

環境研資料

No. 15

横浜市環境科学研究所報

第 36 号

ANNUAL REPORT OF
YOKOHAMA ENVIRONMENTAL SCIENCE
RESEARCH INSTITUTE
No.36

2012年3月

横浜市環境科学研究所

YOKOHAMA ENVIRONMENTAL SCIENCE RESEARCH INSTITUTE

目 次

まえがき

I 業務報告編

業務報告	1
研究概要	2

II 調査研究編

報文

・ 横浜港の底層環境調査 -山下ふ頭・本牧ふ頭周辺	9
・ 山下公園前海域における水質改善実験 -2008年度から2009年度まで-	17
・ 大岡川におけるアユの産卵場選択に関する研究	22
・ 梅田川流域の谷戸水路におけるホトケドジョウの生活場選択に関する研究	30
・ 鶴見川における農薬調査について(平成22年度)	40
・ 短報 明治期の平潟湾周辺のマツ利用に関する一考察	46

III 資料編

人員及び組織	50
主要機器一覧表	50
学会等研究発表	52
雑誌等投稿	53
記者発表一覧	54
環境科学研究所発行資料目録	55
施設見学者等一覧	60
環境教室等講師派遣一覧	61

編集後記	63
------------	----

はじめに

平成23年3月11日に発生した東日本大震災は、地震と津波さらには放射能により、1年経った現在でも原状回復が困難な大災害をもたらしました。改めて被災された方々に謹んでお見舞い申し上げます。

この大震災による本市環境科学研究所への直接的な被害はありませんでしたが、計画停電や放射能汚染により、当研究所の業務にも少なからず影響が及んだところでもあります。特に放射能問題に対しては、空間線量の測定を徹夜体制で行い市民に公表するなど、発災当初から対応を進めてきました。

放射能問題については、国や発生原因者である事業者の責任の元で対処すべきことであると考えますが、市民から要望の強い環境問題の一環として、平成24年2月からは核種分析も行っており、市民の不安を取り除き安心・安全な市民生活を送れるよう努めています。

当研究所では、環境問題の解決に向け科学的根拠に基づいて市民の皆様に論理的な説明が出来るような調査を行う役割を担っていますが、これまで一般の環境問題として扱われてこなかった放射能問題についても、市民からの要請の高い問題として当研究所で対応しているところです。

これまで当研究所では、大気質や水質などの試験検査、「アスベスト」や「ダイオキシン」など、その時々为社会問題となっていた化学物質の試験検査などの他、「ヒートアイランド現象の実態調査と解明」「きれいな海づくり」「生物多様性への対応」など本市の環境改善に向けた調査研究を実施してきました。

本市においては従来の典型7公害が概ね一段落をしているところですが、今後起こりうる新たな環境問題についても市民の要望・要請にあった事業展開をしていきたいと考えています。

このほど平成22年度の事業成果を取りまとめた当研究所の所報を作成いたしました。皆様にご高覧いただきご意見、ご指導をいただければ幸いです。

今後とも皆様のご指導ご鞭撻をよろしくお願いいたします。

平成24年3月

横浜市 環境科学研究所長

橘 一秀

I 業 務 報 告 編

業務報告

1 環境科学研究所の沿革

横浜市環境科学研究所は、昭和51年4月に横浜市公害研究所として設立され、平成3年6月に名称を横浜市環境科学研究所としました。大気、騒音・振動、水質、地盤沈下、社会科学の各部門に分かれ、各種調査研究をはじめ、市の規制・指導等に反映させるための試験検査業務や環境監視に用いる自動測定機等の精度管理などさまざまな事業を行ってきました。

平成10年5月には複雑多様化する環境問題に柔軟に対応できるように、今までの、大気や水質部門などの現象対応型組織から、ヒートアイランド対策研究や化学物質対策研究などの機能対応型組織とするため、研究調整、調査研究(基礎研究・プロジェクト研究)、試験検査などに組織を整備しました。

また、平成17年4月には、環境保全局、緑政局、下水道局の3局再編による環境創造局の発足に伴い、環境監視センター及び下水道技術開発担当を統合し機能を拡充するとともに、調査研究テーマに基づく組織編成としました。

平成21年4月には、市の環境政策との連携を推進するため、環境科学研究所は環境創造局企画部(平成23年4月に政策調整部に名称変更)に組織再編し、環境監視センターは、環境保全部環境管理課の所管となりました。

2 試験検査業務

平成22年度は、一般環境大気中の揮発性有機化合物のモニタリングや工場・事業場への立入検査等に伴う検査を683検体、また事故・苦情に伴う検査を125検体、合計808検体(*)の試験検査を実施しました。

*1検体あたり、複数の項目を分析

3 調査研究業務概要(平成22年度)

【地球温暖化・ヒートアイランド】

◇ヒートアイランドに関する研究

【地下水・水循環】

◇地下水・水循環に関する研究

【生物多様性】

◇横浜港の水質改善に関する研究

◇多自然型水・緑整備事業の環境への効果に関する研究

◇生物生息状況モニタリング調査 一海域生物相調査一

◇生物環境情報整備事業

◇きれいな海づくり事業

【大気環境】

◇酸性雨モニタリング調査

【有害化学物質】

◇有害化学物質調査

【下水道技術開発】

◇汚泥処理に関する調査研究

◇資源有効利用に関する調査研究

◇水処理に関する調査研究

(各調査研究業務概要はP. 2～8に記載)

4 啓発事業

4-1 第5回 こどもエコフォーラム

市内の児童生徒が自ら行った環境に関する調査や活動の報告などを発表する場を提供する「第6回こどもエコフォーラム」を開催しました。このフォーラムは、平成17年度に第1回を開催し、児童生徒が日頃から良好な環境について考え、環境に対する豊かな感性を育むとともに、主体的に環境活動を実践できるようにしていくことを目的として、教育委員会小中学校教育課と共催で実施しています。

内容は、児童生徒から出された環境に関する小中学生による作品の発表(調査結果、活動報告、提言)・展示を中心とし、環境活動団体や当研究所等のワークショップも実施しました。今回は、こどもエコフォーラムのテーマ曲に、前回のフォーラムに参加した児童生徒から寄せられた詩をもとに作成した歌詞をつけたエコフォーラムテーマソングを参加者全員で合唱しました。

期日/平成23年2月26日(土)

会場/西公会堂 講堂

内容/作品発表(12編)、音楽演奏

ワークショップ(11団体)

講評:松永 昌幸(鎌倉女子短期大学教授)

参加者/350人

4-2 「いたち川 生きもの観察会」

身近な川の環境について、実際に川に入り、川の生きものの採集や川のよごれ具合などについて観察・実習し、川の環境を考えるきっかけとするために実施しています。調査や観察方法を体験しながら楽しく学んでいただきました。

期日/平成22年8月2日(月)

場所/いたち川(栄区日東橋付近)

内容/魚、川の虫、水質などの調査方法の体験学習

参加者/51人

4-3 施設見学、環境教室等

環境月間(6月)の施設公開をはじめ、随時、学校や市民団体等の施設見学を受け入れ、研究業務の紹介を行っています。また、区役所・市民団体等からの依頼を受けて、環境教室や自然観察会への講師派遣も行っています。(資料編 p. 60～62 参照)

研究分野	地球温暖化・ヒートアイランド
研究名称	ヒートアイランドに関する研究
[目的]	
<p>市内の気温観測結果を基にして、夏季の気温分布図を作成しヒートアイランド現象の把握を行うと共に、河川で生じる冷気が周辺住宅地等に広がる影響について気温等の実測調査を行う。さらに保水性や遮熱性材質等によるクールスポット効果を評価するための簡易ツールの開発研究を行う。</p>	
[方法]	
<p>① 気温観測調査 市内 69 か所の小学校等の百葉箱を活用して気温観測を行い、横浜市内の夏季（7、8月）の気温分布を作成。</p> <p>② 河川周辺街区における熱環境実測調査 中小河川の湾曲部での冷気の広がりについて温湿度、風向風速等の実測調査を行った。調査は大岡川中流の南区弘岡橋周辺の街区を選定した。</p> <p>③ 保水性舗装、遮熱性塗装等のクールスポット効果評価のための簡易ツールの開発 ヒートアイランド対策技術としての保水性舗装及び遮熱性塗装等によるクールスポット効果を評価するための簡易ツールを東京工業大学との共同研究により開発。</p> <p>④ 大都市中枢街区における 総合的なヒートアイランド対策による熱環境管理推進事業（平成 22 年度 環境省受託事業） 夏季の横浜市内における上空の熱の移流を調べるため、係留気球（カイツーン）を用いた実測調査を実施。</p>	
[結果]	
<p>2010 年夏季の平均気温の分布は、鶴見区生麦で最も高い 28.8℃を観測した。また、真夏日日数は最大 54 日、熱帯夜日数は最大 49 日を観測するなど、平均気温、真夏日及び熱帯夜日数は大半の地点で過去 5 年で最大となった。</p>	
<p>大岡川中流域の弘岡橋周辺において、河川を中心として周辺の街区に温湿度計、風向風速計等を設置し、日中の住宅密集地域における、河川が周辺の熱環境に与える効果について調査した。その結果、河川沿いには気温の低下している地点と変化がみられない地点が混在しており、これは建物の配置や地形等の影響によるものであることが推測された。</p>	
<p>クールスポット効果を評価するためのシミュレーターを用い、市内に多く見られるショッピングモール等に代表される、大型商業施設をモデルとした緑の種類や配置による熱環境への影響を評価検討した。その結果、緑被率が同程度でも、樹木による緑陰の創出等を効果的に行うことで、より大きなクールスポット効果が得られることが明らかになった。</p>	
<p>市内上空の熱移流調査の結果、市臨海部は午前中から日中にかけて東京湾から流入する東風により高温化が抑制されるが、海風は内陸部までは到達しておらず、内陸部が高温となることが推測された。逆に、夕方から夜間にかけては、内陸部は北方から流入する陸風によって気温が低下したが、臨海部では、夜間前半まで残る海風の影響で陸風が到達せず、熱が滞留し熱帯夜を形成する一因となっていることが考えられた。これらの結果から、市臨海部及び内陸部における局所的な高温化のメカニズムの一因が明らかになった。</p>	

研究分野	地下水・水循環
研究名称	地盤情報の集約と提供 持続可能な地下水利用に関する研究等
<p>[目的] 地盤地下水環境に関する情報を環境保全や各種公共事業に役立てるため、横浜市域の地質や地盤構造、地下水に関する調査研究を行なう。</p> <p>[方法] <ul style="list-style-type: none"> ・横浜市の各種事業で行われた地盤調査結果の集約、情報提供 ・地盤沈下、地下水位のモニタリング ・横浜の明治期植生図のGIS化 </p> <p>[結果] <ul style="list-style-type: none"> ・平成22年度に庁内で実施した土質調査の報告書を集約（委託件数：17件、柱状図本数：78本）、整理した。土質調査データは庁内等の依頼に基づき、情報提供（件数：24件、柱状図本数：141本）した。 ・地盤沈下観測所（5箇所）、地下水位観測井（15箇所）のデータ回収および保守点検を行なった。 ・20、21年度に横浜国立大学との共同研究で、横浜市の一部地域の明治期植生図のGIS化を行ったが、22年度は23年度実施予定の横浜市北部・中部地域（港北区、都筑区、緑区、青葉区、旭区、瀬谷区、泉区）作業準備を行った。 </p>	

研究分野	生物多様性
研究名称	沿岸域の水環境保全・再生に関する研究
<p>[目的] 富栄養化した横浜市沿岸や感潮域における水質、底質、赤潮状況などの調査を行い、水環境保全・再生に必要な問題点を明らかにし、行政施策に有効な情報を提供することを目的とする。</p> <p>[方法] 山下ふ頭・本牧ふ頭周辺で水質、底質、底生生物の調査を2010年6月、9月に行い、底層環境について検討した。</p> <p>[結果] 水質は6月にふ頭先の海面で赤潮がみられ、9月には水深10m以深の底層で貧酸素状態だった。底質はほとんどの地点で有機物や硫化物の濃度が高く、9月にはすべての地点で嫌氣的だった。底生生物はチヨノハナガイ等の二枚貝類5種、巻貝類1種、シノブハネエラスピオ等の多毛類12種の計18種が確認された。このうち9種が有機汚濁指標種だった。 水産用水基準による底質評価では、本牧ふ頭沖を除いて夏に著しい貧酸素状態を引き起こす恐れのある「汚染底質」と判定され、魚介類や底生生物にとって厳しい生息環境にあると考えられた。七都県市底質環境評価区分による横浜内港の目標は「環境保全度Ⅱ」であるが、6月は7地点中2地点、9月は1地点であり、評価の低い地点が多かった。</p>	

研究分野	生物多様性
研究名称	多自然型水・緑整備事業の環境への効果に関する研究
<p>[目的]</p> <p>多自然型河川整備、河川構造物の改変、魚道設置等の水・緑整備事業が多く展開されているが、より効果的の事業とするために、事業により創造された環境について生物的に適切に評価を行い、新たな事業や効率的な管理に反映させると共に、地域住民等に対しても事業効果の適切な情報提供を行うための基礎資料とすることを目的とした。</p> <p>[方法]</p> <p>鶴見川、境川、帷子川、大岡川、侍従川水系を対象に、アユ等の魚類分布調査を行い、堰、落差工等の河川構造物との関係を検討した。大岡川は、平成 21 年度に引き続き今年度も、アユの繁殖集団の分布、産卵場の特定と産卵場条件について調査を行った。</p> <p>[結果]</p> <p>アユの分布調査結果は、鶴見川水系、境川水系では双方ともに市境まで分布し、遡上距離が拡大した。また、帷子川水系でも若干の拡大を示していた。しかし、境川水系の柏尾川は下流で確認されたが、上流の阿久和川ではアユが確認されず、河川構造物の影響があったものと推測した。大岡川でも平成 20 年の時より遡上距離が縮小しており、河川環境の変化が推測される。大岡川を対象としたアユの繁殖生態調査は、産卵場は前年と同様に狭い範囲を主に選択し、婚姻色となった繁殖集団は、産卵場あるいはその周辺に分布する傾向を示した。産卵場条件として流れの速い瀬、小礫、浮石状態の基質が選択されていた。</p>	

研究分野	生物多様性
研究名称	生物生息状況モニタリング調査 一池・源流域の生物調査一
<p>[目的]</p> <p>源流域の調査として、帷子川の源流域にある水田（水田と水路）を里山環境の一つのモデルとしてとらえ、魚類、水生動物等の生物調査を実施した。また、かつて里山で溜池として利用され、現在、公園池等に姿を変えた水環境においても生物調査を実施した。</p> <p>本調査は、市民の方々にとって身近な公園池等の生物に興味をもっていただくとともに、生物多様性横浜行動計画（ヨコハマ b プラン）の施策を遂行するための基礎資料とすることを目的としている。</p> <p>[方法]</p> <p>池調査は、こども自然公園、久良岐公園、もえぎ野公園および瀬上市民の森における池を対象とした。また、水田については、こども自然公園内の教育水田を対象とした。調査項目は、魚類、水生動物、トンボ（成虫）、鳥類とし、水田調査については、これらに底生動物、陸上昆虫およびクモ類を加えた。調査時期と頻度は、魚類、水生動物、底生動物、陸上昆虫およびクモ類は夏 1 回、トンボ（成虫）は春、夏、秋の 3 回、鳥類は夏、秋、冬の 3 回とした。</p> <p>[結果]</p> <p>確認された魚類、水生動物、トンボ（成虫）、鳥類の合計種類数は、久良岐公園で 69 種類、こども自然公園で 65 種類、瀬上市民の森で 78 種類、もえぎ野公園で 69 種類、水田で 46 種類（水田については、その他に底生動物 30 種類、陸上昆虫およびクモ類 109 種類）であった。この中には、メダカ、トウキョウダルマガエル、チョウトンボ、オオタカ等のレッドデータブック掲載種も含まれており、これらの地域は希少な生き物の生息・生育区域（重要種保全拠点）や保全誘導をする地区の拠点（ネットワーク拠点）となることが、今後、期待される。一方、オオクチバスやウシガエル等の特定外来生物も報告され、生物生息環境を保全・再生するための課題も示された。</p>	

研究分野	生物多様性
研究名称	生物環境情報整備事業
<p>[目的] 長年にわたって研究所で行ってきた生物調査の結果活用を容易にするため、紙媒体のデータを電子データ化、データベース化します。将来的には、市民への生物環境情報の迅速な提供に資することを目的とします。</p> <p>[成果] ①1973年から継続している河川と海域の生物生息状況モニタリング調査について、調査地点の変遷を整理した一覧表を作成しました。 ②海域モニタリング調査で出現した魚類及び海岸動物について、出現種、調査時期、調査地点、個体数を電子データ化、データベース化しました。 ③スライドで保管されていたモニタリング調査の写真を、電子データ化しました。 ④紙ベースの報告書の一部を電子データ化しました。</p> <p>[今後の展開] 今回作成した出現種データベースのひな形を利用して、河川モニタリング調査についても、電子データ化、データベース化を進めます。今回電子データ化の対象としたモニタリング調査以外にも、研究所には生物関連データの蓄積があります。データの存在を埋もれさせないために、所報等の発行資料、委託成果報告書について、タイトル、著者、発行年、調査項目等の情報を持ったデータベースを作成します。</p>	

研究分野	生物多様性
研究名称	「きれいな海づくり」事業
<p>[目的] 横浜市では、これまでに山下公園前海域等で行ってきた部分浄化実験の結果、横浜港の水質をより向上させるためには、海域生物の浄化能力を活用した海づくりが重要であることが分かりました。平成22年度は浅海域における海域生物の生息環境を改善し、生態系の回復からきれいな海をつくり、海辺の環境活動への啓発や興味を高め、市民とともに取り組む海づくりを目指しています。 取組については、横浜港内の水際線の利用状況やアクセス性を考慮のうえ、専門家の意見を取り入れながら3か所を選定し、臨海部の環境再生のモデルとして各地区で調査・検討を行いました。</p> <p>[方法] 横浜市内全域の海岸のうち市民がアクセス可能であり、市民がアクセスできない企業用地護岸のうち、状況確認が出来て（近くの場所から見える）、かつ水質浄化対策の可能性があると考えられる51カ所について、徒歩で目視観察を行い、干潮時の±1時間以内において干出する干潟・砂浜等の位置、規模等を把握しました。</p> <p>[結果] 横浜市沿岸域51カ所について、自然な砂浜・磯場の規模、アクセス性、背後土地利用との連続性や一体性、見える化やアピール性などの評価項目により、きれいな海づくりの候補地点としての評価を行いました。 候補地点6カ所の概要、選定理由を整理した後、これら6カ所から横浜港の環境再生に相応しい水質浄化対策実施候補地として「山下公園、野島海岸、末広地区（北部第二水再生センター護岸下）」の3カ所を選定しました。 また、「横浜港の環境再生に関する懇談会」を平成22年8月17日、10月15日、12月20日の計3回行い、調査結果をもとに横浜港の特性を生かした環境価値を高めていくため、広範な視点から議論し、現状と課題、方向性や実施方策などを取りまとめました。なお、この懇談会で出た意見を集約し、平成23年2月2日に「美しい横浜港」として記者発表を行いました。</p>	

研究分野	大 気 環 境
研究名称	酸性雨モニタリング調査
<p>[目的]</p> <p>大気汚染による酸性雨の影響は、近年の東アジア地域における急速な工業化の進展により、広範囲に渡ると懸念されている。横浜は以前から都市・工業地帯の汚染の影響を受け、日本の中ではやや強いレベルの酸性雨となっていたが、平成12年（2000年）9月からは三宅島火山ガス（SO₂ガス）の影響が加わったため、急速に酸性度が強まり、世界で最も酸性雨が強い東欧、北米、中国重慶等の地域と同じレベルとなった。横浜市環境科学研究所では酸性雨の監視及び被害の未然防止を目的として、1984年から継続して酸性雨モニタリング調査を行っている。</p> <p>[方法]</p> <p>横浜市磯子で平成22年（2010年）4月～平成23年（2011年）3月の1年間、自動雨水採取装置を用いて降水を採取し、pHと電気伝導度を測定した。降水は、初期1mm降水（降り始め1mm目までの雨）及び一降水全量（降り始めから降り終わりまでの一雨）の2種を採取した。採取単位は原則として降水ごととし、降水と降水の間隔が3時間以上の場合には別の降水とみなした。なお、初期1mm降水は、降水の初期性状を調べるために採取した。大気中の物質の取り込みは初期降水に多く、後続の降水は少ないため、一降水全量のpHは初期降雨のpHより高くなる場合が多い。</p> <p>[結果]</p> <p>火山ガス放出前10年間の平均pHは、初期1mm降水4.33、一降水全量4.73であったが、火山ガス放出後1年間の平均pHは、初期降水3.88、一降水全量4.31であった。その後徐々に回復傾向がみられており、平成22年度の平均pHは、初期1mm降水4.74、一降水全量5.10であった。</p>	

研究分野	有害化学物質
研究名称	化学物質リスク管理に関する研究
<p>[目的]</p> <p>化学物質による環境リスクの低減を図るため、環境実態が明らかでない化学物質やモニタリングが必要とされる化学物質の環境調査を実施し、その残留状況を把握することを目的とする。</p> <p>[方法]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 環境省委託化学物質環境実態調査 <ol style="list-style-type: none"> (1) 環境省の化学物質環境実態調査（委託調査）に参加し、水質・底質・生物・大気試料中の化学物質について調査を行った。 (2) N,N-ジシクロヘキシル-1,3-ベンゾチアゾール-2-スルフェンアミド（底質）の精度管理調査に参加した。 (3) シクロドデカ-1,5,9-トリエンの分析法の開発、検討を行った。 2 有害化学物質調査 <p>鶴見川（亀の子橋、千代橋、都橋、寺家、奈良川、しらとり川）にて、農薬82種類の調査を行った。</p> <p>[結果]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 環境省委託化学物質環境実態調査 <p>有害化学物質の環境実態調査の報告書を作成した。調査結果は、環境省が全国自治体を合わせて、取りまとめ中である。</p> <p>精度管理調査の結果、横浜の分析値は、統計上の外れ値に該当しなかった。</p> <p>生物試料、底質試料中のシクロドデカ-1,5,9-トリエンの分析法について、前処理の検討を行った。</p> 2 有害化学物質調査 <p>鶴見川から25種類が検出された。公共用水域等における基準値、指針値が設定されている農薬について、基準値、指針値を超えるものは認められなかった。また、国立環境研究所との共同研究により、鶴見川の河川水を用いてオオミジンコ繁殖試験を行った結果、寺家、しらとり川の試料等で影響が認められた。</p> 	

研究分野	下水道技術開発
研究名称	汚泥処理に関する調査研究
<p>[目的] 可溶化などの技術を用いて汚泥量を減らすことで、汚泥処理に係るコストの削減やエネルギー消費の削減による温室効果ガスの削減が期待でき、併せて焼却灰が減ることによって有効利用先としてのセメント原料化への依存度合いを軽減することができる。そこで余剰汚泥の減量化技術を調査し、本市に最適な汚泥減量化技術の検証をする。</p> <p>[方法] ① 汚泥減量化技術の調査 ② 温室効果ガス等の削減量の検討 ③ 最適な汚泥減量化技術の検証 ④ バイオマスの利活用の検討</p> <p>[結果] 水処理施設で減量化を適用した場合、集約して汚泥処理を行う場合と比べ、汚泥処理返流水の負荷が各センターに分散され、スケールメリットが働かず、コストは割高になる。また、集約した汚泥処理施設で減量化を適用した場合、スケールメリットが働き、コストが低減でき、メンテナンスが容易となる。ただし、減量化に伴う負荷が分離液処理施設に集中する。現在の水処理と汚泥処理の現状を踏まえれば、有用な汚泥減量化技術は、コスト、CO₂排出量の面で有利である、汚泥を熱処理により減量化する方法が望ましい。 今後も、汚泥減量化技術のメーカーの技術開発動向や、他都市のバイオマスの導入状況も注視しながら、制度的には岐阜市等の先進事例から費用負担を考慮して進めて行く。</p>	

研究分野	下水道技術開発
研究名称	資源有効利用に関する調査研究
<p>[目的] 現在、水再生センターの高度処理化に伴い返流水や汚泥に含まれるりん濃度が上昇している。これに伴い配管の閉塞や処理水質の低下などが想定され、快適な水環境の保全・創造という観点からみて課題となっている。また循環型社会の形成という観点からもりんの資源化が課題となっている。これらの課題を解決するため、下水道からのりん資源化技術について調査を行い、本市に最適な資源化技術の検証をすることをを行った。</p> <p>[方法] ①各水処理センター等の水質や汚泥等のデータの整理 ②りん資源化技術の調査 ③りん需要者のニーズ調査 ④最適なりん資源化技術の検証</p> <p>[結果] 今回、りんを除去、回収するには、汚泥の集約処理のメリットと汚泥返流水を引き受ける北下水道センター及び南下水道センターの返流水負荷の軽減を図ることができる汚泥資源化センターで HAP 法、MAP 法、吸着法を適用することが有用であることが分かった。 平成23年4月から民間メーカーと共同で、焼却灰からりん回収をする研究を進めており、この研究の中で肥料メーカーの需要についてヒアリングを行ったうえ、分離液処理施設の運転状況や高度処理に伴う汚泥処理のりん濃度の上昇を考慮して、処理法や導入時期を検討していく。また、特に吸着法の技術開発が進められているため、開発の動向を注視していく。</p>	

研究分野	下水道技術開発
研究名称	水処理に関する調査研究
<p>[目的]</p> <p>液中での上昇速度が非常に小さく、単位気体量当たりの表面積が大きいという特徴を持ち、効率的に水中の汚濁物質等と反応し、処理水質の向上が期待できる「マイクロバブル（発生時の気泡径が 10～100 μ m 程度の超微細気泡）」を用いたオゾン消毒技術の適用性を実験により確認する。</p> <p>過年度のラボ実験の結果をもとに、都筑水再生センターの実排水を用いた連続処理実験で確認し、最適な運転条件や費用対効果の確認を行う。</p> <p>[方法]</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 実験時期は、水温が低下し、処理機能が低下する冬季（H22.11～H23.2）とし、目標水質は国土交通省が定める「再生水利用に関する技術上の基準」の「親水用水」とする。 ② 実施設の反応槽を有効に活用することを想定して1／8スケールの実験用反応槽を用いる。 ③ 実験原水は、現行の消毒施設の原水となっている「砂ろ過水」と、マイクロバブルのスカム除去効果により砂ろ過を不要にできるか確認するための「二次処理水」の2種類とする。 ④ 1か月に1回、都筑水再生センターの実排水を用いた連続処理実験を実施し、最適な運転条件等（オゾン注入率、接触時間等）を決定する。 ⑤ ④で得られた運転条件を実施設に反映させた場合の設計条件の設定や維持管理費等の削減効果の算出を行う。 <p>[結果]</p> <p>二次処理水を原水とした実験では、親水用水基準を満足すべくオゾン注入率を上げると、今回の実験装置では気泡径が大きくなり、良好なマイクロバブルが発生しなかったため、親水用水の基準を満足することができなかった。</p> <p>砂ろ過水を原水とした実験では、現行のオゾン注入率で親水用水基準を概ね満足し、残留オゾンがない水生生物の生息に適した再生水が得られることがわかった。ただし、費用の面では、導入費用、運転費用の増加を伴う。そのため、実際の導入にあたっては、親水用水基準を満たし、かつ生物の生息にも配慮した再生水をせせらぎに供給することと、それに伴う費用について、水生生物が生息する環境に対するニーズや、市民がふれる可能性の有無から判断して、市民や関係部署と合意を形成していくことが必要となる。</p>	

Ⅱ 調 査 研 究 編

横浜港の底層環境調査 —山下ふ頭・本牧ふ頭周辺—

小市佳延、阿久津卓、村岡麻衣子、上原直子(横浜市環境科学研究所)、二宮勝幸(現・横浜市環境創造局)、西榮二郎(横浜国立大学)、坂本昭夫(海をつくる会)、杉原(村上)奈央子(東京大学大学院)

Investigation of bottom environment in port of Yokohama —The circumference of the Yamashita wharf and Honmoku wharf—

Yoshinobu Koichi, Takashi Akutsu, Maiko Muraoka, Naoko Uehara (Yokohama Environmental Science Research Institute), Katsuyuki Ninomiya (Yokohama Environmental Planning Bureau), Eijiroh Nishi (Yokohama National University), Akio Sakamoto (The Sea Beautification Society), Naoko Murakami-Sugihara (Graduate School, The University of Tokyo)

キーワード：貧酸素、河口、底質、底生生物

要 旨

富栄養化した東京湾の西岸にある横浜港の山下ふ頭・本牧ふ頭周辺7地点において2010年6、9月に水質、底質および底生生物の調査を行い、底層環境の現状について検討した。水質は6月に山下・本牧ふ頭先の航路で赤潮がみられ、9月は山下ふ頭沖など水深10m以深の底層で貧酸素状態であった。底質は9月にはすべての地点で嫌氣的で、本牧ふ頭沖を除いて有機物や硫化物の濃度が高かった。底生生物は18種が出現し、そのうち9種が有機汚濁指標種であった。水産用水基準による底質評価では、本牧ふ頭沖を除いて「汚染底質」と判定された。七都府県市底層環境評価区分では、目標である「環境保全度Ⅱ」は6月に7地点中2地点、9月に1地点であり、評価の低い地点が多かった。

1. はじめに

閉鎖性海域の東京湾では富栄養化のために、春から秋にかけて赤潮や貧酸素化現象がみられる。東京湾の水質のモニタリング体制としては、毎月一回の「東京湾海況情報」¹⁾や、春～秋に毎週一回程度の「貧酸素水塊速報」²⁾を提供する観測網などがあり、千葉灯標の海上観測局や観測船・漁船等の情報から赤潮や貧酸素水塊などの分布状況を推測し、漁業などに活用している。

しかし、東京湾に直接面していない運河や淡水の流入する河口などでは沖合とは赤潮等の挙動が異なると考えられる。横浜港においても運河やふ頭によって地形が入り組んでおり、また河川等の淡水の流入もあることから、東京湾沖合とは異なった現象が生ずると思われる。

今回、横浜港の山下ふ頭・本牧ふ頭周辺において水質・底質等を調査し、その特徴や底生生物の生息の可能性等を検討したので報告する。

2. 調査方法

2-1 調査地域

調査域は横浜内港の南東、山下ふ頭東側～本牧ふ頭AB突堤および新山下運河である。調査地点を図-1に示す。

中村川・堀川は大岡川の支川で、H1はその河口にあたる。近くに下水道のポンプ場の排出口があり、大雨時にはここから淡水の流入があると考

えられる。H2は山下ふ頭と本牧ふ頭A突堤の間で、舳溜まりとなっている貯木場の北側にあたる。水深はや

や浅く、約5mである。H3は山下ふ頭の沖で、横浜港の航路脇に位置する。水深は約11mである。H4は新山下運河の鷗橋付近で水深は浅く、3m程度である。H5は千代崎川河口で、近くに下水処理場がある。千代崎川はかつて根岸や山手丘陵の湧水などが流れていたが、すべて下水道に取り込まれ、現在は下水処理場の放流水が主となっている。H6はコンテナバースのある本牧ふ頭A突堤とB突堤間の水路で、水深13mである。H7は本牧ふ頭B突堤の沖にあたり、横浜航路に近い。水深は15mで調査地点中最も深い。9月のH7では浚渫が行われたためか採泥できず、岸側に採泥地点(H7')を移した。



図-1 調査地点図

2-2 試料採取方法および調査期日

調査は港湾局港務艇「ひばり」にて調査地点に行き、船上より水質・底質・底生生物用試料を採取した。

表層水はバケツを用いて採水し、底層水（海底上1m）はリゴ-B号透明採水器を用いて採取した。底質および底生生物用試料はエックマンバージ採泥器を用いて採取した。

水質試料はDOふらんビンおよびポリビンに分取し、DOはただちに固定液を用いて固定した。底質試料はバットで均一に混合後、硫化物用容器およびポリ容器に分取し、クーラーボックスにて冷暗状態で保存運搬した。

底生生物用試料は、採泥器で採取した泥を網目1mmの篩でふるい、室内にて選別した。選別した底生生物は室内で観察した後、10%海水ホルマリンで固定し、後に70%アルコール中で保存した。

調査期日は2010年6月3日、9月2日である。6月3日は中潮にあたり、調査時は満潮からの下げ潮、また9月2日は小潮にあたり、調査時はわずかに上げ潮から潮が止まる状態であった。

2-3 調査項目および測定方法

水質、底質の調査項目および測定方法を表-1に示す。底質の試料調整は環境省の底質調査法³⁾に準じた。底質の粒度組成は砂分率、泥分率に大別し、それぞれ粒径2~0.075mm、粒径0.075mm以下の試料が粒径2mm以下の試料に占める割合とした。

底生生物は選別後、双眼実体顕微鏡および光学顕微鏡を使用して種の同定⁴⁻¹⁴⁾ならびに個体数の計測を行った。分類学的情報が不足している群や虫体が破損して分類・同定に必要な形質が観察できない場合は属までまたは科までの同定にとどめた。

