



2023

エネルギー環境地研成果発表会

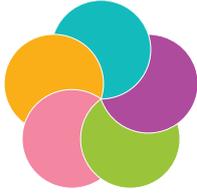
地域資源を守り・活かす多彩な取組を紹介！

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



特別セッション 気候変動で北海道の冬の未来は？

環境保全部
Environmental Conservation Division

雪は、北海道民に時には恵みを、時には災いをもたらし、私たちの暮らしや産業に密接に関係しています。いま、気候変動が北海道の雪を変えつつあります。その対策として、温室効果ガスの排出削減などの「緩和」の取組が求められる一方で、避けられない影響に対処するための「適応」の取組を地域ごとに進めることも重要です。そこで、気候変動による冬や雪の変化が、北海道の生活や農業にどのような影響を与えるのか、また、その変化に対応するための適応策をどのように進めていくかに着目し、研究を行いました。本セッションではこの研究成果を報告し、北海道における気候変動への適応について考えます。

(10:05 ~ 11:45 かでるアスビックホール)

- | | | |
|-------------|--|---|
| O-01 | 趣旨説明と未来の天気予報 2100 | 2 |
| | ○ 野口 泉・鈴木 啓明・濱原 和広・長谷川 祥樹・山口 高志・芥川 智子・小野 理 | |
| O-02 | 北海道の冬・雪の変化と生活への影響 | 3 |
| | ○ 鈴木 啓明・野口 泉・濱原 和広・長谷川 祥樹・山口 高志・芥川 智子・小野 理 | |
| O-03 | 農業はどう変わる？ | 4 |
| | ○ 井上 聡・小南 靖弘（農業・食品産業技術総合研究機構）、
鮫島 良次・平野 高司・岡田 啓嗣（北海道大学）、木村 賢人（帯広畜産大学） | |
| O-04 | 未来の北海道からの環境・適応メッセージ | 5 |
| | ○ 大場 真（東北工業大学）、戸川 卓哉・脇岡 靖明（国立環境研究所） | |
| O-05 | 気候変動適応に関する北海道の取組について | 6 |
| | ○ 菱沼 貴志（北海道環境生活部ゼロカーボン推進局気候変動対策課、
北海道気候変動適応センター） | |



趣旨説明と未来の天気予報2100冬

○野口 泉・鈴木 啓明・濱原 和広・長谷川 祥樹・山口 高志・芥川 智子・小野 理

背景

2018年に施行された「気候変動適応法」に伴い地域の気候変動適応が進められ、北海道気候変動適応センターが2021年に発足したが、影響評価や適応計画推進に必要な情報はまだ不十分であり、更なる調査研究が必要であった。特に北海道は、積雪期間が長いなどの本州とは異なる寒冷気候や地理的特徴を持ち、独自の、特に道民の関心が高い雪の変化などに関する適応を進めていく必要が認められた。

目的

本研究は降雪・積雪という北海道に特徴的な気候要素に着目し、科学的予測を基にその気候変動影響を明らかにする。これらの結果に基づき、参加型検討会(アダプテーションパスウェイワークショップ)の開催などを通じて、影響連鎖(インパクトチェーン)などの新しい手法・概念を導入し、適応策導入のための手法を開発することを目的とする。

成果

適応策を推進するには、気候変動影響をわかりやすく周知し、地域の将来構想を踏まえた上での住民の合意形成が必要である。そこで、動画「未来の天気予報北海道2100冬」などを作成するとともに(図1)、イベントなどを通して実感を伴った気候変動影響評価結果を広く普及した。また市町村などにおいて、気候変動適応策の推進状況を確認し、適応策導入のためのアダプテーションパスウェイワークショップを開催し(図2)、気候変動影響への適応の道筋を示す適応経路(アダプテーションパスウェイ)の概念を導入した適応策検討手法の開発を行った。



図1 動画「未来の天気予報北海道2100冬」
予測値(RCP8.5)に基づく動画(道総研 監修、日本気象協会 作成)

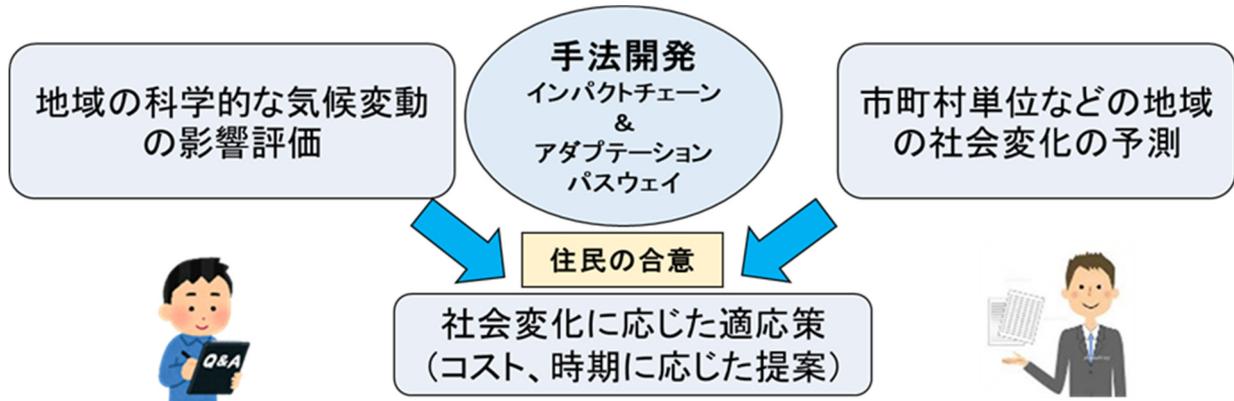


図2 適応策検討手法の開発とアダプテーションパスウェイワークショップの開催

環境研究総合推進費(JPMEERF20202009)

活用展開

得られた科学的知見を基にした気候の将来予測およびその影響評価結果は、北海道地域気候変動適応センターと共有するとともに、講演会、ホームページ、技術指導等の機会を通じて、道内の自治体・道民等に発信・普及を図ることにより、住民の合意形成に寄与し、地域の気候変動適応策の策定や事業活動の促進など、今後の地域づくりに繋げていけるものと期待できる。



北海道の冬・雪の変化と生活への影響

○鈴木 啓明・野口 泉・濱原 和広・長谷川 祥樹・山口 高志・芥川 智子・小野 理

背景

雪は北海道民に時には恵みを、時には災いをもたらし、生活や密接に関係している。近年、気候変動が北海道の雪を変えつつあり、その対策として、温室効果ガスの排出削減などの「緩和」とともに、避けられない影響に対処するための「適応」を地域ごとに進めることが求められているが、冬季の適応策を考えるために必要な、生活への影響について実感できる情報は不足している。

目的

気候変動が北海道の冬・雪をどのように変化させ、どのような影響を与えるかを明らかにするため、衛星画像、実測の気象データおよび将来気象予測データを用いた地域ごとの気象の変動傾向の解析、道民生活に与える影響を具体的にわかりやすく伝えるための指標(除雪日数など)の開発とその傾向の可視化、および影響の連鎖に関する検討を行った。

成果

積雪期間の縮小、冬の濡れ雪・重い雪の増加などの変化が既に認められ、今後も進行すると予測された。除雪日数は平均的には減少する地域が多いと予測されたが、大雪の年や内陸部ではあまり減少しないと予測された(図1)。このような変化は、除雪熟練者の減少に伴う大雪時の交通障害の長期化、融解・再凍結の増加に伴う道路の穴の増加、つるつる路面による事故の増加など、連鎖的に様々な影響を及ぼし、その適応策も多岐にわたると考えられた(図2)。

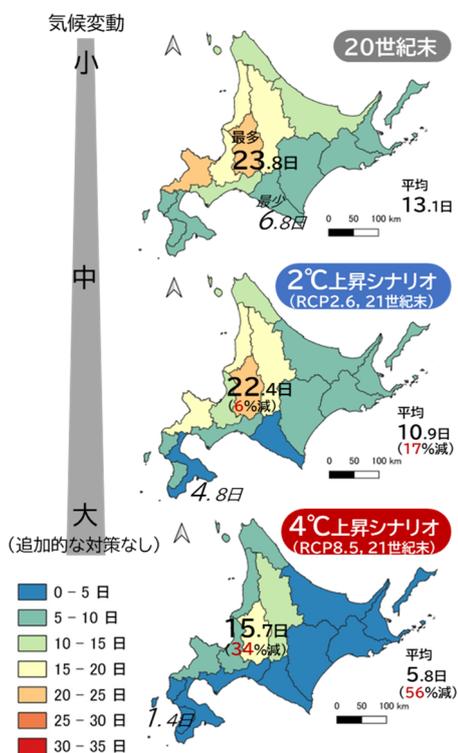


図1 除雪日数(日降雪量10cm以上の日数)の将来変化

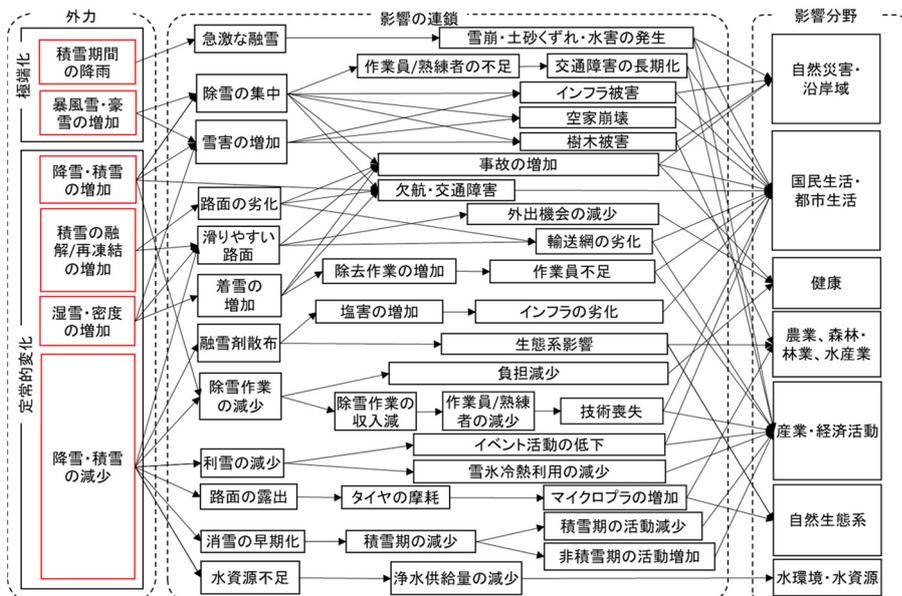


図2 冬・雪の変化に伴い連鎖的に生じる影響(インパクトチェーン)

環境研究総合推進費 (JPMEERF20202009)

活用展開

道内各地の冬季の気象要素の変化、開発した指標の将来変化、連鎖して生じる影響、適応策の選択肢などについて知見が集積され、提供可能になった。北海道地域気候変動適応センターと知見を共有し、普及を図る。なお、各地域の将来変化に関する情報は、予測の不確実性などの観点で扱いに留意が必要であることから、本研究所で技術相談を受けて提供し、適正な利活用を図る。

○井上 聡・小南 靖弘(農業・食品産業技術総合研究機構)、
 鮫島 良次・平野 高司・岡田 啓嗣(北海道大学)、木村 賢人(帯広畜産大学)

背景

北海道は、食料自給率約200%の農業生産を誇り、国内食料の安定生産に大きく貢献している。また、年間の約半分の期間に地表面が積雪で覆われており、雪の変動は農業に大きな影響を与える。温暖化によって、雪ではなく雨となって降ったり、積もった雪が早く融けたりして、雪は少なくなると予想される。一方、大雨や大雪の発生も懸念されている。将来の雪の質や量が、北海道内でどのように変化するかを科学的に予測して、その農業影響や適応を考える必要がある。

目的

温室効果ガス排出に関する2つの将来シナリオ(排出抑制が進む:RCP2.6、進まない:RCP8.5)に応じ、新たに開発する積雪量推定モデルと既存の雪質推定モデルを組み合わせ、道内の雪の量と質の変化を予測する。その傾向と過去の知見をもとに、農業への正・負両面の気候変動影響を示し、道内で栽培されていない作物・品種の栽培可能性を予測する。

成果

積雪水量の変化については、シナリオを問わず、今世紀半ばに道内の多くの地域で増加する。今世紀末には、RCP2.6シナリオでは同様だが、RCP8.5シナリオではほぼ全道的に減少する(図1)。多雪化すると積雪の農業利用可能性が広がるが同時に雪害リスクも高まり、少雪化はその反対になる(表)。本州以南の主力りんご品種「ふじ」は、晩生のため現在の北海道では栽培されていない。栽培好適温度条件を推定して、将来の北海道に当てはめると、2060年代にはRCP2.6シナリオでは適地は限られているが、RCP8.5では内陸の果樹栽培地にも適地が広がる。

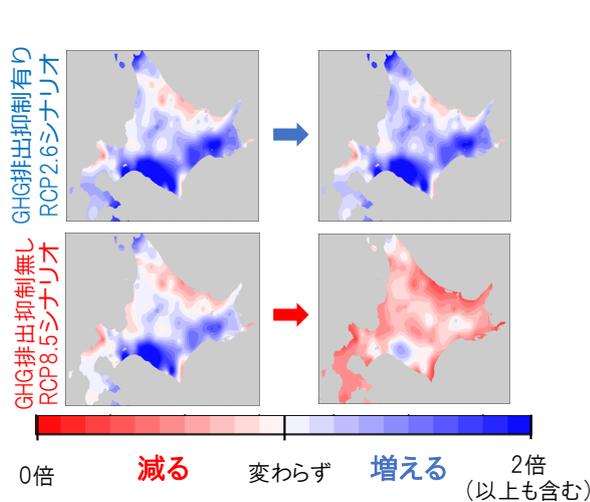


図1 年間最大積雪水量の変化

MIROC5気候モデルによる現在気候(2001-2020)に対する比率

表 多雪化・少雪化の農業影響

	メリット	デメリット
多雪化	<ul style="list-style-type: none"> 断熱効果による保温(醸造用ブドウ、春堀長イモ、雪下キャベツなど) 冷熱源としての利用(雪室(ゆきむろ)) 春先の農業用水の確保(雪ダム機能) 	<ul style="list-style-type: none"> 機械的降雪(果樹、施設への物理的被害) 生理的降雪(暗呼吸による越冬作物の消耗、雪腐病など)
少雪化	<ul style="list-style-type: none"> 機械的降雪、生理的降雪の減少 防雪コスト、除雪コストの低減 	<ul style="list-style-type: none"> 保温不足による凍害増加 土壌凍結深の増大 冷熱エネルギーの希薄化(集雪コストの増加) 春先河川流量の減少



図2 リンゴ「ふじ」の予測栽培適地

MIROC5気候モデルによる2060年代(左:RCP2.6シナリオ、右:RCP8.5シナリオ)

環境研究総合推進費(JPMEERF20202009)

活用展開

消雪の早まり・遅れ、雪質の変化とともに、積雪状況の変化予測を提示した。積雪利用可能性や雪害リスクの判断材料としてだけでなく、将来の営農形態の継続可能性や新規作物導入・作型の変更などを検討するための材料としても活用を期待できる。りんご栽培地において、将来を見据えた品種選定のための判断材料になる。

背景

気候変動の影響は広範囲にわたり、かつ高確度予測や因果分析は困難である。一方、地域気候変動適応計画の策定が、多くの都道府県で完了し、市区町村レベルでの計画も公表されている。地域気候変動適応は、次のフェーズとして詳細な実行計画とその実施、見直しなどのツールが求められている。演者らは、気候変動影響脆弱性評価やインパクトチェーンを使って、気候変動の影響関係を可視化し、気候リスクを整理する手法として有益であることを示してきた。

目的

北海道における気候リスク評価および適応策ローカライゼーションに関する理論的研究を行うとともに、北海道における地域社会の将来予測と、それに対する適応策の調査研究を行う。それらを踏まえ、北海道における社会制度や構造に合った、気候変動適応策実施のためのスケジューリングなどをステークホルダー間で議論し決定する手法を開発する。

成果

社会システムへの影響連鎖評価を、文献調査とともに北海道の基礎自治体・関係機関を対象にインタビューを行い、ステークホルダーマッピングとしてまとめた(図1)。適応策実施に向けた地域社会における諸課題を整理し、インタラクティブな適応経路開発のため既往研究、規格、ガイドラインの調査を行い課題を整理した。地域気候変動適応ニーズに沿ったアダプテーションパスウェイを、ステークホルダーが参加したグループワークで検討する手法を開発した(図2、3)。

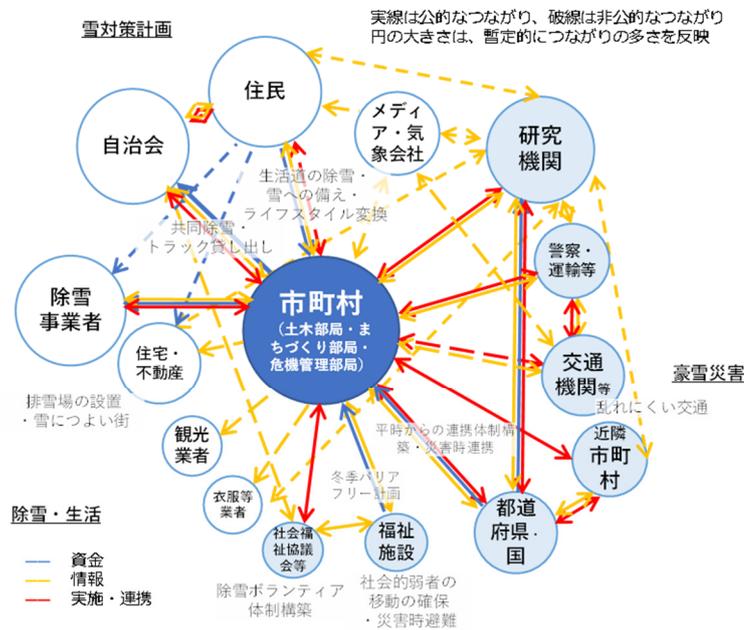


図1 ステークホルダー分析(雪道)

文献調査・インタビュー調査で取得したデータから、各ステークホルダーの役割や、つながりを可視化した

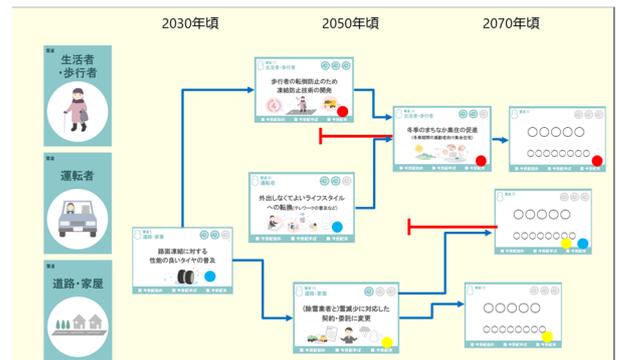


図2 アダプテーションパスウェイ(例)

2030年、2050年、2070年の気候変動の進展と地域社会を想定し、あらかじめ用意した適応カードを配置しながら、適応策を議論する



図3 アダプテーションワークショップ

適応カードを使って、将来社会や適応スケジュールなどを議論する地域適応センター向けデモンストレーション(2023年3月6日)

環境研究総合推進費(JPMEERF20202009)

活用展開

地域適応のためのワークショップのマニュアルや教材の整備を進めている。今後A-PLAT(気候変動適応プラットフォーム、環境省・国立環境研究所)を始めてとして資料を掲載するほか、北海道はもとより全国各地で、ワークショップの開催などを積極的に担うことにより、地域気候変動適応センターなどの地域適応について支援を行う予定である。



気候変動適応に関する北海道の取組について

○菱沼 貴志(北海道環境生活部ゼロカーボン推進局気候変動対策課、北海道気候変動適応センター)



(適応センターHP)<https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/tot/HoLCCAC.html>

背景

平成28年(2016年)に相次いで上陸・接近した台風や、平成30年(2018年)の梅雨前線の停滞などにより、道民生活や産業などに大きな被害が発生している。また、令和元年(2019年)には、佐呂間町で北海道の観測史上初めてとなる最高気温39.5度が観測されている。こうした気候変動の影響に対処するためには、温室効果ガスの排出抑制を行う「緩和」だけでなく、すでに現れている影響や中長期的に避けられない影響に対しての「適応」を進めることが重要である。

目的

本道の地域特性や社会情勢の変化などに応じて、適応に関する施策を総合的かつ計画的に推進するため、令和2年(2020年)3月に策定した「北海道気候変動適応計画」に基づく取組を行うとともに、気候変動影響及び適応に関する情報の収集・整理・分析及び提供を行うための拠点として「北海道気候変動適応センター」を運営する。

取組状況

北海道気候変動適応計画に基づき、産業、自然環境、自然災害、生活・健康の4分野で適応に関する施策を推進するとともに、道総研や北海道環境財団の協力を得ながら北海道気候変動適応センターを運営し(図1)、気候変動影響や適応に関する情報を収集し、ウェブサイトやセミナー等での発信を行っている(図2)。

また、令和4年度からは「国民参加による気候変動情報収集・分析委託業務」を環境省から受託し、地域の住民や事業者から日々の生活や事業活動の中で感じている気候変動に関する情報収集や普及啓発を実施している(図3)。

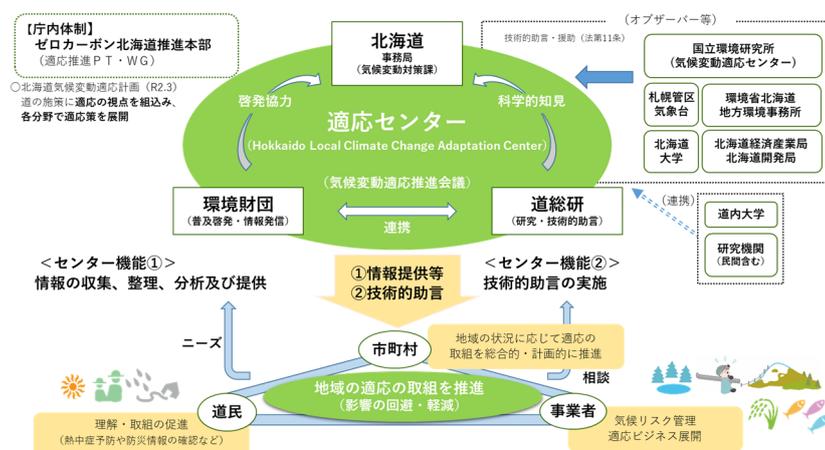


図1 北海道気候変動適応センター体制図



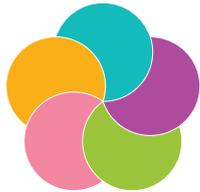
図2 普及啓発事例
市民向けセミナーの実施、パンフレットの製作

道民生活	農業	漁業
アンケート回答:4,398件(ウェブ)	アンケート回答:85/107組合 ヒアリング:7件	アンケート回答:57/74組合 ヒアリング:5件
【居住地において感じる変化】 ○体感的に暑い・体がベタつくと感じる日が増えた ○突発的な大雨が増えた ○エゾシカやキタキツネなどの野生動物が増えた 【生活における変化】 ○(特に夏場は)こまめな水分補給や日よけに気を付けるようになった ○夏の夜間に窓を開けるようになった ○家にエアコンをつけた など、暑さ対策が上位を占める など	○小麦、ばれいしょ、水稲、豆類、てん菜などの生産状況への変化(栽培時期の早期化や収量の増減等) ○干ばつ、豪雨による農地の冠水など生産基盤への影響 ○家畜の暑熱対策期間や経費の増加 など	○漁獲量の変化(増:ぶり、たら等 減:さけ、いか等) ○漁場の変化(沖合へ移動)、漁期の変化(晩期化) ○海藻類への影響(藻場の縮小、生育不良等) ○養殖業への影響(付着物の増加、生残率の低下等) など
	観光業	スキー場
	アンケート回答:118/179協会等 ヒアリング:4件	アンケート回答:62/92事業者 ヒアリング:4件
	○不漁や不作による特産品の生産・販売への影響 ○桜・紅葉の時期(観光シーズン)変化 ○悪天候による屋外アクティビティ催行への影響 ○冷涼な気候を活かした滞在誘致の可能性 など	○開設期間の短期化、積雪量の減少 ○雪質の変化(パウダースノーの減少、湿り雪の増加等) ○冬季以外の活用状況(観光 Gondola、グラススキー等) ○人工降雪機の導入状況 など

