

第48回 環境研究合同発表会 講演要旨集

令和6年6月12日（水）

神奈川県市環境研究機関協議会

神奈川県環境科学センター
横浜市環境科学研究所
川崎市環境総合研究所

第48回環境研究合同発表会講演要旨集 目次

座長 三島 聡子（神奈川県環境科学センター）

- 1 産学公民連携共同研究事業について
～企業・大学・研究機関等との連携～・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
川崎市環境総合研究所 佐藤 花帆
- 2 低周波音に対する心理的反応・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 5
神奈川県環境科学センター 横島 潤紀
- 3 横浜市内の広域異臭への対応について・・・・・・・・・・・・・・ 9
横浜市環境科学研究所 國府田 洋行

座長 高須 豊（横浜市環境科学研究所）

- 4 海岸に漂着するマイクロプラスチック
～材木座海岸の大量漂着樹脂ペレットの発生源を探る～・・・・ 13
神奈川県環境科学センター 辻 祥代
- 5 山下公園前海域における豊かな海づくりの取組・・・・・・・・ 17
横浜市環境科学研究所 浦垣 直子
- 6 水辺の生きものを用いた水環境の情報発信の取組・・・・・・・・ 21
川崎市環境総合研究所 高柳 充央

特別講演

- 国内 PFAS 問題解決のためのストラテジー、基礎から応用まで・・・・ 25
国立研究開発法人 産業技術総合研究所
エネルギー・環境領域 環境創生研究部門 上級主任研究員
PFAS 対策技術コンソーシアム会長
山下 信義 氏

産学公民連携共同研究事業について

～企業・大学・研究機関等との連携～

○佐藤花帆、江原均、小木曾武史（川崎市環境総合研究所）

多様化、複雑化する環境課題の解決に向けて、企業・大学・研究機関等と連携し、先進的な環境技術やネットワーク等を活用した共同研究事業に取り組んでいる。この事業では、共同研究者に対して研究に必要なフィールドの提供や研究費用の一部支援などを行うことで新たな環境技術等の研究・開発を支援し、その成果を市内の環境改善につなげることを目指している。ここでは、川崎市環境総合研究所が、現在実施している産学公民連携による共同研究事業について発表する。

1 はじめに

近年の多様化、複雑化する環境課題の解決に向けて、企業・大学・研究機関等、各主体が幅広く連携し、それぞれが有する最新の知見、先進的な技術、ネットワーク等を活用しながら取り組むことが効果的であり、重要となっている。

川崎市では、平成19年度から産学公民連携共同研究を実施している。共同研究者に対して、研究に必要なフィールドの提供や研究費用の一部支援などを行うことで新たな環境技術等の研究・開発を支援し、その成果を地域社会に還元するとともに、環境技術・環境研究の集積を図っている。

ここでは、様々な技術・ノウハウを持った主体との連携による共同研究事業が、環境分野における新たな行政課題の解決に向けてどういった貢献ができるのか、今年度実施している研究事例を通じて発表する。

2 共同研究事業の概要

2.1 共同研究事業の対象分野

対象とする研究分野は「脱炭素社会の構築」「循環型社会の構築」「自然共生型社会の構築」「安全・安心で質の高い社会の構築」の4分野であり、「成果を川崎市内に還元でき、地域の環境改善につながるもの」「川崎発の環境技術開発や環境関連研究を促進するもの」「環境技術・環境研究の市内集積につながるもの」のいずれかに当てはまるものを条件としている。

2.2 共同研究事業の特徴

川崎市からは、市内フィールドの提供、環境技術の広報等があり、共同研究者からは、先進的な環境技術、専門的手法・知見、経営資源等の提供あり、両者がそれぞれの強みを活かせる共同研究を実施する。その成果が、地域の環境課題の解決や、環境技術の市内集積となることなどを目的としている。

共同研究事業は、公募型と連携型の2つの区分がある。公募型は、例年4月頃に公募をして審査を経て決定する。上限200万円/年の範囲内において共同研究者に研究委託をしており、研究成果を市政に反映させることを目的とするとともに、市民への情報発信として環境セミナーや川崎国際環境技術展への参加を条件としている。連携型は、年間を通して随時受付をしており、個別に審査をして決定する。研究費の支援はないが、共同研究者は、市のフィールドを使った調査研究を行うことができるというメリットがある。研究期間はどちらの区分も最長3年間であり、庁内の関係所管課長により構成された委員会において、事業の審査・研究成果の報告等、事業全般の管理を行っている。

3 実施中の共同研究事例

3.1 再エネ×IoTを利用したクリーンモビリティによるCO₂削減に関する研究

<区分：公募型／分類：脱炭素／共同研究者：株式会社サンオータス／実施年度：令和4～6年度>

市内の交通部門における脱炭素を推し進めるため、次世代自動車等の導入促進や各インフラにおける拠点整備等が急務となっている。この研究では、再生可能エネルギーを由来とする電力を活用したEVカーシェア拠点を市内各地に設置し、「CO₂排出量の少ない交通手段の提供」と「次世代自動車の導入・活用」を進める。本実証実験を通じて削減されたCO₂の見える化を図ることで、市民への行動変容を促す。



図1 カーシェア拠点（LiSE 駐車場）

3.2 分光凍結技術を駆使した川崎発の脱炭素藻類株の単離

<区分：公募型／分類：脱炭素／共同研究者：株式会社シアノロジー／実施年度：令和5年度～>

2050年までに温室効果ガスの排出量を実質ゼロにすることが求められている。この研究では、川崎市のフィールド（池、川、海など）から藻類を採取し、培養を行い、川崎発の有用な微細藻類株を単離する。令和5年度に二ヶ領用水・渋川から得られた株は、有用な株の候補であることがわかった。また、毒性のある種は駆除する方法について検討する。微細藻類は、光エネルギーとCO₂を利用した光合成により、CO₂を吸収するとともに、高付加価値物質としてバイオプラスチックやバイオジェット燃料等に活用されることが期待される。

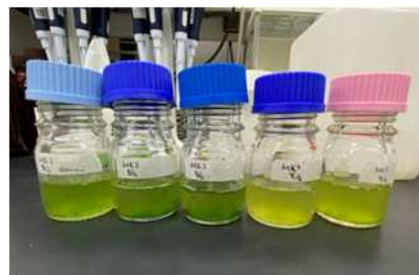


図2 培養した藻類

3.3 暑熱環境下の現場労働者の生体反応の解明とウェアラブルエアコンの暑さ対策と省エネ効果の検証

＜区分：公募型／分類：脱炭素、安全安心／共同研究者：株式会社富士通ゼネラル／令和4～6年度＞

気候変動による問題は年々、深刻化しており、過酷な労働現場における熱中症対策や脱炭素化への取組が急務となっている。この研究では、首に装着して頸動脈を冷やす身に着けるエアコンである「ウェアラブルエアコン」を実際の現場労働者に装着してもらい、作業時の生体反応データや暑さの主観評価などを総合的に分析する。更にオフィスでの使用についての実証実験を行い、既存のエアコンの代替手段としての電力削減効果の検証を行う。このウェアラブルエアコンの使用による、効果的な暑さ対策や電力削減効果の検証を行う。



図3 データ取りの様子

3.4 社会調査と環境実測による熱中症発生要因の特定とエアコンを含む実効的な対策の設計

＜区分：公募型／分類：脱炭素、安全安心／共同研究者：国立大学法人東京大学／実施年度：令和5年度～＞

気候変動による気温上昇が問題とされる中、高齢者の熱中症対策は重要となっている。この研究では、市内の高齢者に対するアンケート調査とそのデータ解析（回答者の属性、被害の有無、対策の実施状況）を通じて、熱中症に脆弱な人々や環境を特定し、効果的な対策方法を見出す。住居内環境の実測を通じて、熱中症発生要因の特定とエアコンを含む実効的な対策の設計を目指す。



図4 送付した調査票

3.5 皮膚ガスを指標とする「みどり」のストレス軽減効果に関する調査研究

＜区分：連携型／分類：安全安心／共同研究者：学校法人東海大学／実施年度：令和5～6年度＞

街路樹や公園緑地などの「みどり」が日々の生活において重要な役割を担っているが、その「みどり」がもたらすメリットはや効用はどの程度なのかが明確でない。「みどり」がもたらす効用としてヒトの健康・快適性に着目し、その評価に生体試料として「皮膚ガス」を用いたストレス軽減効果の検証を行う。得られた科学的知見に基づき、多くの市民が改めて「みどり」の価値を認識できることを目指す。



図5 腕に装着した皮膚ガス採取キット

皮膚ガスとは、体表面から放散される微量生体ガスのことで、ヒトの身体的、生理的、心理的状态等に反映する。この生体ガスを測ることで心身のストレスや疲労、その他の健康状態を把握することができる。

3.6 廃棄植物由来バイオプラスチックに関する技術実証

＜区分：公募型／分類：脱炭素、循環型／共同研究者：株式会社ヘミセルロース／実施年度：令和5年度～＞

地球規模での資源・廃棄物制約や海洋プラスチックごみ問題が注目される中、バイオプラスチックの実用性向上による石油由来プラスチックの代替促進が期待されている。研究初年度となる令和5年度は、梨の剪定枝とさつまいものつるを利用し、ヘミセルロース抽出条件等の検討を行い、バイオプラスチックを作製した。今後は、バイオプラスチックの土中及び海洋生分解性を検証し、石油由来製品からの代替促進を目指す。「未利用・廃棄植物由来バイオプラスチック」を開発し、石油由来プラスチックを代替することで、CO₂排出量を削減する。



図6 さつまいものつるを利用したバイオプラスチック

3.7 東扇島東公園周辺海域における生物相の調査及び海洋プラスチックごみや温暖化などの影響に関する調査

＜区分：連携型／分類：脱炭素、循環型、自然共生型／共同研究者：スナイプバレー合同会社／実施年度：令和5年度～＞

海的环境は、海洋プラスチックごみや温暖化などの影響を受け、大きく変化しているが、その実態が広く市民に知られていない。この研究では、東扇島東公園周辺海域において、潜水での海洋プラスチックごみの実態把握や海洋温暖化による影響の調査を実施し、環境イベントや出前講座を通じてその結果を発信する。身近な海の魅力を伝えていくとともに、環境意識の向上とプラスチックに対する市民への行動変容を促す。



