ISSN 2424-1083

季刊 全国環境研会誌

JOURNAL OF ENVIRONMENTAL LABORATORIES ASSOCIATION

Vol.46 No.2 2021 (通巻 159 号)

季刊全国環境研会誌

第46巻　第2号(通巻　第159号)
2021年

JOURNAL OF ENVIRONMENTAL LABORATORIES ASSOCIATION

目　　次

[巻頭言]

20数年ぶりに戻って思うこと～地域の特色に応じた研究の推進～　……　廣畑昌章/ 1

[特　集／各学会併設全環研集会・研究発表等]

第61回大気環境学会年会併設分科会の概要 ……香川県環境保健研究センター/ 2

全国環境研協議会企画部会騒音振動担当者会議の概要 ……香川県環境保健研究センター/ 4

令和2年度全国環境研協議会企画部会廃棄物研究発表会の概要　……香川県環境保健研究センター/ 7

第55回日本水環境学会年会併設全国環境研協議会研究集会の概要 …香川県環境保健研究センター/ 9

[報　文]

島根県宍道湖における表層水の塩分と水草繁茂に係る一考察

…… 野尻由香里・引野愛子・山根馨太・高見　桂・木戸健一朗・吉原　司・織田雅浩・神門利之 / 11

相模湾西部沿岸で採取した特徴的な形態を有するマイクロプラスチックの発生源調査

…… 菊池宏海・難波あゆみ・五十嵐恵美子・川原一成・三島聡子・坂本広美 / 17

2020年8月上旬のPM2.5広域高濃度事象における長野県内の汚染状況

…… 中込和徳・町田　哲・掛川英男 / 22

生物応答を用いた排水試験法による事業場排水調査

…… 古閑豊和・柏原　学・平川周作・志水信弘・石橋融子/ 28

[環境省ニュース]

環境研究総合推進費（競争的研究資金）と気候変動適応センターについて

…… 環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室 / 34

支部だより＝北海道･東北支部/ 36,　「全国環境研会誌」投稿規定/ 37,　編集後記/ 39

JOURNAL OF ENVIRONMENTAL LABORATORIES ASSOCIATION
Vol.46 No.2 (2021)

C O N T E N T S

Relationship between salinity of surface water and the overgrowth of aquatic plants in Lake Shinji, Shimane prefecture
····· Yukari NOJIRI, Aiko HIKINO, Keita YAMANE, Kei TAKAMI, Kenichiro KIDO, Tsukasa YOSHIHARA, Masahiro ODA, Toshiyuki GODO / 11

A Study on the Source of Characteristic Microplastics Found in Sagami Bay
····· Hiromi KIKUCHI, Ayumi NAMBA, Emiko IGARASHI, Kazunari KAWAHARA, Satoko MISHIMA, Hiromi SAKAMOTO / 17

Air pollution in Nagano Prefecture at the widely elevation of PM2.5 in early August 2020
····· Kazunori NAKAGOMI, Satoshi MACHIDA, Hideo KAKEGAWA / 22

Investigation of Industrial Effluent toxicity by the Bioassay protocol for Effluent testing
····· Toyokazu KOGA, Manabu KASHIWABARA, Shusaku HIRAKAWA, Nobuhiro SHIMIZU, Yuko ISHIBASHI / 28

◆巻　頭　言◆

20数年ぶりに戻って思うこと
～地域の特色に応じた研究の推進～

熊本県保健環境科学研究所長　　廣　畑　昌　章

本年度，全国環境研協議会の会長を務めさせていただくこととなりました，熊本県保健環境科学研究所の廣畑です。全国環境研協議会の会員機関の皆様には，環境問題の解決に向け，日々調査研究に御尽力いただいておりますことに深く感謝申し上げます。新型コロナウイルス感染症対応のため，本年度も協議会の活動は大きく制約を受けるものと予想されますが，本協議会の発展のために精一杯努力してまいりますのでよろしくお願いいたします。

熊本県保健環境科学研究所は，昭和23年12月に衛生試験所と細菌検査所を統合し，熊本市に「熊本県衛生研究所」として設置されました。その後，昭和46年9月に「熊本県衛生公害研究所」と改称し，増築を繰り返しながら組織の拡充を図ってきました。そして，平成7年3月に現在の宇土市栗崎町に新築移転。併せて現在の「熊本県保健環境科学研究所」と改称し，各部の名称を，総務課，微生物科学部，生活化学部，大気科学部及び水質科学部と改め，水質科学部内に地下水科学室を新設，1課4部1室体制としました。その後，平成21年4月に地下水科学室を水質科学部に統合し，1課4部体制となり，現在に至ります。地方環境研究所としての機能と地方衛生研究所としての機能の双方を併せ持つ機関となっています。

当研究所の環境分野では，硝酸性窒素による地下水汚染や大気汚染物質等の諸課題に応え得る専門的・高度な施設及び機器類を備える中核的試験研究機関としての役割を果たすべく，日々知識の修得と技術の研鑽に努め，試験検査及び調査研究を進めています。しかし，昨年度より新型コロナウイルス感染症検査業務への対応のため環境分野から検査人員を割く体制を取らざるを得ず，非常時とはいえ苦しい状況にあります。

さて，私は，当所が当地に新築移転した直後に新規採用職員として当所に配属され，その4年後に行政側に配転となり，20数年ぶりに当所に戻ってまいりました。私が勤務した20数年前は，まだ団塊の世代の職人気質の先輩方が多数健在，活躍されるとともに，時には厳しく若手への技術の伝承を行っておられました。しかし，その後，行政改革の嵐の中で当所も漏れなく人員・予算が削減され，職員数は当時の2/3まで減っています。また，近年，職員の異動期間が短くなってきており，いかに技術の維持・向上を図っていくか，また，そのような中でもいかにして調査研究を進めていくか，会員機関の皆様同様，当所の至上命題となっています。

ところで，私が前回の当所勤務の際に所属した「地下水科学室」は，地下水が非常に豊富であるという本県の特色とその重要性を踏まえ，地下水に関する研究を推進するために設置されました。当時としては非常に珍しい，地域の特色に特化した部署であり，数々の成果を上げてきましたが，人員・予算削減の中で残念ながら14年間でその役割を終え水質科学部に統合されました。しかし，同室がなくなったとは言え，地下水に関する研究の推進は本県の重要課題の一つであり，これから数年かけて行政側で取り組む荒尾地域及び熊本地域における硝酸性窒素削減計画の改定等に，当所が重要な役割を果たせるよう調査研究を進めることとしています。

話は変わりますが，平成28年熊本地震から5年が経ちました。この5年間，熊本県は一日も早い復旧・復興を目指し全力で取り組んで参りました。その結果，被災された多くの方々がすまいや事業の再建を果たされるなど復興は目に見える形で着実に進んでいます。また，熊本の宝「阿蘇」への主要なアクセスルートは全て復旧し，県民の誇りである熊本城も天守閣が完全復旧しました。ここまでたどり着けたのも地震発生直後から全国から駆けつけていただいたボランティアや自治体等多くの方々の支援のおかげと深く感謝申し上げます。この熊本地震からの復興が進む一方で，昨年7月豪雨により県南地域を中心に甚大な被害が発生しました。この時にも，コロナ禍で制限を受ける状況にも関わらず，多方面からの御支援をいただきましたことに感謝申し上げます。今後も，この感謝の気持ちを忘れることなく一日も早く復興できるよう取り組むとともに，御支援に対して恩返しができるよう努めてまいります。

最後になりましたが，地方環境研究所単独での取組には限界があり，これから一層，全国環境研協議会を通じた取組が重要になるものと捉えています。今後とも，全国環境研協議会の活動に御理解と御協力をお願いします。

＜特　集＞各学会併設全環研集会・研究発表会等

第61回大気環境学会年会併設分科会の概要

香川県環境保健研究センター

第61回大気環境学会年会併設分科会は，令和2年9月14日から10月4日の会期において，誌上開催で実施された。

本年度も昨年度に引き続き，環境大気モニタリング分科会と共催し，「2020東京オリンピックと大気環境」をテーマとした。

わが国における新型コロナウイルス感染症対策に係る活動自粛により，首都圏における大気質は一時的に大きく変化したことが報告されている。これは，一次排出物質の発生強度が特異的に変化したことが原因と考えられる。一方，2021年夏季に順延された東京オリンピック・パラリンピックにおいても，大会期間を通して首都圏を中心とした大規模な交通規制等が予定されている。これに伴い，光化学オキシダント（Ox）や微小粒子状物質（$PM_{2.5}$）の二次生成に関与する一次排出物質の地域分布や発生強度は大きく変化することが考えられる。そこで，今回，本分科会のテーマを「2020東京オリンピックと大気汚染」とし，大会開催期間中の大気質の変化等について議論する場を設けることを目的とした。

本集会は3題の講演が行われ，概要は以下のとおりである。

1. 東京都の夏季における大気汚染物質の挙動

（（公財）東京都環境公社 東京都環境科学研究所　齊藤 伸治）

大気汚染物質として$PM_{2.5}$を中心に，高濃度出現状況や気象条件との関係についてご講演いただいた。

東京都における$PM_{2.5}$については全国的な傾向と同様に減少しており，2018年度には都内一般局全46局で環境基準を達成した。

区部一般局とバックグラウンド局で計測された夏季の$PM_{2.5}$に着目すると，2013年7月と8月に月平均値で長期基準を超過していたのに対し，2019年7月と8月では区部，バックグラウンドともに濃度低下がみられ，区部の濃度はバックグラウンド局と同程度となっている。バックグラウンド局の濃度低下傾向は越境汚染を含む広域汚染の改善を反映していると思われる。また，広域汚染の影響を両地点で同程度受けていると仮定すると，その濃度差は局地汚染によるものと考えられることから，濃度差の低減傾向は地域の発生源対策効果によるものと思われる。

高濃度$PM_{2.5}$の主要化学成分は季節ごとに異なり，夏季は二次生成の硫酸アンモニウムであることから，高濃度の$PM_{2.5}$が夏季に発生するか否かはその前駆ガスの二酸化硫黄（SO_2）濃度にも注視する必要がある。

2015年度の都内における硫黄酸化物（SOx）の排出量は，約70%を船舶，15%を発電所が占めており発生源が臨海部に集中している。東京都の臨海部に位置する常時監視測定局3局で測定されたSO_2の月平均値の推移をみると，臨海部におけるSO_2は2019年度に明瞭な濃度低下を示しており2020年度に入ってからも例年よりも1ppb以上低い濃度で推移している。これは2020年1月より強化された船舶のSOx排出規制（MARPOL条約）の効果によるものと思われるが，新型コロナウイルスによる活動自粛の影響も含まれている可能性があるため，船舶の航行データ等を用いて規制強化の効果を検証していく必要がある。

夏季の$PM_{2.5}$は，光化学Oxと同様に気象の影響も強く受けることから，その年の夏の気温が平年よりも高くなったときや風の弱い日が続くときには高濃度が発生しうる。2013と2014年の夏においては日平均気温が30℃を超え，風速3m/sを下回る時に短期基準を超過すると高濃度が出現する傾向が見られた。一方，2018と2019年は，かつての高濃度出現条件であっても濃度上昇は限定的であった。

現状においては，オリンピック・パラリンピックの開催期間中に$PM_{2.5}$が短期基準を超過するような高濃度にはならないであろうと予想される。SO_2の低減傾向がMARPOL条約によるSOx排出規制の強化によってもたらされており，今後も大気中の濃度が低いレベルで維持されるのであれば，夏季の$PM_{2.5}$はさらに低濃度化が進むと思われる。

2. 光化学Ox汚染の傾向と予測

（産業技術総合研究所　吉門 洋）

都市型Ox汚染について，前駆物質濃度レベルと夏季の天候に着目した解析を中心にご講演いただいた。

東京都から埼玉県にわたる夏季オゾン高濃度の主要発現地域からOx代表局を選び，前駆物質NMHCとNOx濃度は都区内平均を用いた。気象はアメダス東京局・さいたま局のデータを指標として利用した。期間は7月と8月に限定している。

Ox生成の前駆物質のトレンドとして，NMHCとNOxの06-09時（3時間）平均濃度が毎日のOx生成に強く関わる指標濃度とされている。その都区内平均値は近年，着実な低減を続けてきた。

Oxの夏季高濃度に関わる気象要因として，天候（好天日3分類－海風進入が早い日，同遅いか進入しない日，非海風好天日－，と日照が少ない非好天日），都市ヒートアイランド，夏季の気候の数年周期変動，猛暑日の増加が挙げられる。

今後，前駆物質の排出低減はこれまでのようなペースでは進まないと見込まれる。ただ，短期的には北京五輪2008の例のように強力な排出管理とか，また突発的な緊急事態によって状況は変わり得る。一方，夏ごとのOx高濃度発生状況はエルニーニョのような短周期の気候変動によって大まかな傾向が決まると考えてよい。しかし，その周期性はそれほど規則的ではないうえ，そもそも冷夏にも猛暑日が混じるし，その逆も普通に起きる。結局，その時期になって週間予報くらいのスパンで予想するほかない。

3. 暑さ指数（WBGT）の活用について

（環境省 水・大気環境局
大気環境課大気生活環境室　永田 佳之）

熱中症の予防情報として，暑さ指数（WBGT）を活用した様々な注意喚起の取り組み等についてご講演いただいた。

WBGTは，Wet-Bulb Globe Temperature（湿球黒球温度）の略称で，ISO7243 で国際的に規格化されており，国内ではJISZ8504 として規格化されている作業者の熱ストレスを評価する指標である。WBGTは気温だけでなく，湿度，輻射熱を加味した指標で，湿球温度（t_w），黒球温度（t_g），乾球温度（t_a）を用いて以下の式で表される。

$$WBGT（℃）＝0.7×t_w＋0.2×t_g＋0.1×t_a$$

WBGTの単位は気温と同じ摂氏度（℃）で示されるが，その値は気温とは異なる。WBGTは熱中症による死亡率と相関が高く，28℃を超えると死亡率が増加し，31℃を超えるとより顕著に増加する傾向にある。

環境省熱中症予防情報サイトでは，WBGTの値を気象庁の気象データを元に推計し，現在，全国840地点での実況値および2日先までの予測値を提供している。そのうちの11地点では黒球温度を環境省にて実測しており，残りの829地点は黒球温度を推定してWBGTを算出している。

熱中症の危険性が極めて高い暑熱環境が予測される際に，「熱中症警戒アラート」の提供を開始することとした。令和2年度は，関東甲信地方（1都8県）で7月1日から10月28日に先行的に実施している。さらに，有識者検討会において今夏の検証を行い，その結果を踏まえ令和3年度からは全国で，高温注意情報に代わる新たな情報発信として，本格運用する予定である。

2021年度開催予定の東京オリンピック・パラリンピック競技大会（以下，「オリパラ」）は，夏季の極めて暑い時期に開催されることから，熱中症対策が必須となっている。そのため，環境省では，2017年度より，主要競技会場周辺等にてWBGTの測定を行っている。測定結果は，大会関係機関に情報提供するとともに，大会本番は環境省熱中症予防情報サイトにオリパラ特設ページを開設し，既存の観測地点と合わせて，全競技会場周辺のWBGTの実況値・予測値を提供する予定である。これまで，オリパラ組織委員会等の大会関係者には，測定結果を競技時間の変更や施設の構造等の検討材料として活用していただいており，大会本番にも，スタッフや観客への注意喚起等のオペレーションに活用していただける予定である。

いずれのご講演も環境大気モニタリングに関する現状や課題，最近の研究動向を理解する上で示唆に富む内容であった。本集会の開催が，参加者の環境モニタリングに関する知識向上と理解深化の一助となっていれば幸いである。

＜プログラム＞

世話人：（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所　齊藤　伸治
　　香川県環境保健研究センター　島田　敦之
座　長：東京農工大学　中嶋　吉弘

1. 東京都の夏季における大気汚染物質の挙動
　（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所　齊藤　伸治
2. 光化学Ox汚染の傾向と予測
　産業技術総合研究所　吉門　洋
3. 暑さ指数（WBGT）の活用について
　環境省 水・大気環境局 大気環境課大気生活環境室　永田 佳之

＜特　集＞各学会併設全環研集会・研究発表会等

全国環境研協議会企画部会騒音振動担当者会議の概要

香川県環境保健研究センター

令和2年度の全国環境研協議会企画部会騒音振動担当者会議は10月9日（金）に神奈川県中小企業共済会館で開催された。

はじめに，神奈川県環境科学センター所長の加藤洋氏から挨拶がありその後，特別講演1題，一般講演4題が発表された。

概要は，以下のとおりである。

1. 環境省における騒音・振動・低周波音の取組について

（環境省水・大気環境局
大気環境課大気生活環境室　佐藤　周平
自動車対策課　日暮　智紀
自動車対策課　梁田　真広）

環境省における騒音・振動・低周波音の取組みとして，次の9つの事柄をご講演していただいた。

1つ目は，「平成30年度における騒音・振動・低周波音における苦情受付状況について」のご説明であり，平成16年度頃から騒音振動における苦情受付件数はおおむね横ばいであるが，低周波音における苦情受付件数はおおむね増加傾向にあるとのご発表であった。

2つ目は，「平成30年度における環境基準の達成状況について」ご説明をしていただいた。平成30年度の環境基準の達成率は，一般地域で89.4%，航空機騒音で81%，新幹線騒音で57%及び道路に面する地域では94.3%であり，漸増状況にあるとのこと。

3つ目は，「省エネ型温水器等から発生する騒音について」ご説明をしていただいた。近年一般家庭においても温室効果ガス削減のため，家庭用ヒートポンプ給湯器や家庭用コージェネレーションシステムの導入が進んでいるが，新たな騒音苦情の発生源になっているとのこと。省エネ型温水器等の特徴として，運転音はあまり大きくないが，夜間など静かな環境では運転音が聞き取りやすくなる傾向があり，運転音には，卓越周波数が含まれているとのことである。

環境省では3年間かけて調査を行い，その結果はつぎに記載する内容であった。①平成23年以降の文献調査において省エネ型温水器等による騒音の暴露と不快感等の心理的影響を含んだ健康影響を対象とした論文はない。②実態調査（実測調査・体感調査）として，運転音が室内に伝わっている事例Ａと伝わっていない事例Ｂを比較し，事例Ａでは，運転音と体感の関係に相関関係があり，運転時には聞こえていると思われる範囲まで音圧レベルが上昇していた。また運転音は心身に係る苦情に関する参照値以下であったが，聴覚閾値と比較すると125Hz～200Hzにおいて同程度又は閾値を上回っていた。事例Ｂでは，運転音と体感の相関関係はなかった。③消費者安全調査委員会から省エネ型温水器等の運転音は低周波音領域に卓越周波数が含まれることが報告されたことから，卓越周波数がある場合，周波数及び音の大きさの違いによって聞こえ方に違いがあるか聴覚調査を行ったところ，聴覚閾値より大きい音の場合，ほぼ全員聞こえたとの結果となった。

この実態調査等を踏まえ，地方公共団体担当者のための「省エネ型温水器等から発生する騒音対応に関するガイドブック」を作成し，令和2年3月に公表されたとのご発表であった。

4つ目にご説明していただいた「新幹線鉄道騒音に係る環境基準について」では，諸外国はエネルギーベースの指標で環境基準を設定しているが，我が国の新幹線鉄道騒音に係る環境基準は最大騒音レベル（$L_{A,Smax}$）を指標としていることから，エネルギーベースによる評価（$L_{Aeq,24h}$，L_{den}）との比較を行ったとのこと。①新幹線鉄道騒音とうるささの反応等についての暴露反応関係の回帰分析による検証を行ったところ，いずれの指標でも有意な相関関係が得られた。②うるささの反応等に対する評価指標に関する統計的検証を行ったところ，いずれの指標もアノイアンスと生活環境への影響の程度を適切に示す結論となった。③$L_{A,Smax}$は人の健康保護や生活環境保全のための評価指標であるとともに，発生源側での対策のための指標としても活用されているとのことであった。

以上の検討結果を踏まえ，新幹線鉄道騒音に係る環境

基準については現行のとおり$L_{A,Smax}$で評価を行うこととし，今後も引き続き知見の収集に努めるとのことであった。

5つ目は「新幹線鉄道騒音について」ご説明をしていただいた。「新幹線鉄道騒音対策要綱」にて音源対策・障害防止対策とともに沿線地域の土地利用対策等も定められており，「交通騒音問題未然防止のための沿道・沿線対策に関するガイドライン」は，交通騒音問題の未然防止の観点から，交通施設と土地利用の調和を図る各種対策（沿道・沿線対策）及び関係する機関等との連携・協働等の指針を地方公共団体向けに示したものであるとのこと。

