ISSN 2424-1083

季刊 全国環境研会誌

JOURNAL OF ENVIRONMENTAL LABORATORIES ASSOCIATION

Vol.45 No.1 2020（通巻 154 号）

季刊全国環境研会誌

第45巻　第1号（通巻　第154号）
2020年

JOURNAL OF ENVIRONMENTAL LABORATORIES ASSOCIATION

目　　次

[巻頭言]

新たな環境問題に関して思うこと …… 中牟田啓子/ 1

[特　集／第46回環境保全・公害防止研究発表会]

第46回環境保全・公害防止研究発表会の概要 …… 三重県保健環境研究所/ 2

特別講演：気候変動への適応策・将来の湖沼水環境の予測 …… 岡田光正/ 9

各座長によるセッション報告 …… 横山新紀・田和祐脩・熊谷貴美代・宮崎　一・山本道方・神門利之・後田・俊直・矢部　徹・石井裕一・星　純也・髙澤嘉一・井上智博　/ 17

[報　文]

「音色の目安」作成調査結果について …… 小山祐介・城　祐樹・町田　哲・石橋雅之・佐々木裕也・菊地英男　/ 27

レーダーチャートによる水質特性評価手法を用いた廃棄物最終処分場の状態把握 …… 古賀智子・平川周作・鳥羽峰樹/ 33

サンショウウオ類分布調査における環境DNA活用のための基礎的検討 …… 長谷部勇太・武田麻由子・中山駿一・菊池宏海・白子智康　/ 38

長野県の生物多様性の現状と地域戦略の見直しに向けた課題 …… 須賀　丈・畑中健一郎・尾関雅章・北野　聡・髙野（竹中）宏平・陸　斉・浜田　崇・黒江美紗子・浦山佳恵・堀田昌信　/ 45

支部だより＝北海道・東北支部/ 51，「全国環境研会誌」編集後記/ 52

JOURNAL OF ENVIRONMENTAL LABORATORIES ASSOCIATION

Vol.45 No.1 (2020)

CONTENTS

An Investigation of the New Index of the Tone Color in Japan
·····Yusuke KOYAMA, Hiroki JO, Satoshi MACHIDA, Masayuki ISHIBASHI, Yuya SASAKI, Hideo KIKUCHI / 27

Grasping waste landfill state with water characterization method by radar chart
·····Tomoko KOGA, Shusaku HIRAKAWA, Mineki TOBA / 33

The fundamental study on environmental DNA utilization in habitat distribution survey of salamander species
·····Yuta HASEBE, Mayuko TAKEDA, Shunichi NAKAYAMA, Hiromi KIKUCHI, Tomoyasu SHIRAKO / 38

Present states of biodiversity and relevant issues for revision of the local biodiversity strategy in Nagano Prefecture
·····Takeshi SUKA, Kenichiro HATANAKA, Masaaki OZEKI, Satoshi KITANO, Kohei TAKANO, Hitoshi KUGA, Takashi HAMADA, Misako KUROE, Yoshie URAYAMA, Masanobu HOTTA / 45

◆巻　頭　言◆

新たな環境問題に関して思うこと

福岡市保健環境研究所長　　中　牟　田　啓　子

平成31年4月に当研究所の所長として着任し，全国環境研協議会九州支部長を務めさせていただいております。日頃より皆様から多大なるご協力をいただき心より感謝申し上げます。

当研究所は，昭和45年10月に衛生試験所として発足し，平成9年5月に「保健環境研究所」として，ソフトバンクホークス本拠地であるドーム球場そばに新たに発足しました。平成12年10月には，清掃工場クリーンパーク臨海の中に設置された「廃棄物試験研究センター」が当研究所の所管となり，環境・保健に係る試験・検査や，廃棄物を含む行政施策を科学的側面から担うための調査・研究を実施しています。

当研究所の建物は，築20数年が経過したことから，施設の老朽化や省エネ化への対応のため，LED照明への変更や個別空調への切り替え等の大規模改修工事を数年かけて実施中です。また，平成30年6月からは，清掃工場クリーンパーク臨海で発電された電力を当研究所に送電し，経費削減を行っています。

当研究所には子供から大人まで楽しく学べる保健環境学習室「まもるーむ福岡」を併設しており，環境や保健分野の展示や体験型講座などを開催しています。セアカゴケグモが話題になった際には，研究所内で飼育し生態に関する研究を行うとともに，標本を作製し，研究成果を用いた展示を行うなど，市民への注意喚起を行いました。また，夏には河川の水生生物のポスター展示を行うなど，季節の話題に応じて内容を更新しています。さらに，平成30年度からは，展示スペースを一部改修し，市民団体の活動等を紹介しています。特に，当研究所がNPOと共働で行っている人工海浜に関する生物調査の成果は，ダイバーが撮影した水中動画が上映されるなど好評です。近くにお越しの際は，ぜひ，お立ち寄りください。

さて，2020年はいよいよ東京オリンピック・パラリンピックの年となりました。近年，訪日外国人観光客数は右肩上がりですが，福岡市観光統計によると，2018年の外国人入国者数は309万人で，5年前の約2.6倍に増加しました。昨年6月にはG20財務大臣・中央銀行総裁会議，9月にはラグビーワールドカップの試合が行われ，来年2021年には，FINA 世界水泳選手権2021福岡大会の開催が予定されており，今後も観光・MICE による交流人口の増加が見込まれています。このように，海外との交流が盛んになると，人の移動に伴うごみの増加や，今まさにこの原稿を執筆中に世界中で注目を集めている新型コロナウイルスなどの感染症のリスク拡大，テロに備えた健康危機管理が課題となってまいります。当研究所においても体制を強化するとともに，消防局と連携した訓練にも取り組んでいるところです。

一方，新たな環境問題として，海洋プラスチックや気候変動適応策が話題となっております。本市は，脊振山系の山々と博多湾に囲まれた自然豊かなコンパクトシティーであり，博多湾は，市民のふれあいの場としても利用されています。博多湾のごみを無くすため，漁業者により海底ごみの回収が行われており，市民・企業，行政が協力して毎年実施されている「ラブアース・クリーンアップ」では，福岡市では約45000人の方が参加して，海岸や河川の清掃活動が行われています。これらの回収ごみについて，当研究所で組成調査を行ったところ，いずれの場合もプラスチック類，中でもタバコのフィルターや食品などの包装資材が多いことが分かりました。これらの結果を行政施策や市民啓発に役に立て，海洋プラスチック対策につなげていきたいと思っております。

また，気候変動適応に関連した取り組みとしては，地球温暖化に伴い増加が予想される熱中症を防ぐため，福岡市では，熱中症対策推進本部を立ち上げ，全庁的な取り組みを進めております。当研究所では，熱中症対策に活用できる科学的知見を得るため，熱中症救急搬送者や気象台の観測データ等を収集して，搬送状況と気象条件についての解析等の調査研究を行っているところです。

このような新たな環境問題に対しては，広域的な対応が必要であることから，これまで以上に各支部の地方環境研究所間の協力が必要になってくるのではないかと感じています。支部活動や全国環境研協議会の活動を通じて，皆様と協力して取り組んでいきたいと考えておりますので，今後ともご指導をよろしくお願いいたします。

＜特　集＞第46回環境保全・公害防止研究発表会

第46回環境保全・公害防止研究発表会の概要

三重県保健環境研究所

令和元年11月14日（木），15日（金）の両日に環境省，全国環境研協議会及び三重県の共催による第46回環境保全・公害防止研究発表会が津市の三重県総合文化センター生涯学習センター棟で開催されました。

研究発表に関しては全国環境研協議会の会員から46題の演題応募があり，2会場に分かれて，大気（14題），水環境（14題），生物（4題），廃棄物（3題），放射線（3題），化学物質（8題，うち1題は要旨のみ）のセッションの研究発表が行われました。

1日目は主催者の挨拶，続いて特別講演及び研究発表が行われ，2日目は引き続き研究発表が行われました。2日間で会員及び行政機関等から延べ219名の参加があり，盛況のうちに終了しました。

1. 開会あいさつ

皆様こんにちは，第46回環境保全・公害防止研究発表会の開催機関を務めさせていただいています三重県保健環境研究所長の松村でございます。本日はお忙しい中，全国各地から遠路はるばる，ここ三重にお集まりいただきまして，誠にありがとうございます。事務局として心から感謝申し上げます。

この研究発表会は，ご案内のとおり全国の環境関係の試験研究機関の皆様に，日頃の研究成果や活動の成果を発表していただく場として，また研究者相互の連携を図る場として毎年開催されております。今年も，日頃の

（三重県保健環境研究所長　松村 義晴）

研究成果として，大気，水質，生物等のセッションで46題と沢山の演題を発表していただくこととなり誠にありがとうございます。そして今回は，環境省環境研究総合推進費のプログラムディレクターで放送大学理事・副学長の岡田光正様から，昨年12月から施行されました「気候変動適応法」に関連したテーマでご講演いただくことになっています。また，本日の発表会が終わりましたら，会場は別になりますが，例年どおり「情報交換会」を予定しております。研究発表は限られた時間の中で行われますので，この場を活用していただきまして，引き続きご議論していただければと存じます。

（Ａ会場風景）

（Ｂ会場風景）

この度は，令和という新しい元号の元年開催とまたとない機会をいただき，私どもは開催県といたしまして，皆様のご協力を得つつできる限りの準備をさせていただきましたが，何かと不行き届きの点があろうかと思います。何卒，ご容赦をいただきたくお願いいたします。

それではこの2日間，熱心なご討論と一層の交流，そして発表会のスムーズな進行へのご協力をお願いいたしまして，ただ今から第46回環境保全・公害防止研究発表会を開会します。どうぞ，よろしくお願いいたします。

第46回環境保全・公害防止研究発表会日程表

令和元年 11月14日（木）	三重県総合文化センター　生涯学習センター棟　A会場（4階大研修室）	
	○開会（13:30～13:45） 開会のあいさつ　三重県保健環境研究所　松村　義晴 主催者あいさつ　環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室長　関根　達郎 全国環境研協議会会長　中村　豊 三重県環境生活部長　井戸畑　真之 ○特別講演（13:50～15:00） 演題：気候変動への適応策・将来の湖沼水環境の予測 講師：岡田　光正（環境研究総合推進費プログラムディレクター，放送大学理事・副学長） 座長：中村　豊（全国環境研協議会会長）（公益財団法人東京都環境公社東京都環境科学研究所長）	
	○研究発表	
	A会場（4階大研修室）	B会場（4階中研修室）
	大気Ⅰ　(15:10－16:10) 大気Ⅱ　(16:20－17:35)	生物　(15:10－16:10) 水環境Ⅰ　(16:20－17:20)
令和元年 11月15日（金）	○研究発表	
	放射線　(9:30－10:15) 大気Ⅲ　(10:25－11:40) 昼食・休憩 化学物質Ⅰ　(12:45－13:45) 化学物質Ⅱ　(13:55－14:40)	水環境Ⅱ　(9:30－10:30) 水環境Ⅲ　(10:40－11:25) 昼食・休憩 水環境Ⅳ　(13:00－13:45) 廃棄物　(14:10－14:55)
	○閉会　A会場（15:30～15:45） 閉会のあいさつ　環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室長　関根　達郎 次期開催機関のあいさつ　川崎市環境総合研究所長(代理：担当部長)　小林　幸雄 開催県閉会のあいさつ　三重県保健環境研究所長　松村　義晴	

2. 主催者あいさつ

○環境省のあいさつ

皆様こんにちは，環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室の関根でございます。

地方環境研究所の皆様におかれましては，各地域が直面する様々な環境問題の対策に日々取り組んでおられることと存じます。皆様の日々のご尽力に改めて敬意を表します。この研究発表会は，今回で46回と言うことで半世紀近く継続してこられたのも，地方環境研究所の皆様の活躍があってのことと存じます。また，今年度の研究発表会の準備に当たっていただいた三重県の関係者の皆様に感謝申し上げます。

（環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室長　関根 達郎）

さて，今年も激しい異常気象や災害が発生しましたが，被災されました自治体の皆様には，この場をお借りしまして改めてお見舞い申し上げます。その災害の背景といたしましては気候変動が指摘されており，今後さらにその影響は強まるものと思われます。気候変動の影響は，大気，水質，生態系などに及びますが，それぞれの地域における影響の出方は異なり，その対策の検討に当たって，地方環境研究所が役割を果たしていただくことを期待しています。また，継続的な研究が重要である一方，新たな課題にも取り組んでいただきたいと思っています。

環境省といたしましても，競争的資金である環境研究総合推進費などを通じて，地方環境研究所の取組をサポートしていく所存でございます。もちろん気候変動への対策以外にも様々な重要な課題が各地域にあろうかと思いますが，本日と明日の発表会が，皆様の研鑽・交流の場となり，今後の地方環境研究所の取組の充実につながることを期待し，開会の挨拶とさせていただきます。どうぞよろしくお願いいたします。

○全国環境研協議会のあいさつ

（会長　公益財団法人東京都環境公社
東京都環境科学研究所長　中村 豊）

本年度の全国環境研協議会会長を務めております東京都環境科学研究所所長の中村でございます。皆様，本日は，第46回環境保全・公害防止研究発表会にご参加いただき，誠にありがとうございます。研究発表会を主催いたします全国環境研協議会を代表いたしまして，開会に当たり，一言ご挨拶を申し上げます。

本日は環境省環境研究技術室の関根室長を始め環境省の方々，また，全国の地方環境研究所や行政機関の方々にご参加いただいております。ありがとうございます。また，この後，放送大学副学長の岡田光正先生から「気候変動」をテーマとした特別講演を行っていただくことにしております。岡田先生，よろしくお願い申し上げます。

この研究発表会ですが，地方環境研究所の連携を密にし，業務の運営，知識及び技術の交流を図るために毎年行っております。私ども地方環境研究所の研究発表の場としては，この他にも各学会等多くの場がありますが，この研究発表会は地方環境研究所を中心とした横の連携がとれる大変良い機会であると思います。私どもも，4年前に東京で研究発表会を開催し，開催都市としてかかわりました。そのときの経験から，松村所長をはじめ三重県保健環境研究所の方々におかれましては，事前準備から運営まで大変なご苦労をされていると思います。本当にありがとうございます。2日間，よろしくお願い申し上げます。

最後に，本日と明日の研究発表を通じまして，お互いの情報交流が進み，今後の調査研究の一層の進展と各自治体間の一層の連携につながっていくことを期待いたしまして，開会のご挨拶といたします。

どうぞよろしくお願い申し上げます。

○三重県のあいさつ

（三重県環境生活部長　井戸畑 真之）

三重県環境生活部長の井戸畑でございます。

第46回環境保全･公害防止研究発表会の開会にあたり，開催県を代表しまして一言ご挨拶を申し上げます。

本日は，環境省の関根室長様をはじめ，全国各地からたくさんの方々にこの三重県へお集まりいただき，ありがとうございます。開催県として心より歓迎申し上げます。また，環境研究総合推進費プログラムディレクターで，放送大学理事・副学長の岡田様には，この後，特別講演をお願いしておりますが，お忙しい中，快くご講演をお引き受けくださいまして，誠にありがとうございます。

三重県は，豊かな海，山，川といった良好な自然環境に恵まれていますが，このような自然環境は当たり前にあるものではありません。戦後の高度経済成長期に発生し甚大な健康被害をもたらした四日市公害問題はじめ

とする課題に，行政，事業者，県民と一体となって取り組んで，環境保全施策を進めてきた結果得られたものでございます。パリ協定の早期実施をコミットしたG7伊勢志摩サミットの開催県として，また，四日市公害の経験を持つ三重県だからこそ，地域から世界を変えていくという気概を持ち，行政，事業者，県民等すべての主体が，環境問題を自分ごととしてとらえ，取り組んでいく必要があると考えております。こうしたことから，本県では，SDGs の考え方を取り入れ，持続可能な社会の実現に向け，現在，環境政策のマスタープランである「三重県環境基本計画」の策定作業を進めているところでございます。

さて，折角でございますので，三重県のPRをさせていただきたいと思います。東京オリンピック・パラリンピックの翌年，2021年に本県で第76回国民体育大会「三重とこわか国体」と第21回全国障害者スポーツ大会「三重とこわか大会」が開催されます。ぜひこの機会に再び三重を訪れていただければと思います。ところで，「とこわか」ですが，「いつも若々しいこと。いつまでも若いさま。」を表す言葉で，この「とこわか」を象徴するものが伊勢神宮です。伊勢神宮では，20年ごとに社殿からご神宝，装束に至るまで，すべてを新調し，ご神体をお遷しする式年遷宮という儀式が1,300年以上にわたり続けられています。旧社殿で使われたご用材は，鳥居や全国の神社の社殿などで長きにわたって再利用されています。20年ごとに行われる理由は定かではありませんが，結果として，常に新しい状態で神様にご鎮座いただき，技術が確実に伝承され，経済波及効果も大きいという，まさに日本人ならではのサスティナビリティの思想が息づいていると考えられるのではないでしょうか。伊勢神宮を擁する三重の地で開催される今回の発表会において，持続可能な社会の実現に向けた討論が活発に行われることを，主催者の一人として期待いたしております。近年の環境問題を考えますと，地球温暖化の進行や気候変動の問題，海洋プラスチックごみの問題，$PM_{2.5}$などに代表されます越境大気汚染の問題など，複雑・多様化した課題に直面しています。これらの課題を解決するためには，広域的かつ多様な主体との連携による協働した取組みが必要となっております。

この後，岡田先生にお願いしております特別講演に続いて，大気汚染，水質汚濁など様々な分野の研究成果について発表が行われます。この発表会で皆様方の研究がより深まり，研究成果が施策に活かされ，環境問題解決の一助となることを期待します。

最後になりましたが，今回の発表会が実り多いものになること，全国環境研協議会の益々のご発展と，本日お集まりの皆様方の研究の一層の進展を心より祈念しまして，挨拶とさせていただきます。2日間どうぞよろしくお願いいたします。

3. 特別講演

環境研究総合推進費プログラムディレクター，放送大学理事・副学長の岡田光正先生により，「気候変動への適応策・将来の湖沼水環境の予測」と題して，特別講演が行われました。概要は特集として後に掲載しております。

4. 研究発表

45の演題について，A・B会場の2会場で，2日間にわたり研究発表が行われました。以下にその概要を示します。

(1)第1日目

（三重県総合文化センター生涯学習センター棟A会場）

○大気Ⅰ　(15:10－16:10)

座長：横山 新紀（千葉県環境研究センター）

1A1-1 和歌山県海南市における$PM_{2.5}$中のレボグルコサン濃度を含めた発生源解析
吉田 天平ほか（和歌山県環境衛生研究センター）

1A1-2 福井県における$PM_{2.5}$の発生源寄与解析
岡 恭子ほか（福井県衛生環境研究センター）

1A1-3 夏季における$PM_{2.5}$中の人為起源・植物起源二次生成有機マーカーの挙動
熊谷 貴美代ほか（群馬県衛生環境研究所）

1A1-4 大気粉じん中六価クロム化合物の測定結果について
奥野 真弥ほか（(地独) 大阪府立環境農林水産総合研究所）

○大気Ⅱ　(16:20－17:35)

座長：田和 佑脩（(地独) 大阪府立環境農林水産総合研究所）

1A2-1 テープろ紙による$PM_{2.5}$高濃度事象時のイオン成分測定結果と大気マイクロPIXE法による元素分析の試み
坂本 祥一ほか（群馬県衛生環境研究所）

1A2-2 兵庫県神戸市における$PM_{2.5}$中の有機物の分析
瀧本 充輝ほか（(公財) ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター）

1A2-3 石川県における微小粒子状物質（$PM_{2.5}$）中の多環芳香族炭化水素類の特徴について
河本 公威ほか（石川県保健環境センター）

1A2-4 Deep Learningによる簡易$PM_{2.5}$センサーの補正について
久恒 邦裕ほか（名古屋市環境科学調査センター）

1A2-5 島根県における高濃度$PM_{2.5}$出現時の気象状況について

園山 隼人ほか（島根県保健環境科学研究所）

（三重県総合文化センター生涯学習センター棟B会場）
○生物　(15:10－16:10)
座長：矢部　徹（国立研究開発法人国立環境研究所）
1B1-1 都内河川における外来種珪藻（ミズワタクチビルケイソウ）の分布状況について
増田 龍彦ほか（（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所）
1B1-2 大阪湾奥の環境条件の異なる干潟における生物の周年変動
宮崎 一ほか（（公財）ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター）
1B1-3 霞ヶ浦におけるアオコの発生状況とその情報発信について
大内 孝雄ほか(茨城県霞ケ浦環境科学センター)
1B1-4 琵琶湖における二枚貝の餌源と養浜事業との関係について
古田 世子ほか(滋賀県琵琶湖環境科学研究センター)
○水環境Ⅰ　(16:20－17:20)
座長：宮崎 一（（公財）ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター）
1B2-1 湖山池の再汽水化と塩分・溶存酸素濃度の推移
安田 優ほか（鳥取県衛生環境研究所）
1B2-2 川崎市東扇島東公園人工海浜「かわさきの浜」における里海創生の試み
矢部 徹ほか(国立研究開発法人国立環境研究所)
1B2-3 印旛沼におけるオニビシ繁茂中の水質調査
中田 利明ほか（千葉県環境研究センター）
1B2-4 海水中の栄養塩濃度が微生物による有機物の分解に及ぼす影響
鈴木 元治ほか（（公財）ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター）

(2)第2日目
（三重県総合文化センター生涯学習センター棟A会場）
○放射線　(9:30－10:15)
座長：星 純也（（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所）
2A1-1 福島県内除染廃棄物仮置場で使用される遮へい土の調査結果について
小磯 将広（福島県環境創造センター）
2A1-2 汚染状況重点調査地域における住宅除染の実施状況や課題の整理
日下部 一晃ほか（福島県環境創造センター）
2A1-3 千葉県における環境放射能調査（３）
井上 智博（千葉県環境研究センター）
○大気Ⅲ　(10:25－11:40)
座長：熊谷 貴美代（群馬県衛生環境研究所）
2A2-1 PRTR制度における化学物質の排出量・移動量を用いた取扱量推定の検討
田和 佑脩ほか（（地独）大阪府立環境農林水産総合研究所）
2A2-2 シミュレーションモデルを用いた北海道における大気中VOC濃度の推定
芥川 智子ほか（（地独）北海道立総合研究機構環境科学研究センター）
2A2-3 常時監視データを用いた大気汚染物質の地域分布の検討
星 純也（（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所）
2A2-4 燃料蒸発ガスのインベントリ作成と大気環境への影響の評価
秦 寛夫ほか（（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所）
2A2-5 雲の発達と降水成分濃度の関係－非海塩硫酸イオン濃度について－
横山 新紀（千葉県環境研究センター）
○化学物質Ⅰ　(12:45－13:45)
座長：髙澤 嘉一（国立研究開発法人国立環境研究所）
2A3-1 河川水中のネオニコチノイド系農薬およびフィプロニル，その代謝物の調査
中村 玄ほか（堺市衛生研究所）
2A3-2 AIQS-DBを用いた$PM_{2.5}$中の化学物質ターゲットスクリーニング調査
佐藤 拓ほか（北九州市保健環境研究所）
2A3-3 ダイオキシン類の抽出操作の改良に関する検討
関川 真也ほか（新潟県保健環境科学研究所）
2A3-4 地方環境研究所における災害初動対応のための消防救助隊への技術支援について
古市 裕子（大阪市立環境科学研究センター）
○化学物質Ⅱ　(13:55－14:40)
座長：井上 智博（千葉県環境研究センター）
2A4-1 AIQSを活用した平常時の農薬類モニタリング調査
中曽根 佑一ほか（群馬県衛生環境研究所）
2A4-2 GC-MS を用いた全自動同定・定量データベースによる岐阜県内河川水中の農薬類および多環芳香族炭化水素類の実態調査
北 将大ほか（岐阜県保健環境研究所）
2A4-4 国立環境研究所Ⅱ型実施共同研究「高リスクが懸念される微量化学物質の実態解明に関する研究」の成果報告：水溶性化学物質による環境汚染の現況

髙澤 嘉一ほか（国立研究開発法人国立環境研究所）

（三重県総合文化センター生涯学習センター棟B会場）
○水環境Ⅱ　（ 9:30－10:30）
座長：山本 道方（和歌山県環境衛生研究センター）
2B1-1 空中ドローンを用いた島根県宍道湖における水草等の繁茂状況調査
神門 利之ほか（島根県保健環境科学研究所）
2B1-2 浅海域底泥からのリン溶出とＤＯ消費に関する検討
石井 裕一ほか（（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所）
2B1-3 河川感潮域に形成された干潟の塩分環境と有機物分解活性の関係
後田 俊直ほか（広島県立総合技術研究所保健環境センター）
2B1-4 椹野川河口干潟における干潟耕耘の効果について
川上 千尋ほか（山口県環境保健センター）
○水環境Ⅲ　（10:40－11:25）
座長：神門 利之（島根県保健環境科学研究所）
2B2-1 懸濁態有機炭素を多く含む河川水に対するTOC測定法の検討
池田 和弘ほか（埼玉県環境科学国際センター）
2B2-2 LC/MS/MSによる水質中のアルキルアミドプロピルベタインの分析法の検討 －定量NMR法の環境分析への適用－
山本 道方（和歌山県環境衛生研究センター）
2B2-3 LC-QTOF/MSを用いた高極性物質のスクリーニング法の検討
吉野 共広ほか（神戸市環境保健研究所）
○水環境Ⅳ　（13:00－13:45）
座長：後田 俊直（広島県立総合技術研究所保健環境センター）
2B3-1 硫黄山噴火に伴う異常水質対策について
中山 能久ほか（宮崎県衛生環境研究所）
2B3-2 下水処理場におけるMAP対策について
中山 隆ほか（長野県環境保全研究所）
2B3-3 相模湾漂着マイクロプラスチックに吸着したPCBの実態及び発生源の推定
小澤 憲司ほか（神奈川県環境科学センター）
○廃棄物　（14:10－14:55）
座長：石井 裕一（（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所）
2B4-1 富山県における災害廃棄物発生量等の推計と組成の検討
水田 圭一ほか（富山県環境科学センター）
2B4-2 最終処分場における1,4-ジオキサンの挙動調査と活性炭による除去効果の検討
野口 邦雅ほか（石川県保健環境センター）
2B4-3 荒金鉱山坑廃水処理に係る汚泥資源化に向けた検討
前田 晃宏ほか（鳥取県衛生環境研究所）

5. 閉会

閉会にあたり，環境省及び三重県から閉会の挨拶が，川崎市から次期開催機関としての挨拶がありました。

○環境省閉会のあいさつ

環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室の関根でございます。

皆様2日間にわたりお疲れ様でございました。また，今回の研究発表会の準備に当たっていただいた三重県の皆様に改めて感謝申し上げます。また，次年度の開催は川崎市に引き受けていただくことになっていますので，よろしくお願い申し上げます。

この2日間で様々な研究発表がありましたが，各地域における皆様のご努力にあらためて敬意を表します。環境省としましても引き続き皆様の取組を支援してまいりたいと考えていまして，例えば環境調査研修所では研修を行っておりますが，毎回研修を受けた方々のご意見などをお聞きして，カリキュラムの改正など行っているところでございますので，引き続きご参加していただければと思っております。また，もう一つは，環境研究総合推進費でございまして，毎年数は多くはありませんが，地方環境研究所の皆様からも申請していただいておりますので，引き続きご活用いただければと思っております。それから，国立環境研究所におきましても，地方環境研究所との共同研究に加えて，昨日，岡田先生からもご紹介をいただきましたが，気候変動適応センターが昨年設置され，地方公共団体の取組に対しまして情報提供や技術的支援などの業務を開始していますので，こうした支援メニューをぜひ積極的に活用いただきたいと思っています。

最後に，地方環境研究所の皆様の取組がさらに発展することを期待し，閉会の挨拶とさせていただきます。どうもありがとうございました。

○次期開催機関のあいさつ

ただ今ご紹介いただきました，次期発表会の開催機関であります川崎市環境総合研究所の小林でございます。本来であれば，所長の川村より皆様にご挨拶を申し上げるところではございますが，昨日開催しました川崎国際エコビジネスフォーラムの対応のために参加できず，代

（川崎市環境総合研究所 担当部長　小林 幸雄）

わりにご挨拶をさせていただく次第でございます。直前の変更となり，誠に申し訳なく，ご容赦をお願い申し上げますとともに，次期発表会を開催させていただきます私どもの思いを述べさせていただきます。

この環境保全・公害防止研究発表会は，今回で46回目を迎えますが，これまでその時々において，私ども地方環境研究所が抱える様々な課題に対する先進的な取組について発表が行われ，その成果が自治体環境施策に活かされてきたという意味で，大変意義深い発表会であると認識しております。この度，そのような発表会を開催機関であります三重県保健環境研究所様を始め，環境省様や全環研が連携し，準備や運営にご尽力をいただきましたこと，心より感謝申し上げます。

来年も皆様方にとりまして，意義深い発表会となりますように，令和2年11月19日・20日の木曜・金曜，場所は川崎駅最寄りの「カルッツかわさき」にて開催準備を進めさせていただいております。

皆様を心から歓迎させていただきたいと考えておりますので，来年も多くの皆様が川崎市にお越しいただき，発表会にご参加してくださいますようお願い申し上げまして，次期開催機関のご挨拶とさせていただきます。

