

ISSN 2424-1083

# 季刊 全国環境研究会誌

JOURNAL OF ENVIRONMENTAL LABORATORIES ASSOCIATION

Vol.43 No.2 2018 (通巻 147 号)



目 次

**[巻頭言]**

把手共行 (手をとって共に行く) ..... 西森郷子/ 1

**[特集/各学会併設全環研集会・研究発表会]**

- 第58回大気環境学会年会併設特別集会の概要  
..... 佐賀県環境センター/ 2
- 第52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  
..... 佐賀県環境センター/ 4
- 第28回廃棄物資源循環学会年会併設研究発表会の概要  
..... 佐賀県環境センター/ 7

**[報 文]**

- 数値気象モデルを用いた福岡都市域のヒートアイランド現象の解析  
..... 松本源生/ 9
- ペンタダイアグラムを活用した豚房施設排水処理施設の簡易診断  
..... 中山能久・島田玲子・三角敏明/ 16
- 裏磐梯五色沼湖沼群の水質の化学的成分について  
..... 木賊幸子・吉田安伸・渡邊由貴・鈴木 仁・富永幸宏/ 19

**[環境省ニュース]**

- 戦略研究プロジェクト (II) について  
..... 環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室/ 25

C O N T E N T S

---

Numerical Estimation of The Heat Island Phenomenon in Urban Area of Fukuoka City and its Surrounding	.....	Gensei MATSUMOTO / 9
Diagnostic Method of Pig House Drainage Treatment Facility Utilizing Penta Diagram	.....	Yoshihisa NAKAYAMA, Reiko SHIMADA, Toshiaki MISUMI / 16
Chemical Constituents of Waters of Goshikinuma Ponds in Urabandai	.....	Sachiko TOKUSA, Yasunobu YOSHIDA, Yuki WATANABE, Hitoshi SUZUKI, Yukihiro TOMINAGA / 19

## ◆巻 頭 言◆

## 把手共行（手をとって共に行く）

高知県環境研究センター所長 西 森 郷 子



私は、昨年4月に当センターに着任いたしました。久しぶりに配置された職場であることも影響して、自分自身がどう取り組んでいくべきかを模索する日が続きました。そのような中、酸性雨広域大気汚染調査研究会理事委員として、全環研の活動に直接関わる機会を得ました。活動を通して多くの有用な情報を手に入れることができましたし、会員機関には、技術継承の難しさ等の当センターと共通する課題があることを知りました。私にとって、全環研という存在と、活動を通じて出会った多くの方々との交流が、業務を進めていくうえで、大きな力になったと感じています。

今年度は、全環研会長としての役割を担わせていただいております。本協議会の活動がますます充実していくよう、事務局を務める当センターの職員ともども取り組んでまいりますので、ご指導・ご協力のほどよろしくお願いたします。

さて、高知県は、北に石鎚・剣山系を戴く四国山地、南は黒潮流れる土佐湾に囲まれ、四万十川や仁淀川に代表される多数の美しい清流があり、豊かな自然環境が多く残されています。県では、多様な主体が協働して本県の恵み豊かな環境を保全するとともに、地域の自然資源を活かした産業振興を目指して、高知県環境基本計画第四次計画に基づく環境政策に取り組んでいるところで

す。当センターは、県の環境行政における技術面での中核機関として、県内の大気や水質の常時監視、工場・事業場の立入検査等の環境法令に基づく調査や行政依頼検査、地域に根ざした調査研究等に取り組んでいます。越境大気汚染対策など当センターだけでは対応できない環境課題も多くありますので、積極的な業務改善と他機関との連携強化を図りながら、取り組みをもう一段レベルアップさせていく必要があると考えています。

地域に根ざした取り組みの一例として、清流保全に関する調査研究を紹介させていただきます。県西部を流れる四万十川は、「日本最後の清流」として知られていません。水質だけを見ると四万十川よりきれいな川は他にいくつもありますが、四万十川の特長は、昔の川の姿をと

どめ、多くの生き物がいて、人々が川と深く関わりを持ちながら生活している点にあります。四万十川を後世に引き継ぐための取り組みを進めるうえで、「水のきれいさ」や人間が感じるわずかな水質の変化を表し、流域住民にもわかりやすい基準を設ける必要があると考えられましたので、四万十川条例（略称；平成13年3月制定）に、清流度（水平方向の透明性）、窒素、磷、水生生物からなる清流基準（独自の基準）を設けました。当センターは、清流度の測定手法の確立や清流基準の設定に大きく関わるとともに、モニタリング調査、データ提供と提言等の政策支援を継続して行っています。

また、他の河川（仁淀川、物部川）についても、清流保全計画に基づき、モニタリング調査、流域の小中学生を対象とした環境教育等を行うとともに、河川の状況に応じた独自の水質調査方法の検討を進めているところです。

さて、当センターは、公害が大きな社会問題となった昭和48年に公害防止センターとして設置され、昭和61年に現庁舎で業務を開始しました。平成9年には、多くの新たな業務や環境問題の質の変化に対応するため組織を見直し、名称を環境研究センターと改め、現在に至っています。

そして今年度末には、二期工事中の新庁舎（環境研究センター、衛生研究所等が入居）への移転が予定されており、現在、各種仕様書の作成、建築業者等との調整をはじめとする準備作業を進めております。

今回の移転を契機に原点に立ち返って、地方環境研究機関として今後どのような役割・機能を強化していくべきかを、職員や関係者とともに協議・検討していきたいと考えています。また、機能強化を実現していくためには、組織の見直しを視野に入れる必要があります。これらの検討に際しては、共通する使命のもとで日々取り組んでいらっしゃる会員機関の皆様から、さまざまな情報やご意見をいただくことが重要となりますので、引き続きお力をお貸しくださいますようお願いいたします。

## 〈特集〉各学会併設全環研集会・研究発表会

### 第58回大気環境学会年会併設特別集会の概要

佐賀県環境センター

第58回大気環境学会年会併設特別集会は、平成29年9月6日に兵庫医療大学（兵庫県神戸市）で開催された。

本年度は、環境大気モニタリング分科会と共催し「PM<sub>2.5</sub>高濃度の地域別特徴と近年の動向」をテーマとした。

我が国のPM<sub>2.5</sub>汚染は、年平均値ベースでは低下傾向が見られ、注意喚起件数も減少しつつあるが、依然として高濃度現象が見られている。この要因は越境汚染だけでなく、その地域のもつ潜在的な特徴に起因する場合も少なくない。そこで、日本を4つのエリアに分け、各地域の近年の高濃度現象について知見を共有するとともに、PM<sub>2.5</sub>の成分測定における精度管理についても最新の情報を共有し、日本全体で環境基準を達成するために必要な道筋を考えることを目的とした。

本集会は、環境大気モニタリング分科会の米持真一氏（埼玉環境科学国際センター）から趣旨説明が行われ、その後、米持真一氏と全国環境研協議会の近藤大輔氏（佐賀県環境センター）を座長として、6題の講演が行われた。

概要は、以下のとおりである。

#### 1. 近年の国内PM<sub>2.5</sub>状況について

（国立環境研究所 菅田 誠治）

観測データおよびその基本的な解析から読み取れる近年のPM<sub>2.5</sub>状況について包括的に御講演いただいた。

PM<sub>2.5</sub>の環境基準達成率（一般局）は2割から4割程度であったのが2015年度は8割弱、2016年度は速報値に基づく見積では9割程度に上昇している。

2016年度のPM<sub>2.5</sub>年平均濃度は、2014年度比でみると、全国平均、東日本平均、西日本平均いずれも減少しており、日本全体で2割程度の濃度減少が起きている。

年平均濃度の減少、環境基準達成率の上昇について、国内外に起源を分けると、中国での濃度減少の影響のほか、気象要因による輸送量の減少も2016年度にはあったことが推測できる。

#### 2. 北海道・東北におけるPM<sub>2.5</sub>の高濃度要因について

（北海道立総合研究機構環境科学研究センター  
秋山 雅行）

北海道で注意喚起が行われたときの北海道・東北における濃度変化やPM<sub>2.5</sub>濃度の推移と、含有成分の地域的、季節的な特徴について御講演いただいた。

北海道・東北のPM<sub>2.5</sub>年平均濃度は全国と比較しても低い地域であるといえるが、2014年に2度の高濃度事例が発生した。

2014年3月下旬の事例では、大陸からの汚染物質の移流の影響下、地域的な汚染による影響が重なり高濃度になったと推察された。2014年7月下旬の事例では、シベリア森林火災の影響によると推察され、北海道に高濃度をもたらした、その後東北地方も含めて広く影響を及ぼしたと推察された。

北海道内6地点で観測した結果について、各地点濃度の減少傾向がみられた。各成分の大気中濃度の長期変動傾向をみると、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、ECは全地点で減少傾向を示した。EC濃度の減少幅は遠隔地よりも都市部で大きく、ディーゼル車規制などの効果によるものと推察された。遠隔地ではSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が主体で長距離輸送の影響が大きい、都市域では炭素成分、特に無機炭素の割合が多いのが特徴である。また、季節別では特に工業地域と内陸地で冬に濃度が高くなる傾向がみられ、産業や地形が濃度に影響を及ぼしている状況が窺えた。

#### 3. 関東におけるPM<sub>2.5</sub>の特徴

（東京都環境科学研究所 齊藤 伸治）

関東地方におけるPM<sub>2.5</sub>の近年の状況や東京都環境科学研究所で実施された成分測定をもとに季節ごとの高濃度要因についての解析結果について御講演いただいた。

東京都で観測されたPM<sub>2.5</sub>の傾向については、年平均値は一般局、自排局とも2001年から2011年にかけて減少傾向が続き、2011年以降は横ばいとなっているが、一般局と自排局の差はほとんどなくなっている。一方、地域による濃度差がみられた日平均値の98%値については、年

平均値と同様の傾向であったが、2013年以降減少傾向が続いている。

高濃度発生時の成分組成について、夏季は硫酸イオン、秋冬は硝酸イオンが主成分であり、有機化合物はいずれの季節においても高濃度時には一定程度存在していた。

冬季の高濃度における硝酸アンモニウムの生成条件について、実測での $\text{HNO}_3$ と $\text{NH}_3$ の濃度積と理論値との比を用いて粒子状の $\text{NO}_3^-$ 濃度との関係を調べたところ、濃度積の比が大きいほど $\text{NO}_3^-$ 濃度が高く硝酸アンモニウム粒子の生成が促進されていたことが示唆された。

#### 4. 大阪府における高濃度時の $\text{PM}_{2.5}$ の特徴 (大阪府立環境農林水産総合研究所 森 育子)

平成27年度の大阪府内の常時監視局における $\text{PM}_{2.5}$ の成分測定結果を用い、 $\text{PM}_{2.5}$ 高濃度日の発生源寄与について指標元素法により推計した結果の報告について御講演いただいた。

指標元素法による発生源推計の対象とした6起源(自動車、重油燃焼、廃棄物焼却、鉄鋼工業、道路粉じん、海塩)のうち、夏季の高濃度日において寄与率が高かったのは、重油燃焼、次いで自動車であった。一方、秋季は自動車の寄与率が最も高かった。発生源寄与率も夏季の高濃度日と秋季の高濃度日では異なっていた。

後方流跡線解析結果も夏季は瀬戸内海もしくは太平洋方向から、秋季は中部地方からの輸送が示唆された。

夏季の $\text{PM}_{2.5}$ の高濃度に寄与した発生源のひとつとして、国内臨海部の工業地帯や船舶における重油燃焼が考えられ、秋季の高濃度現象に寄与した発生源のひとつとしては、国内の自動車の影響が考えられた。

#### 5. 中国四国地方における $\text{PM}_{2.5}$ 高濃度状況 (山口県環境保健センター 長田 健太郎)

$\text{PM}_{2.5}$ 高濃度事例をもとに中国四国地方の $\text{PM}_{2.5}$ 高濃度状況の検討結果について御講演いただいた。

中国四国地方の $\text{PM}_{2.5}$ 高濃度事例は、地域によっても異なり、越境汚染と地域汚染の双方の影響を受け複雑な状況を示した。

日本海地域はほぼ越境汚染のみで、越境汚染時には高濃度になるがすぐに濃度は低下した。太平洋地域はその殆どが清浄な地域であり、地域のバックグラウンドデータを得るために重要な地域であると思われた。瀬戸内地域は越境汚染に加え特有の地域汚染も存在し、年平均値も他の地域よりも高いと考えられた。瀬戸内地域は越境汚染と地域汚染の混在もみられ、西側は越境汚染の影響が強く東側は地域汚染の影響が強かった。最近では越境汚染による高濃度事例が減少傾向で、今後は地域汚染がよ

り重要になっていくと考えられた。

#### 6. $\text{PM}_{2.5}$ の成分測定における精度管理—目標検出下限値の設定—

(日本環境衛生センター 吉村 有史)

発生源解析に統一的な精度を有する測定値を供するための精度管理について御講演いただいた。

成分測定の精度管理の実態としては、精度管理における検出下限値及び定量下限値に測定機関毎の大きな差がみられる。発生源解析をする際に必要な検出下限値を統一するため、目標検出下限値を設定した。平成26年度の成分測定結果を使用し、次の3条件の全てを満たすことができる検出下限値を目標とした。(1)全国の測定値のうち90%以上を検出できること。(2)測定値の全国平均値の10分の1の濃度を検出できること。(3)国設バックグラウンド地域において、50%以上のデータを検出できること。

ただし、大気中の濃度が非常に低い成分等については、全国の検出下限値の50%タイル値を目標値とした。

目標値は、ある一定の精度に近づけるために定めたもので、今後達成状況や成分濃度の実態の変化によって見直される。また、精度の向上には既知濃度の標準試料を使用した内部精度管理や、未知試料による外部精度管理によって測定値の正確さを担保することも重要であり、今後の検討事項である。

本集会には、大学、企業、自治体等から、100名を超える参加があった。集会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＞

座長：埼玉県環境科学国際センター 米持 真一  
佐賀県環境センター 近藤 大輔

1. 近年の国内 $\text{PM}_{2.5}$ 状況について  
国立環境研究所 菅田 誠治
2. 北海道・東北における $\text{PM}_{2.5}$ の高濃度要因について  
北海道立総合研究機構環境科学研究センター  
秋山 雅行
3. 関東における $\text{PM}_{2.5}$ の特徴  
東京都環境科学研究所 齊藤 伸治
4. 大阪府における高濃度時の $\text{PM}_{2.5}$ の特徴  
大阪府立環境農林水産総合研究所 森 育子
5. 中国四国地方における $\text{PM}_{2.5}$ 高濃度状況  
山口県環境保健センター 長田 健太郎
6.  $\text{PM}_{2.5}$ の成分測定における精度管理—目標検出下限値の設定—

日本環境衛生センター 吉村 有史

＜特集＞各学会併設全環研集会・研究発表会

第52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

佐賀県環境センター

平成30年3月17日に北海道大学工学部（北海道札幌市）にて日本水環境学会年会併設研究集会（事務局：佐賀県環境センター）を開催した。当研究集会は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、また地環研会員同士の情報交換の場を設けるため、毎年日本水環境学会年会と併設した形で開催している。今年度は2部構成とし、第1部を特別講演として3題、第2部のテーマを「各地方環境研究所における水質事故等で解決に導いた事例紹介や水質環境基準項目の測定方法に関する研究について」として7題の講演および発表が行われた。当日は地方環境研究所の研究員を中心に81名（事前申込み38名、当日参加43名）の参加があった。

第1部の座長を北海道立総合研究機構環境科学研究センターの三上英敏氏が、第2部を佐賀県環境センターの近藤大輔氏が務めた。各講演および発表の概要は以下のとおりである。