6つ目は「航空機騒音について」ご説明をしていただいた。「航空機騒音測定・評価マニュアル」は，航空機騒音に係る騒音測定の標準的な方法，評価を行う際の具体的な手順及び用語の定義等についてまとめたもので，令和2年3月に改訂されたとのこと。

7つ目のご説明は「自動車騒音の常時監視」であり，自動車騒音の常時監視は都道府県等が自動車騒音対策を計画的総合的に行うために，地域の騒音暴露状況を経年的に系統立てて監視することが必要不可欠であるとして，平成10年の騒音規制法改正時に新設されたもので，全国自動車交通騒音マップ（国立環境研究所）にその結果を掲載し，公表しているとのこと。

8つ目は，「面的評価支援システムの改良版リリース」についてご説明をしていただいた。改良された面的評価支援システムは，騒音規制法第18条の規定に基づく自動車騒音の状況の常時監視に係る事務処理に必要な機能を備えており，令和2年の改良では，推計精度の向上等を実施したとのご発表であった。

9つ目は，振動の要請限度に係る「道路交通振動測定マニュアル」についてご説明をしていただいた。測定機器がデジタル化され，測定結果の整理方法も高度化しているため，令和2年4月にこのマニュアルを作成し，デジタル化測定機器を用いた場合の測定方法や測定結果の整理等に関する留意事項について取りまとめ，地方公共団体に配布したとのことである。

2. 航空機騒音短期測定における評価

（宮城県保健環境センター　　大熊　一也）

短期測定は，航空機騒音測定のうち通年測定の補助として，通年測定で補えない地点や飛行場周辺の集落の代表地点で行っているとのご発表であった。今回，松島飛行場を例に，航空機騒音における短期測定の識別，精度管理及び評価の方法についての事例をご発表していただいた。

航空機騒音の識別は，自動識別の結果だけなく，同時期に測定した他地点の騒音イベントや実音データから航空機騒音とそれ以外に分別後，データ確定作業を行い確認しているとのこと。精度管理においては，信頼性を確保するために有人による並行測定を実施し，許容限界を設け評価しているとのご説明であった。評価値は信頼性を向上させるため，「航空機騒音測定・評価マニュアル」（令和2年3月環境省）に基づき算出した。

算出には適切でないと考えられる1か所を除いた基準地点の年平均値L_{den}から，令和元年度の短期測定地点の年間L_{den}推計値を算出した。その結果，推計値と実測値の差は，-1.5dBから4.9dBの範囲にあり，多くの地点でプラス側に改善されたとのご発表であった。

3. 県道の舗装工事前後における振動測定結果

（千葉県環境研究センター　　大橋　英明）

県道の水道管工事で路面がつぎはぎ状になり，道路交通振動が大きくなったとの苦情に対応した事例をご発表していただいた。

仮復旧工事（表層のアスファルトのみ交換）と本復旧（厚さ20cmの舗装版打換）の前後でL_{10}を比較すると，復旧が進むにつれて振動レベルが低減していた。L_{10}については特に本復旧の効果が大きく，本復旧前後で最大9dBの低減が図られた地点が確認された。

一方，L_{max}については，仮復旧の効果が大きく最大で7dB低減していたが，本復旧の前後では最大でも2dBの低減に留まり，逆に5dB増加する結果となった地点が存在する結果となった。

苦情者は本舗装後に振動がかなり小さくなったことを体感しているとのことであった。L_{10}が要請限度や感覚閾値とされる数値を大きく下回る本調査のような現場において，最大値の低減があまり得られなくとも，L_{10}を低減させることが苦情の解決（振動の体感）に効果的で，そのためには表層のみの交換では不十分であり，より深い部分まで打換工事を行う必要があるとのご発表であった。

4. 低周波騒音測定用防風スクリーンの開発

（静岡県環境衛生科学研究所　　小田　祐一）

今回，風車の低周波騒音用の防風スクリーンの開発事例について発表していただいた。風車騒音は，一定の風速下での測定が必要であるため，風の影響を低減できる防風スクリーンの使用が必須であるとのこと。しかし，マニュアルで規定する防風スクリーンの仕様は具体的でなく，かつ，市販品が高額である等の問題があるとのことであった。

そこで今回，1Hzから測定機器の周波数上限である16,000Hzまでの周波数域帯で，流体力学の観点から「①防風スクリーンの形状の工夫により風切音の原因である空気の渦を発生させない方針」及び「②防風スクリーン自体に風を当てない，または当たる風から生じる空気の渦をより細かくする方針」の2方向で研究を進められた。研究の結果，梅ザルに不織布を覆った防風スクリーンがマイクロホンに当たる風の影響を低減し，その性能は市販品の性能と同程度でありかつ安価であるとのご発表をされた。

5. 低周波音による圧迫感・振動感の知覚に関する主観評価実験

（神奈川県環境科学センター　　横島　潤紀）

家庭用ヒートポンプ給湯器等からの低周波音による苦情が神奈川県内でも増えていることを踏まえたご発表であった。

環境省は，低周波音への対応状況として「低周波音の測定方法に関するマニュアル（H12.10）」，「低周波音対応事例集（H20.12）」等を作成している。これらには規制基準ではなく「参照値」が設定され，当該苦情が低周波音によるものか判断するための目安である。この低周波音の影響を特徴づけるものとして，圧迫感・振動感があり，40～80Hzで優勢であることが知られている。しかし，低周波音による人体への影響やメカニズムは解明されていない点が多く，解決すべき課題として残されている。

本研究では，「① 低周波音に起因する圧迫感・振動感の知覚評価と物理量との関係の再整理」，「② 圧迫感・振動感を知覚する人体部位の探索」及び「③ 知覚部位，物理量及び個人属性と圧迫感・振動感の知覚評価との関係の解明」を研究目標として取り組まれ，得られた結果を発表していただいた。実験は小林理学研究所の低周波音実験室で行われた。

実験では50dB～100dB，10Hz～160Hzの雑音を実験参加者に暴露して行った。その結果，「圧迫感・振動感の知覚率」，「圧迫感・振動感の強さ」，「低周波音の知覚」及び「低周波音の不快感」については，周波数により傾向は異なるが，音圧が大きくにしたがい，増加する傾向が確認できた。また，圧迫感・振動感の知覚率を知覚部位で比較すると，「耳の奥」が最も高いが，その他の知覚部位も特徴的な傾向を示していた。

本集会には，32名の参加があった。会議を通じて参加者の知識・理解の一助となれば幸いである。

＜プログラム＞

特別講演

1. 環境省における騒音・振動・低周波音の取組について
（環境省水・大気環境局
大気環境課大気生活環境室　　佐藤　周平
自動車対策課　　日暮　智紀
自動車対策課　　梁田　真広）

一般講演

2. 航空機騒音短期測定における評価
（宮城県保健環境センター　　大熊　一也）
3. 県道の舗装工事前後における振動測定結果
（千葉県環境研究センター　　大橋　英明）
4. 低周波騒音測定用防風スクリーンの開発
（静岡県環境衛生科学研究所　　小田　祐一）
5. 低周波音による圧迫感・振動感の知覚に関する主観評価実験
（神奈川県環境科学センター　　横島　潤紀）

＜謝辞＞
当会議の開催にあたり御協力及び御助力いただきました神奈川県環境科学センターの皆様の御厚意に心から感謝申し上げます。

＜特　集＞各学会併設全環研集会・研究発表会等

令和 2 年度全国環境研協議会企画部会廃棄物研究発表会の概要

香川県環境保健研究センター

令和 2 年 9 月 29 日に高松商工会議所（香川県高松市）において，全国環境研協議会企画部会（事務局：香川県環境保健研究センター）主催で，令和 2 年度全国環境研協議会企画部会廃棄物研究発表会を開催した。例年，廃棄物資源循環学会廃棄物試験・検査法研究部会との共催で，廃棄物資源循環学会年会（年会）の併設集会として開催していたが，新型コロナウイルスの影響のため，今年度の年会が Web 開催となったことから，単独で開催した。

一般講演 4 題，特別講演 2 題の発表の予定であったが，新型コロナウイルスの影響から，一般講演 1 題及び特別講演 1 題が紙上開催となった。当日は地方環境研究所の研究員を中心に延べ 16 名の参加があった。

座長は香川県環境保健研究センターの三好益美が務めた。本発表会の概要は以下のとおりである。

1. 一般講演

1-1. 嫌気性ろ床法と膜分離活性汚泥法を組み合わせた排水処理装置を用いた煮豆製造排水の処理特性とコスト試算

（香川県環境保健研究センター　坂本　憲治）

小規模な食品製造工場の排水は，高負荷で変動が大きい場合があり，排水処理施設の導入に際しては，それぞれの水質への適応性，設置及び維持管理コスト等の経済的負担の抑制や運転管理が容易であること，省スペースであること等の課題がある。

これらの課題に対して，前段に嫌気性ろ床法を後段に膜分離活性汚泥法を組み合わせた排水処理方式が有効と考え，実験装置を用いて検討を行ったところ，次のような結果を得た。

ⅰ　室内実験で，嫌気処理槽の水理学的滞留時間が 1.5 日，水温が 20℃の場合，嫌気処理水の COD_{cr} について 70%以上の高い除去率が得られた。

ⅱ　現地試験では，総合排水を希釈することなく，自動運転にて 114 日間安定して，TOC 濃度を平均 10mg/L(除去率 99%）まで処理できることを確認した。

ⅲ　本方式を採用した排水処理施設について，現地試験に基づき設置及び維持管理コストを試算した結果，活性汚泥法や MBR 法単独で排水処理するよりも，コストを大幅に抑制し，省スペースとなることを示した。

1-2. マイクロプラスチック簡易分析法の検討

（香川県環境保健研究センター　白井　廉）

環境中でのマイクロプラスチックの分析にかかる時間，労力，費用を抑えてより簡易な手法を検討した。

現在，マイクロプラスチックの分析には公定法が設定されていないため，高田秀重氏発表の「柱状堆積物の分析によるマイクロプラスチックのトレンド解析」内での方法を従来法と位置づけ，その中で NaI-エタノール密度勾配液を用いることで簡易化を行った。事前に海岸漂着物から取り出したマイクロプラスチック（MP）を FT-IR 分析を用いて材質を判定し，判定後の MP を密度勾配液に投入することで比重から材質を推定した。

それぞれの結果を比較したところ，ポリプロピレンは 85%，ポリエチレンは 75%，ポリビニルアルコールは 80%で一致した。スクリーニングとしての調査であれば，特別な機器，複雑な操作も必要としないことから，分析に係る負担を軽減できると考える。

1-3. 家庭から排出される食品ロスの実態について

（東京都環境科学研究所　小泉　裕靖）

国連総会（2015.9）で採択された持続可能な開発目標（SDGs）の中に食品ロス・食品廃棄物の削減が盛り込まれ，2019 年 10 月には食品ロス削減推進法が施行されるなど，資源効率を向上することが求められている。このような状況下，本調査では，家庭から排出される食品ロスの排出実態を把握し，東京都区部と多摩部の家庭系ごみに占める食品ロスの割合や賞味期限，消費期限の残日数などの比較を行った。その結果，家庭ごみ中の厨芥類の占める割合は東京都区部で 2 割程度，多摩部で 3 割程度であり，食品ロス（直接廃棄，食べ残し）の占める割合は，東京都区部で 7%（直接廃棄 4%，食べ残し 3%），多摩部で 13%

（同 6%，7%）となり，いずれも多摩部の方が多いことが分かった。また，家庭からの賞味期限，消費期限切れ食品ついては事業系に比べてゆっくりと排出されることが示唆された。

2. 特別講演

2-1. 遺伝子解析を通して環境科学を考える

（県立広島大学　西村　和之）

従来，環境を計るとは化学分析が主となっていたが，その後，生物検定も広まってきている。

両者の特徴として，化学分析は狭い範囲はわかるが，全体像はわからない。一方，生物検定では全体像はわかるが，その原因が何かはわからないという特徴がある。環境分析を考える場合には，その両方を考える必要があり，今後は，生物検定を取り入れていく必要がある。生物検定の中でも特に，遺伝子解析が重要となってきており，それらのデータを有効に利用するための，多変量解析が重要となってきている。

廃棄物分野での利用方法としては，有機性肥料，メタンガス化施設などの有機性廃棄物の有効利用の開発に遺伝子解析を用いる方法があり，これにより，今までわからなかったことが新たに発見できる可能性がある。

また，近年では環境 DNA のモニタリングについても利用されているが，そのデータを多変量解析により，新たなことが発見できる。

3. 紙上発表

3-1. 特別講演

廃棄物の不適正管理に起因する環境影響の未然防止に係る迅速対応調査手法の構築

（鳥取県衛生環境研究所　成岡　朋弘）

廃棄物の不適正な保管や処分，ならびに不法投棄等に起因する生活環境安全上の支障の拡大を防ぐためには，問題の種類と影響範囲の特定を速やかに実施することが肝要である。一方で，想定される支障としては，水環境への影響（公共用水域および地下水域の汚染，農水産物への影響等），大気環境への影響（悪臭・有害物質の排出等），その他の公衆衛生上の影響（感染症，火災，崩落等）など広範にわたることから，これらの検査を円滑かつ迅速に実施可能な体制をあらかじめ構築しておく必要がある。

そこで，事案発生時に実施すべき調査項目とそのシークエンスを決定するためのプロセスを構築，調査手法の標準化及び緊急時の自治体横断的な現場対応ネットワークおよび支援体制の構築を検討している。

3-2. 一般講演

水害により発生する災害廃棄物の迅速適正処理にむけた地環研としての取り組み

（山形県環境科学研究センター　西塚　一茂）

災害廃棄物処理計画の策定は，災害廃棄物の処理を適正かつ迅速に行い，災害時の公衆衛生の確保と早期の復旧・復興を実現するために重要である。

従来の処理計画は地震を主体に策定してきたが，近年は全国的に大規模な水害が発生しており，水害に備えた対策の重要性が高まっている。

そこで，山形県内各市町村に対する水害を含む災害廃棄物処理計画策定の技術的な支援を目的として，想定最大規模の降雨による浸水害を検討対象水害とし，地域事情を考慮した発生原単位を求め，最大規模の水害廃棄物発生量と必要な仮置場面積等を推計する手法を検討した。

市町村がこの手法を参考にして，浸水害が予測される地域特有の事情を踏まえながら，最大規模の水害廃棄物発生量や必要となる仮置場面積等を推計して，水害に備えた処理及び減災対策が講じられることを期待した。

＜プログラム＞

1　一般講演

座長：香川県環境保健研究センター　三好　益美

1-1 嫌気性ろ床法と膜分離活性汚泥法を組み合わせた排水処理装置を用いた煮豆製造排水の処理特性とコスト試算
香川県環境保健研究センター　坂本　憲治

1-2 マイクロプラスチック簡易分析法の検討
香川県環境保健研究センター　白井　廉

1-3 家庭から排出される食品ロスの実態について
東京都環境科学研究所　小泉　裕靖

2　特別講演

2-1 遺伝子解析を通して環境科学を考える
県立広島大学　西村　和之

3　紙上発表

3-1 廃棄物の不適正管理に起因する環境影響の未然防止に係る迅速対応調査手法の構築
鳥取県衛生環境研究所　成岡　朋弘

3-2 水害により発生する災害廃棄物の迅速適正処理にむけた地環研としての取り組み
山形県環境科学研究センター　西塚　一茂

＜特　集＞各学会併設全環研集会・研究発表会等

第55回日本水環境学会年会併設全国環境研協議会研究集会の概要

香川県環境保健研究センター

令和3年3月12日（金）に，第55回日本水環境学会年会併設全国環境研協議会研究集会（事務局：香川県環境保健研究センター）をオンラインにて開催した。

当研究集会は毎年日本水環境学会実行委員会の協力により，水環境分野の行政施策や調査研究の一層の充実を図るため，地方環境研究所（以下，地環研）会員同士の情報交換の場を設けるために日本水環境学会年会と併設した形で開催している。

今年度の併設研究集会も2部構成とし，第1部を特別講演2題，第2部を「地環研の役割」～地域の環境行政施策等への貢献事例～をテーマとした一般演題3題，計5題の講演・発表を行った。第1部の座長は香川県環境保健研究センターの三好益美が，第2部の座長は公益財団法人ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センターの宮崎一氏が務めた。

昨年は新型コロナウイルス感染拡大防止のため開催を中止したことから2年ぶりの開催となった。また，初めてのオンライン開催にもかかわらず，地方環境研究所の研究員を中心に約140名の参加があった。

研究集会の概要は以下のとおりである。

1　特別講演

1-1. 都市水循環系におけるマイクロプラスチックの挙動とナノプラスチックへの挑戦

（京都大学大学院　地球環境学堂　田中 周平）

講演者は環境中に放出されたプラスチックはどうなるのか？をテーマに掲げ，6年前からマイクロプラスチックに関する研究を進めていた。一例として環境中の動物プランクトンや植物プランクトンなどの夾雑物を効率的に排除し，その中のマイクロプラスチックとその成分を分析する方法を検討し，現在では10μmの粒子状や繊維状のマイクロプラスチックを検出することに成功している。本講演では，それらの写真を紹介し，目に見えない大きさにまで微小化したプラスチック片が環境中に残存している様子を紹介。

また，特に琵琶湖を対象とした都市水循環系における挙動に着目し，それらの知見をまとめて紹介するとともに，洗濯排水や路面での劣化に関する研究事例や，さらに微小なナノプラスチック分析についての取り組み状況についても紹介。

1-2. 瀬戸内海の貧栄養化と漁業生産～イカナゴ減少のシナリオ～

（兵庫県立農林水産技術総合センター
水産技術センター　反田　實）

瀬戸内海の水質は，環境施策の実施により大幅に改善したものの，一方で生物生産に必須である栄養塩類濃度（特にDIN）の低下が顕著となり，近年は貧栄養化と呼ばれる状況が生じ，ノリ養殖生産枚数や漁船漁業の漁獲量が減少した。

そこで，講演者らは漁獲量減少が著しいイカナゴを対象に栄養塩類環境と漁獲量の関連について調査を実施し，イカナゴ当歳魚は餌不足の状態にあること，餌不足により肥満度が経年的に低下していること，肥満度の低下により1980年代に比べて親魚1尾当たりの産卵数が約30%減少していることを明らかにした。

また，生態系モデル「大阪湾・播磨灘イカナゴ生活史モデル」を開発し，栄養塩類環境の変化に対するイカナゴ資源の応答を試算した結果，窒素濃度の増加に対応してイカナゴ漁獲量が増加する結果を得たことを紹介。

2　一般演題

2-1. 環境学習向けマイクロプラスチック調査手法の手引き作成とその活用

（山口県環境保健センター　梶原　丈裕）

海岸のMP調査は標準化された調査方法等がないこと等から，担当課からの協力依頼により委託調査の受託企業と共に採取方法の検討・妥当性を確認。

また，調査結果を基に環境学習用のMP調査の手引きを作成し，当該センターHPへの掲載や漂着物調査で活用した。作成した手引きは環境教育に係る施策の推進に有効なツールであることから，改訂しながら活用することで，県

（市）と環境活動団体との連携も期待できることを示唆。

さらに，担当課や事業者との打ち合わせに当初から参画することで，行政の施策を科学的・技術的に支援するという地環研の役割を果たせたとの報告。

2-2. 水質事故におけるAIQS-DBの活用事例

（岩手県環境保健研究センター　浅沼　英明）

AIQS-DBを用いた多成分一斉分析にて当該県で発生した水路の白濁およびザリガニのへい死事故の原因と思われる3種の農薬を検出した事例を報告。

検出された農薬は，いずれも殺虫剤もしくは殺菌剤であり，現場における検出濃度からザリガニに高い毒性を示すエトフェンプロックスが原因と推定。

AIQS-GCとAIQS-LCの両システムを水質事故の分析に活用することで，従来では原因の特定が困難であった事例でも，原因物質の推定ができる可能性を示唆。

今後は，水質事故時だけでなく平常時のデータも取得し，異常時との差を確認できるようにする等，活用の幅を広げていきたいとの報告。

2-3. 手賀沼における放射性セシウム調査

（千葉県環境研究センター　勝見　大介）

福島第一原子力発電所の事故後，比較的高濃度の放射性セシウムが確認された手賀沼及びその流入河川において，継続して調査を実施している。

事故発生直後は，河川からの流入が主であり，河川河口部の表層に堆積していたと推定されるが，現在では，流入は減少し，沼内全域に分布し堆積した放射性セシウムが再懸濁によって水中の濃度に影響を与えていることが判明した。