図7 みなと祭り出展の様子

4 おわりに

脱炭素社会への貢献や気候変動問題への適応など、多様化、複雑化する環境課題の解決に向けて、企業・大学・研究機関等、様々な技術・ノウハウを持った主体との連携による共同研究を行うことで、お互いにメリットのある共同研究を推進している。今後も、共同研究成果の情報発信による市民の環境意識の向上など、広くその成果を地域社会に還元するとともに、環境技術、環境研究の集積を図っていく。

低周波音に対する心理的反応

横島 潤紀（神奈川県環境科学センター） 森長 誠（大同大学）
牧野 康一 土肥 哲也 横山 栄 小林 知尋（小林理学研究所）
山崎 徹（神奈川大学）

低周波音を特徴付ける感覚として圧迫感・振動感の存在が報告されています。しかし既往研究では、身体の内側の部位で、人が圧迫感・振動感を知覚しているのかは明確にされていません。本研究では、圧迫感・振動感の知覚に着目した心理評価実験を行いました。その結果、耳の奥や頭部で知覚している人が多いことがわかりました。さらに、耳の奥または頭部において、音圧レベルにより圧迫感・振動感の知覚割合を推計できる式を周波数別に構築しました。

1. はじめに

低周波音に関する苦情は以前から一定数存在しており、近年では、家庭用ヒートポンプ給湯機などから生じる運転音・振動等による不眠等の症状も訴えられています。このように、周辺が静かな地域における低レベルの低周波音に関する苦情が増えているため、多くの地方公共団体はその対応に苦慮しています。令和4年度公害苦情調査結果報告書¹⁾によると、令和4年度に新規に受け付けた低周波音に係る苦情の件数は287件で、令和3年度に引き続き高水準でした。

低周波音が人に及ぼす影響及びそのメカニズムには不明な点も多く、さらなる研究が不可欠です。低周波音を特徴付ける感覚の一つに、圧迫感・振動感があります²⁾。圧迫感・振動感とは、低周波音により身体の一部が圧迫される、もしくは振動する感覚のことです。この先行研究において、うるささ等の他の印象と比べて圧迫感・振動感を優先して感じる領域が、周波数と音圧レベルの二次元グラフで示されています。しかし、この先行研究も含め既往研究では、圧迫感・振動感を知覚している身体の一部に関する議論は十分とはいえません。本研究は、低周波音による圧迫感・振動感による人への影響を定量的に評価する第一歩とし、圧迫感・振動感に着目した心理評価実験の結果を報告します。

2. 神奈川県環境科学センターでの対応状況

実験結果を報告する前に、当センターにおける低周波音に係る苦情対応について説明します。当センターでは、県内市町村の環境部局等からの依頼で、騒音・振動・低周波音に係る測定・評価に関する技術的支援を行っています。表1に示すとおり、平成30年度から令和4年度までの5年間における技術支援の件数から、全件数の約67%を低周波音が占めています。また、その発生源として、近隣施設が8件、発生源不明が5件あり、騒音や振動に対する苦情とは異なる特徴があります。これらの低周波音に対する苦情の申立て内容は、圧迫感・振動感も含む心理的影響に起因するものが大半でした。加えて、その心理的影響が引き金となり、不眠や体調不良を訴える事例も多く見られました。

表 1 環境科学センターでの技術支援の件数（平成 30 年度～令和 4 年度）

発生要因 \ 発生源	事業場	近隣施設	交通機関	不明	合計
騒音	5	0	4	0	9
振動	1	0	3	0	4
低周波音	11	8	2	5	26
合計	17	8	9	5	39

3. 心理評価実験

圧迫感・振動感を知覚する部位、また音圧レベルと知覚割合との関係を明らかにするために、当センター、大同大学、神奈川大学及び（一財）小林理学研究所の共同研究として心理評価実験（以下、「実験」と記す。）を実施しています。本実験は、2021 年 10 月から 12 月の期間に、図 1 に示す小林理学研究所内の低周波音実験室で実施しました。

（1）実験室

実験室の天井には、低周波音を発生させるために、直径 38 cm のスピーカー 16 個が取り付けられています。実験室のサイズは 2.8 m (L)×2.1 m (W)×2.2 m (H)です。

（2）刺激

本実験に用いた刺激は 20 秒間の純音(1つの周波数の成分だけで構成される音)です。周波数は 10、20、40、50、63、80 及び 160 Hz の 7 条件、音圧レベルは、周波数により異なりますが、40～100 dB の範囲の 7 条件とし、計 40 種類の刺激を実験に用いました。



図 1 低周波音実験室

（3）実験参加者

実験参加者は、20 代～50 代の成人 30 名で、音響に関する特別な知識は有していない方としました。性別は男女半々、年齢も 20 代・30 代と 40 代・50 代で半々としました。また、実験参加者の方々には、実験開始前に聴力検査を受けていただき、いずれの方も正常な聴力を有することを確認しました。

（4）実験の手順

実験は 1 名単位で実施しました。実験参加者は、実験室内の椅子に座り、ランダムに割り当てた 40 種類の刺激を順番に聴取しました。それぞれの刺激を聴取した直後に、実験室内のモニターに表示された質問に対し、マウスやキーボードを用いて、圧迫感・振動感について評価しました。具体的には、最初に、圧迫感・振動感に対する知覚の有無に関する評価を行いました。続いて「感じた」と回答した場合にのみ、それを知覚した人体の部位（耳の周り、耳の奥、頭部、胸部、腹部、その他）について、複数回答可で評価しました。

4. 結果及び考察

(1) 圧迫感・振動感を知覚する人体の部位

表2には、圧迫感・振動感を知覚した人体の部位に関して、それぞれの部位の組合わせで整理した回答数(上位10番目まで)を示しています。なお、実験全体での刺激の総数は1200、そのうち圧迫感・振動感を知覚した刺激の総数は830でした。回答数が最も多かった組合わせとしては、「耳の奥」単独が172でした。続いて、「耳の奥」・「頭部」の組合わせが104、「頭部」単独が98、「耳の周り」単独が67、「耳の周り」・「耳の奥」・「頭部」の組合わせが58でした。また、部位別に回答数を整理すると、「耳の奥」が515と最も多く、続いて「頭部」が406となりました。

表2 圧迫感・振動感を知覚した人体の部位の組合わせ数

部位数	回答数
耳の奥	172
耳の奥・頭部	104
頭部	98
耳の周り	67
耳の周り・耳の奥・頭部	58
耳の周り・耳の奥	54
耳の周り・耳の奥・頭部・胸部	25
胸部	24
耳の奥・頭部・胸部	24
耳の周り・頭部	22

(2) 音圧レベルと圧迫感・振動感を感じる割合との関係

上記の結果から、回答数が多い「耳の奥」と「頭部」に着目し、音圧レベルと圧迫感・振動感の知覚割合との関係を周波数別(160 Hzを除く10~80 Hzの6周波数)に整理したものを図2に示します。いずれの部位も、音圧レベルが増加すると、知覚割合が増加する傾向を確認できます。また、周波数別に知覚割合を比較すると、10 Hz及び20 Hzが低い反面、40 Hz及び50 Hzが高い傾向を示しています。また、63 Hzに関しては、「耳の奥」では80 dB以上、「頭部」では90 dBでは知覚割合が低下しています。これは、本稿には掲載していませんが、「胸部」や「腹部」において圧迫感・振動感の知覚割合が急増したために、「耳の奥」や「頭部」での知覚が抑制されたと解釈しています³⁾。

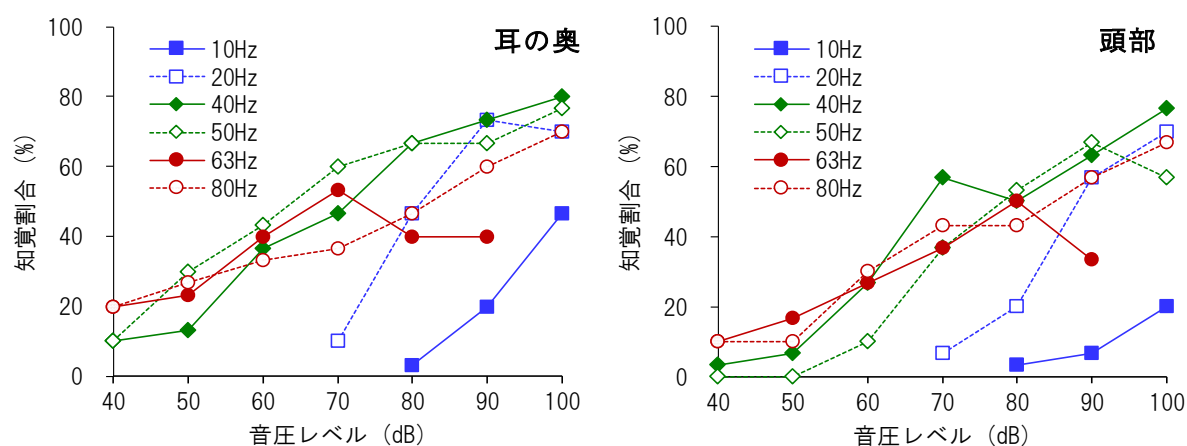


図2 音圧レベルと圧迫感・振動感の知覚割合との関係

以上の結果を踏まえ、圧迫感・振動感が「耳の奥」または「頭部」のいずれかで知覚される可能性が高いことから、その知覚割合を音圧レベルの関数とした推定式を構築しました。圧迫感・振動感の有無を目的変数とし、音圧レベル、性別（2条件）、年齢（2条件）、騒音感受性（2条件）を説明変数として、多重ロジスティック回帰分析の手法を適用しました。図3に、圧迫感・振動感を知覚しやすいと考えられる周波数40 Hz及び50 Hzを対象に、音圧レベルによる知覚割合の推定結果を表示しています。なお、推定式の構築にあたり、性別、年齢などの個人属性の構成割合は、本実験参加者のものを当てはめました。

