



2025 エネルギー・環境・地質研究成果発表会

地域資源を示す・守る・活かす多彩な取組を紹介！

発表資料集



地方独立行政法人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

口頭発表プログラム（かでるホール）

5月22日（木）

- 9:30 開場
- 10:00～10:05 開会あいさつ エネルギー・環境・地質研究所 所長 山越 幸康
- 10:05～11:05 資源エネルギー部 口頭発表 3 題
- 11:05～13:00 （休憩、ポスター説明時間） —
- 13:00～15:10 特別セッション 口頭発表 3 題、総合討論（パネルディスカッション）
『地域を支える水資源情報の整備にむけて』
- 15:10～15:30 （休憩） —
- 15:30～16:10 地域地質部 口頭発表 2 題

5月23日（金）

- 9:30 開場
- 10:00～10:40 循環資源部 口頭発表 2 題
- 10:40～11:00 （休憩） —
- 11:00～12:00 環境保全部 口頭発表 3 題
- 12:00～14:00 （休憩、ポスター説明時間） —
- 14:00～15:00 自然環境部 口頭発表 3 題
- 15:00～15:05 閉会あいさつ エネルギー・環境・地質研究所 副所長 久保 貴司

ポスター発表、成果品展示、関係機関展示（展示ホール）

5月22日（木）

- 展示時間 10:00～16:10
- 説明時間 11:05～12:00 資源エネルギー部
- 12:00～13:00 地域地質部

5月23日（金）

- 展示時間 10:00～15:00
- 説明時間 12:00～13:00 循環資源部、環境保全部
- 13:00～14:00 自然環境部



口頭発表 資源エネルギー部

5月22日(木)10:05～11:05 かでるホール

O-01 温泉と一緒に湧き出る天然ガスで発電！？

～温泉付随ガスで小型ポータブル発電機を動かす試験研究～

藤澤 拓己

O-02 EV蓄電池で再エネ電力を地域利用！

～業務車運用ビッグデータの解析でEV導入を支援～

林田 淳

O-03 温泉資源の適正利用に向けた見える化の提案！

～小清水町・音更町における現況調査～

岡 大輔

温泉と一緒に湧き出る天然ガスで発電!?

～温泉付随ガスで小型ポータブル発電機を動かす試験研究～

○藤澤拓己、北口敏弘(資源エネルギー部)

背景

温泉と共に湧出する天然ガス(以下、温泉付随ガス(図1))は、主成分が可燃性のメタンであり、爆発などの事故防止のため、温泉と分離して放散されている。メタンは、地球温暖化への影響が二酸化炭素の 28 倍あるとされており、温泉付随ガスを燃料とした発電や燃焼利用をすることで、温室効果ガスの削減となる。しかし、北海道の温泉付随ガスの多くは未利用であり、メタン放散量は、約 16,600 m³/年と推定されている^{※1}。温泉付随ガスの有効利用が求められているが、既存のコージェネレーションシステムなどの発電機は高価なうえ、必要なガス量も多いため、湧出量の少ない温泉でも稼働する小型発電システムの開発が望まれている。

※1 高橋 2019. 温泉付随ガスの有効利活用に向けた研究.北海道大学修士論文



図1 源泉井戸から湧出する温泉付随ガス

目的

温泉付随ガスの利用促進のため、本研究では、市販の LPG 用ポータブル発電機を用いて、温泉付随ガスを模擬したガスで発電試験を行い、安定稼働に必要なガス条件(メタン濃度やガス圧力など)および、発電能力の把握を目的とする。

試験方法と成果

温泉付随ガスのメタン濃度や湧出量は、源泉により異なるため、発電機が安定して稼働可能なメタン濃度、ガス圧力などの条件を把握する必要がある。供給ガスのメタン濃度、温度、圧力をコントロール可能な供給装置を製作し、この供給装置に模擬温泉付随ガス(メタンと窒素で調製)と発電機(LPG 用、定格出力 900 W)を接続して、発電試験を実施した。発電機の負荷別に(300 W、600 W、700 W、900 W)、発電機の始動および安定した稼働が可能なメタン濃度やガス圧力など、ガス供給条件を明らかにした(図2)。

一方、温泉付随ガスには、多量の水蒸気が含まれており、発電機の稼働に影響を与える可能性がある。その影響を把握するため、供給ガスに水蒸気を添加した発電試験も併せて実施した。供給ガス中の水蒸気量が多い条件(ガス温度が高温(51～57℃程度))と、少ない条件(ガス温度が低温(3～12℃程度))で稼働状況を比較した結果、少ない条件の場合に、発電機の稼働状況が改善されることが明らかとなった(表1)。また、本試験の実施中には、発電機のマフラーから凝縮水が漏れるなどの異常は確認されなかったが、配管内での水分凝縮による閉塞を防ぐためには、オリフィス式のスチームトラップの設置が有効であり、さらに冬季においては、凍結を防ぐために配管の保温・加温が必要であることもわかった。

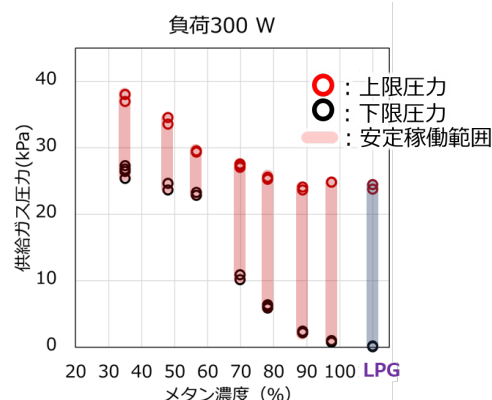


図2 発電機が安定稼働可能な供給ガス条件
温泉付随ガスのメタン濃度に応じて、供給ガス圧力を調整する必要がある。

表1 水蒸気添加時の発電機の稼働状況

メタン濃度	ガス供給温度	負荷 [W]			
		300	600	700	900
55%	51～54℃	—	○	△	×
	3～5℃	—	○	○	×
35%	54～57℃	×	—	—	—
	5～12℃	○	—	—	—

○: 安定稼働、△: 不安定、×: 稼働せず、—: 未実施

活用展開

鉱業権を取得した温泉施設に、図3に示す構成の供給設備を設置し、発電機を備えることで、非常時における活動拠点としての活用が期待される。

【供給設備のポイント】①冷却によるガス水分の低減、②ドレン排出装置の設置、③始動時と安定稼働時の圧力切替え

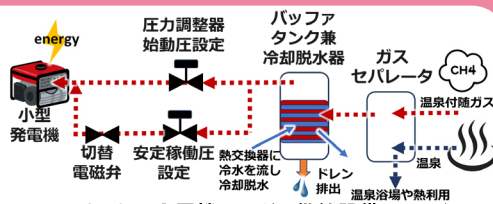


図3 小型発電機へのガス供給設備イメージ



EV 蓄電池で再エネ電力を地域利用！ —業務車運用ビッグデータの解析で EV 導入を支援—

○林田 淳・多奈田 紘希（道総研）、
九蘭 和樹・磯見 滉人・中島 達人（東京都市大学）

はじめに

平常時における分散型再生可能エネルギー（以下、再エネ）利用と、非常時のレジリエンス確保を両立するためには、地域マイクログリッド（以下、MG）の構築が不可欠である。この MG の電力需給調整力として、電気自動車（以下、EV）と蓄電池システムが期待されているものの、レジリエンス確保が重視（＝大容量な設備設計）されることで高コストとなり、実用化が進んでいないため、小規模地域 MG（＋低コスト）での展開が重要である（図1左）。

目的

本研究では、小規模地域 MG の電力需給調整力（図1右）として EV 蓄電池の定置リユースと自治体の EV 導入を進めることを目的に、異種のリユース蓄電池群の性能・特性を最大限に生かす蓄電手法を構築するとともに、自治体所有の業務車の運用ビックデータを解析する。

成果

ハイブリッド車の Ni-MH 蓄電池は、エンジンアシストが主用途のため、高出力・小容量である。一方、EV 車の Li-ion 蓄電池は、航続距離確保が主用途のため、大容量である。小規模地域 MG の電力需給調整力として、両蓄電池の性能・特性を生かし、状況に応じて蓄電池を使い分ける制御を提案した（図2：運用イメージ）。

また、自治体所有の業務車が記録した運用ビックデータを解析した結果、平日勤務時間中（8:30～17:30）に庁舎へ駐車している業務車は、平均して約 67%と高い割合であった（図3）。このことから、業務車を EV に変換して駐車中に電力系統と接続することで、再エネ電力の電力需給調整力に EV を概ね活用できることが確認できた。

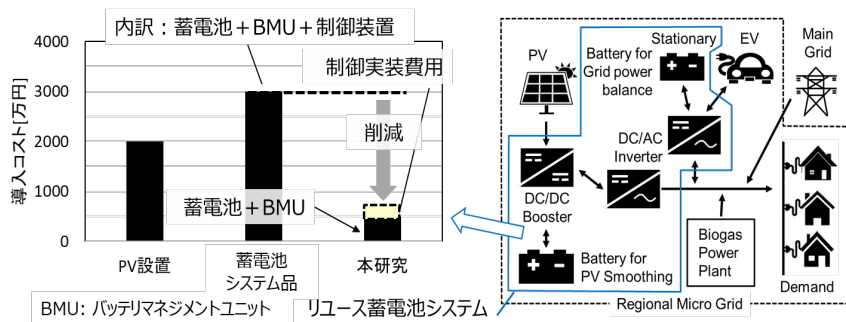


図1 蓄電池システムの導入コスト及び想定する地域マイクログリッド

図1右は、発電として、低圧電力のPV及びバイオガス発電、負荷として、複数の需要家、調整力として、複数の蓄電池及びEVを有する地域マイクログリッドを想定している。

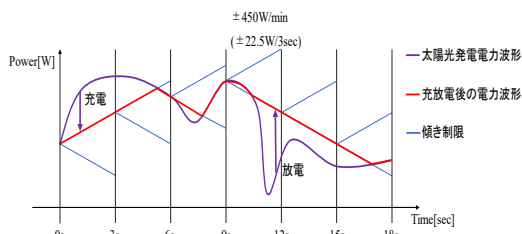


図2 ミックスユース制御による太陽光発電出力の平滑化を行うNi-MH蓄電池の運用イメージ

提案したミックスユース制御では、雲などによる太陽光発電の出力低下等、短期的な変動をNi-MH蓄電池で平滑化し、系統への逆潮流等のMGの長期的な変動をLi-ion蓄電池で補償させる。

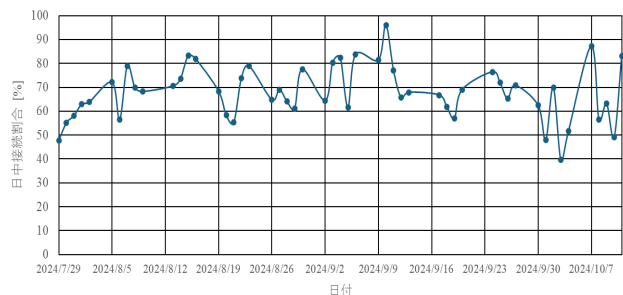


図3 業務車の運用ビックデータの解析結果

自治体の業務車 6 台にセンサを取り付け、運用データを取得した。6 台の内訳は、EV1台、PHEV1台、ガソリン車 4 台である。

活用展開

- 本研究の成果は、R7-9 年度の後継共同研究（平常時非常時で両用可能な地域 MG モデルの提案および EV と蓄電池の協調制御技術）の中で発展的に活用する。
- 本研究で構築したリユース蓄電池の制御技術や、業務車 EV 化による電力需給調整役の活用によって、低コストで高性能な EV および蓄電池システムの開発が進むことで小規模地域 MG の展開に貢献する。

温泉資源の適正利用に向けた見える化の提案！ —小清水町・音更町における現況調査—

○岡 大輔・鈴木隆広・大森一人(資源エネルギー部)

はじめに

温泉資源は地産地消の地域資源であり、その資源量に見合った適正な開発・利用によって、持続的な資源となる。道総研エネ環地研では、温泉資源の適正利用に関する技術支援や調査研究を数多く行ってきた。本講演では、小清水町および音更町における温泉資源の現況調査と見える化に関する技術支援について紹介する。

事例①

小清水町では、豊富な温泉資源を暖房・給湯・融雪・プール等で多目的に利用してきた。町 1 号井の源泉開発から 40 年が経過し、源泉数や利用量の増加に伴い、温泉の安定確保や適正な管理・運用に懸念があった。そこで、これまでの源泉開発の経緯や揚湯状況を調査した。既存源泉の湧出特性の把握と利用実態調査及び温泉資源の管理・活用に係る課題の整理を行い、温泉資源の管理・運用モニタリングシステム(図 1)による「温泉資源の見える化」の検討・提言を行った。

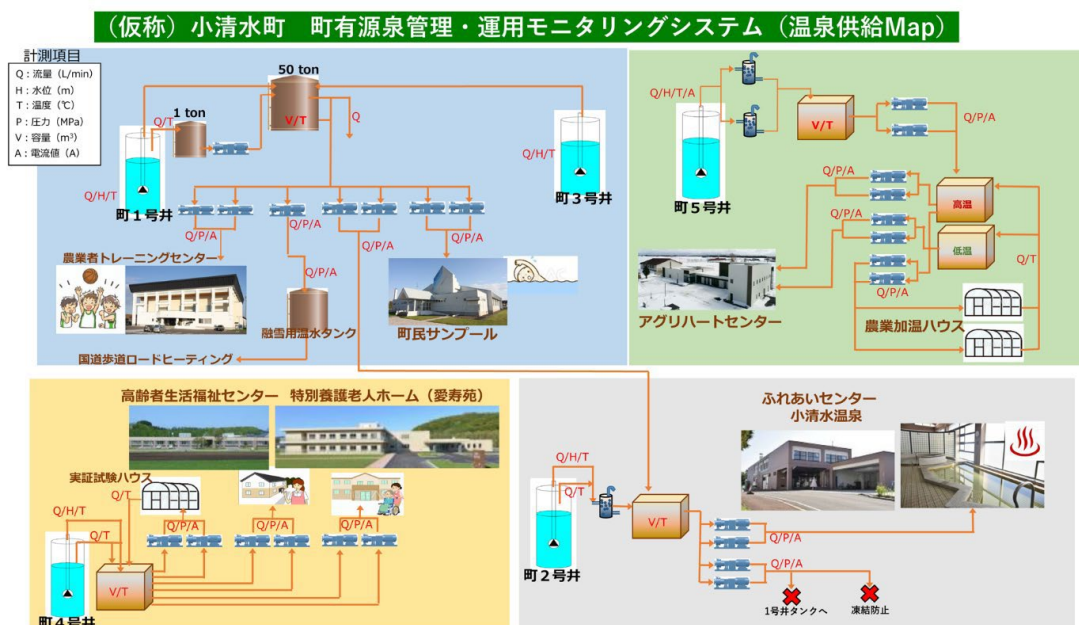


図 1 小清水町有源泉の管理・運用モニタリングシステム案(抜粋)

事例②

音更町の十勝川温泉地区では、十勝川温泉旅館協同組合が 3 本の源泉を所有し、複数の温泉利用施設に温泉を供給している。源泉開発から 30 年以上が経過し、老朽化による揚湯障害の懸念があり、源泉の現況調査と資源監視およびその見える化を検討した。現況調査として、検層による坑井内調査を実施し、源泉の健全性・湧出能力の評価を行った。また、温泉揚湯から利用施設への送湯状況の把握とその見える化についての課題を抽出した。

成果活用

小清水町への提案は、2023 年 5 月新築の小清水町防災拠点型複合庁舎(ワタシノ)に活用された。十勝川温泉には、源泉の健全性などの評価を通して、今後の温泉資源の管理運用について提言した。温泉資源の適正な利用のためには、現況調査と資源の見える化が有効である。



特別セッション

5月22日（木）13:00～15:10 かでるホール

S-1 水資源情報の整備に向けた取り組み

国土交通省 水管理・国土保全局 佐藤 直哉

S-2 北海道の生活用水供給の現状と運営・再編支援について

道総研 北方建築総合研究所 地域研究部 牛島 健

S-3 地域の水資源情報を整備「水資源 Navi」について

道総研 エネ環地研 地域地質部 森野 祐助

S-4 総合討論（パネルディスカッション）

国土交通省 水管理・国土保全局 佐藤 直哉

富良野市 建設水道部 鈴木 雄二

一般社団法人 全国さく井協会 北海道支部 石塚 学

道総研 北方建築総合研究所 地域研究部 牛島 健

進行： 道総研 エネ環地研 地域地質部 森野 祐助

水資源情報の整備に向けた取り組み

○佐藤直哉(国土交省水管理・国土保全局水資源部水資源政策課)

背景

地下水は、身近な水源として多様な用途に利用され、広く地域の社会や文化と関わっているところであり、その過剰採取による地盤沈下をはじめとする障害は、その回復に極めて長期間を要する。また、地下水は一般的に地域性が極めて高く、その挙動等の実態が不明な地域が多い。平成26年に健全な水循環の維持回復を目的として水循環基本法が制定され、地下水として循環することが水循環に含まれると明示された。令和6年能登半島地震では上下水道等のインフラが被災し、生活用水の確保が課題となり、水循環を構成する水インフラの耐震化や地下水の活用等による代替性・多重性の確保など、平常時からの備えの重要性が顕在化した。このような状況を踏まえ、令和6年8月に新たな水循環基本計画が閣議決定され、大規模災害時における代替水源として地下水活用等の取組の推進を図るため、参考となるガイドラインや関連情報を地方公共団体に提供すること等により地域の取組を支援することなどが位置付けられた。

取組内容

本発表では、地下水マネジメントと代替水源の確保に関する取組を紹介する。

地域の地下水の課題問題を一元的に解決し、多様な関係者の協力の下、地下水マネジメントに取り組む地方公共団体の取り組みを支え、応援していくための、「地下水マネジメント推進プラットフォーム」の活動を令和5年3月より開始。

地下水マネジメント推進プラットフォーム

ポータルサイトによる情報提供

相談窓口の設置

アドバイザーの派遣

地下水マネジメント研究会

地下水データベース

ガイドライン等に関する情報提供・内容の充実

相談

支援

地下水マネジメントに取り組もうとする地方公共団体

ポータルサイトによる情報提供

地下水に関する情報を一元的に得ることができるポータルサイトを設置し、地下水マネジメントに必要な基礎的な情報、地下水盆の概況、条例策定状況、地下水データベース等を紹介。



アドバイザーの派遣

水循環アドバイザーの制度を活用し、地方公共団体等の課題に応じた、水循環アドバイザーの紹介、派遣を実施。

【令和5年度派遣状況】※地下水関係のみ

- ・R6.1 高知県香南市
- ・R6.2 北海道ニセコ町
- ・R6.3 長野県安曇野市

「水循環基本計画策定に向けた取組」

【令和6年度派遣状況】

- ・R6.7, R6.9 神奈川県箱根町
- 「地下水の実態把握について」
- ・R6.7 静岡県静岡市
- 「先進自治体の地下水マネジメントの取組」
- ・R6.8 宮城県名取市
- 「災害時の井戸水活用について」



香南市派遣状況



ニセコ町派遣状況(web)

地下水マネジメント研究会

課題の解決の方向性を見いだすことを支援するため、地下水に関する基礎的な知識を提供するとともに、先進的に取組を進めている地方公共団体の経験、ノウハウや、大学、研究機関、企業、NPOなどの多様な主体の知見等を提供し、意見交換を実施。

【令和5年開催状況】参加者 約250名/回

- ・第1回 (R5.3) 地下水マネジメントの必要性
- ・第2回 (R5.6) 地下水の観測他
- ・第3回 (R5.9) 地域特性の整理他
- ・第4回 (R6.1) 地下水の実態把握

【令和6年度開催状況】年間3～4回開催予定

- ・第1回 (5/31) 地下水の実態把握 (初級編)
- ・第2回 (7/5) 災害時の地下水活用を考える



web開催状況

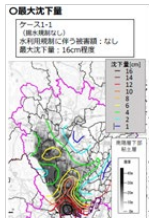


動画によるバーチャル地下水観測

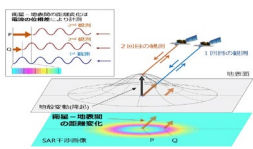
【図1 地下水マネジメント推進プラットフォームの概要】



【図2 汎用版地下水解析(3次元水循環解析)の適用検討】



従来の地盤変動測量(水準測量)