放射性セシウムを含有する懸濁性物質の沼からの流出量は少なく，気象条件等により沼内における動態は変化する可能性があるため，今後もモニタリングによる動態把握を継続するとの報告。

当集会には，全国環境研協議会会員である地方環境研究所の職員だけでなく，自治体職員，様々な分野の研究員，企業等から幅広い参加申込があった。

集会を通じて参加者の知識・理解の一助だけでなく新たな人脈ネットワーク構築のきっかけとなれば幸いである。

また，本集会を開催するにあたり，第55回日本水環境学会実行委員会の方々，日本水環境学会地域水環境行政研究委員会の方々，および発表者の方々に格別のご協力をいただいた。この場をお借りして心から感謝申し上げる。

次年度についても3月に富山大学にて，第56回日本水環境学会年会併設研究集会（事務局：石川県保健環境センター）を開催予定である。

＜プログラム＞

座長：香川県環境保健研究センター　　三好　益美
公益財団法人ひょうご環境創造協会
兵庫県環境研究センター　　宮崎　一
（地域水環境行政研究委員会副委員長）

1　特別講演

1-1. 都市水循環系におけるマイクロプラスチックの挙動とナノプラスチックへの挑戦
京都大学大学院　地球環境学堂　田中 周平

1-2. 瀬戸内海の貧栄養化と漁業生産
～イカナゴ減少のシナリオ～
兵庫県立農林水産技術総合センター
水産技術センター　反田　實

2　一般演題

『地環研の役割』
～地域の環境行政施策等への貢献事例～

2-1. 環境学習向けマイクロプラスチック調査手法の手引き作成とその活用
山口県環境保健センター　梶原　丈裕

2-2. 水質事故におけるAIQS-DBの活用事例
岩手県環境保健研究センター　浅沼　英明

2-3. 手賀沼における放射性セシウム調査
千葉県環境研究センター　勝見　大介

＜報　文＞

島根県宍道湖における表層水の塩分と水草繁茂に係る一考察*

野尻由香里**・引野愛子**・山根馨太***・高見　桂**・
木戸健一朗**・吉原　司****・織田雅浩**・神門利之**

キーワード　①宍道湖　②汽水湖　③塩分　④水草　⑤オオササエビモ

要　　旨

1998年～2019年の水質データ等の解析から，宍道湖表層の塩分は平均3.6PSUであるが，年により変動があること，月ごとの平均値は1月から4月にかけて低下，5月から6月に上昇し，その後はほぼ一定であることがわかった。

また，2012年から2019年のオオササエビモの繁茂状況と1998年から2019年の塩分を用いた解析では，宍道湖のオオササエビモは当年5月の塩分が3.9PSU未満のとき繁茂し，3.9PSU以上のときは繁茂が少ないことがわかった。

さらに，オオササエビモの繁茂が早期に判断できないか検討し，前年12月の塩分が3.4PSU未満のとき，または，12月の塩分が3.4PSU以上かつ前年12月～4月に降水量が比較的多い月があるとき，オオササエビモが繁茂することが考えられ，12月の塩分と12月以降の降水を注視することで，水草の繁茂の判断が可能であると考えられた。

1. はじめに

島根県東部に位置する宍道湖は，中海と連結した汽水湖であり，ラムサール条約にも登録された生物の豊かな湖である。ヤマトシジミを代表とするベントスや，プランクトンや水生生物なども多くみられるが，近年は，時としてアオコが発生したり，水草の大量繁茂が起こったり，ヤマトシジミ現存量の急な減少が起こったりすることもある。これらの現象に共通する要因として，塩分の変化があげられることが多い。

秋山は，生物のフロラは塩化物イオン濃度約3000mg/Lを境に大きく変わるとしており，この濃度を挟んで変動することの多い宍道湖では生息できる植物プランクトン種は限られているとしている[1)]。Tanabe et al. は，淡水に発生することの多いアオコ形成種であるラン藻*Microcystis aeruginosa*について，宍道湖を含むいくつかの汽水湖でも発生することがあり，これは塩分耐性を持つ遺伝子を獲得したためであるとしている[2)]。佐藤らは，宍道湖の広範囲なアオコの発生は，発生前月までの塩分濃度と水温から高精度に判別できるとしている[3)]。山室は，情報が得られた淡水性維管束植物の12種のうち10種については繁茂できる塩分は10PSUまでであるが，宍道湖とその周辺水域で優占するオオササエビモとツツイトモは塩分耐性が不明であるとしている[4)]。

宍道湖の塩分の変動についても，これまでに多くの研究がなされており，石飛らは，斐伊川の低出水期に気象潮長期波動の上昇期と天文潮の一回潮が重なる場合に，中海塩水の侵入が起きることが分かったと述べている[5)]。福岡らは，宍道湖湖内上層塩分については，気象平穏時は天文潮により中海の塩水が宍道湖へ輸送されるがその影響は小さく，気圧低下時に中海の水位上昇がもたらされ宍道湖塩分が上昇し，降雨時には河川水流入の増加により宍道湖塩分が低下するとしている[6)]。菅井らは，宍道湖の塩分は対数変換した80日前までの斐伊川流量と相関が最も高いとしている[7)]。

これまでの研究では，生物的な事象の発生後にその原因として塩分があげられたり，事象発生直前に塩分等をもとに警鈴を鳴らしたりするようなことはできていたが，早期に事象発生の可能性を指摘できた例[3)]は少ない。

本稿では，これら生物的な事象に関連の深い宍道湖表層水の塩分の変化を検証するとともに，統計データなど

*Relationship between salinity of surface water and the overgrowth of aquatic plants in Lake Shinji, Shimane prefecture.
**Yukari NOJIRI, Aiko HIKINO, Kei TAKAMI, Kenichiro KIDO, Masahiro ODA, Toshiyuki GODO（島根県保健環境科学研究所）Shimane Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science
***Keita YAMANE（島根県県央保健所)Kenou Public Health Center, Shimane prefecture
****Tsukasa YOSHIHARA（島根県廃棄物対策課)Waste Disposal Regulation Division, Shimane prefecture

から塩分の予想を試み，特に近年問題となっている水草大量繁茂への早期の対応が可能であるかを検討した。

2. 方法

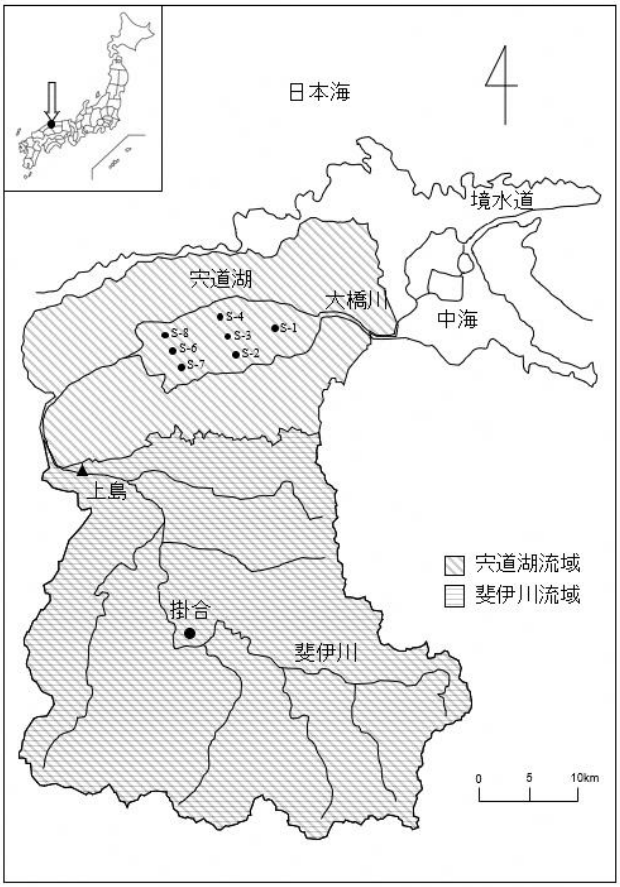

図1　調査エリア及び調査地点

図1に調査対象エリア及び調査地点を示す。調査対象としている宍道湖は島根県東部に位置し，東西約15km，南北7km，最大水深6.4m，平均水深4.5m，湖面積79.1km^2，流域面積1288.4km^2，滞留日数50日とされている。西から流域面積の約70%，流入量の約80%を占める最大の流入河川である斐伊川が流入し，東から大橋川を通じて中海とつながる。さらに中海は境水道を経て日本海とつながっている。宍道湖は日本海との水位差が平均で約30cmと小さいため，潮汐等により東から塩分を含んだ水が流入する汽水湖である。

宍道湖の塩分濃度は，原則として，環境基準点及び補助点S-1，S-2，S-3，S-4，S-6，S-7，S-8の7地点の表層水について，1998年～2019年に当研究所が実施した公共用水域測定結果及び独自に調査を行った塩化物イオン濃度から，海水の塩化物イオン濃度を19g/L，対応する絶対塩分を35‰として計算したものを実用塩分として使用した。斐伊川流量は，国土交通省水門水質データベースから上島地点の流量（斐伊川集水域の約98%の面積を占める）[8]を用いた。なお，2010年11月から斐伊川上流部の尾原ダムの湛水が始まったこと，2013年6月から上島地点の直下流に斐伊川放水路が竣工し運用が開始されたことがあるが，ここでは考慮していない。降水量は，宍道湖集水域のほぼ中央に位置する，気象庁の島根県雲南市掛合測候所の値[9]を使用し，広域の降雨，降雪等の確認のため，松江，斐川，横田，赤名の値も参考にした。

水草の繁茂量の目安としてのオオササエビモの湿重量は，島根県水産技術センターの公表値[10)～17)]を一部修正して用いた。

3. 結果及び考察

3.1 宍道湖表層における塩分の変動傾向

図2に1999年9月から2019年8月までの20年間の月ごとの塩分平均値，変動範囲及び標準偏差を示す。この20年間の塩分の平均は3.6PSUであった。月ごとの平均値は1月から4月にかけて低下し5月から6月に上昇する。6月から1月にかけては10月にやや低下するもののそれ以外の月は3.9～4.2PSUでほぼ一定である。これは福岡らによる既報[6]においても同様である。しかし，9月から翌年8月までの区切りの1年ごとの平均は2.1～5.8PSUであり年により大きく変動することがわかった。月ごとの標準偏差は，6月～12月は1.6～2.0PSU，1月～5月は1.1～1.5PSUとなっており，相対的に6月～12月のばらつきが大きく，逆に1月～5月はばらつきが小さいことがうかがえる。

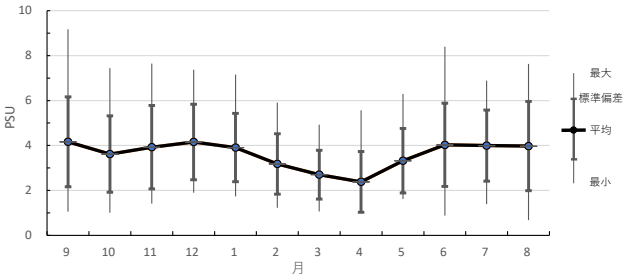

図2　月ごとの塩分平均値，変動範囲及び標準偏差

この塩分の変化は，年によって異なるのか，前月からの変化が大きいことが影響しているのかを確認するため，前月と当月の塩分の比を算出し，月ごとにまとめた。

表1に前月と当月の塩分の比を示す。1999年9月～2019年8月の20年間で，比が0.5以下（塩分が前月の半分以下）となった月が複数回あったのは8月，10月，11月の3回であり，比が2.0以上（塩分が前月の2倍以上）となったことのある月が複数回あったのは5月及び9月の2回であった。比が急激に下がるのは，大量の降雨により流入河川の流量が増したこと，比が急激に上がるのは少雨が継続することによる河川流量の低下に加え，日本海水位が上昇し下流から高塩分水が遡上したことによると考えられ

表1　月ごとの前月の塩分との比

西暦	月											
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
'99-'00	1.55	0.91	1.33	1.03	0.99	0.76	0.97	0.77	1.34	1.34	1.19	1.35
'00-'01	1.20	0.63	0.94	0.67	1.32	0.68	0.84	1.01	1.08	1.60	0.56	0.92
'01-'02	1.29	0.71	0.92	0.92	0.90	0.76	1.14	0.95	1.77	1.12	1.35	1.25
'02-'03	1.46	1.07	1.03	0.92	0.67	0.84	0.58	0.65	1.07	0.84	1.67	0.34
'03-'04	1.36	1.43	1.95	1.18	0.68	1.27	1.21	0.86	1.72	0.60	1.26	1.44
'04-'05	1.16	0.59	0.38	1.27	1.23	1.20	0.85	0.78	1.98	1.44	0.82	1.17
'05-'06	0.72	1.42	1.09	0.89	0.91	0.80	0.80	0.50	1.65	1.09	0.84	0.31
'06-'07	2.08	1.38	1.76	1.38	1.14	0.86	0.82	1.47	1.13	1.33	0.81	0.55
'07-'08	0.95	1.05	1.27	1.31	1.15	0.83	0.77	0.54	0.85	1.49	0.94	1.71
'08-'09	1.10	0.99	1.19	1.01	1.01	0.29	1.46	1.04	1.44	1.32	0.90	0.45
'09-'10	1.17	1.31	1.26	0.85	1.08	0.88	0.77	0.52	1.34	1.22	1.08	0.80
'10-'11	1.40	1.65	1.09	1.24	0.71	0.93	0.54	0.86	1.48	0.32	1.57	1.03
'11-'12	1.14	0.62	1.41	1.79	0.76	0.94	0.82	0.79	1.52	1.66	1.33	0.86
'12-'13	1.25	1.24	1.41	1.01	0.78	0.96	0.77	1.27	1.13	1.18	0.76	1.13
'13-'14	0.85	0.62	0.77	1.02	0.85	0.58	0.87	0.96	2.36	1.74	1.10	1.15
'14-'15	0.57	1.07	0.80	1.02	1.01	0.56	1.02	0.80	1.54	1.70	1.13	1.28
'15-'16	0.75	0.95	1.33	0.97	0.77	0.67	0.81	1.10	1.96	1.22	0.72	1.27
'16-'17	1.13	0.30	1.66	1.26	0.89	0.69	0.68	0.89	2.35	1.72	1.51	0.98
'17-'18	0.98	0.78	0.40	1.21	1.32	0.93	0.94	0.70	1.49	0.87	0.85	0.84
'18-'19	2.23	0.28	1.89	1.55	1.13	1.27	0.99	0.98	1.15	1.13	1.02	0.89

：前月との比が0.5以下　：前月との比が2.0以上

表2　年・月ごとの塩分

(PSU)

月	年							
	'11-'12		'13-'14	'14-'15		'16-'17	'17-'18	
9	1.6	4.2	5.2	3.0	3.5	4.8	6.5	4.2
10	1.0	5.2	3.2	3.2	3.3	1.5	5.2	1.2
11	1.4	7.3	2.5	2.6	4.4	2.4	2.1	2.2
12	2.5	7.4	2.5	2.6	4.3	3.1	2.5	3.5
1	1.9	5.7	2.1	2.7	3.3	2.7	3.3	3.9
2	1.8	5.5	1.2	1.5	2.2	1.9	3.0	5.0
3	1.5	4.2	1.1	1.5	1.8	1.3	2.8	4.9
4	1.2	5.4	1.0	1.2	2.0	1.1	2.0	4.8
5	1.8	6.1	2.4	1.9	3.9	2.7	3.0	5.6
6	3.0	7.2	4.1	3.2	4.7	4.6	2.6	6.3
7	3.9	8.5	4.5	3.6	3.4	6.9	2.2	6.4
8	3.4	6.2	5.2	4.6	4.3	6.7	1.9	5.7

：3.4～3.8PSU　：3.9PSU以上

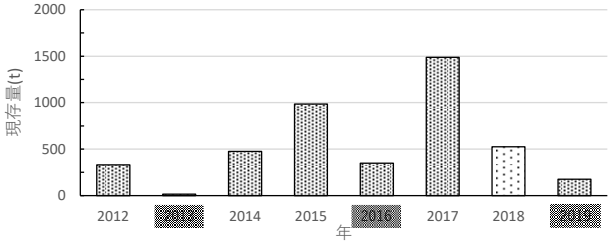

図3　オオササエビモの現存量の推移

た。また，宍道湖の塩分は，気象などの影響を受け極端な値を示すこともあることから，比の小さいほうから2番目と大きいほうから2番目のときの塩分の差を比較すると，12月～3月はその差が相対的に小さく（0.63～0.71PSU：20年間の平均塩分3.6PSUの約1／5），冬季は塩分の変動が相対的に小さいことが確認された。

以上のことから，1月～4月の宍道湖の塩分はやや低下することが多く，かつ，他の月と比べ年による差が小さいことがわかった。

3.2 水草の繁茂量と塩分との関係

宍道湖では1950年代後半に消滅した水草[18]が，2010年ごろから再び繁茂するようになった。2019年に確認されたのは，沈水植物であるオオササエビモ，ツツイトモ，リュウノヒゲモ，イトクズモ，カワツルモ，マツモ，コアマモ，藻類であるシオグサ類である[19]。このうち，オオササエビモは最優占種であり，他の種よりも水面に現れやすく，かつ，量の評価が継続して行われていることから，オオササエビモの推定量を水草の現存量とみなして検討を行った。

表2に年・月ごとの塩分を，図3に宍道湖におけるオオササエビモの現存量（湿重量）を示す。期間はオオササエビモの現存量の記録のある2012年から2019年である。2018年のオオササエビモの現存量については調査日が平成30年台風21号の影響により水草等の流出後であった。加藤ら，神門らは，2018年と2019年の宍道湖沿岸の空中写真をUAVを用いて撮影するとともに，2010年代の水草群落の分布範囲の変遷を解析している[20) 21)]。2018年の撮影日が台風通過の前であったことから，この空中写真の2018年と2019年の面積比と2019年の現存量から2018年のオオササエビモの現存量を算出した。また，この空中写真では2014年頃までは繁茂エリアの湖岸に沿った方向への拡大期で，その後は，沖合方向への繁茂エリアが変化したり繁茂密度が増減したりしていた。このことから2014年までは前年と比べ現存量が少なかった2013年を，2014年以降は6年間のうち相対的に現存量の少なかった2016年，2019年を水草の少ない年とした。

宍道湖の塩分と水草の現存量とを比較すると，現存量の少ない年のうち，2013年については前年9月から当年9月まで継続して宍道湖の平均塩分を超えていた。2019年については1月以降継続して宍道湖の平均塩分を超えているとともに，前年12月は平均塩分を下回ってはいるもののこの8年間では3番目に高い値であった。2016年については，前年11月，12月，当年5月，6月及び8月に宍道湖の平均塩分を超えていた。全体を見ると，6月以降はオオササエビモ繁茂年であっても平均塩分を超えている事例が多くみられた。

以上のことを詳細にみていくと，5月の宍道湖の塩分が平均塩分よりやや高い3.9PSU以上の年にオオササエビモの現存量が少ないことが示された。また，前年12月の塩分が3.4PSU以上のときにもオオササエビモの現存量が少ないことが示された。

地下茎を有するオオササエビモの年間の成長サイクルは，8月ごろに最盛期を迎えその後徐々に衰退するが，12月ごろには地下茎に栄養分を蓄積している。その後，3月末ごろから再び湖底上に芽を出し始め，5月ごろには10～20㎝程度の草体となり，水温が上昇する6月ごろから急速に成長する。

5月の塩分がオオササエビモの現存量に関連があると仮定するならば，オオササエビモが本格的に芽を伸ばし

だす5月に塩分が高いことによりその後の成長が阻害されたのではないかと考えられる。

また，12月に塩分が高いことと翌年のオオササエビモの現存量の関連については，12月の高塩分により地下茎への栄養分の蓄積が妨げられていることも考えられるが，12月の高塩分と翌年5月の高塩分に疑似相関があるためとも考えられる。