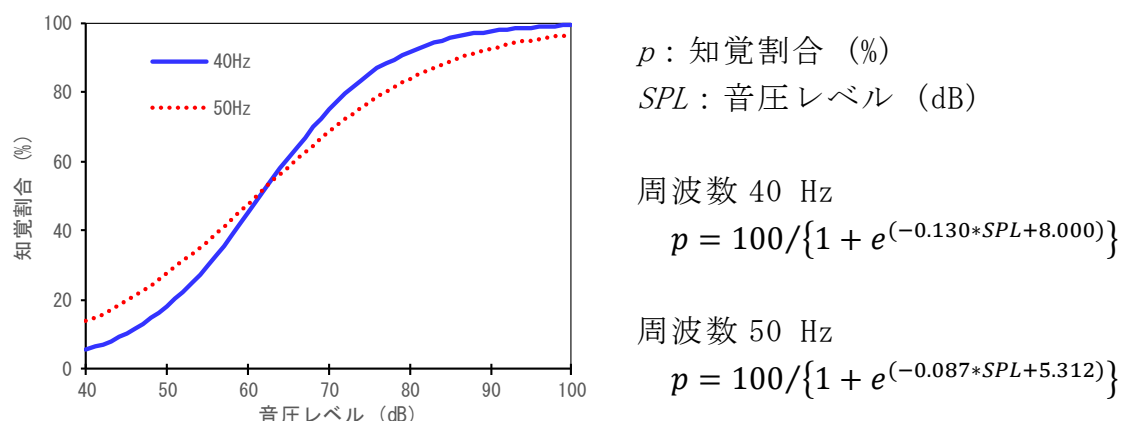


図3 音圧レベルによる圧迫感・振動感の知覚割合の推定結果

上記の推定式を用いることで、家屋内で測定される低周波音の卓越周波数が40 Hzまたは50 Hzの場合には、音圧レベルから圧迫感・振動感の知覚割合を推定できるようになります。その他の周波数においても、その精度は低下すると考えられますが、推定式の構築は可能です。これらの推定式は、苦情の状況を客観的に判断するための資料の一つとして活用できると考えています。

5. おわりに

本稿では、低周波音により生じる圧迫感・振動感に着目し、純音を刺激に用いた心理評価実験の結果を報告しました。現在は、新幹線鉄道騒音と自動車交通騒音、すなわち低周波数成分と可聴周波数成分のいずれも卓越する交通騒音を対象とし、騒音全体の評価に低周波数成分の音が及ぼす影響を検討しています。これらの研究成果も踏まえて、交通騒音などの移動音源も含めて、低周波数成分の音を十分に含む環境騒音の評価指標の構築を目指していきます。

参考文献

- 1) 公害等調整委員会事務局（2023）令和4年度公害苦情調査結果報告書。
- 2) 中村俊一、時田保夫、織田厚（1979）超低周波音の生理・心理的影響と評価に関する研究班報告書、昭和55年度文部省科学研究費「環境科学」特別研究。
- 3) 横島潤紀、森長誠、牧野康一、土肥哲也、横山栄、小林知尋、山崎徹（2022）低周波音による圧迫感・振動感に関する主観評価実験、神奈川県環境科学センター研究報告、No.45、p 17-23。

横浜市内の広域異臭への対応について

國府田 洋行（横浜市環境科学研究所）

令和2年6月以降、三浦半島から横浜市にかけた東京湾岸を中心とした地域において、原因不明の異臭による通報が複数日、寄せられている。横浜市では、関係機関と協力して原因究明を行っており、異臭の大気の試料を採取し分析する体制を整えた。これまでの調査において、異臭成分が液化石油ガスの燃焼由来やガソリン等の燃料の蒸発ガス由来の成分であることが確認できたため、その概要について紹介する。

1 はじめに

横浜市では「ガスのような臭いがする」「硫黄のような臭いがする」といった通報が消防局、みどり環境局大気・音環境課等に寄せられた場合に備えて、異臭の採取用機材を市庁舎や消防局庁舎等（全39か所）に配備している。採取された気体は、環境科学研究所で定量できる物質（有害大気汚染物質や燃料蒸発ガス成分、燃焼ガス成分など）について分析を行う体制となっている。結果は、大気・音環境課で公表をし、市民の皆様の安全・安心を提供することを目的としている。

2 調査方法

2.1 試料採取方法

異臭が発生した際に迅速に大気試料を採取できるよう、市庁舎、消防局本庁舎等に採取用機材（テドラーバック及び専用ポンプ）を配備している。大気（異臭検体）を採取し、同じ地点において臭いのしなくなった大気（無臭検体）を採取し、比較をしてデータ解析している。



図1 テドラーバック

2.2 キャニスターへ移行

テドラーバックで採取した大気試料はあらかじめ真空状態にしたキャニスターへ移し、分析を行う。

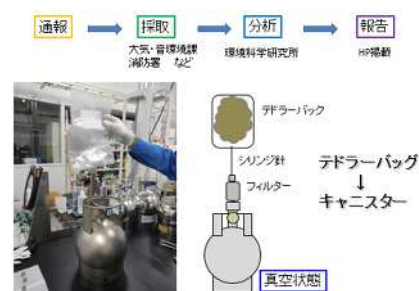


図2 全体の流れ

2.3 装置

キャニスターへ移した大気試料は、ガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS) 及びガスクロマトグラフ水素炎イオン化検出器 (GC-FID) で分析を行う。注意点として、高濃度の成分をGC-MSなどの分析装置で分析すると、装置が高濃度の成分で汚染されてしまい、汚染除去できるまで分析ができなくなってしまうため、注意を払う必要がある。

最初に、試料中に含まれる物質を特定するための分析を行う。その後、定量可能な物質については、試料中の各物質の濃度を算出する。



図3 GC-FID分析装置



図4 GC-MS分析装置

2.4 測定対象物質

大気試料の測定対象物質は有害大気汚染物質等、光化学評価物質、アルケンを分析装置で分析をしている。

表1 測定対象物質

有害大気汚染物質等	含酸素物質	光化学評価物質	アルケン
1 700-12	31 m-キシレン	1 エチレン	1 インプテン
2 700-13	32 p-キシレン	2 アセチレン	2 1-ヘキセン
3 700-114	33 スチレン	3 イソプロピルアルコール	3 1,2,3,5-テトラメチルベンゼン
4 ヒメチクロライド	34 1,1,2,2-テトラクロロエタン	4 プロピレン	4 2-エチル-p-キシレン
5 1,3-ブタジエン	35 o-キシレン	5 プロパン	5 4-エチル-m-キシレン
6 プロモタン	36 4-エチルトルエン	6 イソブタン	6 trans-3-メチル-2-ペンテン
7 エチルクロライド	37 1,3,5-トリメチルベンゼン	7 1-ブテン	7 cis-3-メチル-2-ペンテン
8 700-11	38 1,2,4-トリメチルベンゼン	8 ブタン	8 cis-3-ヘキセン
9 アクリロニトリル	39 ベンゾクロライド	9 trans-2-ブテン	9 3-メチル-1-ブテン
10 1,1-ジクロロエチレン	40 m-キシレン	10 cis-2-ブテン	10 cis-1,3-ペンタジエン
11 シクロブタン	41 p-キシレン	11 イソブタン	11 cis-2-ヘキセン
12 3-クロロ-1-プロパン	42 o-ジクロロベンゼン	12 1-ペンテン	12 trans-1,3-ペンタジエン
13 700-113	43 1,2,4-トリクロロベンゼン	13 ベンタン	13 trans-2-ヘキセン
14 1,1-ジクロロエタン	44 4-メチル-1,3-ブタジエン	14 2-メチル-1,3-ブタジエン	14 2-メチル-2-ブテン
15 cis-1,2-ジクロロエチレン	45 700-134a	15 trans-2-ペンテン	15 2-メチル-1-ブテン
16 クロロホルム	46 700-22	16 cis-2-ペンテン	16 1-ヘブテン
17 1,2-ジクロロエタン	47 700-142b	17 2,2-ジメチルブタン	17 エチル-tert-ブチルエーテル
18 1,1,1-トリクロロエタン	48 700-123	18 シクロヘキサン	
19 ベンゼン	49 700-141b	19 2,3-ジメチルブタン	
20 テトラクロロエタン	50 700-225ca	20 2-メチルペンタン	
21 1,2-ジクロロプロパン	51 700-225cb	21 3-メチルペンタン	
22 トリクロロエチレン		22 2-メチル-1-ペンテン	
23 cis-1,3-ジクロロプロパン		23 ヘキサリン	
24 trans-1,3-ジクロロプロパン		24 メチルシクロヘキサン	
25 1,1,2-トリクロロエタン		25 2,4-ジメチルペンタン	
26 トルエン		26 ベンゼン	
27 1,2-ジプロモエタン		27 シクロヘキサン	
28 テトラクロロエチレン		28 2-メチルヘキサリン	
29 モノクロロベンゼン		29 2,3-ジメチルペンタン	
30 エチルベンゼン		30 3-メチルヘキサリン	

3 異臭の通報状況

令和6年4月1日時点の通報状況（通報短時間に複数の通報が寄せられたもの）は表2のとおりである。短時間で複数の通報があった計22日のうち、8日で大気試料を採取でき、分析を行った。分析の有無は、大気試料の採取をすることができ、環境科学研究所で分析できた場合を「あり」としている。

表2 通報状況（短時間に複数の通報が寄せられたもの）

発生年月日	場所	概要	分析の有無
R2.10.1	中区、南区、港南区、戸塚区	10件の119番通報等	なし
R2.10.3	中区、港北区	25件の119番通報等	なし
R2.10.12	神奈川区、西区、中区	16件の119番通報等	あり
R2.10.26	金沢区	1件の119番通報	なし
R2.11.6	金沢区	5件の119番通報等	なし
R3.3.4	金沢区	6件の119番通報等	あり
R3.3.6	港南区、磯子区、金沢区、栄区	6件の119番通報	あり
R3.3.11	中区	4件の119番通報	あり
R3.4.30	神奈川区、西区、中区、港北区	18件の119番通報等	あり
R3.6.28	神奈川区、西区、中区、南区	12件の119番通報等	あり
R3.9.20	金沢区	3件の119番通報	なし
R4.2.12	中区	3件以上の119番通報	なし
R4.3.17	中区、南区、港南区、戸塚区	15件の119番通報	なし
R4.3.24	中区、南区、港南区、磯子区	15件の119番通報等	なし
R4.5.17	金沢区	13件の119番通報等	あり
R4.11.7	神奈川区、西区、南区、保土ヶ谷区	15件の119番通報等	なし
R5.3.30	鶴見区	3件以上の119番通報	なし
R5.9.26	金沢区、磯子区	7件の119番通報等	なし
R5.9.27	磯子区、中区、南区	6件の119番通報等	なし
R5.12.25	金沢区、栄区	4件の119番通報等	なし
R6.1.19	中区、南区、戸塚区、港南区	43件の119番通報等	あり
R6.2.1	中区、磯子区、港南区、戸塚区	15件の119番通報等	なし

