子音(高音)	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	スジエビ発音													×	×	
	メダカ発音													×	×	

凡例) ●: 選好の可能性が高い音。 ▲: 選好の可能性がある音。  
 ●: 忌避の可能性が高い音。 ▲: 忌避の可能性がある音。  
 ×: 選好・忌避の可能性が低い音。  
 ■: 現地において明らかな忌避反応(分散していた群れが収縮する、または音源の手前で折り返し音源から離れる行動)がみられ、再検証でも同様の反応が確認された音。  
 □: 実験未実施。

注1) 選好・忌避反応の評価基準は表2-4-3に従った。  
 注2) 非活性期のブルーギル成魚(150dB・上流)の500Hz、700Hzは、照度が足りないためビデオ解析が不可能であったが、忌避・選好反応はみられなかった。



表 3-17 音実験での選好・忌避反応の評価基準

種名	平成 17 年度～ 18 年度の実験区 域内での遊泳パ ターン	評価基準
オオクチバス (活性期) (非活性期)	全域を群れで 回転遊泳して いることが多 かった。	●：発音 1 分後に音源に近づく移動（各個体の音源 からの平均距離 3m 以上の移動）が確認され、発 音 5 分間中に音源から遠ざかる移動が確認され ず、音源から 3m 以内に近づいた音。 ▲：発音 2 分以降に音源に近づく移動が確認され、 発音 5 分間中に音源から遠ざかる移動が確認さ れず、音源から 3m 以内に近づいた音。 ●：発音 1 分後に音源から遠ざかる移動が確認され、 発音 5 分間中に音源に近づく移動が確認されな い音。 ▲：発音 2 分以降に音源から遠ざかる移動が確認さ れ、発音 5 分間中に音源に近づく移動が確認され ない音。 ×：上記に該当しない音。
ブルーギル (活性期)		
ギンブナ (活性期)	大きな群れで ほとんど動か ないこともあ った。	●：発音 1 分後に音源に近づく移動が確認され、音 源からの平均距離が一貫して 1m 以内の音。 ▲：発音 2 分以降に音源に近づく移動が確認され、 音源からの平均距離が 1m 以内の音。 ●：発音 1 分後に音源から遠ざかる移動が確認され、 音源からの平均距離が 3m 以上離れたことのある 音。 ▲：発音 2 分以降に音源から遠ざかる移動が確認さ れ、音源からの平均距離が 3m 以上離れたことのある 音。 ×：上記に該当しない音。
ギンブナ (非活性期)	全域を小さな 群れで分散し て遊泳してい ることが多か った。	
ブルーギル (非活性期)	音源から 3m 以 内に群れるこ とが多く、そ こから遠くに 離れることは なかった。	

凡例) ●：選好の可能性が高い音。 ▲：選好の可能性がある音。  
●：忌避の可能性が高い音。 ▲：忌避の可能性がある音。  
×：選好・忌避の可能性が低い音。

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	河川環境課長	藤井 節生
	河川環境課環境調整係長	國松 史裕
財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構	水質浄化研究所次長	久納 誠
	実験センター所長	武田 篤
	実験センター主任研究員	岩崎 正浩

## 5. タナゴ類の増殖実験

### 1. 目的

琵琶湖周辺では、圃場整備や内湖の埋め立てによる生息環境の悪化や外来魚の侵入などにより、「ぼてじゃこ」(タナゴ類)が減少している。そこで、タナゴ類を増やす方法や、どのような二枚貝が増殖に適するかを実験的に明らかにすることを目的として「タナゴ類の増殖実験」を行った。

### 2. 実験概要

#### 【実験期間】

平成 19 年 4 月 1 日 ~ 平成 19 年 11 月 17 日

#### 【使用実験施設】

実験センター深池型浄化実験施設

A 池、B 池	4.4m×1.4m	継続観察	底川砂約 8cm
C 池		タナゴ保管予備水槽	底コンクリート
D 池、E 池	4.4m×0.6m	二枚貝選択実験	底コンクリート
F 池		孵化仔魚保管池(産卵済み貝保管)	底コンクリート

#### 【魚類の選定】

希少なタナゴ類として、滋賀で大切にすべき野生生物(滋賀県レッドデータブック 2005 年版)において絶滅危惧種となっているイチモンジタナゴを選定し、雄 15 匹、雌 85 匹、合計 100 匹を琵琶湖博物館より借用した。

#### 【二枚貝の選定】

琵琶湖沿岸帯に生息する二枚貝の中で比較的採集個体数の多いタテボシガイ、琵琶湖内湖において出現頻度が最も高い二枚貝であるヌマガイを選定した。実験に用いるタテボシガイとヌマガイは琵琶湖沿岸(もしくは内湖)から採集した個体を使用した。

#### 【実験 1：二枚貝選好性実験- D・E 池】

タナゴと二枚貝を導入し産卵させ、二枚貝軟体部の観察により、産卵数を確定した。実験は、1~2 週間程度とし複数回(5~10 回)繰り返した。

#### 【実験 2：継続観察 A・B 池】

野外での系統保全池設置に必要な知見を得るために継続観察を実施した。特に保全池に適した二枚貝種の選定に注目した。

### 3. 何故イチモンジタナゴなのか

近年、生息環境の変化や外来種の影響によって在来淡水魚の多くが減少傾向にある。淡水魚の宝庫であった琵琶湖においても在来種が激減し、特に小型のコイ科魚類であるタナゴ類の減少が著しい。滋賀県には現在タナゴは6種生息しているが、(イチモンジタナゴ、シロヒレタビラ、アブラボテ、ヤリタナゴ、タイリクバラタナゴ、カネヒラ)、そのうち、イチモンジタナゴ、シロヒレタビラは絶滅危惧種に、アブラボテ、ヤリタナゴ、カネヒラは絶滅危惧増大種となっており、滋賀県ではほとんど見られなくなっている。中でもイチモンジタナゴ *Acheilognathuscyanostigma* はここ数年殆ど採捕例がなく(うおの会、2005)、2007年3月に滋賀県の指定希少野生動植物種とされ、県内で採集禁止となった。また、2007年8月に改訂された環境省レッドリストにおいて絶滅危惧IA類にランクアップされる(環境省、2007)など、全国的にみても絶滅が危惧されている。現在、琵琶湖において水辺の生息環境の保全や外来種駆除が行われているが、生息地の保全を進めると同時に、復元していくことが急務と考えられる。

このような環境下、同じ実験をするなら滋賀県の絶滅危惧種をやるべきだと助言があり、また琵琶湖博物館が魚の提供(オス20匹、メス80匹)を快く引きうけてくれたことから実現した。



写真 3-1 実験に使用したイチモンジタナゴ

### 4. 実験方法

実験は2007年4月2日～11月16日にかけて、実験センター内の深池型浄化実験施設(図4-1、写真4-1)において行った。実験池は葉山川河口水をポンプアップにより通水して使用している。イチモンジタナゴ親魚は滋賀県立琵琶湖博物館より借用した個体を用い、産卵基質となる二枚貝として、琵琶湖内湖において出現頻度の高い(滋賀県2001)ヌマガイ *Anodonta lauta* (旧呼称ドブガイA型) 及びタテボシガイ *Unio douglasiae biwae* の2種(写真4-1)、それぞれ琵琶湖沿岸から採集されたものを専用の開口器を用い、内部にタナゴの卵・仔魚やミズダニ、ヒルなどの寄生が無い事を確認した上で用いた。

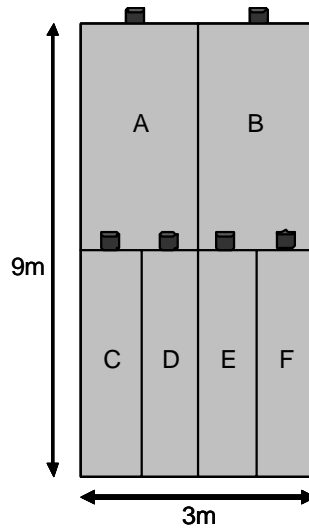


図 4-1 実験池模式図（実験センター深池型実験施設）



写真 4-1 実験池と使用した二枚貝

#### 4.1 実験 1（二枚貝選択実験）

イチモンジタナゴが好む二枚貝を明らかにするために、琵琶湖内湖で出現頻度の高い、2種の二枚貝を用いて二枚貝の選択実験を行った。実験はイチモンジタナゴの繁殖期である4～6月（中村 1969）にあわせて、2007年4月2日～2007年6月26日に実施した。

底質として砂を約8cm敷き詰めたプラスチックバットにヌマガイ、タテボシガイをそれぞれ2個体ずつ計4個体配置した。また、実験区にはイチモンジタナゴ雌雄それぞれ1個体あたり1つずつ、2～5個設置した。

二枚貝は設置前にグラインダーを用いて個体識別を施し、殻長、殻高、殻幅を計測し、専用の開口器を用いて軟体部の観察を行って成熟度を測定した。二枚貝の成熟度は、外鰓葉に卵、グロキディウム幼生が確認出来なかった個体を成熟度0、卵を確認した個体を成熟度1、未発達のグロキディウム幼生が確認された個体を成熟度2、取り出せば開閉運動を行う程度、十分に発達しているグロキディウム幼生が確認された個体を成熟度3とした。

その後、全長、体長、体高、体幅、体重、産卵管長などを計測した、イチモンジタナゴ雌雄を 4~10 個体導入した。イチモンジタナゴ雄は婚姻色や追星などの二次性徴が顕著な個体を、雌は腹部が大きめの個体を選択し、最低 1 個体は、産卵管の長さ(20mm 以上)、状態から排卵していると思われる個体を用いた。

1 週間後、イチモンジタナゴと二枚貝を回収した。実験に用いたイチモンジタナゴと二枚貝は回収後に導入前と同様に計測し、二枚貝軟体部の観察を行い、軟体部のイチモンジタナゴの卵の数と位置を記録した。実験終了後、イチモンジタナゴはストック池(図 4-1 の C 池)に戻し、一部は再び実験に使用した。ストック池では給餌を行ったが、実験池には給餌を行わなかった。二枚貝はイチモンジタナゴの卵が確認された個体と、確認されなかった個体を選別した後、別の池に移し飼育した。



写真 4-1 二枚貝選択実験の準備状況

#### 4.2 実験 2 (継続観察)

2 種の二枚貝、ヌマガイ、タテボシガイがそれぞれ、イチモンジタナゴの繁殖に利用可能であるかどうか、貝種によってどの程度繁殖可能であるか、また野外の人工池におけるイチモンジタナゴおよび二枚貝のコンディションの変化や池管理の問題点を明らかにするために継続観察を行った。

底質として砂を約 8cm 敷き詰めた、2 区画の池(図 4-1 の A、B 池)に実験センター内水路で採集した抽水植物を植え込んだプランターを設置し、A 池にヌマガイ、もう一方の B 池にタテボシガイを導入した後、各池にイチモンジタナゴを導入し、イチモンジタナゴの産卵行動、目視による浮上稚魚の有無など継続観察をおこなった。実験に用いた二枚貝、イチモンジタナゴは実験開始前及び観察日には実験 1 と同様に個体識別、計測などを行ったが、観察期間中は魚体へのダメージを低減するため、全長、重量など最低限にとどめた。





写真 4-3 継続観察の実験池の様子

### 5. 実験結果（実験1：二枚貝選択実験）

実験はのべ 17 回行った。実験に用いたイチモンジタナゴは雌雄それぞれ 62 個体、計 124 個体であった。雄の全長  $62.9 \pm 6.3$  (平均 $\pm$ SD) mm (図 5-1)、体長  $50.9 \pm 4.9$  mm、体高  $15.6 \pm 1.8$  mm、体幅  $6.9 \pm 1.3$  mm、体重  $2.7 \pm 0.8$  グラムであった。また、雌の全長  $57.7 \pm 3.6$  mm (図 5-1)、体長  $47.2 \pm 2.8$  mm、体高  $14.3 \pm 0.8$  mm、体幅  $6.6 \pm 1.0$  mm、体重  $2.1 \pm 0.3$  グラム、産卵管の長さは  $26.0 \pm 15.0$  mm であった。

実験に用いたヌマガイ、タテボシガイは、ともに 124 個体、計 248 個体であった。ヌマガイは殻長  $85.1 \pm 14.6$  mm (図 5-2)、殻高  $56.0 \pm 8.6$  mm、殻幅  $42.4 \pm 4.6$  mm、殻を含む重量  $80.6 \pm 41.2$  グラムであった。また、タテボシガイは殻長  $54.1 \pm 4.4$  mm (図 5-2)、殻高  $29.3 \pm 2.4$  mm、殻幅  $20.6 \pm 2.0$  mm、殻を含む重量は  $22.3 \pm 5.3$  グラムであった。また、実験中に死亡したヌマガイは 9 個体、タテボシガイは 7 個体であった。いずれも外傷等は確認できず、死因は不明だが、準備した二枚貝のコンディションは、殻が非常に薄く軟体部が透けて見える個体や、軟体部が矮小で外套膜が殻から離れ浮いている個体が見られるなど良好では無かった。実験期間中の源水の水温は  $17.0^{\circ}\text{C} \sim 24.5^{\circ}\text{C}$ 、pH は 7.1、COD は  $5.2\text{mg/L} \sim 6.6\text{mg/L}$ 、SS は  $12\text{mg/L} \sim 39\text{mg/L}$ 、T-N は  $0.93\text{mg/L} \sim 2.1\text{mg/L}$ 、T-P は  $0.10\text{mg/L} \sim 0.12\text{mg/L}$  で、琵琶湖南湖東岸の流入河川の平均的な水質（実験センター調べ）であった。

