

ISSN 2424-1083

季刊 全国環境研会誌

JOURNAL OF ENVIRONMENTAL LABORATORIES ASSOCIATION

Vol.47 No.2 2022 (通巻 163 号)



目 次

【巻頭言】

現在の世界情勢の中で思うこと	廣畑昌章/ 1
----------------	---------

【特 集／各学会併設全環研集会・研究発表会】

第62回大気環境学会年会併設集会の概要	石川県保健環境センター/ 2
第32回廃棄物資源循環学会年会併設研究発表会の概要	石川県保健環境センター/ 5
令和3年度全国環境研協議会企画部会騒音振動担当者会議の概要	石川県保健環境センター/ 9
第56回日本水環境学会年会併設研究集会の概要	石川県保健環境センター/ 13

【報 文】

横浜市の河川における生物指標による水質評価及び外来種の動向	
..... 本山直人・玉城大己・川田 攻・小島 淳・市川竜也	/ 15
福岡市における有害大気汚染物質モニタリング調査結果の解析	
..... 副田大介・佐野七穂・松本弘子	/ 21
飛灰処理物中六価クロム化合物試験法の検討について	
..... 齋藤 真・藤田裕美	/ 27
季節運転を行う下水処理場放流水が流れ込む堂面川及び有明海における栄養塩類調査	
..... 柏原 学・秦 弘一郎・松木昌也・古賀敬興・古閑豊和・平川周作・志水信弘・松本源生・石橋融子・宮脇 崇・山西博幸	/ 32

【環境省ニュース】

環境研究総合推進費（競争的研究費）、気候変動適応センター及び脱炭素先行地域について	
..... 環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室	/ 39

C O N T E N T S

Biological water quality assessment and current status of alien species of rivers in Yokohama city	Naoto MOTOYAMA, Daiki TAMASHIRO, Ko KAWATA, Makoto KOJIMA, Tatsuya ICHIKAWA	/ 15
Analysis of Hazardous Air Pollutants monitoring data in Fukuoka City	Daisuke SOEDA, Nanaho SANO, Hiroko MATSUMOTO	/ 21
Examination of hexavalent chromium compound test method in fly ash treated product	Makoto SAITOU, Yumi FUJITA	/ 27
Survey of Nutrient Salts in the Domen River and Ariake Sea Discharged from Seasonal Operation of Sewage Treatment Plant	Manabu KASHIWABARA, Koichiro HATA, Masaya MATSUKI, Takaoki KOGA, Toyokazu KOGA, Shusaku HIRAKAWA, Nobuhiro SHIMIZU, Gensei MATSUMOTO, Yuko ISHIBASHI, Takashi MIYAWAKI, Hiroyuki YAMANISHI	/ 32

◆巻 頭 言◆

現在の世界情勢の中で思うこと

熊本県保健環境科学研究所長 廣 畑 昌 章



昨年度に引き続き全国環境研協議会（以下「協議会」とします。）の会長を務めさせていただいております、熊本県保健環境科学研究所の廣畑です。ここ10年ほど2年続けての会長就任は例がなかったようですが、引き続き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。

さて、本誌のVol. 46 No. 2の巻頭言でも触れていますが、平成28年熊本地震から6年が経ちました。この6年間、熊本県は1日も早い復旧・復興を目指し全力で取り組んできました。各方面の多くの方々の御助力により創造的復興は目に見える形で着実に進んでいますが、まだ「被災された方々のすまいの再建」が課題として残っています。また、一昨年7月豪雨では県南地域を中心に甚大な被害が発生しました。こちらの方も、流失した橋梁の仮橋設置等、徐々にインフラの復旧が進んでいますが、創造的復興への道のりは長く続いています。これら自然災害がいかに大きく、またそれからの復興にいかにより多くの時間と労力を必要とするのか改めて思い知らされます。

そのような中、2月にロシアが隣国のウクライナに軍事侵攻するというニュースが飛び込んできました。それ以降、同国内の各地で激しい戦闘が続いており、北部地域をウクライナ軍が奪還した後、戦場は東部地域に移り、現在、膠着状態が続いているようです。連日、死者何人という悲しい報道とともに同国内の被害状況の映像が流れおり、心を痛めている方も多いものと思います。もしこの軍事進攻がここで終わったとしても、これまで流された血と涙の上に、今後、復興のためにいったいどれだけの汗を流さなければならないかと考えると、今回の軍事侵攻の愚かさがよく分かります。先に述べました自然災害からの復興の途中である本県としましても、自然災害と戦争被害という違いはありますが、同国民の悲しみとこれからのさらなる苦難は他人事とは思えません。

ところで、今回のロシアによるウクライナ侵攻に関する報道の中に、この侵攻によりエネルギー消費が爆発的に増加し、気候変動を加速させるという内容を見つけました。確かに、兵器の製造や輸送には多くのエネルギーを必要とし、また、弾薬の爆発だけでなくそれにより引き起こされる火災に伴い大気中にCO₂が排出されます。さ

らには戦後の復興には多くのエネルギーが必要であることを考えれば、今後、さらに大量のCO₂が大気中に排出されることは想像に難くありません。また、今回の軍事侵攻により同国内で環境破壊が行われており、今後の戦後の復興の過程で、今回の戦争に起因する環境問題が顕在化してくることも考えられます。

このように考えれば、我々が一翼を担う環境行政がいかに平和の上に成り立っているかということ、そしてそれまでの環境対策の効果が、たった一つの誤った判断で帳消しになるということを改めて思い知らされます。平和を願うとともに、行政に携わる人間の一人として、判断する内容の差はありますが、適切な判断の重要性を改めて感じています。

話題は国内に戻しますが、新型コロナウイルス感染症は、より感染力が強い株へと変異を続けながら猛威を振るい続けています。当所では、これまでの職員削減のあおりを受け、私が入庁した頃の2/3まで職員数が減っており、そのため所内他部署の職員のあるいは所外職員を融通しながら網渡りの検査体制を続けています。この応援職員には環境部署の職員が多く、環境調査や事業場監視調査等に少なからず影響が出ています。コロナ禍ではコロナ検査優先のため環境分野が後回しにされがちですが、県民の健康の保護という点では、その重要性は何ら変わりません。今後も本県の環境保全に関する科学的・技術的中核となる試験研究機関として調査研究に取り組んでいきたいと考えています。

最後になりましたが、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くとともに、日頃から本協議会の活動に関しまして、ご理解、ご協力いただいておりますことに深く感謝申し上げます。

昨年度の協議会の活動は、新型コロナウイルス感染症の影響を受け、残念ながら大きく制限を受けることとなりました。本年度の協議会の活動も制約を避けることはできないものと捉えておりますが、できる限り充実した活動となるよう努めていきたいと考えております。引き続き皆様のご理解とご協力をよろしくお願いいたします。

＜特集＞各学会併設全環研集会・研究発表会

第62回大気環境学会年会併設集会の概要

石川県保健環境センター

第62回大気環境学会年会併設集会を令和3年9月14日にオンラインで開催した。

今年度は、大気環境学会大気環境モデリング分科学会講演会との共催で「今後の光化学オキシダント対策に向けた現状整理、課題、方向性について」をテーマとした。我が国において大気汚染は、近年大幅に改善されてきているが、光化学オキシダントはいまだ環境基準が達成できない地点が大半であり、現在も大気汚染の主要な問題の一つとして残されている。このような状況に対し、今後の更なる対策に向けた現状整理と課題抽出について議論すべく、光化学オキシダントの生成機構や低減化、そしてその将来予測手法の開発に取り組む研究者及び行政担当者に、最新の知見について講演いただいた。

集会では、櫻井達也氏（明星大学）を座長として4題の講演が行われ、その概要は以下のとおりである。

1. 光化学オキシダントに関する環境省の取組について

（環境省水・大気環境局
大気環境課 馬島 貴教）

我が国においては、大気汚染対策に係る様々な取り組みの推進によって、 NO_x やVOC等の大気環境中の濃度は低減してきているが、一方で、光化学オキシダントの環境基準達成率は依然として極めて低い状況にある。大気汚染防止法に基づく固定発生源におけるVOC規制を開始した平成18年頃から、光化学オキシダント濃度の域内最高値は低減傾向にあったものの、近年はほぼ横ばいとなっている。

光化学オキシダントの主成分であるオゾン O_3 は、それ自体が気候変動を引き起こす物質であり、国際的にも取り組みが進んでいる。光化学オキシダント生成の前駆物質である NO_x の対策については、大気汚染防止法による固定発生源からの排出規制に加え、自動車排出ガス低減対策に関して累次の規制強化が行われている。一方のVOC対策については、大気汚染防止法に基づく固定発生源対策を進めてきており漸減傾向にある。

これらの物質の越境汚染対策としては、日中韓における政策対話や二国間協力に加え、いろいろな多国間の枠組みによる協力を進めている。光化学オキシダント濃度低減のため、平成23年度に光化学オキシダント調査検討会を設置し、光化学オキシダント汚染の状況を調査研究のあり方について整理してきた。

気候変動対策については、植物の二酸化炭素吸収阻害の定量評価や、温室効果ガスとしてのオゾン（SLCFs）に関する知見の収集に取り組む。これらの取り組みにより、気候変動と大気汚染対策の両方に資する光化学オキシダント対策を検討・推進していく。

2. 光化学オキシダント生成に関わる反応性窒素酸化物の動態と化学過程の総合的解明

（国立環境研究所 猪俣 敏）

日本では前駆物質である炭化水素が減少しているのに対し、光化学オキシダントの長期的な改善傾向は近年横ばいとなっており、注意報発令延日数も横ばいとなっている。世界の地上オゾンの状況を見ても、発展途上の多い東アジアでの増加トレンドだけではなく、ヨーロッパ、北アメリカの都市域でも増加傾向であり、都市のオゾン問題は世界共通である。

光化学オキシダント対策に向けて地上オゾン濃度の化学輸送モデル開発が試みられているが、都市部での再現・予報にはまだ課題が多い。その一つに、オゾン生成に関与する窒素酸化物の化学過程の知見不足があり、最新の国際モデル相互比較実験からは、窒素酸化物のリザーバーの HNO_3 等から NO_x への変換過程の不足が示唆されている。

そこで本研究では、光化学オゾンの生成・消失過程において最も本質的な重要性をもつ反応性窒素酸化物の動態を包括的に把握し、その化学サイクルに関する科学的理解を深めることを目的に、観測技術開発と日本の都市域における野外観測を行う。最新の化学イオン化質量分析法を用いたPANsの個別成分、過酸化水素、 HNO_3 、 N_2O_5 、 $+\text{NO}_3$ の計測手法の開発を行うとともに、PANs全量及び

有機硝酸（ONs）全量を安定して長期に連続計測できる間接法として、熱分解- NO_2 検出法を用いた手法を確立する。また、亜硝酸（ HONO ）の計測手法開発にも取り組む。これらの新たな測定機器に炭化水素、アルデヒド類の測定装置も加え、東京都内における高時間分解能での測定及び東京郊外でのオゾン、 NO_2 、PANsの長時間連続測定も実施し解析を行う。

本研究で、オゾン生成・消失に与する反応性窒素酸化物について、これまでにない詳細な実測定を得ることで、現行モデルの化学スキームの診断に資し大都市でのオゾン濃度の再現性や予報確率の向上に繋げる。

3. 大気化学輸送モデルが適切な O_3 対策策定へ貢献するために～排出削減感度分布推定とその妥当性評価～

（産業技術総合研究所 井上 和也）

オゾンは人の健康や植物の成長に対して悪影響を与え、強力な温暖化物質でもあり削減対策が進められてきた。国内での光化学オキシダントの改善度合いなどは、地域や季節により異なることが知られている。大気化学輸送モデルが適切な光化学オキシダント対策の策定へ貢献するためには排出削減感度分布推定とその妥当性評価が重要である。排出削減感度の重要性についてみると、この対策が難しいのは、 NO_x 、VOC濃度の排出削減とオゾンの生成感度が排出元の条件により大きく異なっていることがある。実際、コロナ下のロックダウンによる削減状況下でオゾン濃度感度が地域的に大きく異なっていることが確認されている。次に、モデルが対策に資するかどうかということを判定するためには、目的物質の現況再現性検証だけでは不十分で、感度レジームが実際の大气とモデルの大气間で合致しているかを確認することが重要である。そこで、複数の地方、年代、季節を対象に大気化学輸送モデルによるシミュレーションを行い、各前駆物質削減に対するオゾン感度の時空間的変動を推定した。また、排出削減対策策定への貢献にあたっては、計算結果のみならず、その妥当性や不確実性に関する情報も重要と考えられるので、衛星観測データに基づくオゾン生成レジーム診断結果との比較によるオゾン感度推定への影響の評価も併せて実施した。各前駆物質の排出削減に対する夏季のオゾン存在量低減効率を地域別、年代別に見ると、地方により各前駆物質削減に対する指標値（すなわち、同量の前駆物質排出フラックスを削減した場合のオゾン濃度低減効果）は大きく異なることがわかる。また、年代別では、近年ではVOC削減に対する指標値は低下傾向、逆に、 NO_x 削減に対する指標値は増加傾向となっている。以上の結果からオゾン汚染を効率よく低減させるための方策は、地方や年代によって異なる

ことが示唆される。

4. 対策によるオゾン濃度低減効果の裏付けと標準的な将来予測手法の開発

（国立環境研究所 茶谷 聡）

2021年度から3年間実施予定の環境研究総合推進費研究課題5-2105「対策によるオゾン濃度低減効果の裏付けと標準的な将来予測手法の開発」について紹介する。

大気中の光化学オキシダントの濃度はほぼ横ばいで推移しており、環境基準の達成率は極めて低い水準にある。光化学オキシダントの主要物質であるオゾンは、主に窒素酸化物（ NO_x ）と揮発性有機化合物（VOC）から大気中での光化学反応過程を経て生成されるが、このレジームは NO_x 、VOCに対して非線形性の関係となっている。この非線形性を考慮しながら有効な濃度低減策を立案するために、非線形性を表現できる領域化学輸送モデルを使って評価している。実際、VOC排出削減の自主的取組における削減目標の設定に、シミュレーションが用いられた。しかしながら、目標を大きく上回る排出削減を達成したにも関わらず、光化学オキシダントの環境基準達成率は低いままである。

その問題点として、対象日の選定や計算結果の解釈など、シミュレーションを対策評価に用いるための具体的な方法が明確に定まっていなかったことが挙げられる。もう一つの問題点として、オゾン濃度の絶対値だけではなく、 NO_x やVOCの排出量の変化によるオゾン濃度の変化をシミュレーションが正確に計算できるかという観点で検証がなされていなかったことがあげられる。

アメリカでは、環境基準未達成地域について、排出削減計画（State Implementation Plan）を策定し、計画に盛り込まれている各種対策による大気質の改善効果をシミュレーションで評価することが求められており、そのための詳細なガイドラインをアメリカ環境保護庁が定めている。

そこで、本研究では4つのサブテーマに基づき、対策による前駆物質の排出量削減によるオゾン濃度の低減効果をシミュレーションで評価するための標準的な手法の開発と、現在まで蓄積されている地上・衛星計測に基づいた実際の大气質の経年変化に基づき、評価手法の有効性を化学的に裏付けることを目的としている。

＜プログラム＞

座長：明星大学 櫻井達也

1. 光化学オキシダントに関する環境省の取組について
(環境省水・大気環境局大気環境課 馬島 貴教)
2. 光化学オキシダント生成に関わる反応性窒素酸化物
の動態と化学過程の総合的解明
(国立研究開発法人国立環境研究所 猪俣 敏)
3. 大気化学輸送モデルが適切なOx対策策定へ貢献する
ために～排出削減感度分布推定とその妥当性評価～
(国立研究開発法人産業技術総合研究所 井上 和也)
4. 対策によるオゾン濃度低減効果の裏付けと標準的な
将来予測手法の開発
(国立研究開発法人国立環境研究所 茶谷 聡)

＜特集＞各学会併設全環研集会・研究発表会

第32回廃棄物資源循環学会年会併設研究発表会の概要

石川県保健環境センター

令和3年10月27日に全国環境研協議会と廃棄物資源循環学会廃棄物試験・検査法研究部会の共同で、第32回廃棄物資源循環学会年会併設研究発表会をオンラインで開催した。

併設研究発表会は2部構成とし、第1部は全国環境研協議会研究発表会として4題の演題発表、第2部は廃棄物試験・検査法研究部会との情報交換会として6題の演題発表と討論及び情報交換を行った。当日は当協議会41機関の83名、その他10名、合計93名の参加があった。

第1部の座長を岡山県環境保健センター次長の木村英治氏が、第2部の座長を国立環境研究所の山本貴士氏が務めた。併設研究発表会の概要は以下のとおりである。

第1部 全国環境研協議会研究発表会

1-1. GNSSを用いた廃棄物の山の簡易測量

(埼玉県環境科学国際センター 磯部 友護)

廃棄物の山の形状やたい積量の把握や、新たな投棄に伴うたい積量の増加等の実態把握に、全地球航法衛星システム (GNSS) を用いた簡易な測量方法の適応を検討してきた。今回、GNSSを用いた簡易測量方法と埼玉県内での調査事例を紹介する。

GNSS測量には、迅速で簡便な測量であるディファレンシャルGPS (DGPS) 方法を採用した。調査対象となる廃棄物の山の現地踏査により測位地点の設置作業を行い、これらの測位地点においてGNSS測量を行った。これまでにを行ったGNSS測量のうち、2つの事例を紹介する。「残土混じり建設廃棄物の不法投棄事案」では、山の形状が比較的単純だったため測位地点数は26と多くなく、測量は約1時間半で終了することができた。調査時間の大幅な短縮と測量結果の高精度化を同時に達成できることが示された。「解体系混合廃棄物の不法投棄事案」では、3回のモニタリングを行い、その変化を調査した。その結果、搬入・撤去によるたい積量の増加・減少、敷地外に廃棄物が流出したことによる底面積の増加を数値化することができた。

1-2. 埋立処分場浸出水のpHが調整池内で低下する要因の検討

((地独)大阪府立環境農林水産総合研究所
小椋 寛子)

堺第7-3区産業廃棄物最終処分場では冬季にpHが9以下に低下しないなど、未だ廃止の条件には至っていない処分場がある。そこで当該処分場を調査対象として、pH低下メカニズムの解明とpH低下速度および影響因子の解明の二つの大きな目的とした調査研究を実施している。今回、水温とpH低下速度との関係を解析した。

予備試験の結果得られたpHをOH濃度に換算したところ、一次反応式によく一致したことから、一次反応式のモデルからOH低下速度定数を算出し、攪拌条件と水深の影響を評価した。攪拌条件の検討では、攪拌速度が速いほどOH濃度は速く低下したものの、OH濃度の低下速度定数はいずれの攪拌速度においてもそれほど差はみられなかった。水深の影響では、水深が浅いほど、OH濃度が速く低下し、1/10の水深とした試験区でOH濃度の低下速度定数は、基準とした試験区の10倍以上となった。

本実験は、攪拌速度300rpmで温度依存性実験を実施した。その結果、水温が高いほどpHが9以下になるまでの時間が短いことが分かった。この結果は、pH低下には温度依存性があることを示唆しており、冬季のpHが夏季より高い傾向が得られている現地の調整池のpHの挙動とも一致している。

1-3. 廃棄物最終処分場からの浸出水中の有機フッ素化合物に関する研究について

((公財)ひょうご環境創造協会
兵庫県環境研究センター 松村 千里)

現在、最終処分場の浸出水に含まれる残留性有機汚染物質 (POPs) 及びその候補物質の分析法の構築、濃度実態及び廃棄物層内での挙動の解析、浸出水濃度の予測式の構築、POPs等の長期的な適正管理に資することを目的に共同研究が進められている。当県は分析法の構築等を

担当しており、今回は、前駆物質であるテロマー類（FTOHs）を含めた有機フッ素化合物（PFASs）の分析法を検討し、一部濃度実態について調査を行った結果を報告する。

カートリッジカラムについては、Oasis WaxまたはPresep PFC IIにより測定が可能であったが、塩濃度が高い場合は、通水量が500mLを超えると回収率が低下した。通水量が200mLであれば両カラムにおいて問題の無い回収率が得られることが分かった。夾雑成分が高い浸出水の場合は、20mL程度の少量の通水量でも炭素鎖が短い同族体（PFBAなど）を中心に回収率が低下した。カートリッジの充填量が多い方が夾雑成分を除去できるが、カートリッジからの溶出成分も妨害となるため、今後も検討を要する。また、通水試料のpH3, 5, 7, 9において回収試験も行ったところ、pH7, 9において炭素鎖が短い同族体（PFBAなど）を中心に回収率が低下した。

浸出水中のPFASsは幅広い濃度範囲で検出された。一般的にPFOAを含むPFCAsがPFOSを含むPFASsよりも高い傾向があり、浸出水中においてはアルキル鎖の短い化合物が高い傾向が確認された。また、前駆物質のFTOHsについては、検出率は低かったものの一部の試料で検出することができた。

1-4. 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）

本課題は、全国環境研協議会からの提言を受けて国環境と複数の地環研等の研究者が参加して共同研究を実施するⅡ型実施共同研究として令和2～4年度の予定で実施し、地環研が有する各種の調査手法と現場対応経験を総合化して、事案発生時に実施すべき調査項目とそのシーケンスを決定するためのプロセスを構築する。参加地環研が共同で調査を行い、観測結果とその評価手順を共有するとともに、標準作業手順書の作成を通じて、調査手法の標準化と習熟を図ることを目的としている。さらに、事案発生に対する各研究所の迅速対応能力を向上させると同時に、緊急時の自治体横断的な現場対応ネットワーク及び支援体制の構築を目指す。

標準作業手順書の作成は、参加している地環研が有する各種の調査手法と現場対応経験を踏まえて、事案発生時に実施すべき調査項目とそのシーケンスについてまとめを進めている。作成した標準作業手順書は、同じく作成中の情報共有プラットフォームでの公開を予定している。

