

環境研資料

No. 192

横浜市環境科学研究所報

第 39 号

ANNUAL REPORT OF
YOKOHAMA ENVIRONMENTAL SCIENCE
RESEARCH INSTITUTE
No.39

2015年3月

横浜市環境科学研究所

YOKOHAMA ENVIRONMENTAL SCIENCE RESEARCH INSTITUTE

はじめに

平成 26 年度に、横浜市は今後 4 年間の市政運営の方針となる「横浜市中期 4 年計画 2014～2017」を策定しました。併せて、環境施策に関しても「横浜市環境管理計画」と「生物多様性横浜行動計画（ヨコハマ b（ビー）プラン）」を策定しています。

環境科学研究所は、これらの環境施策を科学的な側面から支援しており、市民に身近な問題から広域的な環境問題まで広範な分野に関する調査研究・環境測定・環境教育活動などに取り組んでいます。

本所報は、これらの調査研究・環境測定などの成果をとりまとめたものです。今年度は、海の環境調査や、化学物質の汚染実態に関する報文を 4 題掲載しました。この所報が環境創造局の運営方針である「かけがえのない環境を未来に」引き継いでいくことに少しでも役に立てば幸いに思います。

最後になりますが、環境科学研究所は、平成 27 年 4 月に横浜市磯子区から神奈川県神奈川区恵比須町に移転します。昭和 51 年に公害研究所として開所して以来 39 年間馴染んできた庁舎からの移転です。移転先の神奈川県神奈川区恵比須町は、京浜工業地帯の中核を成す地域であり、昭和 30 年代からの高度経済成長の時代には、大気汚染や水質汚濁などいわゆる公害問題が顕在化していました。この困難な問題を企業と行政が力を合わせて乗り越えてきた歴史があります。このような地に環境科学研究所が移転することは何かの縁であり、地の利を生かした新たな展開が出来るよう取り組んでまいります。

平成 27 年 3 月

横浜市環境科学研究所長

白柳 康夫

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

・平成25年度 光化学オキシダントに係る揮発性有機化合物(VOC)の調査	8
・平成25年度 住民相談案件に係る浮遊粉じんの由来調査	13
・横浜港の底層環境調査 -金沢木材港・富岡川河口周辺-	21
・ガスクロマトグラフ質量分析計を用いた底質中のシクロドデカ-1,5,9-トリエンの分析について	27

III 資料編

人員及び組織	31
主要機器一覧表	31
学会等研究発表	33
記者発表一覧	35
環境科学研究所発行資料目録	36
施設見学者等一覧	41
環境教室等講師派遣一覧	42

編集後記	44
------------	----

I 業 務 報 告 編

業務報告

1 環境科学研究所の沿革

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

平成 10 年 5 月には複雑多様化する環境問題に柔軟に対応できるよう、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。

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

平成 21 年 4 月には、市の環境政策との連携を推進するため、環境科学研究所は環境創造局企画部に組織再編し、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。

平成 23 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。

2 試験検査業務

平成 25 年度の試験検査業務の概要は次のとおりです。

なお、福島第一原発事故による放射能の影響に対する市民の不安解消のため、放射能測定を行いました。

- 事業所排水水等の試験検査
- 有害大気汚染物質のモニタリング調査
- アスベスト被害対策事業
- 浮遊粒子状物質 (PM2.5) 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
- 放射能測定

3 調査研究業務概要

平成 25 年度の調査研究業務の概要は次のとおりです。

- 地盤・地下水位観測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
 - ・生物生息状況モニタリング調査 海域生物相調査
 - ・生物生息状況モニタリング調査 陸域生物調査
 - ・市民協働による生き物調査
 - ・生物環境情報整備事業
 - ・多自然型水・緑整備事業の環境への効果に関する研究
- きれいな海づくり事業
 - ・沿岸域等の生物生息環境改善に関する共同研究

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の報告などを発表する場を提供する「第 8 回こどもエコフォーラム」を開催しました。このフォーラムは、平成 17 年度に第 1 回を開催し、児童生徒が日頃から良好な環境について考え、環境に対する豊かな感性を育むとともに、主体的に環境活動を実践できるようにしていくことを目的として、教育委員会指導企画課と共催で実施しています。

例年、市内小中学校から出された環境に関する児童生徒による作品の発表(調査結果、活動報告、提言)や、ポスター展示を中心とし、環境活動団体等による活動紹介などのワークショップを実施しています。しかし、今年は平成 26 年 2 月 15 日(土)に開催を予定していましたが、悪天候のため中止となりました。

4-2 第 37 回 環境・公害研究合同発表会

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公害研究所で組織する神奈川県環境・公害研究機関協議会主催による、「第 37 回 環境・公害研究合同発表会」を開催しました。

環境科学研究所からは、「横浜の川の魚類と河川環境」及び「横浜市のヒートアイランドに関する調査・取組について」の研究発表を行いました。

- 期 日 / 平成 25 年 6 月 7 日(金)
- 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: 「PM2.5 の越境輸送と関東地方への影響」菅田 誠治(独立行政法人 国立環境研究所 地域環境研究センター 都市大気環境研究室 主任研究員)

参加者 / 約 150 人

4-3 施設見学、出前講座等

環境科学研究所の施設公開を隣接する衛生研究所と合同開催とし、例年と比べ、多くの市民の方に研究所の研究業務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、研究業務の紹介も行っています。また、区役所・市民団体等からの依頼を受けて、出前講座や自然観察会への講師派遣も行っています。

1. 事業所排水等の試験検査

〔目的〕

規制部局と連携・協力し、安全で豊かな水辺環境の維持・回復を図るため、水質汚濁の防止に関する試験・検査を行う。

〔方法〕

水質汚濁防止法にある項目について、規制部局と連携し、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。
 環境中のダイオキシン類の分析を行う。
 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の参加

〔結果〕

平成 25 年度の試験・検査検体数は次の表のとおり。

事業所等排水検査	367 検体
ゴルフ場農薬調査	15 検体
ダイオキシン類分析	46 検体
汚染井戸及びその周辺地域における水質調査	38 検体
事故検体（生物試験検体含）	41 検体
外部精度管理試料	2 検体

事故検体としては、河川の白濁、油浮遊事故、魚浮上事故等があり、分析結果を水・土壌環境課へ報告した。ゴルフ場の農薬については、25 年に暫定指導指針が改正され、新たに追加されたエトフェンプロックス、ブタミホス、テブコナゾール等についても分析項目に加えた。

外部精度管理調査としては、水質試料中のヒ素及び土壌試料中の *p,p'*-DDE の分析に参加した。横浜市の分析結果は、平均値に近く、統計上の外れ値には該当しなかった。

2. 有害大気汚染物質のモニタリング調査

〔目的〕

有害大気汚染物質は、低濃度ではあるが、多様な物質が大気環境中から検出されており、その長期暴露による健康被害が懸念されている。そこで、大気汚染防止法で規定されている有害大気汚染物質の大気汚染状況の把握を行い、有害大気汚染物質の排出を抑制するための基礎資料とするため測定を実施し、環境省へ報告を行う。

また、PRTR 対象物質で排出の多いトルエン、キシレン、エチルベンゼンについても大気汚染状況の把握を行う。

〔方法〕

- 有害大気汚染物質 16 物質について、毎月 1 回、県下一斉に市内 5 か所（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）で測定を行う。
- 東京都環境科学研究所と連携し、光化学オキシダント生成物質 49 物質について、8 月に一般環境測定局 2 か所（都筑区役所、横浜商業高校）で測定を行う。

〔結果〕

- 有害大気汚染物質 13 物質については当初計画通り毎月測定を行い、環境省へ報告を行った。また、測定値については環境省及び監視センターのホームページで公表されている。
- 光化学オキシダント生成物質の調査については、二次生成反応への寄与が示唆されたため、引き続き検討する。

3. アスベスト被害対策事業

〔目的〕

アスベストの繊維は、肺線維症（じん肺）、悪性中皮腫の原因になるといわれ、肺がんを起こす可能性があることが知られている（WHO 報告）。横浜市環境管理計画において、化学物質対策の推進としてアスベストが記述されており、2025 年度までの環境目標の達成状況を評価する上で、継続的なアスベストのモニタリングが必要とされる。また、震災発生後にはアスベストの飛散状況調査が必要となり、危機管理対応の観点からも継続的なモニタリングが必要とされる。そこで、市内の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、一般環境測定局のデータに関してはホームページでの公表、記者発表を行うことで、市民への迅速な情報提供を行う。また、横浜市所管公共建築物のアスベスト含有調査を行い、被害を未然に防ぐのに役立てる。

〔方法〕

- 市内 6 か所の一般環境測定局及び 3 か所の自動車排ガス測定局で年 4 回、合計 36 検体の大気環境のサンプリングを行い、アスベスト濃度を測定する。
- 建築局と連携し、横浜市所管公共建築物のアスベスト含有確認を行う。

〔結果〕

- ・ 市内測定局 9 か所、合計 36 検体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。
(*)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：15 検体

4. 浮遊粒子状物質 (PM2.5) 調査

[目的]

微小粒子状物質 (PM2.5) については、平成 21 年に環境基準が定められ、平成 22 年度から大気環境中の常時監視が法定受託事務として定められた。また、横浜市環境管理計画においては 2025 年までに PM2.5 の環境基準を達成することを目標としている。

PM2.5 は粒径が極めて小さいことから大気中に浮遊する時間が長く、その被害は局所的ではなく広域に及ぶことが確認されている。そのため、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 SPM 調査会議) 及び神奈川県公害防止推進協議会浮遊粒子状物質対策検討部会 (推進協 SPM 部会) と協力して、PM2.5 の発生メカニズムの実態を調査し、環境測定部局が対策の検討を行うにあたり、必要となる情報を提供することを目的とする。

[方法]

推進協 SPM 部会と協力し、光化学スモッグ注意報が発令された日について環境測定局で測定している SPM 自動測定器のテーブ紙のイオンクロマトグラフ分析 (12 検体×2 地点×8 日間 合計 192 検体) を行い、SO₄²⁻成分と光化学オキシダントの関係を調査する。

関東 SPM 共同調査においては、参加 17 都府県で夏季の 2 週間について一斉調査を行い、PM2.5 (及び PM_(10-2.5)) 質量濃度、成分濃度及びガス状物質濃度を調査する。

[結果]

平成 25 年度の共同調査については、神奈川県内で SPM 濃度が高くなった平成 25 年 8 月 7 日～8 月 14 日までの 8 日間のテーブ紙をイオンクロマトグラフ分析し、現在推進協 SPM 部会において結果の取りまとめを行っている。

また、関東 SPM 調査会議については、平成 20 年度からの共同調査の結果を取りまとめ、報告書を作成した。共同調査の結果については、第 55 回大気環境学会で報告した。

5. 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、平成 12 年 (2000 年) 9 月からは三宅島火山ガス (SO₂ガス) の影響が加わったため、急速に酸性度が強まり、世界で最も酸性雨が強い東欧、北米、中国重慶等の地域と同じレベルとなった。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]

横浜市磯子区 (環境科学研究所屋上) において自動雨水採取装置を用いて降水を採取した。降水は、初期 1mm 降水 (降り始め 1mm 目までの雨) 及び一降水全量 (降り始めから降り終わりまでの一雨) の 2 種を採取した。採取単位は原則として降水ごととし、降水と降水の間隔が 3 時間以上の場合は別の降水とみなした。

捕集容器に集めた降水は、試料体積を測定したのち、降水量 (mm) に換算して記録した。その後、pH と電気伝導度 (EC) を測定した。

[結果]

平成 25 (2013) 年 4 月～平成 26 (2014) 年 3 月の期間に、降水を計 79 回採取した。

降水ごとの pH について、降水量で重み付けした平成 25 年度の平均値は、初期 1mm 降水が 4.56、一降水全量は 4.95 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 に低下した。その後、火山活動の沈静化に伴い、pH は徐々に回復傾向にあり、本年度の結果も火山ガス放出前と同程度の水準であった。

また、これらのデータは「酸性雨情報」として、毎月、各月の降水ごとの pH 及び EC、降水量を研究所ホームページに掲載し、市民への情報提供に努めた。

6. 化学物質の環境リスクに関する調査研究

[目的]

未規制化学物質や残留性の高い化学物質の環境実態を環境管理課と連携して調査することにより、環境汚染の未然防止や、環境影響評価の基礎資料を得ることを目的とする。

[方法]

環境省が実施する化学物質環境実態調査に参加、協力を行う。

分析法開発検討調査 (底質、生物試料中のピリダリルの分析法開発)

初期・詳細環境調査 (鶴見川、横浜港の水質調査、横浜港の底質、生物調査、磯子の大気調査)

モニタリング調査 (横浜港の水質、底質、生物調査、磯子の大気調査)

[結果]

ピリダリルの分析方法について、専門家の意見を聞きながら底質及び生物試料を使用して再現性、定量限界の算出、添加回収試験を行い、分析法の検討を行った。

初期・詳細環境調査では、水質、底質、生物、大気試料について、19種類の未規制物質の調査を行った。底質、生物中のシクロドデカ-1,5,9-トリエン及び大気中の1,1-ジクロロエチレンは精度管理試料を分析するとともに、市内の環境試料について分析を実施した。

横浜港の水質、底質、生物試料（横浜港：ムラサキガイ）、磯子区の大気試料について、PCB類やクロルデン類等について残留性の調査を行った。

以上の結果について、環境省へ報告し、環境省が各自治体取りまとめのうえ、製本するとともに、ホームページ上で公開予定であり、横浜市としても、横浜市のデータを中心に施設公開等の機会を利用して説明を行う予定である。市民は横浜市の環境情報だけでなく、他自治体との比較検討を行うことが可能である。

7. 放射能測定

[目的]

東日本大震災における福島第一原発事故によ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行う。

[方法]

研究所屋上に設置しているモニタリングポスト（環境管理課所管）の放射線データを環境管理課と連携してホームページ上で市民へ情報提供を行う。（平成25年7月初旬まで）

ゲルマニウム半導体検出器をもつ放射能測定装置により、環境中の放射性物質の測定を実施する。

[結果]

モニタリングポストによる放射線データは環境管理課と連携して、測定装置が故障した平成25年7月初旬まで、ホームページで市民に情報提供を行った。

平成24年1月に整備したゲルマニウム半導体検出器をもつ放射能測定装置により、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実施した。

（平成25年度放射能測定実績 H25.4月～H26.3月）

内容	検体数
下水流入水・処理水、下水汚泥焼却灰等	190
横浜港海水	102
雨水汚泥施設内の汚泥等	91
堆肥	7
活性炭	2
海の公園のあさり	1
合計	393

事業名	ヒートアイランド対策に係る技術支援研究
<p>[目的] 横浜市内におけるヒートアイランド現象の原因及び対策について、科学的手法を用いて現状を把握し、対策手法についての技術提案を行うことにより、熱環境の緩和による市民の快適環境の創出につながる施策の提示を行う。</p> <p>[方法] ① 気温観測調査 市内 43 か所の小学校等の百葉箱を活用して気温観測を行い、横浜市内の夏季（7、8月）の気温分布図を作成する。</p> <p>② 冷氣マップの作成 街区熱環境を考慮したまちづくりの基礎データとして活用するため、「風の道」によるクールスポット創出を図示した、冷氣マップ作成を行う。 「風の道」によるクールスポット創出を図示した、冷氣マップ作成を行なう。</p> <p>③ ヒートアイランド対策事業の効果測定・技術支援 各局区が実施しているヒートアイランド対策事業（緑のカーテン・打ち水等）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。</p> <p>④ 環境学習支援事業 市民のヒートアイランド対策に関する活動を広げるため、講義、実験等を通して普及啓発活動を行う。</p> <p>[結果] ① 気温観測調査 2012 年夏季の平均気温は鶴見区生麦で最も高い 27.6℃を観測した。真夏日日数は鶴見区生麦で最も多い 49 日を観測した。熱帯夜日数は神奈川区新子安で最大 42 日を観測した。日中は市内の北東部（鶴見区、港北区、都筑区など）、夜間は横浜港周辺（鶴見区、神奈川区、西区、中区など）で高温となっており、ここ数年と同様の傾向がみられた。前述の各項目について分布図を作成した。結果について記者発表し、広く市民に情報を提供した。また、環境創造局業務研究改善事例発表会で調査結果を報告した。観測結果のデータは、神奈川県、川崎市と情報共有を行い、連携を図っている。</p> <p>② 冷氣マップの作成 河川周辺街区熱環境実測調査結果及び計算流体力学シミュレーション結果を元に、市内河川からの冷氣が広がる範囲を図示した「市内河川マップ」並びに、横浜港からの冷氣が到達する範囲を図示した「インナーハーバー冷氣マップ」を作成した。これらのマップについて庁内関係課に周知し、説明会を開催した。</p> <p>③ ヒートアイランド対策事業の効果測定・技術支援 各局区が行っているヒートアイランド対策事業の効果測定等の技術支援として、赤外線サーモグラフィの貸出及び操作・解析方法のレクチャーを庁内 24 部署に行った。また、貸出部署にアンケート調査を行い、次年度のヒートアイランド対策に向けての課題を抽出した。アンケート結果を庁内向けに報告した。</p> <p>④ 環境学習支援事業 環境教育「出前講座」として、市内小学校（計 2 校）に出向き、ヒートアイランド対策に関する講義・実演を行った。研究所見学・研究所施設公開・子どもアドベンチャーにおいても講義・実演を行い、多くの市民の方にヒートアイランドについて身近に感じてもらうことができた。</p>	

事業名	地盤環境の研究および環境情報提供事業
<p>[目的] 地盤・地下水環境に関する情報を環境保全や各種公共事業に役立てるため、横浜地域の地質や地盤構造、地下水に関する調査研究を行う。</p> <p>[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</p> <p>[結果] ・平成 25 年度に庁内で実施した土質調査の報告書を集約（委託件数：24 件、柱状図本数：192 本）、整理した。土質調査データは庁内等の依頼に基づき、情報提供（件数：82 件、柱状図本数：263 本）した。地震被害想定調査に利用するため、神奈川県にも資料を提供し協力を行った。地盤 view へのアクセス件数は 80,507 件、問合せ件数は 120 件だった。 ・地盤沈下観測所（5 箇所）、地下水位観測井（15 箇所）のデータ回収および保守点検を行った。</p>	

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 —海域生物相調査—

[目的]

横浜市では昭和48年以来ほぼ3年毎に、市内河川および海域において生物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いる。ヨコハマbプランの施策を遂行するため、また、評価するための基礎資料として、本事業から得られる生物生息情報は必要不可欠である。

また、生物生息環境における新しい変化や新しい問題点を把握するためにも、定期的に生物データをとることが必要である。

[方法]