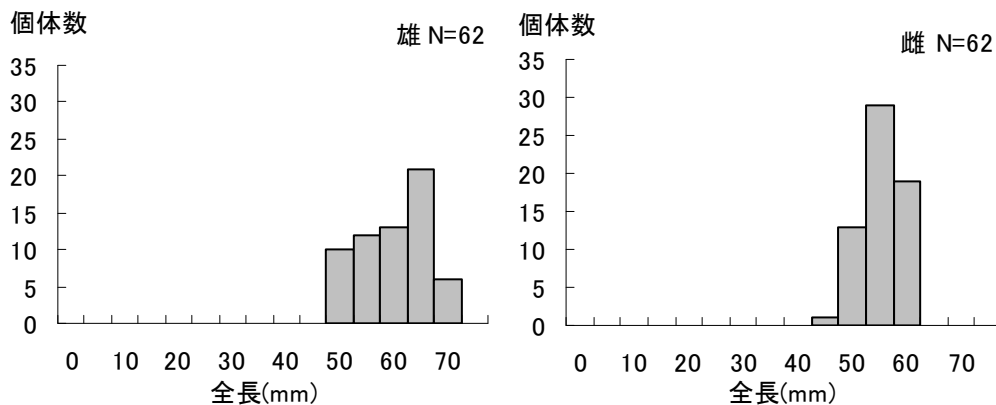


図 5-1 実験に用いたイチモンジタナゴの全長分布

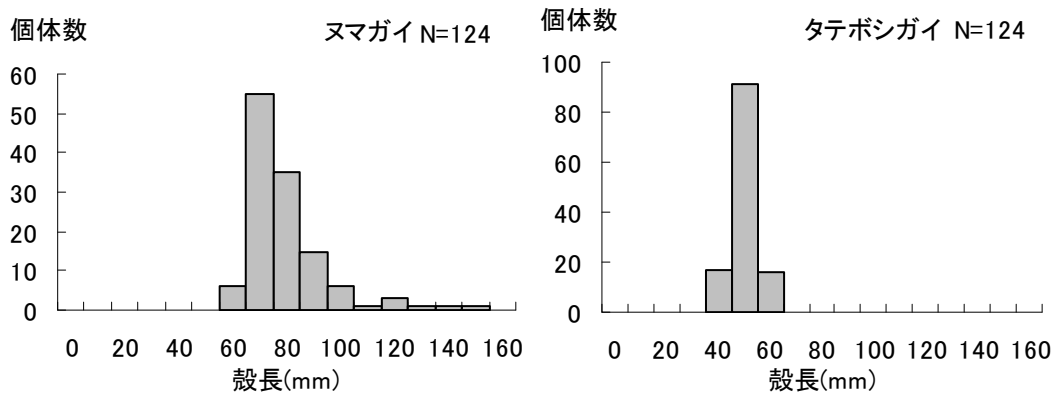


図 5-2 実験に用いた二枚貝の殻長分布

4月16日（実験開始日4月9日）に最初の産卵が確認され、以後すべての実験で産卵が確認された。卵および仔魚が確認された実験数はのべ14回、実験全体の82%であった。

### 5.1 卵および仔魚が確認された二枚貝

二枚貝軟体部の観察の結果、ヌマガイ35個体から、322個体のイチモンジタナゴの卵および仔魚が確認された。卵および仔魚が確認されたのはヌマガイのみで、タテボシガイではイチモンジタナゴの卵および仔魚は確認されなかった（図5-3）。

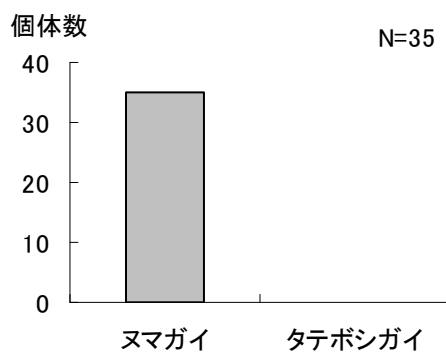


図 5-3 卵および仔魚が確認された二枚貝個体数

## 5.2 実験日による推移

実験に用いたヌマガイ 1 個体あたりのイチモンジタナゴの平均卵数および仔魚数は、最初の産卵が確認された実験日（開始日）4 月 9 日には 0.55 個体であったが、その後徐々に増加し、実験日 5 月 29 日には  $15.8 \pm 18.4$  個体、実験日 6 月 5 日には  $16.0 \pm 7.8$  個体と最も多かった（図 5-4）。

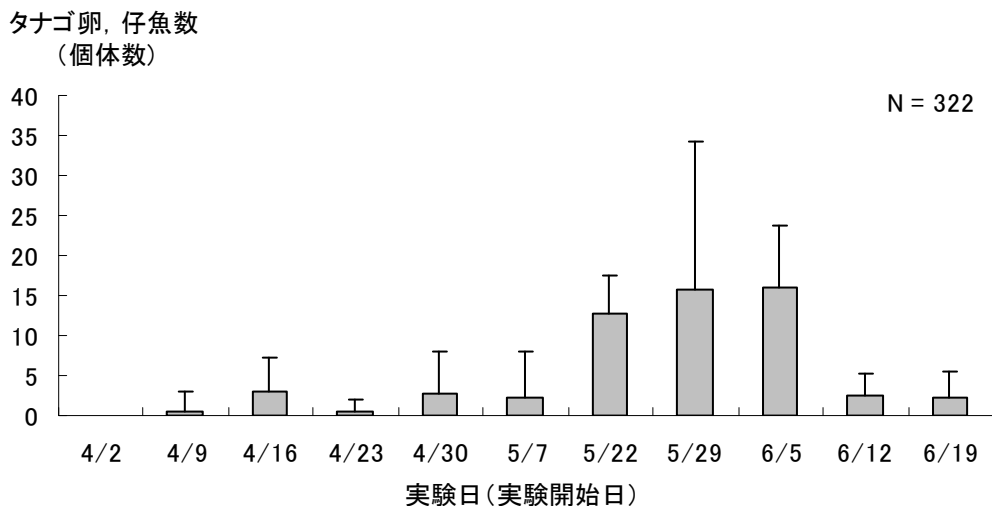


図 5-4 実験に用いたヌマガイ 1 個体あたりの卵・仔魚数

また、イチモンジタナゴの産卵が確認されたヌマガイ 1 個体あたりの卵および仔魚個体数は、実験日 4 月 9 日に 11 個体であったが、5 月 29 日には  $31.5 \pm 3.5$  個体となった（図 5-5）。

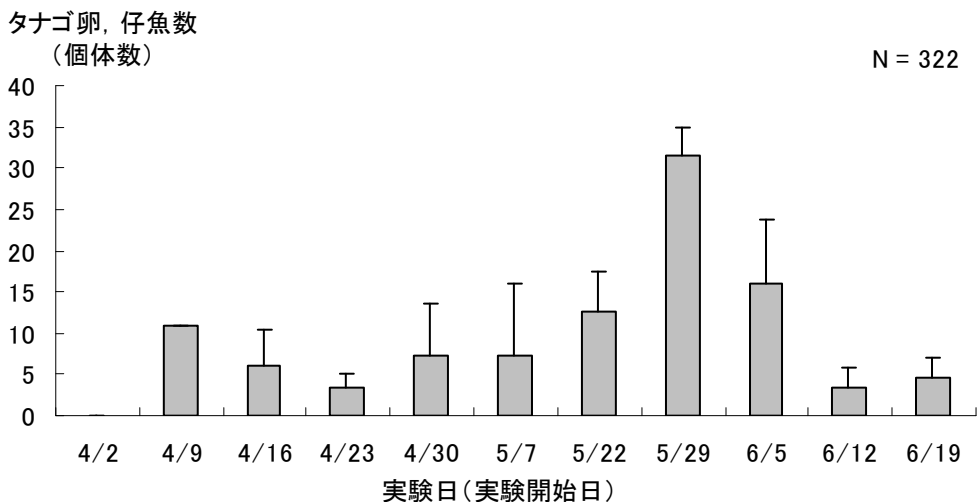


図 5-5 卵および仔魚が確認されたヌマガイ 1 個体あたりの卵および仔魚数

さらに、実験に用いたヌマガイのうち、イチモンジタナゴの卵および仔魚が確認された個体の比率（イチモンジタナゴによるヌマガイ利用率）は、実験日 5 月 22 日、6 月 5 日に 100% となり、実験に用いた全てのヌマガイからイチモンジタナゴの卵および仔魚が確認された（図 5-6）。



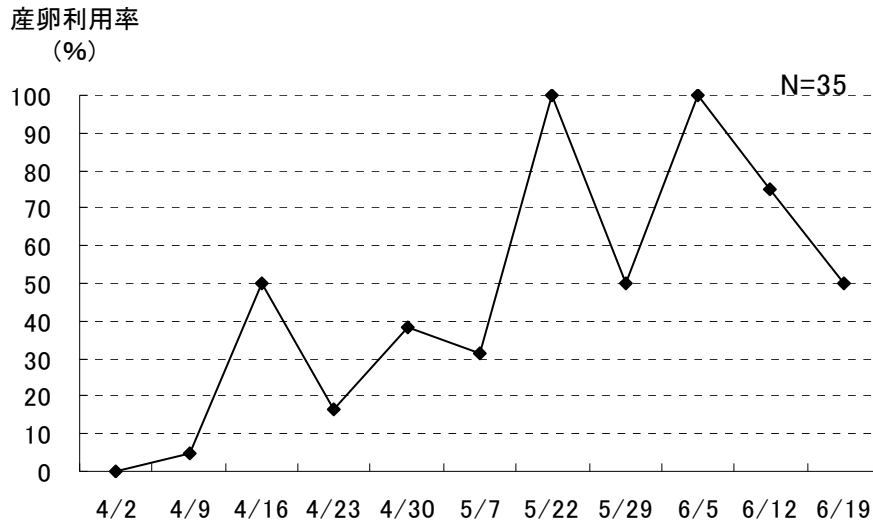


図 5-6 イチモンジタナゴによるヌマガイの利用率

### 5.3 卵および仔魚が確認されたヌマガイのサイズ、成熟度

実験中に斃死した 9 個体をのぞいた、実験に用いたヌマガイの殻長は  $84.1 \pm 14.5$  mm、殻高は  $56.0 \pm 8.6$  mm、殻幅  $42.4 \pm 4.6$  mm、殻を含む重量は  $80.6 \pm 41.2$  グラム、殻を含む肥満度は  $0.038 \pm 0.003$  であった。一方で、軟体部にイチモンジタナゴの卵および仔魚が確認されたヌマガイの殻長は  $92.4 \pm 15.9$  mm、殻高は  $59.9 \pm 9.8$  mm、殻幅は  $44.7 \pm 4.5$  mm、殻を含む重量は  $100.2 \pm 47.9$  グラム、殻を含む肥満度 (= 重量 ÷ (殻長 × 殻高 × 殻幅) × 100) は  $0.039 \pm 0.003$  であった。殻長、殻高、殻幅、重量などサイズに関しては、産卵されたヌマガイの方が有意に大きかったが、殻を含む肥満度に関しては有意差が認められなかった (Mann-Whitney U-test ;  $p < 0.05$ ) (図 5-7、図 5-8)。

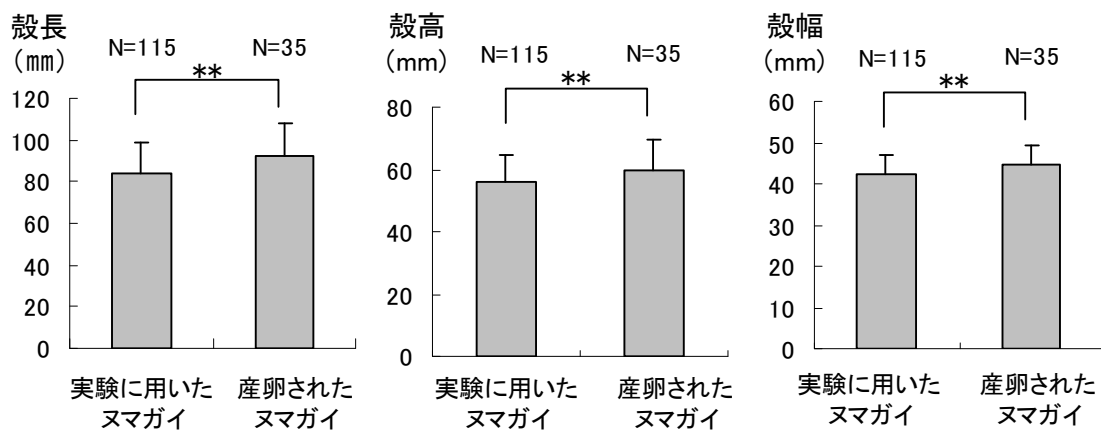


図 5-7 産卵されたヌマガイの殻長、殻高および殻幅

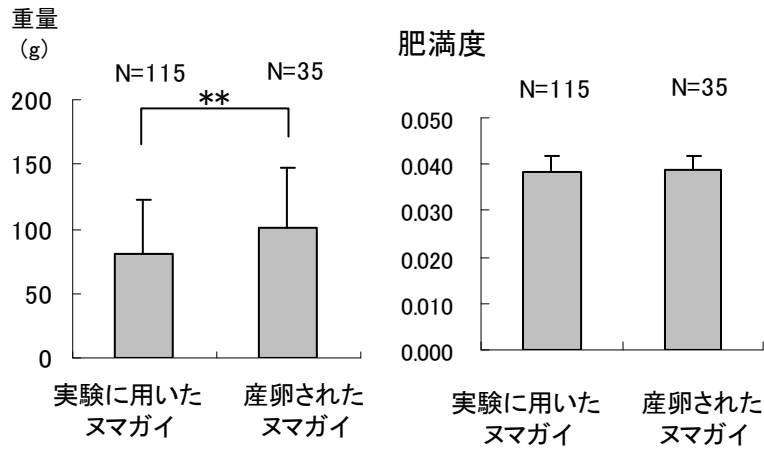


図 5-8 産卵されたヌマガイの重量および肥満度

卵および仔魚が確認されたヌマガイを殻長 5 mm 毎に見ていくと、殻長 90 mm~95 mm が最も多く 8 個体、ついで殻長 85 mm~90 mm で 6 個体であった。ヌマガイとしては大型の個体でイチモンジタナゴの卵もしくは仔魚を確認することが多かった(図 5-9)。

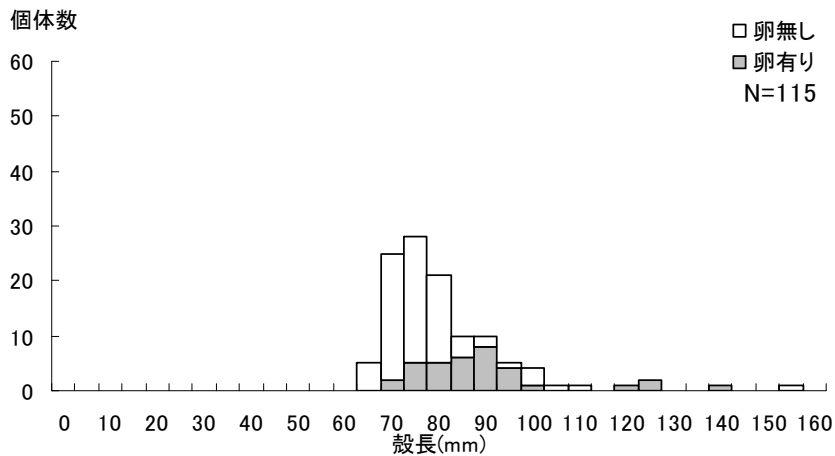


図 5-9 ヌマガイ殻長分布

また、10 mm 毎にイチモンジタナゴによるヌマガイ利用率（イチモンジタナゴの卵、仔魚を確認したヌマガイ個体数÷実験に使用したヌマガイ個体数）を図 5-10 に表した。利用率は 90 mm 台のヌマガイで 77% であった。

