

環境研資料
-------

No. 201
---------

# 横浜市環境科学研究所報

第 45 号

ANNUAL REPORT OF  
YOKOHAMA ENVIRONMENTAL SCIENCE  
RESEARCH INSTITUTE  
No.45

2021年3月

横浜市環境科学研究所

YOKOHAMA ENVIRONMENTAL SCIENCE RESEARCH INSTITUTE

## はじめに

横浜市環境科学研究所は、昭和 51 年（1976 年）に公害研究所として磯子区滝頭に設置され、今年で 45 年の歴史を迎えます。

この間は、平成 3 年（1991 年）に環境科学研究所に改称、平成 27 年（2015 年）に神奈川区恵比須町に移転し現在に至ります。昭和、平成、令和と時代を経て、名称や所在地だけでなく、求められる役割も、公害対策から、身近な緑など自然環境の保全や生活環境の保全へと変わってきました。

環境科学研究所という組織も、生命と同じように「分解」と「合成」を繰り返す「動的平衡」であると思います。私たち人間の体では、止まることなく自らを壊し造りながら変わっています。環境科学研究所も、自身を絶えず変化しながら求められる役割を担うように努めてきました。今後も同様です。

横浜市環境科学研究所規則第 1 条には、「環境保全等に関する総合的かつ科学的な調査研究及び技術開発を行い、市民の健康の保護並びに生活環境の保全及び改善を図るため、環境創造局政策調整部に横浜市環境科学研究所を置く。」とあり、平成 27 年（2015 年）の国の中央環境審議会答申では、「地方環境研究所は地域の実情を熟知し、地域に根ざした研究・技術開発の重要な担い手であり、地域の環境問題の解決において大きな役割を果たす主体である。」とされています。

このような目的を達成するために、当研究所は四つの役割を担っています。

- ① 法令・条例等に基づく環境測定
- ② 安全・安心な生活環境の確保に向けた調査
- ③ 新たな懸念事項に関する測定・調査
- ④ 科学的根拠に基づく施策立案に向けた提言・課題解決支援

市民の皆様の身近な生活環境から広域的な環境問題について、広く試験検査・調査研究を行い、その知見を各部署との連携を行い本市の各種計画・施策や新たな懸念事項への対策などに活用するとともに、市民の安全・安心の確保に向けて今後も積極的に情報発信していきます。また、国や他都市の研究所だけでなく、事業者や大学など多様な主体と情報交換や共同研究などについて引き続き推進していきます。

今回、平成 31 年度（令和元年度、2019 年度）の試験検査・調査研究の成果をとりまとめました。皆様方に御高覧いただき、御指導、御鞭撻いただければ幸いです。

2021 年 3 月

横浜市環境科学研究所長  
百瀬 英雄



## 目次

### はじめに

#### I 業務報告編

業務報告	1
研究概要	2

#### II 調査研究編

##### 報文

・GISを用いた横浜市の地盤沈下に関する調査研究	8
・横浜市内のマイクロプラスチック調査（第5報） -市内河川のマイクロプラスチック調査-	13
・横浜市内のマイクロプラスチック調査（第6報） -野島海岸のマイクロプラスチック漂着量のモニタリング-	21
・市民協働による生物調査“こども「いきいき」生き物調査” -2013年度から2019年度の調査結果のまとめと活用事例-	31
・横浜市内の池における魚類・甲殻類（十脚目）相の調査結果（第3報）	37
・日陰を活用したミストの冷却効果についての検証	50
・水質試料中のフタル酸ジメチル、フタル酸ジエチル、 フタル酸ジイソブチルの分析について	58
・横浜市鶴見川におけるカルバマゼピン、カフェイン、 ケトプロフェンの分析	64
・短報 横浜市におけるクマノカワモズク属 <i>Kumanoa</i> sp.（紅藻植物門）の記録	69

#### III 資料編

1 人員及び組織	75
2 主要機器一覧表	76
3 学会等研究発表	77
4 雑誌等投稿	78
5 記者発表一覧	79
6 環境科学研究所発行資料目録	80
7 施設見学者等一覧	86
8 講師派遣一覧	86
9 イベント出展等一覧	86

編集後記	87
------	----

# 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、1976年4月に横浜市公害研究所として設立され、1991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。

1998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、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。

2005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。

2009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。

2011年4月には、環境科学研究所は組織再編のため、環境創造局企画部から環境創造局政策調整部に名称変更し、下水道技術開発担当は下水道計画調整部下水道事業推進課に再編されました。

2015年4月には、設立時から使用してきた研究所施設の老朽化に伴い、磯子区滝頭から神奈川区恵比須町の民間賃貸施設に移転しました。

### 2 試験検査業務

2019年度の試験検査業務の概要は次のとおりです。

- ◇事業所排水等の試験検査
- ◇有害大気汚染物質モニタリング調査
- ◇VOC(揮発性有機化合物)調査
- ◇アスベストモニタリング調査
- ◇PM2.5(浮遊粒子状物質)調査
- ◇酸性雨モニタリング調査
- ◇化学物質の環境リスクに関する調査研究
- ◇ダイオキシン類モニタリング調査
- ◇放射能測定
- ◇マイクロプラスチック調査

### 3 調査研究業務

2019年度の調査研究業務の概要は次のとおりです。

- ◇都市の暑さ対策調査研究
- ◇地盤環境の研究および環境情報提供事業
- ◇生物多様性横浜行動計画推進事業
  - ・河川域の生物生息状況モニタリング調査
  - ・陸域の生物生息状況モニタリング調査
  - ・市内全域における小学生生き物調査
  - ・生物環境情報整備事業

- ・河川の多自然型水・緑整備事業による事業効果に関する研究

◇豊かな海づくり

- ・山下公園前海域の生物生息環境の改善等

## 4 環境教育活動

### 4-1 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報告などを発表する「第15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、2005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することを目的として、教育委員会指導企画課と共催で実施しています。

2015年度からは横浜市資源リサイクル事業協同組合主催の「環境未来都市・環境絵日記展」の中で「ステージ発表」と「ブース展示」を実施することとし、市内小中学校の児童生徒が身近な環境に関する発表やポスター展示を行っています。

期 日/2019年12月8日(日)

会 場/横浜港大さん橋国際客船ターミナル

大さん橋ホール

内 容/ステージ発表(3校)、ポスター発表(3校)

参加児童・生徒数/約60人

### 4-2 第43回 環境研究合同発表会

横浜市環境科学研究所、神奈川県環境科学センター及び川崎市環境総合研究所で組織する神奈川県環境研究機関協議会主催による「第43回 環境研究合同発表会」を開催しました。

環境科学研究所からは、「市内河川におけるアユの遡上分布」及び「横浜市のマイクロプラスチック調査」の研究発表を行いました。

期 日/2019年6月19日(水)

会 場/横浜市開港記念会館 講堂

内 容/研究発表(6編)、

特別講演:「プラスチックの資源循環の動向と今後の取組」

田崎 智宏 氏

(国立研究開発法人 国立環境研究所

資源循環・廃棄物研究センター 循環型社会システム研究室 室長)

参加者/192人

### 4-3 施設見学、出前講座等

「夏休み子ども環境科学教室」(子どもアドベンチャー2019)を8月に開催し、市民の皆様にも研究所の業務内容や横浜の環境などを紹介することができました。

また、随時、学校や市民団体等の施設見学を受け入れ、研究業務、研究所施設の紹介を行いました。区役所、学校、市民団体等からの依頼を受けて、出前講座や自然観察会等への講師派遣も行いました。

## 研究概要

事業名

### 試験検査・環境危機管理対策

#### 1. 事業所排水等の試験検査

[目的]

安全で豊かな水辺環境の維持・回復のため、規制部局と連携し水質汚濁の防止に関する試験・検査を行う。

[方法]

- ・規制指導に必要な事業所排水の試験・検査を行う。
- ・ゴルフ場の農薬調査を行う。
- ・汚染井戸及びその周辺地域における水質調査を行う。
- ・事故検体等緊急時の対応を行う。
- ・外部精度管理調査へ参加する。

[結果]

2019年度の試験・検査実績は次の表のとおり。

事故検体としては、河川の白濁、油浮遊事故、魚浮上事故等があった。

外部精度管理調査（水質：フェニトロチオン、シマジン、クロチアニジン）に参加した。

内 容	検体数
事業所等排水検査	376
ゴルフ場農薬調査	10
汚染井戸調査	42
事故検体（生物試験検体含）	26
外部精度管理試料	3

#### 2. 有害大気汚染物質モニタリング調査

[目的]

大気汚染防止法で規定される有害大気汚染物質の排出を抑制するため、大気環境の測定を実施する。

[方法]

- ・有害大気汚染物質（14物質）について月1回3地点（鶴見区潮田交流プラザ、中区本牧、戸塚区矢沢交差点）で測定する（県下一斉）。

[結果]

- ・有害大気汚染物質の測定結果は環境省へ報告し、ホームページ（環境省、環境監視センター）で公表した。

#### 3. VOC（揮発性有機化合物）調査（東京都環境科学研究所、千葉市環境保健研究所との共同）

[目的]

光化学オキシダント及びPM2.5の原因物質となるVOCの大気環境濃度の把握を行う。

[方法]

- ・3～8月にかけて月1回東京湾岸地域において6～15時のVOC大気環境中濃度推移をみる。

[結果]

- ・アルケンの主要発生源は川崎市沿岸部に存在する可能性が示唆された。
- ・横浜における大気中のVOC濃度は固定発生源の影響を強く受けている可能性が示唆された。

#### 4. アスベストモニタリング調査

[目的]

市内一般大気環境中のアスベスト濃度の定期的モニタリングを継続し、市民への迅速な情報提供を行う。  
横浜市所管公共建築物のアスベスト含有調査等を行い、被害を未然に防ぐ。

[方法]

- ・市内6区6地点で一般大気環境中のアスベスト濃度調査を年4回行う。
- ・庁内からの依頼に基づき、横浜市所管公共建築物のアスベスト含有調査、及び建築物の解体工事等に係るアスベスト濃度測定を行う。

[結果]

- ・一般環境について、年間を通じて、全調査地点のアスベスト濃度は、10本/L（\*）を大幅に下回っていた。  
（\*）WHOの環境保健クライテリアによると「世界都市部の一般環境中のアスベスト濃度は1本から10本程度であり、この程度であれば健康リスクは検出できないほど低い」とされている。
- ・横浜市所管公共建築物のアスベスト含有調査を行った（18検体）。
- ・建築物の解体工事等に係るアスベスト濃度測定を行った（6検体）。

## 5. PM2.5（浮遊粒子状物質）調査

### [目的]

PM2.5の実態について、広域連携して調査し、対策の検討に必要な情報を環境規制部局へ提供する。

### [方法]

- ・神奈川県公害防止推進協議会 PM2.5 等対策検討部会（推進協 PM2.5 等対策検討部会）として、アンモニア調査を共同で行う。
- ・関東地方大気環境対策推進連絡会浮遊粒子状物質調査会議（関東 PM 調査会議）においては、参加 17 都県市で成分分析期間及び高濃度事象発生期間の解析を行う。

### [結果]

- ・推進協 PM2.5 等対策検討部会において、2018 年度調査結果の取りまとめを行った。
- ・関東 PM 調査会議において、各自治体の分析結果（冬季高濃度事象）の解析を分担し報告書を作成した。

## 6. 酸性雨モニタリング調査

### [目的]

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る。そこで、酸性雨のモニタリングを継続して現状の把握を行うとともに、基礎的な環境データとして蓄積を行う。

### [方法]

- ・横浜市神奈川区（環境科学研究所屋上）にて採取した雨水の pH と電気伝導度（EC）を測定する。  
採取日は下記のとおり（4～6 週間ごと）。  
2019 年 4 月 1 日、5 月 7 日、6 月 3 日、7 月 1 日、7 月 29 日、9 月 9 日、10 月 7 日、11 月 5 日、12 月 2 日  
2020 年 1 月 14 日、2 月 10 日、3 月 9 日、3 月 30 日

### [結果]

- ・2019 年度に環境科学研究所屋上にて採取した雨水の pH は 4.87～5.67、EC は 7.09～54.9 uS/cm であった。

## 7. 化学物質の環境リスクに関する調査研究

### [目的]

未規制や残留性の高い化学物質の環境実態を調査し、環境汚染の未然防止や環境影響評価の基礎資料を得る。

### [方法]

環境省が実施する化学物質環境実態調査（具体的には以下の取組）に参加する。

- ・分析法開発（水質試料中のフタル酸エステル類の分析法開発）
- ・初期・詳細環境調査（水質（鶴見川及び横浜港）、底質（横浜港）、大気（神奈川区））
- ・モニタリング調査（水質（横浜港）、底質（横浜港）、生物（横浜港・ムラサキガイ）、大気（神奈川区））

### [結果]

- ・水質試料中のフタル酸ジメチル(DMP)、フタル酸ジエチル(DEP)及びフタル酸ジイソブチル(DiBP)の一斉分析法について検討を行った。水質試料 100 mL にサロゲート内標準物質を添加し、ガスクロマトグラフ質量分析装置で測定する方法により、MDL(測定方法の検出下限値)などの算出や添加回収試験を行い、3 物質の一斉分析が可能と考えられた。
- ・初期・詳細環境調査として、一般環境中の化学物質（水質：27 物質、底質：2 物質、大気：1 物質）を調査するための試料を採取した。また、鶴見川水質中のアジスロマイシン及び神奈川区大気中のピリジンの分析を行うとともに、分析業務に係る精度管理を行った。
- ・モニタリング調査として、一般環境中の化学物質（水質：12 物質、底質：12 物質、生物：11 物質、大気：12 物質）を調査するための試料を採取した。

## 8. ダイオキシン類モニタリング調査

### [目的]

市民の安全・安心を確保するため、ダイオキシン類対策特別措置法に基づいて、環境試料のダイオキシン類濃度をモニタリングする。

### [方法]

- ・環境大気は 6 地点を 4 季にかけて調査する。3 年ごとのローテーションで全 18 区を調査するように地点を選択する。
- ・底質は河川 6 地点と海域 6 地点を隔年で調査する。
- ・土壌は毎年異なった 10 地点を調査する。
- ・地下水は毎年 6 地点を調査する。

[結果]

2019年度の測定実績は次の表のとおり。全ての地点において環境基準値未満であった。

内 容	検体数
環境大気（4季×6地点）	24
河川底質	6
土壌	10
地下水	6

### 9. 放射能測定

[目的]

東日本大震災に起因する放射能の影響に対する市民の不安を解消し、より一層の安全・安心を確保するため、放射能測定装置を用いて、環境中の放射能濃度を測定する。

[方法]

放射能測定装置（ゲルマニウム半導体検出器）により、環境中の放射性物質を測定する。

[結果]

庁内で測定要望のあった下水汚泥焼却灰、下水流入水・処理水や横浜港内の海水などの測定を行った。

2019年度の測定実績は次の表のとおり。

内 容	検体数
下水流入水・処理水、下水汚泥焼却灰等	119
横浜港海水	24
その他	13

### 10. マイクロプラスチック調査

[目的]

施策や啓発活動への反映を見据え、市内の環境中のマイクロプラスチックの実態把握を行う。

[方法]

- 野島海岸におけるマイクロプラスチックの漂着状況（地点内変動・季節変動）の調査を行う。また、東京湾内の河川等から流出するマイクロプラスチックが湾内の潮流によって野島海岸に漂着することについて、粒子追跡シミュレーションを用いて検証する。
- 市内の4河川8地点で、河川水中のマイクロプラスチック調査を行う。
- 市街地の雨水が集まる場所で、マイクロプラスチックやプラスチック破片の調査を行う。

[結果]

- 野島海岸での調査により、漂着するマイクロプラスチック個数は調査日によって異なることが確認された。一方で、海岸内での空間変動が大きく、漂着個数を精度良く評価するためにはサンプリング数を増やすなどの工夫が必要であることが示唆された。また、シミュレーション結果より、鶴見川や市外の河川から流出するマイクロプラスチックが湾内の潮流に運ばれ、野島海岸に漂着することが示唆された。
- 河川調査により、調査地点全てで、河川水中にマイクロプラスチックが含まれていることが確認された。
- 市街地調査により、市街地で既にプラスチック製品が細片化し、マイクロプラスチック・プラスチック破片になっていることが確認された。また、海岸で観察されるマイクロプラスチックと同じ種類のものがいくつか観察された。

事業名

### 都市の暑さ対策調査研究

[目的]

市内温暖化及びヒートアイランド現象の原因・対策について、科学的手法を用いた現状把握・対策手法により、熱環境を緩和し、市民の快適環境の創出などの施策への活用につなげる。

[方法]

(1) 気温観測調査

市内44地点（小学校）で気温観測を行い、横浜市内の夏季（7、8月）の気温分布図を作成する。

(2) 熱環境測定

公園・広場等において、暑さ対策による熱環境緩和効果をWBGT計等を使用して測定する。

(3) ヒートアイランド対策事業の技術支援

各区局の暑さ対策事業（緑のカーテン・駅舎屋根改修等）に対して、赤外線サーモグラフィを使用した効果測定等の技術支援を行う。

[結果]

(1) 気温観測調査

2019年夏季は、前年に比べて、梅雨明けが遅かった7月の平均気温は低かった一方で、8月の平均気温と最低気温は市内44地点全てで高くなった。また、日中は市内の北東部で高温となり、夜間は横浜港周辺が高温となるなど、過去数年と同様の傾向だった。なお、観測データは神奈川県、川崎市と情報共有している。

(2) 熱環境測定

磯子区役所前の歩道の藤棚にミストが設置されたことを受け、ミストによる暑熱緩和効果を検証するため、熱環境調査を実施した。藤棚による日陰の効果にミストの暑熱緩和効果加わることで、より暑さが緩和されていることを暑さ指数(WBGT)などにより確認した。

また、グリーンインフラを活用して再整備を行った金沢区泥亀公園で熱環境調査を実施したところ、芝生の導入によって地表面温度が低下していた。

そのほか、日産スタジアム東ゲート前広場にて、フラクタル日除けとドライミストを組み合わせた暑熱緩和効果の検証を行ったところ、日除け単体よりも日除けとミストを組み合わせることで、より暑さの緩和が見られた。

(3) 暑さ対策事業の効果測定・技術支援

各区局の暑さ対策事業に赤外線サーモグラフィの貸出及び操作・解析方法の説明を実施した。

また、栄第一水再生センターと「気象データ補正制御による送風機の省エネ」に関する共同研究を2017年度から継続実施し、気温・湿度・気圧の観測と解析を実施し、実施の制御方法の検討に活用した。

事業名

**地盤環境の研究および環境情報提供事業**

[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、横浜市の地質や地盤構造、地下水に関する調査研究を行う。

[方法]

- ・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

[結果]

- ・2019年度に市内で実施した土質調査の報告書を集約（委託件数：27件、柱状図本数：215本）、整理した。土質調査データは市内等の依頼に基づき、情報提供（件数：59件、柱状図本数：189本）した。地盤Viewへのアクセス件数は64,858件、問合せ件数は88件だった。
- ・地盤沈下観測所（7箇所）、地下水位観測井（10箇所）のデータ回収および保守点検を行った。

事業名

**生物多様性横浜行動計画推進事業**

**1. 生物生息状況モニタリング調査 —河川域生物相調査—**

[目的]

環境に関する施策を立案、遂行、評価するための基礎資料として、市内水環境における生物生息状況調査を行う。横浜市では1973年以来3~4年毎に、市内河川および海域において生物生息状況のモニタリングを実施している。これらデータの蓄積は、横浜市の水環境における生物の変遷を記録する貴重な資料となっており、生物生息環境の変化や新しい問題点を把握するためにも重要である。

[方法]

2019年度は次の要領で夏季の河川域生物相調査を実施した。

調査地点：市内6水系の41地点（鶴見川水系、境川水系、帷子川水系、大岡川水系、侍従川水系、宮川水系）

調査項目：魚類、底生動物、付着藻類、水生植物

調査時期：夏季（7~10月）

[結果]

2018年度の冬季調査および2019年度の夏季調査の結果を合わせると、魚類60種類、底生動物207種類、付着藻類215種類、水生植物28種類が確認された。レッドリスト等掲載種は、魚類21種、底生動物9種、付着藻類6種、水生植物2種が含まれていた。外来種は、魚類23種、底生動物19種、水生植物10種が含まれていた。生物からみた水質評価の結果は、「大変きれい」30地点、「きれい」10地点、「やや汚れている」1地点、「汚れている」0地点であった。

**2. 生物生息状況モニタリング調査 —陸域生物調査—**

[目的]

市域における陸域生物生息状況について調査を行い、環境変化や地域特性による生物相の違いについて、解析・検討を行う。生物多様性に関する科学的データは、政策決定や取組の出発点、基礎となることが生物多様性国家戦略2012-2020に謳われているところであり、横浜市環境管理計画（生物多様性横浜行動計画を含む）でも調査の必要性について触れている。市内の「緑の10大拠点」「緑の10大拠点の周辺」「都市化が進む市街地」で広域に行っているモニタリング調査である。

[方法]

市内3地域（瀬谷谿窪公園・天王森泉公園・舞岡公園）において、植物、哺乳類、鳥類、爬虫類、両生類、昆虫類の調査を実施した。

[結果]

3地域全体で、植物888種、動物1,086種、合計1,974種の生物を確認した。地域間で外来種やレッドリスト等掲載種の割合に違いが見られたほか、3地域すべてにおいて確認された種、1地域のみで確認された種などが抽出され、それぞれの地域の特性が明らかとなった。

### 3. 市内全域における小学生生き物調査

[目的]

横浜市環境管理計画（生物多様性横浜行動計画を含む）では、次世代を担うこどもがメインターゲットとなっている。本調査は、市民協働の1つとして市内小学生を対象に、委託調査では難しい市内広域の生物生息状況を把握するとともに、調査の実施や結果の公表を通じて生物多様性の主流化を図る。

[方法]

市立小学校の主に5年生を対象に、生き物アンケート調査を実施した。

[結果]

小学生対象生き物アンケート調査に169校11,511名が参加した。外来種として知名度の高いタイワンリスの確認率が2013年、2016年の調査結果と比較して増加していることや、港南区、磯・区など限られた地域で見られるハッカチョウの生息状況など、貴重な情報を得ることができた。

### 4. 生物環境情報整備事業

[目的]

横浜市環境管理計画（生物多様性横浜行動計画を含む）に掲げている、生き物情報に関するデータの蓄積・活用に向け、横浜市等が実施した様々な調査について、データや報告書の収集を行い、環境に関する基礎情報として活用する。

[方法]

- ・生物モニタリングの結果のうち、河川の魚類・底生動物、海域の魚類・海岸動物に関する生息情報のデータベースを承認申請方式により提供する。
- ・環境創造局内各部署において実施された生物関連調査の報告書（委託調査結果）等について、メタデータを収集し、庁内での共有化を行う。

[結果]

生息情報データベースや報告書等メタデータは随時更新し、提供、共有化を行った。今後の生物環境情報の一元化については、国の動向（環境省「いきものログ」）を踏まえながら進める。報告書等メタデータは404件を環境省の生物多様性情報クリアリングハウスメカニズムに登録した。

### 5. 河川の多自然型水・緑整備事業による事業効果に関する研究

[目的]

多自然河川整備、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、より効果的な事業とするために、事業によって創出された環境について生物面から適切な評価を行い、新たな事業や効率的な管理に反映させるとともに、地域住民等に対して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。

[方法]

- ・市内河川6水系（鶴見川水系・帷子川水系・大岡川水系・宮川水系・侍従川水系・境川水系）においてアユの分布調査を行い、落差工、魚道等の河川構造物との関係について考察する。
- ・繁殖生態を明らかにするため、踏査によって産卵場を特定するとともに、物理的環境調査等によって産卵場選択条件を解析する。

[結果]

- ・2019年度においては、帷子川、大岡川、侍従川および境川の4水系においてアユの遡上分布を確認した。
- ・境川水系柏尾川上流域の平戸永谷川ならびに阿久和川においてアユの遡上分布が見られ、柏尾橋下流側に設置された魚道の効果を確認した。
- ・帷子川においては、道路局および市民有志による川づくり活動の効果検証として新たな調査定点を設け、生物調査を実施した。

事業名

### 「豊かな海づくり」事業

[目的]

市民が親しみを持ち、生き物が多様で浄化能力の高い海の保全・再生・創造を推進するため、市民、企業と協働での海づくりを進める。

山下公園：都心臨海部の魅力づくりとして、山下公園前面海域における環境改善に取り組み、海が身近に感じられるよう施策を進める。

野島海岸：横浜に現存する唯一の自然海浜である野島海岸において活動する市民団体等と連携し、海に関する啓発活動を進める。



[方法]

山下公園：平成 25～29 年度に実施した民間企業との共同研究において設置した生物付着基盤について、引き続き夏季のモニタリング調査を実施し、生物相や水質浄化能力、基盤の状況等を確認して順応的管理手法による評価を行う。さらに、毎年横浜で開催されている世界トライアスロンシリーズ横浜大会関連イベントに出展し、市民に対して横浜の海への関心・環境意識向上のための普及啓発を実施する。

野島海岸：市民団体が主催する市民と野島海岸を学ぶためのイベントに出展し、横浜の海への関心・環境意識向上のための普及啓発を実施する。

[結果]

山下公園：共同研究終了後も魚類、ナマコ、二枚貝、ゴカイ、ホヤなどの生物種や基盤の安定性が確認できた。また、濾過性の生物による濾水量の算定で、水質浄化能力の定量化を行い、順応的管理手法の基礎資料とすることができた。また、世界トライアスロンシリーズ横浜大会関連イベントへの出展を行った。

野島海岸：市民団体が主催するイベントへ出展し、野島海岸に生息する二枚貝による水質浄化実験、海づくり事業のアピール及び横浜の海の生き物について知るきっかけとなるような工作を行うなど、身近な海に興味を持ってもらえるような取組を実施した。

## Ⅱ 調 査 研 究 編

# GISを用いた横浜市の地盤沈下に関する調査研究

## -水準点成果による地盤沈下の経緯-

小林 健、川上 進（横浜市環境科学研究所）

### Study of Land Subsidence in Yokohama using GIS

Ken Kobayashi, Susumu Kawakami  
(Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：地盤沈下、水準点、軟弱地盤、GIS

#### 要 旨

横浜市における地盤沈下の経緯を面的に捉えるため、過去58年間の水準点成果をGISに取り込み沈下状況を視覚化した。これにより、本市における地盤沈下の大きさと、地域的な傾向を時間の経過とともに把握することができた。また、過去に作成された軟弱地盤分布図や地盤沈下対策指導要綱における掘削工事特定地域図等の紙資料をGIS上で重ね合わせ、地盤沈下との関係について確認した。その結果、軟弱地盤分布図については大きな沈下位置と整合し、その精度が検証できた。更に視覚化により地盤変動の顕著な地域が明確となり、その原因と背景を確認するにあたり、地盤沈下が地質状況のみならず、都市化が進む中での経済活動と密接に関係することが、改めて確認された。

#### 1. はじめに

地盤沈下は過剰な地下水採取や地下掘削工事における地下水排除により生じるとされている。横浜市では過去に年間最大26.3cmの沈下が報告された記録もあり<sup>1)</sup>、生活環境への影響が懸念される環境問題の一つである。

この現象は、水準点成果による地表面の高低差により確認されるが、横浜市においては1959年より水準測量を実施しており、現在まで約830地点で観測を行っている。

観測結果は、通常、観測数値、位置図及び各観測点の地盤沈下を表す折線グラフを用いて報告されるが、代表的な沈下地点のデータである場合が多く、観測位置図とグラフの双方を確認する必要があるため市域全体の面的な変動が捉えにくい(図1)。

そこで今回、地盤変動を面的に把握するため1959年から2017年まで過去58年間の全水準点成果をGISに取り込み、市域全体における沈下の経緯を視覚化した。

また、本市では過去に公共事業におけるボーリング調査資料から軟弱地盤分布図や、地下掘削工事による沈下対策指導用の特定地域図等を作成しているが、これらを統合することにより地盤沈下との関連を検証した。

#### 2. 方法

##### 2-1 データベースの作成

水準点成果は、毎年1月1日の標高値として与えられ、これにより一年あたりの地盤変動値が得られる。データベース作成にあたっては、明らかに異常と思われるデータについて、横浜市地盤沈下調査報告書(昭和48~平成26)<sup>2)</sup>にて年間最大沈下量を確認し、これを超える値を異常値として除外した。次に、水準点成果には座標データがないため、国土地理院の「地理院マップシート」を

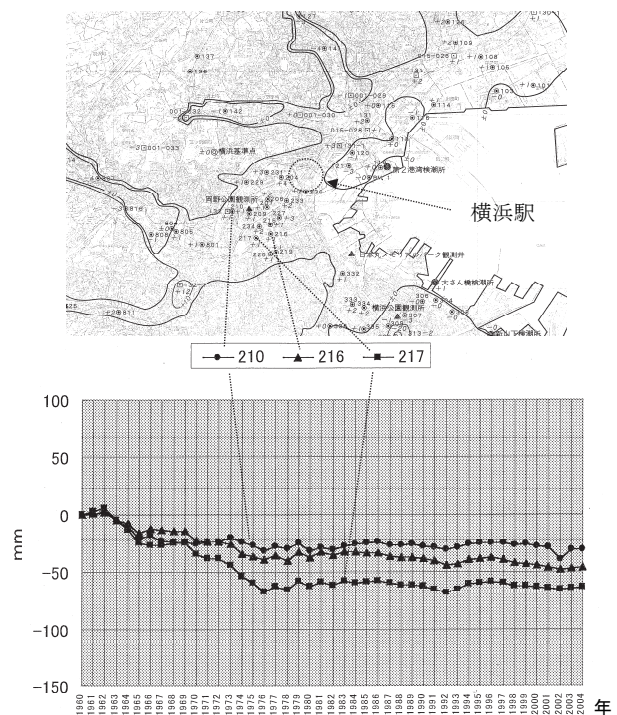


図1 水準点位置図と経年変化グラフ例

用いて、観測点の所在地より位置データを取得した。

この座標データと水準点位置を示す「点の記」を比較すると、「点の記」では土地区画の端部にあるものが、取得座標ではその中心位置に表示されるなど、多少の差異も認められたが、「点の記」が保存されていないものも多いことから取得座標の値をそのまま採用した。GISにはオープンソフトウェアであるQGISを使用し、3Dを表示するため「Qgis2threejs」等のプラグインを

追加した。GISによる水準点位置図を図2に示す。

## 2-2 紙資料の電子化

軟弱地盤分布図、掘削工事特定地域図などの紙資料は電子化のためスキャンした後、ジオリファレンサープラ

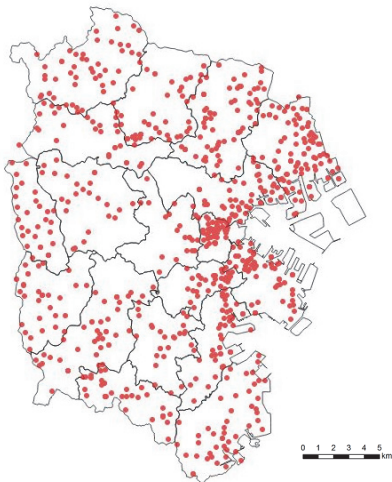


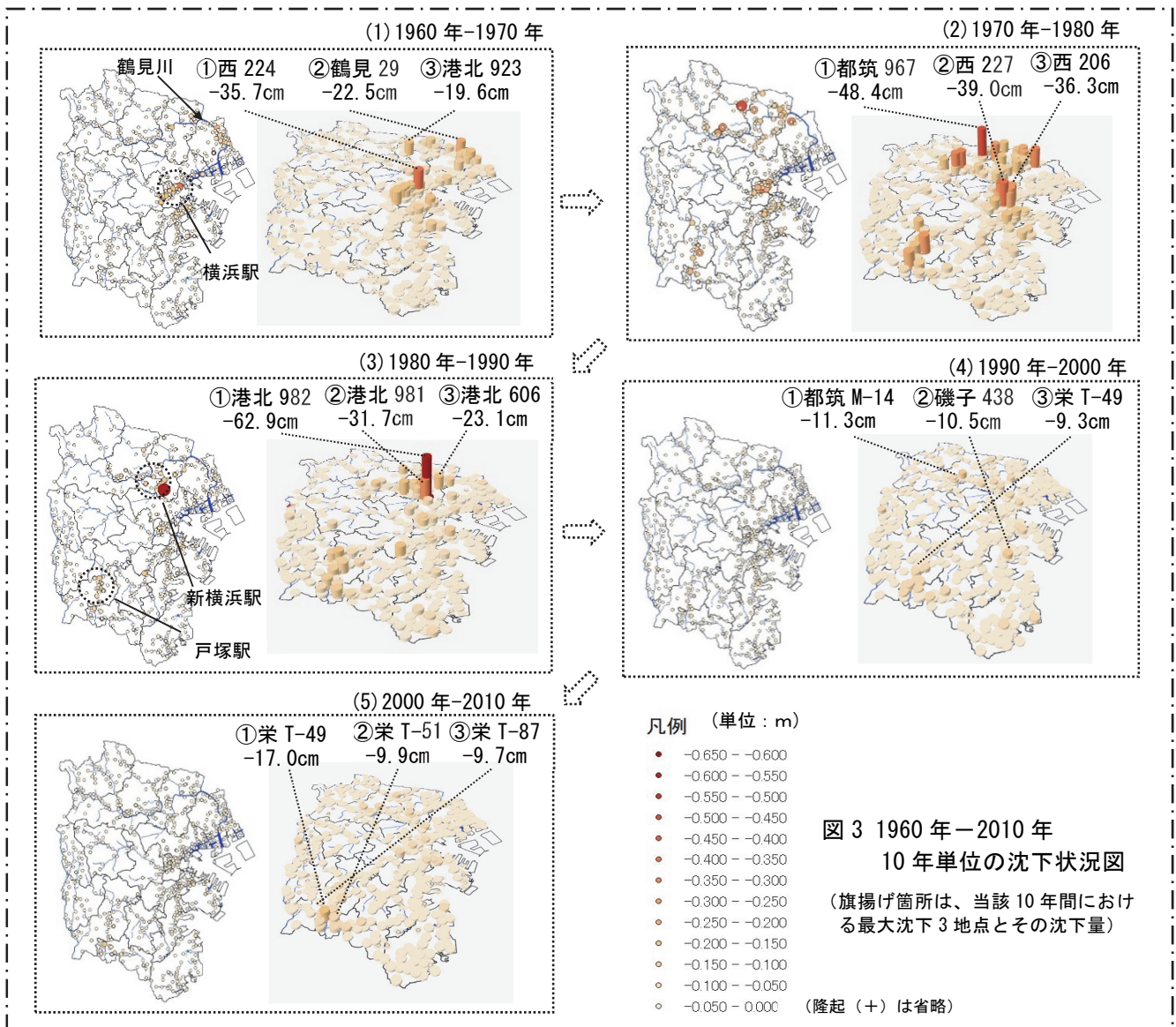
図2 水準点位置図  
(座標取得:「地理院マップシート」)

グインのヘルマート変換により位置を調整しGISに追加した<sup>3)</sup>。また、標高を与えるため、国土地理院の基盤地図情報数値標高モデルデータを使用した。

## 3. 結果および考察

### 3-1 地盤沈下の経緯

1960年から2010年まで、10年単位における地盤沈下の変遷を図3に示す。図中には当該10年間における最大沈下3地点とその沈下量を併せて示す。観測開始から1970年までの10年間では、本市の地盤沈下は横浜駅周辺及び鶴見川の下流域で発生している。1960年代より横浜駅前では商業ビル、地下商店街が開設され繁華街として急成長し、1970年代には周辺に広がる駅前再開発が更に進んだ。当該地域は1960年から1970年、1980年までの各10年間で30cm以上の沈下を記録している(図3(1)①西224、図3(2)②西227、③西206)。この沈下については、原因を調査した結果、急速かつ広範囲で行われたビル、地下街等建設工事に伴い、大量に地下水が排除されたことによるものとされた。そこで横浜市では1975年に「横浜駅周辺地盤沈下対策指導要綱」を制定し、以降一定規模以上の掘削工事に対し、施工内容の確認や指導を行った。





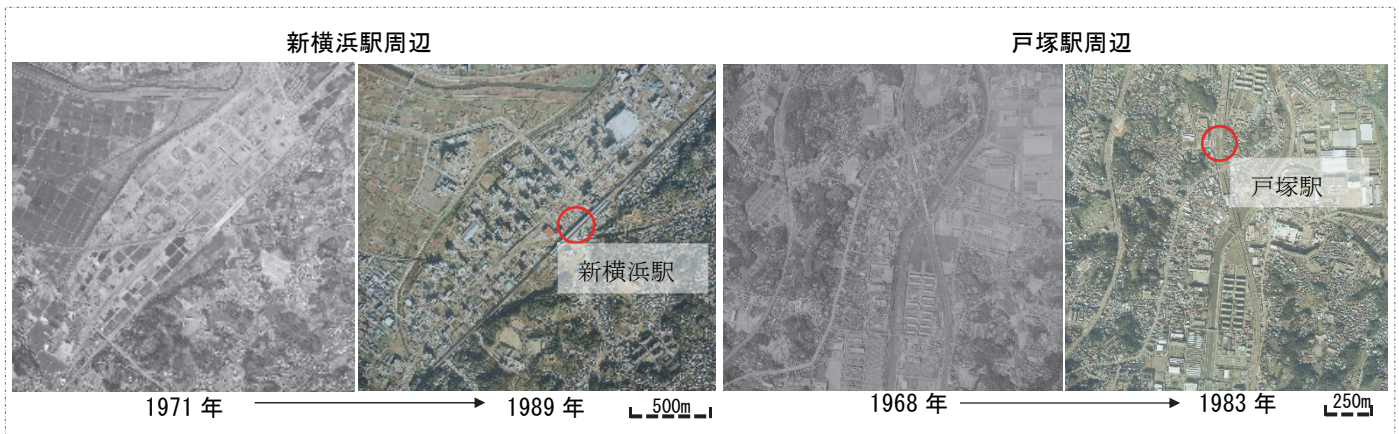


図4 新横浜駅・戸塚駅周辺開発状況  
(出典：国土地理院空中写真)

1970年から1990年にかけては新横浜駅、戸塚駅周辺においても上記と同様の原因によると思われる沈下が発生している。両駅周辺における当時の開発状況を図4の航空写真に示す。

新横浜においては1964年に東海道新幹線が開通し、その後、駅周辺において開発が進んだ。当該地区は、河川流域低地部の軟弱地盤地域であり、1980年代の10年間で62.9cmの沈下を記録した(図3(3)①港北982)。

また、戸塚駅周辺においては、1960年代後半に大型店舗が建設されるなど市街化が進み1975年から1979年まで、市内における最大年間沈下量を記録した<sup>4)</sup>。1982年には、駅前に新たな再開発事業が決定されたことから、更なる沈下に対する対策のため、新横浜駅周辺と併せて、1985年に「新横浜駅及び戸塚駅周辺地盤沈下対策指導要綱」を制定した。

1990年以降は、市域全体の地盤沈下が沈静化の傾向にあるが、南部方面では微小な沈下の継続も見受けられる。

### 3-2 地盤沈下の累計値

1959年から2017年までの58年間の累計沈下量を図5に示す。なお、東日本大震災が発生した2011年は、中区における5.0cmの沈下を最大として、市内全域の沈下が

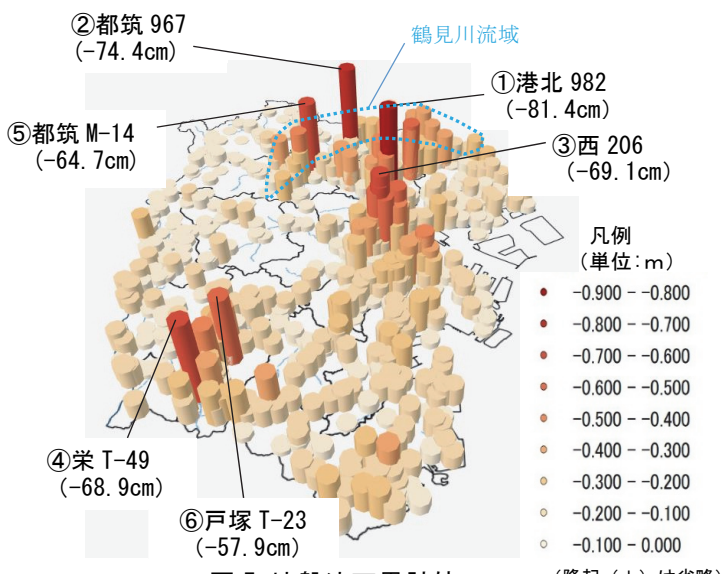


図5 地盤沈下累計値  
(1959年-2017年)

認められた。地震の影響による地盤変動は、本来の地盤沈下数値と区分されるべきであるが、年間の変動観測を行っているためその区分が困難であり、本図にはこの数値を含んでいる。

本図より、最大沈下量を示した地点は①港北 982 (-81.4cm)であり、以下、②都筑 967 (-74.4cm)、③西 206 (-69.1cm)、④栄 T-49 (-68.9cm)、⑤都筑 M-14 (-64.7cm)、⑥戸塚 T-23 (-57.9cm)であった。①港北 982、③西 206は、前述の通り急速に開発が進んだ新横浜駅、横浜駅周辺の地域である。一方、②都筑 967、⑤都筑 M-14は、その付近に比較的大きな沈下が点在して発生している。この地域は市北部の鶴見川流域であり、周辺の大半は工業系の用途地域となっている。工場の立地も多く、工業に伴う地下水採取が地盤に影響したものと考えられる。④栄 T-49、⑥戸塚 T-23も上記と同様に、開発や地下水採取により、大きな沈下を記録したと思われる。

