

環境研資料

No. 199

横浜市環境科学研究所報

第 44 号

ANNUAL REPORT OF
YOKOHAMA ENVIRONMENTAL SCIENCE
RESEARCH INSTITUTE
No.44

2020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）に誕生して今年で 44 年の歴史を迎えます。当初は磯子区滝頭に公害研究所として設置され、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。

この間は、名称や所在地が変わっただけでなく、求められる役割も変わってきました。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。

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、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

市民の皆様にとって身近な問題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、他都市・大学などの研究所等との情報交換や共同研究などについても引き続き推進していきます。

今回、平成 30 年度（2018 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に存じます。

これからも、生物多様性の保全、より良い生活環境の創出など市民生活に関係する様々な課題の中から必要性や有効性などを検討・評価しながら、試験検査・調査研究を推進していきます。

2020 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

・ グランモール公園の再整備による暑熱環境の変化	8
・ グランモール公園における鳥類・昆虫類調査結果について（第3報）	16
・ 横浜市内における外来アリの確認事例	24
・ 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）	33
・ 横浜市内のマイクロプラスチック調査(第3報) -魚類の消化管内のマイクロプラスチック調査-	49
・ 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-	52

III 資料編

1 人員及び組織	59
2 主要機器一覧表	59
3 学会等研究発表	60
4 雑誌等投稿	62
5 記者発表一覧	62
6 環境科学研究所発行資料目録	63
7 施設見学者等一覧	69
8 講師派遣一覧	69
9 イベント出展等一覧	69

編集後記	70
------	----

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

2018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

2018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14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/2018年12月2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/100人

4-2 第42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42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、「横浜市内における気温観測と暑さ対策の効果検証」及び「横浜市内における海域生物相調査について」の研究発表を行いました。

期 日/2018年6月20日(水)

会 場/横浜市技能文化会館 多目的ホール

内 容/研究発表(6編)、

特別講演:「私たちの身近な海辺『里海』における炭素貯留量の評価」

矢部 徹 氏

(国立研究開発法人 国立環境研究所

生物・生態系環境研究センター 主任研究員)

参加者/140人

4-3 施設見学、出前講座等

環境科学研究所施設公開を8月に開催し、多くの市民の皆様が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]

2018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：鉄、マンガン、総水銀）に参加した。

内 容	検体数
事業所等排水検査	394
ゴルフ場農薬調査	10
汚染井戸調査	43
事故検体（生物試験検体含）	50
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5地点（鶴見区潮田交流プラザ、中区本牧、緑区三保小学校、戸塚区矢沢交差点、磯子区滝頭）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]

- ・VOC約100成分について月1回5地点（鶴見区潮田交流プラザ、中区本牧、緑区三保小学校、戸塚区矢沢交差点、磯子区滝頭）で測定する。
- ・3～8月にかけて東京湾岸地域においてVOC大気環境中濃度の1日の推移をみる。

[結果]

- ・東京は中防合同庁舎周辺にアルケンの発生源が存在する可能性が示唆された。
- ・横浜はシンボルタワー以北にアルケンの発生源が存在する可能性が示唆された。
- ・千葉は稲毛海浜公園以北に芳香族、以南にアルケンの発生源が存在す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]

大気環境中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を行い、被害を未然に防ぐ。

[方法]

- ・市内測定局7地点（一般環境測定局6、自動車排ガス測定局1）で年4回のアスベスト濃度を測定する。
- ・公共建築物（横浜市所管）のアスベスト含有確認を行う。

[結果]

- ・市内測定局のアスベスト濃度は全て10本/L（*）を大幅に下回っており、濃度が急上昇するような地点・期間は見られなかった。一般環境測定局については記者発表を行った。

（*）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確認試験（28検体）を行った。

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、発生源寄与解析の精度向上のため、秋・冬期における約2か月間の連続調査を共同で行う。
- ・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、2017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たが、2000年9月からは三宅島火山ガス（SO₂ガス）の影響が加わったため、急速に酸性度が強まり、世界で最も酸性雨が強い東欧、北米、中国重慶等の地域と同じレベルとなった。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、初期1mm降水及び一降水全量のpHと電気伝導度（EC）を測定する。
- ・外部精度管理調査へ参加する。

[結果]

- ・2018年度の平均値（54回測定）は、初期1mm降水pHが5.87、一降水全量は5.49であった。
- ・火山ガス放出前10年間の平均pHは、初期1mm降水4.33、一降水全量4.73であったが、火山ガス放出後1年間の平均pHは、初期降水3.88、一降水全量4.31に降下した。
- ・外部精度管理調査（pH、EC、イオン成分）に参加した。

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に参加する。

- ・分析法開発検討調査（水質試料中のフタル酸エステル類の分析法開発）を行う。
- ・初期・詳細環境調査（鶴見川、横浜港の水質調査及び横浜港の底質調査）を行う。
- ・モニタリング調査（横浜港の水質・底質・生物調査、神奈川区の大気調査）を行う。

[結果]

- ・水質試料を用いた再現性、定量下限の算出、添加回収試験、保存性試験によるフタル酸エステル類の分析法の検討を行い、2020年度に環境省より、分析法開発調査報告書として刊行予定である。
- ・水質試料（21種類）、底質資料（4種類）、大気試料（1種類）中の未規制物質を調査した。
- ・鶴見川の水質試料及び精度管理試料等について、カフェイン、カルバマゼピン、ケトプロフェンの分析を行った。
- ・横浜港の水質、底質、生物試料（横浜港：ムラサキガイ）、神奈川区大気試料を用いて、PCB類、HCH類、ペルフルオロオクタン酸等の残留性調査を実施した。

上記結果は環境省が取りまとめ、製本しホームページ上で公開している。

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]

2018年度の測定実績は次の表のとおり。全ての地点において、ダイオキシン類濃度は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
海域底質	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。

2018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	118
横浜港海水	24
その他	6

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。マイクロプラスチック及びマイクロプラスチックに吸着する化学物質の影響を把握する。

[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。
- ・野島海岸に漂着したマイクロプラスチック（1次的及び2次的）に吸着するダイオキシン類濃度の分析を行う。
- ・横浜港の魚の体内のマイクロプラスチック調査を行う。

[結果]

- ・野島海岸の調査（12地点採取/2月）によると地点間の変動及び季節変動が観察された。
- ・1次的マイクロプラスチックからも2次的マイクロプラスチックからも周辺環境中よりも高濃度のダイオキシン類が検出された。
- ・横浜港のカタクチイワシ 27匹中 25匹の体内からマイクロプラスチックが観察された。

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につながる施策の提示を行う。

[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効果測定・技術支援

各局区の暑さ対策事業（緑のカーテン・省エネ住宅改修等）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。サーモグラフィ貸出・説明会、施設公開・見学会対応・イベント出展を行う。

[結果]

(1) 気温観測調査

2018年夏季は、過去10年間では、平均気温が最高値、熱帯夜日数が最多の観測結果となった。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。観測データは神奈川県、川崎市と情報共有している。

また、強制通風式気温観測システム及び超高密度気象観測・情報提供サービスによる気温観測と、従来法との比較・検証を2017年度から継続した。

(2)熱環境測定

赤外線サーモグラフィを搭載したドローンを用いた熱環境調査を市内3地点で実施した。地上からは撮影できない建屋屋上等の熱画像の取得や、一度に広範囲の測定が可能となった。

またグリーンインフラを活用して再整備を行ったみなとみらい地区の公園で熱環境調査を実施したところ、緑陰の増加により、再整備前と比べて木陰での暑さ指数や地表面温度は低減していた。その他、路面の熱を下水に放出できるシステムを導入した旭区の駅前広場で調査を実施したところ、通常舗装面と比べ、システム導入箇所の地表面温度は低減していた。

(3)暑さ対策事業の効果測定・技術支援

各局区のヒートアイランド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・湿度の観測と解析を実施し、実施設の制御に導入した。

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]

- ・2018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：40件、柱状図本数：315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：188本）した。地盤Viewへのアクセス件数は66,084件、問合せ件数は70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]

2018年度は次の要領で冬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

調査時期：冬季（12～2月）

[結果]

2018年度に実施した冬季の調査では、魚類38種類、底生動物173種類、付着藻類172種類が確認された。レッドリスト等掲載種は、魚類14種、底生動物5種、付着藻類4種が含まれていた。外来種は、魚類9種、底生動物16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」24地点、「きれい」14地点、「やや汚れている」2地点、「汚れている」1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るが、近年、陸域生物に関する広域調査は行われておらず、生物多様性横浜行動計画でも調査の必要性について触れられている。本調査は、2012年度に開始したモニタリング調査である。

[方法]

市内3地域（こども自然公園・陣ヶ下溪谷公園・野毛山公園）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767種、動物882種、合計1,649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181校11,517名が参加した。2014年の調査結果と比較したところ、外来種として知名度の高いアライグマの確認率の増加や、カワセミの確認率の減少など、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]

ヨコハマbプラン（生物多様性横浜行動計画）に掲げている、生き物情報に関するデータの蓄積・一元化に向け、市民、活動団体、企業、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。

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]

- ・2018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。2018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。
- ・帷子川においては一昨年と同様、平和橋下流側にてアユの繁殖行動を確認した。

事業名

「きれいな海づくり」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、引き続きモニタリング調査を年2回（夏・冬）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

グランモール公園の再整備による暑熱環境の変化

小田切幸次、榎原正敬（横浜市環境科学研究所）、
内藤純一郎、牧寛、千木良泰彦（横浜市環境創造局）

Change of thermal environment by redevelopment of Grand Mall Park

Koji Otagiri, Masataka Umehara (Yokohama Environmental Science Research Institute),
Junichiro Naito, Hiroshi Maki, Yasuhiko Chigira (Yokohama Environmental Planning Bureau)

キーワード：ヒートアイランド、公園再整備、グリーンインフラ、微気象観測

要旨

横浜市のグランモール公園の再整備にて、保水性舗装や緑陰の増加など自然の力を取り入れたグリーンインフラが導入されたことから、公園の再整備による暑熱環境の変化について調査解析を実施した。公園の各地点での観測データと横浜地方気象台の観測データの差に着目することで、公園の再整備により平均気温や暑さ指数などが改善していることを示すことができた。また視覚的な緑の多さについて緑視率や天空率の指標を用いて調べたところ、公園の再整備により緑量が増加していることを捉えることができた。今回の調査結果から、水や緑の効果によって公園内の暑さが緩和されていることを定量的に示すことができた。

1. はじめに

地球温暖化などの気候変動の影響に加え、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は上昇傾向にあり、熱中症に罹る危険が高まるなど、暑さによる生活環境への影響が生じている。

屋外での暑さによる身体へのストレスを低減させるためには、人が感じる暑さや涼しさのメカニズムを理解し、適切な対策を取ることが重要である。環境省では、「まちなかの暑さ対策ガイドライン」（以下、ガイドラインという）を策定し、屋外での暑さを低減させる各種暑さ対策技術や導入時の留意事項などを示している¹⁾。

ガイドラインに示された暑さ対策技術の具体例として、日射の低減（樹木等による緑陰、人工日除け等）、地表面等の高温化抑制・冷却（路面の遮熱化・保水化）などを

紹介している。

一方、横浜市では、「横浜みどりアップ計画」において、多様な機能や役割など緑の質を高めるため、樹林地の保全管理などの取組の進展や緑・花の創出による街の魅力の向上を一つの目標としている²⁾。

また都市における公園は緑や花の創出による街の魅力だけでなく、オープンスペースの確保や緑や水による暑熱緩和の効果を持つなど、良好な都市環境を提供する場の一つとして機能している。

横浜市内西区にあるグランモール公園は、みなとみらい21地区の主要な歩行者軸であり、この地区の憩いや賑わいの空間として活用されている。グランモール公園では、周辺街区の発展による公園の活用や賑わいづくりと「横浜みどりアップ計画」での緑のさらなる創出のため、2015

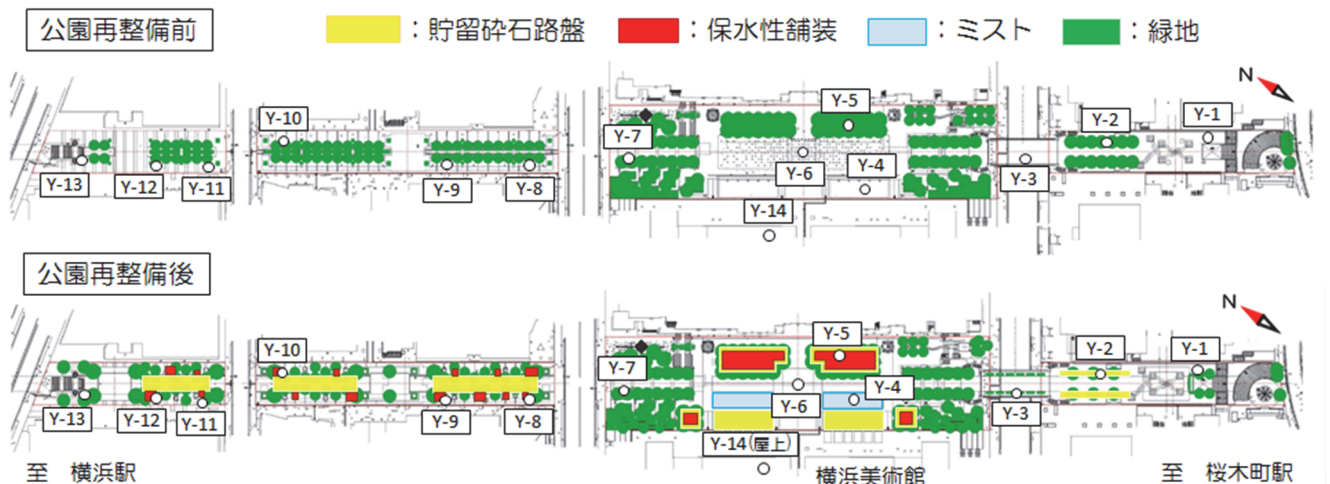


図1 グランモール公園の公園再整備前後の全体図

年度～2017年度に公園の再整備工事が行われた（図1）。

再整備の主な取組の1つであるグリーンインフラは、水や緑などの自然の力を通じ、ヒートアイランド現象の緩和、生物多様性の保全、景観形成など、多様な機能を持たせる新たなインフラ整備である。図2にグリーンインフラのイメージと導入された項目及び暑さの緩和効果の一覧を示す。横浜市公園緑地整備課が外部委託で公園の再整備前（2014年）と再整備後（2018年）に暑熱環境調査を実施し、環境科学研究所で調査結果を解析したので、公園再整備による暑熱環境の変化を報告する。

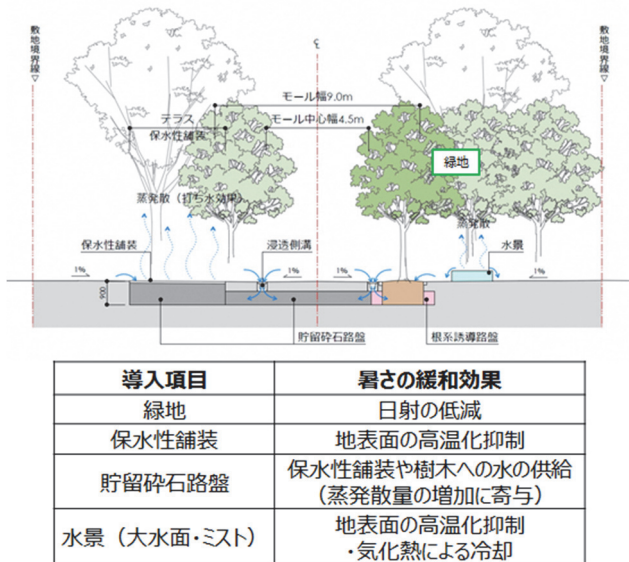


図2 グリーンインフラのイメージ図と導入された項目及び暑さの緩和効果



図3 グランモール公園での調査地点と横浜地方気象台の位置

表1 調査地点毎の観測項目

地点名	気温	相対湿度	黒球温度	暑さ指数	風向風速	日射量	赤外放射量	熱画像	緑視率/天空率
Y-1	○	○			○				
Y-2	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Y-3	○	○			○				
Y-4	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Y-5	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Y-6	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Y-7	○	○			○				
Y-8	○	○			○				
Y-9	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Y-10	○	○			○				
Y-11	○	○			○				
Y-12	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Y-13	○	○			○				
Y-14 (屋上)						○		○	

2. 方法

2-1 調査地点及び調査期間

グリーンインフラの導入による暑熱緩和効果を調べるため、グランモール公園で調査解析を行った。また公園の各地点で観測したデータを比較検証するため、グランモール公園から直線距離で約 2.5 km 離れた地点にある同市中区山手の横浜地方気象台（以下、気象台）の気象観測データも用いた。

グランモール公園での調査地点と気象台の位置を図 3 に示す（地理院地図（電子国土 Web）³⁾ をもとに作成）。調査期間は、公園の再整備前の調査が 2014 年 8 月 15 日 10 時～8 月 17 日 10 時と 2014 年 8 月 21 日 10 時～8 月 23 日 10 時、公園の再整備後の調査が 2018 年 8 月 10 日 10 時 30 分～8 月 12 日 10 時 30 分と 2018 年 8 月 21 日 10 時～8 月 23 日 10 時である。

2-2 観測地点・項目・期間・方法

本調査での調査地点毎の観測項目を表 1 に、本調査に使用した観測機器の形式、仕様及び測定間隔を表 2 に示す。なお、Y-1～Y-13 は地上で、Y-14 は美術館屋上で観測を実施した。

このうち、気温及び相対湿度は、観測機器の温度・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⁴⁾ に準拠して、地表面から高さ約 1.7 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 1.7 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となり、弱風時に日なたにおける体感温度と良い相関があると言われている⁵⁾。風向風速計は三脚の頭に取り付け、地表面から高さ約 2.0 m の位置で観測を行った。日射計及び赤外放射計は、地表面から高さ約 0.5 m の架台下部に設置して観測を行った。

観測機器の設置状況の一例を図 4 に示す。



図 4 公園内での観測機器の設置状況の一例

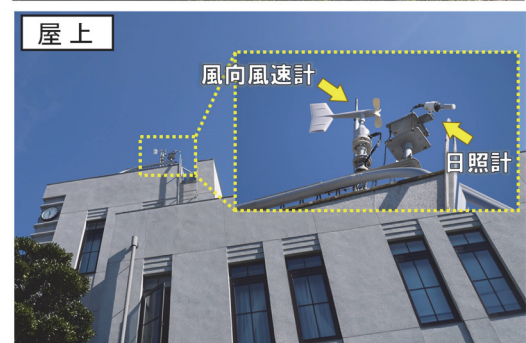


図 5 気象台の観測機器の設置状況
(2019 年 11 月 7 日撮影)

表 2 調査に使用した観測機器の形式・仕様・測定間隔

観測項目	メーカー	形式	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-51i	-40～80℃	±0.5℃	0.1℃	5分
		TR-52i	-60～155℃	±0.3℃	0.1℃	5分
相対湿度	(株)T&D	TR-72wf	10～95%RH	±5%RH	1%RH	5分
		TR-72U	10～95%RH	±5%RH	1%RH	5分
風向風速	NIELSEN-KELLERMAN	Kestrel 4500	0.4～40m/s	±3%	0.1m/s	5分
	ノースン(株)	KADEC21-KAZE	0～90m/s	±0.2%	0.1m/s	5分
日射量	ノースン(株)	KADEC21-UP-C	0～±10mV	±0.2mV	0.01mV	5分
	Hukseflux	LP-02	0～2000W/m ²	±5%	-	5分
	Kipp&Zonen	CMP-3E	0～2000W/m ²	±5%	-	5分
赤外放射量	Hukseflux	IR-02	-300～300W/m ²	±10%	-	5分
熱画像	日本アビオニクス(株)	H2630	-40～120℃	±2℃	0.03℃	2時間 ※Y-14のみ4時間
		R500S	-40～120℃	±1℃	0.08℃	
緑視率/ 天空率	(株)ニコン	D610	2426万画素	-	-	*緑視率用デジタルカメラ
		Coolpix4300	4.0メガピクセル	-	-	*天空率用デジタルカメラ
		FC-E8	-	-	-	*7インチ液晶モニター
		AF 24mm f/2.8D	-	-	-	*レンズ

また比較対象として引用している気象台の観測機器の設置状況の写真を図5に示す。地上で温度・湿度・雨量などを、建屋屋上で風向風速と日照を計測しており、周囲に日射などを遮るものは確認されない。

2-3 暑さ指数の算出

暑さ指数 (WBGT) は、熱中症を予防することを目的として、1957年に Yaglou と Minard⁶⁾ によって提案された指標である。この指標は人体と外気との熱のやりとり (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。

暑さ指数は労働環境や運動環境の指針として有効であると考えられている。日本生気象学会が2013年に「日常生活における熱中症予防指針 (Ver. 3)」⁷⁾ を公表しており、(公財) 日本体育協会が「熱中症予防運動指針」⁸⁾ を運動に関する指針として公表している。両指針で示されている暑さ指数に応じた注意事項を表3に示す。

表3 暑さ指数に応じた注意事項

暑さ指数 (WBGT)	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。

また、労働環境における暑さ指数 (WBGT) について、国際的には ISO 7243⁹⁾、国内では JIS Z 8504¹⁰⁾ として規格化されている。

暑さ指数 [°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、暑さ指数を算出した。

また湿球温度 t_w の算出には Sprung の式¹¹⁾ 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¹²⁾ による August-Roche-Magnus の式^{13)、14)} を使用した。

2-4 再整備前後における暑熱環境変化の評価

公園再整備前後における公園内の各地点での観測データそのものの比較では、観測値の増減が公園の再整備による効果なのか、調査日の気象条件が異なることによる影響なのかを区別することができない。そこで、気象台の露場の環境が2014年(公園再整備前)と2018年(公園再整備後)で変化していないことに着目し、公園の各地点で測定した観測データと同日に気象台で測定された観測データとの差を用いて、公園再整備前後での比較を行うこととした。具体的には気温 (t_d)、黒球温度 (t_g)、

暑さ指数 (t_{wbgt}) について、公園内観測地点での観測値から気象台での観測値を引いた値 (Δt_d 、 Δt_g 、 Δt_{wbgt}) について測定期間中の平均値 ($\overline{\Delta t_d}$ 、 $\overline{\Delta t_g}$ 、 $\overline{\Delta t_{wbgt}}$) を求め、それぞれ再整備前後での値を比較し、暑熱環境の変化を評価した。解析例として、2014年における Y-5 地点と気象台での観測値の差の求め方を図6に示す。

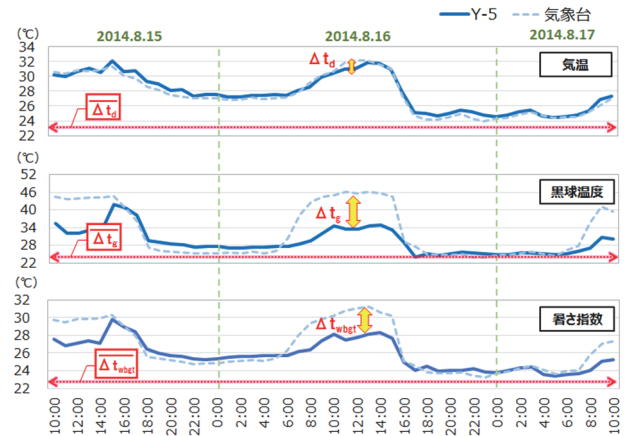


図6 公園内観測地点と気象台での観測値の差の求め方 (例: Y-5 地点)

3. 結果と考察

3-1 調査期間中の気象概況

調査期間中の気象概況を表4に示す。調査期間中に0.5 mm以上の降水が観測されたのは2014年8月16日の16時～17時と2018年8月12日の2時～5時であり、それ以外の時間は晴れ又は曇りの天候であった。

表4 調査期間中の気象概況 (横浜地方気象台)

年月日	日降水量 (mm)	日照時間 (h)	概況[昼] (6時～18時)	概況[夜] (18時～翌6時)
2014年8月15日	0.0	12.4	晴	晴
2014年8月16日	2.5	9.1	晴後時々曇一時雨	曇
2014年8月17日	0.0	7.1	晴時々曇	—
2014年8月21日	0.0	10.6	晴	快晴
2014年8月22日	0.0	11.3	晴	曇時々晴
2014年8月23日	2.0	3.4	曇一時雨	—
2018年8月10日	0.0	12.0	晴後薄曇	晴一時曇
2018年8月11日	0.0	10.2	晴後曇	曇後大雨、雷を伴う
2018年8月12日	31.0	0.8	曇	—
2018年8月21日	0.0	10.3	曇後晴	晴後一時曇
2018年8月22日	0.0	10.6	晴	晴後時々曇
2018年8月23日	0.0	7.7	曇時々晴	—

3-2 気温

公園の各観測地点で測定した気温から同日に気象台で観測された気温を引いた差 (Δt_d) について、その平均値 ($\overline{\Delta t_d}$) を求め、公園再整備前後で比較した結果を図7に示す。再整備前後ともに全地点で公園の方が気温は高かったが、全13地点中10地点において、公園再整備前と比べて公園再整備後の方が気象台との気温差が小さくなっている。気象台の露場の環境は変化していないことが