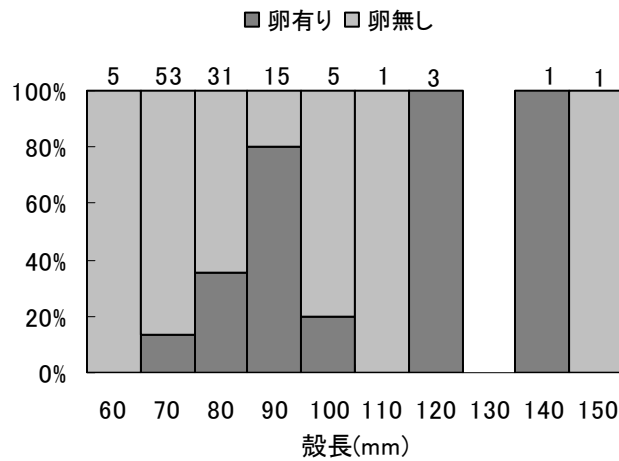


図 5-10 殻長毎のヌマガイ利用率

斃死した個体をのぞいた、実験に用いたヌマガイの成熟度は、成熟度 0 が 82 個体、成熟度 1 が 9 個体、成熟度 2 が 19 個体、成熟度 3 が 5 個体であった。また、イチモンジタナゴの卵および仔魚が確認されたヌマガイの成熟度は成熟度 0 が 25 個体、成熟度 1 が 0 個体、成熟度 2 が 7 個体、成熟度 3 が 3 個体であった (図 5-11)。

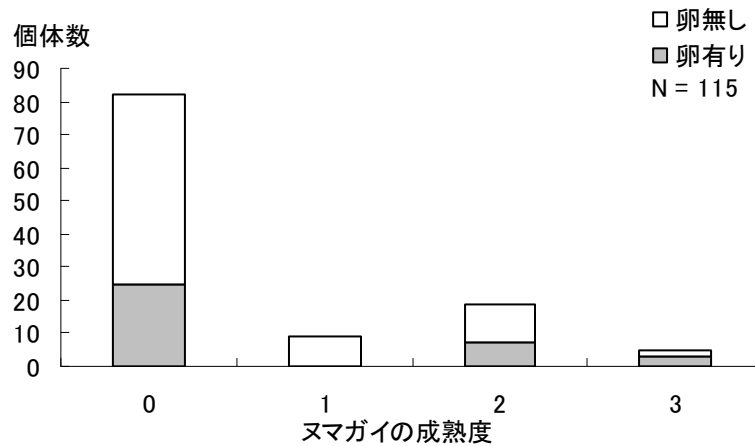


図 5-11 実験に用いたヌマガイと産卵が確認されたヌマガイの成熟度

#### 5.4 貝内での卵および仔魚の位置

開口器を用いてヌマガイ軟体部の観察を行った結果、イチモンジタナゴの卵および仔魚はヌマガイの出水口から最短 14.9 mm、最長 76.8 mm、平均  $28.4 \pm 10.0$  mm の位置に分布していた (図 5-12)。

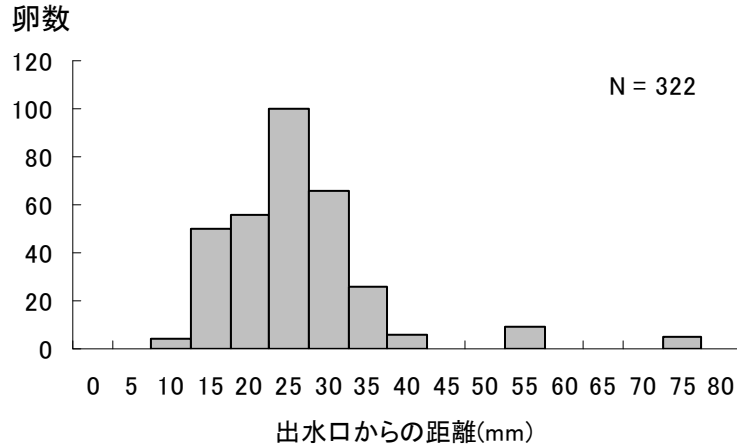


図 5-12 出水口からの距離

また、鰓葉別では、内鰓葉で 230 個体（左内鰓葉 148 個体、右内鰓葉 98 個体）、外鰓葉で 83 個体（左外鰓葉 51 個体、右外鰓葉 32 個体）のイチモンジタナゴの卵および仔魚が確認された（図 5-13）。イチモンジタナゴの個体数では内鰓葉が多かった。

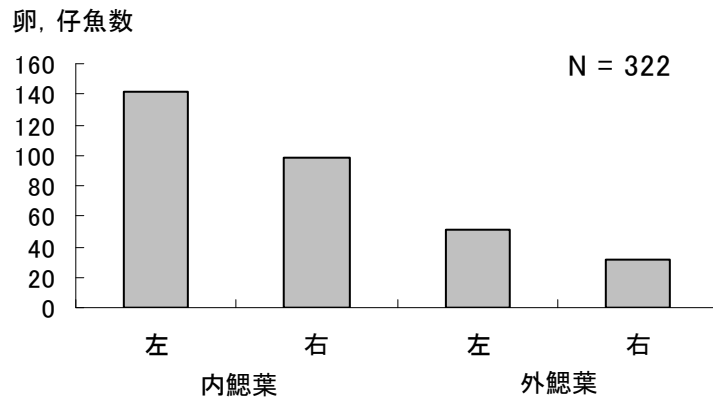


図 5-13 イチモンジタナゴの卵および仔魚が確認された鰓葉

さらに、産卵が確認出来なかった成熟度 1 のヌマガイをのぞいて、ヌマガイの成熟度別にイチモンジタナゴの卵および仔魚の鰓葉毎の分布をみると、成熟度 0 のヌマガイでは内鰓葉 143 個体に対して外鰓葉 80 個体の卵、仔魚が確認され、それぞれの比率は外鰓葉 64.1%、内鰓葉 35.9%となったが、成熟度 3 のヌマガイでは内鰓葉に 96.7%（88 個体）外鰓葉に 0.3%（3 個体）であった（図 5-14）。

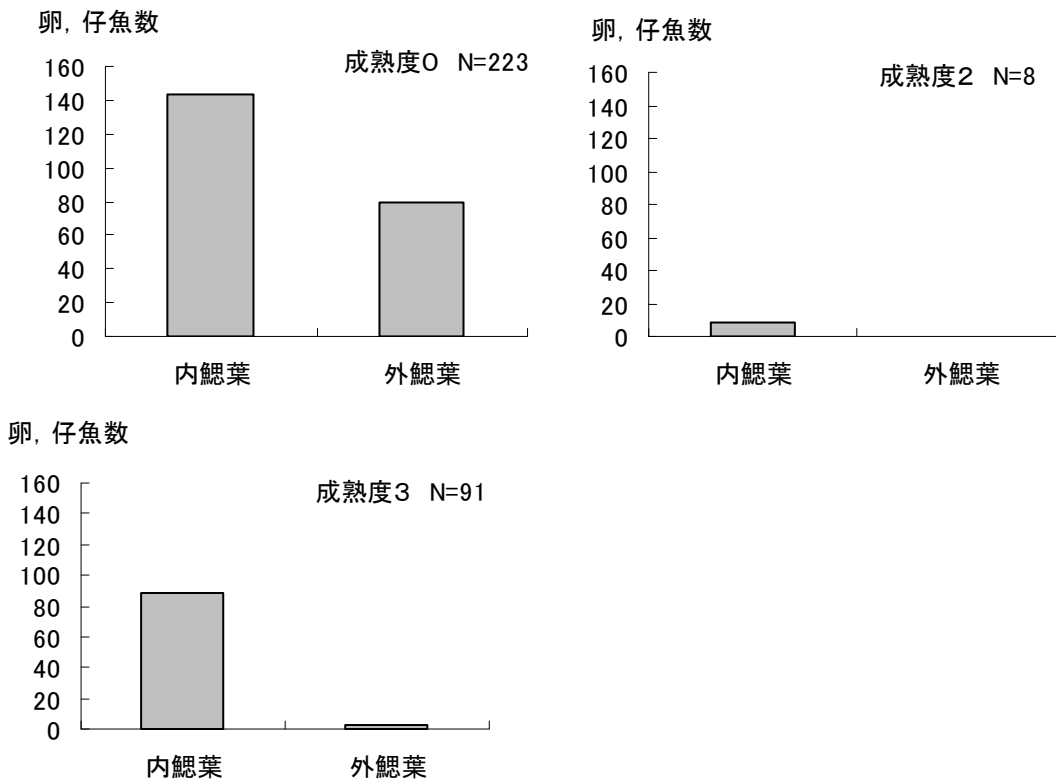


図 5-14 ヌマガイ成熟度別、卵仔魚の位置

## 6. 実験結果（実験 2：継続観察）

実験はのべ 4 回行った。ヌマガイを用いた A 池では実験区 1（4 月 2 日開始、4 月 23 日計測）実験区 3（4 月 23 日開始、5 月 22 日計測）とも二枚貝軟体部にイチモンジタナゴの卵および仔魚が確認された。一方タテボシガイを用いた B 池では、実験区 2（4 月 2 日開始、4 月 23 日計測）実験区 4（4 月 23 日開始、5 月 22 日計測）とも産卵が確認されなかった。また、目視によるイチモンジタナゴ稚魚の観察でも、A 池においてイチモンジタナゴの稚魚が観察された。二枚貝内にイチモンジタナゴの卵および仔魚、さらに、水面に稚魚が確認された実験区 3（A 池：ヌマガイ）では、5 月 22 日以降も 11 月 16 日まで継続観察を行ったが、二枚貝内の卵および仔魚及び水面に稚魚が確認出来なかった B 池は 5 月 22 日で観察を終了した。

実験に用いたイチモンジタナゴは雌雄それぞれ、実験区 1 および実験区 2 で 5 匹ずつ、実験区 3 および実験区 4 で 4 匹ずつであった。また、実験に用いた二枚貝は実験区 1 でヌマガイを 20 個体、実験区 2 でタテボシガイを 20 個体、実験区 3 でヌマガイを 16 個体、実験区 4 でタテボシガイを 16 個体であった。実験期間中の原水の水温は 14.5℃～24.5℃、pH は 7.1～pH7.5、COD は 3.4mg/l～6.6mg/l、SS は 2.4mg/l～39.0mg/l、T-N は 0.40mg/l～2.1mg/l、T-P は 0.044mg/L～0.14mg/l で琵琶湖南湖東岸の流入河川の平均的な水質であった（実験センター調べ）。

## 6.1 貝種によるイチモンジタナゴ繁殖状況

ヌマガイを産卵基質とした実験区（実験区 1、実験区 3）ではいずれの実験日に置いても、軟体部にイチモンジタナゴの仔魚を確認することが出来た。また、5月22日の観察では水面付近を群れになって泳ぐ、約30個体のイチモンジタナゴ稚魚を目視確認する事が出来た。一方、タテボシガイを産卵基質とした実験区では、いずれの実験日においても、軟体部の卵、仔魚、水面の稚魚を観察することは出来なかった（表 6-1、表 6-2）。

表 6-1 実験日 4 月 2 日（観察 4 月 23 日）の結果

	貝種	回収した 二枚貝個体数	産卵された貝	タナゴ卵数	タナゴ稚魚数
実験区 1	ヌマガイ	18	1	17	0
実験区 2	タテボシガイ	19	0	0	0

表 6-2 実験日 4 月 23 日（観察 5 月 22 日）の結果

	貝種	回収した 二枚貝個体数	産卵された貝	タナゴ卵数	タナゴ稚魚数
実験区 3	ヌマガイ	7	1	37	約 30 個体
実験区 4	タテボシガイ	7	0	0	0

## 6.2 イチモンジタナゴのコンディション変化

実験区それぞれにおいて、イチモンジタナゴの全長、肥満度を表 6-3 及び表 6-4 に示した。繁殖期前半と考えられる実験区 1 及び 2 の雌肥満度でのみ有意差がみられた (Mann-Whitney U-test ;  $p < 0.05$ )。他に關しては肥満度の低下など顕著なコンディション変化は見られなかった。なお、肥満度の算出には全長を用いた（肥満度 = 体重 ÷ 全長<sup>3</sup> × 1000）。

表 6-3 イチモンジタナゴ雄の全長、肥満度

実験区	計測日	全長 mm	肥満度
実験区 1	開始日 4 月 2 日	58.07 ± 9.90	0.010 ± 0.001
	観察日 4 月 23 日	58.66 ± 8.90	0.011 ± 0.002
実験区 2	開始日 4 月 2 日	58.34 ± 9.91	0.010 ± 0.001
	観察日 4 月 23 日	59.57 ± 9.20	0.011 ± 0.001
実験区 3	開始日 4 月 23 日	55.45 ± 7.62	0.010 ± 0.001
	観察日 5 月 22 日	-	-
実験区 4	開始日 4 月 23 日	60.56 ± 8.87	0.011 ± 0.002
	観察日 5 月 22 日	59.75 ± 5.20	0.010 ± 0.001

表 6-4 イチモンジタナゴ雌の全長、肥満度

実験区	計測日	全長 mm	肥満度
実験区 1	開始日 4 月 2 日	58.71±1.68	0.010±0.001
	観察日 4 月 23 日	59.83±1.10	0.012±0.001
実験区 2	開始日 4 月 2 日	57.80±1.82	0.010±0.001
	計測日 4 月 23 日	59.48±1.78	0.012±0.001
実験区 3	開始日 4 月 23 日	59.37±1.49	0.012±0.001
	観察日 5 月 22 日	-	-
実験区 4	開始日 4 月 23 日	57.89±0.95	0.012±0.001
	観察日 5 月 22 日	59.72	0.0115

### 6.3 二枚貝のコンディション変化

実験区それぞれの開始日、観察日の殻長、肥満度（重量÷殻長<sup>3</sup>×10<sup>5</sup>）を表 6-5 に示した。有意差は見られなかったが、殻長はそれぞれの実験区で大きくなった。また、肥満度の顕著な低下は見られなかった。

表 6-5 二枚貝の全長、肥満度

実験区	計測日	殻長	肥満度
実験区 1 ヌマガイ	開始日 4 月 2 日	85.2±12.0 mm	13.6±1.7
	観察日 4 月 23 日	85.7±11.5 mm	14.3±4.9
実験区 2 タテボシ	開始日 4 月 2 日	53.2±5.7 mm	14.7±1.1
	観察日 4 月 23 日	53.9±5.2 mm	14.7±1.1
実験区 3 ヌマガイ	開始日 4 月 23 日	80.4±9.0 mm	13.8±1.5
	観察日 5 月 22 日	82.4±9.3 mm	13.0±1.5
実験区 4 タテボシ	開始日 4 月 23 日	51.8±3.1 mm	14.5±0.7
	観察日 5 月 22 日	52.4±3.1 mm	14.0±0.8

### 6.4 晩秋までの継続観察

実験区 3(4 月 23 日開始、ヌマガイ)について、11 月 16 日まで、継続観察を行った。イチモンジタナゴは導入時には 8 個体（雄 4 個体、雌 4 個体）であったが 11 月 16 日には 18 倍の 144 個体（雄 45 個体、雌 99 個体）であった（図 6-1）。