○開催県閉会のあいさつ

三重県保健環境研究所の松村でございます。

皆様，2日間にわたり，大変お疲れ様でございました。お陰様をもちまして，この研究発表会も，盛会のうちに終えることができたのではないかと思っております。環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室の関根室長様，全国環境研協議会の中村会長様，そして特別講演をしていただきました環境研究総合推進費プログラムディレクターで放送大学理事・副学長の岡田様，また，発表者の皆様，座長の皆様，さらに，最後まで熱心にご討議いただきました参加者の皆様に，改めてお礼を申し上げます。また，皆様方には，この研究発表会で得られた成果をお持ち帰りいただき，今後の調査研究の益々の発展に，繋げていただければ幸いに存じます。

余談ではございますが，三重県は，東は海，西は紀伊山地の山に挟まれ，自然豊かでおいしいものや見所が沢山あります。三大和牛の1つ「松阪牛」はもちろんのこと，Ｂ級グルメの「四日市とんてき」や「松阪ホルモン」，津市の学校給食から生まれた「津ぎょうざ」や伊勢神宮に参拝される方々へのソウルフードとして生まれた「伊勢うどん」などのおいしいものや，伊勢神宮や，伊勢志摩サミットの会場になった志摩市賢島，F1が開催される鈴鹿サーキット，忍者発祥の地と言われる伊賀エリア，世界遺産に登録された巡礼の道「熊野古道」など見所がたくさんありますのでお時間がある方はこの機会に，また，すぐお帰りの方は，再びのお越しを願っております。

先ほど，川崎市環境総合研究所の小林部長様から，次期開催機関のご挨拶がございましたとおり，来年度は神奈川県川崎市での開催でございます。沢山の方が参加をされまして，この研究発表会がますます発展していくことを心から祈念しております。それでは，これをもちまして，第46回環境保全・公害防止研究発表会を閉会します。2日間ありがとうございました。

＜特　集＞第46回環境保全・公害防止研究発表会
特別講演：座長　中　村　豊

（全国環境研協議会会長：公益財団法人東京都環境公社東京都環境科学研究所長）

気候変動への適応策・将来の湖沼水環境の予測

岡　田　光　正

（環境省環境研究総合推進費プログラムディレクター，放送大学理事・副学長）

1. はじめに

今日，私が皆様方に申し上げ，お願いしたいことを一言で申し上げると，適応の研究に挑戦して欲しいということです。私自身は，水環境の研究者です。今日後半でお話しする湖沼の適応については，この9年くらい，環境省の水環境課と一緒に仕事をして参りました。それで分かったのが，地球環境，それから気候変動の緩和策，気候変動の防止は，いわゆる地球の環境の専門家の仕事です。しかし，適応策の研究というのは，私もそうですが，今日ここにいらっしゃる多くの皆様方，つまり水環境，大気環境の研究者の出番であるということです。水，大気，生態系，場合によっては廃棄物も含めて，地球以外の研究をされていた方でないと，適応策に対応できないということを是非申し上げたい。

各都道府県の環境研においては，今までずっと研究をやってきました。適応の話は地球の話ですが，それは地域の問題です。ですから，今こそ地域の研究者である皆様方に，頑張っていただかなければ，適応策が推進できないということを，最初に申し上げます。

15ptあき

2. 適応策の推進と考え方

適応をめぐる国際情勢

パリ協定：2015年12月、ＣＯＰ21において採択、翌2016年11月に発効

a. 工業化前からの世界全体の平均気温の上昇を２℃より十分下回るよう抑える。また、１．５℃までに抑える努力を継続すること。

b. 気候変動の悪影響に適応する能力と気候に対する強靭性を高め、温室効果ガスの低排出型の発展を促進する能力を向上させること。

c. 資金の流れを低排出及び強靭な開発に向けた経路に適合させること。

適応をめぐる国際情勢としては，パリ協定があります。aは平均気温の上昇を2℃くらいまでに抑えましょうということ。今日お話しするのは，bのところにあります気候変動の悪影響に適応する能力，それから気候変動に対する強靭性を高めるというところです。要はここに適応策の話が明確に出ているわけです。

世界と日本の気温がだんだん上がっていくと，例えば日本ですと100年当たり1.2℃上昇しますが，1.2℃は大したことではない。水環境を考えると，平均的に上がるくらいだったら大したことないだろうと思われるかもしれませんが，今日これからお話しするのは，平均の話ではありません。気候変動は長い期間の変化ですが，50年100年，気象は毎年違うわけです。ですから，今年はすごく雨が降ったけど，来年は降らないかもしれない，その次の年はまたもっと降るかもしれない，続けてくるかもしれない。こういう我々が直面するのは，平均的な状態ではなくて，この間みたいに大雨が降るという，その極端な現象があるという問題なわけです。我々の守らなければならない環境というものにも，平均的な話もあるのですが，それだけではなくて，10年に1度とか何十年に1度で大きな問題が起こった時，「しょうがない」とあきらめるわけにはいかないということです。そういう意味で，重要なのは，変化ということをこれから頭の中に入れておくということだと思います。

気候変動の影響で，水稲，生態系，それから熱中症・感染症対策，この辺はどちらかというと，基本の問題です。異常気象災害というのは，必ずしも気温のみの問題ではなくて，雨の問題もあります。後でお話しする水環境は気温も重要ですが，むしろもっと重要なのは，雨がどう降るかということです。短期的に豪雨が降るのがだんだん増えていることも，実感しています。こういうこと，つまり，気象の変化があることに対して我々は今まで何を主に考えてきたかというと，緩和策，つまり温室効果ガスを出さないようにしましょうでした。これも絶対必要です。ただ，温室効果ガスを今まで我々は出し続けてきたわけですから，止めたからと言って急に止まるかというと，地球というのは大きなシステムですから，今炭酸ガスを出すのを完全にやめても，気候変動，温暖化は続くということが分かっています。となると，この

気候変動が起きてしまったことに対する様々な影響は避けられません。従ってそれに対して我々はどう適応していくかというのを考えなきゃいけないというのが今日の主題になるわけです。よく言われるように，緩和策，それから適応策，これは気候変動に対する両輪であるということになります。緩和策というのは温室効果ガスの話ですが，適応策は，地域によってみんな違う条件ですから，今まで地域の環境問題に頑張ってきたのが，今度は別の形で適応を考えていく，対応していくということだと思います。

気候変動適応法ができたということはご存じだと思います。その中で，農林水産，水環境水資源，自然生態系，その他7つの分野について適応策を考えていこうということです。地域によって気候変動の影響は違います。となると，日本全体で適応策はこうだというわけにはいきません。例えば北の方の湖と南の方の湖と山の中の湖と平地の湖は全く条件が違います。こういうことを考えると，やはり地域での適応を強化しなければいけないということで，これが気候変動適応法になっています。

重要なことは，科学的知見に基づいて適応を推進することです。この言い方，一見するといいですが，見方によっては今まで科学的知見に基づかず，政策を推進してきたのかと揶揄する人もいるわけです。ここでいう科学的知見は，基本的に気候変動の影響のことですが，気候変動においては将来何が起こるかわからいことが余りに多くあります。わからないことが多い場合，方法がわからないから何もしないということもあります。でも，環境の場合は，わからないから何もしないというのは，多くの場合，後悔することになるわけです。ですから，わからなくても進めることが必要です。政策を進めるためには，常に科学的根拠を得ることと裏腹になりながらやっていかないといけないというのが，大きな特徴だと思います。

当然，地域の話が非常に多く出てくると思います。変動の影響はあらゆることに関連します。大気，水，生態系，それから我々の健康，都市，非常に大きなところに，多くの分野に影響を与えます。よく言われている一例ですが，今まで農業というのは，今の気候，これまでの気候に対して適応するように，対応するように発展してきました。でも，これからは気温が上がるかもしれない，雨の降り方が違うかもしれないと考えて，それに合うような農業の仕方をしないといけないということで，様々な適応策を行う必要があるということになります。それらは，地域の地形や，社会経済状況によっても様々です。要するに一定ではない訳です。したがって地域の特色，特徴に応じたきめ細やかな適応をして行かざるを得ないということです。具体的には，各都道府県単位とかそういう形で作っていくことになります。

実際に気候変動，地域の業務の適応計画というのを組むにあたって，重要なことは，多様な気候変動に適応するために，全体の整合とか，地域における優先事項が違うはずだということです。当然のことながら，中長期的，30年先を考えるのか，50年先考えるのか，100年先考えるのかも重要です。私自身も適応研究を始めたときには30年というのを考えました。ところが，多くの人が100年後，要するに21世紀の最後まで，と言いますから，21世紀の最後にはどうなるかを想定してやりました。今から考えると，100年はどうせわからないという言い方もあり得るわけです。社会自体がどうだというのは，私は当然生きていませんし，日本の人口だって経済状況だって随分変わるかもしれません。20世紀の初頭である1900年最初と，今の21世紀初頭である2019年，随分社会が違うわけですから，無理かなあと思うのですが，いずれにしても，近いところだけ見てやるわけにはいかないし，遠いところだけ見てやるわけにはいかないという，この辺が適応計画の大変なところであると思います。いずれにしても地域のことですから，都道府県，もしくはその都道府県の集まりというところで適応計画を作らないといけないということになってきます。

その次に重要なのは，科学的知見に基づき気候変動適応を推進するということです。これは非常に，ある意味で大変なことです。将来がわかっていたら，我々が十分な情報を持っていたら，30年後，50年後を予測すればいいですが，その我々の予測がどのくらい正しいかということです。もちろん今まで，例えば環境行政でも，私が関わったもので言えば，閉鎖性海域，東京湾なり伊勢湾ですね，そこでは将来水質がどうなるかという予測はさんざんやってきています。しかし，コンピューターシミュレーションを使って，いろんなことをやってきて，そのシミュレーションモデルがどのくらい正しいかということになると，なかなか難しいところがあるわけです。ちょっと細かい話ですが，例えば伊勢湾の流域，例えば，三重県の山の方から降雨によって，栄養塩がどのぐらい流れるか，工場からどのくらい栄養塩なりCODが流れるかなどは比較的簡単に把握できますけれども，降雨によって，畑，森林，市街地からどのくらい栄養やもしくは汚濁物が流れるか，いわゆるノンポイントソース，これについては，本当に確立されたモデルはありません。このように，単なる水質予測のモデルですら難しいわけですから，気候変動がどうなって，さらに水質がどうなるかって予測は極めて難しい訳です。となると，例えば，最初は，ある予測をもって計画を作ると，計画は5年後を目指しますが，実際にそれでやってみたらなかなかそう思い通りにいかないということもあります。思ったよりも

気候変動の影響が大きくなるかもしれませんし，小さくなるかもしれません。そうしたら適応計画を見直して，また，5年後にもう一度，予測をし直してまた見直す，とこんな面倒なことをやらざるを得ない。ここで予測して適応策を作ったものが，30年後まで本当に正しければそれでいいですが，残念ながら我々の環境に対する将来予測技術はそこまで信頼性はありません。でも，やらざるを得ないわけですから，常に予測して，5年後，10年後，何か違うと思ったら，その予測は直す，モデルも直すことをやっていく。昔の台風の進路予測は外れることもありましたが，最近はよく当たります。あれは，台風がどこまで来たかという情報を入れてモデル計算して，予測して，台風が少し進んだらまた情報を入れて，計算を繰り返しているわけです。だから合うようになった。同じ発想でやらざるを得ません。

あと一つ重要なことは，気候変動にどう適応するかということです。一つは今までの施策をそのままやるというもの，もう一つは今までの施策を強化する，今の施策に新しい施策を追加して適応をする，対策する，もしくは全く違うやり方をするというものです。今までやっている施策の中に気候変動という要素を一緒に入れて考えることが大切です。例えば湖沼の水質汚濁対策を考えてみると，今までは排水管理，排水をどうするとか，ノンポイントどうしましょうかという話でしたが，それに気候変動を加えて考えていくとなると，今まで全く考えなかったような施策もあり得るというのがこの考えです。そのために，地域の気候変動適応センターというのが，今，想定されています。東京とか京都とか大きな大学が研究するという発想ではなく，地方の環境研究所，地方の大学で，地域が自分の周りをよく知っているところが中心になるというのが最大のポイントです。ということで，地域の状況をきちんと把握してやらないと，一般論で適応策を考えて対応するのは無理があるということです。同時に，各地域だけでやるのは大変ならば，国立環境研究所がお手伝いすること，これは今までの国環研の任務には，まずなかったものです。昔は，水の研究，私ですと霞ケ浦の水質汚濁の研究をすれば結構といわれた時代からすると随分違ってきた印象を持っています。多くの地域で既に適応センターが設置されていますが，茨城大学を除いてすべて各地の研究所となっています。茨城大学も地域の大学で，地域の環境研究所がかなり主体であるということですから，これは最初に申し上げたとおり，気候変動の影響については，本当に様々な分野，健康，水，大気などの分野，各機関の得意の分野，今までやってきたことをベースにして，調査研究を始めていただきたいということです。

これは気候変動適応計画で中環審の報告の中に書かれていることですが，例えば，水ですと，気候変動によって水温が，水質が変化します。それから，流域からの栄養塩等の流出特性が変化することが想定されます。こういうことを実施し,今までの皆様方の水なり,大気なり,それから保健に関する，研究の延長というか，その中にあるということをまずご理解いただきたいのです。

これは私の，別の意味での，本日のミッションなのですが，環境省の環境総合推進費，年間50億くらいの予算が計上されております。環境問題対応として募る研究費用に年間3～4000万で3年間，これはかなり大きな額が配分されています。今まではずっと国環研とか大学です。今年から戦略として，各地の適応策をお手伝いするという目的も含めて，来年から5年間、適応に関する気候変動影響予測，適応に関する総合研究というのがスタートしております。今年はもう募集は終わりましたが，来年に向けてぜひ適応研究というのを地域を中心に進めていただきたいと思います。また、環境研だけでなくて，例えば農業試験場なり，水産試験場なり，そういうところと一緒でも結構ですから，是非出していただきたいというのが一つのお願いであります。

3. 適応の研究の進め方

環境省の水環境課が，平成21年くらいから，気候変動による水質等への影響解明調査というのを行ってきております。私がたまたまこの調査の検討委員会の座長を依頼されたということで，9年間行ってきました。最初の平成21年度にですね，気候変動の研究をやるといわれたとき，私は，地球は全然やったことないし，困ったと思いました。そのとき一つお願いしたのが様々な研究者に入ってもらうということです。例えば，専門が環境でなくても，気候変動によって例えば豪雨や洪水がどれくらい起きるか，国土交通省がやっているようなことに関する研究者です。それぞれに色んな分野の様々な研究者が，すでにいろんな形で研究を始めております。しかし、気候変動については，どんなモデルでどうしていいかは私自身全く分からなかったです。ですから，気候変動の専門家にかなり近い先生に入っていただきました。お名前申し上げますと東北大学の風間先生からいろいろなことを教えていただきながらこの研究調査を進めてきました。これから気候のモデル等の話をしますが，たぶん専門の方はあまりいらっしゃらないと思います。ですが，あまり気にしないで，他の分野のヘルプを得ながら，自分の専門である大気，水というようなところの知見を活かしていただくというのが重要になると思います。

例えば，非常にきれいな水環境があったとすると，わが国の場合は，健全な水利用をするということが，一つの大きな眼目になります。その水利用ができないという

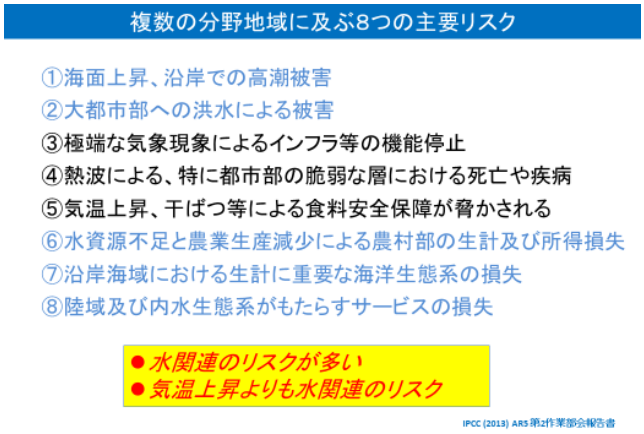
ときの問題は何かというと，今までは，いわゆる排水が入ってくることによる汚濁でした。このときには水利用上の被害，もしくは問題が発生します。例えば人の健康被害と生活環境について環境基準として定められて，我々が，水環境，湖沼なり，海なり，川で守る目標として定められました。これがこれまでの普通の話だったわけです。これに気候変動，これももちろん人間活動の影響ではあるわけですが，排水が入ってくるとは全く違う，この新しいインパクトが与えられたときに，これがどうなるか。水環境，湖沼環境を保全していく環境基準というという目標は基本的には変わりません。それにどういう影響があるかということを，環境を担当するもの，もしくは研究者が第一に考えなければいけないということになります。他の事を検討することは勝手ですが，ある意味でボトムラインであります。最もひどいのは，水を使わない，放っておくという方法です。ただ、基本的に我々は水を利用することが大前提ですから，水利用にどんな問題が出るかを考えないといけません。最低限としては，例えば湖沼に関する環境基準です。pHやCODが目標です。この目標の数値がなぜ出てきたかというと，利用目的，水産一級とか，水道一級とかありますが，この辺がまずボトムラインとして，排水によってこの利用目的が阻害されるかということを考えたのです。排水は今まで通り処理しないといけないのですが，気候変動によってどんな問題が起きるかというのも考えていかざるを得ない。気候変動によってもっと問題が大きくなるとすれば，排水処理を場合によってはもっと強化しなくてはいけない。いろいろ大変な問題になるわけですが，そういうことも必要になると思います。

同じように今までは，いわゆる有機汚濁ですが，富栄養化で窒素，りんの目標が定まっています。これも様々な水利用の点から，定義されているわけです。今までの気候条件において，この水利用を担保するためには，全窒素，全りんはこの濃度でよいと科学的根拠もあります。ずいぶん昔に議論して，ようやく作った数字ですが，もしかしたら気候変動によって変わるかもしれない。そうなると大変ですね，環境基準を変えようといっても，本当に大変で，場合によっては，環境基準そのものの目的は変えなくてもいいですが，気候変動に適応するために，基準値は変えないといけないということもあるかもしれません。これをあくまでも水の専門家がやはり判断していくしかないとなると，この基準値を変えるとか，あてはめを変えるとかいろんな適応策を考えることと思います。

通常の環境問題は多くの場合，今問題があるから何とかしようとやってきています。ところが，地球環境の問題，気候変動とか適応策の問題は将来どうなる，今のまま温室効果ガスの排出が続く，もしくは排出を少なくして，うまくいって気温の上昇を2℃に収めたとしてもどんなことが起きるか。それに対してどうやって適応していくかということです。今までの問題は今の問題ですから，何とか方法を考えますけど，地球の問題は予測とそれから解決策，両方あるわけですからダブルで考えないといけないということで極めて難しいといえます。例えば将来どうなるか，我々が一生懸命努力するというシナリオもありますが，あまりやりたくないという国もいろいろあるわけです。例えば今まで通り温室効果ガスを出し続けるに近い場合から，一生懸命削減してあんまり問題が起きないように努力する。5年，10年，20年の間我々が温室効果ガスをどれくらい出すか誰もわからないです。計画ではいろいろ言いますが，本当に実行できるかわからない。そうなると，適応策を考える場合，一本ではいけないわけです。すごく減らした場合はこうなりますよ，でも減らさなかったら気温がどんどん上がりますよ，こういうことを考えないといけない。これにより，我々の行動をどうするかです。

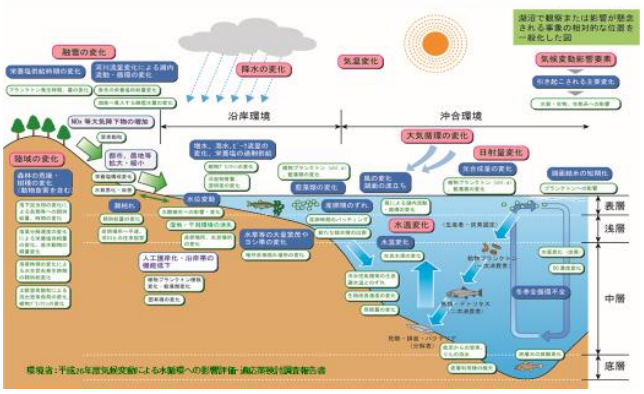
もう一つつらいのが，複数のモデルがあるということです。要するにあるモデルによればすごく高い気温になる，別のモデルだとあんまり上がらない。ということは，モデルにもいろいろなものがあって，そこをきちんと考えないといけないというのは，この適応策を考える上で非常に重要なことです。

将来どんな問題が起きるかというのがAR5の報告書に8個上げてありますが，青で書いてあるのは全部水に関係するところです。頭に留めてほしいのは，水に関係するものが多いということです。ですから気温の影響も重要ですが，水関連のリスクが大きいと言えると思います。



4. 将来予測の一例

気候変動による湖沼の水質・生態系への影響



気候変動によって湖沼の水質や生態系がどうなるかということを，琵琶湖を念頭にすると，ざっとこんなにたくさんあります。今までの，例えば排水が流れたら湖がどういうふうに変化していくか，というような発想がこの中にほとんど全部入っているとお考えいただければと思います。一番簡単に，最初に何を研究したかというと，湖の水温が上がるという非常にシンプルなクエスチョンに対してやってみたらですね，多くの湖は，今まで過去36年間で，夏と冬の水温が上がってきているということで，やはり気候変動というか地球温暖化の影響が表れています。ところが，逆の例ですが，1980年から2000年までの長い間，水質はそんなに変化していません。

設定した気候モデルの基本的事項

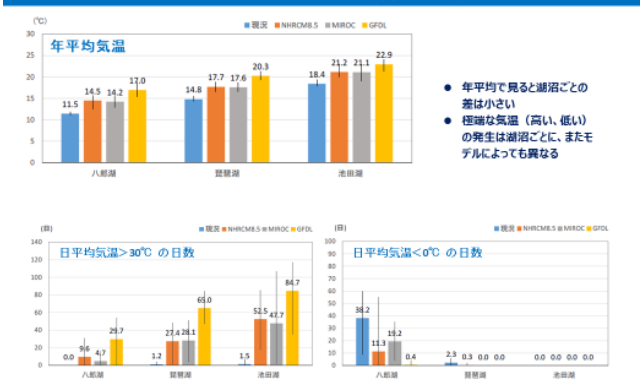
名称	NHRCM20	MIROC5	GFDL-CM3
水平解像度	20km 日本周辺(211×175)	大気：約150km、 海洋：約100km	大気：約200km、 海洋：約110kmの三極グリッド
鉛直層数	鉛直40層	大気：40層，海洋：49層	大気：48層，海洋：50層
モデル	地域気候モデル （日本周辺）	大気海洋結合モデル（全球）	大気海洋結合モデル
積雲対流スキーム	Kain-Frischスキーム	Prognostic AS-type、オリジナルスキーム（Chikira & Sugiyama 2010）	（調査中）
開発者	気象研究所	東京大学大気海洋研究所、国立環境研究所、海洋研究開発機構による共同開発	National Oceanic and Amospheric Administration、Geophysical Fluid Dynamics Laboratory
時間解像度	1時間	3時間	3時間
（主な）提供気象データ	気温、降水量、風向風速など	気温、降水量、地表面湿度、地上気圧、海面水温、放射量など	気温、降水量、雲量、潜熱フラックス、風速、地上気圧、放射量など
備考	IPCC-AR5向け Watanabe et al.(2010)	IPCC-AR5向け Watanabe et al.(2010)	Griffies et al.(2011)
日本周辺での予測結果について	夏を中心に正バイアス、冬には北・東日本に負のバイアスが見られるが、全国平均では1.5℃に収まっている。降水量では正のバイアスがある。	21世紀後半に4℃上昇する傾向がある。降水量は他のモデルと比較すると中庸から高めの傾向がある。	21世紀後半に6℃上昇する傾向がある。降水量は21世紀前半は低めで、後半に上昇する傾向がある。

まず様々な気候モデルを使って予測をしました。一番気になるのは，水平解像度が20キロや150キロ，200キロとなっているところです。一つのメッシュが例えば200キロだと，200キロの範囲が全く同じように気温，水温が上がり，雨が降るわけではありません。非常にきめが粗いということになります。例えば，伊勢湾でやろうとしても，伊勢湾は200キロの中に全部入ってしまいます。そうなると，全部平均して考えると，例えば，三河湾の側からいろんな汚濁物が出てくることとか，名古屋の街の方から出てくること，一緒になってしまうということですから，伊勢湾の細かいことをやるためには，もう少しダウンスケールを考えなければいけないということです。

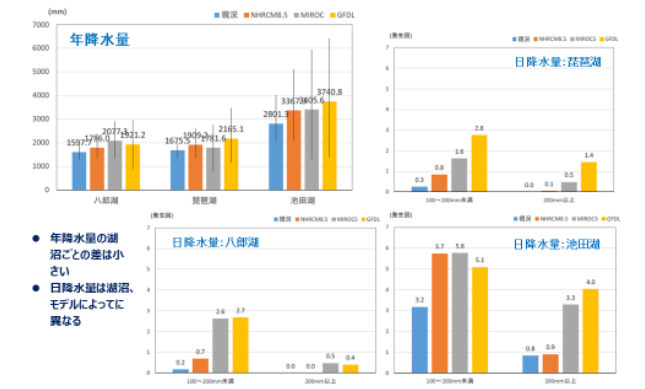
今回は，八郎湖（秋田県），琵琶湖（滋賀県），池田湖（鹿児島県）を用いました。琵琶湖も大きいですが，数十キロですから，いずれにしてもダウンスケール，細かい変化をきちんと入れてやらないといけません。モデルもいろいろありますから比較するため，また，シナリオも二つを比較してみてどのくらい違うか，2100年くらいを目途に，気候でモデルのデータを集めて，将来どうなりそうかをみてみました。例えば，年平均気温，ちょっと増えていますが，重要なことは，すべて違うモデルの結果だということです。NHRCM20，MIROC5mid，GFDL-CM3と違うモデルを使っています。重要なのは，日平均気温が30℃以上の日数です。これにどういう意味があるかというと，例えばその湖にある特定の魚が住んでいて，その魚が30℃以上だとあまり増えなくなると，年平均気温はどうでもよくて，30℃以上の日数がどのくらいになるかが大切なのです。これが随分モデルによって違うわけです。逆に，0℃以下の日数，湖に氷がはるかどうかを考えますと，現在，八郎湖では年間40日くらい0℃以下の日がありますが，将来ほとんどなくなります。こういうそれぞれの湖に我々がなにを期待しているかということを考えて，予測しなくてはいけません。

雨になるともっと極端です。モデルによって降る，降らないがありますし，琵琶湖の場合，モデルによれば将

日平均気温：RCP8.5将来気象



年降水量、日降水量：RCP8.5将来気象



来すごく豪雨が降るようになることがわかりますが，八郎湖の場合，必ずしもそうではありません。池田湖もかなり増えますね。こういうふうに違うということが，将来，気候がわかったとしたら次に何をするかというと，水質モデルです。これは，今まで全国の湖でも，湖沼水質保全計画か何かで様々なモデルを使っていますから，同じようなモデルを使います。当然のことながら，流域のモデル，畑や森林からどうやって栄養塩や汚濁物が出てくるかも考えないといけません。同時に，湖の中の水質がどうなるか，窒素やりん，クロロフィルなどの水質項目についてもモデルを使って予測することになります。

このモデルを作る場合，どのくらい合っているかを考えます。その数値を再現し，概ね合うモデルを作ります。ただ，その概ね合っているモデルを作ってやってみたところ，大変な失敗をやらかしたことがあります。琵琶湖の例ですが，30年後，2030年くらいに，琵琶湖の水の循環が悪くなります。上から下まで循環しているのが，その3年間は循環が非常に悪くなるということ，琵琶湖の水質が極端に悪くなる可能性がありますとモデルで予測したわけです。あるモデル一つで予測したわけです。モデルとして計算は間違っていません。ただ，これは本当かと不安でしたので，公表はやめましょうといいましたけど，今時そういうのは駄目であると，いうことで出しました。委員会の中において，琵琶湖や滋賀県の方もいらっしゃいましたから，しょうがないかなということで出しましたけど，結構問題になりました。別のモデルで計算してみました。全然循環が悪くなりません。これは最悪でした。ただし，計算して将来を予測するとこういうことがあり得ます。ですから，変な結果なり，危ない結果が出たときにどう公表するかということも場合によっては考えていく必要があります。こういう経験があったものですから，いろんなモデルを使って，いろんなケースで予測をするということをやっていかないと危ないのではないか。今はモデルが進歩していますから，もう少し気にしなくていいかもしれませんが，所詮コンピューターシミュレーションのモデルはこういうことがバックグラウンドにあり得るということは知っておいていただく必要があります。ですから，5年計画を作って，適応をやってみてうまくいかなかったら，5年後にもう一度やり直すという，適応法のアイディア，考え方，科学的知見に基づいて5年後に変えて，5年ごとに進歩させていくというのが必要だと思います。

