2024
エネ環地研成果発表会

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

プログラム

■ 口頭発表　5/23（木）　かでるアスビックホール

10:00 ～ 10:10　開会あいさつ

10:10 ～ 12:15　**特別セッション　頻発する豪雨災害にそなえた強靭な北海道の実現に向けて**
― 寒冷地特有の緩斜面災害を対象とした調査・研究の成果から ―　1

13:30 ～ 14:30　**地域地質部セッション**　7

14:40 ～ 15:20　**自然環境部セッション**　11

■ 口頭発表　5/24（金）　かでるアスビックホール

10:00 ～ 11:15　**資源エネルギー部セッション**　15

13:00 ～ 13:40　**循環資源部セッション**　21

13:50 ～ 14:50　**環境保全部セッション**　25

14:50 ～　閉会あいさつ

■ ポスター発表展示　5/23（木）10:00 ～ 16:30、5/24（金）10:00 ～ 16:00　展示ホール

ポスター発表　29

説明　5/23（木）15:20 ～ 16:30　地域地質部（P-01 ～ P-03）、自然環境部（P-04 ～ P-07）
説明　5/24（金）11:15 ～ 12:00　資源エネルギー部（P-08 ～ P-13）
説明　5/24（金）15:00 ～ 16:00　循環資源部（P-14 ～ P-18）、環境保全部（P-19 ～ P-21）

特別セッション

頻発する豪雨災害にそなえた強靭な北海道の実現に向けて

～ 寒冷地特有の緩斜面災害を対象とした調査・研究の成果から ～

地域地質部
Geological Survey Division

2016 年北海道豪雨では、道央から道東にかけて広域に様々な被害が発生しました。なかでも斜面崩壊が多発した日勝峠の緩斜面を構成する地質については、これまであまり注目されておらず、詳しい調査もされていませんでした。そこで、道内に広く分布する緩斜面の地形・地質を詳細に調査し、崩壊メカニズムを研究するとともに、道路土工などに携わる地質調査業や行政の担当者の皆様に向けた調査マニュアルを作成しました。本セッションではその成果の概要をご紹介します。

（5/23（木）10:10 ～ 12:15　かでるアスビックホール）

特別セッション
O-01・06　頻発する豪雨災害にそなえた強靭な北海道の実現に向けて
— 寒冷地特有の緩斜面災害を対象とした調査・研究の成果から — 2
○ 石丸 聡

O-02　現世周氷河環境下における地形形成プロセスと構成物 3
○ 渡邊 達也（北見工業大学）

O-03　周氷河斜面における治山事業による斜面防災対策について 4
○ 柏葉 茂（北海道水産林務部治山課）

O-04　周氷河斜面の豪雨時崩壊メカニズムと調査のポイント 5
○ 小安 浩理

O-05　周氷河斜面と道路土工 6
○ 倉橋 稔幸（寒地土木研究所）

特別セッション
0-01・06

頻発する豪雨災害にそなえた強靭な北海道の実現に向けて

― 寒冷地特有の緩斜面災害を対象とした調査・研究の成果から ―

○石丸 聡

背 景

近年、道内においても豪雨増加により、斜面災害が頻繁に見られるようになった。特に寒冷地特有の凍結融解作用によって作られた地形“周氷河斜面”の災害を対象に、寒地土木研究所や北見工業大学と共同で、地形的特徴や堆積物の性質、さらにはそれに基づく崩壊の特徴やメカニズムを検討し、調査手法や対策法について整理を行なってきた。その成果を関係する技術者や行政の担当者の方々と共有し、今後の適切な維持管理やより安全な開発に向けて議論を深めることが必要である。

内 容

本セッションでは、はじめに北見工業大学の渡邊達也氏が、周氷河斜面とその形成プロセスについて現世の北極圏での調査事例を中心に解説する(発表No. O-02) 。次に道内の周氷河斜面で発生した斜面災害の応急対策にあたられた、北海道水産林務部治山課の柏葉茂氏が、現状の対策事業について紹介する(O-03)。続いて道総研の小安浩理氏が、周氷河堆積物の地質学的・地盤工学的検討に基づく崩壊メカニズムを提示し、調査や対策におけるポイントを紹介する(O-04)。さらに寒地土木研究所の倉橋稔幸氏が、2016年豪雨による日勝峠(国道274号)の被災状況に基づいて、道路排水工による対策等を提案する(O-05)。またポスター発表では、周氷河斜面の抽出手法や調査事例、調査法をまとめた周氷河斜面調査マニュアルを紹介する(発表P-01)。

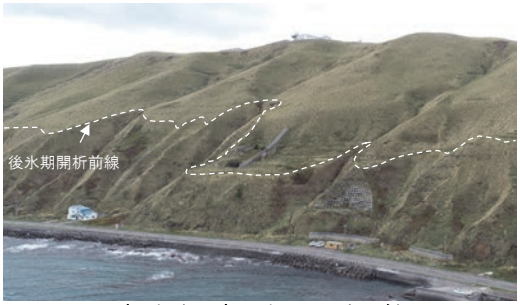


写真　礼文町高山地区の周氷河斜面
後氷期開析前線より上の緩斜面が周氷河斜面にあたる。

写真　2016年豪雨による羅臼町の周氷河斜面の崩壊
周氷河斜面の崩壊により、道道知床公園羅臼線が塞がれ、半島先端部が孤立する。(㈱開発調査研究所撮影)

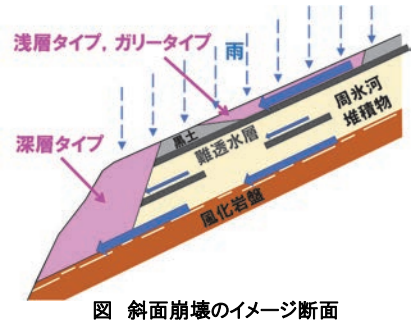


図　斜面崩壊のイメージ断面
深層タイプは周氷河堆積物基底付近で発生し、浅層タイプやガリータイプは周氷河堆積物上面付近で発生する。

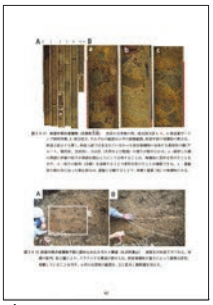


図　周氷河斜面調査マニュアル
多くの写真や図を使い、分かりやすいよう解説している。現地検討会や講習会では、これを活用して説明を行う。

活用展開

マニュアルを活用した現地検討会や講習会を通じて、道路等の設計・建設に携わる地質・建設コンサルタント技術者や、計画・発注者である行政の担当者の方々への普及をはかる。これにより、本研究成果が社会に広く認知され、従来の急斜面に加えて周氷河斜面のような緩斜面においても、効果的・効率的な防災対策を実施するための基準作りが進展することが期待される。

現世周氷河環境下における地形形成プロセスと構成物

○渡邊 達也（北見工業大学）

背 景

急激な温暖化が進行している北極域では、永久凍土の温度上昇や融解による地形変化が生じている。現世周氷河環境下における地形変動やそれに関する地盤構造の調査は、地表景観の変化や地盤災害を予測する上で重要である。一方で、過去の周氷河堆積物が分布する北海道の斜面発達を考える上でも有益な知見となりうる。本発表では、スバルバールやグリーンランドにおける最近の研究を中心に、周氷河斜面での地形プロセスと構成物質の特徴を紹介する。

緩慢なマスムーブメント

スバルバールでソリフラクションの連続観測を行ったHarris et al. (2007, 2011)によると、活動層表層と底部における2段階の変形が起こっている。夏がより温暖で活動層が厚くなる年ほどプラグ流（写真1）により変形速度が増加する。温暖化により、氷に富む遷移層（写真2）に融解が及ぶと、ソリフラクションの移動速度、移動体積はより増加する可能性がある。