【出典】第53回国土地理院報告会

【図3 衛星 SAR 解析データを用いた地盤沈下量の把握検討】

- 位置付け：災害用井戸の取組を検討する自治体を対象とした取組方法の手順書
- 対象：民間所有(個人、企業)の既設井戸、湧水
- 使用目的：生活用水(洗濯、風呂、掃除、トイレ等)



＜災害用井戸・湧水の活用に向けた取組の枠組＞

ガイドラインの概要

第1章 総説 ……背景、位置付け、全体構成、対象とする水源と用途

災害用井戸・湧水の登録制度導入の検討

第2章 地下水利用の現状 ……地下水の概念、地下水マネジメントの必要性

第3章 地下水利用に当たっての事前検討 ……既設井戸・湧水の把握、新設井戸の検討

取組要領において定める内容

第4章 災害用井戸・湧水の登録に関する取組要領の策定 ……登録の要件・手続

登録制度導入後の留意事項

第5章 利用に当たっての留意事項 ……平常時・災害時の管理方法

【図4 災害時地下水利用ガイドラインの概要】

北海道の生活用水供給の現状と運営・再編支援について

○牛島健(北総研)、長谷川祥樹(北総研)・森野祐助(地域地質部)、長坂晶子(林業試)

北海道の水道の現状

都市であれ農村であれ、人が暮らしていく上で、水供給は欠かせないインフラである。日本では高度経済成長期を中心に、多くの水供給インフラが布設され、給水区域拡大が進められてきた。しかし、今日の人口減少下においては、それらのインフラは過大な施設となりつつあり、その維持管理が市町村にとって大きな負担となっている。根本的な解決には、各地の状況に合わせた水道再編が急務であるが、現状では、統合(管をつながない経営統合を含む)以外の有効な再編モデルは示されていない。一方、もともと散居型の集落が形成されてきた北海道の農村地域においては、行政ではなく住民らが維持管理するいわゆる「組合水道」や、数世帯で共同設置する共同井戸など、小規模分散型の多様な水供給のしくみが数多く形成されてきた。これらの小規模分散型のしくみは、いくつかの課題はあるものの、これまで長きにわたり人口減少の中を維持されてきた実績があり、学ぶところは多いはずである。しかし、こうした小規模分散型のしくみの情報は収集・共有が進んでおらず、その運営を評価できるような数値データはほとんど利用できる状態にはなかった。

水インフラ運営・再編支援システム

本研究では、行政が管理する水道と地域が管理する水道の両方が存在する、概ね数百人規模以下の水道を対象とし、両者の再編検討を合理的に進めるためのツールとして、①再編シナリオ設定ガイド、②再編時初期コスト推計モデル、③再編後の年間運営コスト推計モデル、④その他留意事項の提供を一つのパッケージとした、「水インフラ運営・再編支援システム」を開発した。①再編シナリオについては、そもそもどのような再編の選択肢があり得るのか、道内の「組合水道」を中心とした事例調査に基づき整理した。②初期コスト推計モデルと③年間運営コスト推計モデルについては、複数のシナリオを比較して選択肢を絞り込むことを主目的としており、個々の計算精度よりも、多様なシナリオに対応した網羅的な概算結果を示せることを重視して作成した。

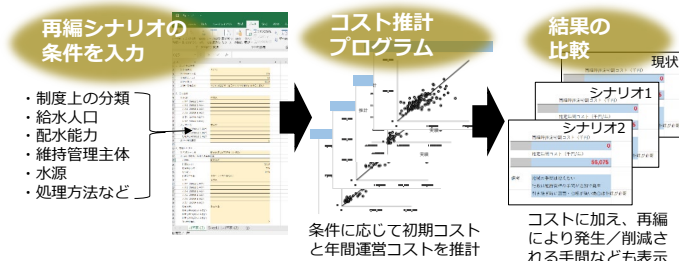


図1「水インフラ運営・再編支援システム」の構成

今後高まる地下水の重要性

「水インフラ運営・再編支援システム」は、現状データから複数の再編シナリオの検討を可能にするものであるが、持続性も含めて検討するには、「将来を見越したシナリオ」をどこまで考えられるかが重要となる。しかしこれは実は容易ではない。人口減少下のインフラ再編の難しさは、人口減少が時間的・空間的にランダムに進行する点にある。計画的な縮小は、現実的には極めて難しく、むしろ、人口減少の結果として表れる住宅配置に対し柔軟に対応できる仕組みに転換していくことが重要と思われる。その意味では、地下水利用を基本とした分散型の仕組みは、人口減少に柔軟に対応できる選択肢の一つとして、今後ますます重要になるとと思われる。

成果

- ・本研究では「水インフラ運営・再編支援システム」を開発した。同システムは、「これからの地域運営実践ガイド・ウェブサイト(<https://hokkaido-rm.com/>)」において公開している。
- ・同システムのシナリオ設定における代替水源探索は、エネルギー・環境・地質研究所開発の「水資源Navi」と連携して行うこととし、上記実践ガイドにおいてその方法を示している。

地域の水資源情報を整備「水資源 Navi」について

○森野祐助・園田ひとみ(地域地質部)、長坂晶子(林業試)、牛島健(北総研)

研究概要

近年、水資源の重要性が一層高まっており、「水循環基本法」では、国及び地方公共団体が流域の総合的かつ一体的な管理を実施すること、また「北海道水資源の保全に関する条例」では、道が水資源の保全に関する施策を総合的に実施することとされている。一方で地域の生活を支える重要なインフラのひとつである水道事業は、人口減少に伴う収入の減少と設備更新費用の増加で厳しい経営が予想されている。対策手法の一つとして水源を分散させ管路の総延長を短くする手法が検討されているが、新規水源を開発する際に参考となる水資源の情報が整備されているとは言い難い。

このことから、小規模水道で活用されることが多い地域の水資源(渓流水および地下水)情報を整理し、国土数値情報と組み合わせて水資源開発を支援するシステム「水資源 Navi」を構築した。

成果概要

「水資源 Navi」の利用目的は、水資源開発候補地のスクリーニング(ふるい分け)である。本システムは新規水源地をピンポイントに選定するものではなく、従来から水源調査で実施されている流量調査や地下探査の実施地点を絞り込む事を目的にしている。また本システムの利用者は市町村の水道担当者などを想定している。このため、水資源に関する専門的な知識がなくても利用しやすいように配慮した。

「水資源 Navi」には水資源情報として「渓流水」や「地下水」の水量や水質情報が掲載されている。これら水資源情報と「上水道給水エリア」や「人口推計データ」などの国土数値情報を組み合わせることで、より具体的に水資源の開発を検討できる。例えば図1は地下水貯留容量と水質(鉄濃度)を表示したものである。地下水の貯留容量を参考に地下水の有無、豊富さと既存の井戸の水質(鉄濃度)を確認しながら新規水源の調査地を選定することができる。

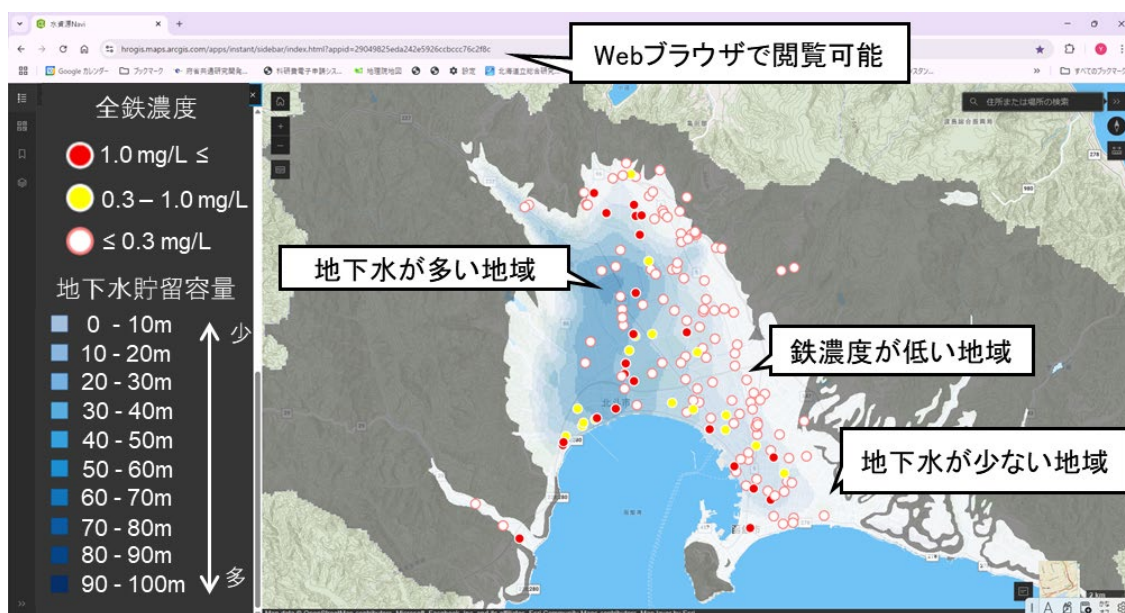


図1 水資源 Navi の表示例

活用 展開

- ・水源開発の候補地を具体的に検討できるため、水道事業再編時に管路の更新と新規水源開発とのコスト比較に活用できる。
- ・今後実施する水資源関連の研究成果を随時反映していくとともに、要望があった市町村に対して技術的な支援を実施する。



口頭発表 地域地質部

5月22日(木)15:30～16:10 かでるホール

O-04 北海道内の活火山の活動状況

～長期的な温泉・噴気観測からの現況把握～

高橋 良

O-05 海底景観の3D可視化への挑戦！

～高解像度音響調査により新たに見えてきたもの～

内田 康人

北海道内の活火山の活動状況 —長期的な温泉・噴気観測からの現況把握—

○高橋 良・藤原 寛(地域地質部)、荻野 激(研究推進室)、大森一人(資源エネルギー部)

はじめに

マグマに由来する火山ガスは火口から噴気として放出されるほか、地下水に溶け込んで温泉水をつくる。噴火に向かってマグマの活動が活発化すると、マグマから分離する火山ガスの量が増えたり、ガス組成が変化したりすることがあり、それが噴気や温泉水の温度や成分の変化として現れることが予想される。したがって、活火山周辺の噴気や温泉水を長期にわたって観測することで、活火山の活動状況の把握や、噴火の前兆現象の検知に利用できる。

目的

火山現象による被害の軽減のため、他機関では行っていない温泉や噴気を対象とした地球化学的観測を継続的にを行い、活火山の活動状況を把握するとともに、噴火の前兆現象をとらえる。また、観測データの変化が示す意味を正しく理解するため、観測だけでなく地質調査などを行い、各火山での火山ガスや熱水の移動経路や分布を明らかにする。

成果

道内の活火山において地球化学的観測を行い、観測データの蓄積と火山活動の現況把握を行っている。近年は、いずれの火山でも火山活動の活発化を示すような顕著な変化は観測されていない。

十勝岳では、1988-1989年のマグマ噴火の2年半ほど前から温泉水の温度や成分が急激に上昇した(図1)。我々が構築した十勝岳の内部構造モデルに基づくと、この急激な変化はマグマに由来する高温・高濃度の深部熱水の供給により説明でき(図2)、マグマ噴火の前兆現象と考えられる。したがって、将来のマグマ噴火の前にも同じような変化が観測されることが期待され、十勝岳の火山活動の評価には温泉観測が有効であることが明確となった。

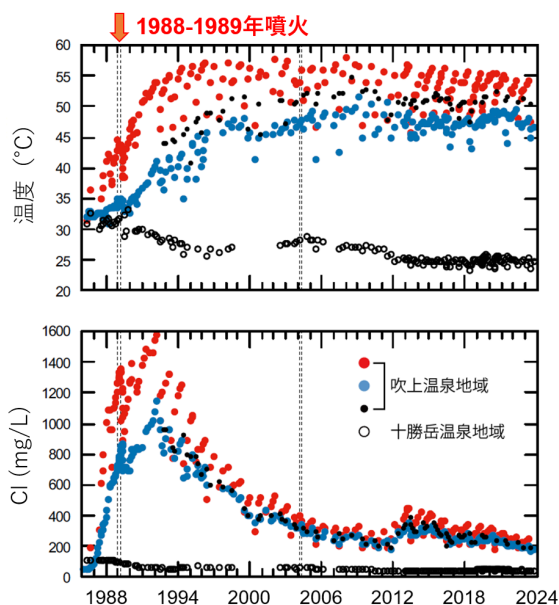


図1 十勝岳周辺の温泉の温度とCl濃度の変化

マグマ噴火時(1988-1989年)は温度やCl濃度が大きく変化した、一時的な活動の活発化時(2012-2013年)は変化が小さかった。

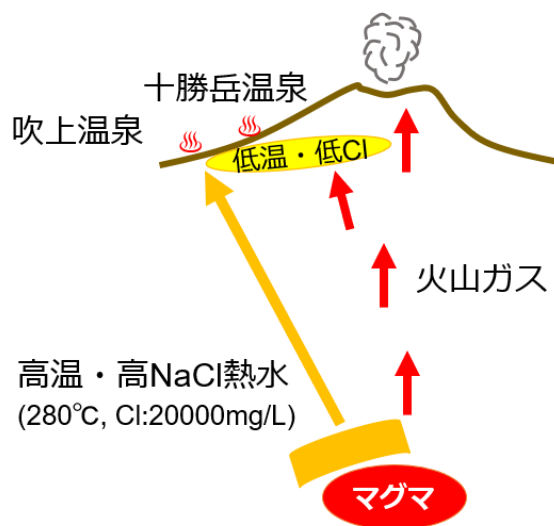


図2 十勝岳における火山ガス・熱水の経路と分布の簡略図

浅部には火山ガスが溶け込んでできた低温・低濃度の温泉帯水層がある。深部にはマグマ由来の高温・高濃度の熱水があり、マグマ活動が活発化すると浅部に供給される。

活用 展開

- ・観測データや成果は、気象庁による噴火警戒レベルの設定や、気象庁が毎月発表する「火山活動解説資料」、各火山防災協議会(国、道、地元自治体などで構成)における防災対策に活用されている。
- ・本研究の成果を基に獲得した科研費研究では、詳細な山体の内部構造に基づいて水蒸気噴火や山体崩壊の発生機構を解明し、得られた成果を国内外に発信する。

海底景観の3D可視化への挑戦！ ～高解像度音響調査により新たに見えてきたもの～

○内田康人・丸山純也・檜垣直幸・大澤賢人(地域地質部)

背景

海底地形や底質などから構成される海底景観(海底の風景)を正確に把握することは、海洋開発や利用の際に必須な基礎情報となる。これまで音響調査により取得してきた海底景観情報は、位置や水深の精度が必ずしも十分ではなかったが、ナローマルチビーム(NMB)測深機が普及し始めた 1990 年代頃から、精度の向上や3D化が進められてきた。本道周辺海域においても、稚内水産試験場試験調査船「北洋丸」に搭載された最新の高解像度音響調査機器を用いた海域調査により、これまで明らかではなかった海底景観に関する様々な新発見が得られつつある。

手法・目的

高解像度音響調査機器で得られた「海底地形・底質分布・地質構造」を正確な位置情報と統合し、それぞれの3次元的位置関係や関連性を可視化することで、これまで把握が困難であった海底景観の詳細な様相を明らかにする。また海底景観の成因や周辺環境に及ぼす影響について理解を進め、今後の海洋開発・利用の基礎資料とする。

成果

従来のシングルビーム(SB)測深では、調査船直下の水深値しか得られなかったため、広範囲を測量する場合には多数の調査測線を設ける必要があったが、NMB 測深では扇型に音波を発信することで一度に広範囲の精密な水深値を得ることができる(図1)。図2に日本海北部海域の利尻根で実施した NMB 測深データによる海底地形と、SB 測深による従来の海底地形との比較を示す。SB 測深では検出が困難だった微細な谷地形などが、NMB 測深では明瞭に表現されている。このような詳細な海底地形を底質や地層探査データと重ね合わせて3D可視化を実施することで、構造物建設や環境変動、漁場や養殖施設を検討する際の重要な情報となる(本成果発表会 P-08 参照)。

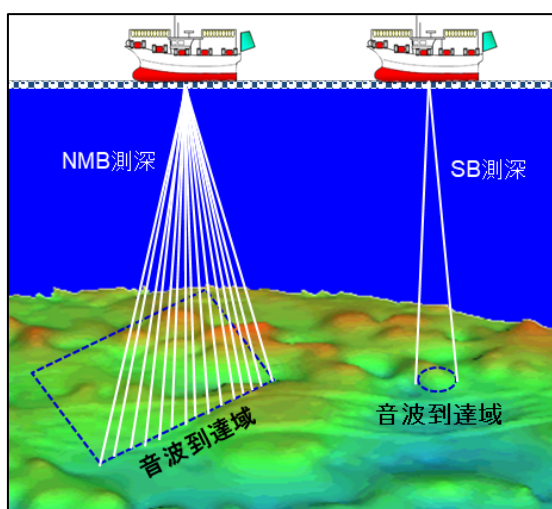


図1 NMB測深とSB測深のイメージ

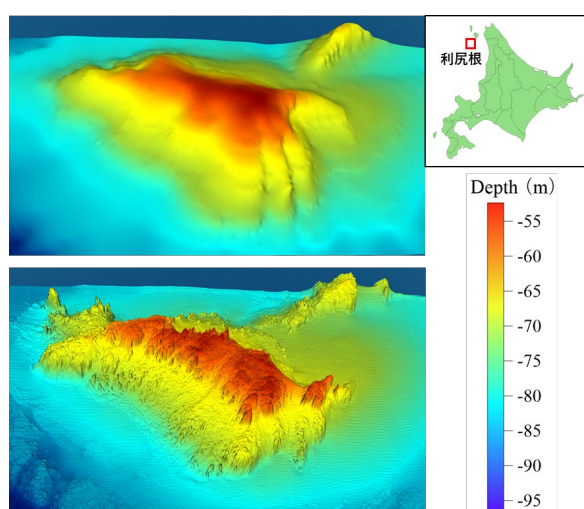


図2 SB(上)及びNMB(下)測深で得られた利尻根の海底地形段彩図の比較

活用展開

本研究で得られた日本海北部海域の高精度の海底景観データにより、ホッケの産卵場や好漁場の推定などの水産業振興に活用する。また、活断層調査などの沿岸防災やメタンハイドレートのような資源探査など、様々な分野での利活用が期待される。



口頭発表 循環資源部

5月23日(金)10:00～10:40 かでるホール

O-06 電解酸化法は陸上養殖の水処理に使えるか？

佐々木 雄真

O-07 河川マイクロプラスチックの分布実態の把握に向けた取り組み
～札幌市内河川での調査事例～

朝倉 賢

電解酸化法は陸上養殖の水処理に使えるか？

○佐々木雄真・若杉郷臣・明本靖広・松本 剛・牧野彩花(循環資源部)、鎌田樹志(研究推進室)

背景

閉鎖循環式の陸上養殖は、汚れた飼育水を循環処理システムにより再生して利用することで、水をほとんど入れ換えずに魚を飼育できる。この処理システムは微生物による処理(生物処理)を中心とした構成となっているが、生物処理では分解しづらい汚濁物質も存在する。例えばアンモニア性窒素は魚に対する毒性が高いので除去する必要があるが、生物処理では時間がかかるため大きな処理槽を必要とする。また、色度成分は除去できないため飼育水槽の中が見えづらくなるなどの問題がある。

目的

電解酸化法の一つに、塩分を含む水に電極を浸漬して電圧を印加することで生成させた次亜塩素酸の酸化作用を利用する方法があり、生物難分解性物質を除去できる可能性を有する。そこで、この方法を組み込んだ循環処理システムの開発を目指し、陸上養殖の飼育水によく用いられる 1/3 濃度の海水中におけるアンモニア性窒素および色度成分の除去効果を検証する。

成果

アンモニア性窒素を含む模擬飼育水について、電解酸化法によるアンモニア性窒素の除去試験を行った。その結果、電流値が高いほど除去速度が上昇する(図1)ことや、生物処理(硝化)よりも圧倒的に速く除去できる(図2)ことがわかった。また、着色した実飼育水について、電解酸化法による色度成分の除去試験を行った結果、色度低減が認められ(図3)、紫外線照射を併用すると除去速度が向上する(図4)ことがわかった。これは、紫外線の照射により、次亜塩素酸から、より酸化力の強い OH ラジカルが生成したためと考えられる。