5. 研究事例紹介

どんなことをやったか。いくつか紹介しますが，例えば，窒素の年流入負荷量はモデルによってほとんど変わりません。ところが，りんはモデルによって全然違います。何が違うかというと，負荷量が多いモデルは雨がすごく降ると予測しているわけです。雨で湖に入ってくる非点源負荷の負荷量というのは，河川流量によって非常に大きく左右されます。窒素の場合，多少雨が降ってもあまり変わらない，ところが，りんの場合はちょっと雨が降ると負荷量がどっと大きくなるということで，雨の降り方をきちんと予測しないといけません。もし，流入負荷量が大きくなるモデルが合っているとしたら，将来は大変な負荷量になりますから，工場の排水を管理するよりも，非点源負荷を管理しないといけません。行政がやっている水の研究では非点源負荷って一番よくわからないです。省庁によって原単位が違うようなことが起こるわけです。そのぐらい難しいことを，私が数十年前に国立公害研（環境研）にいたとき非点源負荷の研究をすることがちょっとあって，一生懸命やりましたが，その後あんまり研究する人がいなくなりました。これからはひょっとしたら非点源負荷の研究を本当に一生懸命やらないと，適応策はきちんとできないということになるかもしれません。

あとは，雪がどのくらい降るかですが，将来だんだん暖かくなると，あまり降らなくなります。そうすると，春の負荷量，春に八郎湖に入ってくる負荷量がどんどん減ってきます。湖の状態が変わってしまうということを言っていることになります。

それから，気候変動とともに，気象変動もあります。平均的なところを見てくるとあまり変わらないように見えますが，モデルによっては変動幅がすごく大きくなります。雨が降ることにより，りん濃度が上がる年があります。すべてではないですよ。通常我々が将来予測をする場合，5年後10年後にどうなるかというと，5年後10年後の平均を考えるわけです。ところが，ここで言いたいことは，10，50年後の平均はあまり意味がなくて，50年後のすごく雨が降る年と降らない年，台風が来る年，来ない年，というような気象の変動を考えて，将来の10年間のうち，3年は大きな問題が起きるけど，残り7年はあまり起きない。その問題が起きる3年に対して我々はどうするか，ということを考えていかざるを得ないと思います。これがポイントです。

これも，気候変動と気象変動の話ですが，八郎湖で現在ですと，例えばクロロフィルが最大でも70μg/Lしかいかないのに，将来は70を超える年がいっぱい増えるということです。最大値の年が多くなるということはそれなりの対応が必要だということになります。

八郎湖はワカサギの生産量がかなり多いということが知られています。八郎湖で表層水温が30℃を超える日がいっぱい増えてくると，将来ワカサギが取れない年がたくさん出るでしょう。それから，日平均気温が0℃を下回

る日数が将来どんどん減ってきます。となると，ワカサギを氷の上から釣る，ワカサギ釣り，観光はできなくなる可能性があります。

琵琶湖ですと重要なのは循環が変わるということです。水温の鉛直分布，循環がどうなるかというと，将来循環が止まる可能性があります。そうすると，いつもではありませんが，底層の溶存酸素がゼロになります。10年のうち起こる年が今まではほとんどないものが，10年のうち2回とか出てくるという予測になります。そうすると，何が重要かというと，琵琶湖には重要な固有種のイサザが住んでいます。何が問題かというと，湖の中で貧酸素の面積がどれくらい増えるかを計算して，モデルによって違うわけですけれど，貧酸素の面積がどんどん増えるということは，イサザの生息環境が将来悪くなるということを推定しているわけです。適応策として何が重要か，湖の底に酸素を送るのは，田んぼなんかではできますが，琵琶湖はそうはいかないわけですから，場合によっては，イサザが住むような水域をどうやって別の形で守るか，諦めましょうとか，そういうことを考えざるを得ないということになるかと思います。

オリンピックをするので，東京湾で結構問題になっていますのは，大雨があったときに起こる下水のオーバーフローです。今までと違う大雨が増えると下水のオーバーフローの確率が当然増えますから，問題となります。

アメリカの五大湖では，気候変動に対してどう考えているのか。答えは簡単です。日本と同じことを考えています。湖沼の水位，氷は張るのか，異常気象，当然ノンポイントで窒素，りんが入ってきます。あとは水の循環，成層している期間が今まで135日ですけど，これから225日に増えます。この期間が増えることは，生態系にどんな影響を与えるか，この視点は今まで我々の研究の中にはあまり明確に入ってないですが，変化していきます。我々が今まで湖でずっと研究してきたのと同じようなことをアメリカでもやっています。

適応のためにどうするか，完全な情報を持つのは無理です。ですから，不十分な情報でもやらないといけません。5年ごとにやるしかないが大変です。過去のデータに基づいて，将来のために現在実行する。このように我々は適応策をやらないといけません。パラドックスといえばそうですけども，今までやっていることは，大体そんなもんであるというふうにお考えいただければ，普通の事だと思います。

6. まとめ

最後に，今までの緩和策，いわゆる地球温暖化対策，最近は温暖化と言わずに気候変動という言葉を使うようになってきております。温暖化ということではなく，気候変動が大きな問題であるということですが，やはり地球の環境問題であることに対しては，温室効果ガスをどうするかということです。ところが適応策は違います。これはまさに環境対策で地域の環境問題です。ということで，何をしなきゃいけないかというと，湖の例でお示ししましたように気候の変動に伴って湖内がどう変化するか，それを予測すると同時に対策をしないといけません。簡単に言えば，これまでの調査研究の延長であるというか，それをさらに深めていただくことが重要であると考えております。ぜひ今までの水，大気，生態系の専門家の方が，もしくは専門家の方からこそ，適応策の研究に邁進していただければ，日本の各地域の適応策が推進されると思いますので，御協力をお願いしたいと思います。

質疑応答

千葉県環境研究センター　中田氏

適応策の話の中で，いろいろなモデルの話ですが，環境省や我々環境部門がやっているようなモデルもあれば，土木もモデルを持っています。結構今までは仕事ごとにいろんな対応をするため，気象モデルなりをいろいろやっていたのですが，これはある意味，地球の温暖化については，みんなで，一つのモデルでやって，起きた現象の適応策を考えていかなくちゃいけないと思います。例えば，国の方で，今回の適応策の関係の中で，国土交通省とか，環境省とか，いろいろ違いますけど，そういう人たちがどう連携をとっていくのか。我々が相談する先は国環研になるわけですけども，国環研がどう音頭を取るのか。また，自分たちを振り返るなら，各都道府県には土木部局があったり，農林部局があったり，我々がいて，それがどううまく連携していくのかなということを考えます。何か知見がありましたら教えていただきたいと思います。

講師

一番重要なご質問で，私自身も正確な答えを持っておりません。例えば，土木の先生と相談すると，土木のモデルは，例えば10年20年の気象の変化ではなくて，50年洪水とかですねいろいろ考えますから，土木は土木なりのモデルがあります。それを例えば湖にそのまま当てはめていいかどうかというと，土木の先生もうーんと言います。私自身がこの湖の研究調査をやるときに，環境省地球環境局の方も当然来ていますから，モデルどうしたらいいですかと，我々はとりあえず三つやりました。シナリオはRCPに4つあります。12個やった方がいいに決まっていますが，12個やる予算がないわけです。仕方ないからいくつか選んでやりました。何度もしつこくモデルどうしたらいいですかと言ったのですが，非難するわけで

はなく，地球局の担当の方もあまり答えられません。そういう意味ではいつも議論していて，今のところ明確にこうですというのは申し上げられません。国環研に聞いたらどうなるかということも，何とも答えられませんが，多分，分野に応じて，一つのモデルにするということは，必ずしもやらないかもしれません。わかりません。これから三村先生（茨城大学）の大きなプロジェクトが走ります。その中でも多分議論されると思いますので，その間にいろいろ出てくると思うのですが，5年待てないですよね。ですから，多分一番いいことは，我々はベストのモデルは用いられない，そもそも何がベストかわからない，ということですから，例えば農林分野の方とされるのでしたら農林分野のモデルでもいいですし，水資源の話になりますと，水関連部門のモデルになります。両方あるということを知ったうえで，今の流れでやる。急に新しいモデルを作って，全部やり直すと，すごく大変です。数年かかってしまうそのものが正しいかどうかも検証できないので，今まであったものを使いながらやってみて，うまくいかなかったらまた直して，5年刻みでやるしかないと思います。本当に一番重要な議論だと思っているのですが，答えられません。

千葉県環境研究センター，横山氏

先生のお話を聞いて一番思いましたのが，気候変動ですね，一番は水質関係ですけど，特に湖沼の関係でいうと，浅い湖ですと水の循環の話はあまり関係なくなっちゃうので，おそらくノンポイントソースが一番効いてくる。そういう意味でこれが全体的に共通しているものとのことでよろしいでしょうか。

講師

はい。私は個人的にノンポイントソースの研究者でもありましたので，好きなことは事実ですけれども，やはり工場排水では生活雑排水って言った時代から，ノンポイントソースの話は，分かっていても詳しくやらなかったです。手つけられないので。でもこれからはやっぱり手を付けざるを得ないと思います。ですから同じような意味で下水のオーバーフローがありますね。あれも国交省で管理されていますが，今まであまり表に出さないでやってきた面もありましたが，これからはきちんと対応せざるを得ないだろうということで，ぜひそのような研究を推進していただければと思います。

＜特　集＞第46回環境保全・公害防止研究発表会

各座長によるセッション報告

大気Ⅰ

千葉県環境研究センター

横山　新紀

本セッションでは，$PM_{2.5}$に関して3題,六価クロム化合物調査について1題の研究発表があった。

「和歌山県海南市における$PM_{2.5}$中のレボグルコサン濃度を含めた発生源解析」（和歌山県環境衛生研究センター）の発表は，バイオマス燃焼は秋季の$PM_{2.5}$濃度を上昇させる一因と考えられていることから，バイオマス燃焼の指標となるレボグルコサン等の有機炭素成分の測定を行い，四季調査の$PM_{2.5}$成分測定の結果とともにPMF解析を行って発生源の推定を行ったものである。調査地点は和歌山県海南市の大気汚染常時監視測定局であり，2015～2017年にのべ14日間にサンプリングを行った。その結果，PMF解析の24成分／6因子の結果から得られた発生源を検討したところ，海南市における$PM_{2.5}$発生源は硫酸塩（石炭燃焼），硫酸塩（重油燃焼），バイオマス燃焼の3因子で8割を占めていた。また夏季に重油燃焼の寄与が秋季にバイオマス燃焼の寄与が大きい特徴も見られた。このことから，$PM_{2.5}$発生源として船舶や工業地域で発生した重油燃焼由来の硫酸塩濃度の影響と農繁期後の野焼きの影響が考えられた。質疑では，海南市の地理的な特徴や光化学反応と$PM_{2.5}$成分について，コハク酸，ピノン酸，シュウ酸の由来などが取り上げられた。

「福井県における$PM_{2.5}$の発生源寄与解析」（福井県衛生環境研究センター）の発表は，福井県の$PM_{2.5}$の発生源寄与解析のために，PMF解析とWRF／CMAQ解析を行ったものである。調査地点は福井県内の3地点（沿岸部の越廼，市街地の福井，山間部の六呂師）であり，平成29年度までの四季調査の結果を用いた。なお，WRF／CMAQ解析は福井局を対象とし，高濃度の$PM_{2.5}$が観測された平成27年夏季について計算を行った。PMF解析では，硫酸系2次粒子が3地点とも年間平均で最も寄与割合の高い発生源あった。近隣に大規模発生源のない山間部でも割合が高いことから，越境汚染などの広域的な影響が示唆された。バイオマス燃焼は2番目に寄与割合の高い発生源で，どの地点でも秋に上昇する傾向が見られたことから，この時期に福井平野で行われる稲わら焼却が主な原因と考えられた。土壌成分については寄与割合は低いものの，どの地点においても春に高くなった。地点差がないことから広域的な影響であり，大陸から飛来する黄砂が主要因と考えられた。海塩成分については秋冬に上昇し沿岸部に位置する越廼で最も顕著な影響が見られた。WRF／CMAQ解析では，福井の$PM_{2.5}$成分の和についてCMAQの計算値と観測値を比較したところ，現況をよく再現できていた。ゼロアウト法により発生源寄与割合を検討したところ東アジアからの寄与割合が高かった。これは越境汚染の影響が示唆された成分分析の結果とも一致した。質疑では，計算領域のメッシュの大きさなどの議論が行われた。

「夏季における$PM_{2.5}$中の人為起源・植物起源二次生成有機マーカーの挙動」（群馬県衛生環境研究所）の発表では，今後の$PM_{2.5}$の対策には有機粒子の低減策について検討する必要があるが，この環境中での動態や発生源寄与に関する知見は十分ではない。そこで，二次生成有機エアロゾル(SOA)の知見を得るために，人為起源(ASOA)，植物起源(BSOA)の各種有機マーカーの分析法を検討して2018年夏季に大気観測を行ったものである。観測は前橋と赤城で実施し，有機マーカーの分析はレボグルコサン分析に用いられる溶媒抽出―誘導体化GC/MS法を用いた。また，解析にあたっては前橋の$PM_{2.5}$濃度及びOxの常時監視データも用いた。前橋では，7月15日～22日にかけて$PM_{2.5}$濃度の上昇が見られ，OCとSO_4^{2-}濃度も高かった。この期間は概ねWSOC濃度も高く，Ox濃度の増加とともにWSOC濃度も増加することから,SOA生成による影響と考えられた。また，Ox濃度の増加とともにASOA，BSOAも増加することが捉えられたことから，夏季の$PM_{2.5}$濃度上昇にはSOAが寄与していた。質疑ではSOAの健康影響について，SOAの動態などについて議論が行われた。

「大気粉じん中六価クロム化合物の測定結果について」（大阪府立環境農林水産総合研究所）の発表では，平成31年3月に改定された環境省の有害大気汚染物質測定方法マニュアルに基づき，大阪府で今年度六価クロムの測定を実施したものである。調査は常時監視測定局の泉大津局と富田林局で実施し，測定は4月から8月まで有害大気汚染物質モニタリングに合わせて24時間サンプリングを行った。ブランク値については乾燥時の大気中のクロムの影響が懸念されたが,ろ紙作成後3ヶ月経過したブランク値についても操作ブランクの目標値である0.04ng/m^3を下回った。またトラベルブランクについても

操作ブランク値との有意な差は見られなかった。六価クロム濃度平均値は泉大津局で0.15，富田林局で0.098ng/m^3であった。質疑ではトラベルブランクの汚染原因について，六価クロム発生源などについて議論が行われた。改定されたマニュアルによる貴重な調査結果であり，他の自治体の参考になるものと思われた。

大気Ⅱ

（地独）大阪府立環境農林水産総合研究所

田和　佑脩

本セッションでは，$PM_{2.5}$に関して5題の研究発表があった。

「テープろ紙による$PM_{2.5}$高濃度事象時のイオン成分測定結果と大気マイクロPIXE法による元素分析の試み」(群馬県衛生環境研究所）の発表では，高濃度が観測された3つの期間におけるイオン成分と常時監視データとの解析結果について及び大気マイクロPIXEの分析結果について報告が行われた。観測は，$PM_{2.5}$自動測定機のテープろ紙を利用して行われた。1つ目の期間では，風向風速の条件とともに，NO_3^-，NOx，Oxの挙動，またK^+濃度の上昇から植物燃焼に由来する粒子が多く含まれた汚染物質の輸送が高濃度の原因であると推察している。他の2つの期間についても，イオン成分，常時監視データの時間変化から観測される昼夜変動の違い，そして風速や降水などの気象条件の違いから，それぞれ異なる濃度上昇の原因を推察していた。さらに大気マイクロPIXE法では，元素凝集や粒子単位での組成評価ができる可能性が見出された。高時間分解能での成分分析に加え，大気マイクロPIXE法による新たな分析方法を組み合わせることで，さらなる現象解明につながる知見となっている。今後の$PM_{2.5}$研究の参考となるであろう。

「兵庫県神戸市における$PM_{2.5}$中の有機物の分析」（（公財）ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター）では，多環芳香族炭化水素類（PAHs），レボグルコサン，コハク酸等の有機成分の分析結果から，$PM_{2.5}$濃度との関係性について報告がなされた。発表では，ベンゾ[a]ピレンとベンゾ[e]ピレンの比から$PM_{2.5}$の特徴として長距離輸送の影響があることの推定がなされた。また，レボグルコサンとK^+濃度の上昇からバイオマス燃焼が，コハク酸濃度の上昇から二次生成が$PM_{2.5}$濃度に影響している可能性が指摘された。これらの有機成分は，発生源推定に有用である有機マーカーとして注目されている。今後もこのようなデータが蓄積されていくことにより，$PM_{2.5}$の発生源推定に有用な知見がもたらされることが期待される。

「石川県における微小粒子状物質（$PM_{2.5}$）中の多環芳香族炭化水素類の特徴について」（石川県保健環境センター）の発表では，常時監視期間における3年間のPAHsの測定データからPAHsの実態について報告がなされた。$PM_{2.5}$濃度とPAHs濃度との連動性は確認されないことが報告された。そして総粉じん中のPAHs濃度と$PM_{2.5}$中のPAHs濃度の比から，暖候期よりも寒暖期にPAHsが微小粒子側に偏在していること，また相対湿度が高くなるとPAHs濃度が低くなる特徴があると報告された。本研究に関する先行研究は少ないことから，今後はデータをさらに蓄積し，本研究から得られた結果の原因解明について掘り下げた検討を期待したい。

「Deep Learningによる簡易$PM_{2.5}$センサーの補正について」（名古屋市環境科学調査センター）の発表では，$PM_{2.5}$簡易センサー(SDS011)と$PM_{2.5}$自動測定装置(PM712)との比較から，センサーの補正の検討について報告がなされた。$PM_{2.5}$濃度について，単回帰分析では相関係数は0.72であるが，湿度，温度，気圧を説明変数とした重回帰分析では0.80となり上昇した。さらに，Deep Learningを用いた非線形モデルでは相関係数が0.90まで上昇したことが報告された。また，気象条件では湿度が高いほどSDS011で値が高くなることが報告された。Deep Learning技術は様々な分野で応用され始めている段階であり，本研究は大気分野での研究における活用事例として他の研究機関の参考となるものである。今後は気象条件だけでなく成分についての検討もされていく予定であり，さらなる展開が期待される。

「島根県における高濃度$PM_{2.5}$出現時の気象状況について」（島根県保健環境科学研究所）の発表では，後方流跡線を用いて高濃度事象が発生する気象要因の検討について報告がなされた。平成25年度～平成30年度の6年間での高濃度時の後方流跡線解析の結果から，大気塊は国外からの到達が約7割であり，特に中国以北から朝鮮半島を経由するパターンが全体の5割を占めているとのことであった。だが，平成27年度以降は上記パターンが平成25年度時に比べ3割程度まで減少しており，このことが平成27年度以降の高濃度事象の大幅な減少に影響を与えているとの推察がなされた。これらの結果は他の地方環境研究所にも参考になるであろう。

以上，本セッションでは$PM_{2.5}$に関する発表において，PAHsやレボグルコサンという主要成分以外の成分や気象条件を用いた考察，さらには大気マイクロPIXE法，Deep Learningなど最新の技術を用いた研究がなされていた。$PM_{2.5}$などの大気汚染は一元的なデータでは解明が困難である。今回の発表のように，様々なデータからの解析や

事例研究が増え，情報発信されることを期待したい。

大気Ⅲ

群馬県衛生環境研究所

熊谷　貴美代

本セッションでは，PRTR制度に関わる推計手法，シミュレーション，大気汚染常時監視データの解析，降水に関する研究など大気環境に関わる幅広い内容で5題の研究発表があった。

「PRTR制度における化学物質の排出量・移動量を用いた取扱量推定の検討」（大阪府立環境農林水産総合研究所）の発表では，PRTR届出データから化学物質の取扱量の推定を試みた。PRTR制度では排出量と移動量が届出されるが,これらのデータと取扱量を独自に把握している自治体のデータを利用し,化学物質取扱量の推定方法を検討した。算出された推定取扱量の妥当性を評価したところ,対象186物質のうち約6割の化学物質は誤差率が比較的小さく，本手法の妥当性が確認された。自然災害や工場火災などの事故に対して,事業所が取り扱っている化学物質の種類と量を把握することは,リスク管理の一つとして重要である。本手法についてはさらなる精緻化をめざすとのことで，今後の展開に期待したい。

「シミュレーションモデルを用いた北海道における大気中VOC濃度の推定」(北海道立総合研究機構環境科学研究センター)では,大気拡散モデルMETI-LISとAIST-ADMERを組み合わせてVOC濃度を推計する手法の検討結果について報告された。VOC濃度の推計は，PRTRデータを元に固定発生源の影響だけでなく移動発生源の影響も加味して算出する。トルエンやベンゼンについて推計濃度と実測濃度と比較した結果，発生源近傍地点においては24時間値の変動は概ね一致したが,道路近傍地点ではばらつきが見られた。また，年平均値で比較すると推定値／実測値の比は0.5～2の範囲に収まり，環境リスク評価などへの利用可能性が示された。本研究のVOC推定手法は，PRTRデータの有効活用につながるものであり,これをモデルケースとして他の自治体への利用展開が望まれる。

「常時監視データを用いた大気汚染物質の地域分布の検討」(（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所)の発表では，大気汚染物質の地域分布と測定局間の類似性等の把握を目的に統計解析を行った結果が報告された。東京都の一般局47局及び自排局35局のNO_2,SPM,$PM_{2.5}$の日平均値について,測定局間の相関分析からSPMは相関係数が経年的に上昇傾向であることが示された。これは，SPM発生源の局所的な影響が小さくなり,各測定局で同様の濃度変動を示すようになったためと考察された。またクラスター分析では,SPMの場合は一般局と自排局の区別無く地理的な位置関係や都市規模に対応する分類結果が得られた一方で，NO_2は自排局だけのクラスターが分類された。大気汚染状況の地域分布を明確に分類できており，説得力のある解析結果であった。大気汚染状況は改善傾向にあり，財政状況も変わっていく中，遅かれ早かれどの自治体も測定局の配置を見直す機会が来ると想定される。本研究の手法は，大気モニタリング計画検討に資する科学的根拠が得られ，他の自治体でも大いに参考になると考えられる。

「燃料蒸発ガスのインベントリ作成と大気環境への影響の評価」（（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所）では，駐車中のガソリン自動車から排出される燃料蒸発ガスについて，排出インベントリの作成とオゾンや二次有機粒子生成に対する影響評価について報告された。燃料蒸発ガスは，車両情報や駐車頻度，土地利用，気温などを考慮しVOC排出量を推計している。この排出インベントリを元に化学輸送モデルを用いた感度解析を行った結果，特にPermeation（燃料配管からの染み出し）由来の蒸発ガスを減らすことがオゾンと二次有機粒子の減少に有効であることが示唆された。VOCは光化学オキシダントと$PM_{2.5}$の原因物質として重要視されており，本研究の成果は今後の大気汚染対策を検討する上で重要な知見である。

「雲の発達と降水成分濃度の関係―非海塩硫酸イオン濃度について―」(千葉県環境研究センター)の発表は，千葉県内で周辺に発生源のない地点において降水中のnss-SO_4^{2-}濃度が高い要因を探るために，日本海側における雪雲生成とnss- SO_4^{2-}濃度の関係に着目した観測研究の内容であった。降雪のイオン分析と気象データの解析から，活発な対流活動により雪雲が発達すると降雪中のnss-SO_4^{2-}濃度が上昇することが見いだされた。また雪雲のタイプによって洗浄比率が異なるという結果が得られた。これらの観測結果は，酸性雨の要因解明だけでなく大気中の物質循環を把握する上でも貴重な知見と考えられる。

以上，各機関から地域の大気環境問題に対応した研究事例が報告された。どの発表も新規性や独創性が高く，興味深い内容であった。バリエーションに富んでいた分，参加された方々にとっても様々なヒントが得られたことと思う。

水環境Ⅰ

（公財）ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター

宮崎　一

本セッションでは，汽水湖，人工海浜，湖沼，海域に亘る多様なフィールドにおける調査研究として興味深い4題の発表が行われ，熱心な質疑応答が行われた。以下にその概要を記載する。

「湖山池の再汽水化と塩分・溶存酸素濃度の推移」では，2012年3月から海水の流入を制限していた水門を開放して開始した，汽水湖の再生に向けた取組みに係る水環境データの整理・解析について報告された。

再汽水化開始前（2012年2月まで），再汽水化直後（2012年3月から2013年まで），再汽水化後（2014年）の3期間に分けて解析が行われた。

再汽水化直後は下記に長期的な塩分躍層及び貧酸素水塊が確認されたが，2014年以降は湖山水門の切欠通水運用により塩分の低下がみられ高塩分水塊の規模も縮小傾向であることが示された。高塩分水塊は水深の深い地点でよく観察された。

また，再汽水化後の塩分濃度は潮位と中程度の相関があることが示され，潮位の上昇が湖内の塩分濃度の上昇に影響していることが示された。

「川崎市東扇島東公園人工海浜『かわさきの浜』における里海創生の試み」では，災害発生時には内閣府所管の基幹的防災拠点となる「川崎市東扇島東公園」に関して，平時管理者である川崎市が市民からの要望に応えて市内では約50年ぶりに整備した「かわさきの浜」里海創生に関して報告された。

造成当初はアサリ等生物の自然定着が確認されたが，過大な人数の来訪による採取圧が高まり過ぎたこともあり，アサリ生物量は減少し未だ当初ほどの回復にはいたっていない。

アサリ生物量の回復は里海創生に繋がることから，国立環境研究所と地方環境研究所等によるⅡ型共同研究「里海里湖流域圏が形成する生物生息環境と生態系サービスに関する検討」において山口県椹野川河口干潟において効力を発揮した被覆網をアサリ生物量回復手法として選択し，実証試験を実施中である。

「印旛沼におけるオニビシ繁茂中の水質調査」では，未だ富栄養化が継続する印旛沼において繁茂し，利水への影響が懸念されているオニビシに関して，オニビシ繁茂地点とオニビシ不在の地点において実施された水質調査について報告された。

COD，全窒素，全燐等の週1回の採水による水質調査では両地点において明瞭な違いは認められなかった。

近隣の気象観測所のアメダスデータ及び多項目水質計を活用した水質の連続調査結果からは，両地点において風による底質からの巻き上げによる濁度の増加が考えられる一方，クロロフィルaと溶存酸素はオニビシ繁茂地点が低くなり，オニビシの浮葉による遮光効果が示唆された。

「海水中の栄養塩濃度が微生物による有機物の分解に及ぼす影響」では，瀬戸内海の播磨灘等多くの海域で問題となっている全窒素濃度の低下とCOD（化学的酸素要求量）の増加について，播磨灘における窒素不足の現状把握，栄養塩不足の海水に存在する有機物の分解可能性と栄養塩添加による有機物分解速度の上昇の有無について報告された。

播磨灘中央部から北部では溶存有機物の炭素と窒素のモル比（DOC/DONモル比）が既報の10.2より高く，微生物が溶存有機物を分解するために必要とする窒素が不足していた。また，栄養塩添加なしの実験結果からは有機物分解を介したDIN（溶存性無機窒素）の放出が示唆された。一方，栄養塩の添加の有無による有機物分解速度の変化はこれまでのところ認められていない。

本セッションでは，1及び2題目において汽水湖の再生，都市域での里海創生のような水環境の場の変化を伴う環境修復という今後の増加が見込まれる課題から，3題目における湖沼の富栄養化に対して4題目の海域での栄養塩不足のような栄養塩量に関する過不足の両面に関する課題が報告された。これらに対応するには，地元の環境条件の熟知，従来からのモニタリングの継続によるデータの集積，将来に亘る順応的管理が求められ，地域に密着して息の長い調査研究を実施する地方環境研究所の出番であり，課題の性状に応じて国立環境研究所を基軸とした共同研究による深化、発展が望まれる。これらのことを踏まえて地方環境研究所における調査研究活動が今後一層活発となることを期待する。

水環境Ⅱ

和歌山県環境衛生研究センター

山本　道方

本セッションでは，水質に関わる4題の調査・ 研究発表が行われた。

「空中ドローンを用いた島根県宍道湖における水草等の繁茂状況調査」（島根県保健環境科学研究所， 島根大学大学院自然科学研究科，港湾空港技術研究所）では，

島根県宍道湖において顕在化している水草等の繁茂状況調査について報告があった。水草によって顕在化した悪臭等問題への適切な対応を目指しており，その知見の集積は，今後宍道湖における水草の繁茂非繁茂の要因だけでなく，湖沼の汚濁メカニズムの解明に寄与していくものと期待される。今回の報告では，空中ドローンを用いた航空写真の解析に着目することで，目視では困難であった沖合方向の繁茂状況を把握し，宍道湖全域の水草の繁茂域を正確に把握することができた。さらに繁茂状況の経年変化や面積の数値化等予定されており，より正確な状況把握が宍道湖の水草対策等につながっていくことが期待される。

「浅海域底泥からのリン溶出とDO消費に関する検討」（（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所）では，東京内湾部の水質改善を目指した取り組みについて報告があった。基礎的知見を収集することで，内湾部において喫緊の課題となっている貧酸素水域や赤潮発生の改善につなげる。今回の報告では，東京都内湾部底泥を用い，酸素消費とリン溶出について律速因子に着目した検討の結果，NO_3-Nが一定程度以上の濃度で直上水中に存在する場合底泥からのリン溶出が抑制されることを確認した。これらの科学的知見が施策等に反映され，東京内湾部の水質改善に役立てられることが期待される。

「河川感潮域に形成された干潟の塩分濃度と有機物分解活性の関係」（広島県立総合技術研究所保健環境センター，国立環境研究所）では，河口干潟の有機物分解特性について報告があった。汚濁負荷の浄化という観点から干潟の機能を把握する取り組みであり，広島湾沿岸海域の環境保全に役立てられることが期待される。今回の報告では，河口干潟の塩分濃度等が変化する特殊な環境下における有機物分解活性に着目し，その挙動を明らかにすることで，河口干潟が潮汐による塩分変動に対応した幅広い活性を示すことを明らかにした。今後，さらに理解が深まり，河口干潟の浄化機能の解明につながることが期待される。