急速なマスムーブメント

岩屑被覆斜面では、不透水層となる永久凍土の存在により、少量の降雨でも地すべりや土石流が発生する。グリーンランド・カナック地域では、2016年8月の降雨イベントの際に、岩屑斜面での崩壊を起因とする岩屑なだれが多発した（写真3）。また、スバルバール・ロングイェールビーンでは、2016年10月の降雨イベントの際に、土石流や活動層すべりが発生した（写真4）。この年の夏は例年よりも降水量が多く、活動層の含水量が増加していたこと、含氷率が高い活動層底部まで融解が進んだ10月に強雨が発生したことが、マスムーブメントを引き起こす要因となったようである。

写真1　プラグ流による変形構造
氷に富んだ活動層底部が融解するとせん断抵抗力が低下しプラグ流が生じる。この写真ではソリフラクション斜面に埋設したケーブル管が活動層底部（深さ約70cm）で大きく変形している。

写真2　ソリフラクション斜面における遷移層の凍結構造
細粒分に富むソリフラクション斜面では、凍結融解の繰り返しによって永久凍土上部（遷移層）でアイスレンズが連続的に析出する。遷移層が融解すると、急速な地形変化が生じやすい。

写真3　グリーンランド・シオラパルクで発生した岩屑なだれ
淘汰の悪い砂質マトリックスで充填された岩屑斜面で発生。ソリフラクションのような緩慢な物質移動は生じないが、数十年～数百年に1回の強雨イベントにより急速な物質移動が生じる。

写真4　スバルバール・ロングイェールビーンで発生した土石流
斜面上方から流下した土石流堆積物が、ソリフラクション作用が卓越する緩斜面上に堆積した。

結語

細粒分を含む周氷河環境下の斜面では、ソリフラクションによる緩慢な物質移動が卓越し、緩斜面が形成される。近年、周氷河斜面では温暖化による永久凍土の融解や降雨量増加の影響で、急速なマスムーブメントが増加傾向にある。過去の周氷河堆積物かを判定する際、堆積物中には急速なマスムーブメントを反映した堆積構造や構成物も認められる場合があることに留意すべきである。

O-03

周氷河斜面における治山事業による斜面防災対策について

○柏葉 茂（北海道水産林務部治山課）

背 景

近年頻発する集中豪雨等により山地災害は激甚化・多様化している。平成28年8月には、気象庁による観測が始まって以来、北海道では初となる3つの台風が上陸し、根室振興局管内の羅臼町においては、近年に類を見ない大規模な山地災害（周氷河斜面の崩壊）が発生（写真1）し、地域に甚大な被害を与えた。この災害発生を契機に地元からは、同様の山地災害に備えた治山事業による斜面防災対策が要望された。

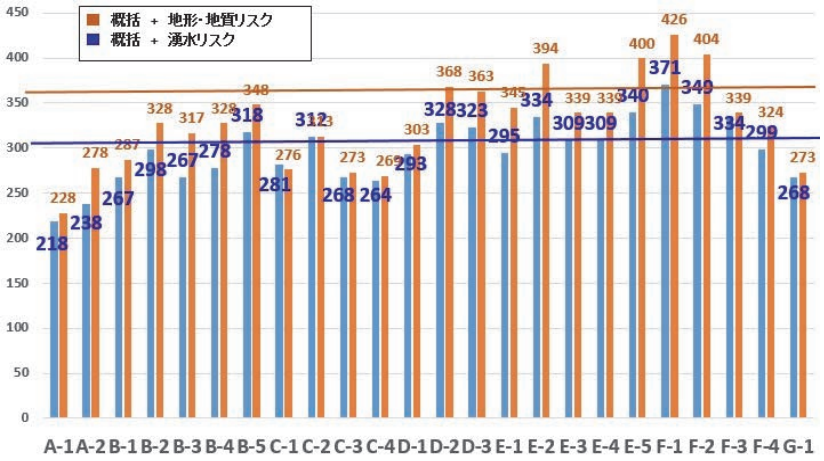
目 的

平成28年8月発生の山地災害は、これまで安定していた緩斜面（周氷河斜面）が大規模に崩壊したものであり、昨今の気候変動を考えると今後も同様な斜面崩壊の発生が危惧される。それへの対応として、平成29年度から羅臼町で実施している崩壊リスクが高い斜面の把握・分析から斜面防災対策までの事例を紹介する。

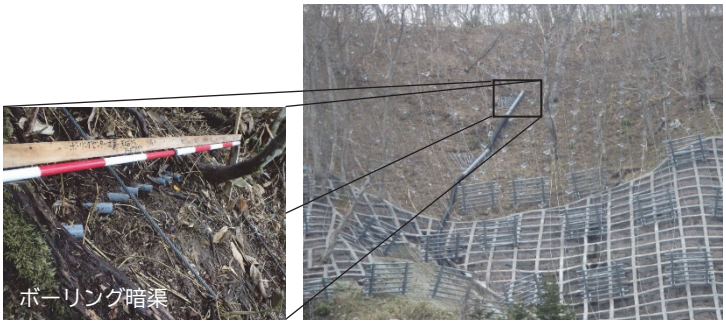
取組み

崩壊リスクが高い斜面の把握・分析は、地形調査結果や過去の崩壊経歴などから危険箇所の一次抽出をし、抽出された箇所では土質・地質調査や湧水調査などを行い、それらの結果から、崩壊リスクを定量評価（図1）し、特に評価値の高い箇所においては、崩壊に起因する地下水を排除するなどして、斜面防災対策（写真2）に取り組んでいる。

↑写真１　平成28年8月発生の山地災害



↑図１　崩壊リスクの定量評価結果



←写真２　斜面防災対策

地質調査結果等から推定した難透水層に沿って、ボーリング暗渠などを設置

周氷河斜面の豪雨時崩壊メカニズムと調査のポイント

○小安 浩理

背 景

周氷河堆積物は、基盤地質や斜面内での位置によって層序構造は多様であり、崩壊深度にも違いが生じる。斜面災害の防止や被害軽減に向けて効果的な調査・対策を実施するためには、崩壊メカニズムや崩壊深度に違いが生じる要因を明らかにする必要がある。

目 的

基盤地質が異なる周氷河斜面((A)花崗閃緑岩、(B)片麻岩、(C)片岩)を対象に、崩壊層準の地盤工学的特性(透水性および地盤強度)を検討し、豪雨時における周氷河斜面内の浸透水の挙動や地盤強度の変化、ならびに崩壊メカニズムを把握する。また周氷河斜面の開発に際し、想定される崩壊メカニズムを踏まえた調査ポイントを明確化する。

成 果

周氷河堆積物には降雨強度に応じて透水性が低いと見なせる層準(低透水帯)が存在し、一方、それとは独立して地盤内の水分量が上昇した際に強度が低下する層準(強度低下帯)が存在することが明らかになった(図1)。低透水帯とその上位層準では、豪雨時に地盤の水分量が飽和状態となり、飽和帯が強度低下帯に到達すると地盤が不安定となって崩壊すると考えられる。低透水帯や強度低下帯の層序的位置は、基盤地質や斜面内の位置の違いによって異なるため、崩壊深度に差異が生じる。調査の際には透水試験による低透水帯の把握および非排水せん断試験による強度低下帯の把握がポイントとなる。