上記に示された地盤沈下の地域的傾向を解明するためには、地下水状況や地質構造等に関し、更なる調査が必要である。

### 3-3 軟弱地盤分布図と地盤沈下

軟弱地盤分布図<sup>5)</sup>と、その標高3D図及び軟弱地盤分布図と地盤沈下累計値の重ね図を図6に示す。軟弱地盤分布図は、軟弱地盤とされる沖積低地の堆積物を、地表から層厚により色分けしたものであり、従前にボーリング調査資料等から手作業で作られたものである。本市の軟弱地盤は主要河川に沿って分布し、概ね地表から層厚約20~40mのものが中心となっている。

GISにより軟弱地盤分布図に標高を与え3D図としたところ、主要河川に沿ってその上流部でも、丘陵地に挟まれた低地部は軟弱地盤であることが判明した。

また、軟弱地盤分布図と地盤沈下累計値の重ね図を見ると、大きな沈下位置と軟弱地盤地域が整合しており、本作業により初めて双方の密接な関係と、軟弱地盤分布図の精度が検証された。

### 3-4 沈下対策特定地域と地盤沈下

地盤沈下対策のために、1975年及び1985年に制定した指導要綱の掘削工事特定地域<sup>6)</sup>を図7に、横浜駅周辺



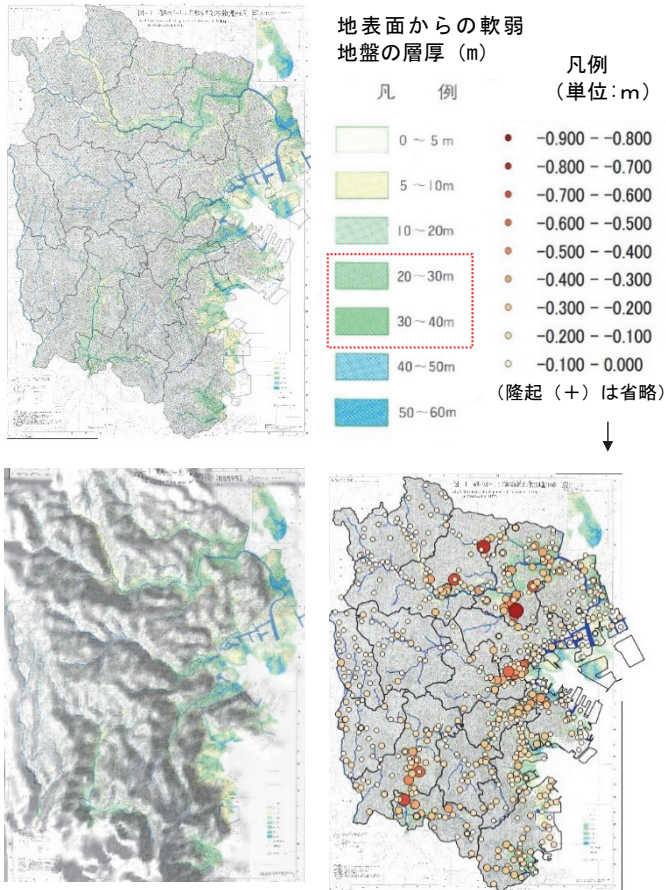


図6 軟弱地盤分布図  
(3D データ出典：国土地理院数値標高モデル)

特定地域における沈下状況を図8に示す。なお、図8(1)は特定地域指定前、図8(2)は特定地域指定時、図8(3)、(4)は特定地域指定後である。

本市では1971年に神奈川県公害防止条例に基づき、工業用水法による地下水採取禁止区域等の一部を除く全域を地下水採取規制地域に指定した。しかし、建設現場において、ポンプにより地下水を強制排除し掘削を容易にする工法等については規制の対象外となっていたため、横浜駅周辺ではビル建設の増加に伴う地盤沈下が急速に進んだ(図8(1))。その結果、ガス、水道、電気等の地下埋設ライフラインが断絶するなど、重大な被害が発生し、周辺住民より対策要望が提出された。また、道路、下水、橋梁などの公共施設にも損傷が生じ、その補修に相当な費用を要することとなった。

そのため本市は、1975年に前述の「横浜駅周辺地盤沈下対策指導要綱」を制定し、掘削工事に対する指導を行った。その後の経緯を図8(2)、(3)、(4)に示すが、建設工事の終息とも相まって、要綱制定後3年後には地盤沈下が概ね沈静化している。

#### 4. まとめ

地盤沈下の表示方法は、各観測点の変動値を表す折れ線グラフにより示すのが一般的であるが、今回、本市では初めての試みとして全水準点データをGISに取り込み、3D表示も利用して地盤沈下状況を図化した。これにより、

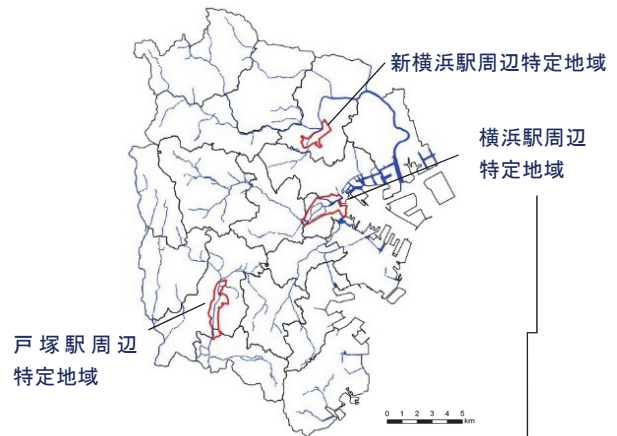


図7 地盤沈下対策指導要綱特定地域

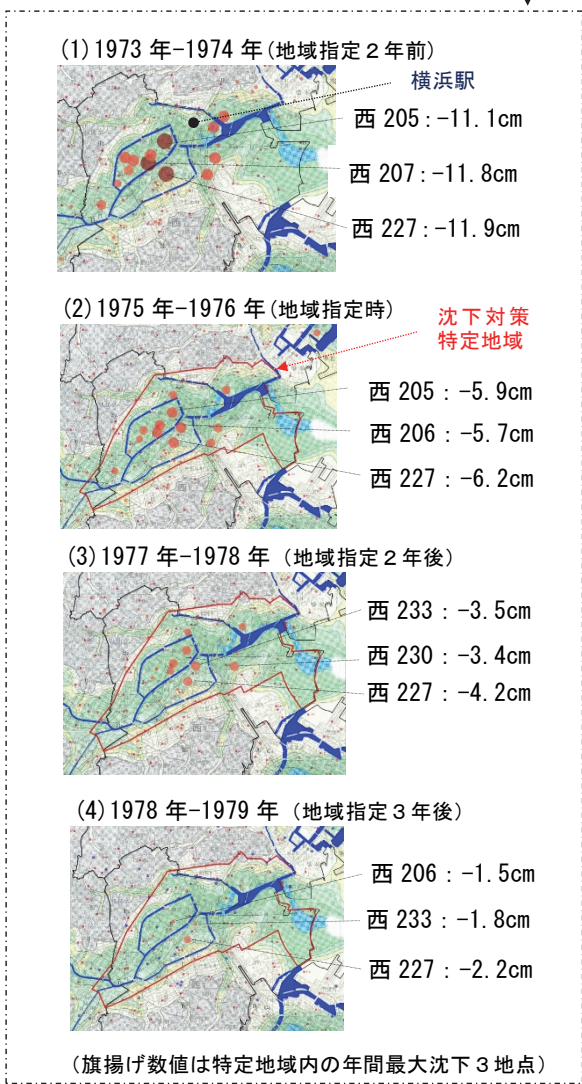


図8 横浜駅周辺地盤沈下対策指導要綱特定地域と沈下状況

市域全体の変動状況を俯瞰的に捉えることが可能となり、時間の経過による状況の変化や、注目すべき地域の把握が容易となった。地盤沈下の大きい箇所については、その大きさの比較や周辺地域への広がりが見覚的に確認できるなど、これまでの各観測点の折れ線グラフでは得ら

れなかった新たな視点で、本市の沈下状況を捉えることができた。

また、軟弱地盤分布図については、直接データを重ねることにより、大きな沈下位置と軟弱地盤地域が整合することが検証された。

急速に発展した駅前周辺市街地の整備経過と時代背景を追うことで、地盤沈下が経済活動と密接に関連することが改めて確認され、本市における地盤沈下対策の経緯とその効果を図によって示すことができた。

## 5. おわりに

地盤沈下は日常生活では目に見えにくい現象だが、一度発生すると家屋の損傷など重大な被害をもたらす。現在、横浜市における地盤沈下は沈静化の傾向にあるが、都市化事業が進む中では常に地盤被害が起きる可能性を考慮する必要がある。また近年は、地下鉄工事箇所周辺における道路陥没のように新たな現象も発生しており、

より精密な地盤データの把握が求められている。そのため、今後はボーリング調査等により得られた地質状況を電子データ化するとともに、地盤収縮や地下水位等のデータを統合することが必要であり、より総合的な解析が求められる。

## 文 献

- 1) 横浜市公害対策局：昭和 57 年度 横浜市地盤沈下調査報告書 1(1983)
- 2) 横浜市公害対策局、環境保全局、環境創造局：横浜市地盤沈下調査報告書（1973-2014）
- 3) 喜多耕一：業務で使う林業 QGIS 401-403(2017)
- 4) 横浜市公害対策局：昭和 50-53 年度 横浜市地盤沈下調査報告書 6, 2, 2, 1(1976-1979)
- 5) 横浜市：横浜市地盤図集（1996）
- 6) 横浜市：横浜市地盤沈下対策指導要綱（1995）

# 横浜市内のマイクロプラスチック調査（第5報）

## —市内河川のマイクロプラスチック調査—

松島由佳、小倉智代、蝦名紗衣（横浜市環境科学研究所）

### Microplastics survey in Yokohama City (Part5) -Microplastics survey in the rivers-

Yuka Matsushima, Tomoyo Ogura, Sae Ebina (Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：マイクロプラスチック、河川、海洋環境

#### 要 旨

横浜市環境科学研究所では、2017年からマイクロプラスチックの実態調査を行っており、市内沿岸ではマイクロプラスチックが漂着していることが確認された。マイクロプラスチックが河川経由で海域へ流入しているのかを調査するため、市内4水系8地点の河川中マイクロプラスチック調査を行った。この結果、調査したいずれの地点においてもマイクロプラスチックが確認され、個数密度は0.61~11個/m<sup>3</sup>であり、材質は主にポリエチレン及びポリプロピレンであった。なお、マイクロプラスチック抽出のためには、河川水中に多く含まれる藻や落葉などの有機物の夾雑物を除去する必要がある、これにはフェントン処理が有効であることが確認された。

#### 1. はじめに

近年、プラスチックごみ及びマイクロプラスチック（一般に5mm以下の微細なプラスチック、以下MPと略す）の海洋への流出による海洋汚染が国際的な問題となっている<sup>1)</sup>。2019年6月のG20大阪サミットでは、2050年までに海洋プラスチックごみの追加的な汚染をゼロにまで削減することを目指す「大阪ブルーオーシャンビジョン」が共有され、海洋プラスチックごみに関する国際的な取り組みが進められている<sup>2)</sup>。

横浜市環境科学研究所では、横浜市内の環境中に存在

するMPの実態を把握するため、2017年から市内におけるMP調査を開始し、これまで沿岸を中心に調査を行ってきた<sup>3), 4)</sup>。この結果、調査した市内6地点の沿岸にはいずれもMPが漂着していることが確認された。

海域へのMPの流出経路の一つとして、陸域で発生したプラスチックごみやMPが河川を経由していると考えられることから、横浜市内の河川中のMP調査を行うこととした。本報では、横浜市内の水系の異なる4つの河川8地点で行った2019年7~9月及び2020年1月のMP調査結果を報告する。

表1 調査地点詳細



地点番号	地点名	河川名	ネット設置方法	調査日	採水量 (m <sup>3</sup> )
①	落合橋	鶴見川	橋上から垂下	2019/ 7/11	9.1
				2020/ 1/20	15
②	亀甲橋		水中に手で固定	2019/ 7/11	12
				2020/ 1/20	12
③	末吉橋	帷子川	橋上から垂下	2019/ 8/ 5	4.4
④	鷹野人道橋		橋上から垂下	2020/ 1/20	18
⑤	横浜新道下	帷子川	水中に手で固定	2019/ 8/ 8	11
				2020/ 1/16	16
⑥	青木橋	大岡川	水中に手で固定	2019/ 7/19	10
				2020/ 1/16	12
⑦	桜橋上流	境川水系 柏尾川	水中に手で固定	2019/ 9/ 3	12
				2019/ 9/13	11
				2020/ 1/27	15
⑧	久保橋	境川水系 柏尾川	橋上から垂下	2019/ 9/ 3	12
				2019/ 9/13	11
				2020/ 1/27	13

図1 調査地点



## 2. 調査方法

### 2-1 サンプリング

#### 2-1-1 サンプリング地点と採取日

サンプリングは、水系の異なる4つの河川（鶴見川、帷子川、大岡川、境川水系柏尾川）の合計8地点で行った（表1、図1～2）。鶴見川、帷子川、大岡川は東京湾に、境川水系柏尾川は相模湾に流入している。

調査は2019年7～9月及び2020年1月に行った。また、同じ季節でのサンプリング日によるMPの違いをみるため、柏尾川桜橋上流及び久保橋について、2019年9月3日と13日にサンプリングを行った。なお、2020年1月の鶴見川末吉橋については、橋の工事によりサンプリングが行えなかったため、近隣の鶴見川鷹野人道橋においてサンプリングを行った。

#### 2-1-2 サンプリング方法

サンプリングは、既往の研究<sup>5)</sup>を参考に、口径30cm、側長100cmのプランクトンネットを用いて行った。なお、プランクトンネットの目開きはMP調査で使用されている主流サイズであること、また、採取したMPが目視で確認できるサイズであることを考慮して300 $\mu$ mとした<sup>6)</sup>。また、プランクトンネット内部には濾水計（GENERAL OCEANIC社製、G0-2030R 低速用ローター付）をセットし、プランクトンネットの内部を通過した水量を算出した（図3）。

河川へ入ることが可能な地点では、プランクトンネット開口部の最上端が水面際になるように川底に固定した。川幅が大きく水深が深いなど、河川に立ち入ることが困難な地点については、橋上からプランクトンネットを垂らし、プランクトンネット開口部が水面際となるように手動で調整した。

### 2-2 分析

#### 2-2-1 人工物の分離

サンプリングした試料の分析フローを図4に示す。

サンプリングネットの捕集物はふるいに出し、40℃で乾燥させた。ふるい上の捕集物から目視で5mm以下の人工物をピックアップし（図5）、これを分析対象とした（フェントン処理前回収分）。

#### 2-2-2 フェントン処理

サンプリングネットで捕集した物には、藻や落葉などの有機物が多数混在しており、乾燥後の目視によるピックアップでは、有機物の夾雑によるMPの見落としが懸念された。このため、ピックアップした後の残渣物について、有機物を除去する手法であるフェントン処理<sup>7)</sup>を行った（図6）。フェントン処理は、残渣物をビーカーへ回収し、水130mLに対して30%過酸化水素20mLと硫酸鉄0.07gを添加し、5日以上静置して行った。処理後の試料は2-2-1と同様に乾燥後、人工物をピックアップし、分析対象とした（残渣フェントン処理後回収分）。

#### 2-2-3 MPの同定

フェントン処理前回収分及び残渣フェントン処理後回収分について、実体顕微鏡（オリンパス社製SZH10、ArTec）で大きさを計測後、FT-IR（Thermo Fisher Scientific社製 Nicolet iS5、日本分光社製 FT/IR-6600）を用いて材

質を分類した。なお、FT-IRはATR法（プリズムに試料を密着させ、試料表面から数 $\mu$ mもぐり込んで反射する全反射光を測定する方法）を用いた。



①鶴見川落合橋



⑤帷子川横浜新道



②鶴見川亀甲橋



⑥大岡川青木橋



③鶴見川末吉橋



⑦柏尾川桜橋上流



④鶴見川鷹野人道



⑧柏尾川久保橋

図2 調査地点遠景

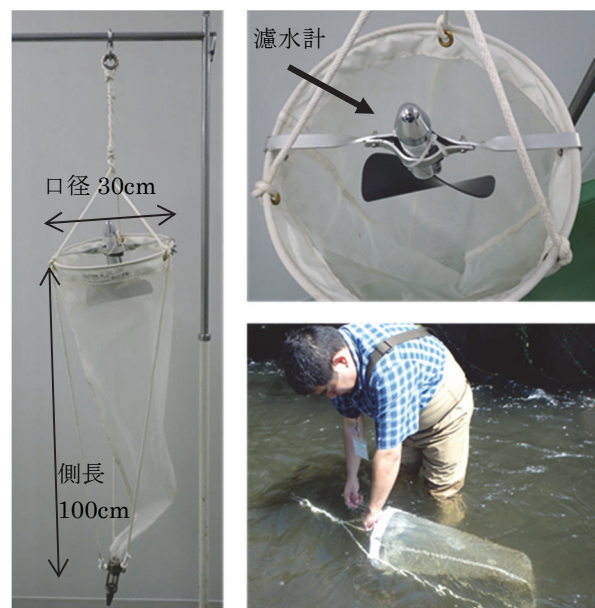


図3 プランクトンネット

### サンプリング

目開き300 $\mu$ mのプランクトン  
ネットを用いて通水

### 人工物の分離

ネットの捕集物を  
ふるいに回収

40 $^{\circ}$ Cで乾燥

目視で人工物をピックアップ

### MPの同定

実体顕微鏡で大きさを計測

FT-IRで材質を分類

フェントン処理前  
回収分

### フェントン処理

残渣をビーカーへ回収し  
フェントン処理5日以上

### 人工物の分離

ふるいにあげ40 $^{\circ}$ Cで乾燥

目視で人工物をピックアップ

### MPの同定

実体顕微鏡で大きさを計測

FT-IRで材質を分類

残渣フェントン  
処理後回収分

図4 分析フロー



目視でピックアップ

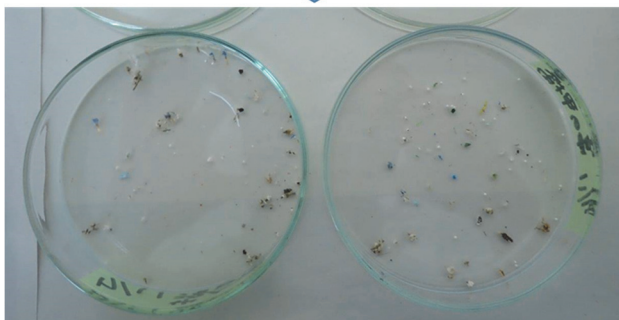


図5 人工物のピックアップ



目視で  
ピックアップ



図6 フェントン処理



### 3. 結果と考察

#### 3-1 フェントン処理によるMP 個数の変化

フェントン処理前後のMP 個数密度の変化について図7に示す。この結果、いずれの河川、いずれの調査日においても残渣フェントン処理後に回収した中にMPが含まれていた。また、その割合はフェントン処理前を上回るものもあり、フェントン処理を行わないと実際に存在するMPの半分以上の個数を見落としてしまう場合もあることがわかった。市内河川では、プランクトンネットで捕集した中に藻や落葉などが多数混在していたことから、フェントン処理は夾雑物の除去に大変有効であり、MPの見落としを防ぐために必須の工程であることが確認された。

なお、以降の解析には、フェントン処理前回収分と残渣フェントン処理後回収分の和を本調査での回収MPとした。

#### 3-2 MP 個数密度

各地点でのMP 個数密度を図8に示す。この結果、いずれの河川においても調査時期に関わらずMPが確認され、その個数密度は、7~9月は0.70~11 個/m<sup>3</sup>、1月は0.61~3.7 個/m<sup>3</sup>であった。7~9月は鶴見川全域及び柏尾川久保橋で他の地点に比べて比較的多く検出された。また、7~9月と1月を比較すると、大岡川青木橋を除いて、全体的に1月のMP 個数密度は少なく、特に鶴見川下流（鶴見川亀甲橋、末吉橋、鷹野人道橋）及び柏尾川久保橋でその傾向が顕著であった。河川中のMPの流入は陸域からの降水の影響が大きいと考えられる<sup>8)</sup>ことから、2019年度の横浜地方気象台の降水量変化<sup>9)</sup>を図9に示した。7~9月と1月の降水量を比較すると、1月の降水量の方が全体的に少なかったことから、7~9月よりも1月の方が陸域からのMP 流入量が少なかった可能性が示唆される。これについては、今後n数を増やした調査による検証が必要である。

なお、9月3日と9月13日にサンプリングした柏尾川桜橋上流-1及び2と柏尾川久保橋-1及び2とをそれぞれ

比較すると、柏尾川桜橋上流では個数密度が2.8 個/m<sup>3</sup>と3.5 個/m<sup>3</sup>、柏尾川久保橋では9.0 個/m<sup>3</sup>と5.2 個/m<sup>3</sup>となっており、柏尾川久保橋では倍近く異なっていた。これより、サンプリングした日によって、MP 個数密度に違いが生じる場合があることがわかった。

#### 3-3 MPの大きさ

各地点でサンプリングしたMPの長軸の長さを表2(a)及び表2(b)に示す。この結果、長軸の平均値は7~9月では1.2~1.8 mm、1月では1.3~2.3 mmであった。また、長軸の最大値は7~9月では3.0~5.0 mm、1月では3.0~5.0 mmであり、最小値は7~9月は0.1~1.0 mm、1月では0.2~0.5 mmであった。

また、長軸の長さの度数分布を図10に示す。この結果、鶴見川について上流（鶴見川落合橋）と下流（鶴見川亀甲橋、末吉橋、鷹野人道橋）を比較すると、7~9月と1月ともに上流の方が下流よりも2 mm以上のMPが多く、下流ほど2 mm未満のMPが増加している傾向が見られた。一方、柏尾川において、上流（柏尾川桜橋上流）と下流（柏尾川久保橋）とを比較すると、7~9月と1月ともに上流の方が下流よりも2 mm未満のMPが多くなっており、鶴見川と逆転していた。これより、河川中のMPの大きさは一概に下流ほど小さいものが多いというわけではなく、河川の環境因子等により違いが生じている可能性が示唆される。

また、柏尾川の9月3日と9月13日にサンプリングした結果を比較すると、柏尾川桜橋上流と久保橋ともに2 mm未満のMPが比較的多い傾向は変わらなかったが、柏尾川桜橋上流ではサンプリングした日によって2 mm未満の分布に違いがみられた。

以上から、いずれの地点においても2 mm未満のMPが多いことがわかった。これより、本調査よりも更に上流の調査が必要ではあるが、河川中のMPは河川中でのプラスチックごみの粉砕などにより発生しているだけではなく、陸域で既にMPの状態となったものが河川に流入しているものと考えられる。

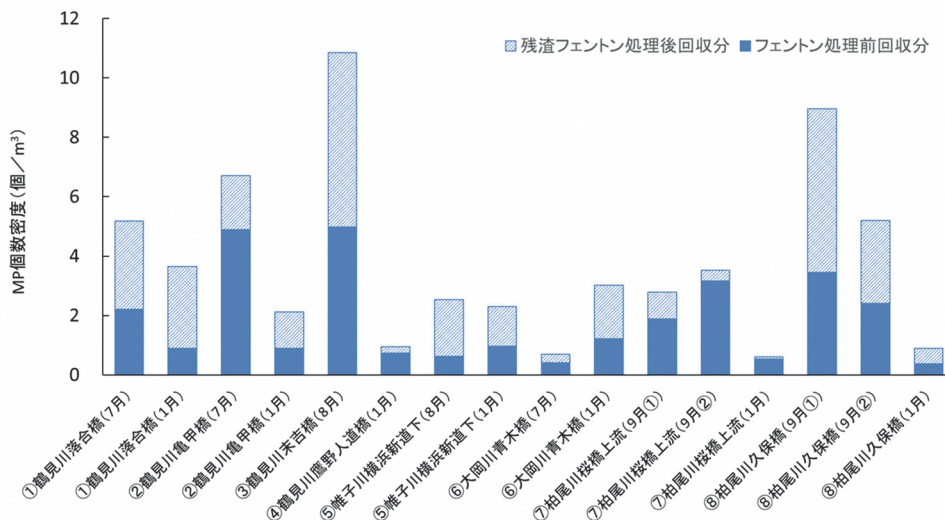


図7 フェントン処理前後のMP 個数密度

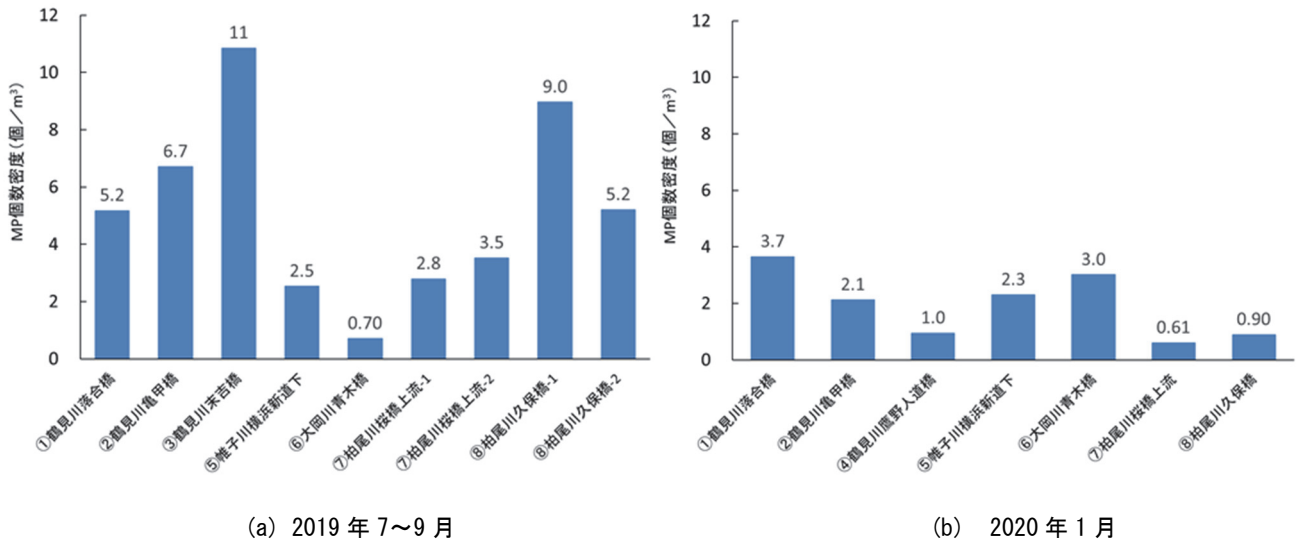


図8 各地点のMP個数密度

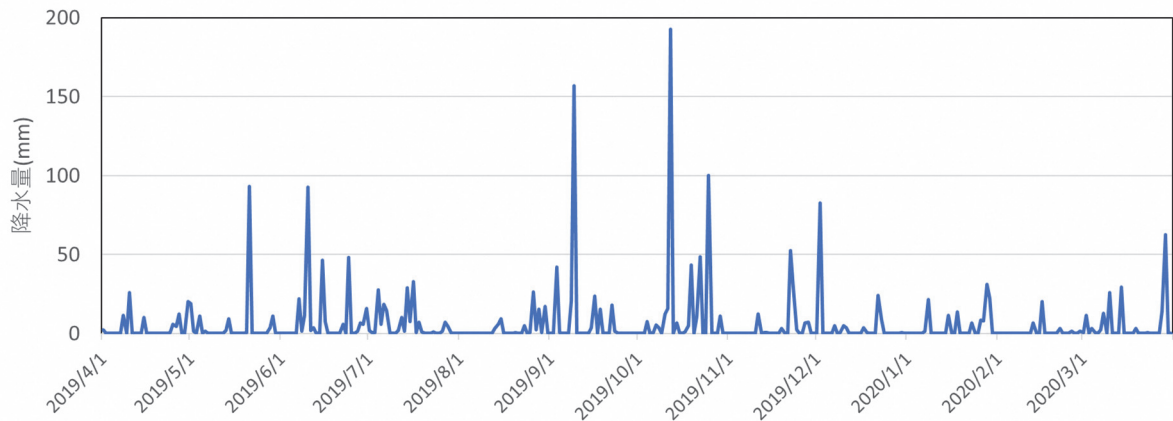


図9 2019年度の降水量（横浜地方気象台）

表2(a) 各地点でのMPの長軸の長さ（2019年7~9月）

地点	①鶴見川 落合橋	②鶴見川 亀甲橋	③鶴見川 末吉橋	⑤帷子川 横浜新道下	⑥大岡川 青木橋	⑦柏尾川 桜橋上流-1	⑦柏尾川 桜橋上流-2	⑧柏尾川 久保橋-1	⑧柏尾川 久保橋-2
平均値 (mm)	1.5	1.6	1.4	1.4	1.8	1.2	1.6	1.6	1.7
最大値 (mm)	3.9	4.5	4.5	3.2	3.0	4.6	5.0	5.0	5.0
最小値 (mm)	0.6	0.5	0.3	0.2	1.0	0.4	0.3	0.1	0.3

表2(b) 各地点でのMPの長軸の長さ（2020年1月）

地点	①鶴見川 落合橋	②鶴見川 亀甲橋	④鶴見川 鷹野人道橋	⑤帷子川 横浜新道下	⑥大岡川 青木橋	⑦柏尾川 桜橋上流	⑧柏尾川 久保橋
平均値 (mm)	2.3	1.5	1.7	1.5	1.5	1.3	1.7
最大値 (mm)	5.0	3.2	4.1	4.1	4.5	4.0	3.0
最小値 (mm)	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.5

### 3-4 MPの形状

各地点でのMPの形状を図11に示した。なお、参考として、2017年に横浜市環境科学研究所で行った東京湾沿岸でのMPの形状<sup>3)</sup>も併せて示した。この結果、7~9月及び1月ともにいずれの河川においても破片状のMPが最も多く確認された。鶴見川においては、7~9月には粒子状のMPも確認されたが、1月では粒子状のMPは鶴見川落合橋でわずかに確認されたものの、鶴見川亀甲橋や鷹野人道橋では観察されなかった。同様に、柏尾川久保橋において7~9月に確認された粒子状のMPも1月には観察されなかった。繊維状のMPは7~9月においてはすべての地点で確認されているが、1月には大岡川青木橋、柏尾川桜橋上流、柏尾川久保橋では確認されなかった。

また、9月3日と9月13日にサンプリングした柏尾川桜橋上流-1及び2はほぼ同様の組成を呈していた。また、

柏尾川久保橋-1と2とを比較すると柏尾川久保橋-1に比べて柏尾川久保橋-2の方が繊維が多く、また粒子も確認されているが、おおむね同様の組成となっていた。

これより、10日程度のサンプリング日の違いよりも4か月程度のサンプリング時期の違いの方が、河川を流れるMPの形状組成が異なっている可能性が示唆される。

なお、ペレットについては7~9月及び1月ともにいずれの河川においても確認されなかった。一方、東京湾沿岸の調査においては多地点でペレットが観察されている。ペレットの割合についての沿岸と河川との違いは、神奈川県環境科学センターの相模湾と相模川、引地川、酒匂川及び平作川の調査結果でも同様であった<sup>10)</sup>。以上から、ペレットの沿岸への漂着は河川による流下以外の要因もある可能性が示唆される。

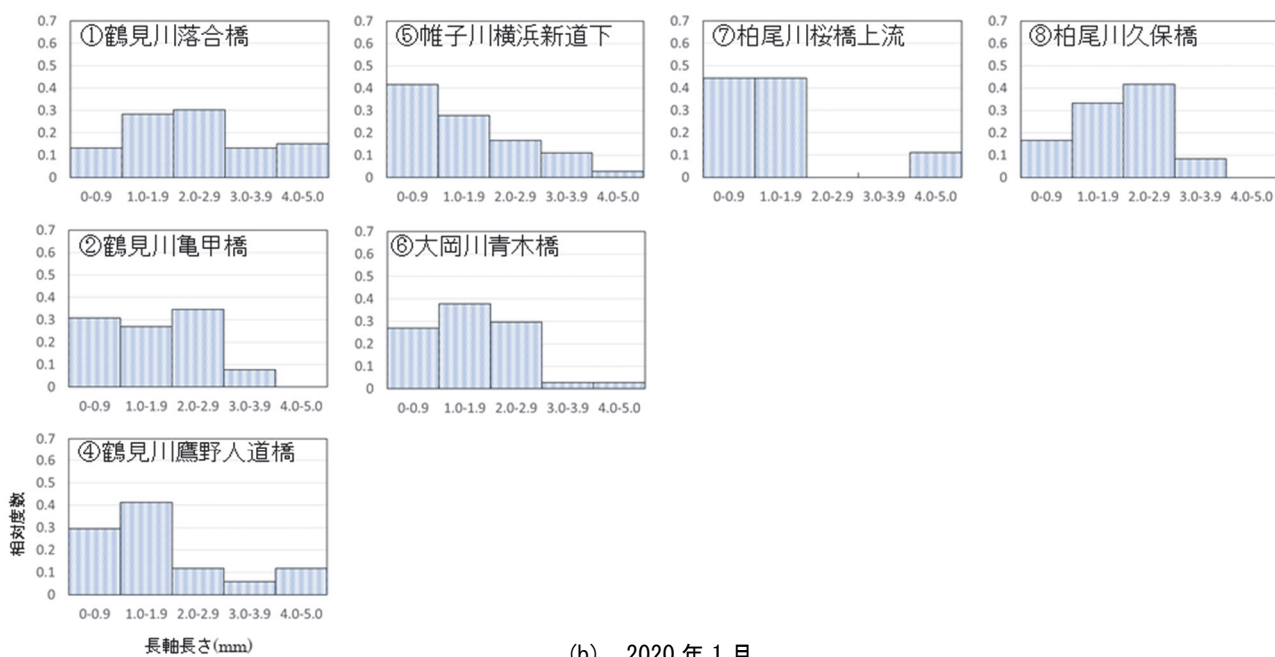
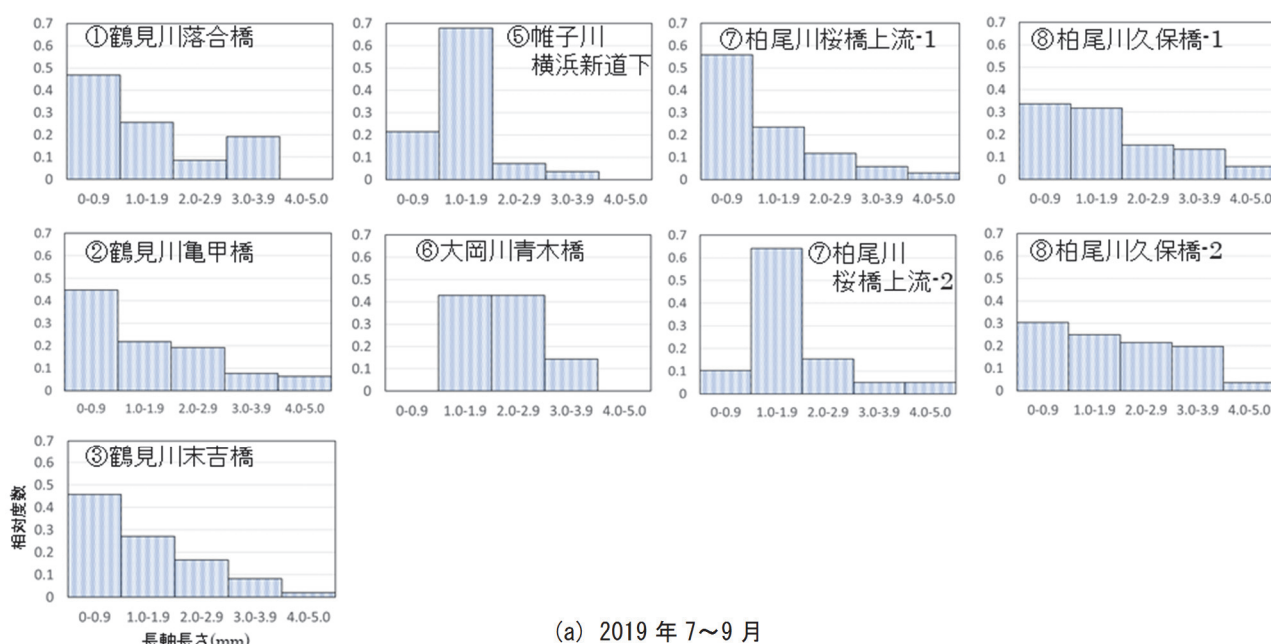


図10 各地点の長軸長さの度数分布



### 3-5 MPの材質

各材質のMP外観を図12に、各地点でのMPの材質別の割合を図13に示した。この結果、いずれの河川においてもポリエチレン(PE)、ポリプロピレン(PP)が多く確認された。なお、鶴見川では、7~9月にはPE、PPに加えてポリスチレン(PS)が多く確認されたが、1月にはPSはほとんど観察されなかった。また、柏尾川では、7~9月と比較して、1月にはPEとその他の分類が増加し、PPが減少しており、サンプリング時期による違いがみられた。

なお、9月3日と9月13日にサンプリングした柏尾川桜橋上流-1及び2と柏尾川久保橋-1及び2とを比較すると、PS及びその他のMPの割合に一部違いはあるものの、いずれもPE及びPPが大多数を占める傾向は同じであった。

これより、10日程度のサンプリング日の違いよりも4か月程度のサンプリング時期の違いや河川の違いにより河川を流れるMPの材質が異なっていることがわかった。

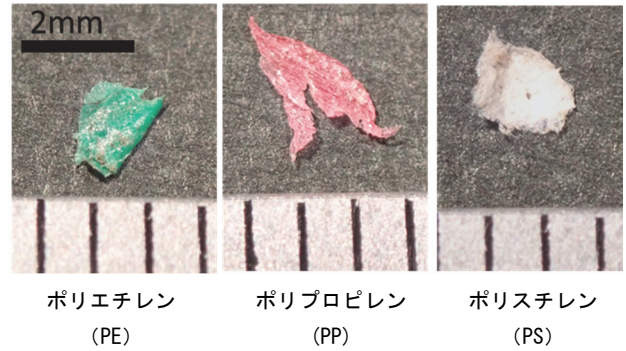
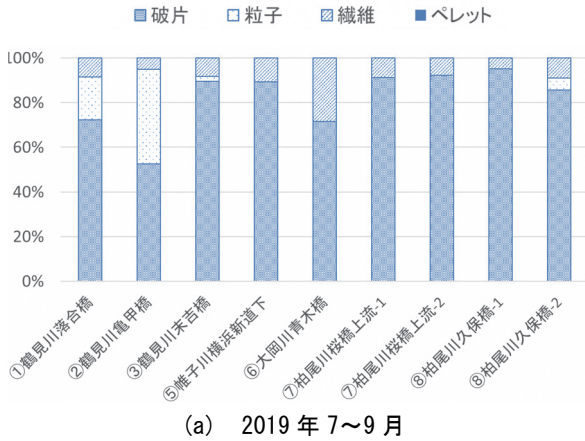


図12 各材質のMP外観

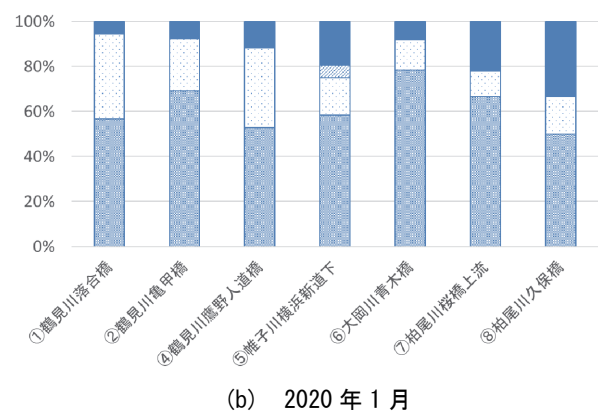
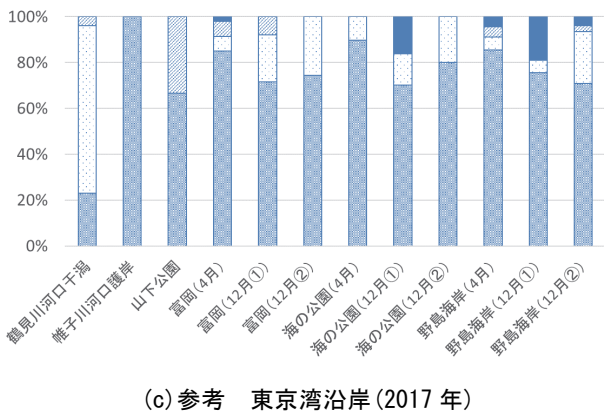
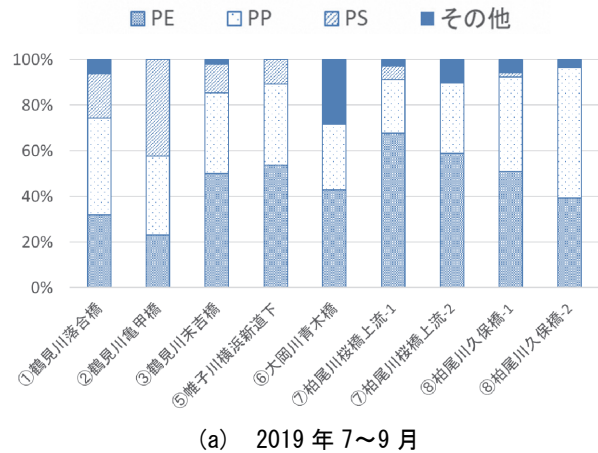
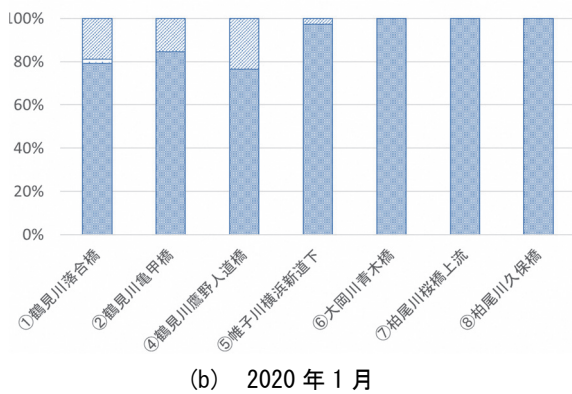