第1部 特別講演

1.1 有明海湾奥部水域における諸問題と取り組み事例—地域特性に応じた放流水の質的基準作りのためのモニタリング—

（佐賀大学 低平地沿岸海域研究センター  
教授 山西 博幸）

九州西部に位置する有明海は、特有の大きな干満差により発生する強い潮流で水域生態系のバランスを保っている。有明海主要産業であるノリの色落ち問題を端に、順応的な水環境マネジメントに基づく有明海ノリ養殖場に配慮した下水処理場の季別運転の実情とその効果について調査した。その結果、ノリ養殖期の冬期に硝化抑制した下水処理放流水が、下げ潮の流下とともにノリ漁場まで到達し、ノリの生育に必要なDIN濃度をNH<sub>4</sub>-N濃度のみで供給していることが示された。また、今後の施策・指標作成に資するため、継続的なモニタリングの必要性が述べられた。

1.2 水環境中受容体結合活性物質の生物的・化学的検出  
（国立研究開発法人国立環境研究所 環境リスク・健康研究センター

主席研究員 中島 大介）

バイオアッセイによる環境水中の受容体結合活性等のモニタリングを全国的に実施し、我が国における状況を把握した。また、ある工場排水中のエストロゲン受容体（ER）結合活性物質について、化学分析を併用することで原因物質を推定した。さらに、分子鋳型技術を用いることにより、ER結合活性物質の選択的濃縮基材を開発した。この基材と精密質量分析による高精度分析とを統合し、簡易一斉分析法の構築を目指している。現在は基材の高通水性化とオンライン化を進めている段階である。

1.3 1400種の化学物質のターゲットスクリーニング法開発と環境調査

（北九州市立大学環境技術研究所  
特命教授 門上 希和夫）

自動同定・定量データベース（AIQS）は、試料測定時の装置性能をデータベース作成時と同一にすることで標準品測定の代替とする手法であり、迅速・低コスト、省力に数百～数千物質を測定できる環境にやさしい測定法である。開発済の2種のAIQS（GC/MSを用いた1000種の半揮発性化学物質測定用およびLC/QTOF-MSによる500種の極性物質測定用）と固相抽出を組み合わせ、水試料用の2種のターゲットスクリーニング法を開発した。これにより、従来法では困難な1400物質を短時間に同定・定量することが可能であり、緊急時での環境安全性評価、環境汚染事件の原因究明および環境汚染の全体像の把握など様々な用途に活用できる。

## 第2部

### 2.1 京都府内の中小河川で発生した白濁事故への対応について

(京都府保健環境研究所 北野 隆一)

へい死魚や簡易水質検査による異常は観察されなかったものの、中小河川で発生した特異的な白濁事故について、迅速に環境基準項目の測定を行うとともに、誘導体化-GC/MS測定等により白濁原因物質の究明を行った。ジクロロメタン抽出液を誘導体化した試験溶液からは、バター等の乳製品の組成に近い脂肪酸類や乳化剤、ヘキサン抽出液からはグリセリン脂肪酸エステル(油脂)等を検出したことから、白濁の原因は乳製品と推定し、翌日、事故発生日地点下流の樋門を閉鎖した河川管理者等関係機関に情報を提供した。

### 2.2 高知県における魚類へい死事故事例およびその特徴について

(高知県環境研究センター 細井 健太郎)

平成29年度に受付けた行政依頼検査の半数が農薬によるものであり、そのほとんどがトルフェンピラドであった。トルフェンピラドは、対象作物、病害虫の適用範囲が広範囲である。農薬事故は、使用時期に関わらないため、関係機関と連携し注意喚起を行なっている。また、魚類の異常行動を引き起こす農薬類については、観察そのものが解決へと繋がるため、あらゆる可能性を視野に連携体制を構築し、事故事例の共有により迅速な解決を目指している。

### 2.3 岩手県における事故、緊急時の環境調査事例～AIQS-DBおよびLC/MS/MSを活用した原因物質検索～

(岩手県環境保健研究センター 伊藤 朋子)

岩手県における魚類へい死事故等、原因物質不明の水質事故時は、全自動同定・定量データベースシステム(AIQS-DB)とLC/MS/MSによる農薬類の一斉分析を併用し、幅広く農薬や環境汚染物質のスクリーニングを行っている。魚類へい死事故の原因調査を実施したところ、過去に登録失効した農薬が検出され、不適切な廃棄が疑われた。GC/MS AIQS-DBの適用が困難な熱に不安定な物質や極性物質には、LC/MS/MSを併用することで、より詳細に原因物質の推定が可能となることが示唆された。

### 2.4 岡山県における水質事故時等の水質分析体制と原因特定事例について

(岡山県環境保健センター 山本 浩司)

岡山県での水質事故発生時の分析体制と原因特定事例を紹介。魚へい死事故時の農薬類の分析は、GC/MSによる一斉分析を確立しているが、高揮発性、熱分解等の物質に対応するため、LC/MSによる分析法を検討している。油流出事故や白濁事故では、GC/MS等により原因物質を推定し、現場の水質状況からさらに原因特定に尽力している。

事故探知から24時間以内に速報を報告することを目標としており、このことは、水質事故の早期解決および被害拡大防止に大きく寄与している。

### 2.5 六価クロム測定における添加回収率の向上に係る検討

(福岡県保健環境研究所 古賀 敬興)

六価クロムの測定について、懸濁物質が多く、また、硫酸酸性時に白濁するため、ジフェニルカルバジド吸光光度法では測定が困難な検体について、鉄共沈操作を実施しICP発光分光分析法による分析を実施した。しかし、添加回収率が低くなったため、添加した六価クロムが還元された可能性を推察し、酸化還元電位(Eh)との関係および回収率の向上を検証した。その結果、添加回収率に影響を与えた要因の一つとしてEhの低下が示唆され、対策方法として曝気の有効性を確認した。

### 2.6 水質モデルを用いた加古川流域における窒素の動態解析

(兵庫県環境研究センター 古賀 佑太郎)

瀬戸内海の播磨灘では貧栄養化によるノリの色落ちや漁獲量の減少が問題と言われており、栄養塩類の管理が必要である。陸域からの栄養塩流出評価に資するため、水文・水質モデルを用いた加古川流域の窒素流出解析を、降雨時および平水時で実施した。

流量の再現性は良好であったものの、全窒素濃度の評価が十分ではないことが判明し、正確な面源負荷原単位および平水時の面源負荷量の推定が今後の課題である。

### 2.7 湖沼の水環境と沿岸に生息する陸上植物種の関係について

(北海道立総合研究機構 環境科学研究センター 石川 靖)

周辺土地利用として畜産業と人為的影響の少ない湖沼について、湖岸植生種による湖沼の水環境評価手法を検討した。沿岸水と地下水中の栄養塩濃度において一定の相関性が見られたことから、湖水中の成分が地下水に対し反映されていた。栄養塩濃度と植物種・



現存量から湖水の栄養環境に応じたパターン分類化  
ができ、その指標植物を抽出した。湖沼における栄養  
塩濃度の違いは沿岸域に生息する陸上生態系の植物  
種の群落構成に影響を与えていることが分かった。

当集会には、大学、企業、自治体等から、80名を超  
える参加があった。集会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＞

座長：北海道立総合研究機構 三上 英敏  
佐賀県環境センター 近藤 大輔

### 第1部

- 1.1 有明海湾奥部水域における諸問題と取り組み事  
例 ―地域特性に応じた放流水の質的基準作りの  
ためのモニタリング―

佐賀大学 山西 博幸

- 1.2 水環境中受容体結合活性物質の生物的・化学的  
検出

国立環境研究所 中島 大介

- 1.3 1400種の化学物質のターゲットスクリーニング  
法開発と環境調査

北九州市立大学環境技術研究所 門上 希和夫

### 第2部

『各地方環境研究所における水質事故等で解決に導  
いた事例紹介や水質環境基準項目の測定方法に関す  
る研究について』

- 2.1 京都府内の中小河川で発生した白濁事故への対  
応について

京都府保健環境研究所 北野 隆一

- 2.2 高知県における魚類へい死事故事例およびそ  
の特徴について

高知県環境研究センター 細井 健太郎

- 2.3 岩手県における事故、緊急時の環境調査事例  
～AIQS-DBおよびLC/MS/MSを活用した原因物質検  
索～

岩手県環境保健研究センター 伊藤 朋子

- 2.4 岡山県における水質事故時等の水質分析体制  
と原因特定事例について

岡山県環境保健センター 山本 浩司

- 2.5 六価クロム測定における添加回収率の向上に  
係る検討

福岡県保健環境研究所 古賀 敬興

- 2.6 水質モデルを用いた加古川流域における窒素  
の動態解析

兵庫県環境研究センター 古賀 佑太郎

- 2.7 湖沼の水環境と沿岸に生息する陸上植物種の  
関係について

北海道立総合研究機構 石川 靖

## ＜特集＞各学会併設全環研集会・研究発表会

### 第28回廃棄物資源循環学会年会併設研究発表会の概要

佐賀県環境センター

平成29年9月7日に東京工業大学において、全国環境研協議会と廃棄物資源循環学会試験検査法研究部会との共催で、第28回廃棄物資源循環学会年会併設研究発表会が開催された。本発表会の概要は、以下のとおりである。

#### 第1部 廃棄物研究発表会

（座長：（公財）東京都環境公社

東京都環境科学研究所 小泉 裕靖）

##### 1.1 福岡市の家庭系可燃ごみ中のリサイクル可能紙類の推移と社会的要因

（福岡市保健環境研究所 望月 啓介）

家庭系ごみの有料化が完了した平成17年から現在に至るまで、家庭系可燃ごみ中の「段ボール」、「新聞」、「雑がみ」の排出状況を調査した。

段ボールの生産量は近年増加傾向、排出量は減少傾向であった。回収量は通年で安定して推移しており、リサイクルに関する意識が定着していることが示唆された。

新聞の排出量・回収量は共に減少傾向であるが、これは新聞発行部数の減少が影響していることが考えられる。また、発行部数・回収量の減少率の違いより、地域集団回収等以外による回収が広まっていることが示唆された。

雑がみの排出量・回収量を比較すると、排出量が実際の回収量の約5倍にもものぼっている。これは材質的な問題、大きさ・形が様々であること等の問題により、リサイクル可能であるとの認識が未だ定着していないことが原因として考えられる。

##### 1.2 廃棄物（汚泥）溶出液のヒ素前処理、分析条件について

（沖縄県衛生環境研究所 井上 豪）

産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法（告示13号）では検液中に含まれるヒ素の濃度はJIS K 0102の61によることとされている。JISの水素化物発生法による前処理は、“硫酸(1+1)1mL、硝酸2mLを加え、過マンガン酸カリウム(3g/L)で着色後、加熱板上で加熱して白煙硫酸を発生させること”しか記載が無く、温度や時間の指定が無い。

以前より、ICP-MS法と水素化物発生法とで結果に差が出ることは知られているが、下水汚泥の溶出液など、有機ヒ素が含まれる可能性がある検液について水素化物発生装置を用いる測定を行う場合、通常の250℃程度の分解条件では不十分であり、450℃程度まで昇温させることで水素化物発生法でもICP-MSと同等の結果を得られることが確認できた。

##### 1.3 下水汚泥処理排水からのリン回収技術に関する基礎的研究

（名古屋市環境科学調査センター 平生 進吾）

下水汚泥の処理工程において発生する処理水を対象として、高効率のリン回収技術の開発を試みた。

HAP法及びMAP法により1週間連続して試験を行った結果、水中のリン濃度が減少し、リンの回収ができた。また、異なる処理場において回収効率に差が見られ、溶解している無機物（イオン類や金属類など）の影響が示唆された。さらに、HAP法の方がMAP法と比較して優位であることが明らかとなった。

##### 1.4 下水汚泥の嫌気性処理を高速化する新規膜分離型システム

（（地独）大阪府立環境農林水産総合研究所 吉田 弦）

嫌気性消化は減容化とエネルギー化を兼ね備えた、下水汚泥の優れた処理技術である。しかし、処理日数を20～30日と長く要するというデメリットがある。

そこで、可溶化槽に膜分離工程を組み込み、SSの分離と酸生成を両立させる膜分離可溶化プロセスと、UASB法を組み合わせたシステムで、嫌気性処理の高速化を目指した。

HRT（水理学的滞留時間）2.5日で膜分離可溶化槽を運転した結果、余剰汚泥のSS減少率は50%となった。中温嫌気消化に匹敵する減容化性能をHRT2.5日で達成できたことから、嫌気性処理時間を大幅に短縮できる可能性が示された。加えて、SRT（固形物滞留時間）の調整により、膜のメンテナンスも省力化できる可能性が示された。

## 1.5 廃棄物最終処分場の安定化状況のモニタリングについて

(神奈川県環境科学センター 大塚 寛人)

県立県営の管理型産業廃棄物最終処分場の埋立完了区域や埋立中の区域について、温度、発生ガス及び浸出水の水質の状況を調査し、埋立地の安定化の状況を把握するとともに、当該処分場の主要埋立物の一つである廃石こうボードの埋立に関して懸念される硫化水素の発生のおそれについて検証を行った。

その結果、調査期間中に埋立を開始した区域における温度等の調査結果から、埋立中でも比較的早い段階に好気性分解等が起こっているものと考えられた。また、埋立区画ごとの浸出水にはデンプン由来の有機物源が存在し、嫌気雰囲気等の条件が整えば硫化水素の発生の可能性はあるものの、処分場浸出水には溶存酸素があり好気的であること等により、現状の維持管理が継続される中では、硫化水素発生のおそれは少ないと考えられた。

## 第2部 情報交換会

(司会：国立研究開発法人

国立環境研究所 山本 貴士)

### 2.1 廃棄物試験検査法の最新の話

#### ・産業廃棄物に係る告示13号試験方法の改訂に向けた検討状況 (愛媛大学 貴田 晶子)

告示13号試験方法の改訂に向けて再検討を行っている。

JIS K0102(2013)に採用された試験法の適用性検討では、流れ分析について、フッ素は基本的に適用可、シアンは、一部の試料を除いて適用可である。カドミウム、鉛等の固相抽出法については、フィルターを通す際にろ過して、粒子状物質中の目的成分も除いてしまうため適用不可。有機塩素化合物のイオンクロマトグラフ法は適用可能。溶出操作では、環境省の統一精度管理調査において、水平(横)振とうのうち、縦置き横振とうの方が鉛等の定量値が有意に高い結果が報告されており、更に詳細な規定を検討する予定である。

#### ・溶出試験への新JIS適用の問題点 —六価クロム分析の問題点—

(鳥取県衛生環境研究所 門木 秀幸)

ばいじんのような非常に妨害が多いものについて、分析法の検討を行った。対処法として、硫酸と発色試薬の添加順を逆にすること、適切な前処理により妨害を除去することで効果がみられた。エタノール還元による対照液の作成においては、目視では判別しにくい微細な懸濁物が生成することがあり、ろ過して取り除くことが必要。

## 2.2 廃棄物の不法投棄、不適正埋立地等の調査方法について

### ・Ⅱ型研究「最終処分場ならびに不法投棄地における迅速対応調査手法の構築に関する研究」の概要

(埼玉県環境科学国際センター 長森 正尚)

事前情報が限られる不適正処分場や不法投棄地等の異常時対応においては、汚染の原因物質群の同定や汚染源と範囲の確認等の作業が短時間で求められることから、迅速対応が可能な検査体制の整備が重要である。

しかし、調査項目や手法は多岐にわたることから、効率的な調査項目の選定や実施する調査の習熟度が必要となる。本研究では、参考となる文献や地方環境研究所の有する調査手法と経験を総合化して、迅速に対応できる調査手法を構築する。

### 〈プログラム〉

#### 第1部 廃棄物研究発表会

座長：(公財)東京都環境公社

東京都環境科学研究所 小泉 裕靖

- 1.1 福岡市の家庭系可燃ごみ中のリサイクル可能紙類の推移と社会的要因  
福岡市保健環境研究所 望月 啓介
- 1.2 廃棄物(汚泥)溶出液のヒ素前処理、分析条件について  
沖縄県衛生環境研究所 井上 豪
- 1.3 下水汚泥処理排水からのリン回収技術に関する基礎的研究  
名古屋市環境科学調査センター 平生 進吾
- 1.4 下水汚泥の嫌気性処理を高速化する新規膜分離システム  
(地独)大阪府立環境農林水産総合研究所 吉田 弦
- 1.5 廃棄物最終処分場の安定化状況のモニタリングについて  
神奈川県環境科学センター 大塚 寛人