3.3 前年12月と当年5月の塩分の関係と水草の繁茂予想

前項で判明した塩分の関係を，1999年9月～2019年8月の20年間の塩分のデータから前年12月と当年5月の20組について検討した。「前年12月の塩分が3.4PSU以上」かつ「当年5月の塩分が3.9PSU以上」の組合せ（オオササエビモの繁茂が少ない）は6組あった。また，「前年12月の塩分が3.4PSU未満」かつ「当年5月の塩分が3.9PSU未満」の組合せ（オオササエビモが繁茂する）は7組あった。一方，「前年12月の塩分が3.4PSU以上」かつ「当年5月の塩分が3.9PSU未満」は7組あり，「前年12月の塩分が3.4PSU未満」かつ「当年5月の塩分が3.9PSU以上」の組合せは0組であった。すなわち，「前年12月の塩分が3.4PSU以上」の条件は「当年5月の塩分が3.9PSU以上」となるための必要条件でしかなく，前項で関連が見られた12月の高塩分と翌年5月の高塩分には直接の関係がないことがわかった。

ここで，「前年12月の塩分が3.4PSU以上」かつ「当年5月の塩分が3.9PSU未満」の組合せについて検討する。

Sugai et al. は，宍道湖湖心の塩化物イオン濃度は80日前までの斐伊川日流量平均値の対数と負の相関が最も高い（R=0.910）としているが，90日前までの斐伊川日流量平均値の対数との負の相関も高い（R=0.907）ことを見出している[7]。しかし，斐伊川流量はリアルタイムで入手することはできないため，水草繁茂の予測のためには

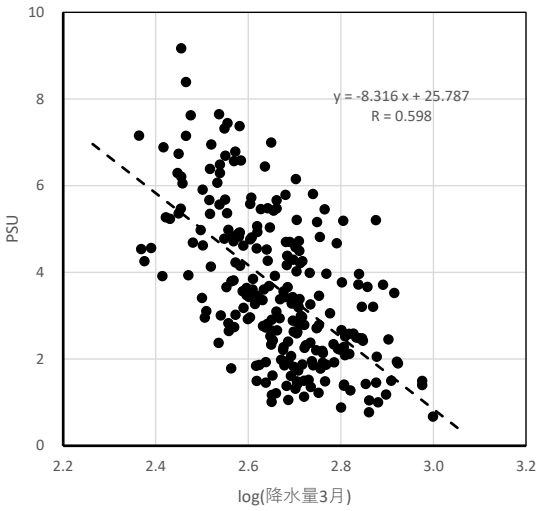

図4　宍道湖湖心塩分と3月前までの降水量の関係

これに代わる変数が必要である。植原は，日本の河川流域の月単位水収支モデルを開発し，降水量の変動係数と流出量の変動係数の比は流域の保水性と関係が深いとしており[22]，流出量は流域降水量に，地質等による保水性の影響や降雪・積雪の影響分の補正をかけて求めている。

このような関係であることから，宍道湖湖心表層の塩分と斐伊川流域のほぼ中央に位置する掛合測候所の前3月分の降水量との相関を調べた。図4に相関図を示す。R=0.598でありやや強い相関がみられたことから，「前年12月の塩分が3.4PSU以上」かつ「当年5月の塩分が3.9PSU未満」となった'99–'00年，'00–'01年，'02–'03年，'05–'06年，'07–'08年，'09–'10年及び'10–'11年の7つの組合せ事例について降水量を中心に検討を行った。

表3に1999年12月～2019年5月の12月から5月の間の月ごとの宍道湖表層の塩分を，表4に1999年12月～2019年4月の12月から4月の間の月ごとの掛合測候所の降水量を示す。例えば，2010年12月から翌年1月の間に塩分は

表3　年・月ごとの塩分

（PSU）

月	年 '99-'00	'00-'01	'01-'02	'02-'03	'03-'04	'04-'05	'05-'06	'06-'07	'07-'08	'08-'09	'09-'10	'10-'11	'11-'12	'12-'13	'13-'14	'14-'15	'15-'16	'16-'17	'17-'18	'18-'19
12	4.7	5.1	1.9	5.0	5.4	1.9	6.0	4.7	6.2	6.5	3.6	6.1	2.5	7.3	2.5	2.6	4.3	3.1	2.5	5.6
1	4.7	4.8	1.7	4.7	2.3	2.3	4.6	5.4	7.2	6.6	3.9	4.3	1.9	5.7	2.1	2.7	3.3	2.7	3.3	3.9
2	3.6	3.3	1.3	4.0	3.0	2.8	3.7	4.6	5.9	1.9	3.4	4.0	1.8	5.5	1.2	1.5	2.2	1.9	3.0	5.0
3	3.5	2.8	1.5	2.3	3.6	2.4	2.9	3.8	4.5	2.8	2.7	2.1	1.5	4.2	1.1	1.5	1.8	1.3	2.8	4.9
4	2.7	2.8	1.4	1.5	3.1	1.9	1.5	5.6	2.4	2.9	1.4	1.8	1.2	5.4	1.0	1.2	2.0	1.1	2.0	4.8
5	3.6	3.0	2.5	1.6	5.4	3.7	2.4	6.3	2.1	4.2	1.9	2.7	1.8	6.1	2.4	1.9	3.9	2.7	3.0	5.6

：12月の塩分が3.4PSU以上　　：5月の塩分が3.9PSU以上

表4　年・月ごとの降水量

（mm）

月	年 '99-'00	'00-'01	'01-'02	'02-'03	'03-'04	'04-'05	'05-'06	'06-'07	'07-'08	'08-'09	'09-'10	'10-'11	'11-'12	'12-'13	'13-'14	'14-'15	'15-'16	'16-'17	'17-'18	'18-'19
12	129	70	162	177	234	227	230	125	147	169	133	285	229	159	227	219	147	208	105	181
1	175	221	170	230	109	172	108	111	120	263	107	180	159	129	181	210	237	209	178	110
2	113	137	83	123	87	143	127	130	169	134	122	112	119	86	78	109	187	245	78	91
3	171	168	255	172	127	161	199	104	161	100	254	122	170	67	188	138	63	71	213	167
4	103	42	106	197	115	53	159	46	163	149	175	138	77	135	78	174	159	132	111	144

6.1PSUから4.3PSUまで1.8PSU低下している。このとき降水量は，この20年間で12月としては最も多い285mmを記録し，かつ，12月中旬までは比較的気温が高かったために積雪とならず斐伊川から宍道湖に流入したことが考えられた。他の年も同様に塩分が低下する前月もしくは前々月に降水量が比較的多かった月が含まれていた。

以上のことから，1999年9月～2019年8月の20年間では前年12月の塩分が3.4PSU未満の場合，5月の塩分は必ず3.9PSU未満となり，オオササエビモが繁茂すると認められる。一方，前年12月の塩分が3.4PSU以上の場合は5月の塩分は1.6～6.3PSUとなり水草の繁茂は判断できない。ただし，5月の塩分が3.9PSU未満となる場合は，前年12月～4月に降水量が比較的多い月があることから，12月以降の降水量を注視することで，降水量がやや多ければオオササエビモは繁茂し，そうでないときはオオササエビモの繁茂は少ないと考えられ，水草の発生の判断が可能であると考えられる。

4. まとめ

1998年～2019年までの宍道湖表層の塩分の変動の解析から，平均が3.6PSUであること，年により変動があること，月ごとの平均値は1月から4月にかけて低下，5月から6月に増加し，その後はほぼ一定であることがわかった。

また，2012年から2019年のオオササエビモの繁茂状況と1998年から2019年の塩分を用いた解析では，宍道湖のオオササエビモは当年5月の塩分が3.9PSU未満のとき繁茂し，3.9PSU以上のとき繁茂が少ないことがわかった。

さらに，オオササエビモの繁茂が早期に判断できないか検討したところ，前年12月の塩分が3.4PSU未満のとき，または，12月の塩分が3.4PSU以上かつ前年12月～4月に降水量が比較的多い月があるとき，5月の塩分が3.9PSU未満となり，オオササエビモが繁茂することが考えられ，12月の塩分と12月以降の降水を注視することで，水草の繁茂の判断が可能であると考えられた。

5. 引用文献

1)　秋山優:宍道湖･中海の藻類. 遺伝,**36**,(10),90-94, 1982
2)　Y Tanabe, Y Hodoki, T Sano, K Tada, M M. Watanabe : Adaptation of the freshwater bloom-forming cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* to brackish water is driven by recent horizontal transfer of sucrose genes. *Front Microbiol*, **9**, 1150, 2018
3)　佐藤紗知子，大城等，馬庭章，管原庄吾，神谷宏，大谷修司：宍道湖におけるアオコ発生の環境要因とその事前判別．陸水学雑誌，**76**，217-224，2015
4)　山室真澄：日本の汽水湖沼での異常増殖が懸念される淡水産沈水植物・浮葉植物の繁茂が確認された塩分範囲．陸水学雑誌，**75**，113-118，2014
5)　Y Ishitobi, H Kamiya, K Yokoyama, M Kumagai, S Okuda : Physical conditions of saline water intrusion into a coastal lagoon, Lake Shinji, Japan. *Japanese Journal of Limnology*, **60**, 439-452, 1999
6)　福岡捷二，松下智美，三浦心，黒川岳司，船橋昇治，中村幹雄：連結系汽水湖における塩分変化特性．水工学論文集，**46**，899-904，2002
7)　R Sugai, S Sugahara, Y Seike : Salinity fluctuation factor in the brackish Lake Shinji, *Laguna*, **24**, 19-25, 2017
8)　国土交通省：水門水質データベース日流量年表検索上島（かみしま）, http://www1.river.go.jp/cgi-bin/SrchWaterData.exe?ID=307041287705050&KIND=7&PAGE=0（2021.4.5アクセス）
9)　気象庁：過去の気象データ・ダウンロード, https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php（2021.5.7アクセス）
10)　石田健次：藻の産業利用に係る調査（宍道湖・中海水環境保全・再生・賢明利用推進事業）．島根県水産技術センター年報平成24年度，**7**，72-73，2013
11)　石田健次：藻の産業利用に係る調査（宍道湖・中海水環境保全・再生・賢明利用推進事業）．島根県水産技術センター年報平成25年度，**8**，75-76，2014
12)　勢村均，若林英人，石田健次：宍道湖の水草分布調査（宍道湖・中海水産資源維持再生事業）．島根県水産技術センター年報平成26年度，**9**，73，2015
13)　若林英人，内田浩，石田健次：宍道湖の水草分布調査（宍道湖・中海水産資源維持再生事業）．島根県水産技術センター年報平成27年度，**10**，59，2016
14)　岡本満，石田健次：宍道湖の水草分布調査（宍道湖・中海水産資源維持再生事業）．島根県水産技術センター年報平成28年度，**11**，59，2017
15)　岡本満，石田健次，勢村均：宍道湖の水草分布調査（宍道湖・中海水産資源維持再生事業）．島根県水産技術センター年報平成29年度，**12**，57，2018
16)　岡本満，清川智之：宍道湖の水草分布調査（宍道湖有用水産動物モニタリング調査）．島根県水産技術センター年報平成30年度，**13**，62，2019
17)　原口展子，清川智之：宍道湖の水草分布調査（宍道湖有用水産動物モニタリング調査）．島根県水産技術センター年報令和元年度，**14**，63，2020
18)　平塚純一，山室真澄，石飛裕：里湖モク採り物語－50年前の水面下の世界，67，生物研究社，東京，2006
19)　島根県，成果報告書「宍道湖におけるヤマトシジミ稚貝に及ぼす水草類の影響を軽減する管理方法の検

討」，
https://www.pref.shimane.lg.jp/industry/suisan/shinkou/suigi/publish/jigyouhou/2019.data/R1-n-06_mizukusa.docx（2021.5.7アクセス）
20） 加藤季晋，小室隆，山根馨太，引野愛子，吉原司，神谷宏，織田雅浩，管原庄吾，神門利之：UAVを用いた宍道湖における水草等の繁茂状況の把握．第54回日本水環境学会年会講演集，462，2020
21） 神門利之，加藤季晋，小室隆，管原庄吾，神谷宏：2010年代の空中写真を用いた宍道湖における水草群落分布範囲の変遷．第23回日本水環境学会シンポジウム講演集，13，2020
22） 植原茂次：日本の河川流域の月単位水収支に基づく水文特性に関する研究．水文・水資源学会誌，**3**，(2)，9-22，1990

＜報　文＞

相模湾西部沿岸で採取した特徴的な形態を有するマイクロプラスチックの発生源調査*

菊池　宏海**・難波　あゆみ**・五十嵐　恵美子**・川原　一成**・三島　聡子***・坂本　広美**

キーワード　①マイクロプラスチック　②海岸漂着　③被覆肥料　④発生源　⑤生分解性

要　旨

海洋ごみ問題のひとつであるマイクロプラスチック汚染について，神奈川県は，眼下の相模湾への漂着状況に加えて，マイクロプラスチックへの化学物質の付着状況を明らかにし，発生源対策を講じるうえでの知見を集めてきた。特に西部の山王網一色海岸には，特徴的な，中空球状のマイクロプラスチックが他と比較して多量に漂着することが確認された。由来がわからないものがほとんどである中，形態や漂着する地域に特徴があることから，このマイクロプラスチックは比較的発生源が特定しやすいと考えられた。そこで，このマイクロプラスチックの発生源及び環境中へ流出する原因を調査した。その結果，当該海岸にそそぐ酒匂川流域の圃場が発生源のひとつであり，水稲栽培の一工程がその原因であることを確認した。

1. はじめに

海洋ごみ問題のひとつとして，近年，マイクロプラスチック(以下「MP」という)による汚染が世界的に注目されている。MPとは環境中に存在するサイズが5mm以下のプラスチックをいい[1)]，樹脂ペレットやマイクロビーズのほか，プラスチックごみが波や紫外線の作用で細片化したものなど，さまざまな形態があり，海洋中の総量はおよそ5兆個と見積もられている[2)]。そしてMPは，海洋生物に物理的なダメージを与える可能性があるほか，海洋中の有害物質がこれに吸着・濃縮され海洋生物へ取り込まれることにより，海洋生物及び食物連鎖による人間への悪影響が引き起こされる懸念がある[3)]。

日本近海及び沿岸でもMPは確認されており，特に日本近海に漂流するMPの起源は黄海や東シナ海と推定されている[4)]。一方で国内からも海域へ流出していることが確認されているため[5)]，国際的な対策に加え，国内における対策も重要になる。

そのような状況の中で，本県にとって目の前に広がる相模湾の保全は，自然環境保護や漁業資源確保の面で非常に重要である。そのため，これまでに相模湾沿岸を中心とし，まずは海岸の満潮線におけるMP漂着状況調査を行ってきた。それにより，相模湾沿岸の漂着MPは河川を通じて内陸の影響を受け，海岸によって特異性がみられることや，漂着したMPに吸着している化学物質量は近傍河川水中の化学物質濃度をある程度反映することなどがわかってきた[6)]。また，特徴的な形態を有したMPも見つかっており，県西部にある小田原市の山王網一色地区の海岸には，潰れたボール状を呈する被覆肥料の被膜殻（以下「肥料殻」という，図1）が春季に大量に漂着することを確認しており，その発生源が小田原の海岸にそそぐ酒匂川中流域の圃場(水稲)にあることを推察した[7)]。

図1　肥料殻

*A Study on the Source of Characteristic Microplastics Found in Sagami Bay

**Hiromi Kikuchi, Ayumi Namba, Emiko Igarashi, Kazunari Kawahara, Hiromi Sakamoto（神奈川県環境科学センター）Kanagawa Environmental Research Center

***Satoko Mishima（神奈川県湘南地域県政総合センター）Shonan Region Prefectural Administration Center, Kanagawa Prefectural Government

また，人工芝の破片と考えられる緑色のへら状MPもしばしば確認している。ただし，あくまでこれらいくつかのMPについて発生源等の考察ができたのみであり，その他多くのMPについては色，形態，材質など多種多様であることから，それが元は何であり発生源はどこであったかが特定できず，具体的な発生源対策を講じるのが難しい状況にある。そのため，今後は生活環境におけるプラスチックの使用箇所あるいはそれがMPとなる過程など，詳細な調査が必要である。

本稿では，上述の肥料殻について，発生から海岸への到達までを確認し，また，1年間においての発生時期を調査した結果について報告する。発生源が推定でき，発生源対策を検討できるものは積極的に行う必要があると考えられたため，まずはこの肥料殻について，より具体的な調査を始めた。

2. 方法

2.1　調査地点及び調査時期

小田原市を流れる酒匂川の右岸に位置する山王網一色海岸で，春季に肥料殻の大量漂着を確認していた。そのため，圃場から流出した肥料殻がその排水路や河川を流下した後，海岸まで到達し，漂着するものと想定した。そこで，海岸から遡って調査することとし，山王網一色海岸，海岸にそそぐ酒匂川，酒匂川支流，圃場排水路及び圃場の各地点での流出・流下状況を調査した(図2)。

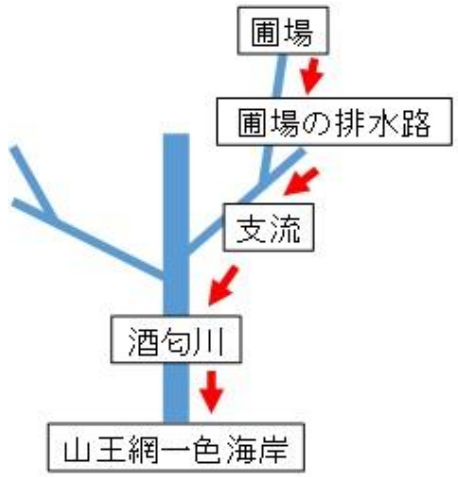

図2　調査地点模式図

2.2 調査方法及び時期

調査の方法は，圃場からの排水を伴う作業の際に肥料殻が流出すると想定し，これに該当する作業である代掻き，中干及び落水の際に，流出・流下状況を把握することとした。代掻きとは田植えの前，耕うんした田に水をはり，土を砕き均す(その後水を排出する)作業であるが，この際圃場内に残っていたもみ殻及び枯れ枝が，水と同時に圃場から排出される。中干とは，(一般的には)梅雨の時期に灌水を中止して排水し，適度に圃場を乾かす作業をいい，茎数が過多になるのを防ぎ，有害物質の発生を防ぐことで根を活性化させるなどの効果がある。落水とは，稲刈りの約10日前に水を抜き，稲の登熟を完了させる作業をいう。対象とした圃場について，これらの作業を行う時期を聞き取り，代掻きとその後の調査を2020年5月13，14，19日，6月9日に，中干時の調査を7月3，15，20日に，落水時の調査を9月4，15日に行った。

流出・流下した肥料殻の把握は各地点の状況に合わせて行った。圃場排水路においては，排水路への付着状況を目視したほか，角型のたも網(横幅34cm，2mmメッシュ)を水面から深さ6cmまで，排水中に2分間入れ，流下する肥料殻を採取した。

酒匂川支流及び酒匂川においては，護岸等への付着状況を目視したほか，工藤らの方法[8]に準じ，プランクトンネットを用いて流下する河川水を定位置で通水して水中に浮遊するMPを採取する方法を用いた。図3に示した，ろ水計(General Oceanics社，GO-2030R型)を取り付けたプランクトンネット(㈱離合社，Cat.No.5511北原式表面プランクトンネット)を，上部が水面と同程度の高さになるように沈めて保持し，5分間通水させた。通水後，ネット内に捕集されたものを篩(0.3mmメッシュ)にあけ，肥料殻が含まれていた場合，その個数を計り，1m³あたりの流下量を推算した。

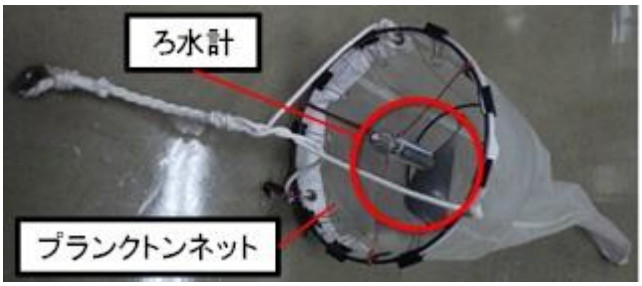

図3　ろ水計を付けたプランクトンネット

山王網一色海岸においては，満潮線上で任意の2か所を選定し，40cm四方(図4)，地表から3cmを砂や枯れ枝ごとステンレススコップで削り取り，篩分(4.75mmメッシュ)した。