第2部 廃棄物試験・検査法研究部会との情報交換会（陸域から流出するプラスチックごみに関する調査手法と実態について）

2-1. 「河川プラスチックごみの排出実態把握と排出抑制対策に資する研究」の概要紹介

（国立環境研究所 鈴木 剛）

プラスチックごみによる海洋汚染が地球規模で拡大しており、その対策が国際社会全体で求められている。対策推進のために、海洋プラスチックごみに関する現状把握を進め、排出抑制を進めていく必要がある。

今回、Ⅱ型共同研究で進められている標記研究について紹介する。本研究は、2021～2023年度の3か年において、国立環境研究所と地方環境研究所で共同して調査方法の共通化や効率化を図りつつ、河川プラごみの実態把握調査を実施し、排出抑制効果の検証に資するモニタリングのあり方や地方環境研究所の役割を検討・提案することとしている。現在、29機関が参加しており、比較的全国を網羅している。

2021年度の進捗状況は、調査の推進のため「試料採取器具」を用意・送付し、「試料採取マニュアル」を作成・共有し、「簡易動画マニュアル」を作成中である。また、4月にキックオフ会議、サブテーマごとの定例会合、月例勉強会、河川マイクロプラスチック採取調査デモ（ホスト：福岡県保健環境研究所）を開催した。2021年10月現在、11機関が調査実施中、13機関が調査計画で、5機関が情報収集中である。

2-2. 陸域から流出するプラスチックごみに関する各種ガイドラインについて（概要）

（（株）環境管理センター 金子 紋子）

海洋プラスチックごみは80～90%が陸域から発生しているといわれている。陸域のプラスチックごみは河川を通じて流出する。流域圏内で内陸から沿岸にわたる関係主体が一体となって発生抑制対策等を行う必要があり、そのためには内陸から沿岸にわたるプラスチックごみの実態を把握する調査が必要である。

環境省はプラスチックごみ等の調査や対策に係るガイドライン等を発出しており、今回、陸域に関する3つのガイドライン等の内容について紹介する。

「散乱ごみ実態把握調査ガイドライン」は、海洋ごみの発生源対策の検討や地域計画の作成又は変更に当たって、陸や河川における海洋ごみの発生源等の実態を明らかにする際の参考とすることを目的とする。「河川ごみ調査参考資料集」は、①河川を浮遊して流出するごみの種類を把握すること、②ごみの発生場所・流出経路を把握すること、経年的な回収・種類の変化を相対的に把握

することを目的とする。「河川マイクロプラスチック調査ガイドライン」は、陸域から海域へ流出するマイクロプラスチックのうち、河川水中におけるマイクロプラスチックの分布実態を把握することを目的とする。

2-3. マイクロプラ調査の事例紹介

2-3-1. 高知県内のマイクロプラスチック実態把握に向けて

（高知県衛生環境研究所 高橋 紗希）

本県では、令和2年度に初期沿岸調査（プラスチックごみの漂着調査等）及び初期河川調査（河川水中のマイクロプラスチック調査）を、令和3年度にⅡ型共同研究に参加し、河川調査を実施している。今回、それら調査結果を報告する。

初期沿岸調査は、6海岸のプラスチックごみ状況を現地で確認した。その結果、1海岸で外国のペットボトルや被覆肥料が見つかったが、マイクロプラスチックは得られなかった。

初期河川調査は、県内を代表する4河川5地点で濃度を測定した。測定結果は0.041～0.307個/m³であり他の自治体の調査結果と比較して高い値ではなかった。なお、当所の近くの水路では10個/m³を超えるマイクロプラスチックが測定され、河川への流入源であると考えられた。

河川調査は、高知市を流れる鏡川の令和3年5月調査結果では、個数濃度は2.0個/m³、質量濃度は $\geq 0.097\text{mg/m}^3$ （参考値）であった。形状と種類では、圧倒的に繊維状のものが多く、その中ではアクリル繊維が最も多く、その次がPET繊維であった。

2-3-2. 栃木県内の環境中に排出される廃プラスチック類に関する調査

（栃木県保健環境センター 神野 憲一、
佐藤 敬士）

本県では、県内の河川等の環境（陸域）における廃プラスチック類の実態を把握するため、令和元～3年度にかけて調査研究を実施している。今回、令和2年度までに実施した調査方法の検討及び県内のモデル河川調査について、その結果を報告する。

底質試料の採取方法、洗浄方法、分離方法の3点について、調査方法を検討した。検討の結果、採取方法は5点混合法とし、洗浄方法は水酸化ナトリウム水溶液による煮沸洗浄とした。分離方法は、コスト、操作性及び効率性が優れている浮遊分離法を採用した。

モデル河川調査は、調査地点を田川本川（4地点）と支川（4地点）とし、水質は年2回（豊水時と平水時）、

底質は年1回、試料を採取した。また、河川ごみ調査を年2回実施した。その結果、水質試料及び底質試料の個数密度は、本川では下流ほど増加する傾向が見られた。水質試料及び底質試料から確認された廃プラスチック類の種類は、PEやPPが大きい割合を占めていた。水質試料と底質試料の個数密度の間には、高い相関が確認された。河川ごみ調査の結果、全地点でプラスチック類が大きい割合を占め、本川では下流ほど、ごみの容積が増加する傾向が見られた。

2-4. マイクロプラ／マクロプラ調査の事例紹介

2-4-1. 大阪湾のプラスチック問題：友ヶ島での調査から

（大阪府立大／

（一社）加太・友ヶ島環境戦略研究会（Katies）

千葉 知世）

当研究会「Katies」は大阪湾のプラスチック問題に係る調査研究や市民向けの活動を実施している。現在、大阪湾や瀬戸内海の玄関口である友ヶ島水道に位置する友ヶ島（4つの島から成る）の沖ノ島（北垂水、南垂水）で海岸漂着物の調査を実施している。

個数については現在集計中である。組成の傾向としては、いずれの地点とも半分程度が破片やかけら類（発泡スチロール、硬質プラスチック、プラシート・袋の破片等）である。その他、飲料（ペットボトルのキャップ等）、食品（プラ容器、包装等）、生活（プラキャップ、生活雑貨等）が多い。重量組成の傾向としては、釣り・水産（漁業用ロープ・ひも等）、建築・建築素材（柱、釘、トタン板等）が大きくなっている。なお、回収が困難な場合もあった。プラスチックや発泡スチロールは小さな破片となっており、手作業での回収が不可能となる場合があった。

これまでの調査に、行政、大阪湾流域圏の企業、小中学校、大学生、地域住民など延べ500人以上の参加があった。異なる立場の人々が共にプラスチック問題を学び、考える場として機能している。

2-4-2. 北東アジア地域（日本海、黄海）における市民参加での漂着物調査

（（公財）環日本海環境協力センター
森 友子、小塚 晃）

当センターでは、設立当初より、北東アジア地域での「海辺の漂着物調査」を実施している。本調査は、漂着物の発生抑制を推進するため、北東アジア地域（日中韓）の自治体と連携協力し、市民参加での漂着物（人工物）調査、マイクロプラスチック調査を実施し、市民の

海洋環境保全意識の醸成を図ることを目的とする。

漂着物調査は2020年度には3か国13自治体38海岸で調査が行われた。その結果、平均個数は188個/100m²であり、プラスチック類が最も多く、発泡スチロール類と合わせると8割以上であった。また、その内訳は破片類やひも類、容器類が多かった。2011～2020年のエリア別海岸の100m²当たりの個数の推移をみると、日本の海岸で個数が多かった。また、日本国内の調査継続海岸での25年間の経年変化については、一定の傾向は見られなかった。

マイクロプラスチック個数調査は、2017年度に試行的に開始し、2020年度に調査手法を検討し、統一的なガイドラインとしてとりまとめ、2021年度より調査を開始した。これまでの調査の結果、日本の海岸でマイクロプラスチックが多く見られ、マクロプラスチックと同様の傾向であった。

2-5. 討論及び情報交換

(コーディネーター

(株)環境管理センター 長谷川 亮)

- マイクロプラスチック調査の課題について
 - ・ マイクロプラスチック調査にはかなりの労力とコストを必要とする。簡易法が求められる。
 - ・ 河川の水量変化があり、実態を詳細に把握するには調査頻度を増やす必要がある。
 - ・ FT-IRを所有していないため、他機関の機器を使用しているが、ライブラリーがない。細かいものはプラスチックの種類がわからないものが多い。
 - ・ どの河川をどの程度まで調査すれば良いのか判断が難しい。
 - ・ 目視で確認できるものは2mm以上のものである。それより小さなものは目視では難しい。どのような目的でどの程度を調査するのが重要である。
- 現場におけるマクロプラスチックの実感について
 - ・ 重量では水産系ものが多い。個数で見れば、圧倒的に生活系ものが多い。
 - ・ 河川で見られるものが海域でも同様に見られ、河川から流出しているというのは納得できる。
- 調査で押さえるべき点について
 - ・ 環境中のプラスチックの全体フローが把握できるよう調査する必要がある。それがないと、各自自治体や事業者で対策が図られているが、その効果を評価することができない。
- 今後について
 - ・ 公定法、ガイドラインの策定を進める。
 - ・ II型共同研究に限らず、自治体、NPO等の横の連携を強化して情報共有、協力を進めていく。

＜プログラム＞

第1部 全国環境研協議会研究発表会

座長：岡山県環境保健センター 次長 木村 英治

- 1-1. GNSSを用いた廃棄物の山の簡易測量
埼玉県環境科学国際センター 磯部 友護
- 1-2. 埋立処分場浸出水のpHが調整池内で低下する要因の検討
地方独立行政法人
大阪府立環境農林水産総合研究所 小椋 寛子
- 1-3. 廃棄物最終処分場からの浸出水中の有機フッ素化合物に関する研究について
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 松村 千里
- 1-4. 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

第2部 廃棄物試験・検査法研究部会との情報交換会

(陸域から流出するプラスチックごみに関する調査手法と実態について)

座長：国立研究開発法人国立環境研究所 山本 貴士

- 2-1. 「河川プラスチックごみの排出実態把握と排出抑制対策に資する研究」の概要紹介
国立研究開発法人国立環境研究所 鈴木 剛
- 2-2. 陸域から流出するプラスチックごみに関する各種ガイドラインについて (概要)
(株)環境管理センター 金子 紋子
- 2-3. マイクロプラ調査の事例紹介
 - 2-3-1. 高知県内のマイクロプラスチック実態把握に向けて
高知県衛生環境研究所 高橋 紗希
 - 2-3-2. 栃木県内の環境中に排出される廃プラスチック類に関する調査
栃木県保健環境センター 神野 憲一, 佐藤 敬士
- 2-4. マイクロプラ/マクロプラ調査の事例紹介
 - 2-4-1. 大阪湾のプラスチック問題：友ヶ島での調査から
大阪府立大/一般社団法人加太・友ヶ島環境戦略研究会 (Katies) 千葉 知世
 - 2-4-2. 北東アジア地域 (日本海, 黄海) における市民参加での漂着物調査
公益財団法人環日本海環境協力センター
森 友子, 小塚 晃
- 2-5. 討論及び情報交換
コーディネーター：(株)環境管理センター
長谷川 亮

＜特集＞各学会併設全環研集会・研究発表会

令和3年度全国環境研協議会企画部会騒音振動担当者会議の概要

石川県保健環境センター

令和3年度の全国環境研協議会企画部会騒音振動担当者会議を12月16日（木）にWebexを用いオンラインで開催した。参加者は56名。

はじめに石川県保健環境センター次長の橋場久雄から挨拶があり、その後、特別講演2題、一般講演4題の講演があった。それぞれの講演後、質疑がなされた。

講演概要は以下のとおりである。

【特別講演】

1. 低周波音の影響とその評価方法について

（労働安全衛生総合研究所 高橋 幸雄）

低周波音による影響についての現在の知見を、過去の実験データを中心に概観するとともに、現場での影響評価例（1件）を紹介する。

低周波音は可聴域の音に比べて聴覚閾値が高く、「聞こえにくい音」であることが最大の特徴と言える。振動感・圧迫感を誘起することも特徴の一つであるが、これらは音圧レベルが聴覚閾値よりも高い場合に知覚されるため、基本的な知覚は聴覚に依ると考えてよい。

低周波音苦情の現場での中心的問題となるのは、心理的影響（不快感やアノイアンス、イライラ感など）である。心理的影響には個人差が大きい、音圧レベルが聴覚閾値を超えた場合に影響が生じると考えられる。苦情者が特に聴覚閾値が低い（低周波音に対して感度が高い）わけではなく、聴覚閾値から気になるレベルまでのマージンが小さくなっているようである。さらに近年の研究では、変動性の低周波音や純音性成分を含む低周波音では、定常的な低周波音よりも影響が大きくなる可能性が指摘されている。

生理的影響（血圧、心拍数の変化など）も苦情現場で訴えられることの多い影響であるが、過去の実験データからは、低周波音曝露との関係は不明瞭である。睡眠影響についても実験的研究の例は少ないが、住環境中の低周波音によって睡眠中の人々が覚醒するとは考えにく

い。但し、心理的影響に関連して、入眠時の障害となる可能性はある。

身体的影響（身体組織への直接的影響）については、住環境中で発生するような低周波音では、まず生じないと考えられる。低周波音と物的影響（建具のがたつきなど）との関係は明確であり、過去の実験データが環境省による「物的苦情に関する参照値」の基礎になっている。

最後に、苦情現場における低周波音の影響評価であるが、現状では確立された評価基準は無く、環境省が「低周波音問題対応の手引書」中に示している評価手順フローチャートに沿った評価が基本になる。但し、「心身に係る苦情に関する参照値」だけに頼らず、音源のON/OFFと苦情の対応関係チェックを含め、総合的に判断することが重要である（「参照値」は評価基準ではない！）。

一例として、某スーパーマーケットでの苦情を紹介する。低周波音の音源は冷凍庫用のコンプレッサ（全13台）で、隣家の主婦が不快感や睡眠影響などを訴えていた。低周波音の主成分は50Hzバンドと100Hzバンドの音（50Hzバンドの音の高調波）であった。苦情者宅内での音圧レベルは聴覚閾値（ISO 389-7）と同程度又は若干下回り、環境省による「心身に係る苦情に関する参照値」を明らかに下回っていた。しかし、苦情者の体感評価が50Hzバンド及び100Hzバンドの音と明らかな対応関係を示した（等価騒音レベル及び等価音圧レベルでは対応関係は認められなかった）ことから、コンプレッサが原因と結論付けることができた。

2. 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

自動車環境対策課 小島 卓也、金森 一樹）

環境省における騒音・振動・低周波音に関する取組に

について説明する。

- (1) 令和元年度における騒音・振動・低周波音における苦情受付状況について

騒音振動における苦情受付件数は全体の4割を占めている。低周波音における苦情受付件数は平成12年度頃から増加傾向にある。

- (2) 令和元年度における環境基準の達成率について

一般地域で89.0%，新幹線騒音58.7%，航空機騒音で81.5%及び道路に面する地域では94.2%であった。

- (3) 省エネ型温水器等から発生する騒音について

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む一方、これらが新たな騒音苦情の発生源にもなっている。

このような状況の中、平成24年に消費者安全調査委員会に対し省エネ型温水器等について事故等原因調査申出が提出され、平成26年度及び29年度に事故等原因調査報告書が公表された。これを受け環境省では平成29年度から3年間検討会を設置するとともに実態調査等を行った。

調査として①平成23年以降の文献調査，②実態調査（実測調査・体感調査），③聴覚調査を行い，その結果を踏まえ，令和2年3月に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」を公表した。

ガイドブックでは，騒音苦情が発生した場合の対応フロー及び実態調査等により運転音が苦情の原因と考えられた場合の対策や効果の確認方法を示している。

今年度については，新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から，毎年開催している低周波音測定評価方法講習会を中止とした。その代わりに本講習用テキストの改訂版を地方公共団体に対し配布したので，業務の参考にしていただきたい。

- (4) 新幹線鉄道騒音・航空機騒音に係る取組みについて

新幹線騒音については，「新幹線鉄道騒音対策要綱」において，音源対策，障害防止対策，沿線地域の土地利用対策等を通じ環境基準の達成を目指している。関係地方公共団体においては，環境基準の達成状況向上や苦情の未然防止のため，沿線地域の土地利用対策の推進をお願いする。

「新幹線鉄道騒音測定・評価マニュアル」で示している測定地点について地方公共団体で差異が見られる。評価範囲内に住宅が立地している地域から測定地点を選定するなどマニュアルに準じ対応いただきたい。

令和2年8月に各都道府県あてに「新幹線鉄道騒音に

係る環境基準の類型を当てはめる地域の指定に係る法定受託事務の処理基準の適切な運用について」の通知を発出し，居住者のいない地域の類型指定や用途地域に対応した類型指定の徹底，用途地域に「相当する地域」の判断，定期的な類型指定の見直しなどを通じ類型指定の適正化に向けた協力をお願いしている。関係地方公共団体においては，通知に則った適切な対応化をお願いしたい。

航空機騒音については，令和2年度「航空機騒音測定・評価マニュアル」を改訂した。主な改定点は，定期航空便の有無でタイプを分けるよう飛行場タイプの定義を明確化したことや，測定時期を夏期と冬期などに限定せず季節を変えて2回/年へと変更したこと等である。

- (5) 自動車騒音・道路交通振動について

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ある。評価区間内の全ての住居等のうち，環境基準の基準値を超過する戸数及び割合を把握する面的評価により実施され，その結果は，報道発表（環境省ホームページ）のほか全国自動車交通騒音マップ（国立環境研究所）等に掲載している。

「面的評価支援システム」は自動車騒音の状況の常時監視を円滑に行うためのアプリケーションソフトであり，面的評価における住居等の位置での騒音の推計計算や環境省への報告をサポートするシステムとなっている。令和2年5月に改良を行い，新しい推計モデルを適用した推計となっている。

- (6) その他

本日説明した内容に関連するマニュアル・手引き・パンフレットを環境省ホームページから確認頂くことが可能であり，業務の参考にしていただきたい。

【一般講演】

1. 小松飛行場周辺の航空機騒音測定における暗騒音

（石川県保健環境センター 深山 敏明）

石川県が航空機騒音を測定している3地点で令和2年度に発生した暗騒音イベントについて，方向ベクトル，録音した実音及び暗騒音の継続時間についてその種類ごとの特徴を調べるとともに自動識別の適合率を調べた。主な暗騒音イベントは，気象由来は雨，風，雷，生物由来はカラス，鳥，セミ，虫の声，人為的要因は自動車，バイク，救急車，人の声，防災行政無線などであった。こ

これらの暗騒音は実音の試聴及び方向ベクトルの目視確認で概ね識別が容易であった。実音の試聴で識別困難な場合、方向ベクトルの目視確認でも識別が困難なものがあった。また、カラス、拍子木などを除き暗騒音の継続時間は識別の参考とならなかった。

識別結果修正後、データ処理装置による自動識別の適合率は、暗騒音の種類により、地点によらず良好又は不良、地点により識別結果にばらつきがいろいろのいずれかであった。3地点合計の騒音イベント約36,000個のうち暗騒音イベントは約20,000個であった。

2. 航空機騒音調査業務におけるAIを用いた音源識別の検討

（静岡県環境衛生科学研究所 山口 智久）

航空機騒音調査における、航空機音の識別時のAI利用に関する検討内容について報告する。

空港周辺での騒音調査は、環境基本法第16条第1項で定められた航空機騒音に係る環境基準の達成状況を把握するために実施している。評価のためには実音聴取やフライトログとの照合等により航空機音か否かを識別する必要があるが、作業時間が膨大という問題があった。

そこで今回、畳み込みニューラルネットワークを用いることにより、富士山静岡空港での調査結果に対して、航空機音とそれ以外の音を識別できるかの検討を行った。

飛行経路直下を主とする、6月調査時の音データから作成した1,000枚の画像について8対2の割合で学習・評価をした結果、95%以上の正答率を示した。

3. 公害審査会測定事例

（千葉県環境研究センター 大橋 英明）

工場に隣接する区画に居住する住民から騒音苦情があり、千葉県公害審査会からの依頼を受け、古紙回収・中間処理業者（以下「工場」という。）のプレス機と重機による作業音について、現地調査を行った。

①敷地境界、②申請人居住内、③工場内プレス機脇（解析用参考地点）の3地点で同時測定を行った。（申請人からの求めに応じ、測定時間を長めに取り、午前11時～午後3時30分の4時間30分とした。）

地点①の結果は、昼間の規制基準60dBに対し、プレス機の作動音が70～72dB、重機による作業音が68～70dBと、いずれも超過している状況であった。工場側の言い分では、面する道路の自動車騒音の影響が大きく、工場が操業していなくても規制基準を満たすのは困難とのことであったが、自動車騒音を除外した場合の暗騒音は55dB、除外しなくても56dBであり、自動車の影響は限定

的であった。

地点②の結果は、窓を開けた状態の暗騒音が35dBであるのに対し、プレス機を作動させると54～56dB、重機による作業を行うと50～52dBと、騒音レベルが20dB近く上昇することがわかった。また、窓を閉めた場合、10dB程度低減できることもわかった。

測定当日、公害審査会の委員から、プレス機の近傍に防音壁を設置すれば、ある程度の騒音低減が可能との意見もあったが、重機の作業音に対しては効果的な対策が無く、規制基準を満たすことは不可能に近いことがわかった。

4. 神奈川県の低周波音測定分析事例の紹介

（神奈川県環境科学センター 西野 健太郎）

神奈川県では、市町村等が工場・事業場等の指導等を行うための支援として、環境科学センターが濃度、成分等の調査や技術的な支援、機器の貸し出し等を行う技術支援制度を設けている。

今回は技術支援の事例を紹介する。今回の事例は市町村環境部局からの低周波音についての相談であり、自宅近隣にある養豚場の換気扇から発生する低周波のため、不眠症になったというものであった。市町村からは原因の特定が困難であるため、低周波音が発生しているかどうかの確認を行ってほしいと相談があった。

低周波音の調査は豚舎近傍、申立人宅内の2か所とし、調査時間は豚への影響を避けるため夕方から夜間とした。豚舎に複数台設置されている換気扇の稼働状況と申立人へのアンケートにより影響の有無の確認を行った。