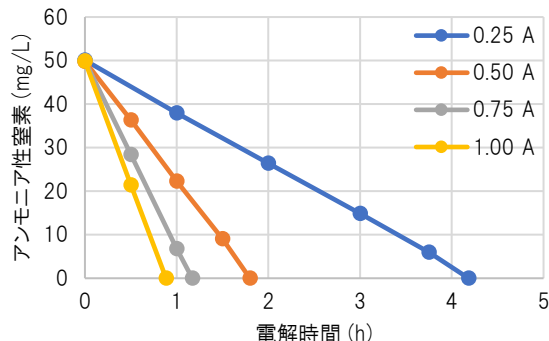


図1 各電流値におけるアンモニア性窒素濃度の経時変化

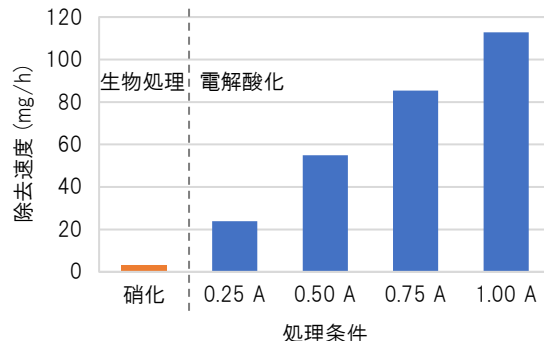


図2 アンモニア性窒素除去速度(電解酸化と生物処理の比較)

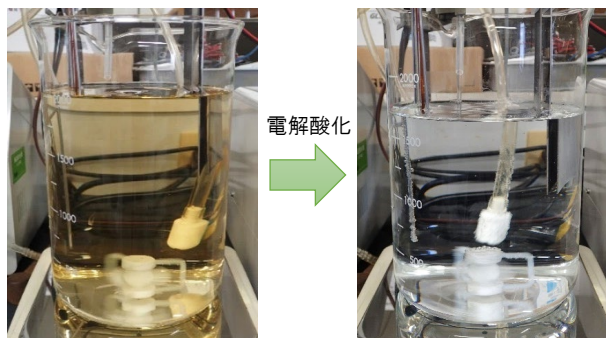


図3 電解酸化による飼育水の色度成分除去

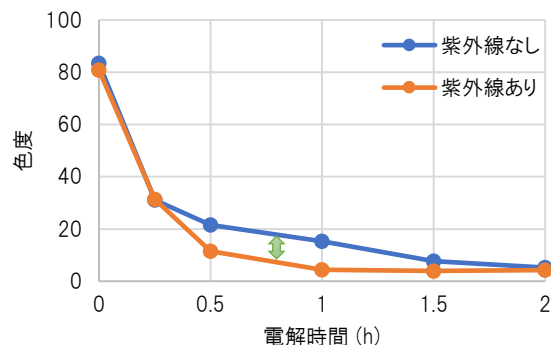


図4 色度の経時変化(紫外線照射有無の比較)

活用展開

本研究により、塩分を含む陸上養殖飼育水のアンモニア性窒素や色度成分の除去において、電解酸化法の有効性が確認できた。今後はスケールアップや長時間運転の試験などを行いながら、電解酸化法を組み込んだ循環処理システムを開発し、道内事業者への技術移転を目指す。また、養殖飼育水以外の水処理への応用・展開も図りたいと考えている。

河川マイクロプラスチックの分布実態の把握に 向けた取り組み ~札幌市内河川での調査事例~

○朝倉賢、山口勝透(循環資源部)、永洞真一郎(環境保全部)、福田陽一朗(法人本部)

背景と目的

プラスチックごみによる海洋汚染は、国際社会で対処すべき喫緊の課題である。河川は、プラスチックごみの陸域から海域への主な流出経路と考えられており、そこでの分布実態の把握は重要である。国内では、環境省や地方公共団体などによる調査が実施されているが、それぞれ調査方法が異なり、調査結果は個別に活用している状況であった。そのため、今後は共通した方法での調査を通じ、調査結果を共有することで、分布実態を把握していくことが求められている。そこで本研究では、環境省が発出した調査ガイドラインを用いて札幌市内の河川を中心にマイクロプラスチック(以下、MP)の分布実態を調査・把握するとともに、調査方法の共通化に向けて、国立環境研究所や地方環境研究所と共同で調査ガイドラインの課題を抽出し、その改訂作業の支援を行うことを目的とした。

成果

環境省が発出した調査ガイドラインに準じて、目合 0.3mm のプランクトンネットを河川の表層に浸水させ、ネットを通過する水量が所定の量になるようにサンプリングした。ネットを引き上げた後、ネット上の試料に対して、MP 濃度および樹脂種類等の詳細なデータを取得した。サンプリング地点は土地利用形態が異なる 2 河川 3 地点を選定した(図 1)。なお、以降の結果ではサンプリングされたプラスチックのうち 1mm 以上 5mm 未満の MP の結果について述べる。

検出された MP の画像の一例を図 2 に示す。豊平川下流(北十三条大橋)で実施した計 8 回の調査で確認された MP の合計個数のうち、各樹脂が占める割合は、ポリエチレンテレフタレート(PET)が 43%、ポリプロピレン(PP)が 31%、ポリエチレン(PE)が 17%、ポリスチレン(PS)が 2%であった。個数が最も多い PET の形状については 99%が繊維状であり、ポリエステル(多くは PET 繊維)由来の MP が多いことが確認された。図 3 に地点別の濃度比較結果を示す。MP 濃度は市街地である豊平川下流(北十三条大橋)で高い傾向が確認されるなど、MP の分布実態の一端を明らかにした。

また、これらの調査過程において、MP の径の定義や個数のカウント方法など、ガイドラインの定義が曖昧な点を抽出し、国立環境研究所や地方環境研究所と共に、その改善案を検討・提案することで、ガイドラインの改訂作業を支援するなど、調査方法の共通化に向けた取り組みを実施した。

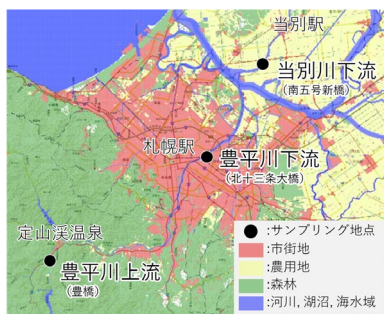


図 1 サンプリング地点と土地利用形態

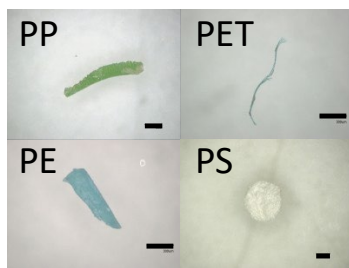


図 2 マイクロプラスチックの画像

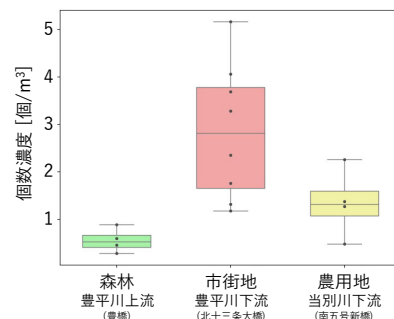


図 3 地点別の濃度分布

活用 展開

- 調査方法の共通化に向けて環境省の調査ガイドラインの改訂作業に貢献
- 共通化された調査方法で、札幌市内の河川を中心に MP の分布実態を調査
 - これらの成果は今後求められる海洋プラスチックごみの対策を支援する基礎情報として活用される



口頭発表 環境保全部

5月23日(金)11:00～12:00 かでるホール

O-08 道内天然湖沼の水環境の現状と長期変化を解き明かす

木塚 俊和

O-09 気候変動による猛暑の変化と熱中症リスク
～暑さから命を守るために～

大屋 祐太

O-10 環境基準からみた北海道の大気環境の現状と課題は？

秋山 雅行



道内天然湖沼の水環境の現状と長期変化を解き明かす

○木塚俊和・五十嵐聖貴・三上英敏・山口高志・鈴木啓明・大屋祐太・野口泉(環境保全部)、長谷川祥樹(北総研)

背景

全国にある天然湖沼のおよそ 4 分の 1 が北海道にあるとされ、北海道はまさに湖沼の宝庫である。多種多様な湖沼は、水資源、水産、観光、教育、生物多様性など多くの恵みをもたらしている。一方で、水が滞っているため水質が悪化しやすく、また、水質などが定期的にモニタリングされている湖沼は一部に限られている。こうした背景から、当所では、湖沼保全のための基礎情報を提供するため、道内の主要な湖沼の諸元や水質の特徴についてまとめた「北海道の湖沼」を刊行してきた。前回(第 2 版)の刊行から 20 年が経過し、新版の刊行について多くの要望をいただいていた。

目的

当所では「北海道の湖沼 第 3 版」の作成に向けて、道内の主要な湖沼を対象とした水質調査、及び土地利用などの流域情報の整備を 4 年間にわたって進めてきた。本発表では、「北海道の湖沼 第 3 版」の概要について紹介するとともに、道内の地域間の比較から明らかにした湖沼の水質特性、ならびに当所が蓄積してきた 1970 年代からのデータの解析による長期的な水質変化について報告する。

成果

全道の主要な天然湖沼(134 湖沼)のうち 76 湖沼(全体の 57%)について水質データを更新し、流域情報を整備した(図 1)。さらに、水質の鉛直プロファイルデータやUAVによる各湖沼の空中写真などの新たな情報を加え、誰でも閲覧できる Web ページ(北海道の湖沼 第 3 版)を作成・公開した。主成分分析により、道内湖沼の水質を特徴づける指標として、主要なイオン成分の豊富さと、有機物や栄養塩の豊富さの 2 つの主成分が重要であることが分かった。さらに 2 つの主成分に沿った配置から、各湖沼は地域ごとにまとまりのある水質を示し、北海道全体として多様な水質が形成されていることを明らかにした(図 2)。経年変化から明らかにした水質悪化の可能性のある湖沼のうち、大部分は行政等による水質の定期的なモニタリングはされていないことが分かった。このことから、貴重な自然資源である湖沼を将来にわたって保全していくためには、モニタリングされている一部の湖沼だけでなく、全道の湖沼を対象に水質の長期変化の有無を把握していくことが重要と考えられた。

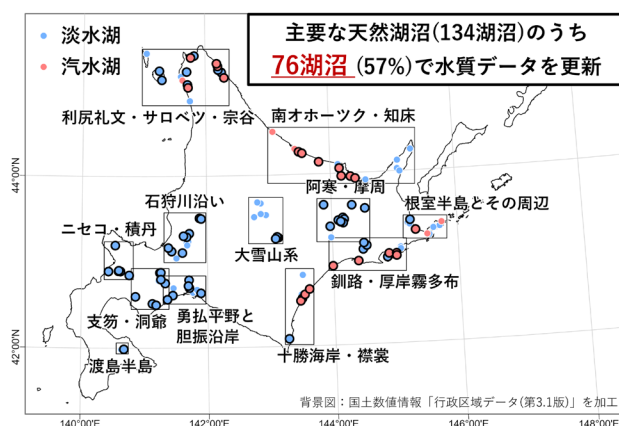


図1 主要な天然湖沼の位置と地域区分

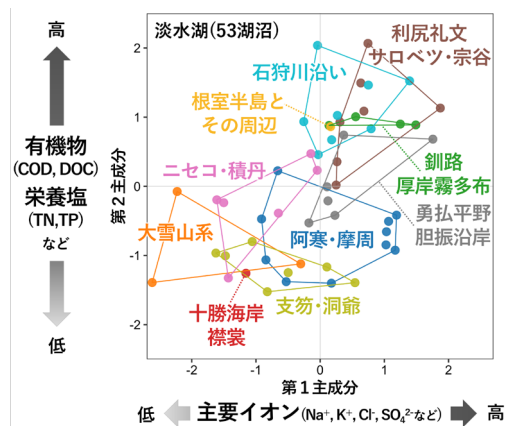


図2 主成分分析による地域ごとの水質特性

活用展開

北海道の湖沼 第 3 版は湖沼の環境保全や持続的な利用に向けた基礎資料として幅広い活用が期待される。また、水質特性や長期変化の解析結果は、地元自治体、河川管理者、流域協議会等による各湖沼の水質の保全目標や保全策の検討に活用される。

気候変動による猛暑の変化と熱中症リスク — 暑さから命を守るために —

○大屋祐太・鈴木啓明・野口泉・三村慧(環境保全部)

背景

近年、夏季の気温上昇が顕著となり、熱中症による救急搬送者数の増加が社会課題となっている。特に北海道はエアコン保有率が低く、暑さに対する身体の慣れ(暑熱順化)が十分に進んでいないことから、熱中症に対する住民の脆弱性が高いことが指摘されている。一方、北海道に猛暑をもたらす気象要因と熱中症リスクの関係、その将来変化については、大規模な予測データを用いた気候変動影響に関する詳細な分析は行われていない。

目的

本研究は、北海道における熱中症リスクの将来予測のための基礎的知見を得ることを目的とした。はじめに過去に猛暑をもたらした気象要因を整理し、暑さ指数(WBGT)と熱中症による救急搬送者数(EMS)との関係を整理した。その後、極端現象の確率的な評価が可能な大規模アンサンブル気候データセット(d4PDF)を用いて、過去および将来の気候における猛暑の出現頻度を分析した。

成果

北海道全域における過去5年間のEMSの推移と、猛暑をもたらした大気循環場の特徴を整理した。特に人口が集中する札幌市においては、EMSと日最高WBGTの関係を解析した結果、WBGTが24度を越えた「警戒」から28度を越える「嚴重注意」にかけてEMSが急増する傾向がみられた(図1)。また、d4PDFを用いて将来のWBGTの出現頻度を解析した結果、現在気候において10年に1回の頻度で発生する猛暑は、年1～2回(2度上昇シナリオ)、週1～2回(4度上昇シナリオ)と温暖化の進行に伴い顕著な増加傾向であることがわかった(図2)。こうした将来予測を根拠とし、『啓発動画「未来の天気予報 北海道2100 猛暑」』を作成し、暑さから命を守るための呼びかけに活用する。

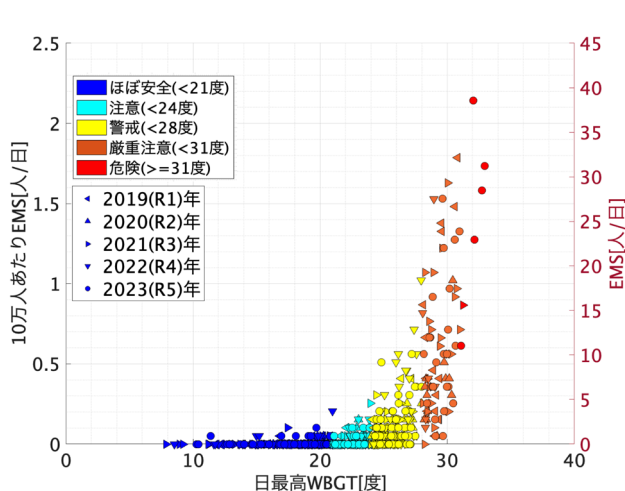


図1 2019年から2023年における札幌市の日最高WBGTとEMSの関係

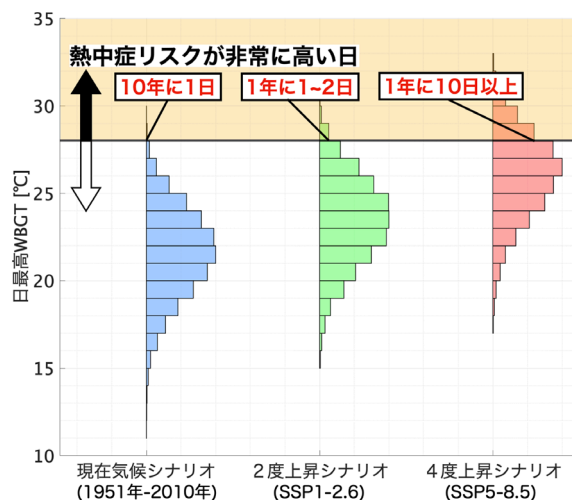


図2 札幌市における7-8月の日最高WBGTの将来変化
各シナリオの山の大きさは頻度を表す

活用展開

- ・ 得られた将来予測は『啓発動画「未来の天気予報 北海道2100 猛暑」』に使用した。
- ・ 本研究の知見は、今後の救急医療現場における対策の検討に資する情報となる。

環境基準からみた北海道の大気環境の現状と課題は？

○秋山雅行、大塚英幸、仮屋遼、芥川智子(環境保全部)

はじめに

現在、大気環境基準は 11 物質について設定され、北海道ではその多くが達成率 100%であるのに対し、光化学オキシダント(Ox)は長期間基準未達成が続いている。大気環境のモニタリングデータを基に、基準超過状況や長期間の濃度変動状況を把握しその要因を明らかにすることは、道民の健康の保護及び生活環境の保全の観点から重要である。

目的と方法

環境基準設定項目について北海道におけるこれまでの基準超過状況を整理した。基準超過が続く 0x については、長期的な濃度変動傾向について把握するため、0x の環境改善効果を評価するための指標として環境省から示された「0x 濃度8時間値の日最高値の年間 99 %値の3年平均値」を用いて評価した。また、植物影響についての知見も得るため、AOT40(欧州環境庁の定義: 日中の 12 時間で 40ppb を超える 1 時間値の超過分を積算した暴露量)による評価を行った。データは 2011~2023 年度を対象とし、この期間連続で測定しかつ測定方式に変更のない道内の測定地点の中から7地点を選定し、評価対象とした。

結果

表1に環境基準設定項目の基準超過状況を示す。北海道で過去に基準を超過したのは6項目で、Ox と微小粒子状物質(PM_{2.5})を除き、2010年以降、基準超過はみられていな

い。最も新しく環境基準が設定された PM_{2.5} も 2019 年度以降は基準超過がみられず、国の自動車排出ガス低減対策などの効果によるものと考えられた。

図1に北海道内の O_3 濃度の長期変動を示す。2019年度までは利尻を除き増加傾向を示した。一方で、2020 年以降は全地点で減少傾向がみられた。この期間には新型コロナウイルス感染症の拡大による世界的な産業活動の停滞があり、大気汚染物質の排出量が減少し、 O_3 の生成量が減少したことが要因の一つとして考えられた。

AOT40 の計算結果(札幌、利尻)を図 2 に示す。都市中心部と比較して窒素酸化物等汚染物質濃度の低い利尻や篠路で高い値を示す傾向があり、利尻では WHO が示す指針値を上回る年も見られた。

今後は、新型コロナ終息後の O_x の濃度変動に注視し、近年の濃度減少が一時的なものであるのか否か、継続したモニタリングによる評価が必要である。また、貴重な自然環境を有する北海道としては、植物影響を考慮した評価を続けていくことも重要である。

表1 環境基準設定項目の基準超過状況

項目	設定年	最新の基準超過年度	項目	設定年	最新の基準超過年度
二酸化硫黄	1973	1984年度	ベンゼン	1997	2003年度
二酸化窒素	1973	2009年度	トリクロロエチレン	1997	基準超過なし
一酸化炭素	1970	基準超過なし	テトラクロロエチレン	1997	基準超過なし
光化学オキシダント	1973	2024年度(ほぼ毎年超過)	ジクロロメタン	2001	基準超過なし
浮遊粒子状物質 (SPM)	1972	2002年度	ダイオキシン	1999	基準超過なし
微小粒子状物質 (PM _{2.5})	2009	2018年度 (2014年、2018年に注意報発令)			

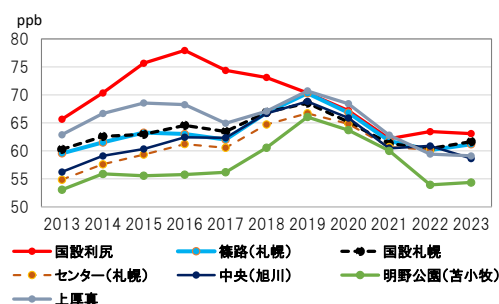


図 1 北海道内の O_x 濃度の長期変動

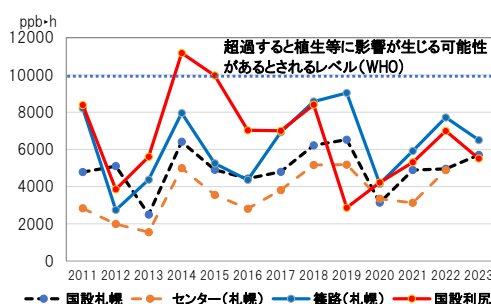


図2 札幌及び利尻におけるAOT40
(4~9月の日中(6~18時)を対象)