図4　満潮線と採取区分

篩を通過したものを，改めて篩分(2㎜メッシュ)し，篩上に残ったものから肥料殻を選別し，計数した。その後，1㎡あたりの個数を推算した。

3. 結果

3.1 代掻き時

代掻きの際，圃場の出口から圃場排水路までを目視確認したところ，圃場から1分間あたり数百個程度の多量の排出が認められ，また排水路には肥料殻が多量に浮いており，壁にも付着していた(図5)。

図5　排水路の壁に付着する肥料殻

酒匂川支流においては，1㎥あたり5月13日に3.2個，14日に1個の流下があった。酒匂川においては，5月14日に1㎥あたり0.1個が流下し，河川の護岸あるいはブロックに肥料殻，もみ殻が多量に付着・漂着していた(図6)。

図6　護岸に付着した肥料殻，もみ殻

山王網一色海岸においては，1㎡あたり5月14日には22個，19日には25個，6月9日には143.8個の漂着を確認した。

3.2 中干し時

圃場の出口から圃場排水路までを目視確認したところ，圃場出口からの流出を確認したものの，代掻きと比較すると非常に少ない様子であった。酒匂川支流においては，1㎥あたり7月3日には0個(確認できず)，7月15日には0.2個，7月20日には0.1個の流下があった。酒匂川においては，7月3日及び15日は増水のため調査できなかったが，河川の護岸に肥料殻及びもみ殻が多量に付着していた。7月20日には1㎥あたり0.1個の流下があった。山王網一色海岸においては，1㎡あたり7月3日には553.1個，15日には37.5個，20日には120.8個の漂着を確認した。

3.3 落水時

圃場の出口から圃場排水路までを目視確認したところ，圃場出口からの流出を確認したものの，代掻きと比較すると非常に少なく，中干よりもさらに少ない結果であった。酒匂川支流においては，1㎥あたり9月4日には0個(確認できず)，9月15日には0.1個の流下があった。酒匂川においては，1㎥あたり9月15日に0.1個の流下があった。山王網一色海岸においては，1㎡あたり9月15日に85.9個の漂着を確認した。

3.4 結果まとめ

代掻きから落水までの各地点での確認状況は表1，2のとおりとなった。

表1　代掻き時の確認状況

	代掻き			
	5月			6月
	13日	14日	19日	9日
排水路	多量	多量	－	－
支流	3.2	1	－	－
酒匂川	－	0.1	－	－
海岸	－	22	25	143.8

※単位　海岸:個/㎡ 川:個/㎥ 排水路:個

表2　中干，落水時の確認状況

	中干			落水	
	7月			9月	
	3日	15日	20日	4日	15日
排水路	数個	2	0	0	1
支流	0	0.2	0.1	0	0.1
酒匂川	－	－	0.1	－	0.1
海岸	553.1	37.5	120.8	－	85.9

※単位　海岸:個/㎡ 川:個/㎥ 排水路:個

代掻きと比較して排出が少なかった中干及び落水の後においても，海岸には多量に漂着していることを確認した。

4. 考察

まず，圃場からの流出についてであるが，代掻きは稲刈りの前，前年から残ったもみ殻などを取り除く目的もあるため，非常に多くのものが圃場から流出し，それに

合わせて肥料殻も流出してしまうことを確認した。肥料殻は中空球状であり，水に浮くため，一度土中から出てしまうと，ほとんどが代掻きによって排水とともに流出してしまうと考えられた。そのため，浮いた肥料殻の回収や，代掻き時の水量調整で流出を水尻で食い止めること，また殻の紫外線による分解を促進することなどが，流出防止策として有効と考えられた。ただし，回収する方法を採った場合，回収するための網の目詰まりによる作業中断あるいは回収作業そのものの手間が生じ，施肥回数が少ない，つまり栽培工程の作業が少なくて済むという被覆肥料のメリットが薄らぐ可能性がある。そのため，流出の防止のためには，代掻き作業そのものの方法を含む抜本的な方法の変更が必要と考えられた。

一方，中干あるいは落水では流出は見られないか，もしくは，代掻きの際と比較して非常に少ない結果であった。これらには代掻きのような土を掻き混ぜる作業がなく，土中の殻が流出することがない，つまり表面にあったものが浮き，越流水にのった場合のみ流出するためと考えられた。こちらは，流出量が少ないことから，例えば圃場出口に網を置いて回収するといった方法でも，代掻き時に行うよりは負担が少ない可能性がある。

次に海岸での漂着状況であるが，代掻き後に多量に漂着するのは，圃場での流出状況をみれば想定どおりであるが，中干や落水後も多量の漂着が見られた。代掻き，中干及び落水それぞれのタイミングでの流出個数を正確に把握するのが難しいため，おおよその結果であるが，中干及び落水の流出量が代掻きと比較して非常に少ないことを考えると，海岸で確認したもののほとんどは代掻きにより流出したと推測された。ほとんど流出のない中干や落水時にも，代掻きの数日後に近い量が確認されているのは，ひとつは河川の護岸等に付着していたものが時間を経て漂着したことが考えられる。代掻きは概ね5月に行われるが，その後梅雨などの出水期を経るため，それにより付着分が徐々に海岸に漂着しているものと考えられた(図7)。

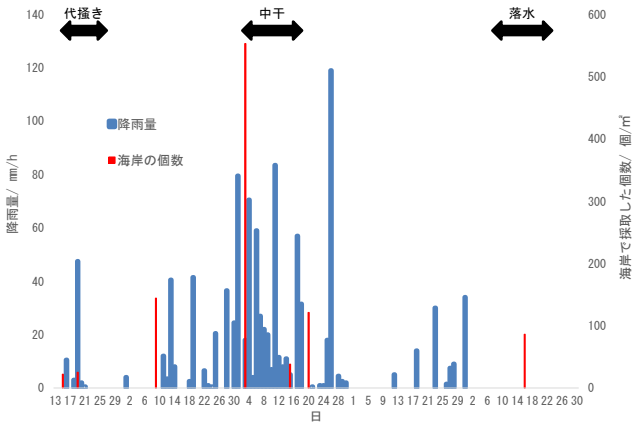

図7　南足柄市の降雨量と海岸での漂着個数

一方で，圃場表面にあったものが増水時に流出した可能性も考えられた。代掻きで流出しきれなかったものあるいは，田植え作業などにより新たに土中から浮上した殻があると考えられ，それらが降雨等による増水があった際，越流に乗って流出した可能性がある。

5. まとめ

被覆肥料の被膜殻と考えられるマイクロプラスチックが，水稲栽培の圃場から流出し，河川を通じて海岸まで漂着することを確認した。そのほとんどが水稲栽培の一工程である代掻きの際の流出と考えられ，その他の工程では，代掻きと比較するとわずかであった。海岸への漂着量は，多量に流出する代掻きの後だけでなく，他の時期でも比較的多く漂着することが新たに判明した。一度流出すると河川から回収するのは難しいため，流出を未然に防止するため，圃場からの流出直前の回収あるいは圃場においての肥料殻の分解を促進するような作業の追加が必要と考えられた。

6. 引用文献

1)　GESAMP:Reports and Studies 90 “Sources,Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment : a Global Assessment”, pp.14-29, International Marine Organization, London, 2015

2)　Eriksen M., Lebreton L.C.M., Carson H.S., Thiel M., Moore C.J., Borerro J.C., Galgani F., Ryan P. G. : Plastic Pollution in the World’s Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighting over 250,000 Tons Afloat at Sea, *PLoS ONE*, **9**, e111913, 2014

3)　Mato Y., Isobe T., Takada H., Kanehiro H., Ohtake C., Kaminuma T. : Plastic Resin Pellets as a Transport Medium for Toxic Chemicals in the Marine Environment, *Environ.Sci.Technol.*, **35**, 318-324, 2001

4)　Isobe A., Uchida K., Tokai T., Iwasaki S. : East Asian seas : A hot spot of pelagic micro-plastics, *Marine Pollution Bulletin*, **101**, 618～623, 2015

5)　二瓶泰雄，片岡智哉：市街地のごみ堆積状況と河川水中のマイクロプラスチック汚染状況，用水と廃水，**60**，(1)，48～55，2018

6)　池貝隆宏，三島聡子，菊池宏海，難波あゆみ，小林幸文：相模湾沿岸域のマイクロプラスチック漂着特性，神奈川県環境科学センター研究報告，**41**，1-10，2018

7)　池貝隆宏，三島聡子，菊池宏海：相模湾沿岸におけ

るマイクロプラスチックの漂着の特徴，用水と廃水，**62**，(2)，147～154，2020
8)　工藤功貴，片岡智哉，二瓶泰雄，日向博文，島崎穂波，馬場大樹：日本国内における河川水中のマイクロプラスチック汚染の実態とその調査手法の基礎的検討，土木学会論文集 B1（水工学），**73**，I1225-I1230，(2017)

＜報　文＞

2020年8月上旬のPM2.5広域高濃度事象における長野県内の汚染状況*

中込和徳**・町田　哲**・掛川英男**

キーワード　①火山噴煙　②小笠原諸島西之島　③PM2.5全国分布図　④天気図　⑤太平洋高気圧

要　　旨

2020年8月上旬の全国的なPM2.5高濃度事象における長野県内の汚染状況を，県内大気常時監視データに加えて，PM2.5全国分布図及び天気図を用いて詳細に解析した。その結果，県内各地域のPM2.5濃度は，北信地域では5日，6日，9日に上昇，7日に低下したが，一方，中南信地域では8日に急上昇し，地域によって異なる変動パタンを示した。5日，6日，9日は，西之島の噴煙によると考えられる高濃度帯の中心軸が北信地域の北側を通過しており，中心軸により近い北信地域でより高濃度になったと考えられた。7日に北信地域のPM2.5濃度が急激に低下したのは，東西にのびる前線の北側の清浄な気団に同地域が覆われたためと考えられた。一方，8日に中南信地域のPM2.5濃度が急激に上昇したのは，前日に中国・四国地方～近畿地方にあった高濃度域が，天気図から推定される上空の南西風により，前線の南側を同地域まで移流してきたためと考えられた。

1. はじめに

日本国内における微小粒子状物質（PM2.5）濃度は，国内外における人為発生源対策の進展等により，近年全国的に低下傾向にあり，高濃度事象の発生頻度も低下傾向にある[1)~5)]。一方で，桜島をはじめとした火山噴煙の影響による高濃度事象が，近年，相対的に目立つ傾向にある[6)~12)]。このような中，2020年8月上旬に大規模なPM2.5高濃度事象が全国的に発生し，長野県内においても8月5日から9日にかけて，PM2.5濃度が近年まれな高濃度に達した。本事象は，梅雨明け後の夏季に特徴的な太平洋高気圧の北西の縁に日本列島全体が安定して緩やかに覆われた気象条件下で，その縁に沿って，当時活発な噴火活動を継続していた小笠原諸島西之島の噴煙が，九州地方をはじめとした日本列島全体に流れ込んだことが主な要因である可能性が指摘されている[13)~16)]。

このような火山噴煙が大気環境に及ぼす影響は大きく，日頃からその影響を注視し，備えることが重要である[17)]ことから，本報では，今後同様の事象が発生した場合における迅速かつ適切な対応に資するため，本高濃度事象の発生状況の詳細な解析を行った。

2. 調査方法

解析対象期間は，本県においてPM2.5濃度が上昇した，2020年8月5日から9日を含む，8月1日から11日とした。県内大気常時監視データの解析対象地点は，図1及び表1に示した11か所の県内PM2.5測定局とし，北信地域は環境保全研究所（環保研），篠ノ井，更埴インターチェンジ（更

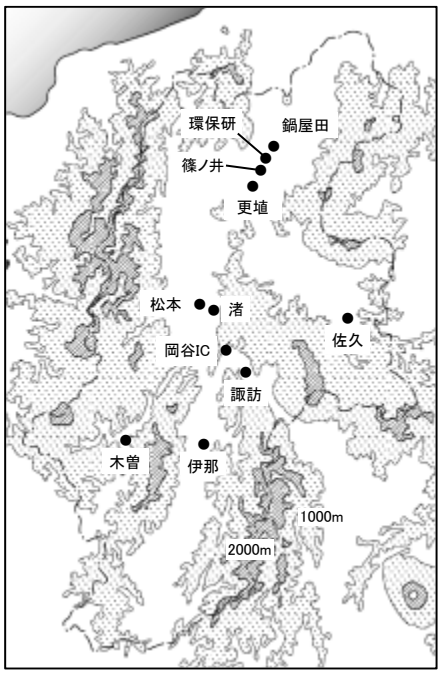

図1　長野県内大気常時監視データの解析対象地点図

*Air pollution in Nagano Prefecture at the widely elevation of PM2.5 in early August 2020

**Kazunori NAKAGOMI, Satoshi MACHIDA, Hideo KAKEGAWA（長野県環境保全研究所）Nagano Environmental Conservation Research Institute

埴IC），鍋屋田の4局，中南信地域は松本，木曽，諏訪，伊那，松本渚交差点（渚），岡谷インターチェンジ（岡谷IC）の6局，東信地域は佐久の1局であった。解析対象項目は，表1に示した$PM_{2.5}$，浮遊粒子状物質（SPM），二酸化硫黄（SO_2），光化学オキシダント（O_X），窒素酸化物（NO_X）の5項目とした。

測定方法については，$PM_{2.5}$は環保研，更埴IC，松本，伊那，佐久の5局が光散乱法とβ線吸収法のハイブリッド法（Thermo Fisher Scientific ，SHARP5030），その他6局がβ線吸収法（東亜DKK，FPM-377）であった。SPM，O_X及びNO_Xは，それぞれ全ての局で，β線吸収法，紫外線吸収法及び化学発光法であった。SO_2は松本と佐久の2局が溶液導電率法，その他5局が紫外線蛍光法であった。なお，伊那のNO_Xは全期間，松本の$PM_{2.5}$は8月1日1時から7日12時まで，ともに機器故障のため欠測であった。

$PM_{2.5}$全国分布図については，国立環境研究所のウエブサイト「環境GIS」の「そらまめ君ギャラリー」の分布図を利用した。また，天気図については，気象庁のウエブサイトの「過去の天気図」を利用した。なお，解析に用いた県内大気常時監視データ，$PM_{2.5}$全国分布図及び天気図は，いずれも速報値のデータ及び図を使用した。

3. 結果及び考察

3.1 長野県内の大気汚染物質濃度の変動状況

3.1.1 $PM_{2.5}$

8月1日から11日までの県内各測定局における$PM_{2.5}$日平均値の経日変化の様子を図2に示した。$PM_{2.5}$濃度の変動パタンは地域によって異なり，実線で示した北信地域の4局（環保研，篠ノ井，更埴IC，鍋屋田）は5日，6日及び9日に，点線で示した中南信地域の6局（松本，木曽，諏訪，伊那，渚，岡谷IC）は8日に高濃度となり，破線で示した東信地域の佐久局は北信地域と中南信地域の中間的な変動パタンを示した。特に8日の中南信地域における高濃度時には，松本及び渚において日平均値が50μg/m³を超え，注意喚起の暫定的な指針値である70μg/m³に近い値となった。

$PM_{2.5}$高濃度期間における変動状況をより詳細に見るため，8月4日～9日の北信，中南信の各地域における1時間値の経時変化の様子を図3に示した。前半の4日から6日までは，両地域ともに，いずれの日も，6時頃から12時頃にかけて$PM_{2.5}$濃度が上昇し，その後18時頃までやや上昇傾向を示すものの，それ以降は翌日6時頃まで低下傾向を示した。両地域の$PM_{2.5}$濃度を比較すると，概ね北信地域の方が中南信地域より高い値で推移し，濃度上昇も北信地域の方が大きく，5日及び6日の18時頃には1時間値の最大値が50μg/m³前後に達し，図2で見たように北信地域で$PM_{2.5}$が高濃度となった。

表1　長野県内大気常時監視データの解析対象地点及び項目（○、－は測定実施の有、無を表す。）

測定局			項目				
地域区分	種別	名称	$PM_{2.5}$	SPM	SO_2	O_X	NO_X
北信	一般	環保研	○	○	○	○	○
		篠ノ井	○	○	○	○	○
	自排	更埴IC	○	○	－	－	○
		鍋屋田	○	○	－	－	－
中南信	一般	松本	○	○	○	○	○
		木曽	○	○	○	○	○
		諏訪	○	○	○	○	○
		伊那	○	○	○	○	欠測
	自排	渚	○	○	－	－	○
		岡谷IC	○	○	－	－	○
東信	一般	佐久	○	○	○	○	○

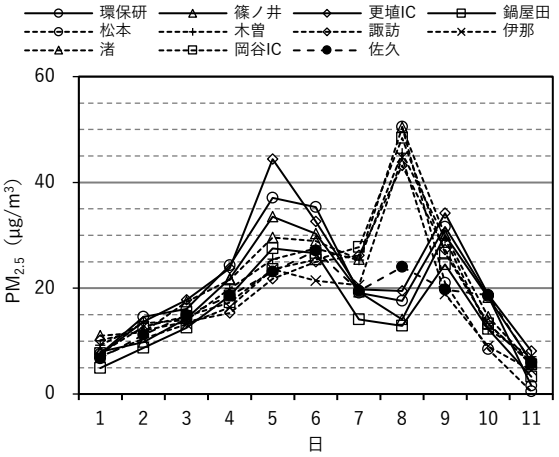

図2　長野県内における$PM_{2.5}$日平均値の経日変化（2020年8月）

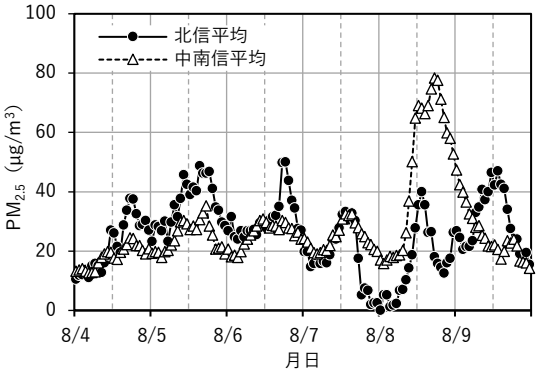

図3　北信地域及び中南信地域における$PM_{2.5}$ 1時間値の経時変化（2020年）

一方，後半の7日から9日までは，$PM_{2.5}$濃度の時間変動パタンに地域差がみられた。7日18時頃，北信地域では$PM_{2.5}$濃度が急激に低下し，概ね5μg/m³以下になった。一方，中南信地域では北信地域ほど急激な濃度低下は見られず，むしろ8日9時頃から急激な濃度上昇がみられ，18時頃には概ね80μg/m³に達した。その後は9日24時にかけ

て低下傾向を示した。北信地域についても，8日9時頃から濃度上昇がみられ，14時には概ね40μg/m³に達したが，18時には20μg/m³以下に低下し，中南信地域ほど濃度は上昇しなかった。その後は9日9時頃から再び上昇傾向を示し，13時前後には1時間値の最大値が40μg/m³以上に達し，図2で見たように北信地域で$PM_{2.5}$が高濃度となった。

3.1.2 その他の大気汚染物質

北信，中南信の各地域における，$PM_{2.5}$と他の大気汚染物質（SPM，SO_2，O_X及びNO_X）の経日変化の様子を図4に示した。両地域ともに，SPM及びSO_2は$PM_{2.5}$と濃度変動パタンが一致していた。一方で，O_X及びNO_Xについては，いずれの地域も$PM_{2.5}$と濃度変動パタンに類似性は見られなかった。

一般に人為起源の大気汚染の場合，$PM_{2.5}$とともにO_XやNO_Xも濃度上昇すると考えられるが，本事例では，SO_2，SPM及び$PM_{2.5}$といった火山噴煙に特徴的な物質だけが濃度上昇しており，このことからも$PM_{2.5}$濃度上昇の主な原因が火山噴煙であることが示唆された。