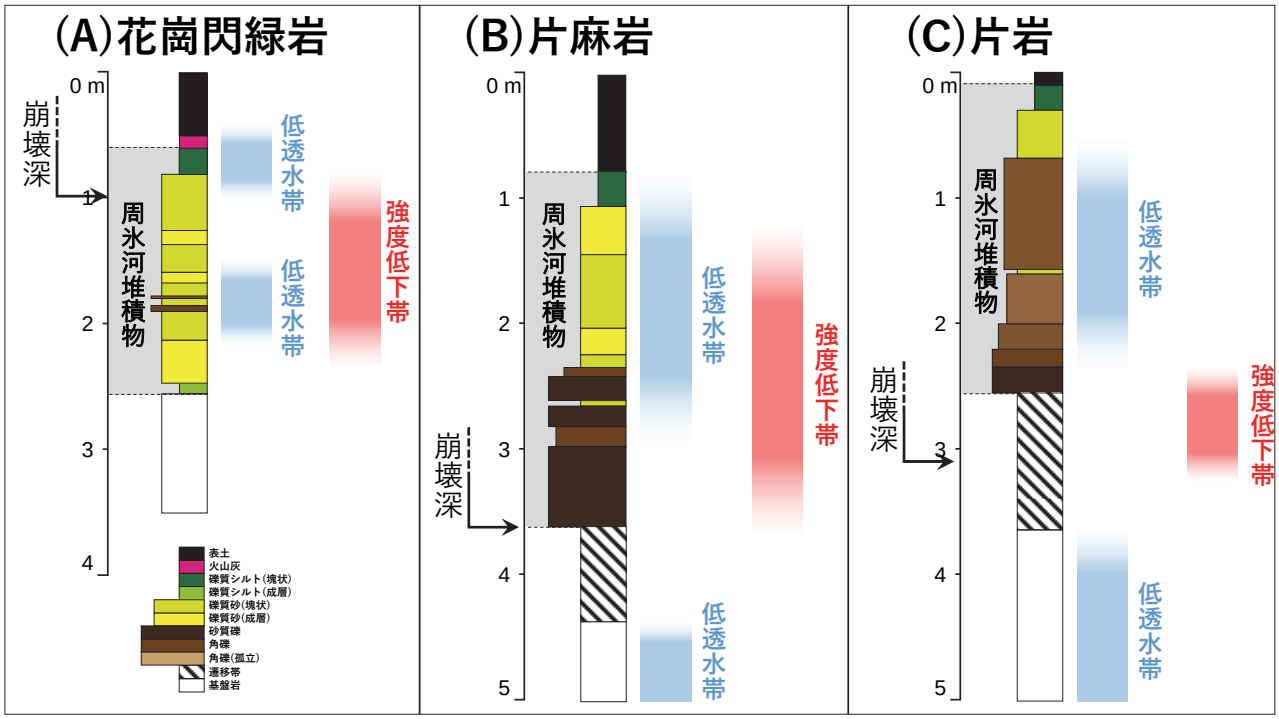


図1 豪雨時の周氷河堆積物における崩壊層準、低透水帯および強度低下帯

(A)花崗閃緑岩分布域では、低透水帯でかつ強度低下帯である下部の礫質砂が飽和・不安定化し、同層準～上位の層準が崩壊した。(B)片麻岩地域では低透水帯である基盤岩から上位の層準へ飽和していき、強度低下帯である周氷河堆積物下部(角礫)～基盤岩への漸移帯から崩壊した。(C)片岩地域では低透水帯である基盤岩が飽和して上位層準へ進展し、強度低下帯である基盤岩への漸移帯から崩壊した。

道総研重点研究

活用展開

本研究で示した崩壊メカニズムは、周氷河斜面における豪雨時斜面災害の被害軽減に向けた調査ならびに対策を計画する際に考慮すべき重要な指針を与える。本研究成果を踏まえて作成した周氷河斜面調査マニュアルの普及により、災害発生ポテンシャルの事前評価や、効果的な災害対策の実施が可能となる。

周氷河斜面と道路土工

○倉橋 稔幸（寒地土木研究所）

要 旨

道路土工指針に「周氷河斜面」に関する記述はない。本報告では、平成28年8月の豪雨にて周氷河地形を示す日勝峠の国道で発生した斜面災害の切土のり面崩壊事例を取り上げ、周氷河性斜面堆積物の切土工における留意点について解説する。

図-1 国道274号日勝峠における斜面災害の分布
北海道開発局が災害申請した52箇所のうち、切土のり面崩壊は20箇所である。

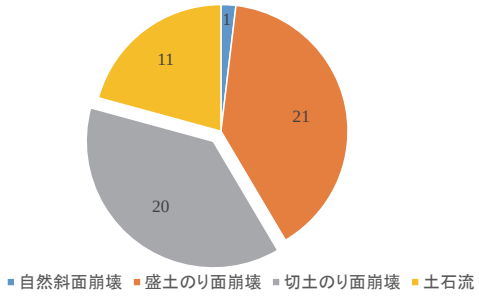
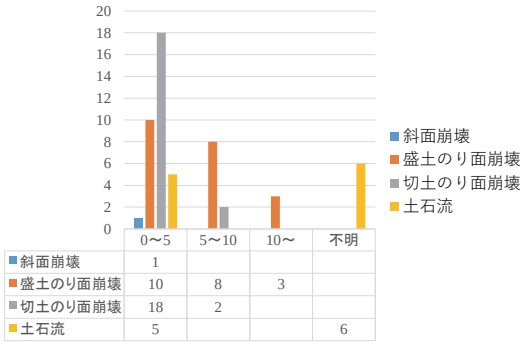
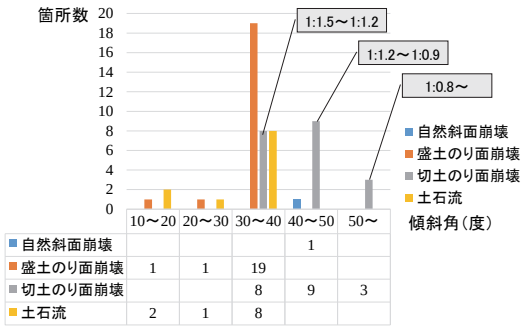


図-2 国道274号日勝峠での斜面災害内訳



	0～5	5～10	10～	不明
斜面崩壊	1			
盛土のり面崩壊	10	8	3	
切土のり面崩壊	18	2		
土石流	5			6

図-4 崩壊した斜面の崩壊深



	10～20	20～30	30～40	40～50	50～
自然斜面崩壊				1	
盛土のり面崩壊	1	1	19		
切土のり面崩壊			8	9	3
土石流	2	1	8		

図-3 崩壊した斜面の勾配

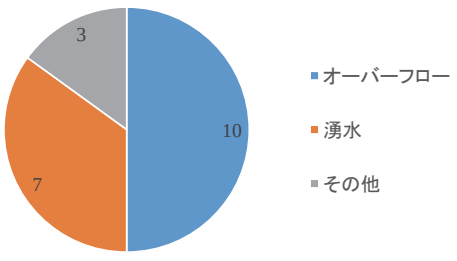


図-5 崩壊した切土のり面の崩壊要因内訳

地域地質部
Geological Survey Division

（5/23（木）13:30 ～ 14:30　かでるアスビックホール）

O-07　オープンサイエンスの潮流を踏まえた、地質関連地理空間情報データ構築　8
○ 廣瀬 亘

O-08　地域の水資源情報を「見える化」する　― どこにどのような水資源があるのか？ ―　9
○ 森野 祐助

O-09　地震時の地すべり災害リスク　― 厚い火山灰が分布する道東地域 ―　10
○ 加瀬 善洋

オープンサイエンスの潮流を踏まえた、地質関連地理空間情報データ構築

○廣瀬 亘

背 景

世界的な「オープンサイエンス化推進」の潮流を受けて、道総研でも研究成果や研究データのオープンデータ化に向けた取り組みが進みつつある。当所の地質関連研究成果や研究データは当所図書室やウェブサイト、地震調査研究推進本部など関係機関から公開されているが、一部を除き公開形態は印刷物や解像度の低い画像データとなっており、必ずしも使いやすいものとなっていない。