#### 第2部 情報交換会

司会：国立研究開発法人 国立環境研究所 山本 貴士

### 2.1 廃棄物試験検査法の最新の話

・産業廃棄物に係る告示13号試験方法の改訂に向けた検討状況  
愛媛大学 貴田 晶子

・溶出試験への新JIS適用の問題点 —六価クロム分析の問題点—  
鳥取県衛生環境研究所 門木 秀幸

### 2.2 廃棄物の不法投棄、不適正埋立地等の調査方法について

・Ⅱ型研究「最終処分場ならびに不法投棄地における迅速対応調査手法の構築に関する研究」の概要

埼玉県環境科学国際センター 長森 正尚

<報文>

## 数値気象モデルを用いた福岡都市域のヒートアイランド現象の解析\*

松本 源生\*\*

キーワード ①都市ヒートアイランド ②人工排熱 ③気象モデル

### 要 旨

福岡都市域では、猛暑日は8.9日/100年、熱帯夜日数は44日/100年の割合で増加し、地上気温の上昇率は地球温暖化に起因する気温上昇率を超えており、都市ヒートアイランドの影響が指摘されている。本研究では、都市キャノピーモデルを組み込んだ領域気象モデルWRFに入力する気象と土地利用データを変更し、推定式から導いた人工排熱データを用いて精度の高い数値気象モデルを構築した。再現実験の結果、都市ヒートアイランドに起因する気温上昇は風が停滞する夜間に大きく3℃から4℃に達したこと、日中は海風が卓越し内陸まで達するため、都市ヒートアイランドによる気温上昇は小さいことを明らかにした。更に、今後都市化が進展し、都市の集積度が高まればヒートアイランド強度もより大きくなることを示した。

### 1. はじめに

三大都市圏(首都圏, 中部圏, 近畿圏)では、人間活動による排熱(人工排熱)、緑地面積の減少による蒸発散の減少、都市ビルなどの熱容量の高い人工構造物の増加によって気温が上昇するヒートアイランド現象と呼ばれる都市気候が形成されている<sup>1)</sup>。都市のヒートアイランド現象によって、熱帯夜による睡眠障害、熱中症などの健康影響や、エネルギー消費の増大、住宅等への空調設備増加が懸念される。

2009年の気象庁ヒートアイランド監視報告によれば、「三大都市圏に比べると九州北部では気温上昇も影響する面積も小さいが、夏季において晴れて風が弱い日に福岡市付近で2℃から3℃程度の都市化による気温上昇が見られた。」とあり、福岡都市域のヒートアイランド現象が確認されている。

本研究では、まず長期間の観測データから福岡都市域の気温上昇の実態を明らかにする。次に、数値気象モデルを導入し、夏季晴天時に焦点を当て都市気候の再現実験を実施する。用いた数値気象モデルは、米国大気研究センター(NCAR)と米国環境予測センター(NCEP)が中心となり開発され、実用的な天気予報と学術研究両方に対応した領域気象モデルWRF<sup>2)</sup>である。

### 2. 福岡都市域の気温上昇の実態

#### 2.1 海面水温との比較

ヒートアイランド現象と同様、人間活動が原因で気温が上昇する地球温暖化は、大気中のCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>など温室効果ガスの増加に起因して気温が上昇する現象であり、地球規模な広がりを持つ。

気象庁では、都市化の影響が比較的小さいとみられる15地点と、三大都市圏の年平均気温を比較している。その結果、前者の気温上昇は日本近海で平均した海面水温(Sea Surface Temperature, 以後 SST と略記する。)の上昇と概ね等しく、地球温暖化による影響を反映しているのに対し、後者の気温上昇は日本近海で平均したSSTよりも明らかに高く、地球温暖化とともに都市化の影響がわっていると結論づけている<sup>3)</sup>。

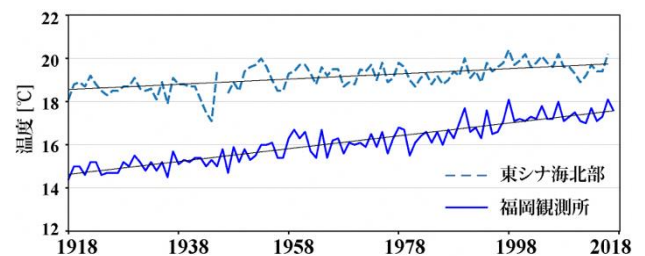


図1 100年間の温度変化(福岡観測所の地上気温と東シナ海北部SSTの年平均値)

\*Numerical Estimation of The Heat Island Phenomenon in Urban Area of Fukuoka City and its Surrounding

\*\*Gensei MATSUMOTO (福岡県保健環境研究所) Fukuoka Institute of Health and Environmental Sciences

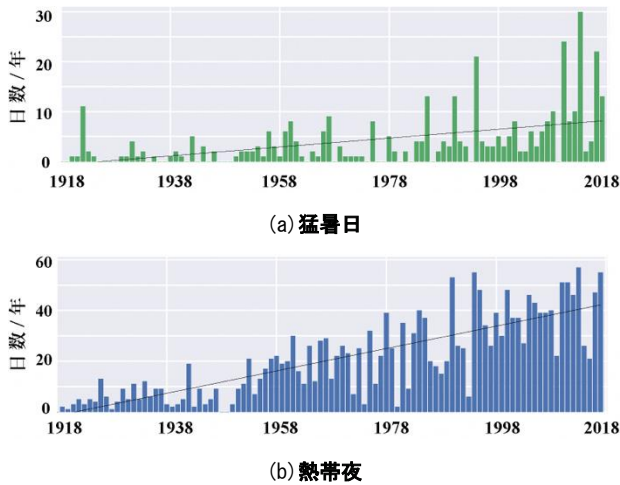


図2 福岡観測所における猛暑の長期変化

本研究においても、都市域の気温とSSTを比較した。図1に、気象庁地域気象観測システム(以後 アメダスと略記する。)の福岡観測所の年平均地上気温(地上1.5m)と、東シナ海北部の年平均SST<sup>4)</sup>について、100年間の長期変化を示す。共に緩やかに温度が上昇している。図には回帰直線も描いており、勾配は東シナ海北部SSTで1.2°C/100年に対して、福岡観測所の地上気温で2.9°C/100年であった。つまり、SSTよりも地上気温の上昇率が大きく、福岡都市域の気温上昇にヒートアイランド現象も一因していることが確認できた。

### 2.2 夏季の猛暑日・熱帯夜

福岡観測所のデータから、100年間にわたる猛暑の実態を図2に示す。最高気温が35°C以上となる猛暑日(図2(a))も、夕方から翌日の朝までの最低気温が25°C以上になる熱帯夜の日数(図2(b))も、ここ100年で増加している。両者とも回帰直線を描いており、勾配は猛暑日数で8.9日/100年であるのに対し、熱帯夜日数では44日/100年と5倍程度であり、最高気温よりも最低気温の上昇が顕著であることを示す結果となった。(なお、本研究では気象庁ヒートアイランド監視報告にならい、「夜間」を18時から翌6時、「日中」を9時から18時としている。)

### 3. 気象モデルの設定

解析対象期間は2016年8月で、Sugaら<sup>5)</sup>に従い降水量が5mm/日を超えず、4時間を超える降水が観測されなかった8月7日から8月27日の21日間とした。期間中、連日高気圧に覆われ晴天が続いていた。

本研究では気象モデルとして、WRF ARW Version 3.9.1.1を用いた。WRFを動かすには、気象、SST、土地被覆、地形の各種データ、また地表面パラメータ、更に力学・物理モデルを設定する必要がある。以下に、本研究で用いた設定について述べる。

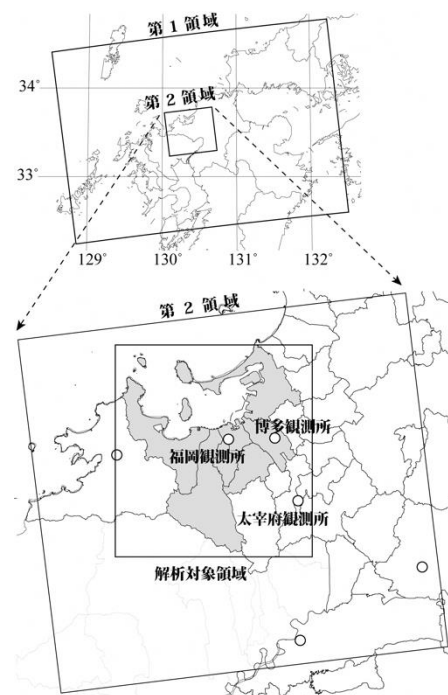


図3 計算領域と解析対象領域 (グレーの領域:福岡市, ○:アメダス観測所)

表1 各領域におけるグリッド情報

領域	格子数	格子サイズ	Time step
第1領域	70×50×40	5 km	30 秒
第2領域	61×56×40	1 km	6 秒

### 3.1 気象の初期値・境界値

気象データの初期値・境界値には、NCEPの最終全球客観解析データ(通称 FNL, 空間解像度1°, 時間解像度6時間)を利用することがデフォルトであるが、日本を対象とした詳細な計算を行うため気象庁のメソ再解析データ(Meso-Scale Analysis, 以後 MANALと略記する。)を利用した。MANALは水平格子間隔5km, 時間解像度はFNLの半分の3時間と優れているが、風速、大気の水湿度のみであり、不足するデータ(土壌水湿度など)はFNLで補った。

また、SSTは地上気温の再現性に影響を与える<sup>6)</sup>。WRFにデフォルトで用いられるNCEPが作成するRTG-SSTは単純なロジックの解析データであり、例えば福岡県に近い瀬戸内海の国東半島沖 北緯33°30'30", 東経131°30'30"地点の海域において水面温度が周囲より連日20°C以上低くなっているなど問題点が指摘されている。本研究では、日本近海での精度に問題のない英国気象局のOSTIA(Operational Sea Surface and Sea Ice Analysis)をSSTとして用いた。

### 3.2 計算領域とメッシュ分割

計算領域を図3に、各領域のグリッド情報を表1に示す。九州中部から山口県を覆う格子間隔5kmで70×50格子の領域(第1領域)を時間ステップ30秒で計算し、更に2方向

ネスティングで福岡県域を覆う格子間隔1kmで61×56格子の領域(第2領域)を時間ステップ6秒で計算した。鉛直方向の分割は、上空50hPa(高度約20km)までを40等分し、地表面近くが細かく上空に行くに従い粗くなる不等分割とした。最下点の格子点の高度は50mである。

解析対象領域は、図3下図に示した福岡市(グレーの塗り潰し)を含む経度130°01'58"から130°29'42", 緯度33°25'30"から33°52'28"の範囲に設定した。なお、本研究で用いる福岡都市域は、この解析対象領域を指している。

### 3.3 力学・物理モデル

圧縮性流体の静力学の運動量保存式、質量保存式、熱の保存式、水蒸気・雲水・雨水・雪・あられの保存式を基本方程式系として組み込んでいるWRF<sup>2)</sup>は、各種気象現象を解くスキームを多数持っている。スキームの種類ごとに複数の力学・物理モデルが装備されている。

本研究ではデフォルトでないスキームも多く選択しており、雲微物理スキームには6つの水物質の状態変化を計算するWSM6を、境界層スキームには2次方程式の渦粘性近似モデルであるMYNN Level-3を、地表面スキームにはモニン・オブコフの相似則を用いるMYNN surface layerを用いた。更に、陸面スキームには都市外に対して計算ステップ毎に土壌水分量を更新するNoah-LMSを用い、都市には都市キャノピーモデルとして都市の熱収支を再現するSingle-Layer Urban Canopy Model(以後 UCMと略記する)を用いた。

### 3.4 土地利用の設定

コンクリートや建造物などの人工被覆域は植生域と比べて、日射による熱の蓄積が大きく地表面から上方への熱の拡散が多くなるため、気温上昇が大きい。また、建造物の高層化、高密度化が進むと、天空率の減少、風通しの悪化により気温の低下が妨げられる。このため都市域のヒートアイランド現象の計算に用いる土地利用データは、高精度に都市域を表現しているものが求められる。実際、土地利用データの違いが、特に猛暑時の計算に大きな影響を及ぼす<sup>6)</sup>との報告がある。

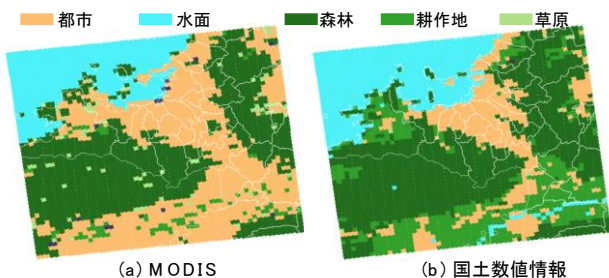


図4 土地利用データの比較

WRFはデフォルトで、NASAの衛星観測システムMODISに

よるデータを解像度30"に加工したもの(以後 MODISと略記する。)が土地利用データとして設定されるが、MODISは日本の土地利用を正確には反映していない。そこで、第1領域及び第2領域の土地利用を国土数値情報の土地利用3次メッシュデータ(解像度1km)に変更した。

メッシュには森林、草原、耕作地、都市、水面の面積の割合が記述されており、領域2の各メッシュについて最も面積の多い代表土地利用項目の分布図を図4に示す。MODISの土地利用(図4(a))は山間部を除く福岡市からの広い範囲が都市となっているなど現状を反映していないのに対し、国土数値情報(図4(b))は第2領域の南部の広範囲が水田であることを示しており、妥当な土地利用データであることが確認できた。

### 3.5 都市の細分類

WRFでUCMを使うため(Tewariら<sup>7)</sup>)には、都市の土地利用区分をLow-intensity residential, High-intensity residential, Industrial/Commercial zone(以後、それぞれLow, High, Commercialと略記する。)と3種類の都市形態に分ける必要がある。この概念を日本に適用するため、義江ら<sup>8)</sup>は数値地図5000の土地利用項目から3種類の都市形態を集約しているが、数値地図5000は三大都市圏にしか提供されていない。そのため、本研究では国土数値情報の用途地域データを用いることとし、表2に示すように、UCMの都市形態と用途地域の分類を対応させ、都市形態をも考慮した土地利用データを作成した。図5には、福岡都市域の都市形態の分類図を示す。

UCMの計算に重要なパラメータの一つである都市の割合(Fraction of urban, 以後  $Frac_{urb}$ と略記する。)は

$$Frac_{urb} = A_{Urban} / A_{Grid}$$

により計算する。ここで、 $A_{Urban}$ はメッシュ内の都市の面積、 $A_{Grid}$ はメッシュ面積である。都市形態ごとに $Frac_{urb}$ を集計した値を表3に示しているが、第2領域で78%から87%であり、用途地域に指定されているメッシュでは高い値を示した。表3には、UCM計算にとって重要な

表2 UCMの都市形態と用途地域の対応

区分	UCMの都市形態	国土数値情報
	内容	用途地域
Low	建造物 30-80%, 植生 20-70% 土地の殆どが一戸建て住宅	第一種低層住居専用地域
		第二種低層住居専用地域
High	建造物 80%以上, 植生 20%未満 建造物はアパート・長屋が主	第一種中高層住居専用地域
		第二種中高層住居専用地域
Commercial	商業地域・工場、道路・鉄道	第一種住居地域
		第二種住居地域 準住居地域、近隣商業地域 商業地域、準工業地域 工業地域、工業専用地域