「椹野川河口干潟における干潟耕耘の効果について」（山口県環境保健センター，国立環境研究所）では，効果的な耕耘方法や耕耘効果の検証結果について報告があった。かつての資源豊かな干潟の再生を目指し，アサリの復活を象徴とした里海再生活動の一環として取り組む。今回の報告では干潟耕耘に着目し，稚貝の定着促進や地盤の軟化，夏場の泥温上昇を抑制することで，アサリの生息環境の改善に寄与するものであることを検証した。今後，さらなる検証が予定されており，科学的な知見の集積が椹野川河口干潟の再生に役立てられるものと期待される。

水環境Ⅲ

島根県保健環境科学研究所

神門　利之

本セッションでは，水中の物質の機器分析法検討に関する研究3題が発表された。

「懸濁態有機炭素を多く含む河川水に対するTOC測定法の検討」（埼玉県環境科学国際センター・埼玉県浄化槽協会）では，TOC計による測定ではPOC分を過小評価するおそれがあるという既報に対して，TOC計を用いた解決方法の検討結果が報告された。その中で，①NPOC法では藻類の有機物が完全には計測されずTOCが過小評価され，前処理として超音波処理をしても効果はない。②TC-IC法では藻類由来の有機物を計測できるが，ICが高い試料ではTOCが過小評価されることがある，ことなどが示された。今後は，触媒や燃焼条件の改善によりTC測定の際にICが完全に計測されるようにするか，あるいは試料のIC濃度をある程度低減するような前処理法を開発する必要がある，と報告された。

「LC/MS/MSによる水質中のアルキルアミドプロピルベタインの分析法の検討 － 定量NMR法の環境分析への適用 － 」（和歌山県環境衛生研究センター）では，環境省委託化学物質分析法開発（LC/MS）における検討等で得られた主な知見が報告された。本分析法の開発では定量に必要となる標準物質が存在しないため，定量NMRを環境分野の微量分析に適用し，工業製品の値付けを行ったことが特徴である。また，今回開発した分析方法の精度を検証するためバリデーションデータを取得した。検量線の直線性はR^2=0.9954～0.9995を示しており，各同族体で良好であった。検出下限値は1.1～12 ng/Lであり要求下限値60 ng/Lを満足した。環境試料を用いて添加回収率を求めたところ83%～107%が得られ，良好であったことなどから，環境分析に適用することが出来たことが報告された。

「LC-QTOF／MSを用いた高極性物質のスクリーニング法の検討」（神戸市環境保健研究所）では，平成29年度～30年度の化学物質分析法開発調査において開発された分析法を用い，神戸市内の環境水中のメトホルミン及びピリドスチグミンの実態調査に加え，近年導入したLC-QTOF/MSを用いたスクリーニング分析を試み，その結果についてもあわせて報告された。メトホルミン及びピリドスチグミンの実態調査については，5つの調査地点中，メトホルミンについては，全5地点から，ピリドスチグミンについては，清浄な河川上流水1地点を除いた4地点から検出された。メトホルミンは糖尿病治療薬，ピリドス

チグミンはコリンエステラーゼ阻害薬であり，家庭や病院等で使用され，下水処理場が大きな排出源となっていることが示唆された。また，メトホルミンは，下水処理水から1.0 μg/L オーダーの濃度が検出され，かつ全地点からも検出されているため，広範囲の使用が示唆された。また，LC-QTOF／MSを用いたスクリーニング分析では，分析結果のライブラリ検索により，Lidocaine（局所麻酔薬，不整脈治療薬），Methylone（覚醒剤向精神薬），Disopyramide（不整脈治療薬），Sulpiride（抗精神病薬），Sitagliptin（糖尿病治療薬）など様々な化学物質が検出された。今後定量に向けた準備を行うとともに，試験溶液の調整法についても検討していく必要があると報告された。

以上のように本セッションでは，水質の機器分析法検討に関する研究について報告が行われ，従来から使用されている機器の問題点の解決策や，最新の高額な分析装置を利用した分析方法の開発などが示された。昨今の地方環境研究所では，熟練した職員の引退による技術継承の問題が顕在化する上に，最新の高額な分析装置などの導入が難しくなる状況の中，このような困難な研究に果敢に挑む方々の発表が聞けたことは非常に心強く感じるものであった。

水環境Ⅳ

広島県立総合技術研究所保健環境センター

後田　俊直

本セッションでは，「硫黄山噴火に伴う異常水質対策について」，「下水処理場におけるMAP対策について」，「相模湾漂着マイクロプラスチックに吸着したPCBの実態及び発生源の推定」の3題の発表が行われた。

「硫黄山噴火に伴う異常水質対策について」（宮崎県衛生環境研究所）は，平成30年4月19日に発生した硫黄山の噴火に伴い川内川で環境基準を超過した砒素の除去方法を検討した結果を報告したものである。砒素の除去は鉄共沈法が一般的だが，河川水中に含まれる多量の鉄を利用し，中和のみで砒素等の有害物質が除去できることが確認された。また，中和剤の種類，必要量，沈殿物の再溶出の検討がされていた。現在は炭酸カルシウムによる実河川実証試験が行われている。日本は世界有数の火山国であり，他地域の事例への応用も期待されることから低コストで有効な除去方法の確立が望まれる。

「下水処理場におけるMAP対策について」（長野県環境保全研究所）は，下水処理場の消化汚泥の配管がリン酸マグネシウムアンモニウム（MAP）の形成によって閉塞するのを防ぐために，工程ごとのMAP構成成分等を把握し，効果的な抑制剤（ポリ鉄）の添加方法について検討したものである。工程内各点における過飽和度からMAPスケールの生成しやすい場所や配管閉塞を抑制できる過飽和度の目標値を明らかにし，ポリ鉄の添加がPO_4-Pを減少させ過飽和度を低下させることを確認した。また，pH値と消化汚泥のPO_4-P濃度の実測値からポリ鉄添加量を簡便に算出できる関係式を得た。下水処理場の維持管理やリン資源化に繋がる重要な知見となった。

「相模湾漂着マイクロプラスチックに吸着したPCBの実態及び発生源の推定」（神奈川県環境科学センター）は，相模湾の海岸に漂着したマイクロプラスチックの材質，色及び形状から吸着したPCBの発生源を推定した結果を報告したものである。PCBの異性体組成から主な発生源は，カネクロールと有機顔料であった。また，各発生源由来のPCBは漂着マイクロプラスチックの材質，色及び形状により，吸着量の多寡があることが分かった。近年，海洋のマイクロプラスチック汚染は世界的な関心事となっている。特に地域的な汚染実態の情報が不足しているといわれており，海洋環境の汚染リスクを検討するためにも吸着量や環境中での挙動等の実態解明が望まれる。

生物

国立研究開発法人国立環境研究所

矢部　徹

本セッションでは，東京（多摩川）・大阪（尼崎港）といった都市の水域における生物分布及び季節変動に関する2題と国内を代表する大型湖沼，霞ケ浦と琵琶湖における注目生物，前者はアオコ，後者はシジミ類に関する2題の発表がなされた。

多摩川と霞ケ浦の事例では対象を迷惑生物としたモニタリングの手法整備とその実施報告，尼崎港と琵琶湖における事例は生物生息環境の改善，将来の里海・里湖形成に向けての生物インベントリの整備と理解した。長期間にわたるモニタリングやインベントリ整備は地方環境研究所が担う重要な業務の一つであり，都市域や大流域におけるこれらの事例発表は極めて重要である。

「都内河川における外来種珪藻（ミズワタクチビルケイソウ）の分布状況について」（（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所）は，国内河川における外来種ミズワタクチビルケイソウの多摩川流域における全域調査報告であった。調査の結果，上流域，中流域，下流域

で異なる分布パターンが検出された。上流域では群体が繁茂するが，中流域では他種とのわずかな混生，下流域及び最上流の小河内ダムでは本種は検鏡レベルでも確認できなかった。本種はアメリカ北西部原産であり，水温と関連した分布様式を示している可能性を指摘した。上流域ではアユの餌となる付着藻類も本種と同所的に生育するため今後もモニタリングの継続が必要であることが明らかになった。

「大阪湾奥の環境条件の異なる干潟における生物の周年変動」（（公財）ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター）は，沿岸域における富栄養化と相反する貧栄養状態，これらが混在し物質循環のバランスが複雑な大阪湾において，沿岸域におけるなめらかな物質循環の形成に寄与するとされる干潟のうち，試験的に整備された尼崎人工干潟と半自然・半人工の御前浜という二か所に着目し，底生生物各種の個体数・湿重量の経月変化を報告した。港湾地域に創出された尼崎人工干潟では懸濁物食者であるイガイ類の個体数が極めて多く，河川による淡水及び土砂流入のみられる半自然の御前浜では堆積物食者であるゴカイ類の個体数が卓越していた。前者では懸濁物食者の個体数，湿重量ともに経月変化が非常に大きく，安定した周年変動は検出できなかった。後者では懸濁物食者，堆積物食者共に経月変動は少なく，安定した周年変動が検出された。このような差が干潟の立地条件とどのような関係があるのか今後一層の研究成果が期待される。

「霞ケ浦におけるアオコの発生状況とその情報発信について」（茨城県霞ケ浦環境科学センター）は，2011年以降再び大規模発生が認められるようになった霞ケ浦のアオコについて，当該センターが発信している「アオコ情報」の紹介とその作成のために実施しているモニタリング調査について報告した。発生状況については，従来の「見た目アオコ指標」から藍藻類に特徴的なフィコシアニン濃度を利用した現存量評価を積極的に活用している。その他，湖水中の各態窒素やリン酸態リン，クロロフィルa濃度を計測，評価することで見込まれる，①アオコ発生状況，②翌週の発生予測，③年度ごとのフィコシアニン濃度の経月変動データ，を含む「アオコ情報」が公的機関へのメールやセンターHPでの公表を通じて発信されている。モニタリングの継続と予測精度の一層の向上に加えて，アクセス解析や周辺住民・漁業者における活用実態なども今後明らかになっていくものと期待される。

「琵琶湖における二枚貝の餌源と養浜事業との関係について」（滋賀県琵琶湖環境科学研究センター）は，最盛期に比べて琵琶湖での漁獲量が１％以下にまで低下したシジミ類の生息場所である浅場の浸食対策として現在沿岸帯でなされている養浜事業に注目し，事業のシジミ類餌料環境や肥満度への影響を検討し，それらに対応した室内実験結果を報告した。養浜されたマイアミ浜でのシジミ類は，琵琶湖内の既存漁場やその他の調査地点と比較しても肥満度は高く，個体数も比較的多かった。本調査の結果，未実施の春期調査が必要不可欠であることも明らかにした。室内実験では餌源として藍藻，珪藻，無給餌間での比較がなされ，珪藻類の給餌条件での肥満度が最大であることを示した。今後は野外調査と室内実験の結果を突き合わせ，良好な底質環境を形成しうる養浜事業の在り方への提言が期待される。

各発表の質疑応答では活発な意見交換がなされたため少々時間が不足する様子も見られたが，その後の情報交換会で各発表者間での交流が会場の複数で見られたことを追記しておく。

廃棄物

（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所

石井　裕一

本セッションでは，災害廃棄物の発生量推計に関する研究発表1題，最終処分場や鉱山からの放流水や坑廃水の水質および廃水処理に関する研究発表2題の合計3題の発表がなされた。

2B4-1「富山県における災害廃棄物発生量等の推計と組成の検討」では，地理情報システム（GIS：Geographic Information System）を活用した富山県内で想定される災害廃棄物の発生量，地域特性に応じた災害廃棄物発生原単位および種類別割合について検討がなされた。地震・津波および県内47河川区域における水害を対象とし推計された災害廃棄物発生量に関する情報は，想定する災害ごとにGIS上で集計されており，廃棄物の仮置場の設置や収集経路の選定，搬入エリアの決定等に有益と考えられた。また，木造住宅比率が高く，延べ床面積が広いという同県における住宅の地域特性を考慮し検討された災害廃棄物発生原単位は，国が公表している公共用施設からの廃棄物を含む発生原単位と同程度の値となっており，調査方法を含め更なる検討が必要とのことであった。災害廃棄物発生量については，本研究結果に基づき県内の各市町村の災害廃棄物処理計画が策定されたとのことで，極めて有用性の高い研究成果であると考えられた。

2B4-2「最終処分場における1,4-ジオキサンの挙動調査と活性炭による除去効果の検討」では，石川県内の3か所の最終処分場において，降雨に伴う浸出液および放流水

中の1,4-ジオキサン濃度の変化，市販の活性炭による1,4-ジオキサンの除去効果についての報告がされた。18～30か月に及ぶ長期間の調査結果から，浸出液中の1,4-ジオキサン濃度と降水量との明確な関係は認められず処分場ごとに大きく異なっていることが確認され，その原因として埋め立てられている廃棄物の種類や量に依存している可能性が示された。また，調査期間中に複数回あった吸着塔の活性炭交換により1,4-ジオキサン濃度が低下することが確認された。市販の活性炭を用いた1,4-ジオキサンの吸着実験により，活性炭は1,4-ジオキサンの除去効果はあるものの，その効果の持続が短いことが確認された。今後も継続的なデータ収集が望まれる。

2B4-3「荒金鉱山坑廃水処理に係る汚泥資源化に向けた検討」では，鉄鉱石の採掘が終了し，廃坑から50年近く経つ鳥取県の荒山鉱山の坑廃水の水質および廃水処理後の殿物の資源化に係る検討がなされた。坑廃水，施設内地下水および捨石堆積場浸透水中の主要イオン濃度の測定結果から，測定した全ての金属元素について施設内地下水中の濃度が最も高濃度であることが確認された。施設内地下水は他の検水に比べカルシウムが突出して高濃度であったことから，酸性廃水の中和処理過程で生じる懸濁液や殿物に含まれる金属元素が地下水として漏出している可能性が示唆された。脱水殿物を対象に行われた含有金属の成分分析および溶出試験では，鉄の含有量が少なく鉄資源としての品位がそれほど高くないことが確認されたが，有害金属類の溶出量は少なく環境安全性の基準を満たしており，リサイクル材として活用できる可能性が示された。現在は鉄資源として民間企業に売却している殿物であるが，今後予想される坑廃水の水質変化に応じた再資源化技術の確立が期待される。

放射線

（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所

星　純也

本セッションでは，放射線に関して3題の研究発表があった。いずれの発表も平成23年3月の福島第一原発の事故に起因する様々な問題に対応した調査であった。

「福島県内除染廃棄物仮置場で使用される遮へい土の調査結果について」（福島県環境創造センター）では，放射性物質に汚染された土壌の剥ぎ取り等の作業により発生した除去土壌の仮置場で使用された遮へい土の調査について報告があった。遮へい土は仮置場で保管する除去土壌等からの公衆の追加被ばく線量を抑えるための遮へい材として購入・流用された非汚染の土壌である。除去土壌等が中間貯蔵施設へ輸送された後に，残った遮へい土を可能な限り近傍における土木工事等で利活用するために放射性セシウム濃度や土質の調査を実施した。調査の結果，遮へい土として利用した後も購入時からの放射性セシウム濃度及び土質の変化は見られず，建築物の埋戻し，道路用盛土等で利活用できる土であったと報告された。膨大な量となった放射性物質汚染廃棄物をこれ以上増やさず，利活用していくための重要なデータを提供した報告であった。

「汚染状況重点調査地域における住宅除染の実施状況や課題の整理」（福島県環境創造センター）では福島県内の汚染状況重点調査地域の市町村が実施した住宅除染について，その対応事例やその中で生じた課題等を整理するために県が市町村に対して行ったアンケート調査及びヒアリング調査についての報告があった。アンケート調査の結果では，住宅除染に取り組む上で不足感があった事項として絶対的な人数（職員数）や除染・放射線に関する職員の知識と整理されている。ヒアリング調査では住宅除染実施に当たっての課題や苦慮した点とともに，それに対する対応や有用だった取組についても整理され，事例として「国や県を交えた説明」や「戸別訪問による丁寧な対応」等が挙げられている。会場からは除染が何年間に渡って行われたかということや県の支援の事例についての質疑があった。調査の結果は市町村での活用のためフィードバックされているが，本研究が具体的に役立つような事故が二度と起きないことを望みたい。

「千葉県における環境放射能調査（３）」（千葉県環境研究センター）では，千葉県市原市の水道水及び市原市，柏市の降下物に含まれる放射性セシウム濃度の経年変化等について報告された。水道水中の放射性セシウム濃度は2012年以降徐々に減少しており，2014年10-12月以降は1mBq/L未満となっていた。また，四半期別では7-9月が高いという傾向が見られた。降下物については2016年頃まで減少傾向を示し，その後は横ばいとなった。降下物中の放射性セシウム濃度は市原市に比べ柏市の方が継続的に高い値となっている。これは土壌中の放射性セシウム濃度が柏市の方が1～2桁高い濃度であり，土壌からの巻き上げが影響していると推定している。会場からはモニタリングポストの位置や水道水源の場所等の質疑があった。原発事故から8年経過した現在もモニタリングを継続されており，事故の影響の変化を評価する貴重なデータとなっている。

化学物質Ⅰ

国立研究開発法人国立環境研究所

髙澤　嘉一

本セッションでは，河川水中の農薬に関する実態調査や$PM_{2.5}$中の化学物質調査，ダイオキシン類の改良抽出法，災害初動時の技術支援に関して4題の研究発表があった。

「河川水中のネオニコチノイド系農薬およびフィプロニル，その代謝物の調査」（堺市衛生研究所）の発表では，国内でも汎用されているネオニコチノイド系農薬とその分解代謝物を対象に，堺市内の河川水と下水放流水の汚染実態調査結果が報告された。調査は2019年5月から8月に実施され，測定対象成分間の相対濃度を比較すると，いずれの地点でもジノテフランが最も高い濃度を示した。一方，フィプロニルは下水放流水の影響を受ける地点では高い濃度を示し， 15 ng/Lを超えて検出される地点も存在した。この濃度は水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準値（24 ng/L）に近い値であった。さらに，フィプロニルの分解代謝物は河川上流域で高い濃度を示すことから，環境調査の実施に際してはフィプロニルの分解を考慮した対象成分の選定が必要と考えられた。ネオニコチノイド系農薬のような浸透移行性の強い農薬については特に水圏生態系へのリスク評価が未だ十分でなく，環境モニタリングと影響評価を組み合わせた研究の重要性が今後は増すことになるものと推察される。

「AIQS-DBを用いた$PM_{2.5}$中の化学物質ターゲットスクリーニング調査」（北九州市保健環境研究所）の発表では，LC/MS用に開発された自動同定・定量データベースシステム（AOQS-DB）を用いて，$PM_{2.5}$に対して農薬，医薬品およびパーソナルケア製品等など489種類の難揮発性化学物質のスクリーニング分析が実施された。AIQS-DBは既知の未知物質を迅速且つ簡便に検出するシステムであり，事前にデータベースへ登録された化学物質の自動同定と自動定量を可能にする。北九州市域で採取した$PM_{2.5}$では，52種類の化学物質が検出され（0.034～0.35 ng/m^3），特にプロポキスルやカルベンダジムは全14試料で同定された。本研究で用いられたAIQS-DBのような迅速定量法の需要は，自然災害や緊急時における環境モニタリング手法としても近年急速に高まっており，データベースの拡充により網羅分析の飛躍的なブレークスルーが期待される。

「ダイオキシン類の抽出操作の改良に関する検討」(新潟県保健環境科学研究所）の発表では，化学物質の抽出操作として汎用されているソックスレー抽出と高速高圧抽出法の比較検討が実施された。ソックスレー抽出は大量の溶媒使用と人的負荷に加えて，抽出サイクルに長時間（12～24時間）を要する欠点があった。一方，高速高圧抽出法は試料を小型容器に充填し，溶媒を満たした状態で高温・高圧を維持することにより，30分以内で抽出操作が終了する。本研究では活性炭からのダイオキシン類における抽出効率が詳しく報告され，特にダイオキシン様PCBsでは非常に効果的に高速高圧抽出法で代替できることが示唆された。ソックスレー抽出時における留意点の多さは分析従事者の共通認識であり，抽出操作が閉鎖系で素早く安全に実施できる代替法の検討は，分析化学的にも非常に意義が深い。

「地方環境研究所における災害初動対応のための消防救助隊への技術支援について」（大阪市立環境科学研究センター）の発表では，大阪市立環境科学研究センターが本部特別高度救助隊と取り組んでいる災害初動対応の訓練の流れが報告された。災害等によって特定の化学物質の漏洩や流出が発生した際には，検知を進めつつ限られた時間内で推測される情報を集約することになる。環境中には意図的・非意図的を含めて様々な化学物質が用いられていることから，化学物質の検知訓練や除去方法の習得では分析従事者の進言が極めて有効と考えられる。日常的に行っていないことを緊急時にスムーズに実施することは困難であり，特に大都市圏では災害も多様化している。今回紹介された大阪市の取り組みは，他の自治体でも参考にできる箇所が非常に多く，災害現場で求められる作業内容を整理するためにも大変有意義である。

化学物質Ⅱ

千葉県環境研究センター

井上　智博

本セッションでは，自動同定定量システム（AIQS）を活用した河川水中の農薬類の調査報告が2題,国立環境研究所Ⅱ型共同研究による水質汚染の現況報告が1題，計3題の発表が行われた。

「AIQSを活用した平常時の農薬類モニタリング調査」（群馬県衛生環境研究所）では，AIQSを用いた群馬県河川における2年間の平常時モニタリング測定結果の報告と魚へい死事案へのAIQSの活用例について報告があった。河川水のモニタリング調査では312検体中180検体から63種の農薬類が検出され，6,7月の検出数が多く，このうち水田でのみ使用されるものが5割以上であり，本流と支流での結果に差は無かった。また，2018年7月のフナのへい死時のAIQSを用いた水質調査では，平常時の検出状況と大きな変化がなく，フナへい死の原因は不明であった。

今後は事例を積み重ね，通年，複数年及び支流まで含めたモニタリングの検討・実施することにより，異常時の原因究明率がさらに上昇することが期待される。

「GC-MSを用いた全自動同定・定量データベースによる岐阜県河川水中の農薬類および多環芳香族炭化水素類の実態調査」（岐阜県保健環境研究所）も岐阜県河川中の農薬類及び多環芳香族炭化水素(PAHs)を対象としたAIQSを用いた研究であった。前処理に広島県が開発した迅速前処理カートリッジを用い，AIQSと組み合わせた分析手法を構築し，河川水実試料への添加回収試験による分析法を評価した。さらにこの手法を用いて平常時において実態調査を行った。迅速前処理カートリッジを用いる際の回収ロスは，サロゲートの使用により回収ロスを補正することができ，また平常時の河川水調査では下流域で多くの農薬が検出され，それぞれの農薬使用開始時期を反映していることが報告された。今後，分析精度を保ちつつ，迅速かつ簡便な河川水実試料のスクリーニングが期待される。

AIQSを利用した調査については,昨年度も発表があり,会場内でAIQSの利用を尋ねたところ,約1割の参加者から手が挙がった。緊急時のみにAIQSを利用するだけでなく,そのバックグラウンドとして平常時での利用や過去の状況を把握できることも大きなメリットである。

「国立環境研究所Ⅱ型実施共同研究『高リスクが懸念される微量化学物質の実態解明に関する研究』の成果報告：水溶性化学物質による環境汚染の現況」（（国研）国立環境研究所,（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所）の発表では，つくば市近辺の河川を対象とし，河川水中のネオニコチノイド系農薬の分析結果についての報告があった。ネオニコチノイド系農薬は2000年以降使用が増えており,今回の結果ではジノテフランが優勢であった。ほとんどの成分で数ng/L未満とかなり低濃度であったが,予想よりも濃度が高い成分もあった。このような調査は排出源の特定，運命予測，リスク評価により安全・安心な社会へ貢献し,将来的には環境基準値の提言まで結び付くことを期待したい。

＜報　文＞

「音色の目安」作成調査結果について*

（騒音小委員会）

小山　佑介**・城　裕樹**・町田　哲***
石橋　雅之****・佐々木　裕也*****・菊地　英男******

キーワード　①騒音苦情　②音色の目安　③周波数特性　④環境騒音　⑤騒音の目安

要　　旨

2007年度と2008年度の2か年で実施した「騒音の目安」は，騒音の発生源とそのレベルを市民目線のわかりやすいかたちで表現しており，メディア等で引用されるなど，騒音を理解するためのツールとして公表から10年経過した今も幅広く活用されている。一方，近年においては様々な周波数帯における騒音苦情が発生しており，また，測定機器の進歩により周波数分析が比較的容易にできるようになったため，当該分析の機会が増えつつあるが，比較参照用の周波数分析データは充足できていない。そこで騒音小委員会では環境騒音の周波数特性，すなわち「音色」に着目し，「騒音の目安」で調査対象とした騒音項目に周波数情報を付すための調査を実施することとした（「音色の目安」の作成）。

今回，「音色の目安」として新たに収集した周波数情報によって，一般の環境騒音に関する周波数特性を示すことができた。取りまとめたデータは，今後騒音行政や環境学習における基礎資料となることが期待される。

1. はじめに

全国環境研協議会では，2007年度から2008年度にかけて様々な場所の騒音の大きさについて大規模な調査を行い等価騒音レベルのデータベースを構築するとともに「騒音の目安」を作成し，一般市民に向け情報提供を行ってきた[(1)]。この「騒音の目安」は騒音の発生源とそのレベルを市民目線のわかりやすいかたちで表現しており，メディア等で引用されるなど，騒音を理解するためのツールとして公表から10年経過した今も幅広く活用されている。

環境騒音を構成する音源は時代とともに変化していくため，「騒音の目安」については，今後も継続的な更新が求められる一方，これらに新たな価値を加えることで，市民の騒音に関する理解を深め，苦情発生の抑止につながることも期待される。例えば，新宿の繁華街における喧騒と奥多摩の山地における環境騒音レベルが同じ70dBであったとしても，人が騒音として受け取る感覚には個人差があり，大きく異なっている。この騒音レベルだけでは理解できない要素に関しては，感覚公害としての騒音の取り扱いの難しさを感じる一方で，わかりやすく表現することさえできれば，環境騒音問題を理解するための必要な情報として有用である。すなわち，騒音レベルでは足りない要素を客観的な数値やグラフで示すことができれば，より高度な騒音苦情対応にも資することができるものと考えられる。

そこで，騒音小委員会では音の3要素の一つとして知られている騒音の周波数特性，すなわち「音色」をこの要素の一つとして捉え，これに着目し，地域性を考慮した調査を実施することとした（「音色の目安」の作成）。

調査は，表1に示す地方環境研究機関が共同で行った。調査期間は，主に人が生活する環境を調査対象とした第1期調査（2013年度から3年間）に加え，測定環境の偏りや測定件数の不足を補うことを目的とした第2期調査（2016年度から3年間）と合わせ，計6年間実施しており，測定件数は502件となった。本稿では，それらを取りまとめた結果を報告する。

---

* An Investigation of the New Index of the Tone Color in Japan

** Yusuke KOYAMA, Hiroki JO(さいたま市健康科学研究センター)S. C. Institute of Health Science and Research
*** Satoshi MACHIDA(長野県環境保全研究所) Nagano Environmental Conservation Research Institute
**** Masayuki ISHIBASHI(千葉県環境研究センター) Chiba Prefectural Environmental Research Center
***** Yuya SASAKI(山梨県衛生環境研究所) Yamanashi Institute for Public Health
****** Hideo KIKUCHI(宮城県保健環境センター) Miyagi Prefectural Institute of Public Health and Environment

2. 調査方法

本調査では，「騒音の目安」の各データに周波数分析結果を付加することを目標にデータの収集を行った。そのため，調査対象は一般の市民が日常で接する音源・音環境を想定し，「騒音の目安」調査と同様に，一般の地域（屋外），交通施設の周辺地域（屋外），人の集まる施設等（屋外），自然地域（屋外），交通機関の車内（屋内），一般の建物内（屋内）及び特別な場所の7つの調査区分に大別し，その中で様々な調査対象項目を設定した（表2）。測定は通常想定される一般市民の騒音暴露状況を反映し，かつ周辺の環境が平均的な日及び場所を選択し，環境代表性のある測定となるように留意した。また，測定者による測定方法の差が出ないように，測定・評価手法の詳細について記載した「「音色の目安」調査に係る騒音測定マニュアル（以下，「測定マニュアル」という。）」を作成し，調査方法の統一を図った[(3)]。

評価指標は，等価騒音レベル（L_{Aeq}），最大騒音レベル（L_{Amax}）及び一般に人が聴くことができる音の周波数範囲（20Hz～16kHz又は20kHz）の周波数帯における1/3オクターブバンド毎の平坦(Z)特性音圧レベルとした。測定は，時間重み付け特性を(F)Fastとし，マイクロホン高さを原則地上1.2mとした。測定時間は10分間とし，除外すべき音を除く処理は，有人測定の場合はサウンドレベルメータの機能により行い，無人測定等で連続測定する場合は1分間隔で10分以上測定し，除外すべき音が混入した1分間値を除外し10分間値とした。サウンドレベルメータの保持に関しては，測定場所の多様性を考慮し，三脚設置方式（三脚を固定する方法，移動しながら測定する方法），手持ち方式（静止して測定する方法，移動しながら測定する方法）の4種類を採用した。