3. 結果と考察

3-1 水質

水質の調査結果の一部を表-2および図-2に示す。

水深はH1、H4、H5では3m前後と浅く、H2では約6m、H3、H6、H7では11~15mと深い。

水温は水深の深い地点で表層水と底層水の差が4℃以上あり、成層構造が形成されたものと考えられる。

透明度は6月にはH2、H3、H6、H7で2m以下であった。一方、9月は透明度が2m以上であった。

塩分は表層よりも底層が高く、水深が深いほど高い傾向がみられた。河口のH1、H5ではほかに比べて塩分は低く、淡水が流入した影響と考えられる。

6月の表層DOはH1を除いて過飽和で8mg/l以上であった。これは赤潮プランクトンの影響と考えられる。底層DOも採水深度5m以下のH1、H2、H4、H5では過飽和であった。9月は海底から1m上の底層DOがH1、H3、H4、H6、H7で水産用水基準値(4.3mg/l)に達していなかった。このうち山下ふ頭沖H3底層では1.5mg/lと低く、またH6、H7も約3mg/lであることから貧酸素水塊が深部に存在すると考えられた。

閉鎖性海域中長期ビジョンによる東京湾の底層DO目標ではこの区域は無生物解消目標(e類型)が適用され、目標値は2mg/l以上である¹⁵⁾。H3の9月の底層DOはこ

表-1 調査項目および測定方法

項目	測定方法
【水質】	
水温	防滴型温度計:カスタム CT-280WR
水深	超音波測定法
透明度	白色セッキ板
pH	pH計:堀場 F-52
塩分濃度	屈折計:アタゴ S/Mill
濁度	濁度計:セントラル科学 TB50
溶存酸素(DO)	ウインクラ—アジ化ナトリウム変法(JIS K0102)
化学的酸素消費量(COD)	100℃過マンガン酸カリウム法(JIS K0102)
クロロフィルa(Chl.a)	ガラスフィルターを過後N、N-ジメチルホルムアミド抽出、分光光度計によるUNESCO法
【底質】	
泥温	携帯型ORP計:東亜電波 RM-20P
酸化還元電位(Eh)	携帯型ORP計:東亜電波 RM-20Pで測定後、換算
粒度組成 <砂分率>	2mm目および0.075mm目のふるいをういた湿式ふるい法
<泥分率>	100-砂分率(%)
強熱減量(IL)	粒径2mm以下試料について600℃、2時間後の減量
砂分のIL	粒径2-0.075mm試料について600℃、2時間後の減量
泥分のIL	砂分率とIL、砂分ILから算出
COD	アルカリ性過マンガン酸カリウム法(底質調査方法)
全硫化物(T-S)	現場固定後、検知管法:ガステック ヘドロテック-S

表-2 水質の結果

項目	水深	水温	透明度	pH	塩分	濁度	DO	COD	Chl.a		
地点	(m)	(℃)	(m)		(psu)		(mg/l)	(mg/l)	(μg/l)		
6月	H1	上	2.8	20.5	2.5	7.61	23.5	0.4	5.2	3.4	5.2
		下		20.7		8.15	26.5	1.9	9.2	3.8	26.6
	H2	上	5.6	21.3	1.8	8.55	27.0	4.8	14.2	5.6	36.1
		下		20.0		8.38	30.0	3.3	9.2	4.2	35.3
	H3	上	11.6	20.6	1.3	8.44	28.5	5.2	14.5	6.2	52.7
		下		17.9		8.16	33.0	2.8	5.7	3.1	19.4
	H4	上	2.7	21.1	2.2	8.16	24.5	2.5	9.8	4.0	17.9
		下		20.9		8.22	26.5	2.7	9.9	4.2	22.2
	H5	上	3.2	21.4	2.5	7.61	21.5	1.7	8.8	5.0	13.0
		下		20.4		7.61	27.5	2.7	10.9	4.4	24.9
	H6	上	13.6	21.0	2.0	8.16	26.5	3.8	10.8	4.8	22.9
		下		16.7		7.95	35.0	1.7	4.2	2.3	16.1
	H7	上	15	21.1	1.2	8.51	29.0	3.0	13.8	5.0	29.2
		下		16.5		8.01	35.0	2.8	4.5	2.2	10.0
9月	H1	上	2.5	30.4	>2.5	7.91	28.0	0.7	3.1	3.3	3.6
		下		30.4		8.07	29.0	1.5	4.0	3.7	11.4
	H2	上	5.5	30.5	2.6	8.34	29.5	3.0	6.8	3.9	22.6
		下		30.5		8.35	30.0	2.1	6.3	3.7	20.1
	H3	上	11	30.7	2.0	8.43	30.0	2.0	8.0	4.2	20.2
		下		27.4		8.04	32.0	2.7	1.5	2.3	3.9
	H4	上	2.6	31.1	>2.6	7.89	27.5	2.2	4.1	3.2	6.1
		下		31.0		8.00	28.0	5.1	4.0	3.2	5.7
	H5	上	3.3	30.8	2.7	8.08	28.0	2.5	5.2	3.9	17.3
		下		30.8		8.23	29.5	2.8	5.4	3.7	18.9
	H6	上	13	30.2	2.8	8.39	29.5	1.4	7.7	4.5	27.3
		下		25.4		8.07	33.0	2.5	2.9	1.7	3.5
	H7	上	14.5	30.5	2.5	8.51	30.0	5.8	8.6	4.5	33.0
		下		23.4		8.03	34.0	2.9	3.3	1.7	2.9

* 上=表層、下=底層

の目標に達していない。公共用水域水質測定計画によると、6月2日の横浜港内のDOは表層14.4mg/l、底層4.8mg/l、一方9月1日の横浜港内でのDOは表層13.4mg/l、底層4.4mg/lであった¹⁶⁾。横浜港内の底層では貧酸素化が進んでいたとみられる。また、東京湾の多地点における底層DOデータ等から湾内のDO分布を類推する「貧

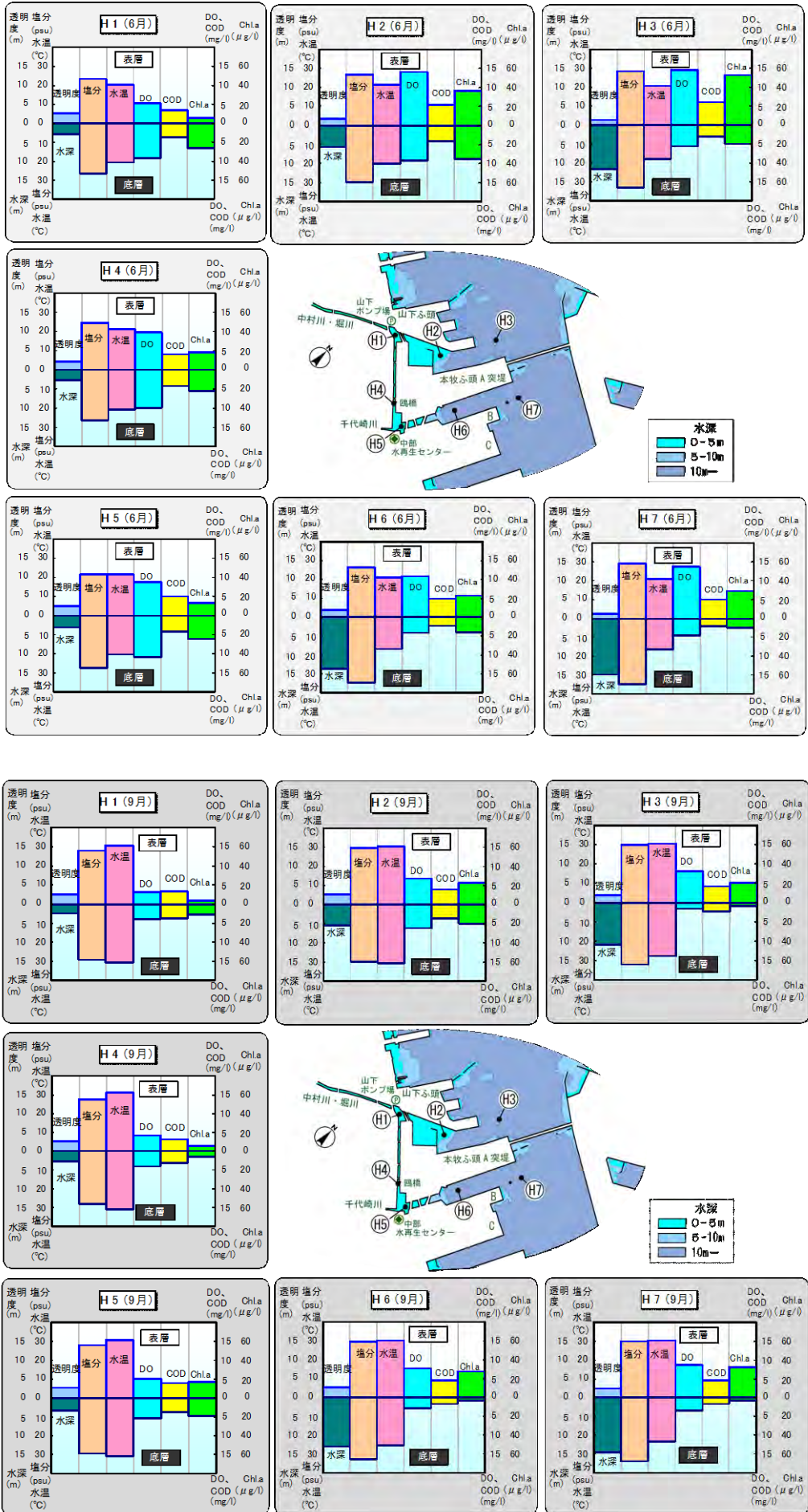


図-2 水質の結果(一部)

酸素水塊速報²⁾」では8月30日に大黒ふ頭沖の底層で4mg/l程度と推定されており、1mg/l以下のほぼ無酸素の水塊が東京湾北部に分布し、東京湾内湾全域で貧酸素水塊が分布していた。今回の底層DOの結果は東京湾に繋がる航路に近いところほど低い傾向があり、東京湾の底層水の影響がみられた。

COD は表層では3～6mg/l に対して底層では2～4mg/l であり、水深が深い地点では表層 COD は底層より高い。一方、水深3m以下のH1 および H4 では底層 COD の方が高い傾向がみられた。また、9月より6月のCODが高いが、6月には赤潮プランクトンなどが多く、これらがCODの原因物質になっていると考えられる。

Chl.aは6月の山下ふ頭沖H3 では、表層で50μg/l以上であった。神奈川県や千葉県・東京都の赤潮判定基準(透明度2(1.5)m以下、Chl.a 50μg/l以上)¹⁷⁾ から、ほぼ赤潮状態にあったと考えられる。H2、H6、H7でもChl.aが23～36μg/lとやや高く、やや赤潮であった。一方、H1の表層ではChl.aの値は底層とくらべて低く、河川水の流入の影響が出ているものと考えられる。9月のChl.aはH2、H3、H6、H7で20～33μg/lとやや高く、赤潮気味であった。底層でのChl.aは表層より低い傾向にあった。

地点別の特徴として、河口にあたるH1 および H5 は水深が約3mと浅く、6月はDOやChl.aが表層より底層で高かった。両地点とも淡水の流入があるために、上げ潮時に浸入した沖合からの海水が比重の差で下に位置する形になったためと思われる。両地点をつなぐ運河にあるH4では水深は約3mと浅いが、DOなどの表層と底層の差はわずかであった。水深が10m以深のH3、H6、H7ではDO、COD および Chl.a が逆に底層より表層で高かった。

3-2 底質

底質の調査結果を表-3、図-3に示す。

酸化還元電位Ehは山下ふ頭沖H3を除いて6月より9月に低くなり、嫌気度が増したのが認められる。千代崎川河口H5のEhは約-210mVと最も低く、嫌気度が強かった。

粒度組成はH3～H6で泥分が80%を占める時もあったが、本牧ふ頭B突堤沖H7(7')は泥分率が30%前後と少なく、砂分が多かった。

強熱減量ILはH5が約18%と最も高く、またH1やH4でも13%あり、水深の浅い河口や運河で高い傾向がみられる。1986年頃の横浜港底質調査ではH3、H7(7')付近で調査を行っており、ILはそれぞれ10、5.4%であった¹⁸⁾。今回、H3、H7(7')のILは9%および4.6%前後であるから、1986年頃よりわずかに低くなっている。

粒度別のILでは、粒径2～0.075mmの砂分ILで地点別の差が大きく、水深の浅い河口や運河で高い傾向がみられる。H1の砂分ILは6月に13%と高いが、9月は低い。H4は逆に9月の方が高く、11%である。H5では砂分ILが14%以上と高い。このうち河口の地点では植物片が多くみられたことから、堀川や雨水排水口から運ばれてきた落葉等が細分化されていたものと考えられる。

有機汚濁指標であるCODは9月のH5が約90mg/gと最も高く、またH4でも60mg/g以上あり、H1も6月は

52mg/gとそれについて高い。一方、H7(7')では10mg/gと低いのが認められた。CODはILと同様の傾向がみられた。

全硫化物T-Sは9月のH4、H5が約5mg/gと他の地点に突出して高い。H5では6月も約5mg/gであった。一方、H7(7')ではT-Sは0.1、0.7mg/gと低い。硫化物を生成する硫酸還元細菌は有機物に富む嫌気的環境に多く存在し¹⁹⁾、生育できる酸化還元電位Ehは0～-200mVといわれている²⁰⁾。H5はCODやILの値が高いことから、有機汚濁物質に富む底質が堆積した箇所と考えられる。またEhは-160ないし-210mVであるから、この有機物が嫌気分解される過程で硫化水素が生成され、硫化水素の多くが硫化鉄として底質中に蓄積されてH5で硫化物が高濃度になったものと考えられる。

地点別の特徴としては、千代崎川河口H5でIL、COD、T-Sが全地点中最も高かった。同じ河口でも堀川河口H1では、ILが12%前後、CODが約50mg/gなど、H5の値の7割以下だった。また、H1からH2、H3にかけてIL、CODはほぼ同じかやや減少する傾向がみられた。

これに対してH5、H6、H7では地点間の差が大きく、H6のIL約9mg/g、T-S約1.2mg/gはそれぞれH5の1/2、1/4程度の値だった。H7(7')はさらにH6の1/2程度の値で、全地点中最も低かった。他の地点に比べて港外の東京湾に近いことや浚渫が行われていることが関係していると考えられる。横浜ベイブリッジから本牧ふ頭B突堤前までの海域は、音響データや採泥データから作成した含水比の分布でも含水比が低くなっており、含水比との関係からILやCODなどが低いと推定される領域となっている²¹⁾。

新山下運河の鷗橋H4はCODが6月に約20mg/gなのに対して9月は約60mg/gなど、各項目において6月と9月の差が大きかった。この地点は海底に貝殻などが塊となって散在しており、底質が均一でないことも影響していると思われる。

表-3 底質の結果

項目 地点	泥温 (°C)	Eh (mV)	粒度組成		IL (%)	砂分IL (%)	泥分IL (%)	COD (mg/g)	T-S (mg/g)	
			砂分率 (%)	泥分率 (%)						
6月	H1	21.5	-16	31.0	69.0	13.1	9.2	14.8	52.3	1.80
	H2	19.2	27	41.1	58.9	10.8	5.7	14.3	31.1	0.28
	H3	17.8	-190	21.6	78.4	8.4	5.7	9.2	32.9	2.65
	H4	20.0	32	50.0	50.0	8.8	5.3	12.4	24.9	1.03
	H5	19.4	-156	24.2	75.8	16.8	14.4	17.6	78.2	5.38
	H6	17.0	-113	17.2	82.8	10.0	5.3	11.0	34.4	1.55
	H7	18.5	53	77.4	22.6	4.3	2.0	12.1	8.5	0.13
9月	H1	29.9	-132	37.8	62.2	10.2	5.6	13.1	44.2	1.83
	H2	27.7	-90	28.8	71.2	11.4	7.5	13.0	45.1	2.61
	H3	26.0	-70	20.7	79.3	9.6	4.7	10.8	36.1	1.11
	H4	29.3	-196	16.6	83.4	13.6	10.8	14.2	63.1	5.26
	H5	28.5	-207	22.4	77.6	18.1	18.6	18.0	92.3	5.41
	H6	24.0	-122	35.3	64.7	7.5	4.0	9.4	20.8	0.87
	H7	24.1	-76	68.5	31.5	4.9	2.2	10.7	11.7	0.66

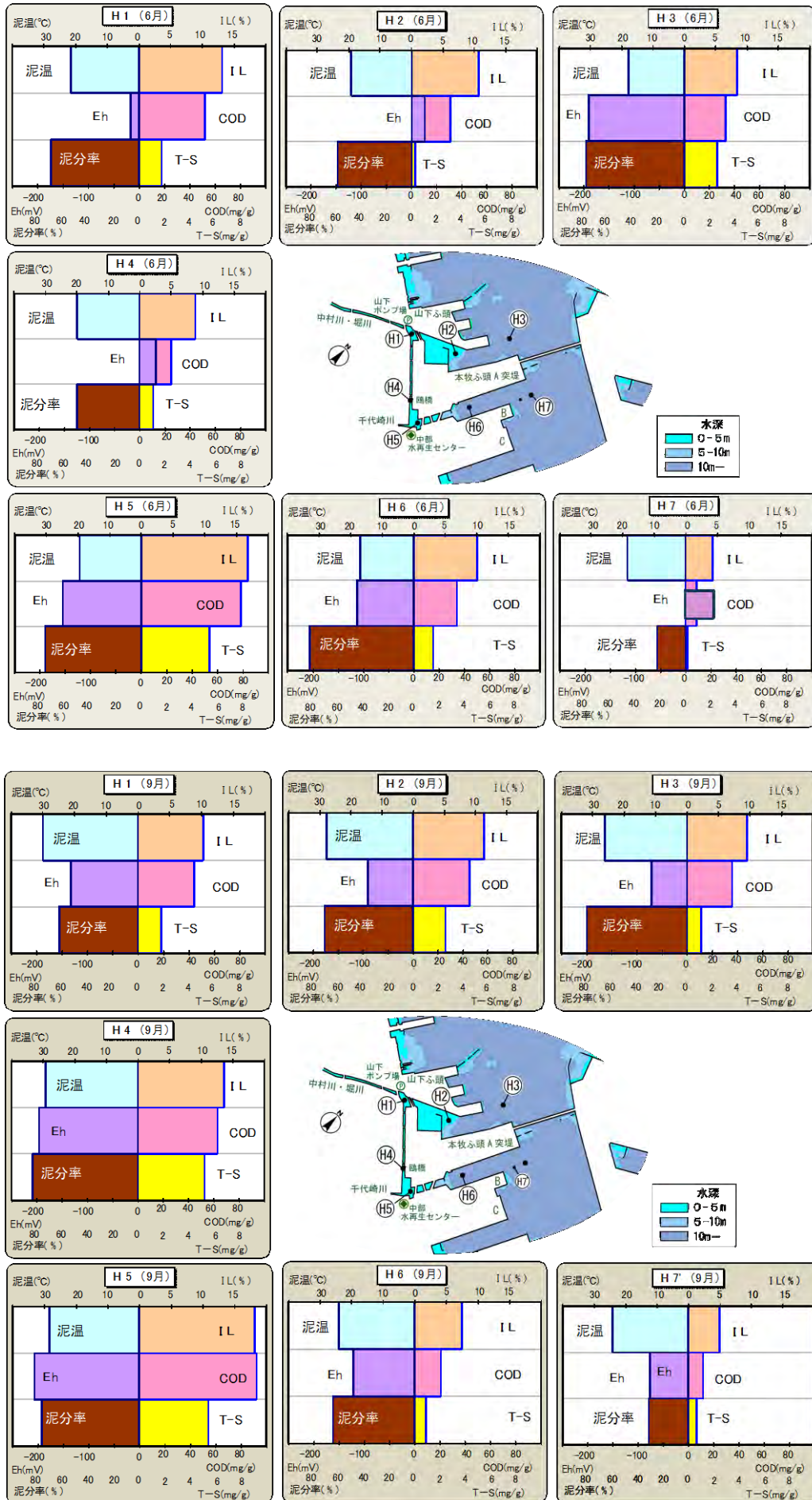


図-3 底質の結果

表－4 底生生物の出現状況

和名	学名	6月							9月						
		H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
二枚貝	シズクガイ			2			2				2		2		
	チヨノハナガイ			5		1	1		1		1		2		
	アサリ				1							2			
	ホトトギスガイ				3							2			
	ヒメシラトリ				2							1			
巻貝	アラムシロガイ								4						
多毛類	スベスベハネエラスピオ						2							6	
	シノハネエラスピオ			2			2	1			1			1	
	アシナガゴカイ	1	1							1					
	オウギゴカイ				1		2	2			1			1	
	ハナオカカゴカイ		2			2		3						1	
	チロリ							2							
	ドロオニスピオ							1							
	イトゴカイ	3								3					
	ウミサゴムシ								3				5		
	ミズヒキゴカイ				1					1					
	コアシギボシイソメ	2							1						
	エゾカサネカンザシ					2									
総出現種類数		3	2	3	5	3	4	8	3	1	4	4	3	0	4
総出現個体数		6	3	9	8	5	7	15	6	3	5	6	9	0	9

: 有機汚濁指標種
 : 有機汚濁指標種・外来種

3-3 底生生物

底生生物の出現種、個体数を表-4に示す。二枚貝類5種、巻貝類1種、多毛類12種が採集された。各地点での出現種数は0～8種と少なく、出現個体数も0～15と少ない。いくつかの地点で粘土粒や陸上からの枯葉の流入があり、嫌気層が発達した地点もあるなど、底生生物の多様性は低い傾向にある。特にH2やH6で多様性が低い傾向にあった。また、総出現種数18種のうち、9種が有機汚濁指標種であり、汚濁が進行していると考えられる。

6月の調査においては、H4のアサリやホトトギスガイが優占する地点と、有機汚濁指標種のシズクガイやチヨノハナガイ、ハネエラスピオ類などが優占するその他の地点に大別される。前者のH4ではホトトギスガイのマットが形成され、その下に硫化水素により黒化した層が見られ、ミズヒキゴカイやアシナガゴカイが観察された。後者はさらに出現種数・個体数共に多いH7とそれ以外の地点に大別される。H7ではウミナナ類やツメタガイなどの貝殻片も観察された。H5で観察されたエゾカサネカンザシは、近くの付着生物群集から流れ着いたものと考えられる。

9月の調査においては、6月の調査におけるよりも、種数、個体数共に少なく、底生生物がまったく採集されない地点(H6)もあった。各地点で貝殻片や植物片、粘土粒が採集され、それらに伴い、砂泥底や泥底の地点よりも多様性が低くなっていると考えられる。6月と異なり、H1のアラムシロガイが出現した以外は(6月には採集されなかった)、種類構成に大きな違いは見られない。H4では6月と同様、ホトトギスガイのマットが形成され、ヒメシラトリとアサリの出現が確認された。横浜港内の他の海域で採集されているホンビノスガイ^{22, 23)}の生きた個体は採集されなかったが、H3とH4で死殻が採集された。

3-4 水産用水基準による底質評価

(社)日本水産資源保護協会の水産用水基準では養殖用いけすの管理などにも供せるように、水質だけでなく底質にも基準を設けている²⁴⁾。今回の調査についてあては

めた結果を図-4に示す。

底層水のDOに影響する底質のCODとT-Sの値から、「A:正常泥」は6月のH7、「B:汚染初期泥」は9月のH6、H7が、「C:汚染泥」にはその他の地点が該当した。

さらに2000年版の水産用水基準では、COD、IL、泥分率、全硫化物、マクロベントス群集の多様性指数の中から3～4項目を用いた合成指標を4種類提案しており、指標の値が負であれば「正常な底質」、正であれば「汚染された底質」としている²⁵⁾。

今回の調査について算出した合成指標4種の結果を表-5に示す。H1～H6では合成指標Ised-1～4は正の値であり、「汚染された底質」にあたる。値としてはH5が6前後と大きく、H4も9月に値が大きくなる。H7(7)は負の値なので、「正常な底質」にあたる。

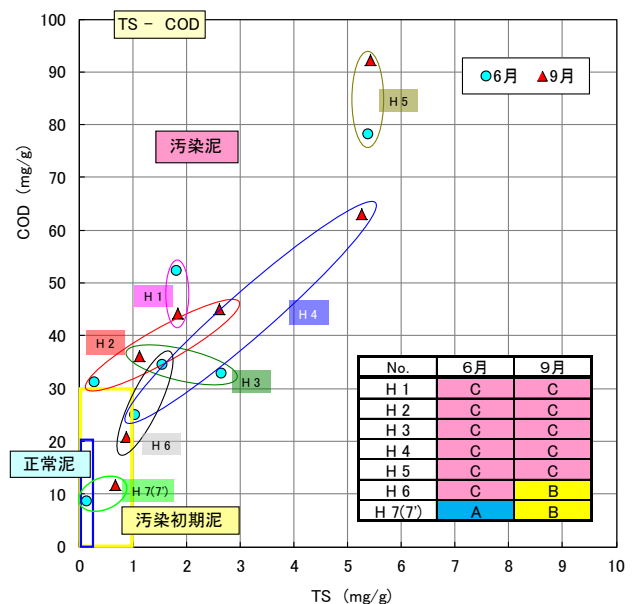


図-4 水産用水基準による底質の結果

表一五 水産用水基準による合成指標値の結果

No.		合成指標			
		I _{sed-1}	I _{sed-2}	I _{sed-3}	I _{sed-4}
6 月	H 1	2.65	2.18	2.49	1.95
	H 2	0.68	0.65	0.05	0.03
	H 3	2.90	2.55	2.74	2.31
	H 4	0.53	0.48	0.36	0.31
	H 5	6.65	5.73	6.99	5.90
	H 6	1.89	1.68	1.83	1.57
	H 7	-1.50	-1.52	-1.63	-1.65
9 月	H 1	2.37	1.85	2.08	1.47
	H 2	3.67	3.24	3.02	2.52
	H 3	1.53	1.20	1.42	1.04
	H 4	6.03	5.26	6.44	5.52
	H 5	7.19	5.97	7.58	6.12
	H 6	1.28	1.21	0.33	0.26
	H 7'	-0.27	-0.33	-0.84	-0.90

合成指標 I_{sed-1}=f(COD, TS, MC, H')

I_{sed-2}=f(IL, TS, MC, H') TS:全硫化物

I_{sed-3}=f(COD, TS, MC) MC:泥分率

I_{sed-4}=f(IL, TS, MC) H':多様性指数

今回調査した地点は本牧ふ頭沖 H7(7')を除いて魚介類や底生生物にとって厳しい生息環境にあると考えられる。

3-5 七都県市底質環境評価区分による底質評価

東京湾に関わる自治体で構成する九都県市首脳会議環境問題対策委員会水質改善専門部会は底生生物等による底質の評価方法を定めている²⁶⁾。

底質の IL と底生生物の分類の結果から算出した各項目の評点・評価区分を表一六に示す。どの地点も甲殻類は出現しなかったため、その項目は0点となっている。6月のH4、H7および9月のH7'は「環境保全度Ⅱ」（貧酸素化水域、汚濁耐性種優占）、他の地点は「環境保全度Ⅰ」（一時的に無酸素水域、汚濁耐性種が主、種・数が少）または「環境保全度0」（酸素ほとんどなし、無生物）であった。

「東京湾再生のための行動計画」では、市民に施策の効果を実感してもらうアピールポイント7箇所の評価にこの環境評価法を採用している。その中で、みなとみらい地区の目標は「Ⅱ」であり²⁷⁾、これを今回の結果に適用すると、6月のH4、H7および9月のH7'が該当し、他ではまだ達成されていない。「Ⅰ」の評価は2007年の横浜港内の新港地区前面や山下公園前²⁸⁾、2008年の帷子川河口、みなとみらいや瑞穂ふ頭周辺²⁹⁾、2009年の鶴見川河口や京浜運河と同一である³⁰⁾。

4. まとめ

山下ふ頭・本牧ふ頭周辺7地点で、底層環境を中心に2010年6、9月に水質、底質、底生生物の調査をしたところ、以下のような知見が得られた。

1) 水質は6月に山下・本牧ふ頭先の航路で赤潮がみら

表一六 底質環境評価の項目別得点と評価区分*

評点	No.	①	②	③	④	評点の合計 ①+②+③+④	環境評価区分
		底生生物の総出現種類数	総出現種類数に占める甲殻類比率	底質の強熱減量	上位三種の優占種による評価		
0-4			0-4	0-4	0-3	0-15	0-Ⅳ
6 月	H 1	1	0	1	3	5	I
	H 2	1	0	1	1	3	I
	H 3	1	0	2	1	4	I
	H 4	1	0	2	3	6	Ⅱ
	H 5	1	0	0	1	2	0
	H 6	1	0	1	1	3	I
	H 7	1	0	3	2	6	Ⅱ
9 月	H 1	1	0	1	3	5	I
	H 2	1	0	1	1	3	I
	H 3	1	0	2	2	5	I
	H 4	1	0	1	3	5	I
	H 5	1	0	0	2	3	I
	H 6	0	0	2	0	2	0
	H 7'	1	0	3	2	6	Ⅱ

- * 環境保全度Ⅳ(14~15点): 環境が良好で保全されている。多様な底生生物が生息しており、底質は砂質で、好氣的である。
- * 環境保全度Ⅲ(10~13点): 環境は概ね良好に保全されている夏季に底層水の溶存酸素が減少するなど生息環境が一時的に悪化する場合もみられる。
- * 環境保全度Ⅱ(6~9点): 底質の有機汚濁が進んでおり、貧酸素水域になる場合がある。底生生物は汚濁に耐える種が優占する。
- * 環境保全度Ⅰ(3~5点): 一時的に無酸素水域になり、底質の多くは黒色のヘドロ状である。底生生物は汚濁に耐える種が中心で種数、個体数とも少ない。
- * 環境保全度0(0~2点): 溶存酸素はほとんどなく、生物は生息していない。底質は黒色でヘドロ状である。

れた。9月は山下ふ頭沖など水深10m以深の底層で貧酸素状態であった。

2) 底質は9月にはすべての地点で嫌氣的で、本牧ふ頭沖を除いて有機物や硫化物の濃度が高かった。

3) 底生生物については、総計18種が出現し、そのうち、9種が有機汚濁指標種であった。底質の汚濁が進行するに伴い、これらの指標種が優占するようになったと考えられる。横浜港内で分布が確認されている外来種のホンビノスガイの死殻が採集された。

4) 水産用水基準による底質評価では、本牧ふ頭沖 H7(7')を除いて夏に著しい貧酸素状態を引き起こす恐れのある「汚染底質」と判定され、魚介類や底生生物にとって厳しい生息環境にあると考えられる

5) 七都県市底質環境評価区分では、横浜内港での底質環境評価の目標は「環境保全度Ⅱ」であるが、今回調査では6月は7地点中2地点、9月は1地点であり、評価の低い地点が多かった。

謝 辞

本調査に協力していただいた横浜市港湾局港務艇「ひばり」の乗務員の方々に、心から感謝の意を表します。

文 献

- 1) 千葉県水産総合研究センター漁場環境研究室：東京湾海況情報、<http://www.pref.chiba.lg.jp/lab-suisan/suisan/kaikyouchouhou/index.html>
- 2) 千葉県水産総合研究センター、千葉県農林水産技術会議、神奈川県水産技術センター、内湾底びき網研究会連合会：貧酸素水塊速報、<http://www.pref.chiba.lg.jp/lab-suisan/suisan/suikaisokuhou/index.html>
- 3) 環境庁：底質調査方法、2-4 (1988)
- 4) 西栄二郎、田中克彦：神奈川県近海の干潟・汽水域に産する環形動物多毛類、*神奈川県自然誌資料*、**28**、101-107 (2007)
- 5) 西栄二郎、加藤哲哉：環形動物多毛類の移入と移出の現状、*日本ベントス学会誌*、**59**、83-95 (2004)
- 6) 西栄二郎、田中克彦：多摩川河口川崎市側の干潟における底生生物相、*神奈川県自然誌資料*、**27**、77-80 (2006)
- 7) 西栄二郎、田中克彦、森敬介、藤岡義三：博多湾と東京湾の干潟から採集された日本初記録のヒガタケヤリムシ (新称) *Laonome albicingillum* (多毛綱・ケヤリムシ科)、*南紀生物*、**47**(2)、115-118 (2005)
- 8) Glasby, C. J. & H. L. Hsieh: New species and new records of the *Perinereis nuntia* species group (Nereidae: Polychaeta) from Taiwan and other Indo-West Pacific shores. *Zoological Studies*, **45**, 553-577(2006)
- 9) 横山寿：Paraprionospio 属多毛類の分類と系統、*海洋と生物*、**172**、487-494 (2007)
- 10) 西栄二郎・田中克彦：外来種としての多毛類、海を渡る海洋生物、60-66、東海大学出版会、東京 (2009)
- 11) Blake, J., A., J. P. Grassle & K. J. Eckelbarger: *Capitella teleta*, a new species designation for the opportunistic and experimental *Capitella* sp. I, with a review of the literature for confirmed records. *Zoosymposia*, **2**, 25-53 (2009)
- 12) 山西良平、佐藤正典：環形動物門多毛類、182-192、浅海域生態系調査 (干潟調査) 報告書、環境省自然環境局生物多様性センター、235pp (2007)
- 13) Yokoyama H : A revision of the genus *Paraprionospio* (Polychaeta: Spionidae), *Zoological Journal of the Linnean Society*, **151**, 253-384 (2007)
- 14) Nishi E., K. Tanaka, Y. Fujioka & M. Sato: Reinstatement of *Sigambra hanaokai* (Kitamori, 1960) (Polychaeta, Pilargidae), with a literature overview of the genus, *Zootaxa*, **1653**, 57-68 (2007)
- 15) 環境省、閉鎖性海域中長期ビジョン策定に係る懇談会：閉鎖性海域中長期ビジョン、92pp (2010)
- 16) 横浜市環境創造局：公共用水域の水質年間測定結果 (2010年度)、<http://www.city.yokohama.lg.jp/me/kankyomamoru/kanshi/wplan10/>
- 17) 東京湾岸自治体環境保全会議：東京湾水質調査報告書 (平成20年度)、48 (2010)
- 18) 横浜市環境科学研究所：横浜港の水質・底質汚濁に関する調査報告書 (環境研資料 No. 102)、35-76 (1992)
- 19) 日本海洋学会：沿岸環境調査マニュアルII [水質・微生物篇]、恒星社厚生閣、東京、305-307 (1990)
- 20) 左山幹雄、栗原 康：河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー、32-42、東海大学出版会、東京 (1988)
- 21) 岡田知也、古川恵太：東京湾沿岸域における音響装置を用いた詳細な底質分布図の作成とベントス生息状況、*海岸工学論文集*、**52**、1431-1435 (2005)
- 22) 西栄二郎、坂本昭夫、水尾寛己、小市佳延、下村光一郎：横浜港内で採集された外来大型二枚貝ホンビノスガイについて、*神奈川県自然誌資料*、**29**、181-183 (2008)
- 23) 西栄二郎、坂本昭夫、水尾寛己、小市佳延、下村光一郎、下迫健一郎、室井雅弘、渡部昌治：横浜港内で定着が確認された外来大型二枚貝ホンビノスガイ、*神奈川県自然誌資料*、**30**、51-53 (2009)
- 24) (社)日本水産資源保護協会：水産用水基準 (1995年版)、66-68 (1995)
- 25) (社)日本水産資源保護協会：水産用水基準 (2000年版)、88-91 (2000)
- 26) 七都県市首脳会議環境問題対策委員会水質改善専門部会：東京湾における底生生物調査指針および底生生物等による底質評価方法、*全国公害研会誌*、**25**、55-61 (2000)
- 27) 東京湾再生推進会議：東京湾再生のための行動計画、http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/SAISEI/council/council_index.htm、36pp (2003)
- 28) 小市佳延、下村光一郎、犬飼まり子、水尾寛己、西栄二郎、坂本昭夫：横浜港の底層環境調査ーみなとみらい〜瑞穂地区一、*横浜市環境科学研究所報*、**34**、16-23 (2010)
- 29) 小市佳延、水尾寛己、下村光一郎、高野善彦、西栄二郎、坂本昭夫：横浜港の底層環境調査ー浚渫覆砂工区一、*横浜市環境科学研究所報*、**33**、31-38 (2009)
- 30) 小市佳延、二宮勝幸、阿久津卓、下村光一郎、犬飼まり子、西栄二郎、坂本昭夫、杉原(村上)奈央子、水尾寛己：横浜港の底層環境調査ー鶴見川河口周辺一、**35**、15-22 (2011)

山下公園前海域における水質改善実験

- 2008年度から2009年度まで -

上原直子（横浜市環境科学研究所）、石井彰（元横浜市環境科学研究所）

Water improvement experiment of the sea area in front of Yamashita Park.