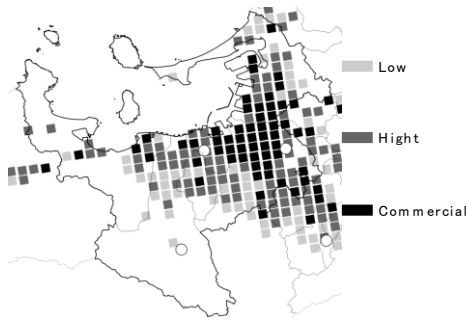


図5 福岡都市域の都市形態  
(○:アメダス観測所)

表3 UCM計算の重要パラメータ

都市形態	建物高さ	建ぺい率	$Frac_{urb}$
Low	7.5	46	78
High	8.1	49	82
Commercial	8.2	50	87

建物高さ、建ぺい率(指定建ぺい率でなく、実際の敷地面積に対する建物面積の割合)も示しているが、これらの値はShresthaら<sup>9)</sup>が近畿圏の検討で用いた値を適用した。その他、UCMに必要な地表面パラメータ(粗度長、アルベド、蒸発効率、放射率)については、義江ら<sup>8)</sup>に示された首都圏の値を適用した。

### 3.6 人工排熱データ

エネルギーを消費することに伴い発生する人工排熱(Anthropogenic Heat, 以後 AHと略記する。)は、都市のヒートアイランドの原因の一つと考えられている。国内でAHを調査した例として、足永ら<sup>10)</sup>、Moriwakiら<sup>11)</sup>の研究があり、首都圏では高解像度なAHデータが得られている。しかし、福岡都市域に関する同様なデータはない。本研究では、Sailorら<sup>12)</sup>が2015年に開発した手順を適用し、AHを求めた。

Sailorの手順は、合衆国内の各都市のAHを求めることを基本として、まず

$$Q_{fmax\cdot夏} = \beta_0 + (\text{人口密度}) \cdot \beta_2 \quad (\text{式-1})$$

でAHの日最大値 $Q_{fmax\cdot夏}$ を求める。ここで、 $\beta_0=2.554$ 、 $\beta_2=0.007$ で与えられる。これは米国にのみ適用される式であり、米国以外の都市に対しては、

$$Q_{fmax\cdot夏\cdot米国以外} = f_{ec} \cdot Q_{fmax\cdot夏} \quad (\text{式-2})$$

で変換することでAHの日最大値 $Q_{fmax\cdot夏\cdot米国以外}$ が得られる。ここで、 $f_{ec}$ は国別に適用されるパラメータであり、日本の場合  $f_{ec}=0.51$  で与えられる。

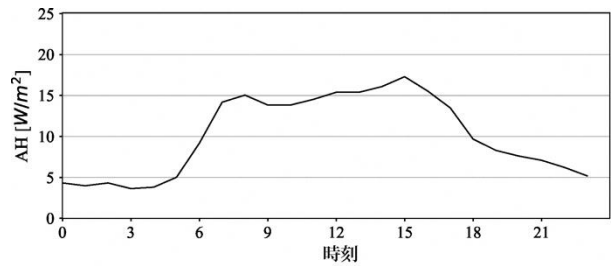


図6 計算に用いたAHの時間プロフィール

(式-1)、(式-2)に、2015年国勢調査による福岡市の人口密度4,480人/km<sup>2</sup>を代入すると、

$$Q_{fmax\cdot夏\cdot福岡} = 17.29 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

が得られ、このAHの日最大値にSailorが提案した時間重みパラメータを適用することにより、福岡市におけるAHの時間プロフィールが算出される。

算出したAHの時間プロフィールを、図6に示す。足永ら、Moriwakiらによる関東地方におけるAHの日最大値(新宿136W/m<sup>2</sup>、銀座86W/m<sup>2</sup>、東京23区平均34W/m<sup>2</sup>)や時間プロフィールと比較して、妥当な数値が得られたと判断し、本研究では図6の時間プロフィールを都市形態Low、High、Commercialに一様に与えた。

### 3.7 計算機環境

計算には、Intel Core i5 3.1GHz、メモリ8.0GBのPCを用いて4コア並列演算を行った。解析対象期間の前に2日間の計算安定期間を加えた計23日間におよぶ再現実験に、約43時間を要した。

### 4. 再現性の検討

WRF計算の再現性の検証のため、図3に示したアメダス観測所3地点について、観測値と計算値を比較した。

博多観測所における10分値の地上気温の変動を図7に示す。計算値は観測所直近の第2領域格子点での地上気温であり、解析対象期間21日間にわたって両者は近い推移をしているものの、日毎の最大値、最小値に違いが見られる。実際、表4にアメダス観測所3地点について観測値

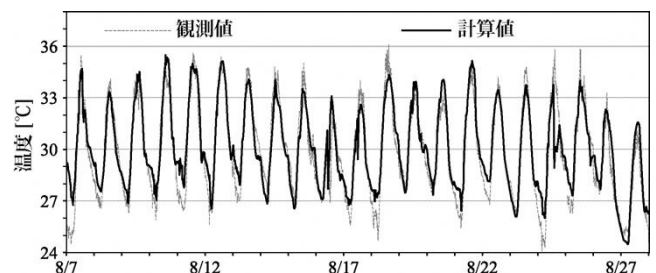


図7 博多観測所における地上気温の変動  
(10分値、点線:観測値、実線:計算値)

表4 計算値の評価指標

観測所	相関係数	MAE (°C/10min)	RMSE (°C/10min)
福岡	0.84	0.87	1.48
博多	0.93	0.77	1.02
太宰府	0.90	1.24	1.55

表5 各ケースの設定

ケース名	土地利用
Base	現状
Run-WOOD	都市、耕作地を森林に変更
Run-URB100	Low, High, Commercial のメッシュについて、都市の割合を100%に変更

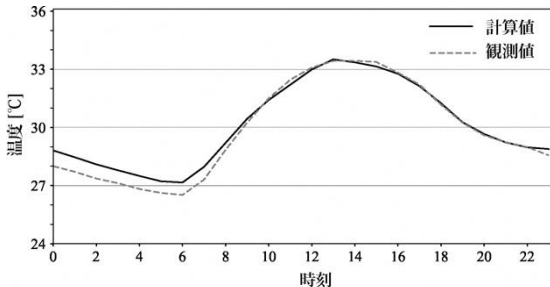


図8 博多観測所における地上気温の21日間平均日変化

と計算値の相関係数, MAE (平均絶対値誤差), RMSE (二乗平均平方根誤差), 更にMAEに対するRMSEの比を示しているが, 相関係数は3地点で0.82から0.91と良好な範囲にあるものの, 0に近いほど計算精度が高いことを示すMAEとRMSEは, それぞれ0.88から1.28, 1.21から1.50であり, 小さくない誤差が認められる。観測との差の原因として, 計算では下層の鉛直解像度が十分でなく夜間の接地境界層の再現が十分でないこと。また, 用途地域は規制のための基準であるため, 図5に示した都市形態分類は実際にはLowの都市形態のメッシュをHighに分類する可能性もあり, 都市化が進んだメッシュを実際より多めに見積もる傾向にあること。更には, 建物高さ建ぺい率は関西圏の再現実験のデータを引用しているおり, 実際よりも大きめの数値を適用した可能性などが挙げられる。

しかし, 日下ら<sup>2)</sup>によれば, 解析対象期間の期間平均値, 時刻別平均値など期間平均によれば気温の再現性は向上すると指摘されている。そこで, 本研究でも解析対象期間21日間の平均による比較のため, 図8に博多観測所における21日間の各時刻で平均化処理した地上気温の日変化を示す。夜間に高温バイアスが見られるが, 0.3°Cから0.8°Cと小さく, 日中は高い精度で一致している。これ以降, 解析対象期間の各時刻で平均処理したデータについて解析を進める。

### 5. 土地利用変化の影響評価

ここでは, 福岡都市域のヒートアイランド現象を検討するため, 表5示す各ケースについて数値実験を実施する。Baseは現状の土地利用, つまり前章にて再現性を検討したものの。Run-Woodは都市と耕作地を全て森林に変更した, 人間活動がない場合を想定したものの。Run-URB100は都市形態Low, High, Commercialの各メッシュについて都市の

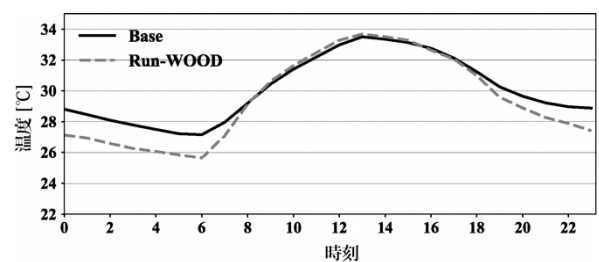
みとし, 現状78%から87%の $Frac_{urb}$ を100%に変更した都市化が更に進展した状況を想定したものである。

### 5.1 都市化の影響

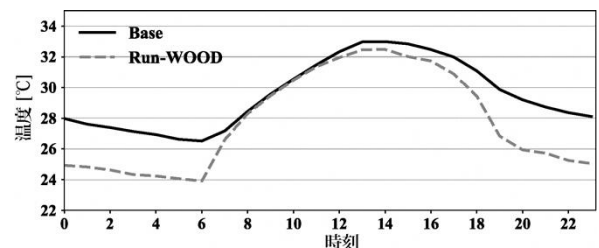
気象庁では, 都市化の影響を「都市あり実験」と「都市なし実験」の差として扱っている<sup>1)</sup>。本研究では, Baseが「都市あり実験」, Run-WOODが「都市なし実験」に相当しており, 両者の差から都市化の影響を検討した。

図9に博多観測所および太宰府観測所の地上気温の日変化を示す。10時から16時の時間帯においては, 周囲が都市域である博多観測所でBaseとRun-WOODにほとんど差異はなく, 都市化の影響は認められないが, 周囲に水田, 森林が点在する太宰府観測所では都市化の影響による気温上昇が最大で0.69°Cあった。18時から6時の夜間においては, 都市化の影響が顕著に現れており博多観測所, 太宰府観測所でそれぞれ2°C前後, 3°C前後の都市の影響による気温上昇が継続した。

都市形態がHigh, Commercialのメッシュの中に位置する博多観測所よりも, 周辺に位置する太宰府観測所のほうが都市化の影響が大きかったが, この現象を詳細に解析するため, 図10に都市化の影響の分布図を示す。夜間の時間帯である早朝6時(図10(a))には福岡都市域の広い範囲で3°Cを超える気温上昇があり, その領域は図5で示



(a) 博多観測所



(b) 太宰府観測所

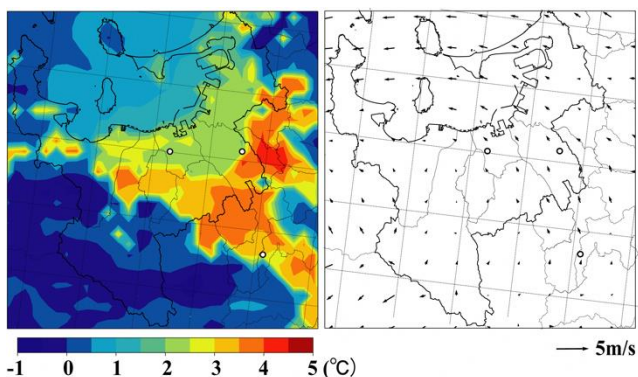
図9 21日間を平均した地上気温の日変化



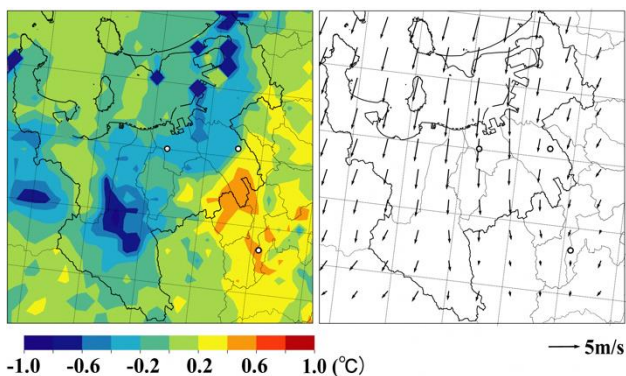
した都市形態の地域と概ね一致した。ただ、博多局から太宰府局にかけての地域は温度上昇が4℃近くあったが、都市形態Commercialは少なく、Highの多い地域であった。温度上昇が負値となった地域は山間部である。風系図と並べて見ると、気温上昇が大きい地域と陸風が弱風となる地域が概ね一致した。

日中の最高気温となった時間である13時(図10(b))には、福岡都市域で温度上昇が1℃を超えることはなく、日中には夜間ほどの顕著な都市化の影響がなかった。風系図によれば、海に近い地域では北向きの風で風速は5m/sを超えていることから、日中は強い海風が都市域の熱(熱気は上空へ移動し易い。)を内陸の森林地帯に輸送する役割を担った結果、都市化が進んでも温度上昇が小さく抑えられていると考えられる。実際、風速が1m/sから2m/s程度と弱い太宰府局近傍では0.8℃程度の気温上昇があり、周辺よりも都市化の影響が僅かに認められた。

夏季の晴天が継続した期間を対象に再現実験を行い、都市化の影響は夜間に強く、日中はほとんどなく、夜間は陸風が停滞するのに対し、日中は卓越する海風が内陸部にまで達していることを確認した。日下ら<sup>2)</sup>による首都圏の解析でも同様である傾向が報告され、既に都市化の影響の定量的な解析を実施している。本研究でも、夜間



(a) 6時



(b) 13時

図10 21日間を平均した都市化の影響(左図)、風系(右図)

都市化の影響が福岡都市域の広い地域で3℃から4℃に達することを、再現実験から導いた。

更に、図2において熱帯夜日数の増加が猛暑日の増加を上回ったことについても、都市化の影響は夜間に強く、日中はほとんどない計算結果と矛盾しない結果となった。

### 5.2 都市化の進展の影響予測

都市化が更に進展したケースを想定して、気温上昇を予測を試みた。ここでは、表5に示した現状の土地利用であるBaseと、都市形態のメッシュの都市の割合を100%に変更したRun-URB100の計算結果をもとに、ヒートアイランド強度<sup>13)</sup>(Urban Heat island Intensity, 以後 UHIと略記する。)を導入して都市化の進展に対する気温上昇の評価を行った。

UHIはヒートアイランド現象の進行状況を示す気候学的指標であり、

$$UHI = T_{Urban} - T_{Rural}$$

により与えられる。ここで、 $T_{Urban}$ 、 $T_{Rural}$ はそれぞれ都市、郊外の代表温度である。本研究では、 $T_{Urban}$ には都市、 $T_{Rural}$ には水田、耕作地等を配慮して図11に示す3地点ずつをそれぞれの代表地点とした。



+ 都市の代表地点 x 郊外の代表地点

図11 UHI算出の代表地点

図12に、解析対象期間の各時刻で平均化処理したUHIの日変化を示す。日中は13時を除けば、Base、Run-URB100とも同様な値で推移していた。しかし、夜間の18時から顕著な差が現れ、Run-URB100のUHIがBaseに比べて0.5℃程度大きくなり、6時まで同程度の差が継続した。このことは、都市集積度が高くなることによって、夜間のUHIが0.5℃は大きくなる余地が十分にあることを示唆している。すなわち、都市形態のメッシュの都市の割合を100%に設定したRun-URB100は、表3に示した78%から87%の範囲の $Frac_{urb}$ を100%に変更したに過ぎず、建物高さや建ぺい率はBaseと同一値としており、Run-URB100よりも更に都市化の進んだケースも設定できる。