調査の結果、豚舎近傍では40Hz帯、50Hz帯、63Hz帯及び80Hz帯で低周波音が発生していることを確認した。豚舎近傍と宅内の結果から、50Hz帯で波形の変動が同時に観測された。他の周波数帯では観測されなかった。また、宅内ではいずれの周波数帯も「心身の苦情に係る参照値」は超過していなかった。

一方、アンケートの結果から、換気扇の稼働状況と申立人の感覚、聞こえ方に一定の関係性が見られたことから、FFT分析を行った。

FFT分析の結果、豚舎近傍と宅内で49.80Hzが一致して卓越していたが、換気扇の諸元から計算した基本周波数と一致せず、発生源の特定には至らなかった。

これらの結果について市町村に説明し、了解を得たことから、原因者及び申立人それぞれに対して結果を説明し、技術支援としての対応を終了した。

本事案について最終的な結論に至らなかったが、市町村が抱える問題の手助けができたので、一定の役割は果

たせた。一方で、もう少し原因究明が行えていれば原因の特定や改善など事案の解決までできたのではないかと考えている。

＜プログラム＞

特別講演

1. 低周音の影響とその評価方法について
(独立行政法人労働者安全機構
労働安全衛生総合研究所 高橋 幸雄)
2. 環境における騒音・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 小島 卓也, 金森 一樹)

一般講演

1. 小松飛行場周辺の航空機騒音測定における暗騒音
(石川県保健環境センター 深山 敏明)
2. 航空機騒音調査業務におけるAIを用いた音源識別の検討
(静岡県環境衛生科学研究所 山口 智久)
3. 公害査会測定事例
(千葉県環境研究センター 大橋 英明)
4. 神奈川の低周波音測定分析事例の紹介
(神奈川県環境科学センター 西野 健太郎)

＜特 集＞各学会併設全環研集会・研究発表会

第56回日本水環境学会年会併設研究集会の概要

石川県保健環境センター

令和4年3月18日（金）に、第56回日本水環境学会年会併設全国環境研協議会研究集会を昨年に引き続き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年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、また地方環境研究所（以下、地環研）会員同士の情報交換の場を設けるため、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部は特別講演2題、第2部は「昨今の水環境を巡る課題と今後の地方環境研究所の役割」をテーマとして一般演題4題、計6題の講演・発表を行った。第1部の座長は、富山県環境科学センターの神保高之氏、第2部の座長は、（公財）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。

参加人数は地環研の研究員を中心に約80名であった。研究集会の概要は以下のとおりである。

第1部 特別講演

1-1. 電解法を用いた飲料水や排水からのフッ素やヒ素の除去

（富山県立大学工学部 川上 智規）

発展途上国では飲料水としての井戸水に含まれるフッ素やヒ素が原因となる健康被害を例示し、安価で簡便な除去法として電解法による飲料水や排水からフッ素やヒ素を除去する手法について紹介した。

電解法では、陽極槽と陰極槽とを隔膜で隔てて電解を行うものであり、陽極槽では、電解によってpHが低下して炭酸水素塩が除去される。陰極槽ではpHが上昇して水酸化マグネシウムの沈殿が生じる。フッ素はこの水酸化マグネシウムと共沈除去される。

同様の手法により飲料水のヒ素についても除去可能であることが分かってきたことからヒ素の除去法についても紹介した。

1-2. 気候変動影響と適応への取り組み

（国立環境研究所・気候変動適応センター

肱岡 靖明）

長期的に観測された気温変化は世界のみならず日本においても上昇傾向にあり、その影響は顕在化している。

気候変動を抑えるために最大限の排出削減努力を行ってもある程度の気候変動は避けられない。そのため、変化する気候のもとで悪影響を最小限に抑える「適応」が不可欠である。

国連の2015年パリ協定において「世界共通の長期目標として2℃目標の設定、1.5℃に抑える努力を追求すること」が合意されたことを受け、日本では、国全体が気候変動の影響を回避し低減することを目的として「気候変動適応法」を2018年に制定し、緩和と適応の両輪で気候変動の課題に社会全体で取り組んでいる。

日本における気候変動適応の取組の現状と課題について紹介した。

第2部 一般講演

2-1. 富山県における温暖化に伴う水質変動に関する研究

（富山県環境科学センター 源 将）

地球温暖化により、富山県では、21世紀末には平均気温が5℃上昇する可能性が予想されている。

そこで、富山県内の河川水質等への地球温暖化の影響を検討するため、県内の公共用水域（河川・海域）の過去約40年間の水温等の測定データを解析した。その結果、一部の河川で有意な水温上昇を確認したことを報告した。

2-2. 北浦流入河川における窒素濃度の長期変動 とそのシミュレーションモデルの構築

(茨城県霞ヶ浦環境科学センター
大内 孝雄)

北浦の主要な流入河川である巴川及び鉾田川の窒素濃度は、1970年代から上昇し、現在では、霞ヶ浦流入河川の中で特に高い状況にある。

この2河川の流域を対象として、窒素投入量と河川濃度を比較し、窒素が時間遅れで流出する問題について説明するとともに、それを検証するシミュレーションモデルを報告した。

2-3. 利根川の河川水中マイクロプラスチックの調査

(群馬県衛生環境研究所 宇野 悠介)

マイクロプラスチック (MP) は、生態系への悪影響などが懸念され、近年、世界的に注目を集めている。

そこで、群馬県の主要河川である利根川は下流都県に与える影響も大きいことから、MPの実態把握が必要と考えられる。

利根川の河川水中のMPに着目して県内の3地点で調査を行った結果を報告するとともに調査方法の妥当性等の検討結果を報告した。

2-4. 河川水中マイクロプラスチックの調査法および測定法について

((地独) 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

永洞 真一郎)

マイクロプラスチックの調査方法の構築を試みるとともに、北海道内の河川水中におけるマイクロプラスチック汚染の把握を試みた。

石狩川の2地点及び常呂川の1地点において簡易プランクトンネットなどを用いて採取し、Nile Red染色ー蛍光顕微鏡検出法により調査を行った結果及び知見について報告した。

本集会を開催するにあたり、第56回日本水環境学会年会実行委員会の方々、富山県環境科学センターの方々、日本水環境学会地域水環境行政研究委員会の方々、及び講演・発表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のお礼を申しあげる。

第57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)は、愛媛大学(愛媛県)にて開催予定である。

＜プログラム＞

第1部 特別講演

座長：富山県環境科学センター 神保 高之

1-1. 電解法を用いた飲料水や排水からのフッ素やヒ素の除去

富山県立大学工学部 川上 智規

1-2. 気候変動影響と適応への取り組み

国立研究開発法人国立環境研究所・

気候変動適応センター 舩岡 靖明

第2部 一般演題

『昨今の水環境を巡る課題と今後の地方環境研究所の役割』

座長：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

(日本水環境学会地域水環境行政研究委員会)

2-1. 富山県における温暖化に伴う水質変動に関する研究

富山県環境科学センター 源 将

2-2. 北浦流入河川における窒素濃度の長期変動とそのシミュレーションモデルの構築

茨城県霞ヶ浦環境科学センター 大内 孝雄

2-3. 利根川の河川水中マイクロプラスチックの調査

群馬県衛生環境研究所 宇野 悠介

2-4. 河川水中マイクロプラスチックの調査法および測定法について

地方独立行政法人北海道立総合研究機構

エネルギー・環境・地質研究所 永洞 真一郎

< 報 文 >

横浜市の河川における生物指標による水質評価及び外来種の動向*

本山 直人**・玉城 大己**・川田 攻**・小島 淳**・市川 竜也**

キーワード ①生物多様性 ②河川 ③外来種 ④生物指標 ⑤水質評価

要 旨

横浜市では、1973年から河川生物調査を定期的に行い、生物指標による水質判定及び生物多様性の現状把握を行っている。今回、2018年から2019年にかけて、市内を流れる6水系において、15回目となる生物調査を実施し、結果を報告する。今回の調査では、魚類58種、底生動物209種、付着藻類215種及び水草28種の計510種が確認された。また、生物指標による水質判定では、41地点中40地点において「きれい」以上の評価となり、調査を開始した当初と比較して、水質の改善が認められた。その一方で、外来種の確認種数はこれまでの調査で最多であり、人為的な放流が疑われる例も認められた。市内の環境保全のために、外来種が与える影響について、普及啓発を進めるほか、希少種及び外来種の動向を把握する目的で、今後も生物調査を継続する必要がある。

1. はじめに

1970年代、横浜市は、高度経済成長に伴って生じた環境問題への対策として、市内の環境整備を進めていた。

当時、工場排水の規制が進んだことで、市内河川の重金属による汚染は改善傾向にあったが、市街化に伴う生活排水の流入は続いていた。そのため、有機汚濁の度合いは依然として高く、各河川のBODはいずれも20mg/L前後という状態であった¹⁾。このような状況から、横浜市は1973年に制定した「横浜市総合計画・1985」のなかで、「魚がすみ、釣りや水遊びがたのしめる海や川を、市民の手にとりもどせる」ことを環境目標として掲げた²⁾。これを受け、同年、既に実施していた化学的な水質測定に加え、河川環境の現状把握を進めるため、河川生物調査を開始した。その結果、一部の調査地点でコイ、フナ等が確認されたが、多くの河川では魚影が認められず、魚類の生息に適した環境も確認できなかった。また、底生動物に関しても、一部の地点ではサワガニ等が確認されたものの、いずれの地点でもイトミミズ類、サカマキガイなど、汚濁に耐性のある種のみが認められるという結果を得た^{3), 4)}。

この調査結果を受け、横浜市は河川の水質改善に努めるとともに、改善の効果を市民が実感しやすい評価方法として、生物指標を設定した⁵⁾。その後も、3～4年に1回

の頻度で、定期的に生物調査を行い、河川環境の現状把握と、生物指標による水質評価を実施している。

後年、下水道の整備が進んだことで、1990年代には下水道普及率は90%に達し、河川への生活排水の流入は減少し⁶⁾、市内河川のBOD平均値は5mg/L以下まで低下した⁷⁾。そして、水質が改善した結果、市内水域の生物相は大きく回復し、種数の増加及び良好な水質を好む生物の定着が認められるようになった。しかしながら、生物の生息に適した環境が整ったことに伴い、外来種の定着という新しい課題が生じている。

本文では、最新の調査である第15回調査について結果を報告し、過去の調査結果との比較を行う。

2. 調査の概要

2.1 調査地点及び時期

調査地点を表1及び図1に示す。調査は横浜市内を流れる河川6水系（鶴見川、帷子川、大岡川、境川、宮川及び侍従川）の41地点を対象として実施した。なお、境川の感潮域にあたる1地点は藤沢市に位置する。

調査は2018年12月から、2019年10月にかけて行い、冬季の調査は2018年12月から2月に、夏季の調査は2019年7月から10月にかけて実施した。また、夏季調査のみ、宮川及び侍従川のそれぞれ1地点で追加調査を実施した。

*Biological water quality assessment and current status of alien species of rivers in Yokohama city.

**Naoto MOTOYAMA, Daiki TAMASHIRO, Ko KAWATA, Makoto KOJIMA, Tatsuya ICHIKAWA (横浜市環境科学研究所) Yokohama Environmental Science Research Institute

表1 生物調査実施地点の一覧

水系	支川	地点名	水系	支川	地点名
鶴見川	鶴見川	水車橋	境川	境川	目黒橋
		千代橋			高鋒橋
		落合橋			遊水地橋
		第3京浜下			新屋敷橋
		亀の甲橋			まさかりが瀬
	早瀬川	末吉橋		宇田川	地蔵原
		境田橋			和泉川
		寺家川			子易川
		山田谷戸			岡津
		堀の内橋			舞岡川
帷子川	帷子川	都橋	大橋	大橋	宮根橋上流
		神明橋			瀬上沢
		一本橋			清水橋上流
		大貫橋上流			桜橋
		上川井農専地区			谷津二の橋上流 (夏季追加)
大岡川	大岡川	鶴舞橋	宮川	宮川	金の橋上流
		横浜新道下			金の橋上流 (左)
		永取沢			大道1丁目緑地 (夏季追加)
		永取沢 (左)			六浦2号橋
		陣屋橋上流	侍従川	侍従川	
		曲田橋			
		日野川合流点下			
日野川	日野川	井土ヶ谷橋			
		高橋			



図1 生物調査実施地点

2.2 調査の対象及び方法

生物調査は、魚類、底生動物、付着藻類及び水草を対象とした。

魚類は目合12mmの投網及び2mmのタモ網による採取を行い、採取が難しい大型魚については目視により記録した。採取個体は基本的にその場で同定し、放流した。稚魚など、現場での同定が困難な個体については、持ち帰って精査した。

底生動物は目合2mmのタモ網による採取を行った。サンプルは1L容器2個分を最低量とした。現場で同定が可能な個体については現地で記録後、放流した。それ以外のサンプルについては、ホルマリン及びエタノールの混合液で固定し、持ち帰って精査した。

付着藻類は、川底の礫表面から、5×5cmのコアドラフト内の付着藻類を擦り落して採取した。採取したサンプルは、5%ホルマリンにて固定し、持ち帰って同定した。大型藻類については、目視により記録した。

水草は、沈水植物、抽水植物及び浮遊植物を対象とし、目視による調査を実施した。また、水草調査は夏季のみ実施した。

3. 結果及び考察

3.1 確認された生物の種数

調査の結果、510種の生物が確認された。前回(第14回)の439種と比較して増加している。確認されたすべての種及びレッドリスト等掲載種の種数を表2に示す。なお、本文における「レッドリスト等掲載種」は、環境省レッドリスト2020⁸⁾又は神奈川県レッドデータブック2006⁹⁾の記載種である。確認された種の一覧及び地点ごとの調査結果の詳細は、本市の報告書を参照願いたい¹⁰⁾。

表2 確認された生物の種数

	確認種数	内レッドリスト等掲載種
魚類	58	21
底生動物	209	20
付着藻類	215	6
水草	28	2
計	510	49

初期の調査から継続して調査対象としている、魚類及び底生動物について、第3回調査以降の確認種数の変遷を図2に示す。第3回(1984年)から第4回(1987年)の間のみ、調査手法の変更により種数の減少が見られるが、毎回増加傾向にある。

市内河川では下水道の整備に伴い、特に中下流域における水質が改善した。その結果、アユやハゼ類などの通し回遊魚や、水生昆虫の定着が進んだことで、確認種数が増加したと考えられる。

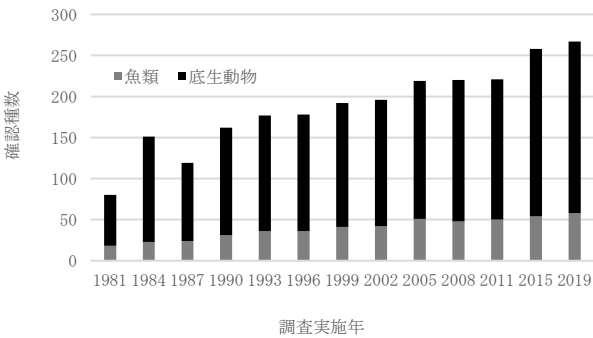


図2 魚類及び底生動物の確認種数の変遷

3.2 水質評価

横浜市が策定した生物指標^{10), 11)}に基づき、今回の結果を元に、追加調査地点を除く41地点の水質評価を行った結果を表3及び図3に示す。

表3 生物指標による水系ごとの水質評価

	鶴見川	帷子川	大岡川	境川	宮川	侍従川	合計
大変きれい	8	4	5	8	3	2	30
きれい	3	0	2	3	1	1	10
やや汚れている	1	0	0	0	0	0	1
汚れている	0	0	0	0	0	0	0
非常に汚れている	0	0	0	0	0	0	0
合計地点数	12	4	7	11	4	3	41

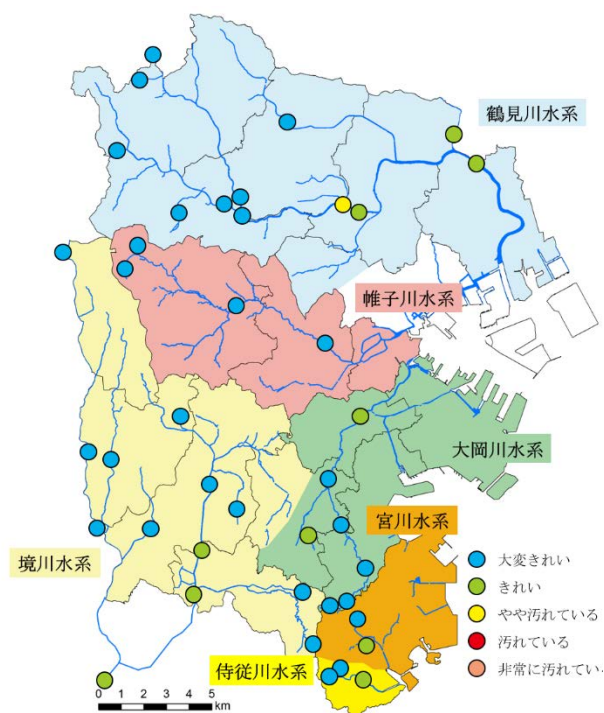


図3 生物指標による水質評価の結果

横浜市の生物指標では、河川の水質を5段階で評価している。なお、感潮域に関しては、海域の生物指標を用いているため、「きれい」を最上とした4段階評価となっている。今回の調査では、夏冬の結果を合算すると、41地点中40地点で「きれい」以上の評価となった。

第3回調査（1984年）以降の水質評価結果の変遷を図4に示す。第3回調査では「やや汚れている」以下の評価が地点数の60%以上を占めていたが、以降は水質の改善に伴い、「きれい」以上の評価となる地点の割合が増加している。そして、第7回調査（1996年）においては、「きれい」以上の評価となった地点が50%以上を占めるようになり、以降の調査においても同様の状況が続いている。確認種数の増加については、後述するように外来種の侵入による側面が大きい。生物指標による水質評価が改善していることから、良好な水環境を好む生物の増加が示された。この結果より、調査を開始した当初と比較して、市内河川の水質は改善が進んでいると認められる。

3.3 外来種の動向

今回の調査では、合計52種の外来種（品種及び由来不明種を含む）が確認され、これまでの調査で最多を記録した。今回確認された外来種の一覧及び過去の出現記録を表4に、第3回調査から今回の調査までに確認された外来種数の変遷を図5に示す。外来種の確認数は増加傾向にあり、第9回調査（2002年）以降は増え続けている。

魚類の外来種は22種確認された。そのうち、国外由来の外来種（以下、国外外来種と記す）は6種確認された。特定外来生物は、カダヤシ、ブルーギル及びオオクチバスの3種であった。また、国内の他地域に由来する外来種（以下、国内外来種と記す）は11種確認された。

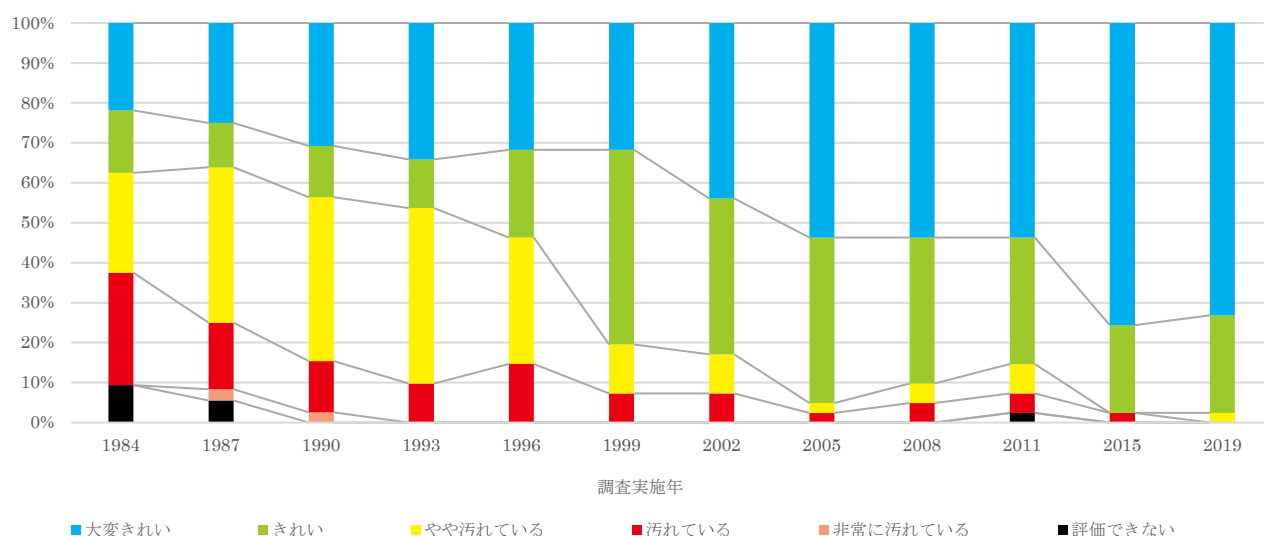


図4 生物指標による水質評価結果の変遷

表4 今回確認された外来種の一覧及び過去の出現記録

		種名	1981	1984	1987	1990	1993	1996	1999	2002	2005	2008	2011	2015	2019
魚 類	国外外来種	カダヤシ	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
		ブルーギル		○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		オオクチバス		○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		グッピー								○	○	○	○	○	○
		カラドジョウ											○	○	○
		ソーデール属													○
	国内外来種	タモロコ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		ナマズ		○	○			○	○			○	○	○	○
		タカハヤ					(○)		○	○	○	○	○	○	○
		ギバチ							(○)				○	○	○
		ゲンゴロウブナ							○						○
		カワムツ								○	○		○	○	○
		カワヨシノボリ									○	○	○	○	○
		イトモロコ												○	○
		スゴモロコ類												○	
		ヌマムツ													○
		ムギツク													○
	品 種	キンギョ	○	○	○	○	○	○	○		○			○	○
		イロゴイ						○	○	○	○	○	○	○	○
	由来不明	カマツカ属	(○)	(○)	(○)				(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	○
		コイ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
底 生 動 物	国外外来種	ミナミメダカ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		サカマキガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		アメリカザリガニ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		チチュウカイミドリガニ								○			○	○	○
		アメリカフジツボ						○				○	○	○	○
		タデジマフジツボ						○				○	○	○	○
		フロリダミズヨコエビ								○	○	○	○	○	○
		タイワンシジミ									○	○	○	○	○
		カワリヌマエビ属									○	○	○	○	○
		コモチカワツボ										○	○	○	○
		モノアラガイ科										○	○	○	○
		コウロエンカワヒバリガイ										○	○	○	○
		イガイダマシ										○	○	○	○
		アメリカツノウズムシ											○	○	○
		アメリカナミウズムシ											○	○	○
		インドヒラマキガイ											○	○	○
		ヨーロッパフジツボ												○	○
		チュウゴクスジエビ												○	○
		カナヤドリカンザシゴカイ												○	○
	国内外来種	ヒロマキミズマイマイ													○
		ウスイロオカチグサ											○	○	○
沈水植物	国外外来種	コカナダモ		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		オオカナダモ						○	○	○	○	○	○	○	○
		オオフサモ								○	○	○	○	○	○
		コウガイセキショウモ												○	○
抽水植物	国外外来種	オランダガラシ		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		オオカワヂシャ												○	○
		ウチワゼニクサ												○	○
		キシウブ												○	○
		コゴメイ												○	○
		キシウズメノヒエ												○	○

