

7. 4 論文等抄録  
7. 4. 1 論文抄録

Studies on adsorption and synergistic biological effects induced by microplastic particles  
and the Platanus pollen allergenic protein 3(Pla a3)

Guoqing Hou, Wenwen Hu, Jiumei Zhao, Jiakuan Lu, Wei Zhang, Xinchun Liu, Senlin Lu,

Shinichi Yonemochi, Enyoh Christian Ebere and Qingyue Wang

*Environmental Pollution*, Vol.373, No.15, 126149, 2025

DOI: 10.1016/j.envpol.2025.126149

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

マイクロプラスチック粒子とプラタナス花粉アレルギータンパク質3(Pla a3)により誘起される吸着と  
相乗の生物学効果に関する研究\*

2種類(ポリスチレン、ポリエチレン)のマイクロプラスチック(MPs)の特性評価に基づき、MPsとプラタナス花粉アレルギータンパク質(Pla a3)の細胞毒性を調べた。UV照射によってMPsの表面は破壊、粒子径の減少、表面酸素含有官能基の増加などの変化を起こした。これらはPla a3の吸着を著しく促進した。MPsとPla a3によって形成された「タンパク質コロナ」は、Pla a3単独よりもA549細胞に大きなダメージを与えた。活性酸素種(ROS)の発生とスーパーオキシドジスムターゼ(SOD)レベルの上昇は、A549細胞がタンパク質コロナの中に晒された後に著しく増加した。この過剰な酸化ストレスにより、炎症とサイトカイン産生が著しく増加した。

気候変動の予測研究と適応の意思決定をつなぐ

高薮出 花崎直太 塩竈秀夫 安部大介 生駒栄司 石川洋一 江守正多 大場あい 小埜恒夫  
嶋田知英 田浦健朗 高橋潔 仲江川敏之 中北英一 西森基貴 初鹿宏壮 福渡潔 真砂佳史

三上直之 横木裕宗 吉川実 渡部雅浩

水文・水資源学会誌, Vol.37, No.2, 167-176, 2024

DOI: 10.3178/jjshwr.37.1823

要 旨

気候予測や影響評価に関する情報は多く発信されているが、意思決定者に十分行き渡らず、気候変動適応に活用されていない現状がある。この課題を解決するため、専門家たちが集まり、〈1〉気候予測や影響評価の専門家と適応策の意思決定者の関係性や役割分担、〈2〉民間事業者、マスメディア、環境NGO/NPOといった情報提供・合意形成の主体と今後どのように共創し協働すべきかについて議論を行った。その結果、情報創出、仲介、意思決定の各主体が双方向に情報共有する必要性が明確化された。また、実現には広範な主体間の定期的かつ対等な対話機会の確保や、科学コミュニケーション能力の向上が重要であることが示唆された。

Reduction in anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions detected through two decades of observation  
in the Tokyo Metropolitan Area

Toshimasa Ohara, Yosuke Muto, Junichi Kurokawa, Tomohide Shimada and Mitsuo Uematsu

*Atmosphere*, Vol.16, Issue 4, 364, 2025

DOI: 10.3390/atmos16040364

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

首都圏における20年にわたる観測で検出された人為起源CO<sub>2</sub>排出量の減少\*

気候変動を緩和するためにCO<sub>2</sub>排出量を削減することは世界的な目標であるが、その削減は長期的な観測データにより科学的に追跡・検証される必要がある。我々は東京近郊の山頂付近と郊外の2つの観測地点で、2002年から2020年までの19年間CO<sub>2</sub>濃度を観測しその長期的な傾向を解析した。その結果、CO<sub>2</sub>濃度は山頂付近の観測点よりも郊外の観測点の方が高く、年間増加率は山頂付近の観測点より郊外の観測点の方が低かった。郊外と山頂付近のCO<sub>2</sub>濃度の差は、20年間で有意な減少傾向を示した。また、冬季夜間のCO<sub>2</sub>濃度の差の長期トレンドは、2つの観測点周辺における人為起源CO<sub>2</sub>排出量のトレンドと一致した。この類似性からCO<sub>2</sub>濃度の差の減少傾向は首都圏周辺の人為起源CO<sub>2</sub>排出量の減少に対応すると結論した。これは、CO<sub>2</sub>濃度の長期連続モニタリングから、都市におけるCO<sub>2</sub>排出量が20年間減少していることを示す初めての証拠である。

Factors contributing to high-temperature areas on sunny summer days in the central Kanto plain:  
An investigation of their relationship with the surface wind system

Hiroaki Yamato, Hideo Takahashi and Takehiko Mikami

*Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University*, Vol.60, 97-104, 2025

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

関東平野中央部の高温域の形成要因—地上風系との関係の調査—\*

夏季の関東地方では、東京の風下地域で高温域が形成される。この高温域の形成には東京の都市化の影響で海風の進入が遅れ気温が高くなるのが先行研究により明らかになっている。そこで、長期間にわたって観測方法およびその周辺環境が大きく変化していない気温の観測データを用いて、関東平野中央部の風と高温域の関係を統計的に解析することにより、どのような風系の時に関東平野内陸部の高温域が形成されるのかを調査した。その結果、関東平野中央部の風のベクトル平均の南北成分が1.5-2.5m/sの時に海風前線の影響で平野の中央部に高温域が出現することが明らかとなった。

All-cause and cause-specific mortality associated with long-term exposure to fine particulate matter  
in Japan: The Ibaraki Prefectural Health Study

Takehiro Michikawa, Yuji Nishiwaki, Keiko Asakura, Tomonori Okamura, Toru Takebayashi,  
Shuichi Hasegawa, Ai Milojevic, Mihoko Minami, Masataka Taguri, Ayano Takeuchi, Kayo Ueda,

Toshimi Sairenchi, Kazumasa Yamagishi, Hiroyasu Iso, Fujiko Irie and Hiroshi Nitta

*Journal of Atherosclerosis and Thrombosis* (Advance online publication), 65424, 2025

DOI: 10.5551/jat.65424

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

日本における微小粒子状物質の長期曝露に関連する全死因死亡率および原因別死亡率：茨城県健康調査\*

PM2.5の長期曝露は死亡率および心血管疾患と因果関係があると指摘されているが、心血管疾患の原因別の結果に関しては脳卒中に関する研究が少ない。そこで、PM2.5の長期曝露が日本における全死因や、心血管疾患、呼吸器疾患による死亡率に関連しているかどうかを、地域ベースの前向きコホート研究（茨城県健康調査）において調べた。その結果、8.3-13.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の濃度のPM2.5に曝露されたこの集団では、PM2.5の長期曝露が死亡率に悪影響を及ぼしたという証拠はなかった。ただ、非悪性呼吸器疾患による死亡率に関しては正の関連性が観察された。

Development and application of a cost-effective analytical method for hydrofluorocarbons  
using preconcentrator-Gas Chromatograph-Mass Spectrometer

Yujiro Ichikawa, Yukiko Ono, and Kouki Sasaka

*Atmosphere*, Vol.16, Issue 1, 69, 2025

DOI: 10.3390/atmos16010069

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

大気導入濃縮装置-ガスクロマトグラフ質量分析計によるハイドロフルオロカーボン分析法開発と大気観測への応用\*

ハイドロフルオロカーボン(HFCs)は、オゾン層破壊物質である特定フロンに代替物として開発・普及したものの強力な温室効果ガスであることから、国際的に規制された。既に多くのHFCs充填機器が市場に流通しており、機器使用・廃棄時における環境中への排出・漏洩把握には、大気中HFCsの更なる観測強化が望まれる。本研究では、市販品の大気導入濃縮装置-GC-MSの測定パラメーターを最適化し、有害大気汚染物質測定方法マニュアル(環境省)で揮発性有機化合物分析(VOCs)測定用に定められた化学結合型メチルシリコン液相カラムによる多成分HFCs測定法の開発に成功した。本成果は、時・空間的に観測事例の少ない大気中HFCsの観測強化に貢献する。

Tetracycline removal from aqueous solution by magnetic biochar modified with different iron valences: A comparative study

Yumeng Wang, Shimiao Xu, Qiangjie Wang, Ke Hu, Haibo Zhang, Jianning Chang, Na Liu, Kokyo Oh and Hongyan Cheng

*Separation and Purification Technology*, Vol.339, 126614, 2024

DOI: 10.1016/j.seppur.2024.126614

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

異なる鉄価で改質した磁性バイオ炭による水溶液からのテトラサイクリンの除去：比較研究\*

磁気活性化は、固液分離を容易にする高効率吸着剤の調製に広く用いられている。しかし、様々な鉄価 (nZVI、Fe<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>FeO<sub>4</sub>)磁性バイオ炭(Fe-BC)の特性とその性能に及ぼす影響に関する知見は不十分である。本研究では、シイタケの廃菌床から得られた4種類の磁性バイオ炭(Fe<sup>0</sup>-BC、Fe<sup>2+</sup>-BC、Fe<sup>3+</sup>-BC、Fe<sup>6+</sup>-BCと命名)の特性及びテトラサイクリンに対する除去性能を比較した。その結果、様々な価数のFeの添加により、異なる元素含有量、形態、構造のFe-BCが形成されることが明らかになった。Fe<sup>6+</sup>-BCは、最高の分離性能で優れたTC吸着能力を示した。本研究の結果は、廃水中のテトラサイクリン吸着のためにバイオ炭に添加する最適なFe源の選択に役立つと考えられる。