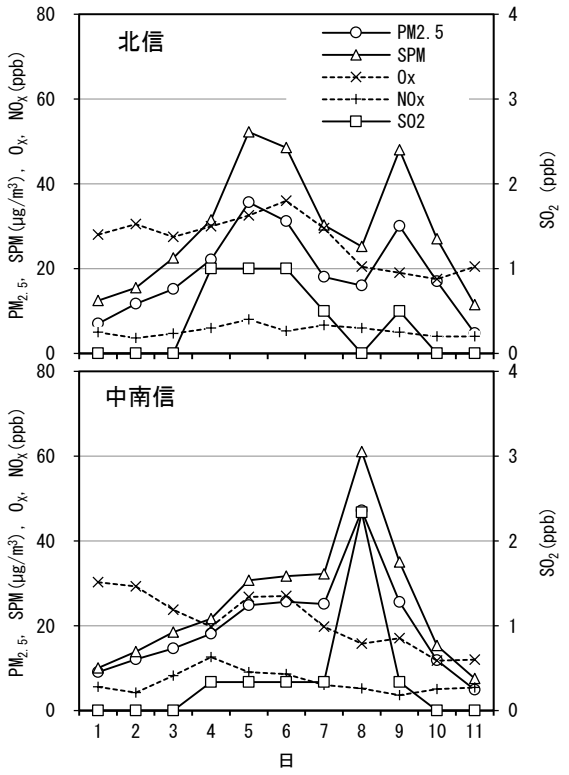

図4　北信地域（上段）及び中南信地域（下段）における大気汚染物質日平均値の経日変化（2020年8月，中南信SO_2は松本を除く）

3.2 $PM_{2.5}$濃度の広域的な変動状況

3.2.1 8月4日から6日までの状況（前半）

火山噴煙の影響発生には，天気図に示される総観規模の気象状況が重要である[18),19)]ため，県内$PM_{2.5}$高濃度期間を含む8月4日～9日の各日について，$PM_{2.5}$全国分布図及び天気図をもとに，$PM_{2.5}$濃度の広域的な変動状況を解析した（図5）。

4日6時には九州地方を中心に高濃度地点（35μg/m³以上，以下同様）がみられたが，6時間後の12時には九州地方～中国・四国地方を中心に東北地方に及ぶ広い範囲で高濃度地点がみられ，その分布が大きく変化した。さらに6時間後の18時については，高濃度地点の分布が北東にやや移動して全体的に濃度がやや上昇したものの，6時から12時にかけての変化ほど大きな変化は見られなかった。その後，4日24時及び5日6時については，全体的に濃度が低下傾向を示したものの，高濃度地点の分布に大きな変化は見られなかった。

5日12時には高濃度地点の中心が東に移動して中国・四国地方～近畿地方に移り，全体的に大きな濃度上昇がみられた。18時には高濃度地点の分布が北東にやや移動して全体的に濃度がやや上昇したが，その後6日6時までは，濃度が全体的に低下傾向を示したものの，高濃度地点の分布に大きな変化は見られなかった。

6日12時には高濃度地点の中心が東に移動して中部地方～東北地方に移るとともに，九州地方に新たな高濃度地点が発生し，全体的に濃度上昇がみられた。18時には高濃度地点の分布が北東にやや移動して全体的に濃度がやや上昇したが，その後7日6時までは，全体的に濃度が低下傾向を示したものの，高濃度地点の分布に大きな変化は見られなかった。

以上まとめると，全体としては日を追うごとに$PM_{2.5}$高濃度域は西から東に移動したが，1日を通して一定の速度及び濃度で連続的に変化するのではなく，6時から18時（特に6時から12時）にかけて，前日とは離れた地域で急激に濃度上昇するなど，分布が大きく変化した後，翌日6時までは大きな変化を示さないという間欠的なものであった。

一方，4日6時から7日6時までのいずれの天気図においても，東北地方以南の日本列島は，夏季に特徴的に発達する太平洋高気圧の北西の縁に広く緩やかに覆われていた。一般に北半球の上空では，高圧部を右に見て等圧線に沿った方向に，等圧線の密集度（気圧傾度）に比例した強さの風（地衡風）が吹くことから，この間の日本列島上空では北東方向に向かう弱い風が広く吹いていたと考えられた。

以上のことから，上述の4日6時から7日6時までの$PM_{2.5}$濃度分布の間欠的な変化は，日本列島上空を等圧線に沿って吹く弱い南西風により移動してきた西之島の噴煙が，日射により発達した混合層内に取り込まれ，地上における$PM_{2.5}$濃度の上昇をもたらしたことによるものと考えられ，噴煙高度における風が強くないタイプの移流拡散[20)]

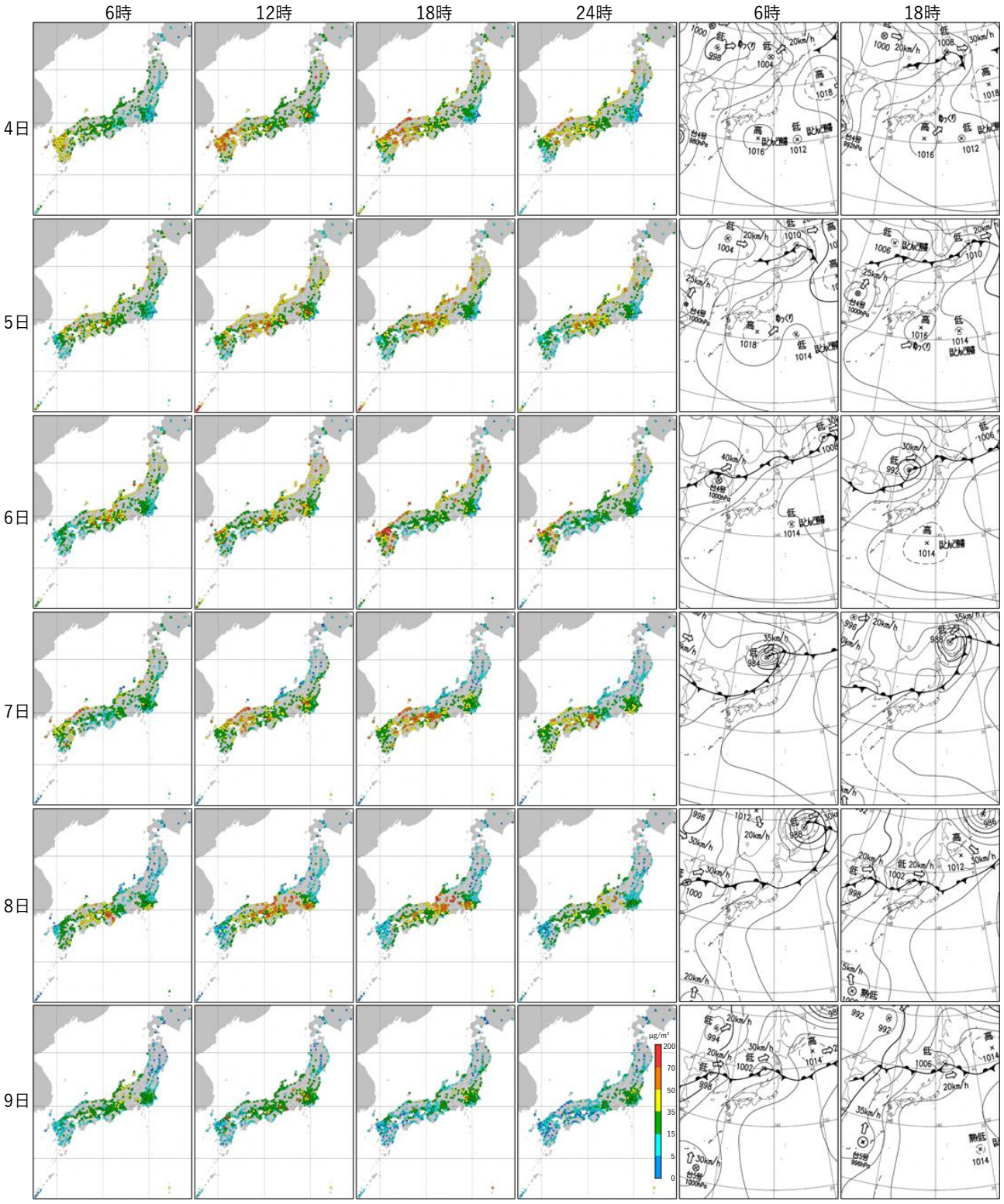

図5　2020年8月4日から9日の$PM_{2.5}$全国分布図（国立環境研究所提供）及び天気図（気象庁提供）（日本列島周辺部分を切出し、$PM_{2.5}$の濃度スケールを加工して表示）

と一致した特徴が見られた。

4日，5日，6日の18時の$PM_{2.5}$全国分布図をみると，西之島の噴煙による高濃度地点が日本列島に沿って南西－北東方向に帯状に分布しており，その中心軸が本県付近においては北信地域のすぐ北側を通過していると考えられた。このため図2及び図3に示したように，中南信地域に比べて中心軸により近い北信地域で，より高濃度になったと考えられた。

3.2.2 8月7日から9日までの状況（後半）

7日6時以降のPM$_{2.5}$濃度分布についてみると，九州地方～中国地方にあった高濃度地点の中心が，7日12時には東に移動して中国・四国地方に移った一方で，中部地方北部から東北地方にかけては大きな濃度低下がみられ，本県北部付近を通る緯線の南北でPM$_{2.5}$濃度が大きく異なる状況がみられた。18時には高濃度地点の中心が東にやや移動して中国・四国地方～近畿地方に移ったが，その後8日6時までは，全体的に濃度が低下傾向を示したものの，高濃度地点の分布に大きな変化は見られなかった。

8日12時には，高濃度地点の中心が東に移動して近畿地方～中部地方に移ったが，本県北部付近を通る緯線の南北でPM$_{2.5}$濃度が大きく異なる状況は引き続きみられた。18時には高濃度地点の分布が東にやや移動したが，その後9日6時までは，全体的に濃度が低下傾向を示したものの，高濃度地点の分布に大きな変化は見られなかった。

9日12時以降は，弱いながらも中部地方にあった高濃度地点の中心が東に移動して関東地方の北部に移っていった。また，本県北部付近にあったPM$_{2.5}$濃度の不連続線は，概ね秋田県及び岩手県付近まで北上する状況がみられた。

以上，7日6時から9日24時までのPM$_{2.5}$濃度分布は，それ以前と同様に間欠的に変化したが，その分布には本県北部付近の緯線の南北でPM$_{2.5}$濃度が大きく異なる特徴がみられた。

一方で，7日6時から9日18時までの天気図をみると，7日6時に北海道の西海上に中心を持つ低気圧から日本海海上を南西に延びていた前線が，7日18時には低気圧の中心が北海道の北北東海上に移動したのに伴い，本県北部付近の緯度を東西に延びて日本列島を横切った。その後，8日18時ころまでは，低気圧の中心は北東へ移動するものの，前線は概ね同じ位置で日本列島を横切っていたが，9日6時には秋田県及び岩手県の緯度まで北上した。一般に前線は異なる気団の境界であるため，その両側では大気汚染の状況も大きく異なっていたと考えられた。また前線の南側については，7日6時以降も，それ以前と同様に太平洋高気圧の北西の縁に覆われ，上空では概ね等圧線に沿った南西風が吹いていたと考えられた。

以上のことから，上述の7日6時から9日24時までのPM$_{2.5}$濃度分布に関しては，前線の南側については，4日6時から7日6時まで（前半）と同様のメカニズムにより，高濃度域が間欠的に西から東へ移動したものと考えられたが，前線の北側については，その南側とは異なる清浄な気団に覆われてPM$_{2.5}$濃度が低くなり，両者の間に大きな濃度差が生じたものと考えられた。

図3に示したように，7日18時頃に北信地域のPM$_{2.5}$濃度が急激に低下したのは，同地域が上述の前線の北側の気団に覆われたためと考えられた。一方，8日9時頃から中南信地域のPM$_{2.5}$濃度が急激に上昇したのは，同地域が前線の南側に位置し，前日の7日18時頃に中国・四国地方～近畿地方にあった高濃度域が上空の南西風により同地域まで移流してきたためと考えられ，天気図から推定される風上地域における前日のPM$_{2.5}$濃度の状況から，翌日のPM$_{2.5}$濃度の上昇を推測できる可能性が示唆された。また，9日に北信地域でPM$_{2.5}$濃度が上昇したのは，上述のように前線が北上したことにより，同地域が前線の南側の気団に覆われ，西之島の噴煙の影響をより強く受けるようになったためと考えられた。

4. まとめ

2020年8月上旬の西之島噴煙によるPM$_{2.5}$高濃度事象の発生状況を，県内の大気常時監視データに加えて，PM$_{2.5}$全国分布図及び天気図を用いて詳細に解析し，以下の知見を得た。

- 県内のPM$_{2.5}$濃度変動について，北信地域は5日，6日，9日に，中南信地域は8日に濃度上昇し，地域によってパタンに違いがみられ，特に8日の中南信地域では，松本及び渚において日平均値が50μg/m^{3}を超える高濃度となった。
- 5日，6日，9日は，西之島噴煙の中心軸が北信地域の北側を通過しており，中南信地域に比べて中心軸により近い北信地域でPM$_{2.5}$濃度がより高濃度になったと考えられた。
- 7日に北信地域のPM$_{2.5}$濃度が急激に低下したのは，同地域が前線の北側の清浄な気団に覆われたためと考えられた。
- 8日に中南信地域のPM$_{2.5}$濃度が急激に上昇したのは，前日に中国・四国地方～近畿地方にあった高濃度域が上空の南西風により同地域まで移流してきたためと考えられ，天気図から推定される風上地域における前日のPM$_{2.5}$濃度の状況から，翌日のPM$_{2.5}$濃度の上昇を推測できる可能性が示唆された。
- PM$_{2.5}$全国分布図にみられる高濃度域の変化は，6時から18時（特に6時から12時）に大きく変化し，その後翌日6時までは大きく変化しないという間欠的な変化であったが，これは上空における噴煙の水平移流過程と，日中の混合層発達による地表への取り込み過程の重ね合わせとして理解された。

以上のことから，今後，今回同様の火山噴煙によるPM$_{2.5}$高濃度事象が発生した際に，PM$_{2.5}$の注意喚起情報の

発表等を含め，迅速かつ適切に対応するためには，前日までの$PM_{2.5}$全国分布図及び天気図の状況をもとに高濃度域の移動状況を把握し，本県における高濃度発生の可能性を推定する手法の整備が望まれる。

5. 引用文献

1)　鵜野伊津志，王哲，弓本桂也，板橋秀一，長田和雄，入江仁士，山本重一，早崎将光，菅田誠治：$PM_{2.5}$越境問題は終焉に向かっているのか？．大気環境学会誌，**52**，177-184，2017
2)　長谷川就一，寺本佳宏，武直子：全国常時監視データの解析による$PM_{2.5}$の経年推移と地域的特徴．全国環境研会誌，**45**，74-80，2020
3)　関東地方大気環境対策推進連絡会微小粒子状物質調査会議：平成29年度微小粒子状物質合同調査報告書，108-119，2019
4)　環境省：微小粒子状物質等専門委員会（第８回）　議事次第・配付資料　資料１　大気環境中のPM2.5の状況，https://www.env.go.jp/council/07air-noise/y078-07/mat801.pdf　(2021.5.5アクセス)
5)　環境省　水・大気環境局：令和元年度 大気汚染物質（有害大気汚染物質等を除く）に係る常時監視測定結果，https://www.env.go.jp/air/mat01R1_rep.pdf　(2021.5.5アクセス)
6)　田中泰宙，新堀敏基，関山剛，清水厚，長田和雄：大気汚染と火山噴火:2013年7月の桜島噴火は本州の大気汚染に影響したか？．日本気象学会2013年度秋季大会講演予稿集，93，2013
7)　渡辺幸一，山崎暢浩，水落亮佑，岩本洋子，松木篤，定永靖宗，坂東博，岩坂泰信：2012年7月下旬の能登半島珠洲市で観測された高濃度の二酸化硫黄および硫酸塩粒子:桜島の噴煙の影響について.天気,**62**,201-208,2015
8)　中込和徳，花岡良信，本間大輔，五十嵐歩，宮地斗美，佐々木一敏，細井要一：夏季の長野市における$PM_{2.5}$中SO_4^{2-}の発生源寄与推定．大気環境学会誌，**50**，176-184，2015
9)　渡辺幸一，山崎暢浩：能登半島珠洲市における大気中の二酸化硫黄および硫酸塩粒子濃度の測定：越境汚染と桜島噴煙の影響について．*J. Ecotechnol. Res.*，**19**，17-24，2020
10)　山村由貴，新谷俊二，力寿雄，中川修平，王哲，鵜野伊津志：夏季の太平洋高気圧条件下における高濃度$PM_{2.5}$に対する火山の寄与解析．大気環境学会誌，**55**，169-181，2020
11)　金聖鈞，山﨑暢浩，松原弘樹，佐藤博仁，竹内皓基，渡辺幸一：北陸地方における$PM_{2.5}$中の水溶性イオン成分及び黄砂粒子の変化特性．第56回大気環境学会年会講演要旨集，283，2015
12)　加藤祥生，松木篤，申基澈，中野孝教：能登半島で採取した大気エアロゾル中Sr-Pb同位体比から見られた桜島火山灰の影響．第57回大気環境学会年会講演要旨集，239，2016
13)　松井渉：九州各地で続く煙霧　小笠原諸島・西之島の噴煙が影響?，https://tenki.jp/forecaster/watarumatsui/2020/08/04/9257.html（2021.5.7アクセス）
14)　ウェザーニュース：沖縄や西日本のPM2.5濃度上昇，西之島の火山ガス（二酸化硫黄等）が原因か，https://weathernews.jp/s/topics/202008/050205/(2021.5.7アクセス)
15)　竹村俊彦：夏には珍しいPM2.5高濃度　西之島噴火，https://news.yahoo.co.jp/byline/takemuratoshihiko/20200807-00192063/（2021.5.7アクセス）
16)　福岡大学：九州地方8月上旬の煙霧は「西之島噴火」の噴煙が原因，https://www.fukuoka-u.ac.jp/fukudaism/coalition/20/08/15933.html(2021.5.7アクセス)
17)　大気環境学会誌編集委員会：「火山噴火と大気環境」の連載にあたって．大気環境学会誌，**50**，A47，2015
18)　西沢匡人，茅野政道：メソスケール気象モデルと結合した大気化学物質輸送モデルの開発と三宅島火山ガスの大気拡散への適用．大気環境学会誌，**39**，31-42，2004
19)　大塚治子，井上広史，古田正次：三宅島2000年噴火の愛知県大気環境への影響.愛知県環境センター所報，**29**，1-15，2001
20)　木下紀正：火山噴火と大気環境　―第1講　火山活動と噴出物の動態―．大気環境学会誌，**50**，A48-57，2015

＜報　文＞

生物応答を用いた排水試験法による事業場排水調査*

古閑豊和**・柏原　学**・平川周作**・志水信弘**　・石橋融子**

キーワード　①WET　②ムレミカヅキモ　③ニセネコゼミジンコ　④ゼブラフィッシュ

要　　旨

環境省が導入を検討している生物応答を用いた排水管理手法（日本版WET（Whole Effluent Toxicity））の知見を得るために，福岡県内の事業場排水の調査を行った。その結果，淡水藻類を用いる生長阻害試験とミジンコ繁殖試験においてTUが10を超えた排水試料が3事業場あった。胚・仔魚期の魚類を用いる短期毒性試験ではTUが10を超える試料はなかった。今回の調査では単一の生物種で捉えきれなかった毒性を別の生物種で捉えることができ，複数の生物種により毒性を検知する日本版WETの有効性が示された。また，生物影響が認められた3事業場の1つについて毒性原因を探ったところ，水質測定の結果からニッケルや亜鉛が影響していることが推測された。

1. はじめに

我が国では水質汚濁防止法に規定される排水基準に基づき，排水監視を行っている[1)]。排水基準には有害物質やその他の項目（生物化学的酸素要求量（BOD）・化学的酸素要求量（COD）等）が規定されており，分析機器等を用いた化学分析の実施により，排水水質の監視を行っている。一方，海外では化学分析以外に水生生物を用いることで，その生死や繁殖数などの『生物応答』を指標に活用した排水管理手法が検討され，導入が進んでいる[2)]。これらは米国でWET（Whole Effluent Toxicity）試験として排水監視ツールの１つとなっている[2)]。近年，我が国でも環境省が生物応答を用いた水環境の評価・管理手法（日本版WET）について議論を重ね，その導入の是非が検討されている[3)]。