図3 令和4年度 国民参加による気候変動情報収集・分析委託業務 概要
道民及び事業者アンケート調査の抜粋

今後の方針

引き続き適応に関する施策の推進及び適応センター機能を活用した情報収集や発信を行う。
令和4年度に実施した国民参加による気候変動情報収集・分析委託業務の成果については道民や事業者等を対象に広く公表しフィードバックするほか、特に道民の関心が高かった暑熱影響(熱中症リスク)についてはさらに深掘りした情報収集・分析を行う。



資源エネルギー部

Energy and Resource Research Division

(13:00 ~ 14:00 かでるアスピックホール)

- | | | |
|------|--|----|
| O-06 | 地熱資源をターゲットとした効果的・効率的な電磁探査手法
— 屈斜路カルデラ南東域 —
○ 岡 大輔・田村 慎・岡崎 紀俊 | 8 |
| O-07 | 地下水熱を使った高効率ヒートポンプシステム
— ロイズタウン駅前歩道融雪システムの実装 —
○ 白土 博康・保科 秀夫・多奈田 紘希・鈴木 隆広 | 9 |
| O-08 | 理論と実験による自己熱再生技術の実装可能性評価
○ 富樫 憲一・保科 秀夫・白土 博康・藤澤 拓己 | 10 |

背景

地熱資源の利活用には精度の高い地熱構造の推定が必要であるが、その為に行う電磁探査には、地熱資源を効果的・効率的に推定するための、測点配置などに関する明確な指標がなく、予算の制限等により、探査範囲が狭くなりやすい。屈斜路カルデラ南東域は、地熱開発に有用な種々の既存データが豊富にあり、解析結果の比較を行う適地である。さらに弟子屈町からは地域の地熱資源に係る調査研究の実施を求められていた。

目的

坑井や各種探査データがある屈斜路カルデラ南東域で、稠密電磁探査を行い、地熱開発における効果的・効率的な電磁探査手法を検討することで、地熱開発の推進を図る。

※稠密電磁探査: 従来よりも高密度に測点を配置して実施する電磁探査

成果

屈斜路カルデラ南東域における電磁探査で得られた110観測点の観測データを用いた三次元比抵抗構造解析の結果、アトサヌプリ南西側の地下から浅部に繋がる低比抵抗体を検出した。この結果から、地熱流体の関与が示唆される地域は、南北約4km東西約8kmの範囲に限定的である。110観測点を用いた解析(最小約500m間隔)で検出された低比抵抗体は、約8割(最小約1000m間隔)の観測点数でも検出できたが、約6割(最小約1500m間隔)の観測点数では十分に検出できなかった。効果的・効率的な電磁探査のために、観測点配置と比抵抗構造についての指標を得た。

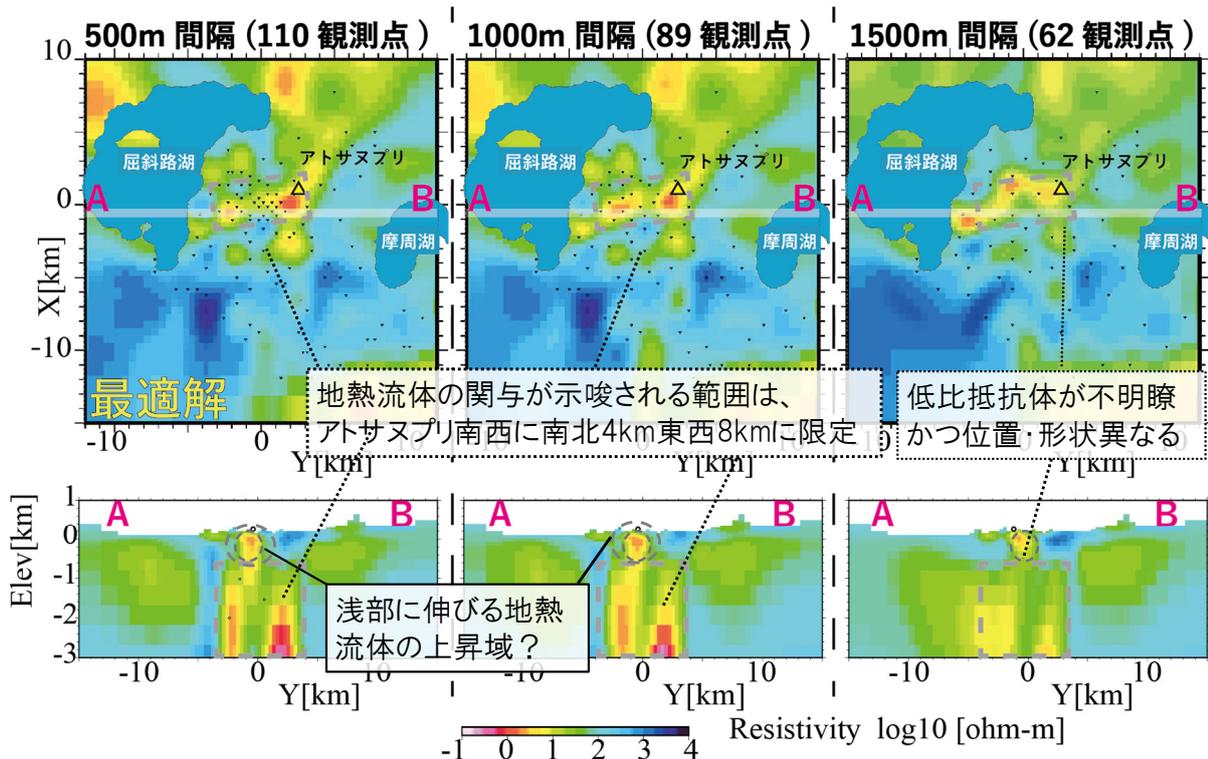


図 屈斜路カルデラ南東域における電磁探査データを用いた三次元比抵抗構造解析結果
(左から観測点間隔 最小約500m、1000m、1500m)
上図: 比抵抗平面図(標高-2km) 下図: 比抵抗東西断面図(X=-0.4km;上図AB白線の断面)

活用展開

本研究で得られた観測点配置に関する指標は、新たに電磁探査を行う自治体や事業者に対する技術相談・技術支援等で活用する。本研究で明らかにした屈斜路カルデラ南東域の地熱構造は、アトサヌプリ地域において令和5年度以降に想定される還元井掘削計画などに活用され、弟子屈町が進める地域エネルギーを用いた施策の計画立案に活用される。



地下水熱を使った高効率ヒートポンプシステム

— ロイズタウン駅前歩道融雪システムの実装 —

○白土 博康・保科 秀夫・多奈田 紘希・鈴木 隆広

背景

冬期の熱負荷が大きい北海道において、地中熱ヒートポンプシステムは一次エネルギー・炭素排出量削減に貢献する技術である。しかしながら、土壌から採熱する従来型の地中熱交換器(以下、「従来型」)の採熱量は低く、導入コストが高額なため、普及が進んでいない。この解決手段に高い採熱量が期待できる地下水熱利用がある。平野部には、地下水が豊富な帯水層が広がっているため、これを用いて採熱量あたりの導入コストを低減するシステム開発が期待されている。

目的

当別町太美地区をフィールドに、ロイズタウン駅前歩道において、地下水熱利用システムの実装と導入プロセスの検証を目的とした。具体的には孔から井戸内に引き込んだ地下水と、井戸内に設置した採熱管内の液体熱媒とが熱交換する、間接熱交換式地中熱ヒートポンプ融雪システム(図1)を導入し、その性能評価、運用検討、導入効果検証を行った。

成果

従来型よりも高い採熱量が得られ(表1)、井戸本数を削減した低コストなシステムを導入できた(写真1)。地下水は常時17℃程度で自噴したが、自噴水のみを熱源とした運転(表1 運転No.1)と、揚水条件の温度を数℃上昇させて揚水も行った運転(表1 運転No.2~5)のエネルギー効率(SCOP)に大きな差異はないため、自噴水のみでの運用とした(表1 運転No.1)。駅前歩道の融雪はシーズンを通し、順調に行われた(写真2)。シーズンを通したSCOPの実績は4.1であり、灯油ボイラーと比較して、燃料コスト、一次エネルギー量、CO₂排出量を大幅に削減できた(表2)。

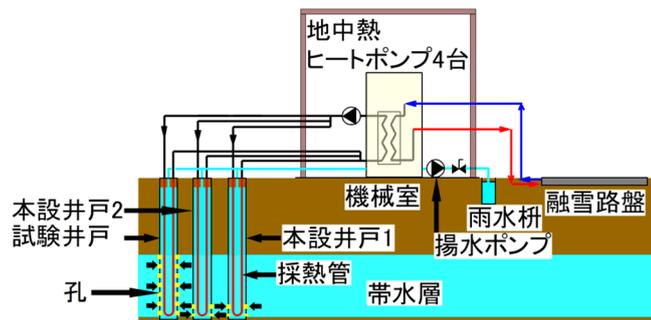


図1 融雪システムの概要図
(井戸本数3本、試験井戸1本:有孔管:地下30~100m、
本設井戸2本:有孔管88~96m、井戸内径:125mm、深さ100m)



写真1 施工状況
(左:井戸管埋設、右上:採熱管設置、右下:ヒートポンプ設置)

表1 揚水条件と平均揚水量、ヒートポンプのCOP・SCOP、平均採熱量・放熱量¹⁾

運転No.	揚水条件 (各井戸地下10m)	平均揚水量 [L/min]	COP[-]	SCOP[-]	平均採熱量 [W/m]	平均放熱量 [kW]
1	9℃	0.0	4.7	4.1	133	47.7
2	11℃	5.1	4.9	4.2	139	49.0
3	試験井戸11℃ 本設井戸1・2 11℃	9.6	4.9	4.2	140	49.2
4	試験井戸 11℃ 本設井戸1・2 13℃	29.1	5.0	4.2	142	50.7
5	13℃	90.3	4.8	3.8	143	50.4

¹⁾揚水量に自噴量は含まない
COP:ヒートポンプ放熱量の積算値[kWh]/ヒートポンプ電力使用量の積算値[kWh]
SCOP:ヒートポンプ放熱量の積算値[kWh]/システム(含ポンプ動力)全体の電力使用量の積算値[kWh]
平均採熱量:井戸3本全体の採熱量を井戸長さ(3本で300m)として計算
従来型の平均採熱量は20~40[W/m]程度



写真2 融雪状況

表2 灯油ボイラーに対する
各項目の削減率²⁾

項目	従来型	本システム
燃料コスト	60%	71%
一次エネルギー	33%	51%
CO ₂ 排出量	44%	59%

²⁾2023年1月14日~3月29日のデータ
各項目の削減率:
(削減前の値-削減後の値)/(削減前の値)×100[%]
電力料金19.57円/kWh、灯油料金120円/L
灯油ボイラー熱効率0.8[-]
電力の一次エネルギー換算係数9.76[GJ/1000kWh]
CO₂排出係数 電力:0.549[kg-CO₂/kWh]
灯油:0.0678[kg-CO₂/MJ]

活用展開

本研究で実証した設計・導入・運用検討(改善)の一連の導入プロセスを用いて、当別町太美地区の他の施設や地下水が豊富にある他の地域の施設へ地下水熱を活用した地中熱ヒートポンプシステムの導入を支援する。

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(図1)と比較して大幅な省エネ効果が見込まれている(図2)。北海道には食品加工業における濃縮工程など自己熱再生の実装候補が多数存在するが、実装可能性の検討や圧縮機の選定にあたっては、対象によって異なる濃縮槽内の挙動把握が不可欠となる。

目的

本研究では、自己熱再生を濃縮工程へ実装することを念頭に置き、先行研究で既に確立している自己熱再生の基礎理論と濃縮槽内を模擬した実験室規模の濃縮試験装置を併用することで、様々な溶液を様々な条件で濃縮する工程への自己熱再生の実装可能性を評価するための手法構築を目的とする。

成果

実験室規模の濃縮試験装置(図3)を製作して圧縮機出口と同様の条件に設定した蒸気をボイラーから供給することで濃縮槽のみ自己熱再生と同条件に設定して濃縮試験を行い、槽内の水位を常時観察することで水溶液濃度と蒸発速度の経時変化を評価した。本試験により、濃縮の進行に伴い水溶液濃度が上昇し粘性が増すことで加熱能力が低下した結果、蒸発速度が低下する挙動を定量的に評価できた(図4)。以上より、濃縮対象によって異なる槽内の濃縮挙動と圧縮機の性能や消費エネルギーを関連付けて自己熱再生の実装可能性を評価することが可能となった。

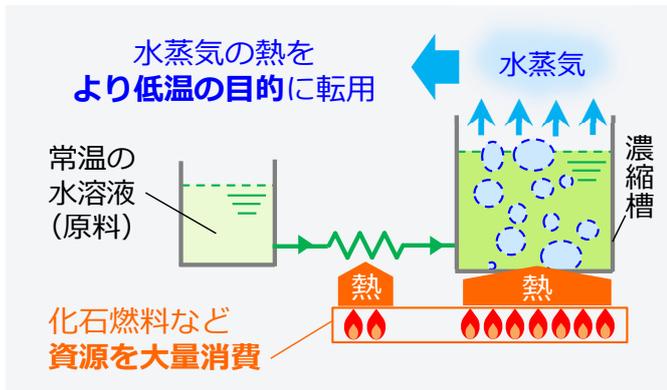


図1 通常の濃縮装置の構造

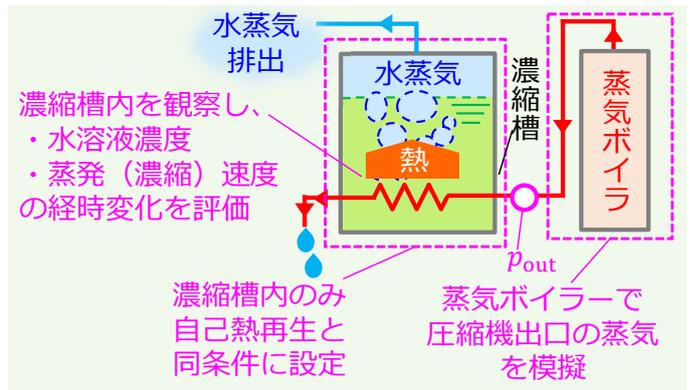


図3 自己熱再生の濃縮槽を模擬する試験装置

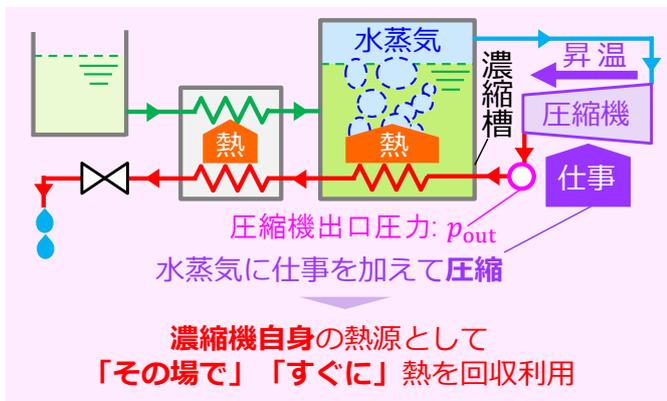


図2 自己熱再生型濃縮装置の構造

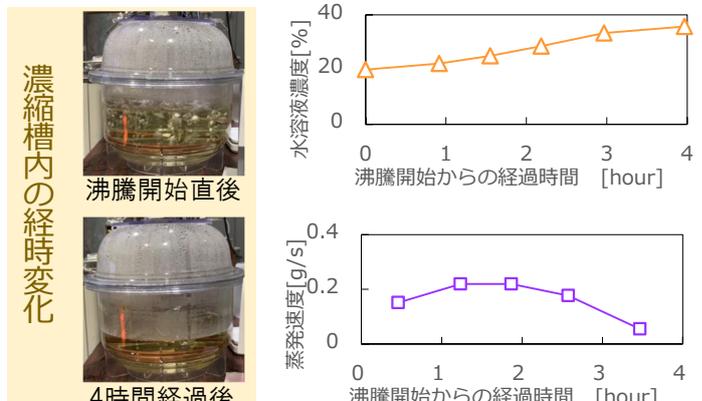
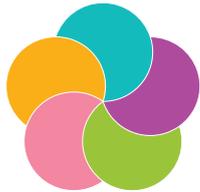


図4 濃縮試験の結果(スクロース水溶液、 $p_{out} = 0.14$ MPa、絶対圧)

活用展開

本研究で構築した自己熱再生システムの評価手法を用いてより具体的な社会実装の方針を模索し、北海道内の食品加工業など各種産業において様々な熱利用工程の省エネルギー化に貢献する。さらに二次的な波及効果として、自己熱再生により低コストな濃縮が普及することで様々な液状製品や廃棄物の減容化が行われ、道内各地や遠隔消費地への輸送コストの削減効果が期待される。



循環資源部

Sustainable Resource Technology Division

(14:00 ~ 15:00 かでのアスピックホール)

- | | | |
|------|---|----|
| O-09 | 電気分解で排水処理をカンタンに
— 電気分解法による排水の酸化処理技術 —
○ 佐々木 雄真・鎌田 樹志・明本 靖広・若杉 郷臣・富田 恵一 | 12 |
| O-10 | 北海道の汚泥って減らせるの？
— 行政データから「減らしどころ」を探してみました —
○ 丹羽 忍・佐々木 雄真・朝倉 賢、阿賀 裕英（研究戦略部） | 13 |
| O-11 | 太陽光パネルの終活、これからどうする？
— 発電事業者へのアンケートの結果からわかってきたこと —
○ 福田 陽一郎・朝倉 賢・山口 勝透 | 14 |

背景

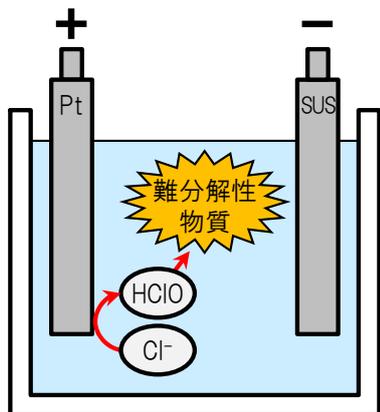
排水処理においては活性汚泥法などの生物処理が一般的に用いられている。しかし、着色成分は生物難分解性であるため、主に活性炭吸着により除去されているが、飽和に達すると交換が必要となる。また、アンモニア性窒素の除去には主に硝化脱窒法が用いられているが、好気条件による硝化工程と嫌気条件による脱窒工程の2段階処理が必要で制御が複雑となるなどの課題がある。

目的

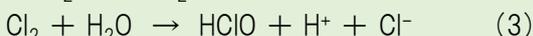
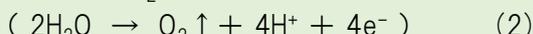
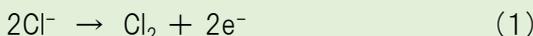
陽極に不溶性電極を用いて塩化物イオンを含む水溶液を電気分解すると、酸化力を有する次亜塩素酸が生成する(図1)。この酸化作用を利用した電気分解法による排水処理は、前述の課題を解決する手法として有望と考えられる。そこで、着色成分とアンモニア性窒素を対象に、電気分解法の適用可能性を基礎試験により検討した。

成果

着色成分については、電気分解で脱色が可能であり、さらに紫外線照射の併用により、処理速度が大幅に向上することを見いだした(図2)。また、未反応の次亜塩素酸の蓄積も抑制された。これは紫外線照射により、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。アンモニア性窒素については、バッチ処理でアンモニア性窒素濃度が低減することを確認した後、連続通水処理に切り替えても良好な処理状態を維持できた(図3)。結合塩素濃度の測定結果などから、アンモニア性窒素が次亜塩素酸と反応し、クロラミンを経て窒素ガスとして除去できたと推察された。



陽極側の反応



(1) 塩化物イオン(Cl^-)から塩素(Cl_2)が生成

(2) 一部、酸素(O_2)も生成

(3) (1)の塩素が水に溶けて次亜塩素酸(HClO)が生成

↓

次亜塩素酸の酸化作用を利用して、生物難分解性物質等を分解

図1 電気分解法による酸化処理の原理

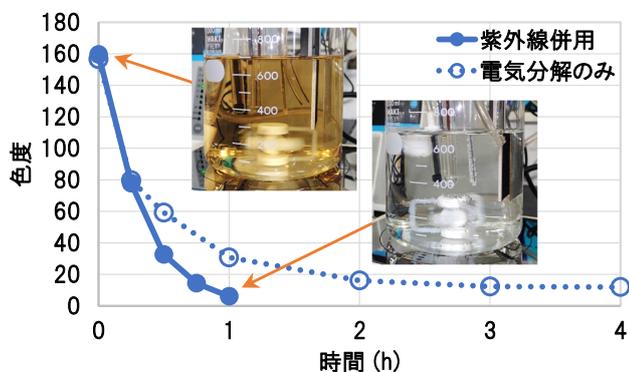


図2 着色成分の分解における紫外線併用の効果

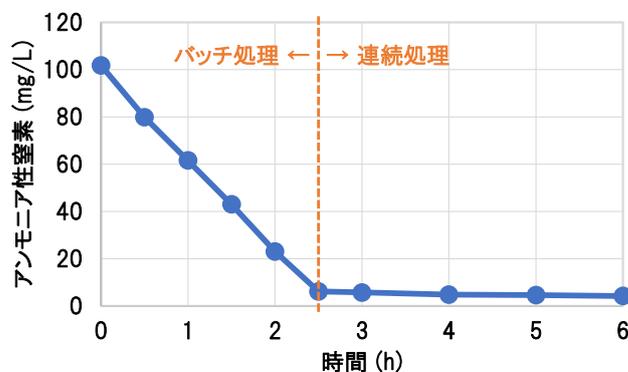


図3 アンモニア性窒素のバッチ処理および連続処理

活用展開

本研究により、制御や維持管理が容易な排水処理方法として、電気分解法の適用可能性が示唆された。今後は装置のスケールアップや長時間運転の評価などを行いながら、得られた成果を道内企業への排水処理に関連する技術支援に活用するとともに、電気分解法を組み込んだ排水処理システムの研究開発へ展開する予定である。