Impact of a complex passivating agent on heavy metal immobilization in pig manure and plant development

Yutong Li, Hongyan Zhao, Xuanhe Liang, Xin Zhao, Shanlong Li, Kokyo Oh, Dengyu Jiang, Tao Li and Tiehua Cao

*Environments*, Vol.11, Issue 12, 290, 2024

DOI:10.3390/environments11120290

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

複合固定化剤が豚糞肥料中の重金属固定化と植物生育に及ぼす影響\*

重金属の固定化を促進し、家畜や家禽糞尿の安全な利用を促進するために、本研究では、3種類の乾燥豚糞と土壌を混合したものを原材料として利用した。異なるバイオ炭とベントナイトを組み合わせた処理を設定した。処理において重金属の固定化処理後、大豆ポット試験を実施し、異なる生育段階での生理学的指標を測定した。その結果、固定化された銅(Cu)は主に還元態および残渣態として存在することが判明した。7.5%バイオ炭+2.5%ベントナイト添加区と7.5%バイオ炭+7.5%ベントナイト添加区における銅の固定化率は約30%であった。本研究はバイオ炭とベントナイトの併用は土壌中の銅の固定化を促進し、大豆の成長と発育を改善することが確認された。

Evaluation of petroleum hydrocarbon-contaminated soil remediation technologies and their effects on soybean growth

Dengyu Jiang, Tao Li, Xuanhe Liang, Xin Zhao, Shanlong Li, Yutong Li, Kokyo Oh, Haifeng Liu and Tiehua Cao

*Environments*, Vol.12, Issue 1, 6, 2025

DOI:10.3390/environments12010006

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

石油系炭化水素汚染土壌の修復技術とダイズ生育への影響の評価\*

過硫酸塩(PS)を用いた石油系炭化水素汚染浄化は、最も広く採用されている原位置化学酸化技術の一つである。本研究では、全石油系炭化水素(TPHs)汚染土壌の浄化可能性を調査するために、FeSO<sub>4</sub>活性化過硫酸塩酸化法を採用した。TPH濃度、PS:FeSO<sub>4</sub>比率の違い、反応時間、浄化前後の土壌の物理的・化学的性質、浄化前後の土壌がダイズの生育に及ぼす影響等の項目を検討した。土壌中のTPH分解率は、PS:FeSO<sub>4</sub>=1:1の条件で、高、中、低TPHs濃度の土壌においてそれぞれ81.5%、81.4%、72.9%と最も高かった。また、PS:FeSO<sub>4</sub>=1:1の試験処理が最も良い浄化効果があり、土壌へのダメージや作物生育への影響も最小限に抑えることができた。

Tetracycline degradation by persulfate assisted by Fe and N co-doped biochar derived from spent mushroom substrate for sustainability: effect of pyrolysis temperature

Shimiao Xu, Jianning Chang, Yuan Liu, Bingbing Wei, Haibo Zhang, Kokyo Oh, Caiping Cheng and Hongyan Cheng

*Sustainability*, Vol.17, No.2, 395, 2025

DOI: 10.3390/su17020395

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

キノコ廃菌床由来のFeおよびN共添加したバイオ炭アシスト過硫酸塩によるテトラサイクリン分解：熱分解温度の影響\*

キノコ廃菌床（SMS）を原料としてFe-N添加したバイオ炭(Fe-N-BC)を調製し、水中の抗生物質を触媒分解することは、効果的かつ持続可能な固体廃棄物処理の一つ手法となる可能性があるが、この分野に関する情報は限られている。本研究では、300℃、600℃、900℃で調製したSMS由来のFe-N-BCが過硫酸塩(PS)を活性化し、テトラサイクリン(TC)を除去する効果とその潜在的なメカニズムを検討した。その結果、Fe-N-BCの触媒性能は熱分解温度の上昇に伴い著しく向上することが明らかになった。特に、900℃で調製したFe-N-BCは高いTC除去効率を示し、120分で95%のTC除去率を達成した。また、900℃で調製したFe-N-BCは実用化の可能性が高く、5回の使用後でもTC除去率は76%に達した。

Volatile fatty acid production from different spent mushroom substrates via anaerobic fermentation: Hydrolysis and acidogenesis efficiency and bacterial community structure

Qiangjie Wang, Zhaojun Liu, Xingmei Gao, Binbin Cai, Haibo Zhang, Jianning Chang, Na Liu, Kokyo Oh, Caiping Cheng, Jinsong Liang and Hongyan Cheng

*Journal of Environmental Chemical Engineering*, Vol.12, Issue 6, 114656, 2024

DOI: 10.1016/j.jece.2024.114656

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

異なる廃菌床を用いた嫌気性発酵による揮発性脂肪酸の生成：加水分解および酸生成効率と細菌群集構造の解析\*

再生可能なバイオマス資源をバイオ燃料や化学原料として活用することは、エネルギー問題の緩和に貢献すると期待されている。特に、嫌気性発酵による揮発性脂肪酸(VFA)の高収率には、適切な基質の選定が鍵となっている。本研究では、多糖類、タンパク質、リグノセルロース、微量栄養素を多く含む4種類の廃菌床(ヤマブシタケ、ヒラタケ、エノキタケ、エリンギ)を基質として用い、それぞれの加水分解および酸生成能を評価し、16S rRNAシーケンシングにより発酵過程の微生物群集構造を解析した。その結果、エリンギ(PES)では最も高いVFA収率(248.48 mg/g)が得られ、これは多糖類やタンパク質の含量が高いことが要因と考えられる。また、PESでは*Bacillus*や*Clostridium*属などの加水分解・酸生成に関与する微生物が多く存在し、それに伴い炭水化物・アミノ酸代謝や関連遺伝子の発現が活発であった。本研究は、廃菌床を用いたVFA生産の実用化に向けた理論的基盤を提供するものである。

Anthropogenic activities facilitate temporal overlaps and spatial partitions among sympatric canids in a human-modified landscape of Bulgaria

Hiroshi Tsunoda, Stanislava Peeva, Evgeniy Raichev, Krasimir B. Kirilov, Katelina Uzunowa and Yayoi Kaneko

*Food Webs*, Vol.39, e00344, 2024

DOI: 10.1016/j.fooweb.2024.e00344

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

人間活動が人為改変景観におけるイヌ科動物の時間的・空間的ニッチ分割を促進する\*

食肉目ギルドにおいてニッチ分割は種間競争を回避するために重要である。しかし、人間活動は野生動物の行動生態を攪乱し、その影響は種間関係にも波及する。ブルガリアに同所共存する3種のイヌ科動物(イエイヌ、キンイロジャッカル、アカギツネ)の時間的・空間的ニッチ分割をカメラトラップ法によって調査した。農地景観では3種はいずれも夜行性を示し、人間との遭遇回避によるものと考えられた。その結果、3種の時間的ニッチは大きく重複した。ジャッカルとイエイヌは空間的ニッチ分割を示し、ジャッカルが大型のイエイヌとの直接競争を回避した可能性がある。その一方で、イエイヌとギツネは空間的なニッチ重複を示した。ジャッカルとギツネの時間的・空間的ニッチ分割には人間活動や上位捕食者の存在などによって変化することが示唆された。

## アカギツネによる貯食・回収行動とタヌキによる貯食場所の訪問

角田裕志 江成広斗 江成はるか  
自然環境科学研究、Vol.37、9-14、2024  
DOI: 10.32280/nesr.37.0\_9

### 要 旨

福島県南部の針葉樹人工林において、キツネによる貯食行動とその後の回収行動をカメラトラップ調査によって観察した。2022年10月の早朝にキツネ1頭が樹木の根元に食物を埋める動画が撮影され、その日の日没後に同所をキツネが再訪し埋めた食物を掘り起こして、その場で食べる様子が撮影された。食物の貯食時間は約13時間程度で、比較的短期間の貯食行動であった。個体識別を行っていないが、同一個体が貯食と食物の回収を行った可能性が考えられた。食物は白色で比較的大きなものであり、野菜や人の食品などの可能性が考えられた。また、キツネが摂食を終えて立ち去ったわずか9分後に同所をタヌキが訪れ、キツネの食べ残しを盗食する様子も観察した。

## Trophic plasticity of the endemic Japanese weasel in a lowland agricultural landscape

Hiroshi Tsunoda, Hana Mitsui, Chris Newman, Shigeki Watanabe and Yayoi Kaneko  
*Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, Vol.35, Issue 1, 2024  
DOI: 10.4404/hystrix-00707-2024