図11 各地点でのMP形状

図13 各地点でのMP材質

#### 4. まとめ

2019年7～9月及び2020年1月に横浜市内4水系8地点の河川中のMP調査を行った。調査方法について検討したところ、市内河川では、プランクトンネット捕集物中に藻や落葉などが多数混在していたことから、これら夾雑物を除去する必要がある。夾雑物の除去にフェントンを処理を試みたところ、大変有効であることが確認された。

また、この調査の結果、調査した全ての地点においてMPが確認され、その個数密度は0.61～11個/m<sup>3</sup>であった。なお、MP個数密度は、大岡川青木橋を除いて、全体的に7～9月と比較して1月は少なかった。

MPの大きさはいずれの地点においても2mm未満の比較的小さいサイズのMPが多く観察された。これより、本調査よりも更に上流の調査が必要ではあるが、河川中のMPは河川中でのプラスチックごみの粉碎などにより発生しているだけではなく、陸域で既にMPの状態となったものが河川に流入しているものと考えられた。

形状については、いずれの地点においても破片状のMPが最も多かった。一方、東京湾沿岸で多数観察されたペレットは河川では一つも確認されなかったことから、ペレットの沿岸への漂着は河川による流下以外の要因もある可能性が示唆された。

MPの材質については、PE及びPPが多くみられ、いずれの河川においてもこれらが半数以上を占めていた。

また、サンプリングについては、同じ季節として同地点で9月3日と9月13日にそれぞれサンプリングしたところ、MPの個数や大きさに違いがあったことから、これらが調査方法によるばらつきなのか、河川特有の現象なのか等を検証するため、今後、同地点での複数サンプリング等の調査を行っていききたい。また、同地点でもサンプリング時期による違いが多数みられたことから、定点観測による季節ごとのモニタリング調査も行っていきたい。

#### 文献

- 1) 環境省：環境白書、令和二年版、25-36 (2020)
- 2) 外務省：G20大阪首脳宣言、<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/g20/osaka19/jp/documents/> (2021年2月時点)
- 3) 蝦名紗衣、加藤美一、堀美智子：横浜市内のマイクロプラスチック調査(第1報)-沿岸のマイクロプラスチックの漂着状況-、横浜市環境科学研究所報、**43**、26-30 (2019)
- 4) 蝦名紗衣、加藤美一、北代哲也、小倉智代：横浜市内のマイクロプラスチック調査(第4報)-野島海岸のマイクロプラスチック漂着量の季節変動-、横浜市環境科学研究所報、**44**、52-58 (2020)
- 5) T. Kataoka, Y. Nihei, K. Kudou, H. Hinata: Assessment of the sources and inflow processes of microplastics in the river environments of Japan, *Environmental Pollution*, **244**, 958-965 (2019)
- 6) Ministry of the Environment Japan: Guidelines for Harmonizing Ocean Surface Microplastic Monitoring Methods, Ministry of the Environment Japan, 18-22 (2019)
- 7) Rachel R. Hurley, Amy L. Lusher, Marianne Olsen, and Luca Nizzetto: Validation of a Method for Extracting Microplastics from Complex, Organic-Rich, Environmental Matrices, *Environmental Science and Technology*, **52**(13) 7409-7417 (2018)
- 8) 工藤功貴、片岡智哉、二瓶泰雄、北浦郁弥：平常時・出水時河川のマイクロプラスチック濃度の時間変動特性と年間輸送量評価、土木学会論文集B1(水工学)、**74**(4)、1529-1534 (2018)
- 9) 気象庁：過去の気象データ、<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php> (2021年2月時点)
- 10) 神奈川県環境科学センター：相模湾漂着マイクロプラスチック(MP)の実態とその由来の推定<中間報告書>、<https://www.pref.kanagawa.jp/docs/b4f/cyousakenkyu/seika/seika.html> (2021年2月時点)

# 横浜市内のマイクロプラスチック調査（第6報）

## —野島海岸のマイクロプラスチック漂着量のモニタリング—

蝦名紗衣、小倉智代、北代哲也、浦垣直子（横浜市環境科学研究所）  
井上徹教、小室隆（港湾空港技術研究所）

### Microplastic survey in Yokohama City (Part6) —Monitoring of microplastics washed ashore on the Nojima coast—

Sae Ebina, Tomoyo Ogura, Tetsuya Kitashiro, Naoko Uragaki  
(Yokohama Environmental Science Research Institute)  
Tetsunori Inoue, Takashi Komuro (Port and Airport Research Institute)

キーワード：マイクロプラスチック、東京湾、横浜、海洋環境、粒子追跡シミュレーション

#### 要 旨

近年マイクロプラスチック（MP）による海洋汚染が国内外で注目を浴びており、汚染の実態把握が進められている。横浜市環境科学研究所では、2017年からMPに関する調査を行っており、2018年3月～2020年1月は野島海岸で、海岸を12区画に区切り、2か月ごとにMPの分布量のモニタリングを行った。調査の結果、MPの形状は破片状が70%以上を占めており、材質はポリエチレン・ポリプロピレン・ポリスチレンが95%以上であった。ただし海岸内での空間変動が大きく、漂着量を精度良く評価するためにはサンプリング数を増やすなどの課題があることが分かった。また東京湾での粒子追跡シミュレーションを行ったところ、横浜市外の河川から野島海岸へのMP漂着、また鶴見川から横浜市外へのMP漂着が示唆された。横浜で海洋のMPの発生抑制をする場合、東京湾での包括的な調査・対策が有効であると考えられる。

#### 1. はじめに

近年、マイクロプラスチック（MP）及びプラスチックごみによる海洋汚染が国際的な問題となっている。2015年に採択された国連の持続可能な開発のための2030アジェンダ（SDGs）ではあらゆる種類の海洋汚染の防止が目標に掲げられており<sup>1)</sup>、2019年に開催されたG20大阪サミットでは海洋プラスチックごみ対策実施枠組が支持された<sup>2)</sup>。また国内では2019年に環境省がプラスチック資源循環戦略を策定し、横浜市はプラスチック資源循環アクションプログラムを策定し、MPを含めたプラスチックごみに対する取組みを掲げている<sup>3)、4)</sup>。

海洋に存在するプラスチックは、海を漂流しているもの、海底に沈降しているもの、海岸に漂着しているものなどが考えられるが、海岸に存在するプラスチックは海岸からの熱や紫外線の影響により劣化が進みやすく、細片化しやすい。そのため海岸がMPの生成の場の1つとなっている可能性がある<sup>5)</sup>。

横浜市環境科学研究所では、横浜市内の環境中に存在するMPの実態を詳細に把握するために、2017年度から調査を開始した。2017年に市内の沿岸6地点に漂着しているMPの量を調査したところ、他地点と比較して野島海岸において多くのMPが漂着していることが分かった。4月と12月の調査では、観察された個数に差があったが、調査日による差異なのか地点内の偏りなのか、その原因については前回の調査だけでは判断ができなかった<sup>6)</sup>。この結果を踏まえ、2018年から野島海岸で地点内の偏り

や季節変動を含めてMPの漂着量の調査を2か月ごとに行った。第4報で2018年3月～2019年3月の結果を報告しているが<sup>7)</sup>、本報では第4報の結果を併せて2018年3月～2020年1月の野島海岸の調査結果について報告する。また、東京湾から野島海岸へのMP漂流影響が示唆されたため、東京湾での粒子追跡シミュレーションを行い、東京湾内から野島海岸へのMPの漂着について考察した。

#### 2. 調査方法

##### 2-1 野島海岸調査概要

MPは5mm以下のプラスチックを指すことが多く<sup>5)</sup>、本調査でも概ね5mm以下でかつ目視で確認できるサイズ（数百μm以上）のMPを対象とした。また水より軽いプラスチックが雨に流されて海を漂流すると考えられるため、これまでと同様に水より軽いものを対象とした。

調査地点の野島海岸は横浜唯一の自然海岸で、東京湾に面している。野島海岸の地図を図1に、遠景を図2に示す。野島海岸は沿岸方向に約50mの海岸である。

また今回の調査概要を図3に示す。調査は2か月ごとに行い、1回の調査で海岸を12区画に分けて各区画で表層の砂を採取し目開き5mmのふるいで選り分けた。その後、比重分離によって水より軽いものを選別し、目視による分離と赤外分光光度計（FT-IR）による材質判定によりMPを特定した。最終的に各区画の砂に含まれるMPの個数及び材質・形状（破片・粒子・繊維・ペレット）別の組成を求めた。



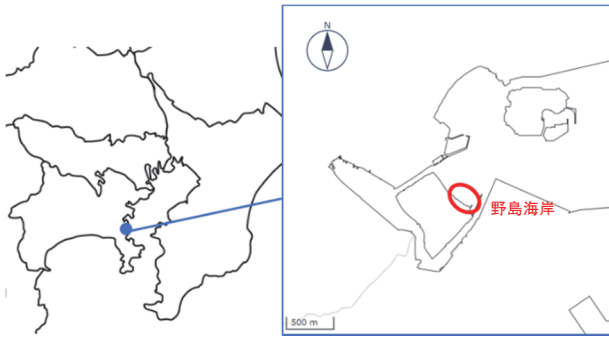


図1 野島海岸の地図  
※地図は地理院地図<sup>8)</sup>をもとに作成



図2 野島海岸の遠景

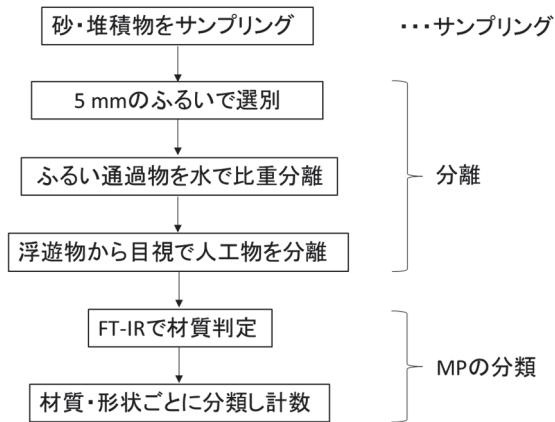


図3 調査概要

## 2-2 サンプリング

2018年3月～2020年1月の間2か月ごとに横浜市金沢区の野島海岸でサンプリングを行った。さらに平常時にはない高潮の影響を見るために、2019年10月12日に関東地方に上陸した台風第19号<sup>9)</sup>の後に調査を実施した。台風上陸の翌日(2019年10月13日)に野島海岸の様子を視察、さらに上陸の4日後(2019年10月16日)にMP調査を行った。調査日時について表1に示す。

今回の調査では地点内の偏りを考慮し、始点から野島海岸を10m四方ごとに分画し、12区画の各中心部でそれぞれサンプリングを行った。サンプリング箇所を概略を図4に示す。海側の⑧～⑫の区画の中に満潮線が存在していた。

野島海岸の満潮線上は堆積物が多く、満潮線上及び満潮線付近で砂が隠れている場合、サンプリングに適さない<sup>7)</sup>。⑧～⑫の区画の中心部が堆積物で覆われている場合、区画内で位置をずらして砂が露出している部分でサンプリングを行った。

サンプリング地点で、図5のような円柱の採土器(φ5cm、高さ5cm)を用いて表層の砂を採取した。この採土器は通常土壌を採取するとき使用するもので、コドラートをを用いた方法<sup>6)</sup>に比べ、より正確に同じ体積の砂を採取することができる。

表1 2018年3月～2020年1月の調査日時

調査日時	天候	潮位 [cm]
2018年 3月22日 12:30～13:30	晴	50
2018年 5月24日 9:25～10:15	晴	100
2018年 7月20日 10:10～11:20	晴	140
2018年 9月28日 13:10～14:30	晴	75
2018年11月19日 10:30～11:20	曇	110
2019年 1月28日 12:40～13:50	晴	115
2019年 3月20日 9:00～ 9:45	晴	85
2019年 5月27日 11:25～12:20	晴	120
2019年 7月30日 9:30～10:10	晴	24
2019年 9月26日 11:10～12:00	晴	70
2019年10月16日 16:00～16:40	晴	165
2019年11月26日 9:30～10:13	曇時々雨	100
2020年 1月24日 10:25～12:02	雨	103

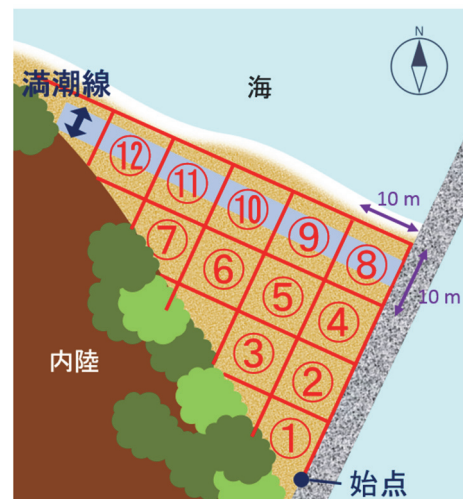


図4 サンプリング箇所の概略図

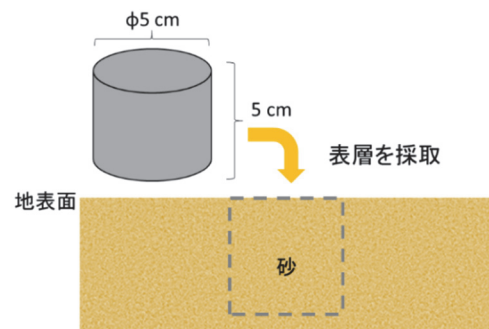


図5 採土器の概略図

### 2-3 分離

サンプリングした砂・堆積物を、目開き約 5 mm のふるいでふるった。

その後比重分離をするため、ふるい通過物を水道水で攪拌し、10 分ほど静置した後、浮遊物を目開きが 50～200 μm のふるい（目視で確認できるサイズが対象のため）で濾しとった。この工程では水より軽いものと、水より重い砂などを分離することができる。浮遊物がなくなるまで（2～5 回）、この作業を繰り返した。

分離した浮遊物を乾燥させ、目視で人工物のみピンセットで分取した。

### 2-4 MP の分類

分離した浮遊物を FT-IR にかけて、材質判定を行った。FT-IR は、Thermo Fisher Scientific 製の Nicolet 380 及び Nicolet iN5 を使用し、ATR 法（プリズムに試料を密着させ、試料表面から数 μm もぐり込んで反射する全反射光を測定する方法）で分析した。調査日・区画ごとの MP の個数、並びに材質及び形状（破片・粒子・繊維・ペレット）ごとの組成を求めた。

また、元となった製品が推定できる特徴的な MP については、その割合を算出した。

### 2-5 粒子追跡シミュレーション

陸域から海への MP の流入経路の 1 つに河川がある。3-3 で後述するが、野島海岸で一定の割合で観察されたペレットが横浜市の河川では観察されなかったこと<sup>10)</sup>、MP 以外の漂着物の内容を見ると横浜市外から漂着したと思われるものがあつたことから、野島海岸に漂着している MP は横浜市の河川以外からの流入もあると考えた。また稲垣らの野島海岸付近の表層流の測定結果（1996 年 7 月 2 日）によると、下げ潮時に東京湾の海水が金沢湾に入り込み、八景島の周りに還流を形成することが分かって

いる（図 6）<sup>11)</sup>。そのため、野島海岸の漂着物は東京湾の潮流の影響を受けている可能性がある。

今回野島海岸に漂着する MP について、東京湾内からの影響を、粒子追跡シミュレーションを行い検証した。東京湾を漂流する MP の流入経路の 1 つに河川があるが、降水時に河川から流入する MP の量が多いという報告がある<sup>12)</sup>。そのため、東京湾に流入する河川を仮想発生源として、MP の漂着量が多いと思われる降水時に粒子を放出し、粒子が潮流に対して受動的に流れるという条件で東京湾内を漂流する様子を計算した。仮想発生源については、東京湾に流入する主要な河川の河口及び、湾外からの粒子の流入を観察するために地点を表 2・図 7 のとおり選択した。また該当河川の流域面積<sup>13)</sup>・該当河川の 2018 年の年平均流量（水文水質データ<sup>14)</sup> から算出）を表 2 に示す。なお年平均流量の計算は感潮域や背水区間ではない範囲で最下流の流量観測点（江戸川：野田、荒川：大芦、多摩川：石原、鶴見川：亀の子橋）<sup>15)</sup> における水文水質データ<sup>14)</sup> を用いた。

河川からの粒子の漂流計算は、2018 年に河川の流量の増加が顕著だった 9 月 30 日～10 月 9 日で行い、粒子放出のタイミングは 2018 年 9 月 30 日の河川流量が最大の時刻とした。また湾外から湾内への粒子の放出については、湾内に入りやすい条件（降水の影響がないと思われる 2018 年 8 月 16 日～8 月 23 日かつ干潮時）で計算を行った。各地点からの粒子放出の時刻は表 2 に示す。また、台風第 19 号が上陸した 2019 年 10 月 12 日についても同様に、2019 年 10 月 12 日もしくは 13 日で河川流量が最大であった時刻に各河川の河口から粒子を放出し計算を行った。

粒子追跡シミュレーションの計算に使用した各条件については表 3 に示す。

表 2 仮想発生源の設定条件

	位置	緯度経度	該当河川の流域面積 (km <sup>2</sup> ) <sup>13)</sup>	該当河川の年平均流量 (m <sup>3</sup> /s) <sup>14)</sup>	2018年9月29日～10月9日の粒子放出日時	台風時の粒子放出日時
a	小櫃川河口	N35.41489156, E139.890032	267	データなし	2018年9月30日 23:00	2019年10月12日 20:00
b	江戸川河口	N35.66681912, E139.9461679	200	69	2018年9月30日 20:00	2019年10月13日 2:00
c	中川河口	N35.63485887, E139.8472506	987	データなし	2018年9月30日 19:00	2019年10月13日 1:00
d	荒川河口	N35.64410194, E139.8419723	2,940	23	2018年9月30日 19:00	2019年10月12日 23:00
e	隅田川河口	N35.65272514, E139.7612095	298	データなし	2018年9月30日 16:00	2019年10月12日 21:00
f	多摩川河口	N35.54120913, E139.7492087	1,240	33	2018年9月30日 16:00	2019年10月12日 21:00
g	鶴見川河口	N35.48079454, E139.6942649	235	11	2018年9月30日 16:00	2019年10月12日 22:00
h	湾外	N35.20790039, E139.7606946	—	—	2018年8月16日 4:00	—

表3 各パラメータの計算条件

パラメータ	計算条件
河川の流量	アメダスのデータ <sup>16)</sup> をもとに、河川流域ごとに貯留関数法により1時間ごとの流量を求めた。水温は河口における気温との相関式から求めた。塩分濃度は0とした。
開境界	開境界は湾外の地点 N35.03041498, E139.402737 と N34.89551427, E139.8558343 を結んだ線(図7の実線)とし、これより内側を計算領域とした。開境界における水温・塩分は、千葉県水産総合研究センターの東京湾海況情報(東京湾水質調査結果) <sup>17)</sup> と、神奈川県水産技術センターの海況調査事業結果報告書 <sup>18)</sup> のデータから、2004年から2013年の観測値の各月平均値を用いた。また、図7の二重線よりも西側に開境界を作ると、渦を巻く不自然な流れが計算される恐れがあるため、二重線よりも西側を陸地と仮定した。
潮位	潮汐の振幅と位相については布良検潮所の調和定数 <sup>16)</sup> を用いた。
気象	海上風について、東京湾周辺の各アメダス地点における標高・風向 <sup>13)</sup> ごとの粗度を用いて、べき法則によって地表面摩擦の影響がないと思われる高度100mでの風速を一旦算出し、その後同じべき法則によって海面上10mに戻す手法を採用した。
粒子	計算結果に表示した粒子は、密度1g/cm <sup>3</sup> 、直径1.0×10 <sup>-3</sup> mmの球体を仮定した。

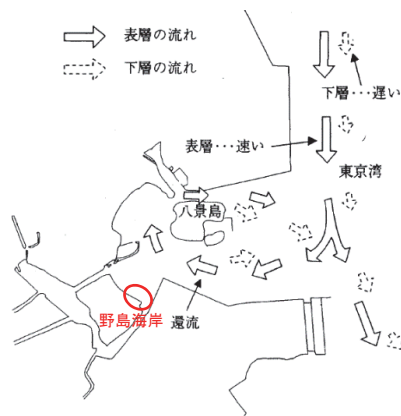


図6 金沢湾表層の還流の形成<sup>11)</sup>

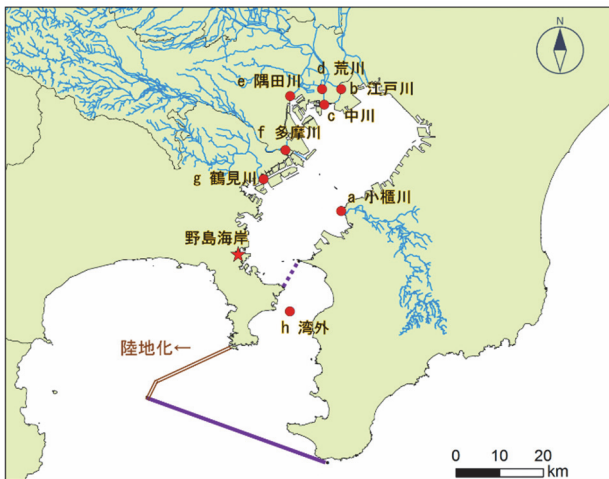


図7 仮想発生源の位置(丸:発生源、実線:開境界、破線:湾口)

### 3. 結果と考察

#### 3-1 区画ごとのMPの個数

各調査日において、①~⑫の区画で採取した砂に含まれるMPの個数と、全調査日の平均を求めた結果を表4に示す。また、区画ごとの平均値を図8に示す。エラーバーはt分布の95%信頼区間を示す。前報の2019年3月20日までの結果と海岸内でのMPの分布の傾向は同じであ

った<sup>7)</sup>。通常、潮が入ってこない①~③は個数が比較的少なく、吹き溜まりになっている⑦は個数が多かった。地点ごとのMP個数について、一元配置分散分析を行ったところ、有意水準5%で有意な差が検出され(P<0.05)、区画によって分布量に差があることが分かった。

前報に記載したとおり、MPの分布の傾向は海岸の形状や方位によっても異なってくると推察される<sup>7)</sup>。海岸内でMPの分布の偏りがあることから1地点でのサンプリングで海岸の代表値を評価することは困難であり、海岸の中でも複数地点をサンプリングし、合計値ないし平均値で評価することで真値に近づくものと考えられる。

Mara *et al.*は、海岸に漂着しているペレットの個数密度を見積もるのに必要なサンプル数を検討している。海岸上にペレットが不均一に存在しているため、例えば平均値の5%以内の精度で密度を算出するためには、彼らが調査した海岸(約7km)で沿岸方向に9,589区画のサンプリングが必要と算出している。このようなサンプリングは実現が難しく、層別サンプリングをするなどの工夫が必要であると報告している<sup>20)</sup>。

また海岸のみならず、海に漂流しているMPも均一には存在おらず、空間変動が大きいことが報告されている<sup>21)</sup>。サンプル数を増やせばその分定量の精度は上がるが、調査の手間が増えるため、適切なサンプル数を決定するためには詳細な調査が必要である。

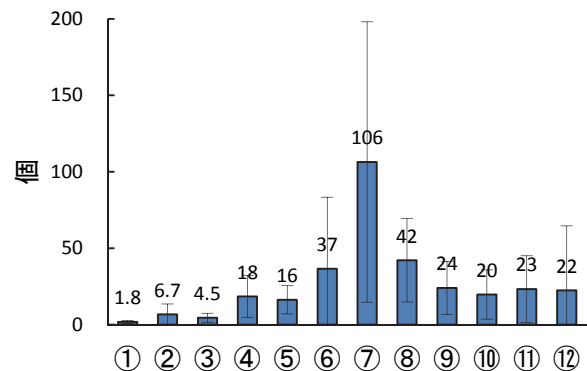


図8 区画ごとのMP個数平均値

(2018年3月~2020年1月)

※エラーバー: t分布の95%信頼区間

表4 区画ごとの砂に含まれるMPの個数と平均値(2018年3月~2020年1月)

調査日	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	合計
2018年3月22日	2	5	1	4	27	5	18	8	24	13	7	4	118
2018年5月24日	3	3	4	2	26	19	387	1	1	5	31	7	489
2018年7月20日	1	0	2	74	34	291	82	6	1	2	0	0	493
2018年9月28日	2	2	8	7	16	5	108	12	21	0	2	1	184
2018年11月19日	0	42	4	20	1	24	3	58	31	11	34	3	231
2019年1月28日	0	15	7	19	2	20	31	41	19	6	119	1	280
2019年3月20日	1	4	3	26	7	31	16	82	24	29	3	0	226
2019年5月27日	3	3	0	48	36	16	47	112	110	0	13	0	388
2019年7月30日	3	4	7	35	23	18	159	32	40	9	77	233	640
2019年9月26日	0	0	4	0	39	5	474	19	12	63	12	9	637
2019年10月16日	1	0	0	0	0	0	1	4	1	12	4	欠測	23
2019年11月26日	2	5	1	0	0	41	18	28	26	17	0	4	142
2020年1月24日	5	4	18	5	0	1	39	144	2	89	0	7	314
平均	1.8	6.7	4.5	18	16	37	106	42	24	20	23	22	320

### 3-2 12区画の合計個数

調査日ごとの①~⑫のMPの平均値を図9に示す。またエラーバーはt分布の95%信頼区間を示す。

調査日によって平均値に差があり、前報では夏季に漂着量が多いという季節変動の可能性を述べた<sup>7)</sup>。しかし今回詳細に調査したところ、空間的なばらつきが大きい。そのため、季節変動を精度良く評価するためには、サンプリングに工夫が必要であることが分かった。

また台風上陸4日後の2019年10月16日では調査地点において、顕著にMPの個数が小さかった。台風の影響については3-5で述べる。

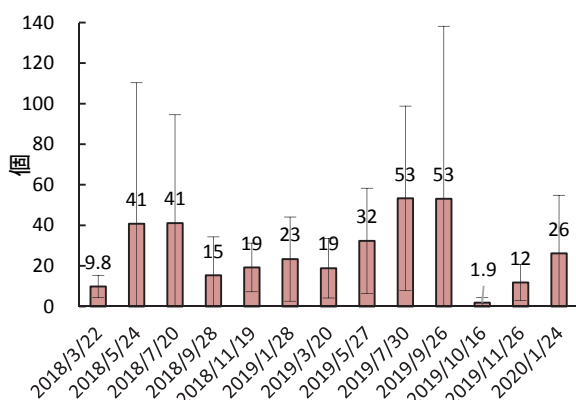


図9 調査日ごとのMP個数平均値

(2018年3月~2020年1月)

※エラーバー：t分布の95%信頼区間

### 3-3 MPの種類の内訳

各調査日の12区画の合計について、観察されたMPの形状(破片・粒子・ペレット・繊維)別の割合・材質別の割合をグラフにしたものを図10・11に示す。どの調査日でも破片状のものが70%以上を占めていた。2017年度の調査結果<sup>6)</sup>と比較しても同様の結果が得られた。また、材質別の組成では、ポリエチレン(PE)・ポリプロピレン

(PP)・ポリスチレン(PS)が95%以上を占めていた。

また特徴的に多く観察されたMPについて、緑色のPEの人工芝由来の破片(図12)、発泡スチロール由来の破片(図13)、1mm程度のPS粒子(図14)、ペレット(図15)があった。それぞれが占める割合を算出した結果を図16に示す。これらは2017年度の横浜市内沿岸の調査<sup>1)</sup>でも観察されている。緑色の人工芝破片や、発泡スチロール破片は神奈川県調査<sup>22)</sup>や、国外の海岸のMP調査でも多く観察されており<sup>23-25)</sup>、使用用途や形状から細片化しやすいものであるため、MPとして環境中に流出しやすいと推察される。PS粒子は神奈川県の海岸調査でも多く観察され、発泡ポリスチレン製品製造用の予備発泡ビーズやクッション等に使用されている充填剤である可能性が指摘されている<sup>22)</sup>。白いペレットは環境中に長期間曝されると黄変する性質があるが<sup>25)</sup>、野島海岸では黄変度が異なるペレットが観察され、環境中に出て日が浅いものや長期間経っているものが混在していると考えられる。ただし、横浜市の河川調査ではペレットが観察されておらず<sup>10)</sup>、横浜の河川以外から流入している可能性がある。

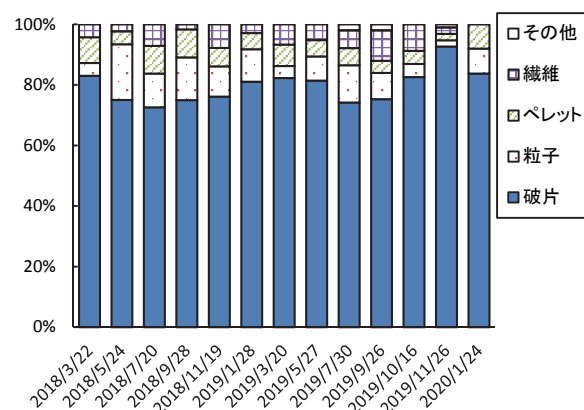


図10 形状別の割合



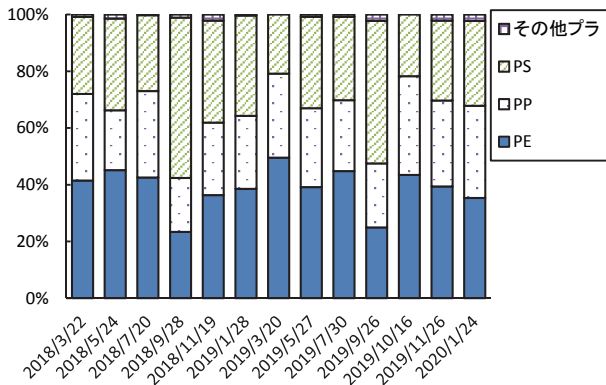


図 11 材質別の割合



図 15 ペレット

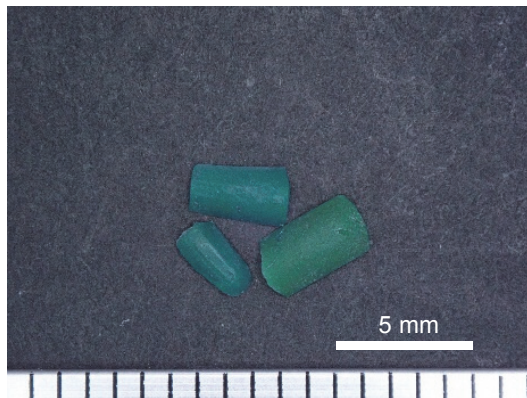


図 12 人工芝破片

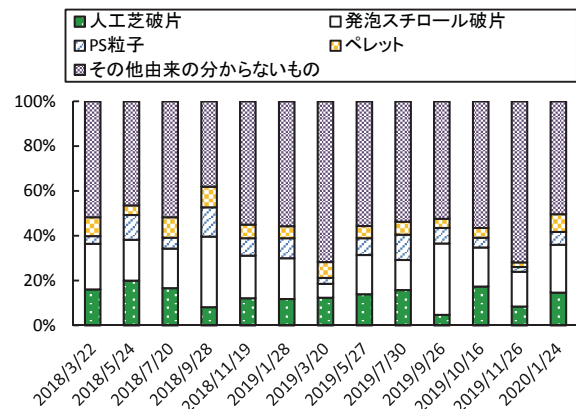


図 16 特徴的に多く観察された MP の割合



図 13 発泡スチロール破片

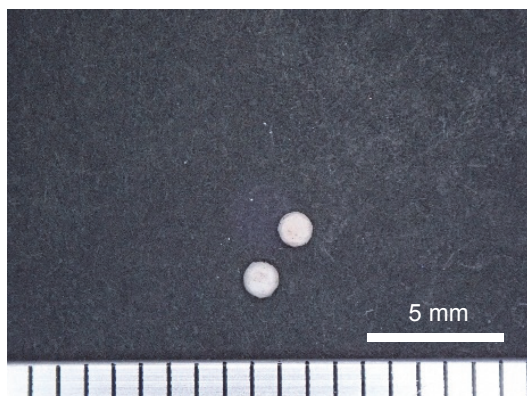


図 14 PS 粒子

### 3-4 粒子追跡シミュレーションの結果

各河川の河口及び湾口から粒子を放出し計算したところ、河川から放出した粒子は、各河川によって漂流の仕方に違いがあったが、どの河川においても粒子が東京湾内に拡散しながら、湾口（図 7 の破線：横須賀市観音崎と富津市富津岬を結ぶ線）に到達するような流れであった。最初に粒子が湾口に到達するまでに要する時間は河川によって異なっていたが、2～6 日の範囲であった。また今回の計算条件では、荒川・隅田川・多摩川・鶴見川から放出した粒子は 2～5 日後に野島海岸の位置へ最初の粒子が到達していた（鶴見川の例を図 17・18 に示す）。小櫃川・江戸川・中川については野島海岸の位置までは粒子が到達していなかったが、小櫃川・中川は野島海岸よりも約 2 km 東の地点まで接近していた（小櫃川の例を図 19 に示す）。シミュレーションの結果より横浜市外からの野島海岸への MP の漂着が示唆された。また鶴見川に着目すると、鶴見川から放出された粒子が東京湾内に拡散し（図 20）、横浜市外へ漂着していた。

湾外からの粒子の放出を計算したところ、粒子放出（図 21）から 8 月 23 日（図 22）までにほとんど東京湾内への流入は確認されなかった。そのため、野島海岸への MP 漂着は東京湾内の漂流 MP の影響を強く受けていることが分かった。

これらの結果より今後横浜の海洋の MP について対策等を検討する場合、横浜に限らず東京湾での包括的な調査や対策が有効であると考えられる。

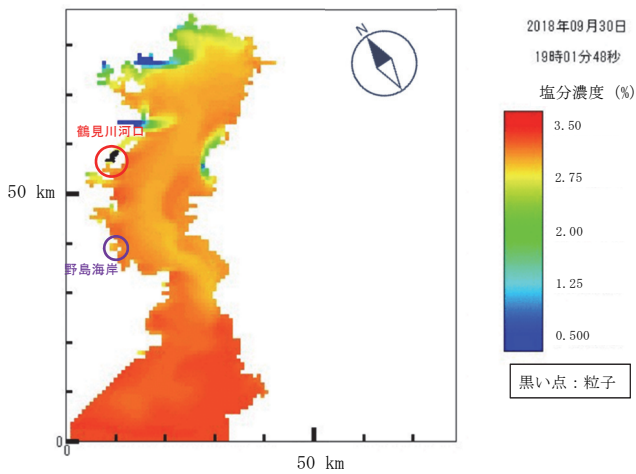


図 17 鶴見川から粒子を放出した直後の様子  
(2018年9月30日19:01)

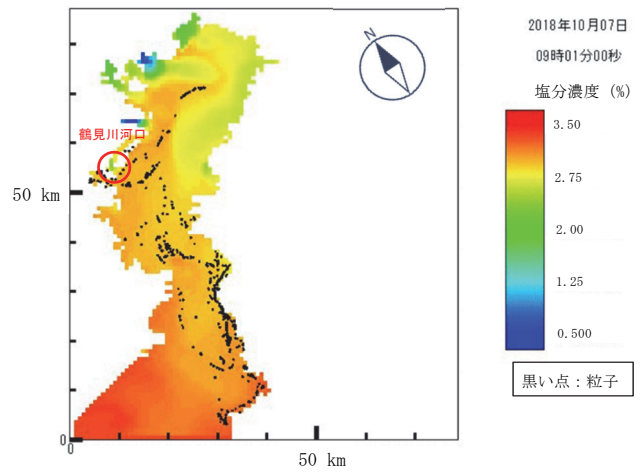


図 20 鶴見川の粒子が東京湾内で拡散し、市外に漂着した様子 (2018年10月7日9:01)

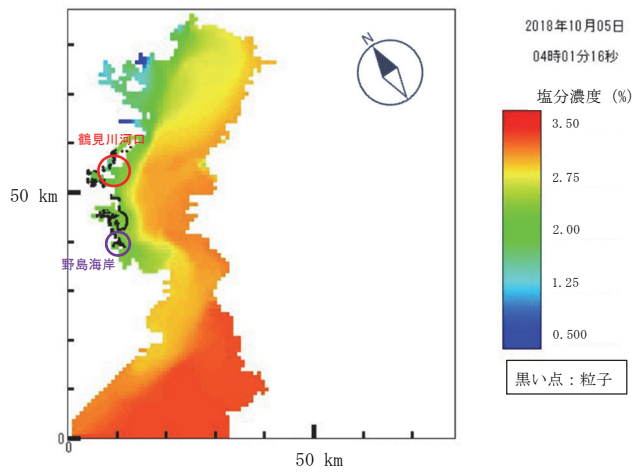


図 18 鶴見川の粒子が野島海岸に到達した様子  
(2018年10月5日4:01)

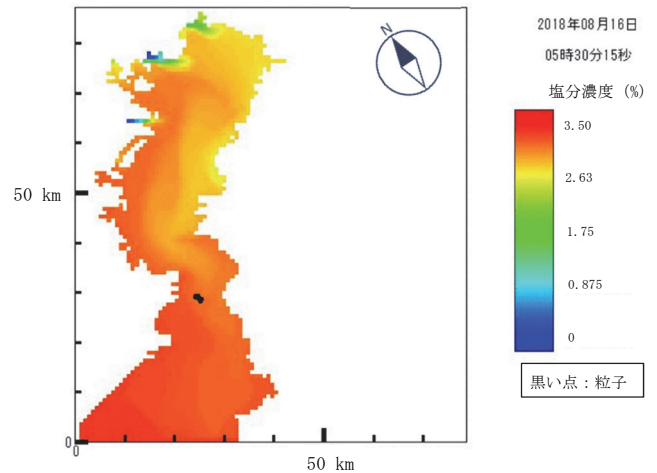


図 21 湾外から粒子を放出した直後の様子  
(2018年8月16日5:30)

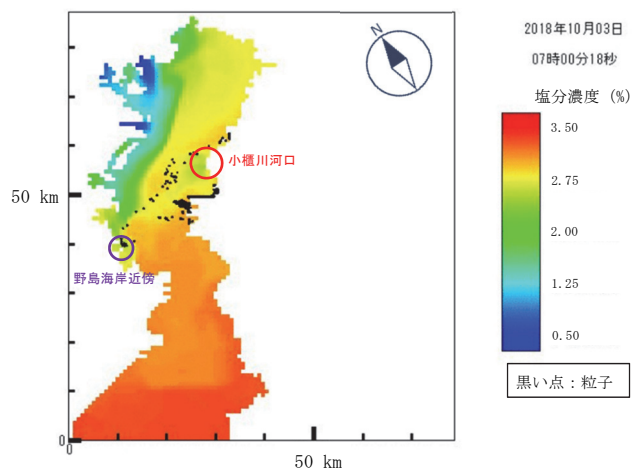


図 19 小櫃川の粒子が野島海岸近傍に到達した様子 (2018年10月3日7:00)

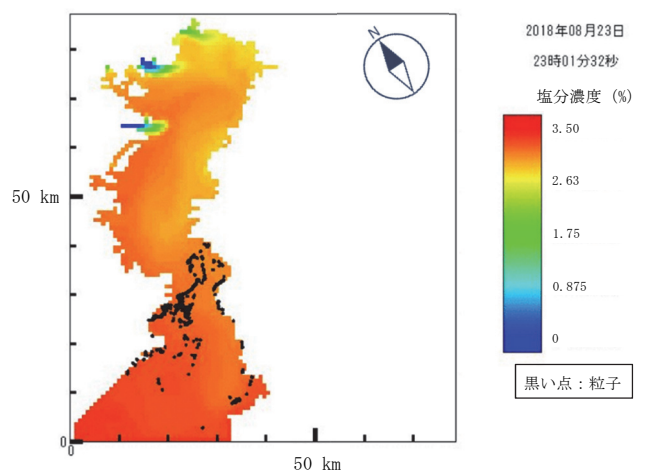


図 22 湾外で放出された粒子が拡散する様子  
(2018年8月23日23:01)



### 3-5 台風第19号の影響

2019年10月12日に台風第19号が関東に上陸し、横浜市でも各地で浸水などの被害を受けた<sup>25)</sup>。台風上陸の翌日(2019年10月13日の14時頃)に野島海岸を観察したところ、海岸の内陸側(図4の①の区画)まで潮が入ってきた形跡があり、①のところまで漂着物があった(図23)。また平常時は野島海岸全体(①~⑫)にMPが蓄積しているが、目視でそれら少なくなっていることが分かった。さらに通常、満潮線が存在している地点には、平常時よりも堆積している漂着物が少なかった(図24)。恐らく高潮の影響で海岸内に蓄積していたMPや漂着物が流されたものと推察される。