活用

・0x 濃度の解析結果は国立環境研究所と地方環境研究所自治体による共同研究を通して 0x に関する全国的な知見の集積と観測体制の検討に活用される。



口頭発表 自然環境部

5月23日(金)14:00～15:00 かでるホール

O-11 シカ肉の品質基準を作成し、生体輸送の影響を評価する

亀井 利活

O-12 北海道における荒廃農地の分布状況と生物相の把握

玉田 克巳

O-13 最新技術で謎を解く:

動物装着機器を用いた陸上草食獣の移動生態研究

伊藤 健彦

シカ肉の品質基準を作成し、生体輸送の影響を評価する

○亀井利活(道総研法人本部)、松浦友紀子(森林総研)、若松純一(北海道大学)、
富田勝将(知床エゾシカファーム)、曾我部元親(北泉開発)

研究の背景と目的

エゾシカの有効活用の推進には、シカ肉の衛生管理とともに安定した品質の管理が求められる。北海道は、衛生処理マニュアルの策定や処理施設の認証制度の導入により、全国に先駆けてシカ肉の衛生管理基盤を整備したものの、品質基準は確立されていない。本研究では、安定した品質のシカ肉生産を実現するために、肉質の指標として筋肉 pH を利用した基準値を検討する(研究1)とともに、エゾシカの一時養鹿において必要となる処理施設への生体輸送が肉質に及ぼす影響を評価した(研究2)。

方法

研究1)捕獲手法やと殺時の状況が多様なエゾシカ 291 頭から採取したロース(N=167)及びソトモモ(N=91)について、家畜等で用いられている肉質の指標(死後 24 時間後の筋肉 pH)と肉質(かたさ、明度、彩度、保水性)を測定し、その関係性を評価した。

研究2)生体輸送の状況が異なるエゾシカ 29 頭について、肉質の指標(死後 24 時間後の筋肉 pH)と身体的ストレス指標(クレアチニンキナーゼ:CPK)を比較した。

結果と考察

研究1)筋肉 pH と肉質(かたさ、明度、彩度、保水性)との関係性を評価した結果、筋肉 pH の上昇に伴い明度と彩度が有意に低下した。また、明度と彩度の低下に起因した「赤黒く、くすんだ肉色」の特徴を示す異常肉(DFD 肉)を予測可能な筋肉 pH を検討した結果、ロースでは pH5.75 未満、ソトモモでは pH6.06 未満が正常肉の基準値となることが示唆された。

研究2)生体輸送の状況が異なるエゾシカの肉質を比較した結果、と殺前日に他の一時養鹿施設から生体輸送された個体は、処理施設に併設された放飼場で一時養鹿された生体輸送無し個体に比べてロースとソトモモの筋肉 pH が有意に高い値を示した。一方、生体輸送後に 1 週間以上処理施設に併設された放飼場で養鹿された個体は、両部位共にと殺前日に生体輸送された個体よりも低い筋肉 pH を示し、ソトモモでは全ての個体が肉質の基準範囲内となった。また、と殺前日に生体輸送された個体は、生体輸送無し個体に比べて身体的ストレス指標が有意に高い値となった。

表 1. 生体輸送の状況の違いと肉質及びストレス指標の関係

生体輸送の状況	ロースの筋肉 pH (肉質基準範囲内の割合)	ソトモモの筋肉 pH (肉質基準範囲内の割合)	身体的ストレス指標 (CPK:U/L)
生体輸送無し個体(N=9)	5.5±0.1 ^a (89%)	5.5±0.2 ^a (89%)	348.2±111.7 ^a
と殺前日に生体輸送された個体(N=10)	5.9±0.2 ^b (0%)	6.0±0.2 ^b (60%)	1013.6±458.2 ^b
生体輸送後、1 週間以上養鹿された個体(N=10)	5.7±0.1 ^c (70%)	5.7±0.1 ^a (100%)	697.8±435.4 ^{ab}

※同列異符号間に有意差あり (P<0.05)

成果の活用

- ・「筋肉 pH の基準値」が明らかになることで、シカ肉の品質を客観的かつ容易に判別可能となる。
- ・生体輸送後に 1 週間以上の養鹿期間を設けることにより、肉質への影響を低減させることができる。
- ・シカ肉を生産する有効活用業者へ本成果を普及することによって、全国に先駆けた「シカ肉の品質管理」の基盤が整備され、科学的根拠を伴うシカ肉のブランド化が促進される。

本研究の一部は JSPS 科研費 JP22K05962 の助成を受けたものです。

2025 エネルギー・環境・地質研究所 成果発表会(令和 7 年 5 月 22-23 日)

北海道における荒廃農地の分布状況と生物相の把握

○玉田克巳・網本良啓・島村崇志・長 雄一・稲富佳洋・石川 靖・西川洋子(自然環境部)

背景と目的

北海道では 1995 年から人口が減少に転じており、農地の荒廃化も進んでいる。しかし、荒廃化した農地の実態を把握することは難しい。荒廃化した農地は様々な生物の生息地となり、生物多様性の保全に貢献することが期待できるが、外来植物の繁茂や鳥獣害の増加を招くことも懸念されている。本発表では、経常研究「農地再生が困難な荒廃農地における生物多様性の現状と評価」の一部として取り組んだ、全道スケールでの荒廃農地の発生状況と、発生率に影響する要因についての解析結果を報告する。また、現在進めている農地スケールでの荒廃農地の生物相調査の結果についての概要も紹介する。

方 法

国土交通省が公開している国土数値情報土地利用細分メッシュのデータ(100 mメッシュ)を用いて、農地から森林や荒地に変化したメッシュを荒廃農地と定義し、1997 年から 2006 年(以下、1997→2006 年)および 2006 年から 2016 年(以下、2006→2016 年)に発生した荒廃農地を抽出した。さらに、荒廃農地が発生しやすい条件を解明するために、標高、標高差、周辺の農地率を説明変数として、荒廃農地発生率を推定する一般化線形モデル(GLM)を構築した。解析にあたっては、農業の地域特性を考慮して、北海道を道南の稲作地域、道央の稲作地域、道東の畑作地域、道東の酪農地域、道北の酪農地域の 5 つの地域に区分した。

成 果

全ての地域で、1997→2006 年から 2006→2016 年にかけて、荒廃農地の発生面積は増加していた。10 km メッシュのスケールでみると、荒廃農地の発生場所は変化しており、1997→2006 年には十勝地方北部・オホーツク地方南部などの山間部に、2006→2016 年には十勝地方・オホーツク地方の平野部に多くみられた(図1)。GLM の推定値は、地域や年代によらず、標高差が大きく、周囲の農地率が低い農地が荒廃化しやすいことを示した。標高は、多くの場合において、高標高ほど荒廃農地発生率が高いと予測されたが、2006→2016 年の道央稲作地域と道東畑作地域では、逆に低標高ほど荒廃農地発生率が高いと予測された。

現在、赤井川村において実施している生物相の現地調査の結果からは、放棄後の年数や水分環境により生物相が異なる様々なタイプの荒廃農地が存在することが明らかになってきている。

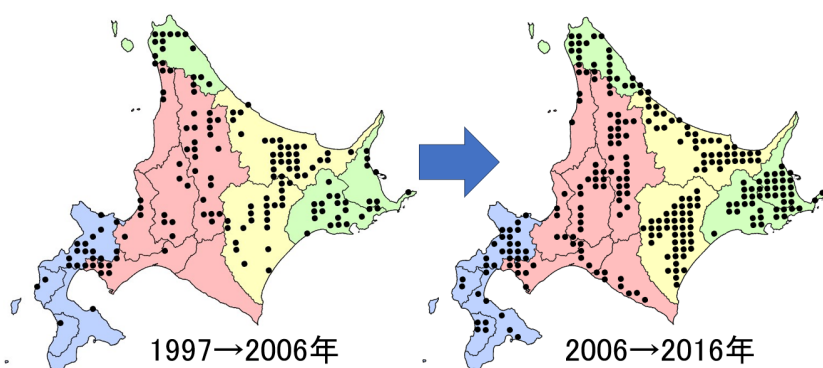


図1. 荒廃農地の多い地域。黒丸は荒廃農地が 200 ha 以上ある 10 km メッシュの位置を示す。背景色は、農業の地域特性を示す(農水省 2021)。

活用 展開

- ・ オープンデータを用いて、道内の荒廃農地の抽出やその要因解析法が開発できた。
- ・ 今後の研究課題において、鳥獣害や生物多様性に配慮した農村生態系の管理手法の開発を進める。

最新技術で謎を解く: 動物装着機器を用いた 陸上草食獣の移動生態研究

○伊藤健彦(自然環境部)、小山里奈、清水太朗、多田陸、永谷黎(京都大)、
菊地デイル万次郎(東京農業大)、長崎亜湖(麻布大)、中野智子(中央大)、
Uuganbayar Munkhbat、Chimeddorj Buyanaa(WWF モンゴル)

背景と目的

人間活動の増大により長距離を移動する陸上野生動物の移動距離や個体群サイズは世界的に縮小しており、保全対策が必要とされている。保全対策立案には対象種の移動生態の理解が不可欠であり、多くの種で個体追跡による位置データの蓄積が進められているが、群れサイズや他種の生息状況など、時間的変動が大きい動物情報の取得や行動の把握は困難である。しかし、カメラや加速度計等を動物に装着してデータを取得する技術が急速に進歩しており、継続的・定量的な追跡個体の利用環境評価や行動推定などが可能になりつつある。そこで、モンゴルの草原地帯に生息し、2002 年から継続的に移動追跡調査が実施されている長距離移動性の野生草食獣モウコガゼルを対象に、環境条件としての動物情報の定量化技術と対象個体の行動推定手法を開発し、長距離移動や生息地選択への動物情報を含む環境条件の影響を評価する。

成果

2019 年に 3 軸加速度計・カメラ付 GPS 首輪(図1)を用いた研究に着手し、2023 年からの多個体同時追跡では、18 個体の動画や加速度データの回収に成功した。2023 年からの追跡では、本種最長かつ陸上動物における世界最長級の 600 km 以上の直線的移動が確認され、分布域北部と南部で追跡を開始した個体の行動圏が、2002 年以降の調査ではじめて重複した。2023-24 年の冬季には家畜が大量死する寒雪害が発生しており、極端気象が野生動物の行動や個体群間交流に影響を及ぼすことが示唆された。

首輪カメラの画像解析では、モウコガゼルの相対的な群れサイズの季節変化をはじめて明らかにし、機械学習を用いた自動検出手法の開発にも成功した(図2)。また、加速度解析と動画での行動確認により、静的活動(休息や反芻)と動的活動(採食や移動)の行動分類手法や、飛来性昆虫を避けるための首振り時間の推定手法を確立し、活動周期や首振り時間の日周・季節・年次間変動を明らかにした。さらに、飛来性昆虫が活発だと推定された年・時期・時間帯にのみ、植生条件がよくてもモウコガゼルの採食効率は低下するという、トリードオフの関係が存在することを実証した。



図1 モンゴルの草原で加速度計・カメラ付 GPS 首輪を装着されたモウコガゼルの成獣オス
首輪側面の黒い部分は自動脱落装置

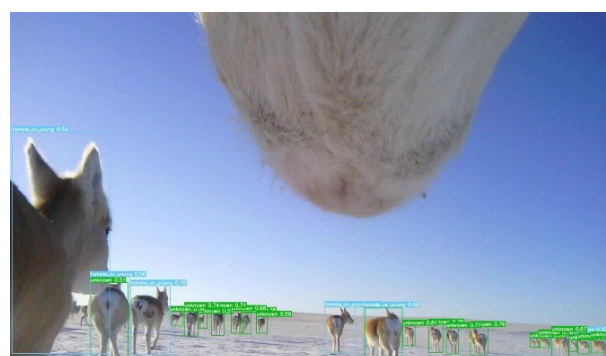


図2 モウコガゼルに装着した首輪カメラが記録した画像からの他個体自動検出例(青と緑の枠線内)
周辺他個体数のほか、行動、植生や積雪の状態、地形、気象条件などの評価も可能。

活用 展開

- 動物装着機器で取得したデータは国際的なリポジトリサイトに保存され、世界の研究者が活用。
- 野生動物の自動検出手法や行動推定手法は、多くの野生動物の生態研究や保全に貢献。
- 野生動物の大移動と遊牧の持続的共存をめざす獣医学や社会科学を含む学際研究へと発展。



ポスター発表

資源エネルギー部 説明時間 5/22(木) 11:05～12:00

P-01 中小規模濃縮工程への超省エネシステム導入に向けて

北口 敏弘

P-02 農廃プラを地元で使いこなす！

それ、ゴミではなく貴重な燃料資源です！

小倉 貴仁

P-03 再エネ・V2X を遠隔監視・安定運用しよう！

多奈田 紘希

P-04 施設のエネルギー需要の見える化と省エネ技術の導入検討

～地熱・温泉熱アドバイザー派遣事業～

白土 博康

P-05 温泉付随ガスの利活用に向けて

～道内の温泉付随ガスに関する情報整備～

林 圭一

P-06 火砕流堆積物は、何℃だったのか？どれくらいで冷えたのか？

～炭化木を使った新しい推定手法の検討～

中野 敬太

地域地質部 説明時間 5/22(木) 12:00～13:00

P-07 豪雨による斜面崩壊ハザードマップの試作

～平成 28 年8月北海道豪雨災害を踏まえた日勝峠周辺の事例～

仁科 健二

P-08 水中音響調査による海の見える化

～海底地形・底質・地質構造データを統合した3次元地質モデルの構築～

丸山 純也

P-09 十勝岳火山群、ヌッカクシ火口域の火山体形成史

藤原 寛



ポスター発表

循環資源部 説明時間 5/23(金) 12:00～13:00

P-10 ガラス廃材を有効利用するために
～異物の影響評価と金属分離技術～

明本 靖広

P-11 泥状廃棄物から水を抜く ～電気浸透脱水技術～
【展示】汚泥の電気浸透脱水の模型

明本 靖広

P-12 下水汚泥と地域資源の混合メタン発酵に向けて
～農水産残渣の利用可能性～

牧野 彩花

環境保全部 説明時間 5/23(金) 12:00～13:00

P-13 阿寒湖の長期モニタリングから見てきた水環境の変化

木塚 俊和

P-14 屈斜路湖の長期間の酸性度変動について

山口 高志

P-15 動画「未来の天気予報 北海道 2100 猛暑」を支える科学的根拠

鈴木 啓明

P-16 線状降水帯を構成する雨雲と環境場による体系化に向けて

大屋 祐太

P-17 河川水中の化学物質濃度の推定に向けて

田原 るり子

P-18 大気汚染物質オゾンの高濃度事例に関する要因解析

大塚 英幸

【展示】 「北海道の湖沼」と「未来の天気予報」PC デモ

五十嵐 聖貴



ポスター発表

自然環境部 説明時間 5/23(金) 13:00～14:00

P-19 捕獲情報を見える化する
～エゾシカ現況マップの開発～

稲富 佳洋

P-20 海浜植生再生試験におけるハマヒルガオの回復パターンと遺伝的多様性

綱本 良啓

P-21 水晶体を用いたヒグマの食性履歴の復元

三浦 一輝

中小規模濃縮工程への超省エネシステム導入に向けて

○北口敏弘(エネ環地研)、富樫憲一(研究推進室)、白土博康(資源エネルギー部)

背景

自己熱再生は、熱利用工程から捨てられている熱に圧縮仕事を加えることで、その工程自身の熱源として再利用する省エネ技術であり、特に蒸留・濃縮など蒸発を伴う熱利用工程に適用すれば、通常の装置と比較して大幅な省エネ効果が見込まれている。食品加工業における濃縮工程への本システムの導入には、具体的な対象物の選定、システムの設計法、対象物によって異なる濃縮槽内の挙動把握が必要である。

目的

北海道内における自己熱再生の実用可能性について、現状の濃縮・乾燥プロセスに関する聞き取り調査を行った上で理論と実験の両面から検討を行い、有望な対象物の把握及び実装指針に関する知見を得る。

成果

工程の実態に関するヒアリング調査を行った結果(表1)、本システム導入先候補の要件として既存濃縮装置の導入が困難な中小規模処理量であること、かつ高付加価値な製品の製造が可能な原料の選定が重要であることを把握した。

道内に100社以上あるチーズ工房から排出されているホエイは、一部は家畜の飼料として利用されているものの、その多くは廃棄されているが、一方では、ホエイ中の固形分は、必須アミノ酸の割合が高く、良質なプロテインの原料として評価が高いことが知られており、本システムの対象物として有望であることがわかった。

ホエイを対象にしてシステムの基礎設計を行った結果、熱交換に伴って発生するエクセルギー損失を補填するのに十分な圧縮仕事を与えることが肝要であることがわかった(図1)。出口側の温度が過熱蒸気とならないような入口側の注水により過熱を防止できるため、圧縮機として市販のルーツブロワが利用可能であることが明らかになった。この場合、仕事を加えるために必要となるエネルギーの量は、蒸発に要するエネルギーの25%と見積もられる。

ホエイを対象にした濃縮試験を行った結果、糖液を対象にした濃縮試験で見られた顕著な沸点上昇は見られなかったが、蒸発時に発泡により嵩が増大したほか、熱変性タンパク質の析出を確認した。沸点上昇が見られなかった要因としては、溶液の温度上昇により、ホエイ内に溶存しているタンパク質が変性し、固体として析出したために溶液中の溶質が減少したことが一因と考えられる。ホエイ濃縮に伴う激しい発泡については、消泡剤や障害物による対策に関する検討が、タンパク質の変性の抑制については、濃縮槽の減圧などによる運転条件に関する検討がそれぞれ必要である。

表1 ヒアリング調査結果

業種	製品	濃縮装置	濃縮の熱源	処理量
製糖	砂糖	多重効用	自家発電の排熱	原料(糖液) 200-240 t/h
乳製品製造	練乳 脱脂濃縮乳	多重効用	都市ガス	原料 15 t/h
調味料製造	濃縮スープ エキス	エバポール など	灯油	蒸発量 1 t/h
乳製品製造	チーズ	濃縮装置 未導入	濃縮装置 未導入	廃液(ホエイ) 0.6 t/日

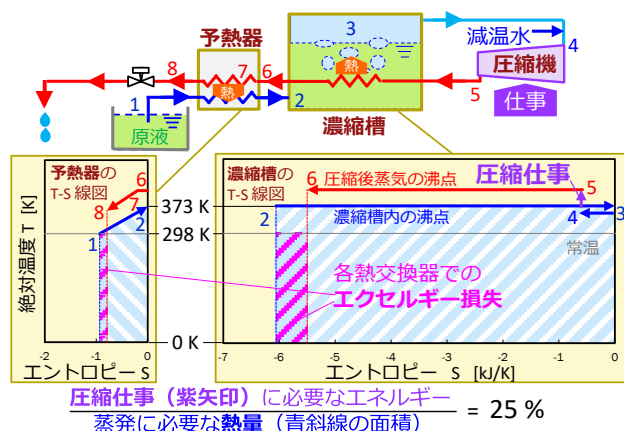


図1 システムのT-S線図による設計・評価

活用 展開

本研究で得られた成果は、原料の収集システムの検討や目指す製品に応じた製造方法の検討なども含めて後継課題に展開し、製造工程の省エネルギー化、食品廃棄物の再資源化に寄与する。

農廃プラを地元で使いこなす！

ーそれ、ゴミではなく貴重な燃料資源です！ー

○小倉貴仁、藤澤拓己、北口敏弘(資源エネルギー部)、丹羽忍(循環資源部)

山越幸康(エネルギー・環境・地質研究所)

背景

農業用廃プラスチック(以下、農廃プラ)は、農業生産活動に伴って発生する廃棄されたプラスチック類のことで、道内では年間 17,000t もの農廃プラが産業廃棄物として排出されている。このうちの約 20%が埋立て処理されており、埋立処分場の残余年数を鑑みると、農廃プラの排出量削減とマテリアルリサイクルに向けた取り組みに加え、燃料資源として利用する取り組みを拡大していくことも重要である。

目的

本研究の目的は、富良野地域において農廃プラ燃料の地産地消プロセスを構築するため、①当該地域で排出される農廃プラの性状を把握し、利用可能量を推定すること、②高灰分で不均質な性状の農廃プラを原料とする燃料を製造すること、③燃料を安定的に燃焼させるための利用方法や燃焼制御技術を開発することである。

成果

廃棄物燃料の製造に長らく取り組んできた富良野市を試験フィールドとして、農廃プラの性状調査から利用可能量を推定し(図1)、農廃プラ混合比を変えた燃料を試作した(写真1)。さらに、これまでに開発した高灰分対応ボイラー(図2)を用い、不均質な性状の燃料(写真2)に対応できる利用方法と燃焼制御技術(図3)を開発し、農廃プラ燃料の地産地消プロセス『富良野モデル』を構築した。