### 和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

#### 水田地帯に生息する固有種ニホンイタチに見られる栄養ニッチの可塑性\*

埼玉県加須市に広がる水田地帯に生息するニホンイタチの食性を明らかにするために、2017年7月から2018年8月にかけて糞を採集し内容物の分析と季節比較を行った。春から秋にかけてニホンイタチは主に(半)水生動物と陸生動物を捕食しており、特にアメリカザリガニ、コウチュウ目・トンボ目を中心とした昆虫類、カエル類成体が主な被食者であった。これらの被食者は水入れから稲刈りまでの時期に水田に生息する動物であり、ニホンイタチにとって重要な食物資源と考えられた。冬季には植物質が大部分を占め、栽培種のイチジクなど複数の種子が確認したことから主に果実(落果含む)を食べたと考えられた。通常、小型イタチ科動物は肉食性に偏った栄養ニッチを示すが、乾田となり食物資源となりうる被食動物に乏しい環境においてニホンイタチは代替資源として果実を利用したと考えられた。本研究結果は、ニホンイタチの栄養ニッチ可塑性による多様な環境への順応性を示した。

## Developing a system model for articulating the social-ecological impacts of species reintroduction

Ryo Sakurai, Takuro Uehara, Hiroshi Tsunoda, Hiroto Enari, Richard C. Stedman and Ayumi Onuma  
*Ecology and Society*, Vol.29, Issue 2, 9, 2024  
DOI: 10.5751/ES-14952-290209

### 和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

#### 絶滅種の再導入の社会的・生態的影響を明示したシステムモデルの開発\*

地域的に絶滅した種の再導入が地域の社会と生態系の双方に与える影響を明示するためのシステムモデルを構築した。日本において再導入が実現したコウノトリを事例とした因果ループ図によるシステムモデルから、コウノトリの再導入が地域社会と地域生態系の双方に与えた影響を議論した。次に、日本へのオオカミ再導入について、コウノトリの事例を元に因果ループ図によるシステムモデルを構築して、オオカミ再導入が地域社会と地域生態系に与えるそれぞれの影響を予測し、地域住民に対する環境教育と地域住民による再導入事業への意識変化などの社会的要素が、再導入による生態系変化や生物多様性保全効果などの生態的要素と共に地域の合意形成に影響することを明示した。また、再導入に伴う軋轢発生がシステムモデル全体に負の影響をおよぼす可能性を示唆した。

# 埼玉県元荒川の天然記念物指定区間外における絶滅危惧種ムサシトミヨの生息状況

梅澤和也 角田裕志

伊豆沼・内沼研究報告、Vol.18、93-105、2024

DOI: 10.20745/izu.18.0\_93

## 要 旨

ムサシトミヨは県条例による県内希少野生動植物種の指定と主要生息地の天然記念物指定によって保護が図られているが、天然記念物指定区間外では生息範囲の縮小が懸念されている。そこで、天然記念物指定区間の下流側3か所においてムサシトミヨの生息状況に関する通年調査を行い、流程や水路の物理環境の違いがムサシトミヨの生息状況に与える影響について検討した。その結果、汲み上げた地下水を水源とする流入水路との合流点に比較的近く、多様な水生植物が生息する調査地点でムサシトミヨが通年採捕されたことから、安定的に生息する可能性が考えられた。この場所は年間を通して水温、水深、流速が比較的安定しており、天敵となる外来種アメリカザリガニも相対的に少なかったことから、ムサシトミヨの生息や営巣にとって好適な環境が維持されていると考えられた。

## Ecological traits and intraguild competition mediate spatial and temporal overlaps among sympatric mesocarnivores

Hiroshi Tsunoda, Stanislava Peeva, Evgeniy Raichev and Yayoi Kaneko

*Diversity*, Vol.17, Issue 2, 108, 2025

DOI: 10.3390/d17020108

## 和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

中型食肉目種間の空間的・時間的重複に対する生態的特性とギルド内競争の影響\*

中型食肉目の時間的・空間的ニッチ重複・分割に対する種間の生態的特性(体サイズ差、分類群、食物資源競争)、人為攪乱、季節性、大型捕食者の存在の各影響を検証するために、ブルガリア中央部の様々な環境で得た中型食肉目6種のカメラトラップ調査データを用いて解析した。時間的・空間的ニッチ重複度指数を地域ごとにすべての種ペアについて計算し、統計モデルによって解析した。空間的重複度は同じ分類群ペア(イヌ科・イタチ科)の時に減少し、大型捕食(特にオオカミ)が生息する場合に増加した。その一方で、時間的重複度は体サイズ差、分類群、食物資源競争の強さに影響を受けていた。本研究結果より、中型食肉目の種間における直接競争の強度は時間的・空間的分割を減少させる主要因であることが示唆された。

## Vigilance levels of sika deer in nonhunting areas with moderate human activity

Hiroshi Tsunoda and Toshihide Hirao

*Acta Ethologica*, Vol.28, Issue 1, 27-37, 2025

DOI: 10.1007/s10211-024-00454-8

## 和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

中程度の人間活動を伴う非猟区におけるニホンジカの警戒行動レベル\*

人間活動の影響が学術・教育目的の利用や登山に限定され、狩猟が行われていない大学演習林においてカメラトラップ法を用いてニホンジカの警戒行動および日周性を調査した。演習林内の鳥獣保護区の内外に調査地点を設けてニホンジカの行動を比較した。人のアクセスが極めて少ない鳥獣保護区内に比べて利用者が多い保護区外において警戒行動や夜行性が高まると予想したが、調査の結果では鳥獣保護区の内外でニホンジカの行動に差は見られなかった。その一方で、メスジカの警戒行動は両調査サイトを通じて冬季に増加する傾向が見られた。冬季は他の季節に比べて人の立ち入りが少ないにも関わらずメスジカの警戒行動が増加した背景として、演習林の周辺で冬季に行われる狩猟の影響を受けていると考えられた。人為攪乱程度が比較的小さな当該調査地域では人との遭遇の影響は比較的小さい一方で、狩猟者や猟犬との遭遇リスクに対してより敏感に反応した可能性が示唆された。

Resource partitioning among endangered and non-native bitterling fishes in a small pond:  
insights from stable isotope and gut content analyses

Natsuru Yasuno, Yasufumi Fujimoto and Eisuke Kikuchi  
*Environmental Biology of Fishes*, Vol.107, No.4, 459–470, 2024  
DOI: 10.1007/s10641-024-01541-2

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

小規模水域における絶滅危惧種および外来種のタナゴ類の資源分割：安定同位体比および胃内容物分析からの知見<sup>\*</sup>

絶滅危惧種であるゼニタナゴの個体群減少は、外来タナゴ類侵入の影響による可能性が考えられるが、タナゴ類の種間相互作用に関しては知見が不足している。本研究では、小規模な池で同所的に生息するゼニタナゴ、国内外来種のカネヒラ、外来種のタイリクバラタナゴを対象に、胃内容物分析と炭素・窒素安定同位体比分析による食性解析を行った。3種のタナゴ類の胃内容物は、付着性あるいは底生性の珪藻類を中心とする微細藻類が優占しており、Piankaの重複度指数では高い値(0.89~0.98)を示した。また、炭素・窒素安定同位体比については、タナゴ類3種は近い値を示していたものの、同位体ニッチの種間重複は限定的であった(0~2.4%)。これらの結果から、タナゴ類3種はいずれも主に微細藻類を採餌しているものの、安定同位体比が異なることから、異なる場所で採餌することで共存している可能性が示唆された。

Sources, distribution, and health implications of heavy metals in street dust  
across industrial, capital city, and peri-urban areas of Bangladesh

Md. Sohel Rana, Qingyue Wang, Weiqian Wang, Christian Ebere. Enyoh, Md. Rezwanul Islam, Yugo Isobe and  
Md. Humayun Kabir  
*Atmosphere*, Vol.15, Issue 9, 1088, 2024  
DOI: 10.3390/atmos15091088

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

バングラデシュの工業地帯、首都、および都市周辺部における  
路上の粉じん中の重金属の発生源、分布、および健康への影響<sup>\*</sup>

路上の粉じんに含まれる重金属は健康リスクが考えられる。本研究ではバングラデシュの工業地帯、首都、都市周辺部で道路粉じんを採取し、重金属分布及び健康リスクについて調査を行った。その結果、工業地帯が最も重金属濃度が高く、多変量解析より交通排気ガス、建設、工業加工などの人為的活動が主な汚染源であることが明らかとなった。健康リスク評価から、クロム、ニッケル、カドミウム、鉛による子どもへの非発がん性リスクが増加することが示された。これらの結果より、健康被害を低減するため継続的なモニタリングと汚染制御の重要性が示された。

Peak separation of all 136 tetra- to octa-chlorinated dibenzo-*p*-dioxins and dibenzofurans on two  
50% phenyl-methyl-siloxane-type gas chromatography columns, DB-17ms and VF-17ms

Kotaro Minomo, Nobutoshi Ohtsuka and Yusuke Ochiai  
*Environmental Monitoring and Contaminants Research*, Vol.4, 117-125, 2024  
DOI: 10.5985/emcr.20240023

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

2種の50%フェニルメチルシロキサン型ガスクロマトグラフィーカラム、DB-17msおよびVF-17msによる  
4~8塩素化ポリクロロジベンゾパラジオキシンとジベンゾフラン全136異性体のピーク分離<sup>\*</sup>