表1　調査協力機関

（第１期：2013.4～2016.3）	
◎宮城県保健環境センター	新潟県保健環境科学研究所
○千葉県環境研究センター	神奈川県環境科学センター
○山梨県衛生環境研究所	さいたま市健康科学研究センター
沖縄県衛生環境研究所	
（第２期：2016.4～2019.3）	
宮城県保健環境センター	◎千葉県環境研究センター
○長野県環境保全研究所	○さいたま市健康科学研究センター
愛知県環境調査センター	京都府保健環境研究所

表中◎は小委員長，○は幹事機関を示す。

3. 調査結果

調査対象項目ごとの調査件数を表2に示す。本稿では，測定した50の調査対象項目から環境代表性のある騒音（比較のために測定を実施した特定騒音も含む）として，調査件数が5以上となった39項目及び調査件数が5未満であっても他項目との比較に有用と思われる7項目（山間の戸建て住宅地（昼間，夜間），学校周辺，滝，航空機，パチンコ店，保育園）について評価を行った（この際，同じ状況下で連続して測定を行った場合の調査件数は，測定の件数分加算することとした。）。また，得られた結果は，調査対象項目ごとに算術平均したグラフを図示した。

表2　調査区分，調査対象項目及び調査件数

調査区分	調査対象項目			調査数（件）
一般の地域（屋外）	高層住宅地域		昼間	9
			夜間	2
	戸建て住宅地域	都心部	昼間	14
		近郊部	昼間	20
			夜間	6
		山間部	昼間	3
			夜間	4
	エネファーム稼働音			8
交通施設の周辺地域（屋外）	道路周辺地域	主要幹線道路	昼間	8
		幹線道路	昼間	28
	空港周辺地域	展望デッキ・近隣公園		10
人の集まる施設等（屋外）	公園			10
	学校周辺			4
	霊園			5
	竹林（観光地）			7
自然地域（屋外）	生き物の声	蝉の鳴き声		20
	自然地域	海辺		12
		滝		3
	山村地域	田畑		5
交通機関の車内（屋内）	新幹線・鉄道車内	在来線		57
		地下鉄		11
		特急電車		32
		新幹線		23
		トロッコ列車		5
	乗用車内	一般道		21
		高速道		12
	バス車内	一般道		10
		高速道		10
	その他交通機関	航空機		4
		観光船		2
一般の建物内（屋内）	飲食店内	喫茶店		5
		ファミレス		9
		居酒屋・宴会場		15
	商業施設内	書店		5
		ホテルの部屋		11
		パチンコ店		1
		ショッピングセンター		6
		駅ナカ・改札内側		8
	公共・教育関連施設内	役所の窓口周辺		5
		図書館		7
		保育園		4
		その他公共施設		3
	住居内	高層住宅	昼間	5
			夜間	5
		戸建て	昼間	13
			夜間	13
	乳児の泣き声			10
特別な場所	工事現場周辺（屋外）			5
	工場・研究所等	屋内		5
		屋外		2
				502

3.1 一般の地域（屋外）

一般の地域（屋外）では，調査対象項目として，高層住宅地域と戸建て住宅地域に分類し，後者はさらに都心部，近郊部（町の戸建て住宅地），山間部に分けて，それぞれ昼間と夜間において調査を行った。また，家庭用燃料電池コジェネレーションシステムの稼働音（屋外測定）も住宅環境における指標の一つとして測定した。その結果を図1に示す。一般の住宅環境における騒音は，先の家庭用燃料電池コジェネレーションシステム（エネファーム）のほか，人や車の通行音，会話音，鳥や虫の鳴き声（夏場は特に蝉），エアコンの室外機，草木が揺れる音，風切り音といった多様な音源から構成されており，

各要因の影響の度合いで全く異なる周波数特性となるのが特徴である。こうした理由から個々の測定結果を調べると個性的な周波数特性を示す住宅環境であるが，算術平均した各項目の周波数特性の結果はどの住宅環境も緩やかな右肩下がりとなっていた。こうした傾向の中，山間や町の戸建て住宅地の夜間では，蛙の鳴き声や虫の音がした際に関係する周波数帯で音圧レベルが大きくなる様子が確認できた。

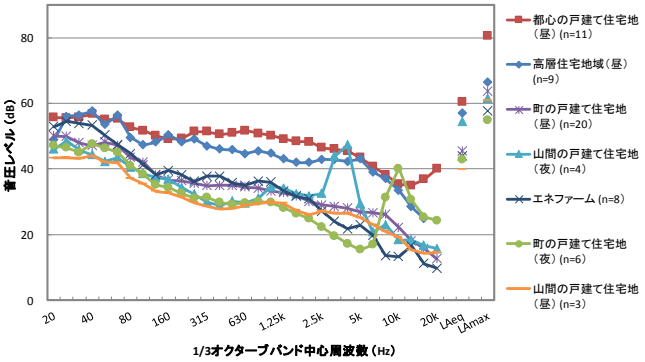


図1　一般地域（屋外）における周波数分析結果

3.2 交通施設の周辺地域（屋外）

交通施設の周辺地域（屋外）では，道路交通騒音と航空機騒音の影響が及ぶ場所を調査対象とした。道路交通騒音は幹線道路付近で測定し，規模によって分類して評価した（片側3車線以上の場合を主要幹線道路とした）。また，航空機騒音は，空港の展望デッキ及びその近隣公園で測定した。結果を図2に示す。車道付近における騒音の主な音源は大型車を中心とした自動車走行音，空港周辺では，航空機騒音が大きく関与しており，いずれも低周波数側から1.25kHz帯にかけて60dBを超える音圧レベルを示した。道路に関して，一般的な幹線道路と主要幹線道路では，全体的な音圧レベルの大きさは主要幹線道路の方が大きいが，周波数特性は似ており，いずれも40Hzと1kHzにピーク形状を有する周波数特性を示した。

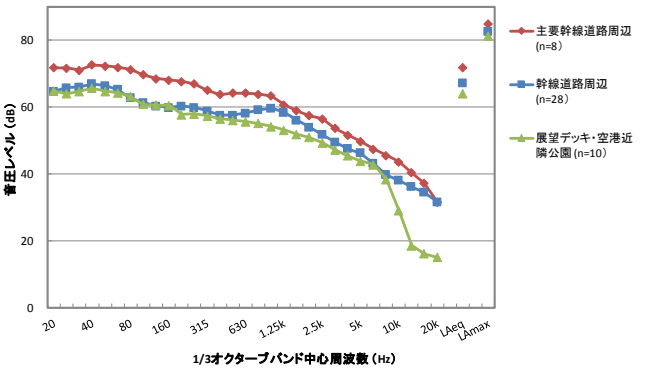


図2　交通施設の周辺地域（屋外）における周波数分析結果

一方，空港の展望デッキ及び空港近隣公園では，10kHz以下は道路環境と類似の傾向を示したが，高周波数側では極端に下がる周波数特性を示した。これは航空機由来の騒音が10kHzより低周波数側であることを示唆している。

3.3 人の集まる施設等（屋外）

人の集まる施設等（屋外）では，公園や学校周辺等を対象として調査した。結果を図3に示す。本調査区分において今回調査対象とした項目は，住宅街に位置する例が多かったことからも先の一般の地域（屋外）と類似性の高い環境であり，周波数特性も同じような右肩下がりの傾向となった。各項目の特徴を比較してみると，125Hz～2kHzの周波数帯で霊園は音圧レベルが小さく，子供の遊ぶ声や大人の話し声が入ってくる公園や竹林（観光地）では同じ周波数帯でも音圧レベルは中程度を示していた。また，学校周辺では子供の声の周波数帯とされる1kHz～2kHz[(4)]を中心に音圧レベルが大きくなるといった傾向を示し，含まれる音源による違いがみられた。

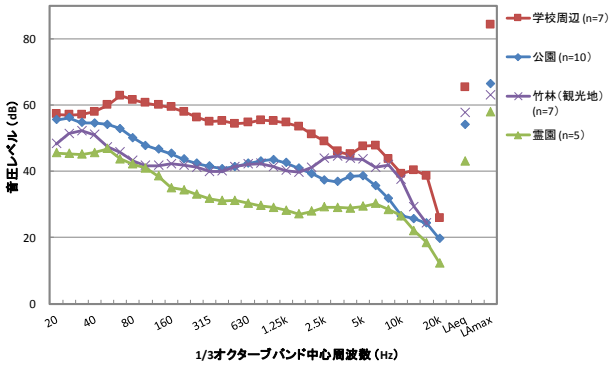


図3　人の集まる施設等（屋外）における周波数分析結果

3.4 自然地域（屋外）

自然地域（屋外）では，海辺，滝，山村の田畑周辺において調査を実施した。また，本調査区分全体を通して調査の多くを夏に実施していることから，夏の屋

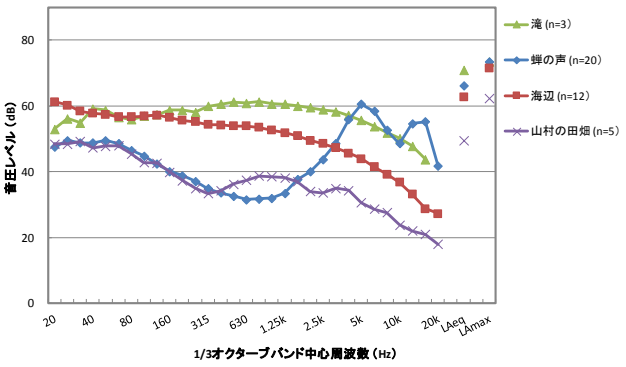


図4　自然地域（屋外）における周波数分析結果

外における騒音環境に大きく影響する蝉の鳴き声についてもサンプリングを行った。測定結果を図4に示す。海辺や滝周辺といった騒音環境は，さざ波や水の音といったほぼ単一の音源からなるもので，周波数特性はシンプルで緩やかな曲線であった。蝉は主として日本の広範囲に生息するアブラゼミを対象としており，その鳴き声は，5kHz～6.3kHzと12.5kHz～16kHzに2つの山を成す特徴的な周波数特性を示すことがわかった。

3.5 交通機関の車内（屋内）

交通機関の車内（屋内）では，一般に利用できる公共交通機関を中心に鉄道，航空機，自動車等を対象とした。鉄道関係の測定結果を図5及び図6に，自動車及び航空機を図7に示した。

鉄道関係は，まとまった調査件数が得られたため，測定時の記録を基に次のように細かく分類し評価した。在来線は，気動車と電車に区分し，電車は，さらに乗車時に特急券やライナー券といった乗車券以外も必要な列車・車両（以下「特急車等」という。）と乗車券だけで乗れる列車・車両（以下「一般車」という。）に区分して比較した。本調査区分では，車両走行音や動力が主な音源であるものが多く，他の調査区分に比べて整った結果が得られ，いずれも右下がりの直線的又は曲線的な周波数特性であった。しかし，その傾きや曲線の形状は様々であり，車両の種類や走行区間によって音色に個性が出ることもわかった。例えば，図5において，新幹線の周波数特性は50Hzで卓越した後，周波数が高くなるにつれて直線的に下がる傾向を示す一方で，在来線は63Hzで最大となった後，わずかに上へ凸な曲線を描きながら周波数が高くなるにつれて直線的に下がる傾向であった。本稿では詳細な考察には至らなかったが，50Hz～63Hzにおけるレベルの上昇は電源周波数由来であると考えられるため，今後は走行する地域の電源周波数による影響の検討が必要であると思われる。その他，電車特急車等は気動車や電車一般車より直線的であるという違いも確認できた。

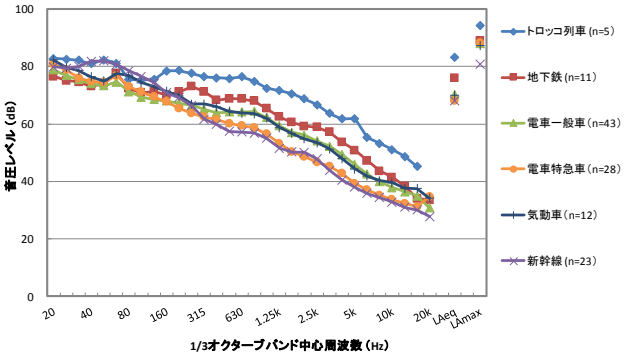


図5　交通機関の車内における周波数分析結果(1)

また，電車一般車を調査時の記録から動力のある車両（以下，「動力車」という。）と無い車両（以下，「付随車」という。）が特定できるデータついても比較を試みたが，大きな差は確認できなかった（図6）。

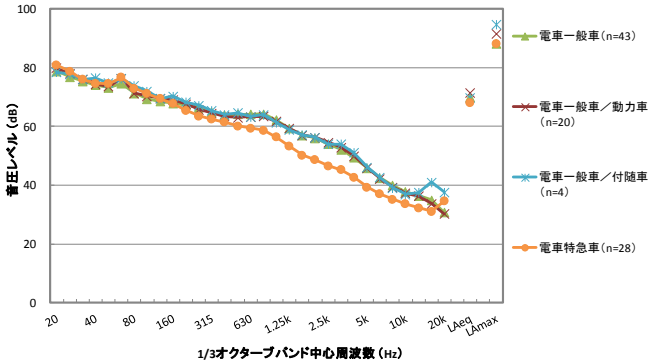


図6　交通機関の車内における周波数分析結果(2)

自動車は，乗用車（一般道走行，高速道走行）及びバス（一般道走行，高速道走行）を対象とした（図7）。自動車の車内では，低周波数側の音圧レベルが大きく，周波数が高くなるにつれ直線的に右肩下がりとなる周波数特性となった。一般道と高速道を走行した場合を比較すると，乗用車では高速道走行時に100Hz～5kHzの間でわずかに音圧レベルが大きくなる傾向が見られた。これは乗用車がバスに比べ，高速走行時に気流の乱れをおこしやすい形状であり，その影響が示唆される[5]。

一方，航空機は50Hz～400Hzを最大とする山状の周波数特性となった。

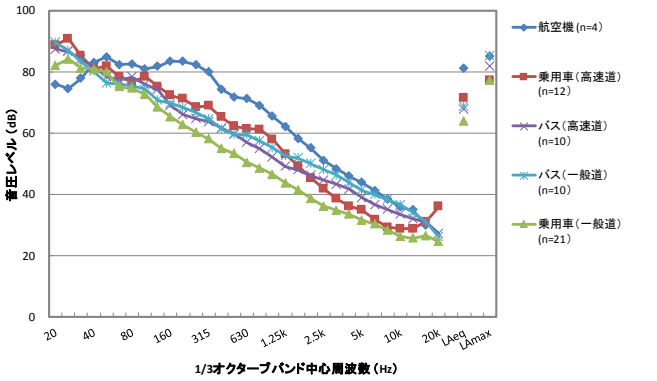


図7　交通機関の車内における周波数分析結果(3)

3.6 一般の建物内（屋内）

一般の建物内（屋内）の調査は，飲食店，商業施設，公共施設及び住居を対象とした。また，住居では，乳児の泣き声も調査対象とした。飲食店及び商業施設の測定結果を図8に，公共施設及び住居の測定結果を図9に示す。この調査区分は，人の生活・行動エリアという点で共通しており，周波数特性に人の声（会話音）の影響による違いがみられた。商業施設であればホテル室内や書店は

静かな環境であるためか，暗騒音由来の低調な右肩下がりの周波数特性となっているが，喫茶店，ファミレス，ショッピングセンター，居酒屋の順に人が増え，にぎやかになるに従い，会話音が音源となる周波数帯（160Hz～2kHz）の音圧レベルが大きくなり，徐々に弧が描かれていく様子が確認できた。

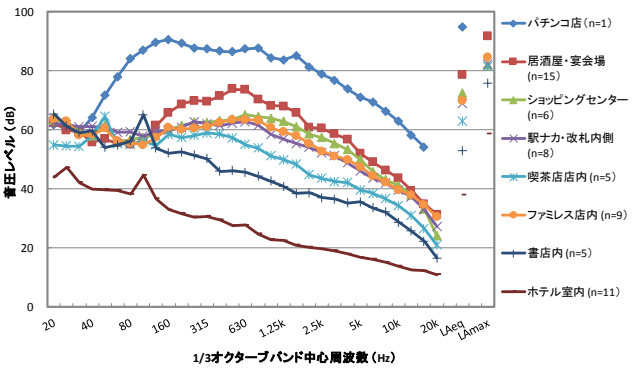


図8 一般の建物（屋内）における周波数分析結果(1)

また，戸建ての居住環境においても同様の周波数帯を見ると夜間では音圧レベルが小さく，昼間は大きくなるのがわかり，ここからも人の声が支配的となっている状況が伺えた。高層住宅屋内における騒音レベルが昼夜逆転しているのは，測定時，昼は留守宅，夜は生活音として家電の音が入っていた影響があると考える。

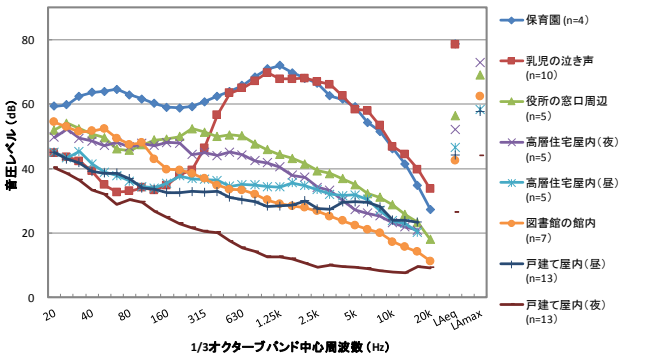


図9 一般の建物（屋内）における周波数分析結果(2)

また，子供の声が主体となる保育園は，子供の声の周波数帯とされる1kHz～2kHz[(4)]にピーク状の周波数特性を示すこともわかり，指標の一つとして測定した乳児の泣き声とも整合の取れる結果であった。

3.7 特別な場所

特別な場所としては，工場等屋内及び常時作業音が発生している工事現場等を対象に調査を実施した。結果を図10に示す。ここでの測定対象は，重機や焼却炉，脱水機といった大型の設備のある場所で，通常一般の市民が暴露されないような騒音環境である。その周波数特性は歪であるが，総じてどの周波数帯も音圧レベルが大きいものであった。

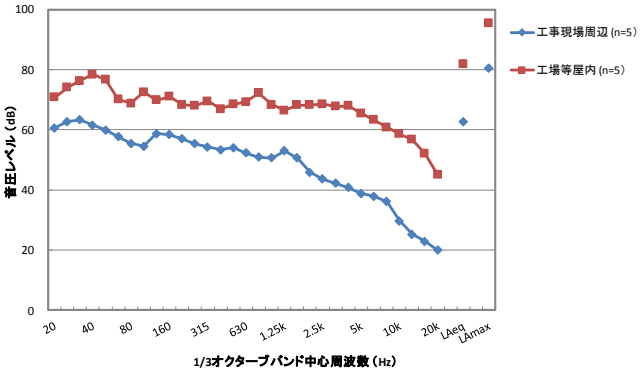


図10　特別な場所における周波数分析結果

4.　「音色の目安」の作成

得られた周波数特性の結果を「音色の目安」として，「騒音の目安」のように市民向けにわかりやすく示し，騒音分野に深い知識をもたない人であっても「音色」を視覚的にとらえることができれば，苦情対応，その他研究材料としても活用できるものと考える。

今回は「音色の目安」作成の試みの初期段階として，先に得られた各分類における周波数特性の結果から特徴の見られた騒音環境を巻末に示す（図11）。

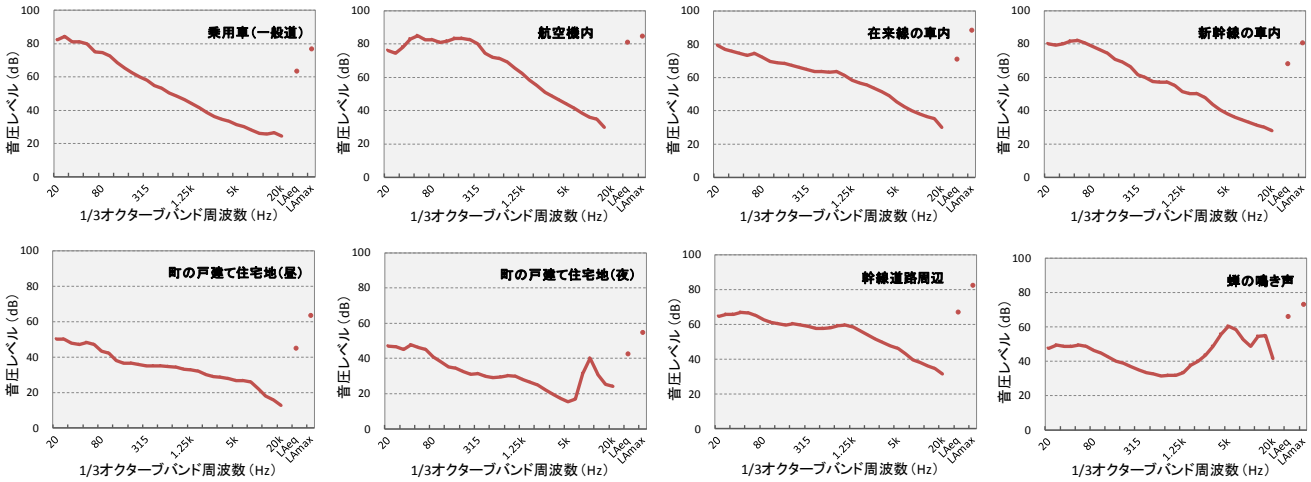


図11　音色の目安の一覧

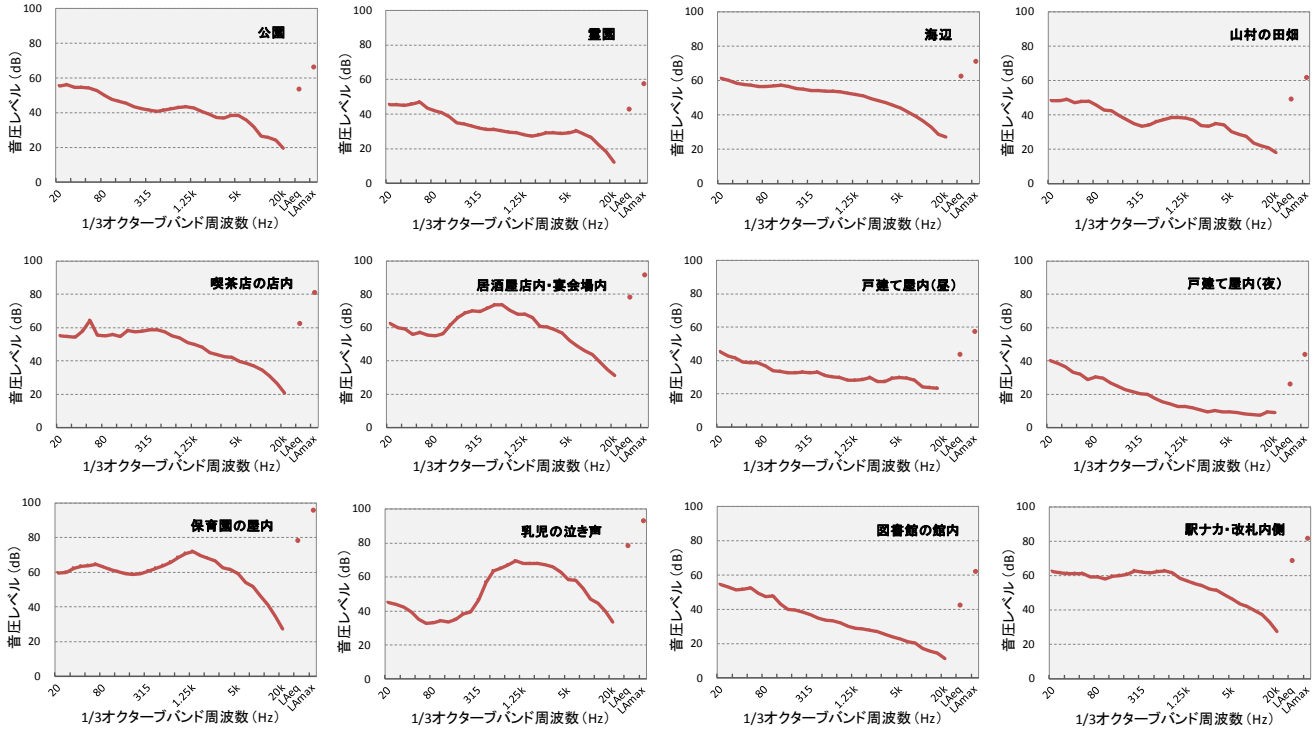


図11　音色の目安の一覧（続き）

5. おわりに

「騒音の目安」に周波数特性に係る情報を付すことを目的として，各騒音環境について周波数分析調査を実施した。この音色の目安に関する調査では502件のデータを収集し，一般環境等における種々固有の周波数特性を示すことができた。一方で，特定騒音の影響が強く出てしまったケースや，調査件数が不足して評価に至らなかった項目が存在するなど，継続した調査，検証，データの補完が必要であると考える。今後は，収集したデータを市民に還元するため，電子情報版等のコンテンツ作成に取り組んでいきたいと考えている。

最後に，調査にご協力頂いた騒音小委員会委員及びオブザーバーとして会議にご参加頂いた各研究機関の諸氏に感謝を申し上げる。

6. 引用文献

1)　末岡伸一，内田英夫，菊地英男，鴨志田均，門屋真希子，田中進：「騒音の目安」作成調査結果について．全国環境研会誌，**34**，254-261，2009

2)　全国環境研協議会騒音調査小委員会：騒音の目安作成のための測定マニュアル，2009

3)　全国環境研協議会　騒音小委員会：第2期「音色の目安」調査に係る騒音測定マニュアル，2017

4)　橋本典久：保育園での子どもの遊び声に関する騒音測定調査．*J. Environ. Eng., AIJ,* **81**，909-917，2016

5)　星野博之，小沢義彦：車内音を構成する音の要素とその評価．豊田中央研究所R&D レビュー，**30**(3)，29-38，1995

＜報　文＞

レーダーチャートによる水質特性評価手法を用いた廃棄物最終処分場の状態把握*

―ある安定型廃棄物最終処分場を例として―

古賀智子**・平川周作**・鳥羽峰樹**

キーワード　①水質特性評価　②レーダーチャート　③廃棄物最終処分場　④硫化水素（H_2S）

要　　旨

有機物指標と無機イオン成分を用いたレーダーチャートによる水質特性評価手法を，高濃度の硫化水素（H_2S）が発生したことのある安定型廃棄物最終処分場に適用した。浸透水は 1999 年 11 月から 2016 年 12 月，H_2S は2000 年 10 月から 2016 年 12 月までの毎月のモニタリングデータを用いた。レーダーチャートは，有機物指標 3 項目（化学的酸素要求量，生物化学的酸素要求量（BOD），全有機炭素），無機イオン成分等 6 項目（電気伝導率，Na^+，K^+，Ca^{2+}，Cl^-，SO_4^{2-}）で構成されており，測定値を稼働中の最終処分場関連水（n = 124）の平均値で除することによって標準化した値を用いて作成した。レーダーチャートと H_2S 濃度の変化を比較したところ，易分解性有機物の指標である BOD の増加と H_2S の発生に関連があることが示唆された。モニタリングデータからレーダーチャートを作成することで経時的な水質の変化を視覚的に捉えることができ，H_2S 発生の防止といった廃棄物最終処分場の維持管理における手段として利用できる可能性が示唆された。

1. はじめに

廃棄物最終処分場（処分場）において，浸出水の水質悪化や有害ガスの発生などの問題が生じることを未然に防ぐために，埋立地内部の状態を把握することは非常に重要である。そのため，処分場では定期的にモニタリング調査を実施していることが多い。よく実施されるものは，浸透水や保有水および周辺の観測井戸における水質検査，ガス抜き管からのガス発生調査及び埋立地内部温度測定調査などである[1)]。これらの調査から得られた個々のデータを総合的に判断することによって，埋立地内部の状態把握が行われている。しかし，埋立地の維持管理の適切さを判断するためにモニタリングデータをどのように処理し解釈すべきかについて，具体的な手法などは定められていない。

そのため，モニタリングデータを用いた処分場の評価手法や，事故の予防に寄与するデータ解析手法の開発が試みられている。これまでに，浸透水及び処分場内ガスの長期モニタリングデータに基づき，浸透水に含まれる無機イオン成分濃度，標準酸化還元電位及び溶存酸素濃度を用いて，処分場からの H_2S 発生を予測するモデル式が作成されている[2)]。また，複数の処分場から採取した浸出水の水質データについて，相関分析や主成分分析を行うことによって処分場をいくつかのグループに類型化できる可能性を示し，また，特定の処分場において，簡易に計測できる電気伝導率（EC）を用いて浸出水中の鉛の高濃度出現が予測できる可能性を示唆した報告がある[3)]。