- From 2008 to 2009 -

Naoko Uehara, Akira Ishii (Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：水中スクリーン、シェルベッド、水質改善、東京湾、貧酸素、光、酸素

要旨

横浜市中区の山下公園前海域において、港湾工事で使用されている汚濁防止膜（以後、水中スクリーンという。）を利用して海域を仕切り、赤潮や降雨に伴う水質の悪化を防ぐ「海域の部分浄化実験」を2008年度と2009年度に行った。

水中スクリーンを設置することにより、海面付近の赤潮や降雨時の濁水の流入を抑制する効果と水中スクリーンに付着生物による水質浄化効果が確認できた。護岸下（±0m）から水深3m付近までの海底には底生生物が多く生息していたが、水深5m以深では底生生物の種類数、個体数とも少なく、海底にはシルト・粘土分の多い軟泥が堆積し、海底付近は貧酸素状態になっていたことから、浄化能力を高めるために生物付着基盤の設置など、生き物の生息環境を整えることの重要性が改めて確認された。

1. はじめに

横浜港の水質汚濁は昭和45年から昭和50年頃までと比較して公共下水道の整備や工場排水の規制により改善されたが、近年は横ばい傾向にあり、赤潮発生や降雨に伴う水質悪化という課題が残されている。横浜市下水道の普及率は2009年度末で99.8%になっており、全下水処理量の31%は高度処理を行っているが、市民が求めるような『きれいな海』を短期間に目視等で確認できるような水質に向上させることは困難である。

本研究では海が本来持っている水質浄化能力を高めることが重要であると考え、海面付近を漂う傾向にある赤潮や降雨による濁水などの流入を抑制するために水中スクリーンによって仕切った水質浄化実験海域を設け、生き物による水質浄化効果の検討を行った。

また、山下公園前海域が平成21年8月の「2009 横浜国際トライアスロン大会」のスィム会場となることに決まったため、「泳ぐことのできる海」も重要な目標となった。

2. 過去の経緯

横浜港における水質悪化は赤潮プランクトンの増殖と降雨時の濁水が主な原因である。写真-1は赤潮が発生しているときの水中写真である。赤潮の層の下には比較的澄やかな海水があること分かる。

そこで2007年、局内アントレプレナーシップにおいて、「帆船日本丸ドック出口付近の水路内に図-1に示すような、水中スクリーンを設置し、上層部の海水の出入りを制限し、下層部の比較的澄やかな海水だけが水路内に入るようにした。その結果、水中スクリーンによって赤潮（写真-2）や降雨時の濁水（写真-3）が改善されること

が確認された。



写真-1 赤潮時の水中

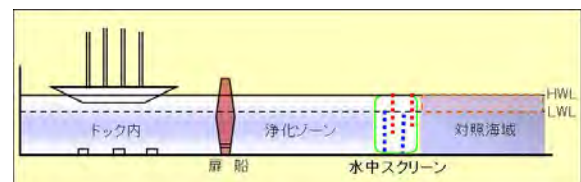


図-1 日本丸ドック内イメージ



写真-2 赤潮発生



写真-3 降雨時濁水

3. 実験位置

山下公園は図-2に示す神奈川県横浜市中区にあり、関東大震災の復興事業として瓦礫などを埋め立て造成した公園である。

2008年度に実施した海域の部分浄化実験は、平成20年7月15日から平成21年3月26日にかけて、図-3のような水中スクリーンで仕切った幅40m、奥行き80mの面積3200㎡の海域で行った。実験施設は図-4で示すように沖側の水深約4m以深で雨水による濁水や赤潮の影響が比較的少ない中層水の海水が行き来できるような構造となっている。

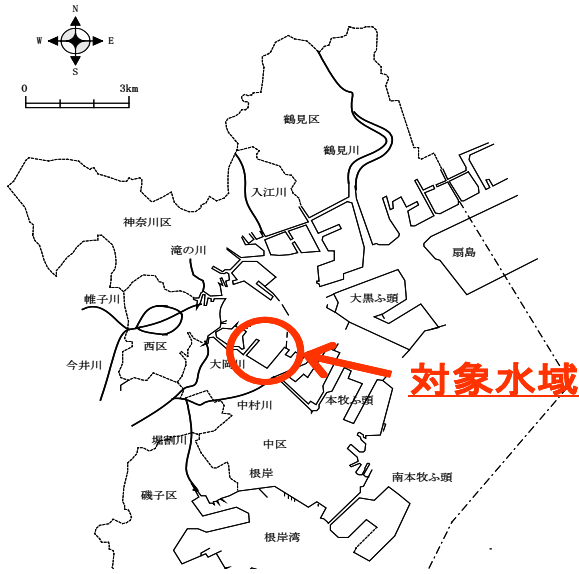


図-2 山下公園前実験海域

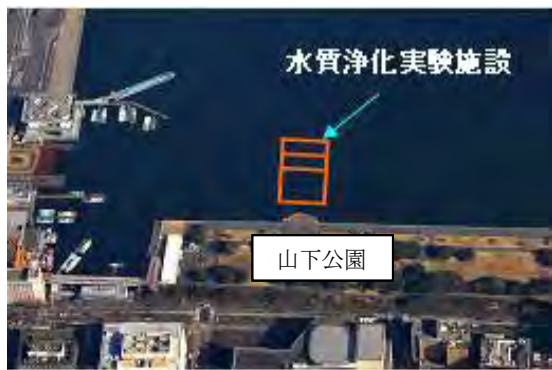


図-3 2008年度実験施設

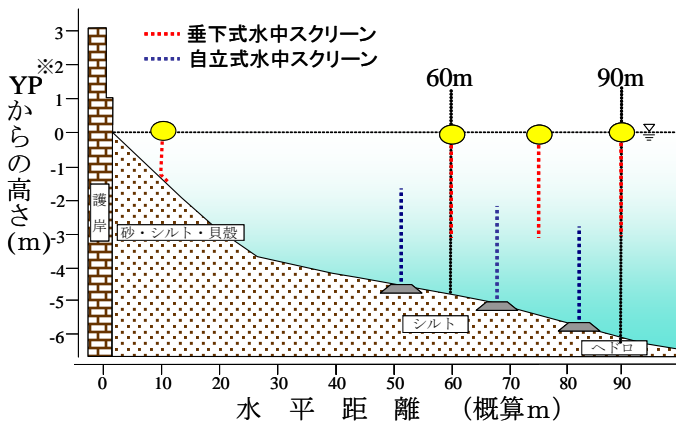


図-4 実験施設断面図

※YPとは、横浜港工事基準面のことで、海面が最も下がった状態の基準として使用される（基本水準面）。

4. 試料採取方法および調査期日

調査は図-5に示す調査地点で平成20年6月から平成21年2月まで毎月2回水質調査を行った。

生物相調査は図-6に示す地点で6月から2月にかけて毎月1回、護岸付着生物及び種類別個体数（もしくは被覆率）、底生生物の生息状況について調べた。

底質調査（表-1）は7月と12月の2回行った。

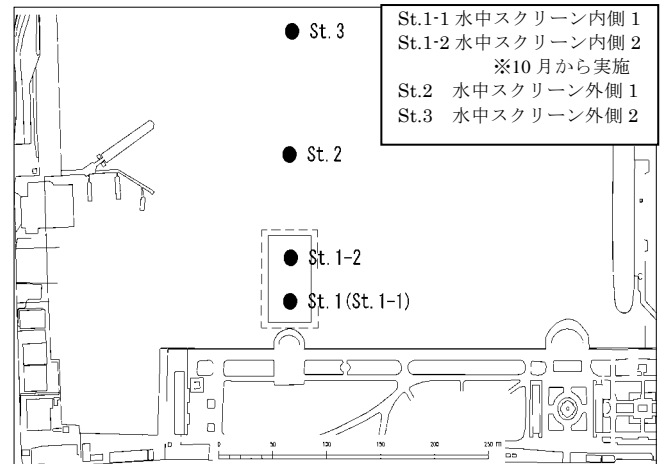


図-5 2008年度調査地点

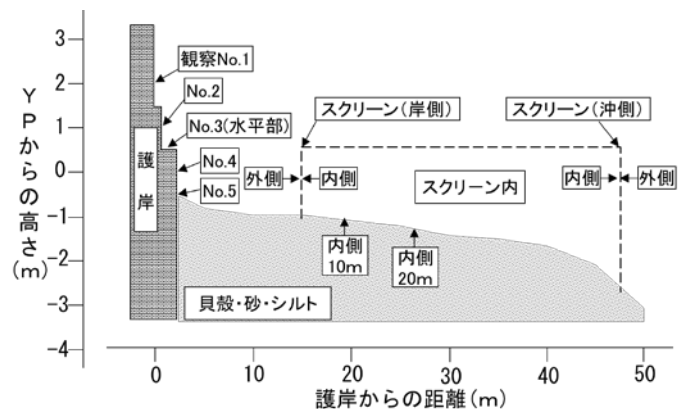


図-6 生物相調査地点

表-1 水質および底質調査方法

水質調査項目	調査方法
水温	棒状温度計による測定
塩分	海洋観測指針5.3 サリノメータ法
油膜	目視
透明度	透明度板による測定
溶存酸素(DO)	JIS K 0102 32.1
化学的酸素消費量(COD)	JIS K 0102 17
大腸菌群数	環告59号 別表2.1(1)備考4(最確法)
糞便性大腸菌群数	JIS K 0350-20-10 M-FC寒天培地法
底質調査項目	調査方法
泥温	棒状温度計による測定
泥色	標準土色帳による
泥質	目視
泥臭	臭覚
混入物	目視
固形分	底質調査方法Ⅱ3
強熱減量	底質調査方法Ⅱ4
pH	衛生試験法・注解4.3.3 5
酸化還元電位(ORP)	衛生試験法・注解4.3.3 9
化学的酸素消費量(COD)	底質調査方法Ⅱ20
全窒素(mg/g)	底質調査方法Ⅱ18
全リン(mg/g)	底質調査方法Ⅱ19
全硫化物	底質調査方法Ⅱ17

5. 結果と考察

図-7に山下公園前の透明度の経過を示した。

水質浄化実験施設の設置後3~4か月ほど経つと、St.1-2はSt.2やSt.3と比べ、透明度が上がっていることがわかる。これは表-2に示すとおり既存護岸には、軟体動物のムラサキガイやマガキ、節足動物のイワフジツボやタテジマフジツボ等が多数付着しており、夏季から秋季にかけての成長により、大きな水質浄化能力を示したものと考えられた。また、水中スクリーンやアンカー等にも多くの生物が生育するようになったため、生物付着基盤として機能し、透明度などの海域環境の改善に寄与することが考えられる。St.1は水深が3m程度のため、底泥の巻き上げが起こる事から低い値が出ている。

写真-4は水平方向の透明度を調べたものである。このとき、スクリーンの外側では3m程度だが、スクリーンの内側では5m以上の水平方向の透明度があった。スクリーン設置による透明度向上を確認することができた。

底質調査結果を表-3に示す。山下公園前の護岸は石積形式であり、表面にはマガキやフジツボ類、ムラサキガイなどの付着生物が確認された。護岸下には護岸から脱落したマガキやムラサキガイなどの貝殻が堆積したシェルベッドが形成しており、混入物のデータからも貝殻が多いことが分かる。

このシェルベッドのあるSt1ではCODは4.6 mg/gと最も低い値を示している。

一方、水深の深いSt2やSt3では細砂、シルト、粘土分を主体に構成されており、それらの場所ではCODも33.3~45.0 mg/gと高い傾向となっている事から、雨水時に海域に流出した濁水や有機分は流れの緩やかな場所で捕捉され堆積していると考えられる。

St.2およびSt.3では水深が3m~5mになり、貝殻とシルト・粘土分を多く含む底泥が混在している。底質はほとんどがシルト・粘土分の底泥となり、水深が深くなるにつれて有機汚濁が進んだ海底となっている。水深が深くなるSt.3付近では、ORPの結果から、還元的な底泥で夏季に貧酸素状態となつていた。このことから、硫酸還元菌等の貧酸素状態でも生息可能な生物に限られてしまうものと考えられる。

そのため、さらに水質を向上させるためには生物付着基盤の設置は通年で溶存酸素量が確保できる水深に設置した方が、より多様かつ豊富な付着生物の生息環境を創造できると考える。さらに、貝殻などでヘドロ状の軟泥を覆うことにより、栄養塩類の溶出削減や貧酸素水塊の発生抑制を行うとともに、新たな底生生物の定着を促進させ、海域環境の改善に寄与できると考えられる。

図-8に山下公園前の大腸菌群数濃度変化を示す。降雨時は大腸菌群数が増えるという傾向がある。赤潮や降雨による濁水は、海面付近を漂う傾向にあることから、水中スクリーンで仕切った海域の中は降雨時であっても大腸菌群数の濃度が基準値以下(1000個/100ml)であることが確認できた。また、ムラサキガイなどの濾過性2枚貝が水中スクリーンに多く付着していることもあり、透明度の改善に顕著な効果がみられたと考えられる。ただし、水中スクリーンの設置に伴い、周辺海域の流況を

変化させ、滞水や浮遊ごみの溜まりが出来るなどの現象もあり、構造や設置方法、設置位置の決定は十分な配慮が必要であると考えられた。

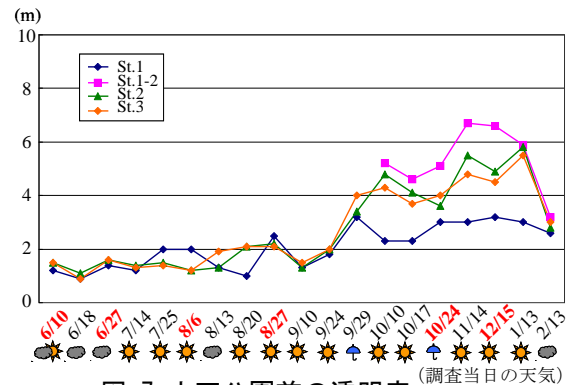


図-7 山下公園前の透明度

※赤字は調査日前日に降雨があったことを示す。
※St.1は水深が3m程度しかなく、底泥の巻き上げが起こる事から低い値が出ている。

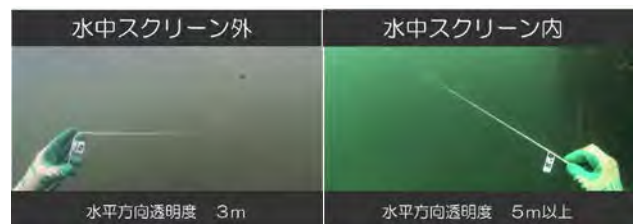


写真-4 水平方向の透明度

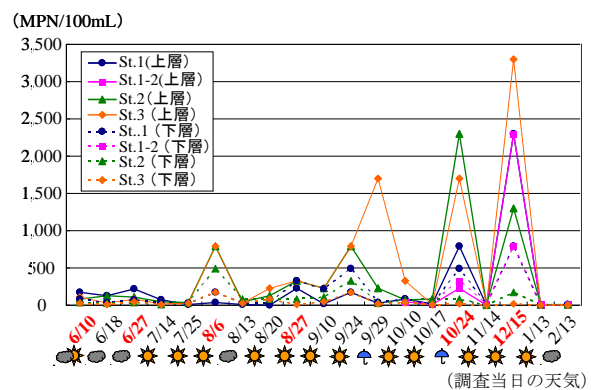


図-8 山下公園前の大腸菌群数濃度変化

※赤字は調査日前日に降雨があったことを示す。

表-2 生物調査結果

対象水域-調査地点		山下公園前海域										
調査日		平成20年11月14日(金)										
開始時刻		08:40										
終了時刻		09:50										
天候		曇り										
気温		13.1℃										
水温		16.4℃										
水色		暗緑色										
透明度		着底(2.5m)										
観察No.	護岸からの距離(m)	1	2	3	4	5	スクリーン(岸側)		内側10m	内側20m	スクリーン(沖側)	
		0	0	1	3	3	外側	内側			内側	外側
Y. P. からの高さ(m)		2.0	1.0	0.5	0.0	-0.5	-	-	-2.0	-2.2	-	-
当時水深(m)		0.6	-0.4	-0.9	-1.4	-1.9	-	-	-3.4	-3.6	-	-
【底質状況(%)】												
護岸ブロック(コンクリート)		100	100	100	100							
砂						50	-	-	70	70	-	-
シルト						10	-	-	10	10	-	-
貝殻						40	-	-	20	20	-	-
(合計)		100	100	100	100	100	-	-	100	100	-	-
【固着性(定着性)動物(%)】												
イソギンチャク目									R		R	R
イワフジツボ		10										
海綿動物門						R					R	R
カンザシゴカイ科				R	R			R			R	R
カンザシゴカイ科(海底堆積)						R			R	R		
コウロエンカワヒバリガイ			R	R	R		10					
シロスジフジツボ												
シロボヤ				R	R		R	R			10	R
タテジマフジツボ			R									
ナミマガシロガイ							R	R			R	
バラヌス属			10	R								
マガキ		R	R		20			R				
マンハッタンボヤ								R			R	80
ミドリイガイ			R	10	R		30				50	
ミドリイガイ(海底堆積)						R						
ムラサキイガイ		R	90	90	60							
ムラサキイガイ(海底堆積)					R	R						
【移動性動物(個体)】												
アカニシ				1	20	10	1	1				
アラレタマキビガイ		20										
イシガニ					1							
イトマキヒトデ			1	1	3					2		
イボニシ					2							
イワガニ科			2									
サンショウウオ			1	3	1							
シマメノウスネガイ				2	100	30			3			
タマキビガイ		80										
マナマコ					2							
【海藻類(%)】												
イギリス目			R									
【魚類(個)】												
ハゼ科				1	2	10			2	5		
メバル(幼魚)					1							

単位：底質状況、固着性動物、海藻類は被覆率%を示す。なお、被覆率Rは5%未満を示す。移動性動物、魚類は個体数/m²を示す。

注 1：出現種は五十音順に配置した。

2：「バラヌス属」は、シロスジフジツボ、タテジマフジツボ、アメリカフジツボ、ヨーロッパフジツボ、ドロフジツボなどで識別が困難だったものを示す。

3：スクリーン内外では全体的な平均被度を記録した。

表-3 底質調査結果

調査項目	St.1-1		St.1-2		St.2		St.3	
	6月27日	8月20日	6月27日	8月20日	6月27日	8月20日	6月27日	8月20日
泥温	22.8	28.8	-	28.7	22.1	25	19.1	-
泥色	灰オリーブ黒	オリーブ黒	-	黒	黒	黒	黒	-
泥質	砂	砂シルト	-	砂シルト	シルト	シルト	シルト	-
泥臭	微海藻臭	微海藻臭	-	微海藻臭	硫化水素臭	硫化水素臭	硫化水素臭	-
混入物	貝殻多	貝殻多	-	無し	無し	無し	無し	-
固形分	68	66.4	-	54	31.7	30.8	18.7	-
強熱減量	3.8	9.9	-	9.5	10.2	12.4	13.5	-
pH(-)	8	8.3	-	8.3	8.2	8.4	8.4	-
ORP(mV)	100	86	-	8	-33	-110	-179	-
COD(mg/g)	4.6	8.2	-	9.6	33.3	39.8	45	-
全窒素(mg/g)	0.99	0.66	-	0.39	2.9	1.8	3.3	-
全リン(mg/g)	0.45	0.32	-	0.45	0.75	0.7	0.8	-
全硫化物(mg/g)	<0.1	0.2	-	0.2	1.1	0.9	2.2	-

6. 結論および今後の課題

2008 年度調査により改善効果が確認できたことから、2009 年度は同海域において、図-9 のように対象海域を約 6ha に拡大して実施した。水中スクリーンの適切な管理を行うことで降雨時でも、表-4 の水浴場水質判定基準の「可」以上の水質を満足することができた。また、水中スクリーン内で「2009 横浜国際トライアスロン大会」のスイム競技を行う事ができ、海外の選手からも異臭も無く、透明度も高い泳ぎやすい海だったとの感想を聞くことができた（写真-5）。

今後は、砂浜や浅場の造成および生物の生息に有効な形状や材質の生物付着基盤を人為的に設置するなど、生き物の目線での環境改善が水質浄化の重要な要素であることが考えられる。また、ヘドロの海底の底質改善が必要だと考えられ、港湾の利用計画と整合を図りながら検討していく必要がある。



写真-5 2009 横浜国際トライアスロン大会



図-9 2009 年度 実験施設

表-4 水浴場水質判定基準

区分	ふん便性大腸菌群数	油膜の有無	COD	透明度
適	水質AA	油膜が認められない	2mg/L以下	全透(1m以上)
	水質A			
可	水質B	常時は油膜が認められない	5mg/L以下	水深1m未満～50cm以上
	水質C		1000個/100mL以下	
不適	1000個/100mLを超えるもの	常時油膜が認められる	8mg/L超	50cm未満

参考文献

- 1) 水尾寛己、小市佳延、下村光一郎、西栄二郎、木村 尚：日本丸ドックにおけるカキによる水質浄化，横浜市環境科学研究所報，32，P.5-8（2008）
- 2) 貝殻利用研究会：貝殻の活用による水域環境の再生・保全 貝殻が海を救う！！，小冊子（2010）

大岡川におけるアユの産卵場選択に関する研究

樋口文夫、阿久津 卓、渾川直子、村岡麻衣子（横浜市環境科学研究所）

Studies on the selection of spawning ground by Ayu *Plecoglossus altivelis altivelis* in Oooka River

Fumio Higuchi, Takashi Akutsu, Naoko Nigorikawa, Maiko Muraoka
(Yokohama environment science research institute)

キーワード：アユ 分布 産卵場 物理的環境 大岡川

要旨

大岡川を対象にアユの分布と産卵場選択について解析した。調査は2009年10月から2010年2月、2010年9月から2011年2月の2箇年、下流約2kmの範囲を上流D1からD10区間に分けて行った。繁殖期間におけるアユの生息密度は、産卵場あるいはその周辺で10月、11月に高い値を示した。卵は、2009年が10月から12月、2010年は10月から2011年1月まで確認した。産卵場は2地点、最戸橋—最戸下橋のD5区間が主な産卵場、他の1地点は、11月だけであった。卵ありと卵なしの瀬の物理的環境要因の比較では、貫入度、基質組成の砂、小礫で有意差を示し、卵ありの瀬で貫入度、小礫が高い値を示した。D5区間の産卵場は橋下の暗所、水深21cm、流速43cm/s、基質性状が小礫、浮石状態であった。D5区間には長さ30cm、幅23cm、深さ4cmの産卵床が形成され、礫には付着卵が多く確認された。卵付着基質は5から10mmの小礫が多かった。以上、大岡川の主な産卵場は狭い範囲に限定されており、今後、在来アユ集団を保全、再生するための方策が望まれる。

1 はじめに

最近、他の地域では、アユ資源量の減少にともない、天然アユ再生の取り組みが行われてきている。一方、都市河川においては、地域活性化、川から海までの範囲の広い河川環境を考える等の視点から注目されるようになってきた。また、海から遡上し、川を利用する魚種、アユ、ハゼ科等の通し回遊魚の存在は、都市の中で河川生物群集の多様性を再生していくために重要な役割を持っていると考える。

市内河川のモニタリング調査等¹⁾では、鶴見川、帷子川、大岡川、境川、侍従川でアユの分布が確認され、さらにアユが確認された全河川で、繁殖が行われていることが明らかにされた。その中で、大岡川では2地点で流下仔魚調査を実施し、下流地点で仔魚が確認され、産卵場の範囲が推定された。しかし、都市河川におけるアユの繁殖生態、産卵場の特定とその環境条件についての研究報告は少ない。

この様なことから、在来アユ集団の保全、再生に向けた解析が必要であると考え、大岡川を対象に繁殖生態と河川環境との関係を検討した。

2 調査方法

調査は、2009年度が2009年10月から2010年2月、2010年度が2010年9月から2011年2月の期間に月1-2回の頻度で行い、調査時間は10時から16時であった。

調査対象区域と区間、調査した瀬の位置を図-1、区間別の調査面積等を表-1に示した。

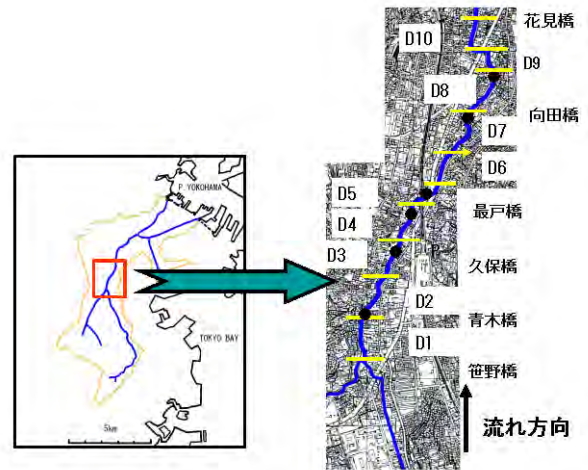


図-1 大岡川の調査区間、D1からD10、●：調査した瀬

大岡川の笹野橋から花見橋、感潮域上流の2.2kmの範囲に10区間(D1-10)を設定した。下流の花見橋は河口から5.1kmであった。

アユの分布調査は、下流D10区間から上流に向かって3から4人で踏査し、目視で個体数を計測していった。また、2010年にはアユ調査時にコイを目視計測し、11月にボラの計測も行った。

表一 1 調査区間名、調査面積、河口からの距離

調査地点名	調査区域	調査面積 (m ²)	河口からの距離 (km)
D1	笹野橋 ～ 青木橋	1159	7.3
D2	青木橋 ～ 久保橋	1589	7.1
D3	久保橋 ～ 大久保橋	1197	6.8
D4	大久保橋 ～ 最戸橋	1163	6.5
D5	最戸橋 ～ 最戸下橋	923	6.3
D6	最戸下橋 ～ 越戸橋	1025	6.2
D7	越戸橋 ～ 向田橋	1784	6.0
D8	向田橋 ～ 中里橋	1588	5.7
D9	中里橋 ～ 与七橋	1066	5.5
D10	与七橋 ～ 花見橋	2009	5.3
—	花見橋	—	5.1

表一 2 年別、月別の水温、pH、電気伝導率、平均値±標準偏差で表示

年度	項目	単位	9月	10月	11月	12月	1月	2月
2009年	標本数		—	18	23	13	5	2
	水温	(°C)	—	18.3±1.6	13.8±1.5	9.7±2.5	7.0±1.6	6.4±0.1
	pH		—	8.5±0.2	8.4±0.4	8.6±0.2	8.8±0.3	8.2±0.1
	電気伝導率	(mS/m)	—	50.6±0.9	49.3±1.8	52.3±0.5	50.4±1.5	47.4±0.4
2010年	標本数		3	3	9	7	5	6
	水温	(°C)	19.3±0.1	21.0±0.5	13.1±0.7	11.3±1.5	7.0±2.0	5.4±0.2
	pH		7.9±0.2	8.6±0.1	8.4±0.2	8.1±0.1	8.3±2.0	8.3±0.1
	電気伝導率	(mS/m)	51.5±0.0	50.9±0.1	44.7±2.4	47.2±0.3	51.6±0.2	51.8±0.1

物理的環境項目の測定は、各区間で代表的な瀬と淵を対象に測定した。項目と調査方法は、流れ幅、水深、流速、貫入度、基質性状等で、それぞれの瀬等の上、中、下の3地点で測定した。測定方法は、流れ幅 (m)、水深 (cm) が折尺で測定し、水深については3箇所計測し平均値を求めた。流速は携帯型電磁流速計 (KENEK VE10) を用い、60%水深で5回測定の平均値とした。また、産卵床の底部の流速も測定した。貫入度の測定はシノを用いて計測した²⁾。基質性状は、50cm×50cm枠の中で、砂 (粒径<2mm)、小礫 (2-16mm)、中礫 (17-64mm)、大礫 (65mm<)、岩盤 (軟質の砂泥岩) の分類に従って目測で測定した。

産卵場の確認は、調査区間内の6地点の瀬を対象に3から4人で礫等を採取して、付着卵の有無を目視確認し、さらに卵数、礫サイズの長径、短径をノギスで測定した。なお、これらの卵が付着した礫は測定後、もとの場所に戻した。産卵場の環境は、前に記した同様な項目、測定方法で調査したが、卵が多く確認された場所については、産卵床等の窪地の長径、短径、窪地の深さ等を計測し、産卵床体積等を算出した。また、産卵行動に

ついては、2009年11月にデジタルカメラの動画録画で記録した。

水質測定項目と方法は、水質が水温 (°C)、pH、電気伝導率 (mS/m) (以下、EC) の3項目を携帯型 pH 計 (東亜 DKK HM-20P)、携帯型 EC 計 (東亜 DKK CM-14P) を用いて行った。

2009年度、2010年度の調査時での月別水温、pH、電気伝導率を表一2にまとめた。

2009年の水温の平均値は、11月まで10-20°Cの範囲であったが、12月から10°C以下となった。pHは7-9の範囲、電気伝導率は50mS/m前後でありあまり変動がなかった。2010年度の水温が12月に11°Cであり、1月になると10°C以下となっていた。他の項目は2009年度と同様な傾向を示していた。

解析方法は、統計解析データの正規性の検定を行い、正規性を示さなかった項目は対数変換 ($\log_{10} (1+\text{変数})$)、逆正弦変換 ($\text{asin}/\sqrt{\text{変数}}$) を行った。また、正規性を示さないデータはノンパラメトリックの統計手法で解析した。生息密度が各区間の目視個体数の計を水面面積で割った値 (個体数/100m²) を用い、

年度別に区間別、月別に比較検討した。産卵場の物理的環境要因では、卵が確認された場所（以下、瀬+と略記）、確認されなかった場所（以下、瀬-と略記）の環境要因等を比較検討した。

3 結果

3-1 アユの生息密度

上流のD1（笹野橋）から下流のD10（花見橋）の区間別、2009年度、2010年度の月別の生息密度の変化を示したのが図-2である。2010年の9月はD1からD4の区間が欠測であった。