4 測定結果

4.1 令和6年1月19日の結果の解析

液化石油ガス（LPG）等の燃料に含まれるプロパン、ブタン及びイソブタンなどが無臭検体や一般環境データに比べて高い濃度で検出された。また、ガソリン等の燃料の蒸発ガスなどに含まれるペンタンも高い濃度で検出された。

表3 上位成分

No	物質名	今回 (異臭検体)	今回 (無臭検体)	(参考) 一般環境 ※2
1	プロパン	17	2.6	5.2
2	n-ブタン	15	1.8	1.9
3	イソブタン	6.1	1	1.1
4	n-ペンタン	4.8	0.6	0.63
5	イソペンタン	4.5	1	1.2
6	アセトン	3.9	2.6	1.5
7	エタン	3.3	1.4	4.7
8	n-ヘキサン	1.7	0.29	0.36

※1 単位：ppbv

※2 市内の一般環境大気測定局における分析結果

4.2 令和6年1月19日の結果の環境基準等との比較

ベンゼンやトリクロロエチレンなど、環境基準等が設定された化学物質については、環境基準等を超える濃度の検出はなかった。また、環境中の有害大気汚染物質による健康リスクの低減を図るための指針となる数値（指針値）の一部に関しても分析しているが、指針値を超える濃度の検出はなかった。

表4 環境基準値等の設定された物質

	物質名	1月19日検出	一級環境 (他)	環境基準又は指針値
環境基準	ベンゼン	1.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1年平均値が0.663 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($0.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であること)
	トリクロロエチレン	0.20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1年平均値が0.13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であること)
	テトラクロロエチレン	0.053 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1年平均値が0.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であること)
	ジクロロメタン	1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1年平均値が0.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であること)
指針	アクリロニトリル	80	0.045 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1年平均値が2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であること
	塩化ビニルモノマー	0.095 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.027 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1年平均値が10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であること
	塩化メチル	1.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1年平均値が94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であること
	クロロホルム	0.16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1年平均値が18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であること
	1,2-ジクロロエタン	0.17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1年平均値が1.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であること
	1,1-ブタジエン	0.11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1年平均値が2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であること

4.3 令和6年1月19日の発生源予測

異臭の通報があった日時の風向等により、発生源を予測した。通報があった時間帯の風向は、主に東から東北東から吹いている状況であった。発生源は地図上に示した付近又は、横浜市外の東北東の可能性はある。通報があった区に関しては、地図上の枠で示している。風向と通報があった地域を考慮すると、異臭があった大気は矢印のとおりに移流したと予測される。発生源を特定するまでには至らなかったが、異臭通報のあった地点付近の汚染気塊の流れは、臨海部から内陸部の方向に流れていることが確認できた。

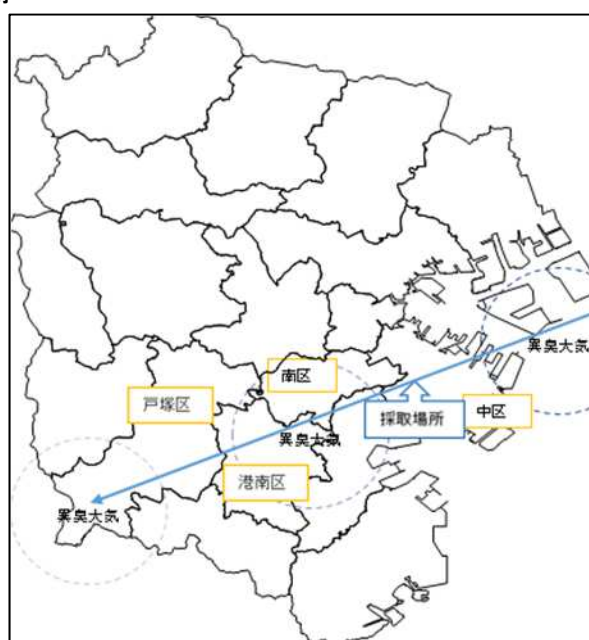


図5 異臭大気の流れ

5 おわりに

現時点では横浜市内の広域異臭の発生源は不明である。これまでの分析結果等を踏まえ、他自治体との関係機関と情報共有を図りながら、引き続き対応をする必要がある。

引用文献

- 1) 横浜市みどり環境局：令和2年10月以降、市内で発生している異臭について、

<https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/kankyohozen/hozentorikumi/isyu.html>

海岸に漂着するマイクロプラスチック

～材木座海岸の大量漂着樹脂ペレットの発生源を探る～

宮澤 誠、○辻 祥代、代田 寧、坂本 広美（神奈川県環境科学センター）

2018年度から2021年度にかけて調査研究部で実施したマイクロプラスチック（以下、MPという。）の県内調査の一環で、鎌倉市の材木座海岸付近にてMPの大量漂着が確認された。大量漂着したMPにはプラスチック製品の原料として使用される樹脂ペレットが多かったことから、発生源の特定が比較的容易であると考え再調査を行ったところ、この大量漂着は不法投棄が原因の一つである可能性が示唆された。

1 はじめに

近年、MPによる環境汚染が世界的な問題となっている。神奈川県環境科学センターでは、海岸漂着や河川流下MP、またMPへ吸着した化学物質の実態調査などについて2017年度から調査研究を継続している。中でも相模湾については、複数地点において海岸に漂着するMPの調査を実施し、発生源の推定やMP削減のための基礎的なデータの蓄積を行っている¹⁾。

2 目的

2018年12月に鎌倉市の材木座海岸にて実施した調査において、製品の原料として使用される樹脂ペレットの大量漂着が確認された（図1）。

樹脂ペレットは一般家庭等からの流出は想定されず、発生源の特定が比較的容易であると考えられたため、本研究では大量漂着した樹脂ペレットの特徴や採取時の状況を再解析することで、発生源を推定することを目的とした。

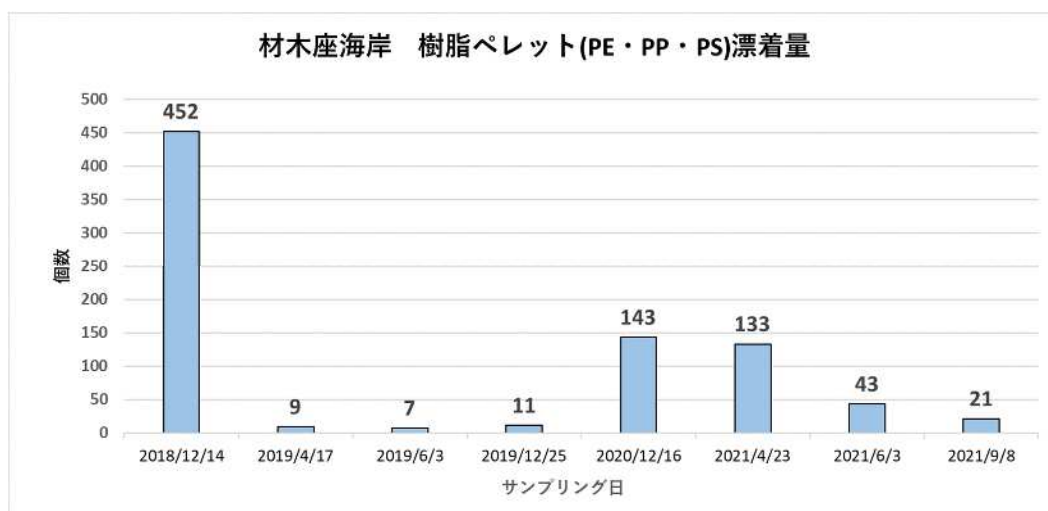


図1 材木座海岸 樹脂ペレット漂着量の経年変化

3 調査方法

3.1 調査地点及び調査時期

調査地点とした鎌倉市材木座海岸は、鎌倉市を流れる二級河川の滑川の左岸に位置する。2018年度の調査は右岸の由比ヶ浜海岸を含め複数地点で実施した。大量漂着があった場所は滑川河口の左岸部に位置し、2019年以降はこの地点で継続調査を実施した。また調査時期は、観光客の影響が大きいことが想定される夏期を除いた春期、秋期、冬期を選定した。



図2 鎌倉市材木座海岸 調査地点

出典：国土地理院ウェブサイト

3.2 調査方法

3.2.1 試料採取及びMP分離・分析方法

試料採取については、従前の調査によって調査地点間の比較ができることを確認した手法²⁾を採用した。まず調査地点の満潮線上において、漂着物の多い部位を目視で10地点選び、そこに40cm四方の採取区画を設定した。その後、各採取区画の表面の砂を約3cmすくい取り、4.75mmメッシュのふるい通過物を試料として採取した。試料は実験室に持ち帰り、目視にてMPを分離後、実体顕微鏡で1個ずつ顕鏡して形状と色を分類し、長軸長さを計測した。各MPの材質は赤外吸収スペクトルを測定して判別した。

3.2.2 大量漂着した樹脂ペレットについての再解析

2018年度に大量漂着があった樹脂ペレットについて、改めて形状などの特徴を整理するとともに、日本プラスチック工業連盟を通じ、大量漂着した樹脂ペレットの製造方法や流通ルートについて情報収集を行った。