目 的

道民が利用しやすい「オープンサイエンス環境」の整備にむけて、研究情報等を収集管理するデータベースシステムを構築するとともに、当所の地質関連研究成果についてニーズを把握、より効果的な公開手法を検討し、利用しやすい地理空間情報データとして道総研GISから提供する。

成 果

地質関連の技術者や研究者等を対象に行ったウェブアンケートにより、当所の地質図等印刷物でGIS等により公開を希望するものを把握した（図1）。特にニーズの高かった北海道の活断層関連データについて、北海道活断層図のデータを元にGISデータ化を行った。データ化にあたっては、印刷された分布図を単に電子データ化するだけでなく、ボーリング調査、トレンチ調査地点等の位置情報を現地調査時の資料を元に概ね1/5000の精度で再取得することで地理空間情報として必要な精度を付与するとともに、 FAIR原則に従いボーリングデータや分析データの電子化も合わせて行った。これと並行して、当所が電子化作業を進めていた北海道建設部関連の過去のボーリングデータ23,631件を、（一財）国土地盤情報センターのウェブサイトで公開した。

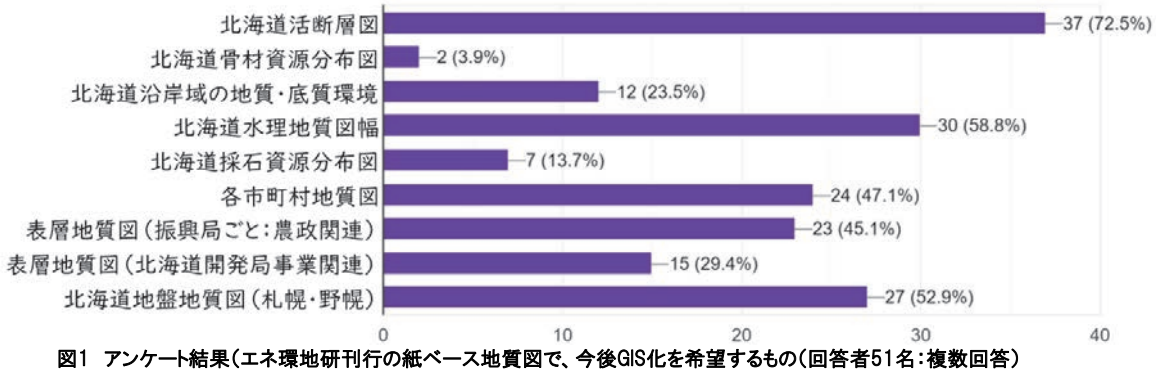


図1　アンケート結果（エネ環地研刊行の紙ベース地質図で、今後GIS化を希望するもの（回答者51名：複数回答）

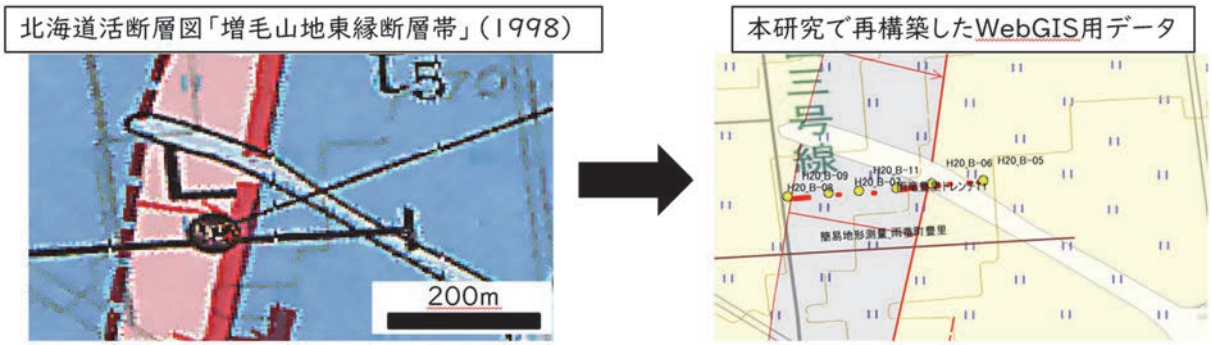


図2　北海道活断層図に掲載された調査データへの位置情報付与
現地調査時の詳細な位置記録に基づき、各調査位置に詳細な位置情報を付与。属性データには、放射年代、火山灰分析データ、ボーリング柱状図（XML）データを登録した。

活用展開

作成したデータは今後できる限り早く、当所のウェブサイトから公開する予定である。これにより、当所の研究で得られた地質図や年代測定データなどの地質データが、高い位置精度をもつ、より使いやすい地理空間情報として広く提供される。また、ニーズの高かった地質図や報告書類についても今後、電子データとしての公開を検討する。

地域の水資源情報を「見える化」する

― どこにどのような水資源があるのか？ ―

〇森野 祐助

背 景

人口減少の時代において、水道事業は収益の悪化と管路老朽化による更新費用増加から既存設備の維持管理問題を抱えている。この問題に対して、水源を分散させて管路総延長を短くする考えがあるが、各地域で必要な水源が確保できるかどうかが大きな課題となっている。地域の水資源情報を「見える化」して「どこにどのような水資源があるのか」を把握できれば、具体的に管路の更新を検討できるようになる。

目 的

水道事業の分散水源の確保や水資源を活用した企業誘致などの産業振興の推進において、市町村が利用目的に応じた水資源の開発と持続的な利用を図るため、自治体職員などが容易に地域の水資源情報を把握できるように水資源情報を「見える化」する。

成 果

水資源の開発・管理を支援するためのシステム「水資源Navi（地域別）」を開発した（図1）。これにより、これまで高度な専門性が必要であった水資源開発の検討を地方自治体が主体的に検討することが可能になる。

「水資源Navi」には水資源の情報として「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ようになった。