調査地点：河口・海岸域7地点（鶴見川河口、山下公園、堀割川河口、海の公園、野島公園、野島水路、夕照橋）
内湾3地点（横浜港沖、根岸湾沖、金沢湾沖等）

調査項目：河口・海岸域3項目（魚類、海岸動物、海草・海藻）、内湾3項目（魚類、底生動物、プランクトン）

調査時期：春季（5月）、夏季（7月）

[結果]

平成24年度に実施した秋季（11月）、冬季（1月）調査の結果と合わせて、13回目の海域調査結果として取りまとめた。海草・海藻61種、魚類105種、海岸・底生動物360種、プランクトン130種、合計656種が確認された。レッドリスト等掲載種は30種で、河口の干潟にすむ貝類、エビ・カニ類、魚類が多くを占めた。外来種は、岸壁に付着する二貝類やフジツボ類等17種で、前回までに確認された外来種に新たに3種が追加された。

調査結果に基づき、生物指標による水質評価を行った。鶴見川河口（岸壁の指標で評価）のみ、最もよい時季でも「やや汚れている」と評価され、その他の地点は、4季のうち少なくとも1季節は「きれい」と評価された。

調査報告書「横浜の川と海の生物 第13報・海域編」は、ホームページで公表している。

2. 陸域生物調査及び市民協働による生き物調査

[目的]

生物多様性に関する科学的データは、政策決定や取組みの出発点、基礎となることが生物多様性国家戦略2012-2020に謳われ、また、生物多様性地域戦略として位置づけるヨコハマbプラン（生物多様性横浜行動計画）において、市民協働による陸域生き物調査は重点推進施策の一つとなっている。

本調査は、市域における陸域生物相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。

[方法]

・市内3地域における生物調査

市内3地域において、植物、哺乳類、鳥類、爬虫類、両生類、昆虫類の調査を実施。

・市内全域における小学生生き物調査

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開始。

[結果]

・3地域全体で、植物642種、動物763種、合計1,405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。

・小学生対象生き物アンケート調査に150校11,419名が参加した。里山自然環境を指標するカブトムシが西部に多く、外来種のタイワンリスが南部に多く確認されるなどの情報を得た。

3. 生物環境情報整備事業

[目的]

生物多様性横浜行動計画「ヨコハマbプラン」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。

[成果]

・生物モニタリングの結果のうち、河川の魚類及び底生動物並びに海域の魚類及び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している。

・地球環境未来都市研究会生物圏研究部会において、生物情報の蓄積、活用のあり方について検討した。

・河川の生物調査地点を紹介する「川の生き物調査地点マップ」をWebGIS「よこはまっぴ」にて公開した。

[今後の展開]

・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。

4. 河川の多自然緑・水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、より効果的の事業とするために、事業により創造された環境について生物的に適切な評価を行い、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ことを目的とした。

[方法]

帷子川を対象に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検討した。繁殖生態として、踏査による産卵場の特定とともに物理的環境調査等による、産卵場選択条件を解析した。

[結果]

平成 25 年度の帷子川におけるアユの遡上は、5 月下旬に分水路上端の落差工まで遡上を観察したが、落差工より上流では 8 月上旬まで個体が確認できず、帷子川における遡上上限の二俣川合流点では調査期間を通してアユの遡上がみられなかった。また、産卵期の 11 月上旬には両群橋まで、12 月上旬には和田橋より下流まで下降していた。平成 25 年はアユの遡上時期である 5 月上旬から 7 月下旬にかけて降水量が平年より少なかったことから、河川水位の上昇が少なく落差工を遡上することが困難であり、落差工より上流への遡上数が前年と比較して少なく、遡上上限の二俣川合流点に到達しなかったと推測された。

産卵場の位置は、淡水域末端の新道下から両群橋までの 1.2km の区間で、産卵場数は年により変化し、安定した産卵は淡水域末端の新道下から平和橋までの区間で発眼卵を確認し、宮崎橋では仔魚を確認した。

5. 沿岸域等の水環境保全・再生に関する研究

[目的]

富栄養化した横浜市沿岸や感潮域における水質、底質、赤潮状況などの調査を行い、水環境保全・再生に必要な問題点を明らかにし、行政施策に有効な情報を提供することを目的とする。

[方法]

金沢木材港および富岡川河口周辺の 6 地点で平成 25 年 6 月と 9 月に各 1 回、水質、底質、底生生物の調査を行い、赤潮や貧酸素、底質の有機汚濁の状況などを把握した。

[結果]

水質の底層 DO は水深の深いところで夏に 3 mg/l 台まで下がる他はおおよそ 4 mg/l 以上であり、閉鎖性海域中長期ビジョンの目標値を上回っていた。底質は覆砂した浅場で有機物や硫化物の濃度が低いのに対し、深場や河川では有機物等の濃度が高い傾向にあった。底生生物は貝類 6 種、多毛類 17 種など 24 種が採集され、そのうち有機汚濁指標種が 11 種を占めていた。水産用水基準による底質評価では、覆砂した浅場で 6 月は「A:正常泥」であったが、富岡川や木材港船溜まりでは「汚染泥」と判定された。七都県市底質環境評価区分では、覆砂した浅場の「環境保全度Ⅱ」が最高であり、目標とした「環境保全度Ⅲ」に届いていなかった。

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、市民と協働での海の取り組みを行っている。また、事業内容の周知や環境教育を行い、海で活動する団体の連携を図るためのイベント等を開催する。

末広地区：末広地区での海づくりとして、磯浜などでの生物多様性への取組を、地域と連携して進める。

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むことで、トライアスロンなどのイベント開催や、海洋性レクリエーションへの水域利用などが進み、海が身近に感じられるよう施策を進める。

野島海岸：横浜で唯一の自然海浜である野島海岸の再生に向けた取組を進める。

[内容および成果]

末広地区：試験的に形成された小規模人工干潟について、実証実験のためのモニタリング調査を開始した。

山下公園：浅場の形成手法の検討と事業化に向けた庁内調整を行った。また、世界トライアスロン大会プレイベントに出展し、市民に対して横浜の海への関心・環境意識の普及啓発を実施した。

野島海岸：市民と野島海岸を学ぶためのイベント及び意見交換会を開催し、漂着ごみ等の処理についての方向性への合意が得られた。

その他、まちづくりと連携した海づくりを推進するため、市民の生活に密着した地域を対象に海域の状況等の基礎調査を実施した。

[今後の展開]

末広地区：設置方法等について再検討を行う。

山下公園：水質浄化能力の回復を目的とした生物生息環境改善手法を検討するため、民間企業との共同研究によるモニタリング調査を進めると共に、トライアスロン等のイベントへの出展を行う。

野島海岸：市民団体との意見交換を通して要望があった砂浜の状況調査に取り組む。

等、継続して海づくり事業を推進する。

Ⅱ 調 査 研 究 編

平成 25 年度

光化学オキシダントに係る揮発性有機化合物(VOC)の調査

福岡有希子 小森陽昇 志村徹 (横浜市環境科学研究所)

Survey of Volatile Organic Compounds which cause photochemical oxidants
in ambient air of Yokohama City

Yukiko Fukusaki Akinori Komori Toru Shimura
(Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：光化学オキシダント、揮発性有機化合物、窒素酸化物、オゾン、ポテンシャルオゾン

要旨

大気汚染に係る環境基準のうち、ほとんどの項目が環境基準を達成しているものの、光化学オキシダントと PM2.5 に関しては未だ達成率の低い状態が続いている。光化学オキシダントは、工場・事業場や自動車などから排出される窒素酸化物 (NOx) や揮発性有機化合物 (VOC) が大気中で二次生成反応を起こすことにより生成する。越境大気汚染の影響が顕著な西日本では、春季に光化学オキシダント濃度が高くなるが、関東地方では夏季に光化学オキシダント濃度が高くなる傾向がある。これは、関東地方で排出される NOx や VOC が原因であると考えられている。昨年度の調査より、オゾン生成効率 (MIR) を加味した VOC 濃度レベルは芳香族炭化水素の割合が大きかった。今年度は、光化学オキシダント高濃度日における非メタン炭化水素濃度の経時変化から、二次生成反応に大きく寄与している化合物を調査した。

1 はじめに

光化学オキシダントとは、光化学スモッグの原因物質であり、自動車や工場・事業場などから排出される大気中の窒素酸化物 (NOx) や揮発性有機化合物 (VOC) が太陽光線を受けて二次生成反応を起こすことにより生成する。その主成分はオゾン (Ox) である。

越境大気汚染の顕著な西日本では、春季に光化学オキシダント濃度が最も高くなるのが分かっているが、関東地方では夏季に光化学オキシダント濃度が最も高くなる傾向にある。これは、関東地方で排出される NOx や VOC が原因であると考えられている。

平成 18 年度より実施された VOC 排出抑制制度によって、平成 22 年度までに 40% 以上の VOC 排出量削減 (平成 12 年度排出量基準) を達成したが、光化学オキシダントの環境基準は未達成の状況である。

平成 24 年度の調査により、VOC 濃度とオゾン生成効率 (MIR¹⁾) を加味した最大オゾン生成推計濃度 (VOC 濃度 × MIR) では結果が大きく異なり、VOC 濃度ではアルカン類、最大オゾン生成推計濃度では芳香族炭化水素の濃度寄与割合が大きかった²⁾。つまり、VOC を総量で見るとはならず、個別成分分析を行い、オゾン生成に大きく寄与している VOC を特定することが重要であることが明らかとなった。

平成 25 年度は、光化学オキシダント高濃度日における非メタン炭化水素濃度の経時変化から、二次生成反応

に大きく寄与している化合物を調査した。調査対象物質とその MIR は以下の通りである。

Table 1 測定対象物質とその MIR

Group	VOC	MIR	Group	VOC	MIR	
Alkane	i-pentane	1.45	Alkene	Trans-2-butene	15.2	
	n-pentane	1.31		Cis-2-butene	14.2	
	2,2-dimethylbutane	1.17		1-pentene	7.21	
	2,3-dimethylbutane	0.97		Trans-2-pentene	10.6	
	2-methylpentane	1.5		Cis-2-pentene	10.4	
	Cyclopentane	2.39		2-methyl-1-pentene	5.26	
	3-methylpentane	1.8		Aromatic	Benzene	0.72
	n-hexane	1.24			Toluene	4
	2,4-dimethylpentane	1.55			Ethylbenzene	3.04
	Methylcyclopentane	2.19			m,p-xylene	7.8*
2-methylhexane	1.19	o-xylene	7.64			
2,3-dimethylpentane	1.34	Styrene	1.73			
Cyclohexane	1.25	i-propylbenzene	2.52			
3-methylhexane	1.61	n-propylbenzene	2.03			
2,2,4-trimethylpentane	1.26	m,p-ethyltoluene	5.92*			
n-heptane	1.07	3,5-trimethylbenzene	11.8			
Alkane	Methylcyclohexane	1.7	o-ethyltoluene	5.59		
	2,3,4-trimethylpentane	1.03	1,2,4-trimethylbenzene	8.87		
	2-methylheptane	1.07	1,2,3-trimethylbenzene	12		
	3-methylheptane	1.24	Biogenic	Isoprene	10.6	
	n-octane	0.9		α-pinene	4.51	
	n-nonane	0.78		β-pinene	3.52	
	Alkane	n-decane	0.68	Aldehyde	Formaldehyde	9.46
					Acetaldehyde	6.54

2 光化学オキシダント高濃度日の特徴 (H22~24)

調査計画を立てるに当たり、過去3年間 (H22~24) の光化学オキシダント高濃度日の解析を行った。

過去3年間で比較的高濃度 (140ppbv 以上となった日数が4以上) の光化学オキシダントが出現した測定局は、**図1**の黒丸で示している。



図1 比較的高濃度の光化学オキシダントが出現した測定局

光化学オキシダントが高濃度となる12~14時頃は、東京湾からの風と相模湾からの風がぶつかり、横浜市内に南東の風が吹く傾向があることが分かり (**図2**)、これらの測定局は南東風が吹く地域に位置している。

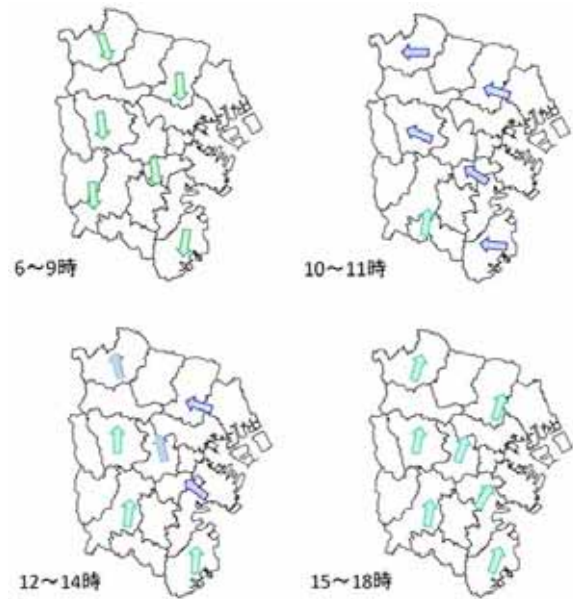


図2 光化学オキシダント高濃度時の風向

このうち、風上と風下の測定局として、横浜商業高校と都筑区役所でVOC濃度の経時変化を見ることにした。

2 調査

2-1 地点及び期間

2-1-1 地点

横浜商業高校 (Y校) と都筑区役所 (都筑) の2地点で実施した (**図1**)。

2-1-2 調査日時

2013年8月8日の11~16時に実施した。

Table 1 Y校における調査日の風向風速、Ox濃度、PO濃度

	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時
風向	NW	N	N	SW	SE	SE	ESE	SW	SW	SW	SSW	SSW	SW
風速	1.1	1.3	0.7	1	1.9	3.4	2.8	3.1	3.8	4.2	3.8	3.8	3.4
Ox	5	11	27	37	55	81	92	75	71	71	73	68	61
PO	31.7	31.5	47.1	60	86	106	107	83.8	76.2	76.2	78.2	72.3	65.3
Ox		6	16	10	18	26	11	-17	-4	0	2	-5	-7
PO		-0.2	15.6	12.9	26	19.9	1.2	-23	-7.6	0	2	-5.9	-7

Table 2 都筑における調査日の風向風速、Ox濃度、PO濃度

	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時
風向	NW	NNW	CALM	N	NE	SE	SE	SSE	S	SSW	SSW	SSW	SSW
風速	1.4	0.7	0.4	0.5	1.2	1.9	3.4	3.1	4.3	4.7	6.6	7.2	3.5
Ox	8	13	22	51	76	98	95	101	106	87	74	70	59
PO	25.7	30.5	42.1	67.9	92	111	122	117	115	95	80.2	77.1	66.2
Ox		5	9	29	25	22	-3	6	5	-19	-13	-4	-11
PO		4.8	11.6	25.8	24.1	19.4	10.4	-4.7	-2.2	-20	-15	-3.1	-11

2-2 試料採取

容量 6.0L の容器（キャニスター）を加熱洗浄後に十分減圧し、11～16 時の各正時にバルブをゆっくり開けながら数分かけて大気を採取した。

アルデヒド類は、大気を 450ml/min の流量で 1 時間吸引し、DNPH カートリッジに吸着させた。

2-3 分析方法および測定装置

2-3-1 分析方法

「有害大気汚染物質モニタリング測定方法マニュアル」³⁾の容器採取-ガスクロマトグラフ質量分析法（アルデヒド類以外）と固相捕集-高速液体クロマトグラフ法（アルデヒド類）に従った。

2-3-2 測定装置

キャニスター洗浄装置：CCS-3 Au

試料濃縮・加熱脱着装置：AERO タワーシステム ACS-2100

GC/MS：GCMS-QP2010 Plus

HPLC：Agilent Series1100

4 結果

4-1 調査日の気象等

調査日（2013 年 8 月 8 日）の Y 校及び都筑における風向・風速、オゾン（Ox）濃度、ポテンシャルオゾン（PO）濃度を Table 1 と Table 2 に示した。

横浜市では光化学スモッグ注意報は発令されなかったが、近隣地域の川崎市・東京都・埼玉県・千葉県などでは光化学スモッグ注意報が発令された。Y 校では 10～12 時、都筑では 11～14 時に南東方向の風が吹いたが、光化学オキシダント高濃度日と比較すると南西風になる時間が早く、光化学オキシダント濃度がそれほど高くならなかったと考えられる。

解析には、Ox 濃度ではなく PO 濃度を用いた。PO とは Ox と NO₂ を足したものの（式 1）で、潜在的なオゾンの総量である。

$$[PO] = [Ox] + [NO_2] - 0.1[NOx] \dots \text{式}(1)$$

Table 3 Y 校における PO と VOC との相関係数

	MIR	POとの相関	POとの相関	
Alkane	i-pentane	1.45	0.90	0.40
	n-pentane	1.31	0.92	0.53
	2,2-dimethylbutane	1.17	0.87	0.42
	2,3-dimethylbutane	0.97	0.78	0.35
	2-methylpentane	1.5	0.70	0.27
	cyclopentane	2.39	0.92	0.53
	3-methylpentane	1.8	0.43	0.14
	n-hexane	1.24	0.53	0.08
	2,4-dimethylpentane	1.55	0.90	0.47
	methylcyclopentane	2.19	0.80	0.24
	2-methylhexane	1.19	0.96	0.77
	2,3-dimethylpentane	1.34	0.95	0.71
	cyclohexane	1.25	0.44	0.18
	3-methylhexane	1.61	0.96	0.77
	2,2,4-trimethylpentane	1.26	0.96	0.82
	n-heptane	1.07	0.94	0.85
	methylcyclohexane	1.7	0.77	-0.15
	2,3,4-trimethylpentane	1.03	0.91	0.62
	2-methylheptane	1.07	0.89	0.69
	3-methylheptane	1.24	0.83	0.55
Alkene	n-octane	0.9	0.67	0.61
	n-nonane	0.78	-0.09	0.35
	n-decane	0.68	-0.18	0.43
	trans-2-butene	15.2	0.97	0.86
	cis-2-butene	14.2	0.96	0.82
Aromatic	1-pentene	7.21	0.96	0.82
	trans-2-pentene	10.6	0.99	0.92
	cis-2-pentene	10.4	0.99	0.93
	2-methyl-1-pentene	5.26	0.99	0.93
	benzene	0.72	0.91	0.30
Biogenic	toluene	4	0.91	0.72
	ethylbenzene	3.04	0.23	0.39
	m,p-xylene	7.795	0.25	0.33
	o-xylene	7.64	-0.13	0.27
	styrene	1.73	-0.92	-0.38
	i-propylbenzene	2.52	0.61	0.25
	n-propylbenzene	2.03	-0.74	0.03
	m,p-ethyltoluene	5.915	-0.72	0.05
	1,3,5-trimethylbenzene	11.8	-0.67	0.33
	o-ethyltoluene	5.59	-0.72	0.19
	1,2,4-trimethylbenzene	8.87	-0.66	0.36
	1,2,3-trimethylbenzene	12	-0.60	0.09
	Aldehyde	2-methyl-1,3-butadiene	10.6	-0.51
-pinene		4.51	-0.61	0.02
-pinene		3.52	-0.73	0.30
Aldehyde	formaldehyde	9.46	0.99	0.98
	acetaldehyde	6.54	0.99	0.98