ら、気象台との気温差が小さくなっていることは、緑陰の増加や保水性舗装の導入などにより、再整備後での公園内の温度環境が改善されたことを示す。

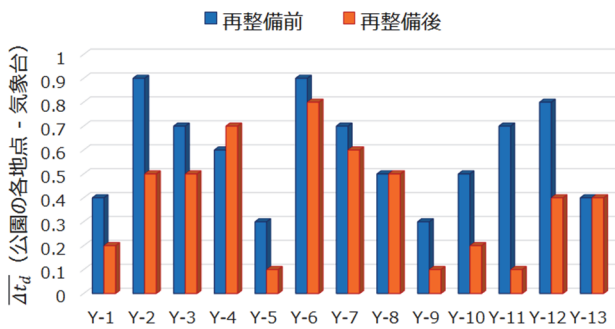


図7 公園内各観測地点における気象台との気温差

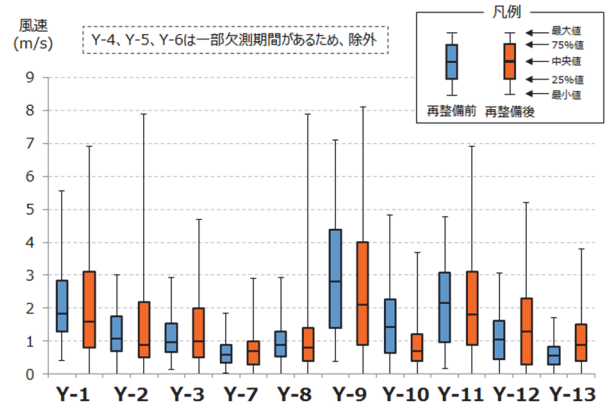


図8 公園内各観測地点での風速

3-3 風況

公園の各観測地点での再整備前後における風況について、風速の比較を箱ひげ図で示したものを図8に、主要地点での風向を風配図にまとめた結果を図9に示す。風速は、比較的強い地点(Y-9など)や弱い地点(Y-7など)の位置が変わりはなく、どの地点とも公園再整備前後で風速に大きな差は見られなかった。風向は公園再整備前後ともに、Y-1、Y-2、Y-10では南東から北西方向に延びる主要な通りに沿って、南東寄りの風が卓越しており、南西から北東方向に走る道路と交差している箇所に近いY-7、Y-8などでは南西寄りの風が卓越していた。この要因としては、公園再整備前後において主要な通りの軸が変わっていない点、主要な通りの両側にある建物の配置や形状に大きな変化がない点が考えられる。

3-4 黒球温度

公園の各観測地点で測定した黒球温度から同日に気象台で観測した結果に基づいて環境省で解析した黒球温度の実況推定値(環境省熱中症予防情報サイトで提供)を引いた差(Δt_g)について、その平均値($\overline{\Delta t_g}$)を求め、公園再整備前後で比較した結果を図10に示す。日中(6~18時)は、公園再整備前後ともに気象台よりも公園の各観測地点での黒球温度の方が低い。これは気象台の露場では雲による日射遮蔽などの天候条件を除き、周辺に日射を遮るものがないのに対し、公園の各観測地点では天候条件以外にも緑やビルによって日射が遮られるためであると推察される。また日中は公園再整備後の方が公園再整備前より $\overline{\Delta t_g}$ は大きくなっており、相対的に黒球温度が下がっている。

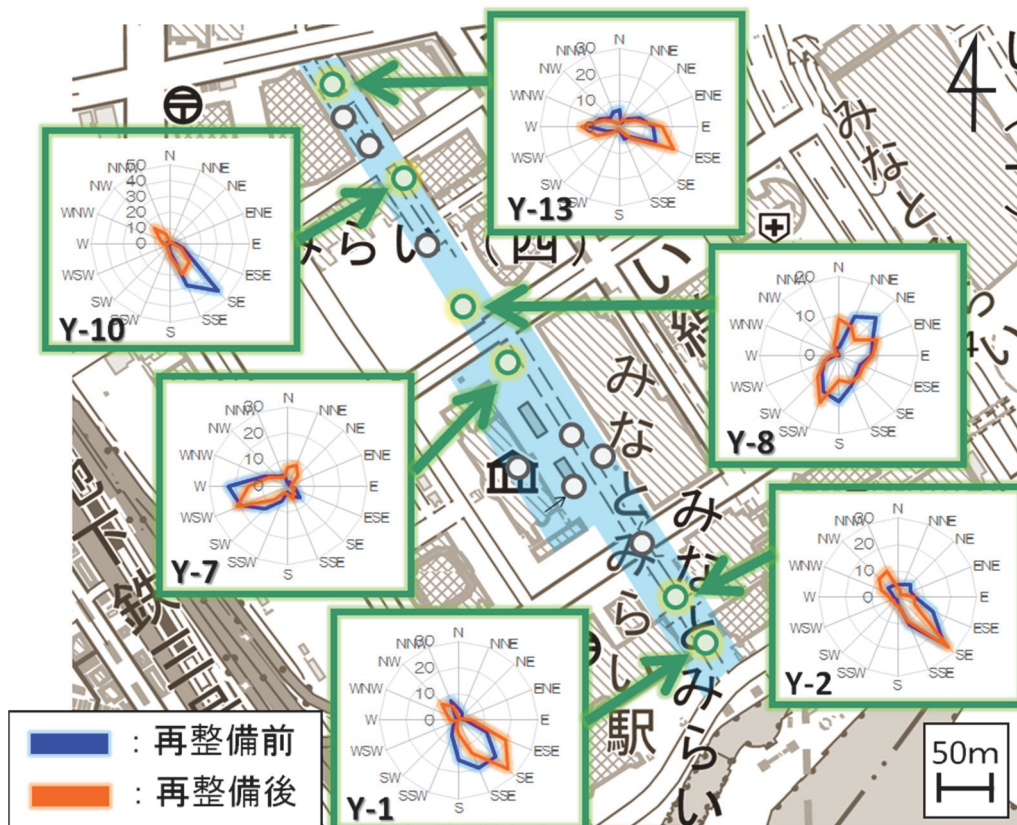


図9 公園再整備前後での風配図

これは公園の再整備により、園内の暑熱環境が改善した結果と考えられる。一方、夜間（18時～翌6時）は、公園再整備前は気象台より公園の各地点での黒球温度の方が高かったが、公園再整備後では気象台より公園の各地点での黒球温度の方が低くなっている。この要因としては、公園内では日中に緑陰の形成や保水性舗装の導入などにより地表面への蓄熱が抑制されたことで、夜間においても地表面から受ける輻射熱が減ったためであると推察される。

3-5 暑さ指数

公園の各観測地点で測定した観測値から算出した暑さ指数と、同日に気象台で観測した結果に基づいて環境省で解析した暑さ指数の実況推定値を引いた差 (Δt_{wbgt}) について、その平均値 ($\overline{\Delta t_{wbgt}}$) を求めた。公園再整備前後で比較した結果を図11に示す。日中（6時～18時）は、再整備前後ともに気象台よりも公園の各観測地点での暑さ指数の方が低い。これは気象台よりも公園の各観測地点の方が、暑さ指数に大きく影響を及ぼす黒球温度

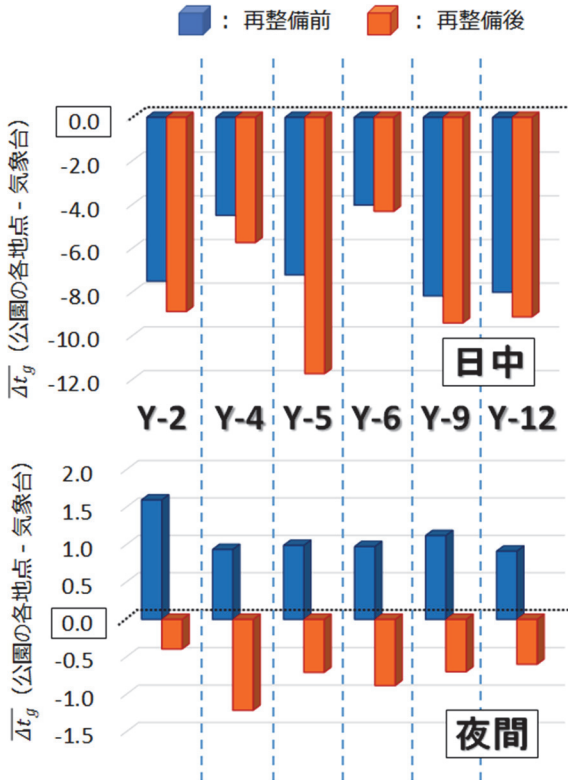


図10 公園内各観測地点における気象台との黒球温度の差

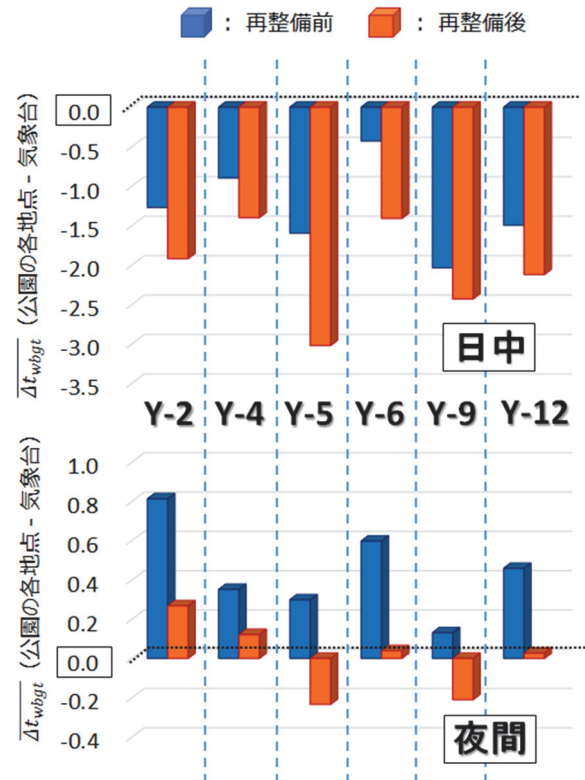


図11 公園内各観測地点における気象台との暑さ指数の差

	公園再整備前	公園再整備後	凡例
Y-5 【緑陰、保水性舗装】 (正午頃)			60°C 25°C
Y-12【保水性舗装】 (午前10時頃)			

図12 公園再整備前後での熱画像の一例

が低いことによる影響と言える。また日中は公園再整備後の方が公園再整備前より Δt_{wbgt} は大きくなっており、相対的に暑さ指数が下がっている。これは公園の再整備により、園内の暑熱環境が改善した効果と推定される。一方、夜間（18時～翌6時）の暑さ指数は、公園再整備前では全地点で気象台よりも高かった。公園再整備後では6地点中2地点で気象台よりも高く、残り4地点は気象台よりも低かった。この4地点は公園再整備前と比べて公園再整備後の方が暑さ指数は低くなっている。また気象台よりも暑さ指数が高かった2地点についても、再整備前後で比較すると、 Δt_{wbgt} は公園再整備後の方が小さくなっており、暑さ指数は改善していることになる。これは黒球温度と同様、公園内で緑陰の形成や保水性舗装の導入などにより地表面への蓄熱が抑制され、夜間においても暑さ指数が低下したためであると推察される。

3-6 熱画像

グリーンインフラ導入による地表面温度の変化を確認するため、赤外線カメラで撮影した各観測地点の熱画像について、緑陰や保水性舗装が導入された地点での公園再整備前後の状況を図12に示す。Y-5では、公園の再整備に伴い緑陰が増加して日射がより遮られたことや保水性舗装が導入されたことで、地表面温度の上昇が抑制されていた。またY-12では、公園の再整備で保水性舗装が導入されたことで、舗装面上の温度が大幅に低減していることが確認できた。公園の再整備に伴い緑陰の創出や保水性舗装などが導入され、地面への蓄熱が抑えられたことで、地面からの輻射熱が低減した結果と考えられる。

3-7 緑視率

緑視率は人の視界における草木の多さ、すなわち緑量を数値化したものであり、緑視率が25%を超えると、緑が多く、人は安らぎや潤いを感じるとされている¹⁵⁾。グ

リーンインフラ導入による視覚的な緑量の増加を確認するため、各調査地点において、デジタルカメラで20度刻み360度の景観写真を撮影したのち、画像ソフトでパノラマ写真の作成とパノラマ写真中での緑被部分の計算を行った。各調査地点で解析した緑視率の結果を表5に、緑視率を解析した画像の一例(Y-4、Y-5)を図13に示す。Y-2では貯留砕石路盤の導入に伴う樹木の配置の見直し、Y-9では貯留砕石路盤と保水性舗装の導入に伴う樹木の配置の見直しにより緑視率は減少したが、その他の4地点では緑視率は増加した。このうち、Y-4では美術館前広場にあった水面が芝生へと変更されたことにより、Y-5では樹木の並木が2列から3列へと変更されたことにより、緑視率が増加した。公園全体では、再整備によってグリーンインフラが各地点で導入されたため、緑視率が増加する結果となった。

表5 公園再整備前後での緑視率の結果一覧

調査地点	再整備前	再整備後
Y-2	37.9 %	22.4 %
Y-4	9.2 %	48.2 %
Y-5	20.7 %	30.3 %
Y-6	14.9 %	19.0 %
Y-9	26.2 %	20.1 %
Y-12	28.2 %	29.6 %
平均値	22.9 %	28.3 %

3-8 天空率

天空率は魚眼レンズで天空を同心円状に見上げたときに建物を立体的に映した範囲を除いて、空がどれくらい見えているかの割合を数値化したものである。周辺建物に変化がない場合、緑が多くなればなるほど、天空率が下がるため、緑量の変化を示す指標として用いた。各調査地点で解析した天空率の結果を表6に、天空率を解析

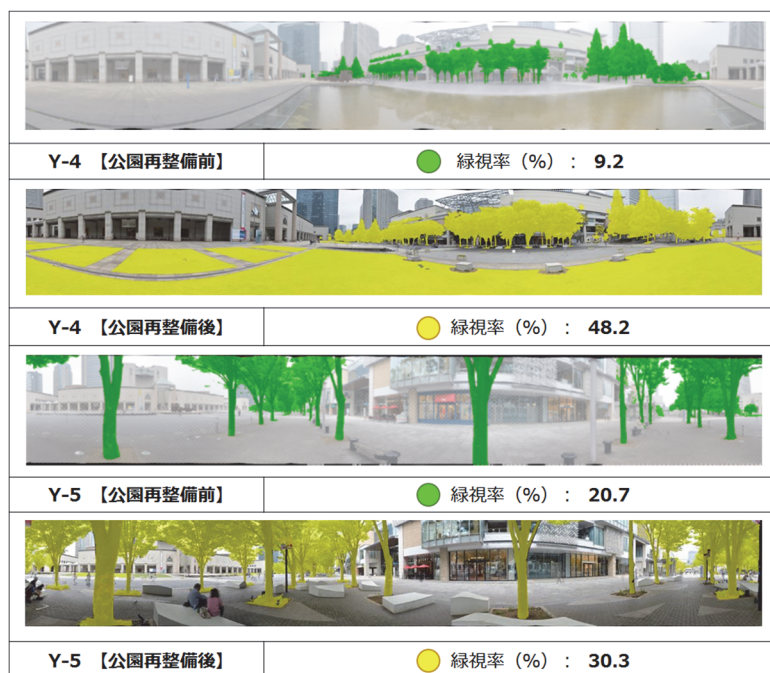


図13 公園再整備前後での緑視率解析画像の一例

した画像の一例（Y-5、Y-12）を図 14 に示す。Y-2 では貯留砕石路盤の導入に伴う樹木の配置の見直しにより天空率は増加したが、その他 5 地点では天空率は減少した。天空率が減少した地点では、周辺建物の状況に大きな変化はなく、樹木の本数の増加や木々の成長によって緑が増加したため、天空率が減少したと考えられる。

表 6 公園再整備前後での天空率の結果一覧

調査地点	再整備前	再整備後
Y-2	8.9 %	12.7 %
Y-4	53.1 %	48.4 %
Y-5	20.0 %	4.3 %
Y-6	53.4 %	48.5 %
Y-9	25.6 %	19.4 %
Y-12	27.5 %	19.6 %
平均値	31.4 %	25.5 %

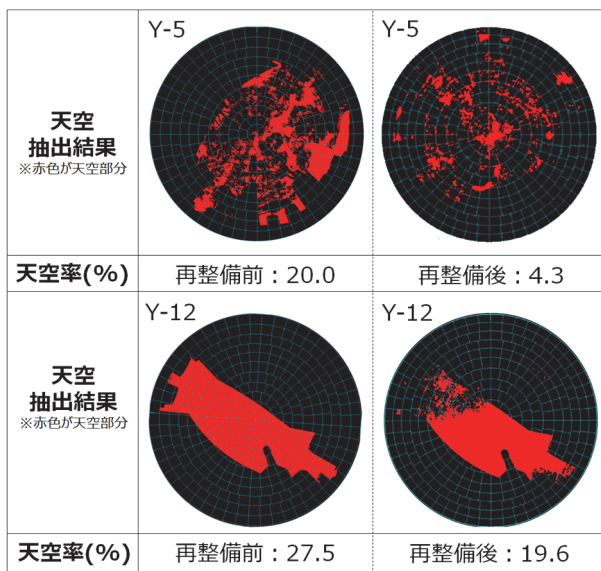


図 14 公園再整備前後での天空率解析画像の一例

4. まとめ

横浜市西区みなとみらいにあるグランモール公園にて、公園の再整備によりグリーンインフラが各所に導入されたため、公園内の暑熱環境の変化について調査解析した。

気温については、公園の再整備前後を比較すると、温度環境に改善が見られた。また公園内の 6 地点で観測した黒球温度や解析により算出した暑さ指数は昼夜ともに改善傾向が見られた。

風況については、公園の再整備前後において、大きな変化が見られなかったが、これは風の通り道に影響を及ぼす周辺の建物状況に大きな変化がなかったためと考えられる。

熱画像については、緑陰の増加や保水性舗装の導入により、地表面温度が低下していることが分かった。緑量の変化については、緑視率と天空率の 2 つの指標で評価を行い、グリーンインフラが導入された主要な地点では緑量の増加を定量的に示すことができた。

今回の調査結果から、グリーンインフラの導入に伴う緑量の増加を捉え、水や緑の効果によって暑さが緩和されていることを定量的に示すことができた。公園の再整備前後で気象条件等が異なるため、本報告では測定環境が変わっていない気象台での値との差を比較対象として評価を行った。今回の公園再整備による暑熱環境の「見える化」の取組が、今後の本市におけるグリーンインフラ導入時への一助となることを期待するとともに、今後のグリーンインフラに関連する調査では、暑熱環境の変化がグリーンインフラの導入による効果なのか、気象条件の違いによる影響なのかを明確にするため、実測調査とシミュレーションの併用による解析などを検討したい。

文 献

- 1) 環境省：まちなかの暑さ対策ガイドライン 改訂版、76pp. (2018)
- 2) 横浜市環境創造局政策課：横浜みどりアップ計画概要版、8pp. (2018)
- 3) 国土地理院：地理院地図（電子国土 Web）、<http://maps.gsi.go.jp/> (2019 年 10 月時点)
- 4) 気象庁：気象観測の手引き、81pp. (1998)
- 5) 環境省：熱中症予防情報サイト、http://www.wbgt.env.go.jp/doc_observation.php (2019 年 10 月時点)
- 6) C. P. Yaglou and D. Minard : Control of heat casualties at military training centers, *A. M. A. Arch. Ind. Health*, **16**, 302-316 (1957)
- 7) 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> (2019 年 10 月時点)
- 8) 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)
- 9) 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)
- 10) 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）
- 11) 日本工業規格：JIS Z 8806:2001 湿度—測定方法（2001）
- 12) O. Tetens:Über einige meteorologische Begriffe, *Z. Geophys.*, **6**, 297-309 (1930)
- 13) O. A. Alduchov and R. E. Eskridge : Improved Magnus form approximation of saturation vapor pressure, *J. Appl. Meteor.*, **35**, 601-609 (1996)
- 14) M. G. Lawrence : The relationship between relative humidity and the dewpoint temperature in moist air, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **86**, 225-233 (2005)
- 15) 国土交通省：都市の緑量と心理的効果の相関関係の社会実験調査について～真夏日の不快感を緩和する都市の緑の景観・心理効果について～、9pp. (2005)

グランモール公園における鳥類・昆虫類調査結果について（第3報）

七里浩志（横浜市環境科学研究所）、千木良泰彦、牧 寛（横浜市環境創造局）

Birds, dragonflies and butterflies in Grand Mall Park, Minatomirai21, Yokohama (Part3)

Hiroshi Shichiri (Yokohama Environmental Science Research Institute),
Yasuhiko Chigira, Hiroshi Maki (Yokohama Environmental Planning Bureau)

キーワード：みなとみらい21地区、都市公園、生物調査、生物生息空間、都市鳥

要 旨

横浜市みなとみらい21地区のグランモール公園での再整備にあたり、再整備前、工事期間中および再整備後に鳥類、昆虫類の調査を行った。全調査で、鳥類は15科21種が確認され、多くが留鳥であり、また、都市鳥であった。トンボ類は2科7種、チョウ類は5科15種が確認され、水辺環境や食餌植物の有無は、比較的行動圏の広い鳥類よりも、トンボ・チョウ類の出現状況に大きな影響を与える可能性が示唆された。種の多様性が概して低い都市環境においては、生物相の変化が顕著に表れる可能性があり、単一種が爆発的に増加する可能性や、都市の公園に持たせる生物生息機能のあり方、さらには生物自体の都市への適応といった視点を踏まえた公園設計が重要と考えられた。

1. はじめに

横浜市みなとみらい21地区にあるグランモール公園（平成3年12月開園；23,102 m²）では、公園の活用や賑わいづくり、市民が実感できる緑の創出等を目的とした再整備工事が行われ¹⁾、平成27(2015)年5月に着工、平成30(2018)年春に完了した。

都心部における公園緑地の設計等への一助となることを目的に、これまで、再整備工事直前の平成26(2014)年度²⁾および工事中の平成28(2016)年度³⁾に生物調査を行った。その結果、水辺環境や食餌植物の有無、隣接地の環境等が生物の生息状況に影響を与える可能性、また、それらの影響は比較的行動圏の広い鳥類よりも、トンボ・チョウ類の出現状況に大きく表れる可能性などが示唆された。

本報告では、グランモール公園再整備後にあたる平成30(2018)年度に実施した生物調査の結果について紹介し、再整備前後の生物生息状況の変化を考察する。

2. 調査内容

2-1 概要

横浜市西区の近隣公園であるグランモール公園を踏査し、目視で確認可能な鳥類、トンボ・チョウ類について、出現状況を過年度調査^{2)、3)}と同様の手法で、定量的、定性的に記録した。定量的調査としては、あらかじめ設定したルートを一定の速度で踏査し、一定範囲内に確認された種を記録するルートセンサスを行った。また、定性的調査としては、調査対象地域を任意に踏査し、確認された種を記録する任意調査を行った。

2-2 調査地域

調査対象地域であるグランモール公園は、南北に細長く、道路を境界として4区画に分かれている。本報告で

は、過年度調査同様^{2)、3)}、4区画に対し、便宜的に南側から記号A～Dを付与し、結果はそれらを用いて示した。

区画Aは南北方向に約200m、区画Bは約250m、区画Cは約200m、区画Dは約150mの帯状となっている。

図1、資料に各区画の位置、調査時の景観を示す。

2-3 調査方法

鳥類、トンボ・チョウ類の調査方法を以下に示す。調査方法、調査時期は過年度調査^{2)、3)}と同様で、調査者も同じである。

2-3-1 鳥類調査

調査は初夏（繁殖期）および冬季（非繁殖期）の2回実施した。早朝に、調査対象地域を南端から北端へ向かって直線的に時速1～2kmで踏査しながら、周囲25mの範囲に出現した種、個体数、行動等を記録した（ルートセンサス法）。また、ルートセンサス時間外に調査対象地域を任意に踏査し、確認された種、行動等を記録した（任意調査）。

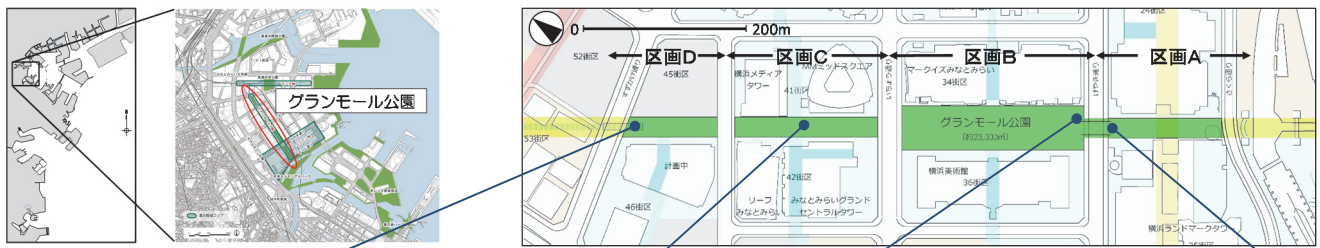
踏査距離は1区画あたり、約150m～250mで、一般的なルートセンサス法に比べると短く、ルートセンサスに要する時間は1区画あたり8分～12分であった。