アユは、2009年10月から2010年2月の調査期間で1月まで観察された。生息密度の区間別比較は、D5が4.17（個体数/100m²）と高く、下流のD9、D10で低かった。月別比較が11月に高い値を示した。しかし、統計学的には区間別、月別ともに有意差を示さなかった（繰り返しのない二元配置法；区間別： $F_{9,39}=1.97$ 、 $P=0.082$ 、月別： $F_{3,39}=1.776$ 、 $P=0.175$ ）。

つぎに、2010年9月から2011年2月の調査期間で、アユ集団

が12月まで観察された。生息密度の変化は区間別がD3、D4、D6が2.5-3.0と高く、上流区間で高い傾向を示し、下流区間では目視観察されなかった。これは、河川改修工事の影響があるものと考えたが、前年でも工事を行われており、場所と規模により影響を受ける度合いが異なるものと推測される。月別の比較では10月、11月で高い値を示した。統計学的には月間で有意差を示した（繰り返しのない二元配置法；区間別： $F_{9,35}=1.846$ 、 $P=0.114$ 、月別： $F_{4,35}=4.807$ 、 $P<0.01$ ）。

10月から12月における生息密度の年度別比較を、月別と区間別に分けて検討した。月別の比較は、2010年の10月が2009年に比して高く、年間、月間で差を示し、交互作用はなかった（繰り返しのある二元配置法；年別： $F_{1,59}=7.246$ 、 $P<0.01$ 、月別： $F_{2,59}=3.663$ 、 $P<0.05$ 、交互作用： $F_{2,59}=2.693$ 、 $P=0.077$ ）。

区間別では、D5を除いて、2010年の方が高い値を示し、特に上流域で高い傾向を示した。統計学的には年別で有意差を示し、区間別に差がなく、交互作用がなかった（繰り返しのある二元

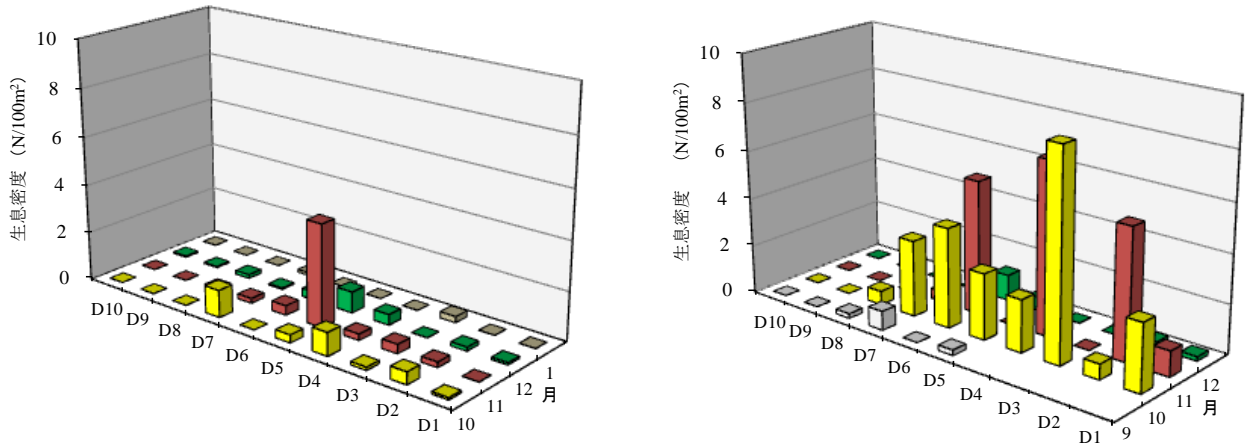


図-2 アユの2009年（左図）と2010年（右図）の月別、区間別の生息密度、D1が上流区間

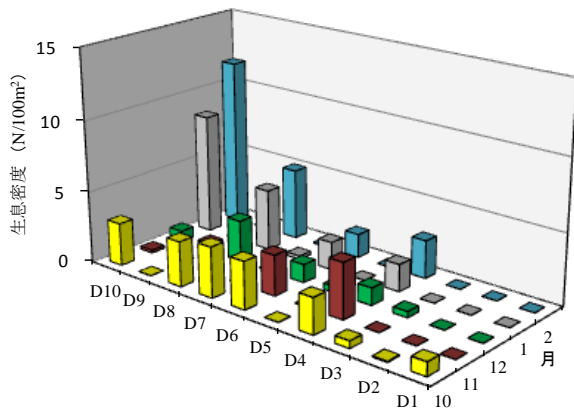


図-3 コイの月別、区間別の生息密度（2010年）

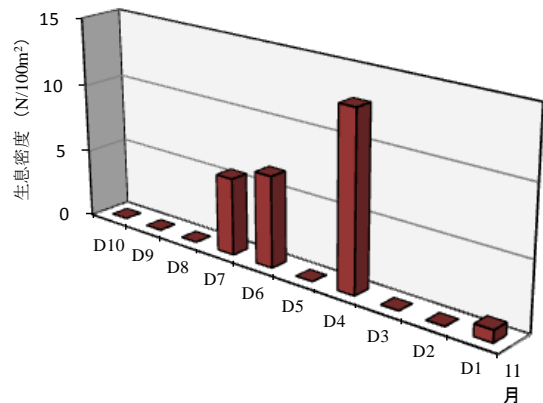


図-4 ボラの2010年11月の生息密度

配置法; 年別: $F_{1,59}=7.009, P<0.05$ 、区間別: $F_{9,59}=1.744, P=0.111$ 、交互作用: $F_{9,59}=0.981, P=0.470$)。2009 年は、D5 で生息密度が高かったが、2010 年はその前後の区間で高い傾向を示し、生息数、分布等の年、月変動が大きいことが示唆された。ちなみに、年別生息密度の平均値は 2009 年が 0.29、2010 年は 1.31 であった。

3-2 コイ等の生息密度

調査区間に出現する魚類として、コイ、ボラ、ハゼ科等があげられる。この中で、調査期間中、コイは生息数が比較的多く、目視観察が容易なことから、2010 年度のアユ調査と同時に計測を行った。その生息密度の月別、区間別の生息密度を図-3 に示した。ボラもこの区間で多く観察されるが、群れを形成し、遊泳スピードも速く正確な個体数計測が困難であった。しかし、群れの大きさをもとに推定した個体数から若干の検討を試みた。2010 年 11 月の区間別生息密度を図-4 に示した。

調査期間の 10 月から 2 月までコイは観察され、体長が約 30cm 以上の大型の個体が、比較的深い淵に群れる傾向を示した。そしてコイの生息密度が高かった区間は、D4、6、8、10 で下流域の区間、低かったのは D1、2、3、5、9 で上流域の区間が多かった。生息密度が高い区間は、比較的大きな淵が存在し、低い区間は浅い平瀬、瀬が多い区間であった。月変化では、10 月から 12 月、D5 を除いて D4、6、7、8 まで一定の生息密度を示したが、1、2 月ではより下流域の区間で高い生息密度を示し、季節による移動が推測された。統計学的には、月間では差がなく、区間の間で有意差を示した(繰り返しのない二元配置法; 区間: $F_{9,49}=11.260, P<0.01$ 、月間: $F_{4,49}=1.537, P=0.212$)。

ボラは、D1 から D7 の範囲で目視された。D4、6、7 で生息密度が高く、同じ月のコイの生息密度の平均値が 0.90 に対して、ボラは 3.72 であった。ボラの体長が約 10cm の単一年級群の群れとしてパッチ状に移動、分布しているものと推測された。また、ボラの群れに混じってアユが目視される場合が多くあった。

3-3 産卵場の位置

2009 年度の調査期間、10 月から 2 月までの間に、産卵場は、最戸橋-最戸下橋の D5 区間、向田橋-中里橋の D8 区間の 2 区間で、D5 が 10 月から 12 月、D8 が 11 月であった。

2010 年度の調査期間、9 月から 2 月では、産卵場が 2 区間、前年と同様に、D5 が 10 月から 1 月、越戸橋から向田橋の D7 が 11 月であった。

このように、大岡川で長期的に産卵場として利用されていたのが D5 であった。この産卵場は、河口からの距離が約 6km、感潮域から 1km 上流、最戸橋の狭い範囲に形成されていた。最も下流の産卵場は 2009 年度の D8 で、河口から 5.5km、感潮域から 400m の位置であった。

3-4 産卵場の物理的環境

瀬+ (卵が確認された瀬) と瀬- (卵が確認されなかった瀬) と淵の物理的環境要因を表-3、4 に示した。

各環境要因を平均値で示すと、全体の瀬の長さが 14.8m、流れ幅は約 4m、水深が約 20cm、流速が 50cm/s 台で小規模で流れ幅が狭く、浅い瀬が多かった。

同様に、淵では、長さが 8.7m、流れ幅が 5.5m、水深が 65cm、流速が 12cm/s であった。淵の成因区分は、多くは雨水吐等から

表-3 瀬+ (卵あり) と瀬- (卵なし)、淵の物理的環境要因、平均値±標準誤差で表示

形態区分	標本数	瀬の長さ (m)	流れ幅 (m)	水深 (cm)	貫入度 (cm)	流速 (cm/s)
瀬+ (卵あり)	21	15.3 ± 1.1	4.2 ± 0.4	22.1 ± 1.0	5.9 ± 0.4	59.2 ± 5.0
瀬- (卵なし)	70	14.7 ± 0.6	4.0 ± 0.2	24.5 ± 1.0	4.7 ± 0.2	53.5 ± 2.5
瀬+ と瀬- の比較検定					$P<0.01$	
淵	10	8.7 ± 1.9	5.5 ± 0.5	64.9 ± 4.3	3.6 ± 1.4	11.8 ± 1.8

表-4 瀬+ (卵あり) と瀬- (卵なし)、淵の基質性状、平均値±標準誤差で表示

形態区分	標本数	砂 (%)	小礫 (%)	中礫 (%)	大礫 (%)	岩盤 (%)
瀬+ (卵あり)	21	7.1 ± 1.5	52.8 ± 4.0	31.2 ± 3.8	9.0 ± 2.1	0
瀬- (卵なし)	70	12.8 ± 1.0	43.5 ± 1.9	29.8 ± 1.6	11.7 ± 1.2	2.3 ± 1.1
瀬+ と瀬- の比較検定		$P<0.01$	$P<0.05$			
淵	10	54.0 ± 5.2	24.0 ± 3.1	5.0 ± 2.2	5.0 ± 4.0	12.0 ± 7.3

表－5 D5の産卵床の物理的環境、平均値±標準誤差で表示（標本数 22）

流れ幅 (m)	水深 (cm)	貫入度 (cm)	流速 (cm/s)	底層・流速 (cm/s)	砂 (%)	小礫 (%)	中礫 (%)	大礫 (%)
4.7±0.5	21.2±1.4	4.8±0.2	43.4±2.1	20.1±1.8	7.3±1.4	34.1±2.7	46.8±3.0	15.0±3.7

表－6 D5の産卵床の微環境、平均値±標準誤差で表示（標本数 22）、体積=長辺×短辺×深さ

長辺 (cm)	短辺 (cm)	窪地の深さ (cm)	産卵床体積 (cm ³)
32.8±3.0	23.1±1.5	4.1±0.3	3185±552

突発的な流出によって形成されるS型の淵、他は、河道の蛇行によるM型の淵であった³⁾。

これらの瀬、淵の形態は、維持水量が少ない、大岡川の中、下流域の特徴となっていた。ちなみに、2009年12月8日の17時に測定した河川流量は、0.23m³/sであった。

基質性状は、瀬では礫が80%以上を占めた。淵は、砂が50%台、岩盤が12%で異なった性状を示していた。今回は、基質表面の付着藻類の被度については検討しなかったが、開放的な瀬にはカワシオグサ等の糸状緑藻類が礫に被覆していた場所もあった。

アユは、流れのある瀬を産卵場として選択することが周知の事実であり、今回も瀬で卵が確認されていることから、卵ありとなしの瀬の物的環境要因を比較検討した。

流れ幅の比較では、4mで差がなく、水深は20cm台で差がなかった。流速は瀬+が59cm/s、瀬-が53cm/sと若干差を示した。貫入度は瀬+が5.9cm、瀬-が4.7cmで瀬+で高い値を示した。統計学的には、貫入度で有意差を示した ($t=2.962, P<0.01$)。基質性状の比較では、瀬+が砂、7.1%、小礫、53%、瀬-が砂、13%、小礫、44%で、他に大礫、岩盤の割合が高かった。統計学的には砂、小礫で有意差を示した（マン・ホイットニ検定、砂； $Z=2.764, P<0.01$ 、小礫； $Z=2.138, P<0.05$ ）。

これらの結果から、大岡川の例では、産卵場として流速が50cm/s、水深が20cm、砂が少なく、小礫が多く、浮石状態の基質が選択されていた。また、産卵場利用の点から礫表面等の状態が重要なものと思われる。特に付着藻類、糸状緑藻類等との関係について、今後、検討すべき課題である。

水温は、瀬+と瀬-の平均値±標準偏差（標本数）が13.5±4.1℃（18）、12.7±4.8℃（67）で、瀬+で若干高い値を示したが、有意差はなかった（マン・ホイットニ検定、 $Z=0.431, P=0.667$ ）。

3-5 産卵床の物理的環境

大岡川の主要な産卵場である、D5区間に形成された産卵床の物理的環境要因をまとめたのが表－5、6である。

D5区間内の産卵場環境は、二つの橋が横断し、上流の橋下の瀬に産卵場が形成されていた。また、橋の間には右岸管渠からの雨水等の流出によって掘られた小規模なS型の淵があった。また、瀬の約10m下にはD6区間のS型の淵があり、その物理的環境要因は、長さ11m、流れ幅4.5m、水深44cm、流速13.9cm/s、

基質性状が砂39%、岩盤25%であった。

産卵床は、2009年、2010年度とも橋の下端から上流、約10mの暗所に形成され、産卵床の礫上には砂泥、藻類等が被覆していない窪地の形状として確認できる。この形態は、数十尾の繁殖集団が、同じ場所で多数回の産卵行動を示し、掘削されることから形作られる。また、その中の礫に卵を多く付着させていた（2009年11月26日13時観察）。

産卵床の形状は、長辺の平均値が33cm、短辺が23cm、窪地の深さが4cmで、平均産卵床体積が3185cm³であった。産卵床の微環境は、水深が21cm、中層流速が43m/s、窪地の底層流速が20cm/sで、中層流速の約1/2の低い値となっていた。基質性状は、小礫34%と中礫47%を合わせて80%を占め、貫入度が約5cmと高い値を示していた。

D5以外の産卵場環境は、標本数が2と少ないが、水深の平均値が16cm、流速が71cm/s、基質性状は小礫が70%と多かった。D5の環境要因に比べて流速が早く、小礫が多いことから、窪地が形成されにくいと考えた。産卵場の形状が環境要因によって異なってくることを示唆された。

3-6 卵付着基質

基質の種類、サイズ、付着卵数を表－7に示した。

基質の種類は、標本数349の内、礫が90%と最も多く、ついでコンクリート片の5%、糸状緑藻類の3%であった。

基質サイズ別の長径の平均値±標準誤差、付着卵数の平均値、最大値を示す。

礫は、16.7±0.6mm、3.2個、33個で、コンクリート片が22.9±2.8mm、4.3個、20個、糸状緑藻類が56.9±11.8mm、4.8個、31個であった。糸状緑藻類は、産卵床の下流の瀬に位置する卵確認場所であり、上流から流下して付着した卵があるものと推測した。

つぎに、卵の付着礫サイズ、長径のヒストグラムを図－5に示した。分布は小サイズに偏った傾向を示し、最頻値が5から10mm、5から30mmまでの範囲に90%が入っていた。

また、礫の長径と付着卵数との関係を図－6に示した。

散布図から礫サイズが小さくなると、付着卵数が増加する傾向に示したが、有意な相関はなかった（ピアソンのr検定、 $r=0.004, t=0.07, P=0.944$ ）。

表-7 卵付着基質の種類、サイズ、付着卵数、平均値±標準誤差、カッコ内の数字は標本数を示す

項目	礫 (313)	コンクリート (19)	糸状緑藻類 (11)	ガラス (4)	その他 (2)
長径(mm)	16.7 ± 0.6	22.9 ± 2.8	56.8 ± 11.8	16.5 ± 3.6	40.5 ± 15.5
短径(mm)	11.8 ± 0.5	17.6 ± 2.4	34.7 ± 10.7	11.0 ± 2.7	22.5 ± 18.5
付着卵数	3.2 ± 0.2	4.3 ± 1.1	4.8 ± 1.2	1.5 ± 0.3	4.0 ± 3.0

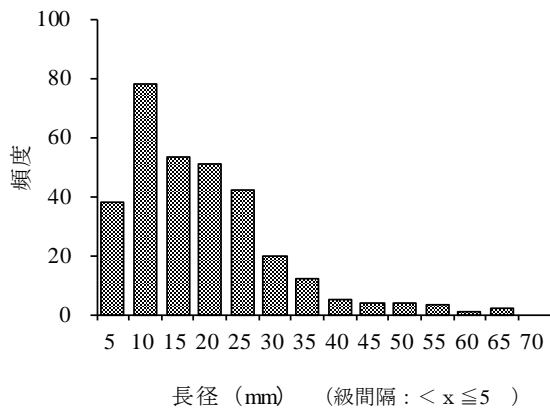


図-5 卵付着礫の長径のヒストグラム、標本数 313

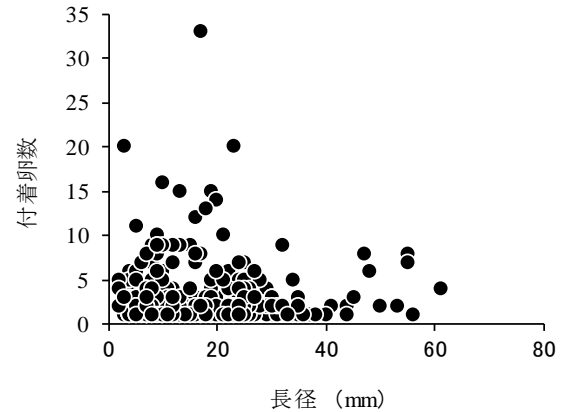


図-6 付着卵数と礫の長径との関係、標本数 313

4 考察

1976年から行われてきている河川生物相のモニタリング調査では、1993年までアユを確認することができなかった。水質改善等により通し回遊魚、周縁性淡水魚が増加するとともに多くの河川でアユが確認されてきた。また、2007年に帷子川でアユの流下仔魚を確認し、市内で初めて繁殖が行われていることが明らかになった⁴⁾。さらに2008年のモニタリング調査と同時に行われた繁殖確認調査では、アユが分布する川は、産卵が行われていることも明らかになった¹⁾。都市河川においてアユの存在は、川と海との関係を通して水辺環境の評価、環境学習等を行うにあたって重要な意味を持つと考える。

アユに関する調査研究は、内水面における水産資源の保全、地域固有種の保護の観点から多く行われてきており、繁殖生態についてもいくつかの報告がある⁵⁻¹³⁾。しかし、都市の小河川におけるアユ繁殖期の流れ分布、繁殖生態についての報告は少ない。そこで、今回、産卵場範囲が推定されている大岡川¹⁾を対象にアユの繁殖生態と河川環境との関係について検討した。

繁殖期のアユの分布変化は、産卵場が多く形成される下流へ移動することが知られている^{7,14,15)}。大岡川の魚類流れ分布の調査報告では、アユは8月まで上流11kmの地点まで遡上していたが、10月には確認できなかったこと等から、流下したことが推測された¹⁶⁾。今回の区間D1は、夏期でもアユが確認できることから、繁殖期でも産卵場に近接した区域に分布していた。2009年、産卵場で生息密度が高く、その後、下流へと分布していく

傾向を示した。しかし、2010年は、上流あるいは産卵場周辺の中流区間で高く、下流区間では目視されなかった。これは、特に2010年での河川工事によってアユの分布等が制限されたことが推測され、河川工事を施工するにあたっては時期、場所等で配慮が必要であると考えられる。

年度による生息数の変動があり、2010年では生息密度が2009年に比して高く、産卵場周辺部だけでなく広い区間でいくつかの群れとして観察された。D5より上流の瀬では卵が確認されなかったが、これらの群れは繁殖待機群¹²⁾か、産卵に適した場所を探索していた群の可能性が示唆される。ちなみに、成熟したアユは流れに揺れ動く礫床を感知するという報告もある¹⁷⁾。

産卵場の位置については、河床勾配を反映し、勾配が高い時は産卵場が河口近く、低い時は離れた場所を選択するとしている⁷⁾。大岡川の河床勾配は1/240で、高い勾配となっており、調査区間の上流、D1までの河床勾配は1/1780と緩くなっていた。今回は、主な産卵場は河口から6kmであり、感潮域まで1km以内の位置であった。2009年、2010年度とも産卵場は2箇所、主な産卵場はD5区間であったが、その広さは、幅4m、長さ10mの小範囲にいくつかの産卵床として観察された。そこは、橋下の暗所であった。既存の報告では、産卵場は河川の合流点、湾曲部、砂州、橋等の構造物等の周辺、あるいは、いくつかの組み合わせで存在するとしている⁷⁾。また、これらは、流況が複雑になっていることが重要である。今回、D5の産卵場は橋下であ

り、流況は単純であったが、暗所であることが選択された要因とも推測した。これは親魚の選択条件として藻類、泥の付着した砂礫をさけることの一部を説明しているかもしれない。

卵ありとなしの瀬の環境要因の比較では、卵が確認された瀬が貫入度、小礫で高く、砂が低い割合を示していた。既存の報告では、河床が砂礫、浮石状態の場所を選択することが示されており、一致した結果となっていた^{6,9,12}。また、卵が付着している礫は、径 10mm 以下が多く、30mm 以下で 86% を示していた⁵。さらに、微小な砂粒の堆積の場所は選択されないことも指摘している。他の報告では 1 から 14mm の礫に多く付着していることを見ており¹³、小サイズの礫が選択される傾向を示していた。今回、これらの報告と比べて長径 30mm 以下が 90% 以上、5 から 10mm の級間隔が最頻値となっていた。付着卵数との関係では、小サイズで多くなる傾向を示したが、有意な相関を示さなかった。

これらから、選択の範囲が小礫で、浮石であることが条件として重要であり、砂が多い場所は選択されないことなど、先の報告とほぼ一致したものとなっていた。しかし、17mm 以上の中礫も多く、他の河川に比して幅が広いと思われた。河川環境の特徴、適産卵場の多少によって選択条件の範囲を変えていくことを考慮する必要があると考える。

今回、付着藻類の種類、被覆割合等については検討しなかった。増水等の攪乱の少ない河川では、糸状緑藻類が開放的な瀬等の礫に付着し、水深の浅い浮石帯を河床固化することが報告され¹⁸、また、礫の空隙に造網型のトビケラ類が生息していることから、それを助長させることも指摘されている^{18,19,20}。卵なしの瀬の多くは、明所であり、糸状緑藻類等の付着藻類が被覆している場所もあった。これらのことから、今回の主な産卵場が暗所で、礫に付着藻類が被覆していない浮石状態の瀬を選択していたことが推測され、今後、これら産卵場の基質表面の性状等についても検討する必要がある。

アユの繁殖行動は、瀬で群れて泳ぐ雄アユ集団に雌が入ることにより、数尾の雄が追尾して産卵、放精する。その時、砂礫を動かして、その間に卵を産み付けるとしている^{5,10,12,13}。今回、2009 年調査時に性別は不明であったが、昼間に D5 の暗所で同様な産卵行動を観察した。この行動が同じ場所、近接した場所等で何回も行われ、窪地が形成される（写真-1、2）。これらの窪地は、人工産卵床の例でも報告されており、今回に比して若干小規模であったが、卵は底から 6 から 10cm の深さまで産み付けられていたとしている⁵。

2010 年には、産卵行動は観察されなかったが、近接した区間、特に淵が存在する区間で生息密度が高くなっており、そこには婚姻色となったアユ集団が観察され、その集団の一部が産卵場へと移動していくことを観察している。これらは、産卵場の周辺の淵等に待機したことも推測された。琵琶湖のコアユの例では、繁殖期に産卵場と淵の間に昼夜移動があり、産卵は夜間に行われ、昼間は隣接した淵に移動して休息しているとしており、産卵場として選択される瀬だけでなく、周辺部の淵の存在も重要であることを報告している^{9,10,11}。

アユは、生長期、繁殖期を通じて瀬と淵を基本単位とした河

床構造を、産卵場、餌場、休息場として利用していることが報告^{9,10,21}されており、これら河川形態の再生、保全は都市河川にとって重要である。

卵は沈性付着卵で、産卵直後の攪乱によって礫や付着藻類に付着することが指摘されている²²。今回の卵付着基質の性状で、糸状緑藻類が 3% を示したのは産卵場からの流下卵も含まれると推測した。また、卵は、産卵行動時、他の人為的な攪乱要因によって剥離して流下することが報告されている^{15,22}。12 月に D5 の産卵場末端の淵頭に流下ネットを設置して採集時間 70 分で行ったところ、流下卵が 145 個採集され、その内、未発眼卵が 37%、発眼卵が 43%、死卵が 21% の割合を示していた（未発表資料）。これらのことから、産卵場の人為的攪乱要因をなるべく軽減していく必要があると思われる。

つぎに、同所的に生息する魚類等の影響、すなわち、卵を捕食する魚類の存在も考える必要がある。コイは体長 30cm 以上の大型の個体が多いため、D5 の産卵場ではほとんど観察されなかったが、大きく深い淵に近接した小規模な瀬では移動してくる可能性がある。ボラは体長約 10cm の個体が D1 までパッチ状の



写真-1 D5の産卵場、屋間でも暗所の瀬で産卵しており、近接した上流、下流の小さな淵から集団が移動してくる。



写真-2 産卵行動、雄集団に雌と思われる個体が入り、産卵放精をし、産卵床が形成される。

群れとなって観察できることから、産卵場に入ってきて、卵を捕食していることも考えられる。しかし、群れの中にアユも多く観察され、それが鳥等からの被食率を低く抑えてくれていることも考えられることから、水量が少なく、浅い都市河川にあっては、瀬と淵の維持とともに魚類群集内の定常的な相互関係として位置付けていく必要がある。

5 まとめ

大岡川を対象にアユの分布と産卵場選択について検討した。

- 1) 調査は2009年、2010年度の2か年の秋から冬、感潮域から上流2.2kmの範囲、10区間で行った。
- 2) 繁殖期間におけるアユの生息密度は、産卵場あるいはその周辺で10、11月に高い値を示し、年により変動した。
- 3) 産卵場は、両年度とも2箇所を確認され、主な産卵場はD5区間であった。卵は2009年度が10月から12月、2010年度が10月から12月まで確認した。
- 4) 卵ありの瀬と卵なしの瀬の物理環境要因の比較では、卵ありの瀬で貫入度、基質の砂、小礫で有意差を示した。
- 5) D5区間の産卵場は橋下の暗所、水深21cm、流速43cm/s、貫入度5cmの浮石状態、基質性状が小礫、中礫で80%を占めていた。
- 6) D5区間の産卵場の広さは、長さ30cm、幅23cm、その中に深さ4cmの産卵床が形成され、床の卵付着基質は5から10mmの小礫が多かった。

これらから、在来アユ集団の保全、再生に向けて、生息場所、産卵場所等の基礎的資料が得られたと考える。

参考文献

- 1) 横浜市環境科学研究所 (2009) : 横浜の川と海の生物 (第12報・河川編)、pp91.
- 2) 石井 徹 (1993) : 調査方法指針、アユの産卵場づくりの手引—魚類再生産技術開発調査報告書一、全国内水面漁業協同組合連合会、228.
- 3) 水野信彦・御勢久右衛門 (1995) : 河川の生態学、沼田真監修、築地書館、東京、pp247.
- 4) 樋口文夫・福嶋 悟・下村光一郎・洲澤 譲 (2009) : 横浜の川におけるアユの分布状況—2007年年度調査と繁殖予備調査一、横浜環境研報、33号、21—30.
- 5) 石田力三 (1959) : アユの産卵生態— I. 産卵群の構造と産卵行動、日水誌、25、259—268.
- 6) 石田力三 (1961) : アユの産卵生態— II. 産卵魚の体型と産卵床の砂礫の大きさ、日水誌、27、1052—1057.
- 7) 石田力三 (1964) : アユの産卵生態— IV. 産卵水域と産卵場の地形、日水誌、30、478—485.
- 8) 白石芳一・鈴木則夫 (1962) : アユの産卵生態に関する研究、淡水区水産研究所、12、83—47.
- 9) 西田 睦・伏木省三・中 賢治・水谷英志・田沢 茂 (1974) : びわ湖のアユの天然産卵場および産卵群について、滋賀県水産試験場研究報告、25号、31—45.
- 10) 西田 睦 (1978) : びわ湖のコアユの産卵生態、日水誌、44、577—585.
- 11) 東 幹夫 (1973) : びわ湖における陸封型アユの変異性に関する研究 III. 各集団における成熟過程、産卵習性および形態的特徴について、日生態会誌、23、147—159.
- 12) 立原一憲・木村清朗 (1991) : 池田湖における陸封アユの成熟と産卵、日水誌、57、2187—2192.
- 13) 鶴田哲也・阿部信一郎・米沢俊彦・井口恵一朗 (2009) : 奄美大島産リュウキュウアユの産卵環境、応用生態工学、12、109—117.
- 14) 石田力三 (1993) : 魚類資源保護と産卵場造成、アユの産卵場づくりの手引—魚類再生産技術開発調査報告書一、全国内水面漁業協同組合連合会、9—28.
- 15) 高橋勇夫・東 健作 (2006) : アユの本、築地書館、東京、pp265
- 16) 樋口文夫・福嶋 悟・宇都誠一郎 (2005) : 大岡川の河川構造物が魚類流程分布に与える影響に関する調査報告、横浜環境研報、29号、30—57.
- 17) 井口恵一郎・伊藤文成 (1998) : ネイティブなアユが子孫を残せる川、魚からみた水環境—復元生態学に向けて/河川編 森 誠一編、信山社サイテック、東京、131—144.
- 18) 福嶋 悟・皆川朋子 (2008) : 大気暴露による河川の不快糸状緑藻類コントロール、応用生態工学、11、123—132.
- 19) 田代 喬・渡邊慎多郎・辻本哲郎 (2004) : 造網型トビケラの棲み込みによる河床の固結化、河川技術論文集、10、489—494.
- 20) 田代喬・皆川朋子・萱場祐一 (2006) : 底生動物の棲み込みによる河床固結—相模川水系中津川における現況を事例として—、水工学論文集、50、1249—1254.
- 21) 川那部浩哉・森 主一・水野信彦 (1957) : 湖上アユの生息密度と淵の利用のしかた、日生態会誌、7、22—26.
- 22) 狩野康比古 (1952) : アユ卵の形態二三の性質、魚類学雑誌、2、147—155.