2種の50%フェニルメチルシロキサン型ガスクロマトグラフィーカラム、DB-17msおよびVF-17msによる、4~8塩素化ポリクロロジベンゾパラジオキシンとジベンゾフラン全136異性体のピーク分離を確認した。DB-17msでは、17ある2,3,7,8-位塩素置換異性体のうちの4つ(2,3,7,8-TeCDD、1,2,3,7,8-PeCDD、2,3,7,8-TeCDF、1,2,3,4,7,8-HxCDF)の分離が不十分であった。VF-17msでは、2,3,7,8-TeCDD、2,3,7,8-TeCDF、1,2,3,7,8-PeCDF、1,2,3,6,7,8-HxCDFの分離が不十分であった。これら以外の2,3,7,8-位塩素置換異性体は、両カラムで良好に分離した。したがって、これらいずれかのカラムによる測定結果と、DB-5ms様のカラムによる測定結果を組み合わせることで、17すべての2,3,7,8-位塩素置換異性体の濃度が得られることが分かった。

## キャピラリーカラムDB-17msおよびVF-17msによるPCB全209異性体の溶出順位

蓑毛康太郎 大塚宜寿 落合祐介

環境化学、Vol.35、16-23、2025

DOI: 10.5985/jec.35.16

### 要 旨

2種類のキャピラリーカラム、DB-17ms および VF-17ms について、PCB 全 209 異性体の溶出順序を明らかにした。さらに、DL-PCBs に干渉する PCDDs 成分を確認した。

## Spatiotemporal trends and ecological risk assessment of volatile methylsiloxanes in Tokyo Bay catchment basin, Japan: River water and sewage treatment plant samples

Yuichi Horii, Takeo Sakurai, Yoshitaka Imaizumi, Keisuke Kuroda, Takehiko I. Hayashi,

Takahiro Nishino, Shusuke Takemine and Nobutoshi Ohtsuka

*Science of the Total Environment*, Vol.975, 179292, 2025

DOI: 10.1016/j.scitotenv.2025.179292

### 和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

東京湾流域における揮発性メチルシロキサンの時空間傾向：河川水と下水処理施設試料\*

本研究では、東京湾流域の河川水および下水処理施設(STP)試料について、VMS(環状体：D3-D6および直鎖体：L3-L6)濃度の2013-2021年の時空間傾向を調査した。その結果、河川水中のVMSs濃度は2.3-1190 ng/Lと広範囲であり、STPの下流で最高濃度が検出され、シリコン工場の下流では、D3を除いてVMS濃度の上昇は検出されなかった。VMS濃度の経時変化解析では、モニタリング期間内のD4、D5、D6濃度は有意に減少し、その年変化率は-7.7%~-6.4%であった。表層水中環状VMS濃度(暴露)と種の感受性分布の比較によるリスク評価では、表層水中環状VMS濃度分布(95パーセンタイル値)とその慢性無影響濃度(5パーセンタイル値)の間で重複はないものの、予測された無影響濃度に近かった。環状VMSに対する水環境リスクは、調査期間で観察された環状VMS濃度の経時変化から、減少傾向にあると示された。

## Temporal change of Cs-137 concentration in fruit in the non-decontaminated biotope in Saitama, Japan, after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident

Yusuke Ochiai, Kotaro Minomo, Nobutoshi Ohtsuka and Sadaaki Miyake

*Environmental Monitoring and Contaminants Research*, Vol.4, 95-98, 2024

DOI: 10.5985/emcr.20240020

### 和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

福島第一原子力発電所事故後の埼玉県非除染のビオトープにおける果実中Cs-137の経時変化\*

2011年に発生した福島第一原子力発電所事故によって影響を受けた埼玉県において、我々は非除染のビオトープ内で栽培された柿と柚子中のCs-137濃度を2011年から2019年まで測定した。2011年に採取した果実では、柚子中のCs-137濃度は柿の5倍以上高い値を示していた。2019年に採取した果実では、両果実のCs-137濃度はほぼ同程度であった。このCs-137濃度は、福島第一原子力発電所事故が発生する前に福島県で採取された柚子とほぼ同程度の値であった。我々の調査結果を基に実行半減期を計算すると、柿は380日、柚子は310日であった。非除染の地域で成長した果実中のCs-137濃度は、物理的半減期(Cs-137は30年)から予測される値と比較して減少が早いということがわかった。



## Solubility of calcium carbonate hemihydrate (CCHH): Where does CCHH occur ?

Mai Suyama, Takuma Kitajima and Keisuke Fukushi  
*Geochemical Perspectives Letters*, Vol.31, 27-31, 2024  
DOI: 10.7185/geochemlet.2428

### 和訳タイトル及び要旨

炭酸カルシウム・1/2水和物(CCHH)の溶解度：CCHHはどこにある\*

近年、炭酸カルシウム・1/2水和物(CCHH,  $\text{CaCO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ )が屋内実験によって合成・発見された。CCHHは普遍的な成分で構成された水溶液から形成されるため、自然界にも存在すると考えられ、地球表層の炭素循環において重要な役割を担っている可能性がある。本研究は、CCHHが自生する可能性のある環境を特定するために、25°Cにおける $\text{CaCl}_2$ - $\text{MgCl}_2$ - $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液の溶液組成と鉱物組成の変化を観察し、初めてCCHHの溶解度を算出した。実験において、CCHHは非晶質炭酸カルシウムから形成され、時間の経過とともにアラゴナイトに変化した。CCHHが単一の反応性固相である場合、イオン活量積の一定値が高い再現性で得られた。溶解度積( $\log K_{\text{sp}}$ )は $-6.80 \pm 0.05$ で、これはイカイトとモノハイドロカルサイトの中間の値にあたる。また、世界のアルカリ湖で観測される炭酸カルシウムのイオン活量積の上限に近い値であった。これらの結果は、CCHHがアルカリ湖の蒸発過程で形成される可能性を示唆している。

## 定期刊行物の紙中ダイオキシン類の経年変化と汚染原因

谷脇夕希 落合祐介 蓑毛康太郎 大塚宜寿  
*環境化学*, Vol.34, 89-93, 2024  
DOI: 10.5985/jec.34.89

### 要 旨

環境化学誌(1991~2020年発行)および埼玉県公害センター研究報告(1974~2000年発行)の紙中のダイオキシン類を分析し、経年変化を確認した。TEQが最も高かったのは1974年の試料で、 $6.6 \text{ pg-TEQ/g}$ であった。これはわずか40枚の冊子に $1 \text{ ng-TEQ}$ ものダイオキシン類が含まれていることになる。TEQは経年的に減少しており、さらに1997年を境に急激に減少し、以降低い水準であった。1997年以前の試料のTEQでは、塩素漂白による影響が顕著であった。濃度で比較すると、期間を通じてPCB製品に由来するダイオキシン類の影響が大きかった。

## Spatial variation of airborne bacterial heterogeneity and potential opportunistic human pathogens: a comparative study of sites in Korea and Japan

Makoto Seki, Hitoshi Tanaka, Shinichi Yonemochi, Ki-Ho Lee, Young-Ju Kim, Reika Iwamoto,  
Kei Sato and Daisuke Tanaka  
*Aerobiologia*, Vol.40, 287-295, 2024  
DOI: 10.1007/s10453-024-09817-x

### 和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

大気中浮遊細菌の不均一性と潜在的日和見ヒト病原体の空間変化：韓国と日本の比較研究\*

韓国の済州島および埼玉県と富山県で、ヒトの病原体となる可能性のある細菌に着目し、大気中細菌の不均一性の特徴を調べた。大気試料は北西から季節風が吹く冬期に採取した。ハイスループット塩基配列決定とPCR増幅した16S rRNA遺伝子の変性勾配ゲル電気泳動によって分析した結果、大気中細菌の空間的な差と越境輸送による拡散の可能性が示唆された。また、異なる地点で同じ日に採取した試料の細菌組成は類似していた。特に、ヒトに病原性を示す可能性のある2種類の細菌(アシネトバクター属とクロストリジウム属)は、韓国と日本の両方で同じ日に検出された。この結果は大気中浮遊細菌が長距離輸送され、人の健康に影響を及ぼす可能性を示している。

# 微生物燃料電池適用が鉄電解式リン除去型浄化槽の処理性能と保持汚泥性状に与える影響

窪田恵一 見島伊織 渡邊智秀

土木学会論文集、Vol.80、No.25、24-25025、2024

DOI: 10.2208/jscej.24-25025

## 要 旨

本研究では、鉄電解式リン除去型浄化槽の嫌気槽内に微生物燃料電池(MFC)を適用し、その処理性能への影響を評価した。装置はラボスケールで2.1Lの嫌気槽と1.4Lの好気槽を有し、嫌気槽にMFCを、好気槽に鉄電解装置を設置して模擬排水の連続処理試験を行った。MFCの最大電力密度はカソード面積あたりで31W/m<sup>2</sup>を発揮した。有機物及び窒素除去能は開回路系と同程度であったが、リン除去能はMFC系で15%程度高くなった。放射光分析による鉄の化学形態解析の結果、MFCを適用した嫌気槽汚泥では鉄電解法により形成されるFePO<sub>4</sub>が減少しており、鉄が還元されていた可能性が示唆された。一方で、リンはFePO<sub>4</sub>以外の形態で汚泥に保持されている可能性が示唆され、これがリン除去能向上に寄与していたと考えられた。