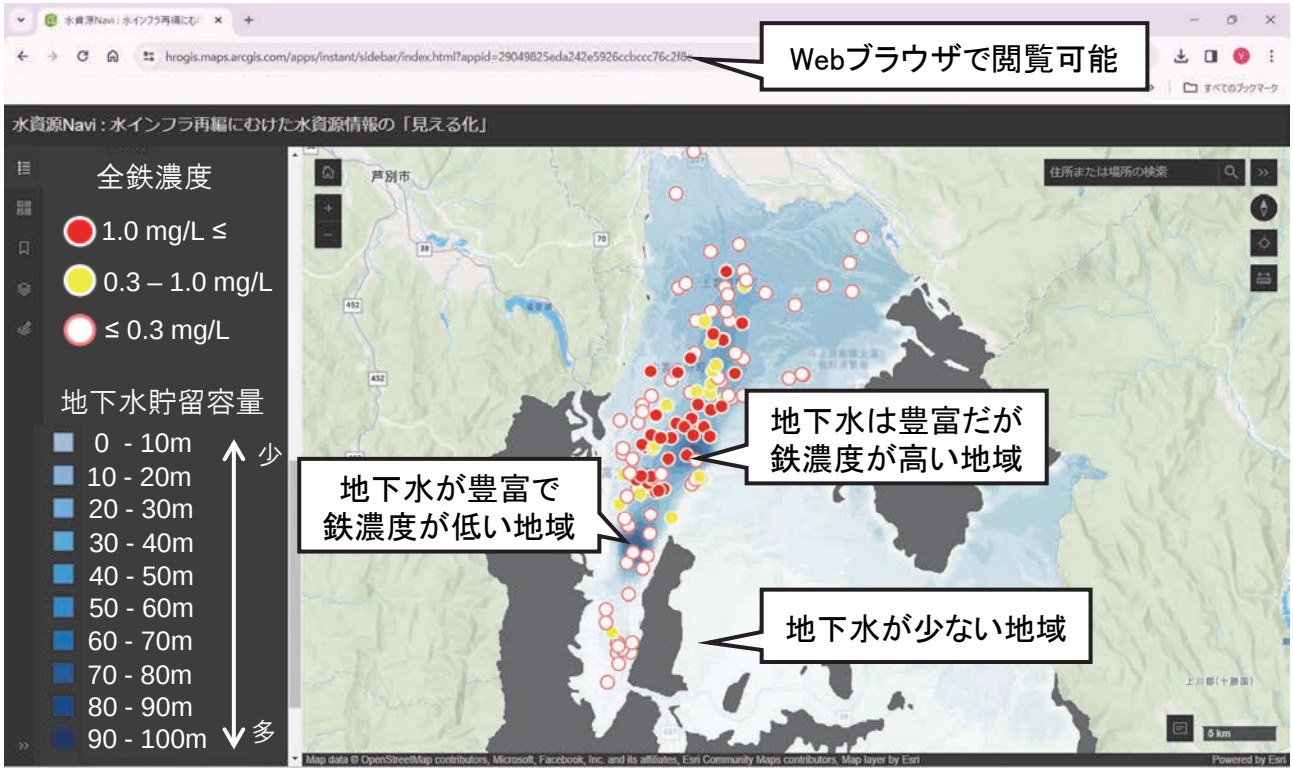


図１　「水資源Navi」の表示例　表示データは水質（鉄濃度）と地下水貯留容量

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。

地震時の地すべり災害リスク

― 厚い火山灰が分布する道東地域 ―

○加瀬 善洋

背 景

平成30年北海道胆振東部地震では、火山灰(テフラ)をすべり面とする地すべり(地震地すべり)が多発した。厚真地域では、今回と同一のテフラをすべり面とする多時期の地震地すべりの痕跡があることから、長期的には地震地すべりは繰り返し発生している。一方、道東の中標津町では、摩周火山のテフラをすべり面とする約4～5千年前の地震地すべりの痕跡が知られている。このテフラは道東の広範囲に厚く分布することから、地震時には甚大な斜面災害を招く可能性がある。しかし、痕跡は1例に限られるため、科学的データを収集し災害リスクの実態を予め把握しておくことが重要である。

目 的

摩周テフラが厚く分布する中標津町～標津町の山麓を対象に、LiDAR-UAVによる地形測量データ等を基に、地震地すべりの可能性がある痕跡を抽出する。抽出した痕跡を対象に、現地調査や土質試験、室内分析を行い、地すべりが地震起源であるかどうかを検討し、摩周テフラ分布域における地震地すべりの発生ポテンシャルを把握する。

成 果

地震地すべりの可能性のある痕跡を、新たに149箇所抽出した(図1)。その内の8箇所の痕跡で、すべり面が摩周テフラであること、内部構造が乱されずに元の層序を保っていることを確認した(写真1)。さらに、主なすべり面となっている摩周Iテフラ(Ma-I:約1万4千年前降灰)の最下部は粘土化しており、その上下の層準と比べて低強度・高含水比であることを確認した(図2) 。上記の内部構造の特徴やすべり面の土質特性は、胆振東部地震で得られた結果と類似する。したがって、検討した痕跡は、摩周テフラをすべり面とした地震起源である可能性が高い。

図1 地震地すべりの可能性のある痕跡の分布
赤丸は痕跡の位置を示す。背景は地理院地図を使用。

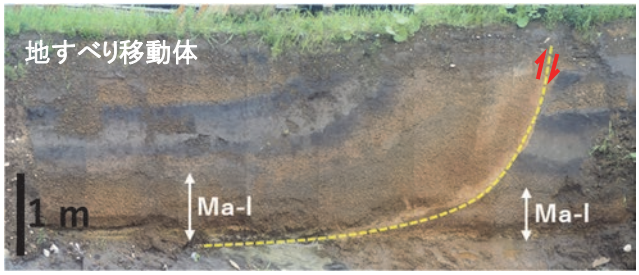


写真1 中標津町で認められる地震地すべりの痕跡の露頭写真
移動体の内部構造は元の層序を保っており、地震地すべり移動体の特徴の1つである。すべり面(黄色破線)は、Ma-Iテフラの最下部である。

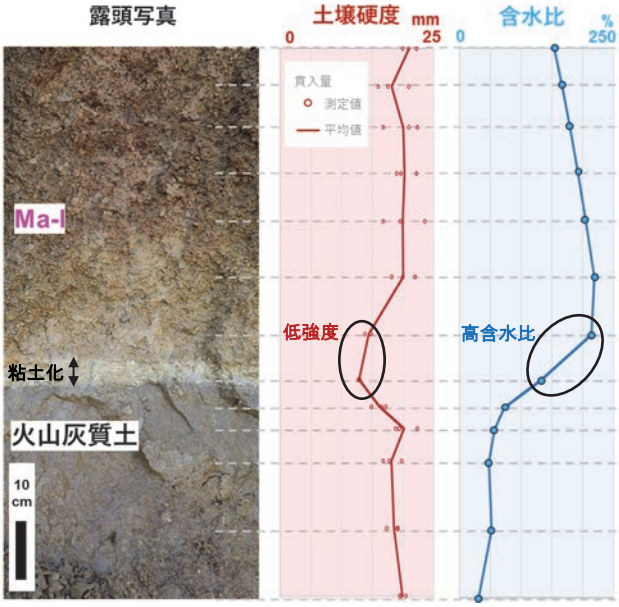


図2 すべり面層準付近の露頭写真および土質試験結果
土質試験は、地すべり範囲外であるが隣接する切土法面を対象に実施。

活用展開

本成果は、摩周テフラが厚く分布する道東の中標津町～標津町で、地震地すべりの発生ポテンシャルが高いことを示す重要な知見となった。胆振東部地震を教訓に、今後、道や関係自治体などと随時情報を共有し、地震防災・減災政策の推進に向けて活用を図る。

自然環境部
Nature Conservation Division

（5/23（木）14:40 ～ 15:20　かでるアスビックホール）

O-10　**ヒグマの侵入経路はどこ？　― 経路の予測と利用状況の把握 ―**　12
○ 白根 ゆり・日野 貴文・三浦 一輝、福田 陽一朗（本部研究推進部）、間野 勉・釣賀 一二三

O-11　**アライグマの対策適期を考える　― 農業関係者向け被害対策の手引き作成 ―**　13
○ 山口 沙耶・稲富 佳洋・上野 真由美（北海道大学）

ヒグマの侵入経路はどこ？

― 経路の予測と利用状況の把握 ―

○白根 ゆり・日野 貴文・三浦 一輝、福田 陽一朗（本部研究推進部）、
間野 勉・釣賀 一二三

背 景

北海道各地でヒグマによる市街地侵入や農作物被害が増加しており、その対策が喫緊の課題となっている。北海道ヒグマ管理計画では、こうしたあつれきを減少させるための対策の一つとして、ヒグマが森林から人里に侵入する経路を遮断することを掲げている。しかし、ヒグマが利用する侵入経路の特徴等は明らかではない。今後、侵入防止対策を効率的に実施するためには、各地域のどの場所を侵入経路として管理すべきかを可視化する必要がある。

目 的

本研究の目的は、ヒグマが森林から人里に侵入する経路の効率的な管理に向けて、ヒグマの侵入経路予測マップを作成することである。地理情報システム（GIS）を用いて森林から人里に繋がる推定経路を地図上に描画し、モデル地域である八雲町において、推定経路をヒグマが実際に利用しているかどうかを、特に農作物食害個体に着目して検証した。