我々の研究グループは，処分場内外の水試料の測定結果を用いて，水質特性を評価する手法を開発した[4)]。水質のデータを個別に捉えるのではなく，化学的酸素要求量（COD）などの有機物指標と硫酸イオン（SO_4^{2-}）などの無機イオン成分をレーダーチャートで表現することによって，水質の特性を複合的かつ視覚的に把握するものである。この手法の応用として，浸透水のレーダーチャートを作成し，有機物指標と無機イオン成分のバランスを確認することによって，H_2S 発生を未然に防げる可能性がある。福岡県内では過去に，安定型廃棄物最終処分場において高濃度の H_2S による死亡事故が発生している[5)-6)]。H_2S の発生は，主に安定型廃棄物最終処分場で問題となっており，2006 年まで埋立てが許可されていた廃石膏ボードが原因として挙げられている[7)]。H_2S は 50 ppmを超えると，人体に対して急性で生命の危険を伴いかねない毒性があるといわれているため[8)]，処分場において H_2S 発生を未然に防止することは極めて重要である。そこで本研究では，平川らが開発した水質特性評価手法をこの

*Grasping waste landfill state with water characterization method by radar chart
**Tomoko KOGA, Shusaku HIRAKAWA, Mineki TOBA（福岡県保健環境研究所）

処分場の長期モニタリングデータに適用し，水質特性の変化と H_2S 発生の関係を調査することにより，埋立地内の状態把握への適用可能性を検討した。

2. 調査方法

2.1 安定型産業廃棄物最終処分場の概要

対象とした安定型産業廃棄物最終処分場は，敷地面積 39,461 m^2，埋立容量 787,899 m^3であり，1989 年から埋立てを開始した。1999 年 10 月に高濃度の H_2S による従業員の死亡事故が発生し，その後のボーリング調査で一部のボーリング孔内から最高 15,000 ppm の H_2S が検出されている。事故発生後，福岡県は直ちに原因調査や周辺環境への影響調査を実施し，2000 年 10 月からは定期的なモニタリングを開始した。当該廃棄物最終処分場は，2005 年 4 月に産業廃棄物の埋立てを停止し，現在に至っている。

解析に用いたデータのモニタリング期間は，H_2S は 2000 年 10 月から 2016 年 12 月，浸透水は 1999 年 11 月から 2016 年 12 月までであり，頻度は月 1 回である。モニタリング期間中，H_2S については埋立地内のボーリング管 B-1，B-2，B-3 及びガス抜き管 G-1，G-2，G-3 の計 6 地点で採取した。各地点の深度及び調査期間は表 1 のとおりである。浸透水については，この埋立地全体を流れてきた水を浸透水採取設備で採取した。

表1　ガス調査地点

ガス調査地点	深度（m）	調査期間
B-1	23	2000年10月～2003年1月
B-2	23	2000年10月～2003年1月
B-3	10	2000年10月～2003年1月
G-1	6.2	2003年4月～2016年12月
G-2	15	2003年4月～2016年12月
G-3	28	2003年4月～2007年2月

2.2 分析項目及び分析方法

レーダーチャートを構成する項目は COD，生物化学的酸素要求量（BOD），全有機炭素（TOC），EC，イオン成分（Na^+，K^+，Ca^{2+}，Cl^-，SO_4^{2-}）である。COD は100 ℃における過マンガン酸カリウムによる酸素消費量[9]を測定した。BOD における溶存酸素濃度は YSI Model57（Yellow Springs Instrument CO.，Inc.，Ohio）を用いて測定した。EC は指示部 HM-5S（東亜ディーケーケー株式会社）と電気伝導率セル CG-511B（東亜ディーケーケー株式会社）を用いて測定した。イオン成分は，試料を 0.45 μm のメンブランフィルター（アドバンテック東洋株式会社）でろ過した後，陰イオンは Dionex IonPac AS20（Thermo Fisher Scientific K.K.），陽イオンは Dionex IonPac CS12A（Thermo Fisher Scientific K.K.）を用いて分離し，イオンクロマトグラフィー Dionex ICS-1100（Thermo Fisher Scientific K.K.）で測定した。TOC はモニタリング期間中に欠測が多かったが，平川ら（2017）の報告において最終処分場関連水の COD と TOC の単回帰分析の結果，良好な一次の直線関係がみとめられていることから（r^2 = 0.91）[4]，欠測した TOC のデータについてはその回帰式を用いて算出した。

H_2S は検知管（株式会社ガステック）を用いて現場の各測定地点で測定した。

2.3 レーダーチャートの作成方法

レーダーチャートの作成は，平川ら（2017）の方法によった[4]。各月の浸透水の水質データについて，福岡県内各地の廃棄物最終処分場から採取した最終処分場関連水全試料（n = 124）の各水質項目の平均値に対する比を求めることで標準化し，各月のレーダーチャートを作成した。なおレーダーチャートは，全体の形状を視覚的に把握することに重点を置き，軸目盛の最大値は統一せずに適宜変化するように設定しているため，濃度の比較には注意が必要である。

3. 結果及び考察

3.1 H_2S 濃度変化

モニタリング全期間中の H_2S 濃度変化を図 1 に示す。H_2S 中毒による死亡事故は 1999 年 10 月に発生した。翌月の調査では事故が発生した地点において 870 ppm

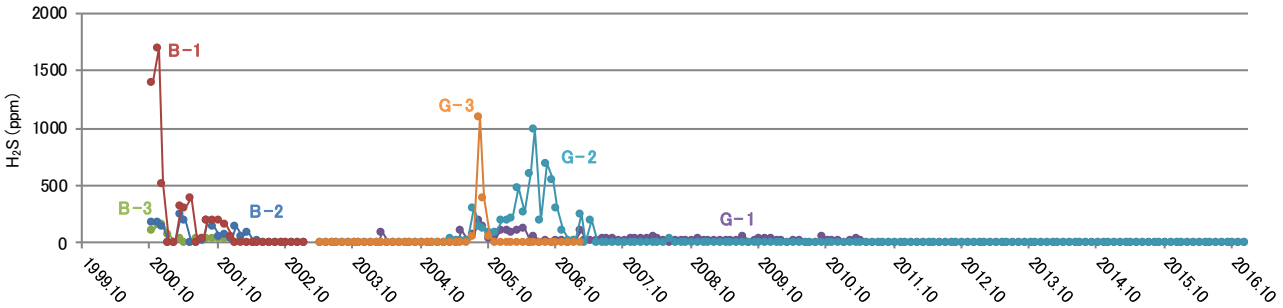


図1　H_2S濃度変化

を検出したが，定期的なモニタリング調査は 2000 年 10 月から開始されている。定期モニタリング 開始当初，B-1 において 1,700 ppm を検出した。その後徐々に濃度が低下し，2004 年まで H_2S の発生は沈静化していた。しかし，2005年に H_2S 濃度が上昇し，8 月に G-3 において 1,100 ppm を検出した。また翌 2006 年 5 月にも G-2 において 1,000 ppm が検出された。このため，当該処分場では雨水排除及び通気確保による対策が実施された。その結果，2007 年以降 H_2S 濃度は徐々に低下し，G-1，G-2 のどちらもほとんど発生しない状態となった。

3.2 レーダーチャートによる水質特性評価

3.2.1 モニタリング開始時から 2004 年まで（初期対策措置後の経時変化）

モニタリングを開始した 1999 年 11 月から 2004 年までの代表的なレーダーチャートを図 2 に示す。事故発生後の緊急調査時に H_2S 870 ppm を検出した 1999 年 11 月のレーダーチャートは，無機イオン成分に比べて有機物指標である COD や BOD の項目の値が高くなっており，微生物による分解作用を受ける有機物が多く存在していることが示唆された。また，この期間のレーダーチャートの形状は比較的変化が大きく，H_2S 発生や水質悪化を抑制するために実施された対策措置による影響を受け，埋立地内部の生物化学反応や物理化学反応が活発な状態にあったと考えられる。対策措置後，H_2S の発生が沈静化してきた 2002 年 10 月のレーダーチャートは，有機物指標と無機イオン成分がおおむねバランスのとれた形状となった。また，各水質項目の平均値に対する比の値の最大値は 15（1999 年 11 月）から 2.2（2002 年 10 月）へと減少しており，埋立地内部は比較的安定し，H_2S が発生しにくい状態へと移行しつつあることがうかがえた。

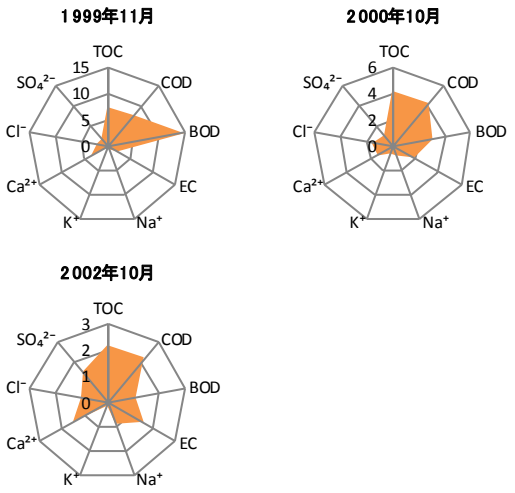


図2 モニタリング開始から 2004 年までの代表的なレーダーチャート

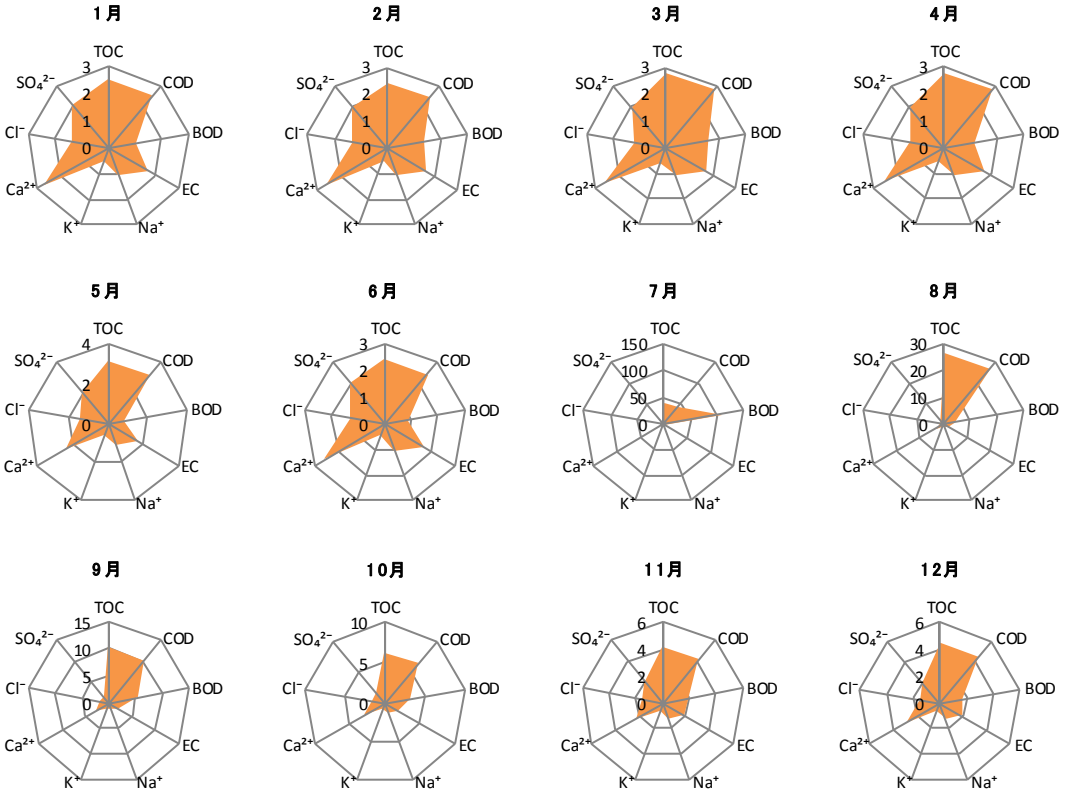


図3 レーダーチャート（2005 年）

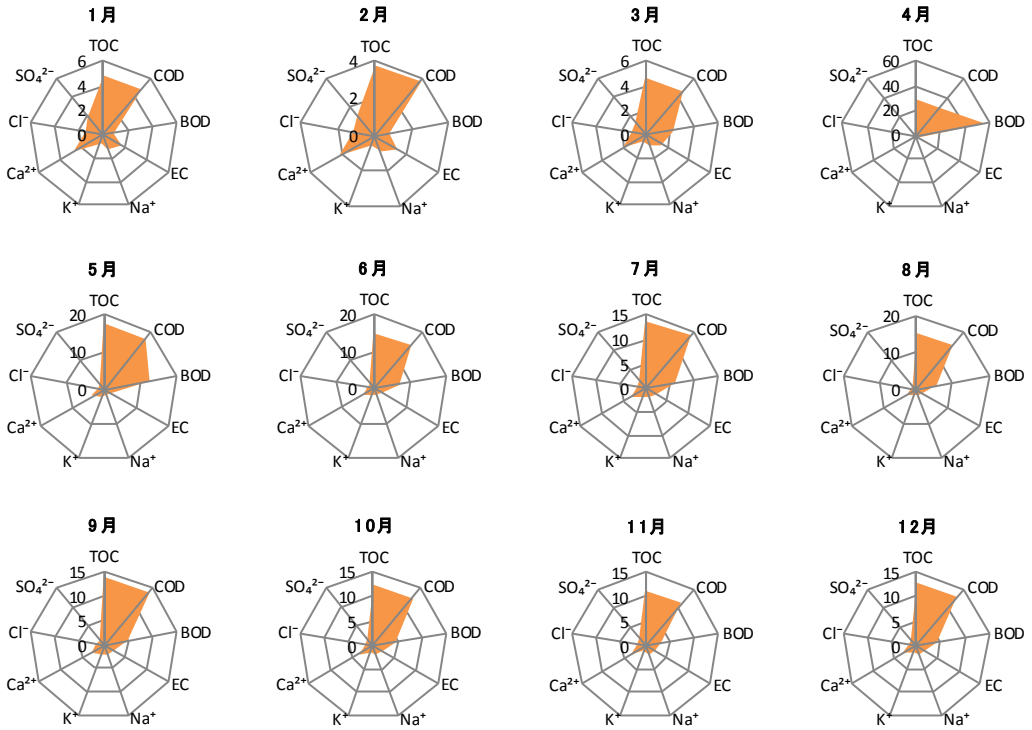


図4 レーダーチャート（2006 年）

3.2.2 2005 年及び 2006 年（突発的 H_2S 発生時の変化）

2005 年の年間レーダーチャートを図 3 に示す。G-3 において，8 月に高濃度の H_2S（1,100 ppm）を検出しているが，レーダーチャートを確認したところ，その前月の 7 月に 有機物指標が急激に上昇，特に BOD は顕著に高くなり，8 月に急激に減少していることが分かった。また，2006 年（図 4）も同様に，G-2 において高濃度の H_2S（1,000 ppm）が発生した 5 月の前月である 4 月に BOD が他の項目に比べて高くなり，その後減少していることがレーダーチャートで示された。しかし，2005 年は H_2S と BOD のどちらも急激な上昇及び下降を示したのに対し，2006 年はどちらも比較的緩やかに変化した。

高濃度の H_2S が発生した原因を調査した結果，現地にて埋立地内部に水が滞留していたことが確認された。最終処分場埋立層内で高濃度の H_2S が発生する条件は，① 硫酸塩還元菌が存在すること，② 硫酸塩（S）源が存在すること，③ 硫酸塩還元菌が増殖するに足る有機物源が存在すること，④ 硫酸塩還元菌が増殖するのに適当な温度・水分・嫌気的状態が保持されていること，⑤発生した H_2S と化合する物質が少ないこと，が挙げられる[10]。BOD は一般に易分解性有機物の指標であることを踏まえると，2005 年及び 2006 年の高濃度 H_2S 発生の原因は，埋立地内部で易分解性有機物が増加したことと，水の滞留により嫌気的状態となったことによって，上記の 5 つの条件が揃ったためであると考えられる。また，2005 年と 2006 年は高濃度の H_2S が発生しているガス抜き管が異なることから，同じ埋立地内ではあるものの，局地的な発生スポットが異なっていたことが推察される。しかし，浸透水のレーダーチャートでは両時期ともに H_2S 発生の前月に有機物指標が上昇しており，異なる場所で H_2S が発生したとしても，埋立地全体を反映した浸透水を分析することによって検知できることが分かった。

このように，水質と H_2S のモニタリングデータから，水質特性を示すレーダーチャートは H_2S が発生する前に有機物指標の割合（特に BOD）が高くなる特徴的な形状を示すことが分かった。本事例は H_2S 発生の前兆を検知し，未然に予防できる可能性があることを示唆している。

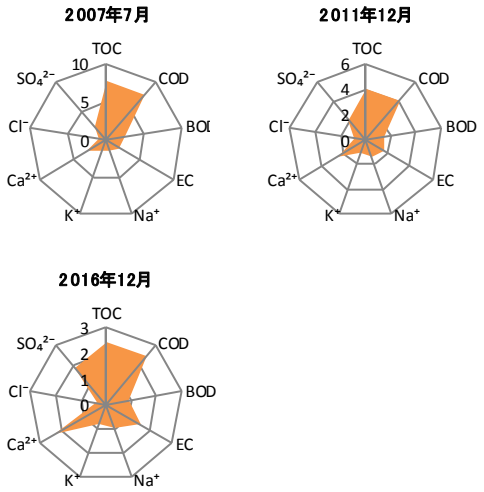


図5 2007 年以降の代表的なレーダーチャート

3.2.3 2007年から2016年まで（H_2S 発生対策後の経時変化）

突発的に上昇した H_2S に対する対策措置後の代表的なレーダーチャートを図 5 に示す。この期間では，レーダーチャートの形状にほとんど変化はみられなくなった。一方,全体の濃度レベルは経時的に低下していた。また，H_2S も低下し，ほとんど検出されない状態となった。このことから埋立地内部は安定化した状態にあると推測される。

4. まとめ

本研究で用いたレーダーチャートによる水質特性評価手法は，その形状の変化を時系列で確認することによって，BOD に代表されるような有機物指標の変化を視覚的に把握できること，また，高濃度 H_2S 発生の兆候を察知する手段として利用できる可能性を示すことができた。

謝辞

本研究は，JSPS科研費JP16K21716の助成を受けたものです。

5. 引用文献

1)　香川智紀：産業廃棄物最終処分場の現状と課題，廃棄物資源循環学会誌，23，361，2012
2)　平川周作，志水信弘，鳥羽峰樹，池浦太荘，桜木建治，大久保彰人：安定型最終処分場における硫化水素発生対策と経時的モニタリング，福岡県保健環境研究所年報，41，78-83，2014
3)　長森正尚，小野雄策，河村清史，山田正人，小野芳朗：浸出水質による一般廃棄物最終処分場の評価，廃棄物学会論文誌，18，325-334，2007
4)　平川周作，志水信弘，堀就英，鳥羽峰樹：有機物指標と無機イオン成分を用いた廃棄物最終処分場関連水の特性評価，環境化学，27(2)，23-28，2017
5)　高橋浩司，土田大輔，鳥羽峰樹，永瀬誠，宇都宮彬：安定型産業廃棄物処分場における事故調査，福岡県保健環境研究所年報，30，192-195，2003
6)　厚生省：廃棄物最終処分場における硫化水素対策検討会報告書，2000
7)　小野雄策：廃石膏ボード類埋立における硫化水素ガスの発生とその防止対策，安全工学，49，212-219，2010
8)　環境省：温泉利用施設における硫化水素中毒事故防止のためのガイドライン，2017
9)　一般財団法人日本規格協会：JIS K 0102　工場排水試験方法，東京
10)　井上雄三編：国立環境研究所研究報告　第188号 安定型最終処分場における高濃度硫化水素発生機構の解明ならびにその環境汚染防止対策に関する研究，p.13，独立行政法人国立環境研究所，茨城，2005

＜報　文＞

サンショウウオ類分布調査における環境DNA活用のための基礎的検討*

長谷部勇太**・武田麻由子**・中山駿一**・菊池宏海**・白子智康***

キーワード　①環境DNA　②ハコネサンショウウオ　③ヒガシヒダサンショウウオ　④定量PCR

要　　旨

環境DNA調査は現場での作業量が少なく，生息環境の撹乱を起こさないことなどから有用な生物調査方法であると期待されている。そこで，昨年度実施した相模川水系でのサンショウウオ類の捕獲調査と環境DNA調査の同時実施に引き続き，酒匂川水系でも同様の調査を行うとともに，採水時刻による環境DNA濃度の変動や環境DNAの検出可能距離に関する調査を実施した。その結果，相模川水系での調査と同様，捕獲調査と環境DNA調査の両者でサンショウウオ類が確認された地点が多く，環境DNA調査の補完調査としての有用性が確認された。また，環境DNA濃度は，採水時刻よりも種のライフサイクルの影響をより大きく受ける可能性が考えられた。

1. はじめに

神奈川県を流れる相模川及び酒匂川の2つの水系は，県内の水道水の約9割を賄っており，県民の重要な水源となっている。しかし，両水系の現状を見ると，ダム湖上流の森林荒廃による水源涵養機能の低下や生活排水対策の遅れによるダム湖(特に相模湖)の水質汚濁，また，中下流においては河川の護岸コンクリート化による自然浄化機能の低下（水や土砂の自然な流れの阻害）が懸念されている。

このため神奈川県では，相模川及び酒匂川の上流域において，水源涵養機能の向上を図るための森林の整備や水質向上のための生活排水対策の事業等に取り組んでいる。その効果を把握する目的で，サンショウウオ類を含む動植物や水質に関するモニタリング調査を，相模川では2008-09年から，酒匂川では2009-10年から5年間隔で実施している。

相模川及び酒匂川におけるサンショウウオ類に関する先行調査としては，丹沢山地の全域の沢について1993年から1995年にかけて行われた丹沢大山自然環境総合調査[1]とその約10年後の2004年から2006年にかけて行われた丹沢大山総合調査[2]がある。両調査によって，丹沢山地ではハコネサンショウウオ(*Onychodactylus japonicus*)及びヒガシヒダサンショウウオ(*Hynobius fossigenus*)の2種が分布していることが明らかとなっている。また，丹沢山地と箱根山地のサンショウウオ類の生息状況の比較も行われ[2]，丹沢山地のシカの食害による森林荒廃がサンショウウオ類の生息環境に悪影響を与えている可能性が指摘されており[2]，前述のモニタリング調査においても，森林整備による下層植生の回復等とサンショウウオ類の生息域の変化の関係について検証を行っているところである。

一方，水中に生息するマクロ生物(本稿においては，微生物ではなく目に見える大きさの生物を意味する)の調査方法については，従来実施されてきた捕獲等による調査の他に，近年環境中に存在するDNA，いわゆる環境DNAを用いた調査手法が注目されている。この調査手法は，河川や湖沼等で採取した水に存在するマクロ生物の糞や粘液に由来する生体外DNAを適切な手法でろ過・抽出・分析することで，間接的に当該マクロ生物の存在を把握する手法であり，従来の捕獲による調査に比べ，現場での作業時間やコストの軽減，生息環境の撹乱の防止などの点で多くのメリットがある[3]。

環境DNAによるマクロ生物の生体外DNAの存在を初めて報告したのは，2008年に報告されたフランスの研究であり[4]，その後，国内外で様々な研究が行われ，環境DNAに関する研究が急速に発展している状況である。

*The fundamental study on environmental DNA utilization in habitat distribution survey of salamander species

**Yuta HASEBE, Mayuko TAKEDA, Shunichi NAKAYAMA, Hiromi KIKUCHI
（神奈川県環境科学センター）Kanagawa Environmental Reseach Center
***Tomoyasu SHIRAKO（いであ株式会社）Idea Consultants, Inc.

前述のモニタリング調査において行っているサンショウウオ類調査では，従来から手網又は手取りによる捕獲調査を実施しているが，生息域の撹乱を引き起こす懸念があるため，昨年度の相模川における調査時には，捕獲調査と同時に，環境DNA調査の導入を目的とした試行的な調査として環境DNA調査も実施した[5]。

本研究では，相模川水系での調査に引き続き酒匂川水系源流域に生息するサンショウウオ類について，従来実施してきた捕獲調査と環境DNA調査の比較を行い，捕獲調査の代替や補完の可能性について評価を行うとともに，採水時刻による環境DNA濃度の変動や環境DNAの検出可能距離についての調査も行った。

なお，調査地点の詳細については，サンショウウオ類の保護の観点から先行調査においても沢名又は水系名までの公表に留めており，本研究においても神奈川県のレッドデータブック掲載種の保護の観点から，同様に詳細な沢名までは公表しないこととした。

2. 調査方法

2.1 調査対象種

調査対象種は，丹沢山地に生息が確認されているハコネサンショウウオ及びヒガシヒダサンショウウオの2種とした。

ハコネサンショウウオは渓流性のサンショウウオであり，成体は沢沿いの林床落ち葉や倒木の下，岩陰などに生息している。神奈川県内では小田原市，箱根町，丹沢山地の塔ノ岳，丹沢山，蛭ヶ岳，檜洞丸，大室山を囲む沢に分布している。

ヒガシヒダサンショウウオも渓流性のサンショウウオであるが，成体は山地のブナ帯の沢の流域に生息し，林床の落ち葉や岩の下で生活し，小動物を捕食する。神奈川県内では丹沢山地の塔ノ岳，丹沢山，蛭ヶ岳，檜洞丸を囲む限られた地域に隔離された状態で分布している。

なお，ヒガシヒダサンショウウオは2018年に新種記載された種であるため[6]，過去の調査結果や文献との比較の際は，ヒダサンショウウオに該当するものとして整理した。

いずれの種も，神奈川県のレッドデータブックに掲載されており，ハコネサンショウウオは準絶滅危惧種，ヒガシヒダサンショウウオは絶滅危惧Ⅱ類に該当する。また，ヒガシヒダサンショウウオについては，環境省レッドリストの準絶滅危惧種に該当する。

2.2 調査地域及び調査日時

2.2.1 捕獲と環境DNAの同時調査

捕獲と環境DNAの同時調査は，酒匂川の図1及び表1で示す位置で実施した。本稿ではサンショウウオ類の保護の観点から「はじめに」に記したとおり調査地点の名称及び正確な位置を表示していない。

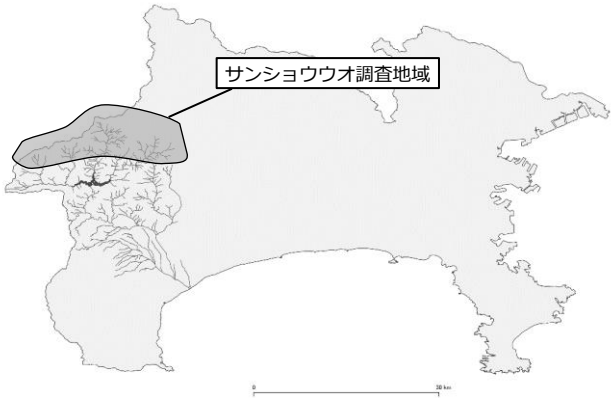


図1　酒匂川の同時調査地域図

2009年及び2014年調査は捕獲調査のみ，2019年は環境DNA調査と捕獲調査を実施した。

2009年及び2014年は，8月に表1に示す酒匂川水系の25地点で，2019年8月は20地点（崩落によりSt.8,9,10,11,12については調査不可のため）で捕獲調査を実施した。

また，2019年の調査時には，環境DNA分析用試料として捕獲調査の直前に河川水の採水を実施した。

2.2.2 採水時刻による環境DNA濃度の変動調査

環境DNAは生物から排出される糞や脱落した細胞，粘液，配偶子等を由来とすると考えられており[7]，対象の生物が活動的に行動する時間帯において多くの環境DNAが検出されることが想定される。そこで過去の酒匂川の調査から，ハコネサンショウウオ及びヒガシヒダサンショウウオの両方が生息している地点として図2の丹沢湖上流河内川のSt.3東沢A沢を調査地点に選定し，2019年6月20日午後12時から河川水の採水を開始し，その後3時間ごとに採水を実施し，6月21日の午前9時まで計8回の採水を実施した。

表1　調査地点一覧

調査地点	水系名
St.1	白石沢A沢
St.2	用木沢
St.3	東沢A沢
St.4	東沢B沢
St.5	東沢C沢
St.6	西沢
St.7	大滝沢
St.8	玄倉川A沢
St.9	玄倉川B沢
St.10	玄倉川C沢
St.11	玄倉川D沢
St.12	玄倉川E沢
St.13	玄倉川F沢
St.14	大棚沢A沢
St.15	大棚沢B沢
St.16	金山沢
St.17	水の木沢
St.18	大又沢A沢
St.19	大又沢B沢
St.20	大又沢C沢
St.21	ヘイソ沢
St.22	寄沢
St.23	勘七沢
St.24	槍沢
St.25	梶ヶ沢

2.2.3 環境DNAの検出可能距離調査

生物から放出されたDNA断片は，河川を流下しながら拡散し，ある程度流下した段階

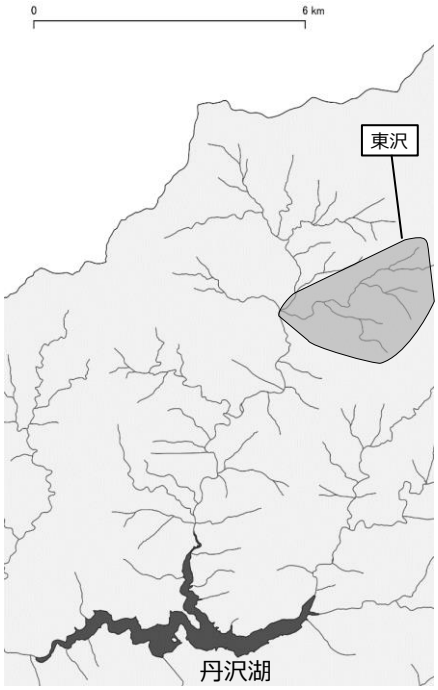


図2　環境DNA濃度の変動調査地域図

で検出下限値以下の濃度となると推定される。環境DNAの検出を生物の生息情報と結び付けるには，生物から放出されたDNA断片がどの程度下流まで検出されるのかを調査する必要がある。