※ 黄色の網掛けは初確認種。また灰色の網掛けは、調査対象に含まれていなかったことを意味する。
 ※ 在来個体の可能性があるものについては (○) で示した。

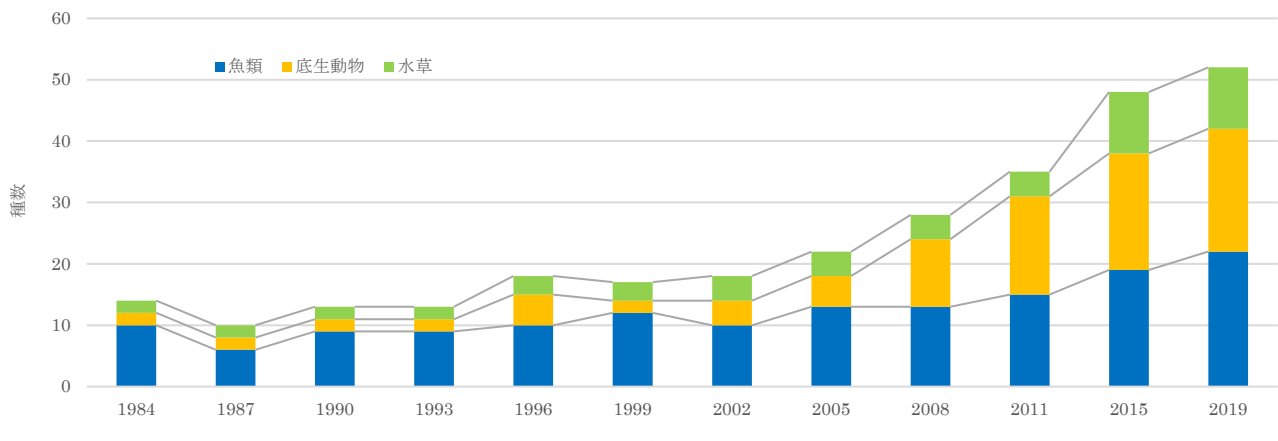


図5 河川調査で確認された外来種数の変遷

なお、確認された魚類のうち、在来種ではないと考えられるものの、断定が困難なコイ、ミナミメダカ及びカマツカ属については、由来不明としている。3種のうち、コイ及びミナミメダカは、放流由来の疑いがあるため由来不明とした¹⁰⁾。カマツカ属については、前報までは、在来種のカマツカ (*Pseudogobio esocinus*) として報告していた。しかし、前回調査後の2019年に、カマツカとされていた種が3種に分割され、関東地方の在来系統はスナゴカマツカ (*P. polystictus*) として新種記載された¹²⁾。今回確認されたカマツカ属の個体は、いずれもスナゴカマツカの形態的特徴に合致せず、さらに、市内河川には在来系統ではないカマツカ属の侵入が、既に確認されていることから¹³⁾、今回の調査では、カマツカ属は由来不明種として記載した。

底生動物の外来種は20種確認された。国内外来種はウスイロオカチグサのみであり、他は全て国外外来種であった。

水草の外来種は10種確認され、うち沈水植物が4種、抽水植物は6種であった。また、特定外来生物は、オオフサモ及びオオカワデシヤの2種であった。

これらの外来種が市内河川に侵入した経緯については、以下のような可能性が示唆される。魚類については、人為的な放流及び飼育個体の遺棄によるものと考えられ、今回の調査においても、観賞魚として流通しているソードテール属の魚類が初確認されている。底生動物については、アクアリウム用などに輸入された水草に付着していたとされる種が確認されており¹⁴⁾、エビ類に関しては、釣り餌として輸入された個体が拡散した可能性が指摘されている¹⁵⁾。また、汽水域で確認されたフジツボ類及びイガイ類等の外来種については、船舶の出入りに伴い、船体への付着及びバラスト水を介して侵入したと考えられる¹⁶⁾、¹⁷⁾。水草については、キシノウエなどの、園芸種が拡散した例が認められるほか、アクアリウム用の水草として流通している個体が野外に流出したと推測される種も認められる¹⁸⁾。

また、今回の調査で、国内外来種であるヌマムツ及びムギツク¹⁹⁾が初めて確認された。これら2種を含め、今回の調査では、国内外来種が魚類11種、底生動物1種の計12種確認されている。魚類の外来種は計22種であり、半数が国内外来種であった。市内で確認されている国内外来種の魚類はいずれも純淡水魚であるため、人為的な放流が疑われる。今回のヌマムツ及びムギツクの出現は、国内の他地域から持ち込まれた生物が、現在も放流あるいは遺棄されている可能性を示唆し、外来種が市内河川の環境に影響を与えることが懸念される。

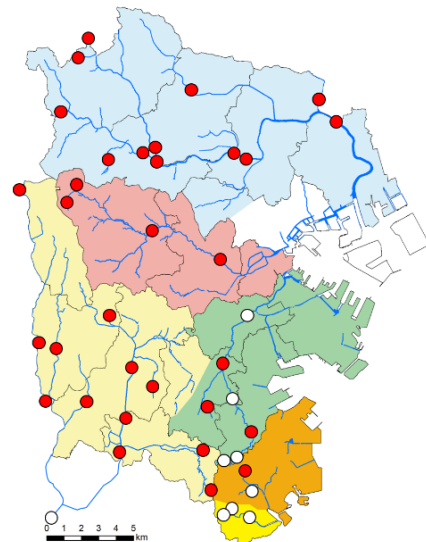


図6 カワリヌマエビ属が確認された地点
(●: 確認, ○: 未確認)

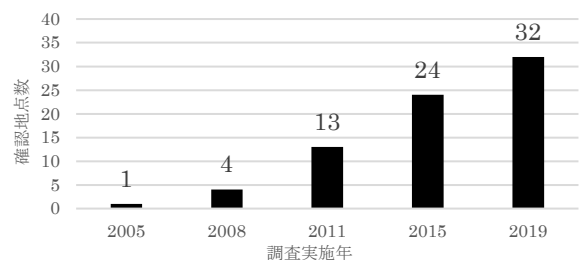


図7 カワリヌマエビ属の確認地点数の変遷

外来種が河川の生態系に与える影響の一例として、市内で既に確認されている、外来種カワリヌマエビ属による在来種との競合が挙げられる。今回カワリヌマエビ属が確認された地点を図6に、確認地点数の変遷を図7に示した。カワリヌマエビ属は1999年に初確認されて以降²⁰⁾、河川調査における確認地点が年々増加している。今回の調査では、大岡川水系への侵入が初確認された。その結果、調査対象の6水系のうち、侍従川水系を除く5水系に分布を拡大したことになる。カワリヌマエビ属は、同じヌマエビ科の在来種であるヌカエビと競合することが知られており、カワリヌマエビ属が侵入した水系では、ヌカエビが減少することが報告されている²¹⁾、²²⁾。市内河川においても、カワリヌマエビ属の侵入後、ヌカエビが減少した例が観察されている²³⁾。カワリヌマエビ属は市内の河川だけでなく、公園池などの止水域でも分布拡大が確認されており^{24)~26)}、今後ヌカエビの生息数はさらに減少すると予想され、対応策を検討する必要がある。

4. まとめ

横浜市内を流れる河川6水系で実施した生物調査によって、510種の生物が確認された。調査結果から水質評価を行い、市内河川の水質が改善したことが確認でき

た。一方、外来種が52種確認され、これまでの調査で最多という結果となった。外来種の中には、国内外来種を含め、人為的な放流によることが疑われる種が認められた。市内の環境を保全するために、外来種が地域の生態系に与える影響について、普及啓発を進めるほか、市内の希少種及び外来種の動向を把握する目的で、今後も河川の生物調査を継続する必要がある。

5. 引用文献

- 1) 横浜市公害対策局：公害との戦い（昭和48年版），p. 27, 1974
- 2) 横浜市：横浜市総合計画・1985-市民による新しいまちづくり-，p13, 1973
- 3) 横浜市公害対策局：横浜市内河川・海域の水質汚濁と生物，p92, 1974
- 4) 横浜市公害対策局：公害との戦い（昭和49年版），p. 79, 1974
- 5) 横浜市公害対策局水質課：横浜市区域における水質環境目標，p2, 1975
- 6) 横浜市：横浜市統計書 第11章 上下水道，<https://www.city.yokohama.lg.jp/city-info/yokohamashi/tokei-chosa/portal/tokeisho/11.html>（2021. 4. 19アクセス）
- 7) 横浜市環境保全局：横浜の川と海の生物（第7報・河川編），p54, 1995
- 8) 環境省：レッドデータブック・レッドリスト，<https://ikilog.biodic.go.jp/Rdb/booklist>（2021. 4. 20アクセス）
- 9) 高桑正敏，勝山輝男，木場英久編：神奈川県レッドデータ生物調査報告書2006，pp. 6-34, 2006
- 10) 横浜市環境科学研究所：横浜の川と海の生物（第15報・河川編）修正版，pp. 26-193, 2020
- 11) 横浜市環境保全局：河川生物指標改訂に関する報告書，pp. 4-7, 2005
- 12) Tominaga K., Kawase S. : Two new species of *Pseudogobio* pike gudgeon (Cypriniformes : Cyprinidae : Gobioninae) from Japan, and redescription of *P. esocinus* (Temminck and Schlegel 1846) . *Ichthyological Research*, **66**, 488-508, 2019
- 13) Tominaga K., Nakajima J., Watanabe K. : Cryptic divergence and phylogeography of the pike gudgeon *Pseudogobio esocinus* (Teleostei : Cyprinidae) : a comprehensive case of freshwater phylogeography in Japan. *Ichthyological Research*, **63**, 79-93, 2016
- 14) 国立環境研究所：侵入生物データベース フロリダミズヨコエビ，<https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/70520.html>（2022. 4. 20アクセス）
- 15) 斉藤英俊：外来釣り餌動物チュウゴクスジエビ *Palaemon sinensis*の流通に及ぼす新輸入貿易制度の影響．日本水産学会誌，**84**，87-93，2018
- 16) 国立環境研究所：侵入生物データベース タテジマフジツボ，<https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/70360.html>（2022. 4. 20アクセス）
- 17) 国立環境研究所：侵入生物データベース コウロエンカワヒバリガイ，<https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/70370.html>（2022. 4. 20アクセス）
- 18) 藤井伸二，勝山輝男，狩山俊悟，牧雅之：コウガイセキシウモの野生化個体群を神奈川県と岡山県に記録する．分類，**17**，(1)，43-47，2017
- 19) 中坊徹次：日本産魚類検索全種の同定 第三版 I，pp. 318-323，東海大学出版会，神奈川県，2013
- 20) 福嶋悟：都市資源によるせせらぎの再生と水生生物．第11回（平成14年度第1回）環境科学研究所研究発表会要旨集，2002
- 21) 長谷川政知，池田実，藤本泰文：宮城県に侵入した淡水エビ：カワリヌマエビ属 *Neocaridina* spp. の分布拡大とヌカエビ *Paratya compressa improvisa* への影響．伊豆沼・内沼研究報告，**9**，47-56，2015
- 22) 片山敦，佐藤僚介，吉川朋子：東日本鶴見川水系におけるカワリヌマエビ属とヌカエビの急激な分布の変化．自然環境科学研究，**30**，5-12，2017
- 23) 渾川直子，七里浩志，川田攻，堀美智子，市川竜也，村岡麻衣子：宮川源流域の在来種ヌカエビと外来種カワリヌマエビ属の生息について．横浜市環境科学研究所報，**42**，39-45，2018
- 24) 市川竜也，七里浩志，渾川直子，堀 美智子，潮田健太郎，川村顕子，浦垣直子，紺野繁幸：横浜市内の池における魚類・甲殻類（十脚目）相の調査結果．横浜市環境科学研究所報，**43**，45-57，2019
- 25) 市川竜也，七里浩志，本山直人，堀 美智子，潮田健太郎，川村顕子，川田攻，中里亜利咲：横浜市内の池における魚類・甲殻類（十脚目）相の調査結果（第2報）．横浜市環境科学研究所報，**44**，33-48，2020
- 26) 本山直人，市川竜也，七里浩志，浦垣直子，潮田健太郎，中里亜利咲，小島淳：横浜市内の池における魚類・甲殻類（十脚目）相の調査結果（第3報）．横浜市環境科学研究所報，**45**，37-49，2021

<報 文>

福岡市における有害大気汚染物質モニタリング調査結果の解析*

副田 大介**・佐野 七穂**・松本 弘子**

キーワード ①有害大気汚染物質 ②経年変化 ③クラスタリング ④因子分析

要 旨

福岡市における有害大気汚染物質の経年変化や測定地点の特徴把握を目的としてモニタリング結果の解析を行った。有害大気汚染物質の経年変化は、1,2-ジクロロエタンを除いて減少もしくは横ばいの傾向を示した。地点間の違いを調べるために、因子分析を行ったところ、本市の大気に影響を及ぼす因子として、工業由来や自動車排出ガス、二次生成の影響を表す因子が推定され、因子得点によるクラスタリングを用いることにより、地点間の類似性やそれぞれの地点ごとに影響を与えている因子が明らかとなった。

1. はじめに

平成8年5月に大気汚染防止法が改正され、低濃度であるが長期曝露によって人の健康を損なうおそれのある有害大気汚染物質への対策が制度化された。これを受けて対象物質リストの作成と見直しが続けられ、平成22年10月の中央環境審議会において、「有害大気汚染物質に該当する可能性がある物質」として248物質、このうち「当該物質の有害性の程度や我が国の大気環境の状況等に鑑み健康リスクがある程度高いと考えられる物質」として23の優先取組物質が選定され、地方公共団体によってモニタリング調査が実施されている。本稿では、福岡市における有害大気汚染物質の経年変化や測定地点の特徴把握を目的としてモニタリング結果の解析を行ったので報告する。

2. 調査方法

2.1 調査対象地点

福岡市は、人口約160万人の商業都市である。モニタリング調査は、毎年、市内の大気常時監視測定局4地点で行っており、平成27年度までは、香椎局、吉塚局、西新局、南局、平成28年度以降は香椎局、千鳥橋局、西新局、大橋局で実施した。測定局の位置を図1に示す。香椎局、吉塚局、南局は一般環境大気測定局（一般局）であり、千鳥橋局、西新局、大橋局は自動車排出ガス測定局（自排局）である。また、千鳥橋局は国道3号線の交差点に近接し、付近を福岡都市高速道路が通っている。

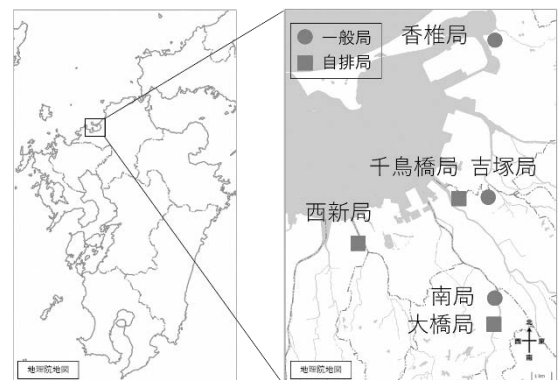


図1 福岡市内の有害大気汚染物質測定地点図

西新局及び大橋局についても、それぞれ主要な幹線道路である市道千代今宿線交差点や県道福岡筑紫野線沿道に近接している。

2.2 調査対象物質及び測定方法

優先取組物質23物質からダイオキシン類を除き、「クロム及び三価クロム化合物」及び「六価クロム化合物」は合わせて「クロム及びその化合物」とした調査対象物質21物質を表1に示し、環境基準や指針値（以下、「環境基準等」という。）が設定されている物質については、その値も示した。

測定方法は環境省「有害大気汚染物質等測定方法マニュアル」¹⁾に基づき、各地点で月1回24時間の連続採取と測定を実施した。

*Analysis of Hazardous Air Pollutants monitoring data in Fukuoka City

**Daisuke SOEDA, Nanaho SANO, Hiroko MATSUMOTO (福岡市保健環境研究所) Fukuoka City Institute of Health and Environment

表1 調査対象物質

優先取組物質	環境基準（指針値）	優先取組物質	環境基準（指針値）
ベンゼン	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,3-ブタジエン	(2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
トリクロロエチレン	130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	マンガン及びその化合物	(140 ng Mn/ m^3)
テトラクロロエチレン	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	アセトアルデヒド	(120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
ジクロロメタン	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	塩化メチル	(94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
アクリロニトリル	(2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	クロム及びその化合物	-
塩化ビニルモノマー	(10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	酸化エチレン	-
クロロホルム	(18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	トルエン	-
1,2-ジクロロエタン	(1.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ベリリウム及びその化合物	-
水銀及びその化合物	(40 ng Hg/ m^3)	ベンゾ[a]ピレン	-
ニッケル化合物	(25 ng Ni/ m^3)	ホルムアルデヒド	-
ヒ素及びその化合物	(6 ng As/ m^3)		

2.3 調査期間

解析対象とした調査期間は平成10年度から令和2年度までの23年間とした。但し、酸化エチレンについては平成12年度、塩化メチル及びトルエンについては平成24年度の測定開始年度以降を解析対象とした。

2.4 解析方法

対象物質のうち、検出下限値未満のものは下限値の1/2の値とした。得られたデータはR version4.0.0²⁾に供し、ward法によるクラスタリング及びヒートマップの作成、並びに因子分析を実施した。因子分析はRのpsychパッケージ³⁾における関数faによって行った。因子分析は物質の大気中濃度から共通因子を抽出し、物質にどのような影響を与えているか評価する手法である。本研究では因子抽出法として因子分析に広く用いられている最尤法、回転法としてプロマックス回転、因子得点の算出に回帰法を選択した。

3. 結果及び考察

3.1 経年変化

環境基準等が設定されている物質について、測定地点毎の経年変化を全国平均（一般環境）の経年変化と合わせて図2-1、2-2に示す。調査初期である平成10年度のベンゼンを除き、調査期間中に環境基準等を超過した物質はなかった。

ベンゼンは、平成10年度に吉塚局、西新局、南局で環境基準の3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過したものの、その後全地点で減少が見られ、令和2年度は0.58～0.78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。また、同じく減少傾向を示す1,3-ブタジエンは、平成10年度は0.19～0.46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であったが令和2年度は0.029～0.082 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。この2物質は、一般局より自排局の濃度が高く類似の傾向を示した。2物質の主な発生源は自動車排出ガスの可能性が高いと考えられ、濃度の減少については、平成12年1月からガソリン中のベンゼンの許容限度が5体積%以下から1体積%以下に改正されたことなど規制の強化が影響していると考えられる。

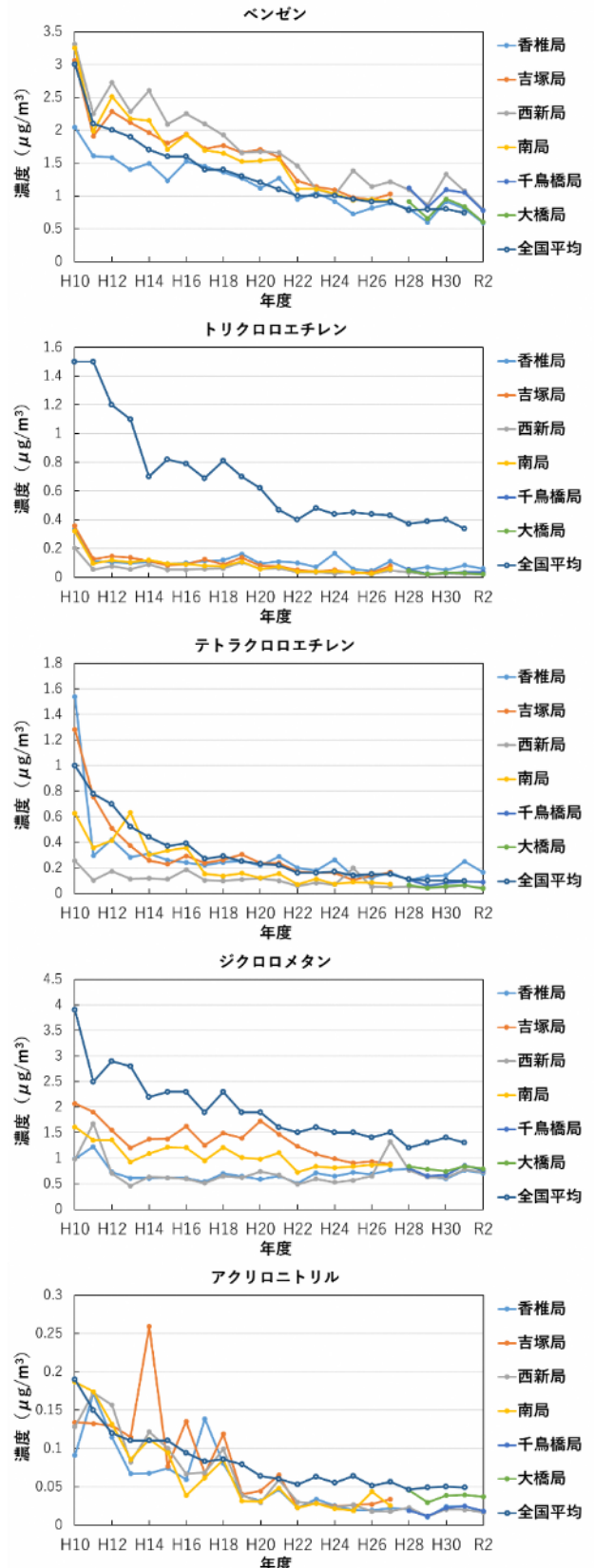


図2-1 有害大気汚染物質の大気中濃度の経年変化

トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、アクリロニトリルは長期的に減少傾向であり、トリクロロエチレンについては、期間を通して全ての測定局で全国平均より濃度が低く、テトラクロロエチレン、アクリロニト