成 果

約100m解像度の土地利用データ（国土交通省、2016）を用いて、森林を「大森林」、「河畔林」等に分類した。さらに、細長い森林や河川を線で結ぶことで、推定される侵入経路及びその森林タイプを地図上に示した（図1）。推定経路の利用状況を調査した八雲町の6地点のうち、5地点では自動撮影カメラによるヒグマの画像や体毛等の痕跡が得られ、ヒグマが推定経路を利用していることが確認された（図2、表1）。また、推定経路周辺のデントコーン被害状況をドローンによる空撮で確認し、痕跡試料のDNA分析を行った結果、食害個体が推定経路を利用していることが明らかとなった。一方、経路で繋がっていない農地を行き来する例も見られ、農地そのものが経路となる可能性も示された（図3）。

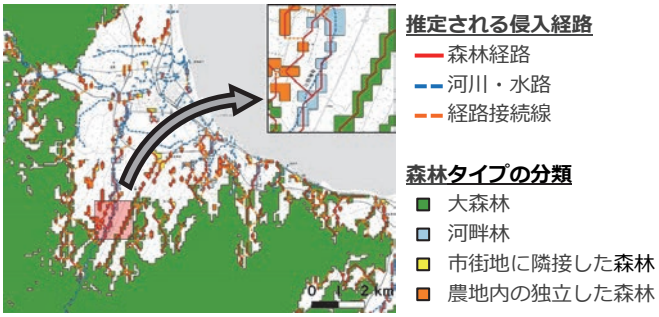


図1 侵入経路予測マップ（八雲町の例）
対策すべき侵入経路の場所を地図上で確認することができる。

表1 推定経路上で発見されたヒグマの痕跡及び画像の数
AJ以外の推定経路5地点において何らかの生息情報が得られた。

経路ID	体毛	糞	足跡	画像
	（識別個体数）	（発見数）	（発見数）	（撮影回数）
OY	4	1	3	27
OB	0	0	0	4
HY	0	1	0	5
HB	0	0	0	1
AJ	0	0	0	0
AS	0	0	0	1

図2 推定経路において自動撮影カメラで撮影されたヒグマ
草丈が高く見通しが悪いため、ヒグマは人目に付かずに経路を利用できる。

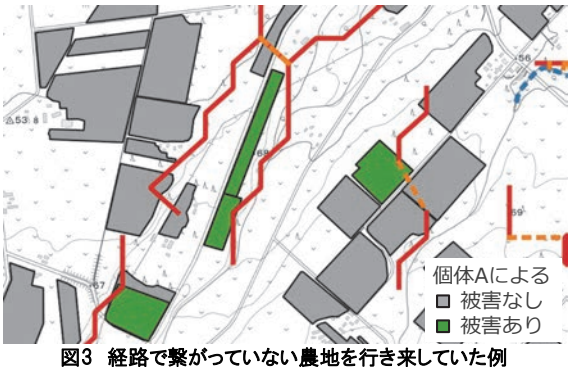


図3 経路で繋がっていない農地を行き来していた例
推定経路（赤色の線）で繋がっていない農地で被害を起こしていた。

活用展開

本研究で作成した侵入経路予測マップは、侵入経路の管理に向けた技術指導等に活用され、ヒグマ出没防止対策の実施や、北海道ヒグマ管理計画の目標の一つであるあつれき軽減の達成に貢献する。また、農地自体が移動経路になりうるという結果は、農地への侵入を防ぐことの重要性を示すものとして、被害防除対策の徹底に向けた普及啓発に活用される。

アライグマの対策適期を考える

― 農業関係者向け被害対策の手引き作成 ―

○山口 沙耶・稲富 佳洋、上野 真由美（北海道大学）

背 景

北海道では、特定外来生物アライグマによる農業被害が深刻である。被害を低減するためには、捕獲と防護を組みあわせた対策が重要である。捕獲対策は道内各地で積極的に進められており、被害発生時期に行われることが多い。防護対策として、様々な侵入防止柵が開発されているが、導入にかかる労力や費用、運用方法が十分に普及していないことなどにより導入が進んでいない。効果的・効率的な被害対策に向けて、アライグマの生態を踏まえた対策適期や、技術の運用方法を整理した普及資料が求められている。

目 的

被害が発生する農地や畜舎等の建物周辺におけるアライグマの出没頻度の季節変化を明らかにし、現地での被害発生状況や既存知見を踏まえて対策適期を検討するとともに、侵入防止柵の導入試験や農家への聞き取り、文献調査を行い、農業関係者に向けた被害対策の手引きを作成する。

成 果

新十津川町をモデル地域として農地、畜舎周辺に自動撮影カメラを設置し、アライグマの月別撮影頻度を算出した。その結果、農地では3～5月、畜舎周辺では2～5月にかけて撮影頻度が高かった（図1）。また農地では、6～9月に農作物の食害が確認された（図2、図3）。このことから、農地、畜舎周辺において春季に捕獲対策を、農地においては夏季～秋季に防護対策を中心に実施することで、効果的・効率的に被害が抑制できると考えられた。被害対策の手引きには、対策適期の説明に加えて、設置労力や価格の異なる複数の侵入防止柵（樹脂ネット柵、電気柵）に関する設置時・設置後の注意点、侵入された場合の対応といった運用方法などをまとめた。

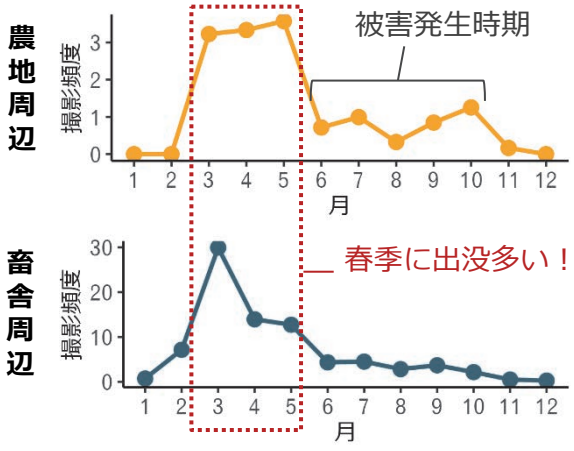


図1　自動撮影カメラによる撮影頻度の推移
モデル地域の農地、畜舎周辺におけるアライグマの撮影頻度（設置日数あたりの撮影回数）の推移。

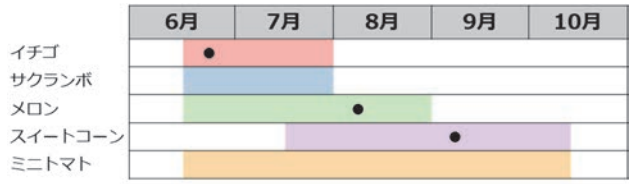


図2　作物の収穫時期（着色部分）と被害確認時期（黒点）
各作物の収穫時期はモデル地域の農家から聞き取りした。アライグマと思われる食痕が認められた場合を被害確認とした。

図3　調査地で確認された食痕の例
モデル地域の農地で確認された(a)イチゴ、(b)メロン、(c)スイートコーンの食痕

活用展開

本研究を通じて作成した「北海道におけるアライグマ被害対策の手引き」は、関係機関等からのコメントを踏まえて内容を充実させ、エネルギー・環境・地質研究所HPに掲載する予定である。市町村及び農協に普及することで、アライグマの被害発生のより効果的・効率的な防止に活用されることが期待される。

資源エネルギー部
Energy and Resource Research Division

（5/24（金）10:00 ～ 11:15　かでるアスビックホール）

O-12　より良いサポートを目指して !!　— 地熱・温泉資源に係る新たな技術支援の紹介 —　16
○ 田村 慎・鈴木 隆広・大森　一人

O-13　大気放散されるメタンをエネルギーに !!
— 温泉付随ガスを有効活用するための情報整備 —　17
○ 林 圭一・鈴木 隆広・大森 一人、坂上 寛敏（北見工業大学）

O-14　雪国で太陽熱 !!　— 寒冷地における太陽熱集熱器の性能評価 —　18
○ 多奈田 紘希・保科 秀夫・林田 淳・白土 博康

O-15　『ごみ』を燃料に!!　— 廃プラスチックを含む固形燃料燃焼機の開発 —　19
○ 藤澤 拓己・小倉 貴仁・北口 敏弘・山越 幸康

より良いサポートを目指して!!