太陽光パネルの終活、これからどうする？

— 発電事業者へのアンケートの結果からわかってきたこと —

○福田 陽一朗・朝倉 賢・山口 勝透

背景

2012年に再生可能エネルギーの固定価格買取制度(FIT)が開始して以降、多くの太陽光パネルが設置されている。今後、使用済みとなったパネルが廃棄物として大量に排出されることが懸念されており、適切な運用やリユース・リサイクルといった取り組みの推進が期待される。一方で、道内でのパネル設置実態に加え、設備の運用状況やFIT買取終了後の運用計画、設備運用終了後の取り扱いの見通しなど、太陽光発電事業者側の意向についての情報は不足している。

目的

本研究では、北海道における将来的な使用済み太陽光パネルのリユースやリサイクル、最終処分量削減の推進に資するため、北海道内における太陽光パネルの設置実態の把握を行うとともに、発電事業者に対するアンケートを行い、設備の運用実態や事業者の意向について分析を行った。

成果

既存の統計データや製品重量などに関するデータを用いて推計した結果、2021年までに累計で約20万トンのパネルが設置されたものと推計された。地域分布では胆振・釧路地域の設置量が多く、地域的偏在性が詳細に可視化された。発電事業者に対するアンケートでは、事業規模に依らず運用終了後の設備の取り扱いは未定とした事業者が過半数であった。一方、50kW未満の設備においては、設備点検の実施や損害保険への加入状況などの結果から、設備状況を十分把握していない事業者が一定数いる可能性が示唆され、現状把握や注意喚起の必要性が高いと考えられた。

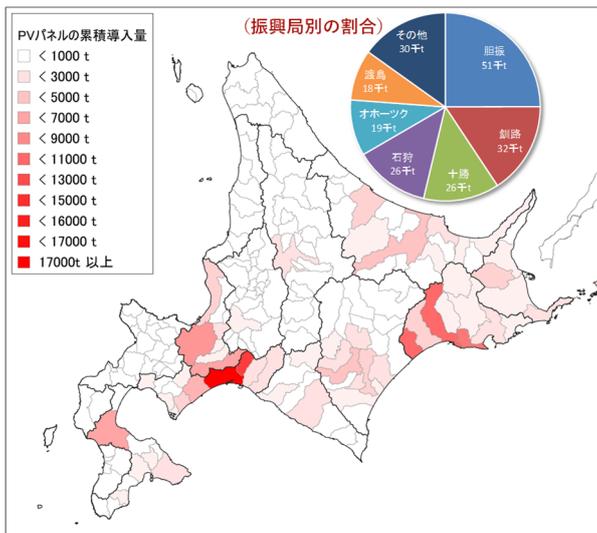


表1 太陽光発電事業者に対するアンケート実施の概要
(送付対象は2020/09/30時点の設備認定情報(資源エネルギー庁)を用いた)

期間	2021/02/08~2021/03/15
対象	<ul style="list-style-type: none"> ● FIT事業計画認定情報に記載のある事業者 ● 道内の認定設備(20kW以上の設備のみ記載) ● 事業者住所が記載されている事業者 ● 複数の設備を所有している場合、運転開始が最も早い施設について回答を依頼
件数 方法	<ul style="list-style-type: none"> ● 発送: 郵送(1,079件) ● 回収: 郵送での返送およびWebフォームでの回答(353件、回答率32.7%)
設問数	33(分岐あり、自由記述等含む)

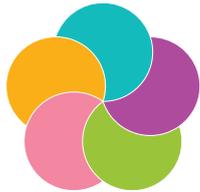
表2 アンケート回答の分析結果例

設問	特徴的な傾向
FIT買取終了後の計画は？	● できるだけ売電を継続したいとの意向が半数
運用を終了した設備はどうする？	● 6割が未定であり、運用終了に伴う排出は不確実性が高い
設備点検は実施しているか？	● 50kW未満の設備の約2割は未実施
損害保険には加入しているか？	<ul style="list-style-type: none"> ● 50kW未満の設備の約2割は未加入 ● 点検を実施していない場合は半数が未加入または不明

本事業は循環資源利用促進重点課題研究開発事業による助成を受けた

活用展開

本研究で得られた太陽光パネルの詳細な設置状況や分布ならびに太陽光発電事業者の意向に関する知見は、行政機関による今後の計画策定やリユース・リサイクル事業者による事業化検討における基盤的情報として活用が見込まれる。また、これまでに実施した使用済みパネルの排出量予測の精緻化やリユース・リサイクル推進のためのシミュレーションにも活用する。



地域地質部

Geological Survey Division

(15:15～16:15 かでのアスピックホール)

- | | | |
|-------------|---|----|
| O-12 | 豪雨による緩斜面災害を軽減するために
— 周氷河斜面調査の意義 —
○ 石丸 聡・仁科 健二・加瀬 善洋・小安 浩理・藤原 寛・宇佐見 星弥・
高見 雅三・川上 源太郎、輿水 健一（研究戦略部） | 16 |
| O-13 | 豪雨による緩斜面災害を軽減するために
— 周氷河斜面調査マニュアルの概要 —
○ 仁科 健二・石丸 聡・加瀬 善洋・小安 浩・藤原 寛・宇佐見 星弥・
高見 雅三・川上 源太郎、輿水 健一（研究戦略部） | 17 |
| O-14 | 遺跡発掘資料から千島海溝周辺の地震履歴を探る
○ 廣瀬 亘、高橋 浩晃（北海道大学） | 18 |



豪雨による緩斜面災害を軽減するために

— 周氷河斜面調査の意義 —

○石丸 聡・仁科 健二・加瀬 善洋・小安 浩理・藤原 寛・宇佐見 星弥・
高見 雅三・川上 源太郎、輿水 健一（研究戦略部）

背景

近年の気候変動により豪雨の発生頻度が増加している。その結果、これまで比較的安定していた道内各地の緩斜面（周氷河斜面）でも斜面災害が生じるようになった。周氷河斜面は過去の寒冷期（約1万年前以前）に形成された地形で、斜面崩壊が生じた場合は、土砂量が多く、流走距離が長くなる傾向があるため、被害規模は大きくなりやすい（写真1）。しかし、周氷河斜面やその堆積物の特徴、さらには災害発生場の特徴や崩壊メカニズムについては、不明な点が多い。

目的

本発表では、これまであまり注目されてこなかった周氷河斜面の災害を想定した調査の必要性を示す。最近発生した周氷河斜面における被災事例を紹介し、従来の急斜面で生じる災害の違いを示すとともに、災害を回避するためには、何に注目した調査が必要で、どのような検討が必要となるかを提示する。

成果

周氷河斜面の末端付近においては、堆積環境の異なる多様な堆積物で構成されることが多い（図1）。周氷河斜面の崩壊は、それらの堆積物の透水性の違いにより（写真2）、地中水の流れを局部的に集中させることが要因となることから、堆積物の透水性とその連続性に注目した調査が特に必要となる。そのため、その調査・検討手順など（図2）を示す「周氷河斜面調査マニュアル」を作成した（詳細は次ページを参照）。これにより、これまで十分に考慮されることのなかった周氷河斜面を対象とした調査が可能となる。



写真1 羅臼町海岸町地区の斜面崩壊
この崩壊により道道が通行不可能となり、
半島先端部の住民は1週間近く孤立した



写真2 礼文町高山地区の斜面堆積物
周氷河堆積物を構成する礫まじりシルト層とレンズ状に
挟在する不透水層

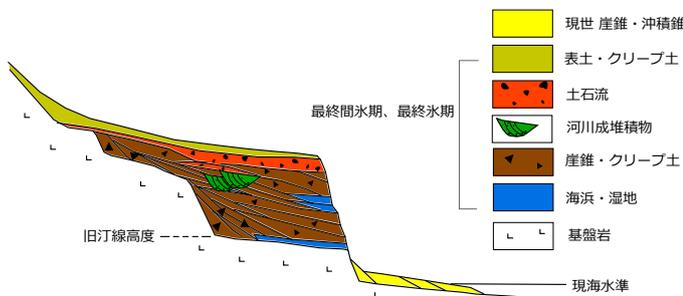


図1 斜面下部に存在する多様な堆積物
周氷河斜面下の堆積物中は様々な成因の堆積物で構成される

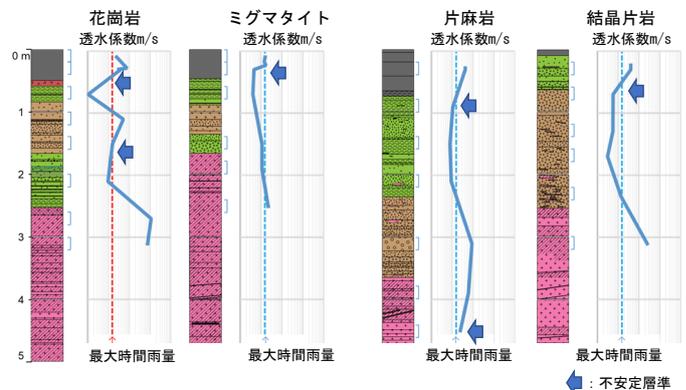


図2 堆積物の透水性に基づく不安定層準の検討例
透水性の低い層準の直上に地中水が集中し、斜面が不安定となる

活用 展開

マニュアルの普及・活用を推進するために、道総研や関連学協会等による講義や講習会を行うことで、地質・建設コンサルタント技術者に調査手順を理解してもらうとともに、発注機関の国や道などの行政機関に調査の必要性を認識してもらう。これにより、豪雨頻度の増加が懸念される将来の気候下においても、周氷河斜面における適切な施設の建設や有効な対策を講じることが可能になる。



豪雨による緩斜面災害を軽減するために

— 周氷河斜面調査マニュアルの概要 —

○仁科 健二・石丸 聡・加瀬 善洋・小安 浩・藤原 寛・宇佐見 星弥・
高見 雅三・川上 源太郎、輿水 健一（研究戦略部）

背景

豪雨の極大化・高頻度化にともなう斜面崩壊の増加が危惧されている。北海道には氷期に形成された周氷河性の平滑斜面（周氷河斜面）が発達しているが、斜面を構成する堆積物（周氷河堆積物）の特徴や水理特性は不明な点が多い。周氷河斜面において将来にわたり安全な道路等のインフラを整備し低コストで維持するためには、効果的・効率的に周氷河堆積物を調査して、計画・設計、施工に反映する必要がある。

目的

地質の異なるモデル地域（深成岩、火砕岩、堆積岩）での実際の斜面崩壊事例のメカニズムを踏まえ、これまで具体的な手順が示されてこなかった周氷河斜面を対象とする地形解析・地質調査、土質試験の方法、ならびに総合的に斜面の危険箇所の総合的な検討方法を記した技術者向けの周氷河斜面調査マニュアルを作成する。

成果

本マニュアルでは、技術者が周氷河斜面で生じる崩壊のメカニズムの理解と効果的な調査方法を取得できようように構成した。まず、周氷河斜面を地形量から判別する方法を提示し、その斜面を構成する堆積物の特徴を実例で示しながら、堆積物の下限の設定と問題となる層準の形成プロセスと空間分布について解説した。次に地形場に対応する堆積物の厚さ、層相の把握、注目層準を認識するための調査・解析手法を具体的に示した。さらに、問題となりうる層準の土質試験法の結果と解釈を解説し、最後に調査解析結果を基にした崩壊メカニズムと検討すべき対策を例示した。

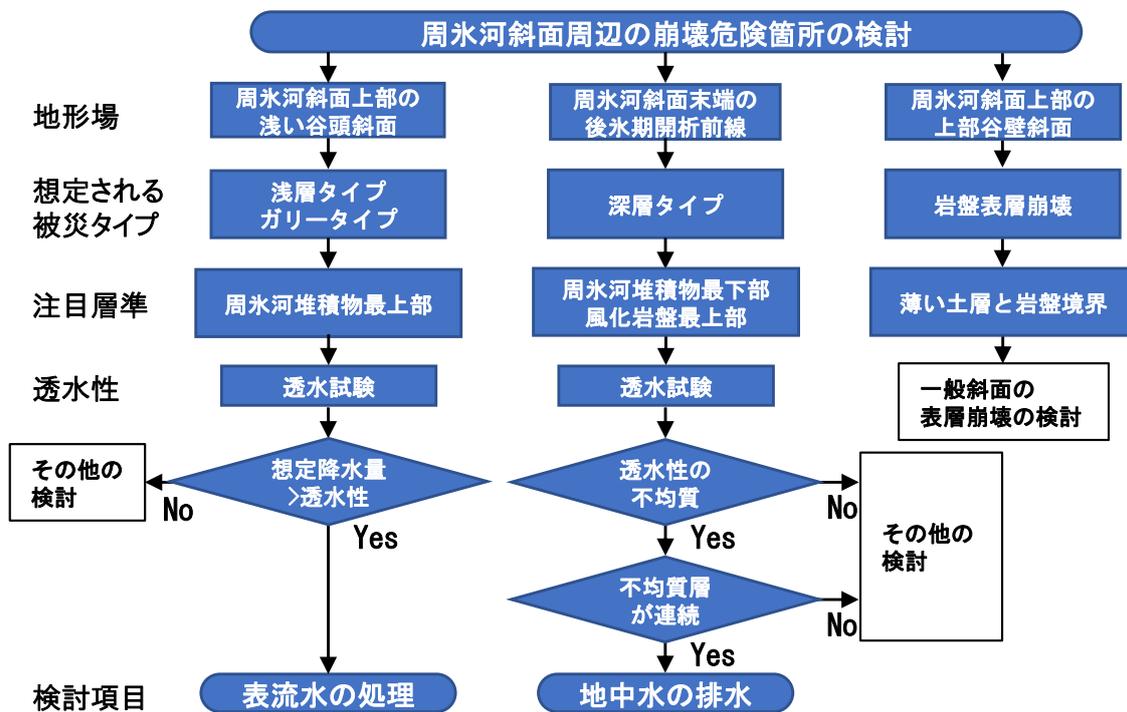


図1 崩壊危険箇所検討の手順フロー

地形場別に想定される崩壊のタイプ別の試験項目、検討すべき対策工を提示した。地形場によって、周氷河堆積物を形成するプロセスが異なり、堆積物の厚さや性状が規定される。それぞれの堆積物中にある崩壊に関する層準を示し、そうした注目層準を地質調査で把握すること、その層準に対する土質試験法結果の評価に基づいて、必要な対策の選定基準を示した。

活用展開

寒冷地域の斜面の特殊性を考慮することで、建設・防災技術者、またその業務を発注する担当者にとって、効果的・効率的な業務の推進の一助となる。とりわけ、現地調査を行う地質技術者にとっては周氷河堆積物の理解が大いに向上することが期待される。

今後は、関係する技術者団体からの意見を聴取しながら、利用しやすいマニュアルに改定していく。

○廣瀬 亘、高橋 浩晃(北海道大学)

背景

北海道では、今後30年以内にはM8.8以上の巨大地震が7～40%の高確率で発生するとされる千島海溝周辺など、地震・津波リスクが高い状況にある。対策にあたっては、過去に発生した地震・津波の震源や規模、活動間隔などを把握することが重要である。津波履歴については太平洋岸・日本海岸で研究が進みつつある。一方で、地盤の液状化などを引き起こす強震動履歴については、文字による歴史記録の乏しい北海道の事情もあり、ほとんど明らかになっていない。

目的

北海道で行われてきた考古遺跡発掘調査報告書に記述された、その場が過去に震度5強～6以上の強い震動に晒された証拠である噴砂など地盤液状化の記録を収集、解析することにより、縄文時代以降の強震動の発生時期や分布を解明する。

成果

噴砂の構造や火山灰等による発生年代の見直しを各資料に対して行った(図1)。石狩低地帯ではキウス遺跡周辺(図2)など広範囲で噴砂・亀裂イベントが確認された。札幌周辺(1834年:石狩地震)、低地東縁南部(続縄文期、縄文期(5000～3500年前):石狩低地断層帯の地震イベントか)、低地西縁(擦文～アイヌ期:周辺の活断層で対応する地震イベントなし)など発生時期や分布によりグルーピングされる(図3)。根室管内では9回の噴砂・亀裂イベントが確認された。約4000年前のイベントは根室～標津の広範囲に分布し、千島海溝の巨大地震に対比される可能性がある

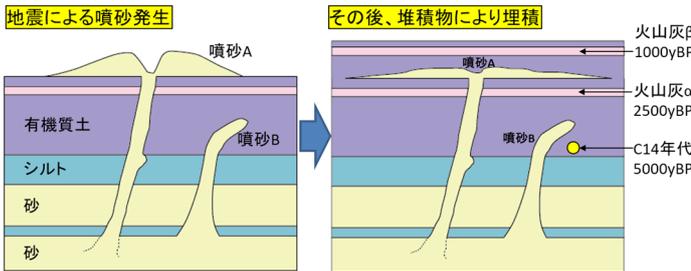


図1 強震動イベントによる噴砂形成

遺跡の地層断面に記録された噴砂の形状や形成年代を火山灰層序や放射年代に基づき再検証する。

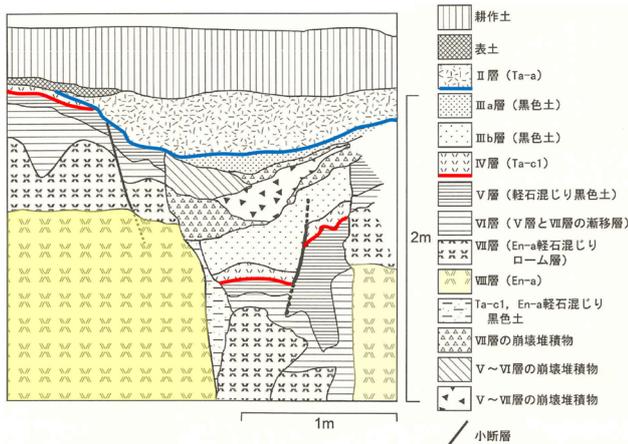


図2 キウス4遺跡における開口亀裂の例(廣瀬ほか, 1999)

Ta-c1火山灰(約2500年前)以降に発生し、Ta-a火山灰(西暦1739年)に覆われた、開口亀裂。

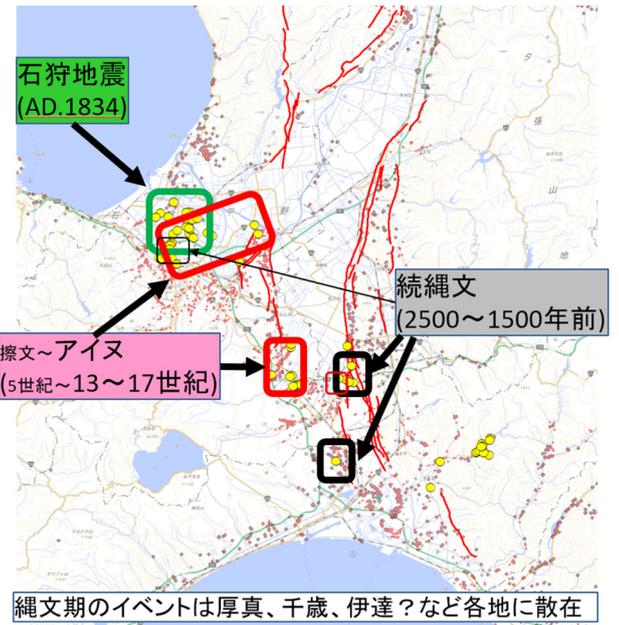
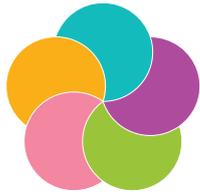


図3 石狩低地帯における噴砂等イベントの時期と分布
噴砂イベントは札幌周辺、恵庭～千歳(野幌撓曲帯の南方)、千歳東部～南部(石狩低地断層帯南部)、厚真周辺(テフラ層すべりイベント)に集中する。

共同研究(北海道大学・道総研)2019-2023

活用展開

令和5年度までの研究であり、道南・道北など残された地域の調査を引き続き行う。得られた成果は道防災会議や国の中央防災会議などで地震想定を見直す際の基本資料となる。また、本成果をもとに道内考古関係者との協力関係を進めることで、遺跡調査における地震イベント認定の確実度を高め、より精度の高い強震動認定を目指す。



自然環境部

Nature Conservation Division

(16:15 ~ 17:15 かでのアスピックホール)

- | | | |
|------|--|----|
| O-15 | 劣化した海浜植物群落は表土の掘り取りにより再生するか？
○ 綱本 良啓・島村 崇志・西川 洋子 | 20 |
| O-16 | どこまで減らせるアライグマ？
— 3年間の集中捕獲事業から見たこと —
○ 山口 沙耶・上野 真由美 | 21 |
| O-17 | 自動撮影カメラを用いたヒグマの肥満度評価
— 農作物はヒグマの肥満を加速させるのか？ —
○ 白根 ゆり | 22 |

劣化した海浜植物群落は表土の掘り取りにより再生するか？

○綱本 良啓・島村 崇志・西川 洋子

背景

北海道の海岸線の約25%が自然海岸の砂浜である。そこに成立する海浜植物群落には、ハマナスなど他の環境とは異なる独特な植物が多く見られ、地域の自然生態系として貴重な存在であると共に、観光資源にもなっている。しかし、近年、海岸植物群落は、内陸性植物の侵入やエゾシカの採食などによって劣化が進み、景観が大きく変化した地域があり、地元自治体や関係団体等から保全対策が強く求められている。

目的

ススキや外来牧草などの内陸性植物が侵入し、海浜植物群落の劣化が急速に進行している石狩浜の海浜植物群落（石狩市）において、劣化した植生を表土ごと掘り取る植生再生試験を実施し、植生の再生過程をモニタリングする。本手法によって海浜植物群落を効果的に再生することができるかを検証する。

成果

植生を表土ごと掘り取ることで、ハマヒルガオ、コウボウムギ、ハマナスなどさまざまな海浜植物が再生した。試験開始後2年しか経過していないため、植被率は回復途上であるが、目標とする本来の海浜植生への回復が期待できる。ただし、ススキや外来植物もわずかではあるが再生しており、継続的なモニタリングによる管理が必要である。また、掘り取った表土を積み上げた盛土区でも、植生の再生がみられたが区画によりばらつきが大きく、一部の区画では試験開始前の劣化した植生に戻ってしまった。

知津狩浜（汀線から約100 m）



聚富原生花園（汀線から約300 m）



図1 植生再生試験開始から2年後の試験区の例

表1 掘取区における主な植物の植被率(%)の変化

知津狩浜（汀線から約100 m）			
年	試験開始前 （2020年）	試験開始1年 （2021年）	試験開始2年 （2022年）
ススキ	19.24	0.01	0.02
ハマヒルガオ	5.45	0.34	2.11
ハマニンニク	4.49	0.02	0.24
コウボウムギ	4.12	0.04	0.78
ハマナス	0.21	0.00	0.00
全体	51.69	0.73	9.26