Table 4 都筑における PO と VOC との相関係数

	MIR	POとの相関	POとの相関	
Alkane	i-pentane	1.45	0.57	0.00
	n-pentane	1.31	0.61	0.18
	2,2-dimethylbutane	1.17	0.65	0.20
	2,3-dimethylbutane	0.97	0.32	-0.13
	2-methylpentane	1.5	0.46	-0.02
	cyclopentane	2.39	0.53	-0.20
	3-methylpentane	1.8	0.49	0.04
	n-hexane	1.24	0.58	0.08
	2,4-dimethylpentane	1.55	0.29	-0.06
	methylcyclopentane	2.19	0.40	-0.12
	2-methylhexane	1.19	0.42	-0.10
	2,3-dimethylpentane	1.34	0.37	-0.18
	cyclohexane	1.25	-0.13	-0.67
	3-methylhexane	1.61	0.38	-0.16
	2,2,4-trimethylpentane	1.26	-0.36	-0.29
	n-heptane	1.07	0.53	-0.05
	methylcyclohexane	1.7	0.39	-0.68
	2,3,4-trimethylpentane	1.03	-0.62	-0.41
	2-methylheptane	1.07	0.20	-0.06
	3-methylheptane	1.24	0.01	-0.23
Alkene	n-octane	0.9	0.20	0.12
	n-nonane	0.78	-0.15	0.00
	n-decane	0.68	-0.10	-0.18
	trans-2-butene	15.2	-0.93	-0.78
	cis-2-butene	14.2	-0.94	-0.63
Aromatic	1-pentene	7.21	-0.83	-0.33
	trans-2-pentene	10.6	-0.94	-0.62
	cis-2-pentene	10.4	-0.92	-0.42
	2-methyl-1-pentene	5.26	-0.75	-0.58
	benzene	0.72	0.50	0.01
Biogenic	toluene	4	0.28	-0.57
	ethylbenzene	3.04	0.22	0.09
	m,p-xylene	7.795	-0.35	-0.19
	o-xylene	7.64	-0.07	-0.19
	styrene	1.73	-0.58	-0.41
	i-propylbenzene	2.52	0.20	-0.09
	n-propylbenzene	2.03	0.10	-0.11
	m,p-ethyltoluene	5.915	-0.70	-0.37
	1,3,5-trimethylbenzene	11.8	-0.88	-0.38
	o-ethyltoluene	5.59	-0.45	-0.25
	1,2,4-trimethylbenzene	8.87	-0.86	-0.45
	1,2,3-trimethylbenzene	12	-0.76	-0.20
	Aldehyde	2-methyl-1,3-butadiene	10.6	-0.99
-pinene		4.51	-0.71	-0.27
-pinene		3.52	-0.93	-0.53
Aldehyde	formaldehyde	9.46	0.91	-0.31
	acetaldehyde	6.54	0.81	-0.65

都筑と比較して、ガソリン蒸発ガスの主成分⁴⁾である i-pentane、n-pentane の寄与割合が高い傾向にあった。

Table 7 Y校における最大オゾン生成推計濃度上位 10 物質 (O₃-μg/m³)

	12時	13時	14時	15時	16時	合計
1	formaldehyde (75.3)	formaldehyde (39.2)	toluene (31.2)	formaldehyde (27.8)	toluene (24.0)	formaldehyde (194.9)
2	toluene (40.0)	toluene (32.4)	formaldehyde (29.3)	toluene (26.8)	formaldehyde (23.3)	toluene (193.6)
3	acetaldehyde (34.9)	m,p-xylene (16.4)	m,p-xylene (17.9)	m,p-xylene (15.6)	1,2,4-trimethylbenzene (13.3)	i-pentane (113.1)
4	i-pentane (31.9)	acetaldehyde (15.0)	1,2,4-trimethylbenzene (14.2)	1,2,4-trimethylbenzene (14.2)	m,p-xylene (12.5)	m,p-xylene (95.9)
5	m,p-xylene (19.5)	1,2,4-trimethylbenzene (12.4)	acetaldehyde (10.0)	acetaldehyde (9.4)	isoprene (9.5)	1,2,4-trimethylbenzene (77.2)
6	n-pentane (18.3)	isoprene (11.7)	-pinene (8.6)	3-methylpentane (9.2)	acetaldehyde (7.3)	acetaldehyde (76.5)
7	1,2,4-trimethylbenzene (13.3)	ethylbenzene (7.3)	isoprene (8.4)	isoprene (9.0)	m,p-ethyltoluene (7.1)	n-pentane (60.4)
8	ethylbenzene (8.8)	-pinene (7.2)	m,p-ethyltoluene (8.3)	n-hexane (8.4)	-pinene (6.8)	isoprene (54.0)
9	isoprene (8.2)	m,p-ethyltoluene (7.1)	ethylbenzene (8.2)	m,p-ethyltoluene (7.7)	ethylbenzene (6.1)	ethylbenzene (43.8)
10	1,2-methylpentane (7.4)	i-pentane (6.7)	1,2,3-trimethylbenzene (7.7)	2-methylpentane (7.7)	1,2,3-trimethylbenzene (5.9)	m,p-ethyltoluene (42.5)

Table 8 都筑における最大オゾン生成推計濃度上位 10 物質 (O₃-μg/m³)

	12時	13時	14時	15時	16時	合計
1	formaldehyde (112.6)	formaldehyde (83.6)	formaldehyde (66.7)	formaldehyde (46.2)	formaldehyde (34.3)	formaldehyde (343.4)
2	acetaldehyde (65.4)	acetaldehyde (38.1)	acetaldehyde (26.4)	acetaldehyde (19.5)	toluene (30.8)	toluene (193.2)
3	toluene (44.0)	toluene (25.6)	toluene (20.0)	toluene (16.8)	m,p-xylene (22.6)	acetaldehyde (161.8)
4	i-pentane (20.3)	m,p-xylene (11.7)	m,p-xylene (9.4)	m,p-xylene (10.9)	acetaldehyde (12.4)	m,p-xylene (90.4)
5	m,p-xylene (20.3)	i-pentane (11.6)	i-pentane (7.0)	i-pentane (8.0)	1,2,4-trimethylbenzene (12.4)	i-pentane (72.5)
6	ethylbenzene (15.8)	ethylbenzene (7.9)	1,2,4-trimethylbenzene (6.6)	isoprene (7.5)	isoprene (10.6)	ethylbenzene (54.1)
7	n-pentane (9.2)	1,2,4-trimethylbenzene (5.9)	isoprene (5.6)	1,2,4-trimethylbenzene (7.0)	ethylbenzene (10.3)	1,2,4-trimethylbenzene (45.4)
8	o-xylene (7.6)	isoprene (4.9)	ethylbenzene (4.9)	ethylbenzene (5.2)	i-pentane (8.3)	isoprene (38.3)
9	1,2,4-trimethylbenzene (6.7)	n-pentane (4.7)	m,p-ethyltoluene (4.1)	m,p-ethyltoluene (4.4)	o-xylene (7.1)	o-xylene (33.6)
10	m,p-ethyltoluene (5.2)	o-xylene (4.6)	o-xylene (3.7)	o-xylene (3.9)	m,p-ethyltoluene (7.1)	m,p-ethyltoluene (29.9)

5 おわりに

横浜市内において、沿岸部の Y 校で PO と相関が得られた VOC はアルケン類とアルデヒド類だった。一方、内陸部の都筑では isoprene が PO と高い相関を示した。

Y 校の方が都筑に比べて、低沸点 VOC の間に相関が見られた。

Y 校と都筑では、formaldehyde と toluene が最大オゾン生成推計濃度上位物質であった。Y 校よりも都筑において、アルデヒド類 (formaldehyde、acetaldehyde) の濃度が約 2 倍であった。Y 校では都筑と比較して、ガソリン蒸発ガスの主成分である i-pentane と n-pentane の最大オゾン生成推計濃度が高い傾向であった。

6 参考文献

- 1) California Environmental Protection Agency Air Resources Board : Amendments to the Tables of Maximum Incremental Reactivity (MIR) Values
- 2) 横浜市環境科学研究所報, 第 38 号, 8-11, 福崎ほか (2014)
- 3) 環境省水・大気環境局大気環境課 : 有害大気汚染物質測定方法マニュアル (2011)
- 4) 東京都環境科学研究所報, 2011, 33-38, 横田ほか

平成 25 年度

住民相談案件に係る浮遊粉じんの由来調査

永井敬祐 松島由佳 加藤美一 (横浜市環境科学研究所)

Survey of Loots of Flying Particles about which inhabitants in Yokohama City consulted

Keisuke Nagai Yuka Matsushima Yoshikazu Katou
(Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード: セメント、再生砕石、カルシウム、コンクリート

要旨

平成 25 年 5 月下旬、粉じんに関する住民相談があり、発生源調査を行った。現地の被害の大きいとされる住宅 3 軒および事業所の敷地内の浮遊粉じん、および事業所の再生砕石のサンプリングを実施し、それらを走査型電子顕微鏡およびエネルギー分散型 X 線分析装置 (SEM-EDS) で分析した。今回、元素組成を色で見分けるマッピング分析を行い、事業所の再生砕石を粉砕して得られた粒子から代表的な元素組成をもつものを選び、事業所敷地内で採取された粉じん中の代表的な粒子と比較した。すると主成分として Ca、Si、副成分として Al、Mg、Fe や微量の K、S、Na を含む粒子を多数含んでいるという点において、極めて高い類似性を得た。これらを事業所の代表的なセメント粒子であるとし、同様の元素組成をもつ粒子が、各住宅敷地内でサンプリングした大気粉じんに含まれているかどうかを分析したところ、いずれの住宅においても類似した粒子がわずかに見つかったが、それらからは事業所のセメントにはほとんど含まれていない Cl や、Ti、Cr、Mn といった重金属元素が比較的多く検出された。結果、事業所由来の粉じんが各住宅に飛来しているという確証は得られなかった。

1 はじめに

市内のある地域では、ある事業所が再生砕石を屋外に高く積み上げており、その粉じんが飛来してくるという住民の相談が、10 年以上前から寄せられていた。

今回、現地の被害の大きいとされる住宅 3 軒(住宅 A、B、C とする)および事業所の敷地内の浮遊粉じんについて、効果的かつ簡易的にサンプリングする手法を考案し、また事業所から再生砕石を採取できたことにより、各住宅に飛来した粉じんと事業所由来の粉じんの高精度な比較が可能となった。

さらに、今回分析に用いた SEM-EDS によるマッピングという手法は、物質の構成元素を色分けして表示でき、無数の粒子からセメント由来と思われるものを探し当てる際に大いに役立った。

2 粉じんのサンプリングについて

2-1 サンプリング方法

直径 15mm のアルミ試料台上面に導電性カーボンテープ (SEM での分析の際、試料が帯電しないようにするためのもの) を 1cm 角に切ったものを貼り付け、サンプリングしたい場所に放置する手法を考案した。試料台上面のみの狭い範囲でのサンプリングになるが、テープから粉じんをそぎ落とす必要がなく、そのまま SEM にセッティングし、前処理を簡略化して分析ができる。

今回は、カーボンテープを貼り付けた試料台 3 つを、市販の両面テープでプラスチック製のシャーレ (直径 85mm、深さ 15mm) に固定したものを、各住宅および事業所の粉じん捕集用に 4 つ用意した (図 1)。



図 1 サンプリング容器



図 2 シャーレ縁のスリット(赤枠)

運搬時の大気粉じんの影響を防ぐため、シャーレはサ

ンプリング時のみ蓋を開けた。また、シャーレの縁で地面からの砂埃の巻き上げの影響の防止も期待できた。雨天の場合、シャーレに溜まった雨水によって試料台が水没することを防止するために、シャーレの縁にはスリットを入れた(図2)。

サンプリングの際は、シャーレの裏面の縁がやや盛り上がり、通常の薄い両面テープでは底面を固定できないため、シャーレのスリットを避けて側面から地面にテープを貼りつける(図3)、またはガムテープを丸めて用いる(図4)などして地面に水平に固定した。



図3 側面の固定

図4 底面の固定

砂埃の巻き上げの影響を防ぐため、各住宅、および事業所敷地内の、地面から0.5m以上離れた位置に容器を設置した。設置後、シャーレの蓋を開け、試料台上面に貼ったカーボンテープのカバーをはがし、放置した(図5)。



図5 カーボン導電テープのカバーを外した試料台

一週間後、シャーレに蓋をして回収した。

2-2 サンプリング方法の利点と欠点

この方法の利点としては、強い流量で吸引して採取するローボリュームエアースンプラーなどと違い、形状・組成を損失させずに粉じん採取ができること、また、電源や広いスペースを要さず、騒音や振動も発生しないこと、さらには試料台をほぼ前処理なしでSEMにセットして測定できるということがあげられる。

一方、欠点としては、ポンプで大気を吸引する手法とは違い、狭いエリアに自然に粉じんが降下するのを待つだけなので、短期間のサンプリングでは採取できる粉じん量が少なくなってしまうこと、また、もしサンプリング中に雨が降ると、採取した粉じんの水による変質や流失の恐れがあることがあげられる。

今回の採取期間(一週間)中、降雨はなかった。

3 分析

3-1 分析方法

まず、事業所で採取した再生砕石を乳鉢で粉末状にすりつぶし、試料台に貼りつけたカーボンテープ上に薄く均一に散布し、SEM-EDSにセットした。(図5、6)



図6 採取物の粉碎



図7 試料台への散布

次に、事業所、および住宅A~C敷地内に一週間放置されたサンプリング容器から試料台を取り外し、上面のカーボンテープに触れないように試料台の汚れをふき取り、SEM-EDSにセットした(図8)。



図8 住宅での粉じん採取に用いた容器

なお、SEM-EDSの仕様は以下のとおりである。

SEM：(株)日立ハイテクノロジーズ製 S-4800、
加速電圧 15kV

EDS：(株)エダックス・ジャパン製 Genesis2000

3-2 マッピング

EDSは、電子線を照射した試料の表面から発生する特性X線を検出し、元素の定性、定量を行うことのできる装置である。今回用いたEDSは、観測視野の構成元素の分布(マップ)を撮る、マッピングという操作が可能である。すなわち、どの箇所にどの元素が含有されているかを、元素ごとに色でわけた画像の作成が可能である。例えば図9のようなSEM画像中の、どの部分にどの元素が含まれているかを、図10のように元素ごとに画像表示できる。

さらにその中から注目したい元素をいくつか選んで、図11のように色を重ね合わせた画像も作成することができる。各マップを色分けし、重ね合わせた場合、同一画素内で最も輝度の強い、すなわち組成の高い元素の色が表示される。そのため、この手法により粒子の元素組成の分布の様子を目で見て捉えることができる。

ここではCa、Si、Alの色をそれぞれシアン、マゼンタ、黄に統一し、X線検出時間は600秒以上とした。

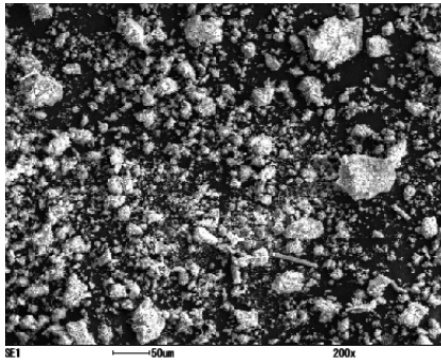


図9 事業所再生砕石粉末のSEM画像(×200)

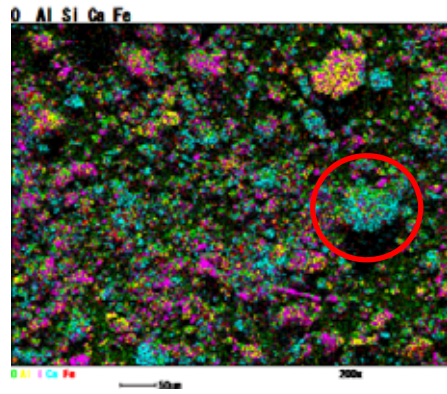


図11 事業所再生砕石粉末の5元素合成マップ(×200)

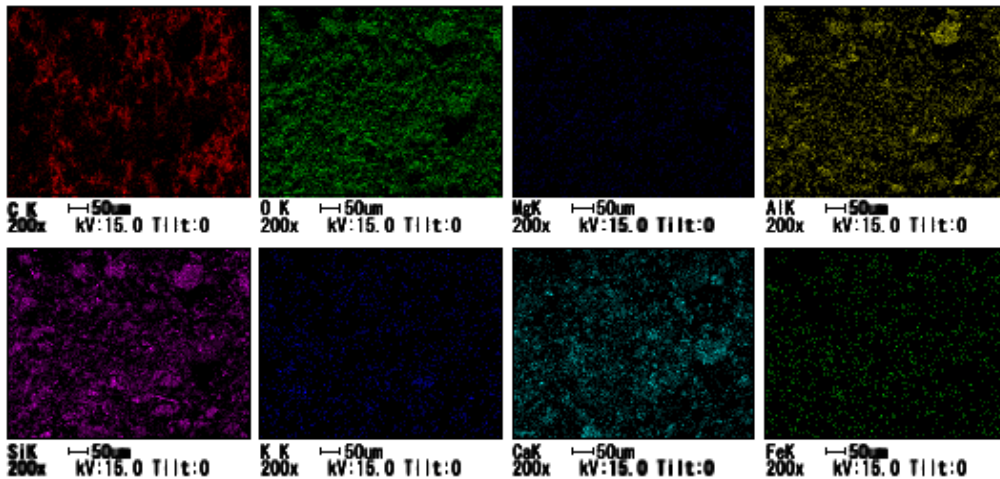


図10 事業所再生砕石粉末の元素ごとのマップ(×200)

3-3 分析と検証

コンクリート(セメントコンクリート)には砂、砂利、水といったものが混入されており¹⁾、またセメントの代表的な成分としては、Si、Al、Ca、Fe、Mg、Sなどがあげられるが²⁾、それらはいずれも一般土壌の成分でもあるため、今回は一般のセメントの主要成分であるCaに注目し、分析を進めていく手法をとった。