3.2.3 潮の流れの解析

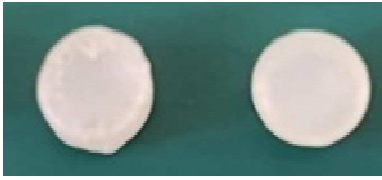
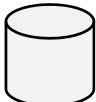
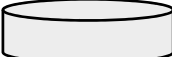
相模湾は通常反時計回りの潮流であることが分かっているため³⁾、当県における他海岸漂着MP調査は河川の右岸を主として調査を実施している。しかしながら、材木座海岸近傍には時計回り等の細かい潮の流れが存在し、通常の潮流ではない可能性がある。そこで、海上保安庁ホームページの公開データから材木座海岸近傍の潮の流れを解析し、MP採取時状況との関連性を確認することで、大量漂着した樹脂ペレットの発生源を推定した。

4 結果

4.1 大量漂着した樹脂ペレットの特徴について

大量漂着した樹脂ペレットの形状及び材質に着目して分類を行ったところ、「長軸長さ3.4mm未満」「ささくれ有が多い」といった、他の一般的な樹脂ペレットとは異なる特徴を持つ樹脂ペレット（以下、ミニペレットという。）が半数近くを占めていることが分かった（表1）。

表 1 大量漂着した代表的な樹脂ペレット

	分類	写真	イメージ図	特徴
1	ミニペレット			個数割合：約 46% ①長軸 3.4mm 未満 ②材質 PE ③白色半透明 ④ささくれ有が多い
2	切りアメ型 (半透明)			個数割合：約 17% ①長辺 3.4mm 以上 ②材質 PE ③白色半透明
3	円盤型 (半透明)			個数割合：約 15 % ①長辺 3.6mm 以上 ②材質 PE ③白色半透明

このミニペレットの特徴から製造元、すなわち発生源の特定が可能ではないかと想定されたため、日本プラスチック工業連盟を通じ情報収集を行ったところ、当該ミニペレットは一般的な樹脂ペレット生産時の不良品であり、通常は流通せずに産業廃棄物として廃棄されるはずのものである可能性が高いことが判明した。

4.2 大量漂着時の潮流及び漂着状況について

2018 年度から 2021 年度にかけて実施した調査日全てについて、調査日から 10 日前までの材木座海岸近傍の潮流を解析したところ、潮流データが解析可能であったいずれの調査日においても、明確な反時計回りの流れは確認されなかった（図 3）。

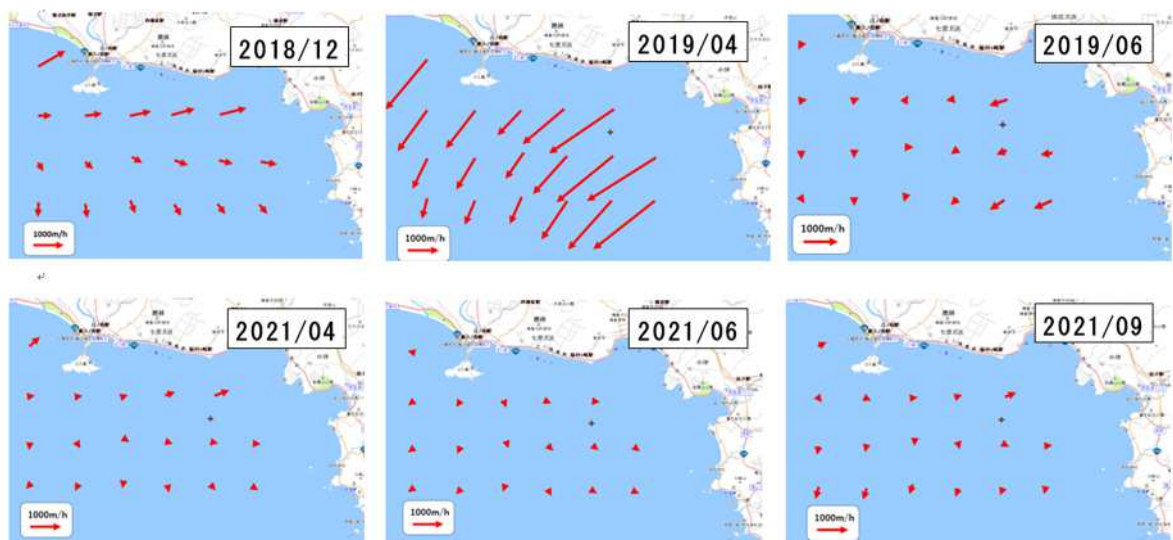


図 3 材木座海岸近傍の潮流（調査 10 日前～当日）

そのため、大量漂着の発生源は材木座海岸西側、すなわち滑川由来の可能性もあるとして、改めて 2018 年の大量漂着時の樹脂ペレットについて、継続調査地点以外の 5 地点も含めて再解析したところ、樹脂ペレットの漂着は滑川の河口付近に集中していることが判明した（図 4）。

また、各地点に漂着した樹脂ペレット中のミニペレットの数を調べたところ、こちらも滑川の河口付近の調査地点で多いことが併せて確認できた。ミニペレットは通常産業廃棄物として廃棄されてしまうものであることから、2018 年度調査の大量漂着は滑川への不法投棄が原因の一つである可能性が示唆された。

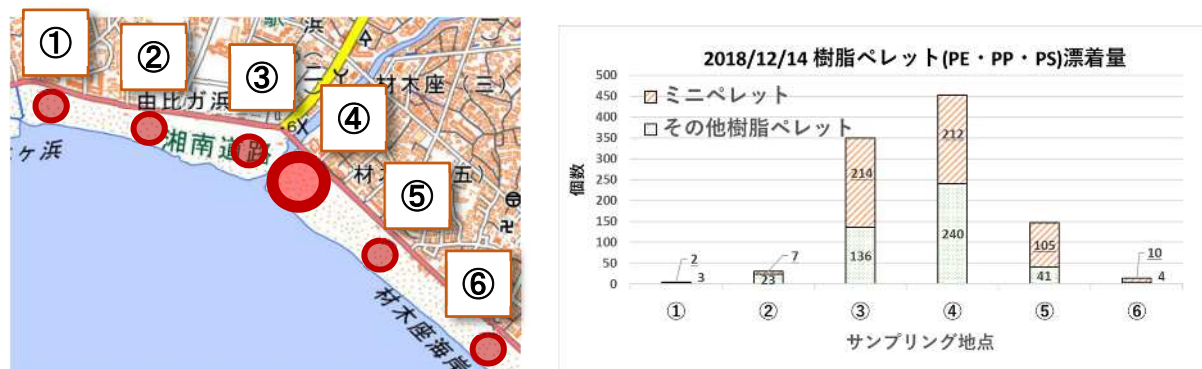


図 4 材木座海岸 2018 年 12 月調査 調査地点別樹脂ペレット漂着数

5 おわりに

今回の調査において、2018 年度の樹脂ペレット大量漂着の状況を様々な側面から再解析したところ、この大量漂着は鎌倉市内を流れる滑川への産業廃棄物の不法投棄が原因の一つである可能性が示唆された。ただし、本調査で製造ルートが判明したミニペレット以外の樹脂ペレットも材木座海岸には多く漂着しているため、別の発生源が存在していることも十分に考えられる。今後、更なる樹脂ペレットの漂着データの蓄積と、滑川付近の現地調査を行うことで、より詳細な発生源推定を行う予定である。

「引用文献」

- 1) 神奈川県環境科学センター調査研究部 マイクロプラスチック研究チーム、相模湾漂着マイクロプラスチック（MP）の実態とその由来の推定＜中間報告書＞（2019）、
<https://www.pref.kanagawa.jp/documents/3464/2mprep20191.pdf>
- 2) 池貝隆宏、三島聡子、長谷部勇太、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（2017）、全国環境研会誌、42、p197-202
- 3) 松山優治、岩田静夫、細田昌広、相模湾沿岸での流れの観測（1980）、沿岸海洋研究ノート、18、p9-17

山下公園前海域における豊かな海づくりの取組

○浦垣 直子、小川 義人（横浜市環境科学研究所）

横浜市環境科学研究所と JFE スチール株式会社は、2013 年 10 月から 2018 年 3 月まで山下公園前海域において共同研究を実施した。生物のすみか・逃げ場などの機能を持つ生物付着基盤を設置した結果、生物生息環境の改善効果が見られた。また、生物付着基盤を設置した試験区において付着した生物により、1 日あたり 8,400 kL の水が濾過されていることが推計された。

1 はじめに

横浜は日本有数の港町であり、臨海部は横浜市の顔として知られている。しかし、横浜の海は、海底の貧酸素化や赤潮の発生により、夏場には海底に光が届かず酸素濃度が低下し、生物にとっては過酷な環境となっている。その原因の一つは、沿岸域の生物生息環境が失われ、生物の数が減少し、生物による水質浄化能力が減少したことにある。

そこで、横浜市環境科学研究所と J F E スチール株式会社は、生物付着基盤の設置による生物生息環境の改善と生物の水質浄化能力の回復の効果について検証するため、2013 年 10 月から 2018 年 3 月まで山下公園前海域において共同研究を実施した。2018 年 4 月以降は横浜市の事業として引継ぎ、継続的に生物付着基盤の機能の確認を行っている。

2 共同研究概要

2.1 試験海域

横浜を代表する観光地であり、ワールドトライアスロン・パラトライアスロンシリーズ横浜大会等のイベントを通じての情報発信の効果も期待できることから、山下公園前海域（横浜市中区山下町）を共同研究の実施場所に選定した。各種イベントや船舶の航行等に影響なく生物付着基盤の設置作業を実施できることや、事後調査等の作業性を考慮し、氷川丸の左舷側を試験海域とした（図 1）

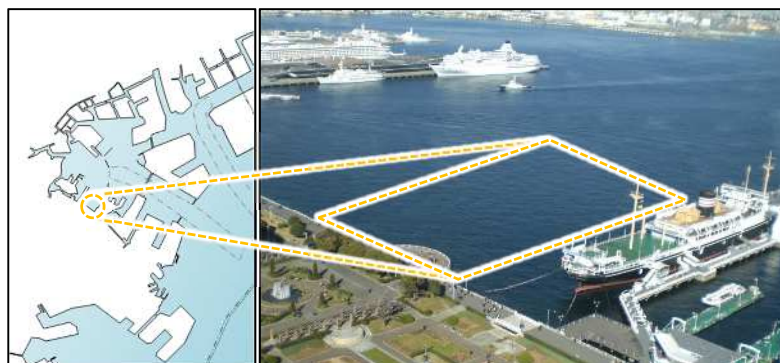


図 1 試験海域

2.2 生物付着基盤の設置概要

使用した生物付着基盤の概要を表1に示す。

鉄鋼スラグを原料とする再生資材製品、自然石、山砂を用いて、浅場造成を行った。

3つの試験区（St. 1～St. 3）に図2のように生物付着基盤を設置した。それぞれの試験区と同等の水深の場所に3つの対照区（St. 4～St. 6）を設け、試験区との比較対象とした。