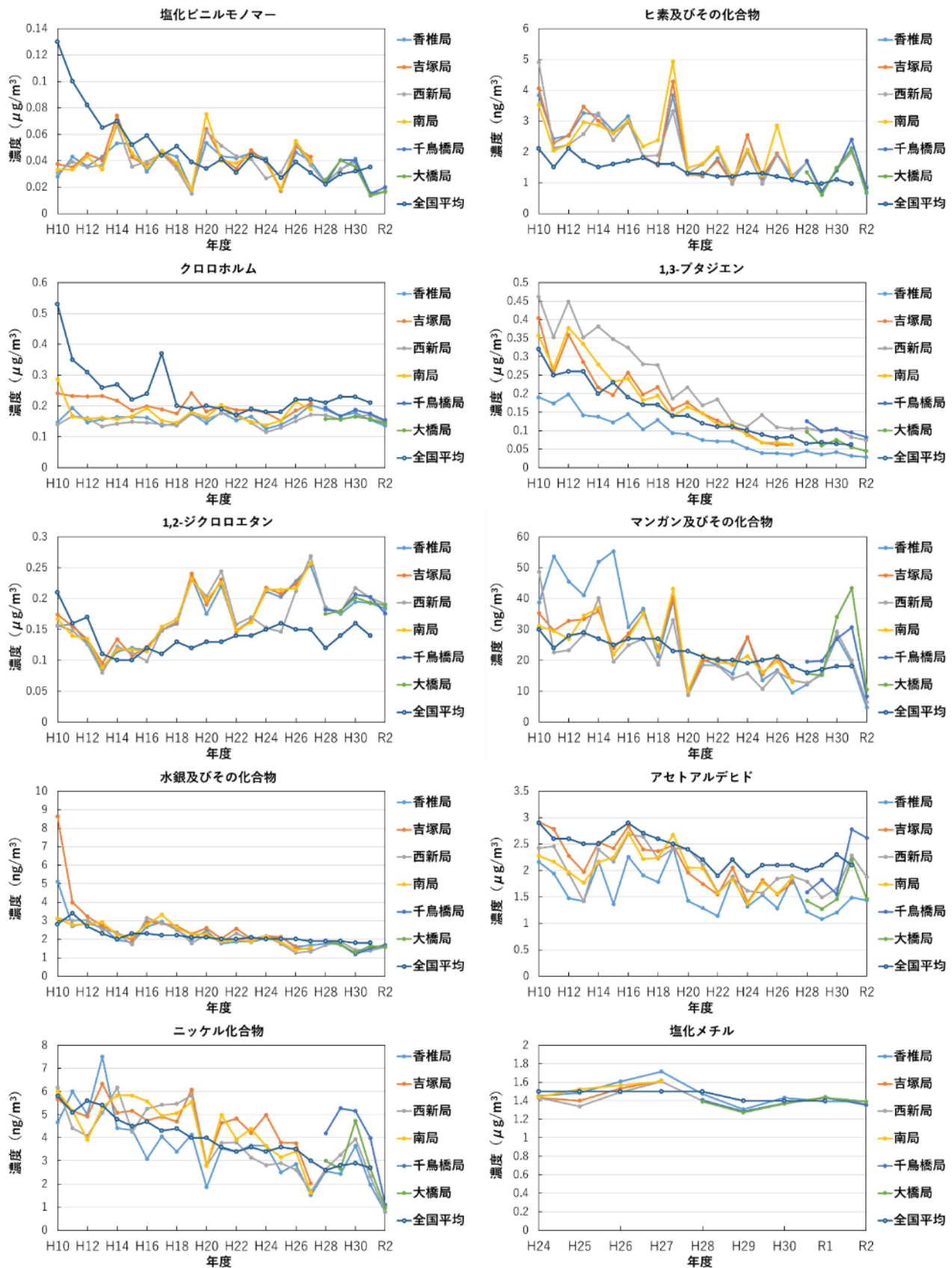


図2-2 有害大気汚染物質の大気中濃度の経年変化

リルについては、全国平均の濃度と同程度に推移した。また、ジクロロメタン、塩化ビニルモノマー、クロロホルム、塩化メチルは横ばい傾向を示しており、測定局の

濃度は全国平均と同程度であった。

1,2-ジクロロエタンは長期的に増加傾向がみられた。この物質は、塩化ビニルモノマーの合成原料等として使

表2 調査対象物質の大気へのPRTR届出排出量

物質 (ベンゾ[a]ピレン除く)	大気への届出排出量(kg/年)			
	福岡市		福岡県	
	H13年度	R2年度	H13年度	R2年度
ベンゼン	8,745	5,507	296,996	59,574
トリクロロエチレン	0	0	34,800	15,100
テトラクロロエチレン	4,100	0	31,770	31,500
ジクロロメタン	82	430	612,946	134,988
アクリロニトリル	0	0	6,160	597
塩化ビニルモノマー	0	0	1,040	12
クロロホルム	300	386	5,910	1,292
1,2-ジクロロエタン	0	0	15,300	3,621
水銀及びその化合物	0	0	0	0
ニッケル化合物	0	0	118	37
ヒ素及びその化合物	0	3	4	11
1,3-ブタジエン	0	0	0	0
マンガン及びその化合物	0	0	1,091	736
アセトアルデヒド	0	0	300	310
塩化メチル	0	0	200,000	0
クロム及びその化合物	21	0	27	199
酸化エチレン	920	0	10,920	64
トルエン	233,463	148,830	6,275,421	2,370,429
ベリリウム及びその化合物	0	0	0	0
ホルムアルデヒド	1	3	28,581	7,066

用され主に化学工業の事業所から排出される⁴⁾が、福岡市のPRTR届出排出量は平成13年度から令和2年度まで0kg/年である(表2)。1,2-ジクロロエタンは全国的に増加傾向にあることが報告されており、大気中の寿命が比較的長いことから、特に九州・山口地方は越境移流の影響を強く受け、濃度上昇の度合いが大きいと指摘されている^{5,6)}。地点間の差も小さいことから、広域的な影響を受けていることが示唆された。

重金属類については、長期的には減少傾向であったが、マンガン及びその化合物、ヒ素及びその化合物は期間を通して全国平均よりも濃度が高い測定局が多く見られた。また令和2年度は重金属類で濃度の減少が観測され、地点間の濃度差も見られない。これは、令和2年2～3月のPM_{2.5}濃度が平成30～31年の同時期から30～50%減少したとの報告⁷⁾があるように、令和2年度のCOVID-19に伴うロックダウンが一因になっている可能性が考えられた。

アセトアルデヒドについては、長期的には横ばい傾向ながらも平成29年度～令和元年度にかけて全地点で濃度が上昇している。PRTR排出量の約9割が移動体からの届出外排出量であり⁸⁾、福岡県における移動体による届出外排出量^{8,9)}は、387,968kg/年(平成13年度)、73,432kg/年(平成29年度)、62,058kg/年(令和元年度)、54,395kg/年(令和2年度)と顕著に減少しているが、長期的な経年変化は横ばい傾向であり、排出量と濃度との相関は認められなかった。これはアルデヒドの発生源として、一次排出より二次生成¹⁰⁾の影響が大きいことに起因するものと考えられた。

このように福岡市内の有害大気汚染物質の経年変化は、1,2-ジクロロエタンを除き減少もしくは横ばい傾向であった。市内の固定発生源による明確な影響は確認されなかったが、自動車排出ガスによる地域的な影響や二次生成の影響、さらに越境汚染の影響を受けていることが示唆された。

3.2 測定物質間の相関

物質同士の関係性を整理するため、クラスタリング及び相関係数をヒートマップとして図3に示した。データは酸化エチレンの測定を開始した平成12年度から令和2年度までの19物質の年平均値を使用した。

解析の結果、3つのクラスターに大別され、クラスター1は1,2-ジクロロエタンのみであり、クラスター2には自動車排出ガス成分であるベンゼン、1,3-ブタジエン、ベンゾ[a]ピレンや重金属類であるニッケル化合物やマンガン及びその化合物が含まれていた。また、クラスター3には二次生成の影響が示唆されるアセトアルデヒドやホルムアルデヒド、化学工業等で使用される塩化ビニルモノマーやクロロホルムが含まれていた。クラスター1の物質は経年的に増加傾向、クラスター2の物質は減少傾向、クラスター3の物質は横ばい傾向を示していた。

ヒートマップでは、1,2-ジクロロエタンはすべて負の相関を示す青系統の色で、独立した項目となっていることが示された。また、1,3-ブタジエンとベンゼンは濃い

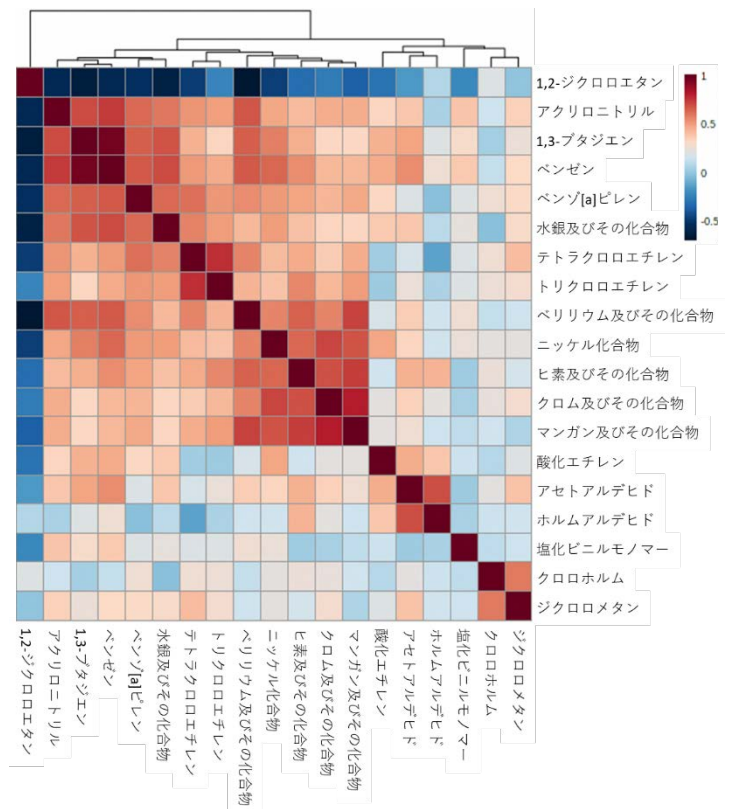


図3 有害大気汚染物質の相関

赤で表示されたことから非常に相関が高く、テトラクロロエチレンとトリクロロエチレン、マンガンとクロムなどの重金属類、アセトアルデヒドとホルムアルデヒドは比較的濃い赤で示され、高い相関があることが分かった。この手法は色で判断することができることから、物質の相関を可視化するのに有効であると考えられる。

3.3 因子分析による地点間比較

3.3.1 使用データと因子数決定

地点間の違いをより詳しく調べる目的で、モニタリング調査結果を基に因子分析を実施した。千鳥橋局、大橋局の測定を開始した平成28年度で期間を区切り、平成12～27年度をⅠ期、平成28年度～令和2年度までをⅡ期とした。因子分析により算出したⅠ期及びⅡ期の因子負荷量を表3、4に示す。因子負荷量とは物質が各共通因子から受ける影響の程度の指標であり、絶対値が大きいほどその影響は強いことを意味する。また、因子負荷量が0.4未満であるアクリロニトリル、水銀及びその化合物、酸化エチレン、塩化ビニルモノマー（Ⅱ期）については、特徴的な因子が無い物質であると見なし、解析対象から除外した。

最終的に表に示した物質について、因子の固有値をプロットしたスクリープロットを作成し、Ⅰ期、Ⅱ期い

れも因子数5に決定した。

3.3.2 発生源の推定

表3、4に示す物質ごとの因子負荷量からそれぞれの因子が示す発生源の推定を試みた。

Ⅰ期因子1、Ⅱ期因子Aと関係が強い物質はマンガン及びその化合物等の重金属類であり、これらは土壌¹¹⁾・工業由来⁴⁾の成分であると考えられるが、主要な発生源は不明であった。

Ⅰ期因子2と関係が強いトリクロロエチレン及びテトラクロロエチレンはⅡ期では2物質のみを成分とする因子Dとして分離された。これらは脱脂洗浄剤やクリーニング溶剤の成分であるため^{4,12)}、地点における工業由来の影響を表していると考えられる。

Ⅰ期因子3、Ⅱ期因子Eと関係が強い物質はホルムアルデヒド、アセトアルデヒドであり、これらは二次生成による影響が大きいという報告^{13,14)}があることから、二次生成に関する因子と推定した。Ⅰ期因子5、Ⅱ期因子Cではベンゼンや1,3-ブタジエンが主要成分であり、これらは自動車排出ガスに含まれることから地点における自動車排出ガスによる影響を表していると考えられた。またⅠ期因子4やⅡ期因子Bは1,2-ジクロロエタン、クロロホルムが主要成分であり、福岡市での排出量は非常に少なく、広域的な影響を受けている可能性が示唆された。

表3 有害大気汚染物質の因子負荷量（Ⅰ期）

	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5
マンガン及びその化合物	1.05	-0.10	-0.12	0.01	-0.06
ベリリウム及びその化合物	0.75	-0.04	-0.01	-0.24	0.17
クロム及びその化合物	0.68	0.20	0.02	0.04	-0.18
ニッケル化合物	0.55	0.16	0.09	0.08	-0.13
ヒ素及びその化合物	0.53	-0.13	0.06	0.26	0.18
テトラクロロエチレン	0.01	0.58	-0.09	-0.04	-0.03
ジクロロメタン	-0.12	0.56	0.11	0.27	0.02
ベンゾ[a]ピレン	0.14	0.56	-0.04	-0.11	0.24
トリクロロエチレン	0.01	0.50	-0.13	0.00	0.03
ホルムアルデヒド	-0.03	-0.20	0.84	0.06	-0.07
アセトアルデヒド	0.02	-0.02	0.81	0.05	0.02
1,2-ジクロロエタン	0.03	-0.19	0.02	0.88	0.10
クロロホルム	-0.01	0.29	0.07	0.55	0.01
ベンゼン	-0.01	0.46	0.18	0.00	0.68
1,3-ブタジエン	-0.06	0.48	0.22	-0.26	0.60
塩化ビニルモノマー	-0.03	-0.02	-0.25	0.22	0.44

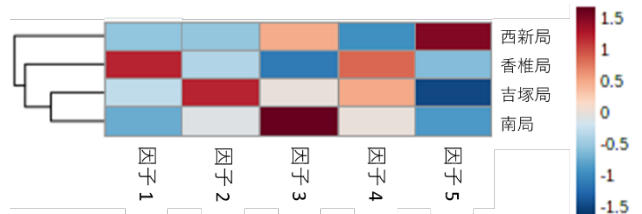


図4 因子得点による地点間比較（Ⅰ期）

表4 有害大気汚染物質の因子負荷量（Ⅱ期）

	因子A	因子B	因子C	因子D	因子E
マンガン及びその化合物	1.10	-0.14	-0.13	-0.02	-0.06
ベリリウム及びその化合物	1.09	-0.14	-0.23	-0.06	-0.08
クロム及びその化合物	0.76	-0.03	0.13	0.07	0.01
ニッケル化合物	0.47	0.08	0.13	-0.04	0.02
ヒ素及びその化合物	0.45	0.33	0.18	0.10	-0.07
1,2-ジクロロエタン	-0.08	1.00	-0.21	-0.14	-0.13
クロロホルム	-0.07	0.74	0.16	0.01	-0.07
ジクロロメタン	-0.09	0.72	-0.03	0.14	0.05
塩化メチル	0.11	0.41	-0.09	-0.06	0.23
ベンゼン	-0.05	0.25	0.85	-0.01	-0.19
1,3-ブタジエン	-0.14	-0.03	0.82	-0.09	-0.05
ベンゾ[a]ピレン	0.03	-0.06	0.50	0.02	0.03
トルエン	0.04	-0.11	0.49	0.00	0.13
トリクロロエチレン	0.01	0.02	-0.04	0.99	0.01
テトラクロロエチレン	-0.03	-0.02	-0.05	0.76	0.00
ホルムアルデヒド	-0.08	-0.05	-0.14	0.01	1.02
アセトアルデヒド	-0.04	0.02	0.14	0.01	0.65

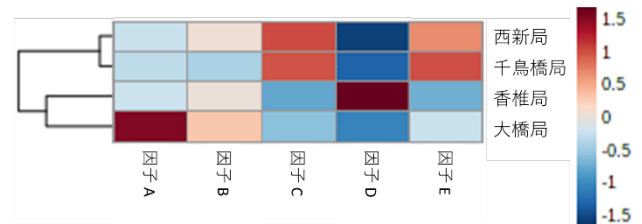


図5 因子得点による地点間比較（Ⅱ期）

3.3.3 因子得点の地点間比較

回帰法により算出した因子得点を用いてRによるクラスタリングを実施し、地点間比較を試みた結果を図4, 5に示す。

I 期では、クラスタリングの結果、一般局の吉塚局及び南局が最も類似しており、ついで香椎局、さらに自排局の西新局が最も類似性が低い結果となった。自排局の西新局は一般局より因子5の自動車排出ガスの影響が大きく、因子1, 2, 4が低いため、類似性が低くなったと考えられる。南局は因子3は高いものの因子5は低いことから自動車排出ガスの影響は少なく、二次生成の影響が大きいと推察された。また、一般局の香椎局、吉塚局、南局を比較すると、因子得点が最も高いものは、それぞれ、因子1, 因子2, 因子3であり、各々の測定局に影響を与える発生源が異なっている可能性が示唆された。

II 期では、クラスタリングの結果、自排局の西新局及び千鳥橋局が最も類似しており、さらに自排局の大橋局及び一般局の香椎局もクラスターを形成した。西新局及び千鳥橋局は、大橋局、香椎局と比べて因子Cの自動車排出ガスと因子Eの二次生成の影響がいずれも高い地点となった。また、大橋局は因子Aの土壌・工業由来の影響が高く、II 期の香椎局は因子Dの工業由来の影響が高いことが推定される結果となった。

因子得点によるクラスタリング等を用いることにより、それぞれの地点ごとに影響を与えている因子が明らかとなり、特に自動車排出ガスや二次生成の影響によって地点間の特徴が異なることが示唆された。

4. まとめ

有害大気汚染物質の経年変化は、調査初期である平成10年度のベンゼンを除き、環境基準等を超過した物質はなく、1,2-ジクロロエタンを除いて減少もしくは横ばいの傾向を示した。

地点間の違いを調べるために、因子分析を行ったところ、本市の大気に影響を及ぼす因子として、工業由来や自動車排出ガス、二次生成の影響を表す因子が推定された。また、因子得点によるクラスタリング等を用いることにより、それぞれの地点ごとに影響を与えている因子が明らかとなり、特に自動車排出ガスや二次生成の影響によって地点間の特徴が異なることが示唆された。

5. 参考文献

- 1) 環境省：有害大気汚染物質等測定方法マニュアル、<http://www.env.go.jp/air/osen/manual2/>

(2021. 12. 15アクセス)

- 2) R Core Team: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2019
- 3) Revelle W.: Procedures for Personality and Psychological Research, Northwestern University, Evanston, 2020
- 4) 環境省：有害大気汚染物質モニタリング地点選定ガイドライン, https://www.env.go.jp/air/osen/law22_kijun/1308304b.pdf (2021. 12. 15アクセス)
- 5) 村岡俊彦, 豊永悟史, 古澤尚英, 今村修, 北岡宏道：九州・山口地域における有害大気汚染物質濃度の経年変化への越境大気汚染の影響. 全国環境研会誌, **38**, 177-187, 2013
- 6) 村岡俊彦, 古澤尚英, 今村修, 北岡宏道：九州・山口地方における有害大気汚染物質1,2-ジクロロエタン濃度の経年変化への長距離越境大気汚染の影響. 大気環境学会誌, **49**, 187-197, 2014
- 7) 板橋秀一, 王哲, 弓本桂也, 鵜野伊津志：COVID-19に対する中国のロックダウン期間におけるPM_{2.5}越境輸送の変容. 大気環境学会誌, **55**, 239-247, 2020
- 8) 福岡県：PRTR集計結果, <https://www.pref.fukuoka.lg.jp/contents/prtr-syuukei.html> (2022. 4. 4アクセス)
- 9) 環境省：PRTRインフォメーション広場, <http://www2.env.go.jp/chemi/prtr/prtrinfor/contents/syuukei.jsp> (2022. 4. 4アクセス)
- 10) 環境省：SPMとオキシダントの生成メカニズム, <https://www.env.go.jp/air/osen/voc/materials/101.pdf> (2021. 10. 1アクセス)
- 11) 村本茂樹, 米谷俊彦, 平岡直子, 青山勲：大気浮遊粒子状物質 (SPM) 中の天然および人為由来の微量金属の粒径別分布特性. 岡山大学資源生物科学研究所報告, **6**, 29-41, 1999
- 12) 猪股弥生, 梶野瑞王, 植田洋匡：2001-2015年における大気中有害大気汚染物質濃度のトレンド解析. 大気環境学会誌, **55**, 78-91, 2020
- 13) 産業技術総合研究所化学物質リスク管理研究センター：詳細リスク評価書 ホルムアルデヒド, https://unit.aist.go.jp/riss/crm/mainmenu/zantei_0.4/formaldehyde_0.4.pdf (2022. 4. 11アクセス)
- 14) 環境省：アセトアルデヒドに係る健康リスク評価について, <https://www.env.go.jp/press/108315/1202.pdf> (2022. 4. 11アクセス)