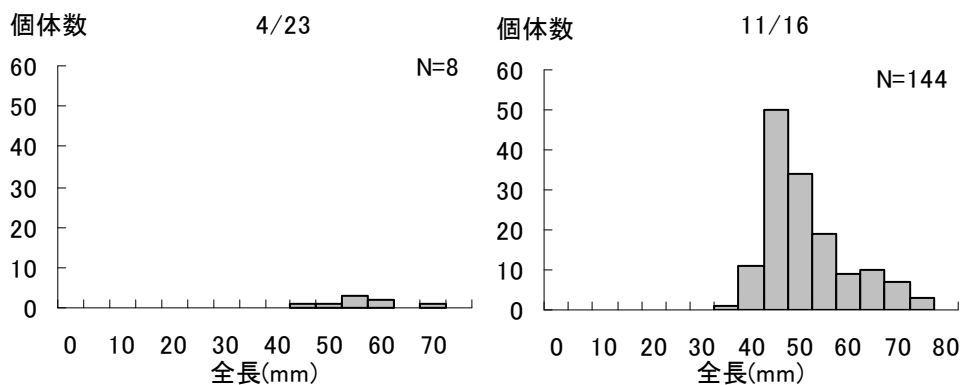


図 6-1 イチモンジタナゴ全長分布 実験前後

雌雄別に見ていくと、雄 45 個体は全長  $61.0 \pm 9.4$  mm、雌 99 個体は  $50.4 \pm 5.3$  mm となり、雄の方が大型であった（図 6-2）。

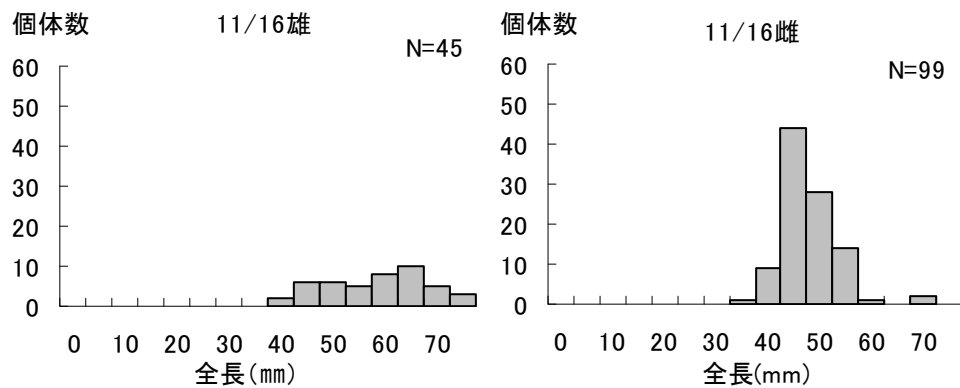


図 6-2 雌雄の全長

一方、回収されたヌマガイは、殻長  $89.9 \pm 8.7$  mm、重量  $95.2 \pm 28.5$  グラム、導入時の殻長、 $84.3 \pm 7.8$  mm、重量  $83.7 \pm 24$ . グラムに比較して有意に大きかった (Mann-Whitney U-test ;  $p < 0.05$ )。個体識別を施した個々の個体で見ても、全ての個体が成長していた。

## 7. 今後の方針

本実験において、これからのイチモンジタナゴの保全・増殖活動に活用しうる重要な知見が得られた。イチモンジタナゴについては、2007年3月に滋賀県の指定希少野生動植物に選定されて県内での採捕が禁止になっており、その希少性は高まるばかりである。このような現状を踏まえ、今後は、日本魚類学会で定められた「生物多様性の保全を目指した魚類の放流ガイドライン」に準拠し、希少タナゴ類の放流（再導入）および生息環境の改善の検討を、関係機関との合意形成、連携を図りながら進めていくことが望まれる。そのためにも、今回の実験よりも実環境に近い場所で試験的な増殖実験を行うとともに、希少タナゴ類の分布状況、遺伝的關係、生息環境について、様々な情報を蓄積することが必要になるといえる。

---

### 実験担当者

財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構

実験センター所長

武田 篤

実験センター研究員

土谷 卓

ぼてじゃこトラスト

武田 繁

遠藤 真樹

岐阜大学

北島 淳也



## その他実験の概要

平成20年度：琵琶湖・淀川水質浄化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20年12月現在

	実験名	実験区分	実施年度	実験施設 調査場所	実験内容
1	沈水植物群落の水質浄化機能の評価実験	共同実験 滋賀県立大学	H19～20	水路型浄化実験施設	小型の隔離水界を用い、水草の植栽区と非植栽区での水質の変化、水草・付着藻類の生長量を経時的に測定するとともに、最終測定では水草の現存量、動物プランクトン等の現存量の把握を行う。
2	珪藻等の増殖を目的とした河川・湖沼における窒素・ケイ酸濃度制御方法に関する野外水槽実験	共同実験 (株)ニュージェック	H19～20	H19: 深池型浄化実験施設 浅池型浄化実験施設 H20: 深池型浄化実験施設	透水性が高く、ケイ酸の溶出能力に優れ、窒素成分の吸着能力のある材料を用いた簡易浸透堤に浸透させた処理水を実験施設に通水し、植物プランクトン等の変化を追跡する。
3	タナゴ類の増殖実験	共同実験 ぼてじゃこトラスト	H19～20	H19: 深池型浄化実験施設 H20: 琵琶湖型実験池 (水路型浄化実験施設)	希少なタナゴ類とその産卵基質として好適な二枚貝を同所的に飼育し、タナゴ類の増殖実験を試み、繁殖環境の適性を把握する。また、琵琶湖型実験池における増殖実験に向けて魚類モニタリング調査を行う。
4	低濃度リン除去材と機能炭を用いた水質浄化実験	共同実験 日本植生(株)	H19～20	浅池型浄化実験施設	低濃度リン除去材と機能炭(硝酸性窒素除去材)を使用して、河川水中のリン及び硝酸性窒素を簡単な水路式で同時に吸着除去するフィールド実験を行う。
5	浚渫土を用いたヨシ生育実験	受託実験 (独)水資源機構	H18～20	深池型浄化実験施設	本実験は、ヨシ植栽の基盤として、琵琶湖にて実際に浚渫した土壌を敷設し、ヨシ生育試験を行うことにより、浚渫土の有効利用の基礎資料を得ることを目的に実験・検討を行う。
6	新規アルミニウム系化合物によるリン連続回収実験	共同実験 近畿大学	H19～20	その他敷地	完全にリサイクル可能なアルミニウム系化合物を用いて、富栄養化の原因物質であると考えられているリンをリン酸イオンという形態で回収することを目的に実験・検討を行う。

# 啓 発 活 動

## 平成 19 年度実験センター見学者実績

実験センターでは、琵琶湖・淀川水系の水環境の課題や環境改善に向けた取り組みなどを広く一般市民や関係機関の方々に広報するために、環境学習や現地視察、研修等の機会として、毎年大勢の見学者を受け入れている。

見学に際してはそれぞれの団体の視察目的に応じて、琵琶湖や淀川の水質の変遷や現状、水質浄化の仕組み、これまでの実験センターの実験成果とそれらの適用事例、稼働中の実験施設などを紹介している。

平成 19 年度の実験センターの総見学者数は 749 人であり、図 1 に示すとおり季節的には夏から秋にかけての訪問が多く、図 2 に示す見学者の種別を見ると最も多いのが海外研修で、次いで国内の行政機関からの視察等であった。

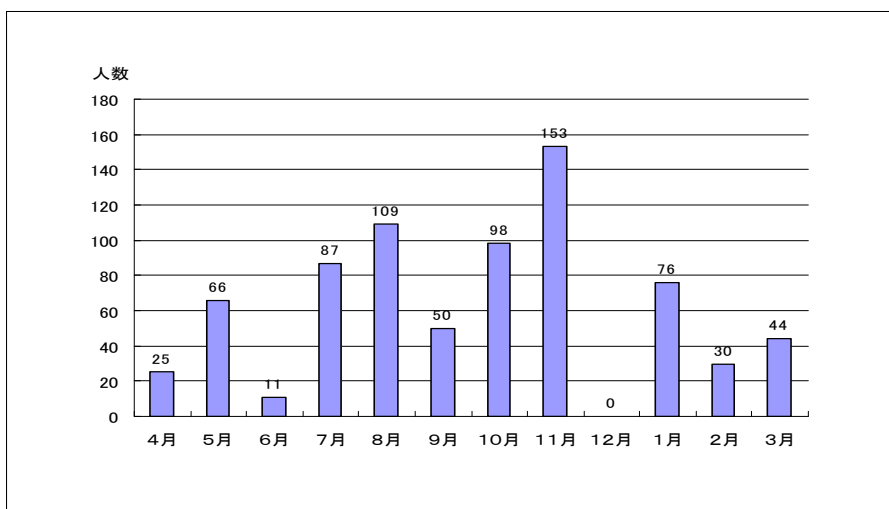


図 1 月別見学者数

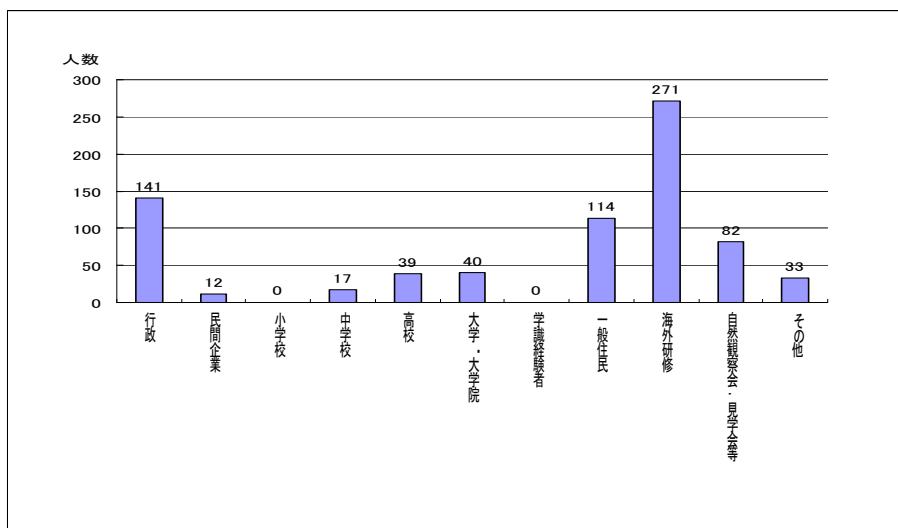


図 2 見学者の内訳

さらに、見学者数の推移は図 3 に示すとおりであり、実験センターの開設当時に比較すると見学者は減少しているものの、ここ数年は団体数 50 件前後、見学者数 1,000 人弱で横ばいとなっている。その中で、図 4 に示すとおり海外からの見学者は年々増加傾向にあり、環境先進国である日本の技術や取り組みを学ぼうとアジア諸国など開発途上国からの見学者がそのほとんどを占めている。特に近年経済発展が目覚ましい中国では環境問題が顕在化しており、見学者数が著しく増加している結果からもそのことが伺える。

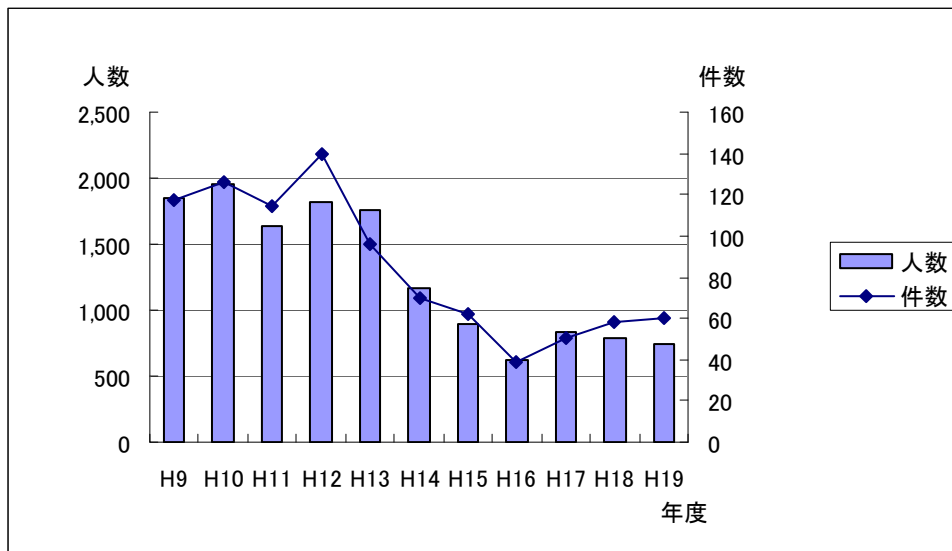


図 3 見学者の推移

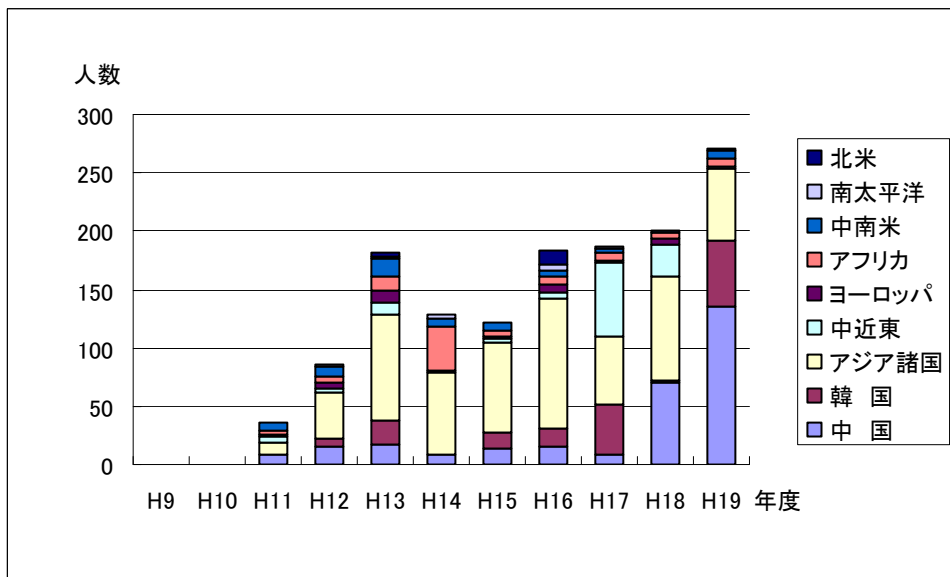


図 4 海外見学者数の推移



スライドによる説明



中学生の環境学習



マレーシア政府の視察



J I C A 研修

# 平成 19 年度 自然観察会

## 1. 目的

魚類や昆虫等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（以下、Biyoセンターとする）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、Biyoセンターの活動PRを行うことを目的とする。