そのため，過去の酒匂川の調査からハコネサンショウウオが確認されておらず，事前の環境DNA調査においてもDNA不検出が確認された西沢を調査地点に設定し，2019年8月28日に，図3のとおり15匹のハコネサンショウウオの幼生を入れた籠の直下，100m下流，200m下流，300m下流，400m下流の計5地点で30分ごとに採水を3回実施した。

調査に用いたハコネサンショウウオはいずれも体長3cm程度の幼生であった。

2.3 環境DNA分析

環境DNAの分析方法は，大きく2つの方法に大別される。1つ目が種特異的なプライマーを用いて，ポリメラーゼ連鎖反応(polymerase chain reaction:PCR)により，対象種のDNAのみを増幅して存在を確認する方法(①)であり，2つ目がユニバーサルプライマーを用いて分類群に属する種のDNAをまとめて増幅し，次世代シーケンサーを用いてそれらの塩基配列を網羅的に読み取り，既存のデータベースと照合して複数の種の存在を一度に確認する方法(②)である。①は主に2つに区分され，1つ目が電気泳動によるバンドの有無を確認する方法(①-1)，そして2つ目がリアルタイムPCRを用いて経時的にDNAの増幅を測定する方法(①-2)である。①-2は従来のPCRと電気泳動を用いた方法に比べ，検出感度，種特異性，定量性の面で優位とされている[8,9,10]。

図3　環境DNA検出可能距離調査地点図

さらに，リアルタイムPCRは蛍光物質を用いてDNAの増幅を経時的に測定するが，その手法は主に2つあり，それぞれ，低コストで簡便ではあるが，特異性は劣るインターカレーション法(①-2-a)及びプローブと呼ばれる標的配列に特異的に結合するオリゴヌクレオチドの設計が必要であるが特異性に優れるハイブリダイゼーション法(①-2-b)である。なお，一般社団法人環境DNA学会の環境DNA調査・分析マニュアルでは，ハイブリダイゼーション法が記載されている[11]。

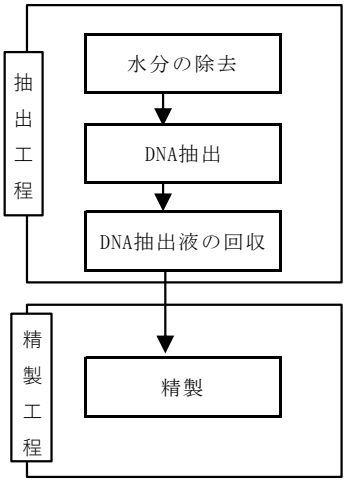


図4　DNAの抽出・精製工程

本研究では，既報の調査[11]と同様に，特異性の高い分析手法である①-2-b，つまり種特異的なプライマー及びプローブを用いたリアルタイムPCRによるハイブリダイゼーション法で分析を行った。

2.3.1 採水及びろ過

採水容器は，2.2.1の調査では新品の滅菌済み1L容ポリプロピレン製広口びんを使用し，2.2.2及び2.2.3の調査では，新品の滅菌済み2L容ポリプロピレン製広口びんを使用した。2.2.1の調査では調査地点に複数の沢が存在する場合があり，その際は各沢において等量ずつ採水し，調査地点毎に合計で1Lとなるように混合した。採水後にDNAの分解を抑制するため，塩化ベンザルコニウムを終濃度0.01%となるように添加した[12]。試料は冷蔵で実験室まで輸送し，実験室内においてカートリッジ型のステリベクスフィルター(Merck Millipore社製 Sterivex-HV，口径0.45μm)を使用し，ろ過を行った。このとき，ろ過ポンプ及び廃液タンク等を除き，コンタミネーション防止のため，試料に直接触れる部分はすべて使い捨てタイプの器具を使用した。また，サンプルと同じポリ容器にDNAを全く含まない超純水を2L入れたものを用意し，トラベルブランクとした。トラベルブランクは，サンプルと同様にろ過・抽出・分析を行い，ネガティブコントロールとして用いた。

2.3.2 フィルターからのDNA抽出・精製

ろ過したステリベクスフィルターからのDNA抽出・精製はMiya *et al.*[13]の方法に従い，QIAGEN社製のDNeasy Blood & Tissue Kitを用いて図4の手順で行った。

始めにフィルターに残った水分を遠心分離により除去し，プロテナーゼK溶液，リン酸緩衝生理食塩水及びbuffer ALの混合物を入れ，56℃でロータリーシェーカーを用いて回転した。この工程によりDNAを抽出し，遠心分離によりDNA抽出液を回収した。

得られたDNA抽出液をについてプロトコールどおりにエタノール，Buffer AW1，Buffer AW2，Buffer AEを添加し，精製を行った。

2.3.3 プライマー及びプローブの設計

ハコネサンショウウオ及びヒガシヒダサンショウウオのプライマー及びプローブは既報の配列[11]と同様とし，表2のとおりとした。

2.3.4 リアルタイムPCR定量分析

本研究では，捕獲調査で確認されたサンショウウオ類の数と環境DNA濃度の相関を検証するため定量PCR法により分析を行った。定量PCR法は，サンプル中に含まれているターゲット種のDNA濃度を測定する方法であり，本法により検出された環境DNA濃度は，採水地点におけるターゲット種の生物量と強い正の関係性があることが報告されている[14]。

抽出・精製したDNA溶液を鋳型とし，種特異的なプライマー及びプローブを用いて，リアルタイムPCRシステム（ThermoFisher社製 QuantStudio3）による定量PCR分析を行った。PCR溶液にはそれぞれ900nMのプライマー、250nMのTaqManプローブ、2×TaqPath qPCR Master Mix (Applied Biosystems社)、2μLのサンプルDNAを加え、合計で10μLとした。PCRの条件は、50℃で2分、95℃で20秒の後、95℃で1秒、60℃で20秒のサイクルを55サイクル行った。また，標準試料として調査対象種それぞれの塩基配列を人工的に合成したDNAを使用し，10000コピー，1000コピー，100コピー，10コピー，1コピーの測定結果から，検量線を作成した。標準曲線のR^2値は0.981～0.994の範囲であり，PCR効率は106.15～113.86%であった。

分析の際は，DNA濃度がごく微量の場合に起こりやすい偽陰性の判定を防ぐため，1検体につき4連反復した。環境DNAの濃度は，4連反復のDNAのコピー数の平均値からサンプル１L中のコピー数を算出し，copies/mLに換算した。4連反復のうち1回でもDNAの増幅が確認された場合，平均値が定量下限値未満となった場合でも「不検出」とはせず，「検出」として扱った。

2.3.5 PCR阻害試験

Katano *et al.*[15]に従って，PCR阻害試験を実施した。その際，スパイクするDNAには，河川中で検出される可能性のない海外産海水魚の人工合成DNAを使用した。

$\Delta Ct(=Ct_{positive\ control}-Ct_{sample})$が3以上となった場合には，PCR阻害があったと判断した。ここで，$Ct_{positive\ control}$は超純水中に，Ct_{sample}は試料中に海外産海水魚の人工合成DNAと対応するプライマー及びプローブを入れてリアルタイムPCRで分析した時のCt値(増幅産物がある一定量に達したときのPCRサイクル数)を示す。

2.4 捕獲調査

捕獲調査は河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル[河川版]に準拠し，礫の下や淵等を手網もしくは手取りで行い，調査時間は，原則として1地点あたり1人×2時間(もしくは2人×1時間)とした。

3. 結果

3.1 捕獲と環境DNAの同時調査

各調査年で捕獲されたサンショウウオの数及び環境DNAの分析結果は表3のとおりであった。

捕獲調査では，ハコネサンショウウオは2009年に7地点，2014年に9地点，2019年に7地点で確認され，ヒダサンショウウオは2009年に2地点，2014年に2地点，2019年に2地点で確認された。

環境DNA調査では，ハコネサンショウウオの環境DNAが

表2　サンショウウオ類のプライマー及びプローブ

種	プライマー及びプローブ	
ヒガシヒダサンショウウオ	フォワードプライマー	5'-CCCCCTCCAATCTTTCATCACTA-3'
	リバースプライマー	5'-GGATGAGAAGGCTGAGGATG-3'
	プローブ	5'-[FAM]-TGCCTAATTGTACAAATTATTACA-[MGB]-3'
ハコネサンショウウオ	フォワードプライマー	5'-TACTTGAAACCACGACCGCT-3'
	リバースプライマー	5'-CGCCAAAGTCCTTGAGTTTT-3'
	プローブ	5'-[FAM]-TCCGCCAGATTACTACG-[MGB]-3'

注)表中のA,T,G,Cは，塩基の種類，[FAM]は蛍光物質の種類，[MGB]はTm EnhancerであるMGB(Minor Groove Binder)を表す。

表3　捕獲調査と環境DNA調査の結果

種名			ヒガシヒダサンショウウオ				ハコネサンショウウオ			
調査地点		水系名	捕獲調査(調査年)			eDNA(2019)	捕獲調査(調査年)			eDNA(2019)
			2009	2014	2019	(copies/mL)	2009	2014	2019	(copies/mL)
地点番号	St.1	白石沢A沢	－	－	－	－	31	21	43	検出
	St.2	用木沢	－	－	－	－	－	1	20	0.82
	St.3	東沢A沢	3	5	12	－	－	3	2	0.30
	St.4	東沢B沢	2	6	2	－	－	－	2	－
	St.5	東沢C沢	－	－	－	－	30	30	23	検出
	St.6	西沢	－	－	－	－	－	－	－	－
	St.7	大滝沢	－	－	－	－	－	－	－	－
	St.8	玄倉川A沢	－	－			20	23		
	St.9	玄倉川B沢	－	－			34	48		
	St.10	玄倉川C沢	－	－			－	－		
	St.11	玄倉川D沢	－	－			5	2		
	St.12	玄倉川E沢	－	－			17	26		
	St.13	玄倉川F沢	－	－	－	－	－	－	－	－
	St.14	大棚沢A沢	－	－	－	－	－	－	－	－
	St.15	大棚沢B沢	－	－	－	－	－	－	－	－
	St.16	金山沢	－	－			－	－	－	－
	St.17	水の木沢	－	－	－	－	－	－	－	－
	St.18	大又沢A沢	－	－	－	－	12	13	2	0.06
	St.19	大又沢B沢	－	－	－	－	－	－	－	－
	St.20	大又沢C沢	－	－	－	－	－	－	－	－
	St.21	ヘイソ沢	－	－	－	－	－	－	－	－
	St.22	寄沢	－	－	－	－	－	－	1	検出
	St.23	勘七沢	－	－	－	－	－	－	－	－
	St.24	槍沢	－	－	－	－	－	－	－	－
	St.25	梶ヶ沢	－	－	－	－	－	－	－	検出
確認地点数			2地点	2地点	2地点	0地点	7地点	9地点	7地点	7地点

注1) 捕獲調査の数字は個体数
注2) 環境DNAの分析は地点毎に4反復で行い、4回の平均値を記載。
注3) 定量下限値は0.05copies/mL(1copy/2μL)。4回のうち1回でもDNAが検出されたもののうち、平均値が定量下限値未満の場合は「検出」とした。
注4) 環境DNAの確認地点数については、「検出」も含めた。
注5) 表中の「－」は未検出及び未確認を示す。
注6) 表中の網掛け部分は調査未実施を示す。

7地点で検出され，平均値が定量下限値未満となったのが4点，定量下限値以上となった地点の平均濃度は0.06～0.82copies/mLであった。ヒガシヒダサンショウウオは全地点で不検出であった。また，トラベルブランクからは両種のサンショウウオのDNAは検出されなかった。

2019年調査におけるハコネサンショウウオの捕獲調査による確認と環境DNA調査による検出(以下，共に「生息確認」という。)の状況を比較すると，前者は7地点，後者は7地点で生息確認した。いずれかの手法で生息確認した地点は8地点であり，両手法で生息確認した地点は6地点(75%)，環境DNA調査のみの地点が1地点(12.5%)，捕獲調査のみの地点が1地点(12.5%)であった。

3.2 採水時刻による環境DNA濃度の変動調査

採水時刻ごとの環境DNA濃度の平均値を図5に示す。ヒガシヒダサンショウウオについては検出されたすべての時刻で定量下限値未満となったため，検出された時刻は「*」を表示した。

捕獲と環境DNAの同時調査では，当該地点のハコネサンショウウオの環境DNA濃度は0.30copies/mLであったが，今回の調査では，いずれの時間帯においても10倍以上の濃度で検出された。また，夜活発に活動する性質から夜間に環境DNA濃度が高まると予想していたが，結果からはそのような傾向はみられなかった。

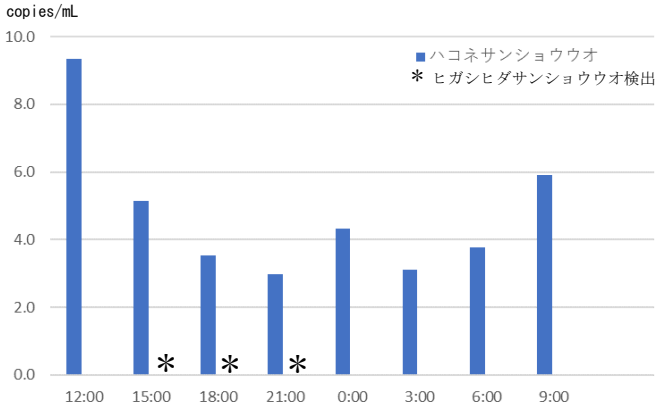


図5 採水時刻による環境DNA濃度の変動

ヒガシヒダサンショウウオについては当該地点での捕獲調査の結果からは6倍の個体数が確認されたが，環境DNAの濃度は低く，定量下限値以上となる時刻はなかった。

3.3 環境DNAの検出可能距離調査

ハコネサンショウウオが入った籠の直下を含め，すべての地点で不検出となった。

3.4 PCR阻害試験

PCR阻害試験の結果，⊿Ctが3以上となった地点はなかったことから，いずれの地点においても定量PCRの結果に影響を及ぼす阻害物質はなかったと判断した。

4. 考察

4.1 捕獲と環境DNAの同時調査について

捕獲調査と環境DNA調査の同時調査の結果から，ハコネサンショウウオでは両手法で確認された地点が6地点といずれかの手法のみで確認された地点よりも多く，また捕獲調査では確認されなかった地点について，環境DNAが検出された地点もあることから，相模川での調査結果と同様ハコネサンショウウオの生息状況の調査において，捕獲調査を補完する手法としては有用であると考えられた。

捕獲調査のみで確認された地点については，生息する個体数が少ないことが環境DNAが不検出となった原因の一つと考えられたが，多くのハコネサンショウウオが捕獲されたSt.1においても，DNA濃度が定量下限値未満となるなど，必ずしも個体数とDNA濃度に正の相関があるわけではなかった。これについても相模川での調査結果と同様の傾向を示しており，流水環境においてDNA濃度から生物量を予測するには，当該水域の流速・流量等の河川の物理的な情報に加えて，調査対象種の環境DNAの放出形態に関する情報等をより詳細に検討する必要があると考えられた。

一方でヒガシヒダサンショウウオについては，2地点で捕獲されたものの，いずれも環境DNAは不検出となった。St.3については12個体と比較的数多く捕獲されているにもかかわらず，環境DNAが検出されなかったことから，種による環境DNA放出量の違い等についても検討する必要があると考えられた。

4.2 採水時刻による環境DNA濃度の変動調査及び環境DNAの検出可能距離調査について

採水時刻による環境DNA濃度の変動調査はSt.3で実施したが，捕獲調査と環境DNAの同時調査では検出されなかったヒガシヒダサンショウウオの環境DNAが定量下限値未満であったが増幅が確認された。この要因の一つとして，同時調査が採水量1Lであったのに対し，この調査では2Lの採水を行ったことが検出率を向上させたと考えられたが，検出数は8検体中3検体であり，検出率としては依然として低い結果となった。

一方でハコネサンショウウオについては，同時調査に比べて10倍以上の環境DNA濃度が検出された。この要因としては，一般的にハコネサンショウウオの繁殖期が4月下旬から6月にかけて，まれに8月上旬までとされており[16]，6月中旬に実施したこの調査では繁殖に伴う精子由来のDNAなどをサンプリングしたことにより，環境DNAが高濃度に検出されたのに対し，8月に実施した同時調査時にはすでに繁殖期は終わっていたために，環境DNA濃度が低濃度であったことが考えられた。また，採水時刻については濃度に変動はあるものの，夜行性のために生物の活性が高い夜間で環境DNA濃度が高くなるといった傾向は認められず，むしろ繁殖期といった種のライフサイクルの方が結果に大きな影響を与えている可能性が示唆された。

環境DNAの検出可能距離調査では，直下での採水を含めてすべての地点で不検出となったことから，流下による希釈の影響を判断することはできなかった。これは鮎を使った野外実験で1km下流までDNAが検出された報告[17]とは異なる結果となった。その原因としては，①鮎を用いた実験では鮎を50匹使っており，生物量が多く，DNAの放出量が多いと想定されること，②籠の中で常に泳いでいる鮎に比べ，サンショウウオは籠の中に設置した石の下で動かなかったため，代謝や活動に由来するDNAの放出量が少なかったことなどが考えられた。

5. まとめ

ハコネサンショウウオに関する環境DNA調査及び捕獲調査結果から，両手法でともに生息確認できた割合は75%であった。相模川での調査結果と同様，環境DNA調査は，捕獲調査では生息確認できなかった地点においても生息情報が示されるなど，捕獲調査を補完する調査方法として有用と考えられた。

一方，捕獲調査で生息確認されたものの，環境DNAでは生息が示されなかった地点があること，またヒガシヒダサンショウウオが生息確認されなかったことについても相模川での調査結果と同様となり，依然として代替手法として利用するには課題が残る結果となった。

これらの課題については，ハコネサンショウウオの繁殖期に採水した結果が繁殖期終盤の10倍の濃度になるなど，種のライフサイクルを考慮したサンプリング計画を立てることで検出率を大幅に高めることができる可能性が見いだされた。

今後は，特定の調査地点で高頻度調査を実施することにより，サンショウウオ類の生息状況を的確に把握するためのサンプリング手法構築につなげていきたい。

6. 引用文献

1)　山崎泰，石原龍雄，梶野稔，北垣憲仁：丹沢のサンショウウオ類．丹沢大山自然環境総合調査報告書，480-493，1997
2)　石原龍雄，林義雄，草野保，山崎泰，北垣憲仁：サンショウウオからみた丹沢．丹沢大山総合調査学術報告書，321-327，2007
3)　Darling JA, Mahon AR: From molecules to manag-ement:adopting DNA-based methods for monitoring biological invasions in aquatic environments . Environmental Research , 111:978-988, 2011
4)　Ficetola GF, Miaud C, Pompanon F, Taberlet P: Species detection using environmental DNA from water samples.Biology Letters, 4:423-425, 2008
5) 長谷部勇太,白子智康:サンショウウオ類の分布調査における捕獲調査と環境DNA調査の比較．全国環境研会誌,44,62-68,2019
6)　Okamiya H, Sugawara H, Nagano M, Pooyarkov NA :An integrative taxonomic analysis reveals a new species of lotic Hynobius salamander from Japan. PeerJ, 6, e5084, 2018
7)　Barnes MA, Turner CR:The ecology of environme-ntal DNA and implications for conservation gene-tics.Conservation Genetics, 17:1-17, 2016
8)　Wilcox TM, McKelvey KS, Young MK, Jane SF, Lo-we WH,Whiteley AR, Schwartz MK:Robust detection of rare species using environmental DNA: the im-portance of primer specificity. PLOS ONE,8, e59520,2013
9) Díaz-Ferguson E, Herod J, Galvez J, Moyer G :Development of molecular markers for eDNA detec-tion of the invasive African jewelfish (Hemichr-omis letourneuxi): a new tool for monitoring aq-uatic invasive species in National

Wildlife Ref-uges. Management of Biological Invasions, 5, 121- 131, 2014
10) Turner CR, Miller DJ, Coyne KJ, Corush J:Impr-oved Methods for Capture, Extraction, and Quant-itative Assay of Environmental DNA from Asian Bigheaded Carp(Hypophthalmichthys spp.). PLOS ONE, 9, e114329, 2014
11) 一般社団法人環境DNA学会，環境DNA調査・実験マニュアル Ver.2.1(2019 年 4 月 25 日 発 行), http://ednasociety.org/eDNA_manual_ver2_1_3.pdf(2020.2.7 アクセス)
12) Yamanaka H, Minamoto T, Matsuura J, Sakurai S, Tsui S, Motozawa H, Hongo M, Sogo Y, Kakimi N, Teramura I, Sugita M, Baba M, Kondo A:A simple method for preserving environmental DNA in water samples at ambient temperature by addition of c-ationic surfactant. Limnology, 18(2), 233-241, 2017
13) Miya M, Minamoto T, Yamanaka H, Oka S, Sato K, Yamamoto S, Sado T, Doi H:Use of a filter cart-ridge for filtration of water samples and extra-ction of environmental DNA. Journal of Visualiz-ed Experiments, 117, e54741, 2016
14) Doi H, Inui R, Akamatsu Y, Kanno K, Yamanaka H, Takahara T, Minamoto T: Environmental DNA an-alysis for estimating the abundance and biomass of stream fish. Freshwater Biology, 62 (1), 30- 39, 2017
15) Katano I, Harada K, Doi H, Souma R, Minamoto T:Environmental DNA method for estimating salama-nder distribution in headwater streams, and a comparison of water sampling methods. PLOS ONE, 12(5), e0176541, 2017
16) 大野正男:24.ハコネサンショウウオ. 第2回自然環境保全基礎調査(緑の国勢調査)動物分布調査(両生類・は虫類)報告書 日本の重要な両生類・は虫類の分布 全国版. 134-141, 1982
17) 山口皓平，赤松良久，乾隆帝，後藤益滋，河野誉仁，栗田喜久:河川における環境DNA含有物質の動態に関する基礎的研究. 土木学会論文集B1(水工学), 74, I_409-I_414, 2018

＜報　文＞

長野県の生物多様性の現状と地域戦略の見直しに向けた課題*

須賀　丈**・畑中健一郎**・尾関雅章**・北野　聡**・髙野(竹中)宏平**・
陸　斉**・浜田　崇**・黒江美紗子**・浦山佳恵**・堀田昌伸**

キーワード　①生物多様性の４つの危機　②人口減少　③気候変動　④訪日外国人旅行者　⑤SDGs

要　　旨

2020年に予定されている「生物多様性ながの県戦略」の見直しに向けて，長野県の生物多様性の現状を評価し2030年に向けて取り組むべき主な課題を検討した。県版レッドリスト掲載種の絶滅危惧要因，耕作放棄地率の増加，野生動物による農林業被害，外来生物，気候変動影響，人口動態とその将来予測などのデータから評価をおこない，また愛知目標策定後の国内外の取り組み状況を踏まえて今後の課題を検討した。その結果，長野県の生物多様性の状況は，戦略の策定前と比較して一部に改善が見られたもののその領域は限定的で，危機要因が多様化していること，今後の人口減少・気候変動などにより深刻化する可能性があることが明らかとなった。今後は長野県の自然環境の特色を活かし，またSDGsなどが掲げる統合的な課題解決の視点を踏まえて，観光・自然体験・防災など地域づくりの多様な分野と連携した取り組みの深化・拡大が望まれる。

1. はじめに

生物多様性の保全とその持続可能な利用は，国連環境開発会議における生物多様性条約の採択(1992年)以来，気候変動とともに地球環境の持続性にかかわる課題として，世界的に取り組みがなされてきた。生物多様性条約第10回締約国会議(COP10，2010年)では，2020年までの目標を掲げた戦略計画2011-2020が採択され，その個別目標は愛知目標として知られる。日本では，愛知目標の達成を目指して生物多様性国家戦略2011-2020（以下，国家戦略)による取り組みがすすめられている。また生物多様性基本法には，都道府県及び市町村による生物多様性地域戦略の策定の努力義務が記されており，地域レベルでも数多くの取り組みがなされている。

長野県は，山岳や高原に代表される特色ある自然環境で知られる。維管束植物の固有性の分布から，日本では本土の山岳部と離島に生物多様性ホットスポットとして重要な地域が多く，その中には長野県の山岳域も多く含まれる[1)]。この長野県の自然環境の重要性と愛知目標，生物多様性基本法の規定などを踏まえ，生物多様性ながの県戦略[2)](以下，県戦略)が2012年に策定され，以来この戦略による取り組みがおこなわれてきた。

愛知目標，国家戦略，県戦略はいずれも2020年を短期の目標年度としており，その総括と見直しの時期を迎えている。県戦略の見直しは2020年度に予定されている。

愛知目標の策定以来，これらの取り組みをめぐる国内外の社会経済的な状況にも変化が生じた。地球環境分野では，2015年に国連で持続可能な開発目標(SDGs)が採択された。これは2030年を目標年度に環境・社会・経済の課題の統合的な解決を目指すことを掲げており，その17の目標の中に生物多様性の課題が位置づけられている。この動きを経済分野で促進するものとして，ESG投資が拡大しつつある[3)]。国内では人口減少が始まり，さらに今世紀を通じ急激な減少がつづくとの推計とその社会経済的な影響に対する議論が高まった。また2011年の東日本大震災と近年の極端な気象現象による被害などから，防災・減災への国民的な関心の高まりが生じた。こうした変化を踏まえ，生物多様性分野と他の社会経済分野との新しい統合に向けた議論がなされている[4),5)]。

長野県でも県戦略の見直しにあたり，現状の評価と，社会経済的状況の変化などを踏まえた今後の取り組みの検討が求められる。経済成長と人口増加の続いた20世紀の自然保護行政の枠組みは，生物多様性の第1の危機(開発などの人間活動)への対応を軸に形成された。これに対し現状はグローバル経済と人口減少の影響下にあり，

*Present states of biodiversity and relevant issues for revision of the local biodiversity strategy in Nagano Prefecture

**Takeshi SUKA, Kenichiro HATANAKA, Masaaki OZEKI, Satoshi KITANO, Kohei TAKANO Takenaka, Hitoshi KUGA, Takashi HAMADA, Misako KUROE, Yoshie URAYAMA, Masanobu HOTTA
（長野県環境保全研究所）Nagano Environmental Conservation Research Institute

国家戦略と県戦略が示すように生物多様性の第2の危機(自然への働きかけの縮小)，第3の危機(外来種など人間によりもちこまれたもの)，第4の危機(気候変動などの地球環境の変化)への対応をも求められている。この状況で現在生じている課題を再点検し，県戦略の見直しに反映させることが必要である。第四次長野県環境基本計画(2018年)では，その基本的な考え方として「SDGs(持続可能な開発目標)による施策の推進」を掲げており，「生物多様性・自然環境の保全と利用」もその枠組みに位置づけられている。しかし長野県の生物多様性とそれを取り巻く社会経済的な状況を統合的に評価・予測し，2020年以降の取り組みのあり方を検討することはこれまでおこなわれていない。

そこで本報文では，長野県版レッドリストによる種の絶滅危惧要因の評価結果をあらためて生物多様性の4つの危機の側面から検討するとともに，4つの危機の関連指標の推移を検討し，気候変動による生態系への影響予測の結果をこれに加えて，長野県の生物多様性の現状を総合的に評価した。また人口統計と観光統計から今後の社会的・経済的動向を展望し，さらに関連する国内外の動向を参照することにより，2030年までの10年間に長野県で重点的に取り組むべき課題を検討した。

2. 長野県の生物多様性の状況

2.1 野生動植物の絶滅危惧要因

長野県では県戦略策定前の2002年に維管束植物編，2004年に動物編のレッドデータブックを刊行し[6),7)]，また県戦略の行動計画により2014-2015年にレッドリストを改訂した[8),9)]。この約10年間の状況の変化を，掲載種数と絶滅危惧要因の内訳から検討した。

絶滅危惧要因の評価は，種の生息状況に危機をもたらす人間活動を特定するため，レッドリストの改訂時に，掲載各種の主な絶滅危惧要因を共通の選択肢から３つまで選択する形でおこなわれた。この選択肢は，生物多様性の4つの危機により分類し，森林伐採，河川開発，道路工事などの第1の危機，自然遷移，森林／草原の管理停止，耕作放棄などの第2の危機，外来生物，遺伝子交雑，農薬汚染などの第3の危機，産地局限，気候変化の第4の危機，およびそのほかとして結果を集計した。産地局限は4つの危機のいずれに対しても脆弱な状況を示すが，仮に他の3つの危機が回避されたとしても今後は気候変化の影響が増大すると判断し(後述)，ここでは第4の危機に含めた。これらの絶滅危惧要因の集計結果を掲載種数の多い分類群間で比較した。また維管束植物の集計結果を，2002年の集計結果と比較した。

その結果，長野県版レッドリストの掲載種数(絶滅のおそれのある種の数)と改訂前に対するその増減数は，維管束植物804種(45種増)，非維管束植物211種(21種増)，脊椎動物98種(17種増)，無脊椎動物505種(176種増)であった[6)-9)]。この中には調査が進展し実態が明らかになったことにより追加された種，除外された種，実態が変化して絶滅危険度のランクが上昇した種，下降した種などが混在する。したがってこれらの数字が生物多様性の劣化の度合いを直接表しているわけではない。しかし生育・生息状況の改善した種は限られており，全体として明瞭な改善傾向は確認されなかった。