台風上陸の4日後(2019年10月16日16時頃)にMPの漂着量調査を行った。95%信頼区間を比較すると、この調査日のみ、図8のようにMPの平均個数がいくつかの調査日と比較して有意に少なかった。これは海岸で蓄積していたMPが高潮で流されたためだと考えられる。またその後の2019年11月26日と2020年1月24日の調査では漂着量が増加しており、10月に一度高潮で流されたあと、また海岸内に蓄積していったものと考えられる。台風上陸4日後の満潮線付近を観察すると、平常時よりも多くの堆積物があり(図25)、堆積物の高さを測定したところ約50cmであった。台風上陸の翌日にはほとんど堆積物がなかったことから、各河川から出水後に1日~4日ほどの時間をかけて東京湾を漂流し、野島海岸に漂着したものと推察される。

また台風上陸時の粒子追跡シミュレーションを行った結果を図26~28に示す。各河川からの粒子を色分けし、同時に表示している。粒子放出から約12時間後(2019年10月13日10時頃)には野島海岸に最初の粒子が到達していた(図26)。その後、粒子放出から約18時間後(2019年10月13日16時頃)には、最初の粒子が湾口に到達した(図27)。野島海岸の様子を観察した2019年10月13日14時以降も、粒子が野島海岸に流れていく様子が観察された(図28)。

これらの結果から、台風上陸時に高潮の影響で海岸に蓄積していたMPや漂着物が流され、その後数日かけて河川から流出した漂流物が野島海岸に流れついたと推察される。また漂着物の量は平常時よりも多くあり、台風など降雨量が増加したタイミングで顕著に多くなる可能性がある。



図23 台風上陸翌日(2019年10月13日)における野島海岸の内陸側への漂着物



図24 台風上陸翌日(2019年10月13日)の野島海岸の様子



図25 台風上陸4日後(2019年10月16日)の野島海岸の様子

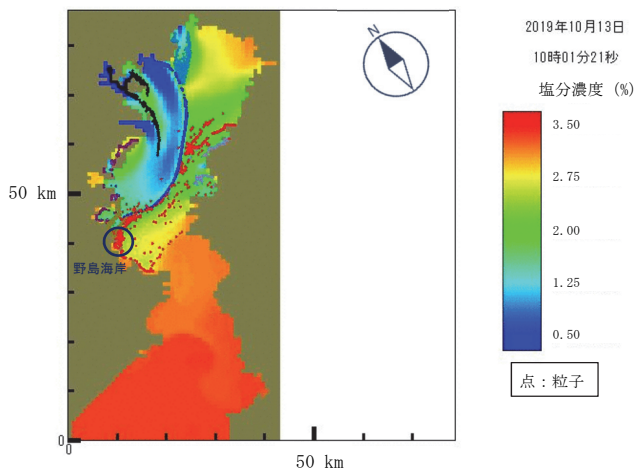


図 26 最初の粒子が野島海岸に到達した様子  
(2019年10月13日10:01)

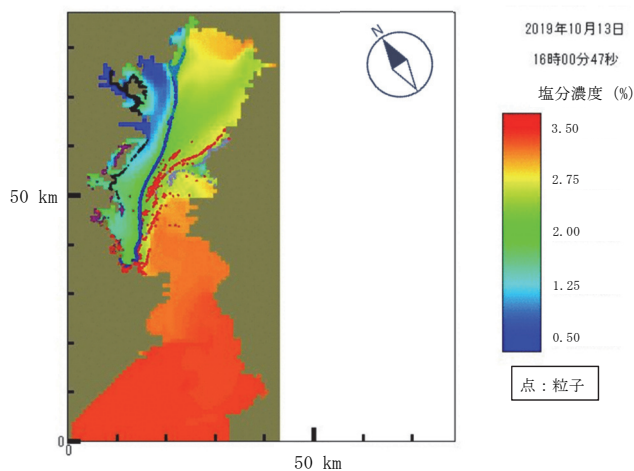


図 27 最初の粒子が湾口に到達した様子  
(2019年10月13日16:00)

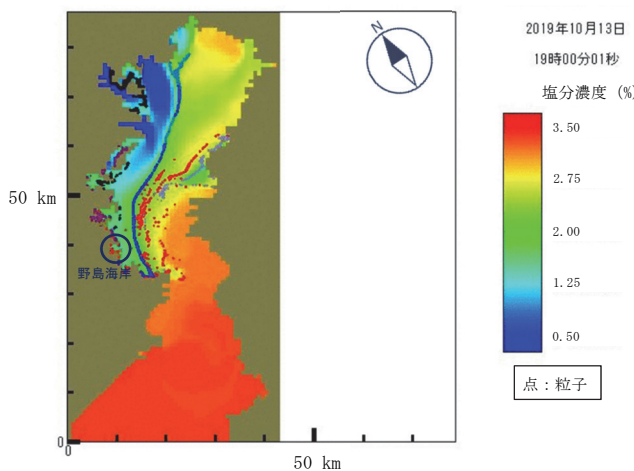


図 28 野島海岸を観察した時刻以降も粒子が漂着し続ける様子 (2019年10月13日19:00)

#### 4. まとめ

野島海岸でMP漂着量のモニタリングを2018年3月～2020年1月の間2か月ごとに行った結果、調査日によって分布量に差があった。形状では破片状のMPが70%以上を占めており、材質はPE・PP・PSが95%以上であつた。

人工芝破片、発泡スチロール破片、PS粒子、ペレットなど特徴的なMPが定期的に観察された。しかし海岸内での空間変動が大きく、漂着量を精度良く評価するためにはサンプリング数を増やすなどの課題があることが分かった。

また粒子追跡シミュレーションを行い、東京湾内から野島海岸へのMPの漂着について検証したところ、横浜市外の河川から野島海岸へのMP漂着、また鶴見川から横浜市外へのMP漂着の可能性が示唆された。これらの結果より横浜で海洋のMPの発生抑制をする場合、東京湾での包括的な調査・対策が有効であると考えられる。

#### 文 献

- 1) 国連開発計画：持続可能な開発目標、<https://www.jp.undp.org/content/tokyo/ja/home/sustainable-development-goals.html> (2020年4月時点)
- 2) 環境省：G20 海洋プラスチックごみ対策実施枠組(仮訳)、<https://www.env.go.jp/press/files/jp/111827.pdf> (2019年7月時点)
- 3) 環境省：プラスチック資源循環戦略、<https://www.env.go.jp/press/files/jp/111747.pdf> (2020年4月時点)
- 4) 横浜市：よこはま資源循環アクションプログラム、<https://www.city.yokohama.lg.jp/city-info/yokohamashi/org/shigen/sonota/hoshin/plastic-program.files/action-program.pdf> (2020年4月時点)
- 5) Andrady, A.L. : Microplastics in the marine environment, *Marine Pollution Bulletin*, **62**, 1596-1605 (2011)
- 6) 蝦名紗衣、加藤美一、堀美智子：横浜市内のマイクロプラスチック調査(第1報)ー沿岸のマイクロプラスチックの漂着状況ー、横浜市環境科学研究所報、**43**、26-30 (2019)
- 7) 蝦名紗衣、加藤美一、北代哲也、小倉智代：横浜市内のマイクロプラスチック調査(第4報)ー野島海岸のマイクロプラスチック漂着量の季節変動ー、横浜市環境科学研究所報、**44**、52-58 (2020)
- 8) 国土地理院地図(電子国土web)、<https://maps.gsi.go.jp/> (2021年2月時点)
- 9) 気象庁：台風第19号による大雨、暴風等、<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2019/20191012/20191012.html> (2020年4月時点)
- 10) 松島由佳、小倉智代、蝦名紗衣：横浜市内のマイクロプラスチック調査(第5報)ー市内河川のマイクロプラスチック調査ー、横浜市環境科学研究所報、**45**、13-20 (2021)
- 11) 稲垣聡、田中昌宏、秋山真吾、棚瀬信夫、林文慶：閉鎖性海域の流動・密度構造に関する現地観測ー神奈川県金沢八景海域を対象としてー、海岸工学論文集、**44**、376-380 (1997)
- 12) 工藤功貴、片岡智哉、二瓶泰雄、北浦郁弥：平常時・出水時河川のマイクロプラスチック濃度の時間変動特性と年間輸送量評価、土木学会論文集 B1(水工学)、**74(4)**、I529-I534 (2018)



- 13) 国土交通省：東京湾及びその流域の概要、[https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr\\_content/content/000621812.pdf](https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000621812.pdf) (2020年4月時点)
- 14) 国土交通省：水文水質データ、<http://www1.river.go.jp/contents.html> (2020年4月時点)
- 15) 二瓶泰雄、高村智之、渡邊敬之：東京湾主要流入河川における流量モニタリングの現状と課題、海岸工学論文集、**54**、1221-1225 (2007)
- 16) 気象庁：アメダス、<https://www.jma.go.jp/jp/amedas/> (2020年12月時点)
- 17) 千葉県水産総合研究センター：東京湾海況情報 東京湾水質調査結果 (平成16年度～平成25年度)
- 18) 神奈川県水産技術センター：海況調査事業結果報告書 (平成16年度版～平成25年度版)
- 19) 気象庁：潮位表掲載地点一覧表 (2021年)、<https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/suisan/station.php> (2020年12月時点)
- 20) Mara F., Alessandra P. M., Danilo B. S., Daniel G., Alexander T. : Quantifying microplastic pollution on sandy beaches: the conundrum of large sample variability and spatial heterogeneity, *Environ Sci Pollut Res*, **24**, 13732-13740 (2017)
- 21) Miriam C. Goldstein, Andrew J. Titmus, Michael Ford : Scales of Spatial Heterogeneity of Plastic Marine Debris in the Northeast Pacific Ocean, *PLoS ONE*, **8**(11), 1-11 (2013)
- 22) 池貝隆宏、長谷部勇太、三島聡子、小林幸文：海岸漂着量の評価のためのマイクロプラスチック採取方法、全国環境研会誌、**42**(4)、54-59 (2017)
- 23) Pui K. C., Lewis T. O. C., Lincoln F. : Seasonal variation in the abundance of marine plastic debris in the estuary of a subtropical macro-scale drainage basin in South China, *Science of the Total Environment*, **562**, 658-665 (2016)
- 24) Andrea S., Stefan F., Gunnar G., Hendrik S. : Microplastic concentrations in beach sediments along the German Baltic coast, *Marine Pollution Bulletin*, **99**, 216-229 (2015)
- 25) In-Sung K., Doo-Hyeon C., Seung-Kyu K., SooBong C., Seung-Bum W. : Factors Influencing the Spatial Variation of Microplastics in High-Tidal Coastal Beaches in Korea, *Arch Environ Contam Toxicol*, **69**, 299-309 (2015)
- 26) Chelsea M. R., Eunha H., Brian T. H., Shawn K. : Long-term field measurement of sorption of organic contaminants to five types of plastic pellets: Implications for plastic marine debris, *Environ. Sci. Technol.*, **47**(3), 1646-1654 (2013)
- 27) 横浜市：台風第19号の対応について (最終版)、[https://www.city.yokohama.lg.jp/city-nfo/koho-kochi/press/somu/2019/1015\\_typhoon19-.files/20191015\\_typhoon19-5.pdf](https://www.city.yokohama.lg.jp/city-nfo/koho-kochi/press/somu/2019/1015_typhoon19-.files/20191015_typhoon19-5.pdf) (2020年4月時点)

# 市民協働による生物調査 “こども「いきいき」生き物調査”

— 2013年度から2019年度の調査結果のまとめと活用事例 —

中里亜利咲、七里浩志、潮田健太郎、小島淳（横浜市環境科学研究所）

## Survey of living things through civic collaboration

— A collection of researches and an example of utilization from 2013 to 2019 —

Arisa Nakazato, Hiroshi Shichiri, Kentarou Ushioda, Makoto Kojima  
(Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：生物多様性、市民協働、生物調査、アンケート調査、GIS 解析

### 要 旨

環境科学研究所では、2013年度から小学生による市内全域の生き物調査“こども「いきいき」生き物調査”を実施している。今回、2019年度まで実施した調査結果を検討し、過去に実施した類似調査の結果と比較した。その結果、外来種のクリハラリスが増加傾向であること、ヒキガエルおよびサワガニが減少傾向であることなど、市内における生き物の生息状況に関する貴重な情報を得ることができた。また、この調査結果は小・中学校での教材やイベントにおける啓発資料などとして活用しており、未来を担う子どもたちが生物多様性保全への理解を深めることに貢献している。

### 1. はじめに

横浜市は、生物多様性基本法における生物多様性地域戦略に相当する横浜市環境管理計画（生物多様性横浜行動計画を含む）において、次世代を担う子どもたちに対するプロモーションの重要性を挙げている。また、生物多様性に関する取組を進めるにあたり、科学的データの収集は不可欠であるが、本市においては1984年から1991年までの期間に小・中学生および高校生を対象として行われた聞き取りによる分布調査<sup>1)~3)</sup>以降、市内全域における生き物調査は実施されていなかった。

そこで環境科学研究所では、生物多様性保全に資する基礎データを取得するとともに、地域の自然や生き物への関心を高めてもらうことを目的として、小学生による市内全域における生き物調査“こども「いきいき」生き物調査”を開始した。

この調査は2013年度から毎年夏に実施しており、2019年度の実施をもって継続7年となる。本報では調査対象とした生き物の分布について解析し、これまでに得られた知見を検討するとともに、小学校における教材およびイベントにおける啓発資料として活用した事例について報告する。

### 2. 方法

横浜市内立小学校（義務教育学校を含む）約340校の5年生を対象として調査票（図1）を配布した。回答は過去1年間（当該年度前年の9月1日～当該年度の8月31日）に「家や学校の近く」すなわち学区内で見つかったり、鳴き声を聞いた生き物について、季節ごとに○をつけてもらう形式とした。なお、希望があった場合は5年生以外の学年についても、調査への参加を可能とした。

対象とした生き物は、分類・同定が容易であり、市内

の自然環境を特徴づけるもの、個体数が減少または増加傾向にあるもの、外来種などに着目し選定した。また、年度ごとに生き物の種類を変え、1年間に9種類、7年間で計37種類の生き物を調査の対象とした。なお、16種類については、これまでの7年間に複数回調査の対象としている。ツバメの巣については、生息状況を知ることに加え、調査の確実性の検討のため、毎年調査対象とした。

回答の集計に際し、学校ごとに対象の生き物を見つけた割合を算出し、確認率とした。さらに、学校ごとの確認率の高低が、地図上に色の濃淡で表示されるよう作図した。作図に際し1校あたりの回答数が10人以上のデータを使用し、地理情報システム（GIS）のソフトウェアであるArcGISを用いたKriging法により、空間補間を行った。

調査方法と対象種は、教育委員会事務局の指導主事および教職員からなる検討委員会により決定した。なお、調査方法や結果の詳細は既報<sup>4),5)</sup>および環境科学研究所のWEBページ<sup>6)</sup>に掲載している。

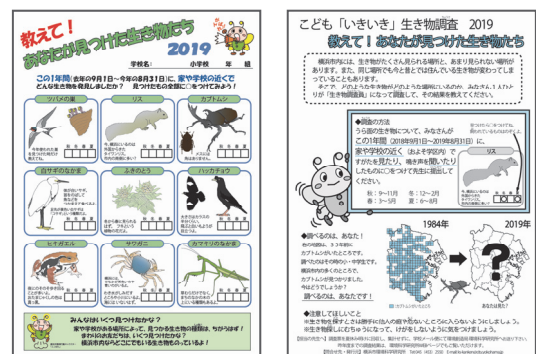


図1 2019年度調査票（左：表面 右：裏面）

### 3. 結果

#### 3-1 参加校および参加者の推移

7年間の調査で、延べ1,178校、83,132人の協力が得られた。各年度の参加校数および参加者数を表1に示す。

参加校は、初年度から2015年度まで徐々に増加し、2016年度以降は162～189校の間で推移した。参加者は、毎年1万人以上であり、主な調査対象である小学5年生の参加率は35～43%の間であった。

#### 3-2 市内全域における生き物の確認率

調査対象種および市内全域における確認率を表2に示す。生き物の確認率は、8～97%であった。

複数年度の調査対象に設定した生き物のうち、リス、ヒキガエル、サワガニは確認率が大きく変化した。一方、コウモリ、ヘビのなかま、アマガエル、カブトムシおよびノコギリクワガタは、各年度の確認率が概ね一定であった。調査開始当初から毎年調査対象としているツバメの巣の確認率は、73～78%の間で推移していた。

表1 参加校および参加者の推移

調査年度	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
対象校	343	342	342	342	341	342	342
参加校	150	158	169	162	189	181	169
参加率(%)	44	46	49	47	55	53	49
対象児童(5年生)	31,866	31,615	30,797	29,738	30,504	30,660	30,374
参加者 <sup>※1</sup>	11,419	12,349	12,257	10,984	13,095	11,517	11,511
参加率(%) <sup>※2</sup>	35	39	39	37	43	38	38

※1 参加者は5年生以外も含む。(希望があった場合は、5年生以外の学年についても調査への参加を可能とした。)

※2 参加率は5年生の参加者の割合を示す。

表2 これまでに調査対象とした生き物と確認率(%)

分類	生き物の名前	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度
植物	タンポポのなかま	90						
	つくし		63					
	ふきのとう			33				30
	レンゲソウ(ゲンゲ)				52			
	ススキ					72		
哺乳類	リス	35			38			42
	コウモリ	46				46		
	タヌキ		18				20	
	アライグマ		6				8	
	ハクビシン		8				12	
鳥類	ツバメの巣	77	78	77	75	77	76	73
	白サギのなかま			23				26
	カモメのなかま			37				
	ハクセキレイ			35				
	カワセミ		22				20	
	ウグイス(の鳴き声)				81			
	スズメ					94		
爬虫類	ハッカチョウ							8
	ヘビのなかま	37				37		
両生類	カメのなかま					44		
	アマガエル		42				42	
昆虫類	ヒキガエル			38				28
	カブトムシ	72		70		69		68
	ノコギリクワガタ		50		50		52	
	バッタのなかま	84						
	セミ(の鳴き声)	97						
	クマゼミ(の鳴き声)		72					
	カマキリのなかま			80				78
	ハグロトンボ				38			
	ナナホシテントウ				81			
	アオスジアゲハ					63		
ホタル					37			
その他の動物	ミンミンゼミ(の鳴き声)						96	
	アメリカザリガニ	44						
	サワガニ			28				22
	ダンゴムシ				95			
	カタツムリ				69			

### 3-3 確認率の経年変化が大きい種の分布状況

複数年度を調査の対象とした種のうち、市内全域における確認率の経年変化が大きかった3種（リス、ヒキガエルおよびサワガニ）について、確認率の市内分布図を図2(a)～(g)に示す。地図範囲は横浜市全域で、色が濃いほど確認率が高いことを表している。

リスについては、これまで3年ごとに3回調査しており、確認率は35%（2013年度）、38%（2016年度）、42%（2019年度）と増加していた。今回の市内分布図を比較すると、3回の調査すべてにおいて市の南北で大きな差が見られた。本種の分布は、2013年度と2016年度の比較では、確認率の高いエリアが北上する傾向を示し、2016年度と2019年度の比較では、南部において確認率の高いエリアが広がっていた。

ヒキガエルについては、これまで2回調査しており、確認率は、38%（2015年度）から28%（2019年度）へと減少した。市内分布図によると、本種は2015年度、2019年度ともに市内各地において、隣り合う地域において確認率に大きな差が見られた。2015年度から2019年度にかけて確認率の高いエリアが大きく減ったように見えるが、全体の確認率が低いため、市内分布図の変化から結果を評価することは難しい。

サワガニについては、これまで2回調査しており、確認率は、28%（2015年度）から22%（2019年度）へと減少した。本種の市内分布図において、2015年度と2019年度を比較すると、確認率の減少に伴い2019年度は分布の濃いエリアが減少していたが、ヒキガエルと同様に本種の確認率の低いため、市内分布図の変化により結果を評価することは難しい。

## 4. 考察

### 4-1 参加校、参加者の推移

本市の市立小学校は約340校であるが、調査に際し各年度とも約半数の参加・協力が得られた。特に、調査初年度において既に44%の参加校率を得たが、これは本調査を開始するにあたり、本市の教育委員会事務局を通じて小学校長会や教職員が参加する理科研究会等において、十分な事前説明を実施したことに起因するものと推察された。こうした事業説明を継続していることに加え、本調査の検討委員の意見を受け、調査票の配布時期を夏休み前に設定したこと、分類・同定が容易である生き物を調査対象として選定したこと、「身の回りの生物」「季節と生物」の単元を修了した小学5年生を対象としたことが、毎年一定数の参加校および参加者の確保に寄与していると思われる。

生物調査の方法として、専門家による調査があるが、これは正確なデータが得られる反面、調査時期や調査範囲が限られるという欠点がある。一方、“こども「いきいき」生き物調査”は、市内全域に比較的均等に位置する小学校それぞれからの多くのデータを集めることにより、広域における生物生息状況の傾向を知ることができる手法であると言える。

### 4-2 市内全域における生き物の確認率

#### 4-2-1 単年度ごとの生き物の確認率

既報<sup>4)</sup>の方法に従い、比較的確認率の高い生き物および低い生き物について検討を行った。本調査による生き物の確認率を検討するにあたり、知名度が高い種は確認率が高くなり、知名度が低い種は確認率が低くなる傾向

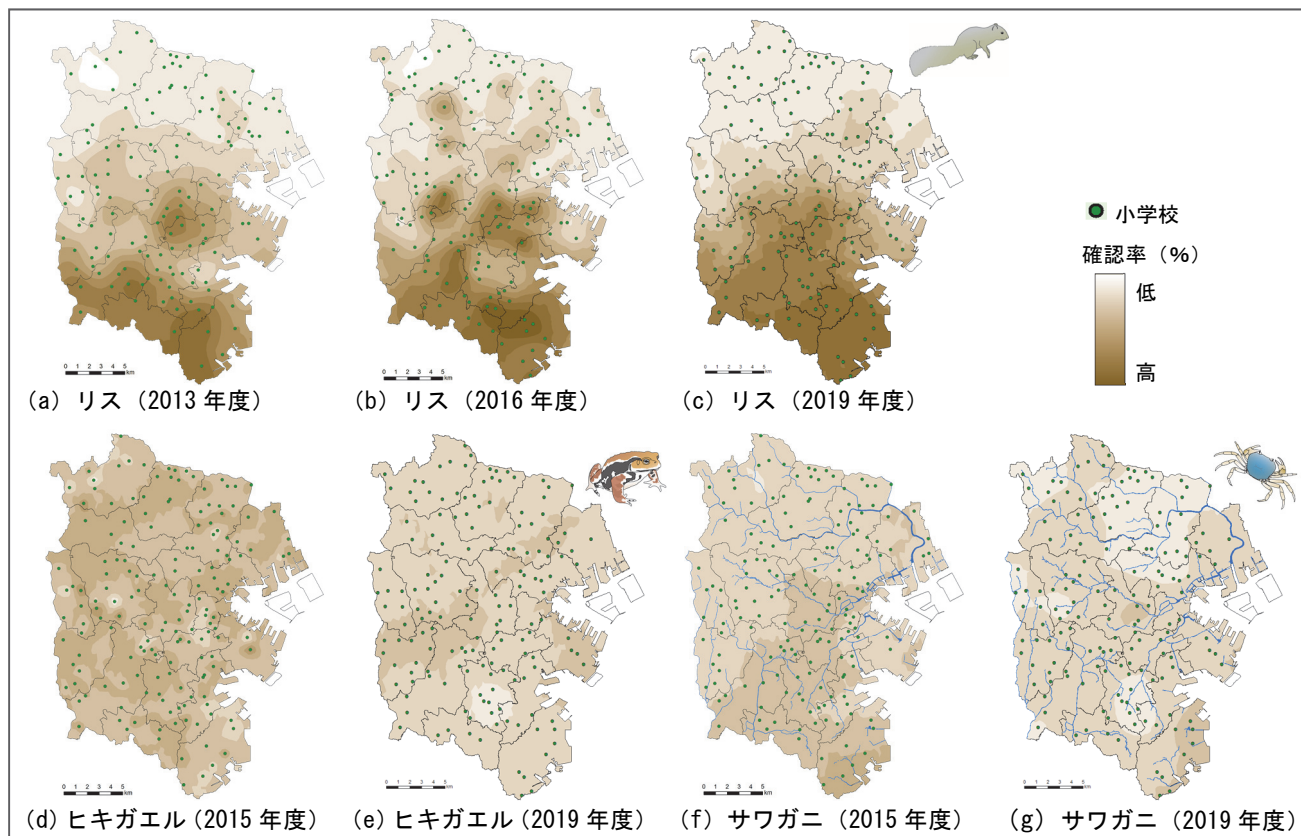


図2 生き物別確認率の分布



があるため、注意を要する。

確認率が75%以上の生き物は、タンポポのなかま、ツバメの巣(2019年度を除く)、ウグイス(の鳴き声)、スズメ、バッタのなかま、セミ(の鳴き声)、カマキリのなかま、ナナホシテントウ、ミンミンゼミ(の鳴き声)、ダンゴムシであった。これらは生息密度の高さに加え、生息地への立ち入りが容易であること、鳴き声で判断可能であること(ウグイス、セミ、ミンミンゼミ)、知名度が高いことなどから確認率が高いと考えられた。

一方、確認率が25%未満の生き物は、タヌキ、アライグマ、ハクビシン、白サギのなかま(2015年度)、カワセミ、ハッカチョウ、サワガニ(2019年度)であった。これらは生息密度の低さに加え、生息地への立ち入りが困難であること、夜行性であること(タヌキ、アライグマ、ハクビシン)、市内においては限定的な分布であること(ハッカチョウ)、知名度が低いことなどから確認率が低いと推察された。

#### 4-2-2 複数年度ごとの生き物の確認率

複数年度の調査対象に設定した生き物のうち、コウモリ、ツバメの巣、ヘビのなかま、アマガエル、カブトムシおよびノコギリクワガタは確認率の変動が少なかった。本調査における参加者約1万人における1%は100人であるため、これらの種については再現性の高い結果が得られていると考えられる。前述のとおり参加校および参加者が毎年一定数確保できていることが再現性の高さに寄与していると考えられる。

#### 4-3 確認率の経年変化が大きい種の分布状況

横浜で確認されているリスは外来種のクリハラリス(タイワンリス)である。本種は、市内南部を中心に生息し、市内北部でも個体が目撃されている。本市では、公園等においてセンサスおよび捕獲によるクリハラリスの調査を実施している<sup>7)</sup>。しかしながら、本種における市内全域の分布状況を示した図は少ない。一方、本調査では、市内各所の小学校から回答を得ることで、クリハラリスの分布状況をより広範囲に知ることができた。また、本調査は市内全域の生物分布状況を図示することにより、生息域および確認率の経年的変化を容易に確認することが可能になるため、本種のような外来種の分布状況の変化を知るために有効な手段であると考えられる。本調

査の結果、クリハラリスは本市の南部を中心に生息し、本市南部における生息域が拡張しつつあることが示唆された。それとともに、本市の北部においても局所的に確認率の分布が濃く示される地域が見受けられたため、本市北部における本種の分布状況についても、今後の調査結果に注目していきたい。

横浜に生息するヒキガエルは、東日本を中心に分布するアズマヒキガエルである。本種の繁殖は、山道の水たまり、池、水田などの止水でなされるが<sup>8)</sup>、繁殖期以外はほとんど水に入らないため<sup>9)</sup>、池などの止水以外の場所でも確認される。アズマヒキガエルは、神奈川県においては、広い範囲で生息が確認されているが、山地や丘陵地などでは個体数が減少している傾向にあるとともに、市街地では急速に姿を消しつつあるため、要注意種に選定されている<sup>10)</sup>。また、愛知県名古屋市では、本調査と類似した市民参加型アンケート調査の結果から、アズマヒキガエルの減少が報告されている<sup>11)</sup>。一方、東京都では、在来種のアズマヒキガエルと西日本亜種であるニホンヒキガエルの交雑が確認されている<sup>12)</sup>。ヒキガエルに限らず、カエル類は産卵場所の消失、外来種のアライグマによる捕食などにより、生息数が減少している地域が少ないと思われる。本調査において、ヒキガエルの確認率が低いため、2015年度から2019年度にかけての市内分布図の変動について考察するのは困難である。しかしながら、本種の確認率は、2015年度の38%(4,677人)から2019年度の28%(3,185人)へと減少しており、今後は分布域の減少が市内分布図に顕著に表れる可能性があると考えられる。そのため、今後も継続的に調査の対象とし、経過に注目していきたい。

サワガニは、河川上流域の細流や湧水に生息し、大型個体は水中のみならず、周辺の湿地も生活の場としている。また、この種は水質汚濁に弱いため、水のきれいな河川の指標種とされている<sup>13)</sup>。サワガニについては、1984年から1991年までの期間に3回、小・中学生および高校生を対象とした聞き取りによる分布調査が行われている<sup>1)~3)</sup>。当時の調査では、市内を約1km四方のメッシュで区切り、メッシュごとに対象とする生き物が確認できたか否かを示している(図3(a)~(c))。その結果から、1984年には市内の各地でサワガニが確認されていたが、1991年にかけてその場所が大きく減少しており、

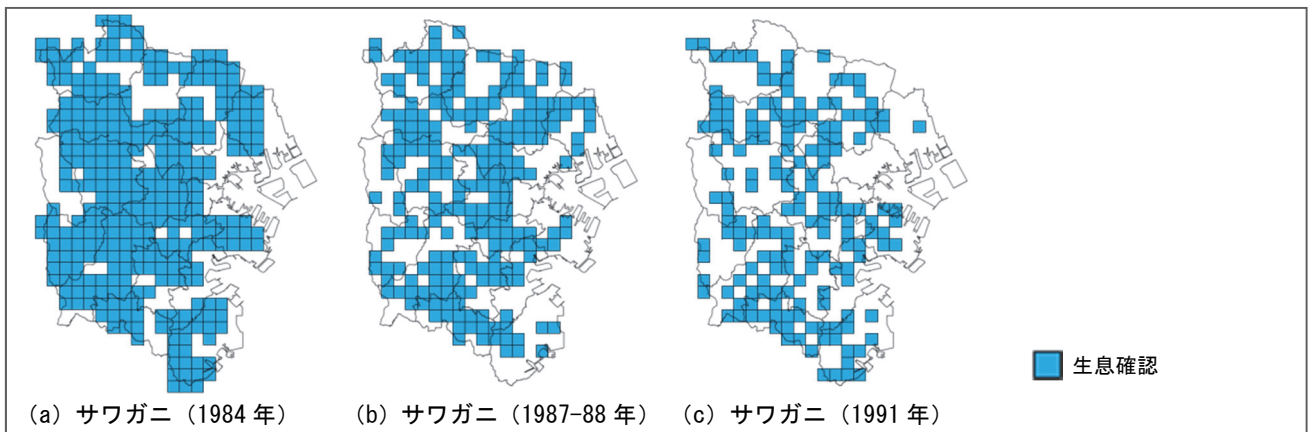


図3 聞き取り調査によるサワガニの分布

その理由として開発による斜面緑地減少や、観察しやすい場の減少が挙げられている<sup>3)</sup>。過去の調査から24年を経た現在、改めて本種の生息状況に注目した。本種における今回の調査結果と、本市の河川図を比較したところ、確認率の高かった地域と河川の流域との重なりは認められなかった。さらに、市内における湧水の位置図<sup>14)</sup>と本調査の結果との比較を試みたが、両者の重なりを認めることは困難であった。サワガニは、局所的な環境に生息する種であり、本調査における確認率が低いことから、本種の市内分布図は参加校の違いによる変動を受けやすいことが推定される。しかしながら、サワガニの確認率は、2015年度の28% (3,440人) から2019年度の22% (2,519人) へと減少しており、本種が現在も減少傾向にある可能性が示唆された。したがって、本調査の特性を考慮した上で、サワガニの生息状況を知る1つの手法として、今後も活用を試みたい。

## 5. 調査結果の活用事例

### 5-1 小学校における取組

市内の小・中学生を対象として実施している環境教育出前講座において、本調査の結果を教材として活用している。その一例を挙げると、ある小学校では5年生の総合的な学習の時間において、児童が本調査の結果を参考に、身の回りの生き物について調べ、当研究所は、専門的立場から1年間を通し協力することとなった。この授業の中で、児童達は生き物を見つけるために自動撮影カメラを設置したり、生き物について調べることにより、自然と人間の共存や、外来種問題等の課題を見つけ、それを解決する方法について自主的に考えた。本調査の結果を基に、児童らが生き物に関する課題を考えることで、地域の自然や生き物に対する関心を喚起することにつながったと言えるだろう。

### 5-2 イベントにおける啓発

市内で行われるイベントの場において、環境教育の一環としてポスター展示等を行っている。2019年12月に

行われた「SDGs 未来都市・環境絵日記展 2019 こどもエコフォーラム」では、本調査の結果をまとめたポスター(図4)を見た児童に感想を記入してもらったアンケートを行った。そのコメントには、“カブトムシは、横浜市以西の方に多いことが分かった。そのことを知ったので、カブトムシを見たいときは、西の方に行ってみようと思った。”、“家の近くでみるリスは、日本のリスじゃなくて外国からきたことがわかった。”、“調査をしていることを初めて知った、来年は参加したい。”(原文のまま引用)などの意見が述べられており、児童らにとって本調査の結果が理解しやすく、身近な生き物に対する興味を誘う効果が期待できるため、今後もこのような場での啓発を継続していきたい。

## 6. まとめ

本調査では、市民参加型のアンケート調査を行い、集計・解析することで、調査対象とした生き物の市内分布の特徴や変化について検討した。

その結果、外来種のクリハラリスが増加傾向であること、在来種のヒキガエルおよびサワガニが減少傾向であることなど、生物多様性保全に資する貴重なデータを取得することができた。調査時間や範囲に限られることが多い専門家による調査に比べ、多数の調査結果をもとに広域の状況を推定する市民協働調査ならではの成果と言えるだろう。一方、本調査における確認率は、観察場所へのアクセスのしやすさや生き物への関心度によって変化することが考えられる。そのため、他のデータとの比較を行いながら、調査を継続することが不可欠である。

本調査の結果は、小学校における教材やイベントにおける啓発資料などとして活用しており、生物多様性保全の重要性に対する理解を深めることに寄与している。今後も様々な場面で本調査の結果を活用していきたい。

現在、自治体においても生物多様性に配慮した取組の推進が求められており、市民協働の生き物調査による生物データの収集が注目されている。横浜市には、緑の多い地域から都市部まで様々な環境があり、地域ごとに生



図4 啓発ポスター

き物の分布が異なる。そのため、市内全域に比較的均等に位置する小学校の児童を対象とした市民協働調査は、科学的データを取得する方法として非常に有効であると考えられる。2020年度は、新型コロナウイルス感染症拡大の状況を考慮し中止としたが、2021年度以降は調査を再開し、引き続き生物多様性保全のための基礎データの蓄積を図る予定である。

## 謝 辞

“こども「いきいき」生き物調査”は、アンケート調査に協力していただいた児童をはじめ、教職員、教育委員会事務局の皆様のおかげで実施することができました。また、調査方法や対象生物の選定について、お忙しい中ご助言をいただいた、本調査の検討委員の皆様のご協力のもと、より良い調査にすることができました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 横浜市公害対策局：横浜の川と海の生物（第4報）、325-352（1986）
- 2) 横浜市公害対策局：横浜の川と海の生物（第5報）、365-392（1989）
- 3) 横浜市環境保全局：横浜の川と海の生物（第6報）、429-458（1992）
- 4) 小森昌史、七里浩志、堀 美智子：市民協働による生物調査 “こども「いきいき」生き物調査” — 2013から2015年度までのまとめ 一、横浜市環境科学研究所報、40、9-15（2016）
- 5) 小森昌史、潮田健太郎、七里浩志、堀 美智子：市民協働生き物調査から明らかになった横浜市内におけるタイワンリス等の分布変化、横浜市環境科学研究所報、42、29-33（2018）
- 6) 横浜市環境創造局環境科学研究所：こども「いきいき」生き物調査、<https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/kankyohozen/kansoku/science/naiyoyu/tayosei/ikiiki.html>（2020年9月時点）
- 7) 七里浩志、小森昌史、川村顕子、堀 哲、松岡良樹、真部大教、本田冬磨：横浜市内樹林地におけるクリハラリスの防除について、横浜市環境科学研究所報、43、58-66（2019）
- 8) 前田憲男、松井正文：日本カエル図鑑、改訂版、文一総合出版、18（1999）
- 9) 田部井満男：日本の両生類・爬虫類、第7版、株式会社小学館、26（1997）
- 10) 神奈川県立生命の星・地球博物館：神奈川県レッドデータ生物調査報告書2006、270（2006）
- 11) 浅香智也、寺本匡寛、島田知彦：アンケート調査に基づく名古屋市内のアズマヒキガエルの分布変遷、爬虫両棲類学会報2017、2、164-171（2017）
- 12) Kazuko Hase, Naruo Nikoh, Masakazu Shimada：Population admixture and high larval viability among urban toads, *Ecology and Evolution*, 1677-91（2013）
- 13) 財団法人リバーフロント整備センター：川の生物図典、山海堂、576（1996）
- 14) 横浜市環境保全局：横浜市地域環境特性図、第3版（2001）



# 横浜市内の池における魚類・甲殻類（十脚目）相の調査結果（第3報）

本山直人、市川竜也、七里浩志、浦垣直子、潮田健太郎、  
中里亜利咲、小島 淳（横浜市環境科学研究所）

## Distributions of freshwater fish and Crustacea (Decapoda) of ponds in Yokohama City, PART3

Naoto Motoyama, Tatsuya Ichikawa, Hiroshi Shichiri, Naoko Uragaki, Kentarou Ushioda,  
Arisa Nakazato, Makoto Kojima (Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：生物多様性、魚類、甲殻類、池

### 要 旨

横浜市内の池7地点において、現在の生物生息状況を把握し、生物相の変化を調べる目的で、魚類および甲殻類（十脚目）を対象とした生物相調査を実施するとともに、過去の生物相調査結果との比較を行った。

調査の結果、魚類では、カダヤシやブルーギル等の国外外来種が確認されたが、生息域の大幅な拡大は認められなかった。在来種は、ミナミメダカのように確認地点数が増加した種も見られたものの、フナ属やモツゴなどは大きく数を減らしていた。甲殻類では、国外外来種のカワリヌマエビ属および、アメリカザリガニの生息域拡大が見られたが、在来種のヌカエビが優占する地点も確認され、甲殻類相の変動が認められた。

### 1. はじめに

環境科学研究所では、横浜市内河川の生物相調査を3年から4年に一度実施しており、結果を「横浜の川と海の生物（河川編）」としてまとめている<sup>1)</sup>。一方、同じ淡水域である池は、定期的な生物相調査の対象になっていない。池の調査としては、1994～1997年にかけて樋口ら<sup>2)</sup>が市内全域の池を対象として80地点で調査を実施（以下「80地点調査」と記す）したほか、2010～2011年にかけて市内4地点の池で調査が行われている<sup>3)</sup>。しかしながら、大規模な調査はそれ以降実施されておらず、市内の池における生物分布に関する知見は不足している。

そのため、2017年より、過去に調査した池において魚類および甲殻類の十脚目（以下甲殻類と記す）を対象とした調査を実施し、生物相の現況を把握するとともに、過去20年間における生物相の変化を比較してきた<sup>4),5)</sup>。2019年は、横浜市南部の池を対象として調査を実施したため、その調査結果を報告する。

### 2. 方法

#### 2-1 調査項目および方法

環境調査として、気温、水温、pH、電気伝導率（EC）、溶存酸素量（DO）、透視度、平均水深および底質について現地測定、記録した。また、栄養塩類等の濃度を調べる目的で、採水したサンプルを持ち帰り、イオンクロマトグラフ法による各種イオン濃度の測定を行った。

生物調査では、魚類および甲殻類を主な調査対象とし、投網、タモ網およびかご罟による捕獲調査を実施した。コイ等の大型個体については、目視による確認を行った。種の同定は、原則として現地で実施したが、現地での同定が困難な種類については研究所に持ち帰り同定を行っ

た。また、調査対象外の種が確認された場合は、参考として記録した。なお、捕獲した個体は原則として記録後に放流し、特定外来生物については殺処分とした。

#### 2-2 調査地点および日時

調査地点を図1に、各調査地点の所在地および調査日時を表1に、地点図および調査範囲を図2に示す。調査は2019年6月14日から10月18日の期間に、市内の池7地点を対象として実施した。このうち1:不動池（FD）、2:坪呑公園（TU）、3:大船台（OF）、4:桂台（KT）および5:久良岐（KU）の5地点は、「80地点調査」の対象地点である。また、6:みずの谷（MI）は、同じ水系に属する7:IIの沢池（NS）の直ぐ上流に位置する池である。

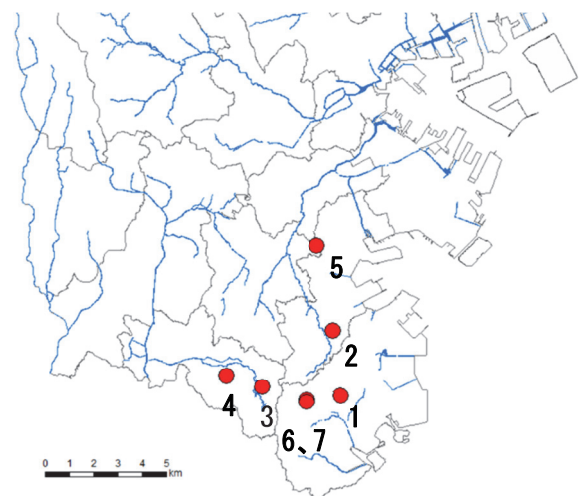


図1 調査地点  
(図は横浜市南部。数字は表2のNo.に対応)