写真1 農廃プラを混合した燃料
農廃プラ混合比を20～50%で変え、燃料製造が可能であることを確認した。

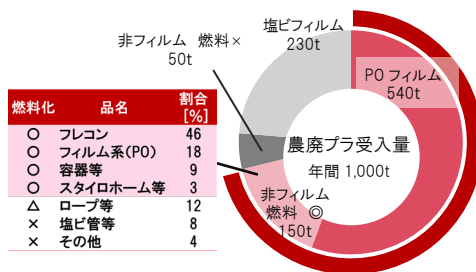


図1 農廃プラの利用可能量の推定
富良野圏域で受け入れられる農廃プラのうち、約70%が燃料化できることが明らかとなった。

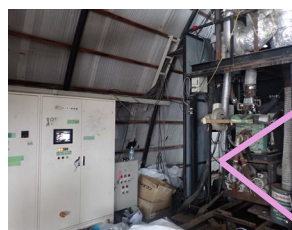


図2 高灰分燃料対応ボイラー
灰分が10%を超える燃料でも燃焼可能である。
炉内のバドルが燃料を攪拌し、灰によるトラブルを防ぐ。



写真2 性状の不均質な燃料
長さが異なり、成形されていないものもあり、これを安定して燃焼できる設備の開発も実施した。

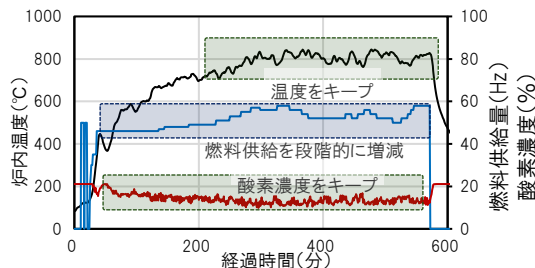


図3 燃焼制御技術開発の成果
農廃プラ50%混合燃料にて実施した

活用展開

- 本研究で構築した『富良野モデル』の地産地消プロセス(農廃プラの回収⇒燃料の製造⇒燃焼利用)を他地域の状況に応じた形で横展開することで、再利用率のさらなる向上に貢献する。
- 本研究で得られた燃焼制御技術を活用・発展させることで、農廃プラのみならず、農林業由来の残渣などの廃棄物を原料とする燃料の利用を促進し、カーボンニュートラルの実現に貢献する。

再エネ・V2X を遠隔監視・安定運用しよう！

○多奈田紘希・林田 淳(資源エネルギー部)

背景

近年、地球温暖化防止とエネルギー自給率向上、災害時等の対応のため、地域分散型の再生可能エネルギー(以下「再エネ」という)の導入拡大が求められている。V2X*システムは太陽光等の再エネ電力の活用に応じた電力需給調整技術であり、北海道内でも検討・社会実装が進められている。一方、現行の V2X システムの中には、長期間の不具合や稼働停止の発生等の問題が見受けられるものもあるが、当該事象発生時の運用挙動が把握できていないため、その原因が必ずしも特定できていない。

*「Vehicle to everything」の略で、車とあらゆる機器を通信でつなぎ、相互連携する技術

目的

本研究は、V2X システムの運用挙動の把握を可能とする秒精度の遠隔監視手法を構築することで、稼働停止等の発生原因を把握し、システムの安定運用実現を目的とする。

成果

図 1 に構築した V2X システムの遠隔監視手法の概要を示す。この手法は電力量計等の計測機器では取得不能な機器制御に利用する内部データ等の監視が可能であり、システム運用挙動の多面的な解析を実現できる。また、内部データ取得の際に対象機器と監視機器との通信が必要になるが、この手法では運用中のシステムに干渉せずにデータを記録することができる。さらに、この手法は遠隔地から監視項目の変更や記録したビッグデータの回収作業等が可能となるため、現地作業量の低減とメンテナンスの省力化にも貢献できる。

既設の V2X システムを試験フィールドとして本手法を導入し、運用挙動を解析した結果、これまで把握できていなかったエラーが、月数百回規模で発生していることが判明した。これを受け、保守者や機器メーカーと協働して対応(図 2)した結果、システムエラー数が激減し、システムの安定運用が実現した(図 3)。

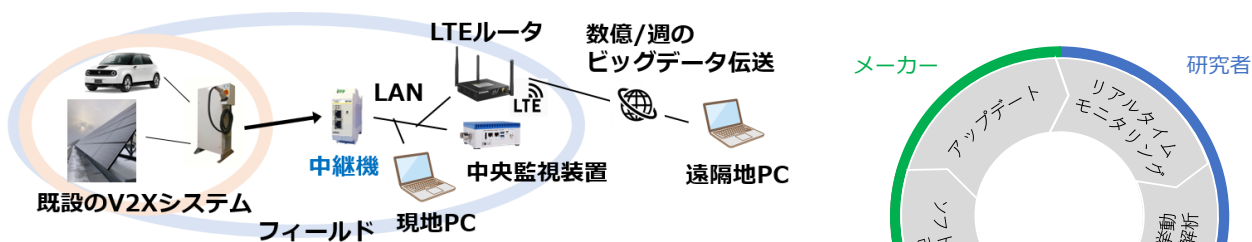


図 1 構築したシステム内部データの取得が可能な遠隔監視手法

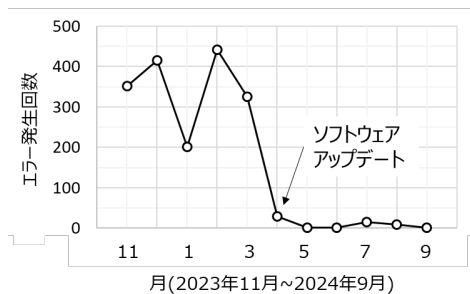


図 3 V2X システムのエラー発生回数

図 2 システム安定運用のためのプロセス

エラー激減！

システム安定運用の実現！

活用展開

本研究で構築した遠隔監視手法は、様々なシステムの安定運用やメンテナンスの省力化を希望する事業者・自治体への技術支援、および再エネシステムの制御に係る研究課題で活用される。

施設のエネルギー需要の見える化と省エネ技術の導入検討 ～地熱・温泉熱アドバイザー派遣事業～

○白土博康(資源エネルギー部)

はじめに

北海道経済部の「地熱・温泉熱アドバイザー派遣事業」は、地熱や温泉熱の利活用に関心のある市町村等に対し、それらの専門家をアドバイザーとして派遣し、地熱・温泉熱の利活用に関する基本的な知識の提供や、技術的・専門的な指導、助言等を行う制度である。本稿では、近年の電気代高騰を受け、令和 5～6 年度に本事業を活用し、オール電化の老健施設において、省エネシステム導入の基本設計に活用いただいた事例について紹介する。

取り組みの概要

省エネシステムの導入検討は、①施設のエネルギー使用の現況把握(見える化)、②省エネ機器の選定、③効果の試算の順に行う。まず、電力会社の請求書から施設のエネルギー需要(電力使用量)を把握し、暖房用の電力使用量が多いことを示した(図 1)。このため、建物の断熱改修や、既設の電気式ヒータに変わる暖房機器として、排湯熱利用のヒートポンプを用い、温水をラジエータに循環するシステムに代えることを提案した(初期費用高価で、導入を断念)。

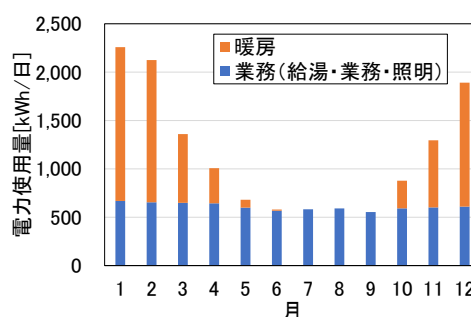


図 1 月別の施設の電力使用量

図 2 に当該施設におけるスマートメータによる給湯・業務・照明の時間別電力使用量を示す。既存の給湯システムは、開放式貯湯槽(5m³)の温水(60℃)を用い、電力単価が安価な夜間に給水と電気ヒータによる加熱(図 2)により、貯湯槽の湯量を回復させている。これに対し、夜間に未使用の温泉水(42℃程度)と、安価でメンテナンスが容易な熱交換器(図 3)を用いて給水を予熱し、貯湯槽に導入するシステム(図 4)を提案した。本システムの導入により、年間 40 万円程度の電気料金を削減できることを示したほか、貯湯槽設置の給湯室に温泉配管を引き込み、給湯室内に熱交換器を配置することで、100 万円未満の工事費(投資回収 3 年未満)で設置可能なことも併せて示した。

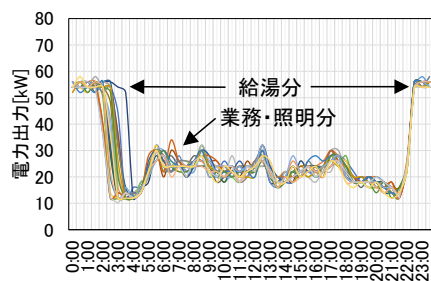


図 2 給湯・業務・照明の時間別電力使用量
(2月、28日分)



図 3 熱交換器の外観

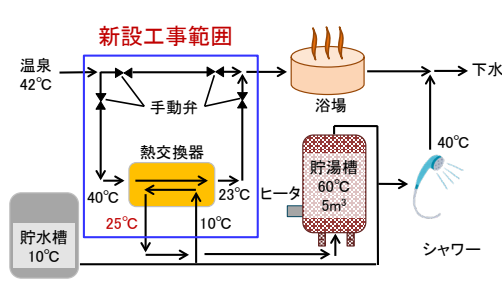


図 4 提案システムの概要

成果・展開

北海道経済部の地熱・温泉熱アドバイザー事業を活用し、エネルギーの見える化による現況調査と温泉熱を活用した省エネ機器導入の基本設計を行った(省エネ機器の普及を促進する補助金も紹介)。温泉熱は施設の空調・給湯だけではなく、施設園芸、乾燥、融雪など、多方面での利用が期待できるため、本事業を有効に活用し、今後も普及を推進する。

温泉付随ガスの利活用に向けて —道内の温泉付随ガスに関する情報整備—

○林 圭一・大森一人・中野敬太・鈴木隆広(資源エネルギー部)、坂上寛敏(北見工業大学)

はじめに

近年、地域のエネルギーを活用した、地産地消のエネルギーシステムの検討が進む中で、未利用エネルギーである温泉に付随する可燃性天然ガス(以下、温泉付随ガス)が注目されている。温泉付随ガスの可燃成分であるメタンは、地球温暖化係数が二酸化炭素の28倍であるため、大気放散するよりも燃焼利用する方が、環境負荷が低い。

温泉付随ガスを利活用するためには、鉱業法などの法的規制、利活用する際の事業採算性・継続性の担保などの高いハードルがある。さらに、温泉付随ガスは“捨てられていた資源”であるため、資源の現況が把握されていないほか、適切な利活用方法に関する情報が少ないことも、利活用の妨げになっている。

研究の目的

温泉付随ガスの利活用を促進するため、

- ・ 事業計画策定や鉱区(鉱業権)取得に必要な、温泉付随ガスの地質学的な背景の把握、資源量評価を行う。
- ・ 温泉付随ガスの資源量に応じた適切な機器の選定やシステムの検討に際し、利活用の指標を提示する。

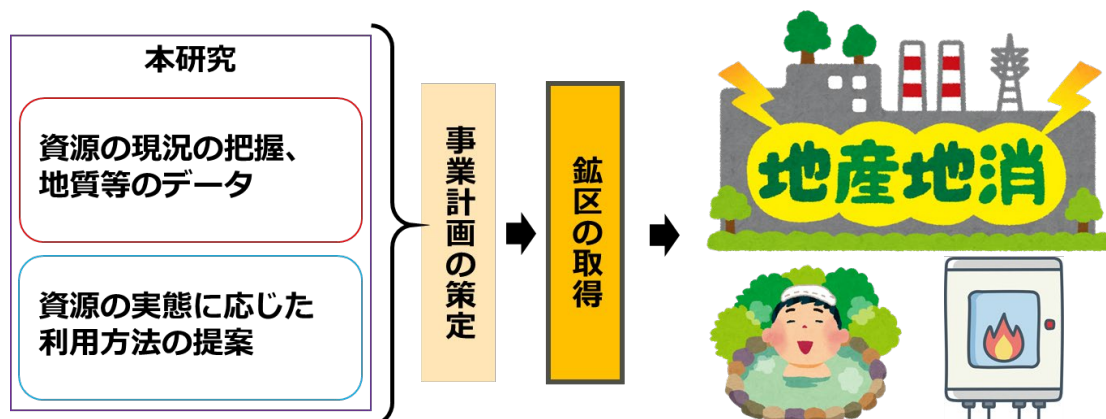


図 本研究による温泉付随ガスの利活用促進のイメージ

温泉付随ガスの利活用にあたっては、鉱業法による法的な規制、利活用の指標となる情報の不足、という2つの課題があるため、その両方を解決することで、温泉付随ガスの利活用を促進させる。

成果の概要

- 資源の現況を把握するため、北海道内の63源泉で温泉付随ガスを採取・分析し、温泉付随ガス中のメタン組成を調査するとともに、メタンの地質学的な背景や起源について明らかにした(令和3～6年度の4ヶ年で実施)。
- メタン濃度が高く、資源量が期待できる源泉において、温泉付随ガス湧出量の長期モニタリング、ガス組成の連続観測を実施した。また、その結果をもとに、温泉付随ガスの適切な利用方法について検討を行った。

活用 展開

- 温泉付随ガスの事業計画策定や鉱区取得に必要な地質学的な背景の把握、資源量評価を行うことで、鉱区取得を目指す自治体等に対して情報の提供を行い、温泉付随ガスの利活用を促進させる。
- 温泉付随ガスの適切な利活用の指標を提示することで、資源量に応じた適切な機器選定や利用システムの構築・運用を可能にする。

火砕流堆積物は、何℃だったのか？どれくらいで冷えたのか？

～炭化木を使った新しい推定手法の検討～

○中野 敬太(資源エネルギー部)

背景

火砕流の規模を考える上で、過去の火砕流の定置温度(火砕流の堆積時の温度)を推定することは重要である。一方で、従来の推定手法では、高温かつ離散的で、定置温度を連続的に網羅できていない。このため、より簡便で、より低温域から連続的に網羅できる推定手法が必要である。また、火砕流発生直後の、高温の火砕流堆積物は、自然冷却後、降雨により土石流を発生させることが知られているが、火砕流堆積物の冷却時間についての報告は、ほとんどない。

目的

火砕流のリスク評価に必要な定置温度と冷却時間を推定するために、炭化した樹木が被熱温度の高さに応じて、反射率が増加する光学的特性に着目した定置温度推定手法と、火砕流発生後の火砕流堆積物が、高温から常温に冷却されるまでの時間推定手法を検討する。

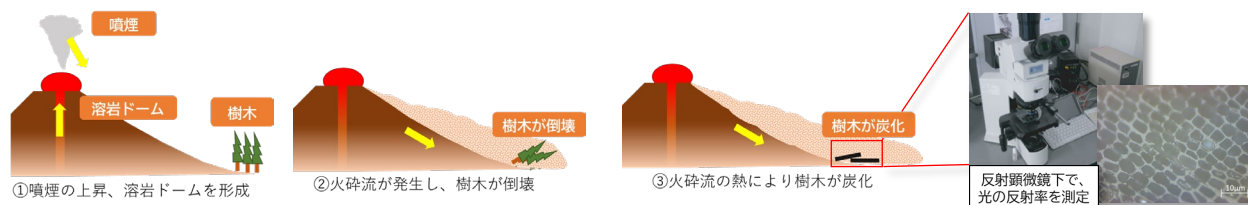


図1 火砕流発生と炭化木の形成過程、本研究の手法

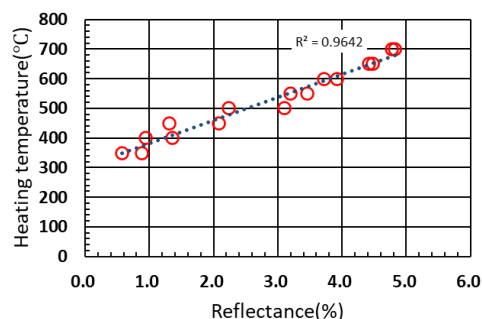
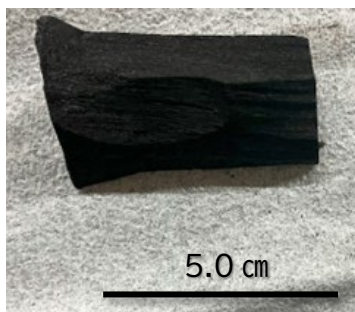
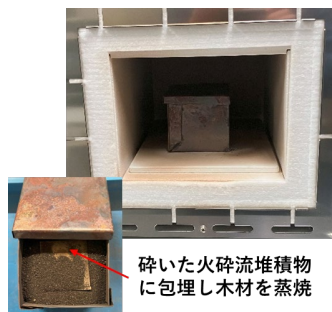
成果

シラカンバ材とドマツ材を加熱して(写真1、2)、反射率を測定し(図2)、350℃~700℃までを網羅できる温度換算式(1)を考案した。

$$T(^{\circ}\text{C}) = 78 R(\%) + 305 \quad (1)$$

T : 火砕流堆積物の定置温度(℃) R : 炭化木片の反射率(%)

この温度換算式から得られた温度と火砕流堆積物や大気等の熱物性値から、熱拡散方程式を利用した有限差分法による冷却推定手法を検討した。十勝岳望岳台付近の火砕流堆積物を例に、同手法を用いた推定を行い、定置温度は、415℃程度、冷却時間は、10年間と導き出した。



成果展開

- 350~700℃までを網羅できる定置温度換算式を推定したことにより、火山の噴火メカニズムの解明、および地域の防災教育への活用が期待できる。
- 火砕流堆積物の冷却時間の試算が可能となり、火砕流堆積後の経過時間と土石流の発生可能性との因果関係解明に向けた活用が期待できる。

豪雨による斜面崩壊ハザードマップの試作 —平成 28 年 8 月北海道豪雨災害を踏まえた日勝峠周辺の事例—

○仁科健二・宇佐見星弥(地域地質部)、大屋祐太(環境保全部)、川上源太郎・加瀬善洋・藤原寛(地域地質部)、
小安浩理(研究推進室)、岡崎紀俊(地域地質部)

背景と目的

気候変動により降雨強度の増大が予測されており、北海道に広く分布する「雨慣れ」していない斜面での崩壊リスクの上昇が懸念されている。本研究では、平成 28(2016)年 8 月北海道豪雨により崩壊が多発した日勝峠周辺を対象に、既往の崩壊履歴から将来の崩壊発生確率(ハザード)の推定を試みた。

方法

豪雨前後の地形データに基づいて日勝峠西側で発生した崩壊エリアを抽出し、豪雨前の地形的特徴量(傾斜、曲率、流路からの高さ、起伏量、地形湿潤指数、推定土層厚さ)を素因データとして用意した。次に、2016 年 8 月 28 日から 30 日の 72 時間累積雨量を誘因データとし、素因データと合わせて要因データとした。この要因データで崩壊エリアを説明するモデルを統計モデル(Max Entropy 法)によって構築し、崩壊地の存在確率(崩壊の生じやすさ)を推定した。

試作マップの評価

試作した崩壊ハザードマップの予測性能を、検証用に用意した崩壊エリアを用いて評価した結果、「よい」(AUC:0.86)となった。国道 274 号沿いで発生した 23 カ所の崩壊箇所における発生確率の頻度分布を図 2(左)に示す。これらの箇所での正誤判定の閾値を 0.5 とした場合に崩壊箇所の 70%を正しく判定できる結果となった。この予測モデルを用いて、気候変動に伴う降水量の増加を想定して平成 28 年豪雨の 1.25 倍の雨量(4 度上昇シナリオで 20 年に 1 度の豪雨に相当)を与えて推定したところ、崩壊の発生確率が 7～18 ポイント増加することが示された(図 2 右)。このように、