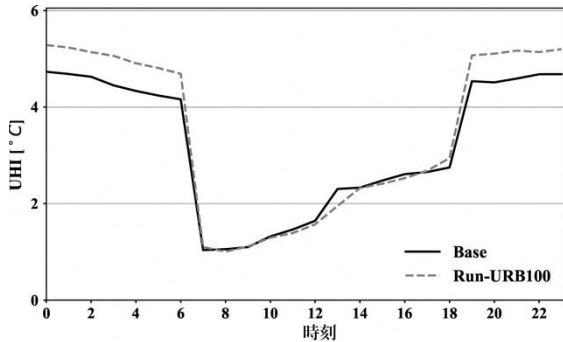


図12 21日間を平均したUHIの日変化

このように、都市域に建物を増せばヒートアイランド現象に起因する更なる温度上昇が生じる。温度上昇を抑制するためには、公園などの用途の土地を十分に確保することが必要と考える。

都市化の進展として、ここでは都市形態のメッシュの都市の割合を100%とした検討を実施した。建ぺい率の増加、森林や耕作地のメッシュを都市に変更することによる都市化の進展の解析も可能であるが、今回は都市形態のメッシュの都市の割合を増加する解析に留めた。

## 6. あとがき

気象モデルWRFにUCMを適用して、福岡都市域の夏季におけるヒートアイランド現象の再現実験を行った。計算に先立って、気象庁アメダス観測所の100年分のデータから地上気温、猛暑日、熱帯夜を抽出し、福岡都市域の気温上昇には地球温暖化だけでなくヒートアイランド現象も一因することを確認した。

気象モデルの再現精度を向上させるため、気象の初期値・境界値、土地利用データを変更し、人工排熱データを適用した。計算結果を観測値と比較し評価指標を算出したところ、小さくない誤差が認められたが、解析対象期間21日間の時刻別平均値による日変化は観測データを精度よく再現できた。

「都市あり実験(現状)」と「都市なし実験」の再現実験の比較から、都市化の影響による気温上昇は風が停滞する夜間に大きく都市域で3°Cから4°Cにおよび、日中は海風が強いため都市化の影響は小さいことを示した。都市化が進展するケースとして、都市が代表土地利用項目となっているメッシュについて、都市化の割合を増加させる数値実験から、都市の集積度が高くなればヒートアイランド強度も増加することを確認した。

今回の検討では、都市の細分類に国土数値情報の用途地域を用いたが、三大都市圏に提供される数値地図5000に相当する実態を反映した詳細なデータが望まれる。また、建物高さ、建ぺい率、地表面パラメータには首都圏や近畿圏の研究で用いられた数値を多々引用した。今後、

これらのデータが福岡都市域で整備されれば、ヒートアイランド現象の更に高精度な解明が期待できる。

## 7. 引用文献

- 1) 気象庁：ヒートアイランド監視報告2016, 2017
- 2) 日下博幸：領域気象モデルWRFについて, ながれ, 28, 2009
- 3) 気象庁：ヒートアイランド現象と地球温暖化は違うのですか?, <http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/himr-faq/03/qa.html>
- 4) 気象庁：海面水温の長期変化傾向(日本近海)のデータ, <http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/shindan/a-1/japan-warm/japan-warm-data.html>
- 5) Suga M., Almkvist E., Oda R., Kusaka H., Kanda M. : The impacts of anthropogenic energy and urban canopy model on urban atmosphere. *Annual Journal of Hydraulic Engineering*, **53**, 283-288, 2009
- 6) Grossman-Clarke S., Zendr J.A. : Contribution of Land Use Changes to Near-Surface Air Temperatures during Recent Summer Extreme Heat Events in the Phoenix Metropolitan Area. *American Meteorological Society*, **53**, 1649-1664, 2010
- 7) Tewari M., Chen F., Kusaka H., Miao S. : Implementation and Evaluation of a Single-Layer Urban Canopy Model in WRF/Noah. The 7th WRF Users' Workshop, June 2006
- 8) 義江龍一郎, 三浦翔, 望月政法：風環境評価のための標準上空風データの整備に向けた領域気象モデルWRFの検証. 日本風工学会論文集, **40**, 113-122, 2015
- 9) Shrestha K.L., Kondo A., Maeda C., Kaga A., Inoue Y. : Investigating the Contribution of Urban Canopy Model and Anthropogenic Heat Emission to Urban Heat Island Effect using WRF Model. 日本冷凍空調学会論文集, **26**, 45-55, 2009
- 10) 足永靖信, 李海峰：顕熱潜熱の違いを考慮した東京23区における人工排熱の排出特性に関する研究. 空地調和・衛生工学会, **62**, 121-130, 2004
- 11) Moriwaki R., Kanda M., Seno H. : Anthropogenic water vapor emissions in Tokyo. *Water Resources Research*, **44**, 2008
- 12) Sailor D.J., Georgescu M., Milne J.M., Hart M.A. : Development of a national anthropogenic heating database with an extrapolation for international cities. *Atmospheric Environment*, **118**, 7-18, 2015
- 13) 榎原保志, 北原祐一：日本の諸都市における人口とヒートアイランド強度の関係. 日本気象学会, **304**, 41-49, 2003

<報文>

## ペンタダイアグラムを活用した 豚房施設排水処理施設の簡易診断\*

中山能久\*\*・島田玲子\*\*・三角敏明\*\*\*

キーワード ①ペンタダイアグラム ②豚房施設 ③排水処理施設 ④排出水

### 要 旨

生物的硝化脱窒素法による排水処理施設においては、稼働状況を確認するには専門的な指標を用いて行うことが一般的であった。今回、考案したペンタダイアグラムに処理水の理化学試験結果をあてはめることにより、豚房施設排水処理施設の処理状況を視覚的に図示する手法を提案する。この手法を用いることにより、水質汚濁防止法に規定する排水基準項目のみを用いて、簡易的に豚房施設排水処理施設の稼働状況を診断することが可能になる。

### 1. はじめに

水質汚濁防止法に規定する特定施設の一つである豚房施設においては、一般的に生物処理法により、排出水の処理が行われている。生物処理法においては、排水処理施設の維持管理にMLSS（活性汚泥濃度）、SVI（汚泥容量指標）、SRT（汚泥滞留時間）、HRT（水理学的滞留時間）といった指標が用いられるが、こういった指標は行政職員にとっては馴染みが薄く、排水処理施設の稼働状況を知るには、専門業者による診断を待たざるを得ない。

今回、水質汚濁防止法に規定する排水基準項目である理化学検査結果のみを用いて豚房施設の排水処理施設の稼働状況を簡易的に診断する手法を提案する。

### 2. 生物的硝化脱窒素法

豚房施設から排出される排出水は、一般的に図1の過程（生物的硝化脱窒素法）を経て処理されている<sup>1)</sup>。

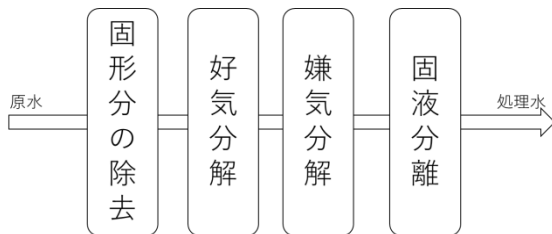
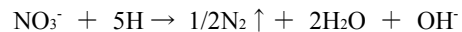


図1 豚房施設排水の処理過程

畜産施設の排水処理においては、集められた原水は、まずばっ気槽で好気条件下において酸化分解（好気処理）が行われる。この過程においては、原水中に含まれるアンモニア性窒素は硝酸性窒素に変化し、pHは酸性側に移動する。



その後、嫌気条件下に移行し嫌気分解（嫌気処理）が行われる。この過程においては、処理水中の硝酸性窒素は窒素ガスとなり大気に放出される。このとき、pHはアルカリ性側に移動し、その結果pHは中性付近に収束する。



最後に、沈殿槽や膜透過法を用いて、処理水中の固形物（主として活性汚泥）を除去して、排出水として場外に排出する。

以上のことをまとめると、処理水の性質は、水処理が進行するに伴い表1のような推移を示す。

表1 処理水の性質の推移

	原水	好気処理後	嫌気処理後
BOD	高	低下	さらに低下
pH	アルカリ性	酸性化	中性化
NH <sub>4</sub> -N	高	低	低
NO <sub>3</sub> -N	低	高	低

\*Diagnostic Method of Pig House Drainage Treatment Facility Utilizing Penta Diagram

\*\*Yoshihisa NAKAYAMA, Reiko SHIMADA (宮崎県衛生環境研究所) Public Health and Environmental Science Office, Miyazaki Prefectural Government

\*\*\*Toshiaki MISUMI (宮崎県環境森林部環境管理課) Environmental Management Division, Environment and Forestry Department, Miyazaki Prefectural Government

### 3. 使用した基準項目

#### 3.1 アンモニア又はアンモニウム化合物

排水基準を定める省令の規定に基づく環境大臣が定める排水基準に係る検定方法（以下、「告示法」という。）による測定値を使用した。

#### 3.2 硝酸化合物

告示法による測定値を使用した。

#### 3.3 水素イオン濃度 (pH)

告示法による測定値を使用した。

#### 3.4 生物学的酸素要求量 (BOD)

告示法による測定値を使用した。

## 4. ペンタダイアグラムと排水処理施設の診断

### 4.1 ペンタダイアグラム

豚房施設の排水処理施設を稼働状況を簡易的に診断する手法として、前述の理化学試験結果を、図2に示すペンタダイアグラムにあてはめる方法を提案する。なお、図中のpH以外の単位は、いずれもmg/Lである。

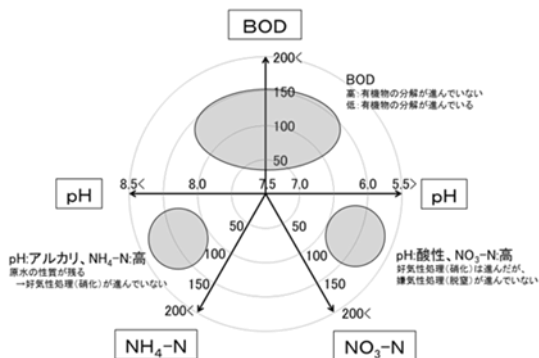


図2 ペンタダイアグラム

図の上段に生物学的酸素要求量(以下、「BOD」という。), 横軸に水素イオン濃度 (pH), 下段左にアンモニア又はアンモニウム化合物(以下、「アンモニア性窒素」という。), 下段右に硝酸化合物 (以下、「硝酸性窒素」という。)をプロットしている。

水素イオン濃度 (pH)については、中央をpH7.5とし、左端がpH8.5以上、右端がpH5.5以下と、左右で非対称な数直線としている。これは、処理前のpHが概ね8.5~9.0であること、好気性処理後はpHが一旦5.5以下まで達すること、及び最終的な処理水のpHが7.5付近に収束することによる。

BODについては、排水基準値である160mg/Lを含む形で図中の最大値を200mg/Lとしている。

アンモニア性窒素及び硝酸性窒素についても、利便性を高める観点から、BODに合わせて最大値を200mg/Lとしている。

以下に、実際の処理水の測定結果をペンタダイアグラムに導入した例を示す。

### 4.2 パターンその1

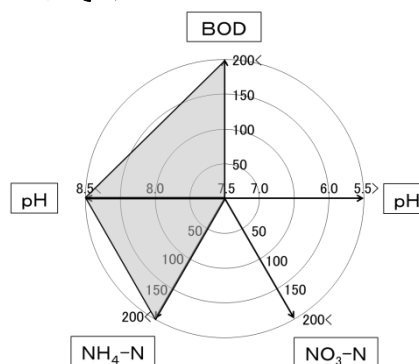


図3 パターンその1

BODとアンモニア性窒素が高く、pHも塩基性を示しており、ペンタダイアグラムが左側に大きく張り出した形になっている。これは、原水の性質が強く残っている形で、好気条件下における酸化分解（硝化）が進んでいない状態を示している。

そのため、ペンタダイアグラムがこの形をとる時は、好気性処理過程の不具合（処理槽が小さい、ばっ気不足、好気性微生物相の不調など）が疑われる。

また、この状態の処理水は、臭気（アンモニア臭）が強いことが特徴としてあげられる。

### 4.3 パターンその2

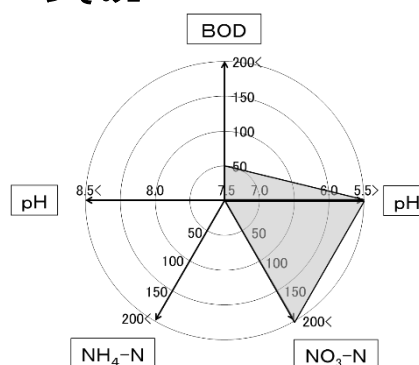


図4 パターンその2

BODとアンモニア性窒素は低下したものの、硝酸性窒素が高く、pHが酸性を示しているため、ペンタダイアグラムが右下に張り出した形になっている。これは、好気性条件下における分解（硝化）は行なわれたものの、その後の嫌気条件下における分解（脱窒）が進んでいない状態を示している。

そのため、ペンタダイアグラムがこの形をとる時は、嫌気性処理過程の不具合（ばっ気過剰、嫌気性微生物相の不調、栄養不足など）が疑われる。

この状態の処理水は、臭気はなく、外観上は排水処理が正常に行われた状態（パターンその3）と見分けがつか

かない。

#### 4.4 パターンその3

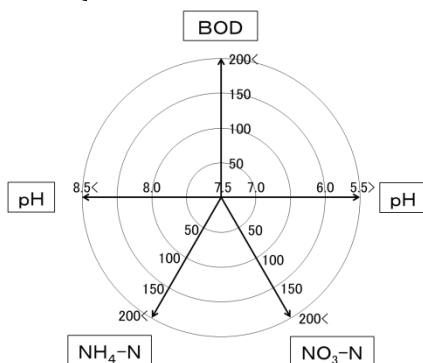


図5 パターンその3

排水処理が正常に行われた場合、BOD、アンモニア性窒素及び硝酸性窒素はいずれもゼロ付近まで低下し、pHは7.5付近を示すため、ペンタダイアグラムは図5のように、ほぼ中心に収束する。この状態の処理水が、排水水として理想的な状態である。

#### 4.5 その他のパターン

排水処理が正常に行われた場合、その過程で処理水の性質はパターン1→2→3の順に変動するため、パターン1又は2の性質を持つ処理水は処理が不完全であると判断できる。

ここで、排水処理施設が正常に稼働していない場合、処理水が1～3以外のパターンを示すこともある。

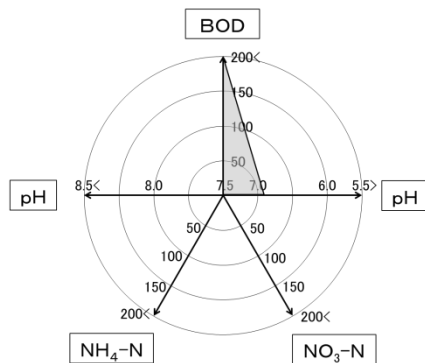


図6 その他のパターン

図6は、実際の処理水で示されたパターンで、アンモニア性窒素及び硝酸性窒素がともに除去できており、pHも中性付近であるにもかかわらず、BODが高いという、特異的な形を示している。この処理水は浮遊物質量(SS)の数値が高く、活性汚泥の流出が認められていた。そのため、水処理自体は順調に稼働したものの、沈殿過程がうまく機能せず、流出した活性汚泥がBODのみを引き上げたものと考えられた。

#### 5. まとめ

考案したペンタダイアグラムに理化学試験結果をあてはめることにより、生物的硝化脱窒素法を用いて処理を行う豚房施設排水の処理状況を視覚的に図示することが出来た。また、専門的な指標を使うことなく、行政による排水検査結果のみを用いて、簡易的に排水処理施設の稼働状況を診断することが可能になった。

一方で課題としては、まず、現状、豚房施設に特化したものであるため、牛房施設やその他の業種についてこの形のまま適用しても不都合が発生することが予想される。また、4.5にて示したように、水処理過程（好気性/嫌気性）以外の要因による水質変動については、その都度考証を必要とする。