表 1 調査地点の所在地および調査日時

No.	地点記号	地点名	水系	所在地	調査日	調査時間
1	FD	能見堂緑地不動池	—	金沢区能見台森	2019/6/14	10:00 ~12:00
2	TU	坪呑公園自然生態園	大岡川	磯子区杉田坪呑 8	2019/6/26	10:30 ~12:30
3	OF	大船台雨水調整池	境川 (いたち川)	栄区庄戸 1 丁目 6	2019/9/27	9:30 ~12:00
4	KT	桂台第二雨水調整池	境川 (いたち川)	栄区桂台 22-12 先	2019/9/27	12:00 ~13:30
5	KU	久良岐公園	大岡川	港南区上大岡東 3-12-1	2019/10/15	10:30 ~12:30
6	MI	みずの谷	宮川	金沢区釜利谷東 5 丁目 15	2019/10/18	14:30 ~17:00
7	NS	II の沢池	宮川	金沢区釜利谷東 5 丁目 15	2019/10/18	13:30 ~14:30

※下線は「80 地点調査」の対象だった地点

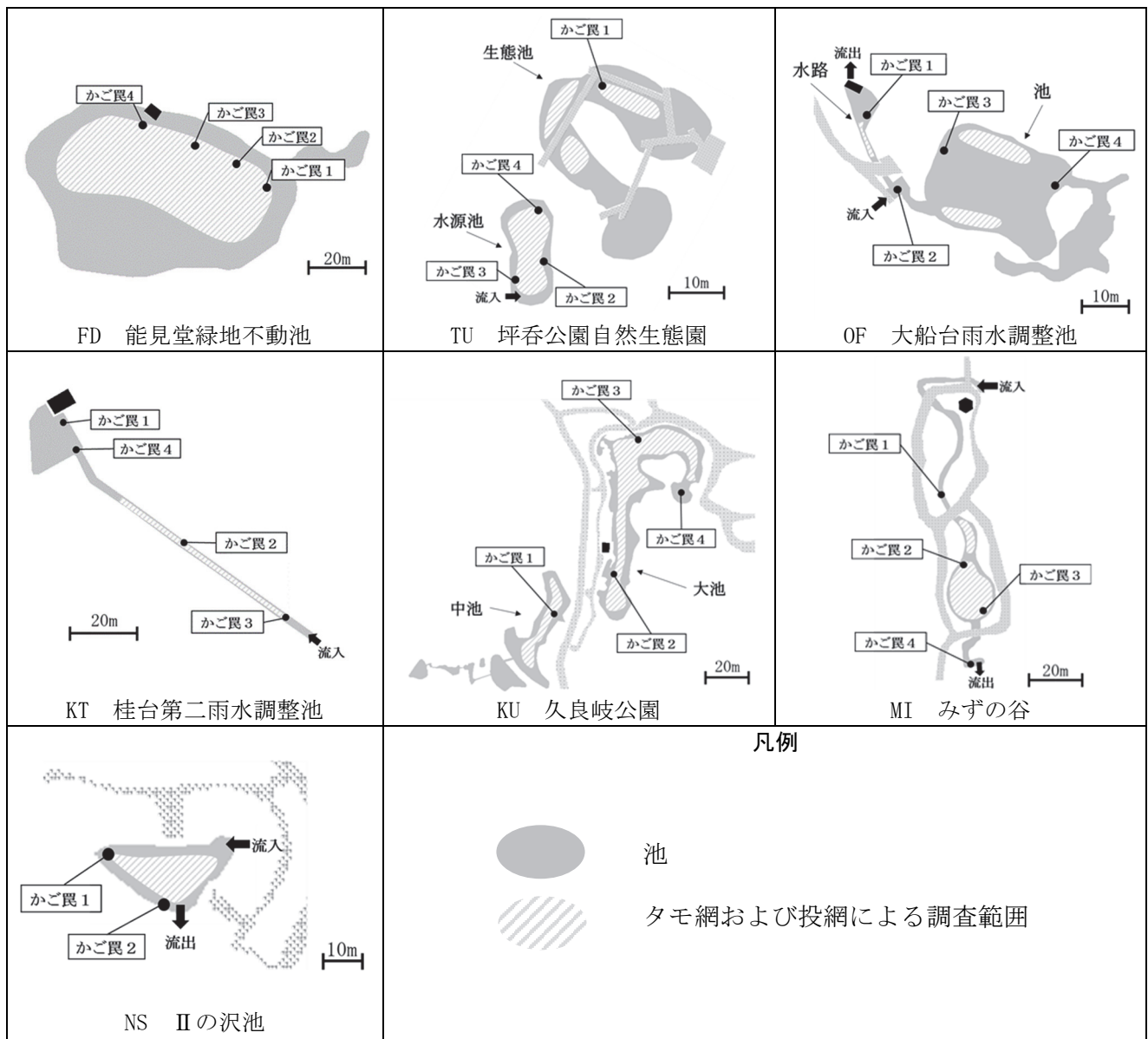


図 2 調査地点図および調査範囲

### 3. 結果および考察

#### 3-1 水質環境

調査地点の水質と環境を表2に、イオンクロマトグラフ法による水質測定結果を表3に示す。今回の調査では、坪呑公園 (TU)、大船台 (OF)、桂台 (KT) および久良岐 (KU) の DO が、河川における生活環境の保全に関する環境基準<sup>6)</sup> で水産2級および水産3級の基準値である5 mg/Lを下回っていた。「80地点調査」の際には、これら4地点のDOはそれぞれ10.2 mg/L (TU)、8.5 mg/L (OF)、11 mg/L (KT) および8.8 mg/L (KU) であり、DOが低下傾向にあることが示された。

透視度に関しては、不動池 (FD) が他の地点に比べて低い値を示した。不動池 (FD) の場合、調査時の水は緑色に

濁っており、DOが十分に高かったことから、透視度の低さは、水中の植物プランクトン量が多いことに起因すると考えられる。さらに、不動池 (FD) では他の池と比べ、pHが高い傾向が見られたが、これも植物プランクトンによる光合成のために、水中の炭酸イオンが消費された結果であると推測された。

その他の測定項目では、桂台 (KT) において全無機態窒素 (TIN) やリン酸態リン (PO<sub>4</sub>-P) 量が他地点と比較して高い値を示し、富栄養な状態であった。桂台 (KT) では、水田環境を好むミナミメダカとドジョウが確認されたことから、近隣の水田からの流れ込みがあり、栄養塩を多く含む水が流入している可能性が示唆された。

表2 調査地点の水質と環境

地点 記号	地点 詳細	気温 (°C)	水温 (°C)	pH	EC (mS/m)	DO (mg/L)	透視度 (cm)	水深 (cm)	底質
FD	—	24.9	24.1	9.0	1.4×10 <sup>2</sup>	9.6	12	100以上	砂礫+泥
TU	水源池	27.1	18.2	7.7	26	1.3	100以上	78	泥
	生態池	27.1	19.7	7.2	27	1.3	57	7.8	泥
OF	水路	26.3	21.2	7.7	1.1×10 <sup>2</sup>	4.2	80	24	コンクリート+砂
	池	26.3	21.9	7.5	1.1×10 <sup>2</sup>	2.8	44	100以上	不明
KT	—	31.8	25.6	7.9	71	3.0	100以上	45	コンクリート+砂
KU	大池	21.9	19.7	7.3	35	1.8	68	60	石+泥
MI	—	—	17.9	7.9	1.1×10 <sup>2</sup>	5.2	100以上	26	泥
NS	—	—	—	—	—	—	—	10	泥

表3 イオンクロマトグラフ法による水質測定結果

地点 記号	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TIN ※1 (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	SO <sub>4</sub> -S (mg/L)	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	Br <sup>-</sup> (mg/L)
FD	4.6	<0.02	<0.04	<0.03	<0.09	0.04	<0.1	3.5	3.9	2.6	18	<0.1
TU ※2	6.1	0.30	<0.04	0.08	0.39	<0.04	4.9	8.3	3.1	6.5	35	<0.1
OF ※2	12	<0.02	<0.04	<0.03	<0.09	<0.04	1.0×10 <sup>2</sup>	26	4.2	51	1.3×10 <sup>2</sup>	0.19
KT	14	0.08	<0.04	3.3	3.4	0.36	52	19	5.3	18	7.8	<0.1
KU	11	<0.02	<0.04	0.46	0.50	<0.04	18	11	1.9	14	33	<0.1
MI	31	<0.02	<0.04	0.10	0.10	<0.04	1.1×10 <sup>2</sup>	35	5.1	53	1.3×10 <sup>2</sup>	0.23

※ NSでは測定を実施していない。

※1 TIN (全無機態窒素) = NH<sub>4</sub>-N + NO<sub>2</sub>-N + NO<sub>3</sub>-N

※2 TUは水源池、OFは水路から採水した。

### 3-2 魚類および甲殻類の生物相

確認された魚類および甲殻類の種名、確認個体数を表 4 に示す。また、過去に実施した「80 地点調査」と、今回の調査における種別出現地点数の比較を表 5 に示す。なお、品種については 1 種と計数している。

加えて、確認された魚類および甲殻類のリストを付表 1 に、地点別の調査結果を付表 2~8 に示す。地点別の結果には、捕獲方法ごとの確認個体数を示し、過去の調査結果を併記するとともに、調査時に確認された魚類・甲殻類以外の生物も記載した。

#### 3-2-1 魚類

確認された魚類は在来種 8 種、国外外来種 3 種、品種 1 種および由来不明 1 種の計 13 種であった。なお、コイとミナミメダカについては在来種としたが、市内の個体については放流由来の可能性<sup>1)</sup>がある。

##### (1) 外来種

確認された外来種は、オオクチバス、ブルーギルおよびカダヤシの 3 種であり、いずれも特定外来生物に指定されている。

オオクチバスおよびブルーギルについては、過去に実施した「80 地点調査」と同じく不動池 (FD) および久良岐 (KU)

でのみ確認され、確認地点数の増減は認められなかった。不動池 (FD) においては、2 種とも確認個体数に大きな変化は認められず、種の構成に大きな変化は起きていないことが示唆された。一方、久良岐 (KU) においては、ブルーギルが優占種となっており、それと入れ替わるように、在来種のギンブナおよびモツゴが大きく減少している。ブルーギルは、餌をめぐる競争、あるいは直接的な捕食により、在来魚の個体数を減少させることが知られている<sup>7), 8)</sup>。久良岐 (KU) では「80 地点調査」において既にブルーギルが確認されており、在来種への影響が直ちに現れると推測されたが、実際には 2010 年の調査時にも、モツゴやヨシノボリ属の生息が確認されている<sup>3)</sup>。そのため、久良岐 (KU) においては、ブルーギルが直接在来魚の減少に関わっているとは断定できなかった。

カダヤシは、他の 2 種と同様に、確認地点数は 7 地点中 2 地点 (みずの谷 (MI)、II の沢池 (NS)) であった。これらの地点では、いずれもカダヤシが魚類の優占種であり、特にみずの谷 (MI) では 200 個体近くが捕獲された。一方、「80 地点調査」において唯一カダヤシが見られた大船台 (OF) では、カダヤシは確認されなかった。

表 4 確認された魚類および甲殻類の種名と個体数

種名	地点	FD	TU	OF	KT	KU	MI	NS	確認 地点数	個体数 小計
	調査日	2019. 6.14	2019. 6.26	2019. 9.27	2019. 9.27	2019. 10.15	2019. 10.18	2019. 10.18		
コイ		目視							1	目視
イロゴイ		目視				目視			2	目視
フナ属						1			1	1
モツゴ		23					78		2	101
ドジョウ					27			4	2	31
カダヤシ							193	52	2	245
魚	ミナミメダカ			8	128		11	1	4	148
類	ブルーギル	12				36			2	48
	オオクチバス	2				1			2	3
	シマヨシノボリ				1				1	1
	クロダハゼ			51					1	51
	トウヨシノボリ類					1			1	1
	ヌマチチブ	1							1	1
	種数小計	6	0	2	3	5	3	3		631
甲	カワリヌマエビ属			65	83	26	231	190	5	595
殻	ヌカエビ		214	373			232		3	819
類	テナガエビ					7			1	7
	ミナミテナガエビ			39					1	39
	スジエビ	11		11					2	22
	アメリカザリガニ		152	5		10	19	12	5	198
	種数小計	1	2	5	1	3	3	2		1680

表5 出現種の区分および「80地点調査」との確認地点数の比較

種名	区分	1995 ※1			2019 ※1			
		確認	地点数	出現率 (%)	確認	地点数	出現率 (%)	
魚類	コイ	在来種 ※2	○	1	20	○	1	20
	イロゴイ	品種	○	1	20	○	2	40
	フナ属 ※3	不明	○	3	60	○	1	20
	モツゴ	在来種	○	3	60	○	1	20
	ドジョウ	在来種	○	2	40	○	1	20
	カダヤシ	特定外来生物	○	1	20		0	0
	ミナミメダカ	在来種 ※2	○	1	20	○	2	40
	ヒメダカ	品種	○	1	20		0	0
	ブルーギル	特定外来生物	○	2	40	○	2	40
	オオクチバス	特定外来生物	○	2	40	○	2	40
	シマヨシノボリ	在来種		0	0	○	1	20
	トウヨシノボリ種群 ※4	在来種	○	1	20	○	2	40
	ヌマチチブ	在来種	○	1	20	○	1	20
	甲殻類	カワリヌマエビ属	国外外来種		0	0	○	3
ヌカエビ		在来種		0	0	○	2	40
テナガエビ		在来種	○	2	40	○	1	20
ミナミテナガエビ		在来種		0	0	○	1	20
スズエビ		在来種	○	2	40	○	2	40
アメリカザリガニ		国外外来種	○	1	20	○	3	60

※1 「80地点調査」の対象であった5地点（不動池、坪呑、大船台、桂台、久良岐）の結果を比較している。

※2 市内のコイおよびミナミメダカは放流由来の可能性がある。

※3 「80地点調査」でギンブナと同定された個体を含む。

※4 今回クロダハゼおよびトウヨシノボリ類と同定された個体を含む。

## (2) 在来種

「80地点調査」の結果と比較すると、ギンブナを含むフナ属、モツゴ、ドジョウの確認地点数が減少した。「80地点調査」においては、フナ属は不動池（FD）、桂台（KT）および久良岐（KU）の3地点で確認され、特に桂台（KT）においては100個体以上が捕獲されていたが、今回は久良岐（KU）で1個体を確認されたのみである。河川調査においても、フナ属は1990年代以降、確認個体数が減りつつあり、止水域に限らず、市内全体で減少傾向にある<sup>1)</sup>。外来種の項で述べたとおり、今回の調査地点ではオオクチバスおよびブルーギルの大幅な増加は認められず、これらの種が在来魚の減少に関わっているとは考えにくい。また、過去の調査と比べて、多くの池で溶存酸素量が低下している傾向が見られたが、フナ属、モツゴおよびドジョウは低酸素状態に比較的耐性のある魚であるため<sup>9)</sup>、これも直接的な原因ではないと推測される。その他の要因として、水生植物の減少や、底質の変化など、生育や産卵に関わる環境の変化が可能性として挙げられるが、今回の調査からは明確な要因を断定できなかった。今後、同様に在来種の減少が見られる池と比較し、検討する必要がある。

ミナミメダカは、「80地点調査」と比べ、確認地点数が増加していた。「80地点調査」時は桂台（KT）で1個体を確認されたのみであったが、今回は桂台（KT）のほか大船台（OF）でも確認された。特に、桂台（KT）では、100個体以上が捕獲され、過去の調査と比べ個体数が大幅に増加していた。一方、大船台（OF）では、「80地点調査」においてヒメダカが確認されているため、その子孫である可能

性は否定できない。更に、今回新規に調査を実施した、みずの谷（MI）およびⅡの沢池（NS）においても生息が確認された。

ヨシノボリ属は、シマヨシノボリ、クロダハゼおよびトウヨシノボリ類の3種が確認された。この中で、クロダハゼ（*Rhinogobius kurodai*）およびトウヨシノボリ類（*Rhinogobius* sp. OR unidentified）は、いずれも過去にトウヨシノボリ（*Rhinogobius* sp. OR）と同定されていた種である<sup>1)</sup>。今回、大船台（OF）で捕獲された個体は、止水域に生息し、第一背鰭が伸長していないことからクロダハゼとした。一方、久良岐（KU）の個体は、第一背鰭が伸長していることから、トウヨシノボリ類と同定した。

久良岐（KU）では「80地点調査」でトウヨシノボリが50個体以上確認されたが、今回はトウヨシノボリ類1個体のみが捕獲された。前述したように、久良岐（KU）ではフナ属やモツゴの減少が認められており、トウヨシノボリ類の減少にも、他の在来種と同じ要因が関わっている可能性がある。一方、大船台（OF）については、「80地点調査」では確認されていないクロダハゼが出現しており、川から遡上してきた個体の定着、もしくは人為的な移入が考えられる。また、桂台（KT）ではシマヨシノボリが新規に確認されている。本種は成長の過程で川と海を行き来する通し回遊魚であり、いたち川の源流域でも「80地点調査」以前から個体を確認されていることから<sup>1), 10)</sup>、今回確認された個体は、河川から遡上して雨水調整池に入り込んだと推測される。



### 3-2-2 甲殻類

確認された甲殻類は在来種 4 種、国外外来種 2 種の計 6 種であった。「80 地点調査」では 3 種が確認されており、テナガエビおよびスジエビが捕獲個体数の 9 割以上を占めていた。一方、今回の調査では上記の 2 種が数を減らし、代わってヌマエビ科の 2 種が多くての池で優占種となっており、生物相の変化が認められた。

#### (1) 外来種

確認された外来種は、カワリヌマエビ属とアメリカザリガニの 2 種であった。

カワリヌマエビ属は、「80 地点調査」の際には確認されていないが、今回は 7 地点中 5 地点で捕獲された。本種は 1999 年の入江川における調査で市内初確認され<sup>11)</sup>、その後の河川調査において確認地点が年々増加している。2018 年の調査においては、新たに大岡川への侵入が確認され、生息域はほぼ市内全域に拡大している<sup>1)</sup>。2017 年度および 2018 年度に実施した池の調査でも、カワリヌマエビ属は複数地点で捕獲されており<sup>4)</sup>、今回の結果と合わせ、止水域における生息域の拡大が認められた。市内の淡水域においては、カワリヌマエビ属のほか、国外外来種のチュウゴクスジエビや<sup>5)</sup>、<sup>12)</sup>、関東在来の系統に属さないスジエビの侵入が確認されており<sup>13)</sup>、過去に各地でエビ類の人為的な移入が行われ、生物相に影響を与えたことが懸念される。

アメリカザリガニについては、「80 地点調査」時には桂台 (KT) でのみ確認されていたが、今回の調査では桂台 (KT) および不動池 (FD) を除く全地点で確認されており、「80 地点調査」後も生息域の拡大が続いていたと考えられる。

#### (2) 在来種

確認された在来種は、ヌカエビ、テナガエビ、ミナミテナガエビおよびスジエビの 4 種であった。

ヌカエビは前述のカワリヌマエビ属と競合することが知られており<sup>14)</sup>、<sup>15)</sup>、過去の市内水域調査でも、カワリヌマエビ属の生息域拡大に伴って個体数を減らすことが示されている<sup>1)</sup>、<sup>16)</sup>。しかし、今回ヌカエビが確認された 3 地点 (坪呑 (TU)、大船台 (OF)、みずの谷 (MI)) においては、本種が甲殻類の優占種となっていた。なお、坪呑 (TU) の調査ではカワリヌマエビ属は確認されなかった。一方、みずの谷 (MI) に関しては、カワリヌマエビ属とヌカエビの確認個体数がほぼ等しく、今後はヌカエビの個体数が減少すると予想される。ただし、「80 地点調査」の際には、ヌカエビは不動池 (FD)、坪呑 (TU)、大船台 (OF)、桂台 (KT) および久良岐 (KU) のいずれにおいても確認されておらず、みずの谷 (MI) 以外の地点については、ヌカエビの人為的な移入があった可能性もある。

スジエビについては、久良岐 (KU) では個体が確認されなかったのに対し、大船台 (OF) で新たに出現を確認したため、確認地点数に変化はない。魚類の項でも触れた通り、久良岐 (KU) では在来魚の確認種数や個体数が減少しており、スジエビも環境の変化等によって数が減った可能性がある。

ミナミテナガエビは、「80 地点調査」では 1 個体も確認されなかったが、2008 年の調査<sup>17)</sup> において大船台 (OF) で捕獲され、今回も同地点で個体が確認された。ミナミテナガエビは、市の調査においては 1998 年に初めて市内河

川への遡上が確認された<sup>18)</sup>。その後、境川水系で分布を広げ、近年の調査においては、舞岡川などの源上流域でも個体が出現している<sup>1)</sup>。この分布拡大には、市内河川の水質向上、魚道の整備等による河川の連続性の確保、温暖化による生息域の拡がりなど、複数の要因が関わっていると推測される。以上の点から、大船台 (OF) で確認されたミナミテナガエビは、いたち川の上流域まで遡上し、調整池に入り込んだ個体であると推察された。

### 4. おわりに

現在の横浜市内における池の生物生息状況を把握するため、市内の池 7 地点を対象に魚類および甲殻類の生物相調査を実施した。

魚類については、外来種の分布拡大は認められなかった一方で、ギンブナやモツゴなど、一部の在来種は、20 年前と比較して個体数が減少していることが確認された。

甲殻類については、国外外来種の出現地点数が増加し、生息域の拡大が確認された。その一方で、在来種が優占する地点もあり、生物相の変動が認められた。

また、在来種、外来種の双方において、人為的な移入があったとみられる地点が確認された。メダカ類などの止水域の生物においては、同一の種でも地域ごとに遺伝的な差が生じていることが示されており、外部個体の導入により、地域特有の系統が失われることが懸念されている<sup>19)</sup>、<sup>20)</sup>、<sup>21)</sup>。市内の環境を保全するという観点からは、国外外来種の問題のみならず、地域単位での生物多様性についても啓発を進めるべきである。また、今後も止水域の調査を継続的に実施し、市内の各地点における水質および生物相の現状を常に把握しておく必要がある。

### 謝 辞

調査にあたり、横浜市環境創造局南部公園緑地事務所、金沢土木事務所、磯子土木事務所、栄土木事務所の皆様に協力を頂いた。この場を借りて御礼を申し上げる。

### 文 献

- 1) 横浜市環境科学研究所:横浜の川と海の生物(第 15 報・河川編)、203pp. (2020)
- 2) 樋口文夫、水尾寛己、福嶋 悟、前川 渡、阿久津 卓、梅田 孝:横浜市内の池における水環境と魚類相、甲殻類(十脚目)相の調査報告、横浜市環境科学研究所報、**26**、22-37 (2002)
- 3) 横浜市環境科学研究所:横浜の池の生物、203pp. (2011)
- 4) 市川竜也、七里浩志、渾川直子、堀 美智子、潮田健太郎、川村顕子、浦垣直子、紺野繁幸:横浜市内の池における魚類・甲殻類(十脚目)相の調査結果、横浜市環境科学研究所報、**43**、45-57 (2019)
- 5) 市川竜也、七里浩志、本山直人、堀 美智子、潮田健太郎、川村顕子、川田 攻、中里亜利咲:横浜市内の池における魚類・甲殻類(十脚目)相の調査結果(第 2 報)、横浜市環境科学研究所報、**44**、33-48 (2020)
- 6) 環境省:水質汚濁に係る環境基準、別表 2 生活環境の保全に関する環境基準(河川)、[https://www.env.go.jp/ki\\_jun/wt2-1-1.html](https://www.env.go.jp/ki_jun/wt2-1-1.html) (2020 年 9 月 3 日確認)

- 7) 谷口義則：ブルーギルが生態系に与える影響、日本水産学会誌、**78**、991-996 (2012)
- 8) 佐野二郎、恵崎 撰：ブルーギルが在来魚の再生産に与える影響と駆除方法、福岡県水産海洋技術センター研究報告、**17**、81-88 (2007)
- 9) 佐原雄二、浅原宏子、石岡奈々子：モツゴ (*Pseudorasbora parva*) 当歳魚の成長と溶存酸素、弘前大学農学生命科学部学術報告、**16**、1-6 (2014)
- 10) 横浜市環境保全局水質地盤課：横浜の川と海の生物 (第7報、河川編)、321pp. (1995)
- 11) 福嶋 悟：都市資源によるせせらぎの再生と水生生物、第11回 (平成14年度第1回) 環境科学研究所研究発表会要旨集 (2002)
- 12) 七里浩志、渾川直子、市川竜也、樋口文夫：横浜市内における外来性スジエビ近似種 *Palaemonetes sinensis* の確認状況について、横浜市環境科学研究所報、**41**、45-49 (2017)
- 13) 七里浩志、柳本 卓、今井 正、張 成年：関東地方におけるスジエビの遺伝的多様性、水生生物、**AA2020**、1-12 (2020)
- 14) 長谷川政知、池田 実、藤本泰文：宮城県に侵入した淡水エビ：カワリヌマエビ属 *Neocaridina* spp. の分布拡大とヌカエビ *Paratya compressa improvisa* への影響、伊豆沼・内沼研究報告、**9**、47-56 (2015)
- 15) 片山 敦、佐藤僚介、吉川朋子：東日本鶴見川水系におけるカワリヌマエビ属とヌカエビの急激な分布の変化、自然環境科学研究、**30**、5-12 (2017)
- 16) 渾川直子、七里浩志、川田 攻、堀 美智子、市川竜也、村岡麻衣子：宮川源流域の在来種ヌカエビと外来種カワリヌマエビ属の生息について、横浜市環境科学研究所報、**42**、39-45 (2018)
- 17) 横浜市環境科学研究所：平成20年度水域生物多様性に関する調査および解析業務 雨水調整池環境調査報告書、249pp. (2009)
- 18) 横浜市下水道局河川部、新日本気象海洋(株)：平成10年度いたち川魚介類環境調査委託報告書、75pp. (1999)
- 19) 日本魚類学会：生物多様性の保全をめざした魚類の放流ガイドライン、<http://www.fish-isj.jp/info/050406.html> (2021年1月19日確認)
- 20) Y. Takehana and M. Sakaizumi：Geographic Variation and Diversity of the Cytochrome *b* Gene in Japanese Wild Population of Medaka, *Oryzias Latipes*, *Zoological Science*, **20**, 1279-1291 (2003)
- 21) 小川直人、北川忠生：奈良県大和川水系のメダカ集団から確認されたヒメダカ由来のミトコンドリア DNA、魚類学雑誌、**56**、153-157 (2009)
- 22) 横浜市南部公園緑地事務所：坪呑公園生態環境調査報告書、49pp. (2002)

付表1 確認された魚類および甲殻類のリスト

綱・目・科	種名	学名	種の由来
硬骨魚綱		Osteichthyes	
コイ目		Cypriniformes	
コイ科		Cyprinidae	
	1 コイ	<i>Cyprinus carpio</i>	在来種 ※
	2 イロゴイ	<i>Cyprinus carpio</i>	品種
	3 フナ属	<i>Carassius</i> sp.	不明
	4 モツゴ	<i>Pseudorasbora parva</i>	在来種
ドジョウ科		Cobitidae	
	5 ドジョウ	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	在来種
カダヤシ目		Cyprinodontiformes	
カダヤシ科		Poeciliidae	
	6 カダヤシ	<i>Gambusia affinis</i>	特定外来生物
ダツ目		Beloniformes	
メダカ科		Adrianichthyidae	
	7 ミナミメダカ	<i>Oryzias latipes</i>	在来種 ※
スズキ目		Perciformes	
サンフィッシュ科		Centrarchidae	
	8 ブルーギル	<i>Lepomis macrochirus</i>	特定外来生物
	9 オオクチバス	<i>Micropterus salmoides</i>	特定外来生物
ハゼ科		Gobiidae	
	10 ヌマチチブ	<i>Tridentiger brevispinis</i>	在来種
	11 シマヨシノボリ	<i>Rhinogobius nagoyae</i>	在来種
	12 クロダハゼ	<i>Rhinogobius kurodai</i>	在来種
	13 トウヨシノボリ類	<i>Rhinogobius</i> sp. OR unidentified	在来種
甲殻綱		Crustacea	
十脚目		Decapoda	
コエビ下目		Caridea	
ヌマエビ科		Atyidae	
	1 カワリヌマエビ属	<i>Neocaridina</i> sp.	国外外来種
	2 ヌカエビ	<i>Paratya compressa improvisa</i>	在来種
テナガエビ科		Palaemonidae	
	3 テナガエビ	<i>Macrobrachium nipponense</i>	在来種
	4 ミナミテナガエビ	<i>Macrobrachium formosense</i>	在来種
	5 スジエビ	<i>Palaemon paucidens</i>	在来種
ザリガニ下目		Astacidea	
アメリカザリガニ科		Cambaridae	
	6 アメリカザリガニ	<i>Procambarus clarkii</i>	国外外来種

※ 市内のコイとミナミメダカは放流由来の可能性はある。

付表2 能見堂緑地不動池調査結果

	種名	1995. 6. 6 <sup>2)</sup>	2019. 6. 14				合計
			目視	投網	タモ網	かご罨	
魚類	コイ		○				○
	イロゴイ		○				○
	ギンブナ	1					
	フナ属	2					
	モツゴ	30			23		23
	ブルーギル	25		6	4	2	12
	オオクチバス	1		1	1		2
	ヌマチチブ	25			1		1
甲殻類	スジエビ	37			11		11
爬虫類	ミシシッピ <sup>o</sup>		○				○
	アカミミガメ						
昆虫類	ギンヤンマ		○				○
	シオカラトンボ		○				○
	コシアキトンボ				2		2
藻類	ビワクンショウモ		○				○

付表3 坪呑公園自然生態園調査結果

	種名	1996. 5. 31 <sup>2)</sup>	2002 <sup>22)</sup> ※	2019. 6. 26			合計
				目視	タモ網	かご罨	
魚類	コイ	目視					
	キンギョ		○				
	モツゴ	20	○				
甲殻類 (十脚目)	ヌカエビ				208	6	214
	テナガエビ	48					
鳥類	アメリカザリガニ		○		56	96	152
	カワセミ			○			○
爬虫類	ミシシッピ <sup>o</sup>		○				
	アカミミガメ						
両生類	ウシガエル		○				
	ヒキガエル		○				
貝類	カワニナ				1		1
甲殻類 (鰓脚綱)	ミジンコ			○			○
昆虫	イトトンボ亜目		○				
	オオシオカラトンボ			○			○
	ヤスマツアメンボ			○			○
植物	セキショウ			○			○
	キショウブ			○			○

※ 6/17 および 11/2 の 2 回の合算



付表 4 大船台雨水調整池調査結果

種名	1995. 5. 17 <sup>2)</sup> 2008 <sup>1)</sup> ※1		2019. 9. 27		水路		合計
	目視	投網	タモ網	かご罟	タモ網	かご罟	
イロゴイ	1						
トジョウ	8	1					
カダヤシ	6						
ミナミメダカ	50		7		1		8
ヒメダカ	7						
クロダハゼ			10	2	36	3	51
トウヨシノボリ種群 ※2	64						
カワリスマエビ属			54		10	1	65
スカエビ			352		21		373
ミナミテナガエビ	4		16	18	3	2	39
スジエビ	24		1	3	3	3	11
アメリカザリガニ	2		4			1	5
カワセミ	○						○
ウシガエル	1		1				1
インドヒラマキガイ	1						
環形動物	211						
甲殻類 (等脚目)	2						
ミズムシ	4						
フタバカゲロウ属							
アジアイトトンボ	○						○
ギンヤンマ	○						
クロスジギンヤンマ	2		2				2
シオカラトンボ	2						○
アメンボ	1						
ヒメアメンボ	1						
ヌカカ科	12						
カユスリカ属	1						
ユスリカ属	2						
ヒゲユスリカ属	26						
キシヨウブ	○						○
ヒメガマ	○						○
セリ	○						○

※1 2008年4月から2009年1月にかけて実施された調査の結果を合算。

※2 過去の調査において「トウヨシノボリ」と同定された個体を指す。

付表5 桂台第二雨水調整池調査結果

種名	1995. 6. 6 <sup>2)</sup>	2019. 9. 27			合計
		目視	タモ網	かご罨	
魚類	ギンブナ	1			
	フナ属	118			
	ドジョウ	1	27		27
	ミナミメダカ	1	41	87	128
	シマヨシノボリ		1		1
甲殻類	カワリヌマエビ属		80	3	83
	アメリカザリガニ	4			
鳥類	カワセミ	○			○
両生類	ニホンアマガエル	○			○
貝類	サカマキガイ	○			○
	モノアラガイ科	○			○
昆虫	アジイトトンボ	○			○
	アオモンイトトンボ	○			○
	クロスジギンヤンマ		1		1
	ショウジョウトンボ		3		3
	シオカラトンボ	○			○
	オオシオカラトンボ		2		2
	アメンボ	○			○
	シマアメンボ	○			○
植物	ヒメガマ	○			○

付表6 久良岐公園調査結果

種名	1995. 6. 6 <sup>2)</sup>	2010. 7. 13 <sup>3)</sup>	2019. 10. 15				合計
			目視	投網	タモ網	かご罨	
コイ		○					
イロゴイ			○				○
ギンブナ	3						
フナ属	4			1			1
モツゴ	20	19					
ブルーギル	1	3		2	33	1	36
オオクチバス	1	○		1			1
トウヨシノボリ類					1		1
トウヨシノボリ種群 ※	60						
ヨシノボリ属		27					
カワリヌマエビ属					26		26
テナガエビ	1	2			7		7
スジエビ	12						
アメリカザリガニ		6			10		10
サワガニ		○					
鳥類							○
爬虫類							
ミシシippアカミミガメ		○					
ヒバカリ		○					
両生類							
ウシガエル		1			1		1
イトトンボ科					1		1
シオカラトンボ					1		1
シオカラトンボ属		1					
コシアキトンボ		3		1	3		4
アキアカネ			○				○
ヤスマツアメンボ			○				○
シマアメンボ			○				○
ミズギワカメムシ科			○				○
植物							
オランダガラシ			○				○
ミソハギ			○				○
オオフサモ			○				○
スイレン属			○				○
ヒメガマ			○				○

※ 「80 地点調査」において「トウヨシノボリ」と同定された個体を指す。

付表7 みずの谷調査結果

	種名	2019. 10. 18		
		タモ網	かご罟	合計
魚類	モツゴ	6	72	78
	カダヤシ	41	152	193
	ミナミメダカ	4	7	11
甲殻類	カワリヌマエビ属	142	89	231
	ヌカエビ	226	6	232
	アメリカザリガニ	5	14	19
両生類	ウシガエル	34		34
貝類	カワニナ		1	1
	サカマキガイ	1		1
昆虫	シマアメンボ	1		1

付表8 IIの沢池調査結果

	種名	2017. 4. 10※	2019. 10. 18		合計
			タモ網	かご罟	
魚類	ドジョウ		4		4
	カダヤシ	1	16	36	52
	ミナミメダカ			1	1
甲殻類	カワリヌマエビ属	203	189	1	190
	アメリカザリガニ	10	12		12
両生類	ウシガエル		1		1
貝類	タニシ科		2		2
	カワニナ	○	9		9
	タスキガケサカマキガイ		3		3
昆虫	トビケラ目	○			
	オニヤンマ			1	1
	シオカラトンボ属	○	1		1
	クロチビミズムシ		10		10
	マメゲンゴロウ		○		
	ヘイケボタル	2			

※ 環境科学研究所の未発表データによる。



# 日陰を活用したミストの冷却効果についての検証

小田切幸次、榎原正敬、佐藤玲子（横浜市環境科学研究所）

## Study on cooling effect of mist with shade

Koji Otogiri, Masataka Umehara, Reiko Sato (Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：暑さ対策、ミスト、日陰、微気象観測

### 要旨

横浜市の磯子区役所前の歩道沿いにある藤棚にミストが導入されたことから、ミスト設置による暑熱の緩和効果を定量的に評価するため、調査を実施した。暑さ対策を導入していない日なたと比較して、ミストの下では、熱中症の危険性を示す WBGT や人の快適性を示す SET\*などの体感指標が改善されていることを示すことができた。また暑熱の緩和効果は日陰のみやミストのみの単体でも確認できたが、藤棚による日陰の下にミストを設置した地点で、最もその効果が高かった。今回の調査結果から、ミストを設置する際には藤棚や日除けなどの日陰と効率良く組み合わせることで、より一段と暑熱を緩和する効果が期待できると考えられた。

### 1. はじめに

地球温暖化や都市部で特有のヒートアイランド現象により、横浜市でも長期的に気温が上昇傾向にあり<sup>1)</sup>、夏季の日中は熱中症に罹るリスクが高まっている。

屋外において、人体が受ける熱ストレスを緩和させるため、様々な暑さ対策が講じられており、環境省の「まちなかの暑さ対策ガイドライン」（以下、ガイドラインとする）においても、各種暑さ対策技術や導入時の留意事項が示されている<sup>2)</sup>。

ガイドラインに示された暑さ対策技術としては、日射の低減（樹木等による緑陰、人工日除け等）、空気や身体の冷却（微細ミスト、送風ファン等）などがある。このうち、ミストは霧状の水滴を空气中に噴霧し、その直後に水滴が蒸発する際の気化熱を利用して、局所的に温度を下げる方法である（図1）。

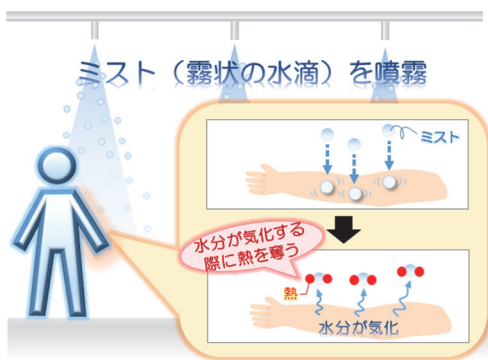


図1 ミストの概念図

ミストの粒子は微細であり、短時間で気化することから、噴霧直後から涼しさを感じることができる。またミストが噴霧される光景は視覚的にも涼しげであり、人が快適に感じるという心理的な効果をもたらす<sup>3)</sup>とも言われているため、暑さ対策の必要性を示す効果がある。

横浜市でも、屋外空間で涼しさを提供できるミストに注目し、企業連携による公共施設へのミストの積極的な設置や民間に設置を促すための支援策を実施している<sup>4)</sup>。

今回、横浜市磯子区が、涼を感じる空間の創出や暑さ対策に関する啓発活動のため、磯子区役所正面前の歩道上にある藤棚にミストを設置した。

横浜市環境科学研究所では、ミスト設置による暑熱の緩和効果を定量的に評価するため、磯子区が設置したミストについて調査を行ったことから、これを報告する。

### 2. 方法

#### 2-1 調査実施場所及び調査期間

調査期間は、2019年7月25日10:00～15:00である。次に調査実施場所と調査地点の位置を図2<sup>5)</sup>に、調査地点の状況を図3に示す。

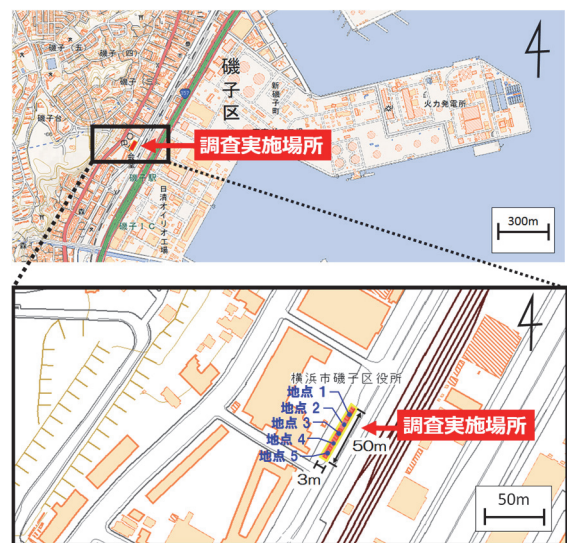


図2 磯子区役所前での調査地点位置図  
(地図は地理院地図（電子国土 Web）<sup>5)</sup>をもとに作成)



図3 調査地点の状況

地点1及び地点2はどちらもミストが設置されていない場所であるが、地点1は藤棚の日陰の下、地点2は周辺に日射を遮るものが無い日なたとした。また地点3～地点5はいずれも藤棚に設けられたミストの下に位置するが、植物の葉の粗密、つまり日陰の状況が異なる。植物の葉の粗密は、地点4は最も疎で、ほぼ日なたの状況に近く、次いで地点3も日なたとなる時間がやや多く、地点5は最も密で、日陰が比較的多かった。

そのほかに、地点3と地点5では、ミストの設置状況も異なっていた(図4)。地点5では、ミストのノズルがほぼ真下に向けており、ミストの噴霧も真下方向を中心に広がっていたのに対し、地点3では、ミストのノズルが真下から約30～40°ほど上向きに設置されていたため、風向により若干の違いはあるが、ミストの噴霧も歩道側にやや向いた形となっていた。

## 2-2 ミスト装置の概要

今回設置されたミストの概要を表1に示す。なお、ミスト装置は通常、磯子区の職員が当日の天候等を判断し、手動で稼働させているが、調査日当日は11:00～15:00まで稼働し、常にミストが連続して噴霧されるよう設定した。

表1 ミスト装置の概要

名称	項目	
ミスト	粒径	30 μm
	噴霧量	0.076 L/min
ノズル	設置高さ	2.7 m
	設置間隔	1 m
	個数	30 個
送水ポンプ	圧力	6.9 Mpa
	消費電力	0.75 Kw