― 地熱･温泉資源に係る新たな技術支援の紹介 ―

○田村 慎･鈴木 隆広･大森 一人

背 景

道総研では、道民や企業のニーズに応えるため、様々な技術支援制度を設けている。
地域エネルギーグループには、以前より地熱･温泉資源に関する数多くの相談、支援依頼が寄せられており、その内容は開発から利活用まで多岐にわたる。これまでは経験豊富な職員が中心となって技術支援を行ってきたが、近年、職員の退職にともなうサポート能力の低下が懸念されている。

目 的

地熱･温泉資源に関する様々なニーズに対して、知見の浅い若手職員が経験豊富な職員と同程度のレベルで技術支援ができる体制を構築するため、既存資料のデータベース化や対応のマニュアル化など、対応ノウハウを継承する仕組みづくりを進める。

成 果

○過去の技術支援における対応内容を精査し、相談から支援までの留意点や対応方針を体系化した「技術相談対応マニュアル」の作成を進め、「技術支援ツール」(P-09参照)とセットで技術支援に活用するなど、道民や企業等のニーズに対する新たな技術支援体制の構築を進めている(図1)。
○さらに、過去に対応した技術支援内容を分析し、多岐にわたる研究ニーズにマッチした支援を実施するため、依頼試験項目の拡充、設備使用機器拡大を進めている(写真1，2)。

図1　構築中の技術支援体制(モデル)
技術支援ツール、技術相談対応マニュアルなどを活用し、ニーズに応える。

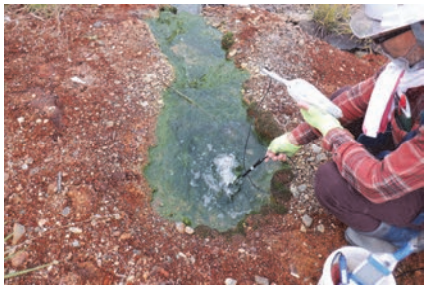


写真1　依頼試験イメージ(源泉実態調査)
源泉の存否確認、泉温等の現況把握などを行うもの。

写真2　新規設備使用機器(広帯域MT/AMT法探査装置)
自然電磁場の測定を行い、地下の比抵抗(電気の流れにくさ)分布を推定する装置。(Metronix Geophysics社資料に加筆)

活用展開

新たな技術支援体制を活用することで、道民、企業などからの多岐にわたる研究ニーズに対し、マッチした支援が可能となる。これらの「より良いサポート」を実施することで、道民や企業などの課題解決に貢献するとともに、地熱･温泉資源の持続的な利活用促進に寄与する。

大気放散されるメタンをエネルギーに !!

― 温泉付随ガスを有効活用するための情報整備 ―

○林 圭一・鈴木 隆広・大森 一人、坂上 寛敏（北見工業大学）

背 景

分散型エネルギーシステムの検討が進むなか、温泉に付随する可燃性天然ガス（以下、温泉付随ガス）の利活用を検討する動きが広まっている。その背景には、温泉付随ガス中のメタンの地球温暖化係数が二酸化炭素の28倍であるため、大気放散せずに燃焼利用した方が環境負荷を低減させることがある。しかし、これまで未利用で大気放散されていたため、利用にあたって必要な現在の資源の情報（湧出量・メタン濃度等）は、ほとんど把握できていない状況にある。

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、利用するための鉱業権申請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整備を行う。

成 果

○全道の温泉付随ガスについて、既存資料に本研究のデータを追加し、データベースを作成した。
○道内の34地域52源泉および4ガス井の温泉水および温泉付随ガスの化学組成を明らかにし、その化学組成および起源、源泉の地質学的背景から、ガス資源量の期待度を評価した。
○さらに、メタン濃度の高い資源量の有望な源泉（4源泉）について予察的なガス湧出量のモニタリングを実施した。

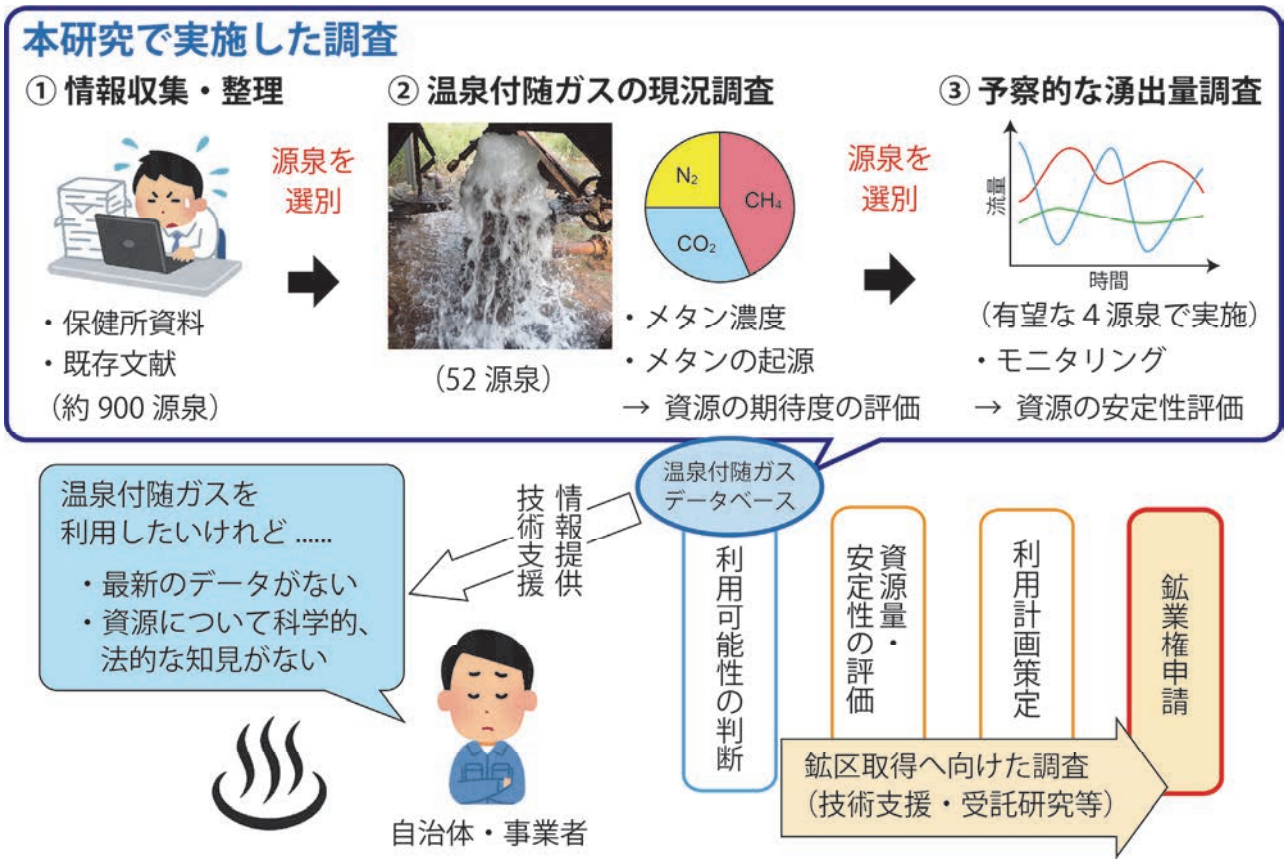


図 温泉付随ガスの情報整備と活用イメージ
全道の温泉付随ガスに関する既存資料の収集整理、新規データを整理し、データベースを作成したことで、これまでほとんど情報のなかった温泉付随ガスの利用を迅速に支援することが可能となった。