<報 文>

飛灰処理物中六価クロム化合物試験法の検討について*

齋藤 真**・藤田 裕美**

キーワード ①六価クロム ②ジフェニルカルバジド ③JIS K0400-65-20 ④逆添加法

要 旨

令和元年度に実施された「産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法」精度管理調査において、六価クロム化合物の一部の結果報告値で、Grubbs検定で外れ値となった。この原因について検討した結果、当所で実施したJIS K0400-65-20による前処理での回収が不十分であったことが原因と考えられた。これを受け、この前処理を実施せずに同検定方法で指定されているいわゆる逆添加法の適用について検討した。その結果、飛灰処理物の溶出液においては可能な限り希釈すること、目で懸濁がなくとも孔径0.45 μmのメンブレンフィルターでろ過することが重要であることが分かった。

1. はじめに

当研究所では、廃棄物焼却施設からの依頼に基づき、キレート剤で処理を行った飛灰（以下、飛灰処理物という。）の金属類の測定を行っている。その中で六価クロム化合物の測定については、JIS K0102 65.2.5によるICP/MS法（鉄共沈法で三価クロムを除去）、もしくはJIS K0102 65.2.1によるジフェニルカルバジド（以下、DPCという。）吸光光度法で行ってきた。しかしながら、鉄共沈法では良好な回収率が得られにくく、DPC吸光光度法では白色沈殿や着色を生じるなど対応に苦慮してきた。飛灰処理物には硫黄、塩化物、カルシウム、臭素、バリウム等の妨害物質が多く含まれていることが確認できており、JIS K0400-65-20には妨害物質への対応が詳細に記載されていることから、近年前処理にこの方法を採用して試験を行ってきた。令和元年10月に「産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法」（以下、告示法という）が改正され、六価クロム化合物の測定法もいわゆる逆添加法に変更となった¹⁾。同年11月に実施された同検定方法の精度管理調査（以下、精度管理調査という。）に参加したが、配布溶出液においてGrubbs検定で外れ値となった。このことについて原因調査等を行い、いくつか知見を得たので報告する。

2. 材料および方法

2.1 試薬・機器類

本報で使用した機器・試薬は以下の通りである。

亜硫酸塩確認用パックテスト：共立理化学研究所

ヨウ化カリウム - でんぷん試験紙：ADVANTEC

恒温槽：CB-302（井内盛栄堂）

ICP/MS：Agilent7700x（アジレント・テクノロジーズ）

分光光度計、オートシッパ（10mmセルに相当）

：U5300（日立ハイテック）

孔径0.45 μmメンブレンフィルター

：A045A047A（ADVANTEC）

超純水：RFU665DA（ADVANTEC）で精製

DPC：富士フィルム和光純薬 クロム（VI）測定用

調製後に不溶物がある場合はろ紙5種B（ADVANTEC）

でろ過した。

硫酸：富士フィルム和光純薬 有害金属測定用

クロム（VI）標準液：関東化学 原子吸光分析用

次亜塩素酸ナトリウム溶液：富士フィルム和光純薬

化学用

その他の試薬は全て富士フィルム和光純薬製の特級試薬を使用した。

*Examination of hexavalent chromium compound test method in fly ash treated product

**Makoto SAITOU, Yumi FUJITA（新潟市衛生環境研究所）Niigata City Institute of Public Health and the Environment

2.2 方法

当所では飛灰処理物の六価クロム化合物の測定はJIS K0400-65-20の前処理を行い、妨害物質を除去した後に比色操作をする方法を採用していたため、精度管理調査においてもこの方法を一部採用した。同方法では比色操作の際に標準液にりん酸を添加することとされているが、告示法に従い、硫酸を使用した逆添加法で行った。試験操作の概要を図1に示した。

この時の定量下限値は0.025mg/Lで、報告下限値0.05mg/Lを確保するには2倍希釈が限界であった。

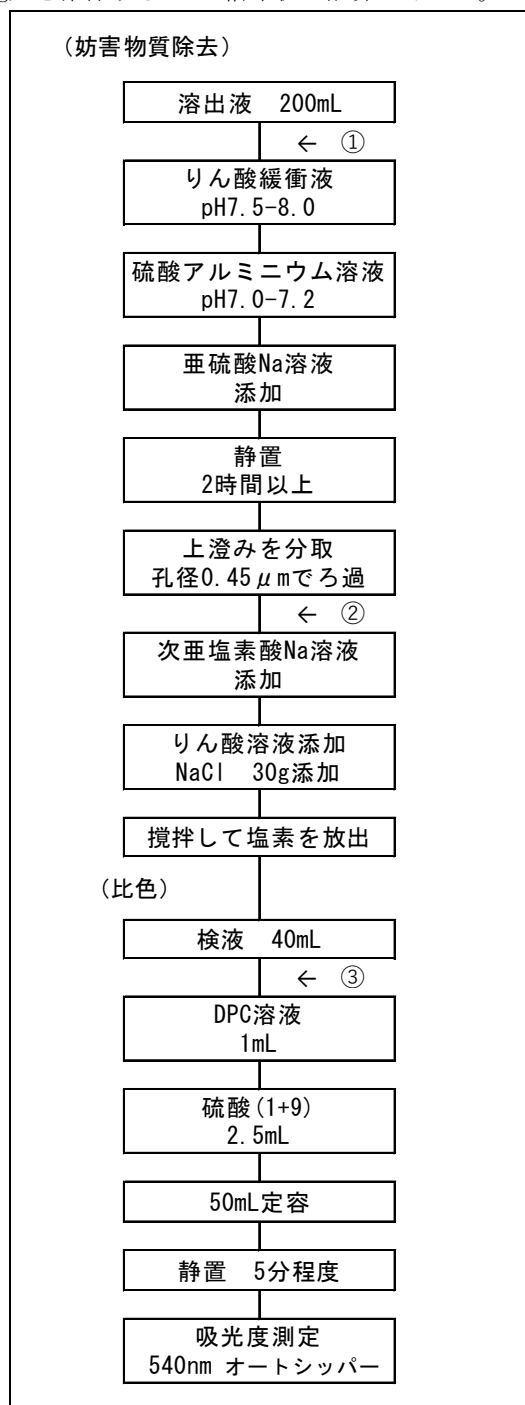


図1 JIS K0400-65-20を採用した試験操作の概要

3. 精度管理調査の結果

精度管理調査における、外れ値棄却後の基本統計量及び当所の提出した結果を表1に示した²⁾。表中の平均値、中央値は外れ値棄却後の値であり、添加回収率は比色操作時に標準を添加した時の値である。

配布標準液の結果は全体の平均値及び中央値とほぼ同じだったが、ばいじん試料及び配布溶出液については6割程度の値と低い傾向だった。精度管理調査結果報告書には、比色時の発色異常を避ける目的でできる限り希釈することが望ましいこと、希釈倍率が低い機関においては低い値となっているという指摘があったが、当所の場合、比色時に標準を添加した場合に概ね100%の回収率が得られていることから、発色異常はなかったと考えられる。当所の結果が低い値となった原因として、前処理中に六価クロム化合物が失われた可能性が考えられた。

表1 精度管理調査結果

	ばいじん試料 (3回平均値)	配布溶出液	配布標準液
回答数	83	78	80
平均値 (mg/L)	0.351	0.400	0.985
標準偏差 (mg/L)	0.0951	0.0268	0.0389
最小値 (mg/L)	0.0521	0.312	0.873
最大値 (mg/L)	0.511	0.480	1.09
中央値 (mg/L)	0.367	0.402	0.987
変動係数 (%)	27.1	6.7	3.9

	ばいじん試料 (3回平均値)	配布溶出液	配布標準液
当所提出値 (mg/L)	0.277	0.260	0.996
提出値変動係数 (%)	5.4	—	—
希釈倍率	3.125	3.125	10
添加回収率 (%)	100	99	99
提出値／平均値 (%)	64.7	65.0	101
提出値／中央値 (%)	61.9	64.7	101
当所で採用した分析法	JISK0400-65-20 逆添加法		逆添加法

4. 前処理における添加回収試験

超純水に対して、金属イオンや酸化性物質、還元性物質等の妨害物質を除去する操作の前に標準液を添加し、その回収率を確認した。(添加濃度: +0.075mg/L) その結果を表2に示した。

回収率は60%程度と低く、精度管理調査の結果における当所の提出値と中央値の比に近い傾向を示しており、この回収率が外れ値となる原因と考えられた。

次に飛灰処理物の溶出液における回収率を確認した。試料を無希釈、2倍希釈、4倍希釈したものに同様に標準を添加し、回収率を確認した。ここでは試料からは検出されないとして評価した。その結果を表3に示した。

表2 添加回収試験結果(超純水)

検体No.	測定濃度 (mg/L)	回収率 (%)
1	0.0441	58.7
2	0.0438	58.4
3	0.0437	58.2
4	0.0446	59.5
5	0.0445	59.3

表3 添加回収試験結果(試料)

希釈倍率	測定濃度 (mg/L)	回収率 (%)
1	0.00728	9.7
2	0.00768	10
4	0.0117	16

希釈倍率の増加により回収率の改善の傾向は見られたものの、4倍希釈でも16%と低く、良好な回収率を得るにはさらなる希釈が必要と考えられた。

次に、前処理のどの段階で六価クロム化合物が失われているか確認するため、図1中の番号①～③の各段階で標準液の添加を行った。(無希釈試料、添加濃度： $+0.075\text{mg/L}$) その結果を表4に示した。

表4 前処理の各段階での添加回収試験結果

添加のタイミング	測定濃度 (mg/L)	回収率 (%)
①妨害金属イオン及び酸化性物質除去前	0.000275	0.4
②還元性物質除去前	0.000325	0.4
③比色前	0.0697	93

比色段階においては回収率が90%を超えており、発色を妨害する成分は除去できていると考えられたが、妨害金属イオン及び酸化性物質の除去の段階、還元性物質除去の段階ともに回収率は1%未満と低く、回収率の改善には課題が多い結果であった。

5. 前処理を行わない逆添加法の検証

5.1 低濃度標準液の直線性

精度管理調査においては、多くの機関が逆添加法を採用しており、またJIS K0400-65-20による前処理を行ったとの報告はなかった。これを受け、飛灰処理物の溶出液を大きく希釈し、JIS K0400-65-20による前処理を行

わずに逆添加法で並行試験、添加回収試験を行った。また、試料の希釈を行わない場合、硫酸を加えると白濁して正確な比色操作が困難となり、回収率が5%未満となることが確認できていたことから、比色セルを50mmセルとして、試料を大きく希釈した。逆添加法の概要を図2に示した。

この時、 $0.1\mu\text{g}/50\text{mL}$ から $2\mu\text{g}/50\text{mL}$ の範囲で良好な直線性($r^2=0.9999$)を示した。 $0.1\mu\text{g}/50\text{mL}$ は試料換算で 0.0025mg/L であり、報告下限値が 0.05mg/L であることから最大で20倍希釈が可能であった。

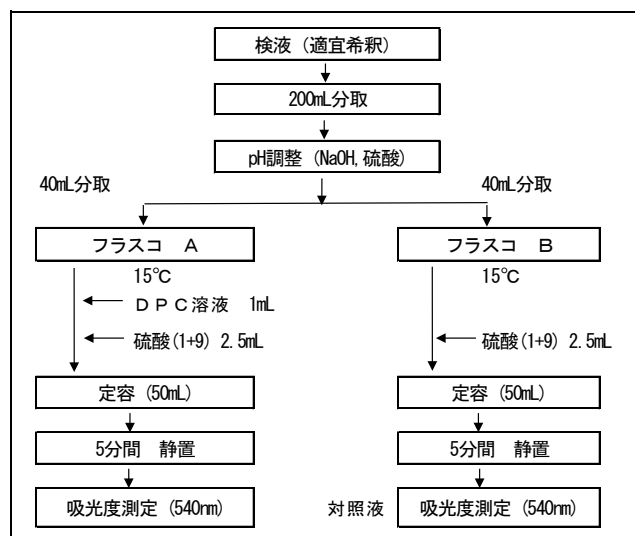


図2 逆添加法の概要

5.2 pH調整の検証

試料を5倍、10倍、20倍に希釈したものを調製し、硫酸でpHを7付近に調整した後の様子を図3に示した。

5倍希釈、10倍希釈液は、硫酸によるpH調整の際に白濁し、比色操作は困難と考えられた。この時、20倍希釈液は目視では着色と懸濁は認められなかった。pH調整の際に懸濁を生じないように、可能な限り希釈するのが望ましいと考えられた。

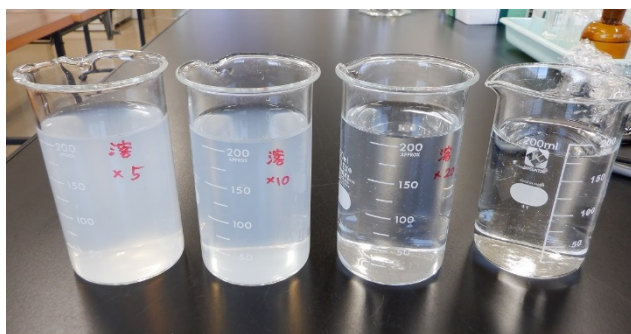


図3 希釈した試料の様子(pH調整後)
(左から、5倍希釈、10倍希釈、20倍希釈、純水)

後日改めて20倍希釈液を5つ調製し、添加回収試験を行った。この時、わずかに白濁するものが見られ、pH調整の手順で懸濁の発生に違いが出るものと考えられた。調製した5つそれぞれから測定用試料、添加回収試験用試料、対照液を調製し、並行精度および回収率を確認した。検量線の範囲は0.1~2 $\mu\text{g}/50\text{mL}$ で、添加回収試験は0.5 μg を添加して行った。その結果を表5に示した。

表5 20倍希釈試料の添加回収試験結果

	測定値 (μg)		回収率 (%)
	試料	添加試料	
溶出液①	0.219	0.691	94
溶出液②	0.579	0.849	54
溶出液③	0.514	0.879	73
溶出液④	0.301	0.657	71
溶出液⑤	0.299	0.667	74
RSD (%)	40.6	14.2	19.6

試料は同様にpH調整を行ったが、それぞれわずかに色調が異なる様子が見られた。溶出液①の回収率が最も良好だったことから、発色妨害はなかったと考えられるが、測定値は最も低値であった。一方で、回収率の最も低い溶出液②は、発色妨害を受けていると考えられるが、測定値は最も高いことから異常発色があったと考えられた。5つの測定値は大きくバラつき、課題が残る結果であった。

これらのバラツキの原因がpH調整の操作によるものと考え、上記と同じ試料を20倍に希釈してpHを調整したものを500mL程度作成し、ここから測定用試料、添加回収試験用試料をそれぞれ5つと対照液を調製し、並行精度と回収率を確認した。回収率は試料測定値の平均値と添加試料の測定値から算出した。その結果を表6に示した。

表6 20倍希釈試料の添加回収試験結果 (同一pH調整)

	測定値 (μg)		回収率 (%)
	試料	添加試料	
溶出液①	0.146	0.603	91
溶出液②	0.140	0.558	82
溶出液③	0.149	0.627	95
溶出液④	0.149	0.598	90
溶出液⑤	0.168	0.554	81
平均値	0.150	0.588	87.8
RSD (%)	7.0	5.3	6.9

機器定量下限値付近の濃度においてRSDが7.0%と良好な結果を得ており、回収率も告示法で望ましいとされている回収率の範囲である80%から120%の間を満足して

いることから、良好に発色できていると考えられた。このことから、上記の表5の測定値が大きくバラつく原因はpH調整、すなわち硫酸の添加によるものと考えられた。

5.3 懸濁物質の除去

検討の中で、目視でDPCによるピンク色の発色が認められるにも関わらず、定量値が明らかに低値を示す場合があった。これは作成した対照液が高い吸光度を示すことが原因として考えられた。比色操作時にも硫酸を添加することから、精度管理調査説明会 (令和元年11月6日開催) で説明があったように、目視で判別できない懸濁が生じている可能性が考えられた。また、上記のpH調整の例のように硫酸の添加により生じる懸濁は一樣ではないことから、目視で懸濁が認められない場合であっても、懸濁により検液と対照液の不一致が生じる場合が予想されたため、吸光度の測定の前に孔径0.45 μm のメンブレンフィルターでろ過する操作を加えた。また、発色妨害や異常発色が予想されることから、さらなる希釈とそれに伴う測定の高感度化が望ましいと考えられた。これにより使用するセルを100mmとし、標準液の感度と直線性を確認したところ、0.05~1 $\mu\text{g}/50\text{mL}$ の範囲 (試料換算で0.00125mg/Lから0.025mg/L) において良好な結果 (表7, 図4) が得られた。この時、試料は40倍希釈が可能であった。

表7 標準液濃度と吸光度および定量計算値

標準液濃度 ($\mu\text{g}/50\text{mL}$)	吸光度	定量値 (μg)
0	0.00009	-0.002
0.05	0.00843	0.048
0.1	0.01741	0.101
0.2	0.03524	0.206
0.5	0.08586	0.505
1.0	0.16922	0.997

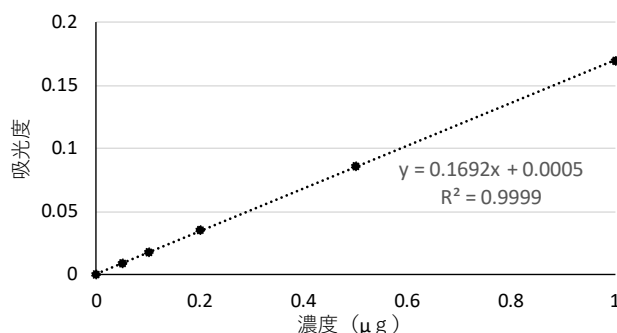


図4 DPC六価クロムの検量線

また、0.05、0.1 $\mu\text{g}/50\text{mL}$ の標準液の再現性を確認したところ、いずれもRSD 4%程度を示し、良好な結果（表8）であった。

試料を40倍に希釈してpH調整したものを500mL程度作成し、ここから測定用試料、添加回収試験用試料をそれぞれ5つと対照液を調製し、並行精度と回収率を確認した。いずれも良好な再現性と回収率（表9）であった。

表8 標準液の並行精度

	0.05 $\mu\text{g}/50\text{mL}$	0.1 $\mu\text{g}/50\text{mL}$
	吸光度	吸光度
1	0.00561	0.01360
2	0.00615	0.01534
3	0.00616	0.01496
4	0.00616	0.01532
5	0.00610	0.01506
6	0.00629	0.01534
7	0.00598	0.01528
平均値	0.00606	0.01499
RSD (%)	3.6	4.2

表9 40倍希釈試料の添加回収試験結果（同一pH調整）

	測定値 (μg)		回収率 (%)
	試料	添加試料	
溶出液①	0.0602	0.5309	94
溶出液②	0.0597	0.5503	98
溶出液③	0.0598	0.5422	96
溶出液④	0.0627	0.5479	97
溶出液⑤	0.0602	0.5514	98
平均値	0.0605	0.5445	
RSD (%)	2.0	1.5	

6. 試験法改善後の結果

飛灰処理物は月に1回の頻度で試験を行っている。令和3年5月から12月の期間において、逆添加法で六価クロム化合物を試験すると同時に、異常値判定の目的でICP/MSで全クロムを測定した。逆添加法での測定値および添加回収率、ICP/MSで測定した全クロムの測定値を表10に示した（但し、6月と9月の六価クロムの定量値は定

量下限値（0.05 μg ）未満の為、参考値）。添加回収率はおおむね80～100%であったが、72%という結果もあった。また、六価クロムの全クロムに占める割合は3割から6割程度と幅広かった。

表10 六価クロムと全クロムの測定結果一覧

	六価クロム			全クロム	六価／全クロム (%)
	定量値 (μg)	試料換算濃度 (mg/L)	添加回収率 (%) *	濃度 (mg/L)	
5月	0.0910	0.0910	72	0.1856	49
6月	(0.0312)	0.0312	83	0.1157	27
7月	0.0670	0.0670	93	0.1243	54
8月	0.0501	0.0501	98	0.1801	28
9月	(0.0154)	0.0154	99	0.1353	11
10月	0.0605	0.0605	94	0.0928	65
11月	0.1418	0.1418	94	0.2651	53
12月	0.1184	0.1184	84	0.2563	46

* 0.5 μg 添加

7. まとめ

廃棄物中の六価クロム化合物について、告示法に従い、逆添加法の分析条件の検討および添加回収試験を行った。

試料中の成分や、硫酸の添加によって生じる懸濁が測定を妨害すると考えられたことから、試料を大きく希釈して妨害が生じにくくするとともに、吸光度測定前にろ過すること、光路長の長いセルを使用することで良好な結果を得ることができた。添加回収試験の一部の結果においては、告示法で望ましいとされている回収率（80%～120%）を満たさない結果もあった。近年、六価クロム化合物は、水道水質基準の強化に伴って環境基準も強化されたことから、いずれは廃棄物の基準の強化も見込まれる。このような状況の中、当研究所でも引き続きこの試験法の検証や検討を行っていききたい。

8. 引用文献

- 1) 環境省：産業廃棄物の検定方法に係る分析操作マニュアル（第2版），2019
- 2) 環境省：令和元年度「産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法」精度管理調査結果，2020

<報 文>

季別運転を行う下水処理場放流水が流れ込む 堂面川及び有明海における栄養塩類調査*

柏原 学**・秦 弘一郎**・松木 昌也**・古賀 敬興**・古閑 豊和**・平川 周作**・
志水 信弘**・松本 源生**・石橋 融子**・宮脇 崇***・山西 博幸****