2-3-2 トンボ・チョウ類調査

調査は初夏、夏季および秋季の3回実施した。日中に、鳥類ルートセンサスと同じルートを時速1～2kmで踏査しながら、出現した種、個体数、行動等を記録した（ルートセンサス法）。また、ルートセンサス時間外に調査対象地域を任意に踏査し、確認された種、行動等を記録した（任意調査）。

2-4 調査実施日

調査は、降雨が無く、無風または風の弱い日を選定し、表1に示す日時に実施した。



区画D 区画C 区画B 区画A

各区画の景観は2018年6月12日撮影

図1 調査対象地域概要

表1 調査実施日時

調査対象	時季	調査日	調査時間	センサス調査時間	天候
鳥類	初夏	2018/6/12 (火)	5:33-14:00	5:50-6:30	曇一時晴
	冬季	2019/1/17 (木)	7:15-11:20	7:20-8:00	晴
昆虫類 (トンボ・チョウ類)	初夏	2018/6/12 (火)	5:33-14:00	10:00-10:40	曇一時晴
	夏季	2018/8/14 (火)	9:00-12:00	10:20-11:00	晴
チョウ類	秋季	2018/9/28 (火)	9:15-13:30	10:20-11:00	快晴

3. 結果と考察

3-1 調査地の環境変化

再整備工事は平成 29 (2017) 年度中に終了しており、調査を行った平成 30 (2018) 年度に公園内での大規模な工事は無かった。一方で公園周辺では新たなビル建設等が行われ、景観や土地利用に多少の変化があった。

公園内各区画の概要および再整備による環境変化を以下に挙げる。

区画A：高木としてクスノキやヒメユズリハが植栽されており、花卉は、ベンチ周りや植栽柵に季節に応じて、ペンタス、マリーゴールド、キンギョソウ、ヒャクニチソウ等が植えられていた。もともと舗装面の多い区画で、以前と比べて大きな変化はなく、チョウ類の吸蜜源となる花卉は若干増加した。

区画B：工事は平成 27 (2015) 年度中に完了し、特に水辺環境が大きく変化した。すなわち、常時、水のある水深 10 cm 以上の池（開放水面）は芝生広場となり、新たに、水深数 cm 程度の浅い水盤が形成された（前報³⁾ 図2 参照）。この水盤は、夜間は水の無い乾いた路面となっており、日中は間欠的に路面から噴き出す噴水とともに水がたまり、数分後の噴水の停止とともに再び水のない路面へと戻る仕組みとなっている。ただし、2016 年度は、メンテナンス等により、調査当日に噴水が稼働していたのは、冬季調査時のみであった。また、2018 年秋季の調査時には稼働していなかった。

高木としては、2 列に植えられていたケヤキが 3 列となり、緑被面積や緑陰が増加した。花卉は、斑入りのアベリア、マリーゴールドなどが地植えされていたほか、ボックス花壇やハンギングバスケットなどが置かれていた。花卉の総量はイベントや時季によって増減するが、

再整備前より増加した。

区画C：タブノキを主体にオオバボダイジュ、センダンなどが立体的に配置され、樹木量が増加した。再整備前に見られた花壇や浅い水景（止水に近い環境）に代わり、石材のベンチや流れる水景が配置され、花卉の量は増加し、開放水面の面積はやや減少した。植栽柵には、ヒャクニチソウ、ホタルブクロなどが植えられていた。

隣接するビルの敷地には再整備前同様、比較的浅い水面がある。

区画D：タブノキ、オオバボダイジュ、ケヤキなどが立体的に配置され、樹木量が増加した。植栽柵などには、斑入りのアベリア、ホタルブクロなどが植えられていたが、再整備前の花壇に比べると花卉の量は減少した。北側に隣接する広大な空地（52-53 街区）は以前と大きく変わらず、低茎の草地または石礫地であった。

3-2 鳥類調査

3-2-1 出現概況

鳥類調査結果を表2に示す。今回、2季の調査で14科19種の鳥類が確認された。

確認された鳥類のうち、多くが1年を通じて市内で見られる留鳥であった。公園内では、春や秋のみに見られる旅鳥、夏のみに見られ、繁殖を行う夏鳥は確認されず、冬のみに見られる冬鳥としてユリカモメ、セグロカモメが確認された。

2016年度の調査³⁾と同様、海に近い立地条件を反映して、カワウやカモメ類の上空通過等が確認されたほか、多くが都市鳥と呼ばれる、都市の環境に適応した鳥類であった。猛禽類として、トビ、ハヤブサ、チョウゲンボウが確認されたが、これらも都市に適応しつつある種として注目される。

ハヤブサは、鳥類調査日以降の2019年3月～4月にかけて成鳥雌雄が頻繁に確認され、交尾などの繁殖の兆候が見られたが（図2）、繁殖成功には至らなかったようである。チョウゲンボウは、2018年8月12日に巣立ち幼鳥と思われる3羽が公園上空を飛翔したり周辺ビルに止まる様子が確認された。

表2 鳥類出現状況一覧

目名	科名	種名	初夏(繁殖期)				冬季(非繁殖期)				2季合計				注目行動ほか
			A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
ペリカン目	ウ科	カワウ <i>Phalacrocorax carbo</i>		+								+			B: 上空通過のみ(初夏)。
カモ目	カモ科	カルガモ <i>Anas poecilorhyncha</i>													
タカ目	タカ科	トビ <i>Milvus migrans</i>	(+)						+	(+)				+	A: 8/12に高空飛翔(初夏に「(+)」として示した)。 D: 高空飛翔(冬)。
	ハヤブサ科	ハヤブサ <i>Falco peregrinus</i>	+	+			+	+			+	+			B: 1/7等に周辺ビルで2羽で止まり。
		チヨウゲンボウ <i>Falco tinnunculus</i>	(+)		(+)	(+)				(+)			(+)	(+)	A: 9/28に飛翔確認(初夏に「(+)」として示した)。 C・D: 8/12に周辺ビルで止まり(初夏に「(+)」として示した)。
チドリ目	カモメ科	ユリカモメ <i>Larus ridibundus</i>					+				+				
		セグロカモメ <i>Larus argentatus</i>					+				+				
ハト目	ハト科	ドバト(カワラバト) <i>Columba livia var. domestica</i>	18	14	3	1	15	24			33	38	3	1	B: 枝をくわえた個体確認(繁殖の兆候)。水浴び確認(初夏)。
		キジバト <i>Streptopelia orientalis</i>		2	+						2		+		B: 6/12ケヤキ上でさえずり、2羽で行動。
スズメ目	セキレイ科	ハウセキレイ <i>Motacilla alba</i>	1	1	+		1	1	1	1	2	2	1	1	
	ヒヨドリ科	ヒヨドリ <i>Hypsipetes amaurotis</i>					+	5	2	2	+	5	2	2	C: ナナミノキの実採食(冬)。
	ツグミ科	イソヒヨドリ <i>Monticola solitarius</i>	(+)								(+)				A: 6/28、8/12などに確認(初夏に「(+)」として示した)。
		ツグミ <i>Turdus naumanni</i>													
	シジュウカラ科	シジュウカラ <i>Parus major</i>			+	+	(+)	5		3		5	+	3	B: 8/12および冬にさえずり確認。 モミジバフウの実つばむ(冬)。 D: 8/14に確認(初夏に「(+)」として示した)。
	メジロ科	メジロ <i>Zosterops japonicus</i>					4			1	4			1	
	アトリ科	カワラヒワ <i>Carduelis sinica</i>													
			(+)	+	(+)	2		4			(+)	4	(+)	2	A: 8/14、9/28に確認(初夏に「(+)」として示した)。 B: 6/28ケヤキの実を食べるのを確認。モミジバフウの実つばむ(冬)。 C: 9/28に確認(初夏に「(+)」として示した)。
	ハタオリドリ科	スズメ <i>Passer montanus</i>	3	14	4	1	3	4	5		6	18	9	1	B: 6/12営巣確認(巢内ヒナの声等確認)。6/28ケヤキの実を食べるのを確認。親子を確認。モミジバフウの実つばむ(冬)。
	ムクドリ科	ムクドリ <i>Sturnus cineraceus</i>	+	+	+	2			+		+	+	+	2	
	カラス科	オナガ <i>Cyanopica cyana</i>		+								+			B: 6/12にメタセコイアで造巣行動確認。
		ハンボソガラス <i>Corvus corone</i>	(+)	1	+			1	2	+	(+)	2	2	+	A: 9/28に確認(初夏に「(+)」として示した)。 B: 7/26モミジバフウに営巣確認。 C: 9/28に確認(初夏に「(+)」として示した)。 D: 水盤で水飲み確認(冬)。
		ハンシトガラス <i>Corvus macrorhynchos</i>	+		(+)	+	+	+			+	+	+	+	C: 8/14に確認(初夏に「(+)」として示した)。
総確認種数			6(11)種	11種	7(10)種	5(7)種	9種	9種	6種	6種	9(10)種	13(16)種	11種	11(12)種	
センサス時確認種数			3種	5種	2種	4種	4種	7種	4種	4種	8種	9種	8種	7種	
センサス時確認個体数			22個体	32個体	7個体	6個体	23個体	44個体	10個体	7個体	57個体	102個体	27個体	20個体	

注) センサス調査時に確認された個体数を数値で、センサス調査時間外に確認されたものを「+」で示した。

また、調査日以外の記録を「(+)」として示した。センサス調査において調査距離、調査に要した時間は区画ごとに異なる。

注) : 再整備前(2014年度)に確認されたがその後確認されなかった種、区画。

 : 再整備前(2014年度)に確認されなかったがその後確認された種、区画。



図2 ハヤブサの交尾(対象地近隣: 2019/4/14)



図3 巣材を運ぶオナガ(区画B: 2018/6/12)

公園内ではハンボソガラス、スズメの繁殖を確認し、ドバト(カワラバト)、キジバト、カワラヒワ、オナガ(図3)の繁殖を示唆する行動を確認した。

なお、みなとみらい21地区内では、神奈川県レッドデータブック⁴⁾において、注目種(繁殖期)とされているコチドリが2016年度に引き続き2018年度も繁殖しているのが確認された。

3-2-2 季節別比較

確認された鳥類の多くが1年中市内に見られる留鳥であるが、冬季に個体数が増加するヒヨドリは過年度調査同様^{2)・3)}、冬季にのみ確認された。公園およびその周辺で実をつける植栽木に多くの個体が集まっている状況も同様であった。

メジロは、2016年度は初夏および冬季に確認されたが、

2018年度は2014年度と同様、冬季にのみ確認された。また、2018年度は冬鳥であるツグミが確認できなかった。

3-2-3 区画別比較

過年度調査同様^{2)・3)}、区画Bは鳥類の確認種数、個体数が多かった。この区画は帯状の公園のなかでも、比較的幅が広く、他の区画より樹高の高い木が配置されていること、公園沿いの施設に屋上・壁面緑化が施されていること等、特に立体的な環境の多様性が高いことに起因しているものと考えられる。

海に面する区画Aおよび幅が広い区画Bは、開けた空間が多いことを反映し、ドバト（カワラバト）が多く確認された。一方、区画C、Dは、A、Bと比較するとビルが近接し、特に冬季は日陰ができやすいエリアであるが、種数としてはA、Bと大きな違いはなく、ビルに止まるチョウゲンボウなどが確認された。これは区画Dの北側に餌場となりうる低草草地や石礫地があることに起因していると考えられる。

全体としてはどの区画もよく似た都市的な環境を反映した鳥類相と言える。

3-2-4 過年度調査との比較

表3に確認された鳥類の変遷を示す。公園全体の出現種数はこれまでに15科21種であり、再整備前に13種、

表3 鳥類出現状況の変化

目名	科名	種名	2014年度 (再整備前)	2016年度 (工事中)	2018年度 (再整備後)
ペリカン目	ウ科	カワウ <i>Phalacrocorax carbo</i>		+	+
カモ目	カモ科	カルガモ <i>Anas poecilorhyncha</i>		1	
タカ目	タカ科	トビ <i>Milvus migrans</i>		+	+
		ハヤブサ <i>Falco peregrinus</i>		+	+
チドリ目	カモメ科	チョウゲンボウ <i>Falco tinnunculus</i>		+	(+)
		ユリカモメ <i>Larus ridibundus</i>		14	+
ハト目	ハト科	セグロカモメ <i>Larus argentatus</i>		+	+
		ドバト(カワラバト) <i>Columba livia var. domesticus</i>	77	87	75
スズメ目	セキレイ科	キジバト <i>Streptopelia orientalis</i>	2	2	2
		ハクセキレイ <i>Motacilla alba</i>	4	9	6
ヒヨドリ科	ヒヨドリ <i>Hyospipes amaurotis</i>	69	6	9	
ツグミ科	ツグミ	イノヒヨドリ <i>Monticola solitarius</i>	+	1	(+)
		ツグミ <i>Turdus naumanni</i>	2	1	
シジュウカラ科	シジュウカラ <i>Parus major</i>		3	8	
メジロ科	メジロ <i>Zosterops japonicus</i>	6	6	5	
アトリ科	カウラヒワ <i>Carduelis sinica</i>	2	1	6	
ハタオリドリ科	スズメ <i>Passer montanus</i>	36	50	34	
ムクドリ科	ムクドリ <i>Sturnus cineraceus</i>	17	12	2	
カラス科	オナガ <i>Cyanopica cyana</i>	オナガ <i>Cyanopica cyana</i>	3	1	+
		ハンボンガラス <i>Corvus corone</i>	+	9	4
		ハンボトガラス <i>Corvus macrorhynchos</i>	4	3	+
総確認種数			13種	21種	17(19)種
センサス時確認種数			11種	16種	11種
センサス時確認個体数			222個体	206個体	152個体

注) センサス調査時に確認された個体数を数値で、センサス調査時間外に確認されたものを「+」で示した。また、調査日以外に確認されたものを「+」で示した。

工事期間中に21種、再整備後に19種となった。

再整備前に確認されたものの、再整備後に確認されなかった種はツグミのみであった。また、工事期間中に確認され、再整備後に確認されなかった種は、ツグミおよびカルガモであった。日本で越冬するツグミは年により飛来数(確認数)が大きく変動する可能性がある鳥である。また、工事期間中に確認されたカルガモは公園に隣接する水辺付近に居ついた2個体のみであり、一時的な滞在であったと考えられた。

一方、工事期間中以降に確認された種は、カワウ、カモメ類といった公園周辺を飛行通過する種だけでなく、ハヤブサ、チョウゲンボウ、シジュウカラなどがあつた。これらはいずれも、都市への適応(都市鳥化)が指摘されている種であるが、生態系上位種である猛禽類や樹林性の鳥類が確認されるようになったことは注目される。シジュウカラやメジロなどは、過年度報告²⁾のとおり、都市部の公園において緑の量や質を評価するにあたり、よい指標となる種と考えられる。今回の再整備により植栽樹木量を増加させた本公園では、今後、樹木の生長に伴い、シジュウカラやメジロの確認頻度や繁殖機会が増加することが期待される。

以上の結果は、過年度報告^{2)・3)}でも指摘しているとおり、もともと本調査地域で確認される種は都市鳥が多いこと、本調査地域が小面積かつ帯状で鳥類の行動範囲に対して小さいことなどを考慮に入れておくべきである。また、鳥自体の都市への適応(都市鳥化)は整備事業とは別に進行している可能性がある。さらに、調査方法としてもルートセンサスの距離が短く、特に樹木(植栽)間の移動を繰り返す、出現状況にムラがあるような種については生息状況を過小、または過大に評価してしまう可能性があり、注意を要する。しかし、少なくとも樹木量を増やした再整備後に樹林性種が確認されたこと、オナガなどの繁殖(行動)が継続して確認されたことなどは、再整備にともなう負の影響は少なかったと言えるのである。

3-3 トンボ・チョウ類調査

3-3-1 出現概況

トンボ・チョウ類調査結果を表4に示す。今回、3年の調査で2科4種のトンボ類、4科5種のチョウ類が確認された。

確認種数、確認個体数は少なく、止水環境やチョウ類の吸蜜源となる花卉が比較的少なかったことに起因すると思われる。また、確認種の大半が都市的環境を指標する種であった。対象地域内にはクスノキやタブノキが多く、それを食樹とするアオスジアゲハが樹冠付近で確認されたのは過年度調査^{2)・3)}と同様である。

その他の種としてシオカラトンボ、アキアカネ、イチモンジセセリ、ヤマトシジミが多くの区画で確認された。アキアカネは夏を寒冷地(高標高地)で過ごし、秋に横浜へ飛来するため、比較的広域において確認可能な種と思われ、植栽木の枝先に止まる、あるいは雌雄連結して高空を飛行していることが多かった。ヤマトシジミは実際に生えるカタバミ等を食草とし、小型で地表を這うよ

表4 トンボ・チョウ類出現状況一覧

目名	科名	種名	初夏				夏季				秋季				3季合計				注目行動ほか				
			A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D					
トンボ目	ヤンマ科	ギンヤンマ <i>Anax parthenope julius</i>									+				+								
		シオカラトンボ <i>Orthetrum albistylum speciosum</i>					1	1		1	1	+	+		1	2	+	1	B: 8/12芝地で止まり。				
		ウスバキトンボ <i>Pantala flavescens</i>																	B: 水盤に産卵(夏)。				
		コンアキトンボ <i>Pseudothemis zonata</i>																					
		コノシメトンボ <i>Sympetrum baccha matutinum</i>																					
		アキアカネ <i>Sympetrum frequens</i>									9	3	1	2	9	3	1	2					
		ネキトンボ <i>Sympetrum speciosum speciosum</i>																					
		イチョウ目	セセリチョウ科	イチモンジセセリ <i>Pamara guttata guttata</i>					2	1	1	1	6	3	4	2	8	4	5	3	A: アベリアで吸蜜(夏)。 B: マリーゴールドで吸蜜(夏)。 C: ポーチュラカ(夏)、ヒヤクニテソウ(秋)で吸蜜。 D: 矮性アベリアで吸蜜(夏)。		
				チャハネセセリ <i>Pelopidas mathias oberthueri</i>									+		1		+		1		C: ヒヤクニテソウ(秋)で吸蜜。		
			シジミチョウ科	ウラギンシジミ <i>Guretis acuta paracuta</i>																			
		ルリシジミ <i>Celastrina argiolus ladonides</i>																					
		ウラナシジミ <i>Lampides boeticus</i>																					
		ヤマトシジミ <i>Pseudozizeeria maha argia</i>					1			1					+	3		+	+	4	1		
	タテハチョウ科	ツマグロヒョウモン <i>Argyreus hyperbius hyperbius</i>																					
		アカボシゴマダラ <i>Hestina assimilis assimilis</i>																					
		ルリタテハ <i>Kaniska canace nojaponicum</i>																					
	アゲハチョウ科	アオスジアゲハ <i>Graphium sarpedon nipponum</i>	4	1	+	2	(+)			1					+				4	1	+	3	
		クロアゲハ <i>Papilio protenor demetrius</i>																					
		ナミアゲハ <i>Papilio xuthus</i>																					
	シロチョウ科	モンキチョウ <i>Colias erate poliographus</i>																					
		キタキチョウ <i>Eurema mandarina</i>																					
		モンシロチョウ <i>Pieris rapae crucivora</i>	+			1				1								2					
総確認種数			2種	2種	1種	3種	2(3)種	3種	1種	5種	4種	6種	4種	4種	7種	7種	5種	7種					
センサス時確認種数			1種	2種	0種	3種	2種	3種	1種	4種	2種	4種	3種	2種	4種	6種	3種	6種					
センサス時確認個体数			4個体	2個体	0個体	4個体	3個体	3個体	1個体	4個体	15個体	10個体	6個体	4個体	22個体	15個体	7個体	12個体					

注) センサス調査時に確認された個体数を数値で、センサス調査時間外に確認されたものを「+」で示した。

また、調査日以外の記録を「(+）」として示した。センサス調査において調査距離、調査に要した時間は区画ごとに異なる。

注) :再整備前(2014年度)に確認されたがその後確認されなかった種、区画。

:再整備前(2014年度)に確認されなかったがその後確認された種、区画。

うに飛翔する種であるため、比較的小面積でも生息可能と考えられる⁵⁾。シオカラトンボ、イチモンジセセリは都市部でも見られる代表的な昆虫である。

3-3-2 季節別比較

公園全体を通して初夏や夏季には確認種数、確認個体数が少なく、特に初夏は、トンボを確認できず、チョウ類の出現は3種のみであった。秋季にはアキアカネ、イチモンジセセリ等、移動性の強い種や比較的秋季に多く見られる種が加わり、確認種数、確認個体数はわずかながら増加した。

昆虫類の発生時期や個体数は、降雨量や気温の影響を大きく受けると考えられ、記録的猛暑となった2018年夏は昆虫類の出現状況に影響を与えた可能性もある。

3-3-3 区画別比較

過年度報告^{2)・3)}では、区画Bでの確認種数が比較的多いことを挙げたが2018年度調査では総出現種数が少ないなか、区画の違いによる大きな差は見られなかった。2016年度時点で工事が終了していた区画Bに続き、2018年度調査では区画A、CおよびDの再整備も終了し、いずれの区画も開放的な止水面がなく、花卉の量に大きな差がない状況を反映したものと考えられる。前報³⁾で報告したとおり、区画Bは比較的幅の広い区画であり、辺縁部などでのヤブガラシやシロツメクサ等、非意図的に生育しているいわゆる雑草の管理状況によっては、チョウ

類の種数が増えるものと推察される。

区画B、Dでのウスバキトンボの確認は、広い芝地があること、Dの北側に広い空地があることに起因していると考えられる。

また、イチモンジセセリ(図4)は移動性が強く、その日の気象条件などによっても確認個体数の変動が大きいと考えられるが、確認時は吸蜜のため花卉を訪れていることが多く、区画Aなどで確認数が増加したのはAに植栽された花卉の量が増えたことによると言える。



図4 イチモンジセセリ (区画A : 2018/9/28)

3-3-4 過年度調査との比較

表5に確認されたトンボ・チョウ類の変遷を示す。公園全体の出現種数はこれまでにトンボ類2科7種、チョウ類5科15種で合わせて22種であった。再整備前後を比較すると、再整備前が16種、工事期間中が14種、再整備後が9種となった。再整備前に確認され、再整備後には確認されなかった種はコシアキトンボ、コノシメトンボ、ネキトンボ、ウラギンシジミ、アカボシゴマダラ、キタキチョウであった。

一方、工事期間中（2016年度）に初めて確認された種は、ルリシジミ、ウラナミシジミ、ルリタテハ、ツマグロヒョウモン、クロアゲハ、モンキチョウであったが、これらはいずれも再整備後の2018年度調査時には確認できなかった。また、再整備後に初めて確認された種はなかった。

再整備後に確認されなかったチョウは、再整備前や工事期間中においても確認頻度（個体数）が低いものが多く、調査面積や時間、気象条件などによる日・年変動を考慮すると、再整備前後の変化はそれほど大きくない可能性がある。ウラギンシジミやアカボシゴマダラなどは、

通常、都市の公園には植えないクズやエノキ幼樹などによって出現が左右される種と言える。

一方で、トンボの確認種数減少は区画BやCでの開放水面の減少によるものと考えられる。極めて都市的な環境に立地する本公園においても開放水面の有無によってトンボの確認種数が変化することを示し、今後の公園緑地の設計に資する知見と言える。

3-4 その他

トンボ、チョウ類以外の昆虫では、過年度調査同様²⁾・³⁾、訪花性のハチ類、スズメバチ類、アリ類、セミ類等を確認した。アオドウガネ等の食植性の甲虫類は確認できなかったが、再整備前後でこれらの生息状況に大きな変化は見受けられなかった。再整備前に確認されたアメンボ類、ミズムシ科の一種等の水生半翅類は、工事期間中の2016年度同様、水辺環境の減少に伴い、確認できなかった。

また、調査対象地域において、一生を完結することができる唯一の爬虫類と考えられるニホンヤモリは再整備前および再整備後に確認し、確認できなかった工事期間中も含め、継続して生息していたと推察された。