## 2-3 観測項目・方法

本調査での調査地点毎の観測項目を表2に、使用した観測機器の型番、仕様及び測定間隔等を表3に示す。このうち、気温及び相対湿度は、温度・湿度センサーを自作の自然通風式シェルターに格納し、気象庁での温度計設置の基準<sup>6)</sup>に準拠して、地表面から高さ約1.5 mの位置で観測を行った。黒球温度は、温度センサーを直径約15 cmの黒球((株)安藤計器製工所製CK-150)の中心に格納し、地表面から高さ約1.5 mの位置で観測を行った。なお、黒球の表面はほとんど反射しない黒い塗料が塗られているため、黒球温度は直射日光にさらされた状態での球の中の平衡温度を示し、弱風時の日なたでの体感温度と良い相関があるとされる<sup>7)</sup>。風向風速について、高さの規定はないが、周辺の地物の影響を受けないことが望ましいとある<sup>6)</sup>。このため、風向風速計は観測機器の近傍にある自然通風式シェルターの影響を受けないよう、三脚に取り付けたものを、地表面から高さ約1.6 mの位置に設定した。上(天空)と下(地表面)からの日射量及び下(地表面)からの赤外放射量は、地表面からの影響を観測することが主であるため、日射計及び赤外放射計を地表面から高さ約0.3 mに設置し、観測を行った。観測機器の設置状況の一例を図5に示す。



図4 ミストの設置状況

表2 調査地点毎の観測項目及び算出項目

地点名	気温	相対湿度	黒球温度	風向風速	日射量	赤外放射量	地表面温度	熱画像	WBGT	SET*
地点1	○	○	○				○	○	○	
地点2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
地点3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
地点4	○	○	○				○	○	○	
地点5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○



表3 調査に使用した測定器の型番・仕様・測定間隔

観測項目	メーカー	型番	測定範囲	測定精度	測定分解能	測定間隔
気温・黒球温度	(株)T&D	TR-52i	-60~155℃	±0.3℃	0.1℃	1分
相対湿度	(株)T&D	TR-72wf	10~95%RH	±5%RH	1%RH	1分
風向風速	NIELSEN-KELLERMAN	Kestrel 4500	0.4~40 m/s	±3%	0.1 m/s	1分
日射量	Hukseflux	LP-02	0~2000 W/m <sup>2</sup>	±5%	—	1分
	Kipp&Zonen	CMP-3E	0~2000 W/m <sup>2</sup>	±5%	—	1分
赤外放射量	Hukseflux	IR-02	-300~300 W/m <sup>2</sup>	±10%	—	1分
地表面温度	A&D(株)	H2630	-40~120℃	±2℃	0.03℃	20分
熱画像	日本ルネックス(株)	R500S	-40~120℃	±2℃	0.03℃	20分



図5 観測機器の設置状況

そのほかに 10:00~15:00 の間、20 分に 1 度、舗装の地表面温度をレーザー温度計で測定したほか、観測地点の熱画像（物体の表面温度を RGB で表現した画像）を赤外線サーモグラフィで撮影した。

#### 2-4 WBGT の算出

WBGT（暑さ指数：Wet-Bulb Globe Temperature）は熱中症予防を目的として、1957 年に Yaglou<sup>8)</sup> らによって提案された指標である。これは人体と外気との熱収支に着目した指標で、人体の熱収支に与える影響の大きい湿度、日射・放射などの周辺の熱環境、温度の 3 つを取り入れたものである。WBGT は労働環境や運動環境の指標として有効であると考えられており、熱中症予防指針は日本生気象学会が日常生活について、（公財）日本体育協会が運動時について、それぞれ公表している<sup>9)、10)</sup>。両指針で示されている WBGT に応じた注意事項を表 4 に示す。

また、労働環境における WBGT について、国際的には ISO 7243<sup>11)</sup>、国内では JIS Z 8504<sup>12)</sup> として規格化されている。

WBGT [°C] は、湿球温度を  $t_w$  [°C]、黒球温度を  $t_g$  [°C]、乾球温度を  $t_d$  [°C] とすると、式(1)で与えられる。

$$WBGT = 0.7 t_w + 0.2 t_g + 0.1 t_d \quad (1)$$

本調査では、乾球温度  $t_d$  及び黒球温度  $t_g$  については実測値、湿球温度  $t_w$  については乾球温度及び相対湿度から算出した計算値を用いて、WBGT を算出した。

なお湿球温度  $t_w$  の算出には Sprung の式<sup>13)</sup> を使用し、水の飽和蒸気圧の近似式には Tetens のパラメータ値<sup>14)</sup> による August-Roche-Magnus の式<sup>15)、16)</sup> を使用した。

表4 WBGT に応じた注意事項

WBGT (暑さ指数)	日常生活における注意事項	熱中症予防のための運動指針
31℃以上 【危険】	外出はなるべく避け、涼しい室内に移動する。	特別の場合以外は運動を中止する。
28~31℃ 【嚴重警戒】	外出時は炎天下を避け、室内では室温の上昇に注意する。	激しい運動や持久走は避ける。
25~28℃ 【警戒】	運動や激しい作業をする際は定期的に充分に休息を取り入れる。	積極的に休息をとり、水分塩分補給。
21~25℃ 【注意】	一般に危険性は少ないが、激しい運動や重労働時には発生する危険性がある。	運動の合間に水分塩分補給。

#### 2-5 SET\* の算出

SET\* (Standard Effective Temperature) は、室内の快適性を示す指標として空調分野や建築分野で広く使われている体感温度指標であり、近年では屋外での暑さ対策の効果を評価する指標としても使われている<sup>2)、17)</sup>。

SET\* に影響する要素と快適性の指標を図 6 に示す。

環境側の要素としては気温・湿度・風速・放射の 4 つの要素があり、人間側の要素としては代謝量・着衣量の

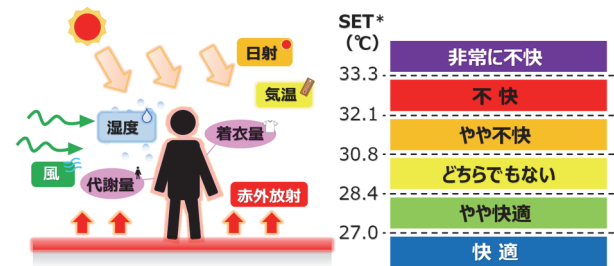


図6 SET\* と快適性の関係

2つの要素があり、これらの値を用いて SET\* を算出する。なお、代謝量と着衣量は状況に応じた適切な数値を入力する必要があり、それぞれ表 5 及び表 6 のように定義されている。本調査での SET\* の算出に当たっては、代謝量を 1.2 met（立位安静）、着衣量を 0.3 clo（男性：半ズボン、半袖シャツ、サンダル等）と仮定した。

表5 代謝量 (met 値) の設定例<sup>17)</sup>

活動の種類	代謝量 (met)
いす座安静	1.0
立位安静	1.2
歩き回り	1.7
平坦歩行(3.2km/h)	2.0
平坦歩行(4.8km/h)	2.6

表 6 着衣量 (clo 値) の設定例<sup>17)</sup>

	服装の種類	着衣量 (clo)
男性	① 半ズボン、半袖シャツ、サンダル等	0.30
	② 夏ズボン、半袖 Y シャツ、靴等	0.43
	③ ②に加え、夏上着、ネクタイ	0.56
女性	① 夏ワンピース、サンダル等	0.21
	② 夏ブラウス、夏スカート、サンダル等	0.26

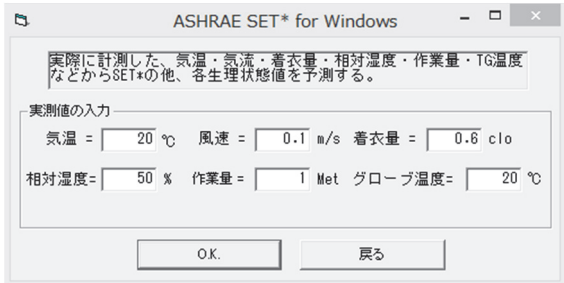


図 7 SET\*の演算ソフトの入力画面

また SET\*の算出には人体温熱生理モデルによる熱収支計算を組み込んだプログラムが必要であり、このプログラムが組み込まれた演算ソフト (図 7: ASHRAE SET\*演算ソフト<sup>17)</sup>) を用い、気温・相対湿度・風速・黒球温度・代謝量・着衣量を入力し、SET\*を算出した。なお、このプログラ上での SET\*の算出フローを図 8 に示す。

### 3. 結果と考察

#### 3-1 調査期間中の気象概況

調査期間中に横浜地方気象台で観測された気象概況を表 7 に示す<sup>18)</sup>。調査期間中は時折曇りの時間もあったが一般的に晴れており、日中の最高気温は 32.5 °C を記録する暑い 1 日となった。また風は南寄りの風で風速は 2.6 ~ 5.2 m/s と木の葉や小枝が揺れる程度の弱い風であった。

#### 3-2 気温

気温の推移を図 9 に示す。ミスト噴霧前の 10:00 ~ 11:00 の気温は、日なたである地点 2 と地点 4 では、他の 3 地点と比較して、若干高くなっていたが、地点 1 ~ 地点 5 の間で

表 7 調査期間中の気象概況 (横浜地方気象台)<sup>18)</sup>

時刻	降水量 (mm)	気温 (°C)	湿度 (%)	風速 (m/s)	風向	日照時間 (h)	天候
9 時	0	29.0	75	2.6	南	0.8	晴れ
10 時	0	29.7	71	3.3	南南東	0.8	晴れ
11 時	0	31.6	66	4	南南東	0.9	晴れ
12 時	0	30.8	62	5.2	南西	1.0	晴れ
13 時	0	31.2	59	4.6	南西	0.9	晴れ
14 時	0	32.3	57	3.3	南南西	1.0	晴れ
15 時	0	31.3	61	4.2	南西	1.0	晴れ

大きな差は無かった。一方、11:00 のミスト噴霧の直後に、ミストありの地点では気温が急激に下がっており、地点 5 で約 1.5 °C、地点 3 で約 1.0 °C、地点 4 で約 0.5 °C 下がっていた。その後も、地点 2 や藤棚の日陰下のみの地点 1 では、13:30 頃までは気温は相対的に高い状態で推移し、ミストありの地点では相対的に気温が低い傾向が続いていた。また、ミストありの 3 地点間で気温の降下量に違いが見られたが、この原因として、地点 3 では時折日射の影響を受けていることとミストのノズルがやや外向きのために、観測機器の方向にミストがあまり流れていなかったことが考えられる。また地点 4 は常に日なたであり、日射による影響を強く受けていたため、ミスト使用後も気温の降下量が小さかったと考えられる。

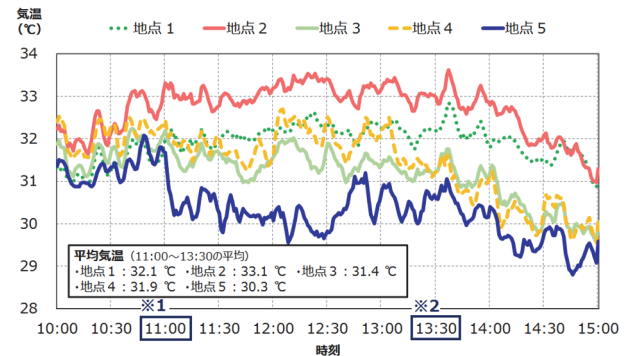


図 9 各観測地点での気温の推移

図 9 ~ 17 で共通 ※1 ミスト開始時刻 ※2 いずれかの地点で建物の影に入り始める時刻

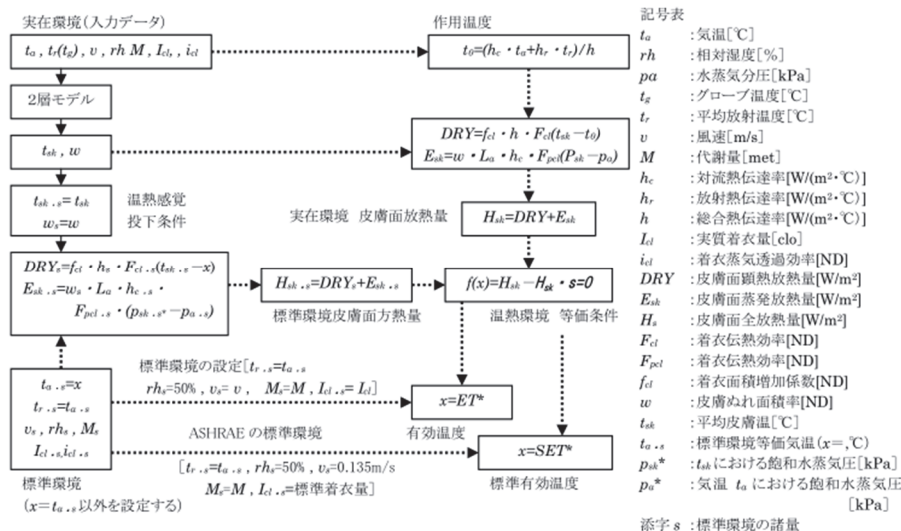


図 8 SET\*の算出フロー<sup>17)</sup>

### 3-3 相対湿度

相対湿度の推移を図 10 に示す。ミスト噴霧前の 10:00～11:00 の相対湿度は、気温と反比例する形で、日なたである地点 2 と地点 4 では、他の 3 地点と比較して若干低かったが、地点間の大きな差は無かった。11:00 からのミスト噴霧の直後に、ミストありの地点では相対湿度が上がっており、地点 5 で約 8 %、地点 3 で約 5 %、地点 4 で約 3 %上がっていた。その後も、ミストありの地点では、日なたである地点 2 や藤棚の日陰のみの地点 1 と比べると、相対的に湿度が高い状態で推移していた。

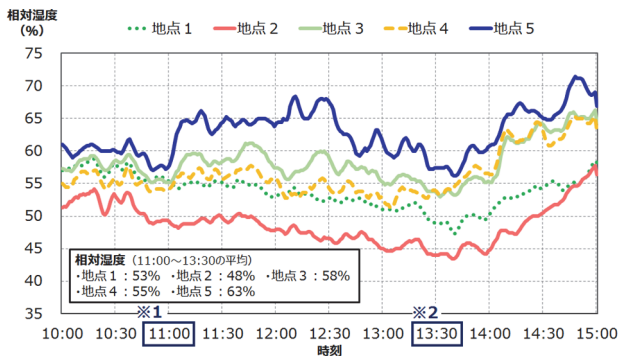


図 10 各観測地点での相対湿度の推移

### 3-4 黒球温度

黒球温度の推移を図 11 に示す。気温と同様、ミスト噴霧前の 10:00～11:00 は、日なたである地点 2 と地点 4 では、他の 3 地点と比較して、黒球温度が高かった。日なたと日陰での黒球温度の差は気温より大きくなっていて、これは日陰と日なたでの輻射熱の違いを反映した結果と考えられる。一方 11:00 からのミスト噴霧の直後に、地点 4 や地点 5 では黒球温度が急激に下がり、地点 4 で約 4 °C、地点 5 で約 3 °C下がっていた。その後は 13:30 頃までは、ミストありの地点のうち地点 3 と地点 4 では、藤棚の日陰のみの地点 1 より、黒球温度が高い状態で推移していた。このことから黒球温度は、ミストによる冷却効果より、日射が当たることによる輻射熱による影響の方が強いことが考えられる。また地点 5 の黒球温度はミスト噴霧開始以降、低い値で推移していたが、これは地点 5 では日陰になっている時間が長かったこととミストが噴霧される方向に観測機器が設置されていたためと考えられる。

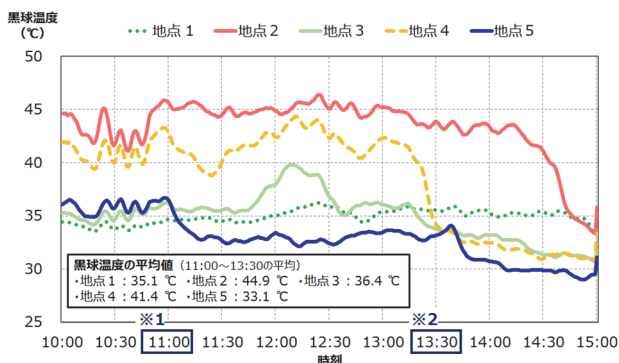


図 11 各観測地点での黒球温度の推移

### 3-5 WBGT

WBGT の推移を図 12 に示す。ミスト噴霧前の 10:00～11:00 の WBGT は、日なたである地点 2 と地点 4 で最も高く、その次に地点 3 と地点 5 で高く、地点 1 で最も低かった。この差は各観測地点での日射量の違いが、反映された結果であると考えられる。一方、ミスト噴霧直後の 11:00 から 11:30 にかけて、ミストありの地点のうち、地点 4 と地点 5 では WBGT が約 1 °C下がっていたが、地点 3 のみは WBGT はほぼ横ばいで推移していた。これは、ミストありの地点のうち、地点 3 のミストは噴霧方向が観測機器に対してやや外向きに設置されており、ミストによる気化熱の効果が小さかったためであると考えられる。また地点 3 と地点 4 では、その後 WBGT が上昇している時間があるが、これは 3-4 で述べた日射の影響による黒球温度の上昇が要因として考えられる。

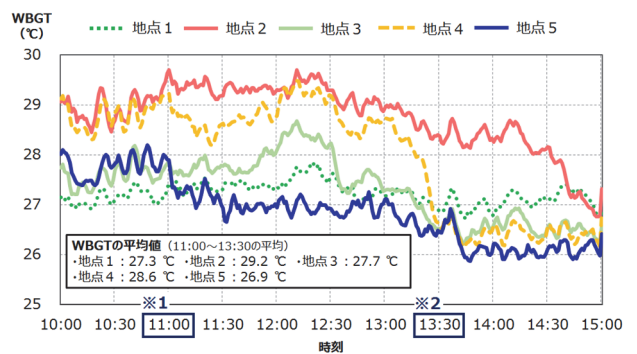


図 12 各観測地点での WBGT の推移

### 3-6 日射量

日射量 (地点 2、地点 3、地点 5) の推移を図 13 に示す。日なたである地点 2 では、11:00 前後から日射が安定しており、地点 2 において建物の陰に入る前の 14:30 頃までは、上からの日射量は 700～900 W/m<sup>2</sup>で推移していた。地点 3 では、藤棚の葉の密度がまばらで、比較的日差しも届いていたため、日差しが届いた時間では 600～750 W/m<sup>2</sup>を記録していた。地点 5 では、午前中は 100～300 W/m<sup>2</sup>と低い値で推移し、12:30～13:40 は時折日差しが届いた時間もあり、100～650 W/m<sup>2</sup>で推移していた。11:00～13:30 の上からの平均の日射量は、地点 2 で 855 W/m<sup>2</sup>、地点 3 で 517 W/m<sup>2</sup>、地点 5 で 255 W/m<sup>2</sup>であった。

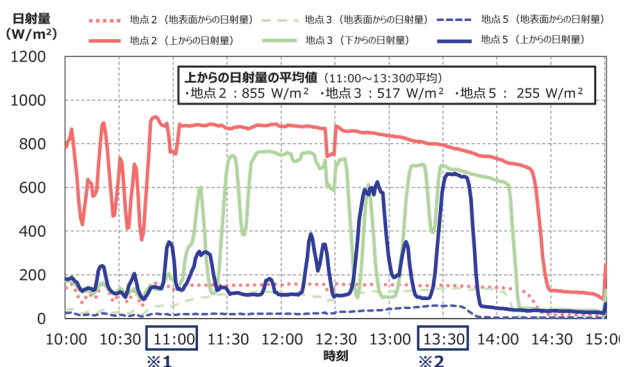


図 13 各観測地点での日射量の推移



### 3-7 地表面からの赤外放射量

地表面からの赤外放射量（地表面から放射されて天空方向へ向かう長波放射）の推移を図14に示す。日なたである地点2での赤外放射量は10:00の時点で、それまでの日射の影響で他2地点より60 W/m<sup>2</sup>ほど高く、11:00前後からはさらに増加傾向にあった。その後、12:30から地点2で建物の陰に入る前の14:30頃までは、580 W/m<sup>2</sup>前後で推移していた。地点3でも、11:00前後から地表面からの赤外放射量がやや増加しており、14:00頃に550 W/m<sup>2</sup>前後まで達した後は、建物の陰に入ったため、減少に転じていた。地点5では午前中は日陰下にあったため、地表面からの赤外放射量はあまり増加していないが、時折日ざしのあった午後は上昇に転じ、13:40頃に540 W/m<sup>2</sup>前後まで達した後、建物の陰に入ったため、減少に転じていた。赤外放射量の値は、物体の温度の4乗に比例するため、日射量に起因する地表面温度の違いが生じることによって、地点間で差が見られたと考えられる。

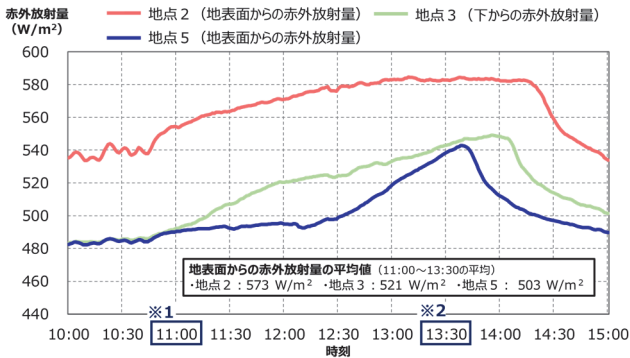


図14 各観測地点での赤外放射量の推移

### 3-8 風向風速

風向風速の推移を図15に示す。調査期間中の風速は、時間による変化は小さく、また地点間の差も非常に小さく、風は弱い状態にあった（10:00～15:00の平均風速は、地点2で1.6 m/s、地点3で1.5 m/s、地点5で1.8 m/s）。また調査日当日は日本の東から太平洋高気圧に緩やかに覆われていたため、横浜地方気象台では南西寄りの風が卓越していたが、調査地点においても、南寄りの風が卓越していた。地点5のみ、南寄りの風以外にも南西～西寄りの風を観測する時間があったが、これは地点5のすぐ南側に障害物があり、南からの風がこれに沿う形で吹いたためと考えられる。またミストは風速が強い場合、

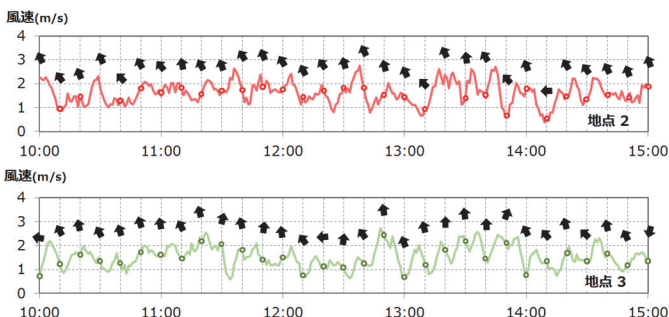


図13 各観測地点での風向風速の推移 ※風向は10分おきに表示

風に流されて拡散してしまうため、ミストによる冷却効果が見込めないが、調査日当日は風による影響は小さかったと推測される。

### 3-9 SET\*

SET\*（地点2、地点3、地点5）の推移を図16に示す。日なたである地点2では、観測開始の10:00から地点2で建物の陰に入る前の14:30頃までは、非常に高い値で推移しており、11:00～13:30のSET\*の平均値は36.6℃で、快適性としては「非常に不快」に相当する値であった。ミストありの地点のうち、地点3はミスト噴霧開始直後にSET\*が約1.5℃下がったが、その後は横ばいか一時的に値が上昇する時間帯（快適性では「非常に不快」に相当）もあり、ミストによるSET\*の顕著な低下は見られなかった。11:00～13:30のSET\*の平均値は30.9℃で、快適性としては上から3番目に悪い「不快」に相当する値であった。地点5ではミスト噴霧開始前は地点3よりSET\*が高い時間もあったが、ミスト噴霧開始直後にSET\*が約3℃下がり、その後も横ばいか一時的に値が上昇する程度で、他の2地点よりSET\*は低い状態で推移した。11:00～13:30のSET\*の平均値は28.0℃で、快適性としては下から2番目に良い「やや快適」に相当する値であった。

SET\*の値に影響する要素を考慮すると、地点5では藤棚による日陰創出に加え、ミストの気化熱による冷却効果によって、気温・黒球温度が下がったため、人が感じる快適性を保つことができたと考えられる。一方、地点3は藤棚の下にあったが、葉の密度がまばらであったため、比較的日差しが届いていたこと、観測機器の方向にミストがあまり流れていなかったことにより、気温・黒球温度があまり下がらなかったため、SET\*は「不快」相当になったと考えられる。

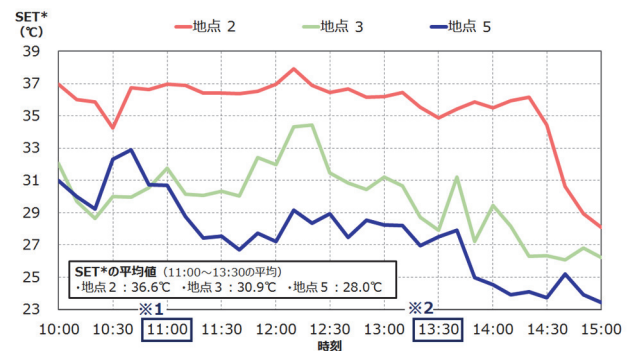
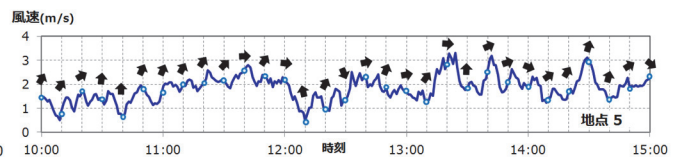


図16 各観測地点でのSET\*での推移



### 3-10 地表面温度

地表面温度の推移を図17に示す。日なたである地点2と地点4では、調査開始後からそれぞれ建物の陰に入る時間（地点2では14:30頃、地点4では13:40頃）までは、地表面温度が40℃を超える時間が長かった。また地点3では午前中は日陰だったため、地表面温度は低かったが、正午以降14:00頃までは日なたとなったため、40℃前後で推移している。地点1と地点5では、日陰の時間が長く、地表面温度は30℃前後と低い値で推移していた。また地点1と比べると地点5の方が若干地表面温度は低いが、この要因としては、地点5の方が地表面での日陰の割合が多い点とミストの水蒸気によって地表面が湿潤となり、地表面温度の上昇が抑えられていた点の2点が考えられる。

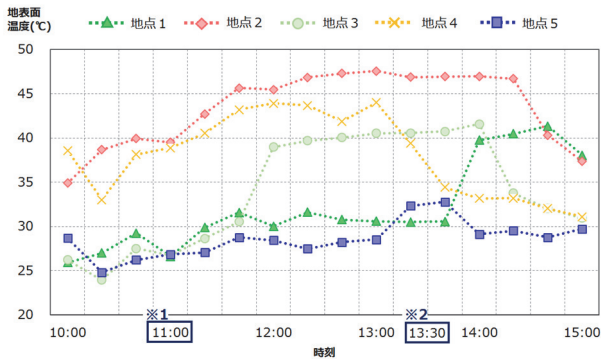


図17 各観測地点での地表面温度の推移

### 3-11 熱画像

撮影した熱画像の一例（2019年7月25日13時撮影）を図18に示す。熱画像から、藤棚の日陰下と日なたでは表面温度に大きな差があり、最大で約18℃あった。また図の破線内にミストのノズルがあるが、この破線内で霧状に周辺部より温度が1~2℃程度低い部分が見られ、熱画像からもミストの噴霧により温度が低くなっていることが確認できた。

## 4. まとめ

横浜市磯子区にある磯子区役所正面前の歩道上にある藤棚にミストが導入されたため、ミスト設置による暑さの緩和効果について調査・解析を行った。

暑さ対策が導入されていない日なたの地点(地点2)では、11:00~13:30の平均で、気温は33.1℃、WBGTは29.2℃(厳重警戒)と、厳しい暑さの環境下にあったが、藤棚による日陰のみの地点(地点1)や日なたにあるミストの地点(地点4)では、日なたの地点より気温は1.0~1.2℃、WBGTは0.6~1.9℃低い状況にあった。また藤棚による日陰とミストを併用した地点(地点5)では、さらに暑さが緩和されており、日なたと比べると平均で、気温は2.8℃、WBGTは2.3℃低い状況にあった(図19)。

また人の快適性の観点から評価したSET\*においても、日なたの地点や日なたでミストを噴霧した地点では、「不快~非常に不快」となったが、日陰下でミストを噴霧し

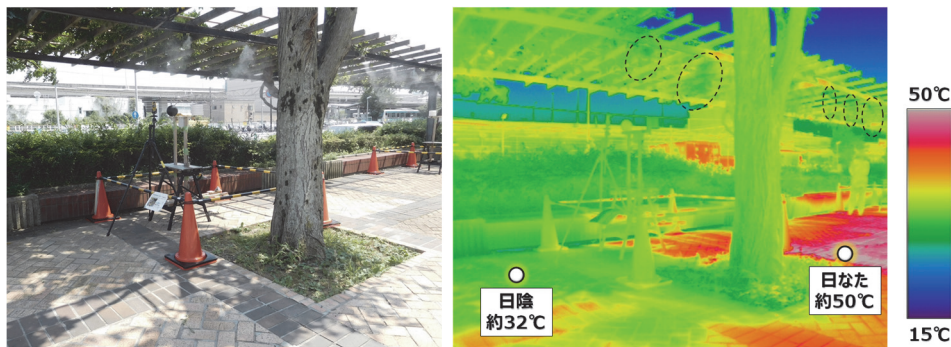


図18 調査期間中の熱画像の一例（2019年7月25日13時）

※ 図の破線内はミストのノズル付近

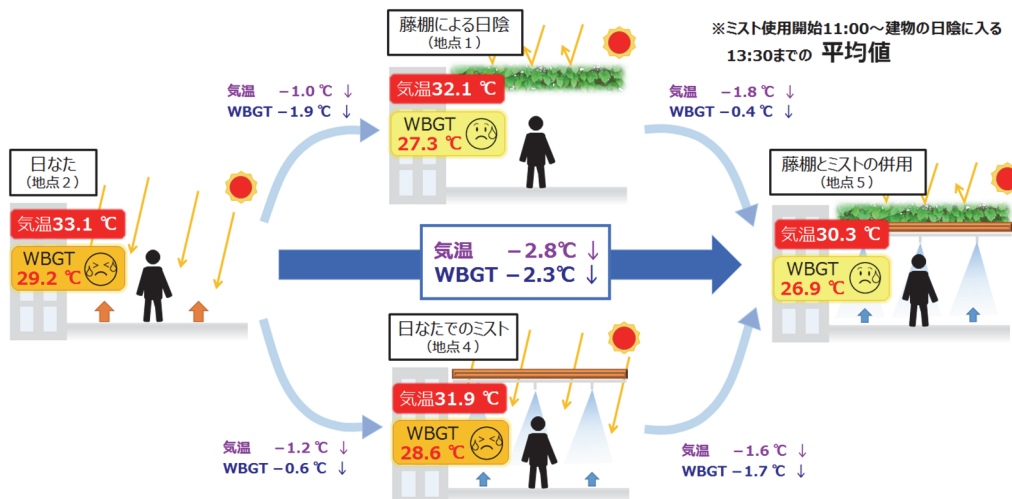


図19 本調査のまとめの概念図

た地点では、「やや快適」と判断され、ミストと日陰を併用することで、暑熱環境をより緩和する効果があることを確認できた。

その他に、ミストが噴霧されているにも関わらず、地点3ではWBGTやSET\*などの体感指標について、顕著な低下が見られなかった。この原因として、地点3では観測地点直上にある藤棚の植物の茂り方が疎で、比較的日射が多かったことと、観測地点付近のミストが歩道側に向いており、直下にミストの噴霧があまり届いていなかったことが考えられる。今回の解析からは、両者がそれぞれどの程度、体感指標の低下の鈍化に影響を及ぼしたのかを見積もることは難しいが、ミストのノズルは、冷やしたい方向に適切に向けないと冷却効果が薄れてしまうことが推察された。

今後、東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会などの集客イベントにおいて、暑さ対策としてミストが活用されることが期待されることから、ミストを設置する際には、藤棚や日除けによる日陰の併用や、日陰のできる方向にミストを噴霧するなどの工夫が望まれる。

## 謝 辞

本調査の実施に当たり、横浜市磯子区総務部区政推進課に調査の企画や実施の際にご協力をいただきました。この場を借りてお礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 気象庁：ヒートアイランド監視報告2017、66pp. (2018)
- 2) 環境省：まちなかの暑さ対策ガイドライン 改訂版、76pp. (2018)
- 3) ファーナムクレイグ：ミストによる温冷感のうち視覚的要因が与える影響、日本ヒートアイランド学会第12回全国大会予稿集、116-117. (2017)
- 4) 横浜市：商店街ミスト装置設置事業、<https://www.city.yokohama.lg.jp/business/kigyoshien/syogyo/shotentai/mist/mist.html> (2020年10月時点)
- 5) 国土地理院：地理院地図 (電子国土Web)、<http://maps.gsi.go.jp/> (2020年10月時点)
- 6) 気象庁：気象観測の手引き、81pp. (1998)
- 7) 環境省：熱中症予防情報サイト、[http://www.wbgt.env.go.jp/doc\\_observation.php](http://www.wbgt.env.go.jp/doc_observation.php) (2020年10月時点)
- 8) C. P. Yaglou and D. Minard : Control of heat casualties at military training centers, *A. M. A. Arch. Ind. Health*, **16**, 302-316 (1957)
- 9) 日本生気象学会：日常生活における熱中症予防指針 Ver.3 確定版、<http://seikishou.jp/pdf/news/shishin.pdf> (2020年10月時点)
- 10) 公益財団法人日本体育協会：スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック (平成25年度改定版)、52pp. (2013)
- 11) International Organization for Standardization : ISO 7243:1989 Hot environments—Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature) (1989)
- 12) 日本工業規格：JIS Z 8504:1999 人間工学—WBGT (湿球黒球温度) 指数に基づく作業者の熱ストレスの評価—暑熱環境 (1999)
- 13) 日本工業規格：JIS Z 8806:2001 湿度—測定方法 (2001)
- 14) O. Tetens:Über einige meteorologische Begriffe, *Z. Geophys.*, **6**, 297-309 (1930)
- 15) O. A. Alduchov and R. E. Eskridge : Improved Magnus form approximation of saturation vapor pressure, *J. Appl. Meteor.*, **35**, 601-609 (1996)
- 16) M. G. Lawrence : The relationship between relative humidity and the dewpoint temperature in moist air, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **86**, 225-233 (2005)
- 17) 空気調和・衛生工学会：新版快適な温熱環境のメカニズム - 豊かな生活空間を目指して -、231pp. (2006)
- 18) 気象庁：過去の気象データ検索、<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (2020年10月時点)

# 水質試料中のフタル酸ジメチル、フタル酸ジエチル、 フタル酸ジイソブチルの分析について

酒井 学 (横浜市環境科学研究所)

## Determination of dimethyl phthalate, diethyl phthalate and di-isobutyl phthalate in aqueous samples

Manabu Sakai (Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：フタル酸エステル、水質、GC/MS

### 要 旨

フタル酸エステル類はプラスチックの可塑剤として汎用されているものの、濃度が高い場合には魚の成長阻害が認められるなど生態系への影響が懸念されていることから、水質試料中の3種類のフタル酸エステル（フタル酸ジメチル、フタル酸ジエチル、フタル酸ジイソブチル）の一斉分析方法を検討した。水質試料 100 mL にサロゲート内標準物質を各々 25 ng 添加し、GCMS（ガスクロマトグラフ質量分析装置）で測定する方法により、分析方法の検出下限値は 0.011 μg/L（フタル酸ジメチル）、0.013 μg/L（フタル酸ジエチル）、0.026 μg/L（フタル酸ジイソブチル）となった。環境水を用いた添加回収の結果、いずれの添加回収率も 100 % 近いことから、今回検討した方法により、水質試料中の3種類のフタル酸エステルの一斉分析が可能と考えられた。

### 1. はじめに

フタル酸エステル類はプラスチックの可塑剤として汎用されているものの、濃度が高い場合、魚の成長阻害が認められるなど、生態系への影響が懸念されている<sup>1), 2)</sup>。平成 30 年度から令和元年度にかけて環境省・化学物質環境実態調査において、水質試料中のフタル酸エステル類の分析法開発を行うこととなり<sup>3)</sup>、横浜市環境科学研究所は分子量の比較的小さいフタル酸ジメチル(DMP)、フタル酸ジエチル(DEP)、フタル酸ジイソブチル(DiBP) (図 1、表 1)について担当した。

DMP の Log Pow (オクタノール/水の分配係数)が小さいことから、3物質の一斉分析に際しては固相抽出とし、検出装置は GCMS (ガスクロマトグラフ質量分析装置)を用いた。

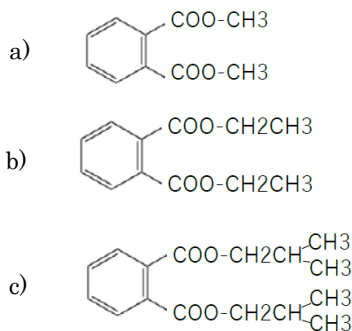


図 1 3種類のフタル酸エステル  
a) DMP、b) DEP、c) DiBP

表 1 調査対象物質について<sup>1), 2)</sup>

項目	DMP	DEP	DiBP
分子量	194.2	222.24	278.35
融点(°C)	5.5	-40.5	-58 * -64
沸点(°C)	283.7	295 * 296.1 298	296.5
蒸気圧(Pa)	133 (20° C)	0.22 (25° C) * 0.28 (25° C)	0.0118 (20° C) * 0.886 (25° C)
水溶解度(g/L)	4 (20° C)	1.08 (25° C) * 1.2 (25° C) 1 (25° C)	0.0014 (25° C) * 0.0203 (20° C)
log Pow	1.56	2.47	4.11

\* 融点、沸点、蒸気圧、水溶解度は文献により数値が異なる場合があり、詳細は参考文献<sup>1), 2)</sup>を参照

### 2. 分析

#### 2-1 試薬

分析試薬は、DMP(富士フィルム和光純薬工業製)、DEP(富士フィルム和光純薬工業製)、DiBP(富士フィルム和光純薬工業製) DMP-d<sub>4</sub>(富士フィルム和光純薬工業製)、DEP-d<sub>4</sub>(関東化学製)、DiBP-d<sub>4</sub>(富士フィルム和光純薬工業製)、フェナントレン-d<sub>10</sub>(1 mg/mL、富士フィルム和光純薬工業製)、アセトン(残留農薬 PCB 試験用)、精製水(Milli Q 水:イオン交換及び活性炭が付随した Quantum TEX で処理した Q-POD 水)を用いた。

#### 2-2 分析装置及び分析条件

分析には島津製作所製ガスクロマトグラフ質量分析



装置 (GCMS-QP2020) を用い、分析条件は表 2 に示した。

なお、セプタムやインサートを交換する際は、アルミホイル等で個別に梱包された新品を用いるほか、装着前にあらかじめ 280 °C で 1 時間程度加熱処理するなど、フタル酸エステル類の汚染を避けるようにした。

また、試料を入れる GC/MS のオートサンプラー用のバイアル瓶には、National C5000-86W (セプタムは両面テフロン処理) を用いた。

表 2 分析装置及び分析条件

使用機種	島津製作所製 GCMS QP-2020
使用カラム	Agilent製DB-5ms (30 m × 0.25 mm、0.25 μm)
カラム温度	60° C (1 min) → 10° C/min → 150° C (0 min) → 5° C/min → 200° C (0 min) → 10° C/min → 280° C (5 min)
注入口温度	250° C
試料導入方法	スプリットレス (パージ1 min)
試料注入液流量	1 μL
キャリアーガス	He 89.6 kPa (定圧)
インターフェース温度	250° C
イオン源温度	200° C
検出モード	SIM
モニターイオン (m/z)	DMP 163.0 (定量イオン)、194.0 (確認イオン)
	DEP 149.0 (定量イオン)、177.0 (確認イオン)
	DiBP 149.0 (定量イオン)、223.0 (確認イオン)
	DMP-d <sub>4</sub> 167.0 (定量イオン)、198.0 (確認イオン)
	DEP-d <sub>4</sub> 153.0 (定量イオン)、181.0 (確認イオン)
	DiBP-d <sub>4</sub> 153.0 (定量イオン)、227.0 (確認イオン)
	フェナントレン-d <sub>10</sub> 188.0 (定量イオン)

### 2-3 検量線

DMP、DEP、DiBP の標準品をアセトンで順次希釈し、各物質の濃度 1.0~25 ng/mL の検量線用混合標準液を調製した。検量線用混合標準液に、サロゲート内標準液 (DMP-d<sub>4</sub> DEP-d<sub>4</sub> DiBP-d<sub>4</sub>) を 5.0 ng/mL、シリンジスパイク内標準液 (フェナントレン-d<sub>10</sub>) を 10 ng/mL とするよう添加してから GCMS で測定を行い、各物質に対応する定量イオン (表 2) のピーク面積より検量線を作成した。

### 2-4 環境試料及びブランク

プラスチック製品からの溶出やプラスチック製品への吸着を防ぐため、ステンレスバケツを用いて環境試料を採水し、あらかじめアセトンで洗浄し、乾燥したガラス製細口びんに、試料を入れて冷暗所に保存した。また、ブランクは、精製水を用いた。

### 2-5 試料からの抽出

吸引びん (吸引マニホールド) の上にガラス製注射筒 (容量 5 mL) 及び固相カートリッジ (Waters, Oasis HLB Plus) を取り付け、アセトン 15 mL、精製水 10 mL を順次