キーワード ①下水処理場 ②季別運転 ③栄養塩類 ④堂面川 ⑤有明海

要 旨

大牟田市北部浄化センターでは有明海への窒素供給を目的として季別運転が実施されているが、放流水に含まれる栄養塩類のノリ養殖場への到達状況に関する調査は行われていない。そこで、フラップゲートから放流される浄化センター由来の放流水による堂面川の水質の変化及び栄養塩類の分布状況を調査した。月毎の栄養塩類の濃度変化に関する調査の結果、硝化抑制期に堂面川上流で検出されないアンモニア態窒素が河口付近で検出された。また、河川上流から海域までの栄養塩類分布調査の結果、硝化抑制期の全窒素に対するアンモニア態窒素の割合は、フラップゲートより下流側でほぼ同じ割合で推移していることを確認した。これらの結果から、大牟田市北部浄化センター放流水に含まれる窒素系の栄養塩類は、少なくとも堂面川河口付近まで到達していることが分かった。

1. はじめに

近年、豊かな海を取り戻すための施策の一つとして、瀬戸内海・有明海をはじめとする閉鎖性海域に面する一部の下水処理場にて、栄養塩類の能動的な管理運転が行われている¹⁻³⁾。この運転は、放流先水域の利用を鑑みて、必要な時期に栄養塩類を供給する運転を指し、季別運転と呼ばれている。季別運転の実施状況は、令和2年3月末時点で全国30箇所の下水処理場にて実施されている²⁾。国土交通省下水道部では、現在までに事例集^{1,2)}、手順書(案)³⁾等を公表し、季別運転を進めている。一方で、「栄養塩類の能動的な管理に関する事例集」では、「海域に対する能動的な運転管理の効果や下水処理水が海域に与える影響についても十分に明らかになっていない実情に留意する必要がある」ことが言及²⁾されており、季別運転に関する知見の集積は非常に重要である。この知見の集積は徐々に進んできており、有明海を放流先とする調査の報告もなされている。山西ら^{4, 5)}は、季別運転を行う佐賀市下水

浄化センターを対象として本庄江川及び有明海湾奥における栄養塩類の分布調査の結果、佐賀市下水浄化センター放流水が河口のノリ養殖場に到達していることを報告している。また、佐賀市⁶⁾では産学官連携共同研究にて、佐賀市下水浄化センターの季別運転管理における「ノリ養殖海域への窒素供給」及び「処理水によるノリ養殖への影響」を報告している。

福岡県では有明海に面した大牟田市北部浄化センター(浄化センター)において、平成16年度よりノリの養殖期である冬季(硝化抑制期)に硝化・脱窒を抑制させる季別運転を実施している。一方で、浄化センターによる有明海への窒素供給をはじめとする栄養塩類等のノリ養殖場への到達状況に関する調査は行われていない。これまでに、筆者らは浄化センターを対象とした調査研究にて、フラップゲート(FG)から堂面川に放流される直前の水路内の水質が浄化センター放流水と同様の水質であることを報告している⁷⁾。これらを踏まえて、本研究では

*Survey of Nutrient Salts in the Domen River and Ariake Sea Discharged from Seasonal Operation of Sewage Treatment Plant

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

***Takashi MIYAWAKI (北九州市立大学) Kitakyushu University

****Hiroyuki YAMANISHI (佐賀大学) Saga University

FGからの放流水による堂面川の水質変化及び栄養塩類の分布状況を調査したので報告する。

2. 調査方法

2.1 月毎の濃度変化に関する調査地点

河川上流、下流及び浄化センター放流水の濃度変化の傾向を把握するため、図1のとおり堂面川上流の畔切橋 (St-1)、浄化センター放流口 (St-2)、堂面川河口 (St-3) の3地点にて栄養塩類等の調査を行った。St-1及びSt-2での調査は、2017年5月～2019年4月の間、毎月各地点の表層水をバケツで採取した。感潮域であるSt-3での調査は、2017年9月～2019年4月の間、毎月表層水をバケツで採取し、干潮時刻の2時間前に行った。

2.2 河川及び海域の濃度分布に関する調査地点

これまでの調査から、浄化センター放流水が堂面川河口付近まで到達していることが示唆された。そこで、河川から海域にかけての栄養塩類の分布状況を明らかにするために、同日中の河川及び海域の栄養塩類の濃度を調査した。図2及び図3は調査地点を示し、堂面川上流の畔切橋 (St-1)、FGから堂面川へ放流される直前 (St-4)、新白川橋 (St-5)～有明海 (St-15) の13地点とした。St-1～St-7に示す地点は橋上等から、St-8～St-15に示す地点は動力船上からバケツにて表層水を採取した。調査は、硝化抑制期にあたる2017年12月15日10時30分～11時50分、及び硝化促進期にあたる2018年7月23日9時20分～11時40分の下げ潮時に行った。なお、St-8からSt-15については船上から採水した。2017年12月15日及び2018年7月23日の三池港 (大牟田市) における潮位図を図4及び図5に示す。

2.3 分析項目及び分析方法

分析項目は、化学的酸素要求量 (COD)、全窒素 (T-N)、硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$)、亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$)、アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$)、全リン (T-P)、リン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$) とした。T-Nについては、残留塩素による妨害を除くため、既報⁸⁾に従って測定した。COD、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、T-P及び $\text{PO}_4\text{-P}$ についてはJIS K0102⁹⁾に準拠して測定した。

3. 結果及び考察

3.1 各項目の濃度の経月変化

各地点におけるCOD、T-N、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、T-P、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の変化を図6～図12に示す。

図6より、St-1及びSt-3におけるCODは明確な季節変動が見られず、平均値6.2mg/L及び4.7mg/L前後を推移していた。St-2におけるCODは硝化促進期の平均値 (8.4mg/L) と比較して硝化抑制期の平均値 (11.2mg/L) の方が2.8mg/L高くなっていた。

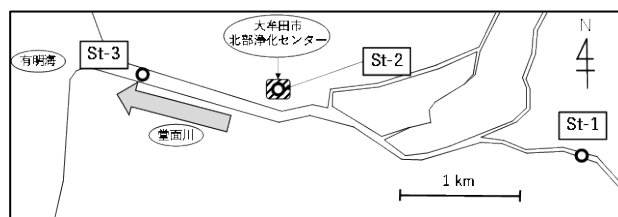


図1 月毎の濃度変化に関する調査地点 (St-1～St-3)

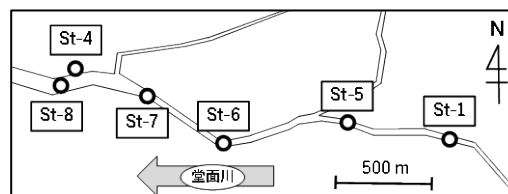


図2 濃度分布に関する調査地点 (上流)

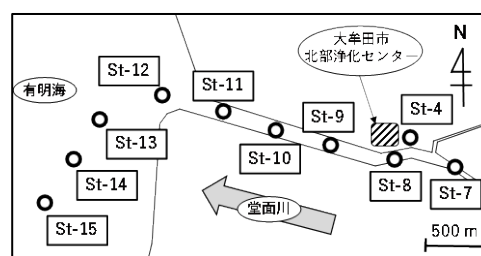


図3 濃度分布に関する調査地点 (下流～海域)

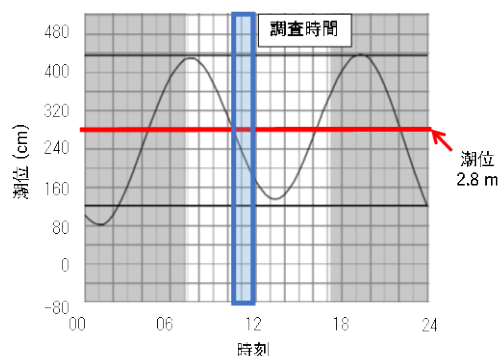


図4 2017年12月15日の潮位図 (三池港)

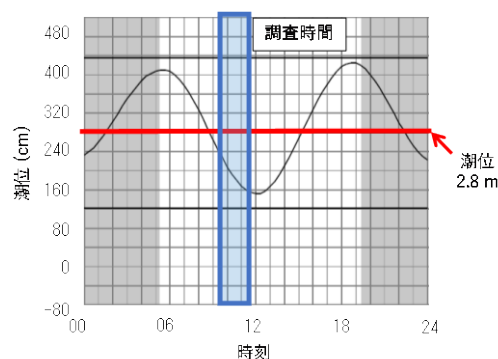


図5 2018年7月23日の潮位図 (三池港)

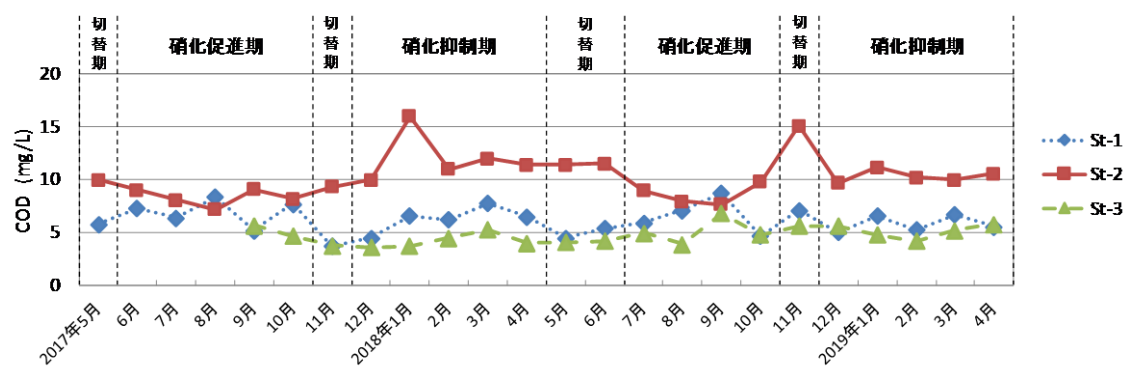


図6 月毎のCOD変化

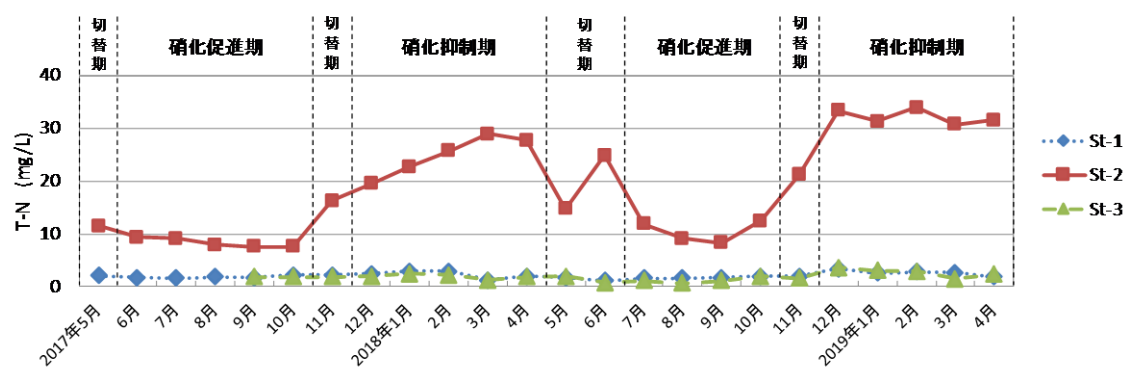


図7 月毎のT-N変化

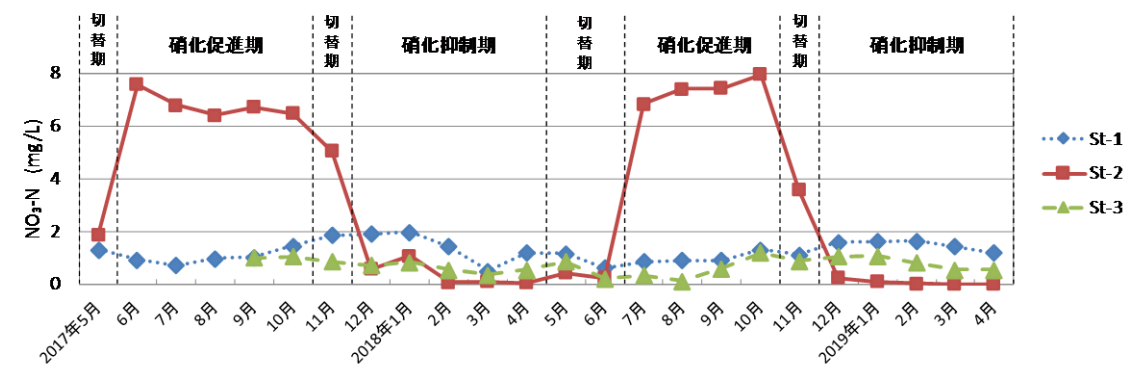


図8 月毎のNO₃-N変化

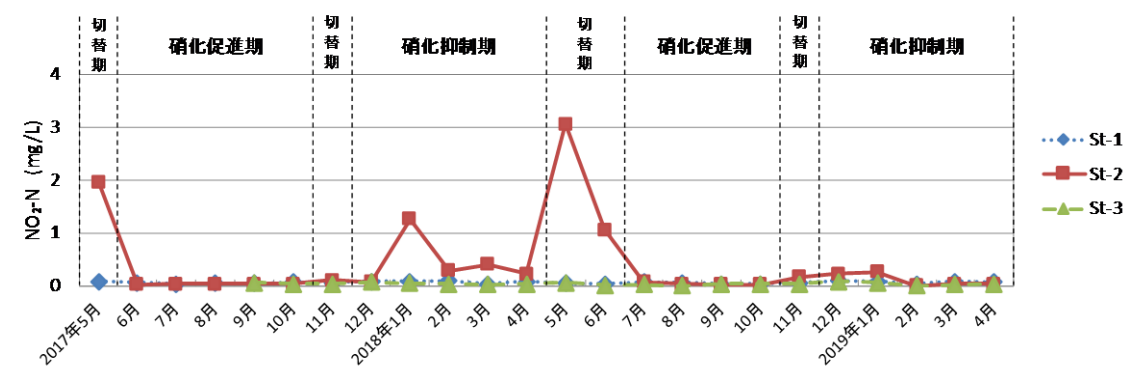


図9 月毎のNO₂-N変化

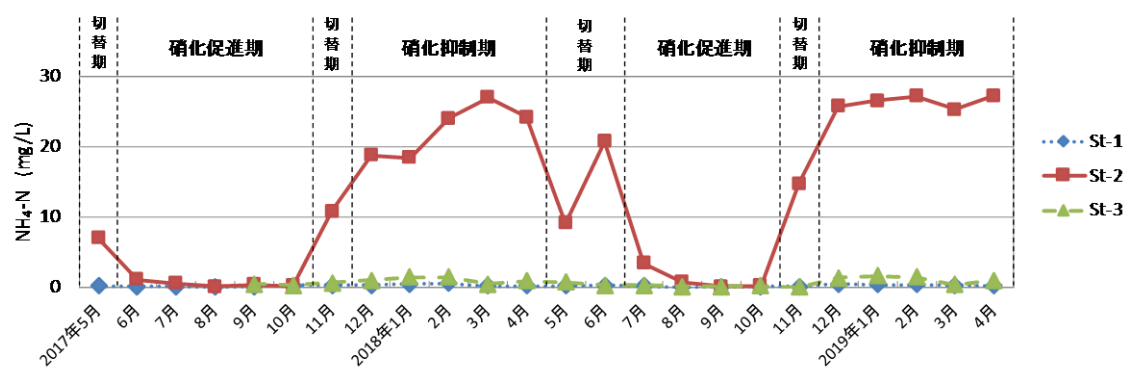


図10 月毎のNH₄-N変化

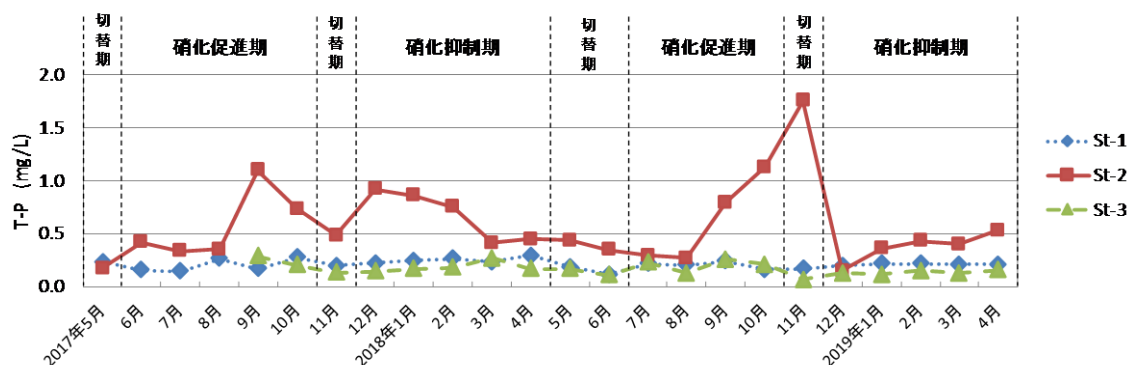


図11 月毎のT-P変化

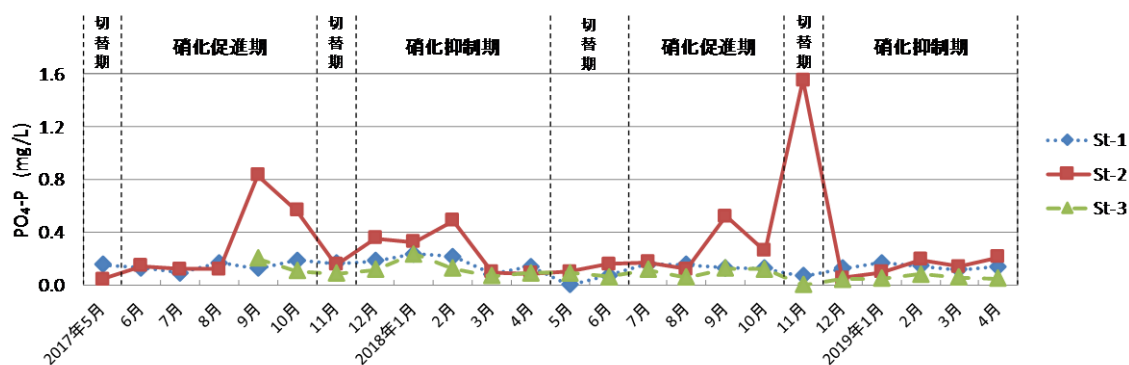


図12 月毎のPO₄-P変化

図7より、St-1におけるT-Nは、調査期間を通じて2mg/L前後を推移していた。一方、St-2における硝化抑制期のT-N平均値(28.5mg/L)は、硝化促進期の平均値(9.2mg/L)と比較して19.3mg/L高くなっていた。また、St-3における硝化抑制期のT-N平均値(2.3mg/L)は、硝化促進期の平均値(1.3mg/L)と比較して1.0mg/L高くなっていた。なお、St-3の硝化促進期のT-Nは、上流に位置するSt-1のT-Nと比較してほぼ同程度の濃度であった。そのため、St-3における硝化促進期と硝化抑制期とのT-N平均値の差は、浄化センター放流水の影響によることが示唆され

た。

さらに、溶存態窒素について形態別に調査した(図8—図10)。St-1における溶存態窒素は、調査期間を通してNO₃-Nが主成分(NO₃-N+NO₂-N+NH₄-N=DINに対するNO₃-N、NO₃-N/DIN:75—96%)であり、NO₂-N及びNH₄-Nは0.1mg/L未満であった。一方、St-2における溶存態窒素は、浄化センターの運転切り替えに依存した変動を示し、硝化促進期でNO₃-Nが主成分(NO₃-N/DIN:67—99%)、硝化抑制期でNH₄-Nが主成分(NH₄-N/DIN:89—99%)であった。St-3における溶存態窒素は、St-2と同様の挙動を示した。

ただし、硝化抑制期は $\text{NO}_3\text{-N}$ 及び $\text{NH}_4\text{-N}$ が混在 ($\text{NO}_3\text{-N}/\text{DIN}$: 28–60%, $\text{NH}_4\text{-N}/\text{DIN}$: 50–71%) し、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 及び $\text{NH}_4\text{-N}$ の平均値は0.70mg/L及び1.1mg/Lであった。St-1では時期によらず $\text{NO}_3\text{-N}$ が主成分であったことに対し、St-3では硝化抑制期に $\text{NH}_4\text{-N}$ が検出された。これは、浄化センター放流水による影響を示唆している。

T-Pは、どの地点においても明確な季節変動が見られず、St-1、St-2及びSt-3でのそれぞれの平均値は0.21、0.58及び0.17mg/Lであった (図11)。特に、St-2は、St-1やSt-3と比べて調査期間における濃度変化は大きいものの、明確な傾向は確認されなかった。また、 $\text{PO}_4\text{-P}$ についても、T-Pと同様の結果となった (図12)。T-P、 $\text{PO}_4\text{-P}$ ともに、局所的な値の変動は見られたものの、季別運転によるリン濃度の影響はほとんど見られなかった。

このように、季別運転前後のT-N、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の濃度変化の比較より、浄化センター放流水はSt-3に到達していることが示唆された。

3.2 河川及び海域での濃度分布

各地点におけるCODの変化を図13、T-N、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 及び $\text{NH}_4\text{-N}$ の変化を図14、T-P及び $\text{PO}_4\text{-P}$ の変化を図15に示す。図13–図15の横軸の左側が河川上流側で右側が河川下流側となっている。なお、浄化センター放流水を堂面川に放流するFGは、St-7とSt-8の間であり、FGから放流される直前 (St-4) の水質を図上部に数値にて示す。また、感潮域及び非感潮域の境界を点線で示す。

硝化抑制期、硝化促進期ともに上流から河口にかけてCOD、T-N、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、T-P、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の低下が見られた。これは、海水による希釈及び拡散によるものと考えられた。