表5 昆虫類（トンボ・チョウ類）出現状況の変化

目名	科名	種名	2014年度 (再整備前)	2016年度 (工事中)	2018年度 (再整備後)	
トンボ目	ヤンマ科	ギンヤンマ <i>Anax parthenope julius</i>	+		+	
		トンボ科	シオカトンボ <i>Orthetrum albistylum speciosum</i>	2	+	4
	ウスバキトンボ <i>Pantala flavescens</i>		11	+	1	
	コシアキトンボ <i>Pseudothemis zonata</i>		1			
	コノシメトンボ <i>Sympetrum baccha matutinum</i>		9			
	アカカネ <i>Sympetrum frequens</i>		3	18	15	
	ネキトンボ <i>Sympetrum speciosum speciosum</i>		2			
	セセリチョウ目		セセリチョウ科	イチモンジセセリ <i>Parnara guttata guttata</i> チャバネセセリ <i>Pelopidas mathias oberthueri</i>	4	2
	シジミチョウ科	ウラギンシジミ <i>Curetis acuta paracuta</i>	+			
		ルリシジミ <i>Celastrina argiolus ladonides</i>		+		
ウラナミシジミ <i>Lampides boeticus</i>			1			
ヤマトシジミ <i>Pseudozizeeria maha argia</i>		7	5	5		
タテハチョウ科		ツマグロヒョウモン <i>Argyreus hyperbius hyperbius</i> アカボシゴマダラ <i>Hestina assimilis assimilis</i> ルリタテハ <i>Kaniska canace nojaponicum</i>		1		
アゲハチョウ科	アオスジアゲハ <i>Graphium sarpedon nipponum</i>	9	5	8		
	クロアゲハ <i>Papilio protenor demetrius</i> ナミアゲハ <i>Papilio xuthus</i>		1			
	シロチョウ科	モンキチョウ <i>Colias erate poligraphus</i> キタキチョウ <i>Eurema mandarina</i> モンシロチョウ <i>Pieris rapae crucivora</i>	2	+		
総確認種数			16種	14種	9種	
センサス時確認種数			12種	8種	8種	
センサス時確認個体数			52個体	34個体	56個体	

注)センサス調査時に確認された個体数を数値で、センサス調査時間外に確認されたものを「+」で示した。また、調査日以外に確認されたものを「(○)」で示した。

4. おわりに

極めて都市的な環境下にあるグランモール公園で確認された生物は、再整備前、工事期間中、再整備後を通して、一般に都市環境に適応しているとされる種が多かった。

過年度報告^{2)・3)}に挙げた種組成、種数、個体数は水辺環境の有無、花や実、葉が餌となりうる食餌植物の有無、隣接地の環境等に影響を受けること、また、水辺環境や食餌植物の有無は、比較的行動圏の広い鳥類よりも、トンボ・チョウ類の出現状況に大きな影響を与える可能性があることなどは、再整備後の今回の調査を加味しても支持されるものであった。

都市部の公園においては、特に水辺の形態や花卉の種類、量により、小さな昆虫類を中心に、生物相の変化は顕著に表れる可能性がある。また、種の多様性が概して低い場合、食植性の昆虫や、冬季の街路樹の実に集まるヒヨドリのように単一種が爆発的に増加する可能性もある。公園緑地設計にあたっては、これらの可能性に加え、公園の面積や形状、周辺の環境によって持たせるべき生物生息機能はさまざまであること、生物自体も都市へ適応していることなどの視点を踏まえることが重要である。

また、再整備前、工事期間中、再整備後の3回の生物調査結果は、水辺の有無や植物の量など、比較的短期間の外観の変化を表したものである。グランモール公園での再整備は、樹木の良好な生育や暑熱環境の緩和などの効果を狙いとした雨水貯留浸透の促進といった仕組みも導入されている。それらの効果を含めた長期的な視点で評価することも必要である。

文 献

- 1) 千木良泰彦：横浜市グランモール公園の「みず循環回廊」、日緑工誌、42(3)、412-416(2017)

- 2) 七里浩志、内藤純一郎、千木良泰彦：グランモール公園における鳥類・昆虫類調査結果について、横浜市環境科学研究所報、40、18-22 (2016)
- 3) 七里浩志、千木良泰彦、牧 寛：グランモール公園における鳥類・昆虫類調査結果について (第2報)、横浜市環境科学研究所報、42、34-38 (2018)
- 4) 高桑正敏、勝山輝男、木場英久：神奈川県レッドデータブック、神奈川県立生命の星・地球博物館、442pp. (2006)
- 5) 樋口久子、遊磨正秀：ヤマトシジミ成虫による草地環境の利用、里山から見える世界 2007年度報告書、351-366 (2008)



区画 A (2014/8/19)



区画 A (2018/8/14)



区画 B (2014/8/19)



区画 B (2018/8/14)



区画 C (2014/8/19)



区画 C (2018/8/14)



区画 D (2014/8/19)



区画 D (2018/8/14)

資料 再整備前後の比較

横浜市内における外来アリの確認事例

本山直人、七里浩志（横浜市環境科学研究所）

Records of exotic ant species in Yokohama City

Naoto Motoyama, Hiroshi Shichiri (Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：外来種、ヒアリ、アカカミアリ、アルゼンチンアリ

要 旨

2017年5月に、兵庫県で特定外来生物のヒアリが発見されて以降、日本各地でヒアリ・アカカミアリ（ヒアリ類）の発見が相次ぎ、外来アリに対する警戒や関心が高まっている。横浜市内においても、7月にヒアリが発見され、その後も港湾地域でヒアリ類が複数回確認されている。今回、外来種の防除に向けた基礎資料とする目的で、過去に実施した調査および、その他の生物調査から得られた外来アリ19種について報告する。今後も分布状況に関する情報を収集し、動向を注視したい。

1. はじめに

アリは、森林や草原から市街地まで、様々な環境に生息しており、最も身近な昆虫の1つである。一方で、繁殖能力や攻撃性の高さから、アリ類の一部は外来種として高い侵略性を有することが知られており、日本の特定外来生物や、国際自然保護連合(IUCN)の侵略的外来種ワースト100に、それぞれ複数種が指定、選定されている^{1), 2)}。

日本国内においては、2017年5月に兵庫県で、特定外来生物に指定されているヒアリが発見されて以降³⁾、各地でヒアリ・アカカミアリ（以下、ヒアリ類と表記）の発見が相次いだこともあり、全国的に侵略的外来アリへの注目が高まっている。

横浜市でも、2017年7月にヒアリが本牧ふ頭で発見されて以降、定着は確認されていないが、ヒアリ類の発見事例が複数報告されている^{3)~5)}。横浜港は、取り扱う貨物の量が多いことから、絶えず外来種侵入の危険にさらされており、ここを拠点として、他の地域へ拡散することも懸念される。そのため、今後、外来種の防除を進めるうえでの基礎資料を得るために、市内における外来アリの生息状況を把握しておくことが重要であるといえる。

このような状況を受けて、本稿では、2013年10月から2019年10月まで、横浜市環境科学研究所が実施したアリの同定作業ならびに、市内で行われた生物調査等において、確認された外来アリの中で、比較的近年に侵入したとみられる19種について報告する。なお、外来種の判断は、寺山⁶⁾のリストによった。

2. 調査方法

2-1 同定依頼

横浜市では、2017年のヒアリ発見以降、市民や事業者がヒアリと疑わしいアリを見つけた際の相談窓口を開設しており、環境科学研究所は、提供されたサンプルおよび写真による種の同定を実施している。本稿では、2019

年9月18日までに寄せられた同定依頼154件の中で、明確に外来種であることが確認できた種について記載する。

2-2 トラップ調査

ヒアリ類などの特定外来生物に指定されたアリの発見時には、生息状況の把握を目的とした粘着トラップによる調査を実施している。その中で、調査対象とした種のほか、同時に外来種が捕獲された事例があったため記載する。

2-3 現地踏査

上記のトラップ調査と同様、ヒアリ類の発見時に実施された踏査のほか、その他の生物を主対象とした踏査で発見された種についてもここで記載する。

3. 発見された外来種

外来種であると判断した19種(表1)について、以下に記載する。なお、風評被害等を避ける目的で、既に公表されているものを除き、採集地点の詳細な記載は行っていない。

3-1 フタフシアリ亜科 Myrmicinae

3-1-1 ヒアリ (図1)

Solenopsis invicta Buren, 1972

記録：中区本牧ふ頭, 2017/7/14, 2017/9/4, 2019/9/10; 鶴見区大黒ふ頭, 2017/9/27; 中区山下ふ頭, 2019/7/16

備考：横浜港においては、最大で1,200匹以上からなる個体群が発見されているが、全ての発見事例において防除が実施され、定着は確認されていない。

南米原産だが、物流にともない北アメリカをはじめとした世界各国に分布を広げた。強い毒をもち、刺された際の被害が大きいほか、高い繁殖力により一度定着すると駆除が困難なため、警戒されている⁷⁾。

表 1 横浜市内で確認された外来アリとその調査方法

亜科	学名	和名	地点	発見日	調査方法
フタフシアリ亜科 Myrmicinae	<i>Solenopsis invicta</i>	ヒアリ (アカヒアリ)	中区本牧ふ頭	2017/7/14	現地踏査
			中区本牧ふ頭	2017/9/4	同定依頼
			鶴見区大黒ふ頭	2017/9/27	トラップ
			中区山下ふ頭	2019/7/16	同定依頼
			中区本牧ふ頭	2019/9/10	現地踏査
	<i>Solenopsis geminata</i>	アカカミアリ	鶴見区大黒ふ頭	2018/10/24	同定依頼
			鶴見区大黒ふ頭	2019/10/4	トラップ
	<i>Solenopsis</i> sp.	トフシアリ属の一種	鶴見区大黒ふ頭	2019/5/27	トラップ
	<i>Monomorium chinense</i>	クロヒメアリ	金沢区	2018/10/26	現地踏査
			鶴見区大黒ふ頭	2019/6/6	トラップ
			鶴見区大黒ふ頭	2019/6/28	トラップ
			金沢区鳥浜町	2019/7/9	現地踏査
	<i>Monomorium salomonis</i>	ムネアカヒメアリ	中区南本牧ふ頭	2019/5/25	同定依頼
	<i>Monomorium pharaonis</i>	イエヒメアリ	中区本牧ふ頭	2017/7/12	同定依頼
			鶴見区大黒ふ頭	2017/10/2	トラップ
	<i>Monomorium</i> sp.	ヒメアリ属の一種	中区本牧ふ頭	2019/9/12	現地踏査
	<i>Trichomyrmex destructor</i>	ミゾヒメアリ	鶴見区大黒ふ頭	2017/7/2	同定依頼
			中区本牧ふ頭	2017/8/8	同定依頼
	<i>Tetramorium bicarinatum</i>	オオシワアリ	中区本牧ふ頭	2019/9/13	現地踏査
			中区本牧ふ頭	2017/7/15	同定依頼
磯子区新磯子町			2017/7/20	同定依頼	
磯子区新磯子町			2017/8/18	同定依頼	
鶴見区大黒ふ頭			2017/10/12	トラップ	
金沢区			2018/10/26	現地踏査	
鶴見区大黒ふ頭			2019/7/23	同定依頼	
鶴見区大黒ふ頭			2019/9/30	トラップ	
中区本牧ふ頭			2019/10/1	トラップ	
<i>Pheidole indica</i>			インドオオズアリ	中区新港	2017/7/14
<i>Cardiocondyla kagutsuchi</i>	ヒヤケハダカアリ	中区本牧ふ頭	2017/7/20	同定依頼	
		中区本牧ふ頭	2017/10/2	トラップ	
		中区日本大通	2018/7/22	現地踏査	
		鶴見区大黒ふ頭	2019/6/25	同定依頼	
		金沢区	2019/7/8	現地踏査	
		中区本牧ふ頭	2019/9/13	現地踏査	
クシフタフシアリ亜科 Pseudomyrmecinae	<i>Tetraoponera rufonigra</i>	ー	鶴見区	2019/5/22	同定依頼
ヤマアリ亜科 Formicinae	<i>Nylanderia amia</i>	ケブカアメイロアリ	中区横浜公園	2017/8/7	現地踏査
			金沢区	2018/8/15	現地踏査
			金沢区	2018/10/26	現地踏査
			西区みなとみらい	2019/6/2	現地踏査
			金沢区	2019/7/9	現地踏査
			中区本牧ふ頭	2019/9/17	現地踏査
			鶴見区大黒ふ頭	2019/10/9	現地踏査
	<i>Paratrechina longicornis</i>	ヒゲナガアメイロアリ	中区本牧ふ頭	2017/7/13	同定依頼
			鶴見区大黒ふ頭	2017/10/2	トラップ
	<i>Lepisiota frauenfeldi</i>	ハヤトゲフシアリ	鶴見区大黒ふ頭	2018/11/15	同定依頼
	<i>Camponotus</i> sp.	オオアリ属の一種	中区本牧ふ頭	2019/10/28	現地踏査
<i>Polyhachis dives</i>	クロトゲアリ	中区	2018/5/1	同定依頼	
カタアリ亜科 Dolichoderinae	<i>Linepithema humile</i>	アルゼンチンアリ	鶴見区大黒ふ頭	2017/9/27	トラップ
			中区	2013/10/8	現地踏査
			鶴見区	2016/11/22	現地踏査
	<i>Tapinoma melanocephalum</i>	アワテコヌカアリ	金沢区	2018/8/2	同定依頼
			中区本牧ふ頭	2017/9/21	同定依頼
			中区本牧ふ頭	2019/9/13	現地踏査
			鶴見区大黒ふ頭	2019/10/28	現地踏査

3-1-2 アカカミアリ (図 2, 図 3a, b)

Solenopsis geminata (Fabricius, 1804)

記録：鶴見区大黒ふ頭, 2018/10/24, 2019/10/4

備考：横浜港で発見された個体群については、いずれも定着前の防除に成功している。アメリカ合衆国南部から中米が原産だが、ヒアリと同様生息域を拡大している。国外では”Tropical fire ant”と呼ばれ、有毒であるがヒアリよりは毒性が弱いといわれる。一般的に体色は頭部が褐色、他が赤褐色とされるが、2018年に鶴見区で得られた個体は全身が黒褐色という特徴があった。

3-1-3 トフシアリ属の一種 (図 4)

Solenopsis sp.

記録：鶴見区大黒ふ頭, 2019/5/27

備考：横浜港でのトラップ調査で1個体のみが発見された。体長3mm程度で、在来のトフシアリ属(トフシアリ・オキナワトフシアリ)より大型である他、ヒアリの特徴である、頭盾前縁中央の突起が見られなかった点から、アカカミアリの疑いがあるとされたが、環境省による精査の結果、アカカミアリとは別種のトフシアリ属と同定された。

3-1-4 クロヒメアリ (図 5)

Monomorium chinense Santsuchi, 1925

記録：金沢区, 2018/10/26, 2019/7/9; 鶴見区大黒ふ頭, 2019/6/6, 2019/6/28

備考：横浜港内だけでなく、港外の沿岸部でも目視確認されており、既に市内で定着しているものとみられる。熱帯アジアが原産とされ、南西諸島では全域で生息が確認されていたが、関東地方での記録は、2015年に東京都で確認されたのが初である⁸⁾。

3-1-5 ムネアカヒメアリ (図 6)

Monomorium salomonis (Linnaeus, 1758)

記録：中区南本牧ふ頭, 2019/5/25

備考：同種は流通に伴い世界全土に分布を広げており、日本では2017年に品川区で初めて確認された⁹⁾。横浜市においては本件が初確認となる。

3-1-6 イエヒメアリ (図 7)

Monomorium pharaonis (Linnaeus, 1758)

記録：中区本牧ふ頭, 2017/7/12, 2019/9/12; 鶴見区大黒ふ頭, 2017/10/2

備考：同種は戦前から国内に侵入していることが確認されている¹⁰⁾。しかし、港湾地域で確認された個体については、物資の流通に伴って国外から運ばれた個体の可能性があるため、ここに記載する。

3-1-7 ヒメアリ属の一種 (図 8)

Monomorium sp.

記録：鶴見区大黒ふ頭, 2017/7/2

備考：この種については、寺山らによって本件が日本初記録であることが指摘されている⁹⁾。

3-1-8 ミゾヒメアリ (図 9a, b)

Trichomyrmex destructor (Jerdon, 1851)

記録：中区本牧ふ頭, 2017/8/8, 2019/9/13

備考：関東地方では、2018年に千葉港で初確認されている⁹⁾。横浜市での確認は本稿が初である。2017年の個体は、標本入手時には「ヒメアリ属の一種」とされていたが、2019年に標本を再確認し、同種であると判断した。

2019年に新たに確認された個体群については、現地で巣穴が確認されたほか、体サイズの異なる働きアリからなる行列を作っており、女王、幼虫および有翅個体も観察されたことから、コロニー単位で定着していたものと考えられる。

同種は“Singapore ant”と呼称され、放浪種として知られるほか、家屋・農業害虫として認識されている。オーストラリアでは、ヒアリ等と並んで「最も危険な侵略的外来アリ6種」のうちの1種に数えられている¹¹⁾。

3-1-9 オオシワアリ (図 10)

Tetramorium bicarinatum (Nylander, 1846)

記録：中区本牧ふ頭, 2017/7/15; 磯子区新磯子町, 2017/7/20, 2017/8/18; 鶴見区大黒ふ頭, 2017/10/12, 2019/7/23, 2019/9/30; 金沢区, 2018/10/26; 中区本牧ふ頭, 2019/10/1

備考：港外での踏査でも発見されているほか、同定依頼が複数寄せられたこともあり、既に市内で定着していると思われる。

放浪種として知られるアリで、原産地は東南アジアであると考えられているが、現在は世界の熱帯・亜熱帯地域に広く分布している。国内でも東京港をはじめ、各地の沿岸部ならびに市街地で生息が確認されている⁹⁾。

3-1-10 インドオオズアリ (図 11)

Pheidole indica Mayr, 1878

記録：中区新港, 2017/7/14; 中区本牧ふ頭, 2017/7/20, 2017/10/2; 中区日本大通, 2018/7/22; 鶴見区大黒ふ頭, 2019/6/25; 金沢区, 2019/7/8

備考：既に市内で定着しているものと思われる。原産地はインドとされているが、現在は世界各地で生息が確認されている¹²⁾。他のオオズアリ属と異なり、害虫として扱われることはないが、他種のアリに対して高い攻撃性を示すことが報告されている¹²⁾、¹³⁾。

3-1-11 ヒヤケハダカアリ (図 12)

Cardiocondyla kagutsuchi Terayama, 1999

記録：中区本牧ふ頭, 2019/9/13

備考：東南アジアに分布する他、国内では石垣島で確認されている¹⁰⁾。かつてはハダカアリと呼称されていたが、遺伝子解析等の結果から、同種が3種に分割されたこと¹⁴⁾、和名が変更された。市内で確認された個体は、前伸腹節刺が認められ、腹柄節丘部の傾斜が緩やかである点から、3種の内ヒヤケハダカアリに相当すると判断した。

3-2 クシフタフシアリ亜科 Pseudomyrmecinae

3-2-1 *Tetraoponera rufonigra* (Jerdon, 1851)

(図 13)

記録：鶴見区, 2019/5/22

備考：同種は中国・東南アジア・インド・中東・アフリカにかけて広い地域に分布しており¹⁵⁾、刺されると強い痛みを伴うことで知られる。日本では「ムネアカナガフシアリ」と呼称されている例が見られる。

3-3 ヤマアリ亜科 Formicinae

3-3-1 ケブカアメイロアリ (図 14)

Nylanderia amia (Forel, 1913)

記録：中区横浜公園, 2017/8/7; 金沢区, 2018/8/15, 2018/10/26, 2019/7/9, 2019/7/9; 西区みなとみらい, 2019/6/2; 中区本牧ふ頭, 2019/9/17; 鶴見区大黒ふ頭, 2019/10/9

備考：現地踏査では、横浜港内だけでなく、港外の植え込みや、街路樹の根元などから集団で見つかり、市内で定着しているものとみられる。横浜市以外においても、国内の広い地域で定着が確認されつつある種である⁹⁾。

3-3-2 ヒゲナガアメイロアリ (図 15)

Paratrechina longicornis (Latreille, 1802)

記録：中区本牧ふ頭, 2017/7/13; 鶴見区大黒ふ頭, 2017/10/2, 2018/11/15

備考：同種は放浪種として知られており、原産地は東南アジアと考えられているが、物流に伴って熱帯および亜熱帯地域に拡散している。国内では九州、南西諸島および小笠原諸島で記録されていたが、本州でも沿岸部に限らず内陸部でも分布が確認されるようになってきている⁹⁾。脚や触角が比較的長く、素早く動き回る様子から、英語では”longhorn crazy ant”と呼ばれ、家屋害虫として認識されている⁹⁾。市街地での定着は確認されていないが、今後の動向に注意すべき種の一つである。

3-3-4 ハヤトゲフシアリ (図 16)

Lepisiota frauenfeldi (Mayr, 1855)

記録：中区本牧ふ頭, 2019/10/28

備考：国内では、2017年7月に名古屋港で初めて確認された。神奈川県内では初の確認事例となる。

南ヨーロッパを原産とし、世界各地に拡散している放浪種である。生態には現状不明な点が多いが、繁殖能力に優れ、他の昆虫を積極的に攻撃する性質があるため、高い侵略性をもつ種であると考えられている¹⁶⁾。

3-3-5 オオアリ属の一種 (図 17)

Camponotus sp.

記録：中区, 2018/5/1

備考：サンプルが入手できず、生体写真からの判断ではあるが、体色や腹部の模様からみて、国内産の種ではないと思われる。アフリカに分布する *Camponotus maculatus*¹⁷⁾ に似る。

3-3-6 クロトゲアリ (図 18)

Polyrhachis dives Smith, 1857

記録：鶴見区大黒ふ頭, 2017/9/27

備考：横浜港でのトラップ調査で確認されており、寺山ら⁹⁾が報告している。大黒ふ頭の同地点では、9月以降、約1か月にわたり生息が確認され続けたことから、一定規模の個体群が営巣していた可能性がある。

東南アジア等の熱帯・亜熱帯地域に分布し、日本では沖縄本島以南に生息しているが、物流に伴って侵入したものとみられる⁹⁾。

3-4 カタアリ亜科 Dolichoderinae

3-4-1 アルゼンチンアリ (図 19a, b)

Linepithema humile (Mayr, 1868)

記録：中区, 2013/10/8; 鶴見区, 2016/11/22; 金沢区, 2018/8/2, 2018/9/29

備考：1993年に広島県で確認されて以降、日本各地で侵入が確認されている。横浜市では、上記の事例以前に、中区本牧ふ頭で2007年に確認されたのが初事例である。

関東地方では、定着の初期段階にあるとされており、各地で防除が進められている。いくつかの地域では根絶を達成した事例もあり、中区で確認された個体群についても、2007年の事例を含め根絶に近い状態にある¹⁸⁾。

繁殖能力が極めて高く、結婚飛行を行わずに、分巢で生息域を素早く拡大する性質などから、放浪種の中でも高い侵略性を持ち、日本に限らず世界的に警戒されている外来種である^{1)、2)、11)、19)}。

3-4-2 アワテコヌカアリ (図 20)

Tapinoma melanocephalum (Fabricius, 1793)

記録：中区本牧ふ頭, 2017/9/21, 2019/9/13; 鶴見区大黒ふ頭, 2019/10/28

備考：アルゼンチンアリと同様、分巢で生息域を広げる性質がある。海外では”ghost ant”と呼ばれ、家屋内に侵入する害虫として認知されている⁹⁾。

4. おわりに

本稿では市内で確認された外来アリのうち、近年侵入したと考えられる19種について報告した。

本稿で挙げられた種の中で、既に特定外来生物に指定されている種については、市街地に定着する前に防除を実施している。

一方、それ以外の外来種の中には、生態系への影響程度が不明な種や、海外で問題視されている種が含まれている。これらの種については、環境および経済に与える影響や、市内外での分布に関する情報を蓄積し、必要に応じて防除を検討するべきである。したがって、今後はより広い範囲における調査を実施し、外来アリ分布の実態を正確に把握する必要があると思われる。

謝 辞

特定外来生物への対応にあたっては、環境省自然環境局、関東地方環境事務所、一般財団法人自然環境研究センター、および国立研究開発法人国立環境研究所にご協力をいただいた。