## Development and implementation of a highly sensitive method for analyzing chemical forms of iron using XAFS measurements

Iori Mishima, Keiichi Kubota and Tomohide Watanabe

*Journal of Water and Environment Technology*, Vol.23, Issue 1, 46-55, 2025

DOI: 10.2965/jwet.24-077

## 和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

XAFS測定を用いた鉄の化学形態の高感度分析手法の開発とその実装<sup>\*</sup>

本研究では、XAFS測定を用いた鉄の化学形態の高感度分析手法を開発した。鉄(III)はリン酸イオンを吸着し水質に影響を与えるが、還元環境下では鉄(II)に変化しリンが再放出される可能性がある。4種類の前処理法を評価した結果、嫌気乾燥が還元状態の鉄を最も良好に保存できることが示された。堆積物に対してパターンフィッティング法を適用し、本手法の高い特定精度が実証された。これにより、水環境における鉄の役割と栄養塩循環の理解が進展すると期待される。

## 埼玉県内の公共用水域（河川）における大腸菌数環境基準超過地点の特徴

渡邊圭司 宮崎実穂 池田和弘 柿本貴志 見島伊織 梅沢夏実 田中仁志 木持謙

全国環境研会誌、Vol.49、No.4、204–209、2024

## 要 旨

埼玉県内の公共用水域(河川)における大腸菌数のモニタリングデータ(2013年開始)を環境基準値(2021年環境省告示)と照らし合わせ、超過地点についてその特徴及び原因を調べた。その結果、特定の汚染源が原因と思われる地点は少なく、その多くは塩素処理が不十分な生活排水の流入に起因するものであると考えられた。埼玉県内河川における大腸菌数の環境基準達成のためには、浄化槽法により定められた浄化槽の保守点検、清掃及び法定検査を推進し、適切に塩素剤が添加されるよう管理を徹底することが重要であると考えられた。

(注) 当センターの職員には下線を付した。

(注) 仮訳には<sup>\*</sup>を付した。

#### 7. 4. 2 国際学会プロシーディング抄録

### Verification of temperature forecasts by observations during an Arctic cruise of R/V Mirai in November 2018 and analysis of positive error cases around the marginal ice zone

Akio Yamagami, Takahiro Toyoda and Jun Inoue

*Proceedings of the 39th International Symposium on the Okhotsk Sea & Polar Oceans*, 71-74, 2025

#### 和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

2018年みらい北極航海観測による気温予測の検証と海水縁での高温誤差の要因の解析\*

本研究では、2018年11月のみらい北極航海の観測データを用いて、海水縁付近でのヨーロッパ中期予報センター(ECMWF)の気温予測の検証を行った。ECMWFの解析値および72時間予報までの対流圏下層の気温は、11月9-14日に顕著な正の誤差を示し、最大2.7°Cの差を示した。この高温誤差は全てのアンサンブルメンバーで現れ、ECMWFモデルがこの期間の低温を予測できていないことが示された。解析結果から、モデル内の海水密接度が観測よりも小さいことにより、海面から熱と水蒸気が多く放出され、その結果として低気圧性循環の誤差が引き起こされて、みらいの観測と比べて高温を予測していることが示唆された。

### An estimation of the impact of grid-nudging on the ozone simulation in Asia with WRF-CMAQ model

Natsumi Kawano, Tatsuya Nagashima, Syuichi Itahashi and Toshimasa Ohara

*Abstract of the 16th International Commission on Atmospheric Chemistry and Global Pollution Symposium and 18th International Global Atmospheric Chemistry (iCACGP-IGAC) Science Conference*, P79, 2024

#### 和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

WRF-CMAQを用いたグリッドナッジング手法がアジア域のオゾン濃度に与える影響\*

過去から現在までの大気質モデリングで、一般的に実施されている再現性を担保するためにモデル領域内の再解析データに気象場をナッジング(グリッドナッジング手法)し、再解析データが利用できないような将来気候に対しても有効なのかについて検討した。2016年の大気環境場において、グリッドナッジングの有無でWRF-CMAQシミュレーションを実施したところ、グリッドナッジング手法を行った場合は行わなかった場合よりも、東アジアやインド中東部、タイ・ラオス周辺、マレーシア・スマトラ周辺で地表面オゾン濃度が最大で10 ppbvほど増加した。また、環境基準として用いられる日最高8時間値においても平均濃度と同様の傾向が見られ、日本域で最大8 ppbvの濃度増加が見られた。

### Performance evaluation of JRA-3Q for predictability of extreme events in the Tokyo metropolitan area, Japan

Natsumi Kawano, Motoki Nishimori, Akio Yamagami, Tomohide Shimada and Hiroaki Yamato

*Abstract of the American Geophysical Union 24 Annual Meeting*, A23R-06, 2024

#### 和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

日本都市域で発生した極端気象現象を対象としたJRA-3Qの再現性検討\*

極端気象現象を正確に予測することは、災害リスク管理や社会・経済発展の安全保障、気候変動研究にとって極めて重要であるが、領域気象モデルWRFは夏季の降水量を過大、もしくは過少評価する傾向がある。WRFで局地的な気象パターンをより良く再現するには、より高い時間・空間解像度の全球再解析データが有効であるとして、JRA-3QやERA-5が開発されてきた。本研究では、一般的に広く使用されているJRA-55とERA-5を対象に東京・大手町の日降水の再現性について検討したところ、JRA-55で過大評価、一方のERA-5では過小評価することが分かった。そのため、今後はWRFの入力値として用いた時の傾向も把握していきたい。

## Investigating the influence of distributed anthropogenic heating to simulated atmospheric chemistry

Maria D.C. Andal, Alvin C.G. Varquez, Manabu Kanda, Shikan Nagata, Masayuki Takigawa, Prabir Patra, Paul Griffiths, Natsumi Kawano, Quan Van Doan and Akio Yamakami  
*Abstract of the American Geophysical Union 24 Annual Meeting, A34H-03, 2024*

### 和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

#### 都市域の人工排熱が大気質シミュレーションに与える影響解析\*

人体に悪影響を与える夏季の地表オゾンと気温の間には相関関係が指摘されているものの、人工排熱がオゾン濃度を与える影響については十分議論されていない。そのため、2021年8月の関東地方を対象にWRF-Chemを実施し、建物粗度や人工排熱のような水平分布を有する都市パラメータを考慮することによって、都市影響が地表オゾン濃度を与える影響について解析した。人工排熱を加味した場合としない場合ではオゾン濃度の生成過程に影響を与えることが分かった。しかしながら気温とオゾン濃度の間に正の相関関係は確認されず、夜間の濃度が高まっていた。今後はこのメカニズムについてさらに考察していく。

## A future projection of the impact of emissions from nature on the summertime surface ozone concentration in Asian metropolitan areas with WRF-CMAQ model

Natsumi Kawano, Tatsuya Nagashima, Syuichi Itahashi, Toshimasa Ohara and Satoru Chatani  
*Abstract of the Plant Molecular Phenology and Climate Feedbacks Mediated by BVOCs, 32, 2024*

### 和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

#### 植生由来の大気汚染物質が将来のアジア都市域の夏季オゾン濃度と与える影響予測\*

気候変動に伴う気温上昇は、植生由来の揮発性有機化合物排出量(BVOC)に影響を与え、地表面オゾン生成を促進する。気候変動下における2090年代の地表オゾンの変化を定量的に評価するために、BVOC濃度、気候、境界条件を変化させた5年間のWRF-CMAQを用いた5年間の擬似温暖化実験を実施した。その結果、中国東部を中心としたオゾン高濃度帯が形成され、夏季に日本域に向かって拡大した。特にBVOCの1つであるイソプレンは、窒素酸化物が多く占める日本都市域のオゾンを4 ppbvほど増加させることが判明した。

## Long-term exposure to PM2.5 and mortality among Japanese community-dwelling adults

Takehiro Michikawa, Yuji Nishiwaki, Keiko Asakura, Tomonori Okamura, Toru Takebayashi, Shuichi Hasegawa, Ai Milojevic, Mihoko Minami, Masataka Taguri, Ayano Takeuchi, Kayo Ueda, Toshimi Sairenchi, Kazumasa Yamagishi, Hiroyasu Iso, Fujiko Irie and Hiroshi Nitta  
*Abstract of the 17th European Public Health Conference 2024, iii541, 2024*

### 和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

#### 日本の地方在住の成人におけるPM2.5の長期曝露と死亡率\*

PM2.5の長期曝露は死亡率および心血管疾患と因果関係があると指摘されているが、アジアでは心血管疾患の主要原因が脳卒中であるため、PM2.5曝露と脳卒中の関連性を示す証拠は限られている。また、PM2.5と呼吸器疾患の因果関係は未だ解明されていない。そこで、PM2.5の長期曝露が日本における全死因や、心血管疾患、呼吸器疾患による死亡率と関連しているかどうかを、地域ベースの前向きコホート研究において調べた。その結果、8.3–13.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ のPM2.5への長期曝露による全死因死亡率および死因別死亡率のリスク増加の証拠はほとんど見られなかった。非悪性呼吸器疾患による死亡率の若干の増加傾向は無視できない可能性があった。