集計された絶滅危惧要因(図1)は，多くの分類群で第1の危機が最も大きな割合を占めていた。しかし分類群により他の要因が顕在化する傾向も見られた。第2の危機はチョウ目で最大の要因であり，維管束植物でも大きな割合を占めていた。第3の危機は，陸水に生息する魚類・トンボ目で顕在化が見られた。第4の危機として集計されたものの多くは産地局限であった。

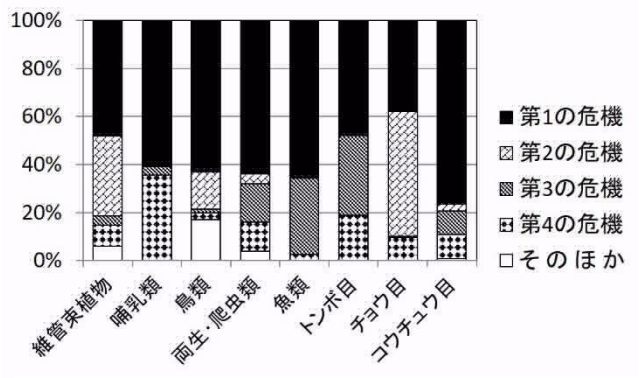


図1　改訂後の長野県版レッドリストにおける主な分類群の絶滅危惧要因の相対割合

この絶滅危惧要因の内訳を維管束植物でレッドリストの改訂前後を比較すると，第2の危機の割合が18%から34%に増大していた。維管束植物は，チョウ類とともに多くの研究者によって長年にわたり生育・生息実態の変化が調査されている分類群である。したがってこれらの分類群で見られる第2の危機のウェイトの大きさは，長野県の陸上生態系における生物多様性の変化の一側面を反映したものである可能性が高い。

2.2 生物多様性の4つの危機の関連指標

生物多様性の第1の危機に関連した指標として，林地開発の許可面積の推移[10)]を参照した。県戦略[2)]では，第2の危機に関連した状況を示すものとして，耕作放棄地率と野生動物による農林業被害額，第3の危機を示すものとして県内で確認されている特定外来生物のリストを掲げている。そこで，これらの指標のその後の推移を確認し，このほかの関連する調査結果とあわせて状況の変化を検討した。

また県戦略の策定後に生態系への気候変動の影響予測に関する研究が進展したため，第4の危機として生じうる影響を検討した。まず長野地方気象台の過去100年あまりの年平均気温の変化を参照し，次いで長野県の将来の気温変化量[11]，気候変動の速度の指標(Velocity of Climate Change: VoCC)[12]，高山帯に生息するライチョウの生息適地の変化[13]に関する研究結果を検討した。

第1の危機の指標とした林地開発の許可面積は，1990年度に115haであったが，その後減少し2010-2011年度にゼロとなったものの，2012-2017年度には8-32haで推移している[10]。近年の開発目的の多くは，太陽光発電施設の造成である。

第2の危機は，里地里山の生物資源を活用した伝統的な農山村の生業の衰退と深く関わって生じている。その関連指標である耕作放棄地率[14]は今世紀に入っても増大しつづけており，2015年時点で長野県では19.4%と，全国平均10.9%の２倍近くに達している(表1)。耕作放棄地率は放棄された田畑の総面積を示すものではなく相対的な指標であるが，全体に明瞭な改善傾向は見られない。

表1　耕作放棄地率（%）（土地持ち非農家含む）の変化（「農林業センサス」より）

調査年	長野県	全国
2000 年	14.9	8.2
2005 年	17.5	9.7
2010 年	18.8	9.8
2015 年	19.4	10.9

主な野生動物(シカ・サル・クマ・イノシシ)による農林業被害額[15]は近年減少傾向が見られる(図2)。被害額が最も大きいのはシカによるものであり，このことは過去十数年変化していない。

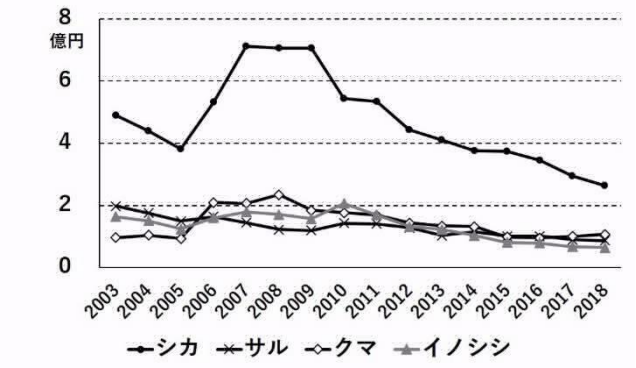


図2　長野県の野生動物による農林業被害額の変化

この被害額の動向には，対策の進展とともに耕作放棄の推移も関わっていると考えられる。獣害は農家の生産意欲の低下をまねき，これがさらに耕作放棄の増加をもたらすとされる。またこの指標は野生動物と農林業との軋轢に焦点を当てたものであり，これらの野生動物と生物多様性の他の構成要素との関係を表したものではないことに注意が必要である。たとえば柵の設置により動物による農作物への摂食被害が防止されている場合，柵の外側の山林の植生は被害を受けていることが多い。

長野県内のシカの分布域は依然，拡大傾向にある。過去100年ほどシカが生息しなかったと考えられる北アルプス北部でも，山麓で下層植生への被害が拡大しつつあり，高山帯でも出没が確認されている[16]。草原植生へのシカによる食害が2007年頃から顕在化した霧ヶ峰では，その後の防鹿柵の設置により植物や訪花昆虫の多様性の回復が柵内では見られることが確認されている。

したがって野生動物による食害は，農林業被害の面での軋轢が量的に緩和されつつあるものの，生態系の質的変化の側面では危機的な状況が継続している。

長野県内で確認された特定外来生物は，県戦略の策定後も増加している(表2)。発見直後に駆除された種がある一方，定着済みの外来生物では，オオキンケイギク，オオハンゴンソウなどが全県に分布しており，アライグマ，千曲川のコクチバスなどで拡大や増加の傾向が見られる。これらのことから，外来生物は，侵入防止の対策が一定の効果を示しているものの，依然として楽観できない状況にある。多量の物流に依存した経済が短期間に大きく変化することは考えにくいため，こうした外来生物のリスクは今後も継続すると予想される。

表2　長野県で確認されている特定外来生物
★：生物多様性ながの県戦略(2012)以後に追加.
＊：定着は未確認.　　(2019年10月21日現在)

分類群	和名	分類群	和名
植物	オオキンケイギク	爬虫類	カミツキガメ
	オオハンゴンソウ	両生類	ウシガエル
	オオカワヂシャ	魚類	カダヤシ
	アレチウリ		ブルーギル
	アゾラ・クリスタータ		オオクチバス
	オオフサモ		コクチバス
哺乳類	アライグマ		ガー科魚類★
	アメリカミンク	甲殻類	ウチダザリガニ
鳥類	カナダガン(国内根絶)	昆虫類	セイヨウオオマルハナバチ＊
	ソウシチョウ		アカボシゴマダラ★＊
	ガビチョウ		アカカミアリ★＊
	カオグロガビチョウ	クモ型類	セアカゴケグモ★＊

長野地方気象台の過去の年平均気温は，100年あたり約1.3℃上昇している。気候モデルの予測によれば，長野県の年平均気温は，1981-2000年の平均に対し2081-2100年の平均で2.0-4.7℃上昇する可能性がある[11]。この上昇幅は全球的な温室効果ガスの排出量によって異なる。

気候変動の速度を示す指標(VoCC)を用いた予測[12]によれば，1981-2000年から2076-2100年にかけて国内で，生物が現在と同じ年平均気温の地域に逃避するには36.8-

308.6m/年の移動が必要となる。この移動距離は平野部や山と島の頂上部で大きく，山腹の斜面で相対的に小さい。このことから，長野県の山岳部は今後さらに気候変動がすすんだ状況で比較的多くの生物の逃避地となる可能性がある一方，高山帯の生物は事実上の逃避地を失う可能性がある。ライチョウとその生息適地である高山植生の分布に対する気候変動の影響予測モデルでは，温室効果ガスの排出量が現在のペースで続くと，2081-2100年にはライチョウの生息適地が現在の0.4%に縮小すると予測されている[13]。

このように気候変動がすすむと生物の生息適地の分布が急速に変化するため，現在すでに産地局限の状況にある種の多くは，絶滅リスクがより高まると予想される。

以上のように，長野県の生物多様性の4つの危機を取り巻く現状は，対策が一定の効果を上げている領域もあるもののその範囲は限られており，全体としてより包括的な対策が必要な状況にある。

2.3 人口変化と観光客数の動向

今世紀を通じ，日本では全国的に人口の減少と高齢化が急激に進行すると予測されており，社会経済的に多大な影響が生じるとされている。そこで，長野県における1950年からの人口の変化と2040年までの人口変化の推計結果を参照し，生物多様性の保全と持続可能な利用に関する取り組みへの影響を検討した。

一方，人口減少による経済の縮小を補う分野として，国外・域外からの観光の振興が注目されている。観光業は，長野県の特色ある自然環境・生物多様性を活用した主要な産業である。そこで長野県への近年の観光客数および訪日外国人客数の変化の傾向を参照し，生物多様性の持続可能な利用に向けた観光の今後のあり方について検討した。

長野県の人口は，今世紀に入って減少に転じており，また過去数十年来，高齢化がすすみつつある。この傾向は今後さらに強まり，2015年に約209万人であった総人口は2040年には約167万人と約２割減少し，65歳以上の人口がこれに占める割合は約30%から約38%に増加すると予測されている(図3)[17]。またこの傾向は市街地よりも中山間地でより急速に現れると予測されている。

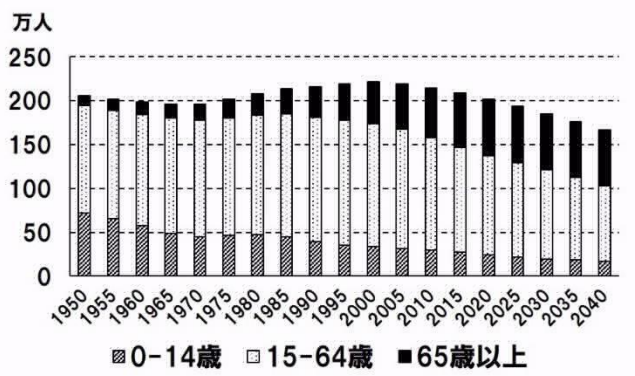


図3　長野県の人口の推移とその将来予測（データは国勢調査および国立社会保障・人口問題研究所）

このことは，効果的な対策を取らなければ，里地里山の生物多様性を維持する活動の担い手がさらに減少すること，したがって生物多様性の第2の危機への対応において重要な阻害要因となりうることを示唆する。

長野県の観光地利用者数は，20世紀末葉をピークとして減少傾向にある一方[18]，長野県を訪れた外国人の延宿泊者数は近年急速な増加傾向にある(図4)[19]。

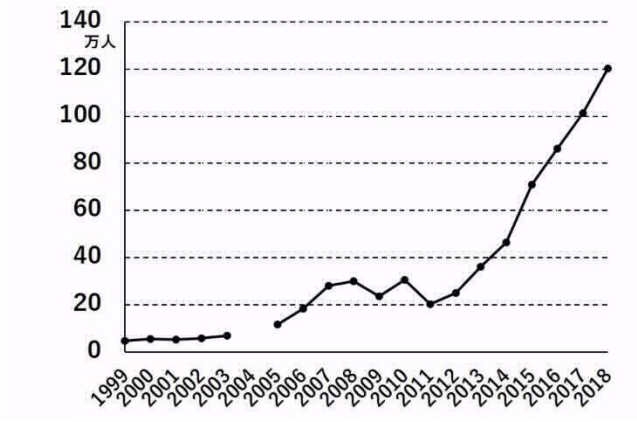


図4　長野県の外国人延宿泊者数の推移

この訪日外国人旅行者の増加が今後も続くとすれば，長野県の特色ある自然環境・生物多様性を活用した産業の成長分野として，訪日外国人を顧客ターゲットとしたサステイナブル・ツーリズムの展開が考えられる。訪日外国人への意識調査[20]によれば，訪日旅行体験の内容への期待度で，「自然・景勝地観光」は日本食やショッピングに次ぐ上位を占める。長野県全体で人口減少と高齢化が予測される中，ツーリズムは生物多様性の保全と持続可能な利用の新しい担い手を生み出すドライバー(駆動要因)となりうる産業分野と考えられる。

3. 国内外の生物多様性関連分野の動向

生物多様性の保全と持続可能な利用の取り組みを社会経済的に幅広い領域に拡大すること(主流化)は，世界的な課題とされており，愛知目標にも掲げられている。その総体的な進展度合いに対する評価は視点によって異なるが，これを推しすすめるためのコンセプトやアプローチには，経済・防災・その他の社会的課題の領域と関連させた新しい取り組みの展開が見られる。これらの中には，今後のグローバルな社会経済や政府・民間・市民の取り組みにより長野県に波及する，あるいは県内の取り組みで活用される可能性をもつものがある。そこでこれらの動向の主なものを文献調査から把握した。

2010年のCOP10以後，生物多様性に関する取り組みを社会経済的に幅広い領域に拡大させるための国際的に重要な展開が見られた。経済分野では，地球環境を資本と捉え，これに対するサプライチェーンの負荷の低減をめざす「自然資本」の考え方が広がった[3)]。SDGsや金融機関によるESG投資が，そうした自然資本経営を牽引しているとされる。防災・減災や気候変動適応に関連した分野では，生態系を活用した防災・減災(Eco-DRR)やグリーンインフラストラクチャー(生態系保全を取り入れた社会資本整備)の考え方が共有されつつある[4),5),21)]。SDGsは，環境とともに貧困・福祉・教育・ジェンダー・エネルギー・経済・地域づくりなど多様な分野を統合的な課題解決につなげる視点を示している[22)]。

こうした国際的な動きは国内の動きにも波及・連動しつつある。国内の動きは，人口減少や防災・減災などの国内で注目度の高い課題，またグローバル経済や気候変動などの課題とも関連した動きを示している。自然資本経営やESG投資は日本でも急速に拡大しつつある。国内企業のサプライチェーンでは国外からの資源調達への配慮のウェイトが大きいが，里地里山の生物多様性に配慮した取り組みも注目されている[3)]。震災や気象災害に対する高い関心，人口減少下での既存インフラの維持更新への財源不足の懸念などから，環境省はEco-DRR，国土交通省はグリーンインフラストラクチャーの導入を推進している[4),5),21)]。観光・ツーリズムは世界的な成長産業とされており[23)]，日本では外国人旅行者が近年急増していることから，環境省は外国人旅行者を国立公園に誘致する「国立公園満喫プロジェクト」を実施している。

今後の人口減少は，里地里山の森林や農地などの管理の担い手不足による荒廃，狩猟者の不足による野生動物被害の増大をまねくと懸念されている。一方，一部の農山漁村で若者や子育て世代の移住者をよびこみ地域活性化に成功している事例のあること，都市居住者で農山漁村に移住したいという希望をもつ人の割合が増加していることなどから，「田園回帰」の志向の高まりが指摘されている[24)]。

人間の社会行動に働きかける媒体にはコミュニケーション・法制度・経済システムがある[25)]。法制度や経済システムで生物多様性の状態の改善に寄与しうる領域は拡大しつつあるものの，包括的なものとしては未確立であるため，コミュニケーションが依然として主要な媒体であるとの指摘がある[25)]。関連して立場の異なるステークホルダー間のフレーミングの違いを意識したコミュニケーションの重要性[26)]，政策決定者と市民・研究者をつなぐプラットフォームの役割[27)]，自然地域の観光・ツーリズムへの参加頻度に対する幼少期の自然体験の重要性[23)]など，さまざまな検討や実践がなされている。

4. 長野県における重要課題～2030年に向けて～

県戦略の見直しは，SDGsの目標年である2030年を次の区切りとしておこなわれる可能性が高い。そこで以下，この期間を主に想定した重要課題を述べる。

長野県では前述のように生物多様性の第1の危機への懸念が継続する一方，人口減少とグローバル経済のもとで第2，第3の危機も顕在化しており，今後の気候変動により第4の危機も深刻化するおそれがある。対策の領域がこのように拡大する一方，人口減少は従来のスタイルによる保全活動の担い手の減少をもたらす可能性があり，また外国人旅行者は増加の可能性がある。

したがって，自然環境保全の取り組みは，課題解決に向けたフレーミングの転換を求められている。SDGsや他の国内外の取り組みが示す統合的なアプローチがその手がかりとなりうる。人口減少下での地域づくり，世代間コミュニケーション，多様なステークホルダー間のコミュニケーションのあり方などへの視点が重要であろう。

地域戦略ではその地域の自然や社会の特色を活かした戦略づくりが求められる。長野県には山岳，高原，湖沼など多様で特色のある自然環境があり，観光・ツーリズムの資源，都市からの移住希望先としてのポテンシャルが維持されている。こうした特性やポテンシャルを活かした地域づくりの実践に生物多様性に関する取り組みを浸透させていくことが望ましい。次世代を含む訪問者と住民，双方の自然体験や学びの場として長野県の将来像を構想することが可能であろう。

県内は地形によって複数のエリアに区分されるため，各エリアで多分野の取り組みを連携させることが有効と考えられる。たとえば希少植物の分布から白馬岳・八ヶ岳・霧ヶ峰はそれぞれ県内を代表する生物多様性ホットスポットである[8)]。こうした情報を各エリアでエコツーリズムに活用し，またシカ対策・外来種対策・気候変動適応策などと連動させ，地図上やGIS上で重ね合わせて可視化・表示することが考えられる。こうした空間情報の重ね合わせによる可視化は，多様なステークホルダー間のコミュニケーションに役立つ。Eco-DRRのような防災・減災の取り組みでも，地図化による視点共有で地域づくりへの落とし込みが容易になる側面がある。

里地里山の管理の維持でも，移住者・訪問者など多様な関係人口を巻き込むことによって展望が開ける場合があると思われる。伝統的な生業によって維持されてきた景観は文化的資源としての価値をも有しており，外国人旅行者などを対象としたサステイナブル・ツーリズムの展開につなげることが可能である。そうした地域づくりにESG投資をよびこむための仕組みづくりも検討しうるであろう。

2020年に10歳の子どもは，2030年に20歳になる。それ

は遠い将来ではない。早急な取り組みが望まれる。

5. 引用文献

1) 海老原淳: 日本固有植物のホットスポット. 加藤雅啓・海老原淳編, 日本の固有植物, pp. 29-34, 東海大学出版会, 神奈川県秦野市, 2011
2) 長野県: 生物多様性ながの県戦略, pp. 1-105, 長野県環境部自然保護課, 長野市, 2012
3) 藤田香: SDGsとESG時代の生物多様性・自然資本経営, pp. 18-31, 日経BP社, 東京, 2017
4) 西田貴明: 次世代の経済・社会と生物多様性の政策統合に向けて. 日本生態学会誌, **67**, 197-204, 2017
5) 西田貴明, 大澤剛士, 吉田丈人, 宮川絵里香: 巻頭言 ポスト2020年の生物多様性政策に向けて. 日本生態学会誌, **69**, 13-18, 2019
6) 長野県: 長野県版レッドデータブック 維管束植物編, pp. 1-297, 長野県, 長野市, 2002
7) 長野県: 長野県版レッドデータブック ～ 動物編, pp. 1-321, 長野県, 長野市, 2004
8) 長野県: 長野県版レッドリスト 植物編, pp. 1-225, 長野県, 長野市, 2014
9) 長野県: 長野県版レッドリスト 動物編, pp. 1-233, 長野県, 長野市, 2015
10) 長野県: 長野県林業統計書 https://www.pref.nagano.lg.jp/rinsei/toukei/ringyotoukeisyo.html (2020.02.12アクセス)
11) 田中博春, 陸斉: IPCC第5次評価報告書の気候シナリオに基づいた長野県における年平均気温の変化予測. 長野県環境保全研究所研究報告, **10**, 55-60, 2014
12) 髙野(竹中)宏平, 中尾勝洋, 尾関雅章, 堀田昌伸, 浜田崇, 須賀丈, 大橋春香, 平田晶子, 石郷岡康史, 松井哲哉: 自治体の地域気候変動適応に向けたVelocity of Climate Change (VoCC)の解析. 環境情報科学 学術研究論文集, **33**, 49-54, 2019
13) Hotta M, Tsuyama I, Nakao K, Ozeki M, Higa M, Kominami Y, Hamada T, Matsui T, Yasuda M, Tanaka N: Modeling future wildlife habitat suitability: serious climate change impacts on the potential distribution of the Rock Ptarmigan *Lagopus muta japonica* in Japan's northern Alps. BMC Ecology, **19**, 23, doi:10.1186/s12898-019-0238-8, 2019
14) 長野県: 2019年度 長野県農業の概要, https://www.pref.nagano.lg.jp/nosei/kensei/soshiki/soshiki/kencho/nogyosesaku/documents/2019gaiyou.pdf (2020.02.12アクセス)
15) 長野県: 野生鳥獣による農林業被害額の推移 https://www.pref.nagano.lg.jp/yasei/documents/h16-30-noringyo-higai.pdf (2020.02.12アクセス)
16) 黒江美紗子, 尾関雅章, 大橋春香, 堀田昌伸: 北アルプス北部山麓の下層植生に対する大型草食獣の影響. 長野県環境保全研究所研究報告, **15**, 1-11, 2019
17) 長野県: 長野県の人口の推移, https://www.pref.nagano.lg.jp/jinzai/kensei/soshiki/shingikai/ichiran/documents/09jinkosuikei.pdf (2020.02.12アクセス)
18) 長野県: 平成30年観光地利用者統計調査結果, https://www.pref.nagano.lg.jp/kankoki/sangyo/kanko/toukei/riyousya.html (2020.02.12アクセス)
19) 長野県: 平成30年外国人延べ宿泊者数調査, https://www.pref.nagano.lg.jp/kankoki/sangyo/kanko/toukei/gaikokujin.html (2020.02.12アクセス)
20) 観光庁: 訪日外国人消費動向調査 (「2018年年間値の推計」※確報値) http://www.mlit.go.jp/kankocho/siryou/toukei/syouhityousa.html (2020.02.12アクセス)
21) 岩浅有記, 西田貴明: 人口減少・成熟社会におけるグリーンインフラストラクチャーの社会的ポテンシャル. 日本生態学会誌, **67**, 239-245, 2017
22) 一般財団法人Think the Earth編: 未来を変える目標 SDGsアイデアブック, pp. 1-176, 紀伊國屋書店, 東京, 2018
23) 沼田真也: 観光・ツーリズム分野における生物多様性: 取り組みと課題. 日本生態学会誌, **69**, 23-27, 2019
24) 小田切徳美: 田園回帰と農山村再生――都市と農村の関係を変える. 公益財団法人日本生命財団編, 人と自然の環境学, pp. 171-185, 東京大学出版会, 東京, 2019
25) 相川高信: 生態学コミュニティにおける他者の出現とコミュニケーション問題の顕在化. 日本生態学会誌, **68**, 233-240, 2018
26) 富田涼都: 生物多様性の保全をめぐる科学技術コミュニケーションのあり方. 日本生態学会誌, **68**, 211-222, 2018
27) 佐久間大輔: 共生の時代のアウトリーチとアドボカシー: 生態学コミュニケーションを担うもの. 日本生態学会誌, **68**, 223-232, 2018

謝辞

草稿に対しコメントをいただいた中村寛志信州大学名誉教授・長野県生物多様性保全アドバイザーおよび長野県環境保全研究所所員に感謝申し上げます。

＜支部だより＞

北海道・東北支部

北海道・東北支部の活動について報告します。
（支部事務局：岩手県環境保健研究センター）

【平成30年度】

1. 平成30年度支部総会

（担当機関：（地独）北海道立総合研究機構環境科学研究センター）

(1) 日時　平成30年６月21日（木）～22日（金）
(2) 場所　北海道立道民活動センター（札幌市）
(3) 内容
ア　支部総会
イ　支部長表彰（６名表彰）
ウ　視察（（株）Ｊファーム苫小牧）

2. 第44回支部研究連絡会議

（担当機関：新潟県保健環境科学研究所）

(1) 日時　平成30年10月15日（木）～10月16日（金）
(2) 場所　アートホテル新潟駅前（新潟市）
(3) 内容
ア　共通課題討論会
・大気・大気汚染常時監視関係４題
・水質・化学物質関係４題
・全体討論１題
イ　一般研究発表会　２題

3. 平成30年度環境測定分析統一精度管理ブロック会議（平成30年度結果分）

（担当機関：宮城県保健環境センター）

(1) 日時　平成31年３月８日（金）
(2) 場所　宮城県庁行政庁舎（仙台市）
(3) 参加者　36名

4. 平成30年度支部酸性雨広域大気汚染調査専門部会　（担当機関：宮城県保健環境センター）

(1) 日時　平成31年３月11日（月）
(2) 場所　秋田県総合保健センター（秋田市）
(3) 参加者　20名

5. 酸性雨広域大気汚染調査専門部会研修会（研修・活動事業）

（担当機関：宮城県保健環境センター）

(1) 日時　平成31年３月11日（月）
(2) 場所　秋田県総合保健センター（秋田市）
(3) 参加者　20名
(4) 講演
「国内およびEANETデータが示す北東アジアの越境大気汚染の状況」

6. 気候変動の影響及び適応に関するセミナー（研修・活動事業）

（担当機関：秋田県健康環境センター）

(1) 日時　平成31年３月12日（火）
(2) 場所　秋田県総合保健センター（秋田市）
(3) 参加者　25名
(4) 講演
ア　「地球温暖化対策と気候変動適応法」
イ　「気候変動の影響と適応」

【令和元年度】

1. 令和元年度支部総会

（担当機関：福島県環境創造センター）

(1) 日時　令和元年６月20日（木）～21日（金）
(2) 場所　郡山市市民交流プラザ第３会議室（郡山市）
(3) 内容
ア　支部総会
イ　支部長表彰（５名表彰）
ウ　視察（コミュタン福島）

2. 第45回支部研究連絡会議

（担当機関：岩手県環境保健研究センター）

(1) 日時　令和元年10月31日（木）～11月１日（金）
(2) 場所　岩手県環境保健研究センター（盛岡市）
(3) 内容
ア　共通課題討論会
・大気・大気汚染常時監視関係６題
・水質・化学物質関係４題
・全体討論２題
イ　一般研究発表会
・大気関係２題
・水質・化学物資関係４題
ウ　特別講演会（研修・活動事業）
「1400種の化学物質の網羅分析法と環境調査」
講師：北九州市立大学環境技術研究所
特命教授・名誉教授　門上希和夫氏

編集後記

早いもので，ふと気づくと年度末のあわただしい時期になっています。今年はそれに加え，新型コロナウイルス感染症が世界中に広がり，不安な日々を送られているのではないでしょうか。日本でも感染拡大に伴い，各種イベントの中止や延期，全国規模での学校の一斉休業など，私たちが今まで経験したことがないような事態が起こっています。残念ながらこの編集後記を書いている時点ではいまだ収束する兆しが見えませんが，各種対策が実を結び，一日も早く収束することを心から願わずにはいられません。

＊　＊　＊

さて，この冬は記録的な暖冬になっています。当研究所では環境省からの委託を受け，国設八方尾根酸性雨測定所の管理運営を行っていますが，この測定所がある白馬八方尾根スキー場も今シーズンは雪不足に悩まされているようです。測定所はスキー場最上部の標高1850mに位置し，東アジア酸性雨モニタリングネットワーク（EANET）の測定所にも位置付けられています。通年観測ですので，一年を通じこの測定所に行く機会があり，四季折々の様子を楽しむことができます。

測定所には，ゴンドラとリフトを乗り継いで行きますが，グリーンシーズンには各季節の可憐な高山植物が咲き，後ろには雄大な山々を眺めることができ，心がとても癒されます。また，測定所から1時間ほど登ると，絶景スポットとして人気の八方池があり，測定所横の登山道を通って，多くの人々が訪れています。

八方池

そして冬になると，多くのスキーヤー，スノーボーダーで賑わうようになります。晴れて穏やかな日は最高ですが，ひとたび天気が崩れると，平均風速20m/sを越える風が吹き荒れることがあり，山の自然の過酷さを垣間見ることもあります。

機会がありましたら是非八方尾根にお越しいただき，四季折々の雄大な自然を感じていただければと思います。

白馬三山（左から 白馬鑓ヶ岳・杓子岳・白馬岳）

＊　＊　＊

最後になりましたが，巻頭言を執筆していただきました福岡市保健環境研究所長様，特集「第46回環境保全・公害防止研究発表会」を担当していただきました三重県保健環境研究所様，報文を投稿いただきました皆様，「支部だより」を執筆いただきました岩手県環境保健研究センター様には，お忙しいところご協力をいただきありがとうございました。全国各支部会員の皆様におかれましては，今後とも会誌への積極的な投稿についてご協力をお願いいたします。

（長野県環境保全研究所）

令和元年度
全国環境研協議会広報部会
＜　部　会　長　＞　長野県環境保全研究所長
＜広報部会担当理事＞　山梨県衛生環境研究所長

季刊全国環境研会誌　Vol.45 No.1(通巻154号)
Journal of Environmental Laboratories Association
2020年3月25日発行

発行　全国環境研協議会

編集　全国環境研会誌　編集委員会