外来アリの種同定については、東京大学農学部の寺山守先生にご意見をいただいた。

アリの同定依頼対応、および実地踏査の際には、横浜市港湾局、各区生活衛生課、および環境創造局政策課にご協力をいただいた。

以上の皆様に感謝を申し上げます。

文 献

- 1) 環境省自然環境局：特定外来生物等一覧、 <https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/list.html> (2019年9月19日時点)
- 2) IUCN Invasive Species Specialist Group：100 of the World's Worst Invasive Alien Species, <https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/list.html> (2019年9月19日時点)
- 3) 環境省自然環境局：ヒアリに関する情報 ヒアリの全国確認状況 <https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/list.html> (2019年9月19日時点)
- 4) 横浜市：横浜港におけるヒアリの確認について、 <https://www.city.yokohama.lg.jp/city-info/koho-kocho/press/kankyo/2019/20190911191743857.html> (2019年9月19日時点)
- 5) 横浜市：横浜港におけるアカカミアリの確認について、 <https://www.city.yokohama.lg.jp/city-info/koho-kocho/press/kankyo/2018/20181102-020-28486.html> (2019年9月19日時点)
- 6) 寺山守：日本産アリ類生態情報14. 外来種目録、 <https://terayama.jimdo.com/日本産アリ類生態情報一覧-ヒアリ-ハヤトゲフシアリ/> (2019年9月20日確認)
- 7) 寺山守：アカヒアリ（ヒアリ）最近の概説と動向、 <https://terayama.jimdo.com/日本産アリ類生態情報一覧-ヒアリ-ハヤトゲフシアリ/> (2019年9月20日確認)
- 8) 寺山守・岸本年郎・酒井香・高桑正敏：東京港野鳥公園のハチ相。神奈川虫報， **185**、15-21 (2015)
- 9) 寺山守、富岡康浩、岸本敏郎：関東地方港湾部で得られた外来アリ類、日本蜂類同好会誌「つねきばち」、 **33**、13-24 (2019)
- 10) 寺山守・久保田敏・江口克之：日本産アリ類図鑑、初版第3刷、朝倉書店、278pp (2019)
- 11) CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)：Eradicating invasive ants, <https://www.csiro.au/en/Research/BF/Areas/Invasive-species-and-diseases/Managing-pest-ants> (2019年9月19日時点)
- 12) M. R. Sharaf, B. L. Fisher, C. A. Collingwood and A. S. Aldawood: Ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) of the Socotra Archipelago (Yemen): zoogeography, distribution and description of a new species, *Journal of Natural History*, **51**, 317-378 (2017)
- 13) E. M. Sarmat, G. Fisher, B. Guenard and E. P. Economo: Introduced *Pheidole* of the world: taxonomy, biology and distribution, *Zookeys*, **543**, 1-109 (2015)
- 14) I. Okita, M. Terayama and K. Tsuchida: Cryptic Lineages in the *Cardiocondyla* sl. *kagutsuchi* Terayama (Hymenoptera: Formicidae) Discovered by Phylogenetic and Morphological Approaches, *Sociobiology*, **62**, 401-411
- 15) I. Bodlah, M. T. Rasheed and M. A. Bodlah: New Distributional Records of *Tetraoponera rufonigra* (Jerdon) From Gilgit Baltistan, Pakistan, *AJAB*, **5**, 6-59 (2017)
- 16) 寺山守：ハヤトゲフシアリ (Browsing ant)：侵略的外来アリの侵入、埼玉県動物研究会会誌「埼玉動物研通信」、 **89**、33-40 (2017)
- 17) April Nobile: Dorsal view of ant *Camponotus maculatus*, https://www.antwiki.org/wiki/File:Camponotus_maculatus_casent0063127_dorsal_1.jpg (2019年9月24日確認)
- 18) 鈴木俊：根絶を目指す防除 -横浜市の事例-、アルゼンチンアリ 史上最強の侵略的外来種、東京大学出版会、287-306
- 19) 環境省中部地方環境事務所：アルゼンチンアリ一斉防除マニュアル、 https://www.env.go.jp/nature/intro/3control/files/argentine_cyushikoku.pdf (2019年9月20日確認)



図 1a ヒアリ
Solenopsis invicta Buren, 1972
(中区山下ふ頭, 2019/7/16)



図 1a ヒアリ (女王)
Solenopsis invicta Buren, 1972
(中区山下ふ頭, 2019/7/19)



図 2 アカカミアリ
Solenopsis geminata (Fabricius, 1804)
(鶴見区大黒ふ頭, 2019/10/7)



図 3a アカカミアリ (黒褐色)
Solenopsis geminata (Fabricius, 1804)
(鶴見区大黒ふ頭, 2018/10/24)



図 3b アカカミアリ (黒褐色、女王)
Solenopsis geminata (Fabricius, 1804)
(鶴見区大黒ふ頭, 2018/10/25)



図 4 トフシアリ属の一種 *Solenopsis* sp.
(鶴見区大黒ふ頭, 2019/5/27)



図5 クロヒメアリ
Monomorium chinense Santsuchi, 1925
(鶴見区大黒ふ頭, 2018/10/26)



図6 ムネアカヒメアリ
Monomorium salomonis (Linnaeus, 1758)
(中区南本牧ふ頭, 2019/5/25)



図7 イエヒメアリ
Monomorium pharaonis (Linnaeus, 1758)
(中区本牧ふ頭, 2019/9/10)



図8 ヒメアリ属の一種 *Monomorium* sp.
(鶴見区大黒ふ頭, 2017/7/2)



図9a ミゾヒメアリ
Trichomyrmex destructor (Jerdon, 1851)
(中区本牧ふ頭, 2019/9/20)



図9b ミゾヒメアリ (女王)
Trichomyrmex destructor (Jerdon, 1851)
(中区本牧ふ頭, 2019/9/24)



図 10 オオシワアリ
Tetramorium bicarinatum (Nylander, 1846)
(鶴見区大黒ふ頭, 2017/10/12)



図 11 インドオオズアリ
Pheidole indica Mayr, 1878
(鶴見区大黒ふ頭, 2019/6/25)



図 12 ヒヤケハダカアリ
Cardiocondyla kagutsuchi Terayama, 1999
(中区本牧ふ頭, 2019/9/13)



図 13 *Tetraponera rufonigra*
(Jerdon, 1851)
(鶴見区, 2019/5/22)



図 14 ケブカアメイロアリ
Nylanderia amia (Forel, 1913)
(金沢区, 2018/8/15)



図 15 ヒゲナガアメイロアリ
Paratrechina longicornis (Latreille, 1802)
(鶴見区大黒ふ頭, 2018/11/15)



図 16 ハヤトゲフシアリ
Lepisiota frauenfeldi (Mayr, 1855)
(中区本牧ふ頭, 2019/10/28)



図 17 オオアリ属の一種 *Camponotus* sp.
(中区, 2018/5/1)



図 18 クロトゲアリ
Polyrhachis dives Smith, 1857
(鶴見区大黒ふ頭, 2017/10/3)



図 19a アルゼンチンアリ
Linepithema humile (Mayr, 1868)
(鶴見区, 2019/6/7)



図 19b アルゼンチンアリ (ワーカーおよび女王)
Linepithema humile (Mayr, 1868)
(中区, 2016/7/15)



図 20 アワテコヌカアリ
Tapinoma melanocephalum (Fabricius, 1793)
(鶴見区大黒ふ頭, 2019/10/30)

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）

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、中里垂利咲（横浜市環境科学研究所）

Distributions of freshwater fish and Crustacea (Decapoda) of ponds in Yokohama City, PART2

Tatsuya Ichikawa, Hiroshi Shichiri, Naoto Motoyama, Michiko Hori, Kentaro Ushioda, Akiko Kawamura,
Kou Kawata, Arisa Nakazato (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 15 地点において魚類および甲殻類（十脚目）を対象とした生物相調査を実施し、現在の生物生息状況を把握するとともに、1994～1997 年に横浜市環境科学研究所が行った池の生物相調査結果と比較し、生物相の変化を調べた。

調査の結果、魚類では在来種のモツゴ、クロダハゼ、ミナミメダカが過去の調査と同様に多数確認された。国外外来種はカダヤシ、ブルーギルなど 6 種が確認され、確認種に変化はあったが大きな増減はなかった。甲殻類では、在来種のヌカエビ、スジエビの確認地点数は過去より増加した一方、引き続きアメリカザリガニが多くて確認されたほか、過去の調査時には未侵入だったと思われる国外外来種のカワリヌマエビ属およびチュウゴクスジエビが確認され、甲殻類相に大きな変化が見られた。

1. はじめに

環境科学研究所では、樋口ら¹⁾が 1994～1997 年にかけて市内全域の池を対象として 80 地点で調査（以下、「80 地点調査」）を実施している。また、2010～2011 年にかけて市内 4 地点の池を調査し、結果を「横浜の池の生物」としてまとめている²⁾。

しかしながら、その後は大規模な調査を実施しておらず、市内の池における生物生息状況に関する知見は不足している。そこで 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）を対象とした生物相調査を実施し、現在の生物生息状況を把握するとともに、この 20 年間における生物相の変化を比較してきた。2018 年は帷子川水系および境川水系の池におい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

調査項目を表 1 に示す。生物調査では、魚類および甲殻類を主な調査対象としたが、調査対象外の種が調査中に確認された場合は、それも付表 1 に示した。

表 1 調査項目

調査名	調査項目
水質調査	気温、水温、pH、電気伝導率 (EC)、溶存酸素量 (DO)、透視度、平均水深、底質、Cl ⁻ 、NH ₄ -N、HNO ₂ -N、HNO ₃ -N、PO ₄ -P、SO ₄ -S、Na ⁺ 、K ⁺ 、Mg ²⁺ 、Ca ²⁺ 、Br ⁻
生物調査	魚類、甲殻類、その他の生物（両生類、哺乳類、鳥類、水生植物等）

2-2 調査地点および日時

調査地点を図 1 に、地点名および調査日時を表 2 に示す。調査は 2018 年 5 月 28 日から 9 月 12 日の期間に、市内の池 14 地点を対象として実施した。このうち 8 地点は 80 地点調査の対象地点である。また、2018 年 12 月 9 日に瀬上池で実施したかいぼりの結果も併せて記載する。

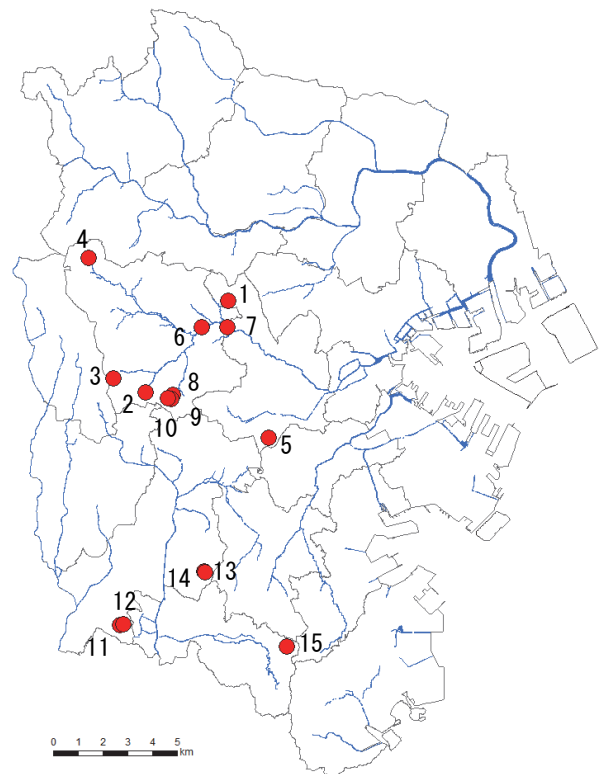


図 1 調査地点

表2 調査地点名および日時

No.	地点記号	水系	地点名	所在地	調査日	調査時間
1	AR	帷子川（新井川）	新井町公園池	保土ヶ谷区新井町	2018/5/28	10:20~12:00
2	KW	帷子川（二俣川）	柏遊水池	旭区柏町	2018/6/14	10:45~13:00
3	KM	帷子川（二俣川）	希望が丘水の森公園池	旭区中希望が丘	2018/6/25	10:45~13:00
4	WA	帷子川	若葉台雨水調整池	旭区若葉台	2018/7/11	11:00~13:40
5	KJ	帷子川（今井川）	児童遊園地	保土ヶ谷区狩場町	2018/7/19	10:45~13:00
6	KAS	帷子川	帷子川親水緑道	旭区白根	2018/7/31	10:00~12:00
7	TW	帷子川	田原橋公園池	旭区西川島町	2018/7/31	12:00~13:00
8	OK	帷子川（二俣川）	こども自然公園大池	旭区大池町	2018/8/6	9:30~12:00
9	NK	帷子川（二俣川）	こども自然公園中池	旭区大池町	2018/8/10	9:30~12:00
10	HK	帷子川（二俣川）	こども自然公園はず池	旭区大池町	2018/8/10	13:30~15:00
11	KZ	境川（関谷川）	小雀公園伊賀のため池	戸塚区小雀町	2018/8/27	10:45~12:45
12	KZY	境川（関谷川）	小雀公園ヨシ原の池	戸塚区小雀町	2018/8/27	14:30~16:00
13	MAS	境川（舞岡川）	舞岡公園さくらなみ池	戸塚区舞岡町	2018/9/12	9:30~11:30
14	MAM	境川（舞岡川）	舞岡公園宮田池	戸塚区舞岡町	2018/9/12	13:00~15:00
15	SE	境川（いたち川）	瀬上池	栄区上郷町	2018/12/9	

2-3 調査方法

水質調査の測定項目と分析方法を表3に、調査地点ごとの生物調査方法と作業内容を表4に、調査範囲を図2に示す。生物調査では投網、タモ網およびかご罟による捕獲調査を実施したほか、コイ等の大型個体について目視による確認を行った。種の同定は、原則として現地で行ったが、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した。なお、捕獲された個体は原則として記録後に放流し、特定外来生物は殺処分とした。

表3 測定項目と分析方法

測定項目	分析方法
気温	携帯型デジタル温度計 CUSTOM CT-280WR（サーミスタ）
水温	携帯型デジタル温度計 CUSTOM CT-280WR（サーミスタ）
pH	携帯型 pH 計 東亜ディーケーケー(株) HM-20P（ガラス電極法）
電気伝導率 (EC)	携帯型 EC 計 東亜ディーケーケー(株) CM-14P（交流2電極法）
溶存酸素量 (DO)	ポータブル型溶存酸素計 堀場製作所 OM-71（隔膜式ガルバニ電池法）
透視度	透視度計（100 cm）
各種イオン	イオンクロマトグラフ法
全無機態窒素 (TIN)	NH ₄ -N+NO ₂ -N+NO ₃ -N

表4 調査方法と作業内容

地点記号	調査方法					作業時間 (分)		人数
	目視	投網	タモ網	かご罟	かいぼり	網	罟	
AR	○		○	無し		50		5人
KW	○		○	無し		20		5人
KM	○		○	無し		50		5人
WA	○	○	○	4個		120	60	5人
KJ	○		○	2個		60	60	5人
KAS	○		○	2個		40	40	5人
TW	○		○	2個		30	30	5人
OK	○	○	○	4個		60	90	4人
NK	○	○	○	3個		60	90	4人
HK	○		○	1個		30	60	4人
KZ	○	○	○	4個		30	60	4人
KZY	○	○	○	3個		20	30	4人
MAS	○	○	○	4個		50	60	5人
MAM	○	○	○	3個		30	60	5人
SE					○			

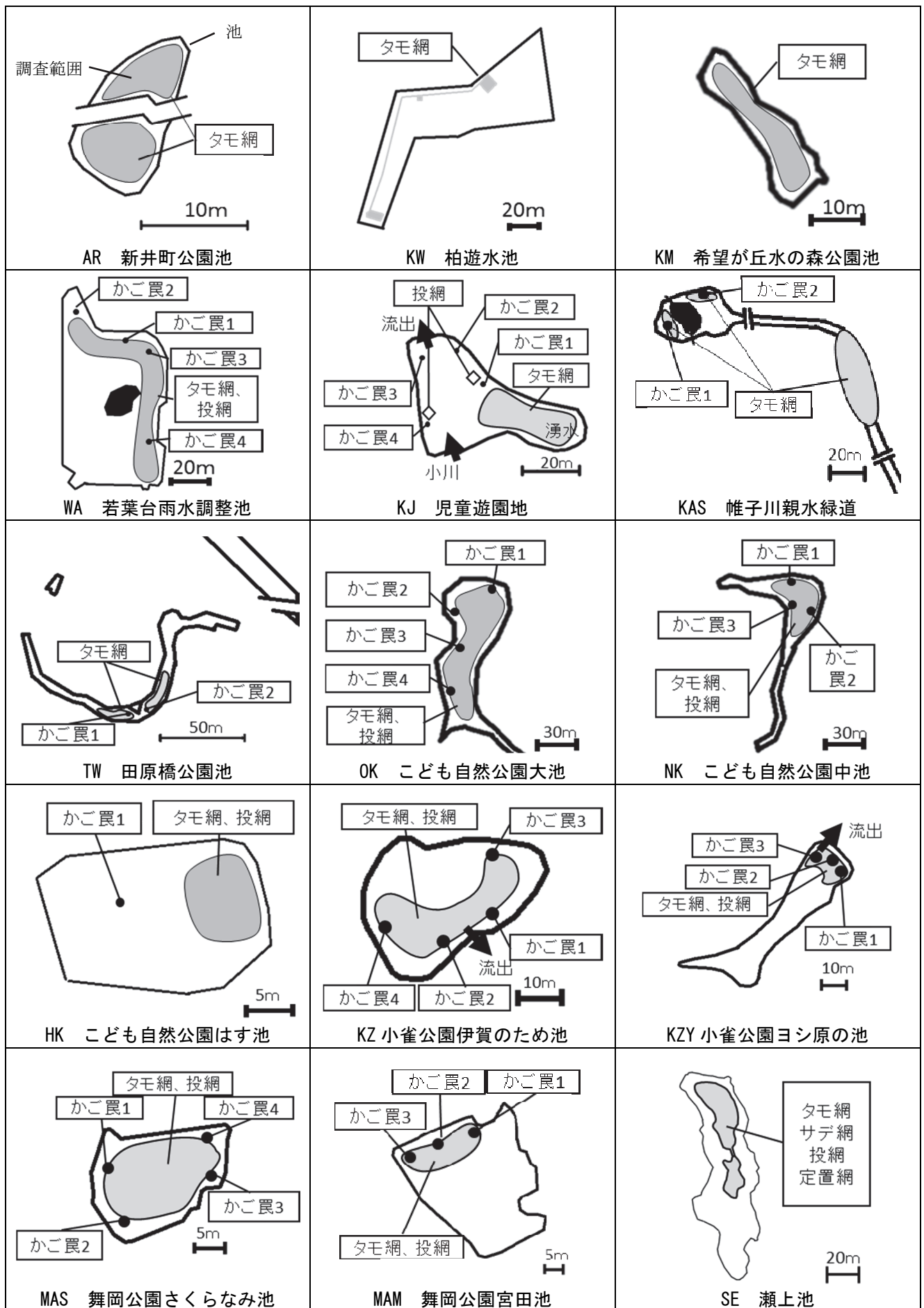


図2 調査範囲

3. 結果と考察

3-1 水質環境

水質調査の結果を表5に示す。今回の調査で透視度の低かった地点のうち、小雀公園（KZ, KZY）と舞岡公園（MAS, MAM）はプランクトンにより茶色に着色していた。また、帷子川親水緑道（KAS）は灰色に着色していた。当該地点の水源は川井浄水場から西谷浄水場へ送られる相模湖由来の水の余剰水であり、着色はそこに含まれる無機

粒子によるものと考えられる。

今回の調査では、新井町公園池（AR）およびこども自然公園大池（OK）のDOが、河川的生活環境の保全に関する環境基準⁴⁾で水産2級および水産3級の基準値である5 mg/Lを下回り、希望が丘水の森公園池（KM）、田原橋公園池（TW）およびこども自然公園はず池（HK）のDOが一般に生物の生存に必要とされる3 mg/Lを下回る結果となった。

表5 水質調査結果

地点記号	天候	気温(°C)	水温(°C)	pH	EC(mS/m)	DO(mg/L)	透視度(cm)	平均水深(cm)	底質
AR	曇り	23.4	19.5	6.4	23.7	4.4	83	5	泥
KW	晴れ	24.5	25.8	7.1	30.2	5.6	88	5	コンクリート+砂
KM	晴れ	26.5	22.8	6.5	18.6	2.3	40	7	泥
WA	晴れ	32.5	32.0	9.1	26.4	13.4	30	60	泥
KJ	晴れ	29.8	29.8	7.9	16.0	8.2	23	52	泥
KAS	晴れ	32.1	23.8	7.5	11.3	6.3	14	78	石
TW	晴れ	32.0	27.5	7.2	23.0	1.7	100	65	泥
OK	晴れ	31.6	31.6	8.0	21.3	4.8	25	未計測	泥
NK	晴れ	32.0	30.1	9.0	17.6	8.9	19	42	泥
HK	晴れ	32.3	28.6	7.3	17.7	2.0	64	42	砂+腐葉土
KZ	晴れ	32.8	31.1	7.0	23.7	6.3	40	52	泥
KZY	晴れ	32.0	31.6	7.1	32.2	7.3	25	51	泥
MAS	晴れ	23.6	22.6	7.4	22.2	6.5	10	60	泥
MAM	晴れ	25.2	23.1	7.5	11.5	5.7	5	62	泥
SE	曇り	6.2	3.4	8.8	42.7	10.8	83	未計測	泥

地点記号	Cl ⁻ (mg/L)	NH ₄ -N(mg/L)	NO ₂ -N(mg/L)	NO ₃ -N(mg/L)	TIN(mg/L)	PO ₄ -P(mg/L)	SO ₄ -S(mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Br ⁻ (mg/L)
AR	6.8	0.08	<0.03	0.71	0.79	<0.1	19	9.9	0.6	9.6	21	<0.1
KW	7.7	<0.07	0.04	0.29	0.33	<0.1	55	12	1.1	12	39	0.1
KM	6.6	<0.07	<0.03	2.3	2.3	<0.1	16	11	0.2	5.7	12	0.1
WA	8.2	0.16	0.03	0.11	0.30	<0.1	21	9.7	1.1	11	27	0.3
KJ	8.8	<0.07	<0.03	<0.02	<0.12	<0.1	4.7	7.0	0.8	7.2	15	0.2
KAS	4.0	0.13	<0.03	0.78	0.91	<0.1	12	5.6	1.3	3.5	8.9	<0.1
TW	7.8	0.14	0.07	1.2	1.5	<0.1	33	9.8	3.1	7.9	24	0.2
OK	9.9	<0.07	<0.03	<0.02	<0.12	<0.1	5.3	7.8	1.6	8.0	22	0.2
NK	9.4	<0.07	<0.03	<0.02	<0.12	<0.1	2.5	7.1	1.3	8.5	26	0.2
HK	9.9	0.09	<0.03	0.06	0.15	<0.1	1.9	6.7	0.9	8.6	19	0.2
KZ	11	<0.07	<0.03	0.02	<0.12	<0.1	23	11	2.0	9.8	32	0.2
KZY	17	0.12	<0.03	<0.02	0.12	<0.1	21	15	3.1	14	41	0.2
MAS	12	<0.07	<0.03	<0.02	<0.12	<0.1	35	8.6	1.2	9.6	18	<0.1
MAM	8.8	<0.07	<0.03	0.06	<0.12	<0.1	8.3	6.5	1.6	4.6	7.7	<0.1
SE	12	<0.07	<0.03	0.24	0.24	<0.1	25	18	3.8	15	49	<0.1

3-2 魚類および甲殻類の生物相

確認された生物の種類名、学名、種の由来を表6に示す。なお、魚類の学名は中坊⁵⁾の資料を参考にした。

池別の確認個体数を付表1に示す。付表中にはタモ網、投網およびかご罟の合計確認個体数ならびに、コイ等の大型個体については目視確認の結果を記載した。なお、確認種類数を計数する際、ギンブナが確認された調査地点ではフナ属を確認種類数に含めていない。また、調査時に確認された魚類・甲殻類以外の生物も併せて記載した。

調査地点別の結果を付表2~16に示す。付表中には、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した。

3-2-1 魚類

確認された魚類は在来種9種類、特定外来生物4種類を含む国外外来種6種類および品種2種類の計17種類であった。なお、在来種としたコイとミナミメダカについては放流由来の可能性⁶⁾がある。

最も多く出現した魚類は在来種のコイで確認地点数、確認個体数ともに最多であった。同様に在来種であるミナミメダカとクロダハゼも確認地点数、確認個体数ともに多く、在来種が生物相の中心であった。一方、小雀公園(KZ, KZY)および舞岡公園(MAS, MAM)においては、特定外来生物のカダヤシが多数確認されており、舞岡公園さくらなみ池(MAS)以外の3地点ではミナミメダカが確認できず、外来種による影響が示唆された。

今回調査した15地点のうち、新井町公園池(AR)と希望が丘水の森公園(KM)では魚類がほとんど確認されなかった。この2地点は泥の堆積によって池の水深が10cm未満となっているため、魚類の生息に適さない環境となっている可能性がある。一方で、この2地点ではヤマアカガエルの幼生が多数確認されており、カエル類の生息地としては良好な環境であると考えられる。

3-2-2 甲殻類

確認された甲殻類は在来種5種類、国外外来種3種類の計8種類であった。このうち、確認地点数が最も多かった種類は国外外来種のカワリヌマエビ属とアメリカザリガニの2種で、確認個体数が最も多かった種類もカワリヌマエビ属であった。在来種のスジエビおよびヌカエビは多くの池で確認されたものの、魚類相に比べ甲殻類相は外来種が優勢であった。

カワリヌマエビ属は、1999年に福嶋ら⁷⁾により横浜市北東部の入江川において市内で初めて確認された。これらは当初、西日本に生息するミナミヌマエビ *Neocaridina denticulata* と考えられていたが、2011年の横浜市の河川生物相調査⁸⁾以降、横浜市ではカワリヌマエビ属 *Neocaridina* spp. とされており、今回もそれに倣った。長谷川ら⁹⁾はカワリヌマエビ属がヌカエビの生息に負の影響を与えると指摘しており、片山ら¹⁰⁾によると両種の個体数がほぼ同数の池では2-3年ですべてカワリヌマエビ属に置き換わる事例も確認されている。今回の調査で両種共に確認された7地点では今後のヌカエビへの影響が心配される。

舞岡公園(MAS, MAM)では、スジエビに類似した国外外来種が確認された。環境科学研究所の過年度調査^{6), 11)}では

本種を外来性スジエビ近似種 *Palaemonetes sinensis* と呼称していたが、本報では今井ら¹²⁾に従いチュウゴクスジエビ *Palaemon sinensis* と記載することとした。市内でのチュウゴクスジエビの確認された地点はまだ限られているが、斉藤ら¹³⁾によると本種は過去に横浜市内でシラサエビという名称で釣り餌として流通していた。そのため、残餌の廃棄等による放流の影響が懸念される。