BVOCs vertical distribution and emission flux in a forested area in the suburbs of Tokyo  
and evaluation of BVOCs areal variability in the upper canopy using a drone

Yujiro Ichikawa, Katsuhito Yoshida, Shinichi Yonemochi, Kouki Sasaka, Yuji Yamamoto, Kristopher Wrigh,  
Hiroto Watanabe, Kentaro Takagi, Atsuyuki Sorimachi, Kazuhide Matsuda and Toshimasa Ohara  
*Abstract of the Plant Molecular Phenology and Climate Feedbacks Mediated by BVOCs*, 47, 2024

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

東京郊外の森林域におけるBVOCs鉛直プロファイル・放出フラックス及びドローンを用いた  
キャノピー上部でのBVOCs面的変動性評価について\*

生物起源揮発性有機化合物(BVOCs)の実態を把握するために、東京近郊の森林域に設置してあるフラックスタワー(高さ30 m)で、BVOCsの鉛直分布と放出フラックスの通年観測を行った。また、ドローンによる樹幹上部の観測からBVOCs面内変動性を評価した。BVOCs成分の中で最も放出量の多いイソプレンの鉛直分布と放出フラックスは共に季節依存性を示し、気温が20℃以上で葉面積指数が2.5を超える5月から10月に放出量が顕著であった。面的変動性については、フラックスタワーから約15mの水平距離では、平均変動値は10~20%程度であった。

Phytoremediation research for contaminated soils to conserve soil resources, produce biomass  
and achieve sustainable development

Kokyo Oh  
*Abstract of the 2024 4th Asia Environment Pollution and Prevention Conference*, 8, 2024

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

土壌資源の保全、バイオマスの生産、持続可能な発展を目指した汚染土壌のファイトレメディエーション研究\*  
土壌は限られた天然資源であり、世界の食糧生産、気候の制御、生物多様性の保全、生態系機能の維持に重要な役割を果たしている。土壌資源の保全と持続可能な開発のためには、汚染土壌の有効利用と修復が大いに求められている。本研究では、植物と根圏微生物の自然な性質を利用した汚染土壌修復技術であるファイトレメディエーションについて、その技術の特徴、これまでの発展と現状、汚染土壌の修復と資源保全、バイオマス生産への活用方策、持続可能な開発への応用について紹介した。

Study on the profit generation phytoremediation technology for the utilization and remediation  
of soils contaminated with heavy metals

Kokyo Oh  
*Abstract of the 11th International Conference on Advances in Environment Research*, 12, 2025

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

収益型ファイトレメディエーション技術を用いた重金属汚染土壌の利用と修復\*

地球環境問題のひとつである土壌汚染は、生態系、人間の健康、農業生産に大きなリスクをもたらしている。広範囲に及ぶ汚染土壌の対策において、近年、植物本来の機能を利用したファイトレメディエーションが低コストで環境に優しい環境修復技術として注目されている。本報告では、広く分布する重金属汚染土壌に対し、高い収益性と修復効果が両立できる収益型ファイトレメディエーションを説明した。また、今後の研究課題として、1) 汚染土壌からの収穫後の植物残渣の有効利用、2) 高付加価値で浄化効率の高い植物品種の探索と適用、3) 都市汚染土壌サイトへのファイトレメディエーションの適用、4) 生物多様性保全、地球温暖化緩和、バイオエネルギー生産への活用等を指摘した。

Evaluating trophic transfer of methylsiloxanes in the benthic food web  
from Tokyo Bay, Japan

Yuichi Horii, Natsuru Yasuno and Takeo Sakurai

*Abstract of the 44th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants, 522-526, 2024*

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

東京湾底生食物網におけるメチルシロキサンの栄養段階移行の評価\*

メチルシロキサンは広く使用される有機ケイ素化合物であり、一部について環境中での残留性や生物濃縮のリスクが懸念されている。本研究は、東京湾底生食物網におけるメチルシロキサンの挙動と栄養段階蓄積係数(Trophic Magnification Factor, TMF)を用いる生物蓄積性を評価した。試料には底曳網調査により11種の魚介類を収集し、二枚貝を栄養ポジションのベースとして解析した。メチルシロキサンのうち、6種の環状体、14種の直鎖体、7種の変性体の様々な化合物を対象として、その構造や分子量の違いによるTMFの特徴を明らかにした。本研究は、日本の底生生物を含む食物網におけるTMFを報告した最初の報告である。メチルシロキサンの生物蓄積性を理解することは、今後の化学物質管理のあり方や、当該化学物質に対する規制の有効性を議論する上で極めて重要である。

Determination of dioxins by APGC-MS/MS using nitrogen carrier gas

Shusuke Takemine, Kazuki Kotera, Toshifumi Miyawaki, Tatsuya Ezaki, Kotaro Minomo, Yuichi Horii  
and Nobutoshi Ohtsuka

*Abstract of the 44th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants, 25-28, 2024*

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

窒素キャリアーガスを用いたAPGC-MS/MSによるダイオキシン類の定量\*

窒素キャリアーガスを用いたAPGC-MS/MSをダイオキシン類の定量に用いることを目的として、分析条件を検討した。分離条件を最適化した結果、毒性等価係数(TEF)を持つ29異性体のうち、2,3,7,8-TCDDおよび2,3,7,8-TCDFを含む22異性体の分離が確認できた。また、ダイオキシン類の検量線用試料を測定し、定量性に問題がないことを確認した。確立した条件で、環境試料(排ガス、灰、河川水、大気)計20試料のダイオキシン類の定量を行った。分離できた22異性体の定量値について、二重収束型質量分析計と結果を比較したところ、大きな差がないことを確認した。これらから、窒素キャリアーガスを用いたAPGC-MS/MSは、環境試料中のダイオキシン類の定量に適用可能であることが示された。

Determination of elution order of all dioxin isomers on a DB-17 MS column using APGC-MS/MS  
with nitrogen carrier gas

Kazuki Kotera, Shusuke Takemine, Toshifumi Miyawaki, Tatsuya Ezaki, Kotaro Minomo  
and Nobutoshi Ohtsuka

*Abstract of the 44th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants, 472, 2024*

和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

窒素キャリアーガスを用いたAPGC-MS/MSによるDB-17 MSカラムでの全ダイオキシン異性体の溶出順序の決定\*

APGC-MS/MSによるダイオキシンの定量に係る検討において、分離が不十分であった異性体の分離の検討を行った。DB-17MSを用い分離条件を最適化したところ、2,3,4,7,8-PeCDF、2,3,4,6,7,8-HxCDF、および1,2,3,7,8,9-HxCDFの分離が確認できた。また、検討した分析条件のダイオキシン全異性体の溶出順序を決定した。

## Development and implementation of a highly sensitive method for analyzing chemical forms of iron using XAFS measurements

Iori Mishima, Keiichi Kubota and Tomohide Watanabe

*Abstract of the Water and Environment Technology Conference 2024, 8, 2024*

### 和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

XAFS測定を用いた鉄の化学形態の高感度分析手法の開発とその実装\*

本研究では、XAFS測定を用いた鉄の化学形態の高感度分析手法を開発した。鉄(III)はリン酸イオンを吸着し水質に影響を与えるが、還元環境下では鉄(II)に変化しリンが再放出される可能性がある。4種類の前処理法を評価した結果、嫌気乾燥が還元状態の鉄を最も良好に保存できることが示された。堆積物に対してパターンフィッティング法を適用し、本手法の高い特定精度が実証された。これにより、水環境における鉄の役割と栄養塩循環の理解が進展すると期待される。

## Subsurface warming progress in the Tokyo metropolitan area, Japan: Long-term subsurface thermal environment changes due to effects of urbanization and groundwater development

Akinobu Miyakoshi, Takeshi Hayashi, Hideki Hamamoto and Shoichi Hachinohe

*Abstract of the 2024 IAH, 105750, 2024*

### 和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

東京首都圏における地下温暖化の進行:都市化と地下水開発の影響による長期的な地下熱環境変化\*

本研究では、東京大都市圏の地下熱環境に対する都市化に関連した環境変化(地表・地下開発や地下水採取など)および地球温暖化の進行の影響を評価するため、三次元の地下温度分布とその長期的変化を調査した。その結果、都市中心部から郊外にかけて広範囲に地下温暖化が確認された。ただし、温暖化の速度は場所や深度によって異なり、地下水開発が進んでいる地域に位置する観測井戸では、短期的・長期的な変動が複雑に入り交じる傾向が見られた。

地下熱環境は、地表および地下の環境変化の履歴を記録しているため、都市化の歴史や地下水流を考慮した地下温度変化の解析は、地下温暖化の形成プロセスとメカニズムの解明に寄与すると期待される。

## Analytical method development for perfluoroalkyl substances (PFAS) in water sample by online solid phase extraction - liquid chromatography - tandem mass spectrometry

Mari Takazawa, Shusuke Takemine, Ryoichi Sasano and Hiroshi Akiyama

*Abstract of the 44th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants, 465, 2024*