まず、事業所の再生砕石を前処理したものの(図7)について、30倍(今回使用したSEMで最も低倍率で、試料全体の1/6程度の視野を表示できる。)でマッピングした結果、Si、Ca、Alといった元素が均一に分布していることが分かった(図12)。

次に、同一視野内の一部を200倍に拡大して(図9)EDSでマッピングしたところ、Caを多く含んでいる粒子が多数観測され、これが事業所の再生砕石中に含まれるセメントであると判断された(図11)。

さらに200倍の視野内でそれらの粒子のうち代表的なものを選び(図11の赤枠内、および図13)元素分析を行ったところ、主成分としてCa、Si、副成分としてAl、Fe、Mgや微量のNa、K、Sを含んでいることが分かった(表1 再生砕石(Wt%))。このような特徴を持つ粒子がほかにも多数見つかったので、この粒子を事業所のセメントを代表するものであると判断した。

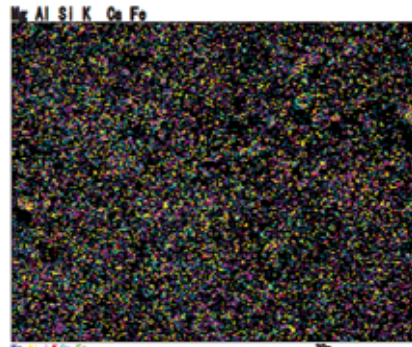


図12 事業所再生砕石の5元素合成マップ(×30)

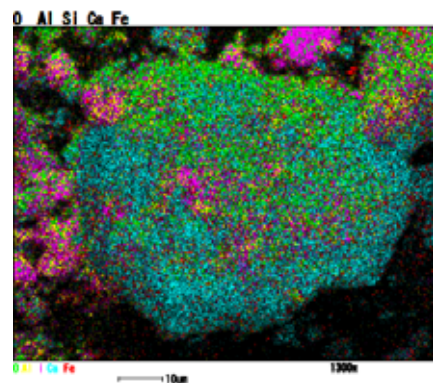


図13 事業所再生砕石粉末中代表的粒子の5元素合成マップ(×1300)

表 1 EDS による各試料中のセメント類似粒子の元素分析結果

元素	再生砕石(Wt%)	事業所(Wt%)	A(Wt%)	B(Wt%)	C(Wt%)
Na	0.96	1.06	1.73	1.23	0.90
Mg	2.27	2.72	1.24	1.24	2.72
Al	10.1	9.65	11.4	13.0	9.62
Si	29.5	28.3	25.6	26.0	30.1
P	0.23	0.24	1.81	0.26	0.23
S	0.73	2.03	0.35	1.69	2.01
Cl	0.04	0.24	2.03	0.62	2.09
K	1.01	0.63	1.64	1.37	0.96
Ca	49.6	48.0	41.3	39.5	43.6
Ti	0.26	0.00	0.68	0.85	1.27
Cr	0.00	0.00	0.59	0.39	0.00
Mn	0.00	0.00	0.85	0.51	0.31
Fe	5.29	7.19	10.8	13.3	6.14

同様の方法で、今度は事業所敷地内に設置した試料台を観測した。まず、事業所敷地内で採取された大気粉じんの検体について、粒子数密度の大きい範囲を 30 倍でマッピングしたところ、Ca、Si が顕著に検出される箇所が多数見つかった（図 14、15）。

次に、それらを含む範囲を 200 倍でマッピングしたところ（図 16）、Ca、Si を多く含んだ粒子が多数見つかったため、それらのうち元素組成が代表的なものを選び（図 16 中の赤枠内、および図 17）、元素分析を行った。その結果、主成分として Ca、Si、副成分として

Al、Fe、Mg や微量の S、Na、K を含む粒子であることが分かり（表 1 事業所(Wt%)）、事業所再生砕石中のセメントと判断した粒子（表 1 採取物(Wt%)）と極めて類似していると確認できた。

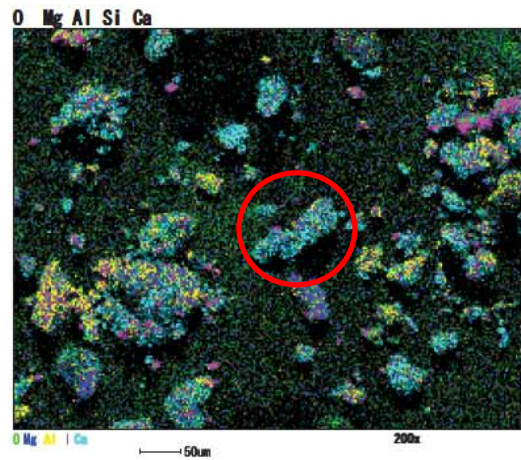


図 16 事業所内粉じん 5 元素合成マップ（×200）

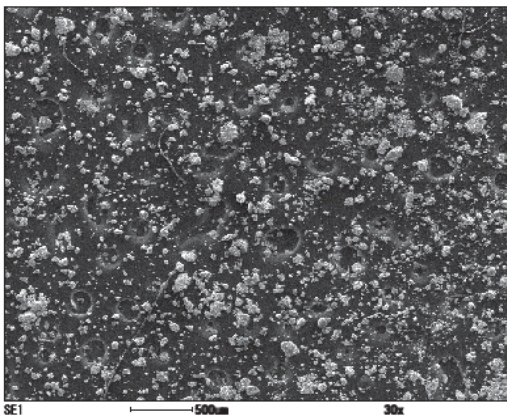


図 14 事業所内粉じん SEM 画像（×30）

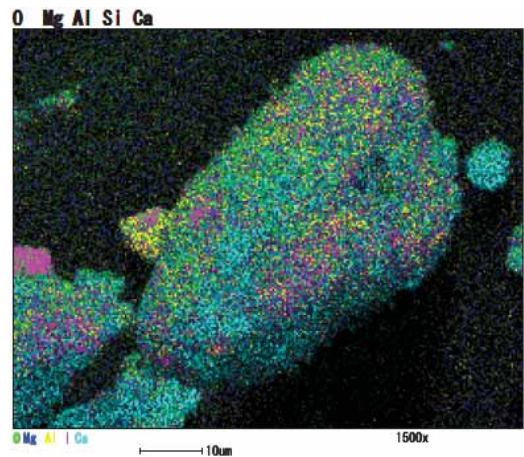


図 17 事業所内粉じん中代表的粒子の 5 元素合成マップ（×1500）

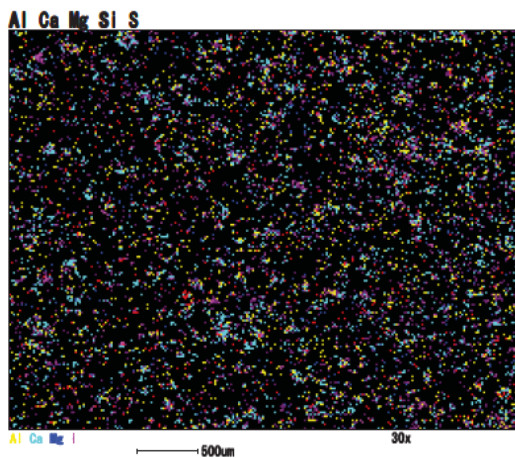


図 15 事業所内粉じん 5 元素合成マップ（×30）

以上の結果を踏まえ、主成分として Ca、Si、副成分として Al、Mg、Fe や微量の K、S、Na を含む粒子を当該事業所の代表的なセメント粒子であると判断し、同様の粒子が住宅 A～C の大気粉じんの検体に含まれているかどうかを分析した。

図 18 が住宅 A 敷地内の試料の 30 倍での画像である。事業所のもの（図 14）と比較して、各住宅敷地内で捕集された粉じんは小さいものが多く、粒子数も少なく感じられた。したがって、粒子が比較的良好に載っている場所を選び、Ca の色を含んだ粒子の多いところの 200 倍のマップを撮った（図 20）。

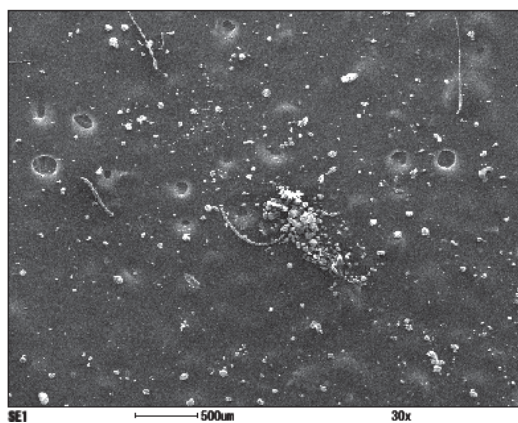


図 18 住宅 A 敷地内粉じんの SEM 画像(×30)

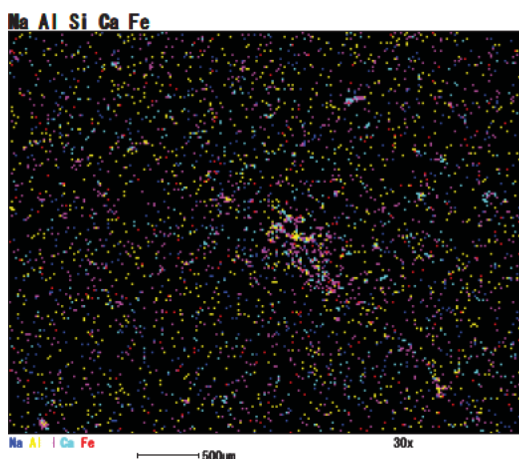


図 19 住宅 A 敷地内粉じんの 5 元素合成マップ (×30)

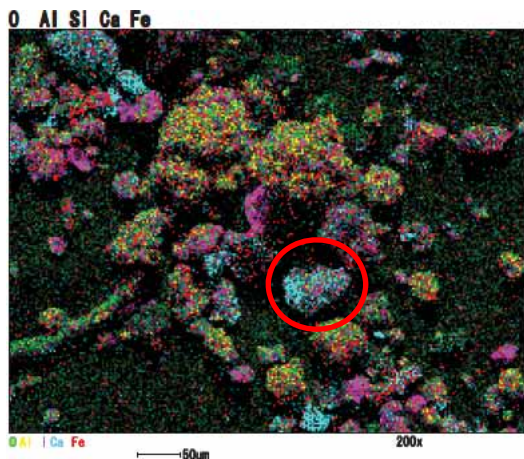


図 20 住宅 A 敷地内粉じんの 5 元素合成マップ (×200)

これから事業所のセメントと思われた粒子(図 13、17、および表 1 再生砕石(Wt%)、事業所(Wt%))と類似したものを探した(図 20 赤枠内、および図 21)。

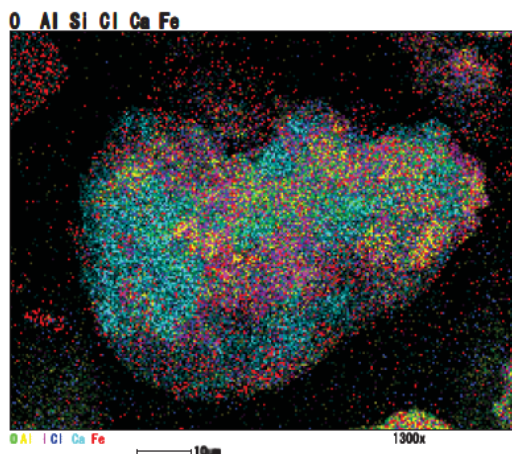


図 21 事業所セメント粒子と類似した住宅 A 敷地内粒子の 5 元素合成マップ(×1300)

EDS の結果(表 1 A(Wt%))からも、Ca、Si を主成分とし、Al、Fe を副成分としていて、Na、K を微量に含んでいるという点で事業所の粒子と似ているといえるが、事業所のセメント粒子にはほとんど含まれていない Cl を微量に含んでいるということ、土壌の構成成分でもある Al が比較的多く、Mg が少ないということもわかった。同様に、住宅 B および住宅 C 敷地内についても、事業所のセメント粒子と類似した粒子を見つけ(図 22、23)、EDS で分析した(表 1 B(Wt%)、C(Wt%))。

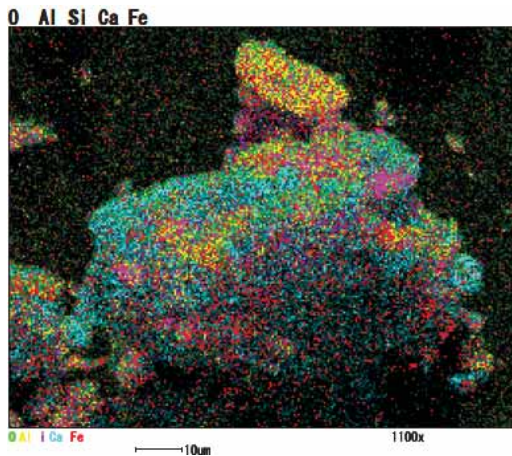


図 22 事業所セメント粒子と類似した住宅 B 敷地内粒子の 5 元素合成マップ(×1100)

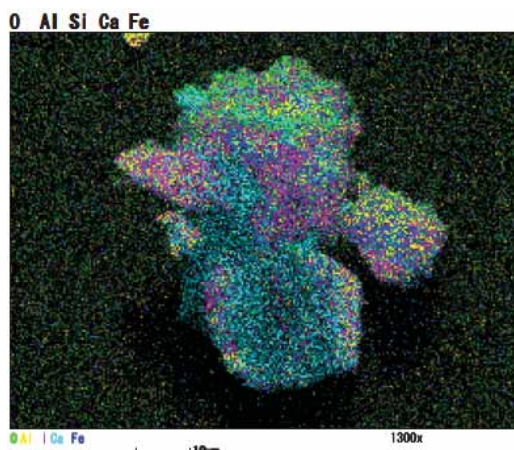


図 23 事業所セメント粒子と類似した住宅 C 敷地内粒子の 5 元素合成マップ (×1300)

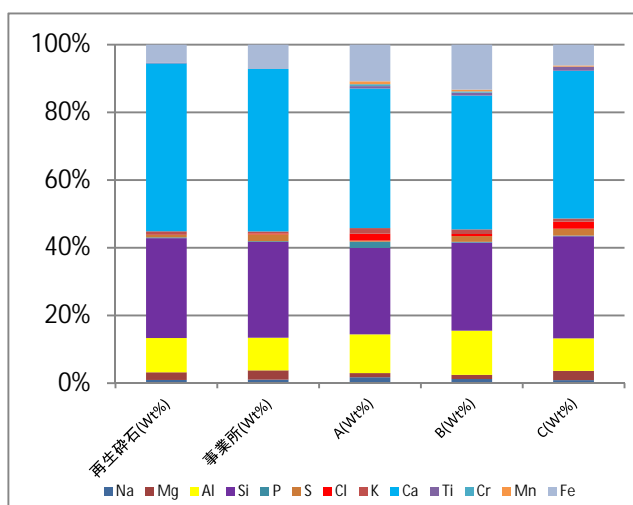


図 24 得られた粒子の構成元素重量比(Wt%)比較

以上の結果を踏まえ、各地点で得られた粒子を比較した。図 24 が事業所の再生砕石と各地点で得られた粒子の成分組成比のグラフである。一番左が再生砕石、二番目から事業所、A、B、C 宅敷地内で得られた粒子の構成元素重量比グラフになる。事業所のもの左 2 つは主成分、副成分、微量成分の割合まで類似性が強いことが分かる。一方、各住宅において見つかった粒子と比較すると、主成分として Ca、Si、副成分として Al、Mg、Fe や微量の K、S 等を含んでいるという点で類似しているといえるが、いずれの住宅のものも、事業所のものにはほとんど見られない Cl を微量に含んでおり、また Ti、Cr、Mn といった重金属もごく微量に含んでいるという点で違いが見られた。

次に、より多くの粒子の総合的な比較のため、各住宅の試料について、30 倍の視野を 3 か所選び、それぞれ元素分析を行って平均値を求めた (Table 3)。各住宅において Ca と Al の重量比 (Wt%) の比 (Ca/Al) の平均を比較したところ、住宅 A は 0.70、住宅 B は 0.35、住宅 C は 1.03 であった (表 2)。これらはいずれも事業所の大気粉じんにおいての比 2.88 に対して低い値となっており、Al を指標とした場合、いずれの住宅も事

業所敷地内よりも Ca を含んだ粉じんの割合が低いということが分かった。同様に、他の成分元素についても Al との比を求めた。

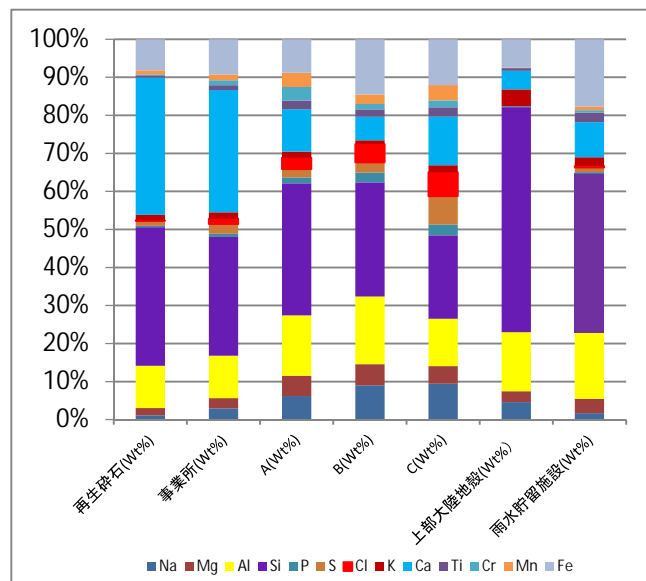


図 25 各検体の EDS 分析 (30 倍の視野内の粉じんの 3 か所平均) および資料から得られた構成元素重量比 (Wt%)

4 結果

4-1 セメント粒子の同定

事業所のセメント粒子と構成元素が類似した粒子が各住宅に飛んでいるということが分かったが、それらは微量な元素の含有において違いが見られ、事業所由来のものであると断定はできないという結論になった。特に事業所の粒子には Cl がほとんど含まれていなかったのに対して、各住宅で見つかった類似の粒子には比較的多く含まれていた。Cl は、その含有が鉄筋等の腐食の原因となるので、事業所のセメント粒子に Cl の含有が少ない理由は、混入されないよう人為的に管理されたためだと考えられる (現状のセメント中には約 60mg/l、JIS は 200mg/l 以下³⁾、エコセメントも塩化物イオン量は 1.5% 以下と定められている⁴⁾)。また、今回はサンプリングできなかったが、周辺にも再生砕石を取り扱う別の事業所が存在しており、住宅で見つかった粒子が、その事業所から排出されたものである可能性もある。