3-3 過去の調査結果との比較

1995~1997年にかけて80地点調査で調査した8地点(新井町公園池(AR)、柏遊水池(KW)、若葉台雨水調整池(WA)、児童遊園地(KJ)、田原橋公園池(TW)、こども自然公園大池(OK)、中池(NK)、小雀公園伊賀のため池(KZ))について、過去と今回の種類別出現地点数ならびに確認個体数の比較を表7に示す。

魚類について比較すると、在来種のコイ、ミナミメダカおよびクロダハゼの出現地点数が増加した一方、特定外来生物のカダヤシ、ブルーギルおよびオオクチバスの出現地点数は増加しておらず、外来種の拡散は見られなかった。また、イロゴイが新たに確認されたが、これは過去の調査以降に放流が行われたと思われる。

甲殻類について比較すると、今回の調査では確認種類数が3から6に増加するとともに、種毎の確認地点数も増加しており、確認個体数の約8割をアメリカザリガニが占めていた約20年前と比べると、甲殻類相が豊かであった。

最も多くの地点で確認されたのは、80地点調査では確認されていないカワリヌマエビ属である。本種は河川において1999年の初確認以降分布を拡大しており⁶⁾、今回の結果では池でも同様に分布を拡大していた。一方、在来種のコイおよびスジエビも新たに確認された地点が見られた。この2種は従来より市内に生息しており、自然に分布を拡大したとも考えられるが、人為的に移入された可能性も考慮する必要がある。アメリカザリガニは確認個体数が激減しているが、その理由は20年前に335個体が確認された児童遊園地において今回は11個体と確認個体数が減少したためであり、他の調査地点では個体数は減少していない。

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15地点を対象に魚類・甲殻類の生物相調査を実施した結果、魚類では在来種が優勢であった一方、甲殻類では在来種も増加傾向であったものの、外来種が優勢であった。

今後も継続的に池の生物相調査を実施し、横浜市における止水域生態系の現状ならびに地域ごとの特色を把握することで、市の環境保全につなげることが重要である。

謝辞

調査にあたり、新井町公園愛護会、相鉄不動産株式会社、横浜市環境創造局北部公園緑地事務所、南部公園緑地事務所、環境活動支援センター、旭土木事務所、保土ヶ谷土木事務所の皆様に協力を頂いた。本報告をまとめるにあたり、厚く御礼申し上げる。

表6 魚類・甲殻類の採集リスト

綱・目・科	種類名	学名	種の由来
硬骨魚綱		Osteichthyes	
コイ目		Cypriniiformes	
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 ギンブナ	<i>Carassius langsdorfi langsdorfi</i>	在来種
	フナ属	<i>Carassius</i> spp.	不明
	4 タイリクバラタナゴ	<i>Rhodeus ocellatus ocellatus</i>	国外外来種
	5 オイカワ	<i>Opsariichthys platypus</i>	在来種
	6 ソウギョ	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	国外外来種
	7 アブラハヤ	<i>Phoxinus lagowskii steindachneri</i>	在来種
	8 モツゴ	<i>Pseudorasbora parva</i>	在来種
ドジョウ科		Cobitidae	
	9 ドジョウ	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	在来種
ガー目		Lepisosteiformes	
ガー科		Lepisosteidae	
	10 アリゲーターガー	<i>Atractosteus spatula</i>	特定外来生物
カダヤシ目		Cyprinodontiformes	
カダヤシ科		Poeciliidae	
	11 カダヤシ	<i>Gambusia affinis</i>	特定外来生物
ダツ目		Beloniformes	
メダカ科		Adrianichthyidae	
	12 ミナミメダカ	<i>Oryzias latipes</i>	在来種※
	13 ヒメダカ	<i>Oryzias latipes</i>	品種
スズキ目		Perciformes	
サンフィッシュ科		Centrarchidae	
	14 ブルーギル	<i>Lepomis macrochirus macrochirus</i>	特定外来生物
	15 オオクチバス	<i>Micropterus salmoides</i>	特定外来生物
ハゼ科		Gobiidae	
	16 クロダハゼ	<i>Rhinogobius kurodai</i>	在来種
	17 スミウキゴリ	<i>Gymnogobius petschiliensis</i>	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> spp.	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 スジエビ	<i>Palaemon paucidens</i>	在来種
	5 チュウゴクスジエビ	<i>Palaemon sinensis</i>	国外外来種
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
カニ下目		Brachyura	
サワガニ科		Potamidae	
	7 サワガニ	<i>Geothelphusa dehaanii</i>	在来種
イワガニ科		Grapsidae	
	8 モクズガニ	<i>Eriocheir japonica</i>	在来種

※ 市内のコイとミナミメダカは放流由来の可能性がある。

表 7 出現種類数および確認地点数、確認個体数の経年変化

	種類名	1995-1997					2018				
		出現種 ※1	地点数	出現率 (%)	個体数 ※2	優占率 (%)	出現種 ※1	地点数	出現率 (%)	個体数 ※2	優占率 (%)
魚類	コイ	○	2	25	2	0.1	○	3	37.5	2	0.1
	イロゴイ						○	4	50		
	ギンブナ						○	1	12.5	47	1.4
	フナ属	○	1	12.5	2	0.1	○	2	25	6	0.2
	キンギョ	○	1	12.5	1	0.1					
	タイリクバラタナゴ	○	1	12.5	3	0.2	○	1	12.5	45	1.4
	ソウギョ						○	1	12.5		
	モツゴ	○	6	75	1456	90.8	○	8	100	2570	78.9
	ドジョウ						○	1	12.5	9	0.3
	シマドジョウ	○	1	12.5	1	0.1					
	カダヤシ	○	1	12.5	15	0.9	○	1	12.5	93	2.9
	ミナミメダカ	○	2	25	21	1.3	○	6	75	286	8.8
	ヒメダカ	○	1	12.5			○	1	12.5		
	ブルーギル	○	1	12.5			○	1	12.5		
オオクチバス	○	1	12.5								
クロダハゼ	○	4	50	103	6.4	○	5	62.5	200	6.1	
	種類数計	12			1604		12		3258		
甲殻類	カワリヌマエビ属						○	7	87.5	468	28.4
	ヌカエビ						○	4	50	81	4.9
	テナガエビ	○	1	12.5			○	2	25	4	0.2
	スジエビ	○	2	25	89	19.7	○	6	75	1017	61.7
	アメリカザリガニ	○	6	75	362	80.3	○	6	75	77	4.7
	サワガニ						○	1	12.5	1	0.1
	種類数計	3			451		6		1648		

※1 2018年の出現種はギンブナとフナ属を合わせて1種類とする

※2 目視もしくは聞き取りによる確認は個体数の計算に含まれていない

※3 80地点調査で調査した8地点 (AR, KW, WA, KJ, TW, OK, NK, KZ) を対象に比較をしている

文 献

- 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)
- 横浜市環境科学研究所：横浜の池の生物、203pp. (2011)
- 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)
- 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 (2019年9月現在)
- 中坊徹次編：日本産魚類検索 全種の同定 第三版、東海大学出版会、2428pp. (2013)
- 横浜市環境科学研究所：横浜の川と海の生物(第14報・河川編)、184pp. (2016)
- 福嶋悟、樋口文夫、小市佳延、下村光一郎、神保健次、中村明世：小雀公園の水域生態系-公園管理のための基礎資料一、横浜市環境科学研究所報、32、73-78 (2008)
- 横浜市環境科学研究所：横浜の川と海の生物(第13報・河川編)、111pp. (2012)
- 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)
- 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)
- 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)
- 今井正、大貫貴清：宇和島市岩松川水系で採集された淡水エビの移入種 *チュウゴクスジエビ* (改称) *Palaemon sinensis* (Sollaud, 1911)、南紀生物、59、82-86 (2017)
- 斉藤英俊、鬼村直生、米谷公宏、清水識裕、小林薫平、児玉敦也、河合幸一郎：外来釣り餌動物 *チュウゴクスジエビ Palaemon sinensis* の出現状況、広島大学総合博物館研究報告、9、33-39 (2017)
- 横浜市環境創造局環境活動支援センター：平成 24 年度「横浜市児童遊園地かいぼりイベント業務実施委託」報告書、23pp. (2013)
- 環境創造局中部公園緑地事務所：小雀公園における生物（水生生物）、水質調査、20pp. (2004)
- 道路局建設課：平成 20 年度都市計画道路横浜藤沢線の整備に係わる舞岡公園への環境影響調査、94pp. (2008)
- 環境創造局環境科学研究所：平成 19 年度河川域生物生息環境調査源流域水環境基礎調査報告書、109pp. (2008)

付表2 新井町公園池調査結果

種類名	調査日	1997.5.22 ¹⁾	2018.5.28
	調査方法		タモ網
魚類	コイ	1	
	モツゴ		1
	ミナミメダカ	1	
	ヒメダカ	稚魚多数	
種類数計		3	1
甲殻類 (十脚目)	カワリヌマエビ属		6
	ヌカエビ		3
	アメリカザリガニ	1	21
	サワガニ		1
種類数計		1	4
両生類	ヤマアカガエル		30
	ダルマガエル類※1		3
貝類	カワニナ		1
昆虫類	クロスジギンヤンマ		成虫
	オオシオカラトンボ		成虫
	オオアメンボ		○
	ヤスマツアメンボ		○
植物	ヘラオモダカ		○
	キシウブ		○
	ハンゲシヨウ		○
	ミゾソバ		○
	イネ科		○
	種類数合計		4

※1 横浜に自然分布するダルマガエル類はトウキョウダルマガエルだが、斑紋からナゴヤダルマガエルの可能性がある。

付表3 柏遊水池調査結果

種類名	調査日	1996.5.28 ¹⁾	2018.6.14
	調査方法		タモ網
魚類	モツゴ		3
	ドジョウ		9+多数
	ミナミメダカ		243+多数
種類数計		0	3
甲殻類 (十脚目)	カワリヌマエビ属		42
種類数計		0	1
渦虫類	アメリカツノウズムシ		○
貝類	ヒメモノアラガイ		○
	サカマキガイ		○
甲殻類 (その他)	ミズムシ		○
昆虫類	クロスジギンヤンマ		成虫
	ショウジョウトンボ		2
	シオカラトンボ		成虫
	オオシオカラトンボ		成虫
	アメンボ		○
	ヒメアメンボ		○
植物	ガガンボ科		○
	ユスリカ科		○
	ヘラオモダカ		○
	オオカワヂシャ		○
	ヨシ		○
	イネ科		○
種類数合計		0	20

付表4 希望が丘水の森公園池調査結果

種類名	調査日	2018.6.25
	調査方法	タモ網
甲殻類 (十脚目)	アメリカザリガニ	145
種類数計		1
両生類	ヤマアカガエル	1
甲殻類 (その他)	フロリダマミズコエビ	1
昆虫類	シオカラトンボ	成虫
	ヤスマツアメンボ	○
植物	ヘラオモダカ	○
	オオフサモ	○
	ツリフネソウ	○
種類数合計		8

付表5 若葉台雨水調整池調査結果

種類名	調査日	1995.5.16 ¹⁾	2018.7.11				合計
		目視	タモ網	投網	かご罟		
魚類	コイ	1		2		2	
	イロゴイ		○			○	
	ギンブナ			47		47	
	モツゴ	55			135	135	
	ミナミメダカ			5		5	
	クロダハゼ※1	3		30		4	34
種類数計		3	1	2	2	2	6
甲殻類 (十脚目)	ヌカエビ			16		16	
	スジエビ			19	3	22	
	アメリカザリガニ			11	1	12	
種類数計		0	0	3	0	2	3
鳥類	カイツブリ					○	
	バン					○	
昆虫類	ギンヤンマ					成虫	
	ショウジョウトンボ					成虫	
	シオカラトンボ					成虫	
	コフキトンボ					成虫	
	コシアキトンボ					成虫	
	トンボ科					1	
植物	アメンボ					○	
	オオキンケイギク					○	
	ヒメガマ					○	
種類数合計		3				20	

※1 過年度にトウヨシノボリと記録された種については、クロダハゼとして記載した。

付表6 児童遊園地調査結果

種類名	調査日	1996.6.5 ¹⁾		2012.11.19 ¹⁴⁾		2012.12.8 ¹⁴⁾		2018.7.19			
	調査方法			生物調査	聞き取り	かいぼり	目視	タモ網	投網	かご罨	合計
コイ					○	○					○
イロゴイ							○				○
ギンブナ						○					
フナ属					○				1		1
モツゴ		211		○	○	○		1	1	154	156
オイカワ						○					
ミナミメダカ				○		○		1	2		3
ヒメダカ				○							○
ブルーギル					○	○					○
クロダハゼ※1		30		○	○	○		28	1		29
種類数計		2		4	5	7	3	3	4	1	7
カワリヌマエビ属※2				○		○		58			58
ヌカエビ				○		○		20			20
スジエビ				○		○		94	10	759	863
アメリカザリガニ		335		○	○	○		5		6	11
モクズガニ						○					
種類数計		1		4	1	5	0	4	1	2	4
カワガモ											○
白サギ											○
アオサギ											○
カワセミ											○
爬虫類					○	○					
両生類				○		○					○
貝類				○		○					
甲殻類(その他)				○							
ガガンボ科				○							
シマアメンボ				○							
コマツモムシ						○					
アジアイトトンボ				幼虫							
クロイトトンボ				幼虫							成虫
オニヤンマ				幼虫		○					
ショウジョウトンボ											成虫
シオカラトンボ											成虫
コシアキトンボ											○
カキツバタ											○
キショウブ											○
オオフサモ				○		○					○
スイレン属											○
ハス				○		○					
ガマ				○		○					
種類数合計		3		19	7	20					24

※1 過年度にトウヨシノボリと記録された種については、クロダハゼとして記載した。

※2 過年度にミナミヌマエビと記載された種については、カワリヌマエビ属として記載した。

付表7 帷子川親水緑道調査結果

種類名	調査日	2015.9.4		2018.7.31		合計
	調査場所	池	水路	池	かご罨	
種類名	調査方法	目視	タモ網	タモ網	かご罨	
アブラハヤ			2			2
ブルーギル					1	1
オオクチバス	○					
スミウキゴリ			1			1
種類数計		1	2	0	1	3
カワリヌマエビ属			40	50		90
アメリカザリガニ			1			1
種類数計			2	1	0	2
爬虫類						○
貝類						○
タイワンシジミ						○
甲殻類(その他)						1
シロタニガワカゲロウ						1
ハグロトンボ						成虫
コシアキトンボ						成虫
オオアメンボ	○					○
シマアメンボ						1
ヤマトクロスジヘビトンボ						1
センブリ属						1
コガタシマトビケラ属						1
ガガンボ科						1
ユスリカ科						1
種類数合計		2				19

※ 2015年は環境科学研究所職員による目視確認

付表8 田原橋公園池調査結果

種類名	調査日	1997.11.9 ¹⁾		2018.7.31		合計
	調査方法	目視	タモ網	投網	かご罨	
モツゴ		17	9			87
ミナミメダカ		20	20		78	20
クロダハゼ			12			12
種類数計		2	0	3	0	1
カワリヌマエビ属			149			149
スジエビ			少数			少数
アメリカザリガニ		13	10		6	16
種類数計		1	0	3	0	1
両生類						○
貝類						4
ヒメタニシ						○
カワニナ						2
ショウジョウトンボ						成虫
シオカラトンボ						成虫
オオアメンボ						○
シマアメンボ						○
植物						○
種類数合計		3				14

付表9 こども自然公園大池調査結果

種類名	調査日 調査方法	1997.5.15 ¹⁾	2010.7.14 ²⁾	2018.8.6				合計	
			※2	目視	タモ網	投網	かご罨		
魚類	コイ		目視	○				○	
	イロゴイ			○				○	
	フナ属		2			5		5	
	タイリクバラタナゴ	3					45	45	
	モツゴ	60	144		19	2	1370	1391	
	ミナミメダカ		4		8		1	9	
	アリゲーターガー				聞き取り			聞き取り	
	ブルーギル	聞き取り							
	オオクチバス	聞き取り							
	クロダハゼ※1	40			50		6	56	
	ヨシノボリ属			52					
種類数計		5	5	3	3	2	4	8	
甲殻類 (十脚目)	カワリヌマエビ属					97		97	
	テナガエビ	聞き取り	3			2		2	
	スジエビ	50	50以上			44	4	48	
	アメリカザリガニ	1	11			2		2	
種類数計		3	3	0	4	0	1	4	
鳥類	カルガモ							○	
	アオサギ							○	
爬虫類	ミシシッピアカミミガメ		○						
両生類	ウシガエル		○					○	
	アジアイトトンボ		○						
	アオモンイトトンボ		○						
	マルタンヤンマ		○						
	ギンヤンマ		○					成虫	
	ヤブヤンマ		○						
	ウチワヤンマ		○					成虫	
	オニヤンマ		○						
	オオヤマトンボ		○					幼虫+成虫	
	ショウジョウトンボ		○					成虫	
	シオカラトンボ		○					成虫	
	オオシオカラトンボ		○						
	シオヤトンボ		○						
	コフキトンボ		○					成虫	
	コシアキトンボ		○					成虫	
	ウスバキトンボ		○						
	チョウトンボ		○						
	コノシメトンボ		○						
	アキアカネ		○						
	ノシメトンボ		○						
	ネキトンボ		○						
	アメンボ								○
	トガリアメンボ								○
	植物	ヨシ							○
		ヒメガマ							○
	種類数合計		8	30					26

※1 過年度にトウヨシノボリと記録された種については、クロダハゼとして記載した。

※2 2010年のトンボ類調査は6月、8月、9月の合算

付表 10 こども自然公園中池調査結果

種類名	調査日 調査方法	1997.5.15 ¹⁾	2010.7.14 ²⁾	2018.8.10				合計
				目視	タモ網	投網	かご罟	
コイ			目視	○				○
イロゴイ				○				○
ソウギョ				○				○
フナ属		2						
タイリクバラタナゴ			1					
モツゴ		630	186			3	237	240
シマドジョウ		1						
ミナメダカ			1		6			6
クロダハゼ※1		30			66		3	69
ヨシノボリ属			24					
種類数計		4	5	3	2	1	2	6
カワリヌマエビ属					2			2
ヌカエビ					42			42
テナガエビ			2		2			2
スジエビ		39	16		44		21	65
アメリカザリガニ		4						
種類数計		2	2	0	4	0	1	4
鳥類								○
カワセミ								○
爬虫類			○					
オオヤマトンボ								1
シオカラトンボ								成虫
コシアキトンボ								成虫
ウスバキトンボ								成虫
種類数合計		6	8					16

※1 過年度にトウヨシノボリと記録された種については、クロダハゼとして記載した。

付表 11 こども自然公園はず池調査結果

種類名	調査日 調査方法	2015.10.15	2018.8.10				合計
		※1	目視	タモ網	投網	かご罟	
モツゴ						40	40
ドジョウ		1				3	3
ミナメダカ		2		18		4	22
クロダハゼ				2		1	3
種類数計		2	0	2	0	4	4
カワリヌマエビ属		122		90			90
ヌカエビ		42		50		2	52
スジエビ		3		3		6	9
アメリカザリガニ				8		11	19
種類数計		3	0	4	0	3	4
両生類							○
ウシガエル							○
昆虫類							成虫
シオカラトンボ							成虫
ウスバキトンボ							成虫
植物							○
スイレン属							○
ヨシ							○
種類数合計		5					13

※1 2015年は環境科学研究所の未公表データ。

付表 12 小雀公園伊賀のため池調査結果

種類名	調査日 調査方法	1997.6.11 ¹⁾	2004.9.21 ¹⁵⁾	2006.8.16 ⁷⁾	2018.8.27				合計
					目視	タモ網	投網	かご罨	
コイ				6					
キンブナ			2						
ギンブナ			5						
魚類	キンギョ	1							
	モツゴ	483	48	786		9		545	554
	カダヤシ	15	4	59		14		79	93
	種類数計	3	4	3	0	2	0	2	2
	カワリヌマエビ属※1			152		111		3	114
甲殻類 (十脚目)	スジエビ		96			18		1	19
	アメリカザリガニ	8	1			2		13	15
	種類数計	1	2	1	0	3	0	3	3
両生類	ウシガエル								30
	ヌマガエル								○
貝類	ヒメタニシ								○
	カワニナ								○
昆虫類	キイトンボ								成虫
	アオモンイトンボ								成虫
	クロイトンボ								成虫
	ギンヤンマ								成虫
	シオカラトンボ								成虫
	オオシオカラトンボ								成虫
	コシアキトンボ								2+成虫
	アメンボ								○
植物	ヒメガマ								○
	種類数合計	4	6	4					18

※1 過年度にミナミヌマエビと記載された種については、カワリヌマエビ属として記載した。

付表 13 小雀公園ヨシ原の池調査結果

種類名	調査日 調査方法	2006.8.16 ⁷⁾	2018.8.27				合計
			目視	タモ網	投網	かご罨	
魚類	モツゴ	20		1		80	81
	カダヤシ	5		22		221	243
	種類数計	2	0	2	0	2	2
甲殻類 (十脚目)	カワリヌマエビ属※1	4		157		11	168
	アメリカザリガニ	11		22	11	51	84
	種類数計	2	0	2	1	2	2
両生類	ウシガエル						2
貝類	カワニナ						○
昆虫類	ギンヤンマ						成虫
	コシアキトンボ						成虫
	アメンボ						○
植物	ヨシ						○
	種類数合計	4					10

※1 過年度にミナミヌマエビと記載された種については、カワリヌマエビ属として記載した。

付表 14 舞岡公園さくらなみ池調査結果

種類名	調査日 調査方法	2007~2008 ¹⁶⁾		2018.9.12				
		※3	※4	目視	タモ網	投網	かご罟	合計
コイ						1		1
モツゴ		○	○		6	9	655	670
ドジョウ		○	○		1			1
カダヤシ		○			77		12	89
ミナミメダカ		○	○		63	1		64
クロダハゼ※1		○	○					
種類数計		5	4	0	4	3	2	5
カワリヌマエビ属※2		○	○		113	1		114
ヌカエビ		○	○		22			22
スジエビ			○		9	4	23	36
チュウゴクスジエビ			○		2		55	57
アメリカザリガニ		○			6	2	16	24
種類数計		3	4	0	5	3	3	5
爬虫類	クサガメ	○						
両生類	ウシガエル	○						59
	ヒメタニシ							12
貝類	サカマキガイ	○						
	カワニナ	○						2
環形動物	エラムミズ	○						
	イトミミズ科	○						
	アジアイトトンボ							成虫
	アオモンイトトンボ							成虫
	ギンヤンマ							1
	クロスジギンヤンマ	○						
	ショウジョウトンボ	○						
	シオカラトンボ	○						1+成虫
	トンボ科	○						
	アメンボ	○						
	ヒメアメンボ	○						
昆虫類	コムズムシ属の1種	○						
	チビミズムシ属の1種	○						
	コマツモムシ							1
	ハイロゲンゴロウ	○						
	チョウバエ属の仲間	○						
	カ科	○						
	モンユスリカ亜科	○						
	Chironomus属の1種	○						
	Sergentia属の1種	○						
	ユスリカ亜科	○						
植物	キシノウエ							○
	ヨシ							○
種類数合計		29	8					20

※1 過年度にトウヨシノボリと記録された種については、クロダハゼとして記載した。

※2 過年度にミナミヌマエビと記載された種については、カワリヌマエビ属として記載した。

※3 魚類は秋季、冬季、春季、夏季の4回。甲殻類は冬季、早春、夏季の3回。

※4 2012年は環境科学研究所の未公表データ。

付表 15 舞岡公園宮田池調査結果

種類名	調査日	2007.7.19 ¹⁷⁾		2007~2008 ¹⁶⁾		2018.9.12			合計
	調査方法			※3	目視	タモ網	投網	かご罨	
魚類	モソゴ		197	○		12	1	7	20
	カダヤシ					44		5	49
	ミナミメダカ		4	○					
	クロダハゼ※1		13	○		12			12
	種類数計		3	3		0	3	1	2
甲殻類 (十脚目)	カワリヌマエビ属※2		156	○		31		1	32
	ヌカエビ			○		202			202
	スジエビ		10			22		17	39
	チュウゴクスジエビ					1		4	5
	アメリカザリガニ		17	○		6	2	40	48
種類数計		3	3		0	5	1	4	5
鳥類	カワセミ								○
両生類	ウシガエル								117
貝類	サカマキガイ			○					
	カワコザラガイ			○					
環形動物	エラミズ			○					
	ウチワミズ属の1種			○					
昆虫類	アジアイトトンボ								成虫
	ギンヤンマ								成虫
	コシアキトンボ			○					成虫
	トンボ科			○					
	アメンボ			○					○
	アメンボ科								
	コムズムシ属の1種			○					
	ハイイロゲンゴロウ			○					
	キベリヒラタガムシ			○					
	ヒメガムシ								5
	ガガンボ属の1種			○					
	コシボソガガンボ科			○					
	Chironomus属の1種			○					
Sergentia属の1種			○						
ハナアブ科			○						
植物	ヨシ								○
	ヒメガマ								○
種類数合計		6	21						17