聚富原生花園（汀線から約300 m）

聚富原生花園（汀線から約300 m）			
年	試験開始前 （2020年）	試験開始1年 （2021年）	試験開始2年 （2022年）
ススキ	41.00	0.01	0.07
ハマナス	12.67	0.05	0.63
ハマヒルガオ	1.33	0.03	1.28
全体	66.67	0.19	3.45

協力機関:石狩市

活用展開

本研究の成果を取り入れた保全策（再生計画）が、石狩市によって現在策定中の「石狩浜アクションプラン」の中に明記される予定である。さらに、事業化に向けた有効な再生手法について、「石狩浜海浜植物等保全検討会議」で検討を行い、実際の事業としての展開を目指す。



どこまで減らせるアライグマ？

— 3年間の集中捕獲事業から見たこと —

○山口 沙耶・上野 真由美

背景

特定外来生物に指定されるアライグマは、国内で分布が拡大しており、生態系への被害だけでなく、農業被害や生活被害など、人間との軋轢が問題になっている。被害を抑えるために生息密度の低減が急がれるが、そのためにどの程度の努力量が必要なのか、実証的な検証事例は限られている。対策に必要な労力の検討を行うために、集中的な捕獲活動を行うことによる効果の検証が必要である。

目的

北海道が令和2-4年度にかけて南幌町で実施したアライグマ根絶モデル実証事業の捕獲結果に基づき、集中的な捕獲圧をかけた事業対象地(図1)における生息密度を算出してその推移等に関するモニタリングを行い、生息密度の低減を図るための効果的・効率的な捕獲計画について検討する。

成果

事業対象地において、500m四方に1基以上のわな配置による捕獲を実施した結果、3年間で1頭/km²以下にまで生息密度が半減したことが明らかになった(図2)。このことから、集中的な捕獲を行う際のわな設置密度と目標生息密度の目安値が得られた。また町全域を対象に、町民の行う駆除捕獲における捕獲効率と捕獲数の月別推移を整理したところ(図3)、捕獲効率が高い3~5月(春季)における捕獲努力量の向上が密度低減に効率的であることに加えて、捕獲実績の多い5~10月(夏季)の捕獲圧を維持することが重要と考えられた。

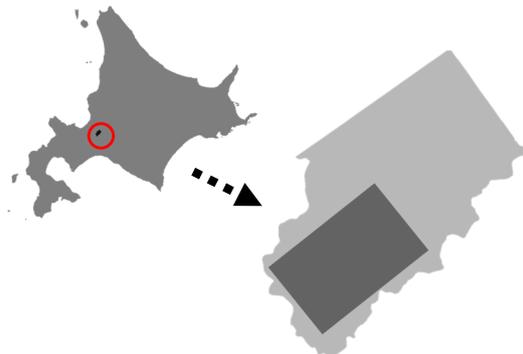


図1 南幌町位置(左図)と捕獲事業対象地(右図)
左図:赤丸で囲んだ部分に南幌町が位置する。右図:濃灰色部が事業地。面積はおよそ26km²で町の3分の1程度を占める。

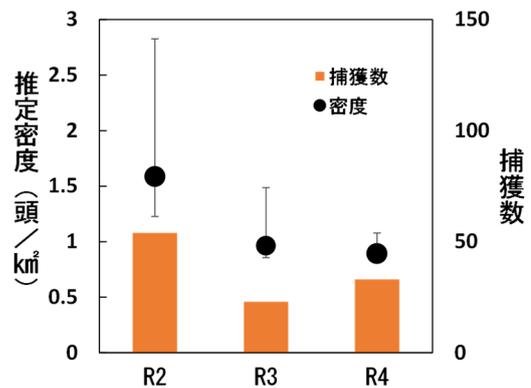


図2 捕獲事業におけるアライグマの捕獲数と除去法による推定生息密度の年次推移
捕獲数、推定生息密度は春季の捕獲データを使用。黒点は推定密度の中央値、エラーバーは95%信頼区間を表す。

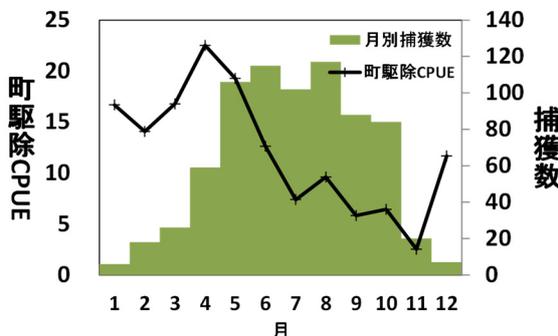


図3 町民によるアライグマの捕獲効率と捕獲数の月別推移
CPUEは100わなの日あたりの捕獲数で、捕獲効率の指標として利用した。捕獲効率は春季で高く、捕獲数は夏季を中心に多い。

北海道アライグマ根絶モデル実証事業分析等委託業務

活用展開

本研究の成果を踏まえて、北海道野生動物対策課と共同で「北海道アライグマ捕獲プログラム」をとりまとめた。プログラムでは、地域の対策を主導することが想定される市町村担当者に向けて、アライグマの生息状況に基づく順応的な取り組み方法を提案しており、プログラムの普及を通じて地域的なアライグマの生息密度の低減に寄与することが期待される。



自動撮影カメラを用いたヒグマの肥満度評価

— 農作物はヒグマの肥満を加速させるのか？ —

○白根 ゆり

背景

近年、北海道ではヒグマによる農作物への被害が増加している。これらの被害防止を目的とした有害捕獲が行われているため、農地はヒグマの人為的な死亡リスクが高い環境である。一方、ヒグマは農地において、高カロリーで嗜好性の高い農作物を容易かつ大量に食べることができる。このような、農地景観がヒグマに与える正と負の影響は、農地周辺におけるヒグマの生息密度の減少、あるいは増加のいずれかにつながる可能性があるが、その実態は未だ明らかでない。

目的

本研究の目的は、ヒグマの肥満度が農作物利用の有無によってどのように異なるのかを明らかにすることである。農作物を利用しないヒグマは、一年のうち8月に最も痩せることが報告されている。一方、農作物を利用するヒグマは、農作物が8～9月に成熟することから、利用しないヒグマよりもこの時期の肥満度が高いのではないかと予測し、検証を行った。

成果

八雲町(農地周辺)と上ノ国町(森林)でヒグマの糞を採取し、内容物を分析した結果、晩夏(8～9月)の採食物が両町で大きく異なっており、八雲町では農作物が76%、上ノ国町では堅果・核果が84%を占めていた。また、両町において自動撮影カメラで撮影したヒグマの横向き画像を用いて、肥満度指標として胴長と胴高の比を算出した。その結果、上ノ国町と比較して八雲町のヒグマは8月に肥満度が低下する程度が小さく、9月に回復する程度が大きい傾向がみられた。これらの結果から、農作物を利用しないヒグマに比べ、農作物を利用するヒグマは晩夏に肥満度が高いことが明らかとなった。

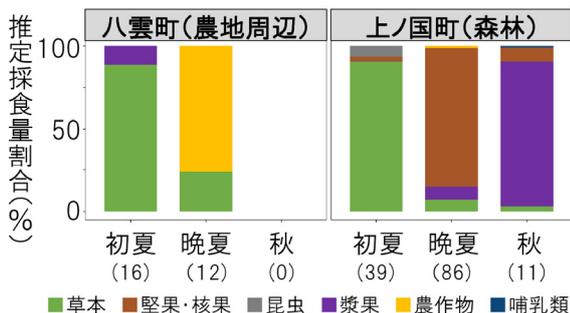


図1 糞内容物の季節変化

初夏(6～7月)、晩夏(8～9月)、秋(10月)の採食物に占める各食物の割合を示す。括弧内はサンプル数。

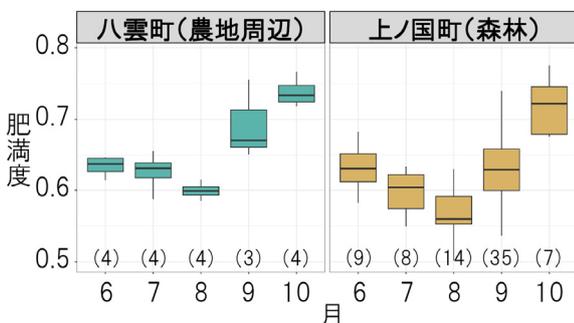


図2 肥満度の季節変化

ヒグマの一度の訪問ごとに算出された胴高-胴長比を、撮影された月ごとに示す。括弧内は訪問回数。

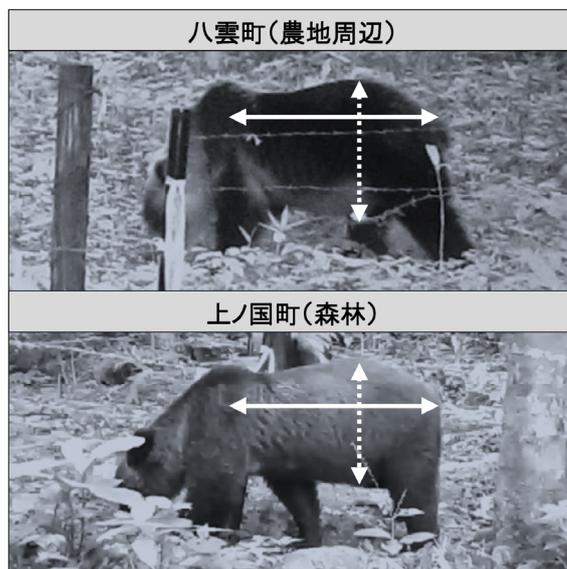


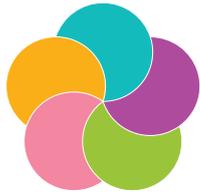
写真1 ヒグマの横向き画像の例

胴の長さ(実線)および高さ(点線)をピクセルサイズとして計測し、その比を肥満度指標として使用した。例はいずれも9月に撮影されたメスのヒグマ。

本研究はJSPS科研費 JP21K20596の助成を受けたものです。

活用展開

ヒグマは栄養状態が良いほど繁殖成功率が高くなることが報告されている。そのため、農作物がヒグマの肥満を進行させることを明らかにした本研究の成果は、農作物利用がヒグマの生息密度を高める一因となることを示唆している。このことは、農地における被害防除対策の緊急性を提言するための科学的根拠として活用される。



ポスター発表

Poster Session

(展示 9:30 ~ 17:00 展示ホール)

● 環境保全部 (説明 13:00 ~ 14:00)

- P-01 気候変動に伴う変化をピンポイントで予測する 26
— 河川水濁度の将来変化予測 —
○ 濱原 和広・鈴木 啓明・長谷川 祥樹・芥川 智子
- P-02 水質と流域の視点から見る湖沼環境の^{いま}現在 27
— 北海道湖沼誌の刊行に向けて —
○ 長谷川 祥樹・三上 英敏・濱原 和広・山口 高志・木塚 俊和・鈴木 啓明
- P-03 生体分子を使って環境保全 28
— 遺伝子工学技術の活用に向けて —
○ 田原 るり子・仮屋 遼

● 地域地質部 (説明 13:00 ~ 14:00)

- P-04 効率的な地盤変状観測を目指して 29
— 宇宙からみた壮瞥町東部地域地すべりの地盤変状 —
○ 宇佐見 星弥・石丸 聡
- P-05 高品質ボーリングコアをもちいた周氷河堆積物の詳細な記載方法 30
○ 小安 浩理・加瀬 善洋・石丸 聡・仁科 健二・川上 源太郎
- P-06 音を使って海底を視る 31
— 北洋丸最新鋭音波探査装置による漁場環境の見える化 —
○ 丸山 純也

● 自然環境部 (説明時間 14:00 ~ 15:00)

- P-07 ヒグマは種子散布者として生態系の維持に役立っているのか? 32
○ 綱本 良啓・釣賀 一二三、小林 木野実・祐川 猛・朝倉 卓也 (札幌市円山動物園)
- P-08 シカ密度と人為攪乱 (伐採・窒素降下) は林床植物の多様性をどう変えるか? 33
— 大規模・長期の操作実験による検証 —
○ 日野 貴文、揚妻 直樹 (北海道大学)、日浦 勉 (東京大学)
- P-09 湿原から花がなくなる!? 34
— エゾシカの影響を減らすために—
○ 島村 崇志・稲富 佳洋・綱本 良啓・西川 洋子・福田 陽一朗

● 資源エネルギー部 (説明 15:00 ~ 16:00)

- P-10 温泉とともに湧出する可燃性天然ガスの活用に向けて 35
○ 林 圭一・鈴木 隆広・大森 一人、坂上 寛敏 (北見工業大学)
- P-11 当別町太美地区の帯水層の特徴 36
— 採熱井の坑井地質と物理検層、および地下水の化学組成に基づく考察 —
○ 鈴木 隆広・白土 博康・保科 秀夫・多奈田 紘希・田村 慎・岡崎 紀俊・
北口 敏弘・高橋 徹哉
- P-12 蒸気排熱をためて、必要なときに使う! 37
— 蓄熱システムの研究開発—
○ 藤澤 拓己・北口 敏弘・山越 幸康
- P-13 捨てられる農林残渣の新しい方法での利活用に向けた基礎的な研究 38
○ 小倉 貴仁・藤澤 拓己、上出 光志
- P-14 エネルギー需給の最適制御に向けて 39
— 制御ロジックの設計と実装 —
○ 多奈田 紘希・保科 秀夫・白土 博康・林田 淳
- P-15 バーチャルマイクログリッドを用いたリユース蓄電池の活用法の提案 40
○ 林田 淳・白土 博康、太田 豊 (大阪大学)
- P-16 蒸発や凝縮を伴う流れの状態把握手法の提案 41
○ 富樫 憲一、朝原 誠 (岐阜大学)

● **循環資源部**（説明 16:00～17:00）

- P-17 **いろいろなガラスのリサイクル技術開発** 42
○ 稲野 浩行・富田 恵一・明本 靖広・朝倉 賢
- P-18 **私たちが捨てたプラスチックはどう処理される？** 43
— 道内の一般廃棄物に由来するプラスチックの処理フローの推計 —
○ 朝倉 賢・山口 勝透・丹羽 忍・福田 陽一郎・永洞 真一郎・小野 理、
阿賀 裕英（研究戦略部）
- P-19 **廃棄物保管の現場を空から把握します** 44
— ドローンの活用による廃棄物保管状況のデジタルデータ化 —
○ 山口 勝透・福田 陽一郎
- P-20 **電気分解で排水処理をカンタンに** 45
— 小規模事業場向け排水処理への適用に向けて —
○ 鎌田 樹志・佐々木 雄真・明本 靖広・若杉 郷臣・富田 恵一



気候変動に伴う変化をピンポイントで予測する

— 河川水濁度の将来変化予測 —

○濱原 和広・鈴木 啓明・長谷川 祥樹・芥川 智子

背景

気候変動に伴い、北海道でも大雨や短時間強雨の頻度や強度が強まると予測されている。大雨によって引き起こされる河川水の濁りの増加は、それを原水とする浄水場の水処理工程に大きな影響を与え、最悪の場合断水が発生する。現在入手可能な気候変動の情報は、気温や降水量がどのくらい変わるかといった情報であり、地域の水道システムへの影響を予測し適応策検討に使用できないことから、取水河川を対象としたピンポイントの将来予測情報が必要である。

目的

道内河川の任意の地点において、降雨流出時におけるピーク流量とその濁度を再現するモデルを構築し、河川表流水を利用する浄水場を対象に気候変動に伴う将来の変化を予測する。その結果について、気候変動が水道システムへ及ぼす影響を把握・分析するための情報としてとりまとめ、管轄する水道事業者に提示する。

成果

流域の地形・地質情報から、流出モデルに必要なパラメータを推定する手法を開発し、道内河川の任意の地点で降雨流出ピークをRMSDで16.7m³/sの精度で再現可能なモデルを作成した(図1)。開発した手法を用いて河川表流水を利用する道内90箇所の浄水場(図2)を対象に再現モデルを構築し、ピーク流量と濁度の将来予測を行い、年超過回数の変化を集計した。文献調査により原水濁度上昇への適応オプションをとりまとめ、将来予測とともにわかりやすく示す「気候変動影響予測カルテ」(図3)を作成した。

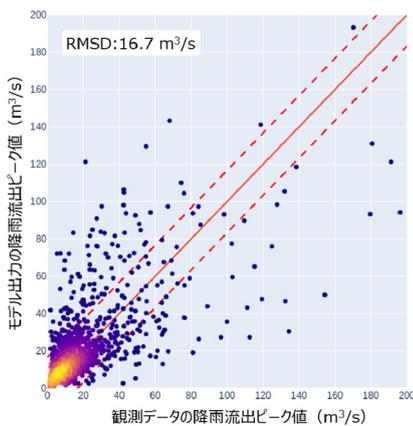


図1.降雨流出ピーク再現モデルの精度評価



図2.将来変化予測の対象浄水場(90箇所)

適応オプション (抜粋)		
流域で行う 負荷低減策・ 流域管理	発生負荷の低減	農地の耕し方や土づくりの工夫 山林管理・植林、土留工の設置、林道等の整備、集材路の配置
	河川整備	川岸の芝張り・川底の土砂除去 未利用地を緩衝地として活用
浄水場の 運用改善	対応能力強化	処理方式変更・能力強化 貯水可能量増加
	取水方法の変更 や多様化	取水箇所の移転 地下水等に水源を変更 複数の水源の確保
その他	停止時の代替策 の強化	給水車の配置 周辺地域との連携強化 広域的な送水管ネットワークの構築
	情報整備等	対応方法の事前検討

適応オプション

降雨流出ピークの将来変化

降雨流出濁度の将来変化

図3.気候変動影響予測カルテの掲載内容(抜粋)

活用 展開

“気候変動影響予測カルテ”は水道事業を管轄する市町村等に提供し、気候リスクの認知度の向上を図る。このことにより、老朽化の進む水道施設の更新計画等の気候リスクを踏まえた策定が期待される。また、降雨流出ピーク再現モデルは、簡易水道や河川表流水を利用する工業での気候変動影響評価に活用できる。



水質と流域の視点から見る湖沼環境の現在

— 北海道湖沼誌の刊行に向けて —

○長谷川 祥樹・三上 英敏・濱原 和広・山口 高志・木塚 俊和・鈴木 啓明

背景

北海道には100以上の天然湖沼が存在しており、それぞれ各種利水の水源、漁業生産、観光・レジャーあるいは多様な生態系を育む場として重要な役割を果たしている。一方で、湖沼は閉鎖性水域と呼ばれるように河川に比べて水が入れ替わりにくいいため水質汚濁が進行しやすい特徴がある。面積の大きな湖沼を中心に公的機関による定期的な水質モニタリングがされているものの、大多数の湖沼については近年のデータが乏しく水質の現状が不明である。

目的

北海道内にある多数の湖沼について、最新の水質データを収集し水質レベルの現状および過去からの変化傾向を把握する。また、湖沼の水質に重要な影響を与えると考えられる流域の土地利用などの諸条件を踏まえて湖沼の水環境特性を評価する。さらに、各湖沼の環境情報をとりまとめ「北海道湖沼誌」の刊行につなげる。

成果

2022年度までに淡水湖26湖沼、汽水湖9湖沼(図1)について、現地調査によって最新の水質データを収集するとともに、ドローンを用いた空撮によって、湖沼の全景や周辺の状況を俯瞰できるデータ(写真1)を取得した。また、GIS等を用いて湖沼流域の土地利用の可視化を進めた。さらに、湖沼の栄養度を表す指標として重要な全窒素および全リンについて、過去の調査結果との比較評価を行った。全体としては栄養度の大きな変化傾向は見られなかったが、個別に見ると栄養度の区分が変わるほど濃度の増減が大きい湖沼もあり(図2)、留意が必要である。



写真1 ドローンを用いて撮影した湖沼全景の例 左から摩周湖、阿寒湖、馬主来沼、袋地沼

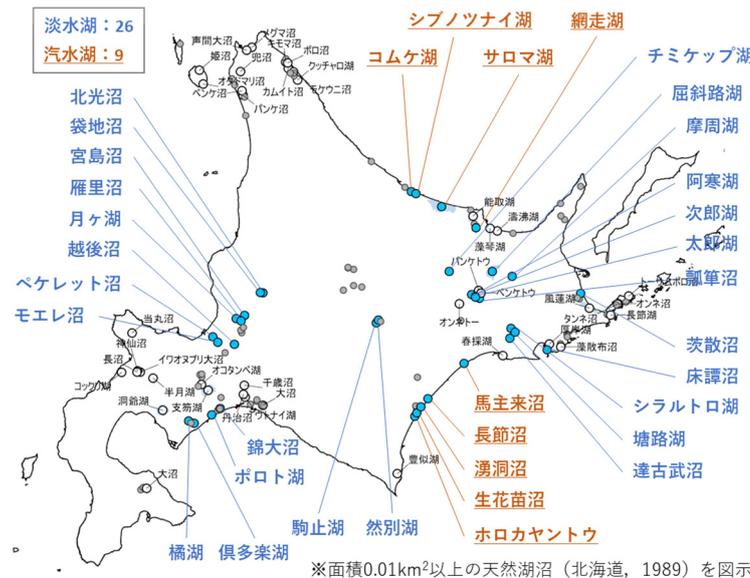
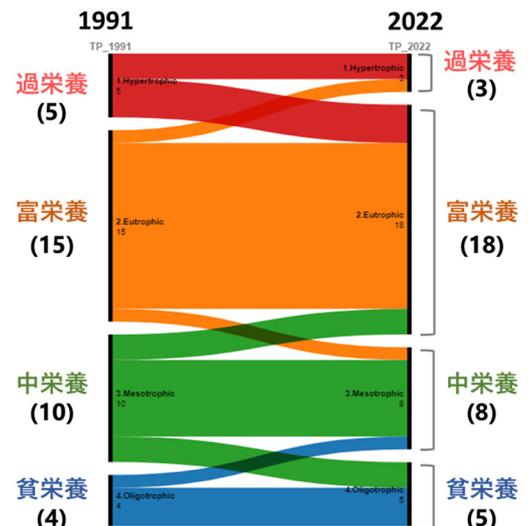


図1 調査実施湖沼(2022年度末時点)

対象湖沼は過去水質および物理諸元などから選定、2024年度まで継続予定



※ () 内の数字は湖沼数、1991年のデータ：環境庁 (1993)

図2 各湖沼の1991年と2022年における全リンによる栄養度区分 湖心・表層の値を用いて作成、全窒素についても概ね同様の傾向

活用展開

湖沼調査は2024年度まで継続し、水質データや流域の環境情報を拡充する。また、水質と流域の諸条件との関係を解析し、水質形成要因の評価を進める。湖沼の水環境に関わるステークホルダーが研究・業務に活用できるほか、Webサイト等における地域の紹介や観光案内での引用・参照も可能なように情報の整理と視覚化を行ったうえで、2024年度に冊子体として「北海道湖沼誌」を刊行する。