### 和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

オンラインSPE-LC-MS/MSを用いた水試料に含有されるPFASの分析法開発\*

本研究では、オンラインSPE-LC-MS/MSを用いたPFASの分析法開発を行った。PFASには実験室雰囲気による汚染が指摘されている物質が含まれているため、微量分析を行うためには試料前処理中の汚染を抑制する必要がある。オンラインSPE法は前処理から測定までをヒトの手を介さず全自動かつシステム内の閉鎖空間で完了することから、本システムをPFASの微量分析に適用した。測定対象物質はPFOS及びPFOAを含む23種のPFASである。河川水を用いて繰り返し分析をすることで妥当性確認を行ったところ、PFOS及びPFOAの回収率は93.2%及び105%であった(n=7)。それぞれの定量下限値は0.2 ng/L及び0.1 ng/Lを達成した。

## Highly airtight storage bottle for perfluoroalkyl substances standard

Mari Takazawa, Shusuke Takemine and Kaname Kimura

*Abstract of the 44th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants, 466, 2024*

### 和 訳 タ イ ト ル 及 び 要 旨

#### PFAS標準品用の高気密瓶開発\*

本研究では、PFAS標準品用の高気密瓶開発及びその評価を行った。従来品のキャップ部にはポリテトラフルオロエチレン（PTFE）が使用されており、PFAS標準品の汚染や吸着等が懸念されている。従って本研究ではPTFEフリーの高気密瓶を作製し、(1)揮発性、(2)吸着性、(3)汚染抑制、(4)品質低下などについて評価した。15物質のPFAS混合標準を調製し、本研究で作製した試作品の高気密瓶に移した。濃度範囲は0.1～10 ng/mLで、-30°Cの冷凍庫で保管した。保管した高気密瓶を0、1、3、5、7、30、90日目に冷凍庫から取り出し、電子天秤で重量分析を、LC-MS/MSで濃度分析を行った。90日間の変動は重量±0.03%、濃度0.02～0.4%(LC-MS/MSの日間変動を含む)であった。本結果より本品は気密性が高く保管中の濃度変化がほとんどないことが分かった。

(注) 当センターの職員には下線を付した。

(注) 仮訳には\*を付した。



7. 4. 3 総説・解説抄録

丸い地球で環境を考えるー地球に広がるプラスチックー

植松光夫

法人うらわ、No.254、9、2024

要 旨

地球環境中の大気や河川、海洋へのマイクロプラスチックの物質循環を紹介した。

丸い地球で環境を考えるー地球で人が生き残るー

植松光夫

法人うらわ、No.255、3、2024

要 旨

世界の人口問題や食料問題についての変遷や将来予測を紹介した。

丸い地球で環境を考えるー「ゴミ」も積もればー

植松光夫

法人うらわ、No.256、9、2024

要 旨

埼玉県をはじめとして日本、世界でのゴミ処理の状況を紹介した。

丸い地球で環境を考えるー暑過ぎず、寒過ぎずー

植松光夫

法人うらわ、No.257、4、2025

要 旨

埼玉県での大気中二酸化炭素の放出量の減少や海洋上のエアロゾルの温暖化抑制効果を紹介した。

名誉会員に就任して 一空を通して陸と海をつなぐー

植松光夫

日本海洋学会ニュースレター、Vol. 14、No.2、2-3、2024

要 旨

日本海洋学会へ学生時代に入会してから現在に至るまでの研究者、教育者としての活動を述べ、将来の海洋学会への期待を記した。

「見て、聞いて、触れて、感じて、行動する」  
環境科学国際センターで楽しく学んでみませんか

内野絵美

ぶぎんレポート、No.294、25-27、2025

要 旨

令和2年にリニューアルオープンした展示館「彩かんかん」では、埼玉県を360度のVR映像で楽しめる「VRぐるっとさいたま360」とリニューアルした「環境パスポート」の2つの展示物を新たに公開し、コンテンツの充実を進めている。また、昭和30年代の県東部地域の里山をビオトープ手法で復元した「生態園」では、四季を通じて多種多様な動植物を観察できる。このほか、年4回の特別企画では科学実験教室や生態園体験教室が開催され、「彩の国環境大学」「出前講座」などの環境学習への取組についても紹介した。

大気中微小粒子に含まれる無機元素の濃度と発生源

米持真一

金属、Vol.94、No.7、4-6、2024

要 旨

大気中に浮遊する粒子状物質に含まれる無機元素成分は、発生源によって特徴があるため、発生源の推定に活用される。自由対流圏に位置する富士山頂で1か月にわたり毎日採取したPM2.5中の無機元素成分を、誘導結合プラズマ質量分析装置を用いて調べたところ、地上の5~10分の1と低濃度であった。分析した成分のうち、ヒ素を石炭燃焼の指標とし、石油燃焼の指標であるバナジウムとの比に着目することで、越境汚染の影響を知ることができた。

多様な時空間スケールでの気象学・気候学・大気科学/中緯度域の海洋変動と大気・生物  
地球化学への影響 高分解能の結合予測実験を用いた熱帯不安定波の形成過程の解析  
豊田隆寛 浦川昇吾 相木秀則 中野英之 新藤永樹 吉村裕正 川上雄真 坂本圭 山上晃央

牛島悠介 原田やよい 小林ちあき 富田裕之 東塚知己 山中吾郎

月刊海洋、Vol.56、No.4、255-262、2024

要 旨

気象研究所の大気・海洋結合予測モデルにより11日間の予測実験を行い、熱帯不安定波の再現性とそのエネルギー構造を調べた。高分解能実験では、初期値化による熱帯不安定波の大きなスケールの変動（~1000 km）の再現に加え、その周辺の小規模の海面水温変動も再現されていた。エネルギー構造の解析の結果、赤道東西流間の順圧不安定と赤道北側の密度フロントにおける傾圧不安定が高気圧渦にエネルギーを供給していることが分かった。さらに渦の存在によって不安定が強化されていることが示唆された。

多様な時空間スケールの先進的気象学・気候学・大気科学/北太平洋の変動と極端現象  
津軽暖流の季節モードの形成

豊田隆寛 広瀬成章 坂本圭 中野英之 浦川昇吾 川上雄真 青木邦弘 山上晃央 牛島悠介  
碓氷典久 山中吾郎 中山智治 印貞治 久慈智幸 小藤久毅 田中潔

月刊海洋、Vol.57、No.3、105–113、2025

要 旨

日本周辺海域を約2 kmの解像度で分解できる気象研究所の高分解能シミュレーションプロダクトを用いて、津軽暖流が津軽海峡流出後に季節的な循環パターンを形成するメカニズムについて調べた。冬季から春季に現れる沿岸モードでは、順圧的な津軽暖流が汐首岬と尻屋崎岬沖の浅い海底地形に乗り上げ、右に曲げられることで、南向きの運動量を得ていることが分かった。夏季から秋季に現れるジャイアモードでは、成層の影響で流れが傾圧的になったことで海底地形の影響を大きく受けずに東向きに太平洋に流出することで、慣性の効果でジャイアが形成されていることが示された。

樹木が放つ揮発性有機化合物の面的な変動性は？ ～ドローンによる上空観測から探る～  
市川有二郎

大気環境学会誌、Vol.60、No.1、A13–A17、2025

DOI: 10.11298/taiki.60.A7

要 旨

生物起源揮発性有機化合物(BVOCs)は、地球規模の炭素循環や気候変動、地域規模の光化学大気汚染に大きな影響を与えている。BVOCsの主要放出源である森林生態系からの放出フラックスは、森林樹幹の上部まで伸びた1本の観測タワーを用いて大気濃度や気象データから推計されているが、BVOCs放出は気象、樹種、ストレスなどの様々な因子により変動する可能性がある。本報では、森林上におけるタワー観測とドローンを活用した変動性評価を行うための手法とドローン観測の有用性について概説した。

山頂大気中の氷晶核—鉱物ダストとバイオエアロゾル—

村田浩太郎

金属、Vol.94、No.7、27–29、2024

要 旨

氷晶核 (INPs) は氷の生成に重要な大気中微粒子で、雲や降水の形成に関与する。富士山頂での独自装置による観測結果から、日中に鉱物ダストとバイオエアロゾルが輸送され、氷晶核として機能していることが推察される。鉱物由来の氷晶核は-20°C以下で、バイオエアロゾルはそれ以上の温度で活性を示す。細菌DNAの解析結果から、山頂大気中で *Pseudomonas* 属などの細菌の存在が明らかになった。今後、培養実験や真菌も含めた研究の深化が期待される。

## 廃棄物最終処分場から放出される埋立地ガスの評価

長森正尚

廃棄物資源循環学会誌、Vol. 35、No. 6、385-393、2024

### 要 旨

埋立地ガスは廃棄物最終処分場の維持管理基準に記載がないため、廃止申請にあたり新規に調査する場合が多く、施設管理者や分析業者は、測定ノウハウを蓄積できるほど経験を積む機会が少ない。廃棄物資源循環学会 埋立処理処分研究部会は、20年以上にわたる調査結果から埋立地ガスの挙動や廃止の考え方を整理し、廃止のためのガス測定方法をできるかぎり一般化することを心掛けて報告書をまとめた。今回の改訂ですべてを解決できるわけではないが、廃止に向けたガス調査に対する理解が深まり、多くの処分場で調査が本格的に始まるであろう。報告事例の積み重ねが、廃止判定にかかる課題の抽出・解決を繰り返すことにつながり、処分場に関する科学的な理解や学術的な進展も期待される。