※1 過年度にトウヨシノボリと記録された種については、クロダハゼとして記載した。

※2 過年度にミナミヌマエビと記載された種については、カワリヌマエビ属として記載した。

※3 魚類は秋季、冬季、春季、夏季の4回。甲殻類は冬季、早春季、夏季の3回。

付表 16 瀬上池調査結果

種類名	調査日	1997.6.5 ¹⁾	2010.7.13 ²⁾	2015.12.12	2018.12.9	
	調査方法			かいぼり	かいぼり	
魚類	コイ		目視	41	1	
	フナ属			45	159	
	ソウギョ			1		
	モツゴ	12	1	78	62	
	アブラハヤ			1		
	オイカワ		2	2939	315	
	ヒメダカ			1		
	ブルーギル	8				
	オオクチバス	4	4	70	49	
	クロダハゼ※1	2		6	88	
	ヨシノボリ属			23		
	種類数計		4	5	9	6
	甲殻類 (十脚目)	カワリヌマエビ属			62	589
ヌカエビ		28	4		1	
スジエビ				1		
アメリカザリガニ		6	2	4	14	
モクズガニ				3	2	
種類数計		2	2	4	4	
甲殻類 (その他)	ヨコエビ目			3	8	
	ミズムシ(等脚目)				10	
爬虫類	ミシシッピアカミミガメ		○	1	1	
	クサガメ			1	2	
両生類	ウシガエル		○	5	23	
	ニホンアマガエル		○			
	ヤマアカガエル		○			
貝類	オオタニシ		12		○	
昆虫類	モノサシトンボ			1	1	
	コシボソヤンマ			4		
	ヤマサナエ			5		
	ダビドサナエ				1	
	コオニヤンマ			2	4	
	オオヤマトンボ				2	
	オオシオカラトンボ			1		
	コシアキトンボ			19	66	
	フタスジモンカゲロウ			2		
	フタツメカワゲラ属			3		
	アメンボ			2		
	ハイイロチビミズムシ			2		
	エサキコミズムシ			1		
	マツモムシ				3	
	ヤマトクロスジヘビトンボ		1			
	ネグロセンブリ			12		
	センブリ属		3			
	ガガンボ属の一種			9		
	ユスリカ科			4	25	
	ブユ科			1		
	ハエ目				3	
	マメゲンゴロウ				1	
	種類数合計		6	14	32	25

※1 過年度にトウヨシノボリと記録された種については、クロダハゼとして記載した。

横浜市内のマイクロプラスチック調査（第3報）

-魚類の消化管内のマイクロプラスチック調査-

堀美智子、中里亜利咲、浦垣直子、七里浩志、市川竜也、潮田健太郎（横浜市環境科学研究所）

Microplastic survey in Yokohama City (Part3)

-Microplastic survey in digestive tracts of fish-

Michiko Hori, Arisa Nakazato, Naoko Uragaki, Hiroshi Shichiri, Tatsuya Ichikawa, Kentaro Ushioda
(Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：マイクロプラスチック、魚類、消化管、横浜港

要旨

横浜市環境科学研究所では横浜港のマイクロプラスチックによる海洋汚染の実態を調査している。その一環として生物への影響を知るため、平成29年度から平成30年度にかけて魚類の消化管内のマイクロプラスチックを調査した。ボラ15尾、マアジ9尾、カタクチイワシ27尾について調査し、ボラから1個、カタクチイワシから129個のマイクロプラスチックが見つかった。東京湾で捕獲したカタクチイワシの調査結果¹⁾と同様に、カタクチイワシから多くのマイクロプラスチックが見つかった一方、ボラ、マアジからはそれぞれ1個、0個と少なく、摂食方法の違いなどが消化管内のマイクロプラスチックの量に影響していることが考えられた。

1. はじめに

近年、マイクロプラスチックによる海洋汚染が国際的な問題となっている。プラスチックは現代の生活に欠かせない材料であり、様々な製品、包装などに用いられるが、その一部は環境中に流出し、陸、河川などを通じて、あるいは直接海に投棄されるなどして海に入り込み、紫外線や波浪等により小さく破碎され、海の中を漂う。

海洋に流出したマイクロプラスチックは魚類、貝類などの海洋生物に摂食される^{1)、2)}。さらに、マイクロプラスチックに含まれる添加剤や吸着した有害物質が生物組織に移行するおそれが指摘されている²⁾。

生物の消化管内に取り込まれたマイクロプラスチックの調査は魚類、貝類、海鳥などについて進められているが、横浜港の魚類を対象とした調査の事例はまだ少ない。このため、当研究所では横浜港での実態を知るための調査を開始した。本報では平成29年度、平成30年度の調査結果を報告する。

2. 調査方法

2-1 魚類の捕獲地点、捕獲方法及び捕獲日

横浜港において捕獲されたボラ、マアジ、カタクチイワシの3種を調査対象とした。魚類の捕獲方法と捕獲日を表1に、捕獲地点を図1に、写真を図2に示す。

表1 捕獲方法と捕獲日

魚種	地点	捕獲方法	捕獲日
ボラ	①平潟湾	投網	2017/7/24
マアジ	②金沢湾沖	底引き網	2017/7/28
カタクチイワシ	③本牧	釣り	2018/6/13



※図中①～③は表1の地点番号と同じ

図1 魚類の捕獲地点



図2 捕獲した魚類

(左：ボラ、中央：マアジ、右：カタクチイワシ)

2-2 マイクロプラスチックの分離方法

消化管からマイクロプラスチックを分離する方法は、器具洗浄の方法を除き、Tanaka, Takada (2016)¹⁾の方法をもとにした。

使用する器具は中性洗剤で洗浄したものを使用し、附着物がないようにした。捕獲した魚類の重さ、全長、体長を記録したのち、消化管（食道から総排出口まで）を取り出し、10～25mL容量の試験管に入れた。消化管の容量の3倍以上の10%KOHを入れ、試験管にアルミホイルで蓋をし、40℃で10日間保温した。10日後、試験管

を20回程度振とうし、水面の泡が消えるまで数日間放置した。上澄みを10mL容量の試験管に移し、水面の浮遊物を取り分けた。取り分けた浮遊物の材質を赤外分光光度計で解析した。

ボラ、マアジについては冷凍保存してあったものを解凍して用いた。カタクチイワシは冷蔵保存し捕獲日の翌日までですべての消化管を取り出した。

3. 結果

3-1 見つかったマイクロプラスチックの個数

捕獲した魚の個体数、湿重量、全長、体長及び見つかったマイクロプラスチックの数を表2に示す。

赤外分光光度計で解析したところ、ボラから見つかった破片1つが、プラスチックの一種であるポリエチレンであった(図3)。また、カタクチイワシ27尾のうち、25尾から153個の異物が見つかり、そのうち129個がプラスチックであった。一方、マアジを調査した文献⁴⁾の中には全体の25%でマイクロプラスチックが見つかったという報告もあるが、本調査では見つからなかった。

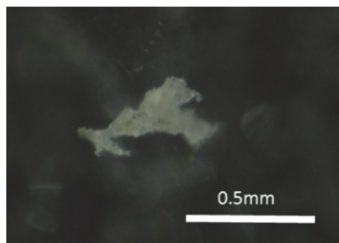


図3 ボラの消化管内にあったポリエチレン

3-2 カタクチイワシから見つかったマイクロプラスチックの内訳

3-2-1 サイズ

カタクチイワシから見つかったマイクロプラスチックの長軸のサイズ分布を図4に示す。0.1~1mmまでのものが全体の79%を占め、4mmを超えるものはなかった。また、目視確認できるものを対象としているため、0.1mmより小さいものは見つからなかった。

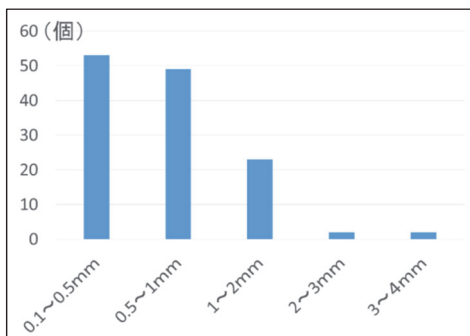


図4 カタクチイワシから見つかったマイクロプラスチックのサイズ分布

表2 捕獲した魚類の個体数、重さ、全長、体長

魚種	個体数 (尾)	湿重量 (g WW)	全長 (cm)	体長 (cm)	見つかったマイクロプラスチックの数 (個)
ボラ	15	13.2~21.5	10.2~12.5	8.7~10.5	1
マアジ	9	43.4~71.8	16.7~19.5	14.0~16.5	0
カタクチイワシ	27	4.1~11.6	8.0~12.0	6.9~10.4	129

3-2-2 色

マイクロプラスチックの色については、半透明、透明、白、薄黄色、黒、緑、水色、赤、茶、灰色のものが見つかった(図5)。透明、半透明、白の合計で全体の79%を占めた。海岸のマイクロプラスチック調査などで人工芝と思われる緑色の破片が見つかることがあるが⁵⁾、本調査でも緑色の破片が見つかり、全体の4%程度であった。

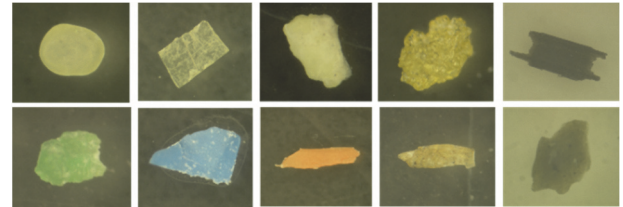


図5 様々な色のマイクロプラスチック

3-2-3 材質

材質別では比重の小さいポリエチレン、ポリプロピレンが多く見つかり(図6)、ポリエチレンが54%、ポリプロピレンが43%、その他のプラスチックが2%の割合を占めた。ただし、今回の調査では、浮上分離によりプラスチックを分離しているため、沈んでしまうものは対象としていない。このため、比重が大きく、沈んでしまうようなプラスチックは今回の調査方法では見つかることができないことに注意が必要である。

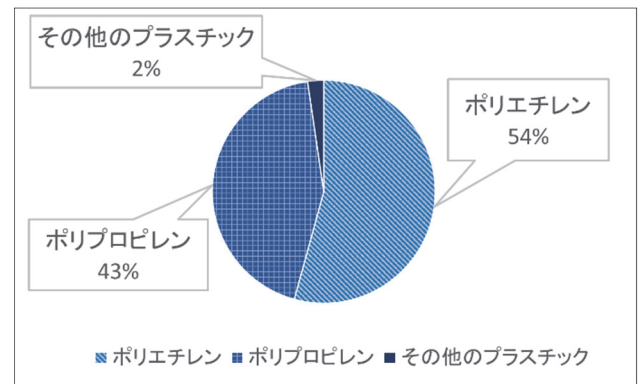


図6 材質の内訳

3-2-4 形状

破片、ビーズ(球)、糸状、フィルム(薄膜)など様々な形状のものがあり(図7)、破片が全体の87%を占めた。1次プラスチックと言われるビーズも2個(2%)含まれていた。

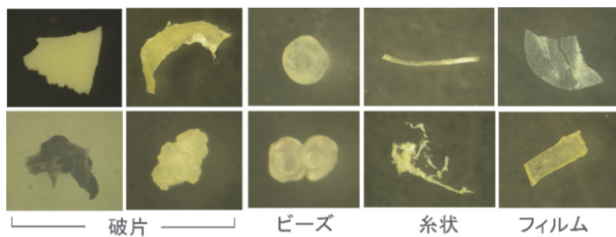


図7 様々な形状のマイクロプラスチック

4. まとめ

今回調査した3種類の魚類では消化管内のプラスチックの数に大きな差があった。カタクチイワシは海の表層付近を、口を大きく開けながら泳ぎ、エラ（鰓耙）でプランクトンをろ過して餌を得る。一方でマアジは仔稚魚の間はプランクトンを摂食するが、体長50mm程度に成長した幼魚以降では魚食性であり⁶⁾、ボラは主に海底のデトリタスや付着藻類を食べる。つまり、摂食方法の違いが、消化管内のマイクロプラスチックの数に影響した可能性がある。摂食方法の違いによるマイクロプラスチックの取り込み量への影響については国内で採取された魚類に関する報告もある⁴⁾。ただし、今回比較した3種は捕獲した場所が異なるため、3種の結果の違いはその影響も考えられる。また、今回は浮上分離によりプラスチックを分離しているため、比重が重く水に沈むプラスチックも調査対象とした場合は、結果が異なることも考えられる。

5. おわりに

本調査においても魚類の体内へのマイクロプラスチックの取り込みが確認された。マイクロプラスチック問題は市民からの関心も今後より一層高まるものと考えられ、使い捨てプラスチックの使用削減、プラスチックの環境中への流出防止等の市民啓発の材料として本調査結果を活用していきたい。

文献

- 1) Tanaka K. and Takada H. : Microplastic fragments and microbeads in digestive tracts of planktivorous fish from urban coastal waters, *Scientific Report*, **6**, 34351 (2016)
- 2) Jiana Li, Christopher Green, Alan Reynolds, Huahong Shi, Jeanette M. Rotchell : Microplastics in mussels sampled from coastal waters and supermarkets in the United Kingdom, *Environmental Pollution*, **241**, 35-44 (2018)
- 3) Emma L. Teuten, Jovita M. Saquing, Detlef R. U. Knappe, Morton A. Barlaz, Susanne Jonsson, Annika Bjorn, Steven J. Rowland, Richard C. Thompson, Tamara S. Galloway, Rei Yamashita, Daisuke Ochi, Yutaka Watanuki, Charles Moore, Pham Hung Viet, Touch Seang Tana, Maricar Prudente, Ruchaya Boonyatumanond, Mohamad P. Zakaria, Kongsap Akkhavong, Yuko Ogata, Hisashi Hirai, Satoru Iwasa, Kaoruko Mizukawa, Yuki Hagino, Ayako Imamura, Mahua Saha and Hideshige Takada : Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife, *Philosophical Transactions of The Royal Society B*, **364**, 2027-2045 (2009)
- 4) 牛島大志、田中周平、鈴木裕織、雪岡聖、王夢澤、鍋谷佳希、藤井滋穂、高田秀重 : 日本内湾および琵琶湖における摂食方法別にみた魚類消化管中のマイクロプラスチックの存在実態、*水環境学会誌*, **41** (4)、107-113 (2018)
- 5) 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 (2018)
- 6) 梶原武 : 若年性マアジの生態学的研究-I 行動と食性について、*長崎大学水産学部研究報告*, **5**、13-22 (1957)

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－

蝦名紗衣、加藤美一、北代哲也、小倉智代（横浜市環境科学研究所）

Microplastic survey in Yokohama City (Part4)

－Seasonal variation of microplastics washed ashore on the Nojima coast－

Sae Ebina, Yoshikazu Kato, Tetsuya Kitashiro, Tomoyo Ogura (Yokohama Environmental Science 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、季節変動

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年から市内の環境中のMPの存在状況を把握するため調査を行っている。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、野島海岸において他より多くのMPが漂着していることが分かった¹⁾。2018年度は野島海岸で、海岸を12区画に区切り、地点内の偏りや季節変動を含めて2か月ごとにMPの分布量のモニタリングを行った。2018年3月～2019年3月のMP漂着量を調査したところ、12区画の合計値で5月及び7月に漂着量が比較的多い結果となった。また形状別・材質別の組成は季節による差がなく、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%以上であった。

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）では海洋汚染の防止と大幅な削減が目標に掲げられており、2019年に開催されたG20大阪サミットでは日本が海洋プラスチックごみの対策実施枠組を提言した²⁾。

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の生成の場となっている可能性が高いと考えられている³⁾。

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月に調査を行ったところ、観察された個数に差があったが、季節変動か地点内の偏りなのか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¹⁾。この結果を踏まえ、2018年度は野島海岸で追加調査を行った。長期的なモニタリング手法を検討するため、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。また、同時にサンプリング手法の妥当性について検討した。本論文では2018年3月～2019年3月の野島海岸の調査結果について報告する。

2. 調査方法

2-1 調査概要

MPの定義は研究者によって異なるが、5mm以下のプラスチックを総称することが多く³⁾、本調査でも概ね5mm以下のものを対象とした。

今回の調査概要を図1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のサンプリングを行った。また2018年3月～9月にかけては、満潮線上でのサンプリングも行った。4.76mmの目開き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。最終的に各区分の砂に含まれる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。

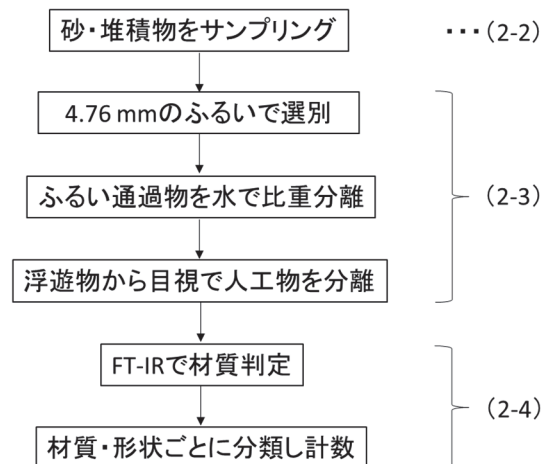


図1 調査概要

2-2 サンプリング

2018年3月～2019年3月の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。野島海岸は横浜唯一の自然海岸で、東京湾の平潟湾内に位置している。野島海岸の地図及び写真を図2・図3に、調査日時について表1に示す。



図2 野島海岸の地図（海岸を赤丸で示す）



図3 野島海岸の写真

表1 2018年3月～2019年3月の調査日時

調査日時	天候	潮位 [cm]	
2018/ 3/22 12:30～13:30	晴	50	下げ潮時
2018/ 5/24 9:25～10:15	晴	100	上げ潮時
2018/ 7/20 10:10～11:20	晴	140	下げ潮時
2018/ 9/28 13:10～14:30	晴	75	上げ潮時
2018/11/19 10:30～11:20	曇	110	上げ潮時
2019/ 1/28 12:40～13:50	晴	115	下げ潮時
2019/ 3/20 9:00～ 9:45	晴	85	下げ潮時

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。また2018年3月～9月では、さらに満潮線上で10mごと（図4のa～e）にサンプリングを行った。

野島海岸の満潮線上は図5のように堆積物が多く、満潮線上及び、満潮線付近では砂が隠れていることが多い。堆積物で覆われている箇所でのサンプリング方法の妥当性を評価するために、2018年3月の調査のみ、採取箇所が堆積物で覆われている場合は堆積物表層と、その下の砂両方を採取した。図4の⑫・a・dでは堆積物表層とそ

の下の砂表層を採取し、両者に含有するMPの差異を検討した。

2018年3月以外は、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6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、コドラートを用いた方法^リよりも、より正確に同じ体積の砂を採取することができる。

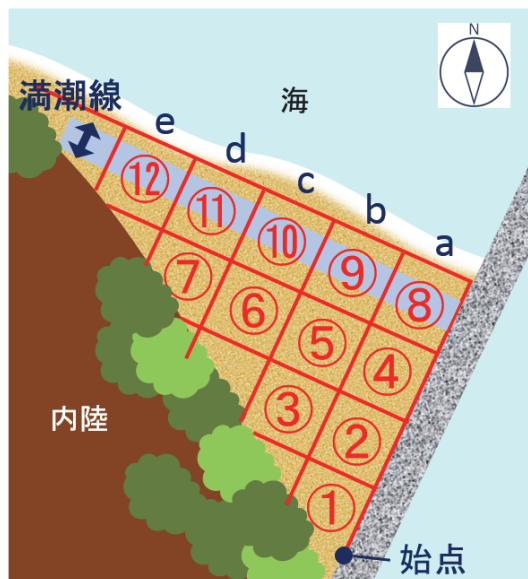


図4 サンプリング箇所の概略図



図5 野島海岸の満潮線の様子

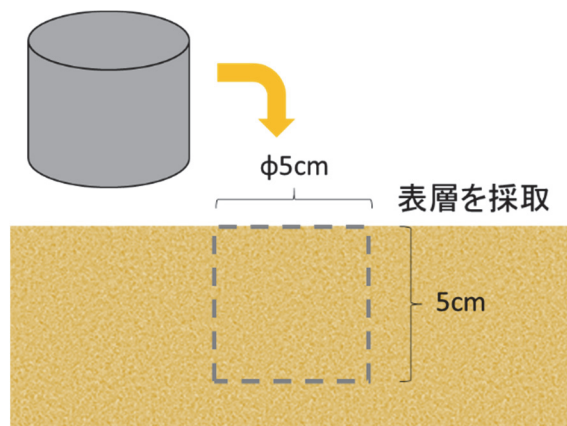


図6 採土器の概略図

2-3 分離

サンプリングした砂・堆積物を、目開き 4.76 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 0.30 mm 以下のふるいで濾しとった。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。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、2017 年度の調査¹⁾と同様、水より軽いものを対象とした。

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。目視で確認できるサイズ(概ね数百 μm 以上)の MP を対象とした。

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 製の Nicolet 380 を使用した。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、元製品が推定できるものや、多く観察される特徴的な MP については、その割合を算出した。

3. 結果と考察

3-1 満潮線上の砂に含まれる MP 個数

2018 年 3 月~9 月は①~⑫に加えて満潮線上で 10 m おき(a~e)に砂を採取した。結果を表 2 に示す。9 月の b~d は満潮線が堆積物で覆われており、表層の砂の採取ができなかった。3-2 でも述べるように、野島海岸では満潮線上での砂の採取が常にできるわけではないため、満潮線上での長期的なモニタリングは難しいと判断した。

表 2 満潮線上の砂に含まれる MP 個数

調査日	a	b	c	d	e	合計
2018/ 3/22	11	4	18	71	99	203
2018/ 5/24	30	1	1	0	3	35
2018/ 7/20	1	2	2	0	0	5
2018/ 9/28	482	-	-	-	29	511

3-2 堆積物の表層と砂に含まれる MP の比較

2018 年 3 月の調査では⑫(満潮線より内陸)・a(満潮線)・d(満潮線)において、サンプリング箇所が堆積物で覆われていたため、堆積物の表層とその下にある砂の表層をそれぞれ採取し、含有する MP の個数を比較した。結果を表 3 に示す。両者を比較すると、3 箇所において堆積物表層の方が多くの MP を含有しており、どちらを採取するかで結果が大きく変わることが分かった。表層を採取するという目的では、堆積物の採取が適していると考えられるが、堆積物は図 7 のように木の枝などが多く嵩張りがあったため、正確な体積を採取することができなかった。一定の体積を採取するには、採取物がある程度小さいものでないと困難である。

海岸の MP 調査において、満潮線上で表層数 cm の砂を採取する方法が主流であるが⁴⁾、野島海岸は漂着物が多く満潮線上では砂が堆積物でほとんど覆われており、採取が困難な場合が多い。そのため、野島海岸で長期的なモニタリングを目的とするためには、満潮線上に拘らず、区画を設定して砂を採取する方法が適していると考えた。

表 3 堆積物表層と砂に含有する MP 個数

採取箇所	MP 個数	備考
⑫(堆積物表層)	385	満潮線より 内陸側
⑫(砂表層)	4	
a(堆積物表層)	606	満潮線上
a(砂表層)	11	
d(堆積物表層)	95	満潮線上
d(砂表層)	71	



図 7 2018 年 3 月の調査で採取した堆積物

3-3 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。

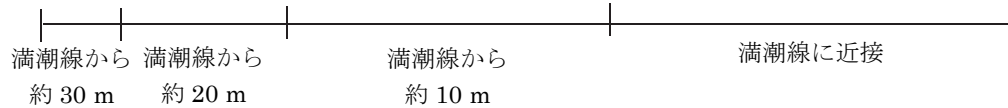
①~③は MP の個数が比較的少なかった。通常潮が入ってくる⑧~⑫から距離が離れているため、MP の分布が少なかったと考えられる。

④~⑦の区画は満潮線が存在する⑧~⑫よりも MP の個数が多く、漂着した MP の多くが風で飛ばされて潮上帯(満潮時の水位よりも高いところ)に移動していることが示唆された。12 区画で地点差があり、特に全調査日の平均値を見ると⑦における分布が多かった。図 4 の「内陸」の部分は階段状になっており、⑦の南西部が壁になっているため、漂着物の吹き溜まりとなっている可能性がある。

神奈川県調査において、鵜沼海岸では満潮線よりも潮上帯の方が MP の漂着量が多く、久里浜海岸では満潮線よりも潮上帯の方が少ないことが報告されている⁵⁾。また、イタリアの湖岸の調査では、water line(水際)よりも drift line(満潮線)や high-water line(満潮線よりも水位が上の場所)の方が多くの MP が分布しており⁶⁾、水際からの距離によって MP の分布量が異なっているという報告がある。また、モルディブやブラジルの海岸の調査では、同一海岸内でも沿岸方向での採取箇所の違いによって MP の個数に大きな差があり、沿岸方向にも

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~2019年3月)