背景

環境中には、処理コストが高い物質や有用性が高い物質が存在する。特定の物質を選択的に分離・回収することができれば、低コストでの処理や再利用が期待できる。一方、生体分子の中には、特定の物質と結合するものがあり、これまでも選択性の高い分析などに活用されている。生体分子はその性質から、特定の汚染物質の分離・回収に利用できると考えられるが、大量に合成することが難しく、限られた用途でしか利用されていない。

目的

汚染物質の選択的な分離・回収のために、選択的な結合能をもつタンパク質を利用するシステムの構築を目指す。汚染物質には、代表的な重金属であるカドミウム(Cd)と、北海道内における汚染事例の多いヒ素(As)を選択する。タンパク質の合成には、データベースを基にした遺伝子組換え技術を利用し、得られたタンパク質の性能を評価する。

成果

タンパク質は、遺伝子組換え大腸菌内で生合成した。合成手法を検討し、一般的な手法より省力かつ高収量なシステムを構築した(図1)。CdあるいはAsと結合することを想定し、2種類のタンパク質を合成した(P1とP2)。それぞれの概要と収量を表に示す。P1については、pH 4 ~ 6においてCdとの結合を確認した(図2)。P2については、Asとの結合は確認されなかった。いずれのタンパク質も、結合部位の一部のアミノ酸(表中の斜体字)が異なっても結合能を持つことがあり、この部分を他のアミノ酸に変更することにより結合率が向上する可能性が考えられた。

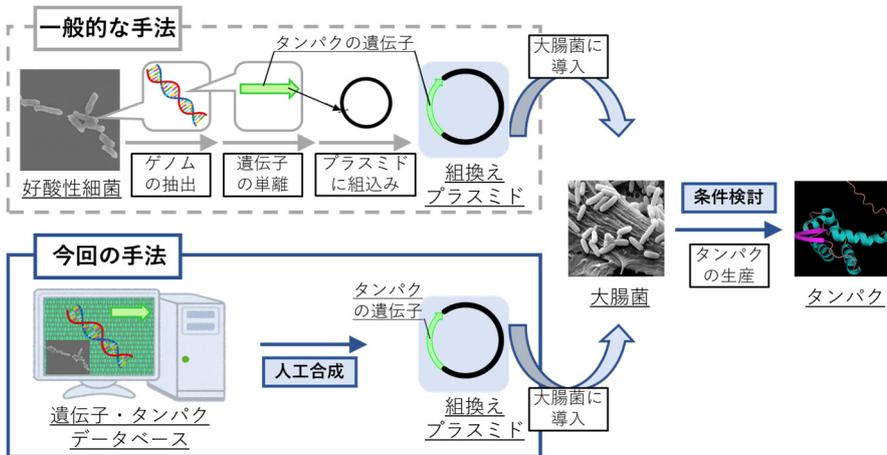


図1 遺伝子工学技術によるタンパク質の合成

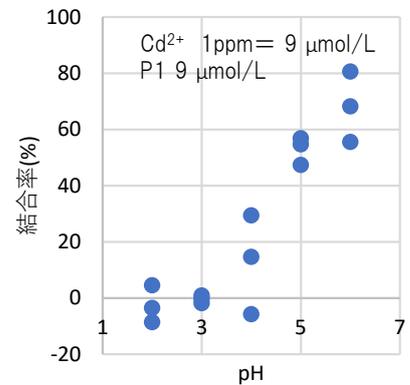


図2 P1とカドミウムの結合率

表 合成したタンパク質の概要

	P1	P2
結合対象	重金属イオン(ここではCd)	亜ヒ酸
大腸菌培養液1Lあたりの収量	55 mg ≤ (8.5 × 10 ⁻⁵ mol ≤)	16 mg (1.1 × 10 ⁻⁶ mol)
結合部位のアミノ酸配列とその数 (斜体字は他のアミノ酸の場合あり)	MTC <i>GH</i> C 1個 M:メチオニン、T:トレオニン、C:システイン、G:グリシン、H:ヒスチジン、R:アルギニン、D:アスパラギン酸	C <i>CHG</i> TRDC 1個

活用展開

遺伝子・タンパクデータベースの情報を基にした人工合成遺伝子導入技術は、各種汚染物質と選択的に結合するタンパク質の合成に活用できる可能性がある。本課題で合成した重金属イオン結合タンパク質は、弱酸性から中性の条件下で、カドミウムの回収システムに活用できる可能性がある。

背景

地すべりは、道内のライフラインに甚大な被害を引き起こしている。その対策を考える上では、地すべりの変動を面的に観測し、地すべりブロックごとの変動傾向を把握する必要がある。従来、地すべりの変動観測にはGNSS(全世界測位システム)が多く用いられてきた。GNSSでは現地に観測機器を設置する必要がある。すなわち、GNSSでは観測密度とコストがトレードオフの関係にあるため、観測点を高密度に配置し地すべりブロックごとの変動を観測することに課題があった。

目的

近年、人工衛星に搭載されたSAR(合成開口レーダ)によるSAR差分干渉解析(図1)を用いて地すべり等を観測する技術が開発されてきた。SAR差分干渉解析は、地すべり等による地表変動を面的に観測できる特徴を持つ。本研究では、道内で特に活発な変動を続ける幸内2地すべりを対象に、SAR差分干渉解析による地すべり観測の有効性を検討する。

成果

SAR差分干渉解析の結果、地形判読で幸内2地すべりの変動域と推定されていた範囲に、GNSSの観測結果と調和的な変動が得られた(図2)。GNSSとSAR差分干渉解析で観測した変動量の二乗平均平方根誤差は、約1.36 cmだった。このことは、SAR差分干渉解析がGNSSと比べてセンチメートル精度で地表変動を観測できたことを意味する。また、地すべりブロックごとの変動量を比較すると、2-1ブロックの変動量が最も大きいことが把握できた(図2)。本研究で明らかになった地すべりブロックごとの変動は、GNSSでは観測密度の低さから把握できていなかった。したがって、SAR差分干渉解析は地すべりの変動を面的に観測し、地すべりブロックごとの変動傾向を把握する上で有効な観測手法だと考えられる。

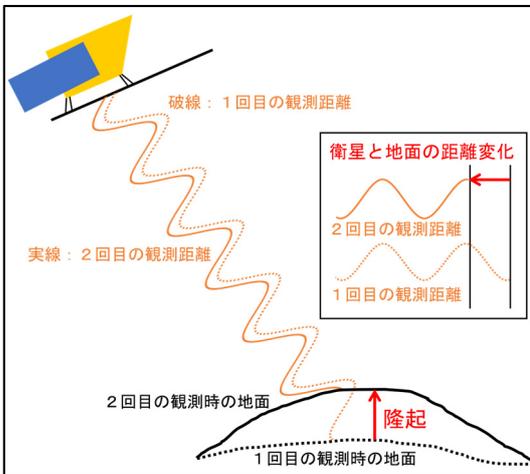


図1 SAR差分干渉解析のイメージ

SAR差分干渉解析は、人工衛星等の飛行体に搭載されたSARから地面に向かってマイクロ波を2回照射し、反射波の位相差(マイクロ波のズレ)を地表変動量として計測する。太陽光等の反射波を観測する光学センサと異なり、SARは自ら雲を透過するマイクロ波を照射するため、夜間や曇天でも観測できる特徴を持つ。ただし、SAR差分干渉解析で1度に観測できる地表変動方向は、衛星に搭載されたSARの向き(衛星視線方向)に制約される。

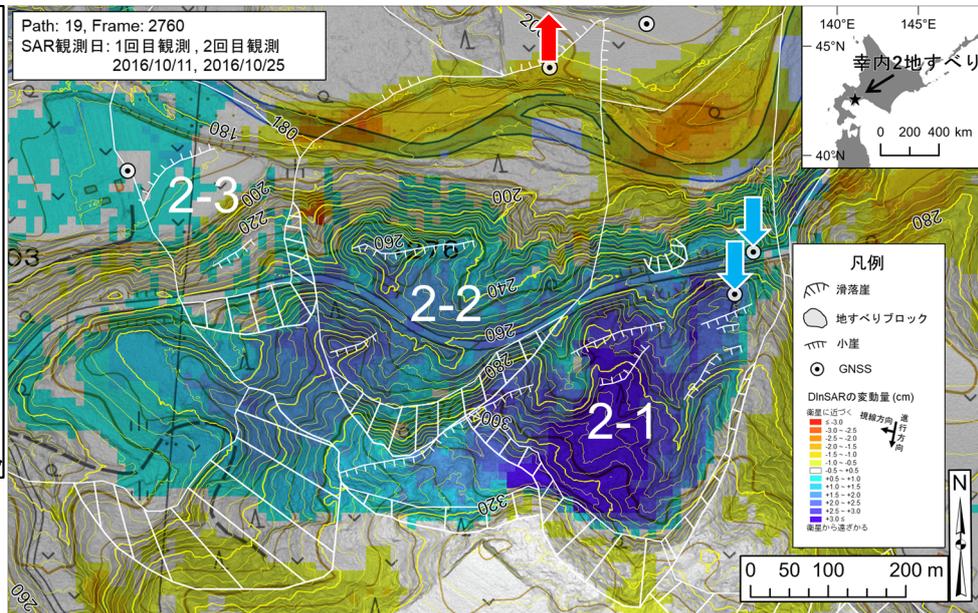


図2 SAR差分干渉解析で観測した幸内2地すべりの変動

SAR差分干渉解析に使用したALOS-2/PALSAR-2の衛星視線方向は、東南東から西北西に向かっている。これを用いたSAR差分干渉解析の結果を図2に示す。SAR差分干渉解析の結果は、暖色が衛星に近づく変動を、寒色が衛星から遠ざかる変動を示す。この結果から、地すべり斜面上部の沈降域と末端の隆起域の分布が把握できた。矢印はGNSSの鉛直方向の変動(赤:隆起、青:沈降)を示す。背景には国土地理院地図と平成25年の航空レーザー測量データから作成した陰影起伏図を使用した。

本研究は第1回(2022年度)RESTEC研究助成の支援を受けました。

活用展開

SAR差分干渉解析は衛星視線方向の制約を受けるものの、今回対象とした地すべり以外にも道内に分布する多くの地すべりの観測に活用することができる。また、今回使用したALOS-2のSARデータは、2014年以降のアーカイブが保存されている。今後は、過去の変動と現在の変動を照らし合わせることで、地すべりの機構解明や変動時期の予測に活用することが期待できる。

背景

北海道のなだらかな山地に広く分布する周氷河斜面では、近年の豪雨により斜面を構成する堆積物(周氷河堆積物)が崩壊する事例が多発した。周氷河堆積物は淘汰が悪い角礫と一括して記載されることが多いが、実際には細粒なシルト層や礫の配列構造が存在する。そのような構造は崩壊メカニズムと関連を持つことが指摘されており、それらの的確な認定および記載法の確立が求められている。

目的

シルト層の認定や礫の配列構造の定量的な記載など、周氷河堆積物の性状を的確に把握するための層相の判別法を提示する。判別法では、高品質ボーリングコアを用いた堆積物の観察・記載項目や着目点を整理し、非熟練な地質技術者でも容易かつ定量的な記載ができるように配慮する。あわせてX線CTによる観察法を提案する。

成果

黒土より下位の周氷河堆積物について、高品質ボーリングコアをもちいた層相(基質と礫の量比、基質の粒度、礫の大きさ、礫の形状、礫の配列、砂やシルトの層構造など)の判別法を提示した。また、X線CTで得られた画像を解析して粒子を三次元表示し、その形状や配列方向を客観的・定量的に評価することで、工学的な試験結果(透水性、強度など)との対応関係を把握できることを示した。これらの技術を活用することで、熟練した地質技術者でなくとも周氷河堆積物を比較的容易に判別・記載することが可能となった。

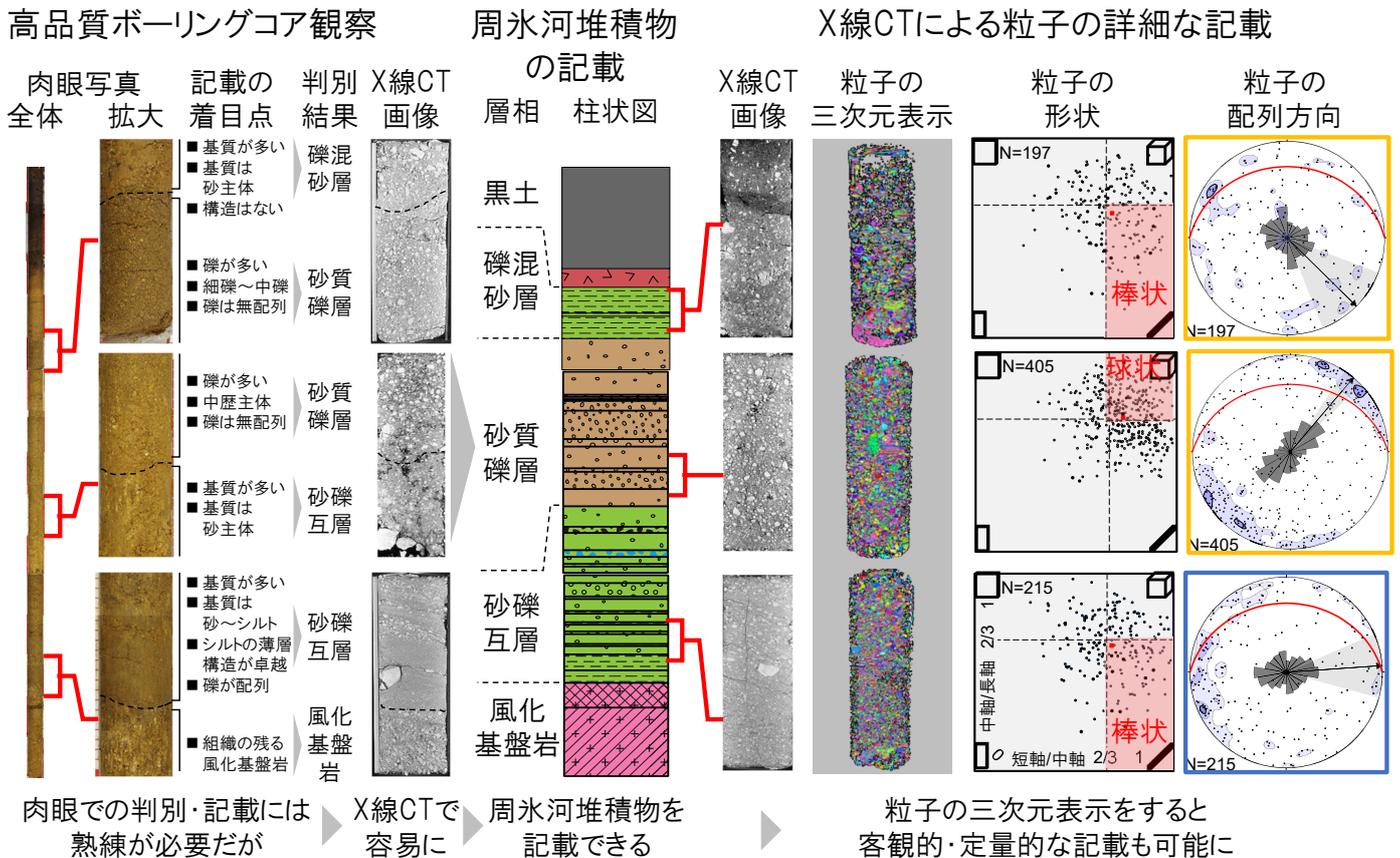


図 高品質ボーリングコアを用いた周氷河堆積物の記載方法

道総研重点研究課題

活用展開

本研究で提案した判別・記載方法を活用することで、建設・防災技術者、またその業務を発注する担当者が、周氷河斜面分布地域における堆積物の地質学的および土質力学的特徴を客観的・定量的に把握することが可能となった。本手法に基づいて土質・岩石試料を解析をすることで、孔内検層や物理探査などのデータとの対応関係についても検討できる。

背景

R3年度に新造された稚内水産試験場が所有する試験調査船北洋丸には、最新鋭の音波探査装置が3種搭載され、大量の地形・地質データの取得が可能となった。エネルギー・環境・地質研究所では、これまでに音波探査装置を用いて漁場環境の見える化に関する調査研究を行っており、音波探査に関する高い技術やノウハウを有していることから、北洋丸に搭載された音波探査装置の性能を最大限に引き出すことが可能である。

目的

漁場として有望な仙法志堆や抜海沖海域において、北洋丸に搭載された3種の装置(マルチビームソナー、サイドスキャンソナー、海底地層探査装置)による音波探査を実施し、解像度の高い海底地形図や底質分布図、深度断面図を試作して漁場環境の見える化を図る。

成果

本研究では、仙法志堆の利尻根と抜海沖海域(図1)を対象にマルチビームソナー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、海底地層探査装置による地質構造調査を実施し、対象海域の海底地形・底質・地質構造データを取得した。また、得られたデータの効率的・効果的な解析手法を開発して解像度の高い海底地形図や底質分布図、海底の深度断面図を試作した(図2～図4)。その結果、対象海域の微地形や底質の分布状況、さらには海底下の地質構造を従来よりも高い精度で可視化することができた。

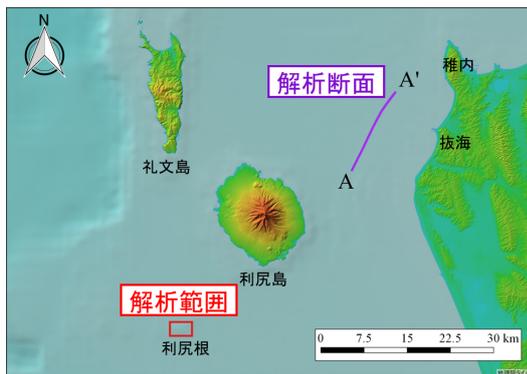


図1 調査海域

赤枠: マルチビームソナーとサイドスキャンソナーの解析範囲(図2、図4)

紫線: 海底地層探査装置の解析断面(図3)の位置

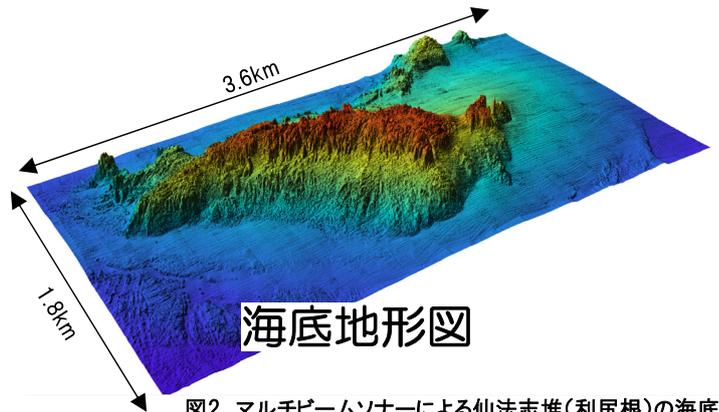


図2 マルチビームソナーによる仙法志堆(利尻根)の海底地形図

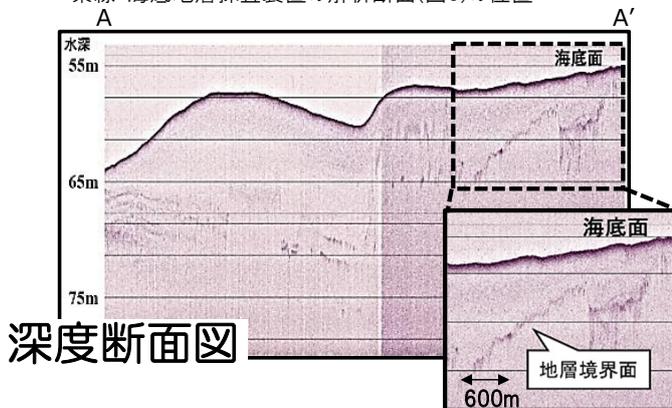


図3 海底地層探査装置による抜海沖海域の深度断面図

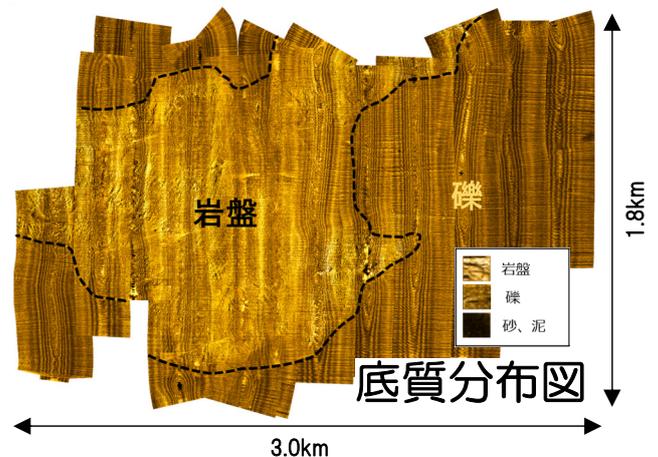


図4 サイドスキャンソナーによる仙法志堆(利尻根)の底質分布図

活用展開

本研究で得られた海底地形図や底質分布図、深度断面図などは、水産生物の棲息環境と比較することによって、資源管理や資源量評価を検討する水産研究に活用することができる。また、海域に分布する活断層の規模や連続性等を明らかにするなど、防災研究にも活用できる。



ヒグマは種子散布者として生態系の維持に役立っているのか？

○綱本 良啓・釣賀 一二三、
小林 木野実・祐川 猛・朝倉 卓也(札幌市円山動物園)

背景

北海道の生物多様性保全とヒグマの管理を両立させるためには、ヒグマの生態系機能(生態系の中で果たしている役割)を理解する必要があり、その1つとして、種子散布(植物の種子を運ぶこと)が挙げられる。北海道のヒグマは、果実を大量に採食し遠くまで移動して種子を排泄することにより、植物の世代更新や分布拡大に役立っていることが予測されるが、その実態はほとんど分かっていない。

目的

ヒグマの種子散布機能について、果実採食から排泄された種子が発芽するまでの一連の過程を明らかにすること。そのために、円山動物園の飼育個体に3種類の果実(ウワミズザクラ、ヤマブドウ、サルナシ)を与える採餌試験、採餌試験で回収した排泄された種子を用いた発芽試験、野生個体のGPS追跡データを用いた種子散布距離の推定を行う。

成果

ヒグマに採食された果実の種子は、平均数百メートル、最大数キロメートルの距離を運ばれ、発芽可能な状態で排泄されることが明らかになった。このことは、ヒグマが様々な植物の世代更新や分布拡大に役立っていることを示している。植物はヒグマ以外の動物にも種子散布を依存しているため、地域的にヒグマが減少または絶滅したとしても、直ちに植生へ深刻な影響が出ることはないと思われるが、長期的には地域の生物多様性へ影響を及ぼす可能性がある。

表1 ヒグマの種子散布の概要

対象とした植物3種のいずれにおいても、親樹から離れた場所に発芽可能な状態で種子が散布されることが明らかになった。

消化管通過時間: 札幌市円山動物園の飼育個体2頭(メス13歳, 体重128kg, オス10歳, 体重237kg)に対して、対象果実を与え、糞を回収。監視カメラにより排泄時刻を特定。各糞に含まれる種子の状態と数を記録。