梅田川流域の谷戸水路におけるホトケドジョウの 生活場選択に関する研究

樋口 文夫 (横浜市環境科学研究所)、福嶋 悟 (元横浜市環境科学研究所)

Studies on the habitat select of Hotoke-dojo *Lefua echigonia* in
farm canals and channel on Umeda River

Fumio Higuchi (Yokohama environment science research institute)

Satoshi Fukushima (Former Yokohama environment science research institute)

キーワード： ホトケドジョウ 生息密度 生活場選択 谷戸水路 水辺環境 梅田川

要旨

谷戸生態系の生物多様性の保全、再生のための基礎資料を得ることを目的として、梅田川流域の谷戸水路と川におけるホトケドジョウの分布と生活場選択について検討した。谷戸水路には多くの堰、落差工が設置されていた。生息密度は谷戸水路で顕著に高かった。季節変化では、6月から9月まで他の月に比べて高い生息密度を示した。これは、0年魚の加入によるところが大きく、繁殖、生長期に一致していた。横断構造物と生息密度との関係では落差高との関係が示唆された。水辺環境との関係では、水温、砂泥、草本カバーが正の相関、相対照度、流れ幅、中礫が負の相関を示した。これらの項目について生息密度を目的変数として、変数選択法重回帰分析を行ったところ、水温、草本カバー、砂泥、相対照度が選択された。さらに、これらの項目間の関係を主成分分析で解析した結果、寄与率は砂泥、草本カバーが大きく、得点プロット図から谷戸水路、季節別に環境特性の違いが推測された。以上から、ホトケドジョウが生活場として選択する環境因子が示された。

1 はじめに

横浜では、川の流域の丘陵地には、多くの入り組んだ谷戸が形成され、古くから水田稲作農業が発展してきた。しかし、市街地の拡大により多くの谷戸が消失し、水辺環境の減少と孤立化が進んだ。これら、都市近郊に点在する谷戸の丘陵地、水田等の二次的自然は、減少してきたとはいえ、農業活動の場であるとともに、都市の中では憩いの場、環境教育、文化継承の場ともなっている。また、生物多様性を具体化するために、これら里地里山の存在は重要であり、丘陵地の森とそこから始まる水の流れ、そして水田、水路、ため池等の谷戸生態系に特徴的な水辺環境は、多くの生物の生活を支える場であり、水辺ネットワークの拠点ともなってきた。

環境省の「新・生物多様性国家戦略」¹⁾では、里地里山の重要性を指摘しており、水辺環境としての水田稲作が環境保全に果たす役割に注目した。また、これらを受けて魚類では、自然環境の回復、保全、圃場整備等で魚類の生息を考慮した農業水路の整備、改修方法、魚道の構造、設置等について検討されるようになってきた^{2,3,4,5)}。

一方、筆者らは、市内でも谷戸生態系がまだ保たれている、梅田川流域の谷戸水路と川に注目して、人工構造物と魚類の流経分布との関係について解析し、移動分散様式を把握した⁶⁾。ま

た、ネットワークを考える場合、谷戸水路と川をつなげる支川の重要性が指摘できることから、同地区の川の多自然型改修工事後の魚類再生状況について検討し、河川形態の変化による魚種の生活場選択への影響について解析したのであった⁷⁾。

今回は、谷戸生態系を代表するホトケドジョウに注目し、水路等の水辺環境と生活場選択との関係について解析する。この魚種は、環境省のレッドデータブック⁸⁾の絶滅危惧種となっており、水路等の小規模な環境改変によって直接的に影響を受けることが推測されることから、地域個体群の保全、再生における生態学的側面からの基礎資料を得ることが必要であると考えた。

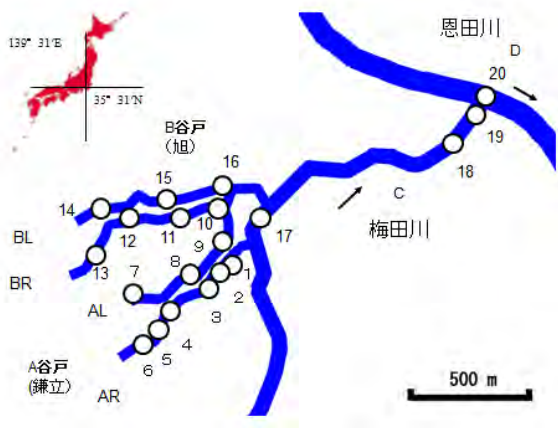
2 材料と方法

2-1 調査時期と地点

調査時期は、2004年9月-2005年9月に月1回の頻度で行った。

調査河川と地点の概要は、梅田川に流入する、標高が最大で約70mの丘陵地に囲まれた鎌立谷戸(以下、A谷戸と略記)、旭谷戸(以下、B谷戸と略記)の各2水路と両水路が流入する梅田川および恩田川であった。調査対象地点を図-1に示した。

A谷戸は右水路(以下ARと略記)に6地点、左水路(以下、



図一 谷戸水路と川の調査地点、○:調査地点

ALと略記)に3地点、B谷戸では右水路(以下、BRと略記)に4地点、左水路(以下、BLと略記)に3地点、梅田川(以下、Cと略記)に3地点、恩田川(以下、Dと略記)に1地点の計20地点を選定した。なお、調査地点の設定は、谷戸水路では、横断構造物等で仕切られた場所を考慮して決定していった。

2-2 採集方法と物理的環境要因の計測

魚類の採集は、採集用具はD型フレームネット(網目1.5×1.5mm)を用いた。調査は人員2名、採集時間は約20分であった。採集方法は、調査地点ごとに2人で、下流から上流に向けて連続的に採集した。採集した魚類は、標準体長をノギスで0.1mmまで全数を測定し、その後放流した。

水路形態は、河床高度、水路等の距離の測定が都市計画図1/2500の地図をもとにマップメータ(小泉測機社製)で計測した。横断構造物の数は下流から上流まで踏査し、その数を計測した。また、横断構造物の落差高(cm)の測定は折尺を用いて、底から上端までの長さを測定し、水深との差を落差高とした。

水質は、水温(°C)、pH、電気伝導率(mS/cm)(以下、EC)の3項目を携帯型pH計(東亜DKK HM-12P)、携帯型EC計(東亜DKK CM-14P)を地点ごとに月1回の頻度で測定した。

物理的環境要因は、春、夏、秋、冬を代表して4月、7月、10月、1月に全地点で計測した。流れ幅(cm)、水深(cm)は折尺で測定し、水深については3箇所計測し、平均値を求めた。流速は携帯型電磁流速計(KENEK VE10)を用い、60%水深で5回測定した平均値とした。相対照度は調査区の中央で、水面上30cmの位置で携帯型デジタル照度計(TOPCOM IM-5)を用いて測定した。基質性状については、コンクリート・岩盤、シルト(0.06mm以下)、砂泥(0.06-1mm)、小礫(2-16mm)、中礫(17-64mm)、大礫(65mm以上)の区分をもとに50×50cmの方形枠で1から3箇所を選定し、目視計測を行なって平均化した。水面上のカバーは、水際水面上から30cmの範囲の植物カバー、30-200cmの低木カバー、200cm以上の高木カバーとして、各地点の全区域を目視計測で階層別に被覆率を推定した。

2-3 調査区域の河川形態

谷戸水路と川における河川環境の概況を示したのが、表一である。

A、B谷戸の水路の形態は、それぞれ長さがA谷戸のAR、ALが約600m、B谷戸のBRが700m、BLが約900mであった。それぞれの河床勾配はA谷戸の水路の方が高く、約1/70、B谷戸は約1/80以上、支川のCは1/153であった。水路と川には多くの構造物が設置されており、谷戸水路のARが7基、平均落差高が35.8cm、ALが12基、20.5cm、BRが12基、27.4cmであった。BLが17基で、平均落差高が25.4cmであった。AR、AL、BR、BL水路とCとの合流点には落差高の最大値があり、それぞれ139cm、103cmであった。Cには6基の落差工があり、平均落差高が54cmで高かった。恩田川合流点から300mの位置に可動堰があり、落差高は100cmとなっていた。

護岸構造は、谷戸水路によって異なっており、下流から約50-70%が石積み、コンクリートとなっており、基質もコンクリートとなっている。それより上流は土護岸、基質は砂泥、土垣からなる岩盤が露出する水路となっていた。C、Dの護岸はコンクリートブロックであった。しかし、Cは低水路となっており実際は土護岸が多かった。Dはコンクリートであった。

表一 水路別の河川環境の概要、谷戸面積は平野部、水田面積は谷戸面積で割った値

項目	A谷戸		B谷戸		合流点	梅田川
	AR	AL	BR	BL		
河川延長(m)	595	605	700	925	—	1450
河床勾配	1/70	1/72	1/88	1/82	—	1/153
全人工構造物数(常時設置)	7	12	12	17	2	6
落差10cm以上の人工構造物	6	9	12	15	2	6
平均落差高(cm)	35.8	20.5	27.4	25.4	121.0	54.3
落差高最大値(cm)	118	94	82	103	139	100
谷戸面積(ha)	3.5		5.6		—	—
水田面積(ha)	0.6(17.1%)		0.7(12.5%)		—	—

2-4 解析方法

生息密度は、採集個体数を各地点の調査水面面積で割って求め、単位を個体数/10m²とした。生息密度の季節変化等の解析は、月1回のデータを用い、生息密度と河川環境との関係は、物理的環境要因の測定回数に合わせ、春(3、4、5月)、夏(6、7、8月)、秋(9、10、11月)、冬(12、1、2月)の平均値で比較検討した。

統計学的解析については、各項目の測定データの正規性の検定を行い、正規性を示さない場合は、対数変換(log₁₀(1+変数))、率については逆正弦変換(asin√変数)を行った。水路別の生息環境項目の比較は一元配置法の分散分析とチューキー法による多重比較検定を行なった。生息密度の季節別、水路別の比較は繰り返しのある二元配置法の分散分析とチューキー法による多重比較検定を行なった。生息密度と横断構造物、水辺環境との関係は、ピアソンの相関係数の検定を用いて解析した。水辺環境では、相関係数が高く、有意差を示した項目については、目的変数を生息密度、説明変数を該当項目として変数選択法重回帰分析を行った。また、選択された環境項目間の関係を見るために主成分分析を行って解析した。

3. 結果

3-1 水質環境

水質項目の水温(°C)、pH、EC(mS/m)の結果を表-2に示した。

水温は、水路間の比較では季節変化は、冬季が5-10°C、AR

とCで低く、Dが高い傾向を示し、夏季では20-25°Cの範囲で谷戸水路のAR、BRで低い傾向を示した。全体の平均値では、双方の谷戸の右水路が、左水路に比べて低かった。しかし、統計学的には有意差がなかった($F_{5,86}=0.307$ 、 $P=0.908$)。

電気伝導率は、12.2-39.7mS/cmの範囲、水域間ではA、B谷戸水路、C、Dの順に高くなっていた。統計学的には谷戸間、C、D間で有意差を示した($F_{5,71}=68.17$ 、 $P<0.001$)。pHは、7.2-7.7の範囲で、Cで高く、他の水路間では差がなかった。統計学的には差を示していた($F_{5,71}=6.22$ 、 $P<0.001$)。

3-2 水路別の水辺形態等

物理的環境要因を表-2に示した。

流れ幅の平均値は、谷戸水路が0.5-1.8mの範囲、Cが2.5m、Dが10mであった。水路間の比較では統計学的に有意差を示した($F_{5,86}=46.61$ 、 $P<0.001$)、谷戸水路間ではB谷戸のBLが他の水路に比して低かった。

水深は、水路が10-20cmの範囲、Cが25cm、Dが約50cmであった。統計学的には有意差を示したが($F_{5,86}=6.54$ 、 $P<0.001$)、谷戸水路間では差がなかった。

60%流速の平均値は、谷戸水路が8-22cm/sec、Cが23cm/sec、Dが41cm/secで有意差を示した($F_{5,86}=8.96$ 、 $P<0.001$)。しかし、谷戸水路間では差がなかった。

基質性状の被覆率は、谷戸水路では砂泥が50-90%と多く、A谷戸よりB谷戸で高い率であった。統計学的には谷戸水路とC、D間で差を示した($F_{5,86}=12.06$ 、 $P<0.001$)。つぎに、コンク

表-2 水路別の水辺環境等の平均値±標準誤差、a、b、c、d：チューキーの多重比較検定の結果を示し、同じアルファベットは有意差がないことを示す。N：標本数、カッコ内の数字は相対照度の標本数

項目	水路 N	AR 24(16)	AL 12	BR 16	BL 12	C 19(12)	D 4
水温(°C)		13.7 ± 1.4 a	16.0 ± 1.4 a	15.3 ± 1.0 a	17.7 ± 1.2 a	15.2 ± 1.5 a	17.1 ± 2.7 a
pH		7.3 ± 0.1 a	7.2 ± 0.1 a	7.4 ± 0.0 a	7.4 ± 0.1 a	7.7 ± 0.1 b	7.4 ± 0.1 a
電気伝導率(mS/m)		15.2 ± 0.3 a	15.2 ± 0.3 a	20.8 ± 0.5 b	24.5 ± 1.9 b	31.1 ± 0.3 c	39.7 ± 1.4 d
相対照度(%)		46.4 ± 5.7 a	61.4 ± 8.1 a	53.9 ± 6.2 a	66.0 ± 6.0 ab	87.5 ± 1.4 b	90.6 ± 2.0 b
流れ幅(cm)		99.5 ± 5.0 a	97.9 ± 14.1 a	89.4 ± 5.2 a	56.2 ± 8.3 b	211.1 ± 17.4 c	1000 ± 0.0 d
水深(cm)		17.1 ± 2.8 a	10.4 ± 0.9 a	12.5 ± 1.5 ab	13.6 ± 2.1 ab	21.0 ± 2.0 b	51.6 ± 3.1 c
60%流速(cm/s)		12.5 ± 1.5 a	8.0 ± 0.8 a	9.9 ± 1.3 a	12.5 ± 1.8 ab	21.9 ± 2.4 b	40.9 ± 3.9 bc
コン・岩盤(%)		28.4 ± 7.0 a	26.7 ± 9.3 a	8.3 ± 4.6 a	6.7 ± 3.5 a	18.5 ± 8.0 a	25.8 ± 2.6 a
シルト(%)		3.1 ± 1.2 ab	4.6 ± 1.8 a	2.8 ± 0.6 a	0.7 ± 0.3 ab	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 ab
砂泥(%)		49.8 ± 7.0 a	64.1 ± 8.2 ab	87.9 ± 4.6 b	82.9 ± 3.8 b	33.3 ± 5.0 ac	20.8 ± 4.5 ac
小礫(%)		15.1 ± 4.8 a	2.8 ± 1.8 ab	0.4 ± 0.2 b	8.1 ± 1.3 ab	17.6 ± 3.5 ac	16.7 ± 0.6 ac
中礫(%)		3.4 ± 1.0 a	0.6 ± 0.4 a	0.4 ± 0.2 a	0.0 ± 0.0 a	20.5 ± 3.4 b	18.3 ± 3.9 b
大礫(%)		0.3 ± 0.2 a	1.3 ± 0.7 a	0.2 ± 0.2 a	1.7 ± 1.2 a	9.5 ± 1.4 b	18.3 ± 2.4 c
草本カバー(%)		10.9 ± 3.8 a	28.9 ± 10.4 ab	21.9 ± 7.9 ab	38.8 ± 10.2 b	7.7 ± 1.6 ac	0.3 ± 0.3 ac
低木カバー(%)		7.6 ± 3.4 a	0.0 ± 0.0 a	23.1 ± 6.4 b	0.0 ± 0.0 ac	0.1 ± 0.1 ac	0.0 ± 0.0 ac
高木カバー(%)		14.4 ± 5.8 ab	0.0 ± 0.0 ab	17.5 ± 6.3 a	0.0 ± 0.0 ab	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 ab
カバーなし(%)		66.5 ± 8.4 ab	66.4 ± 10.3 ab	37.5 ± 9.6 a	68.8 ± 9.5 ab	86.9 ± 5.1 b	99.8 ± 0.3 b

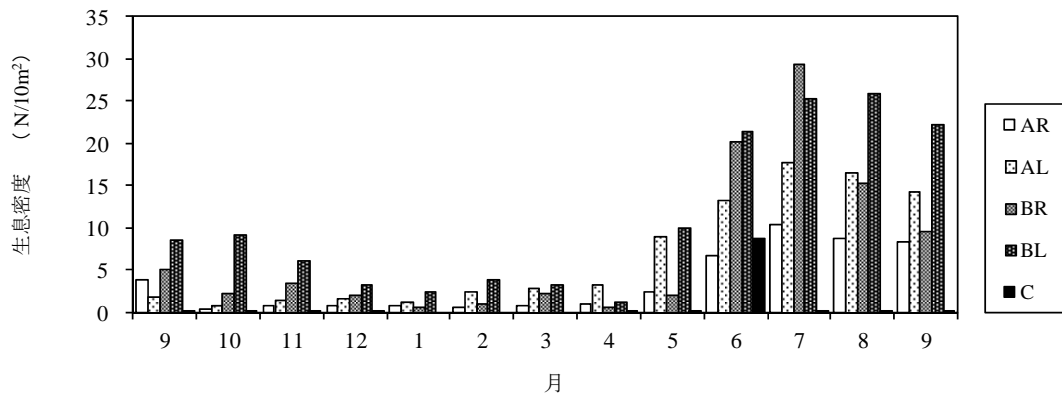


図-2 月別、水路別のホトケドジョウの生息密度変化、データは平均値で示した。

リート、岩盤が多かったが、水路間では有意差がなかった ($F_{5,86}=2.03, P=0.083$)。支川、川の被覆率は、Cが砂泥、中礫、小礫の順に多く、Dは大礫が多かった。

水際の形態は、階層別の被覆率で示した。谷戸水路では草本カバーが10–40%で、A、B谷戸の左水路(AL、BL)で高かった。C、Dは低い率であった。全水路間の比較では有意差を示した ($F_{5,86}=3.19, P=0.011$)。低木カバーは、0–23%の範囲で、特に谷戸水路間ではA、B谷戸のAR、BRの右水路が高い率を示していた。これは高木カバーでも同様であった。全水路間の比較ではいずれも有意差を示していた ($F_{5,86}=9.30, P=0.001$ 、 $F_{5,86}=3.69, P=0.005$)。水際のカバーがない水路は、C、Dが80–100%の高い率を示していた。

相対照度は、谷戸水路では46–66%の範囲で、いずれの谷戸水路も北斜面の右水路(AR、BR)で低い率を示した。C、Dが88%以上であった。水路間の比較では統計学的には差がなかった ($F_{5,35}=1.87, P=0.130$)。Dを除いた水路の水路間、季節間の比較を、繰り返しのある二元配置法の分散分析で解析すると、季節間、水路間で有意差を示し、交互作用は差を示さなかった (水路： $F_{4,67}=8.91, P<0.001$ 、季節： $F_{3,67}=7.37, P<0.001$ 、交互作用： $F_{12,67}=0.93, P=0.518$)。

3-3 ホトケドジョウの生息密度の季節変化

月別、水路別の生息密度の変化を図-2、水路別の生息密度の平均値の比較を図-3に示した。

ホトケドジョウの生息密度の季節変化は、谷戸水路では12月から4月まで低く、5月より7月にかけて増加し、8月、9月と減少していった。特に、7月はST.12の水田で幼魚を確認した。谷戸水路とCとの合流点では、6月に高い密度を示し、他の月は0であった。Cでは6月から8月にかけて低い密度で出現し、1月から3月までは出現していなかった。ホトケドジョウが最も下流で出現したのは、CのST.16であった。繰り返しのある二元配置法の分散分析による解析では、月間と水路間の2要素に有意差があり、交互作用がなかった (水路間： $F_{4,259}=42.87, P<0.001$ 、月間： $F_{12,259}=14.92, P<0.001$ 、交互作用： $F_{48,259}=1.11, P=0.312$)。また、月間の多重比較は、6、7、8、9月と10、11、12、1、2、3、4月との間に有意差を示した ($F_{12,259}=8.797, P<0.001$)。

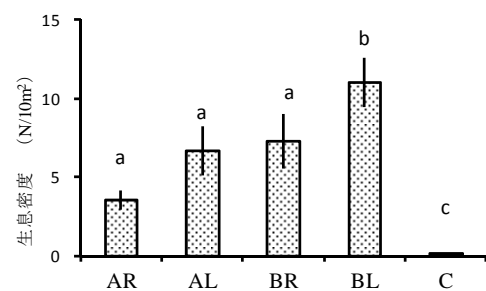


図-3 水路別のホトケドジョウの生息密度の平均値±標準誤差、a、b、c、d: チューキーの多重比較検定の結果を示し、同じアルファベットは有意差がないことを示す。

水路間の比較では、B谷戸の方がA谷戸より生息密度が高く、季節によって異なるが、BL、BRが高く、AR、Cが低かった。統計学的には、Cと谷戸水路間で有意差を示し、谷戸水路間では、AR、AL、BRとBLの間に有意差を示した ($F_{4,259}=25.58, P<0.001$)。

3-4 標準体長の変化

AL、BL水路を合計した4月から9月までの採集個体数をもとに、標準体長の分布変化を図-4に示した。

4月は、標準体長が40–50mmにモードがあり、年齢組成が1年魚以上の個体によって占められていた。5月になると、10–20mmにモードがある0年魚の山が出現した。その後、6、8月では、さらに0年魚が増加し、20–40mmにモードがある山へと生長していった。逆に1年魚以上の大型の個体が減少していった。これらから、谷戸水路では、6月から8月にかけて新規集団の加入によって、生息密度が高くなることを示していた。

この時期の体長分布変化の特徴から、0年魚、1年魚以上の年級群の境界値を、5月が16mm、6月が28mm、7月が38mm、8月が40mm、9月が42mmとして検討した。年級群別の個体数と標準体長の平均値と経過日数との関係を図-5、6示した。経

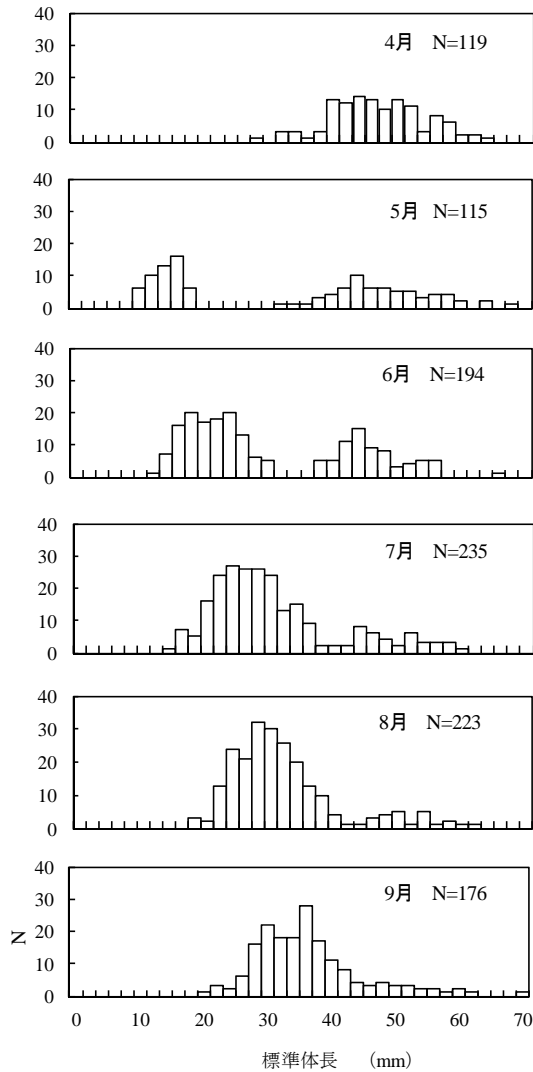


図-4 ホトケドジョウの体長分布変化、AL と BL 水路を合計して表示、N：個体数

経過日数は4月16日の調査日からの日数とした。

個体数の変化は、1年魚以上は経過日数の増加とともに減少、0年魚は約120日まで高い増加割合を示したが、その後から減少に転じた。これらは生息密度の季節変化における夏期増加の内容を説明するものである。

平均標準体長と経過日数との関係では、0年魚、1年魚以上とも正の相関を示し、特に0年魚の体長の増加傾向は大きく、その回帰直線式は $y=0.182x+7.859$ (y ：標準体長 (mm)、 x ：経過日数) であった。ピアソンの相関係数の検定では、標本数が少なかったが、いずれも有意差を示した(0年魚： $r=0.974$ 、 $t_3=7.487$ 、 $P<0.01$ 、1年魚： $r=0.872$ 、 $t_4=3.570$ 、 $P<0.05$)。

3-5 河川環境と生息密度との関係

生息密度に影響する環境因子として谷戸に多く設置されている横断構造物、水路の水辺環境には水際、河床形態等があげられる。そこで、これらの環境因子との関係について検討を加えた。

3-5-1 横断構造物と生息密度

生息密度と横断構造物との関係を谷戸水路に注目して検討した。表-1で示したように、谷戸水路に設置された構造物の数はA谷戸よりB谷戸で多く、特にBL水路で多いものとなっていた。これら設置数を水路距離あたりの値として生息密度との関係を示したのが図-7である。

標本数が4と少ないが、設置数が多いほど生息密度が高い値を示す正の相関性を示したが、有意な相関は示さなかった(ピアソンの相関係数の検定； $r=0.786$ 、 $t=1.794$ 、 $P=0.214$)。

つぎに、水路別の平均落差高と生息密度との関係を図-8に示した。

平均落差高は水路間で有意差を示さなかった($F_{3,47}=1.432$ 、 $P=0.246$)。生息密度との関係では、落差高が高いほど生息密度が低くなる負の相関性を示した。しかし、有意な相関を示さなかった(ピアソンの相関係数の検定； $r=-0.593$ 、 $t=1.042$ 、 $P=0.407$)。

以上、横断構造物の生息密度への影響は明確にできなかった。これら、相関性の問題は、水際形態等の要因が関与している可

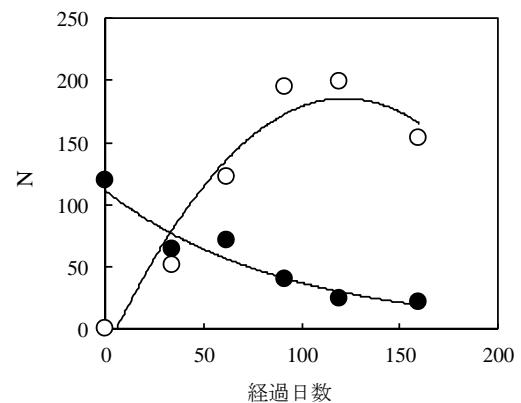


図-5 年級群別の個体数 (N) と経過日数との関係、○：0年魚、●：1年魚以上、経過日数：4月16日からの日数、図-6も同じ

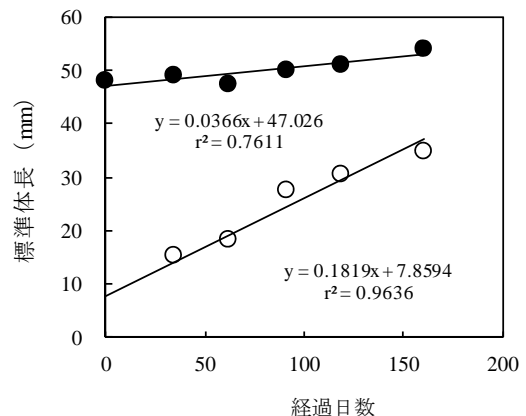


図-6 年級群別の標準体長と経過日数との関係、○：0年魚、●：1年魚以上

能性もあり、今後、事例研究を踏まえて追加検討していく必要がある。

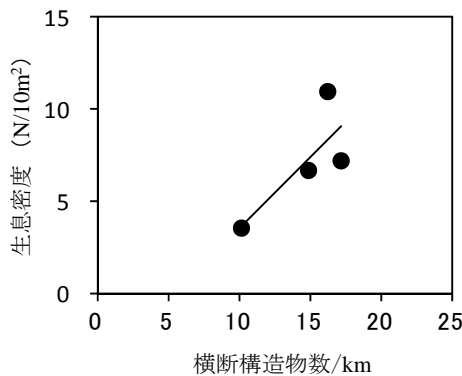


図-7 谷戸水路の横断構造物数/km と生息密度の関係

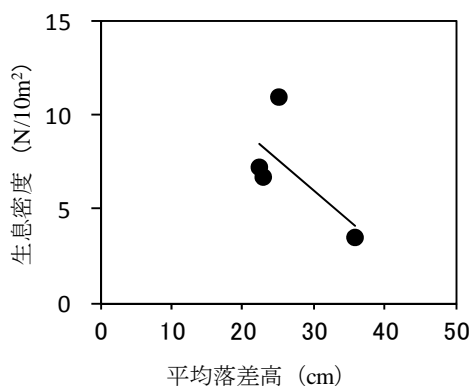


図-8 谷戸水路の横断構造物の平均落差高と生息密度との関係

3-5-2 水辺環境と生息密度

物理的環境要因と生息密度の関係について解析した。単回帰分析による回帰直線式、ピアソンの相関係数検定の t 値、 P 値を表-3に示した。

生息密度と高い相関関係 ($P < 0.001$) があつた項目は 6 項目、その内、水温、砂泥、草本カバーが正の相関を示し、相対照度、流れ幅、中礫が負の相関を示した。環境因子間の多重共線性 (VIF) については、いずれの項目も平均値が 1.12 で低い値であつた。

つぎに、生息場選択の特徴を把握するために生息密度を目的変数、これらの項目を説明変数として変数選択法による重回帰分析を行った結果、水温、相対照度、砂泥、草本カバーの 4 項目が選択された。これらの結果を表-4、相関図を図-9に示した。また、重回帰式は、 $y = 0.180x_1 + 0.123x_2 + 0.009x_3 - 0.136x_4 - 0.073$ (y : 生息密度、 x_1 : 砂泥、 x_2 : 草本カバー、 x_3 : 水温、 x_4 : 相対照度) で、この回帰式は統計学的に有意差を示した ($F_{4,71} = 17.38$, $P < 0.001$)。

つぎに、水路の相対的な環境特性を明らかにするために、選択された環境因子の水温、砂泥、草本カバー、相対照度の 4 項目による主成分分析を行った結果を表-5に示した。

第 1 主成分 (PC1) は砂泥、草本カバーが正の関係、相対照度が負の関係を示し、谷戸水路の水際と底質の環境特性を反映し、ホトケドジョウの生活場として適した環境要因であることを示唆していた。因子負荷量は、いずれも有意な相関が認められた。第 2 主成分 (PC2) は水温、相対照度が負の関係、砂泥が正の関係を示し、谷戸水路の流域の特徴を反映していると思われた。第 3 主成分 (PC3) は相対照度と草本カバーが正の関係を示し、A、B 谷戸環境の違いを示していると推測した。寄与率は第 1 主成分が 41%、第 2 主成分が 23%、第 3 主成分で 22%、累積寄与率が 86%であつた。

以上の結果から、PC1 の主成分得点を x 軸、PC2 のそれを y 軸として水路別、季節別にプロットしたのが図-10、11である。

谷戸水路、特に B 谷戸は A 谷戸に比して PC1 の+よりに分布し、砂泥、草本カバーが高いことを示し、水際環境の違いが把握された。季節別では、夏、秋に+よりに、春、冬に-よりに分布する傾向を示した。これらは、流域の高木、草本カバー等の谷戸環境の季節変化を反映したのとなつていた。

4 考察

谷戸生態系は、常に人為的な改変をともなつて変化している不安定な水域として位置付けられる。一方、それは生態系の一部でも改変されれば、バランスが崩れる可能性が大きいことを示している。

鶴見川水系の源流部を対象とした調査を 1989 年に実施した⁹⁾。その時、梅田川流域の同地区では、谷戸の平坦部は水田が広がっており、上流は水田と水路間でほとんど落差のない土護岸となつていた。しかし、2004 年には、一部の水田は耕作されていたが、多くは畑と耕作放棄地となつていった。谷戸の水路では、護岸構造等の改変が行われた。谷戸頭が土護岸となつているものの、下流になるとコンクリートの三面張り、堰、落差工等の小規模な横断構造物が多く設置されていた⁶⁾。これら谷戸の姿が変わりつつある中で、谷戸生態系の生物多様性の保全、再生に向けての基礎的資料の充実が必要となる。

ところで、本研究で対象とした谷戸の魚類相は、ホトケドジョウ、ドジョウ、カワヨシノボリ等の 4 科 7 種 (品種を含む)、生息個体割合から見ると、ホトケドジョウが 97%、ドジョウが 1%で、出現魚種組成は単純であつた⁶⁾。これは、市内谷戸水路の魚類相の特徴であり、また、この地区は市内でも数少ない、ホトケドジョウが多く生息する貴重な水域になつている。

ホトケドジョウを対象とした既存の調査研究では、季節による移動、分散が報告され、水田が多く存在する水域では、灌漑期、非灌漑期の水面面積の増加、水位変動による変化、また、水温依存性の分布変化等が報告されている¹⁰⁻¹⁵⁾。水温に関しては、夏期に低水温域に生息し、冬期は湧水流出部の高温水域に生息することから、湧水の重要性が指摘されている^{10-12,16)}。また、生長段階によっては、水田等で 30℃前後の高温水域にも分布することから、水温に対する許容範囲が広いことも報告されている^{15,17)}。本研究では、水位変動に係る水深、流速との関係は明確ではなく、水温とは正の相関を示した。これは、谷戸水路では年変動があるもののどの水路でも周年、一定の水量が維

表－3 生息密度を目的変数、水辺形態等を説明変数としてピアソンの相関係数の検定（標本数 72）、データは対数変換、逆正弦変換をした。表－4、5も同じ

項目	定数	回帰係数	相関係数	t	P
水温（℃）	-0.073	0.015	0.402	3.678	<0.001
pH	1.365	-0.163	-0.278	-2.422	0.018
電気伝導率（mS/m）	0.570	-0.177	-0.141	-1.189	0.238
相対照度（%）	0.397	-0.252	-0.411	-3.777	<0.001
流れ幅(cm)	0.689	-0.259	-0.503	-4.865	<0.001
水深(cm)	0.356	-0.169	-0.272	-2.365	0.021
60%流速（cm/s）	0.384	-0.204	-0.345	-3.076	0.003
コン・岩盤（%）	0.187	-0.097	-0.186	-1.583	0.118
シルト(%)	0.176	-0.187	-0.128	-1.082	0.283
砂泥(%)	-0.087	0.260	0.534	5.279	<0.001
小礫(%)	0.201	-0.165	-0.233	-2.008	0.049
中礫(%)	0.221	-0.388	-0.482	-4.604	<0.001
大礫(%)	0.204	-0.419	-0.357	-3.200	0.002
草本カバー(%)	0.081	0.210	0.457	4.295	<0.001
低木カバー(%)	0.170	-0.073	-0.104	-0.872	0.386
高木カバー(%)	0.174	-0.108	-0.177	-1.508	0.136
カバーなし(%)	0.232	-0.071	-0.203	-1.733	0.087

表－4 生息密度を目的変数、相関性の高い（ $P < 0.001$ ）水辺形態項目等を説明変数として変数選択法重回帰分析（標本数 72）

説明変数	偏回帰係数	標準回帰係数	偏相関係数	回帰係数の検定		
				F	t	P
水温（℃）	0.009	0.245	0.315	7.380	2.717	0.008
相対照度（%）	-0.136	-0.222	-0.286	5.983	-2.446	0.017
砂泥（%）	0.180	0.370	0.441	16.154	4.019	<0.001
草本カバー（%）	0.123	0.267	0.336	8.537	2.922	0.005
定数	-0.073					