今後、本法の適用事例を蓄積していきたい。

#### 6. 引用文献

- 1) 公害防止の技術と法規編集委員会：新・公害防止の技術と法規2014 水質編 技術編，71-103 109-112，一般社団法人産業環境管理協会，2014

<報 文>

裏磐梯五色沼湖沼群の水質の化学的成分について\*

木賊幸子\*\*・吉田安伸\*\*\*・渡邊由貴\*\*・鈴木 仁\*\*\*\*・富永幸宏\*\*

キーワード ①裏磐梯 ②pH上昇 ③硫酸イオン ④火山性水質

要 旨

裏磐梯五色沼湖沼群は、1888年の磐梯山の噴火による山体崩壊で川がせき止められるなどして形成された。その水質は流入する火山性の水や磐梯山の深層地下水、浅層地下水などから構成されており、pHが約3から7までと幅広く分布するなど、沼ごとに異なっている。裏磐梯五色沼湖沼群について、2011年から2017年にかけて化学的成分などに重点を置き調査を行った結果、pHが上昇している傾向があり、それと連動して主成分である硫酸イオン、カルシウムイオンなどが減少していることが確認された。この水質変化は火山性水質の供給量低下の影響によるものと推察された。

1. はじめに

1888年の磐梯山の噴火により長瀬川とその支流がせき止められるなどしてできた裏磐梯五色沼湖沼群の水質は、火山活動に由来し金属成分を豊富に含んだ硫酸酸性の水や磐梯山の深層地下水などから構成され、沼ごとに微妙に異なったものとなっている。いくつかの沼では、金属成分を含む酸性水が中和される過程で生成するケイ酸アルミニウムの微細粒子（アロフェン）により青白色の美しい水色を呈し、沼内や周囲の多様な植生と相まって独特の美しい景色が楽しめるなど、本県を代表する景勝地とされている。しかし近年、外来植物の侵入や水色変化の指摘など、裏磐梯五色沼湖沼群をとりまく環境の変化が懸念されている。

千葉ら<sup>1) 2)</sup>は裏磐梯五色沼湖沼群の各湖沼の流出部等で調査を行い、銅沼系(スキー場湧水→緑沼→瑠璃沼→青沼→弁天沼)、柳沼系(もうせん沼→弥六沼→父沼→母沼→柳沼)、竜沼系(竜沼→深泥沼→毘沙門沼)及びそれらに属しない赤沼などに分類し、各湖沼等の水質について報告している(以下「1985年調査」とい

う)。

本稿では、1985年調査を参考に、2011年から2017年にかけて行った裏磐梯五色沼湖沼群の水質調査の結果<sup>3)~5)</sup>について考察を行った。

2. 調査方法

2.1 調査地点

調査は①銅沼系(銅沼、無名沼(銅沼の北にある無名の沼)、スキー場湧水(裏磐梯スキー場ゲレンデ内で最も湧水量が多い場所)、瑠璃沼、青沼、弁天沼)、②柳沼系(もうせん沼、弥六沼、柳沼、石倉沼)、③竜沼系(竜沼、深泥沼、毘沙門沼)の3水系と、どの水系にも属さない赤沼及び裏磐梯五色沼湖沼群からの流出水が合流する長瀬川の地点(長瀬川美術館前)を加えた15沼等22地点で調査を実施した(表1, 図1)。

調査では原則として、沼の採水は流入部と流出部の2か所で行うこととしたが、表流水の流入が確認できない沼や流入部付近等への到達が著しく困難な沼では、沼内の1か所で採水した。

\*Chemical Constituents of Waters of Goshikinuma Ponds in Urabandai

\*\*Sachiko TOKUSA, Yuki WATANABE, Yukihiro TOMINAGA (福島県環境創造センター) Fukushima Prefectural Centre for Environmental Creation

\*\*\*Yasunobu YOSHIDA (福島県生活環境部一般廃棄物課) General Waste Management Division, Social Affairs and Environment Department, Fukushima Prefectural Government

\*\*\*\*Hitoshi SUZUKI (福島県生活環境部水・大気環境課) Water and Air Environment Division, Social Affairs and Environment Department, Fukushima Prefectural Government

表1 調査地点

No	地点名称	備考	No	地点名称	備考
1	銅沼	銅沼系	12	柳沼流入部*	柳沼系
2	無名沼*	銅沼系	13	柳沼流出部*	柳沼系
3	スキー場湧水	銅沼系	14	石倉沼*	柳沼系
4	瑠璃沼流出部*	銅沼系	15	竜沼流入部	竜沼系
5	青沼流入部*	銅沼系	16	竜沼流出部	竜沼系
6	青沼流出部	銅沼系	17	深泥沼流入部	竜沼系
7	弁天沼流入部*	銅沼系	18	深泥沼流出部	竜沼系
8	弁天沼流出部	銅沼系	19	毘沙門沼流入部	竜沼系
9	もうせん沼	柳沼系	20	毘沙門沼流出部	竜沼系
10	弥六沼流入部	柳沼系	21	赤沼	—
11	弥六沼流出部	柳沼系	22	長瀬川美術館前	—

※ 2014年の調査は11沼等15地点で実施した。  
表1における地点名称の\*印は2014年に調査を実施しなかった7地点を示している。

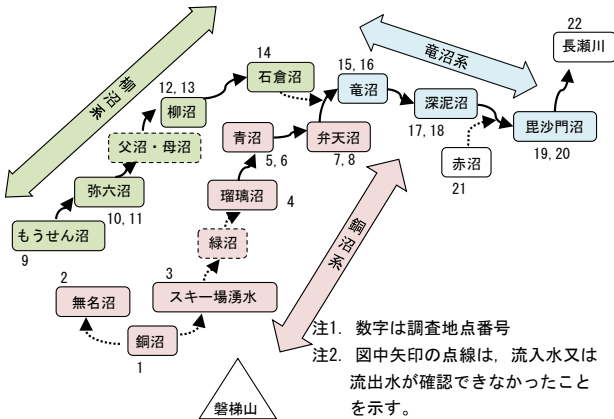


図1 五色沼湖沼群水系図

## 2.2 調査期間

- 1回目：2011年11月8日，14日
- 2回目：2012年6月15日，19日
- 3回目：2013年8月26日，27日
- 4回目：2014年11月7日，11日
- 5回目：2015年6月4日，9日
- 6回目：2016年8月16日，9月7日\*

※ 台風の影響を避けるため9月に実施した。

- 7回目：2017年11月6日，14日

本調査は6月調査(2012年，2015年)，8月調査(2013年，2016年)，11月調査(2011年，2014年，2017年)と，2年おきに調査月を変えて行った。

## 2.3 調査項目

pH, EC, COD, 大腸菌群数, 大腸菌数, T-N, T-P, DO, クロロフィルa, 蒸発残留物, アルカリ度, 酸度, TOC, Fe, Mn, Al, Zn, Si, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, F<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>はJIS法, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>は衛生試験法等に基づき測定した。金属成分等は0.45 μmのメンブレンフィルターでろ過したものを試料とした。

## 3. 結果及び考察

2011年～2017年調査の結果では，各調査地点において調査期間(7年間)の間の経年変動や調査月の違いによる

季節変動はみられなかった。

しかし，1985年調査と2011年～2017年調査を比較したところ，調査結果に変化がみられた調査地点があった。

### 3.1 湖沼群の主要成分

各調査地点における蒸発残留物と各溶存成分総量には高い相関がみられ，両者はほぼ一致していた。

1985年調査及び2017年調査における各調査地点の主要成分の構成割合を図2に，1985年調査及び2011年～2017年調査における主要成分濃度を図3に示す。なお，調査地点は標高の高い順から並べている。

主要成分の構成割合をイオン当量でみると，各調査地点において，硫酸イオンとカルシウムイオンが全体の60～80%を占めることが確認された(図2)。カチオンの割合は「Ca<sup>2+</sup>>Na<sup>+</sup>>(≒)Mg<sup>2+</sup>」，アニオンの割合は「SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>>Cl<sup>-</sup>>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>」の順であり，1985年調査から構成イオン比に変化はみられなかった。

しかし，1985年調査と2011年～2017年調査の主要成分濃度を比較すると，銅沼の硫酸イオン及びカルシウムイオンの濃度が約半分減少しており，他の調査地点でも主要成分濃度が低下していた(図3)。この硫酸イオンは，最上流の銅沼が磐梯山の火口付近にあり，近くの噴気孔から銅沼に供給される硫黄化合物が酸化することにより生成していると考えられており<sup>1)</sup>，2011年～2017年調査において硫酸イオン濃度等が減少している原因として，この火山性水質の供給量が減少している可能性が考えられる。

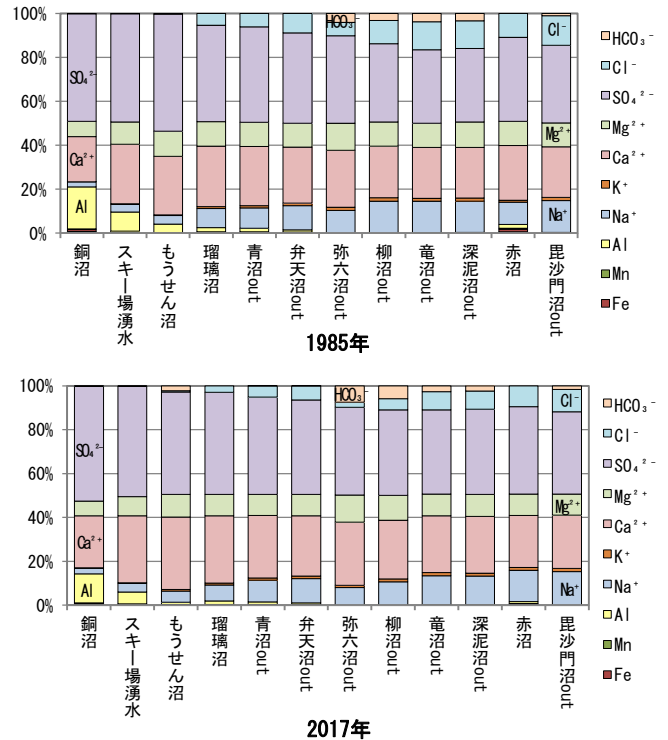


図2 主要成分の構成割合(イオン当量)

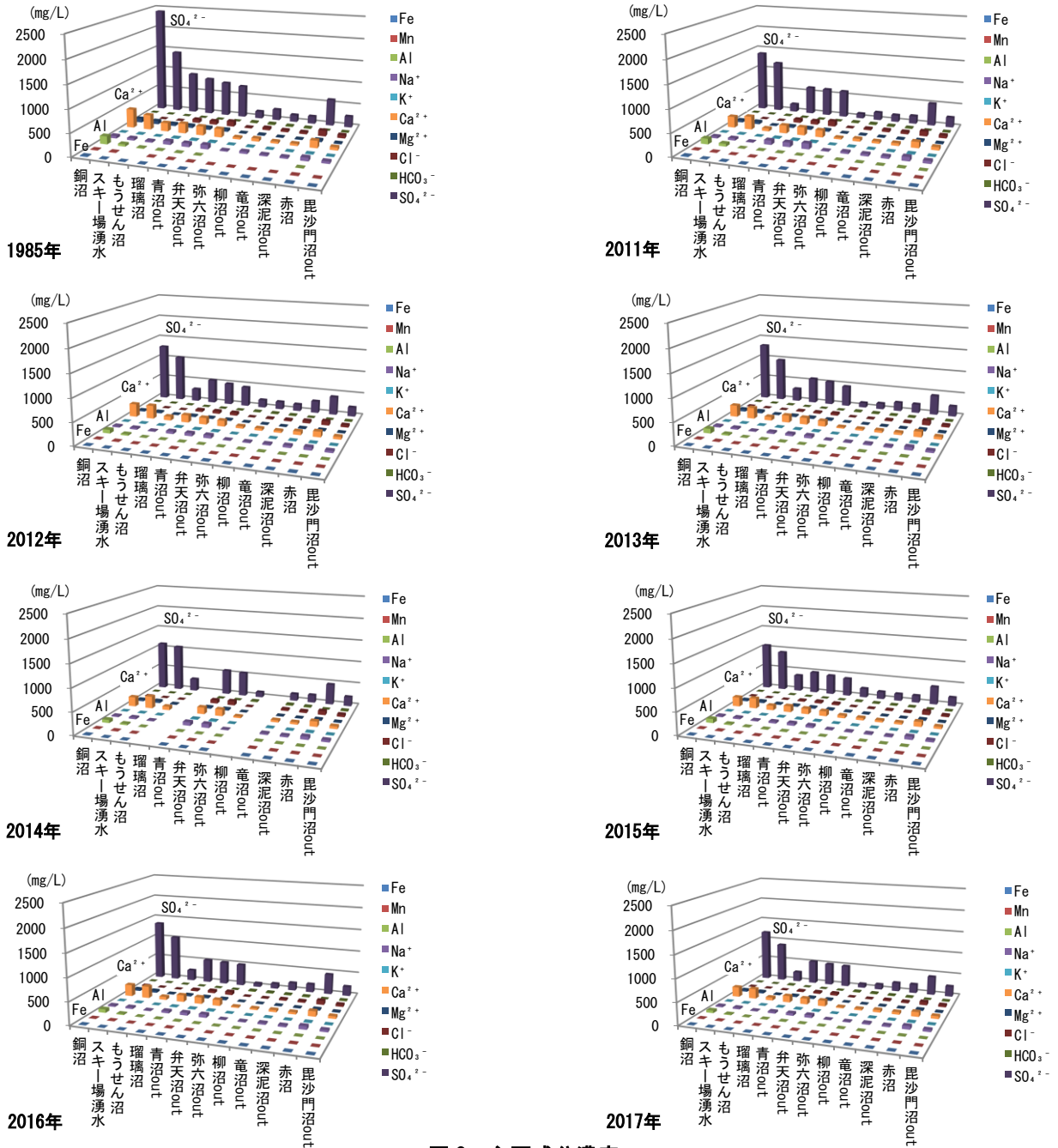


図3 主要成分濃度

### 3.2 pH

1985年調査を行った13調査地点について、2011年～2017年調査の結果と比較すると、柳沼流出部と深泥沼流出部を除く11調査地点でpHの値が上昇していた(図4)。

また、水系ごとにpHの値をみると、銅沼系では銅沼から下流になるにつれてpHが上昇し、青沼流出部及び弁天沼では年によりpHに変動がみられた。柳沼系ではもうせん沼で年によりpHに変動がみられたが、その他の沼では中性を示しpHは概ね横ばいであった。また、竜沼系においてもpHは中性を示し、概ね横ばいであったが、深泥沼流出部で変動がみられた。

赤沼はpH約4の酸性を示し、大きな変動はみられなかった。

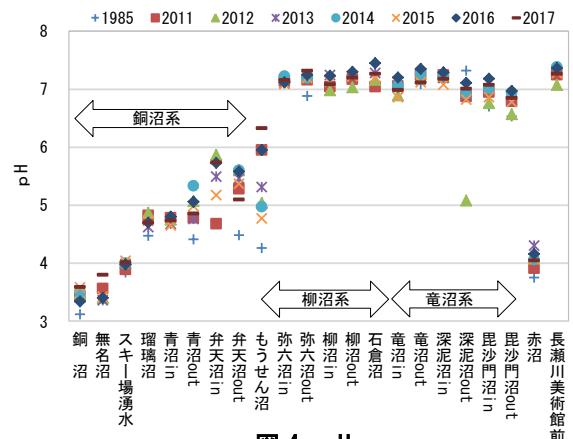


図4 pH



### 3.3 EC (電気伝導率)

2011年～2017年調査では、ECは無名沼を除く銅沼系と赤沼で約80mS/m以上と高く、柳沼系及び竜沼系では約20～70mS/mと低かった(図5)。また、銅沼系では変動が大きかったが、柳沼系及び竜沼系では変動は小さかった。