しかし、今回微量元素まで完全に一致することはなかったが、住宅で発見された粒子が、事業所から飛んでくるまでの間に Cl が化合したセメント粒子であるという可能性もある。また、サンプリング期間をより長くすることにより、微量元素まで一致する粒子が見つかる可能性もある。したがって、各住宅に、今回調査した事業所からの粒子が全く飛んできていない、と断定することもできなかった。

表2 各検体のEDS分析(30倍の視野内の粉じんの3か所平均) および資料から得られた構成元素重量比(Wt%)と、それらのAlとの比

元素	再生砕石		事業所		A		B		C		上部大陸地殻		県内一般土壌		雨水貯留施設	
	Wt%	Alとの比	Wt%	Alとの比	Wt%	Alとの比	Wt%	Alとの比	Wt%	Alとの比	Wt%	Alとの比	Wt%	Alとの比	Wt%	Alとの比
Na	1.12	0.10	2.94	0.26	6.21	0.39	9.02	0.51	9.44	0.76	4.61	0.30	1.69	0.11	1.72	0.10
Mg	1.93	0.17	2.71	0.24	5.36	0.34	5.54	0.31	4.64	0.37	2.87	0.18			3.77	0.22
Al	11.1	1.00	11.2	1.00	15.8	1.00	17.8	1.00	12.4	1.00	15.5	1.00	15.5	1.00	17.3	1.00
Si	36.4	3.28	31.2	2.80	34.7	2.19	30.0	1.68	21.9	1.77	59.2	3.82			41.8	2.41
P	0.33	0.03	0.87	0.08	1.55	0.10	2.57	0.14	2.85	0.23	0.23	0.01			0.45	0.03
S	1.34	0.12	2.54	0.23	2.20	0.14	2.69	0.15	7.45	0.60					1.19	0.07
Cl	0.08	0.01	1.35	0.12	2.97	0.19	4.80	0.27	6.26	0.50			0.12	0.01	0.39	0.02
K	1.49	0.13	1.72	0.15	1.60	0.10	1.03	0.06	1.86	0.15	4.42	0.29		0.00	2.30	0.13
Ca	36.1	3.25	32.2	2.88	11.1	0.70	6.19	0.35	12.8	1.03	4.88	0.31	9.17	0.59	9.22	0.53
Ti	0.61	0.06	1.26	0.11	2.28	0.14	1.90	0.11	2.42	0.19	0.73	0.05	1.06	0.07	2.52	0.15
Cr	0.23	0.02	1.29	0.12	3.60	0.23	1.45	0.08	1.80	0.15			0.04	0.00	0.63	0.04
Mn	1.05	0.09	1.51	0.14	3.75	0.24	2.49	0.14	4.06	0.33	0.15	0.01	0.29	0.02	0.93	0.05
Fe	8.19	0.74	9.29	0.83	8.79	0.56	14.5	0.82	12.0	0.97	7.45	0.48	15.3	0.99	17.7	1.02

4-2 30倍でのEDS分析結果の検証

各住宅の30倍でのEDS分析結果について、セメントと疑われる粒子が一般地域よりも多く飛んでいるのかどうかを判断する比較対象として、同じサンプリング方法、測定方法で、一般的であるといえるデータとの比較が必要となる。しかし、過去にそのような測定は行われなかったため、資料や他の分析で得られたデータとの比較を試みた。

まず、理科年表に記載してある上部大陸地殻の主成分組成から求めたグラフを見ると(図25 上部大陸地殻(Wt%)) 上部大陸地殻に含まれるCaの割合は今回の住宅のものよりも少ないといえる⁵⁾。しかし、これは道路や建物といった人間の活動によるものを考慮していないという点で不十分である。

次に、平成元年に当研究所で調査した、神奈川県的一般土壌系粒子の成分組成比を参照した⁶⁾(表2 県内一般土壌)。これは県内13か所の一般環境大気測定局から採取した、道路ダスト(幹線道路および路肩の道路ダストを数十mにわたって約10か所から合計約1kg採取したもの。調査地点は中原、鶴見、県庁) 自然土壌(汚染が認められないと判断される自然状態の表層土壌を数十mの範囲内で約10か所から約1kgを採取したもの。調査地点は麻生、都田、桜丘、三浦、寄) 造成地土壌(校庭、公園および造成地など客土の表層を数十mの範囲内で約10か所から約1kg採取したもの。調査地点は田島、野庭、南瀬谷、久里浜)の成分含有率を放射化分析法で測定し、平均したものであり、Si、Mg、K、Pのデータがなかったため、主要構成成分であるAlの値(Wt%)を理科年表の上部大陸地殻のものと合わせ、Alと各元素の比を求めて比較した。AlとCaの比を見ると、県内一般土壌は上部大陸地殻よりも2倍近くCaを含有していることがわかる。これは、道路ダスト、造成地土壌からの寄与が大きいためと考えられる。この結果と各住宅のCaの割合と比較すると、住宅Aはやや多く、住宅Bは少なく半分程度、住宅Cは2倍近く多いといえる(図26 Ca/Al)。

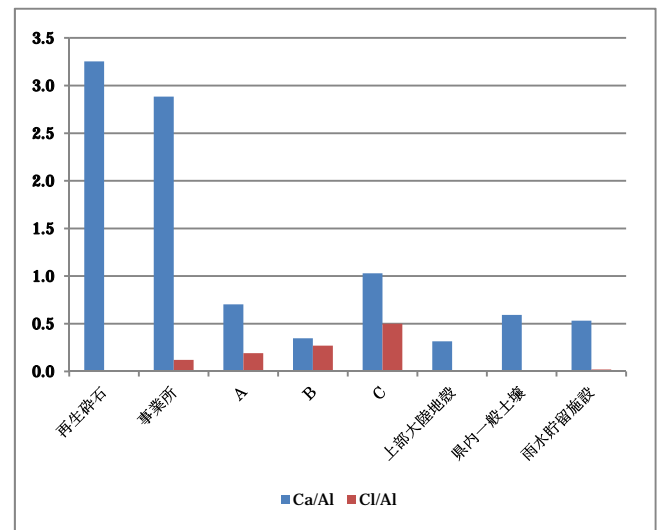


図26 各検体のEDS分析(30倍の視野内の粉じんの3か所平均) 及び資料から得られた構成元素重量比(Wt%)のAlとの比(上部大陸地殻のCl/Alはデータなし)

しかし、これも過去のデータであり、現在の状況を反映しているデータとは言い難い。そこでさらに、平成25年9月に、市内11地点(中、緑、保土ヶ谷区2地点ずつ、および泉、都筑、鶴見、神奈川、金沢区1地点ずつ)の雨水貯留施設に堆積した汚泥を採取し、SEM 試料台に載せてEDSで30倍視野の元素組成平均を求めた(図25、表2 雨水貯留施設)。これらは施設の屋上に降下した粉じんが集まったもので、しかも長期間、広範囲に捕集されたものであるため、サンプルとして理想的であると考えられる。その結果から得られたCaとAlの比を各住宅と比較すると、平成元年の県内一般土壌と同様、住宅Aはやや多かったが住宅Bは少なく、住宅Cは2倍近く多いという結果となった(図26)。このデータは今後また地点数を増やし、市内のより一般的な土壌の組成を得ることで、今回のような案件の参考として役立つと考えられる。

なお、Clの含有率に関しては、凍結防止剤等の道路ダストまたは造成地土壌からの寄与を受けることが知られているが⁷⁾、今回事業所および各住宅は、それらを考慮している県内一般土壌および雨水貯留施設よりも、Al

との比では6倍以上の値をとっており、その原因の検証も今後必要となってくる(図26 Cl/Al)。

以上より、Al と Ca の比だけを考えると、市内においては住宅 A および住宅 C は一般的な土壌よりも Ca を多く含んでおり、一方住宅 B は Ca が少ないということが分かった。しかし、付近にある他の事業所の存在も考慮し、今回サンプリングした事業所からのセメント粒子がこの結果の原因であるかどうかは断定できなかった。

4-3 分析方法の課題

図25のような30倍でのEDS分析は、試料台に載っている粒子全体の組成を出すのが狙いだが、選択した各元素の割合がどうなるかを数値化したもので、定量下限値、検出下限値という概念ではない。試料の量が少なかったり測定時間が不十分だったりすると、得られるピークも弱くノイズを拾う場合もあり、エラー値が多く表示される。今回の30倍での分析は、各600秒以上の検出時間をとり、ノイズをある程度省いたが、やはり一週間のうち試料台に載った粒子の数が少ないためにエラーが多くなり、得られた元素の比率の精度も悪くなっている。特に各住宅では主要成分に関してもエラーが多くなっている。したがって今回の分析結果は大まかな元素含有比の比較という点でのみ有効であり、装置の性能や分析時間等によって多少のずれが生じる恐れがある。今後はよりサンプリング期間を長くする、より被害の大きいサンプリング場所を選択するなどして粉じんの量を増やし、分析時間も長くすることによってより高精度な分析結果を得たいと考える。

5 おわりに

今回、事業所から各住宅へ粉じんが降下しているかどうかを断定するには至らなかったが、分析の際に新たな

知見がいくつかが得られた。特に今回用いたマッピングの分析手法は、観測視野の元素組成分布をわかりやすく表示することができるという点だけでなく、様々な物質からなる大気粉じんから、特定の元素を多く含んだ粒子を見つけ出したい場合に、一つ一つの粒子を拡大して観測していくような手間を大幅に省くことができるという点においても、大変有用であるといえる。また、セメント粒子のデータだけでなく雨水貯留施設から採取した汚泥のデータも、市内の降下物の一般的なデータとして貴重なものであると考える。このような基礎的データを蓄積していくことにより、住民相談や行政施策に役立てていきたい。

6 参考文献

- 1) セメント協会：コンクリートとは、<http://www.jcassoc.or.jp/cement/1jpn/je1.html>
- 2) 最新コンクリート材料・工法ハンドブック編集委員会：最新コンクリート材料・工法ハンドブック：土木・建築技術者のための、株式会社建設産業調査会、p4-5(1986)
- 3) 日本下水道協会：下水汚泥の建設資材利用マニュアル2001年版、2012年修正版、p136(2001)
- 4) 日本コンクリート工学会：コンクリートの基礎知識、<http://www.jci-net.or.jp/j/public/kiso/EcoCement.html>
- 5) 国立天文台：理科年表第85冊、丸善、p644(2012)
- 6) 横浜市環境科学研究所：浮遊粉じんの発生源推定に関する調査研究報告書、p55-61(1989)
- 7) 木村恵子、曾根真理、並河良治、桑原正明、角湯克典：凍結防止剤散布と沿道環境、国総研資料第412号、p19, 25-26, 33-41, 61-82(2007)

横浜港の底層環境調査 -金沢木材港・富岡川河口周辺-

小市佳延、村岡麻衣子、浦垣直子、山下理絵、市川竜也(横浜市環境科学研究所)、竹田隆彦(横浜市環境創造局)、西栄二郎、松尾香菜子、堀江智子(横浜国立大学)、坂本昭夫(海をつくる会)、杉原奈央子(東京大学大気海洋研究所)

Investigation of bottom environment in port of Yokohama —The timber port of Kanazawa and around of Tomioka river mouth—

Yoshinobu Koichi, Maiko Muraoka, Naoko Uragaki, Rie Yamashita, Tatsuya Ichikawa(Yokohama Environmental Science Research Institute), Takahiko Takeda(Yokohama Environmental Planning Bureau), Eijiroh Nishi, Kanako Matsuo, Satoko Horie (Yokohama National University), Akio Sakamoto (The Sea Beautification Society), Naoko Sugihara(Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo)

キーワード：貧酸素、浅場、底質、底生生物

要 旨

東京湾の西岸にある金沢木材港・富岡川河口周辺で、2013年6、9月に底層環境を中心に水質、底質、底生生物の調査を行った。水質の底層DOは水深の深いところで夏に3mg/l台まで下がる他はおおよそ4mg/l以上であり、閉鎖性海域中長期ビジョンの目標値を上回っていた。底質は覆砂した浅場で有機物や硫化物の濃度が低いのにに対し、深場や河川では有機物等の濃度が高い傾向にあった。底生生物は二枚貝類5種、巻貝類1種、多毛類17種、棘皮動物1種の24種が採集され、そのうち有機汚濁指標種が11種を占めていた。水産用水基準による底質評価では、覆砂した浅場で6月は「A:正常泥」であったが、富岡川や木材港船溜まりでは「汚染泥」と判定された。七都府県市底層環境評価区分では、覆砂した浅場の「環境保全度Ⅱ」が最高であり、目標とした「環境保全度Ⅲ」に届いていなかった。

1. はじめに

東京湾では長年の富栄養化のために、毎年春から秋にかけて赤潮や貧酸素化現象がみられ、景観や水生生物の生息に影響を与えている。

このような東京湾の富栄養化状態を改善するために、国や関係自治体で構成された東京湾再生推進会議は2003年度から10年計画で「東京湾再生のための行動計画」を策定し、推進してきた。「自然と共生した首都圏にふさわしい東京湾を創出する」趣旨の目標を掲げ、達成状況を判断するために底層の溶存酸素量(DO)を指標として具体的な目標を「底生生物が通年で生息できる限度」とした。さらに、目標達成のための施策としては、『流入負荷削減』、『海域環境改善』、『モニタリングの充実』が決められた¹⁾。

底層における貧酸素状態の改善が物質循環や食物連鎖を促し、東京湾の水域環境の回復に繋がると考えられた。10年を経て、東京湾の底層DOに明らかな改善傾向は認められなかったものの、汚濁負荷量は着実に減少し、再生された浅場等で生物の生息が確認されるなど、一定の成果が認められた²⁾。

2013年度からは第二期の行動計画が始まっている。全体目標には「水産資源としての魚介類が生息する」ことが追加され、活動組織を企業およびNPO、研究者、住民

等に広げることや、評価指標を多種多様化することで万人に興味を持ってもらう形にしている³⁾。

行動計画の『モニタリングの充実』の一環として、東京湾全体を計測・推測した「貧酸素水塊速報」⁴⁾や「東京湾海況情報」⁵⁾などがある。筆者らは湾全体からは推測しきれない構造となった水域内の底層環境に焦点を当て、これまで横浜市域で横浜内港や小運河、鶴見川や大岡川などの河口域、下水処理場放流口付近を選び、水質・底質等の調査を行ってきた⁶⁻¹¹⁾。

今回、横浜市南東部の金沢地区において水質・底質等を調査し、その特徴や底生生物の生息の可能性等を検討したので報告する。

2-1 調査地域

調査域は東京湾に面する金沢木材港および富岡川の河口周辺である。調査地点を図-1に示す。

この地域の埋立は集合住宅・工業用地として昭和40年代から行われてきた。木材港は昭和49年に供用が開始されたが、次第に原木の需要が減り、貯木水面や整理水面は遊休化していった。その後、遊休水面にマリナを建設する計画が浮上し、平成5年からの埋立工事を経て平成8年にはベイサイドマリナが開業している。

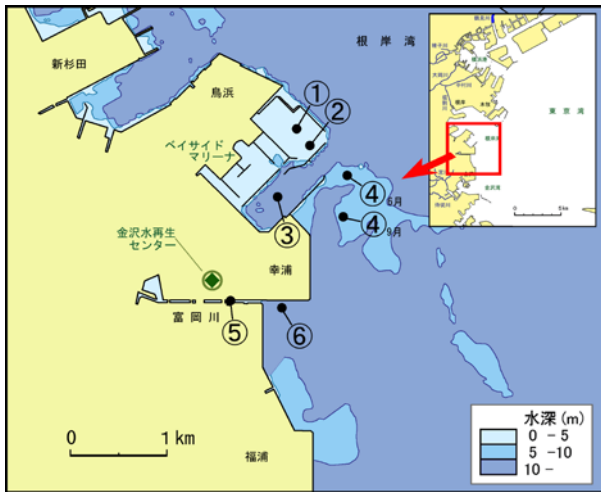


図-1 調査地点 (St.)

マリーナ横は覆砂によって浅くした海域で、航行禁止域になっている。この海域では国交省による浅場造成試験¹²⁾、NPO 団体や国・横浜市・企業によるアマモ移植活動^{13, 14)}などが行われている。St.1 は浅場の中央、国交省が作製した浅場の近くにある。St.2 は St.1 の沖合にあり、マリーナに入るポート・ヨットの航路際にあたる。

St.3 は木材港の船溜まりにあたり、砂利や車の運搬船が出入りする。水深は過去とほぼ同じことから、覆砂等は行われていないと考えられる。St.4 は木材港の入り口にあたり、海図によれば 10m 以浅の海底で貝殻や砂が堆積している。St.5 は富岡川の水路で、すぐ上流には金沢水再生センターの放流口がある。雨が降ると西側の丘陵からの雨水が集中する排水路と化す。St.6 は富岡川河口に近く、水深は 10m 以上ある。周囲には工場や風力発電実験用の巨大風車がある。

2-2 試料採取方法および調査期日

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

表層水はバケツを用いて採水し、底層水（海底上 0.5～1m）はリゴ- B 号透明採水器を用いて採取した。底質および底生生物用試料はエクマンバ-ジ採泥器を用いて採取した。

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

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

調査期日は 2013 年 6 月 6 日、9 月 5 日である。6 月 6 日は中潮にあたり、調査時は上げ潮で、曇りであった。9 月 5 日は大潮にあたり、調査時は下げ潮から潮が止まる状態であった。また、調査時は雨だった。

2-3 調査項目および測定方法

水質、底質の調査項目および測定方法を表-1 に示す。底質の試料調整は環境省の底質調査法¹⁵⁾に準じた。底質の粒度組成は砂分率、泥分率に大別し、それぞれ粒径

表-1 調査項目および測定方法

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

2~0.075mm、粒径 0.075mm 以下の試料が粒径 2mm 以下の試料に占める割合とした。

底生生物は選別後、双眼実体顕微鏡および光学顕微鏡を使用して種の同定¹⁶⁻²⁶⁾ならびに個体数の計測を行った。分類学的情報が不足している群や虫体が破損して分類・同定に必要な形質が観察できない場合は属までまたは科までの同定にとどめた。

3. 結果と考察

3-1 水質

水質の調査結果の一部を表-2 および図-2 に示す。水深は St.1、2 では 5m 前後、St.5 では約 2m と浅い。一方、木材港の奥の St.3 や富岡川河口に近い St.6 では 12m と深くなっていた。