## 2. 実施内容

### (1) 主催

国土交通省近畿地方整備局、滋賀県、独立行政法人水資源機構関西支社、財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構

### (2) 日時

■ 第 1 回：平成 19 年 7 月 28 日（土） 9：30～12:00

■ 第 2 回：平成 19 年 8 月 25 日（土） 9：30～12:00

### (3) プログラム

時 間	第 1 回(魚の観察) 講師：松岡先生 (朝日漁業協同組合)	第 2 回 (昆虫の観察) 講師：有本先生 (NPO 法人自然回復を試みる会 ビオトープ孟子)
9:00 ～ 9:30	受付 (出席確認、資料配付)	受付 (出席確認、資料配付)
9:30 ～ 9:40	開会 (挨拶)、日程説明等	開会 (挨拶)、日程説明等
9:40 ～10:00	Biyo センターの魚類について説明 (スタッフ)	Biyo センターの昆虫類について 説明 (有本先生)
	魚の採集方法について学習	昆虫の採集方法について学習
10:00 ～11:40	魚の採集(60分) 観察	昆虫の採集(60分) 観察
11:40 ～11:50	講評 (松岡先生)	講評 (有本先生)
11:50 ～12:00	閉会・アンケート記入	閉会・アンケート記入

## 3. 参加状況

■ 1、2回の参加者数は、延べ82名（内小学生以下42名）であった。

	三重	滋賀	京都	大阪	兵庫	奈良	その他 の県	合計	小学生 以下
第 1 回(参加実数)	0	8	9	11	11	5	0	44	(24)
第 2 回(参加実数)	0	14	4	11	6	0	3	38	(18)

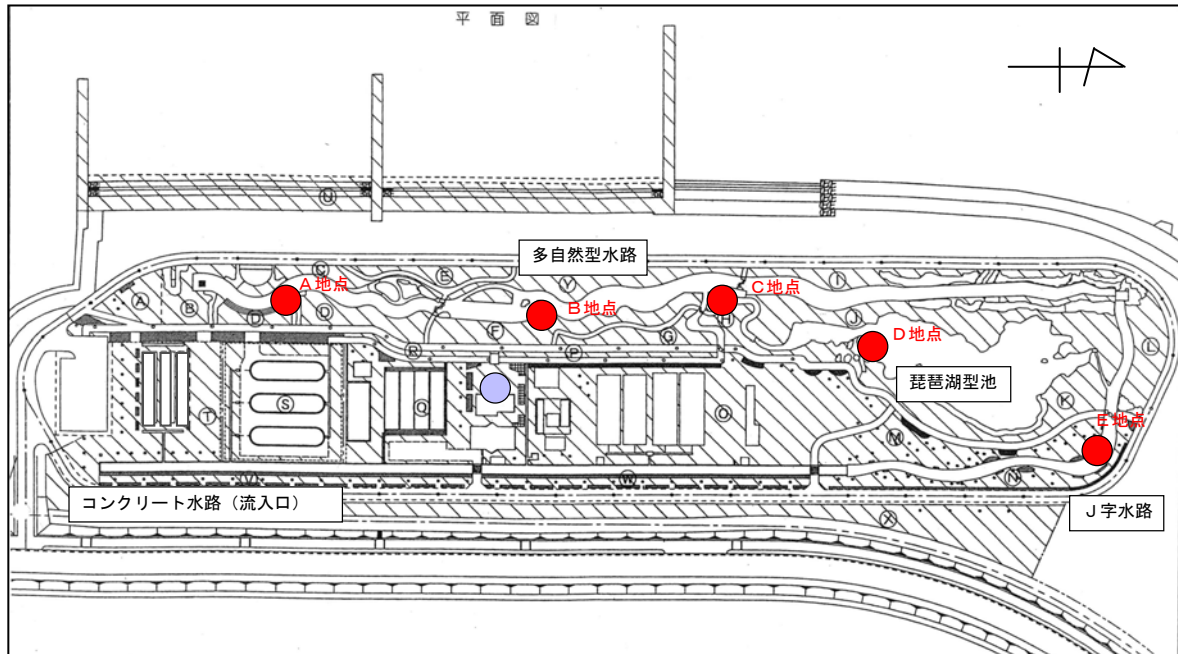
単位：人

## 4. 実施結果

### 4.1 魚の観察

#### (1) 実施地点

実施地点を図 4-1 に示す。



凡例 ● : 魚類採集地点 (5 地点)      ⊕ : 観察・とりまとめ場所

※最初のスタート地点は、くじによる抽選で決定した。以後は、自由に移動を行った。

図 4-1 実施地点 (魚の観察)

#### (2) 魚類の採集結果

魚類採集の結果、タイリクバラタナゴ、オイカワ、タモロコ、ツチフキ、メダカ、ブルーギル等 4 科 16 種の魚類を観察することができた。

地点別の採集結果では、多自然型水路上流 (1 班) では、オイカワ、ヌマムツが、J 字水路 (2 班) では、タイリクバラタナゴが、琵琶湖型実験池 (3 班) では、タイリクバラタナゴやブルーギルが、多自然型水路下流 (4 班) では、タイリクバラタナゴ、オイカワ、ヌマムツ、カネヒラが、多自然型水路中流 (5 班) では、タモロコ、ツチフキが多く観察された。

また、班別の採集結果では、種数では 3 班が一番多く 13 種を採集した。次いで、4 班 (11 種)、1 班 (9 種)、2 班と 5 班 (8 種) の順であった。個体数では、1 班が一番多く、90 個体 (内、64 個体がブルーギル) を採集した。次いで、5 班 (66 個体 : 内、50 個体がブルーギル)、4 班 (64 個体)、3 班 (54 個体)、2 班 (31 個体) の順であった。観察された魚類等は表 4-1、班別の採集成果 (その他の地点は含まず) は図 4-2 に示すとおりである。なお、実施状況は写真 4-1 に示した。



表 4-1 観察された魚類等

科名	種名	1班		2班		3班		4班		5班	
		多自然型 水路 上流	その他地点	J字水路	その他地点	琵琶湖型 実験池	その他地点	多自然型 水路 下流	その他地点	多自然型 水路 中流	その他地点
コイ	タイリクバラタナゴ	2		11	2	10		8	7	1	
	ギンブナ					1	1				
	フナ属					1	3	1	1		
	オイカワ	5	1				2	17	1	1	3
	ヌマムツ	5		1				8			
	カマツカ				1		1				
	ツチフキ	1	3	4	1	2	5	1	1	2	3
	カネヒラ	2		2				7		1	
	モツゴ				1	3					
	タモロコ		1				8			3	
	スゴモロコ	4				1		5			1
メダカ	メダカ	2		2		1	4		3		
	ブルーギル		64		6	9		2			50
サンフィッシュ	オオクチバス						1				
ハゼ	トウヨシノボリ					1			1		1
	ビワヨシノボリ					1					
集計	種数	7	4	5	5	10	7	9	6	5	5
	個体数	21	69	20	11	30	24	50	14	8	58
	班別種数	9種		8種		13種		11種		8種	
	班別個体数	90		31		54		64		66	

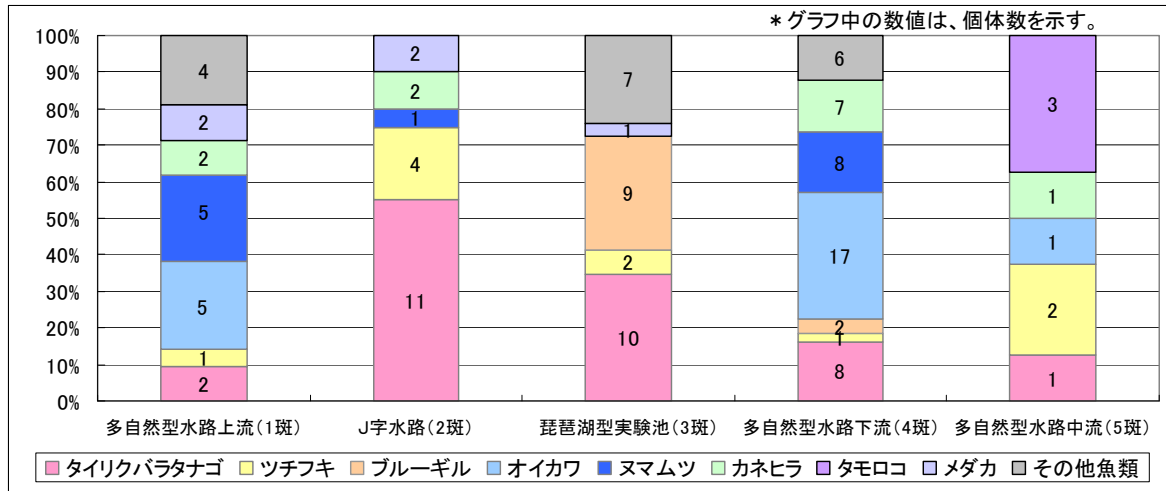


図 4-2 班別の採集成果

### (3) アンケート調査結果

アンケート調査結果は図 4-3～9、表 4-2～3 に示すとおりである。参加者 44 名のうち 33 名のアンケートを回収し、回収率は 75%であった。アンケートの結果は、以下にまとめた。

- 年齢層は、6 歳以下から 60 歳以上まで広い年齢層の参加が得られたが、高校生から大学生を含む 10 代後半から 20 代の年齢層の参加はみられなかった。全体として、小学生以下の子供を連れた家族での参加が多かった<図 4-3>。
- 参加者は滋賀県、大阪府、京都府在住がそれぞれ 25%、21%、21%を占め、他に奈良県、兵庫県からの参加があった<図 4-4>。
- 広報については、友人・知人の紹介が 32%と最も多く、次いでホームページで知った人、チラシ・ポスターで知った人がそれぞれ 19%であった。その他 22%のほとんどは、BYQ からの案内ハガキ等によるものであった<図 4-5>。
- 参加したきっかけは、以前参加しておもしろかったというリピーターが 33%、次いで、魚類が好きだからが 31%、家族と一緒に自然に触れられる機会だと思ったからが 29%であった<図 4-6>。
- 自然観察会の楽しさについては、大変楽しかった、または楽しかったが合わせて 88%、ややつまらなかったが 12%であった。大変楽しかった、楽しかった理由は、「子供と一緒に楽しめた」、「さかながいっぱいとれてうれしかった」、「ふだんは見付けられない魚をつかまえることができたので」、「子供と一緒に汚れながらも魚を追い込んだりと楽しい時間を過ごす事が出来ました」などであった。ややつまらなかった理由は、「同じ人ばかり商品をもたらったから」、「魚がとれなかった」、「電車がおくれたから」であった。<図 4-7、表 4-2>。
- 今後も Biyo センターの自然観察会に参加したいと答えた人は 87%で過半数を超えた。参加したいと答えた人の中では、観察の内容として水生生物を希望した人が 52%と最も多く、次いで陸生生物 24%、植物、水質 11%であった<図 4-8、図 4-9>。
- 感想として、「何度か参加させてもらっていますが、会を重ねる度に人数が増えていると感じました。自然に関心のある人が多い事がよくわかりました。」、「外来魚がたくさんいると思いました」、「もっといろんな魚が取れると思っていたが、意外に少なかった」、「いろんな人と協力してたくさんの魚をとって 30 点で優勝したし、でかい魚をとってカードゲームをもらってよかった」等があげられた。また、意見として、「もう少し時間があれば」、「琵琶湖池は泥がすごくてちょっと危険な感じがしました。抽選の際は小さい子のいるところはこの池を避けてもらえるとありがたいです」等があげられた。<表 4-3>。