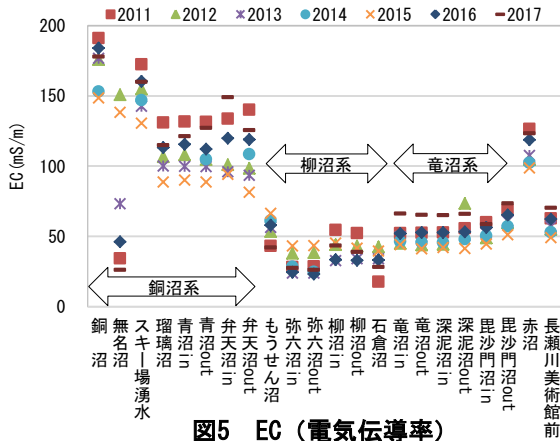


図5 EC (電気伝導率)

### 3.4 DO (溶存酸素)

DOは銅沼系でやや大きな変動がみられたが、もうせん沼を除く柳沼系及び竜沼系では概ね8～10mg/Lであった(図6)。また赤沼は他の調査地点と比べて低い値だったが、これは赤沼が表流水の流入が確認できない沼であり、沼内の湧水等に起因する水質のためと考えられる。

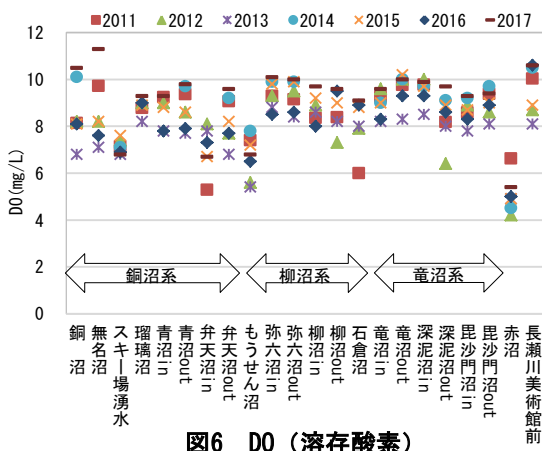


図6 DO (溶存酸素)

### 3.5 アルカリ度及び酸度

水中の炭酸水素塩や炭酸塩、水酸化物などのアルカリ分を表すアルカリ度は、銅沼、無名沼、スキー場湧水及び赤沼で低く、瑠璃沼から赤沼を除く下流域で高くなる傾向がみられた(図7)。千葉らは、 $\text{HCO}_3^-$ イオンを含むNa-Cl型地下水の存在について言及しており<sup>1)2)</sup>、アルカリ度が高くなる傾向がみられた沼では、 $\text{HCO}_3^-$ イオンを含むNa-Cl型地下水が流入していると考えられる。

酸度は銅沼系で高く、もうせん沼を除く柳沼系及び竜沼系で低かった(図8)。特に銅沼、無名沼及びスキー場湧水の値が高いが、これは噴気孔から供給される火山

性水質の影響と考えられる。

また、赤沼は柳沼系や竜沼系の沼とは異なり、アルカリ度が低く酸度が高いが、これは赤沼が沼内の湧水等に起因する水質のためと考えられる。

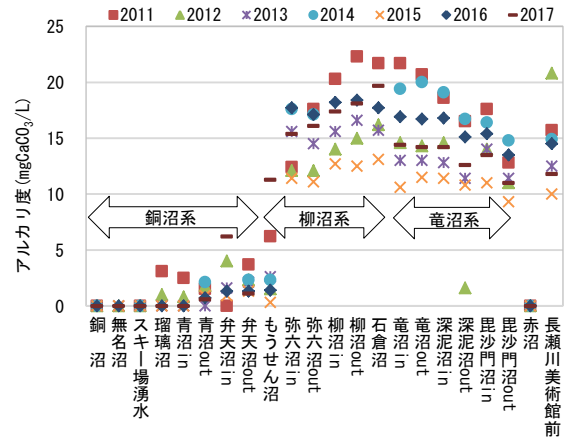


図7 アルカリ度

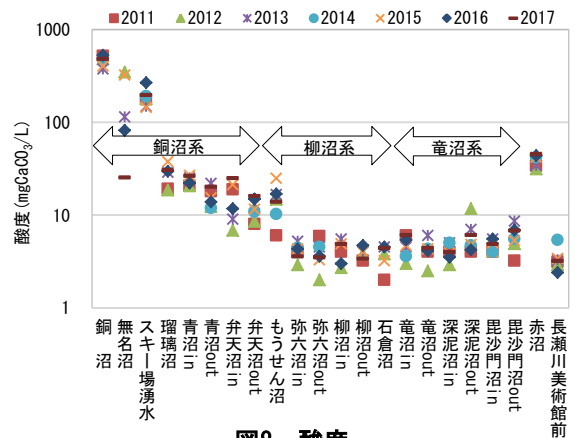


図8 酸度

### 3.6 COD及びTOC

2011年～2017年調査における各調査地点のCODを図9に、TOCを図10に示す。

CODは柳沼系が相対的に高く、銅沼系及び竜沼系は低い傾向がみられた。TOCもCODと同様に、柳沼系は相対的に高い値を示している。このことから、柳沼系は他の水系に比べて有機物の生産活動が活発であると考えられる。

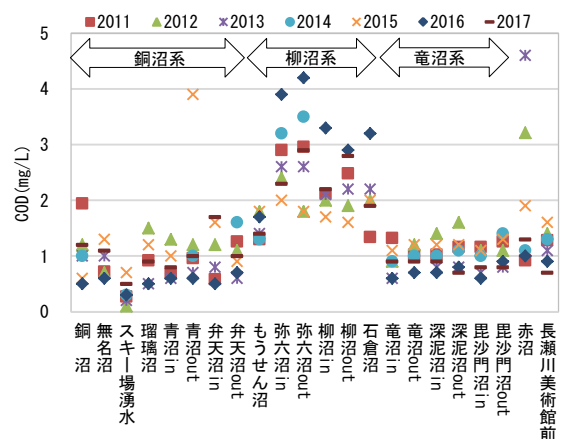


図9 COD

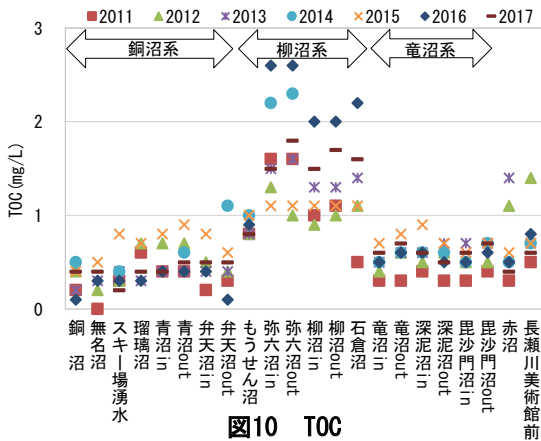


図10 TOC

### 3.7 T-N (全窒素)及びT-P (全りん)

2011年～2017年調査における各調査地点のT-Nを図11に、T-Pを図12に示す。

T-Nは銅沼系及び赤沼で相対的に高かった。

T-Pは調査年ごとの変動が大きかったが、スキー場湧水、柳沼及び石倉沼が相対的に高かった。

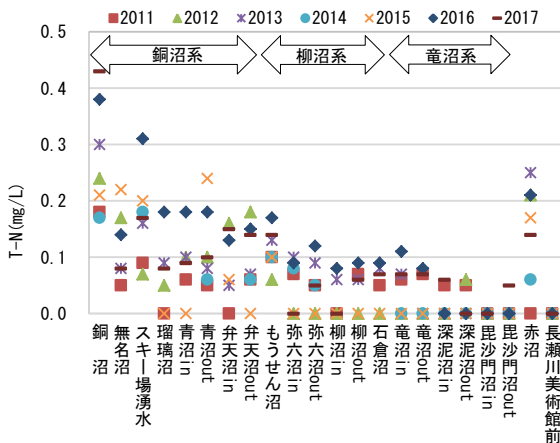


図11 T-N (全窒素)

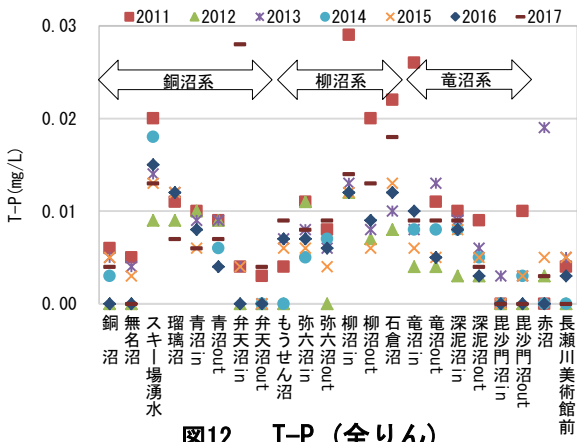


図12 T-P (全りん)

### 3.8 イオン成分

裏磐梯五色沼湖沼群において最大の溶存成分は硫酸イオンであるが、硫酸イオン当量濃度と2価カチオンと金

属成分を合計したイオン当量濃度の間には、ほぼ1対1で相関がみられた(図13)。この相関関係は1985年調査及び2011年～2017年調査において、各調査地点で同様にみられており、主要成分濃度が連動して変動していたことから、裏磐梯五色沼湖沼群は同じ水系であると考えられた。

なお、カルシウムイオン(図14)及びマグネシウムイオンは、硫酸イオンに連動して濃度低下がみられた。

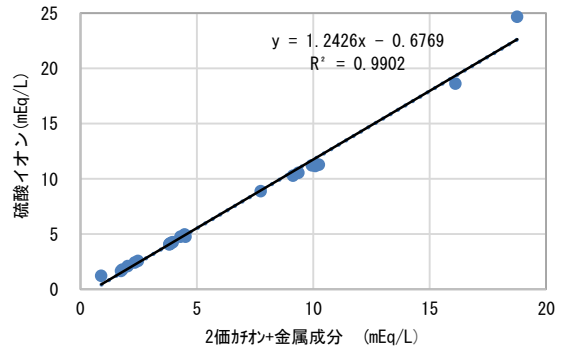


図13 硫酸イオン当量濃度と(2価カチオン+金属成分)イオン当量濃度との関係(2017年)

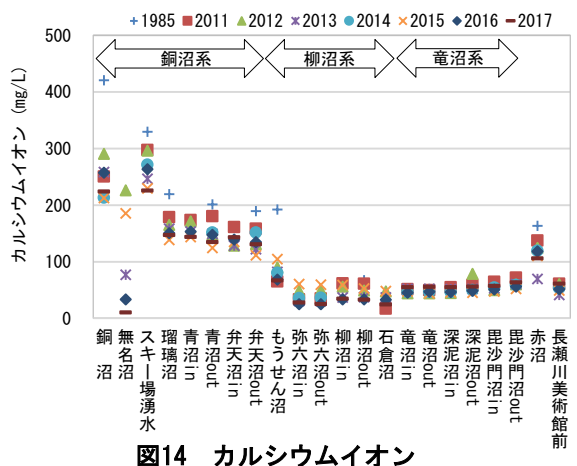


図14 カルシウムイオン

また、ナトリウムイオン(図15)、カリウムイオン及び塩化物イオンは、各水系の下流になるにつれて濃度が上昇する傾向があり、これはNa-Cl型地下水の流入の影響が考えられる。

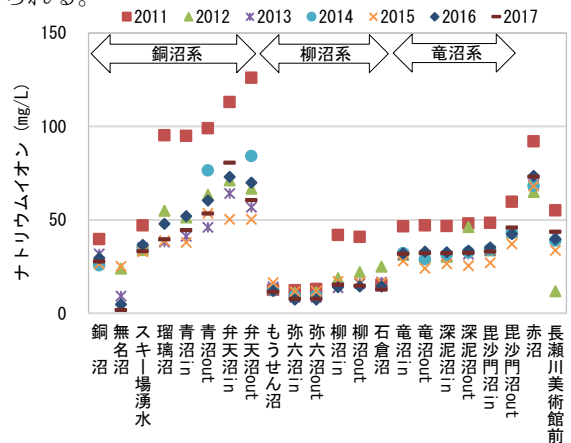


図15 ナトリウムイオン

### 3.9 金属成分

金属成分は酸度の高い銅沼系及び赤沼で多く、酸度が低い柳沼系及び竜沼系では、ほとんど検出されなかった。

最も含有量の多い金属成分はアルミニウムであった。

また、硫酸イオンと金属成分の間には正の相関がみられた(表2, 図16)。銅沼系の上流で金属成分濃度が高い要因の一つには、近くの噴気孔からの硫黄化合物の供給が影響していると考えられる。

表2 硫酸イオンと金属成分の相関関係(2011~2017年)

	Al	Fe	Mn	Zn
相関係数	0.82	0.57	0.86	0.91

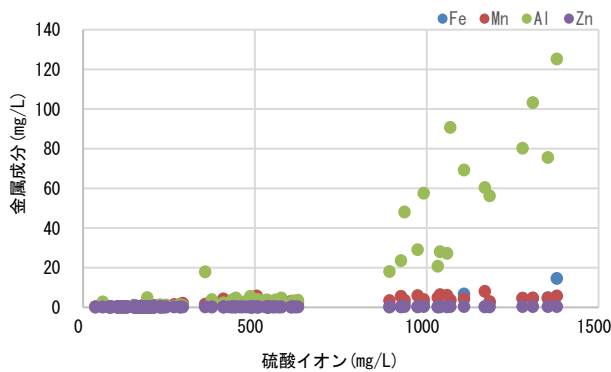


図16 金属成分濃度と硫酸イオン濃度(2011~2017年)

### 3.10 大腸菌群数

大腸菌群数は、銅沼系で低く、柳沼系及び竜沼系で高い傾向にある(図17)。2014年調査から実施した大腸菌検査において、いずれの調査地点からもほとんど検出されていないことから、糞便汚染の可能性は低いと考えられる。

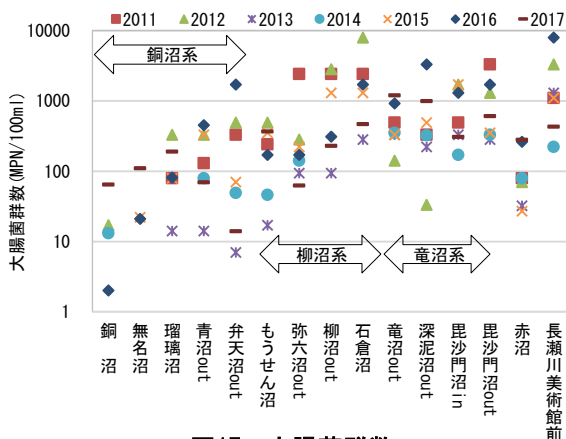


図17 大腸菌群数

各調査項目と大腸菌群数との関係を見ると、pHと大腸菌群数との間に正の相関(R=0.67)がみられ、pH6.6付近で大腸菌群数が1000MPN/100mLを超える頻度が高くなっていた(図18)。

その他の調査項目と大腸菌群数との間には相関性は確認できなかった。

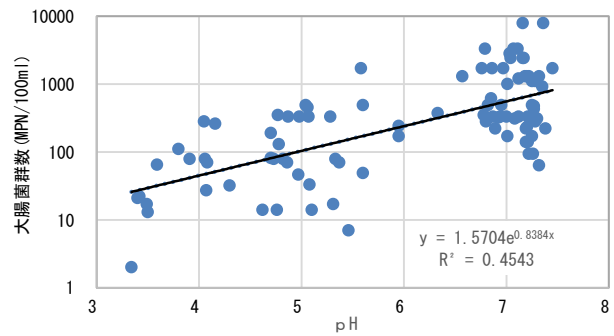


図18 大腸菌群数とpH(2011~2017年)