透明度は 9 月の St.5 で 0.7m と低く、濁度が高くなっていた。その他の地点はいずれも透明度は 2.0m 以上あった。

塩分はほとんどの地点で底層では 34psu 前後であり、東京湾口⁵⁾と同程度であった。表層は底層よりわずかに

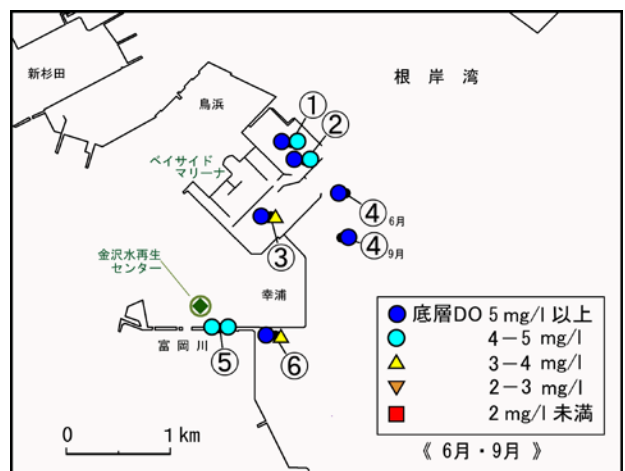


図-2 水質の結果 (一部)

表-2 水質の結果

項目 地点		水深	水温	透明度	pH	塩分	濁度	DO	COD	Chl.a	
		(m)	(°C)	(m)		(psu)	(mg/l)	(mg/l)	(μg/l)		
6月	St.1	上	4.6	20.6	3.8	8.36	32.0	1.8	8.3	3.4	17.9
		下		20.0		8.35	33.0	2.8	7.2	3.0	15.3
	St.2	上	5.5	20.0	3.3	8.44	33.0	1.9	8.2	2.8	16.9
		下		19.0		8.22	34.0	3.2	5.2	2.8	7.4
	St.3	上	11.8	21.0	2.9	8.54	33.0	2.6	9.2	3.6	16.8
		下		18.0		8.18	35.0	0.8	5.2	2.6	4.6
	St.4	上	8.3	20.4	2.8	8.51	33.0	2.6	8.8	3.2	17.8
		下		19.0		8.34	34.0	1.5	6.4	3.8	14.8
	St.5	上	1.8	23.0	2.3	7.40	14.0	1.9	5.3	3.8	5.8
		下		21.0		8.05	31.0	0.8	4.0	4.0	5.1
	St.6	上	12.3	20.0	3.3	8.47	33.0	2.0	8.4	3.0	22.1
		下		19.0		8.24	34.0	1.8	5.5	3.0	6.0
9月	St.1	上	4.5	26.5	2.6	8.41	31.0	2.7	6.7	3.8	37.2
		下		26.0		8.26	32.0	1.5	4.8	3.3	11.2
	St.2	上	5.3	26.1	2.3	8.38	31.0	2.6	6.5	3.7	27.2
		下		25.8		8.25	33.0	4.6	4.7	2.8	11.0
	St.3	上	11.2	26.5	2.2	8.38	31.0	3.0	7.0	2.6	26.8
		下		24.1		8.11	34.0	1.8	3.0	2.0	3.5
	St.4	上	7.1	25.7	2.5	8.35	31.0	3.4	6.0	2.6	29.7
		下		25.4		8.29	33.0	2.5	5.0	3.2	14.8
	St.5	上	2.1	27.0	0.7	7.16	6.0	18.9	4.4	8.4	4.7
		下		27.2		7.09	9.0	18.3	4.0	10.6	6.2
	St.6	上	12.8	25.8	2.2	8.26	30.0	3.0	5.5	4.1	24.5
		下		24.5		8.16	33.0	1.1	3.9	2.3	5.0

* 上=表層、下=底層

低くなる傾向がみられた。ただし、富岡川下流の St.5 では6月の表層や、9月の表層・低層の塩分は低い値となっており、下水処理場放流水や大量の雨水などの淡水流入による影響とみられた。

DOはSt.5の富岡川以外は、6月の表層で8mg/l以上、底層で5mg/l以上あるのが認められる。9月の表層DOはSt.5を除いて5mg/l以上だった。9月の底層DOは水深が約12mのSt.3、6で3mg/l台と低く、水産用水基準値(4.3mg/l)に達していなかった。St.5では6、9月とも底層DOは4.0mg/lであり、水産用水基準値をやや下回っていた。ただし、これよりも基準のゆるい閉鎖性海域中長期ビジョンのあてはめ例²⁷⁾ではこの地域の目標値を「底層DO2mg/l以上あるいは3mg/l以上」としており、今回は全地点で到達していた。

項目 地点	泥温 (°C)	Eh (mV)	粒度組成		IL (%)	砂分IL (%)	泥分IL (%)	COD (mg/g)	T-S (mg/g)	
			砂分率 (%)	泥分率 (%)						
6月	St.1	21.3	45	89.6	10.4	2.6	1.6	11.4	3.7	0.03
	St.2	19.5	50	68.2	31.8	3.4	1.7	7.1	6.3	0.07
	St.3	18.6	-94	18.8	81.2	6.3	3.3	7.0	21.1	0.56
	St.4									
	St.5	21.4	-104	80.4	19.6	7.7	4.7	20.2	27.9	2.07
	St.6	19.6	-59	59.1	40.9	7.1	3.4	12.4	19.6	0.93
9月	St.1	25.6	-31	82.3	17.7	2.7	1.5	8.3	4.3	0.29
	St.2	26.6	28	69.8	30.2	3.4	1.9	6.8	6.5	0.24
	St.3	23.3	-176	5.1	94.9	9.4	6.5	9.6	30.4	1.70
	St.4									
	St.5	24.9	-139	89.3	10.7	4.9	3.1	20.2	14.0	3.29
	St.6	24.5	-139	45.0	55.0	6.3	3.2	8.9	22.3	1.00

Chl.aはSt.5を除いた6月の表層で17~22μg/l、9月の表層で25~37μg/lであり、9月が高い傾向があるものの、赤潮の目安の50μg/lには達しておらず、調査域では赤潮はみられなかった。9月の「東京湾海況情報」⁵⁾では調査日に近い9月9日~12日に観測が行われている。これによると、赤潮はアクアライン以北で発生していた。

CODは9月のSt.5で表層・底層とも9mg/l前後となっており、他の地点の2~4mg/lより高い。これは雨水排水や下水処理場放流水などの影響と考えられる。

3-2 底質

底質の調査結果を表-3、図-3に示す。

St.4では多数の貝片や岩等の影響で採泥できなかったため、調査地点から外した。

酸化還元電位 Ehは6月にSt.1、2で正の値が観測されたが、他の地点では負の値で嫌气的状態だった。9月のEh値は6月より低い傾向がみられた。正の値はSt.2のみであり、温度上昇に伴って嫌気性菌の活動が活発になって、全体的に嫌気度が増したと考えられる。

粒度組成では粒径2~0.075mmの砂分がSt.1で80%以上あった。同じ覆砂域であるSt.2の砂分率はやや下がって約70%だった。それに比較して木材港船溜まりのSt.3の砂分率は20%以下であり、泥分が多かった。この区域では覆砂などの浄化工は行われていないと考えられる。St.5の砂分率は80%以上あった。過去に調査した運河や

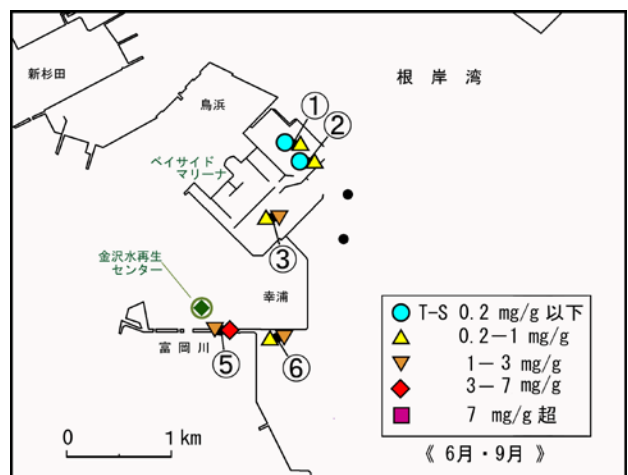
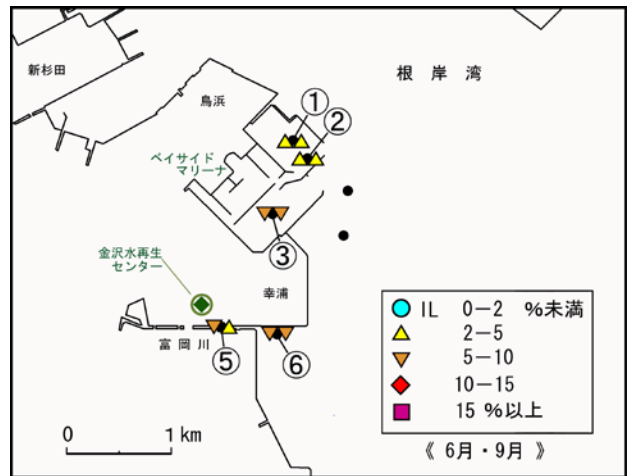


図-3 底質の結果 (一部)

表-4 底生生物の出現状況

		6月						9月					
		St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6
二枚貝	ホンビノスガイ					4							
	チヨノハナガイ					20		2	1	4			
	シズクガイ					3			3	11			
	ホトギスガイ	2						2					
	アサリ	2	1	1		4	2		1			1	
巻貝	アラムシロガイ	1											
多毛類	ハナオカカギゴカイ	2	1			1	2						
	アシナガゴカイ	1			1		2						
	カタマガリギボシイソメ			2									
	コアシギボシイソメ	2						1					
	ノラリウロコムシ科の1種	1						1					
	イトゴカイ			1		3							
	イトゴカイ科の1種							1					
	チロリ	1	1				1						
	チャメチヨリ	1	2										
	ウミイサゴムシ	2							1				2
	シノブハネエラスピオ		1			1				2			2
	スベスベハネエラスピオ									1			2
	ドロオニスピオ							1					2
	ツバサゴカイ				1								
	アリアケカンムリゴカイ	2											
	フサゴカイ科の1種	1						1					
	カニヤドリカンザシ	3							2				1
棘皮動物	イトマキヒトデ	1			1	1							
総出現種類数		14	5	3	3	7	5	7	5	4		1	5
総出現個体数		22	6	4	3	36	8	9	8	18		1	9

■ : 有機汚濁指標種 ■ : 有機汚濁指標種・外来種

小河川などの水路^{8, 9, 11)}では、砂分率は13~59%であることから、この富岡川のSt.5では泥分が堆積しにくいと考えられる。

底質CODはSt.1, 2で5mg/g前後と低いのに対し、他の3地点、St.3, St.5(6月)、St.6ではおおよそ20mg/g以上とやや高かったのが認められる。

同じ有機汚濁指標であるILもCODと同じ傾向であるが、最高でも10%を超えていない。

T-Sは6月より9月の方が高くなる傾向がみられた。St.1, 2の6月は0.1mg/g以下と極めて低かったが、9月は0.2mg/g台に上昇した。St.5では2~3mg/gと高く、全地点で最高だった。

3-3 底生生物

底生生物の出現種、個体数を表-4に示す。二枚貝類5種、巻貝類1種、多毛類17種、棘皮動物1種が採集された。各地点の出現種数は3~14(6月)、1~7(9月)、出現個体数は3~36(6月)、1~18(9月)であった。

今回の調査では、シズクガイ、チヨノハナガイ、ホンビノスガイ、ハナオカカギゴカイ、アシナガゴカイ、カタマガリギボシイソメ、コアシギボシイソメ、イトゴカイ、チロリ、シノブハネエラスピオ、スベスベハネエラスピオの11種の有機汚濁指標種が確認された。

6月と9月の比較では、6月の方が出現種数、個体数ともに多く、多様性が高い傾向にあった。6月は、St.1においてもっとも多様性が高く、特に多毛類の種数が多い傾向があった。St.5において、有機汚濁指標種の割合が高くなっており、汚濁が進行していることが底生生物の出現状況から読み取ることができた。9月は、St.1, 2, 3において有機汚濁が進行しており、それらの地点で有機汚濁指標種が確認された。St.5もホンビノスガイやカニヤドリカンザシゴカイの殻が多く、底泥はヘドロであつた。

多毛類の出現状況から、St.6においても汚濁が進行しつつある傾向が読み取れる。

外来種は、アシナガゴカイとホンビノスガイ^{28, 29)}、カニヤドリカンザシの3種が採集された。カニヤドリカンザシゴカイは、主に汽水域に出現する種であるが、沿岸域でも広く分布が確認されている。絶滅危惧種では、ツバサゴカイとアリアケカンムリゴカイ³⁰⁾が採集された。ツバサゴカイは管のみ採集されたが、特徴的なU字状の管であるため、その存在を管のみから確認することができた。

3-4 水産用水基準による底質評価

(社)日本水産資源保護協会の水産用水基準では夏場の厳しい状況を想定して、水質だけでなく底質にも基準を設けている³¹⁾。今回の調査についてあてはめた結果を図-4に示す。

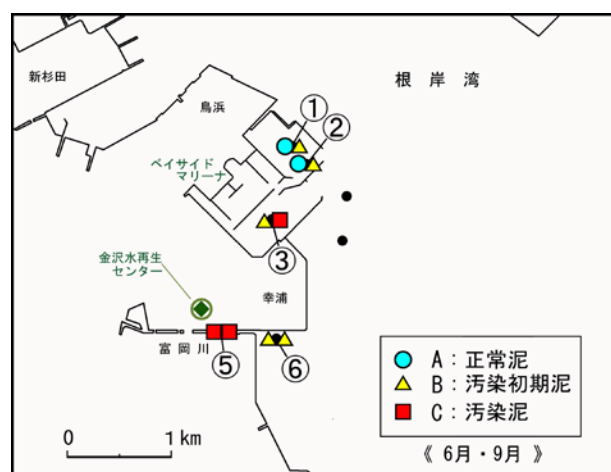


図-4 水産用水基準による底質の結果

覆砂した浅場の St.1 や St.2 では 6 月は「A:正常泥」であったが、9 月は「B:汚染初期泥」に格下げとなった。木材港内の St.3 では 6 月は「B」だったのが、9 月には「C:汚染泥」へと悪化した。富岡川の St.5 では 6、9 月とも「C」だった。富岡川河口の St.6 では St.5 より良い「B」と評価された。

と評価された。

9 月に評価が下がる地点は 9 月に T-S の値が高くなったためである。St.3 や St.5 では、夏には水産動植物に厳しい生息環境になると判定された。

3-5 七都県市底質環境評価区分による底質評価³²⁾

底質の IL と底生生物の分類の結果から算出した各項目の評点・評価区分を表-5 に示す。①は St.1 での出現種類数が 14 種であり、これは 10~20 種未満なので、得点が 2 になる。他の地点は出現種類数が 9 種以下なので、得点は 1 点以下となる。甲殻類ほどの地点も出現しなかったため、②の項目は 0 点となる。底質の IL が 2~5% の地点では③は 3 点となる。④は耐汚濁種が優占するほど得点は低くなる。①~④の合計点により評価区分が決まる。

表-5 および図-5 に示すように、St.1、2 は「環境保全度 II」、その他の St.3、5、6 は「環境保全度 I」であった。なお、St.4 は③が欠測のため評価の対象外とした。

「東京湾再生のための行動計画」³⁾ では、市民に施策の効果を実感してもらうアピールポイント 7 箇所のうち 6 箇所の評価にこの環境評価法を採用している。その中のひとつ、調査域に近い海の公園・八景島周辺での底質環境評価の目標は「環境保全度 III」であるが、今回調査では 5 地点中 2 地点が「環境保全度 II」であり、目標にはまだ達していなかった。

表-5 底質環境評価の項目別得点と評価区分*

評点	① 底生生物の総出現種類数	② 総出現種類数に占める甲殻類比率	③ 底質の強熱減量	④ 上位三種の優占による評価	評点の合計 ①+②+③+④	環境評価区分	
							0-4
6月	St.1	2	0	3	2	7	II
	St.2	1	0	3	2	6	II
	St.3	1	0	2	2	5	I
	St.4	1	0		3		
	St.5	1	0	2	2	5	I
	St.6	1	0	2	2	5	I
9月	St.1	1	0	3	2	6	II
	St.2	1	0	3	2	6	II
	St.3	1	0	2	1	4	I
	St.4						
	St.5	1	0	3	1	5	I
	St.6	1	0	2	2	5	I

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

4. まとめ

金沢木材港・富岡川河口周辺 6 地点で、底層環境を中心に 2013 年 6、9 月に水質、底質、底生生物の調査をしたところ、以下のような知見が得られた。

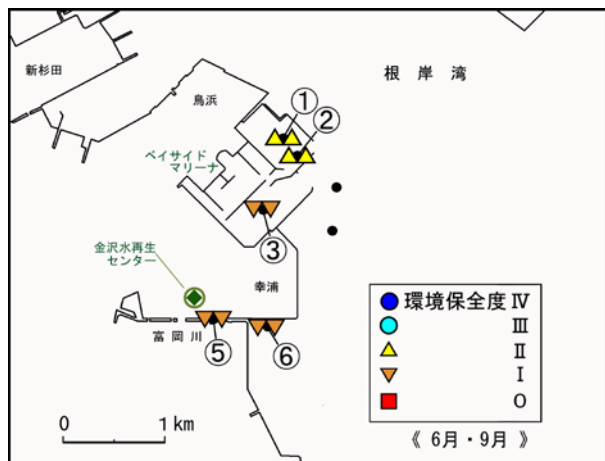
- 1) 水質の底層 DO は水深の深いところで夏に 3mg/l 台まで下がる他はおおよそ 4mg/l 以上であり、閉鎖性海域中長期ビジョンの目標値を上回っていた。
- 2) 底質は覆砂した浅場で有機物や硫化物の濃度が低いのにに対し、深場や河川では有機物等の濃度が高い傾向にあった。
- 3) 底生生物は 24 種が出現し、そのうち有機汚濁指標種が 11 種を占めていた。
- 4) 水産用水基準による底質評価では、覆砂した浅場の 2 地点で 6 月は「A:正常泥」であった。富岡川や木材港船溜まりでは夏に著しい貧酸素状態を引き起こす恐れのある「汚染泥」と判定された。
- 5) 七都県市底質環境評価区分では、今回調査では 5 地点中 2 地点の「環境保全度 II」が最高であり、海の公園・八景島周辺での底質環境評価の目標である「環境保全度 III」に届いていなかった。

謝辞

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

文献

- 1) 東京湾再生推進会議: 東京湾再生のための行動計画、<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/SAISEI/council/>