表1 設置した生物付着基

製品名						
	鉄鋼スラグの炭酸固化体 (マリンブロック)		鉄鋼スラグの水和固化体 (マリンロック)	鉄鋼スラグの粒度等を調整 (マリンストーン)	自然石	砂
形状	ブロック状	破砕物(岩石状)	岩石状	砂利状	自然石	山砂
寸法	1m×1m×0.5m	φ100mm～	φ100mm～	φ30mm～80mm	φ100mm～	中央粒径0.3mm以上
比重	2.0～2.4	2.0～2.4	2.4～2.6	2.0～		
期待される効果	生物付着基盤、藻場形成、貝類等着生			被覆石、底質改善	生物付着基盤	覆砂材
	生態系の健全化(生物多様性の向上)⇒水質浄化、生物による炭素固定等					

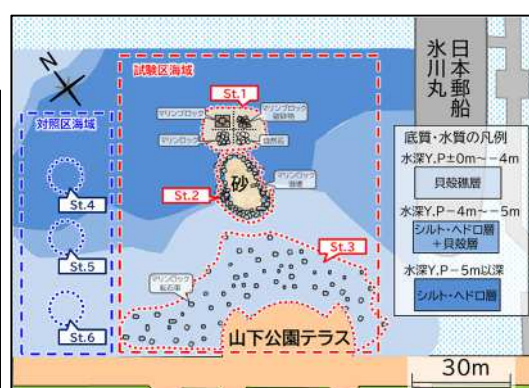


図2 平面図

2.3 調査日及び方法

生物調査は試験区（St. 1～St. 3）及び対照区（St. 4～St. 6）を対象に、潜水土による付着生物及び遊泳生物（ネクトン）の目視観察・記録を行った。

調査実施日を表2に示す。2013年10月に試験区及び対照区において生物付着基盤設置前の事前調査を行った。付着基盤設置後は2015年までは試験区及び対照区において、2016年から2017年までは試験区において、年4回の調査を実施した。2018年以降は試験区において年に1回程度の調査を実施している。

表2 調査実施日

調査回	
2013年	10月10日（事前調査）、11月28日
2014年	2月13日、5月28日、8月27日、11月28日
2015年	2月12日、5月28日、8月24日、11月27日
2016年	1月15日、5月30日、9月5日、11月30日
2017年	2月10日、6月5日、8月31日
2018年以降	2018年10月4日、2019年1月28日、2019年8月27日、2020年10月12日、2021年10月27日、2022年10月24日、2023年11月28日

3 結果

3.1 生物調査結果

St. 1（試験区）およびSt. 4（対照区）における生物種類数の変化を図4に示す。

試験区（St. 1）においては生物付着基盤設置後すぐに生物の増加が見られた。2015年8月及び2017年8月の調査では貧酸素や水温上

昇が原因とみられる生物の減少が起こったが、次の調査時には生物種類数は回復しており、生物が生き残るために必要な環境が保たれていることが示唆された。一方、対照区(St. 4)の生物種類数は、調査を実施した2016年1月までにほとんど確認されなかった。

2018年度以降も試験区(St. 1)における生物種類数や組成などは大きく変わっておらず、生物付着基盤の機能を維持し続けているものと考えられる。

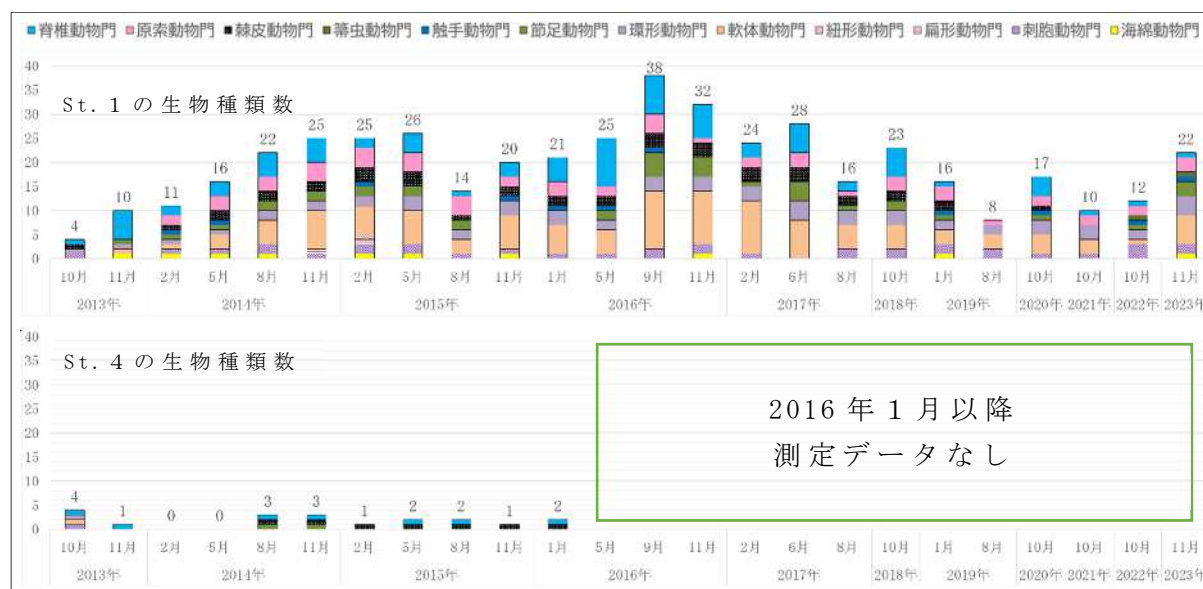


図4 試験区(St. 1)、対照区(St. 4)における生物種類数の変化

3.2 濾水量の推計

生物調査と併せて実施した水質調査の結果、2013年10月から2016年1月までに水質

(COD、DO、透明度など)に大きな変化は見られなかった。海水の入れ替わりがあるためと考えられる。そこで、生物生息環境の改善による水質浄化能力の

回復を定量的に評価するために、生物調査で確認された二枚貝綱やホヤ綱といった濾過食性動物に注目し、それらの生物が持つ濾水量を試算した。濾水量の原単位には複数の文献の平均値を用いた(表3)。

生物付着基盤への生物の被度と、生物の体サイズから推定した1個体あたりの付着面積をもとに、付着した生物の個体数を種類ごとに推計した。また、生物調査の際に生物を一定量採取し、1個体あたりの平均湿重量を求めた。これらの数値を用いて付着した生物による濾水量を推計したところ、試験区(St. 1～3)の合計で1日あたり8,400 kL(キロリットル)と推計された。

表3 濾過食性動物と濾水量の原単

	種名	濾水量原単位 (L/湿 g/日)	文献
二枚貝綱	ムラサキイガイ	26.9	1)
	ミドリイガイ	26.9*	—
	ホトトギスガイ	26.9*	—
	マガキ	32.2	2)
ホヤ綱	シロボヤ	15.5	3) 4)
	エボヤ	13.2	5)
	カタユウレイボヤ	6.7	4) 6) 7)

※ムラサキイガイの数値を用いた

4 調査結果の情報発信について

共同研究の取組や成果を広く発信するため、2023年3月から横浜ベイブリッジスカイウォークにおいてパネルの常設展示やリーフレットの配布を行っている。また、2023年9月には研究概要を解説した記念サインを山下公園内の氷川丸側のバルコニーの付近に設置した。

さらに共同研究で得られた成果を横浜市内の小学生を対象とした環境教育出前講座で紹介しているほか、横浜市内で開催される海洋都市横浜うみ博などの海関連のイベント出展時にも紹介している。

5 おわりに

共同研究により生物付着基盤を設置することによって生物生息環境の改善に有効であることが確認できた。また、生物付着基盤を設置した試験区において付着した生物による濾水量を試算した結果、1日あたり8,400 kLと推計された。

本共同研究は、公民が連携して生物付着基盤造成が新たな付加価値を創出することを示した他に事例のない画期的なプロジェクトとして、第5回エコプロアワード国土交通大臣賞および令和3年度土木学会環境賞（Ⅱグループ）を受賞した。

本研究で得られた成果を今後の横浜港の環境改善の取組みに活用していきたい。

引用文献

- 1) 山元憲一、荒木晶、半田岳志(2013)ムラサキイガイの餌投与に伴う鰓換水の変化、水産大学校研究報告、62(1)、p1-4
- 2) 楠木豊(1977)マガキの濾過水量の測定法について、日本水産學會誌、43(9)、p1069-1076
- 3) A.Fiala-Medioni(1978)Filter-feeding ethology of benthic invertebrates(Ascidians).Ⅲ.Recording of water current in situ-Rate and rhythm of pumping, Marine Biology 45, p185-190
- 4) A.Fiala-Medioni(1978)Filter-feeding ethology of benthic invertebrates(Ascidians).Ⅳ.Pumping rate, filtration rate, filtration efficiency. Marine Biology 48, p243-249
- 5) Holmes.N(1973)Water transport in the ascidians *Styela clava* Herdman and *Ascidella aspersa*, Journal of experimental marine biology and ecology 11, p1-13.
- 6) Kustin K. , K.V.Ladd, G.C.McLEOD, D.L.Toppen(1974)WATER TRANSPORT RATES OF THE TUNICATE *Ciona intestinalis* Biol.Bull.147, p608-617
- 7) A.Fiala-Medioni(1974)Ethologie alimentaire d'invertebres benthiques filtreurs(Aascidies).Ⅱ.Variations des taux de filtration et de digestion en fonction de l'espece, Marine Biology 28, p199-206