散布距離: 森町で2009年に捕獲した野生個体3頭のGPS追跡データを使用し、1時間おきの移動距離を計算。消化管通過時間あたりの移動距離として種子散布距離を推定。**発芽率**: 採餌試験で糞から回収した種子を、野外に設置したプランターに播種し、発芽数を記録。

	平均消化管通過時間	平均散布距離	発芽率
ウワミズザクラ	5:19	279 m	32%
ヤマブドウ	5:30	301 m	51%
サルナシ	4:37	233 m	19%



ウワミズザクラ ヤマブドウ サルナシ

図1 ヒグマの排泄した糞から回収した対象種の種子と発芽実生

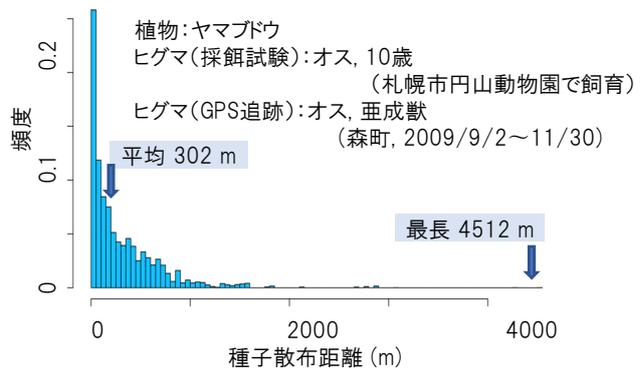


図2 種子散布距離の推定結果の一例

短距離しか運ばれない種子も多いが、最大で4 kmを越える種子散布距離が推定された。

本研究はJSPS科研費JP21K14879の助成を受けたものです。

活用展開

農業被害や人身事故などの社会問題を引き起こしているヒグマが、自然生態系の維持に役立っているというメッセージを社会に向けて広く発信し、ヒグマと人間が共存できる社会の実現へ貢献する。また、ヒグマやエゾシカなどの大型野生動物の生態系機能についての研究を今後も継続し、北海道の生態系管理に活用することを目指す。



シカ密度と人為攪乱(伐採・窒素降下)は林床植物の多様性をどう変えるか？

— 大規模・長期の操作実験による検証 —

○日野 貴文、揚妻 直樹(北海道大学)、日浦 勉(東京大学)

背景

北半球の多くの地域でシカが高密度になり、林床植物(広葉草本、低木、シダなど)に影響を与えている。そのような森林の多くは過去に伐採された歴史を持つと共に、産業活動による森林生態系への窒素負荷も起きている。伐採や窒素負荷といった人為攪乱は、林床植物の特定の分類群に正もしくは負の影響を与えるため、シカによる林床植物への影響を緩和もしくは強化する可能性があるが、そのような影響を検証した例は限られている。

目的

シカ密度(排除区、低密度、高密度)と人為攪乱(伐採:間伐、窒素負荷:窒素肥料散布)を組み合わせた野外操作実験(図1)において、シカが林床植物に与える影響を9年間の植生モニタリングにより検証する。そのことにより、人為攪乱がシカによる林床植物への影響を緩和もしくは強化するのか、およびその影響の経年変化について明らかにする。

成果

高密度のシカは、シダ、木性ツル、林床植物の総種数に負の影響を与え、その負の影響は経年的に増大した(図2左)。一方で、林床植物全体のバイオマスに負の影響を与え(写真1)、その負の影響は経年的に減少した。窒素負荷は、高密度のシカが低木の種数に与える負の影響を促進させた。伐採は高密度区におけるシカの不嗜好種(フッキソウなど)のバイオマスを大幅に増大させ、伐採がない高密度区と比べてバイオマスが調査開始9年後に約9倍になった。その結果、伐採された高密度区では多様性の指標であるシン普森多様度指数が低下した(図2右)。



写真1 排除区(左)と高密度区(右)の植生の違い

図1 低密度地域にシカを導入あるいは排除することで、密度を3段階に設定した野外操作実験の模式図。実線はシカの移動を妨げるフェンスを示す。点線は調査区の境界を示し、調査区の境界は杭があるのみでシカ移動を妨げない。

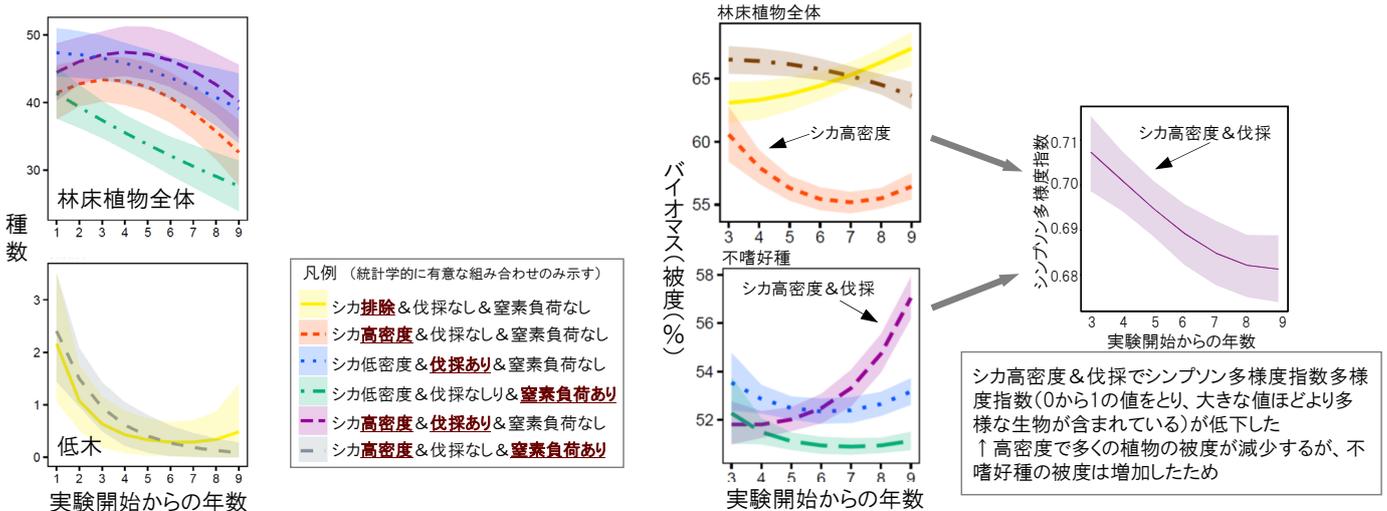


図2 種数、バイオマス、シン普森多様度指数の経年変化。統計学的に有意であったもののみ予測値(線)と95%信用区間(網掛け)を示す。一部の結果は省略。Takafumi et al. (2023) Forest Ecology and Management をもとに作成。

本研究は科学研究費助成事業(18380086, 25292085, JP20K06138)、環境総合推進費(D0909 S-9-3)、乾太助記念動物科学研究助成基金の研究助成を受けた

活用展開

本研究の成果から、シカが高密度に生息する森林では大面積の伐採を避けることや、伐採と同時にシカ密度の低減策をとることの重要性について森林管理者へ提案する。このことにより、高密度のシカが生息している森林において、生物多様性への負の影響を軽減した森林管理が進むことが期待される。

湿原から花がなくなる!?

— エゾシカの影響を減らすために —

○島村 崇志・稲富 佳洋・綱本 良啓・西川 洋子・福田 陽一朗

背景

湿原は、北海道の自然景観を特徴づける重要な生態系である。しかし、近年は、エゾシカの増加に伴う採食や踏みつけにより植生の劣化が進み、観光資源として重要な景観要素である美しい花々が失われている湿原もみられる。このようなエゾシカによる植生の劣化は、山岳域の湿原などこれまで人為的な影響を受けてこなかった湿原においても問題となっており、地元自治体やNPO等から保全対策が強く求められている。

目的

2015年頃からエゾシカの食害が確認され始めた山岳域の雨竜沼湿原を対象とし、湿原の主要な高茎草本で景観上重要なゼンテイカ、コバギボウシ、ナガボノワレモコウ(以下「主要3種」)の花茎の食害率を調査するとともに、UAV撮影画像からシカ道密度の分布図を作成することによって植生へのエゾシカの影響を把握し、湿原保全手法を提案する。

成果

主要3種は花茎の70~95%が被食され、花の多くが失われていた(図1)。主要3種は湿原内に広く分布しているが、食害率の場所による違いはなかった。一方、シカ道密度は、特に湿原南東部で高いことが明らかとなった(図2)。植生保全対策として、エゾシカの捕獲と植生保護柵の設置による防除を両輪で進め、食害と踏圧の影響を低減することが重要である。捕獲は、山麓の越冬地のほか、湿原内では南東部での実施が効果的であり、防除は、シカ道密度が高い湿原南東部の主要な植物群落に小型の植生保護柵を緊急避難的に設置することが効果的であると考えられた(図3)。

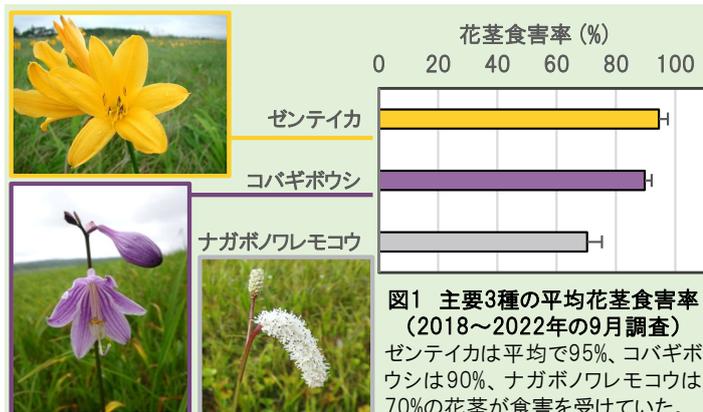


図1 主要3種の平均花茎食害率 (2018~2022年の9月調査)
ゼンテイカは平均で95%、コバギボウシは90%、ナガボノワレモコウは70%の花茎が食害を受けていた。

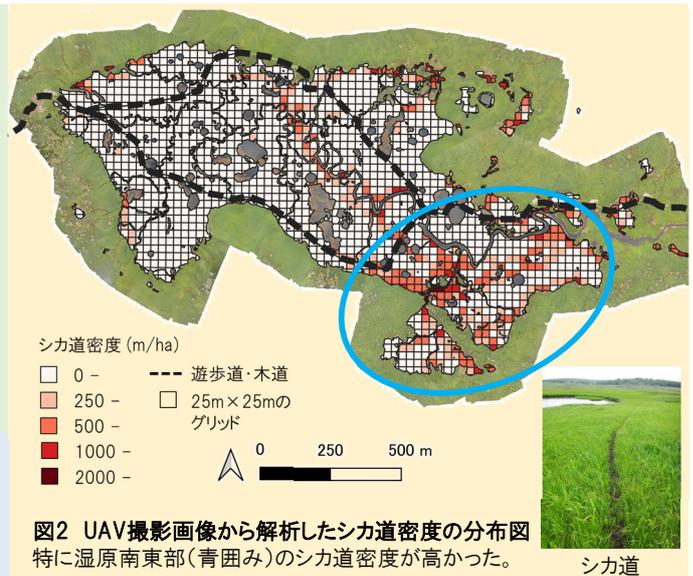


図2 UAV撮影画像から解析したシカ道密度の分布図
特に湿原南東部(青囲み)のシカ道密度が高かった。



図3 湿原南東部の植生保護柵の設置候補地

植生保護柵の設置候補地となるシカ道密度が高い場所を抽出し、その場所の湿原植物群落を25m×25mグリッドで示した。この中から各群落にバランス良く柵を設置すると良いと考えられる。

- 主要な湿原植物群落
- イワノガリヤス-コバイケイソウ群落
 - ヌマガヤ-マリスゲ群落
 - ヌマガヤ-キダチミズゴケ群落
 - ヌマガヤ-イボミズゴケ群落



協力機関: 雨竜沼湿原を愛する会・En Vision環境保全事務所・雨竜町・道空知総合振興局

活用展開

手引き「エゾシカによって劣化した湿原を保全するために (1)雨竜沼湿原 編」を作成し、エネ環地研のホームページ(<https://www.hro.or.jp/list/industrial/research/eeg/development/publications/pub032.html>)で公開した。道が実施する指定管理鳥獣捕獲等事業における捕獲場所の検討や、公園管理における植生保護柵の設置地点の検討などへの活用が期待される。

温泉とともに湧出する 可燃性天然ガスの活用に向けて

○林 圭一・鈴木 隆広・大森 一人、坂上 寛敏(北見工業大学)

背景

近年、エネルギーの地産地消による分散型エネルギーシステムの検討が進むなかで、未利用エネルギーである**温泉に付随する天然ガス**(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倍であり、大気放散するよりも燃焼利用する方が環境負荷が低い。しかし、これまで未利用で大気放散されていたため、利活用にあたって必要な資源の現況(湧出量、メタン濃度等)は、ほとんど把握されていない。

目的

自治体や事業者が、温泉付随ガスの利用適性を理解し、利用計画を検討するための情報や、利用のために鉱業権の取得を目指す際に必要な情報を提供するため、温泉付随ガスに関する情報基盤を構築する。

成果

- 北海道内の39源泉で温泉水および温泉付随ガスを採取・分析し、その化学組成を明らかにした。
- 資源量評価を目的として、温泉付随ガスの化学分析の結果と源泉の地質学的背景からガスの起源を推定した。
- 温泉付随ガスの湧出量が多い源泉について、その特性を把握するためのガス流量の調査を実施し、その解析結果に基づき、温泉付随ガスの利用適性を評価した(実測:2源泉、収集資料をもとにした解析:3源泉)。

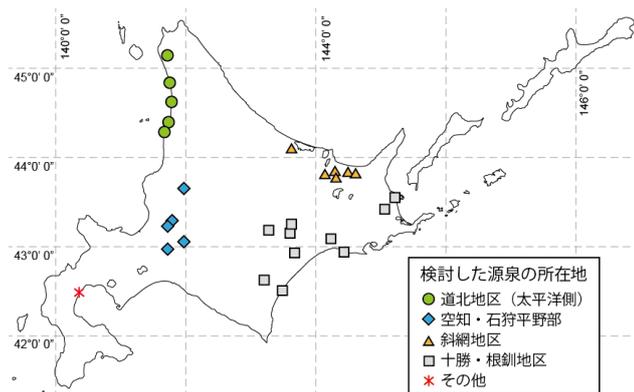


図1 温泉付随ガスの採取地点

既存資料に基づき、温泉付随ガスが豊富な空知地区、道北地区、斜網地区、十勝・根釧地区を中心に温泉・ガスの分析を実施した。

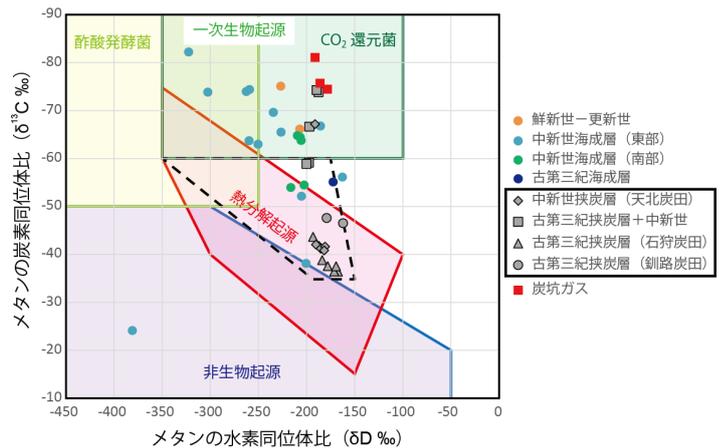


図2 メタンの水素-炭素同位体比による起源と地質の関係

炭田地域などの深部に石炭を含む地層がある源泉で、生成量が多く、資源として有望な熱分解起源のメタンが卓越する傾向がある。

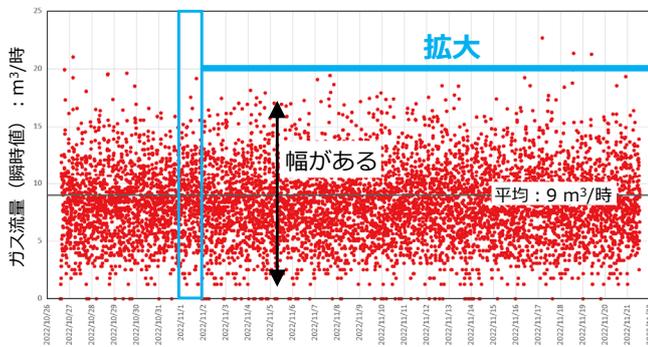
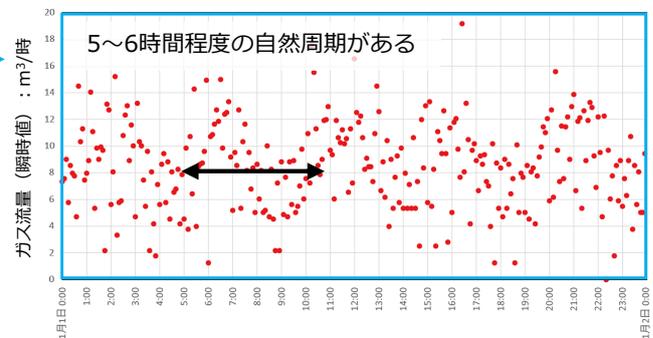


図3 自噴源泉における温泉付随ガス流量の経時変化(左:R4年10月26日~11月21日、右:11月1日の拡大)

本源泉では、バラツキはあるものの測定期間を通じて平均 9 m³/時 程度の湧出があった。このバラツキは、5~6時間周期の自然変動であった(右図)。→ このようなガス流量の自然変動などを理解することが、**利用の可否や、持続可能な利用計画を議論・考慮していく材料**となる



活用 展開

温泉付随ガスに関する全道的なデータベースを構築し、温泉付随ガスの利用を検討している自治体・事業者に対し、温泉付随ガスの利活用および鉱業権の取得に関連する情報を提供する。また、温泉付随ガスの利用促進を図ることで、環境に配慮した未利用地域エネルギーの地産地消を促進する。

○鈴木 隆広・白土 博康・保科 秀夫・多奈田 紘希・
田村 慎・岡崎 紀俊・北口 敏弘・高橋 徹哉

背景

当別町太美地区の地下には、一般的な地下水と比べて水温が高く、塩分濃度も高い地下水の存在が知られている。戦略研究(エネルギーⅡ)において、その地下水熱を用いてヒートポンプを高効率に活用する実証試験に取り組み、大きな成果を上げている。この研究成果を踏まえ、当別町は昨年度にゼロカーボン推進計画を立案し、地下水を面的にヒートポンプの採熱源として利用していくとしている。しかし、その面的広がりや資源量については、未だ不明な点が多い。

目的

当別町太美地区で過去に掘削されたボーリングデータ、当所で行なった電気探査データ、ロイズタウン駅前に導入された採熱井の物理検層データおよび水質データを総合的に分析・考察することで、当該地区における帯水層の状況(三次元的な広がり・温度・水質)を明らかにし、当別町での地下水熱利用の促進を図る。

成果

既存井の地質柱状図や電気探査の解析結果から、太美地区の地下には、砂礫層や砂層から構成される帯水層(上面深度40~50m)が連続して広がっていることが明らかになった(図1・図2)。また、ロイズタウン駅前採熱井(試験井:スクリーン区間(深度36m~100m)、本設井①・本設井②:スクリーン区間(深度88m~96m))の微流速検層と揚水試験時の水質分析結果から、地下40~50m以深に広がる帯水層は、厚い1枚の帯水層ではなく複数の帯水層から構成されており、下部の帯水層は上部の帯水層よりもpHと塩化物イオン濃度が高いことが明らかになった(図3・表1)。

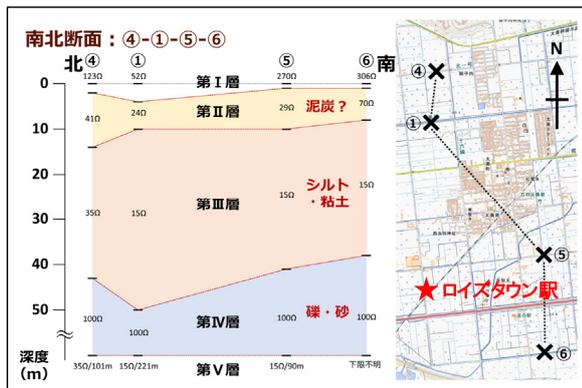


図1 電気探査による比抵抗断面図(南北)

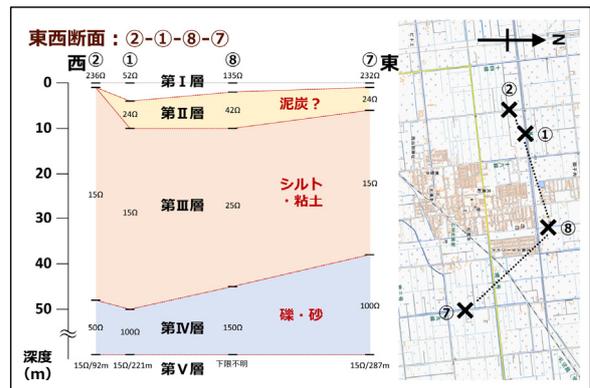


図2 電気探査による比抵抗断面図(東西)

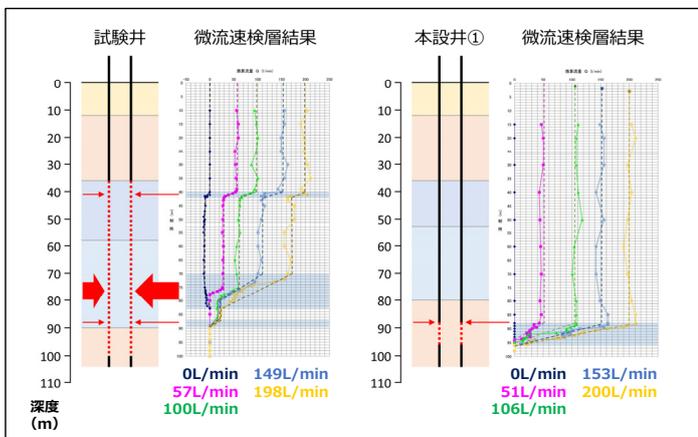


図3 各採熱井の微流速検層結果(左:試験井 右:本設井①)

表1 試験井および本設井の揚水試験時の性状

試験井は揚水量を増やすとpHはアルカリ側にシフトし塩化物イオン濃度も増加するが、本設井は変化しない

	試験井			本設井		
	Temp. (°C)	pH	Cl (mg/kg)	Temp. (°C)	pH	Cl (mg/kg)
50L揚水	18.2	7.12	174.1	22.0	7.83	1449
100L揚水	18.9	7.14	177.5	21.4	7.81	1462
150L揚水	18.5	7.37	180.5	19.3	7.83	1461
200L揚水	18.8	7.50	239.8	18.8	7.81	1456