- council_index.htm、36pp (2003)
- 2) 東京湾再生推進会議：東京湾再生のための行動計画 (第一期) 期末評価報告書、http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/TB_Renaissance/index.html、102pp (2013)
 - 3) 東京湾再生推進会議：東京湾再生のための行動計画 (第二期)、http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/TB_Renaissance/index.html、39pp (2013)
 - 4) 千葉県水産総合研究センター、千葉県農林水産技術会議、神奈川県水産技術センター、内湾底びき網研究会連合会：貧酸素水塊速報、<http://www.pref.chiba.lg.jp/lab-suisan/suisan/suikaisokuhou/index.html>
 - 5) 千葉県水産総合研究センター漁場環境研究室：東京湾海況情報、<http://www.pref.chiba.lg.jp/lab-suisan/suisan/kaikyouchouhou/index.html>
 - 6) 小市佳延、水尾寛己、下村光一郎、高野善彦、西栄二郎、坂本昭夫：横浜港の底層環境調査－浚渫覆砂区一、横浜市環境科学研究所報、**33**、31-38 (2009)
 - 7) 小市佳延、下村光一郎、犬飼まり子、水尾寛己、西栄二郎、坂本昭夫：横浜港の底層環境調査－みなとみらい～瑞穂地区一、横浜市環境科学研究所報、**34**、16-23 (2010)
 - 8) 小市佳延、二宮勝幸、阿久津卓、下村光一郎、犬飼まり子、西栄二郎、坂本昭夫、杉原(村上)奈央子、水尾寛己：横浜港の底層環境調査－鶴見川河口周辺一、横浜市環境科学研究所報、**35**、15-22 (2011)
 - 9) 小市佳延、阿久津卓、村岡麻衣子、上原直子、二宮勝幸、西栄二郎、坂本昭夫、杉原(村上)奈央子：横浜港の底層環境調査－山下ふ頭・本牧ふ頭周辺一、横浜市環境科学研究所報、**36**、9-16 (2012)
 - 10) 小市佳延、村岡麻衣子、上原直子、七里浩志、西栄二郎、松尾香菜子、若井美里、坂本昭夫、杉原(村上)奈央子：横浜港の底層環境調査－根岸湾奥・堀割川河口一、横浜市環境科学研究所報、**37**、47-53 (2013)
 - 11) 小市佳延、村岡麻衣子、上原直子、七里浩志、内藤純一郎、西栄二郎、松尾香菜子、坂本昭夫、杉原奈央子：横浜港の底層環境調査－入江川派川・帷子川河口周辺一、横浜市環境科学研究所報、**38**、15-20 (2014)
 - 12) 関東地方整備局港湾空港部：浚渫土砂を活用した浅場の造成試験、海域における環境改善対策の取り組みについて、東京湾再生推進会議 海域対策分科会、http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/TB_Renaissance/RenaissanceProject/Handouts/13th_Exe/H_03_01.pdf、12p (2011.3)
 - 13) 金沢八景－東京湾アマモ場再生会議：アマモリバイバルプロジェクト、<http://www.meic.go.jp/kowan/kenkyu/tokyo051125/09.pdf> (2005)
 - 14) 国土交通省関東地方整備局港湾空港部：東京湾 UMI プロジェクト、<http://www.pa.ktr.mlit.go.jp/kyoku/59engan/umipro/umipro.htm>
 - 15) 環境庁：底質調査方法、1-2 (2001)
 - 16) 西栄二郎、田中克彦：神奈川県近海の干潟・汽水域に産する環形動物多毛類、神奈川県自然誌資料、**28**、101-107 (2007)
 - 17) 西栄二郎、加藤哲哉：環形動物多毛類の移入と移出の現状、日本ベントス学会誌、**59**、83-95 (2004)
 - 18) 西栄二郎、田中克彦：多摩川河口川崎市側の干潟における底生生物相、神奈川県自然誌資料、**27**、77-80 (2006)
 - 19) 西栄二郎、田中克彦、森敬介、藤岡義三：博多湾と東京湾の干潟から採集された日本初記録のヒガタケヤリムシ(新称) *Laonome albicingillum* (多毛綱・ケヤリムシ科)、南紀生物、**47**(2)、115-118 (2005)
 - 20) Glasby, C. J. & H. L. Hsieh: New species and new records of the *Perinereis nuntia* species group (Nereidae: Polychaeta) from Taiwan and other Indo-West Pacific shores. *Zoological Studies*, **45**, 553-577(2006)
 - 21) 横山寿：Paraprionospio 属多毛類の分類と系統、海洋と生物、**172**、487-494 (2007)
 - 22) 西栄二郎・田中克彦：外来種としての多毛類、海を渡る海洋生物、60-66、東海大学出版会、東京 (2009)
 - 23) Blake, J., A., J. P. Grassle & K. J. Eckelbarger: *Capitella teleta*, a new species designation for the opportunistic and experimental *Capitella* sp. I, with a review of the literature for confirmed records. *Zoosymposia*, **2**, 25-53 (2009)
 - 24) 山西良平、佐藤正典：環形動物門多毛類、182-192、浅海域生態系調査(干潟調査)報告書、環境省自然環境局生物多様性センター、235pp (2007)
 - 25) Yokoyama H: A revision of the genus *Paraprionospio* (Polychaeta: Spionidae), *Zoological Journal of the Linnean Society*, **151**, 253-384 (2007)
 - 26) Nishi E., K. Tanaka, Y. Fujioka & M. Sato: Reinstatement of *Sigambra hanaokai* (Kitamori, 1960) (Polychaeta, Pilargidae), with a literature overview of the genus, *Zootaxa*, **1653**, 57-68 (2007)
 - 27) 環境省、閉鎖性海域中長期ビジョン策定に係る懇談会：閉鎖性海域中長期ビジョン、92pp (2010)
 - 28) 西栄二郎、坂本昭夫、水尾寛己、小市佳延、下村光一郎：横浜港内で採集された外来大型二枚貝ホンビノスガイについて、神奈川県自然誌資料、**29**、181-183 (2008)
 - 29) Murakami-Sugihara, N., T. Furota & K. Okamoto : Genetic structure of the exotic hard clam *Mercenaria mercenaria* in Tokyo Bay, determined using mitochondrial DNA. *Fisheries Science*, **78**, 569-575 (2012)
 - 30) 佐藤正典、山西良平、西栄二郎：環形動物多毛類 221-228pp., in 干潟の絶滅危惧動物図鑑、日本ベントス学会編、東海大学出版会、神奈川県秦野市、285pp (2012)
 - 31) (社)日本水産資源保護協会：水産用水基準 (1995年版)、66-68 (1995)
 - 32) 七都県市首脳会議環境問題対策委員会水質改善専門部会：東京湾における底生生物調査指針および底生生物等による底質評価方法、全国公害研会誌、**25**、55-61 (2000)

ガスクロマトグラフ質量分析計を用いた底質中の シクロドデカ-1,5,9-トリエンの分析について

酒井 学 (横浜市環境科学研究所)

Determination of cyclododeca-1,5,9-triene in the sediment sample by gas chromatograph mass spectrometry

(Manabu Sakai, Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード: シクロドデカトリエン、底質、GC/MS

要旨

cis, trans, trans-シクロドデカ-1,5,9-トリエンは、主に合成繊維等の中間体として用いられ、化学物質審査規制法の監視化学物質に指定されているものの、環境実態は、明らかでない部分が多く残されている。そこで、底質中におけるシクロドデカ-1,5,9-トリエンについて、ガスクロマトグラフ質量分析計(GC/MS)による分析法の検討を行った。その結果、相関係数0.99以上の検量線が得られ、測定方法の検出限界は、0.00032 μg/g-dryであった。今回の方法を用いて、横浜港内の底質(3検体)を分析したところ、シクロドデカ-1,5,9-トリエンは検出されなかった。

1. はじめに

シクロドデカ-1,5,9-トリエンは、3個の二重結合を有する環状の炭化水素であり、二重結合の位置により、*cis, trans, trans*体、*trans, cis, cis*体、*trans, trans, trans*体の3種類の異性体が試薬として市販されているが、この中で、合成繊維原料として、工業的に汎用されている異性体は、*cis, trans, trans*体であることから、今回の報告では、*cis, trans, trans*体を扱うものとする。

cis, trans, trans-シクロドデカ-1,5,9-トリエン(以下シクロドデカトリエン)は、ナイロン等の合成繊維の原料であるラウロラクタムを製造する際の中間物質として用いられることが多い。化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律(化学物質審査規制法)の監視化学物質に指定されており、公表された製造・輸入量は、平成22年度が102トンであり、平成23年度、24年度の製造・輸入量は1トン以下であった¹⁾。しかし、安定性が高く分解性が低い上に、水に対する溶解性が低いことから²⁾、土壌等への残留が懸念される場所である。土壌中の分析については、アセトン抽出後、ペンタンに転溶し、シリカゲルカラムで前処理してからガスクロマトグラフ-FID検出器を用いた方法が以前に報告されたが、検出限界の濃度が15 μg/gと高く、ガスクロマトグラフ上に多くのピークが認められている²⁾。そこで、ガスクロマトグラフ質量分析計(GC/MS)を用い、選択性が高く、低濃度まで測定可能な分析法の検討・開発が必要な状況となった。今回、環境省化学物質環境実態調査の中で、底質試料中のシクロドデカトリエンの分析法開発³⁾を行うとともに、環境調査⁴⁾を実施したので、ここに報告を行う。

2. 分析方法

2-1 試薬

cis, trans, trans-シクロドデカ-1,5,9-トリエン及びナフタレン-*d*₈は、和光純薬工業製を用い、精製水は、蒸留水をイオン交換処理し、メンブランフィルター処理及び活性炭処理を行ったものを使用した。

2-2 分析機器の測定条件

ガスクロマトグラフ質量分析計(GC/MS)は、島津製作所製2010Plusを用いた。

カラムは、DB-5ms(J&W製、長さ30m、内径0.25mm、膜厚0.25 μm)を定量に用い、確認が必要な場合、BPX-50(SGE製、長さ30m、内径0.25mm、膜厚0.25 μm)を使用した。

GC/MSの分析条件は以下に示す通りである。

注入口温度 : 250°C
 注入方法 : スプリットレス (ページ開始0.8分)
 試料注入量 : 1.00 μL
 カラム温度 : 50°C (1分) → 5°C /分 → 110°C →
 10°C /分 → 150°C → 20°C /分 → 280°C
 (5分) → 300°C (3分)
 キャリヤーガス : ヘリウム
 ヘッド圧 : 89.6kPa (定圧力モード)
 インターフェイス温度 : 250°C
 イオン源温度 : 200°C
 イオン化電圧 : 70V
 イオン化法 : EI
 測定モード : SIM (定量)、スキャン (マススペクトル
 測定時)

モニターイオン： シクロドデカトリエン、
 $m/z=93$ (定量用)
 $m/z=133, 162$ (確認用)
 ナフタレン- d_8 、
 $m/z=136$

2-3 クリーンアップ

クリーンアップには、グラファイトカーボンカートリッジ(スペルコ製、ENVI-Carb 250mg)及びシリカゲルカートリッジ(ウォーターズ製、Sep-pak plus silica)を用いた。

2-4 検量線

シクロドデカトリエンの標準品をヘキサンに溶解し、2.00 ng/mL から 100 ng/mL の標準液を調製した。標準液 1mL に対して、シリンジスパイク (内部標準) として、ナフタレン- d_8 溶液 (濃度 5.00 μ g/mL) を 10 μ L 添加し、検量線の作成を行った。

2-5 分析操作

底質試料 10g-wet (5.0g-dry 相当) を 50 mL 容の栓付きガラス製遠沈管に入れ、1mol/L 水酸化カリウム/エタノール溶液 20mL を添加して、できるだけ底質が分散するように振り混ぜた後、室温暗所で保存を行い、1 日経過後、再度、できるだけ底質が分散するように 1 分間振り混ぜ、アルカリ分解を行った。

アルカリ分解の後、遠心分離 (2000 rpm、5 分) を行い、溶液部分を別の栓付き遠沈管に移し、残渣にエタノール 10 mL を加え、遠心分離 (2000 rpm、5 分) を行い、上澄みのエタノール溶液を、先に遠心分離して得た 1 mol/L 水酸化カリウム/エタノール溶液に合わせた。精製水 10 mL、ヘキサン 10 mL を加えて、振り混ぜた後、遠心分離 (2000 rpm、5 分) を行い、ヘキサン層を分取し、残った溶液に再度ヘキサン 10 mL を加え、振り混ぜた後、遠心分離 (2000 rpm、5 分) を行い、ヘキサン層を分取した。ヘキサン抽出液を合わせたものを栓付き試験管に入れ、精製水 1 mL を加えて振り混ぜ、ヘキサン溶液を洗浄してから、ヘキサン層を分取し、無水硫酸ナトリウムで脱水後、窒素気流で 5 mL まで濃縮を行った。あらかじめヘキサン 5 mL で洗浄したグラファイトカーボンカートリッジ (ENVI-Carb) (上段) 及びシリカゲルカートリッジ (Sep-Pak Plus Silica) (下段) に通し、ヘキサン 5 mL で溶出した。溶出液を窒素気流で 5.00 mL まで濃縮した後、1.00 mL を分取し、ナフタレン- d_8 標準液 5.00 μ g/mL を 10.0 μ L 添加して試験液とした。

2-6 空試験

実試料が含有すると推定される量の精製水を用いて、試

料と同様の操作に従い分析を行った。

2-7 測定方法の検出限界

横浜港の底質 (5.0g-dry 相当) にシクロドデカトリエン 10ng を添加し、分析操作に従い測定を行った (n=7)。

2-8 添加回収試験

横浜港の底質 (5.0g-dry 相当) にシクロドデカトリエンを 130 ng 添加し、試料と同様の分析操作を行った (n=5)。

2-9 横浜港の底質(平成 25 年度)

横浜港内のベイブリッジより内湾 3 地点において、平成 25 年 10 月 29 日にエッグマンバージ式採泥器による底質試料の採取を行い、分析操作に従って測定を行った⁴⁾。

3. 結果及び考察

3-1 シクロドデカトリエンのマススペクトル

シクロドデカトリエン溶液について、スキャン測定を行った結果、**図 1** のマススペクトルが得られた。質量分析計に付属する Nist ライブラリーで検索したところ、シクロドデカトリエンのマススペクトルと類似度が 90 以上であり、今回のイオン化条件で、問題は認められなかった。定量におけるモニターイオンとしては、質量数 162 の強度が小さいことから、質量数 93 を用いることとした。

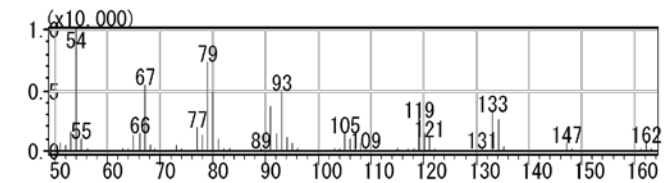


図 1 シクロドデカトリエンのマススペクトル

(濃度 1000 ng/mL : スキャンモードで測定)

3-2 検量線

内部標準にナフタレン- d_8 を用い、シクロドデカトリエンの濃度範囲 2.00~100 ng/mL で測定を行い、内部標準とシクロドデカトリエンの濃度比及び面積比で検量線を作成した結果、相関係数 0.99 以上となり、定量可能であると考えられた (**図 2**)。

また、検量線作成時の濃度 10 ng/mL の場合のクロマトグラムを **図 3** に示した。

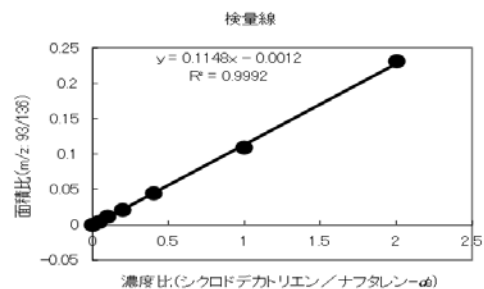


図 2 シクロドデカトリエンの検量線

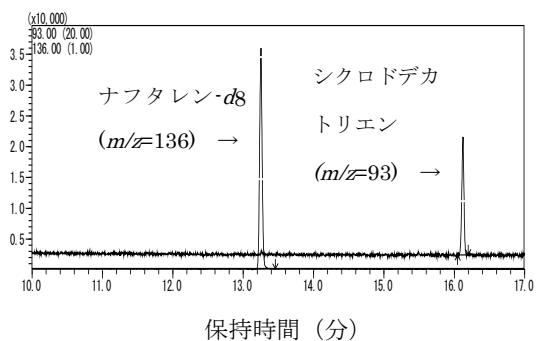


図3 シクロドデカトリエン標準液のクロマトグラム

3-3 クリーンアップ

グラファイトカーボンカートリッジ及びシリカゲルカートリッジにシクロドデカトリエンを負荷し、ヘキサンで溶出を行ったところ、いずれも5 mLまでに溶出が認められた。そこで、クリーンアップは、アルカリ分解した後、ヘキサンに転溶した溶液を5 mLまで濃縮し、あらかじめヘキサン5 mLで洗浄したグラファイトカーボンカートリッジとシリカゲルカートリッジを直結したものに通り、更にヘキサン5 mL溶出させた。そして、試料負荷時に溶出した溶液とヘキサン5 mLで溶出させた際の溶出液を併せて、クリーンアップ済みの試料とした。

3-4 空試験

精製水を用いた分析では、検出されなかった。

3-5 測定方法の検出限界

横浜港の底質を用いて、試料にシクロドデカトリエンを10.0 ng 添加し、分析を行った (n=7)。表1及び図4の結果が得られ、環境省の手引き⁵⁾に従い、測定方法の検出限界 (MDL) を求めたところ、 $0.00032 \mu\text{g/g-dry}$ となり (MDL = $t(n-1, 0.05) \times \sigma_{n-1} \times 2$)、以前の GC/FID を用いた方法と比較して、検出限界を1/1000以下とすることができた。

また、測定方法の定量下限 (MQL) は、 $MQL = \sigma_{n-1} \times 10$ より、 $0.00083 \mu\text{g/g-dry}$ となった。

3-6 添加回収試験

横浜港の底質 (5.0 g-dry) にシクロドデカトリエンを130 ng 添加し、分析を行った結果、平均回収率は84%で、変動係数は5.6% (n=5) であった。

3-7 横浜港の底質試料

横浜港の底質試料 (3 検体) を採取後、アルカリ分解し、GC/MS を用いて分析した結果、いずれもシクロドデカトリエンのピークが検出されず、不検出であった (検出下限 $0.00032 \mu\text{g/g-dry}$)⁴⁾。平成25年度の全国調査の結果においても、検出頻度は10%以下であり、全国的に残留は少ないものと考えられた⁶⁾。