我が国で検討されている生物応答を用いた排水管理手法はその具体的な試験手順が『生物応答を用いた排水試験法（検討案）』（以下，試験法）として示されており，日本版WETを用いた研究や環境省のパイロット事業で，知見が得られつつある[4),5)]。しかしながら，原因究明や対策の検討は事業場のみで対応が難しいこと，生物影響低減策などの知見が乏しいことが指摘されている[4),6)]。

事業場排水を対象としている日本版WETであるが，我が国における排水基準監視を担っているのは地方自治体（地方環境研究所）である。この新しい排水管理手法の導入にあたっては，これまでの排水監視で蓄積してきた地方環境研究所の経験や知見が役立つと考えられる。そこで，WET試験の技術習得や知見収集のため2013年から国立研究開発法人国立環境研究所と地方環境研究所との共同研究（Ⅰ型共同研究・Ⅱ型共同研究）が実施され，2019年度には「生物応答を用いた各種水環境調査方法の比較検討」というテーマで埼玉県環境科学国際センター主導のもと，共同研究が実施されている[7)]。しかし，地方環境研究所における日本版WETによる水質評価事例は先進的に日本版WETを導入し事業場排水調査を実施している名古屋市や，ニセネコゼミジンコを用いた事業場排水・河川水質等の評価を実施している奈良県と和歌山県，さいたま市など一部の自治体に限られており，情報が不足している[8)-13)]。

これまで，筆者らは試験法に示された試験生物（ムレミカヅキモ，ニセネコゼミジンコ，ゼブラフィッシュ）の導入を進め，生物応答試験を実施できる体制を整えてきた[14-15)]。そこで，本研究では日本版WETにおける試験生物を用いて福岡県内の複数の事業場排水を調査し，日本版WET手法の知見を得ることを目的とした。

2. 研究方法

2.1 排水試料について

研究に用いた排水試料は10種類（A～J）で2017年9月から2019年7月にかけて褐色ガラス瓶に採水した。排水

*Investigation of Industrial Effluent toxicity by the Bioassay protocol for Effluent testing

**Toyokazu KOGA, Manabu KASHIWABARA, Shusaku HIRAKAWA, Nobuhiro SHIMIZU, Yuko ISHIBASHI（福岡県保健環境研究所）Fukuoka Institute of Health and Environmental Sciences

試料は孔径60μmのナイロンネットフィルター（メルク株式会社製）でろ過し生物応答試験に供した。調査事業場の業種を表1に示す。業種は平成25年10月改定の日本産業分類（中分類）で示した。

表1　調査事業場の業種と試料数

業種	試料数	事業場名
食料品製造業	2	A，B
輸送用機械器具製造業	3	C，D，E
電気機械器具製造業	1	F
化学工業	4	G，H，I，J

2.2 試薬

生物応答試験に使用した試薬は富士フイルム和光純薬株式会社製のOECD培地濃縮液Ⅰ～Ⅳ（植物培養用），硫酸ナトリウム（残留農薬・PCB試験用）である。

培地の希釈や水質測定に用いる超純水は超純水製造装置（RFU665DA，東洋濾紙株式会社製）を用いた。

2.3 生物応答試験

2.3.1 淡水藻類を用いる生長阻害試験

淡水藻類を用いる生長阻害試験は，試験法に従い実施した。試験には国立研究開発法人国立環境研究所微生物系統保存施設から分譲されたムレミカヅキモ（*Pseudokirchneriella subcapitata*（NIES-35））を用いた。これをC培地の斜面培地により継代培養し，試験にはC培地からOECD培地に接種してから約3日後の細胞密度が0.5×10^6～1.0×10^6cells/mLに達したものを前培養液として使用した。OECD培地は，OECD培地濃縮液を超純水で希釈して使用した。OECD培地濃度は20%とした。

試験に用いた排水試料は事業場A～D，F～Jである。試験濃度は公比2として5濃度区（5～80%，事業場Dのみ0.625～10%）を設定した。繰り返し数について対照区は6容器，試験区は3容器で実施した。藻類生長阻害試験の初期生物量は5000cells/mLとし，培養条件は，水温が23±1℃，光強度が100±15μmol/m^2/s（連続照射）で振とう培養（100rpm）を行った。生物量は培養開始から24，48，72時間後に粒子計測装置（CDA-1000，シスメックス株式会社製）にて細胞数を測定した。

2.3.2 ミジンコ繁殖試験

ミジンコ繁殖試験は，試験法に従い実施した。試験には国立研究開発法人国立環境研究所水環境実験施設（NIESアクアトロン）から分譲されたニセネコゼミジンコ（*Ceriodaphnia dubia*）を用いた。試験は当研究所にて維持した親虫から生まれた24時間以内の仔虫を供した。

試験に用いた排水試料はA～C，F，Gである。試験濃度は公比2とし，5濃度区（5～80%，事業場Cは0.625～10%）を設定した。繰り返し数は1濃度区あたり10容器（1個体/容器）で実施した。試験開始後は，ライトボックス（カラーイルミネータープロA4，富士フイルム株式会社製）上で供試個体の生死観察と産仔数を毎日計測した。対照区および排水の希釈水は飼育水に利用している飛騨の水（飛驒銘水株式会社製，硬度：85.9mg/L）を用いた。

2.3.3 胚・仔魚期の魚類を用いる短期毒性試験

胚・仔魚期の魚類を用いる短期毒性試験は，試験法に従い実施した。試験にはNIESアクアトロンから分譲されたゼブラフィッシュ（*Danio rerio*）を用いた。試験には分譲後に当研究所にて継代し，維持している3～6カ月齢の親魚から採卵した受精後4時間以内の胚を供した。

試験に用いた排水試料はA～C，E～Hである。試験濃度は公比2とし，5濃度区（5～80%）を設定した。繰り返し数は1濃度区あたり4容器（15粒/容器）で実施した。試験開始後は，実体顕微鏡を用いて供試個体の胚発生の観察や，死亡及びふ化個体数を毎日計測した。ふ化後の仔魚についても遊泳異常や死亡について観察した。対照区および排水を希釈した水は飼育水（紫外線殺菌および活性炭フィルター通水後の水道水）を用いた。

2.4 統計処理

生物応答試験のエンドポイントについて最大無影響濃度（NOEC：No observed effect concentration）とx%影響濃度ECx（x% effective concentration）について統計解析ソフトRを用いて算出した[16]。統計処理の手法は試験法に従った。統計解析ソフトRの計算に用いる関数については既報に従った[17]。さらに，排水試料の毒性値については，NOECの逆数である毒性単位TU（Toxic Unit，TU=100/NOEC）を算出した。

2.5 水質測定

測定項目はpH，電気伝導率（EC），全有機体炭素（TOC），懸濁物質（SS），全窒素（T-N），全リン（T-P），金属類，イオン類，残留塩素である。残留塩素以外の検査方法は，JIS K 0102 工場排水試験法を参考に実施した[18]。pH及びECの測定機器はpH/ECメーター（MM-60R，東亜ディーケーケー株式会社製）を用いた。TOCは，全有機体炭素計（TOC-L，株式会社島津製作所製）にて測定した。T-N及びT-Pの測定は分光光度計（UVmini-1240，株式会社島津製作所製）を用いた。金属類の測定は，ICP-MS（Agilent7900，Agilent社製）を

用いた。金属類はベリリウム（Be），アルミニウム（Al），バナジウム（V），クロム（Cr），マンガン（Mn），鉄（Fe），コバルト（Co），ニッケル（Ni），銅（Cu），亜鉛（Zn），ヒ素（As），セレン（Se），モリブデン（Mo），銀（Ag），カドミウム（Cd），アンチモン（Sb），バリウム（Ba），タリウム（Tl），鉛（Pb），トリウム（Th），ウラン（U）の21種類を測定した。イオン類（ナトリウムイオン（Na^+），アンモニウム態窒素（NH_4-N），塩化物イオン（Cl^-），硫酸イオン（SO_4^{2-}）の測定は，イオンクロマトグラフ（Dionex Integrion HPIC システム，Thermo Fisher Scientific 社製）により実施した。残留塩素の測定は，残留塩素計（FTC-01，株式会社カスタム製）にて測定した。

3. 結果及び考察

3.1 生物応答試験の結果

試験法による生物応答試験結果を表2～表4に示した。試験生物の状態などを考慮し，採水後36時間以内に試験できなかった排水試料については各試験結果から除外した。なお，最大濃度区（80%）でも生物影響が確認されなかった試験はNOEC：>80%と示し，TUは1.25とした。

淡水藻類を用いる生長阻害試験（表2）では輸送用機械器具製造業と化学工業の一部の試料においてTUが10～40であり，藻類生長阻害が確認された。

ミジンコ繁殖試験（表3）は食料品製造業，輸送用機械器具製造業，電気機械器具製造業の一部の試料でTUが2.5～40であり，生物影響が確認された。

胚・仔魚期の魚類を用いる短期毒性試験（表4）は輸送用機械器具製造業の一部の試料において，孵化率と生存指標をエンドポイントとした場合にTUが2.5であり，生物影響が確認された。

日本版WETではTUが10を超える排水について，毒性同定評価や毒性削減評価を実施するという考え方がある[19]。この評価基準で考えると，今回の生物応答試験でTUが10を超えた排水試料は，淡水藻類を用いる生長阻害試験で事業場D，ミジンコ繁殖試験で事業場CとFであった。胚・仔魚期の魚類を用いる短期毒性試験ではTUが10を超える試料はなかった。今回の調査では複数種の水生生物を用いることで，単一の生物種で捉えられなかった毒性を検知することができた。渡部ら（2015）は感受性の異なる複数の生物を用いて排水を評価する必要性があることを指摘しており，今回の結果も複数種の生物を用いることの有効性を示した[20]。

今回の調査における業種間の特徴として，食料品製造業と化学工業はTUが10を超える生物影響が確認できなかった。

表2　淡水藻類を用いる生長阻害試験

業種	事業場名	NOEC (%)	EC_{25} (%)	EC_{50} (%)	TU
食料品製造業	A	>80	-	-	1.25
	B	>80	-	-	1.25
輸送用機械器具製造業	C	10	24	59	10
	D	2.5	9.2	13	40
電気機械器具製造業	F	>80	-	-	1.25
化学工業	G	>80	-	-	1.25
	H	>80	-	-	1.25
	I	10	53	>80	10
	J	10	76	>80	10

表3　ミジンコ繁殖試験

業種	事業場名	NOEC (%)	EC_{25} (%)	EC_{50} (%)	TU
食料品製造業	A	>80	-	-	1.25
	B	40	32	>80	2.5
輸送用機械器具製造業	C	2.5	1.5	4.5	40
電気機械器具製造業	F	5	11	18	20
化学工業	G	>80	-	-	1.25

表4　胚・仔魚期の魚類を用いる短期毒性試験

業種	事業場名	エンドポイント	NOEC (%)	EC_{25} (%)	EC_{50} (%)	TU
食料品製造業	A	Ha,P,S,T	>80	-	-	1.25
	B	Ha,P,S,T	>80	-	-	1.25
輸送用機械器具製造業	C	Ha,P,S,T	>80	-	-	1.25
	E	Ha	40	48	>80	2.5
		P	>80	-	-	1.25
		S	>80	-	-	1.25
		T	40	47	>80	2.5
電気機械器具製造業	F	Ha,P,S,T	>80	-	-	1.25
化学工業	G	Ha,P,S,T	>80	-	-	1.25
	H	Ha,P,S,T	>80	-	-	1.25

Ha:孵化率，P:孵化後生存率，S:生存率，T:生存指標

3.2 毒性原因の推定

複数の水生生物（藻類とミジンコ）において生物影響（TU≧10）が確認された事業場Cを用いた毒性原因の推定を行った。毒性原因の推定には水質測定値（表5～7）と文献値の毒性情報（表8）を用いた[20-30]。

金属類のうちBe，V，Cr，Cu，As，Se，Mo，Ag，Cd，Sb，Tl，Pb，Th，Uは下限値以下であった。Al，Mn，Fe，Co，Ni，Zn，Baが0.0070～0.55mg/Lの範囲で検出された。またイオン類（Na^+，NH_4-N，Cl^-，SO_4^{2-}）は1.3～710mg/Lの範囲で検出された。残留塩素は検出されなかった。金属類のうちニッケルと亜鉛はそれぞれ0.32mg/Lと0.27mg/Lであり，文献の毒性値（EC_{50}）よりも高い濃度で検出された。

表5　排水水質の測定結果①

事業場名	pH	EC (mS/cm)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
C	7.0	3.4	3.4	28	0.18

表6　排水水質の測定結果②

事業場名	Al	Mn	Fe	Co	Ni	Zn	Ba
C	0.011	0.55	0.15	0.0070	0.32	0.27	0.021

単位：mg/L

表7　排水水質の測定結果③

事業場名	Na^+	NH_4-N	Cl^-	SO_4^{2-}
C	470	1.3	600	710

単位：mg/L

表8　水質測定項目における毒性値（EC_{50}）

	Al	Mn	Fe	Co	Ni	Zn	Ba	NaCl	SO_4^{2-}
藻類(ムレミカヅキモ)	0.1 [a,1)]	1.27 [3)]	3.28-4.95 [5)]	0.52 [c,6)]	0.187 [3)]	0.053 [3)]	26 [d,9)]	870 [10)]	1260 [12)]
ミジンコ（ニセネコゼミジンコ）	3.2 [2)]	8.07 [4)]	6.27 [4)]	<0.003-0.013 [a,7)]	0.00086 [4)], 0.001 [a, 8)]	0.0933 [4)]	14.5-410 [b,e,9)]	470-1480 [f,11)]	1060 [2)]

a:NOEC，b:急性毒性値(48時間），c:生物種が*Chlorella pyrenoidosa*，d:生物種が*Lemna minor*，e:生物種が*Daphnia magna*，f：EC_{25}　　単位：mg/L

1)：引用文献 21，2)：引用文献 22，3)：引用文献 23，4)：引用文献 24，5)：引用文献 25，6)：引用文献 26，7)：引用文献 27

8)：引用文献 28，9)引用文献 29，10) 引用文献 30，11)引用文献 20

12)：硫酸ナトリウムを用いた藻類生長阻害試験を実施して算出した。

また，イオン類のうちNH_4-Nは1.3mg/L検出されている。水生生物に対するアンモニアの毒性はpHに依存し，USEPA毒性削減評価ガイダンスの評価基準に従うと5mg/Lを超過するときに生物影響が懸念される[31,32]。しかし事業場CのNH_4-Nは5mg/L以下であるためアンモニアが毒性に関与した可能性は低いと考えられる。

今回，文献値に記されたよりも高い濃度で検出されたニッケルと亜鉛が毒性候補物質と推定されるものの，金属類の毒性は溶存有機物質等との関係で変化することが報告されている[33,34]。そのため今後，毒性同定評価や毒性削減評価を通じて毒性原因の特定を進めていく。

4. まとめ

生物応答を用いた排水試験の結果，淡水藻類を用いる生長阻害試験では輸送用機械器具製造業（事業場D）でTUが10を超える生物影響が確認された。また，ミジンコ繁殖試験では輸送用機械器具製造業（事業場C）と電気機械器具製造業（事業場F）でTUが10を超えた。なお，胚・仔魚期の魚類を用いる短期毒性試験ではTUが10を超える試料はなかった。なお，今回の調査では食料品製造業と化学工業において生物影響（TU>10）が確認できなかった。

また，淡水藻類を用いる生長阻害試験とミジンコ繁殖試験において生物影響が確認された試料（事業場C）の毒性原因の推定を行った。その結果，ニッケルと亜鉛の水質測定値が文献値（EC_{50}）よりも高い濃度で検出されており，これらが毒性候補物質と考えられた。今後，毒性原因の特定には毒性同定評価や毒性削減評価を実施する必要がある。

5. 引用文献

1)　環境省：一律排水基準
https://www.env.go.jp/water/impure/haisui.html
（2020.1.28アクセス）

2)　鑪迫典久：生物応答を用いた排水評価･管理手法の国内外最新動向，株式会社エヌ・ティー・エス，東京（2014）

3) 環境省：生物を用いた水環境の評価・管理手法に関する検討会（第9回）の開催について https://www.env.go.jp/press/106556.html（2020.1.28アクセス）
4) 生物を用いた水環境の評価・管理手法に関する検討会：パイロット事業事例集，2019
5) 排水（環境水）管理のバイオアッセイ技術検討分科会：生物応答を用いた排水試験法（検討案），2013
6) 生物を用いた水環境の評価・管理手法に関する検討会：生物応答を用いた排水の評価手法とその活用の手引き（中間とりまとめ），2019
7) 国立研究開発法人国立環境研究所：2019年度地方環境研究所等との共同研究応募課題一覧 https://www.nies.go.jp/kenkyu/chikanken/kadai/h31.html（2021.4.30アクセス）
8) 長谷川絵理，山守英朋，岡村祐里子，大畑史江，長谷川瞳：生物応答を用いた名古屋市内事業場排水の実態調査と原因物質の推定，第52回日本水環境学会年会講演プログラム・広告集，p.602，2018
9) 長谷川絵理：第2編日本の現状　第3章生物応答を用いた環境評価事例　第3節名古屋市における生物応答を用いた排水試験，生物応答を用いた排水評価・管理手法の国内外最新動向，p.219-226，鑪迫典久監修，株式会社エヌ・ティー・エス，東京（2014）
10) 平井佐紀子，佐羽俊也：ニセネコゼミジンコを用いた工場排水の生物影響評価について，奈良県景観・環境総合センター研究報告・第4号，p.58-59，2016
11) 長尾　舞，平井佐紀子，佐羽俊也：WET法による大和川水系の生物影響評価について，奈良県景観・環境総合センター研究報告・第4号，p.63-64,2016
12) 山中典子，猿棒康量，梶本かおり：WET手法を用いた水環境調査のケーススタディ，和歌山県環境衛生研究センター年報第65巻，p.56-59，2019
13) 板倉直哉，川合裕子：生物応答手法を用いたさいたま市内河川水水質調査，さいたま市健康科学研究センター年報　第12号，p.150-152，2018
14) 古閑豊和，柏原　学，志水信弘，石橋融子：生物応答を利用した排水水質評価手法の導入に向けた精度管理（比較）について，福岡県保健環境研究所年報第44号，p.133-136，2017
15) 古閑豊和，柏原　学，志水信弘，石橋融子：ニセネコゼミジンコ（*Ceriodaphnia dubia*）を用いた全排水毒性試験の検証と事業場排水への適用，福岡県保健環境研究所年報第45号，p.88-91，2018
16) R Core Team: R: Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. Available at http://www.R-project.org/(2015)
17) 古閑豊和，柏原　学，平川周作，志水信弘，石橋融子：全排水毒性試験における藻類生長阻害試験の小スケール法の検討，環境化学，**29**(2)，p.67-77，2019
18) JIS K 0102，工場排水試験方法（2017）
19) 環境省：生物応答を利用した排水管理手法の活用について，http://www.env.go.jp/press/files/jp/28556.pdf，（2017.11.9アクセス）
20) 渡部春奈，林　岳彦，田村生弥，中村　中，阿部良子，高信ひとみ，荻野仁子，小塩正朗，鑪迫典久：生物応答を用いた排水試験法案の検証と事業場排水の実態調査，環境化学，**25**(1)，p.43-53，2015
21) 八尾泰子，井澤智生：水生生物を用いたスラグの環境影響評価技術，JFE技法No.37，p.55-59，2016
22) 山本裕史，池幡佳織，安田侑右，田村生弥，鑪迫典久：徳島県内の事業所排水を対象にしたTIEの事例，環境化学，**25**(1)，p.11-17，2015
23) 楠井隆史，Christian BLAISE，佐藤美和子，清水宏裕，田嶋美樹，筒井孝次：富山県内の産業排水の生態毒性評価，環境工学研究論文集，33，p.215-226（1996）
24) 環境省：平成25年度化学物質の複合影響評価に関する公開シンポジウム，https://www.env.go.jp/chemi/risk_assess/report140218/tatarazako_2.pdf，（2020.2.19 アクセス）
25) Arbildua,J.J., Villavicencio,G., Urrestarazu,P., Opazo,M., Brix,K.V., Adams,W.J., Rodriguez,P.H. : Effect of Fe(Ⅲ) on *Pseudokirchneriella subcapitata* at circumneutral pH in standard laboratory tests is explained by nutrient sequestration, *Environ.Toxicol.Chem.* **36**(4), p.952～958, 2017
26) Lin,K.C., Lee,Y.L., Chen,C.Y. : Metal toxicity to *Chlorella pyrenoidosa* assessed by a short-term continuous test, *J.Hazard.Mater.* **142**(1-2), p.236-241, 2007
27) WHO : Cobalt and inorganic cobalt compounds, concise international chemical assessment document 69, 2006