## 埼玉県河川中マイクロプラスチックの実態

田中仁志

ぶぎんレポート、No.296、34-35、2025

### 要 旨

近頃、マイクロプラスチック（以降、MPsと表す）に関する様々な情報に触れる機会が増えた。埼玉県の県土に対して川の面積は3.9%を占め（この割合は全国有数であることから、「川の国」と呼ばれている）、それらの川は東京湾もしくは太平洋とつながっている。したがって埼玉県に降った雨は川となり、海へ流れて行くことになる。そのため、埼玉県でも川を通じた海洋マイクロプラスチック汚染対策が必要であるが、判断に必要な情報が不足していた。そこで埼玉県では令和元年及び令和2年の2年間、河川水中のMPsの調査を実施したので、その結果を報告した。

## 気候変動・温暖化対策の視点からの埼玉県の取組みと水環境分野における研究開発の展開

木持謙 近藤貴志 Tong Shen 稲垣嘉彦 榊原豊

用水と廃水、Vol.66、No.4、298-304、2024

### 要 旨

夏季には全国有数の高温地域となる埼玉県では「埼玉県地球温暖化対策実行計画」を策定し、2050年の将来像を「カーボンニュートラルが実現し、気候変動に適応した持続可能な埼玉」として描いている。そしてその実現に向け、市町村共同設置も含めた地域気候変動適応センターを設置し、地球温暖化を含む気候変動に関連する調査研究とともに緩和策および適応策を積極的に推進している。一方で、部局別GHGs排出量で大きな割合を占める上下水道関連分野では、処理工程からのGHGs等削減型の（汚）水・汚泥処理技術の開発や、高効率・消費電力削減型の機器の導入・運転制御等が進められている。また、河川の温暖化の水生生物への影響と対策の視点から、環境DNA分析による魚類等の生息実態の把握と生息環境の保全・再生に向けた検討も進められている。

## 災害による断水に備える一井戸と地域の絆がもたらす力

柿本貴志

ぶぎんレポート、No.295、28-29、2025

### 要 旨

災害によって断水が発生すると、普段、使用水量が多い生活用水（トイレ、調理、洗濯、入浴等に使う水）の確保が難しくなり、多くの人々が日常生活で深刻な影響を受ける。令和6年1月1日に発生した能登半島地震でも、能登地域の自治体で断水し、被災者は、生活水の不足による大変な苦労を経験することになった。本稿では、断水に見舞われた石川県七尾市の市民の生活の様子と、市民生活を支えた地域住民の助け合いについて紹介した。

## 身の回りに潜在する規制・未規制物質の存在把握と微量化学物質分析技術

高沢麻里

SCAS NEWS、No.2024-I (Vol.59)、3-6、2024

### 要 旨

身の回りに溢れた化学物質と上手に付き合っていくには、化学物質のリスクとベネフィットについて常々理解し、取捨選択をしていく必要がある。しかしながら法規等で未規制の化学物質の多くは、分析法が未整備であるため測定実績や測定データがほとんどなく、リスク評価のインプットデータとなる基礎データが乏しい。本稿では、製品使用の過程で発生し得るPFAS類の職業曝露と、廃棄等の過程で環境排出されたPFASのモニタリング調査、およびこれらのより高精度な分析環境を確保するための取り組みについて紹介した。

（注）当センターの職員には下線を付した。

#### 7. 4. 4 報告書抄録

##### 令和5年度二酸化炭素濃度観測結果

武藤洋介

(温暖化対策課、環境科学国際センター、令和7年1月)

人間活動に伴い排出される二酸化炭素は、地球温暖化に対して最も影響の大きい温室効果ガスであり、1960年代の前半から世界各国で大気中の二酸化炭素濃度の観測が実施されてきた。しかし、これらは清浄な地域における観測を主な目的としていた。そこで埼玉県では、二酸化炭素の排出の実態を総合的に把握するため、大都市近郊において平成3年度にWMO標準ガスを基準とした二酸化炭素濃度の精密観測を開始し、現在も本事業の一環として堂平山（東秩父村）と騎西（加須市）の2地点で観測を継続している。

令和5年度の二酸化炭素濃度の年度平均値は、堂平山で428.71 ppm、騎西で441.51 ppmとなり、前年度と比べてそれぞれ2.48 ppm、2.17 ppm増加した。また、令和5年度の平均値は、堂平山よりも騎西の方が12.80 ppm高く、人為的な排出源からの影響が大きいと考えられた。

##### 2024年度埼玉県温室効果ガス排出量算定報告書 (2022年度算定値)

嶋田知英、大和広明、河野なつ美、山上晃央

(温暖化対策課、環境科学国際センター、令和7年2月)

埼玉県は2023年3月に地球温暖化対策実行計画（第2期）を改定し、2030年度の県内温室効果ガス排出量を2013年度比で46%削減するという目標を設定するとともに2050年の将来像としてカーボンニュートラルの実現等を掲げた。環境科学国際センターでは計画の進捗状況を把握するため、県内の温室効果ガス排出量を推計し発表している。2022年度の県内温室効果ガス排出量は3,782万トン（二酸化炭素換算、以下同様）であり、前年度に比べ3.0%減少し、実行計画の基準年度である2013年度と比べて19.6%の減少となった。排出量の内訳は、エネルギー起源の二酸化炭素が3,159万トン、非エネルギー起源の二酸化炭素が317万トン、その他の温室効果ガスが306万トンであった。市町村の温室効果ガス排出量はさいたま市が最も多く、川口市、熊谷市、川越市、越谷市が後に続いている。排出量の基準年度比は県内の全市町村でマイナスとなっており、県全域で排出削減が進んでいる。

##### 地球温暖化対策実行計画推進事業 埼玉県温度 実態調査報告書(令和5年度)

大和広明

(温暖化対策課、環境科学国際センター、令和7年3月)

埼玉県に位置する熊谷地方気象台の年平均気温の上昇率は日本の上昇率より高い。このような急激な気温上昇は地球規模の温暖化による影響だけではなく、都市化の進行によるヒートアイランド現象による影響も大きいと考えられる。そこで、ヒートアイランド現象に対する効果的な対策を検討するのに必要な情報を得るため、平成18年度から県内小学校約50校の百葉箱を利用し気温の連続測定を開始した。

令和5年度の日平均気温の年平均値は、過年度に比べて1.3℃高かった。月別では4、7、8、9月は過年度平均に比べて2.0℃以上高かった。日最低気温や日最高気温についても同様の傾向であったが、特に日最高気温の8月平均は過年度平均よりも3.0℃高かった。

##### 令和5年度微小粒子状物質・光化学オキシダント 合同調査報告書

関東甲信静におけるPM2.5のキャラクタリゼーション(第16報)  
関東甲信静における光化学オキシダントのキャラクタリゼーション(第3報) (令和5年度調査結果)

長谷川就一

(関東地方大気環境対策推進連絡会微小粒子状物質・  
光化学オキシダント調査会議、令和7年3月)

関東甲信静の1都9県7市で構成する関東地方大気環境対策推進連絡会微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議において、令和4年度に実施した各自自治体(21地点)におけるPM2.5の四季の成分分析の結果を用いて、広域的なPM2.5の実態の把握、成分による季節変動や地域分布などを解析し、季節平均及び高濃度日の発生源寄与を推定した。また、年間を通したPM2.5の高濃度事象の発生状況を把握し、秋季の1事例について、気象データ及び大気常時監視データを用いて高濃度の概況を調べた。さらに、平成30年度から令和4年度の質量濃度や成分濃度の経年変化を解析した。

また、光化学オキシダントについて、前駆物質である揮発性有機化合物の測定を令和5年度の夏季に実施し、成分ごとの時間変動や地域分布などを解析した。加えて、大気常時監視データを用いて令和5年度の高濃度日の出現状況を把握し、高濃度事例の時間的・空間的な変化などを解析した。

## 都市域の地質地盤図「埼玉県南東部」(説明書)

中澤務、米岡佳弥、野々垣進、小松原純子、尾崎正紀、  
中里裕臣、八戸昭一  
(国研)産業技術総合研究所  
地質調査総合センター、令和7年3月)

埼玉県南東部は、我が国でも都市化が極めて著しい地域であり、防災・減災のために地質地盤情報の利活用の促進が望まれる地域でもある。そこで、当該地域のボーリングデータに基づいて浅層の地層の分布形態を把握することができる地質地盤図を作成した。本地盤図はコンピュータ処理により作成した3次元地質モデルを平面図、断面図、立体図として閲覧できるほか、解析に使用したボーリングデータの閲覧も可能である。今回、ボーリングデータに基づいて大縮尺の3次元地質モデルを作成したのは、地下利用の頻度の高い、地表からおおよそ数十mの範囲に分布する沖積層から下総層群礫層基底までの地層とした。3次元地質モデルの作成には、「埼玉県ボーリング柱状図」や「国土地盤情報データベース」などに収録された土木建築工事のボーリングデータ約 10,000地点分を利用するとともに、コア試料の詳細な解析を実施した層序ボーリング調査データ21地点分を地層対比の基準データとして使用した。

(注) 当センターの職員には下線を付した。