表1 測定方法の検出限界

試料	横浜港底質
試料量 (g-dry)	5.00
最終液量 (mL)	5.00
標準添加量 (ng)	10.0
試料換算濃度 ($\mu\text{g/g-dry}$)	0.00200
注入液濃度 (ng/mL)	2.00
装置注入量 (μL)	1.00
操作ブランク平均 ($\mu\text{g/g-dry}$)	ND
無添加平均 ($\mu\text{g/g-dry}$)	ND
結果1 ($\mu\text{g/g-dry}$)	0.00202
結果2 ($\mu\text{g/g-dry}$)	0.00201
結果3 ($\mu\text{g/g-dry}$)	0.00199
結果4 ($\mu\text{g/g-dry}$)	0.00209
結果5 ($\mu\text{g/g-dry}$)	0.00183
結果6 ($\mu\text{g/g-dry}$)	0.00191
結果7 ($\mu\text{g/g-dry}$)	0.00198
平均値 ($\mu\text{g/g-dry}$)	0.001976
標準偏差 ($\mu\text{g/g-dry}$)	0.0000825
MDL ($\mu\text{g/g-dry}$)	0.00032
MQL ($\mu\text{g/g-dry}$)	0.00083
S/N 比	7.4
CV (%)	4.2

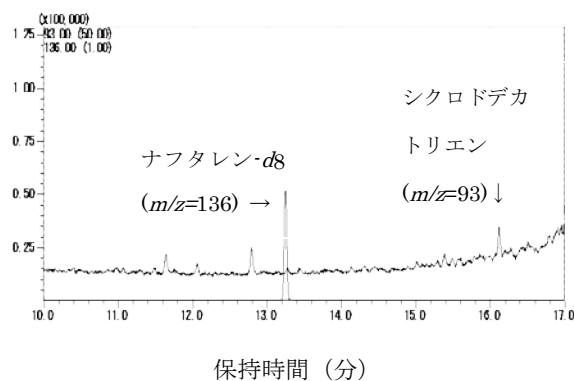


図4 測定方法の検出限界を求めた際のクロマトグラム

3-8 他のカラムを用いた確認例

今回測定に用いたイオンは、 $m/z=93$ と質量数が比較的小さく、クリーンアップ後も、他の物質による妨害も考えられる。また、確認イオンの $m/z=162$ は、 $m/z=93$ と比較して強度が小さい。そこで、試料を測定した際、 $m/z=93$ のピークが小さく、 $m/z=162$ で判別できない場合は、DB-5ms と異なる極性のカラムを用いて分析し、シクロドデカトリエンの有無を確認する必要がある。参考として、カラムにBPX-50 を用い、同一の温度条件で分析した場合の標準液（濃度 5.00 ng/mL） のクロマトグラムを **図5** に示した。

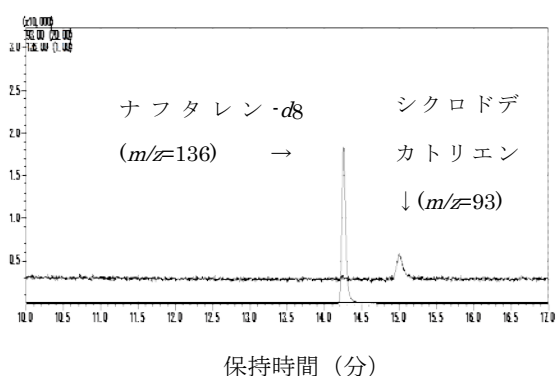


図5 BPX-50 を用いた場合のクロマトグラム

4. まとめ

化学物質審査規制法の監視化学物質であるシクロドデカトリエンについて、底質試料の場合の分析法の開発検討を行った結果、アルカリ分解後、グラファイトカーボンカートリッジ及びシリカゲルカートリッジでクリーンアップし、GC/MS を用いた方法により、検出下限 0.00032 $\mu\text{g/g-dry}$ で分析が可能であることがわかった。

横浜港の底質（3 検体）を分析した結果、シクロドデカトリエンは検出されなかった。

5. 補足

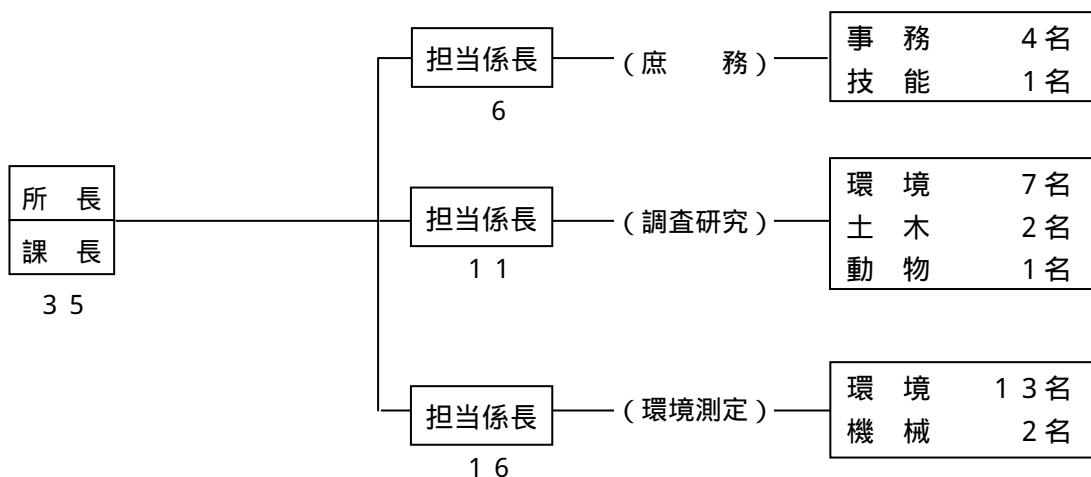
今回の分析法の検討及び環境試料の分析に関しては、環境省化学物質環境実態調査で、委託業務として平成 22、23 年度に分析法の検討を行い、平成 25 年度に環境試料の分析を行ったものである。

参考

- 1) 経済産業省：化学物質の製造輸入数量、http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/kasinhou/information/volume_index.html.
- 2) 環境庁：昭和 62 年度分析法開発調査報告書、p105-112、1988.
- 3) 環境省：平成 23 年度分析法開発調査報告書、p30-54、2012.
- 4) 環境省：平成 26 年度版化学物質と環境、2015.
- 5) 環境省：化学物質環境実態調査実施の手引き（平成 20 年度版）、2009.
- 6) 環境省：「平成 25 年度化学物質環境実態調査結果（概要）」について（報道発表資料 H26.12.25）、2014.

III 資料編

1. 人員及び組織



(平成 26 年 3 月現在)

2. 主要機器一覧表

品名	規格	数量
ガスクロマトグラフ質量分析計	JEOL 製 JMS-800 D	1 式
走査型電子顕微鏡	日立 S-4800	1 式
同上用 X 線分析装置	EDAX	1 式
分光光度計	日立 U2000	1 式
全有機炭素分析計	ベックマン MODEL 915-B	1 台
水銀分析計	日本インスツルメンズ RA-3	1 式
水素化物原子吸光光度計	パリアンスペクトラ 220	1 式
高周波プラズマ発光分光分析装置	パーキンオプティマ S300DV	1 式
ガスクロマトグラフ質量分析計	GC/MS-QP 2010 ultra 島津	1 式
電気炉	ADVANTEC FUL232FA 外	2 台
標準ガス精密希釈装置	製鉄化学工業 SDS-401	1 式
	ダイレック	1 台
分光光度計	島津 UV-1800	1 式
液体クロマトグラフ	島津 LC-6A	2 式
同上用蛍光モニター	日立 F-1150	1 台
炭素・水素・窒素 (CHN) 分析計	柳本 CHN コーダー MT-3 型	1 台
同上用オートサンプラー	ヤナコ MTA-5	1 台
液体クロマトグラフ質量分析計	26PS-Q-ブルミエール XE	1 式
ガスクロマトグラフ質量分析計	島津 GCMS-QP2010 Plus	1 式
マイクロウェルプレート測定用吸光光度計	カシエマシナリイナショナル 仏/ニ NJ-2300	1 式
データレコーダー	ソニー PC208	1 台
イオンクロマトグラフ分析装置	DIONEX DX-120	1 式
ガスクロマトグラフ分析装置	HP6890, 島津 GC-14A 外	5 式
農薬分析装置	アジレント 6890N	2 式
イオンクロマトグラフ	DIONEX ICS-1600	1 台
大気 VOC 分析装置	GCMS-QD2010 Plus	1 式
ゲルマニウム半導体検出器	セイコー-EG&G GEMZS-70	1 式
高速液体クロマトグラフ	HP 1090	1 式
分光光度計	日本分光 V-550 外	1 式
ポータブル窒素酸化物測定器	MEXA-120 NOx 堀場	1 式
サ-マルテ-ソ-フ-シ-ョ-ン-カ-スクロマトク-ラフ	パーキンエルマー ATD-400	1 式
超純水製造装置	オルガノ PURELAB ULTRA 他	1 式
自動雨水採取装置	US-330+300 型	1 式

品 名	規 格	数 量
光透過式スモ - クメ - タ - 直挿型 NO _x 分析計 コンジットサンプラー	堀場製作所 堀場 MEXA-120 NO _x 日科機 S-4081	1台 1台 1台

(平成 26 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37回（平成25年度）神奈川県・横浜市・川崎市・環境・公害研究合同発表会	2013.6	横浜の陸域生物相調査	○七里浩志、川田攻、渾川直子、阿久津卓（元横浜市環境科学研究所）
	"	横浜の河川生物相調査	渾川直子、樋口文夫（元横浜市環境科学研究所）、阿久津卓（元横浜市環境科学研究所）、川田攻、村岡麻衣子、七里浩志
平成24年度 陸域生物相調査結果報告会	2013.7	環境科学研究所による生物相調査について	竹田隆彦
		平成24年度陸域生物相調査の結果について	七里浩志
		生物情報の収集・公開について	岩崎美佳
平成25年度環境創造局業務研究改善事例発表会	2013.11	「山下公園前海域における水質浄化能力の回復に向けた生物生息環境の改善手法」に関する共同研究について	上原直子、市川竜也、小山田久美（JFEスチール）
		野島海岸における砂浜減少調査	市川竜也、上原直子
		横浜港における赤潮調査について(その2)	村岡麻衣子、渾川直子、上原直子、市川竜也
		横浜市の河川のプラナリアについて 水質指標種としての位置づけ	渾川直子、阿久津卓（元横浜市環境科学研究所）、川田攻、村岡麻衣子、七里浩志
		生物多様性情報の一元化に関する取組について	岩崎美佳、七里浩志、村岡麻衣子
		H24～25年度（陸域）生物調査の実施について	○七里浩志、川田攻、渾川直子、山下理絵、岩崎美佳、阿久津卓（元横浜市環境科学研究所）
		平成25年度光化学オキシダント生成に係る揮発性有機化合物の調査	福崎有希子、小森陽昇、志村徹
		市内農地における熱環境実測調査	内藤純一郎、小倉智代、山下理絵
		平成25年夏のヒートアイランド観測結果について	山下理絵、鈴木麻菜
		市内農地・緑地における熱環境実測調査	小倉智代、内藤純一郎、山下理絵
化学物質環境実態調査における横浜市の結果について	酒井学		
入江川派川・帷子川河口周辺の水質・底質の調査	小市佳延、村岡麻衣子、上原直子、七里浩志、内藤純一郎、西米二郎（横浜国立大学）、松尾香菜子（横浜国立大学）、坂本昭夫（海をつくる会）、杉原奈央子（東京大学）		

学会大会名	年月	題名	発表者・共同研究者
シンポジウム 身近な生き物を守る 横浜が取り組む日本産動物の保全	2014.3	横浜市に棲む生き物を知る	七里浩志

4. 記者発表一覧

平成25年度 環境科学研究所

発表日	発表内容
平成25年7月1日	滝頭で最後の合同開催！ 環境科学研究所・衛生研究所合同施設公開
平成25年9月20日	平成25年夏の気温観測結果をお知らせします ～今年の横浜の夏、3年ぶりに記録的な暑さ！～
平成25年10月15日	「きれいな海づくり」の推進に向けた共同研究を開始します
平成25年11月28日	小学生10,000人超が市内全域生き物調査に参加しました！ ～こども「いきいき」生き物調査2013 調査結果のお知らせ～
平成26年1月31日	「第9回 こどもエコフォーラム」を開催します 環境学習の成果を児童生徒が発表します！

5. 環境科学研究所発行資料目録

資料番号	件名	発行年月	体裁等
公害研資料 No.	明日の都市を照らす	1977. 3	A4. 16頁 (パンフレット)
	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
	横浜市公害研究所報創刊号	1977. 11	B5. 56頁
	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
	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
	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
	横浜市公害研究所報第2号	1978. 8	B5. 236頁
	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
	横浜市公害研究所報第3号	1978. 12	B5. 156頁
	第2回公害セミナー会議録・合成洗剤	1979. 3	B5. 89頁
	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
	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
	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
	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
	横浜市公害研究所報第4号	1980. 3	B5. 204頁
	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
	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
	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
	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
	魚類の健康評価に関する研究(1)(昭和53年度)	1981. 2	B5. 20頁
	魚類の健康評価に関する研究(2)(昭和54年度)	1981. 2	B5. 51頁
	横浜市公害研究所報第5号	1980. 12	B5. 236頁
	帯水層層序確定のための地質調査	1981. 3	B5. 32頁 付図4枚
	第4回公害セミナー資料提言要旨	1981. 3	B5. 18頁
	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
	—		
	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
	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
	低周波空気振動実態調査報告書	1981. 3	B5. 163頁
	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
	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
	横浜市公害研究所報第6号	1981. 12	B5. 211頁
	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
	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
	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
	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
	魚類の健康評価に関する研究(3)	1982. 3	B5. 34頁
	魚類指標による排水評価のための技術要領	1982. 3	B5. 30頁
	横浜市深層地下水調査中間報告書	1982. 3	B5. 44頁 付図2枚
	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
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	
会下谷の雑木林の生物相とその季節変化(横浜の旧市街に残る小雑木林)	1982. 3	B5. 11頁	

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

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

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

資料番号	件名	発行年月	体裁等
環境研資料 No. 159	第3回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. 249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	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

6 . 施設見学者等一覧

日付	団体名等	内 容	人数
H25.5.31	滝頭小学校 3年生	オリエンテーリング、きれいな海づくり、ヒートアイランド水生生物	87
H25.6.25	環境創造局転入職員・新採用職員	概要説明、ダイオキシン類測定、横浜の水生生物、きれいな海づくり	30
H25.7.9	湘南学園高校	ヒートアイランド現象とその原因・対策について	6
H25.8.3	環境科学研究所施設公開	緑のトンネルを体験しよう、見てみよう よこはまの生き物、チャレンジコーナー、サイエンスコーナーなど	573
H26.2.6	木更津婦人会連絡協議会	概要説明、ヒートアイランド、生物多様性	30
H26.2.6	岡村中学校職業体験	概要説明、アスベスト、生物多様性	2
合計			728

7. 環境教室等講師派遣一覧

日付	団体名等	内 容	人数
H25.4.13	Green Triathlon	きれいな海づくり事業 水中実況中継	5,000
H25.4.20	よこはま花と緑のスプリングフェア2013	きれいな海づくり事業、横浜公園・山下公園の生物紹介	500
H25.4.21	よこはま花と緑のスプリングフェア2013	きれいな海づくり事業、横浜公園・山下公園の生物紹介	300
H25.4.22	よこはま花と緑のスプリングフェア2013	ヒートアイランド、化学物質	300
H25.5.17	環境教育出前講座 磯子区環境を考える会	化学物質と水の中の生きもの	8
H25.5.26	かながわ湊フェスタ	きれいな海づくり事業 横浜の魚を釣ってみよう!	250
H25.6.7	神奈川大学 (環境行政特論)	公害対策と未然防止	200
H25.6.15	ヨコハマ環境行動フェスタ2013	きれいな海づくり事業 「横浜の海ってどんな海?」	60
H25.6.20	環境教育研修会 (教育委員会主催)	こども「いきいき」生き物調査に関する事業紹介	200
H25.6.21	神奈川大学 (環境行政特論)	環境影響評価と環境計画	200
H25.7.5	磯子区環境を考える会	きれいな海づくり事業 「横浜の海ってどんな海?」	10
H25.7.15	環境教育出前講座 保土ヶ谷区松並木プロムナード水辺愛護会	化学物質と水の中の生きもの	30
H25.7.20	梅田川水辺の楽校協議会	梅田川の生き物調査・観察	150
H25.7.28	上矢部まちづくりの会	阿久和川生き物調査	100
H25.7.30	瀬谷ユースフォーラム	和泉川にて、生物調査	10
H25.8.19	環境教育出前講座 峰一町内会、峰一自治会	井戸探検	39
H25.8.20	子どもアドベンチャー	化学物質と水の中の生きもの、ヒートアイランドってなんだろう?	384
H25.8.21	子どもアドベンチャー	きれいな海づくり事業について、陸の生物調査のパネル、塩絵工作をしてみよう!	507
H25.9.14	柏尾川魅力づくりフォーラム	一緒に遊ぼう!! 柏尾川で(川遊び、魚とり)	20
H25.10.22	東市ヶ尾小学校	きれいな海づくり事業 「横浜の海ってどんな海?」	75
H25.10.27	瀬谷区民まつり	瀬谷の魅力発信ブースにて、和泉川(区内)で見られるお魚を展示	50,000
H25.11.2	神奈川県秦野市役所 生き物の里(千村)管理運営協議会	スマートフォンやタブレット端末、GPS機能付きデジカメなどを利用した自然観察会	25
H25.11.16	第19回 金沢水の日・野島海岸を知ろう!	海づくり・政策課(下水)	500
H25.12.14	いそご子どもフェスタ	化学物質について	2,000
H25.12.16	環境教育出前講座 上星川小学校	化学物質と水の中の生きもの	111
H25.12.20	横浜市立大学 (環境保全学講義)	ヒートアイランド	21
H26.3.1	動物たちのSOS展	海づくり・政策課(プロモ)	100

H26.3.1	神奈川県秦野市役所 生き物の里(千村)管理運営協議会	スマートフォンやタブレット端末、GPS機能付き デジカメなどを利用した自然観察会	48
合計			61,148

編集後記

ここに、横浜市環境科学研究所報第39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ける所報を編集していきたいと考えております。

所報第39号編集委員会

犬飼 まり子

田邊 孝二

松岡 良樹

橋本 あゆみ

海老原 正治

岩崎 満

前田 裕行

酒井 学

内藤 純一郎

石川 孝之

川上 進

七里 浩志

浦垣 直子

横浜市環境科学研究所報・第39号

2015年3月

編集・発行 横浜市環境科学研究所

〒235-0012 横浜市磯子区滝頭 1-2-15

電話 045-752-2605

FAX 045-752-2609

Eメール ks-kanken@city.yokohama.jp

<http://www.city.yokohama.lg.jp/kankyo/mamoru/kenkyu/>