図 4-3 年齢

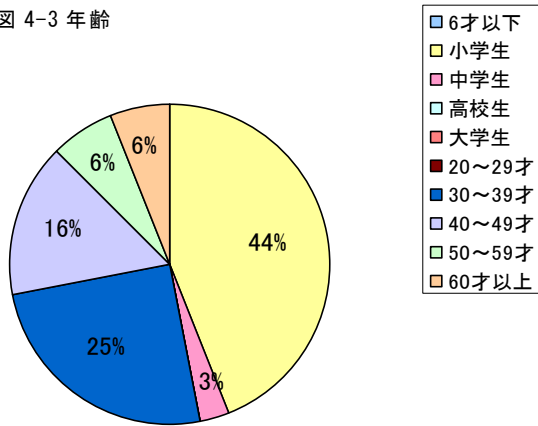


図 4-4 住所

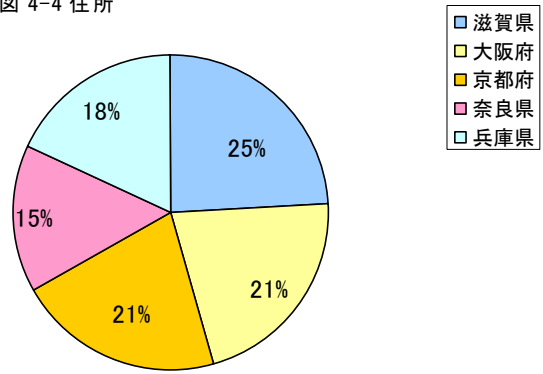


図 4-5 自然観察会を何で知りましたか。

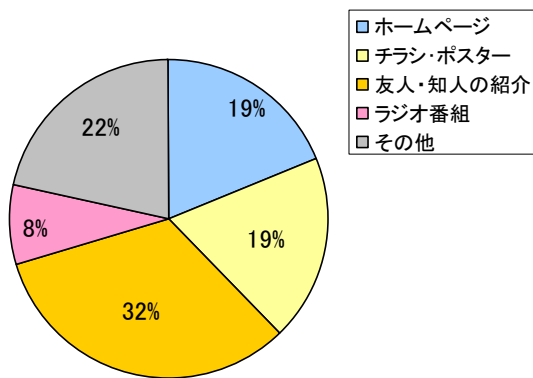


図 4-6 自然観察会に参加したきっかけは何ですか。

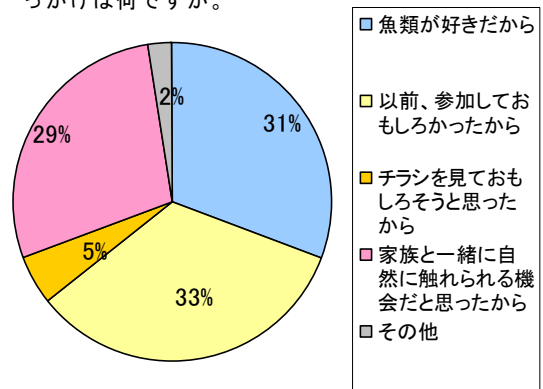


図 4-7 自然観察会はいかがでしたか。

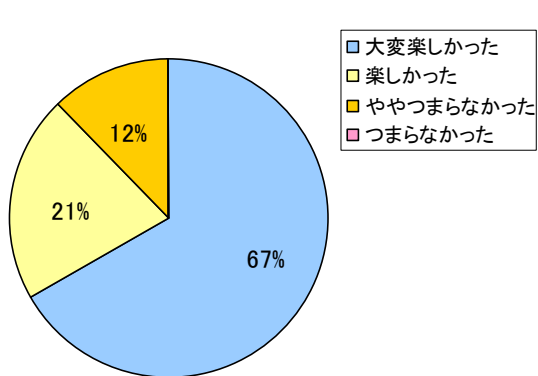


図 4-8 今後も実験センターの自然観察会に参加したいと思いますか。

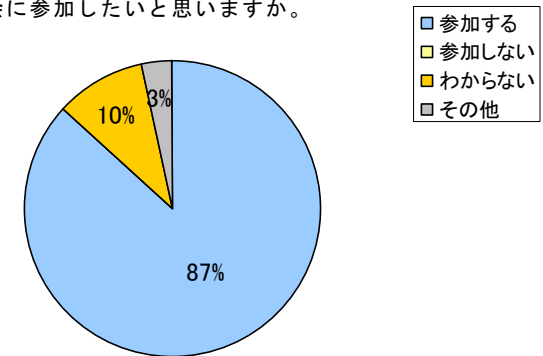


図 4-9 「参加したい」と答えた方はどんな内容の観察会に参加したいですか。

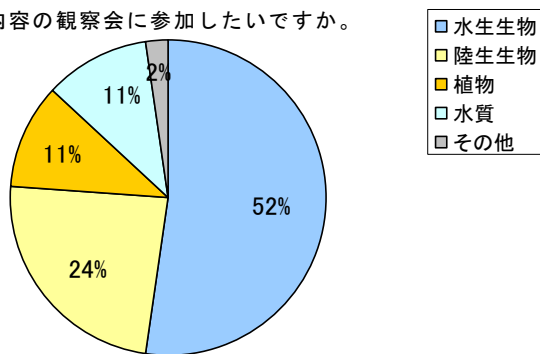


表 4-2 自然観察会に参加して楽しかった、つまらなかった理由

「大変楽しかった」または「楽しかった」理由
<ul style="list-style-type: none"> <li>●子供と一緒に楽しめた(50代)。</li> <li>●さかながいっぱいとれてうれしかった (小学生)!</li> <li>●魚をとって、しゅるいをしらべたりして、魚のしゅるいが分かったりしてよかったです (小学生)。</li> <li>●ふだんは見付けられない魚をつかまえることが出来たので (40代)。</li> <li>●子供と一緒に汚れながらも魚を追い込んだりと楽しい時間を過ごす事が出来ました (40代)。</li> <li>●さかなとふれあえてたのしかった (小学生)。</li> </ul>
「ややつまらなかった」理由
<ul style="list-style-type: none"> <li>●同じ人ばかり商品をもたらったから (30代)。</li> <li>●電車が事故でおくれたから (小学生)。</li> <li>●魚がとれなかった (中学生)。</li> </ul>

表 4-3 意見・感想

意見・感想
<ul style="list-style-type: none"> <li>●外来魚がたくさんいると思いました (30代)。</li> <li>●もっといろんな魚が取れると思っていたが、意外に少なかった (50代)。</li> <li>●もう少し時間があれば。</li> <li>●何度か参加させてもらっていますが、会を重ねる度に人数が増えていると感じました。自然に関心のある人が多い事がよくわかりました。子供たちも毎年すごく楽しみにしています。</li> <li>●琵琶湖型池は泥がすごくてちょっと危険な感じがしました。抽選の際は小さい子のいるところはこの池を避けてもらえるとありがたいです(30代)。</li> <li>●いろいろな人と協力してたくさん魚をとって30点でゆうしょうしたし、でかい魚をとってカードゲームをもらってよかった (小学生)。</li> </ul>



採集風景 1



採集風景 2



観察風景



松岡正富氏(写真右から 2 人目)

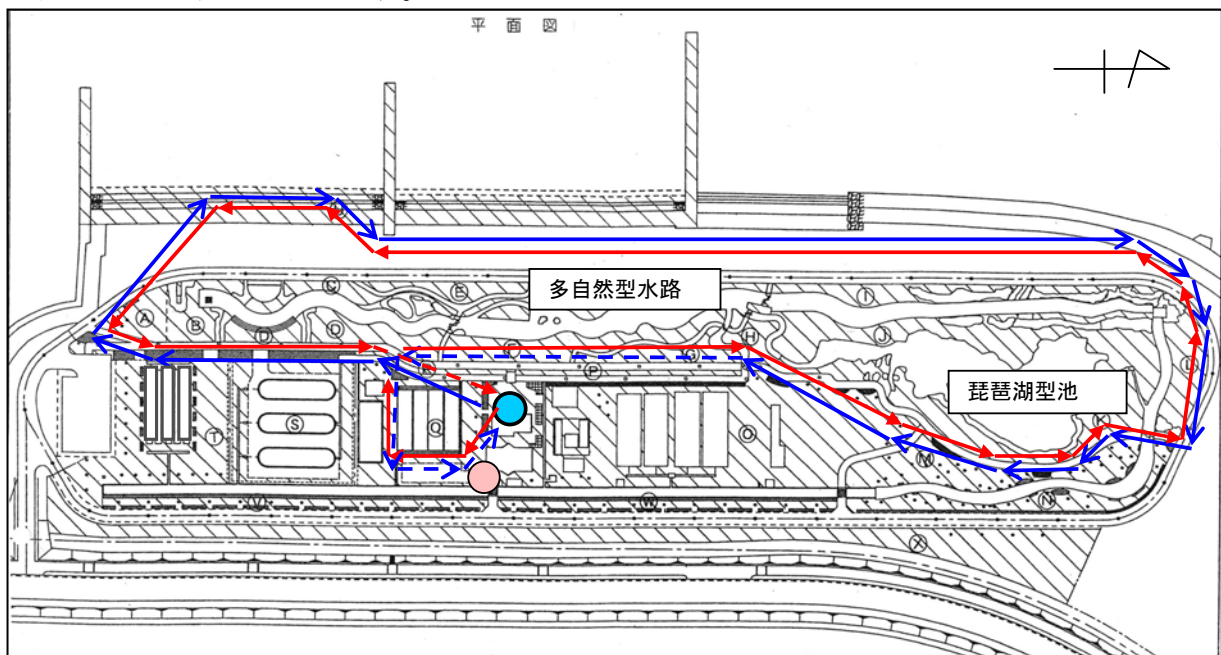
写真 4-1

実施状況 (魚の観察)

## 4.2 昆虫の観察

### (1) 実施地点

実施地点を図 4-10 に示す。



凡例  
 : 観察ルート  
 : 観察・とりまとめ場所  
 : 受付  
 : 観察・とりまとめ場所

※観察ルートを2コース(基本コースとその逆順路)設定した。

図 4-10 実施地点

## (2) 昆虫類の採集結果

昆虫採集の結果、トンボ目、バッタ目、チョウ目を中心として、7目24科44種の昆虫が観察することができた。観察された昆虫は、表4-4に示すとおりである。なお、実施状況写真は、資料1に示した。

表4-4 観察された昆虫

No.	目	科	種名	No.	目	科	種名
1	トンボ	イトトンボ	セスジイトトンボ	24			ヘクソカズラグンバイ
2			アオモンイトトンボ	25		ヘリカメムシ	ホソハリカメムシ
3		カワトンボ	ハグロトンボ	26	コウチュウ	コガネムシ	ヒメコガネの一種
4		ヤンマ	ギンヤンマ	27			マメコガネ
5		トンボ	シオカラトンボ	28			シロテンハナムグリ
6			ウスバキトンボ	29		カミキリムシ	ゴマダラカミリキ
7			ナツアカネ	30		オオクスイムシ	ヨツボシオオクスイ
8	カマキリ	カマキリ	オオカマキリ	31		テントウムシ	ナナホシテントウ
9			カマキリの一種(幼虫)	32	チョウ	セセリチョウ	イチモンジセセリ
10	バッタ	コオロギ	エンマコオロギ	33			チャバネセセリ
11		イナゴ	コバネイナゴ	34		アゲハチョウ	アオスジアゲハ
12		キリギリス	セスジツユムシ	35			キアゲハ
13			オナガササキリ	36			アゲハチョウ
14			ホシササキリ	37		シロチョウ	モンキチョウ
15			クビキリギリス	38			キチョウ
16			クサキリ	39			モンシロチョウ
17		オンブバッタ	オンブバッタ	40		シジミチョウ	ベニシジミ
18		バッタ	ショウリョウバッタ	41			ヤマトシジミ
19	カメムシ	セミ	クマゼミ	42		タテハチョウ	コムラサキ
20			アブラゼミ	43			ヒメアカタテハ
21			ツクツクボウシ	44			アサマイチモンジ
22	カメムシ	アワフキムシ	ハマベアワフキ	45		ジャノメチョウ	ヒメジャノメ
23		ゲンバウムシ	セイタカアワダチソウグンバイ	合計	7目	24科	45種

### (3) アンケート調査結果

アンケート調査結果は図 4-11～17、表 4-5～6 に示すとおりである。38 名の参加者のうち 35 名のアンケートを回収し、回収率は 92%であった。

アンケートの結果は、以下にまとめた。なお、アンケートの集計結果は資料 3-5 に、回収されたアンケート票は資料 4-2 に示した。

- 年齢層は、6 歳以下から 50 代以上まで広い年齢層の参加が得られたが、中学生から大学生の参加はみられなかった。全体として、小学生以下の子供を連れた家族での参加が多かった<図 4-11>。
- 参加者は滋賀県在住が 49%と最も多く、次いで大阪府が 24%、京都府が 10%、兵庫県が 17%であった<図 4-12>。
- 広報については、友人・知人の紹介が 41%と最も多く、次いでホームページが 38%であった。その他で 21%のほとんどは、BYQ の案内ハガキ等によるものあった。<図 4-13>。
- 参加したきっかけは、昆虫が好きだからが最も多く 37%、次いで家族と一緒に自然に触れられる機会だと思ったからが 27%、以前参加しておもしろかったからが 22%、チラシを見ておもしろそうと思ったが 14%であった。<図 4-14>。
- 自然観察会の楽しさについては、大変楽しかった、または楽しかったが合わせて 97%、ややつまらなかったが 3%であった。大変楽しかった、楽しかった理由は、「準備もよくされていて、親子で楽しめた」、「思ったよりたくさん虫がとれて大人の私も一緒に熱中できました」、「むしといっぱいあえてたのしかった」、「つかまえた昆虫の詳しい説明がきけてとても勉強になりました」であった。つまらなかった理由は、特に書かれていなかった<図 4-15、表 4-5>。
- 今後も Biyo センターの自然観察会に参加したいと答えた人は 87%で過半数を超えた。参加したいと答えた人の中では、観察の内容として水生生物を希望した人が 44%と最も多く、次いで陸生生物 32%、植物 14%、水質 10%であった<図 4-16、図 4-17>。
- 感想として、「トンボの目が大きくてびっくりしました」、「たくさんの虫がいて、子供と一生懸命虫を追いかけ楽しかったです」、「何気なく虫を捕まえていましたが様々なグループがあり、特徴があることを知りました。面白い経験になりました」等があげられた。<表 4-6>。