水辺の生きものを用いた水環境の情報発信の取組

○高柳充央、福永顕規、関昌之（川崎市環境総合研究所）

近年、本市の水環境は河川・海域ともに大幅に改善してきているが、市民実感の点においては更なる向上の見込がある。この度、人々に親しみのある「水辺の生きもの」をテーマに市民の環境配慮意識の向上につなげる取組として、地域ごとの水環境の状況を分かりやすく伝える啓発動画及び冊子の作成を行った。本発表では、広報物の作成において工夫した点と、作成物を使用した今後の活用方法について紹介する。

1 はじめに

本市の水環境は、昭和 30、40 年代の経済発展に伴う水質環境の悪化から、市民・事業者・行政がそれぞれの立場で取組を行い、その歴史を克服してきた。しかしながら、市民実感の点において水環境分野では更なる向上の見込があると思われる。令和元年度に行った「川崎市の大気、水などの環境に関するアンケート」による市民意識調査では、自宅周辺の「川・海などの水のきれいさ」における満足度は 5 割に至らず、これは「空気のきれいさ」に関する項目よりも低い。また、「大気や水などの環境の状況についての関心」についての項目では、「関心があるが、特に自分から調べたりしたことはない」や「特に関心はない」という回答が過半数を占めるといった結果となった（図 1）。

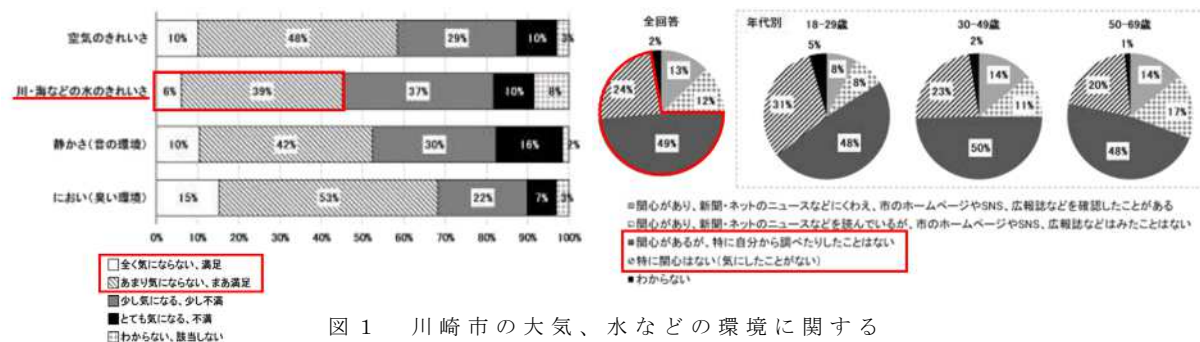


図 1 川崎市の大気、水などの環境に関するアンケート調査（令和元年度実施）

これらの結果を鑑みると、環境について馴染みのあるテーマで、効果的に情報を発信することが市民の環境配慮意識の向上に最もつながると考えられる。そこで本市は、人々に親しみのある「水辺の生きもの」に着目し、地域ごとの水環境の状況を分かりやすく伝える啓発動画及び冊子の作成を行った。

2 情報発信の目的と位置づけ

2.1 本市計画における環境教育と情報発信の位置づけ

本市では、先述のアンケート結果や移りゆく環境課題を踏まえた大

気、水環境分野における今後の方針、具体的な取組、市民、事業者の皆様との連携などを位置づけた「川崎市大気・水環境計画」を令和4年に策定している。当該計画では、基本施策の方向性の一つとして環境配慮意識の向上を挙げており、市民が水辺にふれあうきっかけの創出や、大気や水などの環境の大切さを直接伝える取組を推進することで大気や水などの環境への関心を高め、環境配慮意識の向上を図ることを目的としている。また、情報発信の手法や内容を世代ごとに分かりやすく整理し、効果的な情報発信や環境教育を推進するなど、情報を適切に伝える取組も施策の中のリーディングプロジェクトとして位置づけている。この環境配慮意識の向上に向けた取組事例として本市は、市民参加型の水辺に親しむイベントを開催しており、毎年多くの参加者に市内の水環境に係る情報を知ってもらっている。今後は、より効果的な情報発信を通じた環境教育を進めていく必要があると考え、水辺に親しむイベントや地域の水辺の様子を撮影し、そこにすむ水辺の生きものの紹介と環境保全に関する動画を作成した。また従来、環境教育教材として使用している水辺の生きものに関する啓発冊子を、情報発信をしていくうえでより効果的なものとなるよう工夫し、リニューアルを行った。

2.2 水環境啓発における河川の生きものの重要性

河川に生息する生きものは、その地点の水質などといった水環境の良好性を示す指標となる。水質の改善は生きものにとってより良い生息・生育の場をもたらすため、その地点で見られる魚類や底生生物（水中に生息するヤゴなどの生物）の種を多様化させる。特に、底生生物の種類を調べて点数化することにより河川の水質を評価することができる。環境省が定める「水生生物による水質評価マニュアル-日本版平均スコア法-」¹⁾では、国内で見られる底生生物を種類別に10点満点でスコア化しており（図2）、実際に見つかった生きものの種類から平均スコア（ASPT）を算出し、その地点の水質を評価することができる。ASPTが高いほど河川水質が良好といえる。このように、地域の水環境を評価するうえでASPTを用いた評価方法は、同一地点における長期的な水質状況の評価や異なる水域間の比較を可能とするため、有意義な指標であると同時に、生きものの出現状況と水質とを結び付けやすいため、市民にとってよりわかりやすい評価方法となる。啓発動画及び冊子の作成においてはこの評価方法を流用し、環境配慮意識の向上につながるようわかりやすい解説に努めている。

分類群名		スコア
カゲロウ目 フタオカゲロウ科	Siphonuridae	8
ガガンボカゲロウ科	Dipteromimidae	10
ヒメフタオカゲロウ科	Ameletidae	8
チラカゲロウ科	Isonychiidae	8
ヒラタカゲロウ科	Heptageniidae	9
コカゲロウ科	Baetidae	6
トビイロカゲロウ科	Leptophlebiidae	9
マダラカゲロウ科	Ephemerellidae	8
ヒメシロカゲロウ科	Caenidae	7
カワカゲロウ科	Potamanthidae	8
モンカゲロウ科	Ephemeridae	8
シロイロカゲロウ科	Polymitarcyidae	8

図2 環境省「水生生物による水質評価マニュアル-日本版平均スコア法-」より抜粋

3 情報発信の取組事例の紹介

3.1 かわさき水辺の生きもの（動画）

今回、水辺の生きものの啓発動画は外部業者を介さず職員のみの手で作成することとした。自前で動画の構想から撮影、編集、発信までを完結させることにより、費用の削減、完成までの時間の短縮、構想段階と完成段階でのギャップの解消、職員の動画編集能力の向上など、多くの利点があると考えられる。また、必要に応じて自身で修正を行うことができるので、適時動画をアップデートすることもできる。動画編集ソフトは市販の Wondershare Fimora 12 を用いた。動画の作成にあたっては、本市の細長い地形により異なる生態系が確認されているという現状を踏まえ、地域の特性に沿って丘陵部編、内陸部編、臨海部編の3本を2か年で作成する計画とした（図3）。なお、本年度は作成の2年目であり、現時点で内陸部編（図4）の発信が完了している。以降は内陸部編の動画の説明となる。

作成する動画の詳細	
・かわさき丘陵部編（黒川よこみね緑地など） →丘陵部域しか生息しない 貴重な生物の水環境 を発信	
・かわさき内陸部編（二ヶ領用水や多摩川二子橋周辺） →慣れ親しんだ川に棲む 身近な生物の水環境 を発信	
・かわさき臨海部編（多摩川の河口干潟や海域） →河口干潟や海域に棲む 多様な生物の水環境 を発信	

図3 水辺の生きもの（動画）の概要

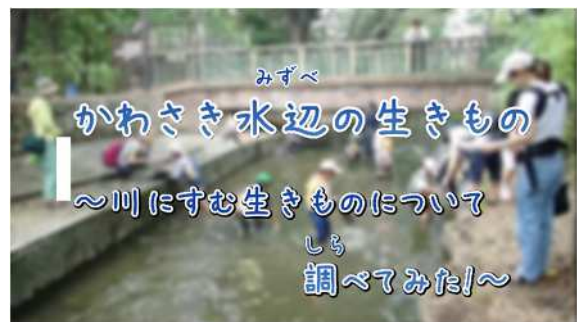


図4 動画（かわさき内陸部編）

撮影場面（場所）は市民参加型の水辺に親しむイベントである多摩川教室（高津区二子橋周辺）とガサガサ体験（多摩区緑化センター周辺）とした。動画の構成としては、まず初めに撮影地点の特徴について説明したのち、実際にイベントに参加した子どもたちが捕まえた生きものを紹介していく流れとなる。その後、先述の ASPT に基づいた生きものと水質の関係について、登場した生きものを用いて解説をしつつ、最後により良い水環境の保全を目指して視聴者の方が生活の中でできることや水質事故が発生している現状について触れることにより、視聴者の環境配慮意識の向上を促す結論につなげた。動画内の BGM、効果音はすべて編集ソフトの中に内蔵されているものを使用し、雰囲気に合わせてメロディを組み合わせ、ナレーションはすべて編集ソフトの AI 音声を使用した。

3.2 かわさき水辺の生きもの（冊子）

かわさき水辺の生きもの（冊子）は、1977 年から続く市内の水生生物調査の結果を用いて作成した環境教育用冊子で、5 年ごとにデータを更新することにより改訂を行っている。昨年度はこの改訂の年にあたったため、よりわかりやすい内容となるようリニューアルを行っ

た（図5）。改訂における大きな改善点は以下の2つである。1つ目は生きものの写真データのデジタル化である。従来の冊子では調査地点で発見された生きものの写真データは一部の生きものを除き多くが写真データを公開しておらず、種名の記載のみであった。そこで、種名と写真へ市民が簡易にアクセスすることを目指し、生きものの写真のデータベースをホームページに構築し、QRコードによる連携を行った。現在は、市内の調査地点24地点について、いつでもQRコードから調べたい地点の写真データベースへとアクセスすることができる（図6）。2つ目の改善点はASPTを踏まえた底生生物と水質の関係の紹介である。それまでの水質と底生生物の関係には有機物の指標であるBOD（Biochemical Oxygen Demand）を使用していたが、近年水質が改善されてBODが低下したことにより生きものとの関係性がわかりにくくなっていた。そこで、ASPTに使用されている10段階のスコアを4色で表現して視覚的にわかりやすい表示に改善している（図7）。