推定による現在の崩壊発生確率と、その将来の変化を可視化したハザードマップは、優先的な対策が必要な箇所を判断する上で、有用な資料となる。

今後は予測性能上げるとともに、利用者が使いやすい配色や表現方法について検討を進める。

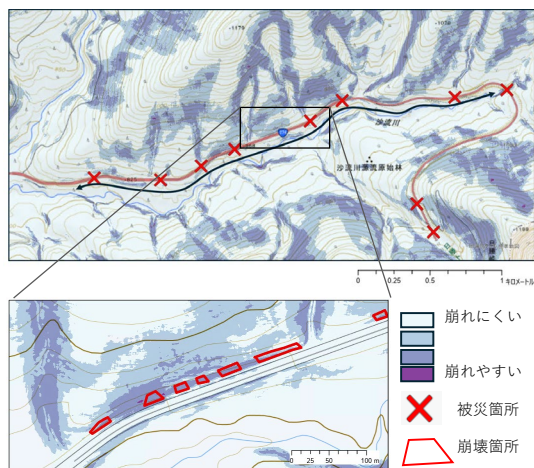


図 1 試作した斜面崩壊ハザードマップと被災箇所(上)および崩壊箇所(下)
1mグリッドの崩壊確率を推定した。図(上)の矢印区間の被災箇所には崩壊箇所が 23 カ所存在する(図(下)に一部を例示)。各崩壊箇所における発生確率の最大値を代表値として推定精度を評価した。

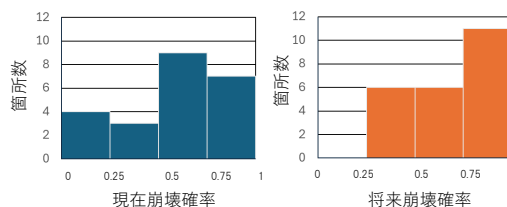


図 2 被災箇所での崩壊発生確率の頻度分布

現在(平成 28 年豪雨、100 年確率雨量相当で算出)および将来(2051-2111 年、20 年確率雨量相当で算出)の崩壊発生確率分布。

成果の活用

- ・斜面崩壊ハザードマップ作成手順を構築し、関連業界団体に対し技術講習会や技術指導を通じて技術移転する。
- ・ハザードマップは道建設部の砂防・道路防災部局や水産林務部の治山部局において、危険区域の事前検討や防災対策のための詳細調査の必要性の判断、および優先度決定に活用を図る。

水中音響調査による海の見える化

—海底地形・底質・地質構造データを統合した 3 次元地質モデルの構築—

○丸山純也・内田康人・大澤賢人・檜垣直幸(地域地質部)

はじめに

地形や地質情報は、地盤災害のリスク評価や社会インフラの整備計画など多様な分野で活用される重要な基盤情報である。現在、道や国では DX(Digital Transformation)の推進に伴い、陸域ではボーリングデータを活用した 3 次元地質モデルの構築が急速に進んでいる。しかし、海域ではボーリングデータが不足しているため、陸域とは異なる調査データを活用して海域の 3 次元地質モデルを構築する手法が求められている。

目的

稚内水産試験場が所有する試験調査船北洋丸に搭載された 3 種の音響観測機器により、精度の高い海底地形・底質・地質構造データを取得して、詳細な 3 次元地質モデルを構築する。

成果

利尻島の南西沖に位置する武蔵堆を対象にマルチビーム測深機による海底地形調査、サイドスキャンソナーによる底質調査、地層探査装置による地質構造調査を実施し、精度の高い海底地形・底質・地質構造データを取得した(図 1～3)。また、得られたデータを 3D 可視化ソフトウェア(Voxler:GoldenSoftware 社製)に取り込み統合解析を行うことで、対象海域の 3 次元地質モデルを構築した(図 4)。

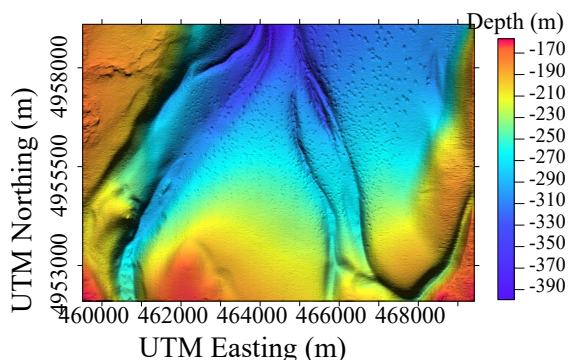


図 1 マルチビーム測深器による武蔵堆の海底地形図

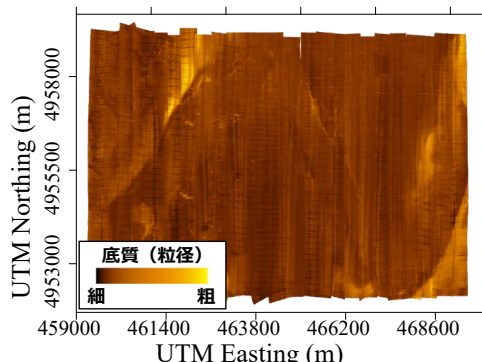


図 2 サイドスキャンソナーによる武蔵堆の底質分布図

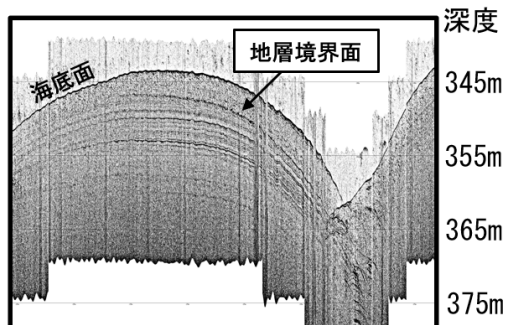


図 3 地層探査装置による武蔵堆の深度断面図

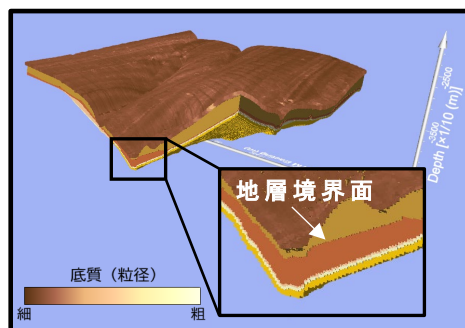


図 4 3 次元地質モデル(高さは 10 倍に強調)

活用 展開

- ・本研究で構築した 3 次元地質モデルは、道総研水産研究本部をはじめとした関係機関と共有して、海洋空間の開発および利活用の促進を図る。
- ・高精度かつ解像度の高い 3 次元地質モデルの整備を進め、水産・防災・海洋土木などの多様な分野における活用や貢献を目指す。

十勝岳火山群、ヌッカクシ火口域の火山体形成史

○藤原寛・高橋良(地域地質部)、上澤真平((一財)電力中央研究所)

背景

1926年に十勝岳で発生した大正泥流は、20世紀以降で国内最悪の人的被害を出した火山災害で、火山ガスなどの影響で脆くなった山体の一部が、噴火に伴って崩壊することで発生した。このような火山の崩壊は一般に甚大な被害をもたらすことが知られている。現在、十勝岳の北西斜面にある前十勝周辺で山体を取り囲むように新しい噴気帯が形成され、将来的な崩壊が危惧されている。そこで、類似した地質条件をもつ火山体において、その詳細な山体形成と崩壊履歴を明らかにすることで、十勝岳で将来起こりうる火山災害を想定できる可能性がある。

目的

十勝岳の南に隣接し、十勝岳と同様に火山ガスの影響で岩石が熱水変質作用を受け、火山体の成長と崩壊を繰り返しているヌッカクシ火口域を対象に、いつ、どの山体(層準)が崩壊したのかを、その頻度も含めて明らかにし、噴火と崩壊を繰り返すことが予想される十勝岳の将来的な山体形成―崩壊シナリオの想定を目指す。

成果

ヌッカクシ火口域では山体中腹付近の断面で不整合が認められた(図1)。この不整合の上下の噴出物は、それぞれ地層の傾斜方向と含まれる鉱物種が異なることから、松本ほか(2021)の層序に従うと、不整合面の下位が三段山下部ユニット(以下SLU)とカミホロカメットク山溶岩(以下KH)、上位がヌッカクシ溶岩(以下NU)と判断できる(図1、2)。さらに、この不整合は、ヌッカクシ火口の北側および南側断面の概ね同じ標高の位置に広く観察され、面的に連続することから、三峰山北火口を形成した山体崩壊の崩壊面である。また、NUの山体も大きく崩壊していることから、NUの噴出後再び山体崩壊が発生し、ヌッカクシ火口を形成したと考えられる。以上から、ヌッカクシ火口域では数万年の間に山体成長(噴火)と崩壊からなるサイクルが少なくとも2回起こったことが明らかとなった(図3)。

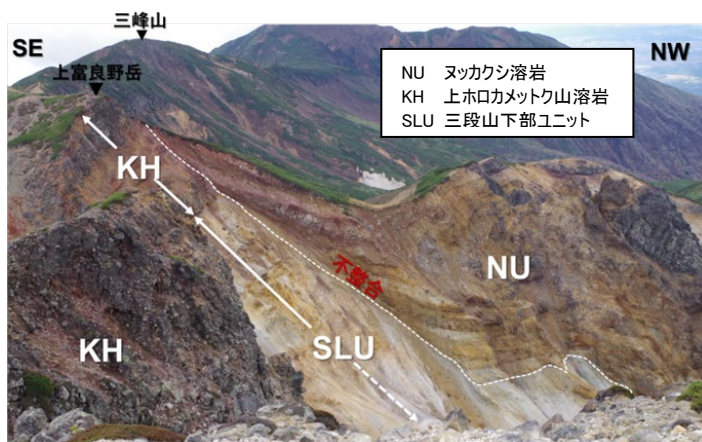


図1 上富良野岳山頂付近の北側断面

SLUとKHを切って、NUが不整合に乗る。この不整合面が山体崩壊(三峰山北火口の形成)の崩壊面に相当する。

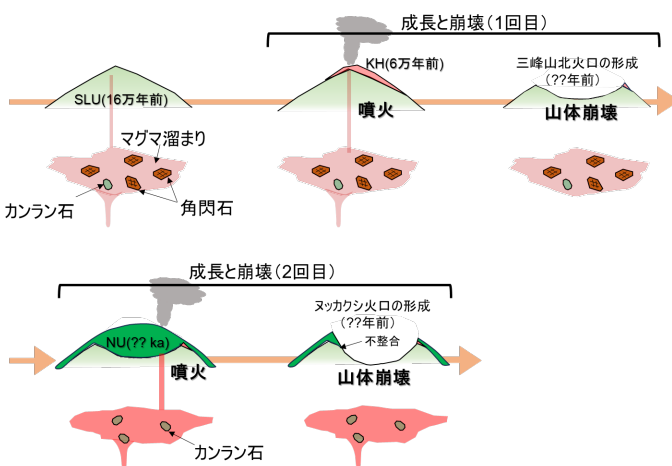


図2 ヌッカクシ火口域の火山体形成史のイメージ

SLUとKHは角閃石を含むが、NUは含まず、代わりにカンラン石を含む。含まれる鉱物に着目することで噴出物を区別できる。年代値は、KHが石塚ほか(2010)、SLUが松本ほか(2021)による。

活用 展開

今後 NU の噴出年代測定等により山体崩壊の時期を推定することで、噴火と崩壊を繰り返すヌッカクシ火口域の形成史について時間軸を入れた検討ができ、将来的な十勝岳の山体形成―崩壊シナリオを想定できるようになる。また、本研究は山体崩壊のメカニズムを明らかにする研究の基礎資料となりうる。

ガラス廃材を有効利用するために —異物の影響評価と金属分離技術—

○明本靖広・稲野浩行・朝倉賢(循環資源部)

はじめに

ガラスは建物や自動車の窓、びん、テレビ、太陽光パネルなど身の回りの多くの製品に使われている。融かして成形することで何度でも利用可能という特性を持つ一方で、原料が安価で経済的なメリットが少ないために、ガラス廃材の有効利用は進んでいない。ガラスは他の部材と複合的に用いられる場合が多く、循環利用においては分離の工程が必要となる。その際、一緒に使用されている部材や金属が異物として混入する可能性がある。そこで、混入した異物が熔融時にガラスへ与える影響、およびガラス中に溶け込んだ金属の分離技術に関しての基礎検討を行った。

方法

太陽光パネルから採取したガラスに対して、分離工程で混入する可能性のある種々の異物を 1% 添加した。熔融条件は 1300℃ で 1 時間とし、得られたガラスの色味等を確認することで、異物の影響評価を行った。

金属分離技術においては、模擬試料として熔融温度の低いほう酸ナトリウムで作製したガラスを使用した。酸化銅を 0.1% 加えて青色に着色し、800℃ で熔融しながら電位を印加した。放冷後のガラス試料の性状変化および成分分析から、ガラス中に溶け込んだ金属の分離の可能性について評価した。

結果と考察

異物の影響評価に関して、太陽光パネルのガラスに 1% の異物を添加して熔融した結果を図 a に示す。Sn(すず)は僅かに青い着色が見られたが、C(炭素)を添加した場合は、大きな色変化は見られなかった。Cu(銅)を添加した場合は濃い青色に着色され、Si(けい素)および Al(アルミニウム)においては黒色となることがわかった。特に Cu や Si はパネルガラスに近い場所に存在するため、注意が必要と考えられる。

金属分離技術においては、熔融しながら電位を印加可能な電気炉(図 b)を用いて試験を行った結果、陰極で褐色の沈殿が観測された(図 c)。陰極の褐色沈殿を分析した結果、Cu⁰ を含むことがわかった。これは、ガラス中で Cu²⁺(青色)として存在していた銅が陰極での還元反応により Cu⁰(茶色)となり、沈殿したと考えられる。このことから、電気的な還元反応を利用することで、ガラス中の金属を沈殿分離できる可能性が示された。

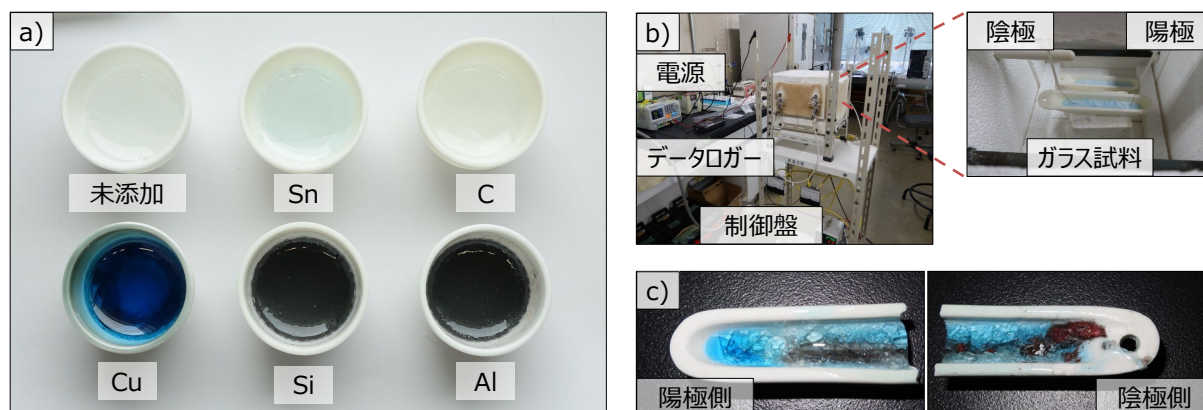


図 a) 太陽光パネルのガラスに異物を添加して熔融した後の試料、b) 作製した電気炉、c) 電位印加後のガラス試料

成果

ガラス熔融時に異物を含むと元素によっては着色が生じるため、混入はできるだけ抑える必要がある。熔融しながら電位を印加することで生じる還元反応によって、ガラス中の銅を陰極近傍で析出させて分離できる可能性が示された。

泥状廃棄物から水を抜く —電気浸透脱水技術—

○明本靖広(循環資源部)

はじめに

北海道において毎年数万トン～十数万トンの汚泥が最終処分されている(北海道環境生活部)。この汚泥の利用を妨げている要因の一つとして、含水率が高く取り扱いが困難である点が挙げられている(丹羽・朝倉, 2023)。本研究で着目した電気浸透脱水とは、試料に電位を印加することで生じる水の流れを利用したものである。フィルタープレスなどの機械的圧搾とは異なり、脱水に圧力を用いないことが特徴である(吉田, 2021)。電気浸透脱水の汚泥処理への活用としては、し尿処理や畜産汚泥処理などの有機物を対象とした先行例があるが、無機分が多い試料に関してはあまり知見がない。そこで、無機分を多く含む性状の汚泥を対象に、電気浸透脱水の効果を検証した。

方法

試料として札幌市内の送水管布設工事に伴い発生した汚泥を用いた。この汚泥は、炭素を数%しか含まない無機分の多い泥状の試料である。電気浸透脱水試験の全景を図 a に示す。アクリル水槽に試料を充填し、試料を挟み込むようにチタン白金電極を配置した。電極間距離は 50 cm に設定し、電位勾配は 2 V/cm、印加時間は 24 時間の条件で試験を行った。試験後の試料を取り出し、105℃で 24 時間乾燥させ、その重量減量から含水率を算出し、電気浸透脱水による含水率の低減効果を検証した。

結果と考察

図 b に示すとおり、電位を印加してから 18 時間後において陰極槽に脱水液が蓄積する様子が確認された。一般的に、電気浸透による水の流れは陽極から陰極に向かって生じるため、試料から得られた脱水液が陰極槽に溜まると考えられる。24 時間後の陽極近傍の試料を観察すると、乾燥によってひび割れが生じていることが確認された(図 c)。図 d に示す積算脱水量から、概ね 1 時間当たり 60～70 mL の割合で脱水されていることがわかる。24 時間の電位の印加によって、試料の含水率は 54.1%から 45.2%まで減少し、同時間での自然乾燥(51.2%)よりも低減が可能であった。

その他の汚泥試料に対しての脱水効果については、ポスターで紹介予定である。

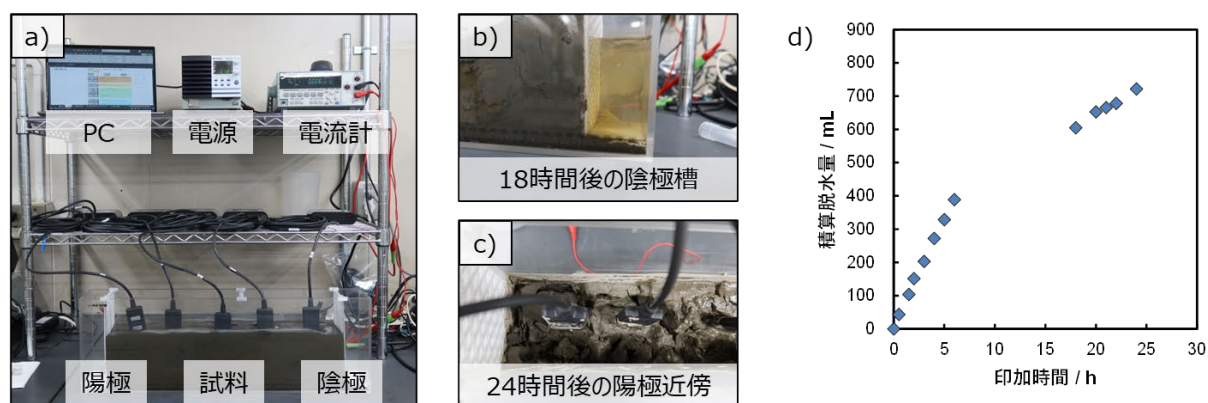


図 a) 電気浸透脱水試験の全景、b) 18 時間後の陰極槽、

c) 24 時間後における陽極近傍の試料、d) 電気浸透による積算脱水量

汚泥の採取に際し、石狩西部広域水道企業団および株式会社花井組のご協力をいただきました。

成果

実際に排出される泥状の試料を用いて電気浸透脱水試験を行い、無機分を多く含む汚泥に対しても適用可能であることが示された。

下水汚泥と地域資源の混合メタン発酵に向けて ～農水産残渣の利用可能性～

○牧野彩花、明本靖広、鎌田樹志(研究推進室)、佐々木雄真

背景と目的

下水汚泥消化処理施設は人口減少などの影響で稼働率が低下^{*1}しており、新たな地域資源の受入による稼働率の向上が期待されている。地域資源の1つである農水産残渣は農村地域、沿岸地域などそれぞれが地域内の資源利用に適しているが、これらの地域資源を下水汚泥消化処理施設に投入する混合メタン発酵は、導入事例が少なく発酵特性に関する知見が不足している。そのため、本研究では下水汚泥と地域資源をモデルとした模擬汚泥(農水産残渣)の混合メタン発酵を行い、その特性を評価することで地域資源としての利用可能性について検証した。