図 4-11 年齢

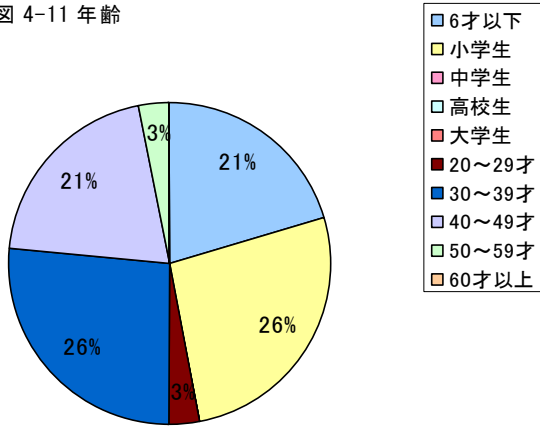


図 4-12 住所

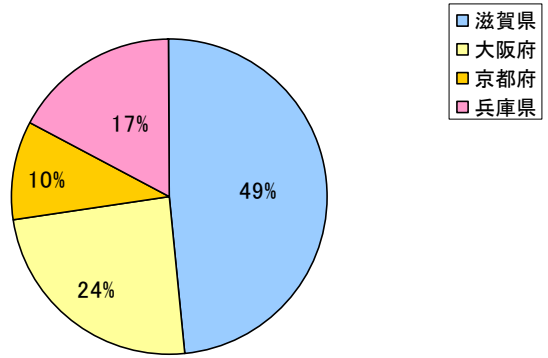


図 4-13 自然観察会を何で知りましたか。

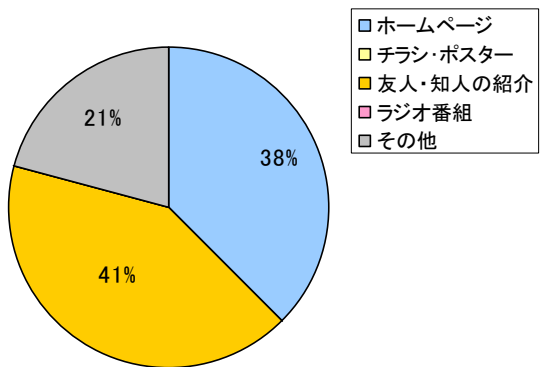


図 4-14 自然観察会に参加したきっかけは何ですか。

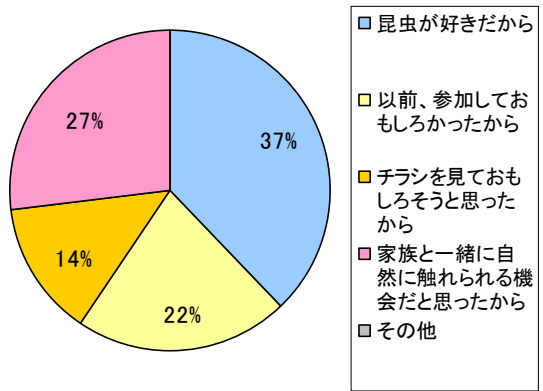


図 4-15 自然観察会はいかがでしたか。

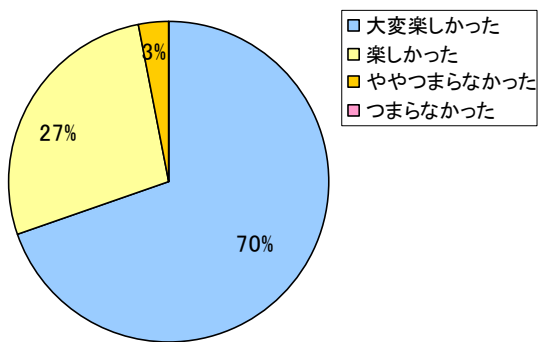


図 4-16 今後も実験センターの自然観察会に参加したいと思いますか。

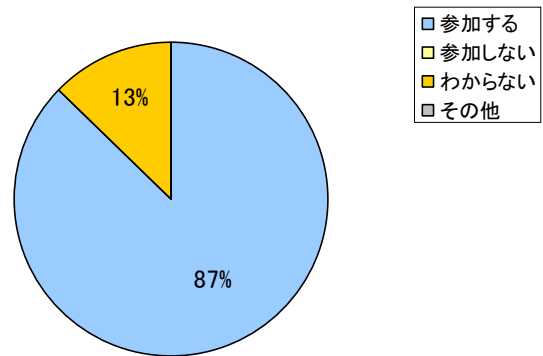


図 4-17 「参加したい」と答えた方はどんな内容の観察会に参加したいですか。

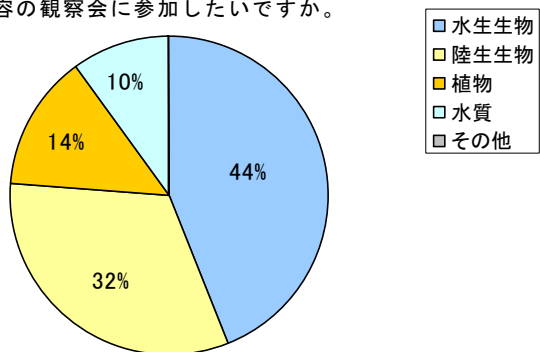




表 4-5 自然観察会に参加して楽しかった、つまらなかった理由

「大変楽しかった」または「楽しかった」理由
<ul style="list-style-type: none"> <li>●準備もよくされていて、親子で楽しめた（30代）。</li> <li>●虫とりは家でできないけれどBYQで見たら虫とりがあるとかいていたので、来たらおもしろかったから。</li> <li>●思ったよりたくさん虫がとれて大人の私も一緒に熱中できました（30代）。</li> <li>●4才男児、うまれてはじめてたくさんの虫を取りました。興奮状態です。</li> <li>●むしといっぱいあえてたのしかった（小学生）。</li> <li>●思ったより昆虫が多かった（40代）。</li> <li>●つかまえた昆虫の詳しい説明がきけてとても勉強になりました（30代）。</li> </ul>
「ややつまらなかった」理由
記載なし。

表 4-6 意見・感想

意見・感想
<ul style="list-style-type: none"> <li>●もっととりたかった（6才以下）。</li> <li>●トンボの目が大きくてびっくりしました（小学生）。</li> <li>●たくさんの虫がいて、子どもと一生懸命虫を追いかけて楽しかったです（30代）。</li> <li>●何気なく虫を捕まえていましたが様々なグループがあり、特徴があることを知りました。面白い体験になりました（30代）。</li> <li>●こんちゅうもいっぱいいるんだね（小学生）。</li> <li>●毎年楽しく勉強させてもらっています（50代）。</li> </ul>



採集風景 1



採集風景 2



観察風景

写真 4-2



有本猛氏

実施状況（昆虫の観察）

#### (4) まとめ

Biyo センターにおける自然観察会は、今年度で9回目の開催を迎える。1回目の平成11年度から平成13年度(3回目)は、センター内の植物観察や魚類観察を通して、琵琶湖周辺の自然環境についての啓発活動を行い、平成14年度(4回目)は環境教育の指導者をめざす人を対象とした魚類の参加型調査を実施した。また、平成15年度(5回目)から平成19年度(8回目)は、自然観察と得意とする地元の講師を招いて魚類や昆虫、植物、川の音の観察を実施し、各回とも幅広い年齢層でしかも流域の各方面からの参加が得られ、参加者からも多くのよい評価を頂き、成果が得られている。

今年度は、7月～8月の各月1回の計2回実施した。今年度の1回目はアンケートでも好評で継続して実施している魚類観察を、2回目は平成15年度、平成17～18年度に次いで4回目となる昆虫観察を実施した。魚類観察は琵琶湖の魚の現状に詳しい朝日漁業協同組合の松岡正富氏に、昆虫観察はNPO法人ビオトープ孟子の有本智氏に講師としてご協力頂き、有識者による地域の自然、身近な自然を対象とした特色ある自然観察会を実施することができた。

また、夏休み中に開催したということもあり、「子どもに自然を体験させたい」という理由で参加した保護者の方が多く、学校教育において平成14年度より『総合的な学習の時間』が設置されたことにより、本観察会のような環境学習の場の必要性が高まっていることが伺えた。

Biyo センターでは、今後も教育関係者や地域の方々との連携を図り、琵琶湖の環境保全の活動拠点としての役割を果たしつつ、住民参加による環境調査や子供たちの環境教育が持続的に行えるようなきっかけづくりや情報発信の機会としてこうした啓発活動を継続していきたい。

# 平成 19 年度技術研究発表会

## 1. 開催趣旨

財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構は、琵琶湖・淀川水系の水環境改善のために、自然の浄化機能を活かした水質改善など、新たな水処理技術の研究・開発の場として、また水環境に係わる情報の収集・発信等を行う場として、1997年、琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター(略称：Biyoセンター)を葉山川河口部に接した琵琶湖岸部に開設し、水質浄化に役立つ様々な技術の研究を行ってきた。

住民、企業、研究機関、行政等の様々な主体が連携し、水環境改善に取り組むことが益々重要になってきた今日、Biyoセンターを中心に琵琶湖・淀川水質浄化研究所で取り組んできた研究成果や琵琶湖・淀川水系の水環境問題を多くの皆様に知っていただくために技術研究発表会を開催した。

## 2. 実施内容

### (1) 主催

国土交通省近畿地方整備局、滋賀県、独立行政法人水資源機構関西支社、財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構

### (2) 日時

平成 19 年 11 月 13 日(火) (13:00~17:10)

### (3) 実施場所

コラボしが 21 3階大会議室(滋賀県大津市打出浜 2-1)

(4) プログラム

■技術研究発表プログラム

時間	プログラム	備考
12:30	受付開始	
13:00	開 会	
	開会挨拶／谷本 光司 (国土交通省近畿地方整備局河川部長)	
13:05～13:30	発表会の開催にあたって／宗宮 功 (財)琵琶湖・淀川水質保全機構 琵琶湖・淀川水質浄化研究所所長)	
13:30～14:30	基調講演／岸本 直之 (龍谷大学理工学部環境ソリューション工学科 准教授) 「琵琶湖のBOD、CODの乖離問題に関する一考察」	(質疑応答 10分程度)
14:30～14:40	休 憩	
14:40～16:00	研究発表(7件(20分/件)) ①侵略的外来魚駆除技術実験 (国土交通省近畿地方整備局) ②平湖・柳平湖導水実験 (滋賀県) ③琵琶湖開発総合管理におけるヨシ植栽に関する取り組み (独立行政法人水資源機構) ④園芸植物およびリサイクルろ過材を利用した資源循環型水質浄化実証実験 (関西電力(株))	(質疑応答 3分程度) ①14:40～ ②15:00～ ③15:20～ ④15:40～
16:00～16:10	休 憩	
16:10～17:10	⑤土壌浸透による水質浄化実験 ((財)琵琶湖・淀川水質保全機構) ⑥浅池における水質浄化特性実験 (財)琵琶湖・淀川水質保全機構) ⑦BYQ水環境情報データベースについて (財)琵琶湖・淀川水質保全機構)	④16:10～ ⑥16:30～ ⑦16:50～
17:10	閉 会	

(5) 当日の配布物

【技術研究発表会】

- 琵琶湖・淀川水質浄化研究所技術研究発表会 講演要旨集
- Biyoセンター 実験概要 (平成18年度版)
- WAQU2調査隊募集チラシ
- BYBLUE21号
- アンケート

## 2. 実施結果

### (1) 参加状況

技術研究発表会および Biyo センター見学会の参加者は以下のとおり。

	民間 企業	官公庁	大学・ 研究機関	市民団体	その他	合計
技術研究 発表会	76	51	8	8	22	165

単位：人

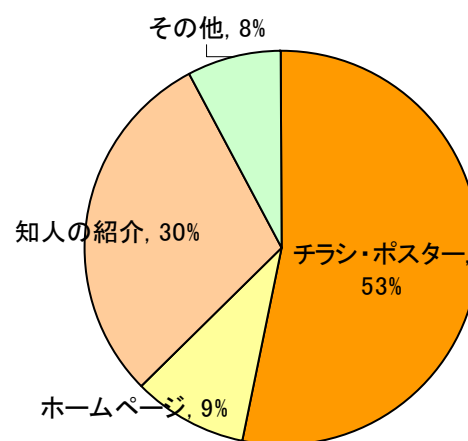
### (2) アンケート・質問集計結果

技術研究発表会の参加者に対し今後の参考のためにアンケート用紙を配布し、参加者の意見、要望、質問を伺った。アンケートの記入者は 65 名であり、参加者の約 40% から回答を得た。アンケートの内容と主な回答結果を以下に示す。

#### 1) 技術研究発表会のことを何で知りましたか。(複数回答含め、回答数 64)

最も多いのは、チラシ・ポスター (53%) であり、次いで知人の紹介であった。

今後、さらに一般の市民等、多方面の参加を呼び込むためには、広報手法を検討する必要がある。



#### 2) どの発表に興味を持たれましたか。また、それはどのような点についてですか。(意見抜粋、回答数 59)

##### 【発表会の開催にあたって (開会挨拶)】

○これからの時代において、環境というものを考えるにあたっては、従来の考え方では意味がない。新しい考え方の一つを聞けたと思います。

##### 【琵琶湖の BOD、COD の乖離問題に関する一考察 (基調講演)】

○難分解性溶存有機物の供給経路は外部だと考えていたが、湖内要因の可能性を聞くことができ興味深かった。

○私自身も似たような点で、BOD、COD、TOC の三者より様々な水質を調査し考察を行った。その際、同じ様な結果 (難分解性有機物が増加している) になった。今回の発表では、様々な観点から要因を追求しており、難分解性有機物の発生要因により近づいたと感じた。

○COD、BOD の現象を多面的に解析され理解しやすかった。ただし、本現象と流域住民、利水者との接点関係性の話題があってもよかった。

#### 【侵略的外来魚駆除技術実験】

- 堰を設けることにより、抑制効果がある事がおもしろかった。
- 質疑応答で「時代に逆行」という話が出たがそうは思わない。侵略的外来魚がはびこっている時点で、既に過去と異なる状況下にあることから、河川の縦断的な連続性を無条件に良しとすべきではない。

#### 【平湖・柳平湖導水実験】

- 水の流れがない場所に導水することによって滞留時間を短くするという点。気をつける点や調査項目、方法が勉強になりました。
- 流量とアオコ発生の関係がよく表れていた点。

#### 【琵琶湖開発総合管理におけるヨシ植栽に関する取り組み】

- ヨシ植栽に関する取り組みや、土壌浸透による水質浄化実験など、長期間実験、計測されており、貴重なデータが得られていると思う。
- ヨシの浄化能力と利活用に興味があります。利活用には、バイオマスとしてのガス化やエタノール化があり、大量に、また効率的な植栽管理の研究に興味があります。

#### 【園芸植物およびリサイクルろ過材を利用した資源循環型水質浄化実証実験】

- 水質浄化へリサイクル材を使用することと園芸植物を使う点に自社で実施できないかという視点で興味を持った。
- 園芸植物が、植生浄化としては今までにない市民が切り花等として回収できるため興味深い。

#### 【土壌浸透による水質浄化実験】

- 長期にわたる効果が判明してわかりやすい。

#### 【浅池における水質浄化特性実験】

- 水質浄化の効率だけではなく、アメニティ、環境学習などの視点が入っている点。

#### 【BYQ水環境情報データベースについて】

- 今後活用したい。

### 3) 技術研究発表会について、ご意見、ご要望等ございましたら、ご自由にお書きください。 (意見抜粋、回答数 13)

#### 【改善意見】

- この発表会の大きな方向性が、専門以外の人達にももう少しわかりやすく示してほしかったです。
- 講演要旨集について、もう少し大きな字 (ppt を 4 枚/ページ程度) にしてほしい。
- 学識者の発表を増やしてほしい。アンケートは無記名で、本音が聞けない。
- 調査をされている企業、官庁の方や聴講されている方と意見交換ができるよう直接コンタクトがとれるような時間を設けていただければと思います。
- 質疑応答の時間をもう少し長くとられてはどうでしょうか。

#### 4) 今後、このような発表会はあれば参加しますか(回答数 63)

今回の参加者（アンケート回答者）のうち、約 90%の人に次回も参加する意向を頂くことができた。

#### 5) 琵琶湖・淀川流域の水質や水環境にとって何が課題とお考えですか。皆様のご意見をお聞かせください。(意見抜粋、回答数 42)

##### 【水質・水量に関する意見】

- 現基準項目で水質保全をしようとしていることに問題があるのではないか。微生物栄養源の減少、微生物活性の低下が無視できないのではないか。
- 流域の汚濁負荷源について詳細な調査を行い、水質を低下させる要因を特定して個別の対策をとっていくことが課題ではないか。
- 栄養塩等のインプット抑制には限界があると考えられるので、琵琶湖からのアウトプットを増やす方策が必要と考えられます。物理・化学的手法の他、生物を利用した系外へのアウトプットや、大阪湾までの間をバイパスするといった方法も見つかればおもしろいと思います。

##### 【生物に関する意見】

- ダイナミズムを内含する環境、生態系システムのバランスをいかにして人が理解するか。
- 川等の護岸、生物多様性の単純化。頻繁に手を加えすぎではないか、長い目で見る必要があると思う。
- 外来魚の駆除、浮草処理。

##### 【地球温暖化に関する意見】

- 地球温暖化による水環境への影響とその対策

##### 【住民との連携・情報発信に関する意見】

- 流域の水道・下水道を利用している住民の協力、行政の施設投資
- 住民に危機意識をもってもらい、行政、地域だけではなく一人一人が水質を改善するために行動させる事だと思います。
- 地域住民にとって日常生活上致命的な状況になっていないために、住民の問題危機意識が低い。このため、ショッキングな現実の情報発信も併せて実施されてはどうか。
- 次代を担う子供たちに関心を持ってもらうこと。

##### 【その他】

- 県の政策等、様々な案があり、どれが最良なのか決定すること。また、流域住民の実行力。
- 多くの機関が色々な研究を行っているが、それらがうまく結びついていないように思う。これらの研究を有機的につなぐような役割を果たす組織（データベースだけでなく現在進行形の研究やこれからの行政指針等も含めて）が必要ではないか。