持され、流域、水路の形状の違いがあっても、水温等の影響がほとんど生じなかった可能性がある。今後、水路の詳細な水温変化とともに、湧水場所と湧水量等の把握が必要であると思われる。

本研究の対象地区における過去の検討⁹⁾では、ホトケドジョウの移動分散様式は、谷戸水路内で堰、落差工で制限された一方向的な、あるいは狭い範囲での双方向的な移動、分散が行われていることが示唆された。生長段階でみると、0年魚、成魚とも多くは谷戸水路内に生息し、水量増化時等に0年魚が下流へ移動、分散していくことが示された。

本研究では、生息密度の月別変化が6月から9月まで、他の月に比して高い値を示し、標準体長の分布変化からそれが0年魚の加入によるものであることを示していた。しかし、9月になると0年魚も減少傾向を示していた。冬期に生息密度が低下す

るのは、横断構造物で行動範囲が制限される中で、深みへの移動、被食圧、寿命による成魚の死亡、低水温耐性による個体数の喪失、下流方向への移動、分散等が推測されるが、その主な原因の把握は今後の検討課題である。ホトケドジョウの寿命が多くは1年、あるいは2年であることが報告されている^{18,19)}。本研究では、夏期の5月から8月の短期間に繁殖による個体数の増加と体長を増加させる重要な時期であることが示された。谷戸水路の横断構造物と生息密度との関係では、堰、落差工等の設置数は正の相関性が、平均落差高とは負の相関性を示唆していたが、水辺形態との関係を含めて検討する必要がある。横断構造物によって移動、分散が制限されながらも、生活場環境が一定面積で確保されていれば、集団が維持される可能性もあることを示している。

水辺形態と生息密度との関係では、生活場として、水際の湿

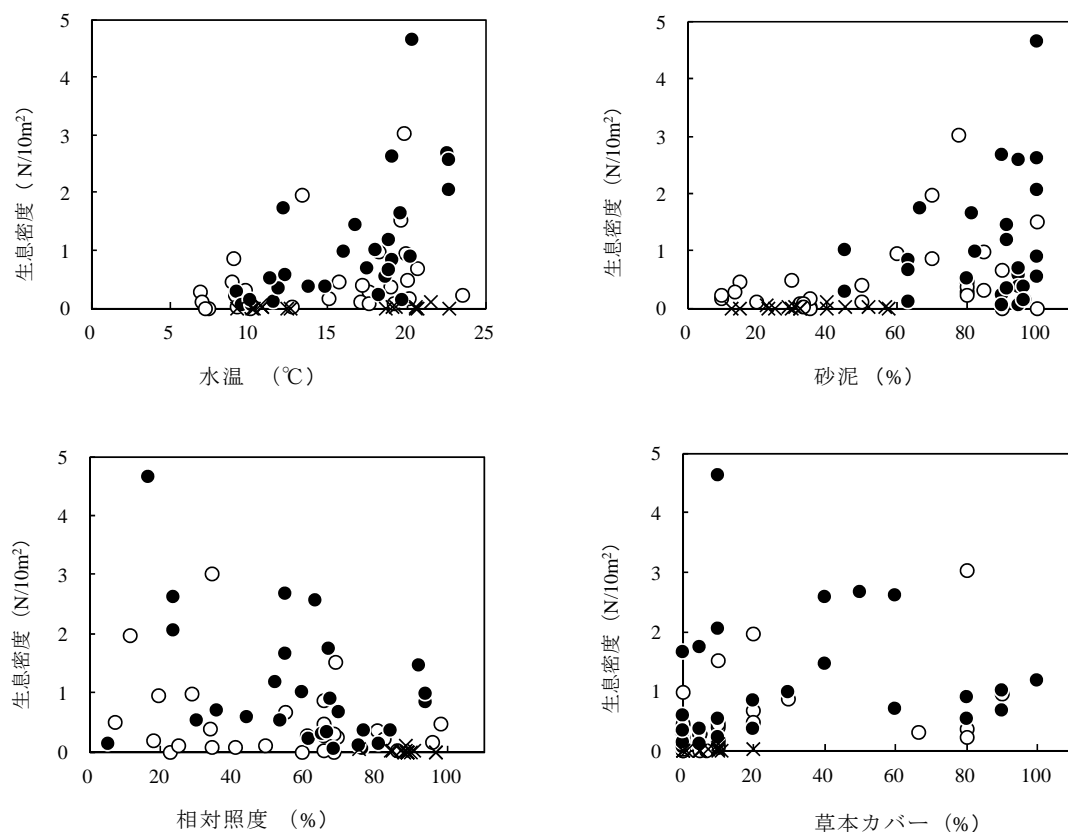


図-9 水温、相対照度、砂泥、草本カバーと生息密度との関係、水域別にプロット、無変換データで図示した
○：A谷戸、●：B谷戸、×：川

性植物カバー、基質組成の砂泥、さらに相対照度との関係で、低木カバー、高木カバーを含めて被覆する場所が選択される傾向を示した。特に生息密度が高かったBL水路は流域の植物よりも、水際草本カバーが高率で、生活場として適していることが推察された。主成分分析の第1主成分得点図でもこれらの環境要素は谷戸水路で+より、季節では夏、秋に+よりにシフトし、特にB谷戸水路の環境特性を反映した結果を示していた。生息密度との関係で把握すると、谷戸水路環境としてこれら環境因子は、生活史等の季節的变化をともなって選択されることが推測され、また、それが、集団の維持に寄与しているものと考えられる。

水田水路においてホトケドジョウ、ドジョウの生活場として、沈水植物、垂下植物被覆率、基質の砂泥の環境要素が重要であることが指摘されており^{15,20,21)}、本研究でもその重要性が確認された。また、ホトケドジョウの繁殖場として浅い砂泥底、水田、小溝が利用され、水草、草の根、葉等に産卵することが報告^{18,22)}されていることから、水際構造と基質性状とそれに付帯する植物の存在が重要であると考えられる。一方、これらの環境要素は、直線的な水路、狭い川幅の中で隠れ家、流速を低下させることによって流下を防ぐ逃避場所としての役割をになうものと推測される²⁰⁾。

ホトケドジョウは、遡上能力が低く、横断構造物の影響を受

けやすい種類と推測される。しかし、移動、分散の障害物となっている反面、水路によっては、直線的な狭い河道、河床勾配が大きい等の場合、集団の流出を制御する観点から堰の役割も指摘できる^{14,19)}。堰上流のD型の淵には砂泥、枯葉が堆積し、周年安定した深い場所を提供し、また、谷戸末端の堰は0年魚等の過度の流出を防ぐ意味で重要であると考えられる。本地区の既存の報告⁶⁾と今回の解析結果からは流速、水深との関係は明確にできなかったが、生息密度が高く、直線的な水路にとって堰等も生活場として重要な選択場所となりうることを示していた。今後、双方向移動を可能にし、集団の持続性をとも補償する横断構造物等を考えていく必要がある^{3,4,5)}。

以上、ホトケドジョウの生活場選択を通じて、谷戸生態系の

表-5 主成分分析の因子負荷量と寄与率

項目	PC1	PC2	PC3
水温 (°C)	0.598	-0.583	-0.441
相対照度 (%)	-0.631	-0.451	0.511
砂泥率 (%)	0.672	0.462	0.367
草本カバー (%)	0.651	-0.378	0.521
寄与率	0.408	0.225	0.215

水路環境における水際形態、横断構造物等との関係について検討してきた。谷戸の水辺では水路の他に一時的な水辺空間、水田等が仔稚魚の重要な生育場となることも推測されることから²³⁾、産卵場選択とともにこれら生長段階に対応した生活場選択の変化等を他の谷戸等を含めての検討が望まれるところである。

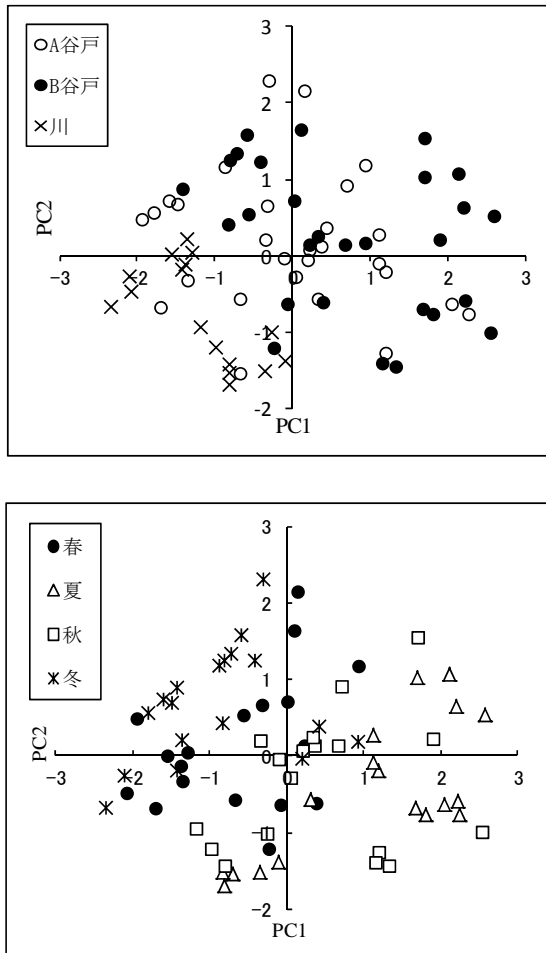


図-10 主成分得点図、上段は水路別、下段は季節別、PC1 : X 軸、PC2 : Y 軸

5 まとめ

梅田川流域の谷戸水路と川におけるホトケドジョウの分布と生活場選択について検討した。

- 1) 水域環境は、谷戸水路には多くの堰、落差工が設置されていた。
- 2) 生息密度は谷戸水路で顕著に高かった。季節変化では、6月から9月まで他の月に比べて高い値を示し、繁殖期における新規加入個体の増加が原因していた。この時期の0年魚の生長は大きかった。
- 3) 谷戸水路の横断構造物と生息密度との関係は、落差数とは正の相関、平均落差高とは負の相関性を示したが、いずれも有意差を示さなかった。
- 4) 生息密度と水辺形態との関係では、水温、砂泥、草本カバーが正の相関、流れ幅、相対照度、中礫が負の相関を示し

た。

- 5) 目的変数を生息密度、説明変数を環境因子として変数選択法重回帰分析で検討したところ、水温、相対照度、砂泥、植物カバー率が選択された。
- 6) これら環境因子4項目間の関係を主成分分析で検討した結果、第一主成分で砂泥、草本カバー等が大きく寄与していた。これとともに得点図から、谷戸水路別、季節別に環境特性が明らかになった。

以上、ホトケドジョウの保全、再生に向けての生活場環境の要素が抽出することができた。今後、繁殖期における谷戸水路の環境要素の解析が必要であると考えられる。

文献

- 1) 環境省編 (2003) : 新・生物多様性国家戦略、自然の保全と再生のための基本計画、ぎょうせい。
- 2) 片野 修 (1998) : 水田・農業水路の魚類群集、水辺環境の保全—生物群集の視点から—、江崎保男・田中哲夫編、朝倉書店、東京、67—79。
- 3) 端 憲二 (2005) : メダカはどのように危機を乗り越えるか—田んぼに魚を登らせる—、農文協、154pp。
- 4) 鈴木正貴 (2007) : 魚道の対策と効果、水田生態工学入門、水谷正一編、農文協、東京、100—106。
- 5) 鈴木正貴 (2007) : 落差工の対策と効果、水田生態工学入門、水谷正一編、農文協、東京、107—111。
- 6) 樋口文夫・福嶋 悟 (2007) : 鶴見川水系における谷戸水路と河川の人工構造物と魚類分布との関係、横浜市環科研報、31、40—55。
- 7) 樋口文夫・福嶋 悟・犬飼まり子・阿久津 卓、森田純子・渾川直子 (2010) : 梅田川の改修後における魚類の再生と生活場選択に関する研究、横浜市環科研報、34、28—42。
- 8) 環境省自然保護局野生生物課・編 (2003) : 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物、—レッドデータブック、4 (財) 自然環境研究センター、230pp。
- 9) 水尾寛己・樋口文夫・福嶋 悟 (1993) : 鶴見川水系の魚類の分布状況と河川形態との関係、鶴見川、帷子川水系生態調査報告書、横浜市環境科学研究所、環科研資料 106、45—74。
- 10) 守山拓弥・水谷正一・後藤 朗 (2007) : 栃木県西鬼怒川地区の湧水河川におけるホトケドジョウの季節移動、魚類学雑誌、54、161—171。
- 11) 守山拓弥・柿野 亘・水谷正一 (2010) : 地下水を水源とする保全池における冬期のホトケドジョウの分布パターン、魚類学会誌、75、161—166。
- 12) 守山拓弥 (2009) : 扇状地の「春の小川」に生息する淡水魚とその保全、春の小川の淡水魚、その生息場と保全、水谷正一・森 淳編、学報社、90—120。
- 13) 柿野 亘・水谷正一・藤咲雅明・後藤 章 (2006) : 谷津内水路に生息する魚類の分布とそれを支配する要因の推定、農業土木学会論文集、246、1—8。
- 14) 満尾世志人・西田一也・千賀裕太郎 (2007) : 谷津水域に

- おけるホトケドジョウの生息環境に関する研究、一大栗川上流域を事例として、農業農村工学会論文集、250、99-105.
- 15) 伊奈博彦：倉本 宣 (2003)：灌漑期と非灌漑期の谷戸の水路における絶滅危惧種ホトケドジョウの生息環境、ランドスケープ研究、**66**、627-630.
 - 16) 勝呂尚之 (2005)：谷戸の代表種 ホトケドジョウ、希少淡水魚の現在と未来—積極的保全のシナリオ、片野 修・森 誠一監修、信山社、東京、50-60.
 - 17) 相木寛史・間野伸宏・笹田勝寛・島田正文・廣瀬一美 (2008)：福島県におけるホトケドジョウの分布と生息状況、日本生物地理学会会報、**63**、5-11.
 - 18) 岡田彌一郎・清石禮造 (1937)：日本産淡水魚の仔魚及び稚魚の形態並に生態学的研究 (VII)、ホトケドジョウ、水産研究 誌、**32**、490-494.
 - 19) 樋口文夫・福嶋 悟・水尾寛己・前川 渡・畠中潤一郎 (1993)：矢指地区の魚類の生態と河川形態、ホトケドジョウ *Lufua costata echigonia* を中心に、鶴見川・帷子川水系生態調査報告書、環科研資料 106、171-198.
 - 20) 藤咲雅章・神宮字寛・水谷正一・後藤 章・渡辺俊介 (1999)：小河川・農業用水路系における魚類の生息と環境構造との関係、応用生態工学、**2**、53-61.
 - 21) 柿野 亘・水谷正一・藤咲雅明・後藤 章 (2007)：利根川水系小貝川上流域の谷津内水路の魚類の生息密度に影響を与える環境因子の期別変化、農業土木学会論文集、**247**、19-29.
 - 22) 宮地伝三郎・川那部浩哉・水野信彦 (1976)：ホトケドジョウ、原色日本淡水魚類図鑑、保育社、大阪、254-256.
 - 23) 斉藤憲治・片野 修・小泉顕雄 (1988)：淡水魚の水田周辺における一時的水域への侵入と産卵、日生態会誌、**38**、35-47.

鶴見川における農薬調査について(平成22年度)

酒井 学 (横浜市環境科学研究所)、多田 満 (国立環境研究所)

Investigation of Pesticides in the Tsurumi River (April 2010-March 2011)

Manabu Sakai (Yokohama Environmental Science Research Institute)

Mitsuru Tada (National Institute for Environmental Studies)

キーワード: 農薬、河川水

要旨

横浜市内を流れる鶴見川6地点において、毎月1回(6、7、8月は2回)82種類の農薬を調査した結果、プロマシル(除草剤)、イプロベンホス(殺菌剤)、フェニトロチオン(殺虫剤)等、25種類の農薬が検出された。検出頻度の最も高い農薬は、21年度同様、除草剤のプロマシル(検出頻度 60%)であり、最も高い濃度は、22年8月17日の寺家におけるジクロロボス(49 μ g/L)であった。また、降雨時に亀の子橋で試料採取を行い、降雨のない時に採取した試料と比較したところ、降雨時に採取した試料の方が、フェニトロチオンの検出頻度が高いなどの特徴が認められた。

1. はじめに

平成14年のヨハネスブルグサミットで、「2020年までに化学物質の製造と使用による人の健康と、環境への悪影響の最小化を目指すこと」が合意されるなど、化学物質の安全性に対する要求は高いものがある。中でも農薬関連物質は、化学物質排出把握管理促進法の第1種指定化学物質にフェニトロチオン、ダイアジノン、ジクロロボス等、100種以上が指定され、化学物質の環境リスクを考える上で重要な物質である¹⁻³⁾。しかし、これらの農薬関連物質は、化学物質排出把握管理促進法における届出対象業種以外の事業所や家庭等から排出される届出外排出量が多いため、農薬の出荷量や農作物の作付面積等から環境排出量を推計しており、その環境実態については、明らかでない部分も多く残されている³⁾。そこで、横浜市環境科学研究所では、市内の代表的河川である鶴見川で農薬のモニタリング調査を行うとともに⁴⁻¹²⁾、国立環境研究所と共同で、河川水に対してオオミジンコ(*Daphnia magna*)を用いた生態影響試験の適用を検討しており¹³⁾、今回、平成22年度の農薬調査に関しての報告を行う。

2. 調査方法

2-1 試料採取

亀の子橋(鶴見川、横浜市港北区)、千代橋(鶴見川、横浜市緑区、都筑区)、都橋(鶴見川支流恩田川、横浜市緑区)、寺家(鶴見川支流寺家川・宮前橋より上流約50m、横浜市青葉区)、奈良川(鶴見川支流奈良川と恩田川の合流点より奈良川側50m、横浜市青葉区)、しらとり川(鶴見川支流しらとり川と恩田川の合流点よりしらとり川側流路、横浜市青葉区)において、平成22年4月から平成23年3月まで、毎月1~2回(6月から8月までは月2回、その他の月は月1回)、試料採取を行った。

調査は原則、降雨時以外に実施したが、10月21日のみ、1時間あたり0.5mm程度の弱い降雨があった。

更に、22年度は降雨時の状況把握のため、22年5月20日、6月9日、6月14日、6月23日、7月12日、8月9日、23年2月28日の計7回、亀の子橋にて調査を行った。ただし、7月12日は、弱い雨であり、横浜地方気象台による横浜(横浜市中区)の降水量は0.0mm、横浜市日吉(港北区)の降水量は0.5mmであった¹⁴⁾。

2-2 分析

農薬の分析方法は以前の報告に準じ、GC/MSによる一斉分析を行った^{6,7)}。

今回調査対象とした農薬は以下の82種類である。

除草剤: アトラジン、アメトリン、アラクロール、エスプロカルブ、オキサジアゾン、カフェンストロール、キノクラミン(ACN)、クロルニトロフェン、シアナジン、ジクロベニル(DBN)、シハロホップブチル、シマジン、ジメタメトリン、シメトリン、ジメピペレート、チオベンカルブ、テニルクロール、テルブカルブ、トリフルラリン、ナプロパミド、ピフェノックス、ピペロホス、ピリブチカルブ、ピリミノバックメチル、ブタクロール、ブタミホス、プレチラクロール、プロピザミド、プロマシル、プロモブチド、ペンディメタリン、ベンフレセート、メチルダイムロン、メフェナセート、モリネート、レナシル

殺菌剤: イソプロチオラン、イプロベンホス、クロロタロニル、クロロネブ、ジフェノコナゾール、チフルザミド、テブコナゾール、トルクロホスメチル、ピロキロン、フサライド、フルトラニル、プロシミドン、ペンシクロン、ミクロブタニル、メタミノストロピン、メタラキシル、メプロニル、EDDP

殺虫剤: イソキサチオン、エチルチオメトン、エトフエンプロックス、クロルピリホス、クロルピリホスメチ

ル、ジクロロボス、ダイアジノン、テブフェンピラド、パラチオン、ピラクロホス、ピリダフェンチオン、ピリプロキシフェン、ピリミホスメチル、フィプロニル、フェニトロチオン、フェノブカルブ、フェンチオン、フェントエート、ブプロフェジン、プロチオホス、 α -ベンゾエピン、 β -ベンゾエピン、ホサロン、マラチオン、メチダチオン、メチルパラチオン、EPN

成長調整剤：パクロボトラゾール

また、水質の基本項目として、水温、pH、電気伝導率、濁度の測定を行った。水温は現地ですぐ測定し、pH、電気伝導率、濁度は試料を保冷状態で持ち帰り、研究所にて、pH計（HM-30V、東亜ディーケーケー）、電気伝導率計（CM-55、東亜ディーケーケー）、濁度計（TB-50、セントラル科学）を用いて測定した。

3. 結果及び考察

表-1に河川水中の農薬分析結果及び水温、pH、EC（電気伝導率、25℃換算値）、濁度を示し、表-2に検出された農薬の濃度範囲（降雨時の調査を含む）を示した。82種の農薬の中で、表-1に示した以外は定量限界（0.05 $\mu\text{g/L}$ ）未満の濃度であった。

はじめに除草剤の結果であるが、今回の調査では、エスプロカルブ、カフェンストロール、キノクラミン、シアナジン、シマジン、ジメタメトリン、シメトリン、ピリブチカルブ、ピリミノバックメチル、プレチラクロール、プロマシル、プロモブチド、メフェナセット、モリネート、レナシルの15種類が検出され、指針値等が設定されている除草剤について^{12, 15)}、これらの濃度を超えるものは認められなかった。シマジン、ジメタメトリン、ピリミノバックメチル、レナシルは、21年度検出されず、22年度検出されたが、いずれも検出は、1検体のみであった。一方、プロマシルは、寺家以外の5地点から、ほぼ年間を通して検出され、検出頻度は全体平均60%と、21年度と同様に、22年度も最も高い検出頻度であった。図-1に22年4月から23年3月までしらとり川のプロマシルの濃度変化を示した。ほぼ年間を通して検出されており、濃度は最高で、0.34 $\mu\text{g/L}$ であった。

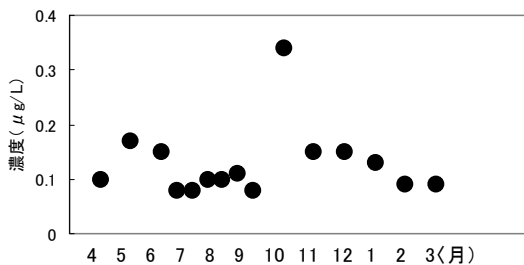


図-1 しらとり川におけるプロマシルの濃度

除草剤の中で、最も高い濃度は、水田用除草剤のメフェナセットの3.6 $\mu\text{g/L}$ （寺家、6月21日）であり、6月及び7月に検出されたが、他の季節には検出されなかった。図-2に、22年度及び21年度の寺家のメフェナセット濃度を示したが、いずれも6月及び7月にのみ検出されており¹²⁾、田植え後、水田で施用した一部が河川に流

れたものと考えられた。

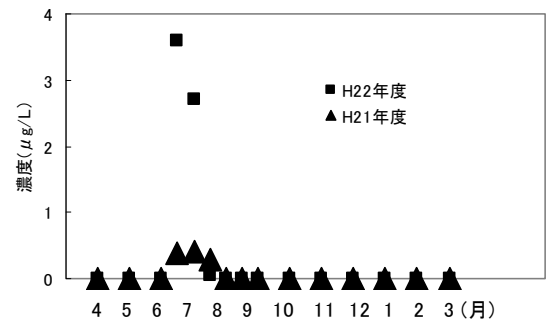


図-2 寺家におけるメフェナセットの濃度

また、流域に水田が多い寺家と奈良川を比較すると、両地点から、6～7月に水田用除草剤として、エスプロカルブ、シメトリン、プロモブチド、メフェナセット、モリネート、カフェンストロールが検出された。しかし、キノクラミンは奈良川で6月2日（1.6 $\mu\text{g/L}$ ）、7月5日（0.30 $\mu\text{g/L}$ ）に検出されたが、寺家からは検出されず、同じ横浜市青葉区であるが、寺家と奈良川流域では、使用している除草剤が若干異なることが推察された。

殺菌剤に関しては、イプロベンホス、ピロキロン、プロピコナゾールの3種類が検出された。プロピコナゾールは、21年度には検出されなかったが、今回1検体から0.05 $\mu\text{g/L}$ 検出された。イプロベンホスは、イネの病害防除に使用されることが多い殺菌剤で、21年度同様、今年度も検出されたが、最高濃度（1.0 $\mu\text{g/L}$ ）は、昨年度の最高濃度（5.5 $\mu\text{g/L}$ ）より低い濃度であった。

殺虫剤に関しては、イソキサチオン、ジクロロボス、ダイアジノン、フィプロニル、フェニトロチオン、フェノブカルブ、フェンチオンの7種類が検出された。フィプロニルは、しらとり川を除いた5地点から検出され、検出試料の数は多かったが、濃度は最高で0.12 $\mu\text{g/L}$ であり、水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準値19 $\mu\text{g/L}$ を下回り、生態系への影響は少ないものと思われた。フェニトロチオンは、5地点から検出され、最高濃度は、平成23年2月1日亀の子橋で、0.71 $\mu\text{g/L}$ であった。この濃度は、化学物質ファクトシート¹⁾に記載された予測無影響濃度（0.00021 $\mu\text{g/L}$ ）の1000倍を超える濃度であった。

ジクロロボスの検出濃度は、49～0.05 $\mu\text{g/L}$ であり、8月17日の寺家が最も高い濃度であった。以前、横浜市環境科学研究所で寺家を調査した際、47 $\mu\text{g/L}$ 検出した例があり⁵⁾、施用後、一時的に濃度が高くなったものと考えられた。なお、年間の平均濃度は、環境基準（要監視項目）の指針値（ジクロロボス：年平均8 $\mu\text{g/L}$ 以下）を満たしていた。しかし、フェニトロチオン同様、化学物質ファクトシートに記載された予測無影響濃度（ジクロロボス0.0013 $\mu\text{g/L}$ ）と比較すると、予測無影響濃度の10000倍を超える濃度であり、生態系への影響が推察される結果であった。

フェンチオンの場合も、オオミジンコの21日間繁殖試験による無影響濃度は、0.04 $\mu\text{g/L}$ と報告されており¹⁶⁾、6月21日の寺家、10月21日のしらとり川からは、この濃度の20倍以上の濃度が検出された。

表-1 鶴見川の調査結果

(1)平成22年4月6日

項目、物質名	調査地点					
	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
水温	15.2	19.5	16.3	16.2	19.5	15.5
pH	7.3	8.6	8.9	7.7	7.4	7.2
EC	15	38	27	31	37	36
濁度	-	-	-	-	-	-
シアナジン	nd	nd	nd	0.09	nd	nd
ブロマシル	nd	0.08	0.10	0.16	0.64	0.46

(2)平成22年5月6日

項目、物質名	調査地点					
	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
水温	21.5	25.4	20.3	21.2	21.0	20.7
pH	7.6	9.1	9.2	8.0	7.7	7.4
EC	16	47	30	36	37	41
濁度	-	-	-	-	-	-
ブロマシル	nd	0.13	0.17	0.05	0.20	0.06
フィブロニル	nd	nd	nd	0.05	nd	0.05
フェニトロチオン	nd	0.21	nd	nd	0.12	nd

(3)平成22年6月2日

項目、物質名	調査地点					
	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
水温	26.2	25.2	22.8	22.0	21.7	21.8
pH	8.3	7.8	8.6	7.8	7.6	7.3
EC	24	43	33	39	38	44
濁度	-	-	-	-	-	-
カフェンストロール	nd	0.38	nd	nd	0.05	nd
キノクラミン	nd	1.6	nd	0.10	0.07	0.08
シメトリン	0.10	nd	nd	nd	nd	nd
ブロマシル	nd	0.07	0.15	nd	0.20	0.06
ブロモブチド	nd	1.1	nd	0.06	0.61	0.27
メフェナセット	nd	0.34	nd	nd	0.13	nd
フィブロニル	0.05	nd	nd	nd	nd	0.05
フェノブカルブ	nd	nd	nd	nd	0.50	0.10

(4)平成22年6月21日

項目、物質名	調査地点					
	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
水温	27.0	26.3	22.7	23.0	22.8	23.3
pH	8.0	8.0	8.1	7.6	7.5	7.4
EC	22	42	33	38	39	42
濁度	5.1	1.8	1.3	1.7	1.7	2.2
エスプロカルブ	0.57	0.10	nd	nd	nd	nd
カフェンストロール	0.33	0.07	nd	0.06	nd	nd
キノクラミン	nd	nd	nd	nd	0.32	0.12
ジメタメトリン	0.05	nd	nd	nd	nd	nd
シメトリン	0.87	0.13	nd	nd	0.23	0.18
ピリブチカルブ	0.05	nd	nd	nd	nd	nd
ピリミノバックメチル	nd	nd	nd	nd	0.23	nd
プレチラクロール	0.05	nd	nd	nd	0.15	0.07
ブロマシル	nd	0.05	0.08	0.06	0.10	0.12
ブロモブチド	0.90	0.42	nd	0.48	1.6	0.64
メフェナセット	3.6	0.22	nd	0.98	0.36	0.17
モリネート	1.1	0.26	nd	nd	0.84	0.30
フィブロニル	nd	0.05	nd	nd	nd	0.07
フェニトロチオン	nd	nd	0.08	nd	nd	nd
フェノブカルブ	3.3	0.28	nd	0.20	3.2	0.50
フェンチオン	1.7	nd	nd	nd	0.05	nd

(5)平成22年7月5日

項目、物質名	調査地点					
	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
水温	26.5	27.0	23.7	25.5	25.0	25.8
pH	8.0	8.0	8.7	7.6	7.5	7.7
EC	21	40	30	36	36	34
濁度	2.4	2.0	2.0	2.0	1.6	4.0
キノクラミン	nd	0.30	nd	nd	0.10	nd
シマジン	nd	0.38	nd	nd	nd	nd
ブロマシル	nd	0.08	0.08	0.06	0.25	0.14
ブロモブチド	0.24	nd	nd	0.29	0.52	0.20
メフェナセット	2.7	0.99	nd	nd	0.08	nd
モリネート	nd	nd	nd	nd	0.12	nd
イプロベンホス	nd	nd	nd	nd	1.0	0.20
イソキサチオン	nd	nd	0.13	nd	nd	nd
フィブロニル	nd	nd	nd	0.06	0.06	0.08
フェニトロチオン	nd	0.05	nd	nd	0.06	0.11
フェノブカルブ	0.18	0.12	nd	nd	0.10	0.08

(6)平成22年7月21日

項目、物質名	調査地点					
	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
水温	32.5	32.0	27.5	29.3	28.5	28.5
pH	8.8	8.8	9.0	7.9	8.0	7.3
EC	23	46	29	40	40	44
濁度	4.4	2.1	4.1	1.4	2.4	1.9
ブロマシル	nd	nd	0.10	nd	0.05	nd
ブロモブチド	nd	nd	nd	nd	0.05	nd
メフェナセット	0.05	nd	nd	nd	nd	nd
イプロベンホス	0.16	nd	nd	nd	nd	nd
ピロキロン	1.5	nd	nd	nd	nd	nd
フィブロニル	nd	nd	nd	0.10	nd	0.12

(7)平成22年8月5日

項目、物質名	調査地点					
	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
水温	32.0	31.0	31.4	29.5	29.6	29.0
pH	9.0	7.9	9.5	7.9	8.3	7.4
EC	22	38	28	39	40	43
濁度	4.0	1.2	1.3	2.0	2.2	3.0
ブロマシル	nd	nd	0.10	nd	nd	nd
ブロモブチド	0.05	nd	nd	nd	nd	nd
イプロベンホス	0.16	nd	nd	nd	nd	0.52
プロピコナゾール	nd	nd	0.05	nd	nd	nd
ジクロルボス	1.1	nd	nd	nd	nd	nd
ダイアジノン	nd	nd	nd	nd	nd	0.09
フィブロニル	nd	nd	nd	0.07	nd	0.06
フェニトロチオン	nd	0.24	nd	nd	nd	nd
フェノブカルブ	0.07	nd	nd	nd	nd	nd

(8)平成22年8月17日

項目、物質名	調査地点					
	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
水温	31.5	32.0	29.7	30.5	30.0	30.0
pH	9.0	8.0	9.5	8.2	8.3	7.4
EC	21	38	28	38	38	40
濁度	2.0	1.4	1.1	1.9	1.8	1.9
ブロマシル	nd	nd	0.11	nd	0.08	nd
ピロキロン	nd	0.08	nd	nd	nd	nd
イソキサチオン	0.05	nd	nd	nd	0.05	nd
ジクロルボス	49	nd	nd	nd	nd	nd
フェニトロチオン	0.13	nd	nd	nd	0.25	nd

(9)平成22年9月13日

項目、物質名	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
水温	28.0	32.5	28.4	28.0	28.2	27.8
pH	8.0	8.0	8.9	7.7	7.7	7.3
EC	26	48	34	42	44	44
濁度	2.0	1.7	1.4	1.5	1.2	2.5
プロマシル	nd	0.11	0.08	nd	0.12	nd
イプロベンホス	0.07	nd	nd	nd	nd	nd
フィプロニル	nd	nd	nd	0.06	0.05	0.06
フェニトロチオン	nd	nd	nd	nd	nd	0.06