*1 石川&田嶋 土木技術の総合情報誌, 2019

実験方法

10 L スケールの嫌気培養槽を中心に定期的な下水汚泥と模擬汚泥の投入および引き抜きのできる混合メタン発酵リアクターを作製した(図1)。稼働中の消化処理施設の消化液を混合メタン発酵の微生物源として、下水汚泥と模擬汚泥を微生物の栄養源として投入した(図2)。約8週間、2つの培養槽を用いて微生物を活性化させるための調整運転を行った後、一方を対照区として導入事例^{*2}のある生ごみの模擬汚泥を投入、他方を試験区として農産残渣、水産残渣の模擬汚泥を順に投入した。このとき汚泥の投入比は全国の下水汚泥消化処理施設の混合メタン発酵に関する調査をもとに、有機物負荷で下水汚泥:模擬汚泥=3:1となるよう調整し、約20週間発酵反応特性を比較するための本運転を行った。本運転中は有機物負荷を変更しながら発生ガス量と組成等の測定を行って発酵特性を評価した。

*2 環境省 全国の間タンガス化施設リスト, 2017

結果と考察

運転期間中、模擬農水産残渣の試験区では継続してガスの発生が確認されるとともにガスの組成は模擬生ごみの対照区と同等の約6から7割がメタンであったため、下水汚泥消化処理施設への投入汚泥として農水産残渣の利用可能性があることが示された(図3)。一方で有機物負荷や残渣の種類を変更した場合に模擬生ごみに比べてガスの発生量が少ない傾向にあったことから、有機物負荷や残渣の種類に応じて消化施設の運転を制御するなど、効率的利用に向けた新たな知見を取得する必要があると考えられた。

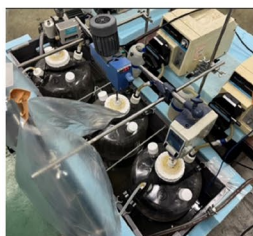


図1 混合メタン発酵リアクター



図2 混合メタン発酵の材料

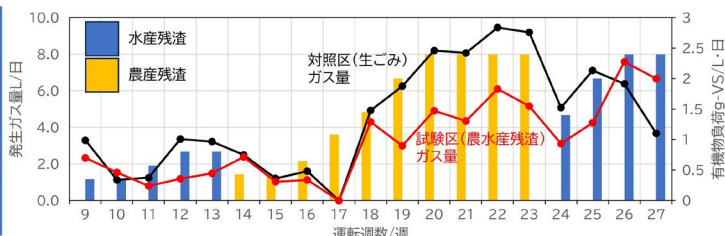


図3 発生ガス量と有機物負荷の変化

成果

・稼働中の消化処理施設の消化液(微生物源)を用いて下水汚泥と農水産残渣をモデルとした模擬汚泥を投入し、混合メタン発酵によってメタンガスの継続的な発生を確認したことから、農水産残渣の地域資源としての利用可能性が明らかとなった。

阿寒湖の長期モニタリングから見てきた水環境の変化

○木塚俊和・五十嵐聖貴・三上英敏・山口高志・大屋祐太(環境保全部)

背景

国の特別天然記念物マリモの生育地として有名な阿寒湖(面積 13.3 km²、最大水深 44.8 m)は、観光や水産など地域産業を支える重要な湖であり、生態系の基盤である水質の保全が求められている。湖沼の水質保全と持続的な利用を検討する上では、植物プランクトンの増殖(内部生産)を支える窒素やリンなどの栄養塩の循環を解明することが重要である。しかし、北海道庁による定期的な水質モニタリングは表層水のみを対象としており、栄養塩が蓄積しやすい湖の深い層の水環境については十分に調べられていない。

目的

当所では、阿寒湖の水質保全のため、1980 年代から長期にわたり湖内や流域環境の調査を行ってきた。本発表では、2022-2024 年に行った最新の調査について、とくに湖の深い層を含む水の酸素濃度や栄養塩の蓄積の現状について報告するとともに、過去の観測値との比較から、阿寒湖における近年の水環境の変化とその影響について考察する。

成果

阿寒湖では、夏から秋にかけて浅い水(上層)の水温が、深い水(下層)より相対的に高くなる成層が顕著に発達し、それに伴い、下層において酸素濃度の低下(貧酸素化)と窒素やリンの濃度上昇が見られた(図)。10 年前(2012・2013 年)に比べて、近年は湖底付近の無酸素期間が長くなるとともに、夏の終わり頃に下層に蓄積する窒素は減少し、リンは増加していることが明らかとなった。気温の比較から、水質に違いがみられた要因のひとつとして、近年の方がより成層が発達しやすい気象条件であったことが考えられた。1970 年代から続く水質の長期モニタリングデータの解析から、表層水の全窒素(TN)と全リン(TP)の比(TN/TP)は夏を除いて低下傾向にあり、植物プランクトンの増殖に対する窒素制限(リンよりも窒素が不足気味)の傾向が強まっていると考えられた。一般に、窒素制限下では、空気中の窒素を利用できるラン藻類(写真)が優占しやすいとされ、阿寒湖でも、夏にラン藻類によるアオコが確認されている。このことから、今後、阿寒湖の水質保全を検討する上で、とくに成層の発達期間や湖水のリン濃度、アオコの発生状況の変化について注視していくことが重要と考えられた。

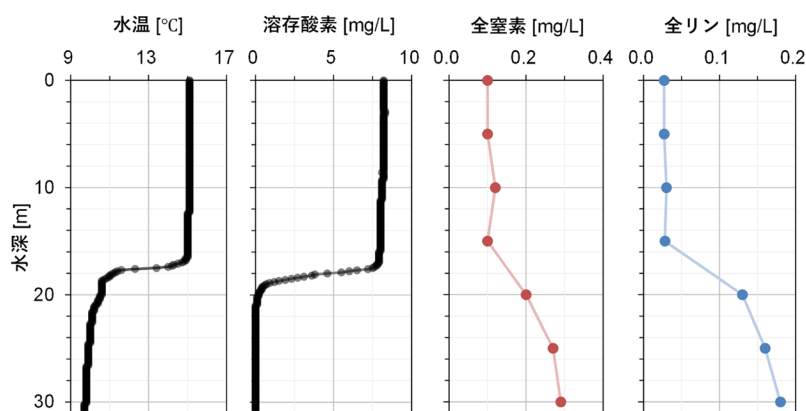


図 阿寒湖の湖心部における水質の鉛直プロファイル(2022 年 10 月)



写真 2022 年 7 月に阿寒湖で優占したラン藻 *Dolichospermum-Sphaerospermopsis* 属(従来の *Anabaena* 属)。空気中の窒素を利用する能力があるため、N/P 比の低い環境でも優占できるとされる。時に湖水表面に集積しアオコを形成する。

活用展開

- ・ 本成果は北海道庁による阿寒湖の水質保全施策に活用される。
- ・ 気候変動が湖沼の水環境に及ぼす影響の解明や、適応策の検討などへの活用が期待される。

屈斜路湖の長期間の酸性度変動について

○山口高志(環境保全部) 長谷川祥樹(建築研究本部) 塚越清夏(弟子屈町)

背景

道東の弟子屈町に位置する屈斜路湖(図 1)は、1960～1980 年代には強い酸性で生物が少なかったと報告(黒萩ら,1991)があるが、1990 年代に中性化し現在は多くの魚類の生息環境となっている。今回、2021 年から実施している水質調査結果と、過去の屈斜路湖の酸性度(pH)変動に関する文献を整理した結果を併せて発表する。

成果

「アルカリ度」とは「水が酸を中和する能力」で、アルカリ度が低くなると酸性に変化しやすくなる。屈斜路湖のアルカリ度は 2005 年以降に減少が確認され(図 2)、平均減少率は 0.08meq/L/年だった。仮に減少が継続した場合、2035 年には 0.2meq/L と、1994 年時のアルカリ度と同程度になると試算された。この 1994 年には約 pH6 の弱い酸性が記録されていることから(図 3)、2035 年前後に屈斜路湖は再び弱い酸性となることも考えられる。

屈斜路湖の pH 変動を整理すると(図 3)、望月ら(1996)は 1840 年頃は酸性で 1870 年以降に中性から弱い酸性へ変化したと推定した。松浦武四郎が著した久摺日誌に 1858 年訪問時には不漁が続いているという記述がある。一方で田中館(1918)は多様な魚種を報告しており、湖水の pH 変動による魚類の生息環境への影響を示唆している。1930 年代には pH5～6 台で推移したが 1960 年に pH4 が報告されたことから 1940～50 年代に酸性化が進んだと思われる。この pH 変動に関連する項目である塩化物イオンや硫酸イオンの測定結果を併せて報告する。

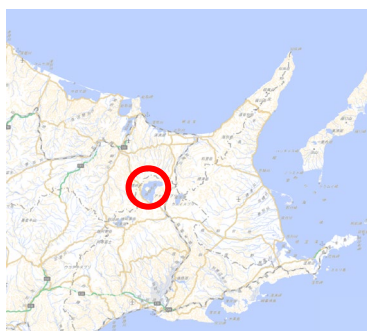


図 1 屈斜路湖の位置 (地理院地図使用)

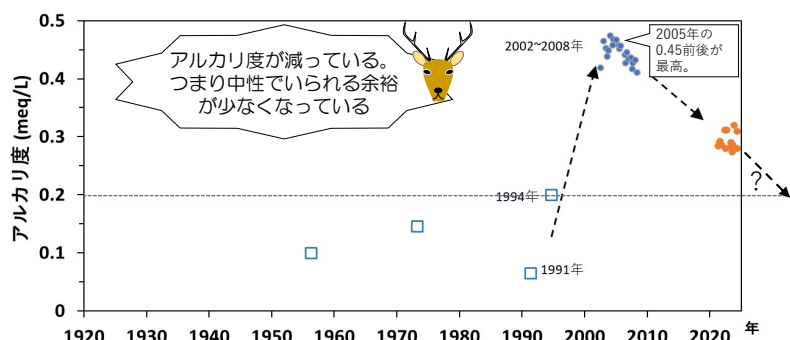


図 2 アルカリ度の変化

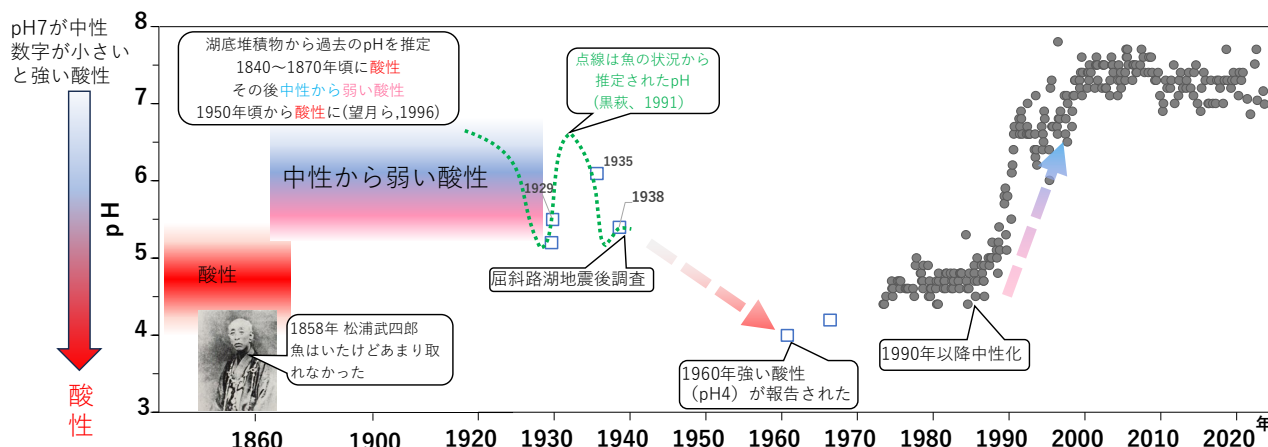


図 3 酸性度(pH)の変化

成果活用

本研究により屈斜路湖酸性度について長期情報を整理し、複数回の pH 変動が明らかとなった。この成果は今後の屈斜路湖における pH 変動による影響検討のための基礎的な知見となる。また、この結果は弟子屈町による屈斜路湖の長期利活用方法を検討する議論の土台となる。

動画「未来の天気予報 北海道 2100 猛暑」 を支える科学的根拠

○鈴木啓明・大屋祐太・野口 泉・三村 慧(環境保全部)

はじめに

気候変動の進行に伴い、道内の熱中症搬送者数のさらなる増加が予測されており、暑熱による影響やその対策に関する普及啓発の重要性が高まっている。そこで私たちは、北海道の将来の夏がどのようなものかを実感し、熱中症等への対策を講じるきっかけとなることを目指し、動画「未来の天気予報 北海道 2100 猛暑」を作成した(図 1)。現役の気象キャスターを起用し、現在放送されている天気予報番組の構成に即して、臨場感のある動画に仕上げた。本動画を支える科学的根拠について紹介する。

使用データ

全国 5km メッシュアンサンブル気候予測データのうち、4°C 上昇実験による 21 世紀末の特定年のデータを用いた(表 1)。長期的な傾向の分析には、追加的な気候政策を講じないシナリオ(SSP5-8.5)における国立環境研究所提供のデータセット「NIES2020」を用いた。



図 1 本動画のパナー
(エネ環地研 Web サイトから
動画閲覧可)

解 説

本動画では、将来的な暑熱リスクを実感することを目的に、道内で 40°C 前後の暑さが 3 日程度続く事例を取り上げた。本動画で示したような「札幌で 2 日以上続けて最高気温が 39°C 以上」となる事例は、NIES2020 の 5 つの全球気候モデルのいずれの場合でも、SSP5-8.5 シナリオに基づく 21 世紀末の予測で確認されている(表 2)。また、動画中の 2090 年代と 2010 年代を比較する場面の説明は、真夏日日数に関するデータ解析(図 2)等に基づいて作成した。

表 1 本動画で用いたデータ

対象	根拠データ
予報当日・翌日・週間の気温・天気等	文部科学省気候変動予測先端研究プログラムのもと、地球シミュレータを用いて d4PDF を全国 5km メッシュで力学的ダウンスケールしたデータ(一部項目で、20km メッシュの d4PDF データも補助的に参照) ・将来シナリオ 4°C 上昇実験 ・海面水温の将来変化の空間パターン MIROC5 ・振動の種類 m102 ・年月 2095 年 8 月(温暖化シグナルの大きさは 2090 年のもの)
長期的な傾向の分析(2090 年代と 2010 年代の気候特性の比較等)	石崎 紀子(2021): CMIP6 をベースにした CDFDM 手法による日本域バイアス補正気候シナリオデータ(NIES2020), Ver.1, 国立環境研究所. doi:10.17595/20210501.001. (参照: 2021/07/12-13) ・将来シナリオ SSP5-8.5 ・全球気候モデル MIROC6 ・年月 2010～2019 年及び 2090～2099 年

表 2 NIES2020 の予測(SSP5-8.5 シナリオ)において、
札幌の最高気温が本動画と同様に
「2 日以上続けて 39°C 以上」となる事例数

天気予報における表記と揃え、小数点第 1 位を四捨五入した最高気温が 39 以上の場合を対象とした。3 日以上連続する場合、連続日数を問わず 1 事例とした。

全球気候モデル	対象期間	事例数
MIROC6	20 年(2080～2099)	2
MRI-ESM2-0	20 年(2080～2099)	1
ACCESS-CM2	20 年(2080～2099)	27
IPSL-CM6A-LR	20 年(2080～2099)	8
MPI-ESM1-2-HR	20 年(2080～2099)	4

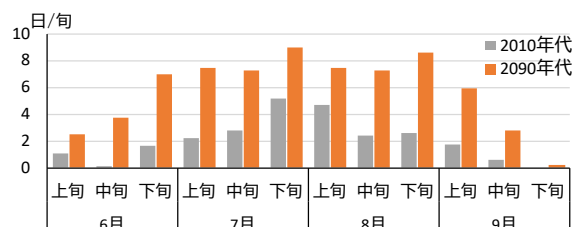


図 2 道内で真夏日が出現する日数の観測値及び予測値
(本動画内「夏の暑さ」カレンダーでだいたい色に着色された日数の根拠)
2010 年代は気象庁観測、2090 年代は NIES2020(SSP5-8.5 シナリオ、MIROC6)で、道内 7 都市のうち 1 地点以上で真夏日となる日数(年平均)。

活用 展開

本動画は、気候変動への理解を深め、対応策の検討に役立てて頂くため、解説資料とともに弊所ウェブサイトで公開する。今後、自治体等に周知を図り、活用を促すとともに、環境学習教材としての活用も検討していく。

線状降水帯を構成する雨雲と環境場による体系化に向けて

○大屋祐太(環境保全部)・山田朋人(北海道大学)

背景

近年、日本各地で甚大な洪水・土砂災害をもたらす線状降水帯の発生頻度が増加しており、早期予測と防災対応の高度化が求められている。特に、繰り返し発生・発達する雨雲群(降水セル)が列をなして形成される「バックビルディング型(BB型)」の線状降水帯は、日本で発生する大雨災害で確認されているが、その発達メカニズムの体系的な理解は未だ不十分である。これまで、雲底付近の収束帯や中層の風速場が降水セルの形成に影響することが示唆されてきたが、多数の事例を通じた定量的な分析は進んでいない。

目的

本研究では、2014年から2022年の暖候期(5~10月)に沖縄を除く日本全国で発生した線状降水帯を豪雨抽出アルゴリズムで抽出したのち、高品質なレーダー観測が実施された事例を判別した。その後、線状降水帯を構成する雨雲を自動検出・追跡するアルゴリズムを作成し、事例に適用することで線状降水帯の構造を体系化することを目的とした。

成果

レーダー解析雨量を用いて、線状かつ停滞性の豪雨事例を客観的に抽出し、複数の高解像度レーダー(X-band MPレーダー)で観測され、欠損率が少ない事例を判定した。また線状降水帯を構成する雨雲を自動検出・追跡するアルゴリズムを構築し、雨域の長軸方向と雨雲の移動方向の関係に基づいて、線状降水帯の分類を行った。178事例の解析の結果、日本で発生する線状降水帯の支配的な形成タイプはBB型であることが明らかとなった。また、雨雲の移動速度は8~15 m/s、中心間隔はおおよそ10~20kmに分布され、対流圏下層から中層における環境場の影響を受けることがわかった。



図 線状降水帯の抽出・レーダー網との位置関係

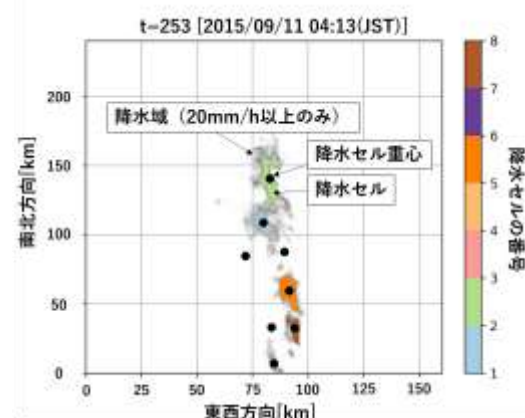


図 線状降水帯を構成する雨雲(降水セル)の検出・追跡例

活用展開

- ・ 本研究で得られた線状降水帯の形成に関する知見は、今後のメソ気象研究に活用可能である。
- ・ 高解像度レーダー観測に基づく事例データは、観測網の配置検討に資する情報となりうる。

河川水中の化学物質濃度の推定に向けて

○田原るり子、永洞真一郎、仮屋遼(環境保全部)

はじめに

私たちの日常生活を支える化学物質が、環境へ及ぼす影響が懸念されている。その対策のためには化学物質の環境中濃度を把握する必要があるものの、化学物質の種類が多く、調査地域が広いため、十分な環境調査が難しいことがある。一方、環境中の化学物質の濃度を推定するモデルが開発されており、化学物質対策への活用事例が報告されている。濃度推定モデルは、北海道内においても化学物質対策に向けた有用なツールになると期待できる。演者らは、河川水中化学物質のモニタリングをより効果的にするため、濃度推定モデルの活用可能性を検証・評価した。

内容

対象物質は洗剤の主要成分であるアルコールエトキシレート(AE)と医薬品であるクラリスロマイシンとし、石狩川とその支流である夕張川と千歳川、期間は2022年と2023年とした。対象物質は、下水処理施設から処理人口に応じた量が定常的に河川に排出されると仮定した。河川水中の濃度推定には「産総研一水系暴露解析モデル Ver.3.0 3次メッシュ級水系版」を用いた。これは、定常的に排出される化学物質について、河川水中の毎月の平均的な濃度を推定する。推定結果の検証・評価には、環境調査による実測値を用いた。調査地点は、石狩川4地点(永山橋、伊納大橋、納内橋、石狩大橋)、夕張川(江別大橋)と千歳川(東光橋)の計6地点、採水は4月～11月にほぼ毎月行った。