活用展開

本研究で得られた成果を当別町に提供することで、太美地区で新たに建設等が計画されている施設での地下水熱利用が促進される。また、本研究で実施した採熱井開発時の導入プロセス(既存井・既存文献調査⇒電気探査⇒掘削⇒温度検層・比抵抗検層⇒揚水試験・微流速検層)は、地下水熱の利活用を検討している他の地域において、有益な判断基準として活用される。

背景

道内食品工場へのアンケート調査結果から、①8割の工場で蒸気ボイラを使用していること、②蒸気排熱の活用は進んでおらず、排熱活用が期待されていることがわかった。排熱を利用するには、熱の発生側と需要側の時間や場所の不一致が問題となるが、これを解決する方法の一つに“蓄熱技術”がある。そこで、これまで蒸気排熱の温度範囲(100～200℃)に対応可能な潜熱蓄熱材を用いた潜熱蓄熱装置の試作・改良を行い、基礎的な技術や知見を蓄積してきた。

目的

本研究では、既往研究で得られた技術や知見を発展させ、実用に近いベンチスケールでの蓄放熱試験を行うことで、実際に稼働する蒸気設備に蓄熱装置を組み込む際に想定される、潜熱蓄熱システムの構成・運用に関する課題の把握や、技術・知見の蓄積を図る。

成果

実用に近い状態での潜熱蓄熱システムの構成・運用を検討するため、道内食品工場において、蒸気配管スチームトラップで捕捉できる排蒸気熱量や利用可能な排熱温度を把握した(図1)。また、熱輸送媒体(オイル)の蓄熱装置への流入方式を選択(図2)することにより、熱需要に合わせて熱の放出速度の制御が可能であることを見いだした(図3)。さらに、蒸気から熱回収して蓄熱し、給水への熱放出が可能なシステムを構築した(図4)。

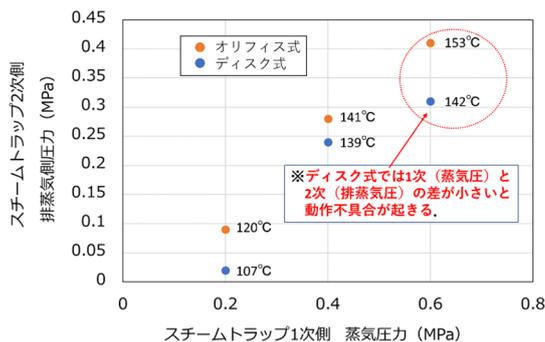


図1 スチームトラップからの排蒸気圧力

スチームトラップの種類を変えて排蒸気側の圧力(温度)を測定した。安定した排蒸気側の圧力を維持するには、ドレン排出の作動時に差圧が必要ないオリフィス式のスチームトラップが適していることがわかった。

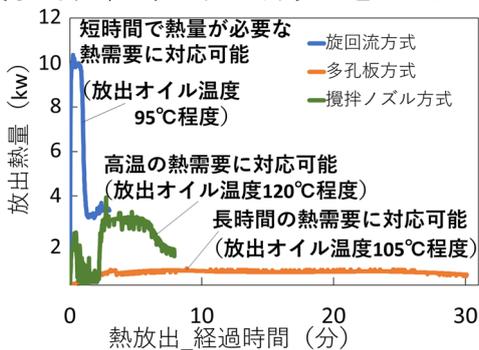


図3 各オイル流入方式の放熱特性

流入方式の選択により、熱の放出速度の制御が可能であることを見いだした。水では不可能な100℃以上の熱回収が可能であった。

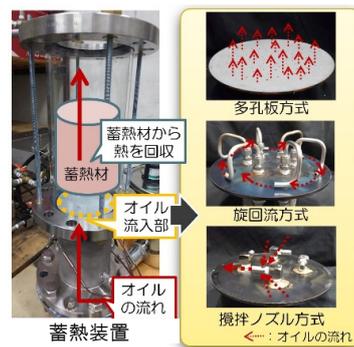


図2 オイル流入方式

熱輸送媒体であるオイルの蓄熱装置への流入方式について、旋回流方式、多孔板方式、攪拌ノズル方式を検討した。

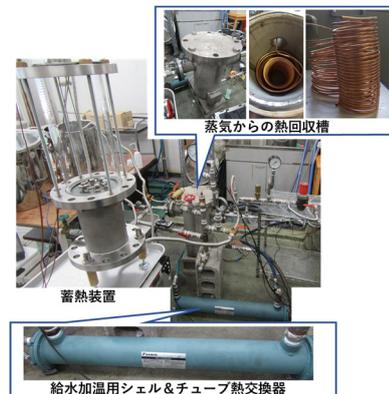


図4 構築した放熱・蓄熱システム

熱回収槽は0.4 MPa以上の排蒸気圧力に対応し、高温の排蒸気の回収が可能である。給水加温用熱交換器はメンテナンス性などを考慮し、シェルアンドチューブ方式を選定した。

活用展開

- ・道内の工場、施設等で排熱活用技術を導入するにあたり、得られた知見を活用し、既設設備による排熱量把握、適切で効果的な設備の選定などの指導を行う。
- ・道内の工場、施設等への排熱活用技術の導入により、排熱利用が促進され、燃料使用量の削減によるCO₂排出量削減とランニングコストの削減が期待できる。

捨てられる農林残渣の新しい方法での 利活用に向けた基礎的な研究

○小倉 貴仁・藤澤 拓己、上出 光志

背景

北海道内での農産物や木材製品の生産時に発生するバイオマス廃棄物(農林残渣)の量は年間17万トンにも及ぶと推定され、これは熱量に換算すると約5万世帯分の灯油使用量に匹敵する。この未利用バイオマス資源を燃料として熱利用するためには、ペレット等に成形して燃焼させる必要があるが、ペレット燃料の生産コストの低減や燃焼制御性の改善などが課題となっている。

目的

上記課題解決のアプローチとして、バイオマス原料を数mmに破碎した粗砕燃料を提案した。粗砕燃料を用いる場合、製造コストの低減、燃焼性(着火性と反応性)の改善、ハンドリング性(貯蔵性、搬送性)の維持が求められるが、本研究では第一段階として、粗砕燃料の特性について、その基礎データの取得を目的とした。

成果

実現象により近い条件での燃焼性を評価するために、試料容器中ガスを通気した条件で熱重量測定が可能な試験装置(図1)を構築した。この装置を用いて道内で発生するバイオマス廃棄物のうち、発生量が多い(図2)、あるいは入手が容易なものを中心に選定し、熱重量測定による燃焼性の比較を行った(図3、4)。加えて、灰分、発熱量、かさ密度、圧縮度などの燃料特性を明らかにするとともに、従来燃料(ペレット)および先進技術(木質パウダー)との比較を行った(表1)。

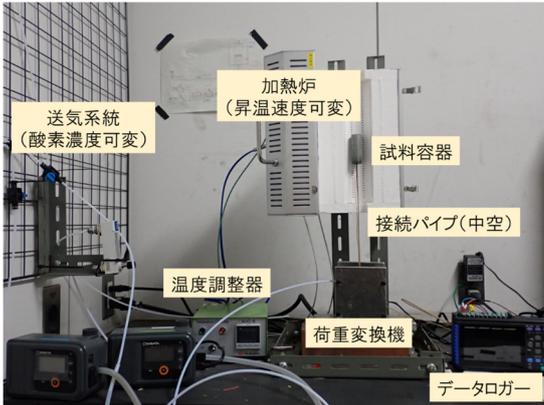


図1 試験装置の写真

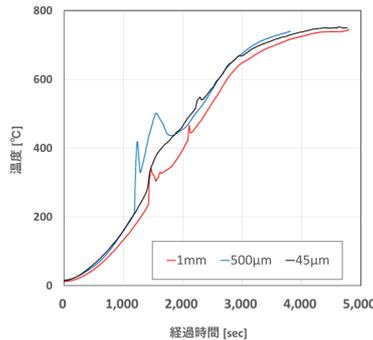


図3 粒径による反応性の比較
粒径が細かすぎる場合、本装置では通気障害が発生して反応性が損なわれる

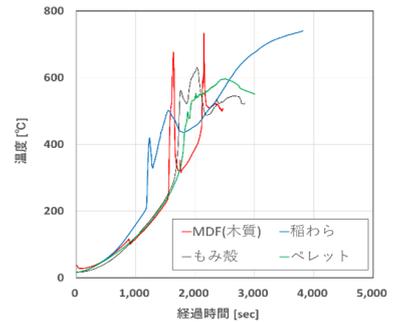


図4 燃料種による反応性の比較
セルロースとヘミセルロースの含有量の違いが反応性に影響することが推測される

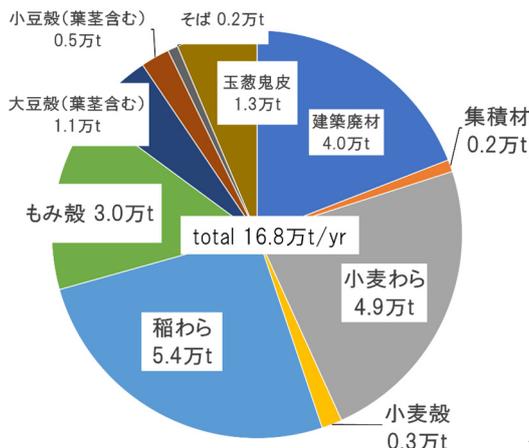


図2 道内での各廃棄物の発生量(単位:万t/yr)
(廃棄物発生量) = (各農林生産物の生産量) × (残渣発生原単位) × (1-再利用率)

表1 燃料性状(燃料サイズ:500μm~2.0mm)

	燃料種	灰分 [%-mass]	発熱量 [MJ/kg-d]	かさ密度 [t/m ³]	圧縮度 [%]
農産系	稲わら	10.3	15.9	0.125	27.8
	麦わら	7.69	16.0	0.094	24.0
	もみ殻	18.5	14.8	0.101	11.5
木質系	木材 (MDF)	0.86	19.1	0.221	12.8
	木材 (パウダー)	0.57	19.5	0.195	14.1
	木質ペレット	1.08	19.0	0.755	6.7

かさ密度はかためかさ密度を示す。
圧縮度 = (かためかさ密度 - ゆるめかさ密度) / かためかさ密度
ゆるめ: 試料を静かに充填 / かため: その状態から容器をタップし再充填した後に測定した密度
圧縮度は貯蔵性、搬送性などの指標の一つで、大きいほど悪いことを示す。

活用 展開

本研究で得られた粗砕燃料の反応性についての基礎データは、提案者がR5年度に実施する後継テーマに活用する。将来的にはこの粗砕したバイオマス燃料を燃焼させるためのバーナー開発への活用を想定している。また、構築した試験装置は、各種バイオマスを用いた燃料の製造、燃焼方法を検討するためのバックデータの取得に活用する。

○多奈田 紘希・保科 秀夫・白土 博康・林田 淳

背景

北海道ではエネルギー自給率向上及びゼロカーボン達成に向けて、豊富な再生可能エネルギーを地産地消するエネルギー需給システム(以下、再エネ需給システム)の導入が期待されている。当研究所ではこれまで再エネ需給システムの導入の基礎検討として制御ロジック¹⁾の設計等を行ってきており、システムの実用化に向けて、検討した制御ロジックの検証や最適化の調整が必要である。

1)パソコン用ソフトで作る制御装置の動作のシナリオ(内容、手順、方法)

目的

本研究は、ラボスケールでモデル化した既存の廃湯熱利用システムを対象に、システムの実用化に向けた一連の工程(制御ロジックの実装・改良、実証試験)を実施し、システムの制御ロジックを制御装置(PLC²⁾)に組み込む技術を獲得すること、これらの工程で得られるシステム制御に関するノウハウの蓄積を図ることを目的とする。

2)メモリに記憶されたプログラム(制御ロジック)に基づく入出力を行う制御装置

成果

本研究で構築したモデルでは給湯(R_1)、蓄熱(R_2)、追い焚き(R_3)の3種類の運転の切換を想定し(図1)、それらの制御ロジックを設計してPLCに組み込んだ(写真1)。実証試験では、当初意図せぬ運転の切換を確認したが、それを抑制・回避する制御ロジックの改良により、所望の切換を確認できた(図2)。以上により、システムの実用化に向けた一連の工程をラボスケールで実証でき、様々な再エネ需給システムの制御に関するノウハウの蓄積が可能となった。

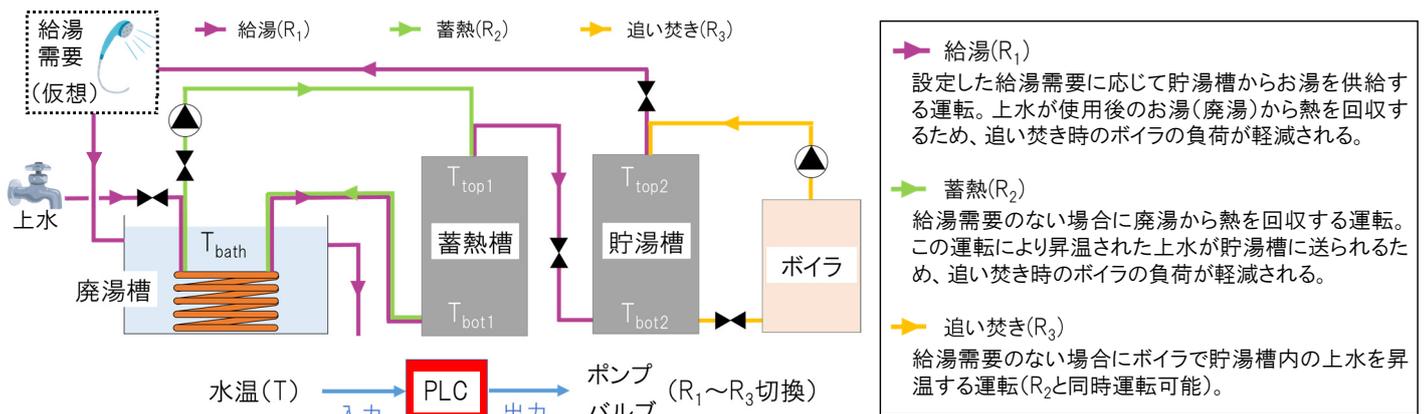


図1 モデル概要

添字 bath: 廃湯槽, top1: 蓄熱槽上部, bot1: 蓄熱槽下部, top2: 貯湯槽上部, bot2: 貯湯槽下部

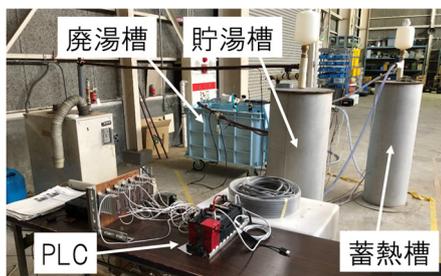


写真1 実証試験装置

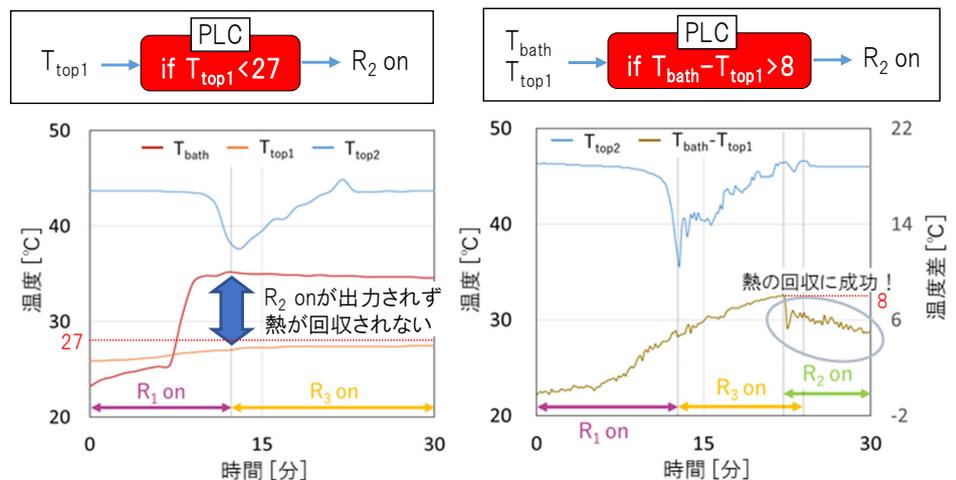


図2 制御ロジック改良前後の蓄熱(R_2) onの条件と実証試験結果の比較

左:改良前、右:改良後

活用展開

本研究で得られた制御ロジックを制御装置に組み込む技術は、当研究所でR5年度から実施する季節間蓄熱システムの研究に活用される。また、本研究の成果は今後再エネ需給システムの導入を検討している自治体・事業者との共同研究や技術支援に活用する。

バーチャルマイクログリッドを用いた リユース蓄電池の活用法の提案

○林田 淳・白土 博康、太田 豊(大阪大学)

背景

近年、地球温暖化防止とエネルギー自給率向上、災害対応のため、地域分散型の再生可能エネルギー(以下、再エネ)の活用が求められている。出力変動を伴う再エネの普及及びレジリエンス向上には地域マイクログリッド(図1右)の活用が有効であり、電力需給調整力として蓄電池が期待されている。しかし、蓄電池システムがコスト高(図1左)なことから、その普及には低コスト化が望まれており、解決策のひとつとして、安価な車載駆動用蓄電池のリユースが注目されている。

目的

本研究では、バーチャルマイクログリッドを活用し、車載駆動用蓄電池のリユース蓄電池システム(以下、リユース蓄電池システム)が既存の小規模なマイクログリッドに適合可能かを社会実装前に検証する手法を提案し、蓄電池システム導入の低コスト化に貢献することを目的とする。

成果

構築したバーチャルマイクログリッドのラボモデルを図2に示す。バーチャルマイクログリッドを用いることで、実機のリユース蓄電池システム(リユース蓄電池と電力系統と接続用のインバータで構成)が、バーチャルで再現した地域マイクログリッドで運用可能か効率的に評価できた。以上より、バーチャルグリッドは、リユース蓄電池システムと地域マイクログリッドの適合性について、社会実装前の事前検証に有効な手法であることを確認した。

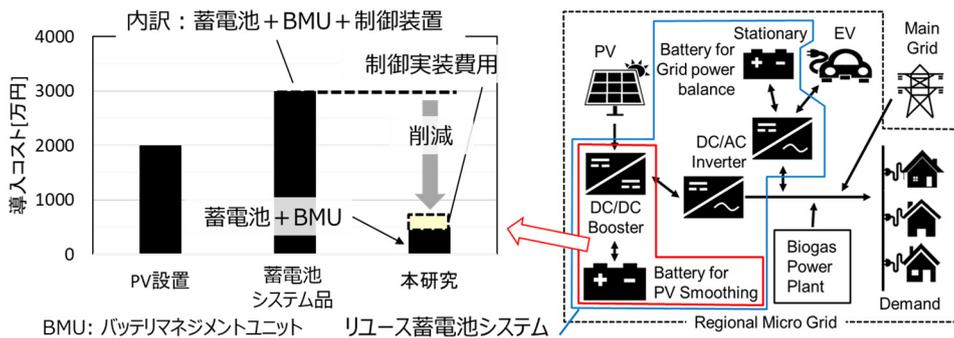


図1 蓄電池システムの導入コスト及び想定する地域マイクログリッド
図1右は、発電として、低圧電力のPV及びバイオガス発電、負荷として、複数の需要家、調整力として、PVの出力変動を平滑化するリユース蓄電池、グリッドの調整電力用にリユース蓄電池またはEVを有する地域マイクログリッドを想定している。

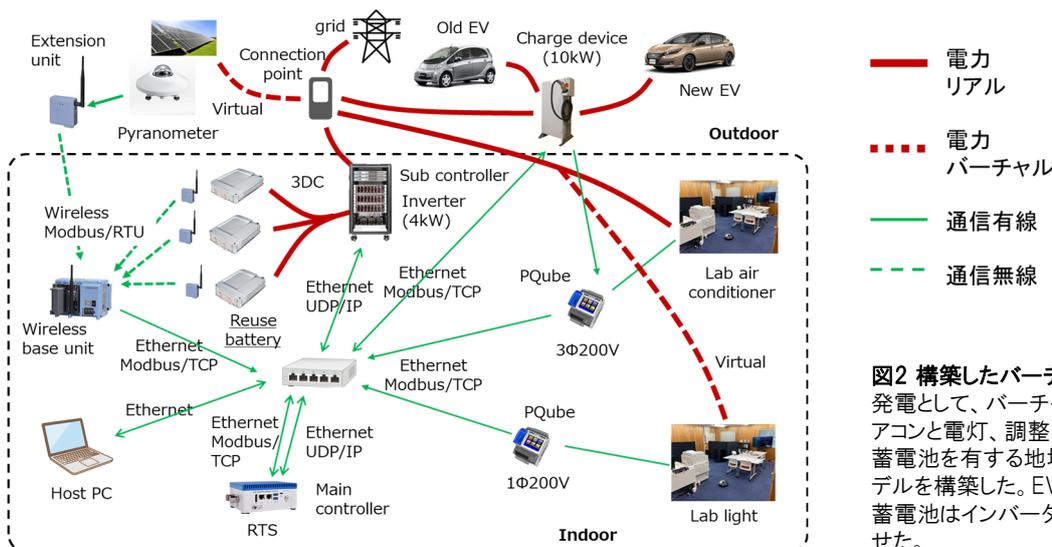


図2 構築したバーチャルマイクログリッド
発電として、バーチャルでPV、負荷として、エアコンと電灯、調整力として、EV及びリユース蓄電池を有する地域マイクログリッドのラボモデルを構築した。EVは充放電装置、リユース蓄電池はインバータを経由して系統連系させた。

活用展開

成果は、R5-6に予定する地域マイクログリッドのV2Xシステム(Vehicle to everything)の安定運用に関する研究に活用する。
 今回構築したバーチャルマイクログリッドを用いて、リユース蓄電池の評価やマイクログリッドの最適システム構築により、地域での再エネの普及及びレジリエンス向上に貢献する。

背景

湿り蒸気(水滴を含む水蒸気)のように同一物質の気体と液体が混合して流れている場合、蒸発や凝縮により液体と気体の比率(液ガス比)が容易に変化し、その際には爆発的な体積変化が伴うことから、速度をはじめとする流れの様相が劇的に変化する。このことを利用した技術として、ディーゼルエンジンへの燃料噴射において意図的に蒸発を起こすことで効果的に燃料を燃焼室に分散させる技術開発などが行われており、流れ状態の正確な把握が望まれている。

目的

本研究では蒸発・凝縮を伴う噴流を想定し、その噴出口における状態(液ガス比と速度)を把握するため、理論的手法と実験的手法をそれぞれ考案した。水滴・水蒸気の混合噴流を発生させる実験装置を構築し、噴出口における状態を2つの手法で把握した上で(図1)、結果を互いに比較することで手法の適用範囲と誤差要因を明確化することを目的とする。

成果

エネルギー保存則に基づく理論的手法により算出された噴出口における速度と液ガス比を図2に示す。蒸気の供給量が増えると速度が早くなる一方、水の供給量が増えると凝縮による体積収縮の影響が大きくなり速度が低下してゆくことなど、蒸発・凝縮の効果が反映された理論解が得られていることがわかる。図3に実験的手法の一つとして実施した PIV法により得られた噴流の速度分布を示す。噴流に含まれる水滴にレーザー光を照射することで流れの観察が可能となり(図3(a))、一定の時間間隔で撮影された2枚の写真の相関から各位置における速度の算出が可能となった(図3(b))。