通してコンディショニングを行い、試料 100 mL に混合サロゲート内標準液 (0.50 mg/L) を 50 μL 添加した溶液を、10~20 mL/min の速度で通水した。固相カートリッジに精製水 5 mL を通して洗浄後、ガラス製注射筒を外してから、アスピレーターで空気を吸引して、30 分程度脱水・乾燥を行った。なお、乾燥する際は室内大気からの汚染を避けるため、あらかじめアセトンで洗浄し乾燥したガード用の固相カートリッジ (Oasis HLB Plus) を試料の固相カートリッジの外側に取り付けてからアスピレーター通気で脱水した。また、固相カートリッジの脱水状況は、カートリッジの重量を測定することで把握した。カートリッジ乾燥後に、ガラス製注射筒 (試料の通水で使用したものとは別に、あらかじめアセトンで洗浄、乾燥したもの) の先に固相カートリッジを取り付け、固相カートリッジの下に目盛り付き試験管を置き、アセトン 5 mL で溶出した。溶出液にアセトンを加えて 5.0 mL に定容した後、シリンジスパイク内標準液 (5.0 mg/L) を 10 μL 加えた。ホールピペットで 1.0 mL を分取し、オートサンプラー用バイアル瓶に入れて試験液とした。

なお、実験操作は、手指からの汚染防止のため<sup>4)</sup>、できる限り素手を避け、ニトリル手袋を着用した。

### 2-6 IDL (装置検出下限値)、MDL (分析方法の検出下限値) 及び MQL (分析方法の定量下限値)

IDL は、濃度が 1.0 ng/mL の混合標準溶液を 7 回連続測定し、分析結果の標準偏差を用いて算出した<sup>5)</sup>。

MDL の算出には、横浜市環境科学研究所に近い横浜市神奈川区宝運河で採水した海水を用いた。MDL 及び MQL は、海水 100 mL に各フタル酸エステルを 5.0 ng 添加した試料を 7 連調製して測定を行い、分析結果の標準偏差を用いて算出した<sup>5)</sup>。

### 2-7 添加回収試験

添加回収試験の実施にあたり、環境試料としては、令和 2 年 2 月に横浜市神奈川区の宝運河で採水した海水及び横浜市戸塚区の阿久和川で採水した河川水を用いた。水質試料 100 mL に各フタル酸エステルを 25 ng 添加した溶液を調製し (n=5)、未添加の濃度と添加後の濃度を比較することにより、添加回収率を求めた。

## 3. 結果

### 3-1 検量線

標準液を測定し、対象物質 (DMP、DEP、DiBP) とサロゲート内標準物質の面積比より検量線を作成した。検量線は化学物質環境実態調査実施の手引き<sup>5)</sup>に従い、低濃度用と高濃度用を作成したが、いずれも相関係数  $r^2 > 0.99$  の検量線が得られた (図 2)。なお、フタル酸エステルの濃度 10 ng/mL の混合標準液のクロマトグラムを図 3 に示した。

### 3-2 IDL

検量線の最低濃度を 7 回連続測定して IDL を求めたところ、試料換算で、DMP 0.0045 μg/L、DEP 0.0099 μg/L、DiBP 0.0096 μg/L となった。



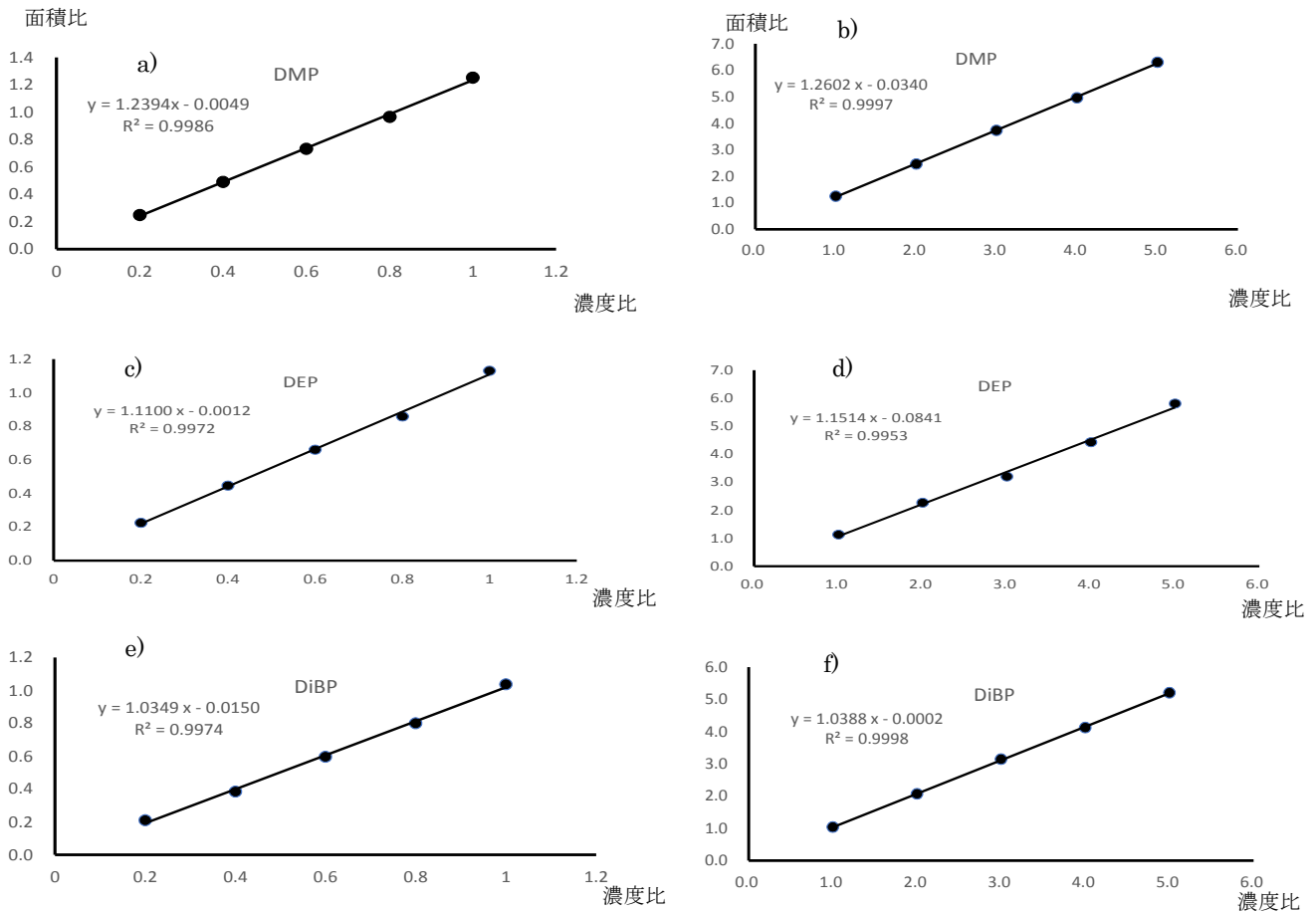


図2 検量線

a)DMP 低濃度領域 1.0~5.0 ng/mL b)DMP 高濃度領域 5.0~25 ng/mL, c)DEP 低濃度領域 1.0~5.0 ng/mL d)DEP 高濃度領域 5.0~25 ng/mL, e)DiBP 低濃度領域 1.0~5.0 ng/mL f)DiBP 高濃度領域 5.0~25 ng/mL  
(サロゲート内標準液 いずれも 5.0 ng/mL)

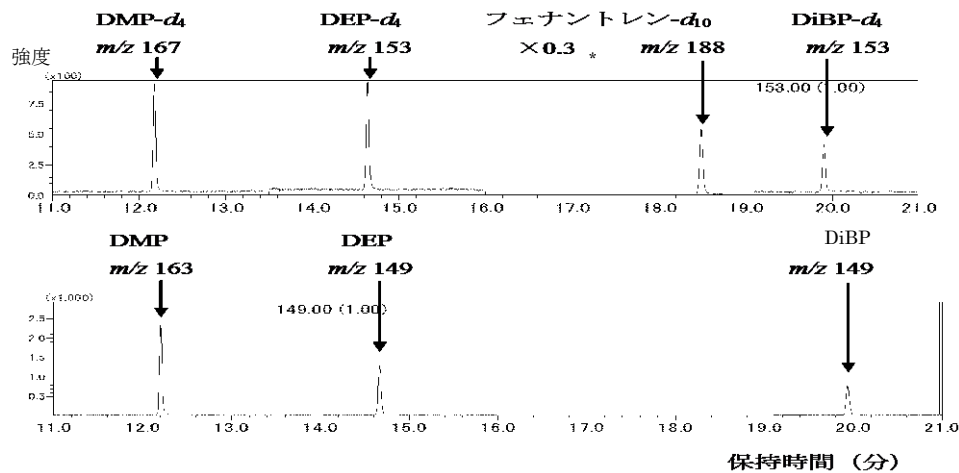


図3 混合標準液のクロマトグラム(各フタル酸エステル 10 ng/mL、サロゲート内標準 5.0 ng/mL)

\*フェナントレンは、強度の関係から $\times 0.3$ して表示

### 3-3 空試験

精製水を測定した結果、ピークはほとんど認められず(図4)、フタル酸エステルはいずれも MDL 未満であった。

### 3-4 MDL 及び MQL

MDL は DMP が  $0.011 \mu\text{g/mL}$ 、DEP が  $0.013 \mu\text{g/mL}$ 、DiBP が  $0.026 \mu\text{g/L}$  となり、MQL は、DMP が  $0.027 \mu\text{g/mL}$ 、DEP が  $0.032 \mu\text{g/mL}$ 、DiBP が  $0.067 \mu\text{g/L}$  となった(表

3)。

表3 フタル酸エステルの MDL 及び MQL

物質名	試料量(mL)	最終液量(mL)	MDL ( $\mu\text{g/L}$ )	MQL ( $\mu\text{g/L}$ )
DMP	100	5.0	0.011	0.027
DEP	100	5.0	0.013	0.032
DiBP	100	5.0	0.026	0.067

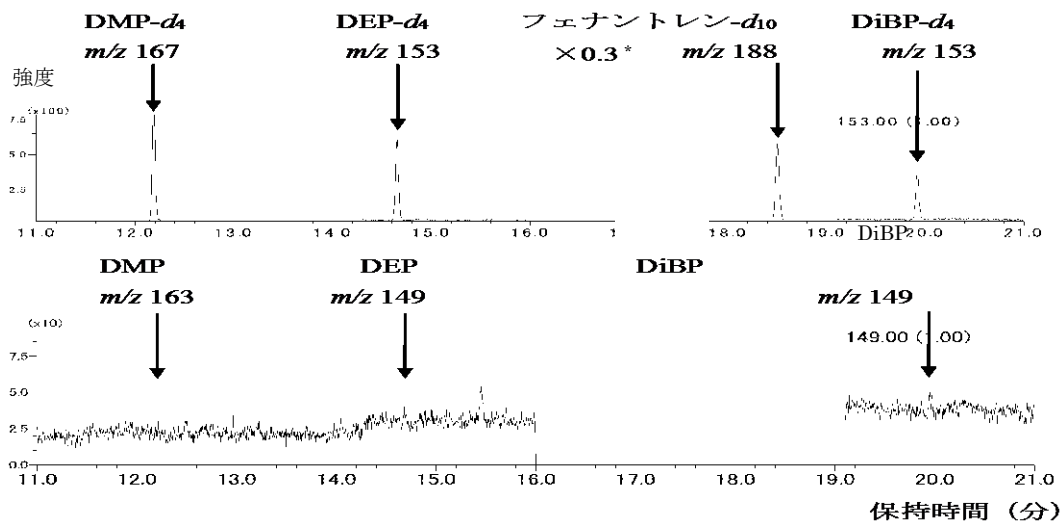


図4 空試験（精製水）のクロマトグラム  
\*フェナントレンは強度の関係から×0.3として表示

### 3-5 環境試料の分析及び添加回収試験

宝運河の海水及び阿久和川の河川水の分析結果を図5、6に示した。ピーク面積より、宝運河はいずれもMDL未満であり、阿久和川では、DMPとDiBPはMDL未満、DEPは0.014 μg/mLとなった。

次に宝運河の海水及び阿久和川の河川水にフタル酸エステルを添加した試料を分析したところ、図7、8の結果となった。ピーク面積より濃度を求めた結果、回収率はいずれも100%に近い値であった(表4、5)。

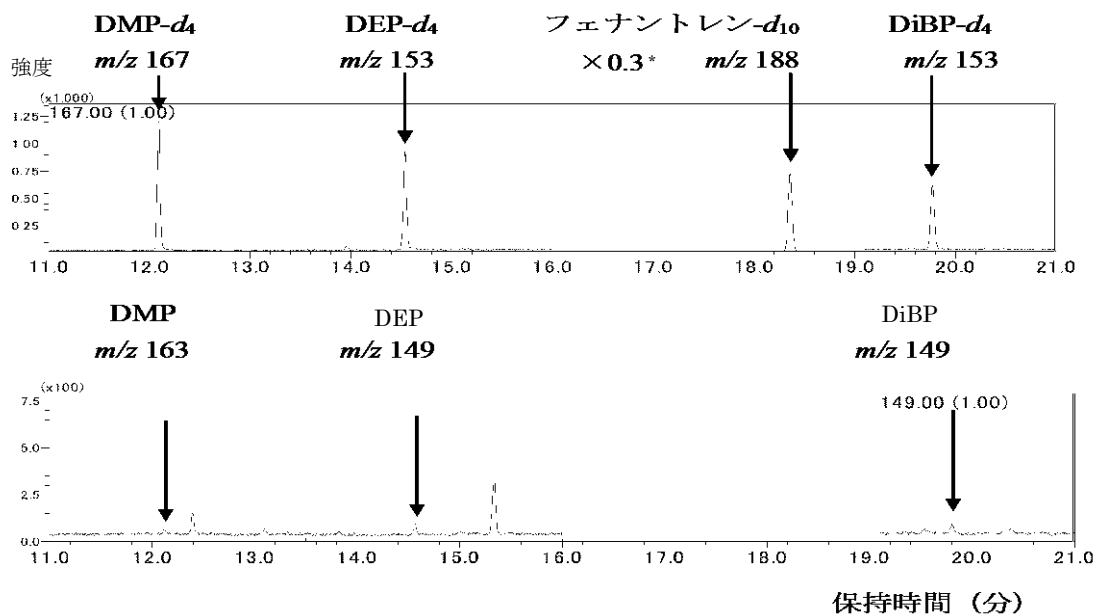


図5 横浜市内海水（宝運河）のクロマトグラム  
\*フェナントレンは強度の関係から×0.3として表示

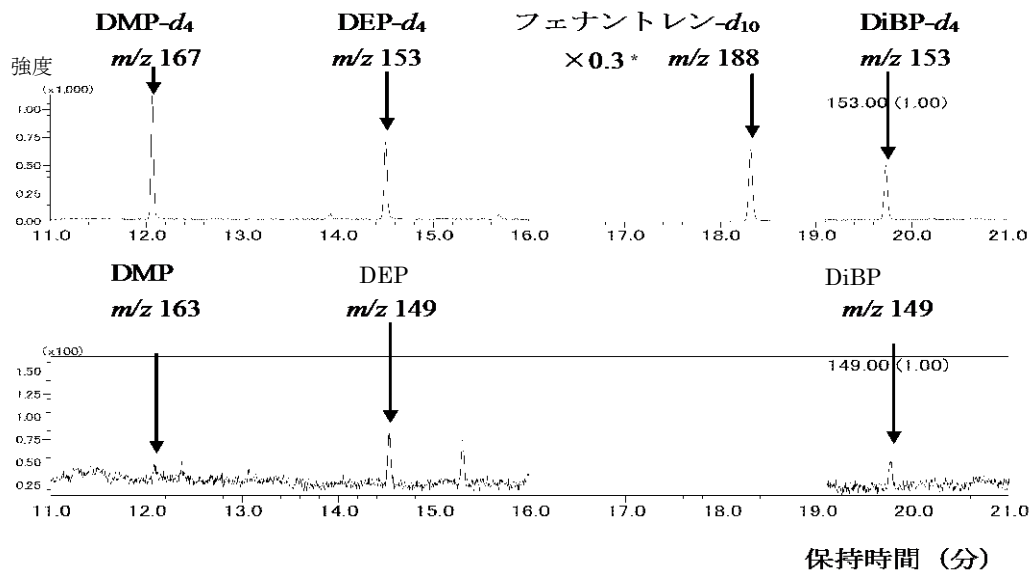


図6 横浜市内河川水（阿久和川）のクロマトグラム

\*フェナントレンは強度の関係から×0.3として表示

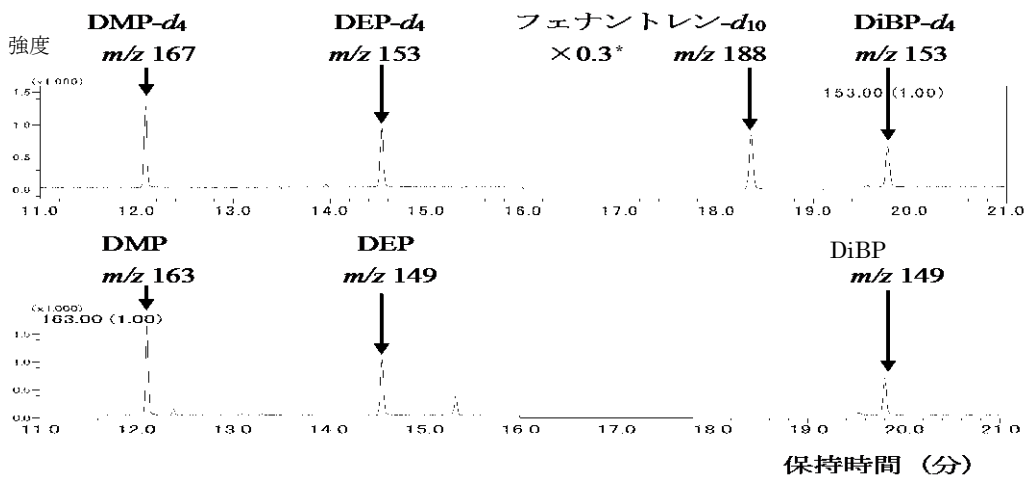


図7 横浜市内海水（宝運河）に標準添加した試料のクロマトグラム

\*フェナントレンは強度の関係から×0.3として表示

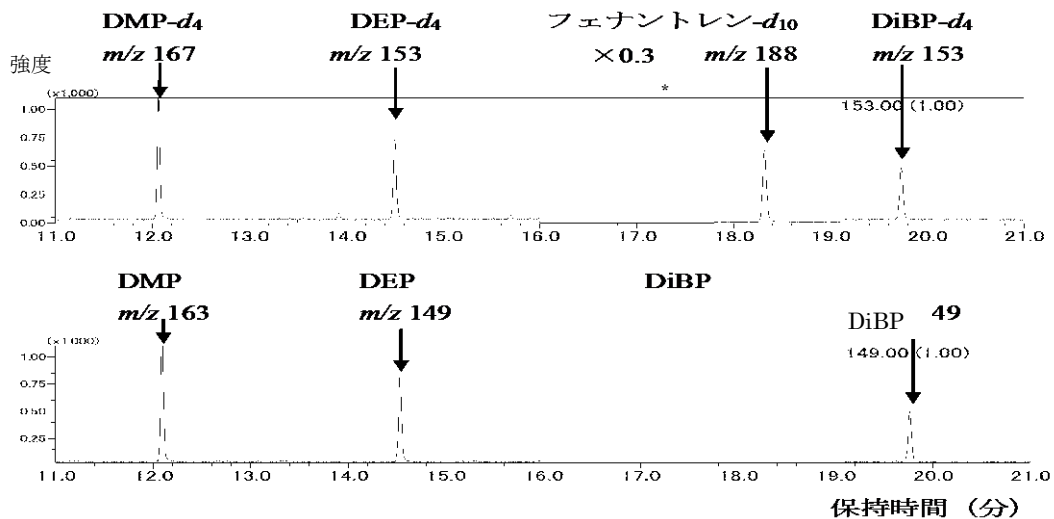


図8 横浜市内河川水（阿久和川）に標準添加した試料のクロマトグラム

\*フェナントレンは強度の関係から×0.3として表示

表 4 海水試料及び標準添加試料の分析結果

対象物質	試料量 (mL)	添加量 (ng)	試験数	検出濃度 ( $\mu$ g/L)	回収率 (%)	変動 係数 (%)	サロゲート 回収率 (%)
DMP	100	0	2	<0.011	-	-	100
	100	25	5	0.25	100	2.8	99
DEP	100	0	2	<0.013	-	-	113
	100	25	5	0.27	107	2.8	109
DiBP	100	0	2	<0.026	-	-	119
	100	25	5	0.24	97	4.1	119

表 5 河川水試料及び標準添加試料の分析結果

対象物質	試料量 (mL)	添加量 (ng)	試験数	検出濃度 ( $\mu$ g/L)	回収率 (%)	変動 係数 (%)	サロゲート 回収率 (%)
DMP	100	0	3	<0.011	-	-	103
	100	25	5	0.25	101	3.8	101
DEP	100	0	3	0.014	-	-	107
	100	25	5	0.27	102	2.7	104
DiBP	100	0	3	<0.026	-	-	111
	100	25	5	0.24	97	2.7	111

#### 4. まとめ

水質試料中の 3 種類のフタル酸エステル (DMP、DEP、DiBP) の一斉分析方法について、検討を行った。その結果、水質試料 100 mL にサロゲート内標準物質を添加し、GCMS (ガスクロマトグラフ質量分析装置) で測定する方法により、MDL は 0.011  $\mu$ g/L (DMP)、0.013  $\mu$ g/L (DEP)、0.026  $\mu$ g/L (DiBP) となった。また、添加回収試験では、DMP、DEP、DiBP いずれの回収率も 100% 近いものであった。このことから、今回検討した方法で、水質試料中の微量のフタル酸エステル類 (DMP、DEP、DiBP) の一斉分析が可能と考えられた。

#### 5. 補足

今回の調査は、環境省化学物質環境実態調査の一環として横浜市が実施したもので、環境省の報告書<sup>3)</sup>から要点を抜粋したものである。

#### 文 献

- 1) 環境省環境保健部環境リスク評価室：化学物質の環境リスク評価結果 第 1 巻、387-397 (2002)
- 2) 環境省環境保健部環境リスク評価室：化学物質の環境リスク評価結果 第 3 巻、357-395、624-631 (2004)
- 3) 環境省環境保健部環境安全課、令和元年度化学物質分析法開発調査報告書 フタル酸ジメチル、フタル酸ジエチル、フタル酸ジイソブチル (2021)
- 4) 環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課、平成 23 年度化学物質分析法開発調査報告書 フタル酸ノルマルブチルベンジル、フタル酸ビス (2-エチルヘキシル)、274-305 (2012)
- 5) 環境省環境保健部環境安全課：化学物質環境実態調査実施の手引き (平成 27 年度版)、127pp. (2016)

## 横浜市鶴見川におけるカルバマゼピン、カフェイン、ケトプロフェンの分析

小森陽昇、酒井学（横浜市環境科学研究所）

## Determination of Carbamazepine, Caffeine, and Ketoprofen in Tsurumi river, Yokohama City

Akinori Komori, Manabu Sakai (Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：化学物質と環境、LC/MS/MS、カルバマゼピン、カフェイン、ケトプロフェン

## 要 旨

化学物質の環境リスクを評価するには、全国的なばく露情報等が重要である。平成 30 年度に環境省の化学物質環境実態調査に参加し、医薬品等に使用されているカルバマゼピン、カフェイン、ケトプロフェンを対象に市内河川水中の実態把握を試みた。医薬品等に使用される化学物質は家庭排水などから下水処理施設を経由し河川に排出されることから、下水処理水の占める割合が高い鶴見川（亀の子橋）を調査地点に選定した。調査の結果、カルバマゼピン、カフェインについては生態系への許容限度を示す予測無影響濃度（PNEC）を大きく下回り、生態リスクは小さいものと考えられたが、ケトプロフェンは全国 17 地点中、最も高い濃度で検出され、実測値と PNEC の比から、今後も情報収集に努める必要があると判定された。

## 1. はじめに

本調査は環境省「平成 30 年度化学物質環境実態調査」において初期環境調査として実施した調査である。初期環境調査は、環境リスクが懸念される化学物質について、一般環境中で高濃度が予想される地域においてデータを取得することにより、「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」（平成 11 年法律第 86 号）の指定化学物質の指定、その他化学物質による環境リスクに係る施策について検討する際のばく露の可能性について判断するための基礎資料等とすることを目的としている<sup>1)</sup>。

平成 30 年度の調査では、医薬品等に使用されるカルバマゼピン、カフェイン、ケトプロフェンの 3 物質を対象

に横浜市鶴見川流域で調査を実施し、全国の調査結果との比較を行ったので報告する。

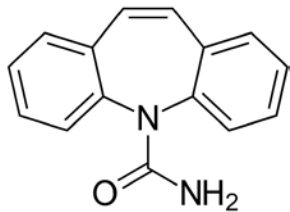
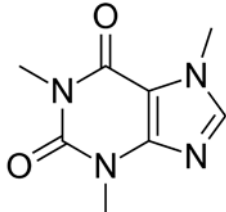
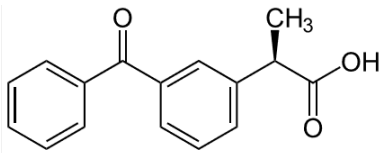
## 2. 方法

## 2-1 調査対象物質

調査対象物質の物理化学的性状、用途及び構造式を表 1 に示す。表中にあるモノアイソトピック質量とは、質量分析計で計測される、最も存在比の高い同位体から成る分子の質量である。

また、 $\log P_{ow}$  は化学物質の疎水性を判断する指標であり、数値が大きいほど疎水性が高いと判断される。一般に、疎水性が高い化学物質は生物濃縮性が高いことが知られている。

表 1 調査対象物質の物理化学的性状、用途及び構造式

	カルバマゼピン	カフェイン	ケトプロフェン
分子式	C <sub>15</sub> H <sub>12</sub> N <sub>2</sub> O	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	C <sub>16</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>
分子量	236.27	194.19	254.28
モノアイソトピック質量	236.09	194.08	254.09
CAS No.	298-46-4	58-08-2	22071-15-4
沸点 <sup>2)</sup>	不詳	178 (昇華)	不詳
融点 <sup>2)</sup>	190~193	238	94
$\log P_{ow}$ <sup>3,4,5)</sup>	2.45	-0.091	3.12
主な用途 <sup>6)</sup>	医薬（向精神作用性でんか ん・躁状態治療剤）	食品添加物（コーヒー飲料、コ ーヒー含有飲料）、医薬	医薬（消炎・鎮痛剤）
構造式			



## 2-2 調査地点

試料の採取は平成30年11月8日に鶴見川(亀の子橋)で行った(図1)。亀の子橋は環境基準点に選定されているほか<sup>7)</sup>、上部近傍に下水処理場が立地しており、家庭等から排出される医薬品成分が高濃度で検出されることが予想されたことから、調査地点として選定した。



図1 調査地点

## 2-3 前処理方法

分析法開発調査報告書(白本)<sup>8)</sup>に従い、サロゲート内標準物質を添加した上で前処理を実施した(図2)。

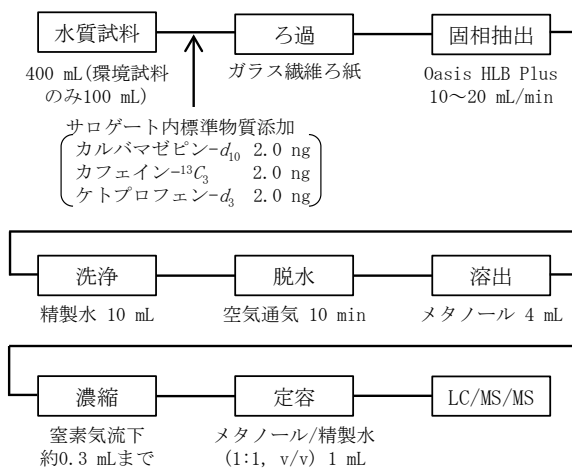


図2 前処理フロー

## 2-4 分析条件

Waters製のLC/MS/MSを用いて分析を行った。表2に分析条件を示す。MS/MSのモニターイオンについては、装置のキャリブレーションの不具合のため、白本とは異なる値を設定した上で調査を実施した。

表2 分析条件

[LC条件]	
機種	Waters Alliance 2695
カラム	Waters AtlantisT3(2.1×100 mm, 3 μm)
移動相	A)0.05 %ギ酸 + 10 mmol/L ギ酸アンモニウム B)メタノール
	0 - 6 min A:90 %→30 % B:10 %→70 %
	6 - 12 min A:30 %→10 % B:70 %→90 %
	12 - 18 min A:10 % B:90 %
	18 - 30 min A:90 % B:10 %
流量	0.2 mL/min
カラム温度	40 °C
試料注入量	10 μL
[MS/MS条件]	
機種	Waters Quattro Premier XE
イオン化法	ESI-Positive
コーンガス流量	50 L/h
脱溶媒ガス流量	800 L/h
イオン源温度	120 °C
脱溶媒ガス温度	400 °C
キャピラリー電圧	3.0 kV
モニターイオン	表3に示す
電圧条件	表3に示す

## 2-5 検量線とIDL

カルバマゼピン(0.004~10 ng/mL)、カフェイン(0.2~125 ng/mL)、ケトプロフェン(0.08~50 ng/mL)の標準液に対し、各サロゲート内標準物質を2 ng/mLとなるように添加し、内標準法により検量線を作成した(表4)。

装置検出下限値(IDL)の算出は、カルバマゼピン0.004 ng/mL、カフェイン0.2 ng/mL、ケトプロフェン0.08 ng/mLの標準液を7回測定し、「化学物質環境実態調査の手引き(平成27年度)」(手引き)<sup>1)</sup>に従って算出を行った。

表3 モニターイオン及び電圧条件

	白本のモニターイオン ( <i>m/z</i> )	調査時のモニターイオン ( <i>m/z</i> )	コーン 電圧 (V)	コリジョン エネルギー (eV)
カルバマゼピン	定量 :237.0 > 194.0	定量 :237.2 > 195.7	29	19
	確認 :237.0 > 165.1	確認 :237.2 > 166.7	29	40
カルバマゼピン- <i>d</i> <sub>10</sub>	定量 :247.0 > 204.2	定量 :247.3 > 205.7	29	19
カフェイン	定量 :194.9 > 138.1	定量 :195.0 > 139.8	32	19
	確認 :194.9 > 109.9	確認 :195.0 > 112.0	32	23
カフェイン- <sup>13</sup> C <sub>3</sub>	定量 :198.0 > 140.1	定量 :198.0 > 141.8	32	19
ケトプロフェン	定量 :255.0 > 209.0	定量 :255.2 > 210.7	27	15
	確認 :255.0 > 105.0	確認 :255.2 > 107.0	27	23
ケトプロフェン- <i>d</i> <sub>3</sub>	定量 :258.0 > 212.1	定量 :258.2 > 213.7	27	15

表 4 検量線濃度系列 (単位 : ng/mL)

カルバマゼピン	カフェイン	ケトプロフェン
0.004	0.2	0.08
0.02	1	0.4
0.05	2.5	1
0.1	5	2
0.2	10	4
0.5	25	10
1.25	62.5	25
2.5	125	50
10		

### 2-6 空試験

精製水を用いて、他の試料と同様にサロゲート内標準物質添加、抽出及び濃縮操作を実施した後、LC/MS/MS 分析を行った。

### 2-7 添加回収試験

手引き<sup>1)</sup>に従い、環境試料(河川水)にカルバマゼピン、カフェイン、ケトプロフェンの各標準物質を添加し、他の試料と同様にサロゲート内標準物質添加、抽出及び濃縮操作を実施した後、LC/MS/MS 分析を行った。

## 3. 結果及び考察

### 3-1 検量線

カルバマゼピン、カフェイン、ケトプロフェンと各サロゲート内標準物質の混合溶液を測定してピーク面積を求め、内部標準法により検量線を作成した。その結果、いずれも  $r^2 > 0.995$  の検量線が得られた。

### 3-2 IDL 試験結果

検量線の最低濃度を7回連続測定しIDLを求めたところ、試料換算で、カルバマゼピン 0.0033 ng/L、カフェイン 0.08 ng/L、ケトプロフェン 0.05 ng/L となった。

これは白本のIDL(カルバマゼピン 0.0037 ng/L、カフェイン 0.20 ng/L、ケトプロフェン 0.11 ng/L)より低い数値であり、手引き<sup>1)</sup>の要件を満たすものであったため、MDL(分析方法の検出下限値)の算出については省略し、白本のMDLを検出下限値とした。

### 3-3 空試験結果

精製水を用いて他の試料と同様の前処理を行ったブランク試料を分析した結果、いずれの物質もMDL未満であった(図3)。

### 3-4 添加回収試験結果

添加回収試験の結果を表5に示す。回収率を計算すると、カルバマゼピン 97-102%、カフェイン 96-101%、ケトプロフェン 98-103%となり、いずれも手引き<sup>1)</sup>の要件である 70-120% の範囲内を満足した。

### 3-5 鶴見川試料の分析結果

鶴見川(亀の子橋)の試料を分析したところ、各物質に対応するピークが認められ(図4、5)、検量線より表6

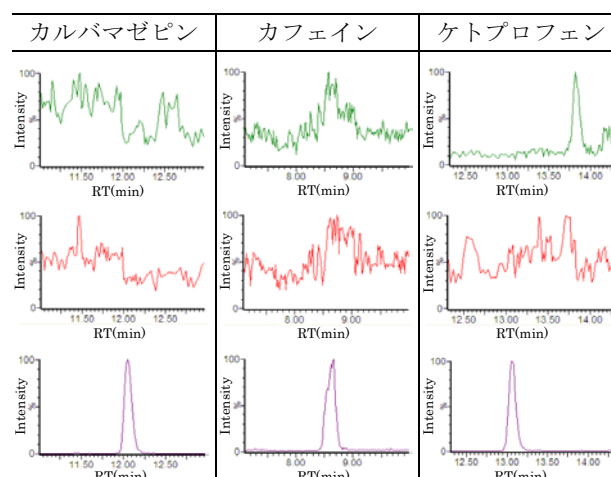


図 3 ブランク試料のクロマトグラム (上から順に、定量、確認、サロゲート)

表 5 添加回収試験結果 (単位 : ng/L)

	カルバマゼ ピン	カフェイン	ケトプロフ エン
添加濃度	2.90	33.0	4.20
無添加時	0.07	<1.1	<0.14
1回目	2.89	32.5	4.34
2回目	2.97	33.2	4.17
3回目	3.03	31.7	4.11

に示す定量結果となった。全国各地の調査結果<sup>9)</sup>と比較すると、ケトプロフェンの濃度が全国17地点中最高濃度であった。

高濃度で検出された原因としては、鶴見川はもともと下水処理水の占める割合が大きいことが知られており<sup>7)</sup>、家庭等から排出される医薬品成分が高濃度で検出されやすい地点であったことが考えられる。

また、ケトプロフェンには光分解性があることが報告されており<sup>10)</sup>、今回調査地点に選定した亀の子橋は上流部近傍に下水処理場が立地していることから、環境中に放流されてから採水されるまでの時間が短く、光分解の影響をあまり受けなかった可能性が考えられた。

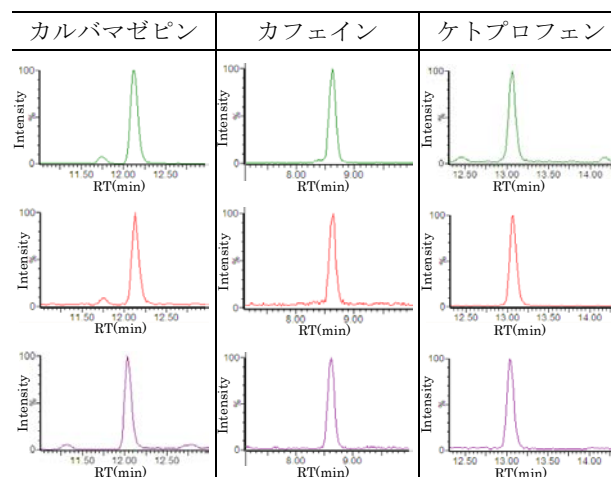


図 4 鶴見川試料のクロマトグラム (上から順に、定量、確認、サロゲート)

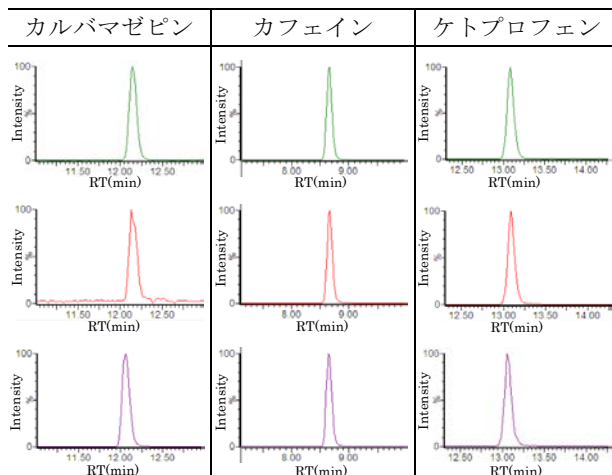


図5 標準試料のクロマトグラム  
(上から順に、定量、確認、サロゲート)

表6 調査結果一覧 (単位: ng/L)

	カルバマゼピン	カフェイン	ケトプロフェン
石狩川 (北海道)	1.9	40	2.6
新川 (札幌市)	54	-	-
広瀬川 (仙台市)	-	45	-
秋田運河 (秋田県)	1.4	64	0.32
利根川 (茨城県)	-	-	<0.055
神沢川 (群馬県)	8.2	68	0.45
養老川 (千葉県)	2.1	89	1.0
荒川 (東京都)	8.7	330	0.82
隅田川 (東京都)	17	2400	0.67
<b>鶴見川 (横浜市)</b>	<b>44</b>	<b>55</b>	<b>50</b>
多摩川 (川崎市)	9.6	49	0.097
天竜川 (静岡県)	-	7.4	-
名古屋港 (愛知県)	-	-	<0.055
堀川 (名古屋市)	11	120	4.9
宮津港 (京都府)	0.11	-	<0.055
大和川 (大阪府)	10	67	0.31
大川 (大阪市)	8.1	49	0.26
大阪港 (大阪市)	5.5	130	0.29
神戸港 (神戸市)	-	14	-
紀の川 (和歌山県)	-	-	<0.055
笹ヶ瀬川 (岡山県)	4.8	-	-
萩沖 (山口県)	-	13	-
博多湾 (福岡市)	1.1	11	<0.055
大分川 (大分県)	-	140	-
全国平均	12	158	3.6

### 3-6 生態リスク初期評価

環境省の化学物質の環境リスク初期評価ガイドライン (令和元年11月版)<sup>11)</sup>によれば、生態リスク初期評価は予測環境中濃度 (PEC) と予測無影響濃度 (PNEC) との比較により、表7のように分類される。

表7 生態リスク初期評価の分類

PEC/PNEC < 0.1	現時点では作業は必要ない
0.1 ≤ PEC/PNEC < 1	情報収集に努める必要がある
1 ≤ PEC/PNEC	詳細な評価を行う候補

今回の調査対象物質のPNECを報文<sup>12)</sup>から収集したところ、カルバマゼピンが5200 ng/L、カフェインが5200 ng/L、ケトプロフェンが160 ng/Lであった。

PECについては、鶴見川亀の子橋の実測値 (EC) を代わりに用いてEC/PNECを算出したところ、カルバマゼピンは0.008、カフェインは0.01となり、「現時点では作業は必要ない」と判定された。一方、ケトプロフェンのEC/PNECは0.31となり、0.1以上1未満であったことから「情報収集に努める必要がある」と判定された。

初期環境調査の結果は化管法の指定化学物質の指定、その他化学物質による環境リスクに係る施策について検討する際の基礎資料として活用されており、国の検討会の動向等について、引き続き情報収集に努めたい。

### 4. まとめ

平成30年度化学物質環境実態調査において、鶴見川亀の子橋における水質試料中のカルバマゼピン、カフェイン、ケトプロフェンの分析を実施した。

今回の方法では、空試験はいずれも定量下限値未満であり、添加回収試験では、回収率が70%を超えて、十分な回収結果となった。

鶴見川亀の子橋では、測定した3種類すべてが検出され、カルバマゼピンが44 ng/L、カフェインが55 ng/L、ケトプロフェンが50 ng/Lであった。

カルバマゼピン、カフェインはEC/PNECによる評価において「現時点では作業の必要はない」と判定された。一方、ケトプロフェンは全国17地点の中で最も高い濃度で検出されており、EC/PNECによる評価では「今後も情報収集に努める必要がある」と判定された。

環境中に排出される医薬品成分の中には、薬剤耐性菌の出現や生態系への影響が懸念されているものもあり、影響が不明な物質について、今後も調査を継続していきたい。

### 補 足

今回の調査は、環境省化学物質環境実態調査の一環として横浜市が実施したものであり、全国調査の結果は、環境省の報告書<sup>9)</sup>から抜粋したものである。

### 文 献

- 1) 環境省環境保健部環境安全課：化学物質環境実態調査実施の手引き (平成27年度版)、127pp. (2016)
- 2) O'Neil, M. J. : The Merck Index 15th Edition, RSC Publishing (2013)
- 3) U.S. National Library of Medicine, Hazardous Substances Data Bank (HSDB), <https://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB> (2020年9月時点)