## 4. まとめ

千葉らの1985年調査を参考に、2011年~2017年調査の裏磐梯五色沼湖沼群の水質について考察した。

- 1) 2011年~2017年調査において、各調査項目の経年変動や季節変動はみられなかった。
- 2) 裏磐梯五色沼湖沼群の主要成分は硫酸イオンとカルシウムイオンであり、このことは1985年調査から変化しておらず、その他の成分の構成比も一定であった。
- 3) 1985年調査と比較すると、銅沼系の沼ではpHが上昇しており、硫酸イオンやカルシウムイオン等の主要成分の濃度低下を伴っていた。これは上流において近くの噴気孔から供給される硫黄化合物を含む火山性水質の供給量低下が影響していると考えられ、このことは、今後、裏磐梯五色沼湖沼群の水質に影響を及ぼす可能性があると考えられた。

謝辞 本報は、県及び福島大学等による「裏磐梯の湖沼環境を考える会議」の会員機関などで実施した調査結果を含んでおり、それらは公益財団法人 福島県保健衛生協会の協力により実施した。

## 5. 引用文献

- 1) 千葉茂, 朝倉誠司, 松本仁志: 裏磐梯五色沼の水質とその成因について. 福島大学教育学部論集理科報告, 38, 19-29, 1986
- 2) 千葉茂: 猪苗代湖・裏磐梯湖沼群の水質. 地学雑誌, 97, 376-381, 1988
- 3) 國井芳彦, 鈴木仁, 佐久間智彦, 林王克明: 裏磐梯五色沼湖沼群の湖水の化学的な成分に関する調査結果. 裏磐梯五色沼湖沼群の環境調査中間報告書, 51-60, 2012
- 4) 國井芳彦, 渡邊稔, 佐久間智彦: 裏磐梯五色沼湖沼群の湖水の化学的な成分に関する調査結果(第2報). 裏磐梯五色沼湖沼群の環境調査報告書, 26-37, 2013
- 5) 福島県: 猪苗代湖調査, <https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/298/inawashiro-chousa.html> (2018. 4. 27 アクセス)

<環境省ニュース>

戦略研究プロジェクト(Ⅱ)について

環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室

環境研究総合推進費(以下「推進費」という。)は、地球温暖化の防止、循環型社会の実現、自然環境との共生、環境リスク管理等による安全の確保等、持続可能な社会構築のための環境政策の推進にとって不可欠な科学的知見の集積及び技術開発の促進を目的として、環境分野のほぼ全領域にわたる研究開発を実施しています。

推進費は、環境省が環境行政を進めるうえで必要とする研究テーマ(以下「行政ニーズ」という。)を提示して公募を行い、広く産学民官の研究期間の研究者から提案を募り、評価委員会及び分野毎の研究部会の審査を経て採択された課題を実施する、環境政策貢献型の競争的研究資金です。環境省がトップダウン的に研究テーマや研究リーダー等の大枠を決めた上で、研究チームを競争的に選定するシステム(戦略的研究開発領域)を設けるなど、行政ニーズに立脚した戦略的な研究開発を強力に推進しています。

推進費は、昨今の環境問題を取り巻く状況の変化に対応し、今後更に環境政策への貢献を目指した制度とするために、平成30年度から、戦略的研究開発領域に従来のプロジェクトよりも小規模で短期間で終了する課題を対象とした「戦略研究プロジェクト(Ⅱ)」を新しく設置し、従来の戦略研究プロジェクトを「戦略研究プロジェクト(Ⅰ)」としました。

本稿では、新設した戦略研究プロジェクト(Ⅱ)の概

要及び平成30年度から開始した3件の戦略研究プロジェクト(Ⅱ)を紹介します。

1. 戦略研究プロジェクト(Ⅱ)の概要

戦略研究プロジェクト(Ⅱ)は、我が国が国際的に先駆けて又は国内外の情勢を踏まえて、特に短期間(3年間以内)で重点的に進めるべき中規模の研究プロジェクトです。以下、戦略研究プロジェクト(Ⅰ)との違いに触れつつ、概要を紹介します。

1.1 公募対象

戦略研究プロジェクト(Ⅰ)と(Ⅱ)共に、あらかじめ環境省が研究プロジェクトの大枠として戦略研究テーマを提示し、その戦略研究テーマを構成するにふさわしい研究課題を公募しています。採択された研究課題は、戦略研究プロジェクトを構成するテーマに属するサブテーマとなります(図参照)。

ただし、戦略研究プロジェクト(Ⅱ)は、1プロジェクトあたり3テーマ以内で構成されます(2で紹介するSⅡ-1, SⅡ-2, SⅡ-3はそれぞれ3つの戦略研究テーマで構成されています。戦略研究テーマを構成するサブテーマの数に規定はありません)。戦略研究プロジェクト(Ⅰ)は、1プロジェクトを構成する戦略研究テーマの数、サブテーマの数に規定はありません。

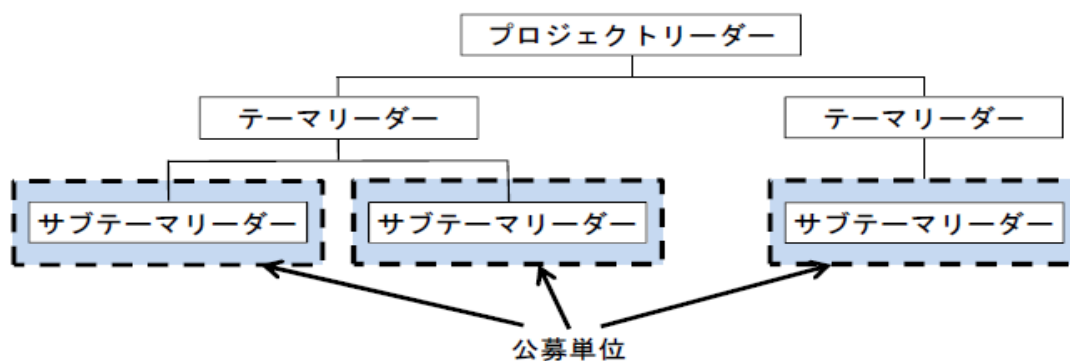


図 戦略研究プロジェクト(Ⅰ)及び(Ⅱ)の体制図(例)

### 1.2 研究期間

3年間以内

(戦略研究プロジェクト(Ⅰ)は5年間以内。また、戦略研究プロジェクト(Ⅰ)の実現可能性を事前調査するため、1-2年間のFS(フィジビリティスタディ)研究を行う。)

### 1.3 年間研究費(間接経費を含む)

年間約1億円以内

(戦略研究プロジェクト(Ⅰ)は年間3億円以内)

上記のように、戦略研究プロジェクト(Ⅰ)と(Ⅱ)では、戦略研究テーマ数の上限、研究期間、年間研究費の違いがあります。

## 2. 平成30年度から開始した3件の戦略研究プロジェクト(Ⅱ)

平成30年度から開始した3件の戦略研究プロジェクト(Ⅱ)の詳細は表1~3のとおり。

表1 戦略研究プロジェクト(SⅡ-1)

課題番号	SⅡ-1
課題名	希少鳥類保全のためのサーベイランスシステムの開発及び鳥インフルエンザ等による希少鳥類の減少リスクの評価並びにその対策に関する研究
研究予算	年間約1億円
研究期間	3年間(平成30-32年度)
戦略研究テーマ	テーマ1:希少鳥類の保全のための総合的リスク評価手法の開発と社会実装 テーマ2:希少鳥類における鳥インフルエンザウイルス感染対策の確立 テーマ3:希少鳥類に免疫抑制を引き起こす鉛汚染の実態把握及び鳥インフルエンザ発生との関連性解明
研究の全体目標	希少鳥類の新たな脅威となる高病原性鳥インフルエンザ及び免疫抑制を引き起こす低濃度の鉛汚染との複合的な影響も踏まえた総合的なリスク評価手法を開発するとともに、希少鳥類の保全対策の推進に貢献する。 ・総合的なリスク評価手法の開発により、日本における高病原性鳥インフルエンザモニタリングの実施、監視による迅速な対策の推進、鉛汚染のリスク評価を踏まえた本州以南の鉛弾規制の強化に寄与する。

表2 戦略研究プロジェクト(SⅡ-2)

課題番号	SⅡ-2
課題名	海洋プラスチックごみに係る動態・環境影響の体系的解明と計測手法の高度化に係る研究
研究予算	年間約1億円
研究期間	3年間(平成30-32年度)
戦略研究テーマ	テーマ1:海洋プラスチックごみの沿岸～地球規模での海洋中の分布状況及び動態に関する実態把握及びモデル化 テーマ2:海洋プラスチックごみ及びその含有化学物質による生態影響評価 テーマ3:海洋プラスチックごみのモニタリング・計測手法等の高度化
研究の全体目標	全球プラスチック循環モデルを構築し、二世帯程度(～50年程度)将来のマイクロプラスチック浮遊量を推算する。これを参照しつつ、環境影響(ここでは主として、海洋生態系への影響)評価を実施する。モデルの精度検証や今後のモニタリングの高度化・加速化を可能とする、海洋プラスチックごみをモニタリング・計測する標準的な手法を提示する。

表3 戦略研究プロジェクト(SⅡ-3)

課題番号	SⅡ-3
課題名	PCB を含む残留性有機汚染物質(POPs)の循環・廃棄過程の管理方策に関する統合的研究
研究予算	年間約1億円
研究期間	3年間(平成30-32年度)
戦略研究テーマ	<p>テーマ1:新規 POPs の物理化学特性把握に関わる基礎および応用研究</p> <p>テーマ2:PCB・POPs に関する時系列評価と環境管理方策に資する分析化学的研究</p> <p>テーマ3:PCB・POPs の処理の効果推定と環境管理に関するシステム研究</p>
研究の全体目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・PCB, POPs に関する処理状況を把握し, 環境動態の経年変化等を把握することで, 環境負荷に関する処理の効果や抑制の程度に関する知見を獲得, 将来の方向性を議論する。</li> <li>・PCB, POPs の性状や環境情報を獲得して, 廃棄物及び社会滞留物の処理及び汚染の低減に資する政策立案のための基礎情報を提供し, 場面によっては提言を行う。</li> <li>・有機ハロゲン化合物に関する学術的な国際会議やストックホルム条約・バーゼル条約締約国会議等で積極的に成果を発信できる成果を得ることで, 国際貢献を行う。</li> </ul>

表の戦略研究プロジェクト3件等, 推進費の平成30年度実施課題については, 順次以下の推進費のHPで公開していく予定です。

<推進費 HP>

<https://www.env.go.jp/policy/kenkyu/suishin/gaiyou/index.html>

本稿で紹介した3件の戦略研究プロジェクト(Ⅱ)のサブテーマについて, 地方環境研究所からの応募はありませんでしたが, 同じく平成30年度から開始された戦略研究プロジェクト(Ⅰ)で S-17「災害・事故に起因する化学物質リスクの評価・管理手法の体系的構築に関する研究」のサブテーマの中には, 地方環境研究所の研究者が研究代表者となっているものもあります。戦略研究プロジェクト(Ⅱ)につきましても, 積極的なご応募をいただければ幸いです。

## <支部だより>

### 中国・四国支部

平成29年度中国・四国支部の活動について報告します。  
(支部事務局：香川県環境保健研究センター)

#### 1. 平成29年度支部会議（地方衛生研究所全国協議会支部会議と合同で実施）

(開催機関：徳島県立保健製薬環境研究所)

- (1) 期 日：平成29年5月18日（木）、19日（金）
- (2) 会 場：あわぎんホール
- (3) 参加者：82名



支部長あいさつ

#### (4) 内 容

##### ○ 1日目

##### ① 支部長表彰

- 森 明寛 氏（鳥取県衛生環境研究所）
- 藤原 誠 氏（島根県保健環境科学研究所）
- 仲井 哲也 氏（愛媛県立衛生環境研究所）

##### ② 全体会議（支部長報告）

##### ③ 特別講演

- ・人体に影響を与える天然有機化合物について（苔類を中心に）
- 浅川 義範 氏（徳島文理大学薬学部 教授）

##### ○ 2日目

- ・所長・企画部会
- ・水環境部会
- ・大気環境部会

#### 2. 第52回水環境フォーラム山口（公益財団法人日本水環境学会中国・四国支部山口地域分科会と共催）

(開催機関：山口県環境保健センター)

- (1) 期 日：平成30年1月27日（土）
- (2) 会 場：山口県セミナーパーク

- (3) 参加者：43名（うち会員機関14名）

#### (4) プログラム

##### ① 宇宙データ利用による水環境モニタリング

長井 正彦 氏（山口大学応用衛星リモートセンシング研究センター）

##### ② しんかい6500の秘密と深海の世界

柴田 桂 氏（国立研究開発法人海洋研究開発機構広報部）

##### ③ 顕微鏡下の多様な生物たちと水環境

末友 靖隆 氏（岩国市マイクロ生物館）

##### ④ 太田川河口干潟の底質環境と底質生物の分布

後田 俊直 氏（広島県立総合技術研究所保健環境センター環境科学部）

##### ⑤ 水中の有機化学物質分析のための迅速前処理カートリッジの開発と展開

木村 淳子 氏（広島県立総合技術研究所保健環境センター環境科学部）

#### 3. 平成29年度環境測定分析統一精度管理ブロック会議

(開催機関：広島県立総合技術研究所保健環境センター)

- (1) 期 日：平成30年3月9日（金）

- (2) 会 場：広島県健康福祉センター

- (3) 参加者：24名（環境省1名、検討委員3名、日本環境衛生センター1名、会員機関19名）

#### (4) 議 事

##### ① 環境測定分析統一精度管理調査について

石関 延之 氏（環境省水・大気環境局総務課環境管理技術室）

##### ② 平成29年度環境測定分析統一精度管理調査結果について

佐々木秀輝 氏（一般財団法人日本環境衛生センター環境事業第二部）

##### ③ 環境測定分析における留意点及び精度管理について

中里 哲也 氏（国立研究開発法人産業技術総合研究所環境管理技術研究部門）

西尾 高好 氏（元一般財団法人日本環境衛生センター環境科学部）

松田 宗明 氏（元愛媛大学農学部）

##### ④ 質疑応答

### 編集後記

新年度が始まり2か月余りが経過し、人事異動やそれに伴う事務引継ぎなど、ここまで慌ただしくすごされた所属も多いかと思えます。本所では所長、副所長、環境・総務関係の課長がすべて異動し、本誌編集委員会もすべて新メンバーが担当することになりました。昨年度同様、引き続き皆様のご協力をよろしくお願いいたします。

本会誌は、2016年の通巻138号から電子ジャーナル化され、今回の通巻147号で10号目を迎えます。電子ジャーナル化第1号で広報部会を担当しておられた広島市衛生研究所の編集後記には、時代の潮流として出版物の電子書籍化を肯定されるなか、これまでの愛読者の方の寂寥感について触れられており、実際に10号まで発刊された今、同じ思いを感じられている方もおられるのではないでしょう。

\* \* \*

さて今年、三重県では7月26日から8月20日まで平成30年度全国高等学校総合体育大会「2018 彩る感動 東海総体」が開催されます。スローガンは「翔べ誰よりも高く東海の空へ」です。全30競技が、三重県14競技、岐阜県5競技、静岡県6競技、愛知県6競技、和歌山県1競技（2競技が複数県開催）の5県で開催されます。総合開会式は8月1日で三重県伊勢市にあります県営サンアリーナです。平成最後の若人の躍動を見に来ていただくと幸いです。

\* \* \*

最後になりましたが、巻頭言を執筆いただきました高知県環境研究センター所長様、特集の「各学会併設全環研集会・研究発表会」を担当いただきました佐賀県環境センター様そして講演・発表いただきました皆様、報文を投稿いただきました皆様、「環境省ニュース」を執筆



いただきました環境省環境研究技術室様、「支部だより」を執筆いただきました香川県環境保健研究センター様には、年度当初のお忙しいところご協力ありがとうございました。

(三重県保健環境研究所)

### 平成30年度

#### 全国環境研協議会広報部会

< 部会長 > 三重県保健環境研究所長  
 < 広報部会担当理事 > 石川県保健環境センター所長

季刊 全国環境研会誌 Vol.43 No.2(通巻147号)

Journal of Environmental Laboratories Association

2018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