(10)平成22年10月21日

項目、物質名	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
水温	17.7	18.8	19.3	20.0	20.3	20.8
pH	7.9	8.1	8.0	7.6	7.8	7.4
EC	19	50	31	42	40	43
濁度	2.4	2.4	2.8	1.4	1.3	1.6
プロマシル	nd	0.08	0.34	0.05	0.20	0.10
レナシル	nd	nd	nd	0.07	nd	nd
ジクロルボス	nd	nd	0.08	0.15	nd	nd
フェニトロチオン	nd	0.08	0.13	nd	nd	nd
フェンチオン	nd	nd	1.0	nd	nd	nd

(11)平成22年11月18,22日

項目、物質名	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
水温	10.0	15.0	15.3	17.0	18.0	16.0
pH	7.8	7.9	8.0	7.5	7.4	7.3
EC	18	30	29	36	31	34
濁度	1.2	11.3	1.3	2.5	7.4	3.8
プロマシル	nd	nd	0.15	0.05	0.30	0.15

(12)平成22年12月2日

項目、物質名	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
水温	9.7	13.8	15.5	14.5	15.5	11.0
pH	8.1	8.7	8.5	7.6	7.7	7.4
EC	20	45	31	38	39	40
濁度	1.1	1.4	1.1	1.4	1.4	1.6
プロマシル	nd	0.05	0.15	nd	0.06	nd

(13)平成23年1月6日

項目、物質名	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
水温	3.2	8.3	10.5	11.8	12.2	12.4
pH	7.8	8.6	7.8	7.5	7.3	7.4
EC	18	43	30	38	38	42
濁度	1.4	1.7	1.4	1.6	1.2	1.6
プロマシル	nd	0.06	0.13	0.08	0.13	0.09

(14)平成23年2月1日

項目、物質名	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
水温	1.0	4.3	8.3	11.2	11.5	11.6
pH	7.6	8.2	7.8	7.5	7.4	7.3
EC	18	40	28	34	38	39
濁度	0.3	1.2	1.0	2.4	1.0	1.7
プロマシル	nd	nd	0.09	nd	0.08	0.08
ダイアジノン	nd	nd	nd	nd	3.5	0.05
フィプロニル	nd	nd	nd	nd	nd	0.07
フェニトロチオン	nd	nd	nd	nd	0.24	0.71

(15)平成23年3月30日

項目、物質名	寺家	奈良川	しらとり川	千代橋	都橋	亀の子橋
水温	11.7	14.5	12.9	17.3	16.0	16.9
pH	8.0	8.7	8.2	7.6	7.6	7.5
EC	17	44	32	34	36	44
濁度	2.0	1.5	1.4	3.3	3.3	3.2
プロマシル	nd	nd	0.06	nd	0.06	nd
フィプロニル	nd	nd	nd	nd	nd	0.07

(*)注

水温:℃

EC:電気伝導率 mS/m

農薬濃度:μg/L

表—2 検出された物質及び濃度範囲

物質名	検出された濃度範囲 (μg/L)	物質名	検出された濃度範囲 (μg/L)
エスプロカルブ	0.57~0.10	イプロベンホス	1.0~0.07
カフェンストロール	0.38~0.05	殺菌剤	ピロキロン
キノクラミン	1.6~0.05		1.5~0.08
シアナジン	0.09		プロピコナゾール
シマジン	0.38		0.05
ジメタメトリン	0.05	殺虫剤	イソキサチオン
シメトリン	0.87~0.10		0.13~0.05
ピリブチカルブ	0.05		ジクロルボス
ピリミノバックメチル	0.23		4.9~0.05
プレチラクロール	0.25~0.05		ダイアジノン
プロマシル	0.64~0.05		3.5~0.05
プロモブチド	1.6~0.05		殺虫剤
メフェナセツト	3.6~0.05		フィプロニル
モリネート	1.1~0.05		0.12~0.05
レナシル	0.07		フェニトロチオン
			1.1~0.05
			フェノブカルブ
			3.3~0.07
			フェンチオン
			1.7~0.05

河川から予測無影響濃度よりも高い濃度の殺虫剤が検出されていることから、更に検討を進めるため、国立環境研究所でオオミジンコを用いた21日間繁殖試験¹³⁾を行った。その結果、22年8月5日の鶴見川・寺家の試料(殺虫剤濃度:ジクロロボス 1.1 μg/L、フェノブカルブ 0.07 μg/L)及び8月17日の鶴見川・寺家の試料(殺虫剤濃度:イソキサチオン 0.05 μg/L、ジクロロボス 49 μg/L、フェニトロチオン 0.13 μg/L)で、産仔数が0となり(対照:産仔数は各々165、159)、試料と対照で産仔数の差が認められ、河川生態系への影響が推察された¹⁷⁾。また、10月21日のしらとり川(殺虫剤濃度:ジクロロボス 0.08 μg/L、フェニトロチオン 0.13 μg/L、フェンチオン 1.0 μg/L)においても、オオミジンコの21日間の産仔数が0となり(対照:産仔数 163)、しらとり川のように、流域に水田の少ない河川においても生態系が影響を受けているおそれがあることがわかった¹⁷⁾。

次に表-3に降雨時の亀の子橋の調査結果を示した。降雨時の調査であったが、河川水が濁り、濁度が5を超えたのは平成22年5月20日、6月14日、6月23日、8月9日、平成23年2月28日の5回であった。

表-3 降雨時の調査結果

(1)平成22年5月20日		(4)平成22年6月23日	
項目、物質名	亀の子橋	項目、物質名	亀の子橋
水温	19.4	水温	23.4
pH	7.3	pH	7.3
EC	29	EC	40
濁度	5.2	濁度	6.7
プロマシル	0.07	プロモブチド	0.53
フィプロニル	0.05	メフェナセット	0.10
フェニトロチオン	0.18	モリネート	0.05
		フェニトロチオン	0.08
		フェノブカルブ	0.17
(2)平成22年6月9日		(5)平成22年7月12日	
項目、物質名	亀の子橋	項目、物質名	亀の子橋
水温	21.4	水温	24.7
pH	7.8	pH	7.5
EC	42	EC	34
濁度	4.2	濁度	2.4
カフェンストロール	0.08	プロマシル	0.06
キノクラミン	0.05	プロモブチド	0.15
プレチラクロール	0.05	フィプロニル	0.05
プロマシル	0.07	フェニトロチオン	0.72
プロモブチド	0.78		
メフェナセット	0.33		
ジクロロボス	0.08		
フィプロニル	0.05		
フェニトロチオン	0.12		
フェノブカルブ	0.52		
(3)平成22年6月14日		(6)平成22年8月9日	
項目、物質名	亀の子橋	項目、物質名	亀の子橋
水温	21.5	水温	25.5
pH	7.5	pH	7.2
EC	36	EC	13
濁度	6.0	濁度	13.8
カフェンストロール	0.19	プロマシル	0.24
プレチラクロール	0.25	フェニトロチオン	0.05
プロモブチド	0.53		
メフェナセット	0.21		
ジクロロボス	0.10		
フィプロニル	0.08		
フェニトロチオン	1.1		
フェノブカルブ	0.15		
(7)平成23年2月28日		(7)平成23年2月28日	
項目、物質名	亀の子橋	項目、物質名	亀の子橋
水温	10	水温	10
pH	7.3	pH	7.3
EC	18	EC	18
濁度	26.4	濁度	26.4
フェニトロチオン	0.07	フェニトロチオン	0.07

検出された農薬の中から、亀の子橋における6月のプロモブチド(除草剤)及びフェニトロチオン(殺虫剤)濃度及び横浜地方気象台による試料採取前6時間の横浜の降水量¹⁴⁾を表-4に示した。プロモブチドに関しては、降雨時及び降雨のない場合で、極端に大きな濃度差は認められなかった。一方、フェニトロチオンについては、降雨時の方が濃度が高くなる傾向が認められた。これは、降雨により、農地、緑地等に施用したフェニトロチオンの一部が、降雨によって河川に流れたものと考えられた。

表-4 6月のプロモブチド及びフェニトロチオン

調査日	天気	直前6時間の降水量(mm)	プロモブチド濃度(μg/L)	フェニトロチオン濃度(μg/L)
6月2日	晴れ	0.0	0.27	nd
6月9日	雨	4.0	0.78	0.12
6月14日	雨	15.0	0.53	1.1
6月21日	曇り	0.0	0.64	nd
6月23日	雨	9.0	0.53	0.08

また、平成23年2月については、晴天時の2月1日にフェニトロチオンが0.71 μg/L検出されたが、降雨時の2月28日には0.07 μg/Lとなり、6月と異なる傾向を示した。2月1日の試料の濁度は1.7と小さく、調査前日も晴天であり、2月1日にフェニトロチオンが検出された原因は明らかでなかった。

4. まとめ

横浜市内の鶴見川で農薬調査を実施した結果、平成22年度は25種類が検出された。最も検出頻度が高かった農薬は除草剤のプロマシルで、寺家を除く5地点から、ほぼ年間を通して検出され、その検出頻度は全体で60%となり、ほぼ21年度と同様の結果であった。

殺虫剤では、ジクロロボス、フィプロニル、フェニトロチオン、ダイアジノン等が検出された。ジクロロボス、フェニトロチオン、ダイアジノンは、化学物質ファクトシートに記載されている予測無影響濃度を上回る濃度であった。国立環境研究所によるオオミジンコ繁殖試験においても8月5日、8月17日の寺家、10月21日のしらとり川等の試料で産仔数が0となるなど影響が観察され、河川生態系への影響が推察されるものとなった。降雨時の亀の子橋の調査では、平成22年6月、降雨のない時に採取した試料(2検体)からは検出されなかったフェニトロチオンが、降雨時の試料(3検体)から検出されるなどの特徴が見られた。しかし、23年2月の場合は、晴天時にフェニトロチオンが0.71 μg/L検出され、6月とは異なる傾向であった。

環境省の化学物質環境実態調査の結果によると、鶴見川には、多種多様な化学物質が検出されており¹⁶⁾、今回調査を行った以外の化学物質がオオミジンコの繁殖試験に影響を及ぼした可能性も否定できない。しかし、ジクロロボス、フェニトロチオン、ダイアジノン等が、予測無影響濃度を上回る濃度で検出されていることから、今後、都市河川において生物多様性を高めていくためには、化学物質に対する注意が重要ではないかと考えられた。

参考資料及び注

- 1) 環境省：化学物質ファクトシート、2011.
- 2) 経済産業省化学物質管理課：
http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/law/index.html
- 3) 神奈川県環境科学センター：かながわPRTR情報室、
<http://www.k-erc.pref.kanagawa.jp/prtr/H22data/index.html>
- 4) 酒井 学、二宮勝幸：横浜市内河川の農薬モニタリング、横浜市公害研究所年報、**15**、135-141 (1991).
- 5) 初貝留美、下村光一郎、飯塚貞男、山口一誠：横浜市内の水田排水中の農薬調査（第2報）、横浜市環境科学研究所報、**22**、55-62 (1998).
- 6) 酒井 学：横浜市内河川の農薬調査について、横浜市環境科学研究所報、**24**、101-106 (2000).
- 7) 酒井 学：鶴見川における農薬調査について、横浜市環境科学研究所報、**30**、46-49 (2006).
- 8) 酒井 学：鶴見川における農薬調査について（Ⅱ）、横浜市環境科学研究所報、**31**、102-107 (2007).
- 9) 酒井 学：鶴見川における農薬調査について（平成18年度）、横浜市環境科学研究所報、**32**、98-103 (2008).
- 10) 酒井 学：鶴見川における農薬調査について（平成19年度）、横浜市環境科学研究所報、**33**、80-85 (2009).
- 11) 酒井 学：鶴見川における農薬調査について（平成20年度）、横浜市環境科学研究所報、**34**、65-69 (2010).
- 12) 酒井 学：鶴見川における農薬調査について（平成21年度）、横浜市環境科学研究所報、**35**、41-46 (2011).
- 13) 多田 満、小神野 豊、酒井 学、石母田 誠、宮原裕一：河川水を用いたオオミジンコの繁殖試験に関する研究、日本生態学会第57回全国大会、2010.
- 14) 横浜地方気象台：神奈川県過去の気象データ、
<http://www.jma-net.go.jp/yokohama/8.html>
- 15) 環境省：水、土壌、地盤、海洋環境の保線－農薬関係、<http://www.env.go.jp/water/noyaku.html>
- 16) 環境省：平成18年版「化学物質と環境」、4-58～4-59、2007.
- 17) 多田 満：投稿準備中

短報 明治期の平潟湾周辺のマツ利用に関する一考察

井上 智、石川孝之
(横浜市環境科学研究所)

Short report, a study of the pine wood and pine needle use around the Hiragata bay of the Meiji era

Satoshi Inouye, Takayuki Ishikawa
(Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：迅速測図、マツ、燃料、製塩、環境民俗学

要 旨

明治 15 年測量の「第一軍管地方 2 万分 1 迅速測図」、通称「迅速測図」と呼ばれる地図と、その原図となった「迅速測図原図」等を基に「明治中期横浜の植生図」を作成した。横浜市金沢区における明治期と昭和期の植生図、平成期の現存植生図を GIS 化して、植生の変遷を追跡した。明治期には現在ではほとんど存在しないマツ林が総面積の約 20% 存在していた。また、明治期のマツ林は江戸湾の製塩の燃料供給のために植林されていたとの仮説を検証するため、文献調査を行った。製塩の燃料は松割材や松葉であるとは特定できなかったが、それらの可能性があることが推測された。

1. はじめに

横浜の明治中期の植生を再現することを目的に、横浜国立大学大学院環境情報研究院自然環境と情報部門の原田洋教授と横浜市環境科学研究所との共同研究により、「明治中期横浜の植生図」¹⁾を作成し、GIS 化作業を進めている。紙媒体の明治期と昭和期の植生図を GIS 化して、GIS 化した明治期、昭和期平成期の各年代の植生図から、横浜における植生の変遷を追跡してきた^{2)、3)}。

原田⁴⁾は、江戸時代後期から幕末・明治期にかけて鎌倉や横浜の山林がアカマツやクロマツのマツ林で占められていたと報告している。当時の鎌倉や横浜周辺の人口を考慮すると、アカマツの使い途は家庭用の燃料ではなく江戸湾における製塩のための燃料で、そのためにマツが植林されていたという仮説を立てている。

明治期に製塩が営まれていた平潟湾周辺の山林はどのような植生であったのか、そして明治期から現在まで植生がどのように変化してきたかを把握する目的で、明治期(明治 15 年)、昭和期(昭和 46 年)、平成期(平成 9 年)の植生図から、金沢区の植生の変遷について調査した。また、原田の仮説を文献調査により検証した。

2. 調査地域

2-1 概要

調査地域は横浜市金沢区全域とした。この地域は、横浜市の南端に位置し、東は東京湾に面し、南は横須賀市、逗子市、鎌倉市、西は栄区に、北は磯子区に面しており、面積は 30.68km²で、人口は約 20 万 8 千人である(平成 23 年 10 月 1 日時点)。

周囲を海と山に囲まれていて、大部分は起伏の激しい丘陵地で、概ね 100m 前後の山が入り組んだ地形になっている。内陸部には、横浜の緑の七大拠点の一つである円海山周辺地区があり、臨海部には横浜市唯一の自然海岸である野島海岸など貴重な海辺の資源を有している。

2-2 平潟湾の製塩

平潟湾における製塩はすでに南北朝時代の嘉慶・明徳年代(1390 年頃)から記録があり、明治期にはこの地域の特産物として知られ、住民の暮らしを潤していたが、明治 38 年 6 月に塩専売法が施行されたため、全国各地の製塩場とともにこの区域の製塩も整理された⁵⁾。

平潟湾沿岸で製塩業が営まれた理由としては、背後に豊富な山林を控え、遠浅で波のおだやかな入海の砂地である⁶⁾地域性が指摘されている。

製塩の燃料を供給していた山林は塩手山または塩山と呼ばれていた。赤井村・坂本村・寺分村・宿村には塩手山があり、製塩を営んでいた平潟湾一帯の村の塩場に燃料として、薪を供給していた⁶⁾。19 世紀前半に坂本村では塩焼料として薪を町屋村へ売り、宿村でも同じく薪を町屋・洲崎両村へ売っていた⁷⁾記述が、「新編武蔵風土記稿」⁸⁾にある。

このように、平潟湾沿岸では、小規模ながら各所で製塩業が展開していた。また、同時に煎熬作業に必要な燃料が周辺農村から供給されていて、塩浜で製塩業を営む人ばかりではなく、周辺農村は農間渡世(江戸時代に農民が耕作の合間に行った各種の賃稼ぎや営業)として行われた薪伐採などを供給する場所として位置づけられ、広域的に結びついていた

のである⁹⁾。

3. 方法

3-1 各年代の植生図と GIS 化手法

明治期（明治 15 年）の植生図は原田ら¹⁾が作成した紙媒体の「明治中期横浜の植生図」、昭和期（昭和 46 年）の植生図は宮脇ら¹⁰⁾が作成した紙媒体の「横浜市現存植生図-1」、平成期（平成 9 年）の植生図は横浜市環境保全局発行の「横浜市地域環境特性図（第 3 版）」のうち、紙媒体の金沢区植生図と電子データ（ARC/INFOフォーマット形式）を使用した。

紙媒体の明治期植生図と昭和期植生図を GIS 化する際、フリーソフトの MapWindowGIS（Gary Watry, COPAS-FSU）を主に使用した。紙媒体の植生図を GIS 化する手順は、川崎ら¹¹⁾の方法に準じて行った。

3-2 植生凡例の統一

明治期と昭和期と平成期の植生図は、それぞれ植生の分類区分が異なる。各年代の植生図を比較する関係上、植生凡例を 10 区分に統一し、植生図を再編集した。10 区分とは、広葉樹林、マツ林、スギ・ヒノキ・(サワラ) 林、竹林、草地 1（水辺植物）、草地 2（その他）、畑・果樹園、水田、塩田、市街地・その他の無植生地である。

4. 結果と考察

4-1 明治期から平成期の植生の変遷

明治期（明治 15 年）の植生図と植生別面積割合を

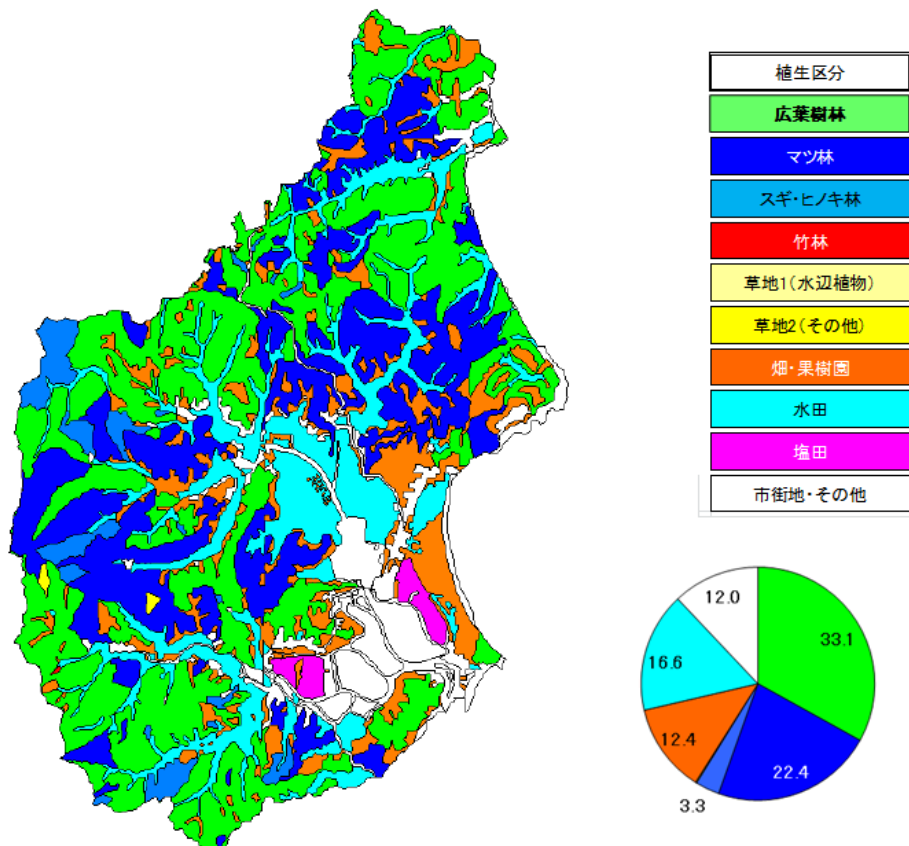


図 1 明治期植生図と植生別面積割合

図 1 に示す。

明治期の特徴は、マツ林が 22% 存在することと平潟湾に 25.6ha の塩田が存在することである。本稿では昭和期と平成期の植生図は図示していないが、昭和期の特徴は、水辺植物以外の草地在 7% 存在することと市街地・その他の無植生地在 52% と金沢区の半分を占めていることである。平成期の特徴は、水田が消滅したことと市街地・その他の無植生地在 77% と金沢区の 3/4 以上を占めていることである。

図 2 に明治期から平成期の植生の変遷を示す。

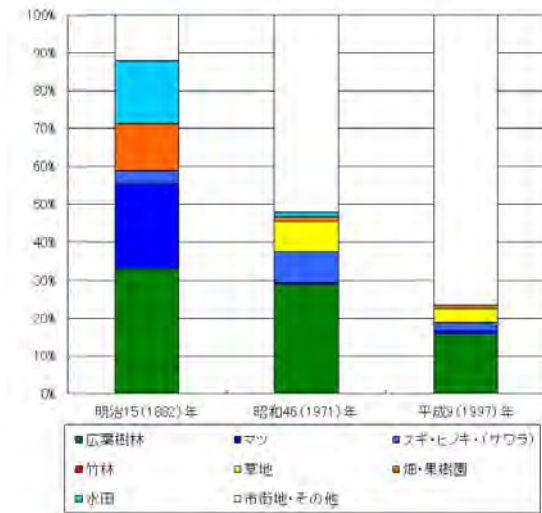


図 2 明治期から平成期の植生の変遷

広葉樹林と針葉樹林を併せた樹林地は、明治期 59%から昭和期 37%、平成期 19%と減少している。特にマツ林は明治期の 22%から昭和期・平成期は 1%未満と激減している。畑・果樹園と水田は明治期にはそれぞれ 12%、17%存在していたが、平成期の畑・果樹園は 1%未満、水田は消滅と激減している。一方、市街地・その他の無植生地が明治期 12%から昭和期 52%、平成期 77%と急増している。

原田⁴⁾は、1960 年以降のエネルギー革命により、燃料としてのマツの需要がなくなったため、マツ林の管理がほとんど行われなくなり、落葉広葉樹林へと遷移したと指摘している。また、マツノザイセンチュウや大気汚染によるマツ枯れの影響も考えられると指摘している。

昭和期に草地が拡大した理由は、市街化への途中段階で、畑・果樹園の放棄後にササ・ススキなどが侵入する場合と、樹林地を伐採後にクズなどの林縁・伐跡植物が侵入した場合の両方があると推測した。

4-2 仮説の検証

明治期には、アカマツは家庭用の燃料ではなく、江戸湾における製塩のための燃料を目的として植林が行われていた⁴⁾とする原田の仮説を、文献調査から検証した。

近世初期の慶安 2・3 年 (1649・1650 年) 頃の内容を示すとされている「武蔵田園簿」¹²⁾には、各村の山野河海 (田畑以外の山や野原、川、海) の用益に対して賦課される雑税である小物成が記載されている。久良岐郡の平潟湾周辺の金沢地区では、六浦寺分村・六浦平分村・六浦社家分村・須崎村・町屋村・寺前村・谷津村・釜利谷村の 8 村へ塩場役が賦課されている。塩場役は、塩田に対して賦課されるものであり、17 世紀半ばに内海を利用した製塩が営まれていたことがわかる¹³⁾。

また、釜利谷村には山野の利用に対して賦課された山手役が記載されている¹²⁾が、その納入は塩で納めることになっている。これは実際に製塩に従事していない場所でも、製塩用の燃料である薪 (塩木) を供給し、代替として塩を受け取り、年貢を塩で負担していたためと指摘している¹³⁾。

山手役以外にも、萱野塩場役や萱野役、野場役という名目で、実際に製塩に直接従事していない地域に、負担が塩として現物納 (一部は金銭) されている地域が存在する¹²⁾。これらの地域も製塩地へ燃料を供給していたと指摘している⁹⁾。

製塩の方法は「新編武蔵風土記稿」⁸⁾によれば、鉄釜を使つての直接法で、濃縮した海水を釜に入れて燃料 (塩木) で焼き塩を作った¹³⁾。

また、「新編武蔵風土記稿」⁸⁾には、製塩に必要な塩木は、家庭の燃料と同様に地元あるいは近村から入手したようで、寺前村・谷津村・宿村・坂本村・赤井村・金井村・宮下村・中里村 (笹下中里)・峰村・最戸村・中里村・引越村・六角橋村などでは雑木の

伐採と出荷を余業としているとの記載がある¹⁴⁾。

神奈川県によって作成された金沢区内の旧家の一つである布川隆義家に残された三分村と釜利谷村の地誌の記述がある¹³⁾。三分村とは前記した六浦寺分村・六浦平分村・六浦社家分村の 3 村が明治 5 年に合併して成立した村である。

明治 5 年の地誌で、三分村は年間 67 トンの塩、三万束の薪が生産され、塩と薪の生産地であったことがわかる。明治 10 年の地誌で、釜利谷村は年間 550 束の薪と 1,800 キログラムの炭が生産されていたとある。

しかし、製塩の燃料に使用していた薪 (塩木) は松材や松葉であるとの記載はない。

明治 39 年の千葉県統計書には、製塩の燃料として松葉・松割薪の記載がある⁹⁾。同様に明治 41 年度と 43 年度の千葉県統計書には、製塩の燃料として松葉の記載がある⁹⁾。神奈川県統計書¹⁵⁾と横浜市統計書¹⁶⁾には製塩の記載はあるが、燃料についての記載はない。

町屋村の明治 6 年の製塩高は 324 石で売上総額 228 円 60 銭、これに要する薪代は 152 円 40 銭⁶⁾と売上総額の約半分に相当している。このように製塩における燃料費の占める割合が極めて高く、燃料費の高騰と燃料の確保に苦勞していた¹⁷⁾ことが伺える。このため、塩の焚上の燃料に明治 10 年以前は主に松葉を使用していたが、明治 10 年以降は燃料を石炭に切り替えた地域も多い¹⁸⁾。

千葉の奈良輪浦の製塩の燃料について、詳細な報告がある⁹⁾。この塩田では、明治 40 年 4 月の「松葉附込帳」を参照すると、毎日松葉を 100~300 束の範囲で購入していた。さらに、明治 34 年度の「松葉買入帳」を参照すると、大曾根・神納と周辺地域から松葉を購入していたことが確認できたとある。

千葉の行徳塩田では、燃料として松葉・萱だけでなく明治 25 年頃から石炭を利用し始め、漸次切り替えが行われている⁹⁾。川崎の大師河原塩田では、燃料として石炭を使用せず、火力の弱い笹・萱を購入している⁹⁾。

落合⁹⁾は、江戸内湾における塩田の在り方として、大きく二通りに分類している。一つは産地化を志向する塩田、もう一つは地域経済に根ざした塩田である。前者の塩田として行徳塩田を挙げ、燃料は周辺地域からの薪などの供給を主とせず、むしろ石炭へ転換して、家族労働に依存せず奉公人の雇用など経営合理化を志向していると指摘している。一方、地域経済に根ざした塩田は、周辺地域を販売先とし、燃料は周辺地域から供給する松葉や薪を利用して、家族労働を基本とした経営が行われていると指摘している。

平潟湾周辺の塩田は製塩面積や製塩高から、落合が指摘した地域経済に根ざした塩田と推測される。平潟湾周辺の塩田は、製塩を営んでいた村とその周辺村々も含めた地域社会を形成していた。地域市場を対象とした塩田の場合、周辺地域から伐採した松

割薪や松葉を燃料とし、従来の地域的な結びつきを維持しながら塩田を営んでいたのであろう。

以上、原田の仮説を検証したが、平潟湾における製塩の燃料は松割薪や松葉という記載を見つけれなかった。しかし、迅速測図から作成した明治期植生図から平潟湾周辺にはマツ林が存在していたこと、平潟湾周辺の村で薪が多量に生産されていたこと、江戸湾内の千葉県の小規模な塩田では松割薪や松葉を燃料として使用していたことから、平潟湾周辺の塩田においても製塩の燃料として松割薪や松葉を使用していた可能性があると推測した。

5 おわりに

環境民俗学は、自然環境（加工された自然環境）と人間のかかわりのカラクリを民俗学的視点から研究する分野である¹⁹⁾と、鳥越は指摘している。

本稿では、植林されたマツ林と製塩との関係を民俗学的視点も考慮して調査した。平潟湾周辺の製塩の燃料として松割薪や松葉を使用していたとの記載は、現時点では見つかっていない。今後は、調査範囲を古文書へも広げて調査を行っていきたい。

6 謝辞

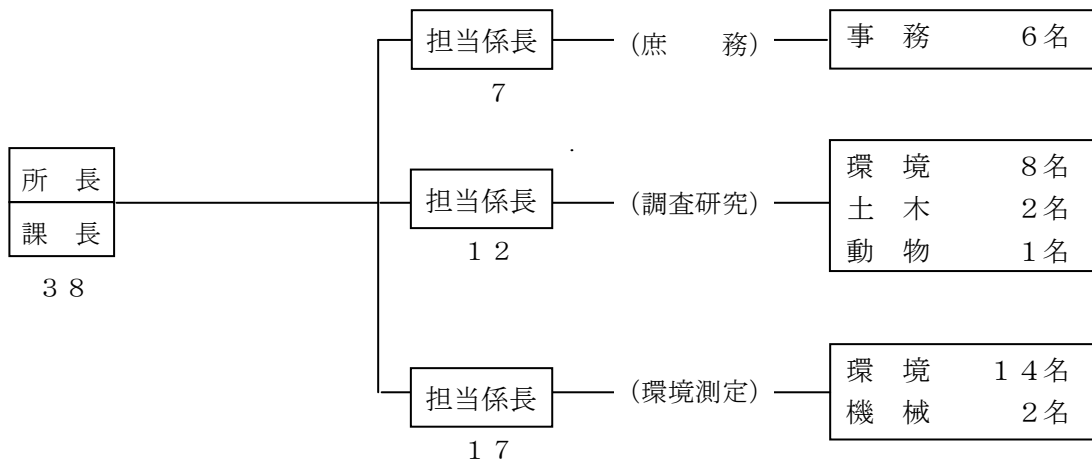
文献調査において情報提供して下さった、横浜市中央図書館調査資料課の望月和彦氏に感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 原田洋、原田敦子、井上智：明治中期横浜の植生図、(2012)
- 2) 井上智、石川孝之：横浜東部地域における GIS を活用した明治前期の植生図化と植生の変遷、横浜市環境科学研究所報、34、p9-15 (2010)
- 3) 井上智、石川孝之：横浜市緑区新治地区における明治期から平成期にかけての植生の変遷、横浜市環境科学研究所報、35、p7-14 (2011)
- 4) 原田洋、磯谷達宏：マツとシイ、岩波書店、p1-77 (2000)
- 5) 金沢区・市制 100 周年・区政 40 周年記念事業実行委員会出版部会（編）：翔べ金沢、金沢区・市制 100 周年・区政 40 周年記念事業実行委員会、p24-25、(1989)
- 6) 内田四方蔵：横浜の塩業、幕末の農民群像 — 東海道と江戸湾をめぐる — 横浜近世史研究会（編）、横浜開港資料館・横浜開港資料普及協会、p90-102 (1988)
- 7) 内田四方蔵：金沢の 100 年 六浦県から海の公園まで、横浜市金沢図書館、p61-66 (1987)
- 8) 新編武蔵風土記稿 横浜・川崎編 第二巻、千秋社、p9-131 (1982)
- 9) 落合功：江戸内湾塩業史の研究、吉川弘文館、p57-398 (1999)
- 10) 宮脇昭・藤間熙子・藤原一繪・井上香世子・古谷マサ子・佐々木寧・原田洋・大野啓一・鈴木邦雄：横浜市の植生 — 都市の環境保全とみどりの環境創造に対する植物社会学的基礎研究 —、横浜市、(1972)
- 11) 川崎昭如、吉田聡：図解 ArcGIS Part2 — GIS 実践に向けてのステップアップ —、古今書院、p17-38 (2006)
- 12) 北島正元（校訂）：武蔵田園簿、近藤出版社、p1-57 (1977)
- 13) 金沢区政五十周年記念事業実行委員会（編）：図説かなざわの歴史、金沢区政五十周年記念事業実行委員会、p138-207 (2001)
- 14) 岸上興一郎：横浜の海 — 新編武蔵風土記稿の世界 —、横浜市歴史博物館紀要第 3 号、p1-51 (1999)
- 15) 神奈川県統計書 明治 17 年、神奈川県、p1-437 (1886)
- 16) 横浜市役所（編）：横浜市統計書 第 1 回、横浜市、p1-490 (1903)
- 17) 河手龍海：近世日本塩業の研究、塙書房、p170-181 (1971)
- 18) 日本専売公社（編）：日本塩業史 上巻、海路書院、p49-51 (2006)
- 19) 鳥越皓之：はしがき、試みとしての環境民俗学 — 琵琶湖のフィールドから — 鳥越皓之（編）、雄山閣、p i - vi (1994)