調査日	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	合計
2018/3/22	2	5	1	4	27	5	18	8	24	13	7	4	118
2018/5/24	3	3	4	2	26	19	387	1	1	5	31	7	489
2018/7/20	1	0	2	74	34	291	82	6	1	2	0	0	493
2018/9/28	2	2	8	7	16	5	108	12	21	0	2	1	184
2018/11/19	0	42	4	20	1	24	3	58	31	11	34	3	231
2019/1/28	0	15	7	19	2	20	31	41	19	6	119	1	280
2019/3/20	1	4	3	26	7	31	16	82	24	29	3	0	226
平均	1.3	10	4.1	22	16	56	92	30	17	9.4	28	2.3	290



MPが偏在していることが報告されている^{7),8)}。一方でオランダの海岸調査では、潮間帯・満潮線・潮上帯のそれぞれ10地点で表層の砂に含まれるMPを調査したところ、場所による偏りはほとんどなかったという結果が報告されており⁹⁾、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。

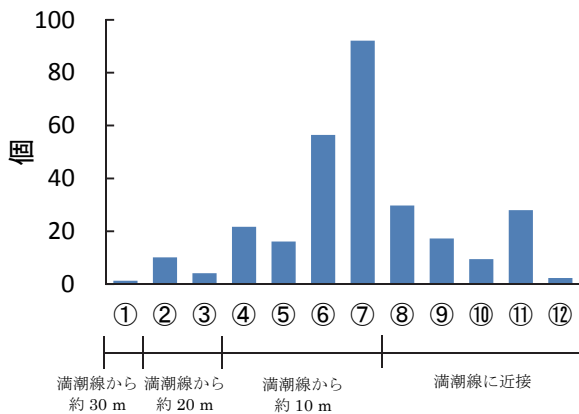


図8 区画ごとのMP個数平均値 (2018年3月~2019年3月)

3-4 12区画の合計個数の季節変動

調査日ごとの①~⑫のMPの合計値を図9に示す。

合計値を見ると、5月及び7月においてMPの漂着量が多いことが分かる。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10)¹⁰⁾。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ることが分かる。東京湾環境情報センターが公開している、2018年~2019年の東京湾の表層の月平均残差流を図11に示す。5月と7月は東京湾を滞留する流れであるが、3月と9月と11月については湾口へ向かう強い流れがあることが分かる(2019年1月はデータなし)¹¹⁾。片岡らの調査では、粒子追跡のシミュレーションと清掃船のごみの回収

量から2008年度の東京湾の月末のごみの滞留量を推計しており(図12)、滞留量は4月から8月にかけて増加し、9月から減少している。月末滞留量の季節変動は東京湾における残渣流動場の季節変動を反映しており、4月から8月中旬は湾奥近くに循環流が発生して漂流ごみを捕捉し

たため、増加したと考察している¹²⁾。同様に、東京湾を漂流するMPも潮流との関係により5月と7月において増加し、その影響で野島海岸に漂着したMPが多かった可能性がある。

海岸のMP分布量の季節変動については他の研究機関でも調査を行っている。香港の海岸調査では、降雨量が多い季節(2014年7月7日~9月16日)と降雨量が少ない季節(2015年1月16日~3月21日)のMP漂着量を25カ所で比較したところ、降雨量が多い季節でMPの漂着量が多かったという報告がある¹³⁾。またインドの海岸調査では、2か月ごとに調査を行ったところ、海岸を訪れる人が多い5月に最も多く漂着していたと報告されている¹⁴⁾。一方で、ドイツの海岸調査では、2014年3月~7月にMP漂着量の季節変動を4箇所で観察したところ、規則的な季節変動や場所によるばらつきは見られなかったと報告されている¹⁵⁾。

野島海岸におけるMPの漂着量の季節変動については、データの信頼性を含め慎重にモニタリングしていく。

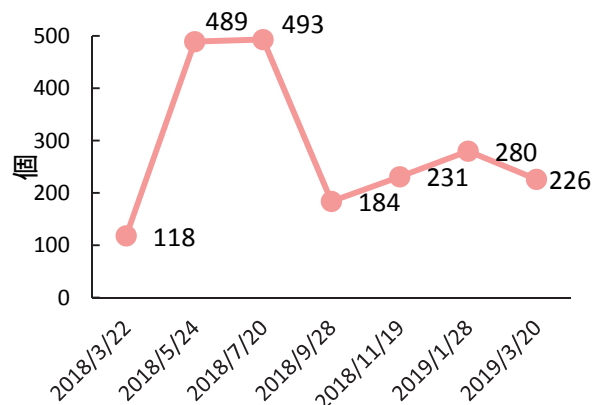


図9 12区画の合計個数の季節変動

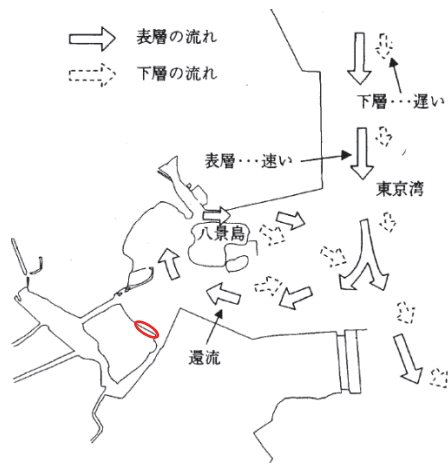


図10 金沢湾表層の還流の形成¹⁰⁾
(野島海岸は赤丸で示している)

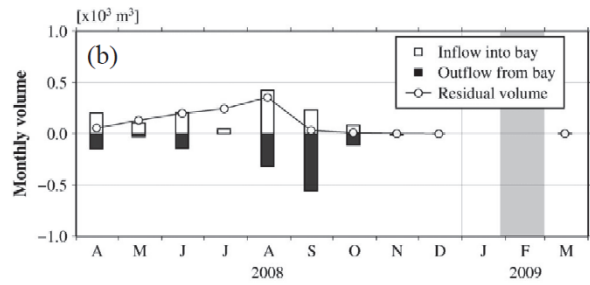


図12 東京湾の月末のごみ滞留量推計¹²⁾



図11 東京湾の表層の月平均残渣流¹¹⁾

3-5 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13・14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¹⁾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、緑のPEの人工芝由来の破片(図15)、発泡スチロール由来の破片(図16)、1mm程度のPS粒子(図17)、ペレット(図18)があった。それぞれが占める割合を算出した結果を図19に示す。これらは2017年度の横浜市内沿岸の調査¹⁾でも観察されている。緑の人工芝破片や、発泡スチロール破片は神奈川県⁵⁾や、国外の海岸のMP調査でも多く観察されており^{13), 15), 16)}、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⁵⁾の海岸調査でも多く観察され、クッション等の充填剤に使用されている予備発泡ビーズである可能性が指摘されている⁵⁾。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¹⁷⁾、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。

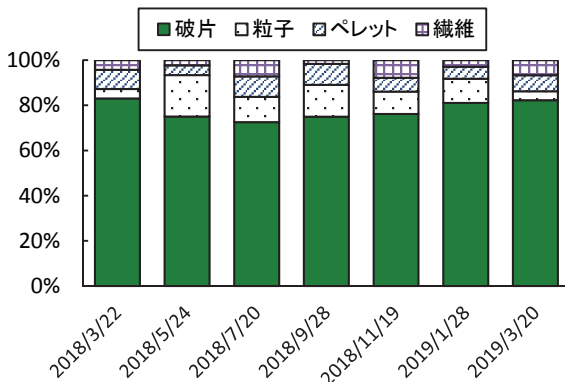


図13 形状別の割合

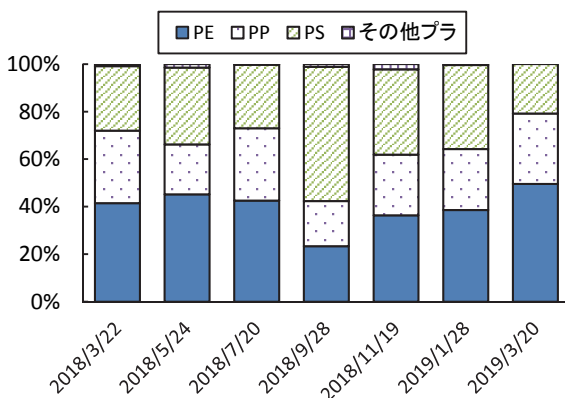


図14 材質別の割合

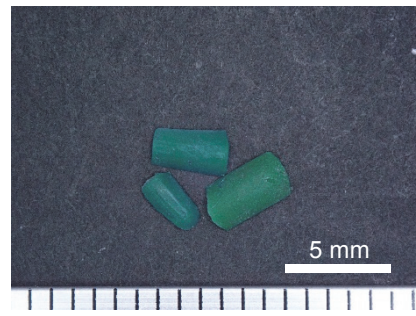


図15 人工芝破片



図16 発泡スチロール破片

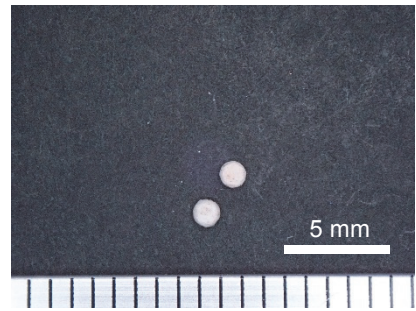


図17 PS粒子



図18 ペレット

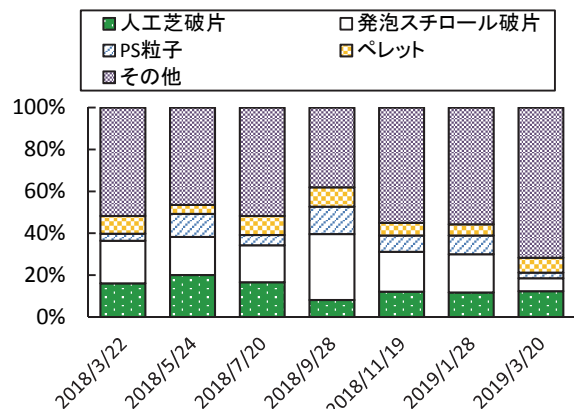


図19 特徴的なMPの割合

4. まとめ

2018年3月～2019年3月において、2か月ごとに野島海岸で採取方法の検討及びMP漂着量のモニタリングを行った。

野島海岸は漂着物が多く満潮線上では砂が堆積物でほとんど覆われており、採取が困難な場合が多いため、長期的なモニタリングを目的とするためには、満潮線上に拘らず、区画を設定して砂を採取する方法が適していると考えた。

漂着量は海岸内12区画の合計値で2018年5月及び2018年7月に漂着量が多い結果となった。また形状別・材質別の組成は季節による差がなく、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%以上であった。また、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が定常的に観察された。今後も引き続き野島海岸の調査を行い、季節変動等、データの信頼性を含め慎重に検討していく。

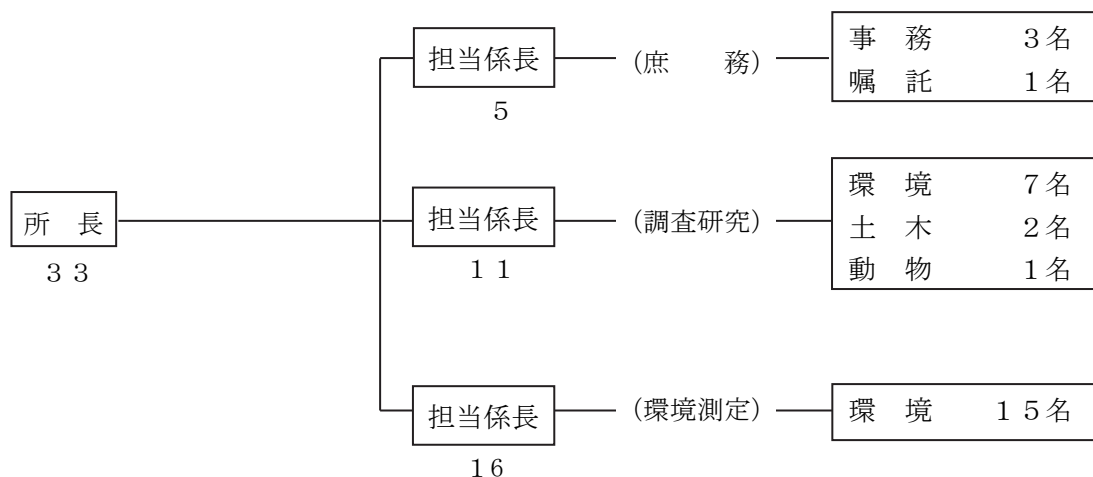
また得られた調査結果については市民への啓発へ活用する。

文 献

- 1) 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）
- 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) Andrady, A.L. : Microplastics in the marine environment, *Marine Pollution Bulletin*, **62**, 1596-1605（2011）
- 4) Valeria H. R., Lars G., Richard C. T., Martin T. : Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification, *Environ. Sci. Technol.*, **46**, 3060-3075（2012）
- 5) 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）
- 6) Hannes K. Imhof, Alexandra C. Wiesheu, Philipp M. Anger, Reinhard Niessner, Natalia P. Ivleva, Christian Laforsch : Variation in plastic abundance at different lake beach zones - A case study, *Science of the Total Environment*, **613-614**, 530-537（2018）
- 7) Hannes K. Imhof, Robert Sigl, Emilia Brauer, Sabine Feyl, Philipp Giesemann, Saskia Klink, Kathrin Leupolz, Martin G. J. Loder, Lena A. Loschel, Jan Missun, Sarah Muszynski, Anja F. R. M. Ramsperger, Isabella Schrank, Susan Speck, Sebastian Steibl, Benjamin Trotter, Isabel Winter, Christian Laforsch : Spatial and temporal variation of macro-, meso- and microplastic abundance on a remote coral island of the Maldives, Indian Ocean, *Marine Pollution Bulletin*, **116**, 340-347（2017）
- 8) Aiken B., Martina G. V., Paul B., Thijs B. : A standardized method for sampling and extraction methods for quantifying microplastics in beach sand, *Marine Pollution Bulletin*, **114**, 77-83（2016）
- 9) Alexander Turra, Aruana B. Manzano, Rodolfo Jasao S. Dias, Michel M. Mahiques, Lucas Barbosa, Danilo Balthazar-Silva & Fabiana T. Moreira : Three-dimensional distribution of plastic pellets in sandy beaches: shifting paradigms, *Sci. Rep.*, **4(4435)**, 1-7（2014）
- 10) 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－神奈川県金沢八景海域を対象として－、海岸工学論文集、**44**、376-380（1997）
- 11) 東京湾環境情報センター：月平均残渣流表示、http://www.tbeic.go.jp/Radar_TBEIC/Residuals/（2019年9月時点）
- 12) 片岡智哉、日向博文、二瓶泰雄：河川から東京湾へ流入する漂流ゴミ量の逆推定、国土技術政策総合研究所報告、**53**、1-24（2013）
- 13) 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）
- 14) H. B. Jayasiri, C. S. Purushothaman, A. Vennila : Quantitative analysis of plastic debris on recreational beaches in Mumbai, India, *Marine Pollution Bulletin*, **77**, 107-112（2013）
- 15) 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）
- 16) 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）
- 17) 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）

III 資料編

1. 人員及び組織



(2019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®-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

(2019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42回（平成30年度）環境研究合同発表会（神奈川県・横浜市・川崎市）	2018.6	横浜市における海域生物相調査について 横浜市内における気温観測と暑さ対策の効果検証	○潮田 健太郎、渾川 直子、川村 顕子、市川 竜也、浦垣 直子、堀 美智子 ○小田切 幸次、榎原 正敬、浅木 麻衣子、松島 由佳（横浜市環境科学研究所） 関 浩二
東京市町村自治調査会・気候変動への適応策に関する講演会	2018.7	横浜市における暑熱対策技術の研究	○小田切 幸次、榎原 正敬、浅木 麻衣子（横浜市環境科学研究所）、関 浩二
日本ヒートアイランド学会 第13回全国大会	2018.8	熱線再帰フィルム及びフラクタル日除けを用いた暑さ対策の効果検証 気温観測機器の精度特性調査について	○小田切 幸次、榎原 正敬、石原 充也（横浜市環境科学研究所）、関 浩二 ○浅木 麻衣子、小田切 幸次、石原 充也（横浜市環境科学研究所）、関 浩二
2018年 第11回 国際水協会（IWA）世界会議・展示会	2018.9	Microplastic pollution in the marine environment of Yokohama Monitoring of Pesticides in Rivers in Central and Southern Areas of Yokohama and Testing Toxicity with Daphnia magna Cases of Analysis of Water Pollution Incident Samples in Yokohama City Habitat Improvement Methods to Restore Filtration Activity in Urban Coastal Waters	○蝦名 紗衣、加藤 美一、堀 美智子（横浜市環境科学研究所） ○酒井 学（横浜市環境科学研究所）、多田 満、小神野 豊（国立環境研究所） ○小森 陽昇、酒井 学、吉澤 真人、猪俣 好美（横浜市環境科学研究所）、上石 英文 ○市川 竜也、堀 美智子、浦垣 直子（横浜市環境科学研究所）、宮田 康人（JFEスチール株式会社）
平成30年度 全環研関東甲信静支部水質専門部会	2018.10	鶴見川における亜鉛の実態把握及び分析について	○猪俣好美
平成30年度環境創造局業務研究改善事例発表会	2018.10	魚類の消化管内のマイクロプラスチック調査 化学物質環境実態調査について 横浜市内の沿岸におけるマイクロプラスチックの調査 市内の池における魚類・甲殻類（十脚目）調査結果 PM2.5中のレボグルコサン分析条件検討 2017年における東京湾岸VOC調査 横浜市における水質事故検体の分析事例 グランモール公園再整備による熱環境の変化について	○堀 美智子、中里 亜利咲 ○酒井 学 ○蝦名 紗衣 ○市川 竜也 ○小宇佐 友香 ○福崎 有希子 ○小森 陽昇 ○小田切 幸次

学会大会名	年月	題名	発表者・共同研究者
		鶴見川における亜鉛濃度の実態把握等について 気温観測機器の精度特性調査について 平成29年度に実施した建材及び解体工事現場近傍のアスベスト調査について 「地盤View」(横浜市地盤地図情報)の現状と今後について 市民協働(小学生)による生物調査『こども「いきいき」生き物調査』結果報告 熱線再帰フィルムを用いた暑さ対策の効果検証 横浜市における海域生物相調査について 市内河川におけるアユの遡上分布	○猪俣 好美 ○浅木 麻衣子 ○小森 昌史 ○川上 進 ○川村 颯子 ○榎原 正敬 ○潮田 健太郎 ○川田 攻
平成30年度 スキルアップセミナー関東	2018.12	熱線再帰フィルム及びフラクタル日除けを用いた暑さ対策の効果検証 横浜市内の海洋におけるマイクロプラスチック汚染	○榎原 正敬、小田切 幸次(横浜市環境科学研究所)、関 浩二 ○蝦名 紗衣、加藤 美一、堀美智子(横浜市環境科学研究所)
平成30年度 環境科学セミナー	2019.1	エチレングリコールモノエチルエーテル(2-エトキシエタノール)	○酒井 学
第34回全国環境研究所交流シンポジウム	2019.2	都市公園再整備による暑熱環境の変化 横浜市内におけるマイクロプラスチック調査	○榎原 正敬、小田切 幸次(横浜市環境科学研究所)、牧 寛 ○蝦名 紗衣、加藤 美一、北代哲也、小倉 智代、小森 昌史(横浜市環境科学研究所)

4. 雑誌等投稿

雑誌名等	発行年月	執筆者	題名
Environmental Science and Technology	2018.8	W. Wang (国立環境研究所、京都大学), M. Tada (国立環境研究所), D. Nakajima (国立環境研究所), M. Sakai (横浜市環境科学研究所), M. Yoneda (京都大学.), H. Sone (国立環境研究所、横浜薬科大学)	Multiparameter Phenotypic Profiling in MCF-7 Cells for Assessing the Toxicity and Estrogenic Activity of Whole Environment Water
<p>[要旨]</p> <p>参照化学物質及び水試料の培養細胞 (MCF-7) の核や細胞形態に及ぼす影響を調べることにより、水試料全体の毒性やエストロゲン活性について考察することが可能でした。</p>			

雑誌名等	発行年月	執筆者	題名
化学物質と環境 平成 29 年度化学物質分析法開発調査報告書	2018.12	酒井学	エチレングリコールモノエチルエーテル (水質)
<p>[要旨]</p> <p>水質試料中のエチレングリコールモノエチルエーテル (別名:2-エトキシエタノール) について、サロゲート物質を添加してから固相カラム (活性炭) を用いて抽出し、ガスクロマトグラフ質量分析装置による測定で、濃度 0.5 μg/L レベルの環境試料の定量が可能と考えられました。</p>			

5. 記者発表一覧

発表日	発表内容
2018年5月9日	横浜の海でみられる南の魚たち ～平成28年度、平成29年度実施 第14回海域生物相調査について～
2018年5月22日	「第42回 環境研究合同発表会」を開催します!
2018年5月28日	山下公園前の海に生き物が戻るなどの成果 ～海的环境改善と賑わいづくりに向けて今後も協力していきます～
2018年7月2日	横浜市環境科学研究所 施設公開
2018年9月27日	平成30年夏の横浜市内の気温観測結果
2019年1月30日	外来種アライグマの目撃増加 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2018 調査結果のお知らせ～
2019年3月27日	山下公園前の海で魚の産卵を確認 『環境改善により戻ってきた生き物、育まれる命』

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

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 _x , NO ₂ 及び SO ₂ 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 _x , NO ₂ 及び SO ₂ 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 ₂ 、SO ₂ 、O ₃ および NH ₃ 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

7. 施設見学者等一覧

日付	団体名等	内 容	人数
H30. 5. 28	環境保全部転入・新採用職員研修	研究所紹介、水質分析について、化学物質について、測定分析エリア見学	10
H30. 5. 30	麻布大学生命・環境科学部	研究所紹介、生物相調査について、水質分析・化学物質について、測定分析エリア見学	15
H30. 6. 25	工学院大学先進工学部生物資源化学研究室	研究所紹介、海の環境について、生物多様性について、都市の暑さ対策について、測定分析エリア見学	15
H30. 8. 5	環境科学研究所施設公開	横浜の河川の魚たち～恵比須水族館～、ぷにぷに♪いくらを作ってみよう、アオダイショウの部屋、分析装置紹介 等	221
H30. 8. 8	神奈川区夏休みエコ学習体験・施設見学ツアー	生物多様性・都市の暑さ対策等展示コーナー見学、測定分析エリア見学、水質実験見学、海のいきもの「魚釣りゲーム」	31
H30. 9. 20	横浜市環境保全協議会	都市の暑さ対策調査研究、生物多様性保全調査研究、マイクロプラスチック調査、測定分析エリア見学	20
H30. 10. 9	保土ヶ谷区民会議（環境分科会）	今井川、帷子川の生物生息状況と環境、市内におけるヒートアイランドの現況、豊かな海づくり、測定分析エリア見学	21
H30. 11. 21	横浜国立大学大学院環境情報学府	生物生息状況調査、マイクロプラスチック調査、都市の暑さ対策調査研究、測定分析エリア見学	13
合 計			346

8. 講師派遣一覧

日付	団体名等	内 容	人数
H30. 6. 4	市が尾小学校	横浜の生き物と環境、外来種、メダカなどについての講義	129
H30. 6. 6	瀬ヶ崎小学校	横浜の海と海の生き物、磯遊びについての講義	75
H30. 6. 25	井土ヶ谷小学校	横浜の海と海の生き物についての講義	44
H30. 7. 16	松並木プロムナード水辺愛護会	水質調査と化学物質についての講義	30
H30. 7. 23	本牧南小学校	水質調査と化学物質についての講義	15
H30. 7. 25	どんぐり学童クラブ	横浜の海と海の生き物についての講義	39
H30. 7. 30	こまどり学童保育	横浜の海と海の生き物についての講義	32
H30. 10. 10	庄戸小学校	横浜の海と海の生き物、磯遊びについての講義	43
H30. 11. 13 H30. 11. 21	幸ヶ谷小学校	マイクロプラスチックについての講義	35
合 計			313

9. イベント出展等一覧

日付	団体名等	内 容	人数
H30. 4. 14	よこはま花と緑のスプリングフェア2018	生物多様性、化学物質、大気、水質、マイクロプラスチック、地盤観測所ツアー	1,500
H30. 4. 14	2018ITU世界トライアスロンシリーズ横浜大会 1か月前プレイイベント「Green Triathlon」	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	7,000
H30. 5. 14～15	2018ITU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	305,000
H30. 7. 22	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	2万3千
H30. 8. 16～17	子どもアドベンチャー	マイクロプラスチック観察、スライム作り	416
H30. 9. 23	金沢水の日	水質浄化実験、パネル展示、工作	80
H30. 10. 21	東京湾大感謝祭2018	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	10万5千
H31. 3. 2	動物たちのSOS展	市内における外来種分布状況、マイクロプラスチック等パネル展示	4,774

◇編集後記◇

ここに、横浜市環境科学研究所報第44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44号編集委員会

蓮野 智久

宮本 千鶴子

橋本 あゆみ

小倉 智代

小宇佐 友香

米谷 健司

川上 進

川田 攻

七里 浩志

横浜市環境科学研究所報・第44号

2020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/)