図5 冊子表紙・裏表紙



図6 QRコードからのアクセス例



図7 ASPTに基づいた水生生物と水質の関係

4 今後の展望

今回紹介した動画、冊子どちらの媒体も作成し公開するだけにとどまらず、能動的に情報発信をしていくことが必要である。情報発信の手段としては、市民参加型のイベントや小中学校などでの出前授業での活用を目指している。私たち一人ひとりが大気や水などの環境の現状と課題についての理解を深めて「自分ごと」としてとらえることにより、環境に配慮した行動が促進され、市内の環境がより良い方向へと向かうことが期待される。

引用文献

- 1) 水生生物による水質評価法マニュアルー日本版平均スコア法ー環境省（平成29年）

神奈川県環境研究合同発表会（2024 年 6 月 12 日 13 時）

国内 PFAS 問題解決のためのストラテジー、基礎から応用まで

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 上級主任研究員 山下信義
(PFAS 対策技術コンソーシアム会長)

ペル及びパーフルオロ化合物 (PFAS) は、過去半世紀以上産業用途で多用途に使用されてきたが、2000 年に極域の野生動物血液中から PFOS が検出され、これに対応する 3M 社のスコッチガード販売停止で注目を集め、PFAS 全球汚染の解明、各国の陸水・地下水・土壌の全国調査、PFAS の生産使用量削減と代替物開発、環境修復技術の開発等、国外では過去 20 年以上有害化学物質研究の焦点となってきた。

その一方で、国内では 2009 年にストックホルム条約で決定した PFOS/PFOSE 生産使用の禁止から、2019 年にアメリカ EPA が公開した PFAS アクションプランまで、約 10 年間ほとんど注目されず、国内関連研究も限定的であった。状況が変わったのが 2020 年 4 月の米軍普天間基地からの泡消火剤(AFFF)流出事故報道で、米軍基地移転問題、日米地位協定等、報道されやすい状況がそろったため、注目を浴びやすい血液中 PFOS/PFOA の疫学的評価を中心にマスメディアで報道されるようになった。

社会的注目もあるが、主に REACH/RoHS 指令など欧州向け製品中の PFAS 規制とアメリカ EPA の PFAS アクションプランの影響もあり、遅まきながら国内でも 2022 年に「PFOS 及び PFOA 含有廃棄物の処理に関する技術的留意事項」が環境省より公開されたが、これはダイオキシンなど従来の POPs 処理技術を流用した、国内で受け入れやすい焼却処理を前提としたものである。しかし PFAS の最大の特徴は「水溶性/難水溶性・揮発性/不揮発性など、物理化学性の大きく異なる数千種類の化学物質群」であるため、単純な焼却処理のみの対策は実効性が低い。国外では吸着回収、メカノケミカル分解、(電気)化学分解、光分解、phytoremediation (植物吸収処理) など、数多くの PFAS 処理技術が急速に開発されており、PFAS 環境修復技術は多くの国ですでに軌道に乗っている。

しかし国内では、行政的に使いやすく、マスメディアも記事にしやすい「リスク評価」を中心に PFAS 問題を議論してきたため、国外で先行する PFAS 環境修復技術は最近までほとんど知られていなかった。この点に注目し、2021 年 6 月 21 日に産業技術総合研究所に設立された「PFAS 対策技術コンソーシアム」(<https://unit.aist.go.jp/mcml/rg-org/pfasconsortium.html>)では「PFAS の高度計測と環境修復技術」に特化した、産学官連携コンソーシアム活動を開始した。ISO25101 や ISO21675 に代表される PFAS の高精度分析技術の普及と国外で実用化されている PFAS 環境修復技術の国内紹介を徹底した結果、コンソーシアム活動開始から二年間で、会員団体より PFAS 対策技術の特許提案を達成し、多くの現場で PFAS 環境修復技術の実用化に先鞭をつけることに成功した。現時点で環境省・農林水産省・経済産業省を含む会員団体 52 機関、会員数 108 名、行政・民間・研究機関・大学から「国内 PFAS 問題を解決する」ための産学官連携組織として、国内だけではなく、PFAS 問題の大元でもあり、最先端の PFAS 対策技術を実用化している 3M 社、スウェーデン FORMAS プロジェクト、欧州多国間地下水中 PFAS 浄化プロジェクト(LIFE-SOuRCE)など、国外 PFAS 専門家集団とも密接な連携体制を確立している。

PFAS 問題の経緯 (2009 年まで) (オリジナルは 2009 年山下作成資料より、水環境学会誌 (43 (A), 9, 307-312, 2020)「水および大気中有害物質トレーサー研究の最前線 - ペルフルオロアルキル化合物(PFAS)とビスフェノールを中心に」、朝日新聞 PFOS 取材班、NHK サイエンスゼロ取材等への提供資料)

1938年	テフロン®の発見 (Plunkett)	2002年11月	PFOSに関する経済協力開発機構(OECD)report
1940年代	電解フッ素化法の開発 (3M社)	2002年12月	化審法第二種監視化学物質に指定 (PFOSおよびPFOA)
	テロメリゼーション法の開発 (DuPont社)	2003年1月-2月	「PFOSコンソーシアム」開催(PFOSに関わる産業界意見交換会、産総研・経済産業省・日化協・関連メーカー)
1950年代	工業製品として多用途に使用され始める	2003年5月	PFOA workshop in Hamburg (欧州プラスチック工業会他、産業界出資による世界レベルの有識者会議)
1966-68年	ヒト血液から有機フッ素を検出 (Taves)		新規POPsにPFOSおよび96の関連化合物が提案
1980年代	廃水処理場から有機フッ素を検出 (Schroder)	2005年	ストックホルム条約においてスウェーデンが附属書A物質(製造、使用、輸出入の原則禁止)として提案
1999年	地下水からPFOA(AFFF)を検出 (Moody & Field)	2005年6月	米国EPAがDuPont社等へPFOAの自主的撤廃を要請
2000年2月	野生動物からPFOSを検出 (Giesy & Kannan)	2006年1月	EUによるPFOS規制「2006/122/EC指令」、PFOS濃度が0.005%以上の物質もしくは調製品、0.1%以上の製品、1 µg/m ² 以上のコーティング製品を2008年6月27日以降禁止
2000年5月	3M社 スコッチガードおよびPFOS関連製品からの撤退を発表	2006年12月	米国EPAがペルフルオロアルキルスルホン酸類183物質のSNUR適用を開始
2000年	国内初のPFOSプロジェクト「PFOS (perfluorooctanyl sulfonate) 関連物質の分析法確立・危険性評価に関する研究」(NEDO project report no.00X43011x, 2002) 開始	2007年11月	改訂化管法の第一種指定化学物質に指定される
2000年10月	米国EPAがPFOSについてSUNR(重要新規利用規則)を提案	2008年11月	POPs条約第4回締約国会議(COP4)
2002年8月	国内生物試料・人血・環境水よりPFOSを検出“The first environmental survey of PFOS and related chemicals in Japan” (DIOXIN 2002, Barcelona, 2002, Environ. Sci. Technol. 2003, 37, 2634-2639)	2009年5月	PFOSおよびPFOSFが附属書B物質に指定される
2002年4月	米国EPAがPFOS関連物質(13+75=88種)のSUNR適用	2009年10月	ISO25101 : PFOS/PFOAのISO国際標準分析法規格発行
2002年7月	環境省による全国調査が開始される。		

上の年表を見ればわかるが、実は 2009 年の PFOS/PFOA の生産使用が禁止された POPs 条約決定には日本企業も大きく貢献しており、世界初の PFOS/PFOA の国際標準分析規格 ISO25101 の発行からも分かるように、2009 年までは日本とカナダの PFAS 研究が世界を大きくリードしていた。残念ながら国内所管・産業界・研究機関のほとんどが、2009 年の POPs 条約で PFOS 問題が終了したと判断したこと(と産総研 PFAS 研究チームが国外研究にシフトした事)が、現在の混乱につながっている。国外では REACH/RoHS 指令に続き、ECHA 規制で PFAS 含有製品の厳格な管理が公開されたことからわかるように、PFOS/PFOA の POPs 条約追加以降も「多種多様な PFAS 群」の研究・対策技術の開発が飛躍的に進んできた。

現在、国内産業界が悲鳴を上げている ECHA 規制も、全く驚くべき提案ではなく、PFAS 研究の国際動向を理解していれば十分予想できた提案であり、「国内 PFAS 研究の失われた 15 年」の理由は、日本の国際競争力の低下と一致する。少子高齢化も含め国力衰退は構造的欠陥であり、付け焼刃の政策で解決することは困難であるが、「PFAS 対策について」は、国外で先行する最新技術を十分理解し、国外の PFAS 専門家と円滑な協力体制を確立、国内に最適な技術を速やかに普及することで「今なら改善可能」である。

PFAS 対策技術コンソーシアムで一般公開しているデータベースから明らかなように、PFAS 汚染状況の調査・発生源の特定、汚染の低減、汚染された環境からの PFAS 除去に必要な技術はすでに数多く開発されている。これらの技術の普及を阻んでいるのは既存の社会システムの構造的欠陥に過ぎないが、指針を示すだけの国と住民の危機感の板挟みで、一番苦労しているのは地方自治体の PFAS 担当と考えられる。

本講演では、特に地方自治体の PFAS 対策現場の問題点を明らかにし、今現在何ができるか、数年後に予想される PFAS 対策事業の具体的なプランについても解説する。また国内現行システムでは難しいが、10 年後、20 年後に予想される国際的 PFAS 管理の厳格化を想定し、どのような PFAS 対策をシステム化

すれば世界に残されることなしに、PFAS 使用産業の持続的発展(税収確保)と住民の安全との両立が可能かについても考えたい。

また、もし希望があればスウェーデン・ウプサラ市など PFAS 対策技術の最先端を走っている国外地方自治体との姉妹協定・情報交換についてもサポートは可能なため「Game Changer」として国内 PFAS 対策に臨む現場担当者の意欲的な参加を歓迎する。