- 4) OECD, Screening Information Dataset (SIDS) for High Product inVolume Chemicals(Processed by UNEP Chemicals), <http://www.inchem.org/pages/sids.html> (2020年9月時点)
- 5) U. S. EPA:EPI Suite™-Estimation Program Interface <https://www.epa.gov/tsca-screening-tools/epi-suite-estimation-program-interface> (2020年9月時点)
- 6) 独立行政法人製品評価技術基盤機構：化学物質総合情報提供システム、[https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip\\_search/systemTop](https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/systemTop) (2020年9月時点)
- 7) 国土交通省関東地方整備局：鶴見川流域水マスタープラン 水遊びのできる水質の実現に向けたアクションプラン【下水道高度処理編】、3 (2008)
- 8) 環境省環境保健部環境安全課：平成29年度化学物質分析法開発調査報告書、720-773 (2018)
- 9) 環境省環境保健部環境安全課：令和元年度版化学物質と環境 物質別調査結果一覧(2020)、[http://www.env.go.jp/chemi/kurohon/2019/sokutei\\_shoki.html](http://www.env.go.jp/chemi/kurohon/2019/sokutei_shoki.html) (2020年9月時点)
- 10) 鈴木俊也：水環境中のヒト用医薬品の存在実態及び環境中濃度の予測、東京都健康安全研究センター研究年報、**63**、69-81 (2012)
- 11) 環境省環境保健部環境リスク評価室：化学物質の環境リスク初期評価ガイドライン(令和元年11月版)、24 (2020)
- 12) 独立行政法人土木研究所：平成22年度下水道関係調査研究年次報告書集、256-257 (2011)

# 短報 横浜市におけるクマノカワモズク属 *Kumanoa* sp. (紅藻植物門) の記録

七里浩志 (横浜市環境科学研究所)

## Records of *Kumanoa* sp. (Rhodophyta) in Yokohama

Hiroshi Shichiri (Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード: カワモズク類、淡水紅藻、絶滅滅危惧種、非意図的移入

### 要 旨

水質指標性、希少性の高い種が多い淡水紅藻類であるカワモズク類について、横浜市内初確認となるクマノカワモズク属の一種を2地域で確認した。確認地点はいずれも人工的な改変を受けた施設の流水路で、擁壁から染みだす湧水に依存している様子がみられた。市内における本属の初確認は2017年と最近であることや、今回確認された2地域ともに複数種の水生外来生物が確認されたことなどから、今回の生育確認は人為的な移入によるものと推察された。

### 1. はじめに

カワモズク類(真正紅藻綱カワモズク目カワモズク科)は、湧水のある源流域などに生育することや、目視確認の可能な配偶体の出現時期が限定的であることなどから、きれいな水質を指標する希少な淡水紅藻類として注目されてきた。横浜市内からは、近年、チャイロカワモズク、アオカワモズクおよびクマノカワモズク属の一種 *Kumanoa* sp. が報告されている<sup>1~3)</sup>。チャイロカワモズクは、*Batrachospermum arcuatum*、アオカワモズクは *B. helminthosum* の学名が使用されてきたが、現在は、それぞれ、*Sheathia arcuata*、*Virescentia helminthosa* があてられている。クマノカワモズク属の一種は市内では2017年に初めて確認された<sup>3)</sup>。

本報告では、このクマノカワモズク属の一種が市内で初めて確認された青葉区美しが丘、および新たに確認された戸塚区原宿における確認状況の詳細を報告する。

### 2. 確認記録

クマノカワモズク属 *Kumanoa* sp. (図1-1、1-2)

- 36+株, 横浜市青葉区美しが丘 美しが丘雨水調整池内側溝, 2017年11月27日, 七里ら採集・撮影;
- 36株, 同地, 2017年12月13日, 七里ら採集・撮影;
- 45株, 同地, 2017年12月26日, 七里ら撮影;
- 7+株, 同地, 2018年1月29日, 七里ら撮影;
- 10±株, 同地, 2018年2月27日, 七里ら撮影;
- 21株, 同地, 2018年3月30日, 七里ら撮影;
- 6株, 同地, 2018年6月4日, 七里ら撮影;
- 30株, 同地, 2018年8月30日, 七里ら撮影;
- 225+株, 同地, 2018年11月27日, 七里ら撮影;
- 100+株, 同地, 2018年12月19日, 七里ら採集・撮影。

クマノカワモズク属 *Kumanoa* sp. (図2)

- 500+株, 横浜市戸塚区原宿 弘法池脇の水路, 2020年7月31日, 七里ら採集・撮影;
- 1300+株, 同地, 2020年10月28日, 七里ら採集・撮影。

株数は現地目視確認できた配偶体(藻体)の数を表す。

青葉区美しが丘のものは2017年12月13日に採集した株を、また、戸塚区原宿のものは2020年10月28日に採集した株をそれぞれ(有)河川生物研究所九州支所の洲澤 譲氏、洲澤多美枝氏に確認していただいた。その結果、これらは造果器をつける枝がねじれるなどの形態的特徴から、クマノカワモズク属の一種と同定された。2地域の株は、形態的に酷似していることから、ここでは両者を合わせて *Kumanoa* sp. とした。いずれも、ミナミクロカワモズク *K. mahlacensis* と同様の形態を有していたが、正確な同定には分子系統学的な検討を加える必要がある。

### 3. 生育状況

#### 3-1 美しが丘雨水調整池

青葉区美しが丘に位置する美しが丘雨水調整池は、降雨時に一時的に雨水を貯留し、河川の増水を軽減する人工施設で、2004年3月に周辺地域の開発に伴い造成された。調整池は周辺地域より低く掘り込まれたコンクリート製のプールのような形状をしており、500 m<sup>2</sup>ある底面の中央には水辺ビオトープとして常に水の溜まる小さな池が配置され、水辺植物が生育している。

調整池内底面の擁壁沿いには幅、深さともに約25cmの側溝があり、調査時には擁壁の水抜きパイプから染みだす湧水が常に流れ、比較的温度変化の少ない、水深2cm程度の流水環境が形成されていた。また、側溝を流れた湧水は中央の池へと流入していた(図1-1c~d)。一方、降雨時は周辺地域の雨水が流入し、貯留されるため、小さな池や側溝を含む調整池底面全体が一時的に冠水する。設計上は最大水深3.1m、1,543 m<sup>3</sup>までの貯留が可能であるが、近年、そこまでの貯留はないようである。

当該株は側溝内壁および小さな池へと接続する水路、小さな池流入部付近に付着していた(図1-2e~f)。

この場所では2017年11月に生育を確認して以降、複数回にわたり、株の生育状況および水質を調査した。その結果を表1、2に示す。



表 1 美しが丘雨水調整池におけるクマノカワモズク属の一種の生育状況および水質

調査日	確認株数	株サイズ		生育範囲		株の生育状況ほか	側溝内			擁壁からの湧水			池内水温 °C	場内気温 °C
		最小 mm	最大 mm	幅 m	長さ m		水温 °C	EC mS/m	流速 m/s	水温 °C	湧水量 L/m	EC mS/m		
2017/11/27	36+	-	-	-	-	調整池内抜根、浚渫作業中。	-	-	-	-	-	-	-	-
12/13	36	20±	~ 65	0.2	× 5.8	2017/11/27よりやや減少した印象。生育範囲の水深は2~2.5cm。	17.0	18.5	0.14	18.0	5.8	17.8	-	9.0
12/26	45	-	-	-	-	12/13と同程度。	16.5	-	-	-	-	-	-	-
2018/1/29	7+	~ 25±	0.2	× 1-	藻体は泥をかぶり、劣化している。	16.5	-	-	-	-	-	-	-	-
2/27	10±	~ 40±	0.2	× 1-	やや流れが停滞。他の藻類が優占。	16.0	-	-	-	-	-	-	-	-
3/30	21	~ 50±	0.2	× 3.5	それほど劣化していない。2018年1・2月より生育旺盛。大きな株が多く見られた。	16.0	-	-	-	-	-	-	17.0	-
6/4	6	~ 20	0.1	× 1	小さな株のみ。	16.8	-	-	16.7	-	-	-	-	-
8/30	30	8 ~ 15	0.2	× 3	小さな株のみ。	18.5	-	-	18.0	-	-	-	28.0	-
11/27	225+	~ 110	0.2	× 6	下流側の側溝と小さな池をつなぐ水路にも生育。被度45%程度のところもあり。また、池内も水路の水流が及ぶ範囲に生育。やや古そうに見える株もあり。生育範囲の水深は2.3~30cm。側溝下流部で採水、イオン成分測定。	18.0	-	-	18.0	-	-	-	17.0	-
12/19	100+	~ 80±	0.2	× 6	下流側の側溝と小さな池をつなぐ水路にも生育。被度30~40%程度。また、池内も水路の水流が及ぶ範囲に生育(水温12.3°C)。2018/11/27より減少または株が劣化した印象。	17.8	-	-	18.0	-	-	9.8 (流入部付近 12.3)	8.8	
2020/3/30	0	-	-	-	藻体確認できず。土砂等の堆積により流れが停滞、変化していた。	15.8	-	-	17.0	-	-	-	9.5	

表 2 美しが丘雨水調整池の水質

単位: mg/L			
分析項目	濃度	分析項目	濃度
ナトリウムイオン	8.3	フッ化物イオン	<0.1
マグネシウムイオン	8.7	塩化物イオン	4.3
カリウムイオン	<0.5	臭化物イオン	<0.1
カルシウムイオン	14	硝酸イオン	3.8
アンモニウムイオン	<0.1	亜硝酸イオン	<0.1
		リン酸イオン	<0.3
		硫酸イオン	15

採水場所:クマノカワモズク属の一種が確認された側溝流末付近  
 採水日:2018年11月27日  
 分析日:2018年11月28日  
 使用機器:イオンクロマトグラフDIONEX ICS-1600

当該調整池は長期にわたり草刈り、浚渫といった積極的な手入れが行われてこなかったため、底面のコンクリート以外の部分は小さな池を含め、ヨシ *Phragmites australis* が密生し、薄暗い環境となっていたが、2017年2~3月にヨシの刈取り・除去が行われた。その後、2017年秋には再び生えてきたヨシの刈取り・除去(~9月)に加え、小さな池の浚渫・ヨシ等の抜根(11月)が行われた。従って、小さな池は2017年初めの冬~春、および2017年秋以降は比較的開放的な水面として維持され、当該株の見られた側溝(小さな池の北西側に位置)にも陽光が入り込みやすい状況であった。

当該株の初認は2017年秋の伐根作業時であったが、その後1年間は株数、株のサイズに増減がみられるものの、通年、藻体を確認することができた。

2018年1・2月、2018年6・8月は側溝内壁に劣化した株や小さな株が見られ、厳冬期や盛夏は藻体の生長に不適である印象を受けた。ただし、生育場所の水温は年間を通じて大きく変わらず、日照量や他の藻類の生育状況、降雨による雨水や土砂の流入、その後の側溝内の流れの変化などが生育状況を左右する要因と考えられた。

株数、株サイズ、生育範囲がいずれも最大であったの

は、2018年11月27日、次いで同年12月19日であった。両月は、生育範囲がより下流側に広がり、側溝内壁に加え、小さな池へと接続する水路および小さな池の流入部付近、すなわち水流が及ぶ範囲にも当該株が付着していた。12月の池の水温は9.8°Cであったが、株が付着していた箇所は18.0°Cの側溝の水の影響を受け、12.3°Cであった(表1)。

2020年3月30日に現地調査を行った際は、植物片や土砂の堆積により、側溝内の湧水の流れが滞っており、藻体を確認することはできなかった。しかし、湧水量が以前と比べ大きく減少している様子はなく、付着基盤となっている側溝内壁の状況次第では、再び生育が確認できるものと思われた。

調査時、側溝内ではミズムシ *Asellus hilgendorfi*、アメリカツノウズムシ *Girardia dorotocephala* などが見られた。調整池内では造成時にマコモ *Zizania latifolia*、アサザ *Nymphoides peltata*、キシヨウブ *Iris pseudacorus*、オランダガラシ *Nasturtium officinale* などが植栽された記録がある。2017年以降は、ヨシに加え、キシヨウブ、ヒメスイレン *Nymphaea* cv.、ヒメガマ *Typha domingensis*、オランダガラシなどが見られた。魚類は生息していないとみられるが、ギンヤンマ *Anax parthenope julius*、シヨウジョウトンボ *Crocothemis servilia mariannae* といったトンボ類成虫の飛来やコマツモムシ *Anisops ogasawarensis* などが確認された。

### 3-2 弘法池

戸塚区原宿に位置する弘法池は街区公園として整備された弘法池公園にある約350㎡の池である。池の上流側には水路が接続し、擁壁下部から染みだす湧水が流入している。当該株は、湧水の流れるコンクリート製水路の内壁に付着していた。

この場所では2020年7月および10月に株の生育状況

表 3 弘法池上流水路におけるクマノカワモズク属の一種の生育状況および水質

調査日	確認株数	株サイズ		生育範囲		株の生育状況ほか	側溝内			池内水温 °C	場内気温 °C
		最小 mm	最大 mm	幅 m	長さ m		水温 °C	EC mS/m	流速 m/s		
2020/7/31	500+	~	80	0.5	× 11	盛夏であるものの生育旺盛な印象。果胞子体みられる株あり。側溝内の水深36cm程度。側溝内壁面の40%程度を覆う箇所あり。	18.8	-	-	23.6	28.8
10/28	1300+	15	~ 150	0.5	× 12	7月確認時より株数増加した印象。果胞子体見られる株あり。水流が弱いためか大きな株が目立った。水路底面全体を覆い尽くす箇所も見られた。水路の水深は平均35cm、最大41cm。水面付近(側溝側壁)~水底(側溝底面)に生育。イオン成分測定。また、コンクリート製水路の脇を流れる同一水源の素掘水路にも小さな株が少数見られた。	19.2	23.4	0.04	-	-

表 4 弘法池上流水路の水質

分析項目	濃度	分析項目	単位:mg/L
			濃度
ナトリウムイオン	16	フッ化物イオン	<0.1
マグネシウムイオン	7.4	塩化物イオン	10
カリウムイオン	2.1	臭化物イオン	<0.1
カルシウムイオン	20	硝酸イオン	25
アンモニウムイオン	<0.1	亜硝酸イオン	<0.1
		リン酸イオン	<0.3
		硫酸イオン	28

採水場所:クマノカワモズク属の一種が確認された水路上流付近  
 採水日:2020年10月28日  
 分析日:2020年10月30日  
 使用機器:イオンクロマトグラフDIONEX ICS-1600

や水質を調査した。その結果を表 3、4 に示す。

初めて生育を確認した 2020 年 7 月は盛夏であり、下流の池の水温は 23.6°C であったが、当該株の見られた水路の水温は 18.8°C と低かった。湧水量は多く、水路内の水深は 36cm 程度であった。株は 80mm 程と大きなものも多く、壁面の 40% 程度を覆う程、繁茂している箇所もみられた。

生育が確認された水路内は未調査であるが、下流の池では在来種のモツゴ *Pseudorasbora parva*、スジエビ *Palaemon paucidens* のほか、外来種のコイ *Cyprinus carpio*、カダヤシ *Gambusia affinis*、チュウゴクスジエビ *Palaemon sinensis*、アメリカザリガニ *Procambarus clarkii* などが確認された。

同年 10 月に確認した際は、水路の水温が 19.2°C、EC が 23.4mS/m、水深は 35cm 程度であった。表層の水の流れは 7 月に比べ弱く、表層の流速は 0.04m/s であった。水路内には複数のアメリカザリガニが目視確認できた。

#### 4. おわりに

クマノカワモズク属は、主に亜熱帯、一部は温帯に生育するとされており<sup>4)</sup>、ミナミクワモズク、ミナミイトカワモズク *K. gracillima* などが、沖縄に生育する絶滅危惧種として沖縄県レッドデータブック<sup>5)</sup>や環境省レッドリスト<sup>6)</sup>に掲載されている。生育を脅かす要因として、開発や水質汚濁、土砂の流入、湧水などによる生育地の消失が挙げられているが、生育地域が限られるため、保全に必要な生育条件などの知見は十分でないと考えられる。

えられる。

一方で、これまで横浜市内におけるクマノカワモズク属の確認例はなく、また、確認地点はいずれも人工的な改変を受けた調整池や水路であり、複数種の水生外来生物が確認されたことから、今回確認されたクマノカワモズク属の一種は何等かの方法で国内外から持ち込まれたものと推察される。Kato *et al.*<sup>7)</sup> や Zhan *et al.*<sup>8)</sup> は観賞用水生生物の流通に伴い淡水紅藻類が非意図的に導入されていることを報告しており、今回の確認事例もその 1 例である可能性が高い。確認地点にはいずれも湧水があり、株はその湧水に依存して生育している様子がみられたが、同様の特徴を有した流水環境は市内外に多数存在すると思われるため、今後新たな生育地点が見つかる可能性がある。

今回、得られた情報が今後の種の保全、本来の生育地における保全につながれば幸いである。

#### 謝 辞

(有)河川生物研究所 九州支所の洲澤 譲氏、洲澤多美枝氏、藻類研究所分析センターの福嶋 悟氏には、種の同定を行っていただくとともに、カワモズク類の保全や市内での生育状況についてご助言いただいた。

横浜市青葉土木事務所、道路局河川管理課(現河川企画課)の職員には現地調査に同行いただいた。また、環境科学研究所の職員には現地調査に同行いただくとともに、水質分析を実施していただいた。ここに記し、感謝する。

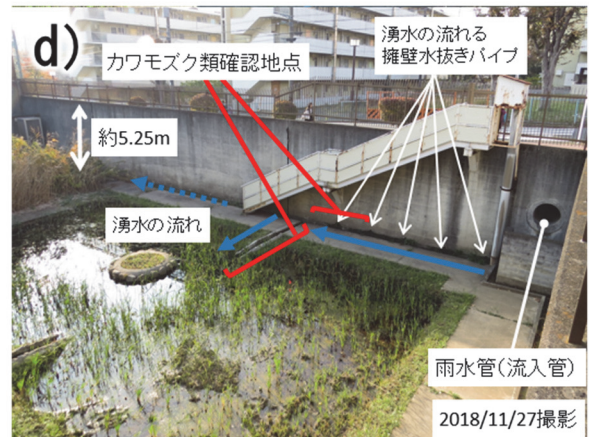
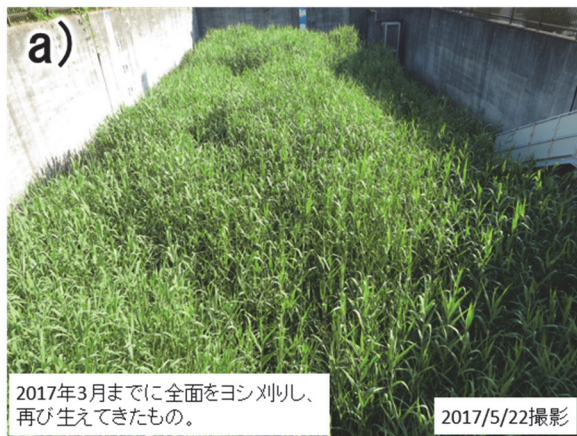
#### 文 献

- 1) 洲澤 譲、洲澤多美枝、福嶋 悟：神奈川県および周辺のカワモズク属(淡水紅藻)の分布、神奈川県自然誌資料、31、1-7 (2010)
- 2) 福嶋 悟・樋口文夫・下村光一郎：豊かな湧き水に育つカワモズクの分布と生育環境、平成 19 年度環境創造局職員業務研究改善事例発表会(講演要旨)、71-72 (2007)
- 3) 横浜市環境科学研究所：横浜の川と海の生物(第 15 報・河川編)、203pp. (2020)
- 4) Necchi, O. Jr., Vis, M. L. : Monograph of the genus

*Kumanoa* (Rhodophyta, Batrachospermales).  
*Bibliotheca Phycologica*. 116. 1-79 (2012)

- 5) 沖縄県環境部自然保護課：改訂・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物 第3版（菌類編・植物編）－レッドデータおきなわ－、文進印刷株式会社、568-667（2018）
- 6) 環境省：環境省レッドリスト2020、  
<https://www.env.go.jp/press/files/ip/114457.pdf>  
 （2020年9月時点）

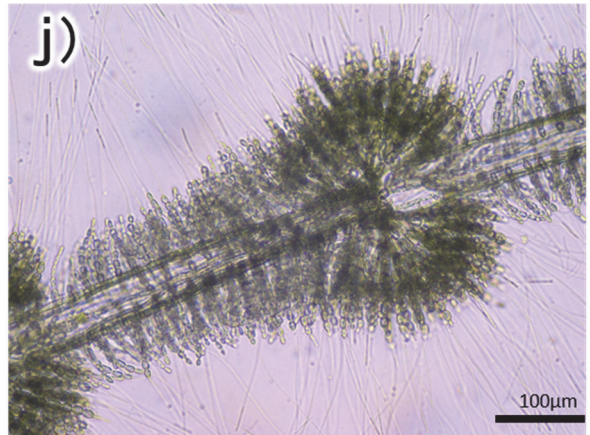
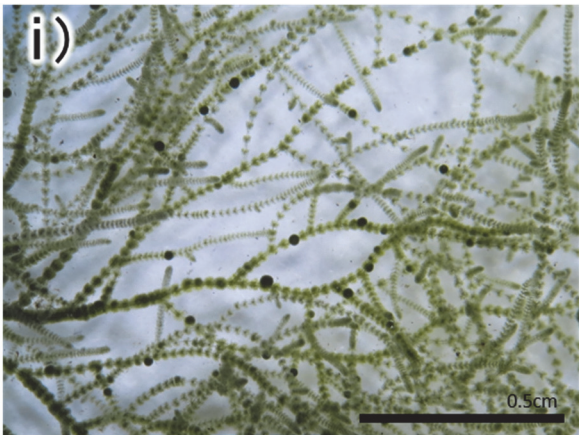
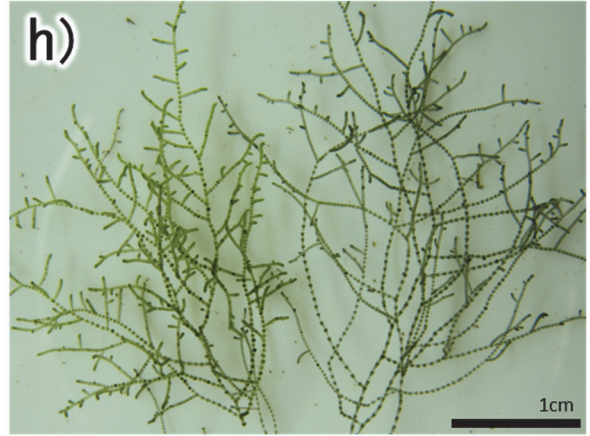
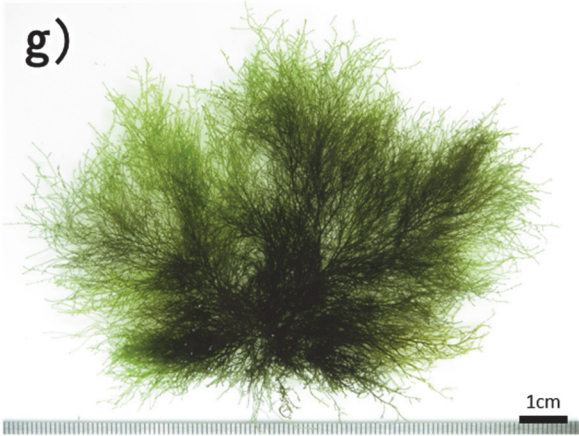
- 7) Kato, A., Morita, N., Hiratsuka, T., Suda, S. : Recent introduction of a freshwater red alga *Chantransia macrospora* ( Batrachospermales, Rhodophyta) to Okinawa, Japan. *Aquatic Invasions*. 4(4). 567-574 (2009)
- 8) Zhan, S. H., Hsieh, T. Y., Yeh, L. W., Kuo, T. C., Suda, S., Liu, S. L. : Hidden introductions of freshwater red algae via the aquarium trade exposed by DNA barcodes. *Environmental DNA*. 2020:00. 1-11 (2020)



a) -d) : 美しが丘雨水調整池全景  
 a) : 2017/5/22, b) : 2017/11/27, c) -d) : 2018/11/27 撮影.

図 1-1 青葉区美しが丘雨水調整池で確認されたクマノカワモズク属の一種

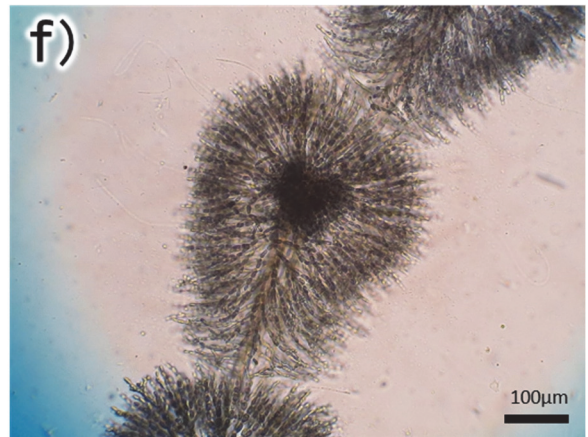
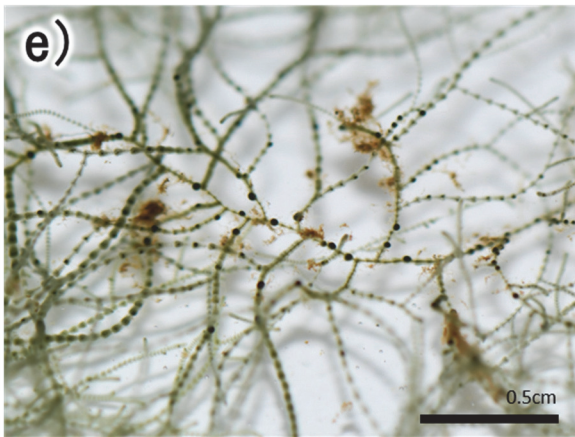




e) :擁壁下側溝内の生育状況, f) :池の入口付近の生育状況, g) -h) :藻体, i) :果胞子体をつけた藻体, j) :輪生枝叢, k) :精子のう, l) :造果器と付着した精子.  
 e) :2017/11/28, f) -g)・i) -k) :2018/12/19, h) :2018/12/20 撮影, l) :2017/12/15 洲澤多美枝氏撮影.

図 1-2 青葉区美しが丘雨水調整池で確認されたクマノカワモズク属の一種





a) :弘法池全景 水路は奥の擁壁下を流れる, b) :擁壁下の水路, c) :水路内の生育状況, d) :藻体, e) :果胞子体をつけた藻体, f) :果胞子体をつけた輪生枝叢, g) :精子のう, h) :造果器と付着した精子.

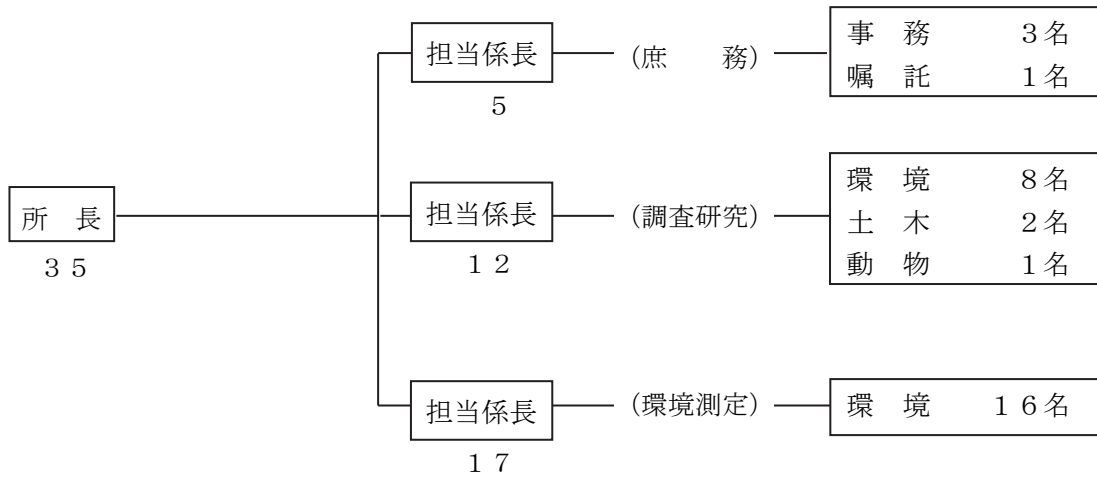
a) -c) :2020/7/31, d) -e) :2020/8/1, f) :2020/9/28 (7月採集), g) :2020/10/29 撮影, h) :2020/10/29 洲澤多美枝氏撮影.

図2 戸塚区弘法池脇の水路で確認されたクマノカワモズク属の一種



# III 資料編

# 1. 人員及び組織



(2020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-800D Ultra FOCUS	1 式
ガスクロマトグラフ質量分析計	島津 GC/MS-QP2010 Ultra	1 式
ガスクロマトグラフ質量分析計	島津 GC/MS-QP2020	2 式
ガスクロマトグラフ質量分析計	島津 GC-2014	1 式
液体クロマトグラフ質量分析計	Waters 2695 Quattro Premier XE	1 式
高速液体クロマトグラフ	Agilent 1260 Infinity	1 式
イオンクロマトグラフ	DIONEX ICS-1600	1 式
走査型電子顕微鏡	カルツァイスマイクロスコピー SIGMA500	1 式
同上用 X 線分析装置	Oxford AZTEC Energy Advanced X-MAX20	1 式
水銀分析計	日本インスツルメンツ RA4300	1 台
水素化物原子吸光度計	バリアンスペクトラ 220	1 式
高周波プラズマ発光分光分析装置	PerkinElmer Optima8300	1 式
分光光度計	島津 UV-1800	1 式
ゲルマニウム半導体検出器	SEIKO EG&G GEM25-70	1 式
遠心沈降式粒度分布測定装置	島津 SA-CP3L	1 台
自動雨水採取装置	小笠原計器製作所 US-330+300 型	1 式
超純水製造装置	Milli-Q Int. 3	1 式
純水製造装置	ADVANTEC RFS432PC	1 式
赤外線サーモグラフィ	日本アビオニクス InfReC R500S	1 式

(2020 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43回（令和元年度）環境研究合同発表会（神奈川県・横浜市・川崎市）	2019.6	市内河川におけるアユの遡上分布  横浜市のマイクロプラスチック調査	○川田 攻、七里 浩志、市川 竜也、川村 颯子、潮田 健太郎、本山 直人  ○蝦名 紗衣、北代 哲也、小倉 智代
令和元年度 環境創造局業務研究改善事例発表会	2019.10	平成30年度市内の池における魚類・甲殻類（十脚目）調査結果  2019年の市内河川におけるアユの遡上分布  山下公園前海域における豊かな海づくりについて  野島海岸のマイクロプラスチック漂着量のモニタリング調査  マイクロプラスチックの体験型出前講座  河川水中の微量物質の分析方法の検討について	○市川 竜也  ○川田 攻  ○潮田 健太郎  ○蝦名 紗衣  ○小倉 智代  ○酒井 学
日本ヒートアイランド学会 第14回全国大会	2019.9	下水熱利用システムを活用した暑さ対策の効果検証	○小田切 幸次、榎原 正敬（横浜市環境科学研究所）、望月 昭秀、川越 淳悟、高橋 克典
令和元年度 全環研関東甲信静支部大気専門部会	2019.11	下水熱利用システムを活用した暑さ対策の効果検証	○佐藤 玲子、小田切 幸次、榎原 正敬



#### 4. 雑誌等投稿

雑誌名等	発行年月	執筆者	題名
大気環境学会誌	2019.3	福崎有希子	東京湾岸地域における風向別 VOC 濃度割合を用いた発生源地域の推定
<p>[要旨]</p> <p>関東地方南部における光化学反応に大きく寄与している芳香族炭化水素、アルケンの発生源地域を推定するため、東京湾岸地域で2時間毎の揮発性有機化合物（VOC）集中観測を実施した。得られたデータを用いて、芳香族炭化水素と1,3-ブタジエンについて16方位別に全調査対象VOCs合計濃度に対する濃度割合を算出した。その結果と化学物質排出移動量届出制度（PRTR）データから算出した16方位別距離加重排出量の傾向がおおよそ一致することから、東京湾岸地域の大气中VOC濃度及び濃度割合は周辺の発生源と風向の影響を大きく受けていることが示唆された。各調査地点で調査対象VOCsに対するアルケンの濃度割合が最も大きい風向は川崎市及び市原市沿岸部の方向であり、PRTRデータから確認できる1,3-ブタジエンの排出地域の方角を示した。このため、PRTR対象外のエチレンやプロピレンなどの主要なアルケン成分についても同地域から排出されていることが示唆された。</p>			

## 5. 記者発表一覧

発表日	発表内容
2019年9月26日	令和元年夏の横浜市内の気温観測結果 8月は昨年同様の厳しい暑さ
2020年1月27日	タイワンリスの目撃増加 小学生1万人超の調査で明らかに ～こども「いきいき」生き物調査2019 調査結果のお知らせ～

## 6. 環境科学研究所発行資料目録

資料番号	件名	発行年月	体裁等
公害研資料 No.	明日の都市を照らす	1977. 3	A4. 16頁 (パンフレット)
	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	

資料番号	件名	発行年月	体裁等
公害研資料 No. 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
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)



資料番号	件名	発行年月	体裁等
公害研資料			
No. 79	横浜市公害研究所資料室図書目録	1987. 3	B5. 328 頁
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

資料番号	件名	発行年月	体裁等
環境研資料			
No. 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
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 - よりよい環境をめざして -	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-水・みどり・まち-	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 <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> 及び SO <sub>2</sub> 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 ) - 酸性雨による器物影響 -	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 <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> 及び SO <sub>2</sub> 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 - 環境庁委託報告書 -	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-水・みどり・まち・・・・-	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-水・みどり・まち・・・・-	1999. 1	A4. 104 頁
135	酸性雨に関する調査研究報告書 ( II ) - 酸性雨による器物影響 - ( 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-水・みどり・まち・・・・-	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-水・みどり・まち・・・・-	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-水・みどり・まち・・・・-	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-水・みどり・まち・・・・-	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-水・みどり・まち・・・・-	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-水・みどり・まち・・・・-	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 - つなごう! 広げよう! 環境を守る力 -	2006. 2	A4. 83 頁
156	第 2 回子どもエコフォーラム公募作品集 - つなごう! 広げよう! 環境を守る力 -	2007. 2	A4. 72 頁

資料番号	件名	発行年月	体裁等
環境研資料			
No. 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
159	第 3 回こ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 回こ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
162-2	横浜の源流域環境 概要版	2009. 3	A4. 12 頁
163	第 5 回こ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 回こ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
165	第 7 回こどもエコフォーラム作品集 一つなごう!広げよう!環境を守るカー	2012. 2	A4. 52 頁
166	壁面緑化マニュアル	2005. 3	A4. 54 頁
167	横浜の川と海の生物 (第 11 報・河川編)	2006. 3	A4. 200 頁
168	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 <sub>2</sub> 、SO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub> および NH <sub>3</sub> 濃度の測定方法 (マニュアル)	2010. 8	A4. 21 頁
169	平成 16 年度源流域水環境基礎調査報告書概要版 (鶴見川)	2005. 12	A4. 27 頁
170	平成 17 年度源流域水環境基礎調査報告書概要版 (帷子川)	2006. 3	A4. 27 頁
171	平成 18 年度源流域水環境基礎調査報告書概要版 (円海山)	2007. 3	A4. 27 頁
172	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	A4. 6 頁
173	横浜の川と海の生物 (第 11 報・海域編)	2006. 3	A4. 188 頁
173-2	横浜の川と海の生物 (第 11 報・海域編) 概要版	2006. 3	A4. 34 頁
174	平成 19 年度源流域水環境基礎調査報告書概要版 (舞岡・野庭)	2008. 3	A4. 10 頁
175	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	A4. 88 頁
177	横浜の川と海の生物 (第 12 報・河川編)	2009. 2	A4. 91 頁
177-2	横浜の川と海の生物 (第 12 報・河川編) 概要版	2009. 2	33 頁
178	横浜の川と海の生物 (第 12 報・海域編)	2010. 3	A4. 188 頁
178-2	横浜の川と海の生物 (第 12 報・海域編) 概要版	2010. 3	A4. 19 頁
179	横浜市環境科学研究所報第 34 号	2010. 3	A4. 88 頁
180-2	横浜の池の生物 概要版	2011. 3	A4. 23 頁
181	横浜市環境科学研究所報第 35 号	2012. 3	A4. 63 頁
182	横浜市環境科学研究所報第 36 号	2012. 3	A4. 63 頁
183	横浜の川と海の生物 (第 13 報・河川編)	2012. 3	A4. 287 頁
183-2	横浜の川と海の生物 (第 13 報・河川編) 概要版	2012. 3	A4. 40 頁
184	横浜市環境科学研究所報第 37 号	2012. 10	A4. 79 頁
185	横浜市河川冷気マップ	2012. 12	A1. 1 枚
186	第 8 回こどもエコフォーラム作品集 一つなごう!広げよう!環境を守るカー	2013. 2	A4. 45 頁
187	横浜市インナーハーバー地区海岸風冷気マップ	2013. 3	A3. 1 枚
188	第 9 回こどもエコフォーラム作品集 一つなごう!広げよう!環境を守るカー	2014. 2	A4. 46 頁
189	横浜市環境科学研究所報第 38 号	2014. 2	A4. 42 頁
190	横浜の川と海の生物 (第 13 報・海域編)	2014. 1	A4. 266 頁
190-2	横浜の川と海の生物 (第 13 報・海域編) 概要版	2014. 1	A4. 43 頁
191	第 10 回こどもエコフォーラム作品集 一つなごう!広げよう!環境を守るカー	2015. 2	A4. 40 頁
192	横浜市環境科学研究所報第 39 号	2015. 3	A4. 42 頁
193	横浜市環境科学研究所報第 40 号	2016. 3	A4. 51 頁
194	横浜の川と海の生物 (第 14 報・河川編)	2016. 3	A4. 459 頁
194-2	横浜の川と海の生物 (第 14 報・河川編) 概要版	2016. 3	A4. 43 頁

資料番号	件名	発行年月	体裁等
環境研資料			
No. 195	横浜市環境科学研究所報第 41 号	2017. 3	A4. 73 頁
196	横浜市環境科学研究所報第 42 号	2018. 3	A4. 73 頁
197	横浜の川と海の生物 (第 14 報・海域編)	2018. 3	A4. 332 頁
198	横浜市環境科学研究所報第 43 号	2019. 3	A4. 80 頁
199	横浜市環境科学研究所報第 44 号	2020. 3	A4. 70 頁
200	横浜の川と海の生物 (第 15 報・河川編)	2020. 3	A4. 479 頁
200-2	横浜の川と海の生物 (第 15 報・河川編) 概要版	2020. 3	A4. 57 頁

## 7. 施設見学者等一覧

日付	団体名等	内 容	人数
R1. 5. 21	環境保全部転入・新採用職員研修	研究所紹介、水質分析・化学物質について、生物相調査について、展示コーナー・水槽・電顕	19
R1. 8. 19	港北区理科研究会	こどもいきいき生き物調査、気温観測・都市の暑さ対策、展示コーナー・水槽・電顕室等見学、質疑応答	20
R1. 8. 28	大田区環境マイスターの会	研究所紹介、横浜市の生物調査、都市の暑さ対策、	15
R1. 11. 6	青葉区谷本環境事業推進委員会	研究所紹介、生物多様性、マイクロプラスチック調査、	40
R1. 11. 18	磯子区3R応援隊	研究所見学	
		生物多様性調査、豊かな海づくり事業、マイクロプラスチック調査、質疑応答、研究所見学	22
R2. 2. 20	日本技術士会衛生工学会	化学物質調査、マイクロプラスチック調査、豊かな海づくり事業、展示コーナー・水槽・電顕	23
R2. 3. 24	磯子区上笹下地区3R応援隊	生物多様性調査、マイクロプラスチック調査、展示コーナー・水槽・電顕室等見学	35
合 計			174

## 8. 講師派遣一覧

日付	団体名等	内 容	人数
R1. 7. 29	永田小学校放課後キッズクラブ	横浜の海と海の生き物についての講義	90
R1. 8. 1	菊名小学校放課後キッズクラブ	横浜の海と海の生き物についての講義	28
R1. 8. 14	横浜みなと博物館	海のプロフェッショナルのミニトーク	36
R1. 8. 16	アメリカ山ガーデンアカデミー	横浜の海と海の生き物についての講義	40
R1. 12. 6	横浜市立大学 環境保全学	豊かな海づくり、陸域の生物相調査についての講義	

## 9. イベント出展等一覧

日付	団体名等	内 容	人数
H31. 4. 20	2019ITU世界トライアスロンシリーズ横浜大会 1か月前イベント「Green	水質浄化実験、海中実況中継、事業紹介リーフレット配布、魚釣りゲーム、パネル展示	
R1. 5. 18~19	2019ITU世界トライアスロンシリーズ横浜大会EXPO	きれいな海づくり、生物多様性（海域）：魚釣りゲーム、海中模型展示、パネル展示、DVD放映（共同研究）	358,000
R1. 7. 20	海洋都市横浜うみ博	パネル展示、事業紹介リーフレット配布	23,000
R1. 8. 15	子どもアドベンチャー2019	夏休み子ども環境科学教室（大気、マイプラ、水化、アリ）	24
R1. 9. 29	金沢水の日	水質浄化実験、パネル展示、工作	260
R1. 10. 26~27	東京湾大感謝祭2019	海中模型展示、事業紹介リーフレット配布、パネル展示、魚釣りゲーム	101,000
R2. 1. 29	海と産業革新コンベンション2020	共同研究パネル、模型	600



## ◇編集後記◇

ここに、横浜市環境科学研究所報第45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、社会現象に則した時宜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。

今後も、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、皆さんに活用していただきたいと考えております。

### 所報第45号編集委員会

蓮野 智久

木村 亮一

蓑島 浩二

橋本 あゆみ

中村 慈実

小田切幸次

七里 浩志

川上 進

川田 攻

横浜市環境科学研究所報・第45号

2021年3月

編集・発行 横浜市環境科学研究所

〒221-0024 横浜市神奈川区恵比須町1  
澁澤ABCビルディング1号館5階

電話 045-453-2550

FAX 045-453-2560

Eメール ks-kanken@city.yokohama.jp

[https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/  
kankyohozen/kansoku/science/](https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/kankyohozen/kansoku/science/)