- 目指すべき目標についての設定をどうするか。
- 人間の経済活動等の抑制が必要。

### 3. 広報活動・取材等

#### (1) 広報活動

- ポスター：500部
- チラシ：3000部 \*ポスター450部、チラシ2500部は各関係機関・団体・個人へ郵送
- BYQ ホームページ掲載
- 学会誌開催案内掲載
  - ・水環境学会誌 Vol.30 10月号掲載
  - ・環境技術 Vol.36 9月、10月号掲載
- ラジオ大阪「きんきワンダーランド」放送 2007.10.17(水)
- びわこ放送 2007.11.12(月)
- 滋賀県県政 e 新聞掲載 2007.10.18(木)
- 記事投げ込み 2007.10.18(木) 14:00
  - ・日刊建設工業新聞掲載 2007.10.22(月) 掲載

#### (2) 取材等

技術研究発表会当日会場において、下記の報道機関5社からの取材があり、びわ湖放送、京都新聞および日刊建設工業新聞において記事として取り上げられた。

- 京都新聞滋賀本社 2007.11.14(水)朝刊 掲載
- 日刊建設工業新聞 2007.11.15(木) 掲載
- びわこ放送 2007.11.13(火)放送
- NHK 大津放送局
- 中日新聞大津支局

### 4. まとめ

アンケートの結果から、琵琶湖・淀川流域にとって、水質の保全、向上が重要であるという意見とともに、外来種や生態系といった生物的なテーマ、地球温暖化に伴う水環境への影響、また地域住民との連携といったテーマについても多くの意見が寄せられた。

これらのことから、今後、琵琶湖・淀川水質浄化研究所として、水質浄化を軸としながらも、生物的なテーマ、地球温暖化に伴う水環境への影響、地域住民との連携についても積極的に取り組んでいくことが良いと考えられる。



(財)琵琶湖・淀川水質保全機構

平成19年度 琵琶湖・淀川水質浄化研究所



# 技術研究発表会

**日時** 11/13 (火) 受付: 12:30  
開会: 13:00

**場所** コラボしが21 滋賀県大津市  
打出浜2番1号 3階大会議室

参加  
無料

琵琶湖・淀川流域に暮らす私たちは美しい自然と豊かな水に恵まれており、こうした貴重な財産を健全な形で次世代に継承することが求められています。今、私たちはまだまだ良くない流域の水環境を改善するために、住民、企業、研究機関および行政等の様々な主体が連携し、一体となって水質保全に取り組みねばなりません。

琵琶湖・淀川水質浄化研究所では、自然の浄化機能を活かした水質改善など新たな水処理技術の研究・開発の場として、Biyo センター（琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター）を中心に幅広く活動を行ってきました。こうした研究成果や琵琶湖・淀川流域が抱える水環境問題を多くの皆さんと共有するために、琵琶湖を閉近に望む会場で技術研究発表会を開催します。

## 基調講演

「琵琶湖のBOD、CODの乖離問題に関する一考察」

岸本 直之 (阪谷大学理工学部環境ソリューション工学科 准教授)

## プログラム 研究発表

- 「櫻崎の外來魚駆除技術実験」
- 「平瀬・樽平湖毒水実験」
- 「琵琶湖湖内総合管理におけるヨシ植栽に関する取り組み」
- 「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」
- 「土壌浸透による水質浄化実験」
- 「湧池における水質浄化特性実験」
- 「BYO水環境情報データベースについて」



## 交通アクセス

- JR大津駅から京阪・近江バス ならびに公費線8分 びわ湖ホール下車
  - JR膳所駅から徒歩15分
- 会場には駐車場はございません。車でご来場の際は近隣の有料駐車場をご利用ください。

## 問い合わせ先

財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構  
TEL:06-6920-3035 FAX:06-6920-3036  
URL:<http://www.byq.or.jp>  
e-mail:[biyo\\_biy0711@byq.or.jp](mailto:biyo_biy0711@byq.or.jp)

■新聞等による報道



琵琶湖の水質浄化や外来魚駆除の技術について報告があった発表会（大津市打出浜、コラボしが21）

# 川の水でアオコ抑制 浄化実験など報告

技術研究  
発表会

大津

琵琶湖の水質改善や環境保全に向けた技術研究発表会が十三日、大津市のコラボしが21であり、川の水を引き込むことによる内湖の浄化実験や、水の流れを利用した外来魚駆除技術の開発など七件の研究成果が報告された。

財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構などが二年ごとに開いている。滋賀県南部振興局の担当者は「大津市にある平湖、柳平湖の水質改善実験について報告。水が滞留してアオコの発生が問題になっ

ていたが、近くの川から導水した結果、水の入れ替えが進んでアオコを抑えることができた」とした。

国土交通省琵琶湖河川事務所の外来魚駆除技術は、水の流れに対する在来魚と外来魚の好みの違いを利用。水路のせきを越えるように水を流すと、流れを好むフナはせきを乗り越えるのに対し、ブルーギルは下流にとどまることから、両者のすみ分けに活用できるとした。

園芸植物や目殺を利用した水質浄化、ヨシ帯の復元実験、水環境データーベースの構築などの発表もあり、訪れた人たちは熱心に聞き入っていた。

（目黒重幸）

京都新聞  
2007,11,14 朝刊

## 岸本龍谷大准教授が講演

近畿整備局ら



近畿地方整備局、滋賀県水資源機構関西支社、琵琶湖・淀川水質保全機構環境に関する新しい情報と水質浄化手法をテーマとした「琵琶湖・淀川水質浄化研究所 技術研究発表会」を開いた。写真。岸本直之龍谷大学理工学部環境ソリューション工学科准教授が基調講演したほか、Biyosentiaを中心に琵琶湖・淀川水質浄化研究所で取り組んできた研究成果を発



谷本河川部長

表。約170人が聴講に訪れた。

冒頭、主催者を代表して谷本光司近畿地方整備局河川部長が「近畿の発展に大きく貢献してきた琵琶湖・淀川水系の水環境は人間が暮らしやすいように変えてきた。近年、水温上昇や固有種の減少など生態系にも変化が見られるが、恵み多い健全

な形で子孫に引き継いでいくのが我々の使命だ」と述べた。また、宗宮功琵琶湖・淀川水質浄化研究所長（龍谷大教授・京都大名誉教授）は、発表会の趣旨説明で水の重要性を改めて強調。「定期的に1日間水道を断水するなどして、水のありがたみを感じたり、節約したりするのでもいいことで、自分で自分の身を守る行動を身に付けてほしい」と呼び掛けた。

続いて、岸本准教授が「琵琶湖のBOD、CODの乖離問題に関する一考察」と題して基調講演

した。その中で岸本准教授は、84年以降、BOD（生物学的酸素要求量）が改善傾向にある一方、COD（化学的酸素要求量）が増加している現状を説明。琵琶湖の物質収支に着目して要因を解説した。

このあと、「侵略的外来魚駆除技術実験」「平湖・柳平湖導水実験」「土壌浸透による水質浄化実験」「浅地における水質浄化特性実験」「BQYQ水環境情報データベースについて」など7課題が発表された。

日刊工業新聞  
2007,11,15

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。

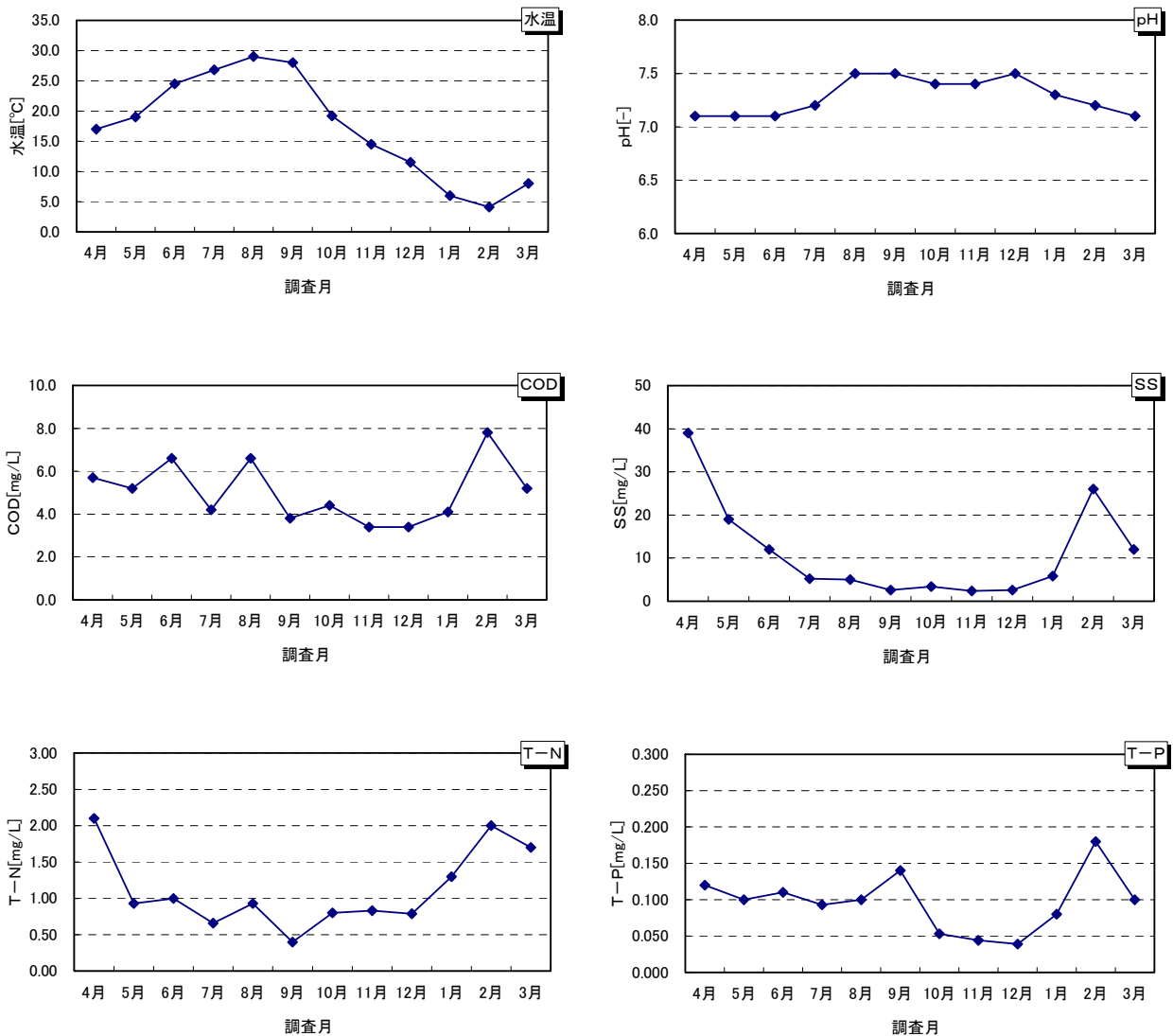


図 1 葉山川水質調査結果（平成 19 年度）

表 1 葉山川の底質調査結果（平成 19 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20日	31.5	29.0	11.7	3.0	198	33.6	
02月14日	2.0	4.2	12.1	3.3	203	45.5	

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。

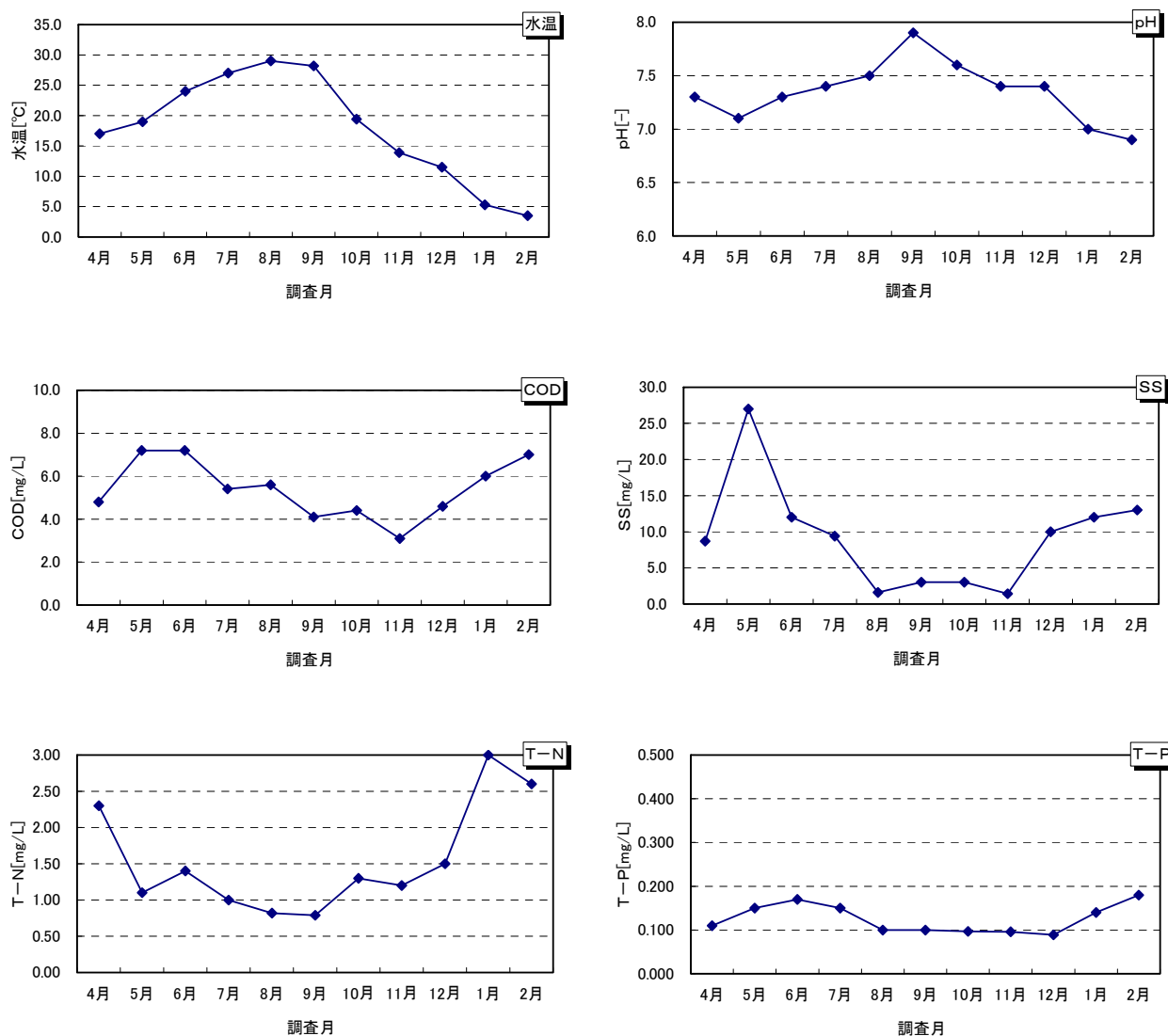


図 2 農業排水路の水質調査結果（平成 19 年度）

琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター年報 第10号  
—平成19年度—

発行 2009年3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  
〒540-6591 大阪府中央区大手前1丁目7番31号  
TEL 06(6920)3035  
FAX 06(6920)3036  
E-mail hozenkiko@byq.or.jp