28) 板津靖之，高野智弘，金　俊，福冨真実子，楠井隆史：事業所排水の生態毒性学的評価：毒性原因物質の特徴化と放流先河川への影響，環境化学，**25**(1)，p.19-26 ，2015
29) 国立医薬品食品衛生研究所安全情報部:国際化学物質簡潔評価文書　No.33　Barium and Barium Compounds（2001）バリウムおよびバリウム化合物，2006
30) Santos,M.A.P.F.，Vicensotti,J.，Monteiro,R.T.R.：Sensitivity of four test organisms (*Chironomus xanthus*, *Daphnia magna*, *Hydra attenuate* and *Pseudokirchneriella subcapitata*) to NaCl ：an Alternative reference toxicant，*J.Braz.Soc.Ecotoxicol.*2(3)，p.229-236，2007
31) 若林明子：化学物質の毒性や濃縮性に影響を与える因子，環境毒性学会誌，**1**(2)，27-40，1998
32) USEPA：Toxicity Reduction Evaluation Guidance for Municipal Wastewater Treatment Plants，EPA/833B-99/002，1999
33) Heijerick,D.G.，Bossuyt,B.T.A.，De Schamphelaere,K.A.C.，Indeherberg,M.，Mingazzini,M.，Janssen,C.R.：Effect of varying physicochemistry of european surface waters on the copper toxicity to the green alga Pseudokirchneriella subcapitata，*Ecotoxicology*.**14**(6)，p.661-670，2005
34) 永井孝志：環境水中重金属のスペシエーションと生物利用性，環境毒性学会誌，**14**(1)，p.13-23，2011

＜環境省ニュース＞

環境研究総合推進費（競争的研究資金）と気候変動適応センターについて

環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室

1. 環境研究総合推進費（競争的研究資金）令和3年度新規課題の採択について

環境研究総合推進費（以下「推進費」という。）は，「環境研究・環境技術開発の推進戦略（令和元年5月環境大臣決定）」に示された「重点課題」及び環境省が必要とする「行政要請研究テーマ（行政ニーズ）」を提示し，独立行政法人環境再生保全機構（以下「機構」という。）が新規課題の公募及び審査，資金配分等を行う環境政策貢献型の競争的研究資金であり，令和3年度予算で約54億円を計上しています。

例年9月末から約1か月間に渡って新規課題の公募を行っており，令和3年度から開始する新規課題（令和3年度新規課題公募）については，令和2年9月25 日（金）から10月28日（水）まで公募を行い，審査の結果，環境問題対応型研究31 課題，革新型研究開発（若手枠）14 課題，戦略的研究開発（Ⅰ）2プロジェクト（21 課題），戦略的研究開発（Ⅱ）1プロジェクト（7 課題）が採択されました。そのうち，地方公共団体の試験研究機関等と連携して行うとされる「地域レベルの気候変動適応課題」[1]として，3課題が採択されました。

令和3年秋頃公募予定の「令和4年度新規課題公募」におかれましても，積極的なご応募をお待ちしています。

参考1：環境研究・環境技術開発の推進戦略（令和元年5月環境大臣決定）
https://www.env.go.jp/policy/tech/kaihatsu/t02_r0105a.pdf
参考2：令和3年度環境研究総合推進費における新規課題の採択決定について（機構のプレスリリース）
https://www.erca.go.jp/erca/pressrelease/pdf/20210311_1.pdf

2. 推進費の「行政要請研究テーマ（行政ニーズ）」の募集について

推進費においては，「環境研究・環境技術開発の推進戦略（令和元年5月環境大臣決定）」に示された「重点課題」を解決するために今度2，3年間に必要となる環境研究・技術開発のテーマを「行政要請研究テーマ（行政ニーズ。以下「行政ニーズ」という。）」として環境省各部局等が研究者に向けて提示し，それらの行政ニーズに適合する研究開発の提案を募集しております。

令和2年度に実施された推進費における制度評価[2]において，有識者からなる環境研究企画委員会制度評価専門部会から数々の提言を賜り，令和3年度から従来よりもいっそう行政ニーズの内容を洗練されたものにするよう取り組むこととなりました。

そのため，令和3年度においては，行政ニーズの提案者と有識者がディスカッションを行う場を新たに設け，幅広い議論を行っているところです。

行政ニーズは環境省の各部局からの提案のみではなく，各地方公共団体環境試験研究機関や地方自治体等からも広く提案を募集しております。

この度募集した令和4年度新規課題公募における提案では，各地方公共団体環境試験研究機関や地方自治体等から合計15件もの提案（昨年度は2件）をいただいており，より地方における環境研究の重要性にも配慮した制度となっていくことが見込まれます。

参考3：令和3年度新規課題に対する行政要請研究テーマ（行政ニーズ）について（機構ホームページ）
https://www.erca.go.jp/suishinhi/koubo/r03_koubo_2.html

[1] 平成30年6月に公布された気候変動適応法を踏まえた，気候変動への適応に関する研究課題のうち，地方公共団体の試験研究機関，地方環境研究所または気候変動適応法に基づく地域気候変動適応センターとなることが想定される機関など，地域の関係者と連携して行い，他地域の適応策にも貢献しうる研究課題。令和3年度新規課題においては，一定の採択枠を設けて優先的に採択されている。

[2] 推進費が研究制度として環境政策上妥当であるか，関連施策との連携を保ちながら効果的・効率的に推進されているか，施策の目的に照らして妥当な成果が得られているか（又はその見込みがあるか）等の観点に特に留意して実施する。評価結果は，推進費の見直し，より良い施策の形成等，制度の継続的な改善のために活用する。

3. 気候変動適応センターと令和3年度環境省重点施策について

2018年6月，気候変動適応法が公布され，12月1日より施行されました。同法第13条において，都道府県及び市町村は，その区域における気候変動影響及び気候変動適応に関する情報の収集，整理，分析及び提供並びに技術的助言を行う拠点（地域気候変動適応センター[3]）としての機能を担う体制を確保するよう努めることとされています。

地域気候変動適応センターを担う具体的な機関としては，地方環境研究所及び地方大学等が想定されますが，特に，地方行政の一部として地域の環境状況について基盤的知見を有する地方環境研究所に中心的な役割を果たしていただくことが期待されています。

気候変動適応法のもと，国立研究開発法人国立環境研究所（以下「国環研」という。）は，適応に関する情報基盤の中核を担う気候変動適応センターを2018年12月に立ち上げ，情報基盤の整備，地方公共団体や地域気候変動適応センター支援，気候変動適応研究プログラム，アウトリーチ活動等を実施しています。

地域気候変動適応センターの立ち上げ等について検討されている機関等におかれましては，国環研気候変動適応センターによる支援を是非ご活用ください。

また環境省では，昨今の新型コロナウイルス感染症のという世界的な危機の中で持続可能で強靭な経済社会への「リデザイン（再設計）」を強力に進めていくため，「脱炭素社会への移行」，「循環経済への移行」，「分散型社会への移行」という「3つの移行」を掲げており，この方針をもとに令和3年度の重点施策を展開していくこととなります。重点施策の詳細につきましては，以下のリンク先をご参照ください。

参考4：気候変動適応センターとは
https://ccca.nies.go.jp/ja/about/index.html
参考5：気候変動適応センターパンフレット
https://adaptation-platform.nies.go.jp/about/pamphlet.html
参考6：地域気候変動適応センター一覧
https://adaptation-platform.nies.go.jp/jichitai/lccac/local_center.html
参考7：令和3年度環境省重点施策
https://www.env.go.jp/guide/budget/r03/r03juten-2.html

[3] 令和3年4月時点で，全国で39件設置。

＜支部だより＞

北海道・東北支部

令和2年度北海道・東北支部の活動状況について報告します。（支部事務局：宮城県保健環境センター）

1. 令和2年度北海道・東北支部総会（書面開催）

（担当機関：秋田県健康環境センター）

(1)期日　令和2年10月7日（水）

(2)内容

ア　支部総会

①議事事項

・令和元年度事業報告について
・令和元年度支部決算報告について（監査報告）
・令和2年度支部事業計画（案）について
・支部会則の改正について
・支部会則第14条に基づく協議について
・令和2年度支部収支予算（案）について

②報告事項

・令和2年度全国環境研協議会第1回理事会の概要

イ　支部長表彰

大塚　英幸　氏
（北海道立総合研究機構産業技術環境研究本部
エネルギー・環境・地質研究所）
吉田　敏裕　氏
（岩手県環境保健研究センター）
渡邊　寿　氏
（秋田県健康環境センター）
菱沼　早樹子　氏
（宮城県保健環境センター）
種岡　裕　氏
（新潟県保健環境科学研究所）

2. 令和2年度環境測定分析統一精度管理ブロック会議（書面開催）

（担当機関：新潟県保健環境科学研究所）

(1)期日　令和2年12月23日（水）

(2)内容

①環境測定分析統一精度管理調査について
②令和元年度環境測定分析統一精度管理調査結果について
③環境測定分析における留意点及び精度管理について
④質問，要望及び情報交換事項について

3. 第46回北海道・東北支部研究連絡会議（書面開催）

（担当機関：福島県環境創造センター）

(1) 期日　令和3年2月25日(木)

(2) 内容

①共通課題討論会

（共通）

・GC/FPDまたはFTDの所有状況及び使用状況について

（第1分科会：大気）

・微小粒子状物質（PM2.5）成分分析の無機元素分析方法について
・微小粒子状物質（PM2.5）成分分析の二重測定等について
・アスベスト測定に係る実施状況及び研修状況（精度管理含む）について
・悪臭測定業務の状況について

（第2分科会：水質）

・ノルマルヘキサン抽出物質の排水基準適用の判断について

②一般研究発表会（3題）

・機械学習を用いた光化学オキシダント濃度の予測
・新潟県における環境大気中ダイオキシン類濃度について
・新潟県の県北海域におけるCOD値に及ぼす要因に関する調査結果について

4. 令和2年度北海道・東北支部酸性雨広域大気汚染調査研究専門部会（書面開催）

（担当機関：福島県環境創造センター）

(1) 期日　令和3年3月3日(水)

(2) 内容

①全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究専門部会の活動について
②令和3年度部会活動状況（案）について
③酸性雨に関する提案・情報交換について

「全国環境研会誌」投稿規定

1　本誌は，全国環境研協議会の会員である環境研究機関の連絡を密にし，会員相互の研究成果の発表と交流，業務の情報交換等を図り，もって地域住民の健康の保護と生活環境の保全に寄与することを目的として，発行するものである。

　したがって，その内容は，論説，総説，報文，資料，速報，ニュース，トピック等幅の広いものとする。

2　本誌への執筆者は，原則として本協議会会員機関の職員とする。

3　編集は，全国環境研会誌編集委員会で行う。編集委員会は事情により，執筆者に改稿を求め，また内容のいかんによっては原稿を受理しないことがある。

4　調査研究結果をとりまとめた論文（報文，資料，速報）は原則として，他誌に未発表のものとする。

5　報文および資料原稿は，次の要領および別に定める様式に従ってMicrosoft Word（バージョン2010以降）を用いて作成するものとする。

①　本文の文字数は1ページあたり，25文字×47行×2段組みとし，6ページ以内を原則とする。

　ファイルのサイズは2MB以下になるよう，図や表を貼り付ける際にはファイルサイズを縮小する等工夫し，貼り付ける。

②　本文中の文字の書式は明朝文字(9.5pt,行間15pt，左揃え）を使用し，章節項については，ゴシック文字（10.5pt，行間12pt，段落前6.4pt，段落後0行）を使用する。本文と次の章の間は1行（15pt）空ける。

　なお，編集委員会への提出は，電子メールまたは光ディスク(CDまたはDVDに限る)によって送付する。また，以下のものを別途ワード形式またはテキスト形式とし，あわせて提出する。

ア．和文題名，著者名，所属機関名

イ．英文題名，著者名，所属機関名

ウ．キーワード（5ワード程度，英文の場合は英文キーワードとする）

③　文体は，ひらがな，漢字による口語体とし，現代かな遣いを用いる。

④　漢字は常用漢字とする。ただし，固有名詞や学会で広く用いられている慣用の術語はこの限りでない。

⑤　句読点は，カンマ（，），句点（。）とし，中点（・）との区別を明確にし，全角を用いる。また，行のはじめに配置させない。

⑥　英字は半角を用いる。

⑦　数字はアラビア数字を用い，半角とする。

⑧　小数は0.123，1.23×10^6のように書き，･123，1.23･10^6などは用いない。

⑨　単位は原則としてSI 単位系に従って表記する。ただし容量単位はリットル（L）あるいは立方メートル(m^3)を用いることを原則とする。

⑩　単位および数値は2行にまたがらないこと。

⑪　化学式はC_6H_5OHのように表し，Ｃ６Ｈ５ＯＨとしない。

⑫　数式は原則として$\frac{a}{b}$，$\frac{a+b}{c+d}$，$e^{-\frac{E}{KT}}$ と記載するが，文中に出てくるものは，a/b，(a+b)/(c+d)，exp（-E/KT）のように記載する。

⑬　文中の区分けは，ポイント・システムによる記号を用いて，大見出し，中見出し，小見出しなどを明記する。

〔例〕 1.，2.，3.，1.1，1.2，1.1.1，1.1.2

⑭　図および表は，図の下部に図番号および図題を記載し，表の上部に表番号および表題を記載する。必要に応じてファイルサイズを縮小して，貼り付ける。また，図表および文字・数字は明瞭に記載し，線の太さや字の大きさに留意する。

⑮　図および表の番号と説明は，要旨が英文の場合，原則として説明も英文とし，図表番号および本文中の参照はFig.1，Table1のようにする。また，要旨が和文の場合には，図表番号および本文中の参照は図1，表1のようにする。なお，写真も図として取扱い，番号は図の通し番号に従う。

⑯　引用文献は，下記の凡例に準じ，論文の場合は著者名，論文名，雑誌名，巻，（号），ページ，発行年の順に，単行本の場合は，著者，書名，引用ページ，発行所，発行所の所在地，発行年の順に記入する。編集者がいる場合には著者名，論文名，編集者名，書名，引用ページ，発行所，発行所の所在地，発行年の順に記入する。ウェブページの場合は，発信者名，題名，ウェブアドレス（最終アクセス日）の順に記入する。

　著者が複数の場合は，間にカンマ（，）を入れる。

著者名の後にコロン（:），論文名と雑誌名の間にピリオド（.）を入れ，その他の各項の間にすべてカンマ（,）を入れる。

発行年号は西暦を用い，「年」の字は入れない。

雑誌名は原則として，省略せずに記載する。ただし，省略が公式名となっている場合には，略称を使用してもよい。

巻（Vol.）は太文字とする。ページは通巻ページを記す。号（No.）ごとのページしかない場合には，巻の次に号を(　)内に記す。また，英文雑誌名はイタリック体とする。

〔例〕

1)　藤村葉子，中島淳：小規模合併浄化槽の処理水性状と循環運転による窒素除去．水環境学会誌，**21**，33-38，1998

2)　Flanagan W.P.：Biodegradation of dichloromethane in a granular activated carbon fluidized-bed reactor. *Water Environment Research*, **70**, 60-66, 1998

3)　太田久雄，長尾隆：公害と気象，p.154，地人書館，東京，1974

4) Bames R.D.：Invertebrate Zoology，4th Ed.，p.676，Holt-Saunders International，Tokyo，1980

5)　日本化学会編：大気の化学，pp.76-81，学会出版センター，東京，1990

6)　Koss G.，Koransky W：Pentachlorophenol in different species of vertebrates after administration of hexachlorobenzene and pentaclorophenol，pp.131-137，Plenum Press，NewYork，1978

7)　環境省：ジクロロメタンによる大気の汚染に係る環境基準について，http://www.env.go.jp/hourei/01/000025.html（2016.5.11アクセス）

⑰　校正のために，原稿，図，表のコピーを手元に保管すること。

⑱　本誌発行後の正誤訂正は，執筆者の申し出により次号に掲載する。

⑲　原稿料，掲載料はともに無料とする。

6　論説，総説原稿の作成は，報文に準ずるが，原稿枚数は12ページ以内を原則とする。

7　速報，ニュース，トピックの原稿の作成は，報文に準ずるが，原稿枚数は2ページ以内を原則とする。

8　ニュース，トピック等の原稿の取扱いについては編集委員会において決定する。

9　投稿原稿の著作権に関する事項については，以下のとおりとする。

①　本誌に掲載された著作物の著作権，およびオンライン上で公開された著作物など電子的形態等他の媒体による利用も含めた包括的な著作権は本協議会に帰属する。本規定はすでに公刊された著作物についても適用する。

②　投稿に際しては，論文として掲載された場合に当該原稿の著作権が本協議会に帰属することを，著者全員が同意しているものとみなす。

③　本協議会が所有する著作権を利用する場合には，本協議会の許諾を必要とする。ただし，著者自身による学術研究目的等での利用（著者自身による編集著作物への転載，掲載，オンラインによる公衆送信，複写して配布等を含む。）などの場合に限って，本協議会は無条件で許諾するものとし，著作者は本協議会に許諾申請をする必要はない。

なお，その利用に際してはその著作物が本協議会発行誌に掲載されたものであることを明記しなければならない。

１０　以上の規定以外に必要事項が生じた場合には，広報部会においてその取扱いを決定し，特に重大な変更でない限り，そのまま，投稿規定に新項目として追加する。

（付則）

この規定は，平成20年7月8日から施行する。

（平成21年5月1日部分改訂）

（平成24年12月21日部分改訂）

（平成26年5月20日部分改訂）

（平成27年11月27日日部分改訂）

（平成28年5月26日部分改訂）

（平成29年5月31日部分改訂）

編 集 後 記

本号から本誌の編集を福島県環境創造センターが担当することとなりました。近年，地方環境研究所からの情報発信がますます重要となってきていますので，読者の方々に様々な取組を紹介できるよう，編集作業を進めてまいりたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。また，前任の長野県環境保全研究所の皆様におかれましては，2年間大変お世話になりました。

＊＊＊

福島県環境創造センターは，福島県田村郡三春町の工業団地内にあります。三春町は，梅・桃・桜の花が一度に咲き，三つの春が同時に来ることが町名の由来になっており，日本三大桜の一つである「滝桜」をはじめ美しい花々で彩られている町です。今年は，その滝桜も例年より1週間程度長く咲き誇っていましたが，新型コロナウィルス感染症の影響でいつもより人々の賑わいが少なかったところです。

さて、東日本大震災・原子力災害からの環境回復・創造のため整備された当センターも，今年の7月に開所5周年を迎えます。当センターの交流棟（通称：コミュタン福島）においては，おかげさまで昨年度末までに約39万人もの方にご来館いただき，展示施設を体験していただきました。

しかしながら，当センターでは環境学習イベントや人材育成に向けた小中学生向けの科学講座等も行っておりますが，新型コロナウィルス感染防止対策に苦慮する日々が続いております。

そのような中，このウィズコロナの状況下においても“コミュタン福島”をいろいろな方々に体験していただきたいとの思いから，昨年，ウェブサイト「おうちdeコミュタン」を公開し，展示室のバーチャル見学や展示室等の紹介，施設で体験できる科学工作等の紹介動画を発信しました（https://www.com-fukushima.jp/uchi/）。

コロナ禍が終息し，皆様と当センターにおいて様々な対話や交流ができる日を心待ちにしております。引き続き，我々も印象に深く残る楽しい体験型イベント等を企画していきますので，読者の方々も是非ご家族でご来館ください！

＊＊＊

最後になりましたが，巻頭言を執筆していただいた熊本県保健環境科学研究所長の廣畑様，特集の「各学会併設全環研集会・研究発表会」を担当していただいた香川県環境保健研究センター様，報文4編を投稿していただいた皆様，「環境省ニュース」を執筆していただいた環境省環境研究技術室様，「支部だより」を執筆していただいた宮城県保健環境センター様，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。

（福島県環境創造センター）

令和3年度
全国環境研協議会広報部会
＜　部　会　長　＞　福島県環境創造センター所長
＜広報部会担当理事＞　山形県環境科学研究センター所長

季刊全国環境研会誌　Vol.46 No.2(通巻159号)
Journal of Environmental Laboratories Association
2021年6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