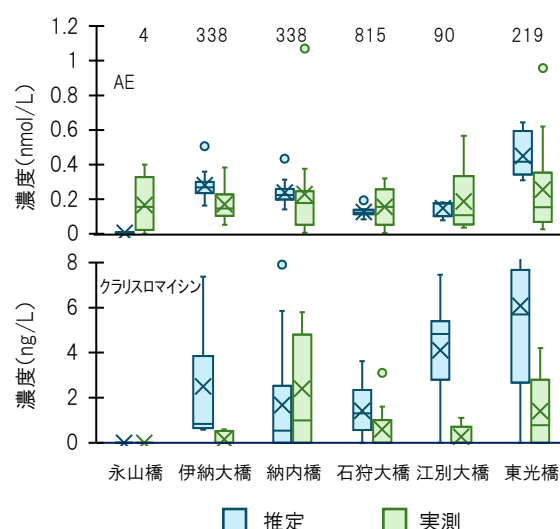


図1 推定平均濃度(毎月)と実測値(1回/月)

上: AE、下: クラリスロマイシン

グラフ中の数値は上流の下水処理人口(単位:千人)
箱中の×は平均値、一は中央値を示す。

結果と考察

AE及びクラリスロマイシンの推定濃度と調査結果を図1に示す。モデルによる推定平均濃度(毎月)の中央値(「推定中央値」)は、永山橋を除く全地点で、実測値の中央値と同程度または高かった。永山橋では上流の下水処理人口が1万人未満であったのに対し、他の地点では9万人以上であった。上流の下水処理人口が10万人以上の地点では、積雪期を除き、「推定中央値」は実測値を下回らないと考えられる。このため、この値は「1年間の推定平均濃度」として、安全性を考慮した化学物質対策の基礎データに活用可能と評価した。石狩川水系におけるAEの2022年の「1年間の推定平均濃度」を図2に示す。AE濃度は、札幌市内とその周辺地域で高くなると推定された。

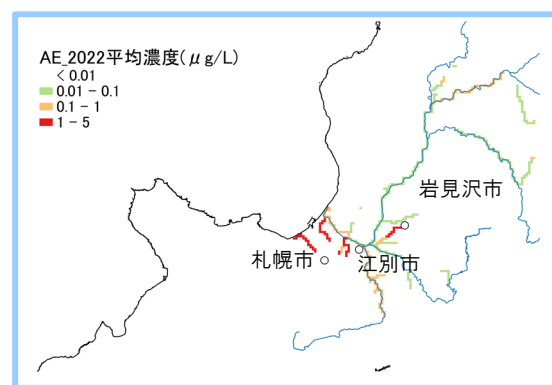


図2 AEの2022年の「1年間の推定平均濃度」
(2022年4月～11月)

成果

濃度推定モデルである「産総研一水系暴露解析モデル」は、下水処理施設から定常的に排出される化学物質の河川水中濃度を過小推定せず、その推定濃度は化学物質対策の基礎データとして活用可能と評価した。このモデルは環境中における化学物質対策のツールとしての活用が期待される。

大気汚染物質オゾンの高濃度事例に関する要因解析

○大塚英幸・秋山雅行・芥川智子・仮屋 遼(環境保全部)

はじめに

大気汚染物質の1つである光化学オキシダント(Ox)は、工場の煙や自動車の排ガスに含まれる窒素酸化物(NOx)や炭化水素が、太陽からの紫外線によって化学反応を起こすことで生成され、その主成分はオゾンである。Ox が高濃度になると、目の刺激やのどの痛みなどの健康影響が生じることがあるため、環境基準(1 時間値として 60 ppb)が設定されている。しかし、Ox は全国的に環境基準の達成率が極めて低く、北海道においても 2022 年度の達成率は 0%であった。また、2014 年には国設利尻局で Ox 濃度が注意報レベルを超えた事例が観測されている。

目的

Ox の高濃度発生要因を解明するため、北海道内の大気測定局のデータ解析から、Ox の高濃度状況の実態を把握するとともに、過去の高濃度事例を解析してその発生要因を推定した。

結果

2011 年以降の道内 18 か所の大気測定局のデータ解析から、Ox が 60 ppb を超えた時間数は、4 月と 5 月に多く、また、2012 年及び 2020、2021 年は少なく、2014 年は多かったなど一定の共通点は見られるものの、地域により経年変動の傾向は異なっていた。特に、周囲に汚染源がないものの日本海側に位置する利尻で Ox が高濃度となる時間が多く、都市域である札幌は少ない傾向が確認された(図1)。

表1に道内における Ox 高濃度時の状況のまとめを示す。一例として、道内全域で Ox 濃度の上昇がみられた 2024 年の事例(事例5)を図 2, 3 に示す。本事例では、CO や NO などの大気汚染物質の濃度上昇は見られず、地域内の汚染による影響は小さいと考えられた。さらに、後方流跡線解析により大陸方面からの気塊流入が確認されたことから、広域的な越境汚染の影響が推測された。他の 4 例においても、大気汚染物質の濃度上昇は見られず、大陸方面からの気塊流入が確認されており、同様の傾向が確認された。

表 1 Ox 高濃度時の状況まとめ

	年月日	Ox 最高濃度	大気の流れ (後方流跡線)	NO・CO の 顕著な上昇
事例 1	2014 年 6 月 2 日	最高 120 ppb 超(利尻、22 時)	中国東北～ ロシア極東	なし
事例 2	2017 年 7 月 7 日	60 ppb 超(石狩、千歳) 最高 83 ppb(札幌、13～14 時)	中国東北～ ロシア極東	なし
事例 3	2019 年 5 月 26 日	全道で 80 ppb 超 最高 112 ppb(函館、17～18 時)	中国～黄海～朝 鮮半島	なし
事例 4	2022 年 4 月 21 日	70 ppm 超(旭川、札幌)、 最高 79 ppb(札幌、17 時)	中国～黄海～朝 鮮半島	なし
事例 5	2024 年 5 月 18 日	全道で 70 ppb 超(利尻、旭川、函館等) 最高 82 ppb(札幌、19 時)	中国～黄海～朝 鮮半島	なし

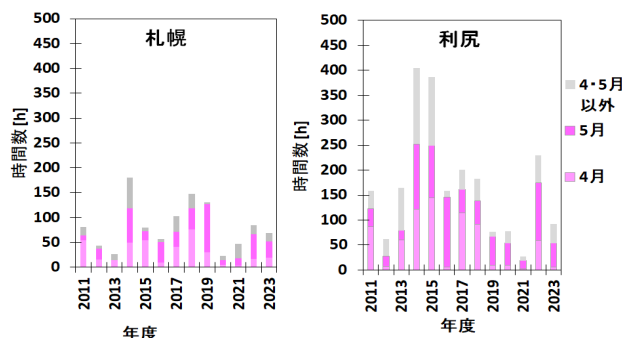


図 1 Ox が 60ppb を超えた時間数(月別)の例(札幌・利尻)

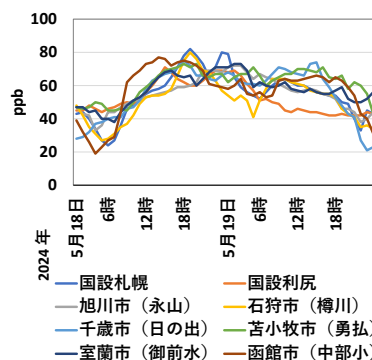


図 2 高濃度時の例:全道の Ox 濃度変化
(2024.5.18-19)

札幌、樽川で 80 ppb 超、利尻、旭川、函館等全道で 70 ppb 超と広域的な上昇がみられた

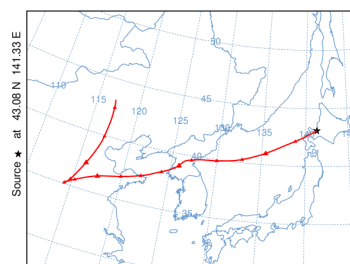


図 3 後方流跡線
(始点 2024.5.18、19 時)

中国東北部、黄海、朝鮮半島方面からの大気の流入を示している

* https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT_traj.php

活用展開

- ・光化学オキシダント(Ox)高濃度出現時に、行政から住民に対する情報提供に活用される。
- ・Ox 濃度の解析結果は、国立環境研究所と地方環境研究所自治体による共同研究を通して Ox に関する全国的な知見の集積と観測体制の検討に活用される。

背景と目的

エゾシカ個体数の増加に伴い、農林業被害や交通事故が増加するだけでなく、生態系にも深刻な影響が生じている。効果的・効率的な対策を実行するためには、エゾシカに関する様々な情報を収集し、地図上で可視化することが重要である。特に捕獲に関する情報は、生息密度の指標となる SPUE(捕獲努力量当たりの目撃数)や捕獲効率の指標となる CPUE(捕獲努力量当たりの捕獲数)を 5km メッシュ単位で算出することができ、長期にわたるデータの蓄積があるため、対策の適地選定や効果検証をするのに有効である。エネ環地研では、捕獲情報を地図上で閲覧できる「エゾシカ狩猟情報マップ」を令和 3 年に公開したが、対象は狩猟のみで総捕獲の 7 割以上を占める許可捕獲の情報が不足していること、時系列の変化がわかりにくいという課題があった。本研究では、許可捕獲の情報を搭載し、時系列の変化をわかりやすく表示することが可能な「エゾシカ現況マップ(捕獲情報/年度別)」(以下、現況マップ)を開発することを目的とした。

成果

ArcGIS Web AppBuilder(ESRI 社)を利用し、レイヤーリスト、ベースマップリスト、表示マップ、インフォグラフィックで構成される現況マップを作成した。捕獲に関するデータは、北海道環境生活部自然環境局野生動物対策課から入手し、2015～2022 年度における捕獲数、狩猟 SPUE、狩猟 CPUE、狩猟努力量、許可捕獲 SPUE、許可捕獲 CPUE 及び許可捕獲努力量を 5km メッシュ別に集計した。これらのレイヤーに加えて、国土数値情報の鳥獣保護区や森林地域(国有林/民有林別)、市町村界のレイヤーを現況マップに搭載し、様々な捕獲情報を地図上で可視化した。

表示マップには、ホームボタン、ズームスライダー、タイムスライダー、場所フィルター、選択、計測及び印刷のウィジェット(ショートカット機能)を搭載した。タイムスライダーによって時系列データの表示年度を任意に切替えることが可能となった。

インフォグラフィックには、狩猟と許可捕獲の捕獲数、SPUE、CPUE、捕獲努力量に加えて、総捕獲数に占めるメス捕獲割合の時系列グラフを搭載した。各グラフは、表示マップの「場所フィルター」や「選択」ウィジェットで選択されたメッシュの集計値が表示される仕様としたため、ユーザーが任意に選択した地域における捕獲情報の時系列変化をわかりやすく表示することが可能となった。



図1 エゾシカ現況マップ(捕獲情報/年度別)の構成

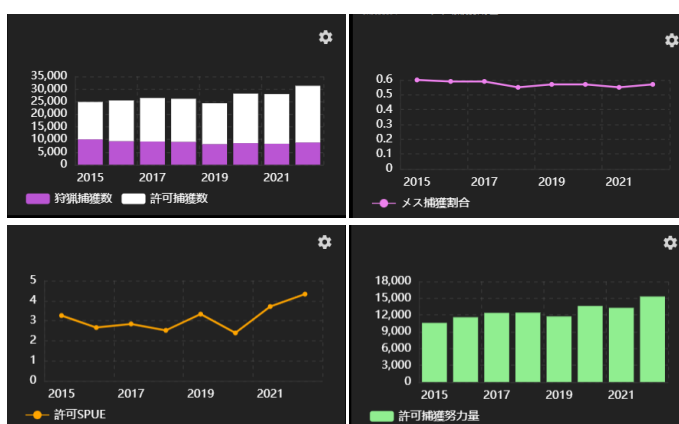


図2 インフォグラフィックの一例

釧路総合振興局における捕獲数(左上)、メス捕獲割合(右上)、許可 SPUE(左下)及び許可捕獲努力量(右下)の時系列グラフ

活用展開

- 現況マップと操作マニュアルをホームページで公開し、行政機関の鳥獣被害対策担当者や狩猟者が実施するエゾシカ対策の適地選定や効果検証に寄与する。
- 現況マップの活用事例を収集・蓄積することによって、優良事例の普及やシステムの改善を図る。



海浜植生再生試験における ハマヒルガオの回復パターンと遺伝的多様性

○綱本良啓・島村崇志・西川洋子(自然環境部)、陶山佳久(東北大学)、松尾歩(GENODAS)

背景と目的

海浜植物群落は、沿岸部の開発や環境変化により消失や劣化が進行しており、早急な保全対策が必要とされている。海浜植物は、強風による砂の堆積・侵食という厳しい環境下で個体群を維持するために、地下茎や匍匐茎によるクローン成長を行う種が多い。これらのクローナル海浜植物は、クローン成長による急速な個体群回復が可能である一方、少数のクローンが優占することで遺伝的多様性の低下を招く危険性がある。

国内有数の海岸砂丘が広がる石狩浜(北海道石狩市)に成立する海浜植物群落は、近年、ススキ等の内陸性植物の侵入により、群落の縮小や種組成の変化が急速に進んでいる。発表者らは、石狩浜において 2020 年より、表土と植生の掘り取りによる海浜植物群落再生試験を実施してきた。本研究では、植生が劣化し再生する過程において、クローナル海浜植物ハマヒルガオの遺伝的多様性を調べ、再生試験が海浜植物の遺伝的多様性に与える影響を評価した。

方法

野外調査及び遺伝解析(MIG-seq 法)により、以下の3項目について調べた。

1. 海浜植物群落が比較的健全な状態で保たれている地点に 80 m×4 m の試験区を設定し、2m または1m おきにハマヒルガオの葉を採取し($n = 171$)、クローン構造を調べた。
2. 内陸から侵入したススキの植被率が異なる複数地点から結実個体の葉または花柄($n = 48$)と種子($n = 50$)を採取し遺伝的多様性の指標としてヘテロ接合度を比較した。
3. ススキの侵入が激しい地点において表土と植生掘り取りを行う再生試験($100\text{m}^2 \times 3$ 地点)を実施し、再生したハマヒルガオ個体群の個体数、植被率、遺伝的多様性を調べた。

結果と考察

1. 80 m×4 m の試験区から、16 クローンが検出された。最大クローンの両端間の距離は、30.3 m であり、この個体群ではクローン成長が個体群維持に大きく寄与していると考えられた。
2. ススキの植被率によらず、遺伝的多様性は高く保たれていた。しかし、ススキの植被率が高い地点においては、結実率が低下しており、内陸性植物の侵入により種子繁殖への依存度が減少することで長期的には遺伝的多様性の低下につながる可能性がある。
3. 再生試験開始翌年に、実生が高密度(1.14 個体/ m^2)で更新し、各実生個体の遺伝的多様性は高く保たれていた。また、植被率も急速に回復し、わずか数年で試験開始前よりも高い値となった。以上の結果から、モニタリングを継続する必要があるが、表土と植生の掘り取りは、遺伝的多様性の高いハマヒルガオ個体群を急速に回復させる効率的な再生手法であるといえる。

* 発表論文: Tsunamoto et al. (2025) *Restoration Ecology*, 33: e14283

活用 展開

- ・石狩浜の生物多様性保全を目的とした石狩市策定の「石狩浜アクションプラン(R7)」において、本研究成果を活かした海浜生態系の保全が実施される。
- ・各種海浜植物の個体群維持機構に関する研究を継続し、劣化状況の異なる道内各地の海浜植物群落において効果的な海浜植生再生の手法を提示する。

水晶体を用いたヒグマの食性履歴の復元

○三浦一輝(自然環境部)、松林順(福井県立大学)、由水千景(総合地球環境学研究所)、
日野貴文(自然環境部)、白根ゆり(自然環境部)、間野勉(自然環境部)、
釣賀一二三(自然環境部)、陀安一郎(総合地球環境学研究所)

はじめに

近年、人とヒグマのあつれき低減が喫緊の課題となっている。あつれき低減のための管理策立案には、動物個体の長期的な食性履歴の把握が重要となるが、直接観察や追跡機器(GPSつきカメラなど)の装着が難しい野生動物種の長期的な食性履歴の把握は困難である。一方で近年、安定同位体比分析により、野生動物の食性履歴を時系列で把握することが可能になってきている。これまで、哺乳類の安定同位体比分析には形成後に物質が置換しない毛や歯などが用いられてきた。しかし、前者は生え変わりにより把握できる期間が1年程度と短いことや、後者は特殊な機械を用いた前処理が必要なことなど、技術的な制約が大きかった。そこで、本研究では成長に伴って外側に組織が付加され、形成後に物質の置換がほとんど起きない水晶体に着目し、ヒグマ水晶体の伸長方向への分割と炭素・窒素安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$)分析により、個体の成長に伴う食性変化を時系列で復元できるか検証した。

成果

北海道渡島半島地域で捕獲されたヒグマ 7 個体(オス 6、メス 1)より水晶体(図1)を採取し、各 1 つの水晶体をそれぞれ外から内側に向けて小さく分割した。分割した組織順に $\delta^{13}\text{C}$ および $\delta^{15}\text{N}$ を分析した(図2)。結果、全ての個体において、 $\delta^{15}\text{N}$ 値が中心部で高く、外側組織に向かって一度減少するパターンが見られた。これは、ヒグマを含む哺乳類に特徴的な、“授乳”による $\delta^{15}\text{N}$ 値の上昇と“離乳”による低下を反映していると考えられる。また、農耕地周辺で捕獲されたヒグマの水晶体では、最も外側付近の組織で $\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{15}\text{N}$ が大きく上昇し、コーン類(主にデントコーン)の同位体比値に近づくパターンが示された。これは、北海道におけるヒグマの主要な被害作物であるデントコーンを、成長と共に繰り返し利用するようになった食性変化を反映していると考えられる。

以上より、水晶体を用いた炭素・窒素安定同位体比分析により、ヒグマ個体の長期的な食性履歴を復元できることが示された。本手法は、コーンを含む人為的な食物への依存個体が生まれる要因解明などに役立てられ、人とヒグマのあつれき低減に寄与し得る。本成果は、Miura et al. として *Ecosphere* 誌に受理された¹⁾。



図1 眼球から取り出したヒグマ水晶体

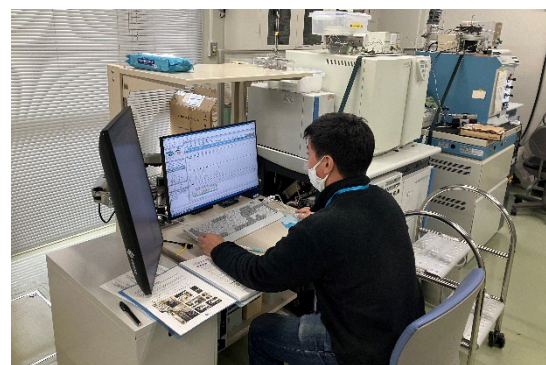


図2 安定同位体比分析の様子

¹⁾ Miura K., Matsubayashi J., Yoshimizu C., Takafumi H., Shirane Y., Mano T., Tsuruga H. and Tayasu I. (accepted). “A novel method for fine-scale retrospective isotope analysis in mammals using eye lenses.” *Ecosphere*.

活用 展開

- 農作物への依存状況の把握と依存個体が生み出される要因解明が可能。
- 人と大きなあつれきを引き起こした個体(例:人への加害個体)の食性履歴の評価に活用可能。
- 本手法は、ヒグマに限らず他の多くの哺乳類種にも適用できる可能性があり、今後、手法の適用可否を検証することで様々な種の保全、管理にも寄与し得る。

2025 エネ環地研成果発表会 資料集

発行 令和 7 年（2025 年）5 月 22 日

出版 地方独立行政法人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

〒 060-0819 札幌市北区北 19 条西 12 丁目

TEL: 011-747-3521（代） FAX: 011-747-3254

URL: <https://www.hro.or.jp/eeg.html>



地方独立行政法人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

〒 060-0819

札幌市北区北 19 条西 12 丁目

TEL(代表): 011-747-3521 FAX: 011-747-3254

URL <https://www.hro.or.jp/eeg.html>

【各成果の使用、ご意見等に関するお問合せ】

研究推進室 研究調整グループ

TEL: 011-747-3525 Email: eeg@hro.or.jp

【2025 エネ環地研成果発表会に関するお問合せ】

研究推進室 研究情報グループ

TEL: 011-747-2420 Email: eeg-koho@hro.or.jp