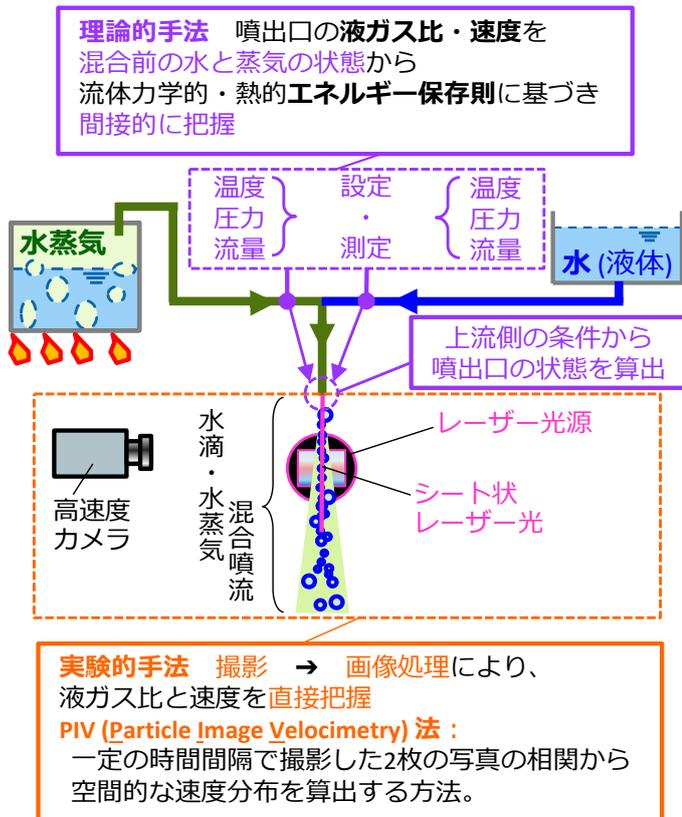


図1 実験装置模式図と理論的・実験的状態把握手法

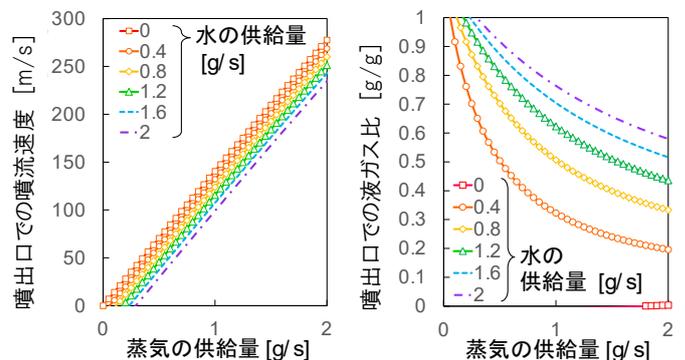


図2 理論的手法により算出された噴出口での速度と液ガス比

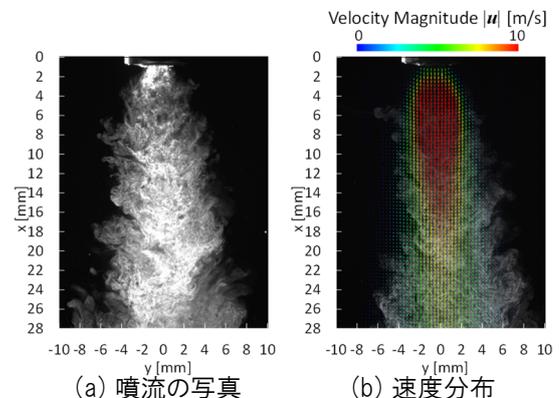


図3 実験的手法(PIV法)により算出された噴流の速度分布

活用展開

理論的手法は配管や噴出口の形状や物質の種類によらず適用可能であるため、得られる解は燃料の蒸発噴霧を始めとした機器設計において汎用性の高い指標として用いられることが期待される。実験的手法は本稿で紹介したPIV法他、様々な撮影・画像処理法を試行しており、気体・液体だけでなく固体・液体など、様々な混相流に適用可能な一般的手法としての活用が期待される。

背景

近年、廃棄物の処理と有効利用は世界的に大きな課題となっている。ガラスは融かせれば何度でも再生できる環境にやさしい素材であり、リサイクルが可能である。ただし、ガラスと一口にいっても窓ガラス、ガラス瓶、耐熱ガラス、液晶ディスプレイ、コップ、照明など用途によっていろいろな種類があり、性質も異なるため、それぞれに合った有効利用・処理方法を検討することが必要となる。

目的

廃ガラスの性質を調べ、大きなガラス工場のない北海道での地域にあった有効利用・処理方法を検討する。具体的には、蛍光管、鉄鋼スラグ、太陽光パネルや自動車ガラスを使った装飾タイル、建材、テーブルウェアなどの製品開発を行う。また、鉛ガラスであるブラウン管ファンネルガラスの脱鉛無害化処理を検討する。

成果

各種廃ガラスについて、成分分析、熱分析、表面分析、電子顕微鏡観察などの手法により評価を行った。その結果をもとに、蛍光管ガラスからは、装飾タイル(図1)、鉄鋼スラグと無鉛のブラウン管パネルガラス粉末からは建材タイルを開発した。また、鉛を含むブラウン管ファンネルガラスについては、還元溶融により鉛を金属として分離、回収した(図2)。道総研を含め全国の公設試での開発例を集約し「ガラスリサイクル開発事例集」(図3)として公開中。



図1 蛍光管ガラスのリサイクルによる装飾品(左)装飾タイル、(右)壁面装飾(千歳市立泉沢小学校)

Inano, Akemoto, Asakura: Glass Struct Eng (2022). <https://doi.org/10.1007/s40940-022-00199-5>

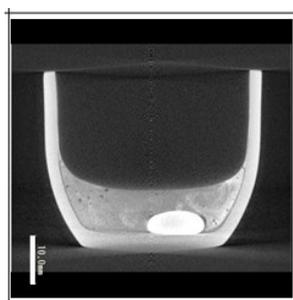


図2 ブラウン管ファンネルガラスの還元溶融による鉛分離のX線CTによる観察(白い部分が沈殿した鉛)

Inano et al.: Ceram. Soc. Jpn., 126 [8] 595-601,(2018)

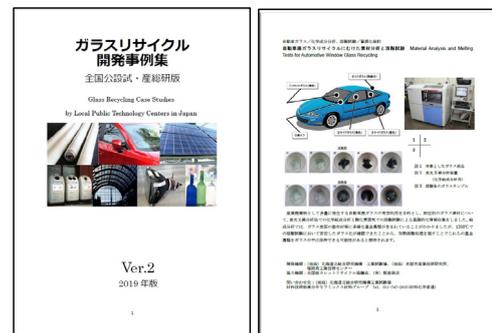


図3 ガラスリサイクル開発事例集(左)表紙、(右)事例紹介ページ

<https://regcol.aist.go.jp/file/sgr/1613123155863.pdf>

謝辞 これらの研究は、旭硝子(現AGC)リサーチコラボレーション制度、環境研究総合推進費、鉄鋼環境基金助成研究、ノーステック財団イノベーション創出研究支援事業、大倉和親記念財団学術研究助成によって実施しました。ここに記して感謝します。

活用展開

これらの成果は、道内の廃棄物処理企業がガラスを含む製品を処理する際や、製造業が廃ガラスを有効利用し新たな製品を開発する際に活用できる。これによって、最終処分される廃棄物が減少するため、環境負荷の低減に貢献し得る。廃棄物を詳細に分析し、有効利用や処理方法を検討する手法は、他の廃ガラスや、ガラス以外の無機系廃棄物への展開も可能である。

私たちが捨てたプラスチックはどう処理される？

— 道内の一般廃棄物に由来するプラスチックの処理フローの推計 —

○朝倉 賢・山口 勝透・丹羽 忍・福田 陽一朗・永洞 真一郎・
小野 理、阿賀 裕英(研究戦略部)

背景

気候変動や海洋プラスチックごみ問題、諸外国の廃棄物輸入規制等への対応を契機として、2019年に「プラスチック資源循環戦略」が策定されるなど、国内および各地域においてプラスチックの資源循環を促進していくことは重要な課題となっている。このような背景のもと、2020年度から「廃プラスチックのフローの把握等に基づく処理体制の構築に向けた調査研究」を開始した。その成果の一部として、一般廃棄物由来のプラスチックの処理フローの推計結果について報告する。

目的

道内におけるプラスチックの資源循環を促進するためには、プラスチックがどこで、どのくらい排出され、どのように処理されるかといった処理フローに関する情報を把握する必要がある。本研究では、環境省が公開している一般廃棄物処理実態調査などの統計データをもとに、道内の一般廃棄物に由来するプラスチックの処理フローを推計することを目的とした。

成果

道内の一般廃棄物に由来するプラスチックの処理フローの推計結果を図1に示す。分別された容器包装プラスチックやペットボトルなどは、マテリアルリサイクルやケミカルリサイクルによって処理されており、約31%がリサイクルされている結果となった。焼却発電などのエネルギー回収(約51%)を含めると、全体の約82%が有効利用されていると推計された。一方、残りの約17%は単純焼却や埋立といった未利用な状態で処分されていることも明らかとなった。北海道全体では、日本国内のプラスチック処理内訳と類似した結果となった(図2)が、地域によってリサイクル率に差があることなども判明した(図3)。

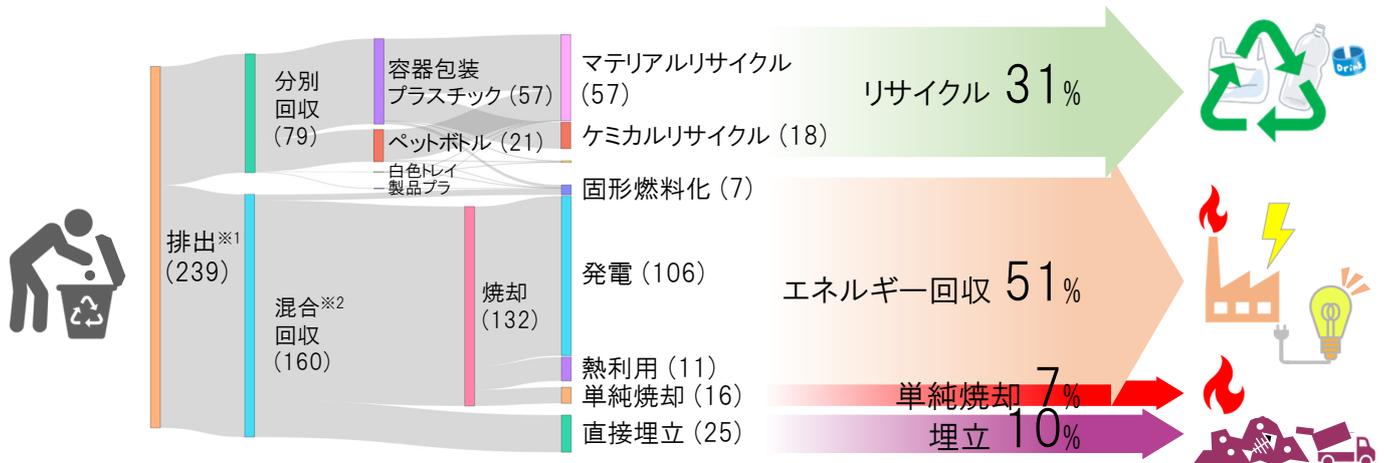


図1 2019年度の道内の一般廃棄物に由来するプラスチックの処理フロー推計結果

線の太さはプラスチックの移動量の大きさを表す。()内の数字は千トン単位のプラスチック量を示す

(※1)自治体が収集した家庭系/事業系ごみ、直接搬入ごみおよび集団回収されたごみの中のプラスチック量の推計値を示す

(※2)プラスチック以外のものと一緒に排出される焼却ごみ、直接埋立される混合/不燃ごみ、固形燃料化されるごみの中のプラスチック量の推計値を示す

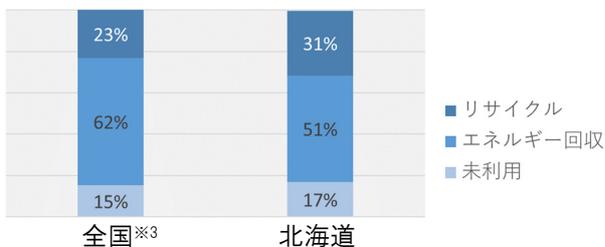


図2 全国と北海道のプラスチック処理内訳の比較(2019年度)

(※3)プラスチック循環利用協会のプラスチック再資源化フロー図をもとに作成

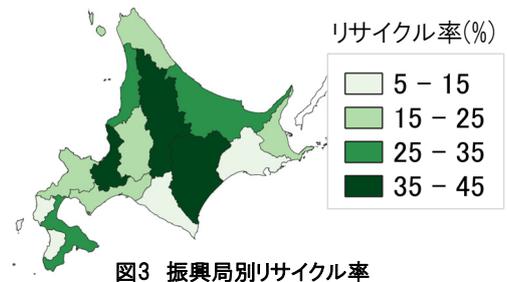


図3 振興局別リサイクル率

本事業は循環資源利用促進重点課題研究開発事業による助成を受けた

活用展開

本研究では、上述の内容に加え、産業廃棄物の廃プラスチック類の処理フローの把握や処理事業者等へのヒアリングを実施している。これらの調査・研究で得られる道内のプラスチック処理に関する情報の分析を進めることで、「プラスチック資源循環における課題の抽出」や「持続可能なプラスチック処理体制の検討」を実施する計画としている。これらの成果は道内のプラスチック資源循環の推進のために活用される。

背景

廃棄物の保管施設や不法投棄現場には大規模なものが多く、現状の目視による方法では廃棄物の量や分布などの状況把握に多くの労力や時間を必要としている。このため、新たな技術であるドローンの活用による現場作業の省力化・効率化が望まれている。また、ドローンで撮影した空撮画像はデジタルデータであり、これをもとに立体構造を把握する解析技術によって廃棄物保管状況の把握だけでなく、俯瞰的な視点からの全容把握が可能になると期待されている。

目的

北海道が担う、廃棄物の保管施設や不法投棄現場の監視・状況把握など現場作業の省力化・効率化のため、ドローンや空撮画像の解析といった、廃棄物の量や分布の俯瞰的な把握が可能な技術の知見を獲得する。具体的には、ドローンによる撮影方法の検討及びデジタルデータの解析手法の検討を行い、手法の有効性について確認を行う。

成果

撮影方法の検討では、真下方向の撮影だけでなく斜めからの撮影を加えた3D撮影を行うことで、垂直方向の精度向上が確認できた。デジタルデータの解析では、数値標高モデルを用いた体積推計において、平地標高を基準面とすることにより、従来手法による概算結果と同程度の良好な推計結果が得られた。手法の有効性として、ドローンの活用により現地調査は少人数・短時間で実施できるため、労力や時間の面で効率が良いことが確認できた。本研究で得た俯瞰的なデジタルデータ及び解析結果を北海道と共有し、実際の監視・指導の資料として活用された。

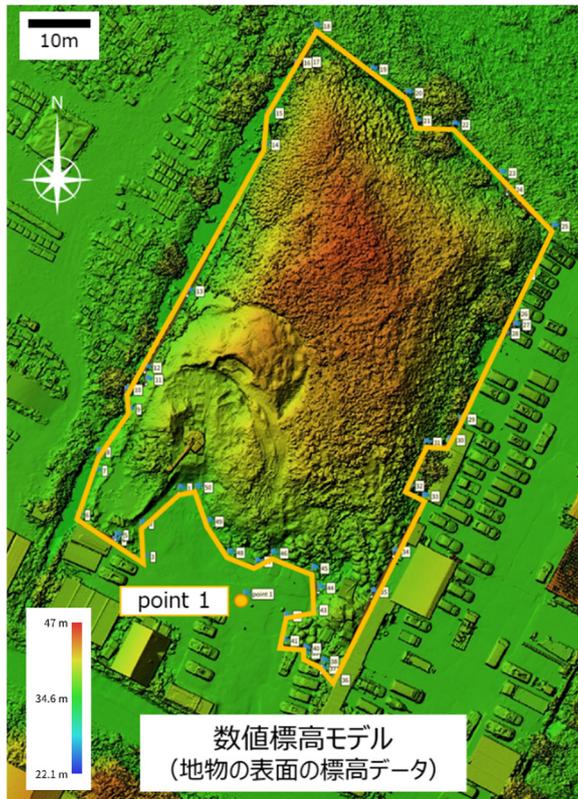


図1 廃棄物不適正保管現場の数値標高モデル
黄色線内が廃棄物が保管されている範囲。
point 1は推計にあたり基準面に用いた点。

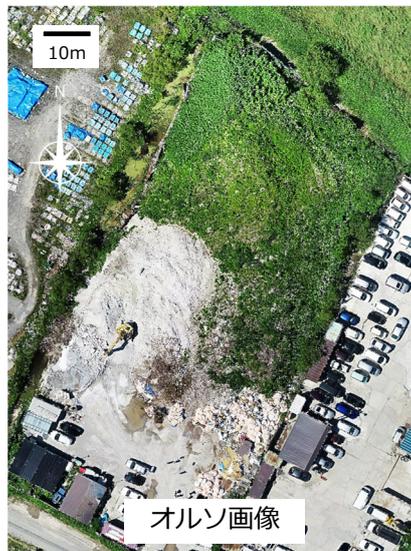


図2 廃棄物不適正保管現場のオルソ画像*

図1と同じ現場の画像。
※ オルソ画像とは、複数の空撮画像をつなぎ合わせ、いずれの地点も真上から見たように正射変換した画像のこと。俯瞰的視点からの全容把握が可能に。



写真1 調査に使用したドローン
(DJI社 Phantom 4 RTK)

表1 数値標高モデルによる量推計結果と従来手法による概算結果との比較

量推計の方法	推計結果(m ³)
数値標高モデル※	14,511
従来手法※※	14,348

※ 図1の黄色線内を対象とし、point1の平地標高を基準面とした。

※ 基準面よりも上にあるものの量を推計した。

※ 範囲内にある重機や植物等の体積も含まれる。

※※ 人力で測量を行った寸法から算出したもので精緻な測量ではない。

活用展開

- 北海道とのデジタルデータの共有方法や活用方法について検討を進める。
- 引き続き廃棄物の不適正保管現場や不法投棄現場のデータ収集を継続し、北海道への知見の普及や技術支援を進める。
- 今後は、廃棄物最終処分場の使用前検査や残余量推計へのドローン技術の活用・展開を進める。

背景

北海道では水産・食品加工業や酪農畜産業などが盛んであり、これらに由来する高濃度の有機性排水が大量に発生している。電気分解法は、制御が簡単でコンパクトな水処理技術として期待されている一方で、適正な処理条件等の検討が不十分で実用化はあまり進んでいない。

目的

小規模事業場排水処理システムにおいて、制御や維持管理が容易なことを目指した処理プロセスの開発のため、電気分解法による凝集処理や酸化処理について実用化に向けた連続処理の検討を進める。これにより、高濃度排水の凝集処理プロセスや、高度処理が可能な酸化処理プロセスを組み込んだ、排水処理システムの構築に向けた知見を得る。

成果

水産加工場排水の鉄電極を用いた凝集処理試験(図1)により、後段の生物処理への負荷低減プロセスとしての効果を確認するとともに、凝集物の肥料利用に関して知見を得た(表1)。一方、酸化処理について、生ゴミメタン発酵由来着色水を用いた試験により、電気分解法による連続処理が可能であり、着色成分の分解に紫外線併用(図2)の促進効果を見いだした。また、アンモニア性窒素では、模擬排水の連続処理試験において除去効果を確認した。これらの結果から、小規模事業場向け排水処理における3つのプロセスを電気分解法に代替可能であることが示唆された(図3)。

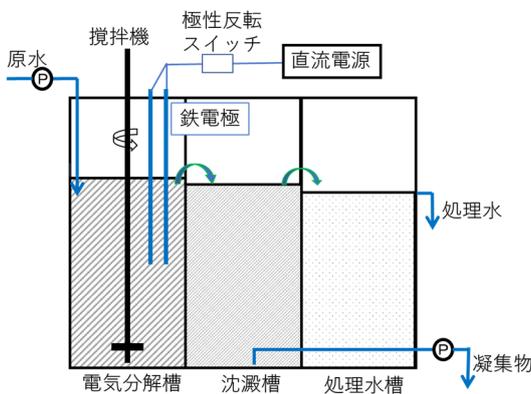


図1 電気分解による凝集処理試験装置

表1 水産加工排水の鉄電極による凝集試験
(電気分解条件:2 A定電流、処理量:4 L/h)

	SS	TOC	T-N	T-PO ₄
原水(mg/L)	890	1,500	360	160
処理水(mg/L)	120	660	200	15
処理水除去率	87%	56%	44%	91%
凝集物(mg/L)	10,100	4,400	930	600

処理水のTOC、T-N、およびT-PO₄低減と、凝集物へのT-PO₄(肥効成分)の濃縮を確認した

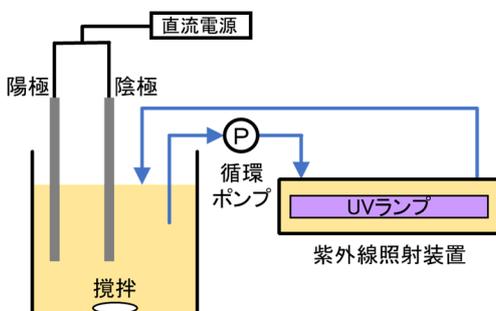


図2 電気分解と紫外線併用による着色成分の分解試験装置

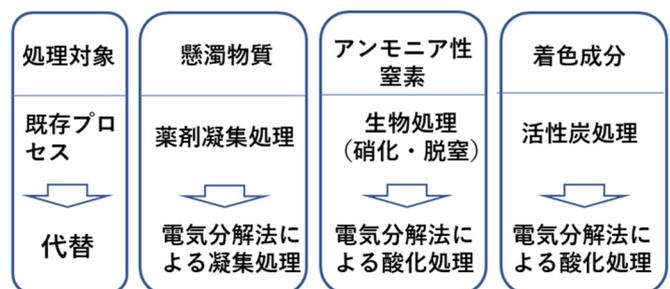


図3 既存排水処理プロセスの代替

活用展開

電気分解法を利用した小規模事業場向け排水処理システムの構築に向けた知見を、道内水処理メーカー等への技術支援に活用し、共同開発を目指す。これにより、小規模事業場等において、制御や維持管理が容易なメリットを生かし、電気分解法を利用した排水処理システムの導入を促進する。また、電気分解法の産業用水分野への適用についても展開する予定である。

2023 エネ環地研成果発表会 資料集

発行 令和 5 年（2023 年）5 月 19 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>



〒060-0819

札幌市北区北19条西12丁目

(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

【2023 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 011-747-2427 Email eeg-koho@ml.hro.or.jp