III 資料編

1. 人員及び組織



(平成 24 年3月現在)

2. 主要機器一覧表

品名	規格	数量
ガスクロマトグラフ質量分析計	JEOL製 JMS-800 D	1式
走査型電子顕微鏡	日立 S-4800	1式
同上用 X線分析装置	EDAX	1式
分光光度計	日立 U2000	1式
全有機炭素分析計	ベックマン MODEL 915-B	1台
水銀分析計	日本インストルメンズ RA-3	1式
水素化物原子吸光光度計	バリアンスペクトラ 220	1式
高周波プラズマ質量分析装置	パーキンエラン PRC-e	1式
高周波プラズマ発光分光分析装置	パーキンオプティマ S300DV	1式
慢性毒性試験装置 (魚用)	関東工機製作所製 外	2式
電気炉	ADVANTEC FUL232FA 外	2台
標準ガス精密希釈装置	製鉄化学工業 SDS-401	1式
石英ガラスチャンバー	ダイレック	1台
ハートソナル・タストモニタリングシステム	柴田科学 PDS-1	1台
液体クロマトグラフ	島津 LC-6A	2式
同上用蛍光モニター	日立 F-1150	1台
炭素・水素・窒素 (CHN) 分析計	柳本 CHN コーダー MT-3 型	1台
同上用オートサンプラー	ヤナコ MTA-5	1台
液体クロマトグラフ質量分析計	26PS_Q-プルミエール XE	1式
ガスクロマトグラフ質量分析計	島津 GCMS-QP2010	1式
マイクロウェルプレート測定用吸光光度計	ナルジエヌクインターナショナル イムニ NJ-2300	1式
データレコーダー	ソニー PC208	1台
イオンクロマトグラフ分析装置	DIONEX DX-120	1式
ガスクロマトグラフ分析装置	HP6890, 島津 GC-14A 外	5式
農薬分析装置	アジレント 6890N, GCMS-QP2010 Plus	3式
イオンクロマトグラフ	DIONEX ICS-1600	1台
大気 VOC 分析装置	GCMS-QD2010 Plus	1式
ゲルマニウム半導体検出器	セイコーEG&G GEMZS-70	1式
高速液体クロマトグラフ	HP 1090	1式
分光光度計	日本分光 V-550 外	1式
ポータブル窒素酸化物測定器	MEXA-120 NOx 堀場	1式
サーマルテソーフ・シオンカ・スクロマトグラフ	パーキンエルマー ATD-400	1式
薬品管理システム	関東化学 IASO 2000	1式

品名	規格	数量
自動雨水採取装置	小笠原 US-330+300型	1式
光透過式スモークメータ	堀場製作所	1台
直挿型 NO _x 分析計	堀場 MEXA-120 NO _x	1台
高精度オゾン計	紀本電子工業製	1台
コンポジットサンブラー	日科機 S-4081	1台
風向別制御装置	日本公害防止技術センター WDP-100	1台

(平成 24 年3月現在)

3. 学会等研究発表

学会大会名	年月	題名	発表者・共同研究者
第34回（平成22年度）神奈川県・横浜市・川崎市・環境・公害研究合同発表会	2010.6	G I Sを活用した横浜の植生の変遷 横浜市内河川におけるアユの分布と繁殖状況	○井上 智、石川 孝之 ○樋口 文夫、福嶋 悟、犬飼 まり子、阿久津 卓、渾川 直子
第36回日本環境学会公開シンポジウム	2010.6	G I Sを活用した横浜の植生の変遷 －横浜市緑区新治地区の事例－	○井上 智、石川 孝之
平成22年度全国環境研協議会関東甲信静支部水質専門部会	2010.9	鶴見川の化学物質について	○酒井 学
第15回日本環境毒性学会・バイオアッセイ研究会合同発表会	2010.9	横浜市内河川の農薬濃度とミジンコ毒性試験について 河川水を用いたオオミジンコの繁殖影響に関する研究	○酒井 学、多田 満 ○多田 満、酒井 学
平成22年度 化学物質環境実態調査環境科学セミナー	2011.1	分析法開発調査・ジチオリン酸0,0-ジメチルス-[(N-メチルカルバモイル)メチル]	○酒井 学
平成22年度環境創造局職員業務研究改善事例発表会	2011.1	横浜の海の生物相調査 －12回目の調査結果と30年間の生物相の変遷－ 東京湾における温暖化と季節のずれ 横浜市の境川における外来性プラナリアの生息について 再生水を水辺環境保全・創造に活用するための消毒技術の検討について 化学物質環境実態調査について 横浜市におけるアスベスト実態調査 地下水への気象（降水、気圧）の影響について 大岡川周辺街区における熱環境実測調査 横浜のアユはどこで産卵しているのか？ －大岡川を例として－ 今年の夏は暑かった！！～2010年夏のヒートアイランド観測結果について～ 鶴見川河口周辺における水質・底質調査 「鉱物類から環境を考える」－新たなふれあい体験型環境教育実施事例 第3報－	○村岡 麻衣子、阿久津 卓、犬飼 まり子 ○二宮 勝幸 ○渾川 直子、阿久津 卓、村岡 麻衣子 ○大谷 典子 ○酒井 学 ○浦垣 充朗、白砂 裕一郎、平野 耕一郎 ○正木 千里 ○内藤 純一郎、佐俣満夫 ○樋口 文夫、阿久津 卓、渾川直子 ○奥津 千里、白砂裕一郎 ○小市 佳延、阿久津 卓、二宮 勝幸 ○前田 裕行

4. 雑誌等投稿

雑誌名等	発行年月	執筆者	題名
化学物質分析法開発調査報告書(平成 21 年度)	H22. 10	酒井 学	ジメトエート
[要 旨] 水質試料中のジメトエートの微量分析法の開発、検討を行った結果、水質試料 500mL を固相抽出カートリッジ (セップパック PS-2) を用いて抽出し、酢酸エチルで溶出した後、活性炭カートリッジ(Envi-carb)によるクリーンアップを経て、GC/MS で測定することにより、検出下限 3.1 ng/L で分析可能であった。			

5. 記者発表一覧

■ 平成22年度 環境科学研究所

発表日	発表内容
平成22年7月2日	「よこはま・未来・うみ」フォーラム開催！ ～出展団体募集～
平成22年7月30日	市内2か所で気温・風向・風速等の観測のため、気球と風船を上げます！ ～ヒートアイランド現象の分析～
平成22年9月24日	今年の横浜の夏、過去5年の中で一番の暑さでした ～平成22年度夏の気温観測結果（69地点の観測データ）をお知らせします～
平成23年2月23日	第6回こどもエコフォーラムの開催について
平成23年3月23日	大気環境中のアスベスト濃度について（平成22年度調査結果）
平成23年3月30日	企業と連携した下水道技術の共同研究が2つスタートします！ ～良好な水環境の創造、地球温暖化対策、循環型社会への貢献に向けて～

6. 環境科学研究所発行資料目録

◆ 出版物

資料番号	件名	発行年月	体裁等
	明日の都市を照らす	1977. 3	A4. 16頁 (パンフレット)
公害研資料			
No. 1	窒素酸化物特殊発生源調査報告書(環境庁大気保全局委託調査)	1977. 3	B5. 49頁
2	横浜市公害研究所報創刊号	1977. 11	B5. 56頁
3	公募論文・クルマ社会をどうするか —明日の都市環境を考える—	1977. 11	B5. 136頁
4	第1回公害セミナー会議録・クルマ社会をどうするか —明日の都市環境を考える—	1978. 3	B5. 96頁
5	昭和52年度環境庁委託業務結果報告書 非特定重大障害物質発生源等対策調査(アスベスト発生施設)	1978. 3	B5. 36頁
6	横浜市公害研究所報第2号	1978. 8	B5. 236頁
7	中間報告横浜市における自動車公害に関する基礎研究	1978. 8	B5. 195頁
8	横浜市公害研究所報第3号	1978. 12	B5. 156頁
9	第2回公害セミナー会議録・合成洗剤	1979. 3	B5. 89頁
10	自動車公害に関する意識調査 —国道一号線三ツ沢・松本地区, 1978年3月実施 単純集計結果(第1報)—	1979. 3	B5. 112頁
11	大気中の炭化水素濃度調査及び各種発生源施設からの排出実態調査結果	1979. 3	B5. 66頁
12	第3回公害セミナー論文集・川, よこはまに水辺をもとめて	1979. 8	B5. 85頁
13	横浜市における自動車公害に関する基礎研究	1979. 9	B5. 201頁
14	横浜市公害研究所報第4号	1980. 3	B5. 204頁
14	第3回公害セミナー会議録・川, よこはまに水辺をもとめて	1980. 5	B5. 72頁
15	横浜市地域環境大気調査報告書(昭和54年度環境庁委託調査)	1980. 3	B5. 72頁
16	非特定重大障害物質発生源等対策調査(ベンゼン取扱施設)	1980. 3	B5. 31頁
17	沿道環境整備対策のための基礎調査報告書—三ツ沢地区対象—	1980. 12	B5. 84頁
18	魚類の健康評価に関する研究(1)(昭和53年度)	1981. 2	B5. 20頁
19	魚類の健康評価に関する研究(2)(昭和54年度)	1981. 2	B5. 51頁
20	横浜市公害研究所報第5号	1980. 12	B5. 236頁
21	帯水層層序確定のための地質調査	1981. 3	B5. 32頁 付図4枚
22	第4回公害セミナー資料提言要旨	1981. 3	B5. 18頁
23	第4回公害セミナー資料・調査研究事業のあらまし	1981. 3	B5. 41頁
24	—		
25	地域交通環境に関する意識調査 —金沢4区, 1980年11月実施—	1981. 3	B5. 46頁
26	第4回公害セミナー会議録・80年代の環境対策の課題	1981. 3	B5. 115頁
27	低周波空気振動実態調査報告書	1981. 3	B5. 163頁
28	有機ハロゲン化合物の分解と消長 —有機塩素化合物特にPCBの環境中における動態について—	1981. 3	B5. 98頁
29	第5回公害セミナー公募論文集・よこはまに自然をもとめて	1981. 8	B5. 150頁
30	横浜市公害研究所報第6号	1981. 12	B5. 211頁
31	横浜市自動車問題研究会第二報告書 —横浜の物流と自動車公害に対する調査研究—	1981. 12	B5. 227頁
32	排水処理技術維持管理マニュアル—凝集処理編—	1982. 3	B5. 116頁
33	固定発生源から排出されるばいじん(粒度分布)調査報告書	1982. 3	B5. 133頁
34	第5回公害セミナー会議録・よこはまに自然をもとめて	1982. 3	B5. 123頁
35	魚類の健康評価に関する研究(3)	1982. 3	B5. 34頁
36	魚類指標による排水評価のための技術要領	1982. 3	B5. 30頁
37	横浜市深層地下水調査中間報告書	1982. 3	B5. 44頁 付図2枚
38	横浜市自動車問題研究会第一報告書 —地域交通環境とまちづくり—	1982. 3	B5. 124頁
39	横浜市緑区及び戸塚区における道路交通騒音と交通量調査報告書	1982. 3	B5. 440頁
40	会下谷の雑木林の生物相とその季節変化(横浜の旧市街に残る小雑木林)	1982. 3	B5. 11頁

資料番号	件名	発行年月	体裁等
公害研資料			
No. 41	自動車騒音公害対策模型実験－車線内遮音壁－	1982. 7	B5. 87 頁
42	第 6 回公害セミナー資料 大気汚染－青空はよみがえったか、この横浜に－	1982. 8	B5. 31 頁
43	会下谷の雑木林の生物相とその季節変化 (横浜の旧市街に残る小雑木林)	1982. 12	B5. 143 頁
44	横浜市公害研究所報第 7 号	1982. 11	B5. 105 頁
45	第 6 回公害セミナー会議録 大気汚染－青空はよみがえったか、この横浜に－	1983. 1	B5. 99 頁
46	浮遊粉じん・ばいじんに関する総合調査報告書	1983. 1	B5. 187 頁
47	南関東地域での光化学大気汚染に関する総合調査報告書	1983. 2	B5. 177 頁
48	こども自然公園環境調査報告書	1983. 2	B5. 155 頁 付図 4 枚
49	道路周辺の植樹帯による物理的及び心理的騒音効果に関する研究 －中間報告－	1983. 3	B5. 106 頁
50	横浜市南部沿岸地域の軟弱地盤調査図 付図 1-5	1983. 3	B2.
51	調査研究事業のあらまし	1983. 3	B5. 34 頁
52	都市自然に関する社会科学研究 よこはま「都市自然」行動計画	1983. 11	B5. 226 頁
53	第 7 回公害セミナー公募論文集 身近な水辺とまちづくり－「よこはまの川と池」再発見－	1983. 11	B5 149 頁
54	横浜市公害研究所報第 8 号	1983. 12	B5. 157 頁
55	排水処理技術維持管理マニュアル－生物処理編－	1983. 12	B5. 132 頁
56	魚類の健康評価に関する研究(4)	1984. 1	B5. 67 頁
57	円海山・港北ニュータウン地区生態調査報告書	1984. 2	B5. 183 頁
58	第 7 回公害セミナー会議録 身近な水辺とまちづくり－「よこはまの川と池」再発見－	1984. 2	B5. 135 頁
59	横浜市南部沿岸地域軟弱地盤調査報告書	1984. 2	B5. 56 頁 付図 6 枚
60	横浜のホタル生息地(1983 年度版)	1984. 3	B5. 49 頁
61	第 8 回公害セミナー公募論文集 いま 横浜の海は－水質, 生物, 水ぎわ……－	1984. 11	B5. 105 頁
62	横浜市公害研究所報第 9 号	1984. 12	B5. 193 頁
63	横浜市南部丘陵 舞岡川源流域の水分調査	1984. 12	B5. 120 頁
64	排水処理施設維持管理マニュアル－イオン交換処理編－	1985. 3	B5. 134 頁
65	第 8 回公害セミナー会議録 いま 横浜の海は－水質, 生物, 水ぎわ……－	1985. 1	B5. 133 頁
66	道路周辺の植樹帯による物理的及び心理的減音効果に関する研究 －総合報告－	1985. 3	B5. 173 頁
67	横浜市公害研究所報第 10 号	1985. 12	B5. 190 頁
68	平潟湾・金沢湾周辺水域環境調査報告	1986. 3	B5. 149 頁
69	魚類指標による工場排水規制手法に関する研究	1986. 2	B5. 192 頁
70	第 9 回公害セミナー会議録 静かなまちづくりをめざして－道路緑化と騒音－	1986. 2	B5. 179 頁
71	ホテルの生息環境づくり～技術マニュアル試案～	1986. 2	B5. 121 頁
72	第 10 回公害セミナー公募作品集 調べてみよう身近な環境－水・みどり・まち……－	1986. 11	B5. 174 頁
73	横浜市公害研究所報第 11 号	1987. 3	B5. 216 頁
74	円海山・港北ニュータウン地区生態調査報告書・第 2 報	1987. 3	B5. 275 頁
75	排水処理施設維持管理マニュアル－汚泥処理編－	1987. 3	B5. 132 頁
76	10 年のあゆみ・横浜市公害研究所設立 10 周年記念誌	1987. 3	B5. 203 頁
77	第 10 回公害セミナー会議録 調べてみよう, 身近な環境－水, みどり, まち……－	1987. 3	B5. 127 頁
78	横浜市軟弱地盤層調査報告書(土地質試験データ図) 横浜市地盤環境図 横浜市地盤環境図	1987. 3	B5. 217 頁 B2. (付図 1) A0. (付図 2-10)
79	横浜市公害研究所資料室図書目録	1987. 3	B5. 328 頁

資料番号	件名	発行年月	体裁等
公害研資料 No. 80	第11回公害セミナー公募作品集 調べてみよう身近な環境－水・みどり・まち…－	1987. 11	B5. 89頁
81	横浜市公害研究所報第12号	1988. 3	B5. 161頁
82	第11回公害セミナー会議録 調べてみよう, 身近な環境－水, みどり, まち…－	1988. 3	B5. 139頁
83	横浜市軟弱地盤層調査報告書(軟弱地盤構造と地盤沈下特性)	1988. 3	B5. 103頁
84	横浜市軟弱地盤層調査報告書(縦断面地質柱状図, 水準点変動図集)	1988. 3	B5. 162頁
85	植樹帯による歩道環境改善効果に関する調査研究 －横浜市磯子区産業道路沿道植樹帯設置事業のケーススタディー－	1988. 3	B5. 148頁
86	第12回公害セミナー公募作品集 調べてみよう身近な環境－水・みどり・まち…－	1988. 11	B5. 133頁
87	横浜市公害研究所報第13号	1989. 3	B5. 210頁
88	水域生物指標に関する研究報告	1989. 3	B5. 348頁
89	浮遊粉じんの発生源推定に関する調査報告書	1989. 3	B5. 195頁
90	第12回公害セミナー会議録 調べてみよう, 身近な環境－水, みどり, まち…－	1989. 3	B5. 39頁
91	魚の死亡事故の原因究明に関する研究報告書	1989. 3	B5. 125頁
92	第13回公害セミナー公募作品集 調べてみよう身近な環境－水・みどり・まち…－	1989. 12	B5. 137頁
93	横浜市公害研究所報第14号	1990. 3	B5. 212頁
94	円海山・港北ニュータウン地区生態調査報告書・第3報	1990. 3	B5. 166頁
95	第14回環境セミナー公募作品集 調べてみよう身近な環境－水・みどり・まち…－	1990. 11	B5. 102頁
96	横浜市公害研究所報第15号	1991. 3	B5. 226頁
97	自然観察ワークシート～横浜の都市自然を調べる～	1991. 3	B5. 115頁
98	トンボ生息環境づくり調査報告書	1991. 3	B5. 210頁
99	第15回環境セミナー公募作品集 調べてみよう身近な環境－水・みどり・まち…－	1991. 11	B5. 174頁
環境研資料 No. 100	横浜市環境科学研究所報第16号	1992. 3	B5. 164頁
101	環境科学研究所業務案内リーフレット	1992. 2	B5. 4頁
102	横浜港の水質・底質汚濁に関する調査報告書	1992. 3	B5. 133頁
103	第16回環境セミナー公募作品集 調べてみよう身近な環境－水・みどり・まち…－	1992. 12	B5. 108頁
104	横浜市環境科学研究所報第17号	1993. 3	B5. 232頁
105	横浜市の陸域生物による環境モニタリング調査報告書	1993. 3	B5. 77頁
106	鶴見川・帷子川水系生態調査報告書	1993. 3	B5. 268頁
107	酸性雨に関する調査研究報告書	1993. 3	B5. 218頁
108	第17回環境セミナー公募作品集 調べてみよう身近な環境－水・みどり・まち…－	1993. 12	A4. 105頁
109	横浜市環境科学研究所報第18号	1994. 3	A4. 164頁
110	エコロジカル・ライフスタイルの政策科学的研究	1994. 3	A4. 118頁
111	キショウブによる水質浄化法－実験報告書－	1994. 3	A4. 121頁
112	第18回環境セミナー公募作品集 調べてみよう身近な環境－水・みどり・まち…－	1994. 12	A4. 71頁
113	エコロジカル・ライフスタイルの政策科学的研究 パートII	1994. 12	A4. 175頁
114	横浜市環境科学研究所報第19号	1995. 3	A4. 153頁
115	横浜市民の音環境に関する意識調査	1995. 3	A4. 136頁
116	横浜港, 生物と環境の変遷－底質柱状試料中の生物化石調査－	1995. 3	A4. 87頁
117	東京湾の富栄養化に関する調査報告書	1995. 3	A4. 133頁
118	第2回陸域生物による環境モニタリング調査	1995. 3	A4. 55頁
119	第19回環境セミナー公募作品集 調べてみよう身近な環境－水・みどり・まち…－	1995. 12	A4. 117頁
120	横浜市環境科学研究所報第20号	1996. 3	A4. 83頁
121	エコロジカルライフスタイルの政策科学的研究(III)	1995. 3	A4. 84頁

資料番号	件名	発行年月	体裁等
環境研資料			
No. 122	多環芳香族炭化水素（PAHs）に関する調査研究報告書	1996. 3	A4. 130 頁
123	大岡川・境川水系生態調査報告書	1996. 3	A4. 200 頁
124	横浜の酸性雨 ーよりよい環境をめざしてー	1996. 6	A4. 6 頁
125	酸性雨のはなし	1996. 12	A4. 8 頁
126	第 20 回環境セミナー公募作品集 調べてみよう身近な環境ー水・みどり・まちー	1996. 12	A4. 91 頁
127	横浜市環境科学研究所報第 21 号	1997. 3	A4. 141 頁
128	短期曝露用拡散型サンプラーを用いた環境大気中の NO, NO2 及び SO2 濃度の測定方法（YERI METHOD - 1996）	1997. 3	A4. 13 頁
129	酸性雨に関する調査研究報告書（II）ー酸性雨による器物影響ー	1997. 3	A4. 88 頁
130	長期曝露用拡散型サンプラーを用いた環境大気中の NO, NO2 及び SO2 濃度の測定方法（YERI METHOD - 1997-1）	1997. 7	A4.
131	有害大気汚染物質の沿道実態調査報告書 ー環境庁委託報告書ー	1996. 3	A4. 60 頁
132	第 21 回環境セミナー公募作品集 調べてみよう身近な環境ー水・みどり・まち・・・ー	1997. 1	A4. 109 頁
133	横浜市環境科学研究所報第 22 号	1998. 3	A4. 115 頁
134	第 22 回環境セミナー公募作品集 調べてみよう身近な環境ー水・みどり・まち・・・ー	1999. 1	A4. 104 頁
135	酸性雨に関する調査研究報告書（II） ー酸性雨による器物影響ー（改訂版）	1998. 12	A4. 142 頁
136	横浜市環境科学研究所報第 23 号	1999. 3	A4. 65 頁
137	エコシティ研究報告書	1999. 3	A4. 頁
138	第 23 回環境セミナー公募作品集 調べてみよう身近な環境ー水・みどり・まち・・・ー	2000. 1	A4. 76 頁
139	横浜市環境科学研究所報第 24 号	2000. 3	A4. 116 頁
140	揮発性有機塩素化合物による地下水汚染に関する調査研究報告書	2000. 3	A4. 98 頁
141	第 24 回環境セミナー公募作品集 調べてみよう身近な環境ー水・みどり・まち・・・ー	2001. 1	A4. 112 頁
142	横浜市環境科学研究所報第 25 号	2001. 3	A4. 110 頁
143	新騒音化技術の適用研究	2001. 3	A4. 66 頁
144	第 25 回環境セミナー公募作品集 調べてみよう身近な環境ー水・みどり・まち・・・ー	2002. 1	A4. 135 頁
145	横浜市環境科学研究所報第 26 号	2002. 3	A4. 192 頁
146	横浜型エコシティ研究報告書 花鳥風月のまちづくり	2002. 3	A4. 118 頁
147	第 26 回環境セミナー公募作品集 調べてみよう身近な環境ー水・みどり・まち・・・ー	2003. 1	A4. 141 頁
148	横浜市環境科学研究所報第 27 号	2003. 3	A4. 90 頁
149	環境ホルモンに関する環境調査報告書 横浜市地盤環境調査報告書（ボーリング柱状図集、地質断面図・土質試験データ・地下水位観測データ集、ボーリング調査位置及び軟弱地盤分布図、地形地質図）	2003. 3	A4. 550 頁 A4. 243 頁 A0. 2 枚
150	第 27 回環境セミナー公募作品集 調べてみよう身近な環境ー水・みどり・まち・・・ー	2004. 2	A4. 114 頁
151	横浜市環境科学研究所報第 28 号	2004. 3	A4. 87 頁
152	第 28 回環境セミナー公募作品集 調べてみよう身近な環境ー水・みどり・まち・・・ー	2005. 2	A4. 141 頁
153	横浜市環境科学研究所報第 29 号	2005. 3	A4. 153 頁
154	横浜市環境科学研究所報第 30 号	2006. 3	A4. 86 頁
155	第 1 回子どもエコフォーラム公募作品集 ーつなごう!広げよう!環境を守る力ー	2006. 2	A4. 83 頁
156	第 2 回子どもエコフォーラム公募作品集 ーつなごう!広げよう!環境を守る力ー	2007. 2	A4. 72 頁
157	横浜市環境科学研究所報第 31 号	2007. 3	A4. 155 頁
158	横浜市環境科学研究所報第 32 号	2008. 3	A4. 150 頁

資料番号	件名	発行年月	体裁等
環境研資料 No. 159	第3回子どもエコフォーラム公募作品集 一つなごう!広げよう!環境を守るカー	2008. 2	A4. 49頁
160	第4回子どもエコフォーラム公募作品集 一つなごう!広げよう!環境を守るカー	2009. 2	A4. 50頁
161	横浜市環境科学研究所報第33号	2009. 3	A4. 116頁
162	横浜の源流域環境	2009. 3	A4. 140頁
163	第5回子どもエコフォーラム公募作品集 一つなごう!広げよう!環境を守るカー	2010. 2	A4. 56頁
164	第6回子どもエコフォーラム公募作品集 一つなごう!広げよう!環境を守るカー	2011. 2	A4. 45頁

◆ 電子資料 (電子ファイルのみ <http://www.city.yokohama.lg.jp/kankyo/mamoru/kenkyu/shiryo/pub/>)

資料番号	件名	発行年月	体裁等
D 1	短期暴露用拡散型サンプラーを用いた環境大気中のNO、NO ₂ 、SO ₂ 、O ₃ およびNH ₃ 濃度の測定方法 (マニュアル)	2010. 8	PDF 0.48MB A4. 21p
5	平潟湾の干潟域の生物相調査 (平成9年度～平成15年度の経年変化) 総括報告書	2005. 3	PDF 8.98MB A4. 95p
6	横浜の川と海の生物 (第11報・海域編)	2007. 3	PDF 13.3MB A4. 120p
	横浜の川と海の生物 (第11報・海域編) 概要版	2007. 3	PDF 2.50MB 34p
8	地球観測衛星データを利用した東京湾の水質モニタリング手法開発に関する共同研究 成果報告書	2001. 7	PDF 5.87MB A4. 88p
9	横浜の源流域環境 概要版	2009. 3	PDF 1.24MB A4. 12p
10	横浜の川と海の生物 (第12報・河川編)	2009. 2	PDF 29.3MB A4. 164p
	横浜の川と海の生物 (第12報・河川編) 概要版	2009. 2	PDF 3.92MB A4. 33p
11	横浜の川と海の生物 (第12報・海域編)	2010. 3	PDF 22.3MB A4. 188p
	横浜の川と海の生物 (第12報・海域編) 概要版	2010. 3	PDF 1.86MB A4. 19p
12	横浜市環境科学研究所報第34号	2010. 3	PDF 2.37MB A4. 88p
14	横浜市環境科学研究所報第35号	2011. 3	PDF 3.07MB A4. 63p

7. 施設見学者等一覧

日付	団体名等	内 容	人数
H122. 4. 26	局内技術講習会（分析技術勉強会）	大気環境調査概論、常時監視機器	21
H122. 4. 30	横浜国立大学教育人間科学部	ヒートアイランド、植生分布、海域環境等について	52
H122. 5. 13	局内技術講習会（分析技術勉強会）	SPM、アスベスト等について	15
H22. 6. 1	京都市立蜂ヶ岡中学校	業務概要と施設見学	59
H22. 6. 3	横浜市医師会看護専門学校	横浜市の環境の現状と汚染対策	46
H22. 6. 16	滝頭小学校生徒、一般市民	施設公開（業務概要、化学物質、ヒートアイランド等）	98
H22. 6. 18	横浜市立大学 国際総合科学部	業務概要、海域生物、GISによる植生の変遷等	23
H22. 7. 16	滝頭小学校生徒	業務概要、生徒の質問回答等	13
H22. 10. 27	市民活動団体（お父さんの井戸端会議）	ヒートアイランド、川と海の生物等について	9
H22. 11. 25	県立深沢高等学校生	業務概要、ヒートアイランド、海の生物等について	5
H23. 1. 28	市立岡村中学校職業体験学習	身のまわりの化学物質、水生生物等について	6
H23. 2. 2	戸塚区役所 改革推進委員会	業務概要、施設見学、ヒートアイランド、海づくり事	6
合計			353

8. 環境教室等講師派遣一覧

日付	団体名等	内 容	人数
H22. 6. 4	第34回 環境・公害合同研究発表会	G I Sを活用した横浜の植生の変遷、横浜市内河川におけるアユの分布と繁殖状況	156
H22. 6. 4	出前講座（丸山台小学校 5年）	昔のようなきれいな海をつくろう	77
H22. 6. 5	市民創発・環境行動フォーラム	きれいな海づくり、ヒートアイランド現象	90
H22. 6. 6	市民創発・環境行動フォーラム	きれいな海づくり、ヒートアイランド現象	50
H22. 7. 19	保土ヶ谷宿松並木プラザ水辺愛護会	今井川の水質について、簡易測定を用いた調査	20
H22. 7. 25	戸塚区役所 観察会	阿久和川における生物調査	100
H22. 7. 29	NPO法人未来に残そう青い海	環境学習会「横浜の街・緑を考えよう」	30
H22. 7. 30	磯子小学校サマースクール	鉱物から環境を考える	53
H22. 7. 30	磯子小学校サマースクール	よこはまの貝殻たち	15
H22. 8. 2	栄区いたち川生きもの観察会	魚・水生生物の観察、水質試験	42
H22. 8. 6	栄第一水再生センター 環境学習会	きれいな海づくりのお話	50
H22. 8. 7	横浜八景島シーパラダイス 学習会	きれいな海づくりのお話	20
H22. 8. 8	横浜八景島シーパラダイス 学習会	きれいな海づくりのお話	20
H22. 8. 18	「子どもアドベンチャー2010」	横浜がだんだんと暑くなっているんだ	752
H22. 8. 19	「子どもアドベンチャー2010」	水の性質を調べよう（パックテスト、クロマト分離等）	453
H22. 9. 2	出前講座（六つ川台小学校 4年）	ヒートアイランド現象と壁面緑化	54
H22. 9. 8	出前講座（石川小学校 4年）	ヒートアイランド現象と壁面緑化	71
H22. 9. 9	出前講座（日枝小学校 4年）	ヒートアイランド現象と壁面緑化	31
H22. 9. 22	出前講座（茅ヶ崎台小学校 5年）	ヒートアイランド現象と壁面緑化	107
H22. 10. 22	出前講座（東汲沢小学校 4, 5, 6年）	昔のようなきれいな海をつくろう	65
H22. 10. 25	出前講座（中尾小学校 5年）	空気のごれはどこから？	74
H22. 10. 26	出前講座（綱島小学校 6年）	ヒートアイランド現象と壁面緑化	32
H22. 11. 9	出前講座（浦島丘中学校 1年）	生物多様性って何？	17
H22. 12. 5	いそごどもエコフェスタ2010	横浜市のヒートアイランド対策と調査	1200
H22. 12. 14	出前講座（港南台第三小学校 6年）	ヒートアイランド現象と壁面緑化	57
H22. 12. 16	出前講座（深谷台小学校 5年）	ヒートアイランド現象と壁面緑化	46
H23. 1. 19	鶴見区小学校理科教育研修会	化学物質と水の中の生き物、空気のごれ	45

日付	団体名等	内 容	人数
H23. 2. 25	出前講座（西前小学校 6年）	昔のようなきれいな海をつくろう	70
H23. 3. 4	出前講座（笹野台小学校 5年）	ヒートアイランド現象と壁面緑化	101
H23. 3. 5	海上保安庁 海洋環境ボランティア	きれいな海づくりのお話	15
H23. 3. 10	神奈川県環境科学センター	ECDガスクロによるPCB分析についての研修	2

◇編集後記◇

ここに、横浜市環境科学研究所報第36号を無事とりまとめることができました。掲載した研究成果が環境の保全や創造に貢献することを期待しながら、原稿の編集を行いました。

多様化する環境問題に対応し研究成果を効果的に環境施策につなげていくためには、社会現象に対応した時機を得た調査研究が求められています。一方、現在の環境問題を考えるときに、永年にわたり積み上げてきた環境情報が貴重な財産となっていることも改めて認識することができました。

平成23年3月11日に発生した東日本大震災による放射能問題に対して、環境科学研究所では空間線量の測定を24時間体制で行い、市民に公表してきました。これは、永年にわたり積み上げてきた環境情報を活用し、社会現象に対応した時宜を得た調査であると思います。今後、詳細な調査結果が所報に掲載されることを期待しております。

今後とも、環境科学研究所の研究成果を伝える手段として所報の充実を図り、積極的に情報発信を行い、皆さんが活用して下さる所報を編集していきたいと考えております。

所報第36号編集委員会

蓮野 智久

井上 智

小市 佳延

酒井 学

佐俣 満夫

高野 達則

渾川 直子

前田 裕行

横浜市環境科学研究所報・第36号

2012年3月

編集・発行 横浜市環境科学研究所

〒235-0012 横浜市磯子区滝頭 1-2-15

電話 045-752-2605

FAX 045-752-2609

<http://www.city.yokohama.jp/me/kankyou/mamoru/kenkyu/>