まず、窒素の分布について考察する。St-7とSt-8の間で窒素濃度の高い浄化センター放流水が合流する。そのため、St-7より下流側において、硝化促進期では $\text{NO}_3\text{-N}$ 、硝化抑制期では $\text{NH}_4\text{-N}$ の上昇が起くと予想される。一方で、希釈・拡散による濃度低下が生じることから、硝化促進期に増加する放流水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 、硝化抑制期に増加する放流水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ に着目して、T-Nに対する $\text{NO}_3\text{-N}$ ($\text{NO}_3\text{-N}/\text{T-N}$) 及びT-Nに対する $\text{NH}_4\text{-N}$ ($\text{NH}_4\text{-N}/\text{T-N}$) について検討した (図16)。

硝化抑制期の $\text{NO}_3\text{-N}/\text{T-N}$ は、堂面川上流から海域にかけて低くなっていた。また、 $\text{NH}_4\text{-N}/\text{T-N}$ は、堂面川上流から海域にかけて高くなった。その際、放流水が流入するFG付近で高くなり、その後やや低下しながら推移した。これらの結果から、硝化抑制期の調査時点では、 $\text{NH}_4\text{-N}$ を含んだ浄化センター放流水は海域調査末端のSt-15まで到達していると考えられた。

硝化促進期の $\text{NO}_3\text{-N}/\text{T-N}$ は、堂面川上流、河口、沖合に向けて徐々に低下し、海域では非常に低くなっていた。

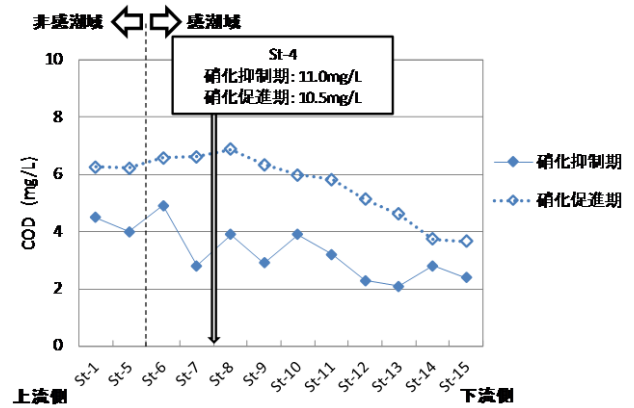


図13 各地点でのCOD

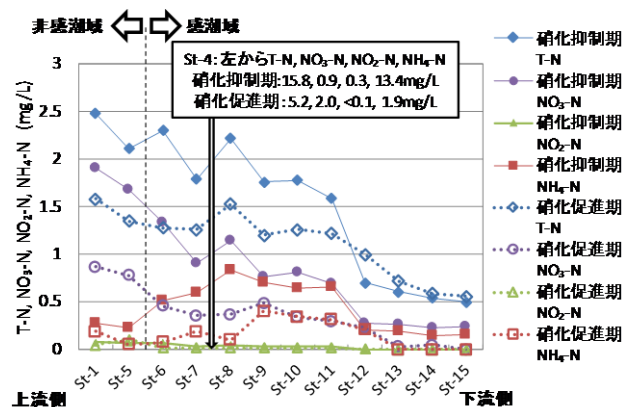


図14 各地点でのT-N、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$

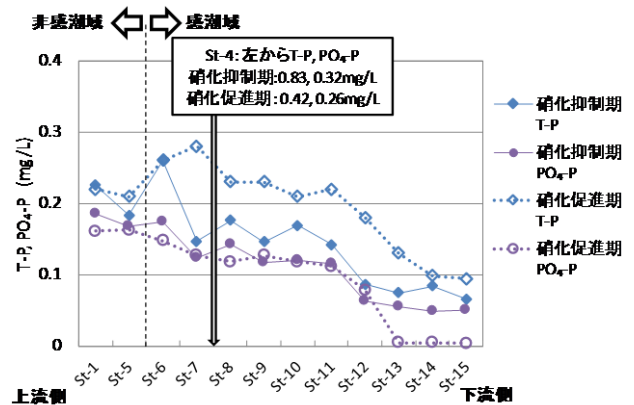


図15 各地点でのT-P、 $\text{PO}_4\text{-P}$

また、 $\text{NH}_4\text{-N}/\text{T-N}$ は、堂面川上流と比較して、感潮域から河口で高くなり、特に、堂面川上流からSt-6、St-7とFG付近で高くなった。その後、河口から沖合に向けて徐々に低下し、St-13以降の海域では非常に低くなっていた。なお、この濃度減少の原因として2018年7月13日にSt-13–St-15を含む大牟田市地先の有明海で異常発生していた珪藻の*Skeletonema*属^{10, 11)}による窒素の消費等が考えられた。これらの結果から、硝化促進期の浄化センター放流水に含まれる $\text{NO}_3\text{-N}$ 及び $\text{NH}_4\text{-N}$ は、河口のSt-12まで到達していると考えられた。

達していると考えられた。

次に、リンの分布について考察する。前述の窒素の分布と同様に、希釈・拡散によるリン濃度の低下を考慮する必要から、T-Pに対する $PO_4\text{-P}$ ($PO_4\text{-P}/T\text{-P}$) について検討した(図17)。

硝化抑制期の $PO_4\text{-P}/T\text{-P}$ は、非感潮域である堂面川上流と感潮域から海域を比較すると、一部で低い地点もあったが、堂面川上流からはほぼ一定の値で推移していた。季別運転前後で放流水に含まれるリン濃度が変わらないことや今回の調査結果も踏まえると、硝化抑制期の調査においては、浄化センター放流水に含まれるT-P及び $PO_4\text{-P}$ の水域への影響は具体的に確認できなかった。

硝化促進期の $PO_4\text{-P}/T\text{-P}$ は、非感潮域である堂面川上流と比較すると、感潮域から河口は低くなっていた。また、感潮域から河口ではやや減少しながら推移し、海域では非常に低くなっていた。窒素の場合と同様に、この濃度減少は、2018年7月13日に大牟田市地先 (St-13-St-15) で異常発生していた珪藻の *Skeletonema* 属^{(10), (11)} によるリンの消費等が考えられた。これらの結果から硝化抑制期及び硝化促進期の調査において、浄化センター放流水に含まれるT-P及び $PO_4\text{-P}$ の影響は具体的に確認できなかった。

4. まとめ

FGからの放流水による堂面川の水質の変化及び栄養塩類の分布状況を調査した結果、浄化センター放流水に由来する $NO_3\text{-N}$ 及び $NH_4\text{-N}$ は、少なくとも堂面川河口付近まで到達していることが分かった。堂面川の感潮域では、浄化センター由来の栄養塩類が一定量滞留していることが考えられるので、今後は、栄養塩類が河口付近から近傍のノリ養殖場に到達しているか調査する予定である。

5. 謝辞

本研究実施にあたり、採水及び情報提供にご協力いただいた大牟田市企業局、大牟田市環境保全課の方々に感謝の意を表します。また、本研究は、平成29年度及び平成30年度「瀬戸内海の環境保全・創造に係る研究助成」から支援を受けました。ここに、感謝の意を表します。

6. 文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部：栄養塩類の循環バランスに配慮した運転管理ナレッジに関する事例集, <https://www.mlit.go.jp/common/001033458.pdf> (2022. 2. 8アクセス)
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部：栄養塩類の能動的運転管理に関する事例集, <https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/>

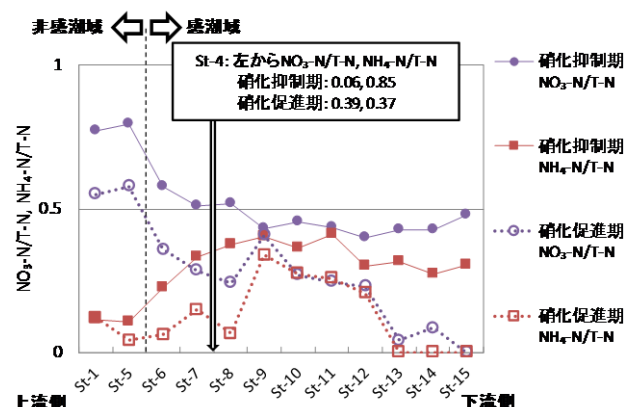


図16 各地点での $NO_3\text{-N}/T\text{-N}$, $NH_4\text{-N}/T\text{-N}$

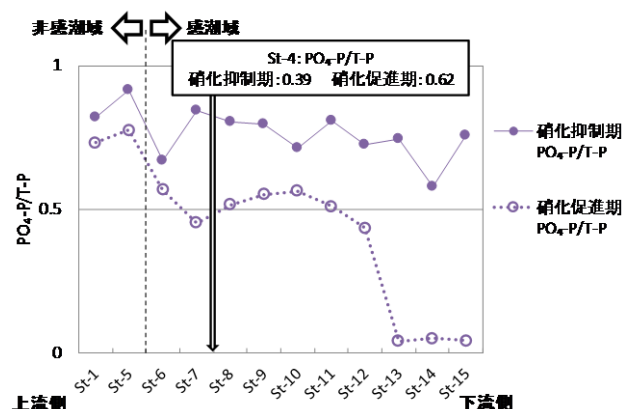


図17 各地点での $PO_4\text{-P}/T\text{-P}$

[content/001397912.pdf](https://www.mlit.go.jp/content/001397912.pdf) (2022. 2. 8アクセス)

- 3) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部：下水放流水に含まれる栄養塩類の能動的管理のための運転方法に係る手順書(案), <https://www.mlit.go.jp/common/001105123.pdf> (2022. 2. 8アクセス)
- 4) 山西博幸, 前田優斗, 田中溪介, 大石京子：河川感潮水域における硝化抑制処理水の輸送とその環境影響に関する調査研究. 水環境学会誌, **41**, 35-42, 2018
- 5) 山西博幸, 大嶋一輝, 谷村聡政, 青木優佳, アニカサラ, 大石京子：下水処理の季別運転が流下沿岸水域に及ぼす影響に関する研究. 第21回日本水環境学会シンポジウム, 40-41, 2018
- 6) 一般財団法人佐賀県環境科学検査協会, 国立大学法人佐賀大学, 佐賀市上下水道局：産学官連携共同研究下水処理施設の季節別運転管理によるノリ養殖海域への効果 報告書, https://www.water.saga.saga.jp/site_files/file/産学官共同研究//kyoudou_kenkyu_20201228.pdf (2022. 2. 8アクセス)

- 7) 柏原学, 秦弘一郎, 古賀敬興, 古閑豊和, 平川周作, 黒川陽一, 宮脇崇, 志水信弘, 松本源生, 石橋融子, 山西博幸: フラップゲートを経由して排出される下水処理場放流水の栄養塩類の経時的変動調査. 福岡県保健環境研究所年報, **47**, 67-71, 2020
- 8) 柏原学, 秦弘一郎, 松木昌也, 古賀敬興, 古閑豊和, 平川周作, 黒川陽一, 宮脇崇, 志水信弘, 松本源生, 石橋融子, 山西博幸: アンモニア性窒素及び塩素剤を含む下水処理場放流水の全窒素濃度分析法に関する研究. 水環境学会誌, **43**, 35-41, 2020
- 9) 日本産業標準調査会: 工場排水試験方法 (JIS K0102), 日本規格協会, 東京, 2016
- 10) 福岡県水産海洋技術センター有明海研究所: H30年度有明海赤潮発生速報第3号,
<http://www.sea-net.pref.fukuoka.jp/gyogyo/gyogyo.htm> (2022. 2. 8アクセス)
- 11) 福岡県水産海洋技術センター有明海研究所: H30年度有明海赤潮発生速報 (続報) 第3号,
<http://www.sea-net.pref.fukuoka.jp/gyogyo/gyogyo.htm> (2022. 2. 8アクセス)

＜環境省ニュース＞

環境研究総合推進費（競争的研究費）、気候変動適応センター及び脱炭素先行地域について

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4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4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4年度から開始する新規課題（令和4年度新規課題公募）については、令和3年9月21日から10月26日まで公募を行い、審査の結果、環境問題対応型研究44課題、革新型研究開発（若手枠）15課題、戦略的研究開発（Ⅱ）1プロジェクト（7課題）、戦略的研究開発（FS）1課題が採択されました。

また、令和4年度新規課題公募においては、環境問題対応型研究の中に新たにミディアムファンディング枠¹を新設し、15課題採択しました。

令和4年秋頃公募予定の「令和5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4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/20220310_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後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4年度においても、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、引き続き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、各地方自治体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5年度新規課題公募における提案では、各地方自治体から多数の提案をいただいております。引き続き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4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/pdf/r04_shinki_kouboshiryo_1.pdf

¹ これまでの環境問題対応型研究の公募区分では、研究開発費支援規模は間接経費、消費税を含む年間上限額は4,000万円以内とされていたが、自然科学分野から人文社会科学分野まで多様な分野からの研究提案、若手研究者からの研究提案など、より多くの研究提案に機会を提供するため、研究する分野の特性、研究計画の規模・範囲等を踏まえ、環境問題対応型研究のうち研究開発費の年間支援規模が全研究期間2,000万円以内/年の規模で研究を実施する課題の応募枠として、新設された枠。

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について

平成30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。

気候変動適応に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るために策定されております気候変動適応計画について、令和2年12月に公表した気候変動影響評価報告書を勘案し、令和3年10月に変更されたため、地域気候変動適応センターについて再度お知らせいたします。

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平成30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。

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：気候変動適応計画（令和3年10月22日閣議決定）

<http://www.env.go.jp/earth/tekiou/1tekioukeika kuR3.pdf>

4. 脱炭素先行地域について

令和2年10月、我が国は、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを宣言

しました。また、令和3年4月には、2050年カーボンニュートラルと整合的で野心的な目標として、2030年度に温室効果ガスを2013年度から46%削減することを目指すこと、さらに、50%の高みに向け挑戦を続けることを表明しました。

これらの目標の達成のためには、国と地方の協働・共創による取組が必要不可欠です。このため、内閣官房長官を議長とする国・地方脱炭素実現会議が設置され、地域が主役となる、地域の魅力と質を向上させる地方創生に資する地域脱炭素の実現を目指し、特に2030年までに集中して行う取組・施策を中心に、工程と具体策を示す「地域脱炭素ロードマップ」（令和3年6月9日 国・地方脱炭素実現会議決定）が策定されました。

「地域脱炭素ロードマップ」及び「地球温暖化対策計画」（令和3年10月22日閣議決定）では、少なくとも100か所の「脱炭素先行地域⁴」で、2025年度までに脱炭素に向かう地域特性等に応じた先行的な取組実施の道筋をつけ、2030年度までに実行することにより多様な地域における地域の魅力と質を向上させる地方創生に資する地域脱炭素の実現の姿を示し、全国に広げるとされたところです。

環境省では脱炭素先行地域の募集（第1回）を令和4年1月25日から2月21日までに実施し、脱炭素先行地域評価委員会の評価を踏まえ、応募があった79件のうち、26件の計画提案を脱炭素先行地域として選定しました。未利用材や家畜糞尿を活用したバイオマス事業、かつてのニュータウンに次世代ZEH+を導入した新たなまちづくりといった、地域固有の事情や特色を踏まえた課題を設定し、その解決に向けた取組を脱炭素で行おうとする多様な地域を選定しています。今回選定された脱炭素先行地域が、全国のあらゆる地域への「実行の脱炭素ドミノ」の最初の起点として、他地域へのモデルとなることを期待しています。

今後も年2回程度の募集（次回は本年夏頃）を予定しています。市街地、農村漁村、自然公園、離島など、多様な地域における先進性・モデル性のある積極的なご応募をお待ちしています。

参考8：地域脱炭素ロードマップ

https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/datsutanso/pdf/20210609_chiiki_roadmap.pdf

参考9：脱炭素先行地域選定結果（第1回）について

<https://www.env.go.jp/press/110988.html>

³ 令和4年4月時点で、全国で49件設置。

⁴ 2030年度までに民生部門（家庭部門及び業務その他部門）の電力消費に伴うCO2排出実質ゼロを実現するとともに、運輸部門や熱利用等も含めてそのほかの温室効果ガス排出削減についても、わが国全体の2030年度目標と整合する削減を地域特性に応じて実現する地域。

＜支部だより＞

東海・近畿・北陸支部

全国環境研東海・近畿・北陸支部の活動として、第36回支部研究会について報告します。

(支部事務局：京都府保健環境研究所)

1. 開催日：令和4年1月
2. 開催方法：書面開催
3. 事務局：和歌山県環境衛生研究センター
4. 発表演題 23題
 - ① ZEB(ゼブ) (Nearly(ニアリー) ZEB(ゼブ))
の達成
(愛知県環境調査センター)
 - ② あいち環境学習プラザについて
(愛知県環境調査センター)
 - ③ 大阪市内小学校での「生き物さがし」事業により
確認された昆虫類
(大阪市環境科学研究センター)
 - ④ 環境水中のトリチウム ー水道水、陸水ー
(石川県保健環境センター)
 - ⑤ 日常食中の放射能調査(福島第一原子力発電所
事故後)
(石川県保健環境センター)
 - ⑥ 岐阜県内河川底質の放射能濃度について
(岐阜県保健環境研究所)
 - ⑦ 京都府内の海底土中のCs-137の挙動について
(京都府保健環境研究所)
 - ⑧ 福井県の秋季におけるPM2.5中発生源指標物質
の調査結果について
(福井県衛生環境研究センター)
 - ⑨ 近畿地方における光化学オキシダント高濃度時
のアルデヒド類及びVOCの連続観測
(京都府保健環境研究所)
 - ⑩ 奈良県における大気粉じん中の形態別ヒ素測定
法の検討及び実態調査
(奈良県景観・環境総合センター)
 - ⑪ 京都市における有害大気汚染物質の経年変化
(京都市衛生環境研究所)

- ⑫ HPLC法による特定悪臭物質アルデヒド類の分析
条件の検討
(京都市衛生環境研究所)
- ⑬ 災害時等の緊急調査を想定した大気中VOCの網
羅的簡易迅速測定法の開発
(和歌山県環境衛生研究センター)
- ⑭ 和歌山県におけるPM2.5汚染の地域的要因と発
生源位置の推定
(和歌山県環境衛生研究センター)
- ⑮ 温暖化による降雪の将来変化と消雪用地下水の
合理的利用
(富山県環境科学センター)
- ⑯ 地下水中の無機ひ素の価数別分離測定方法の検
討
(石川県保健環境センター)
- ⑰ 石川県内の主要河川における未規制化学物質環
境調査結果(第2報)
(石川県保健環境センター)
- ⑱ 河川水におけるポリオキシエチレンアルキルエ
ーテルの分析法の検討
(福井県衛生環境研究センター)
- ⑲ 魚類を用いた急性毒性試験について
(滋賀県琵琶湖環境科学研究センター)
- ⑳ LC-MS/MSを用いたメフェナム酸の分析法に関す
る検討
(奈良県景観・環境総合センター)
- ㉑ 大和川水系上流域における生活由来化学物質
(PPCPs)の環境実態調査
(奈良県景観・環境総合センター)
- ㉒ LC-Q/TOFによる災害時等を想定した水質の緊急
調査手法の開発
(和歌山県環境衛生研究センター)
- ㉓ 左会津川水系における底生動物相を用いた河川
環境の変遷調査
(和歌山県環境衛生研究センター)

「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、 $\cdot 123$, $1.23 \cdot 10^6$ 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 pentachlorophenol, 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。）などの場合に限り，本協議会は無条件で許諾するものとし，著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な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）

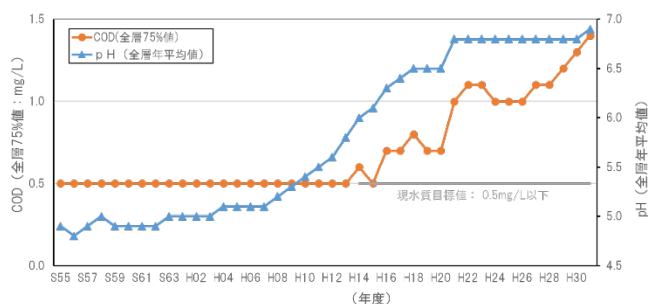
（平成29年5月31日部分改訂）

編集後記

コロナ禍もようやく落ち着く気配を見せています。このまま沈静化することを願いつつも、気を緩めずに対策を継続する必要があります。また、生活様式や働き方、事業活動（全環研の活動も含めて）等々について、これを機会に改めて見直すことが必要だと思われます。

さて、猪苗代湖は、磐梯朝日国立公園の中核を占める観光資源であるほか、その水は、水力発電や灌漑、水道用水などに利用され、重要な水資源となっています。

本県にとって母なる湖である猪苗代湖の水質は、かつては水質日本一（COD<0.5mg/L）を誇っていましたが、近年は源流域の水質変化に起因した中性化に伴って、CODが上昇するなど、水質の悪化が懸念されています。



猪苗代湖の水質の経年変化
(猪苗代湖及び裏磐梯湖沼群水環境保全推進計画より)

県では「猪苗代湖及び裏磐梯湖沼群の水環境の保全に関する条例」を制定し（平成14年）、「猪苗代湖及び裏磐梯湖沼群水環境保全推進計画」を策定（最終改定 令和4年1月）するなどして、官民を挙げて猪苗代湖等の水環境保全に取り組んでいます。

当センターでも湖内や流入河川の定期的なモニタリン



猪苗代水環境センターでの環境学習会の様子

グ、pH中性化等の水質変化原因の解析、流入汚濁負荷削減のための直接浄化施設の実証試験等の調査研究を行っています。

また、湖畔には当センターの附属施設「猪苗代水環境センター」を設置し、子どもたちを対象とした環境学習会を開催したり、県民や各種団体の交流や環境保全活動の実践の場として提供するなど、地域の方々と連携・協働しながら“美しい猪苗代湖”を次世代に継承するための取組を行っています。

最後になりましたが、巻頭言を執筆していただいた協議会会長の熊本県保健環境科学研究所長様、特集「各学会併設全環研集会・研究発表等」を担当していただいた石川県保健環境センター様、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京都府保健環境研究所様、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。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4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 > 山形県環境科学センター所長

季刊 全国環境研会誌 Vol.47 No.2(通巻163号)

Journal of Environmental Laboratories Association

2022年6月27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