活用展開

○本研究で作成した温泉付随ガスのデータベースは、その利用を検討している自治体・事業者からの技術相談や技術支援で活用するほか、エネ環地研の燃料資源に関する研究において活用する。
○温泉付随ガスの利活用を促進することで、環境に配慮した未利用地域エネルギーの地産地消の実現に貢献する。

雪国で太陽熱！！

― 寒冷地における太陽熱集熱器の性能評価 ―

○多奈田 紘希・保科 秀夫・林田 淳・白土 博康

背 景

北海道では2050年「ゼロカーボン北海道」の実現を目指す取り組みが開始されているが、その推進には北海道の地域性である冬期の大きな熱需要への対応が重要であり、さらなる省エネの徹底や再生可能エネルギー（再エネ）の利用が求められている。一方で、再エネの一つである太陽熱は冬期の積雪による集熱阻害が懸念されるため、これまで北海道では普及が進んでこなかったが、海外では季節間蓄熱技術と組み合わせたシステムが実装され、再び注目されている。

目 的

本研究は、北海道における太陽熱の利用促進に向け、積雪寒冷地に適した太陽熱集熱手法の把握を目的として実施した。具体的には、タイプの異なる3種の太陽熱集熱器（写真1、A：真空管型U字パイプ式、B：平板型、C：真空管型ヒートパイプ式）を用いて、年間を通じた集熱能力の比較試験を行い、各集熱器の集熱特性を評価した。

成 果

表1に試験結果を示す。いずれのタイプにおいても、冬期の集熱効率は積雪（写真2）が支配的な要因となり、夏期及び秋期に比べ30～50%程度減少することがわかった。これは、積雪寒冷地において熱需要の大きな冬期に太陽熱を有効利用するには、日射量が大きい夏期・秋期に集熱し、余剰した熱を蓄えて冬期に利用する「季節間蓄熱」が有効であることを示唆している。加えて、季節間蓄熱の検討にあたっては、各期間の集熱効率及び経済性に優れ、シンプルな構造のタイプB（平板型）集熱器を用いるのが適当であることがわかった。

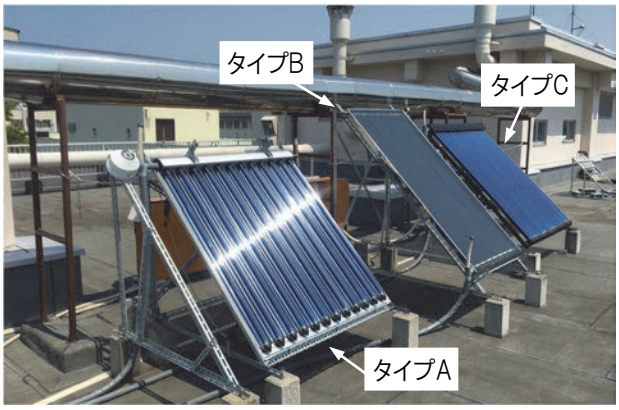


写真1　エネ環地研における集熱試験の様子（R5年7月撮影）
※設置角度：45°、設置方位：南

表1　設置面積あたりの期間別集熱効率 [Wh/(Wh・m²)]
及び本体価格あたりの夏期予想集熱量 [Wh/円]

		タイプA	タイプB	タイプC
設置面積あたりの期間別集熱効率 [Wh/(Wh・m²)]	夏期 (8/23-9/15)	0.351	0.396	0.239
	秋期 (9/21-11/24)	0.318	0.318	0.199
	夏期＋秋期 (8/23-11/24)	0.323	0.335	0.205
	冬期 (1/15-3/14)	0.172	0.209	0.151
本体価格あたりの夏期予想集熱量 [Wh/円]		2.17	4.36	3.21

※[設置面積あたりの期間別集熱効率] = [期間集熱量] / [期間集熱面日射量] × [設置面積]

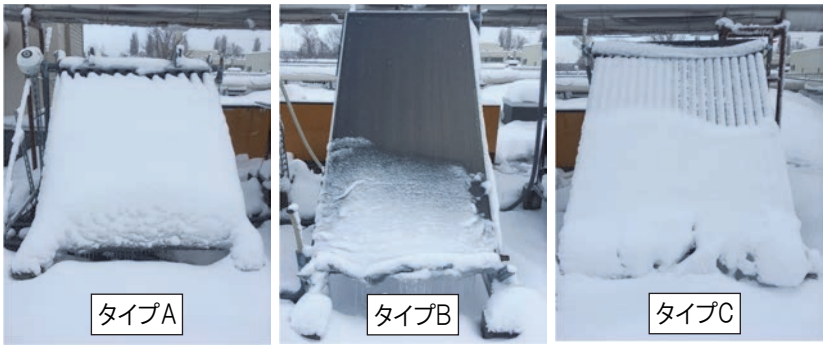


写真2　集熱器の積雪の様子（R6年1月撮影）

タイプA：
集熱面は集光板の上に真空管が並んだ構造。凹凸が多く、最も雪が積もりやすい。

タイプB：
集熱面はガラス板でケーシングされた構造。凹凸がなく滑らかで、雪が滑り落ちやすい。

タイプC：
集熱面は真空管が並んだ構造。凹凸が多いが管の間の空隙により、タイプAほど雪は積もらない。

活用展開

本研究で得られた積雪寒冷地に適した太陽熱集熱手法に関する知見は、当研究所でR5-7年度に実施中の季節間蓄熱システムの研究に活用される。また、太陽熱利用を検討する自治体・事業者への技術支援に活用する。

『ごみ』を燃料に!!

― 廃プラスチックを含む固形燃料燃焼機の開発 ―

○藤澤 拓己･小倉 貴仁･北口 敏弘･山越 幸康

背 景

『**持続可能な社会の実現**』に向け、廃棄物（ごみ）の排出量削減や再生利用等の取り組みが進められている。しかし、ごみ埋立て処分場の残余年数はここ数年横ばいであり、新規立地難も解消されていないことから、**廃棄物の抑制、再生に加えて燃料として利用することが提言**されている※1。また、地域の廃棄物を、地域で燃料化して利用する『地域内循環』を実現するため、廃棄物を燃料として利用できる**小規模燃焼機の開発**が求められている。

※1「廃棄物の減量その他その適正な処理に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るための基本的な方針,環境省」

目 的

廃棄物等は灰分を多く含むため、燃焼炉内で灰分が溶けて固まり、炉内に付着･堆積して、**燃焼の立ち消え等を起こす**場合がある。当研究所では、**この問題に対応可能なボイラ**の研究開発を進めてきたが、その燃料は小豆殻などの農業残渣を対象にしていたため、本研究では**廃プラスチックを含む廃棄物燃料に適合した燃焼制御技術の開発**を目的とした。

成 果

廃棄物固形燃料（RDF）を燃料とし、開発した『**高灰分対応型ボイラ**（図1）』で燃焼試験を行い、**燃焼制御プログラムの開発**を行った（写真1）。富良野市で収集された廃プラスチックや廃棄物から、プラスチック含有量が異なる燃料を製造し、燃焼試験を行い、**広範囲のプラスチック含有量に対応可能**であることを確認した（図2）。RDFは大きさや形状が不揃いなため（写真2）、燃料供給時に閉塞等の問題が発生したが、**供給系統の改良**等により、問題の解決を図り、**自動で連続運転**を行うことができた。

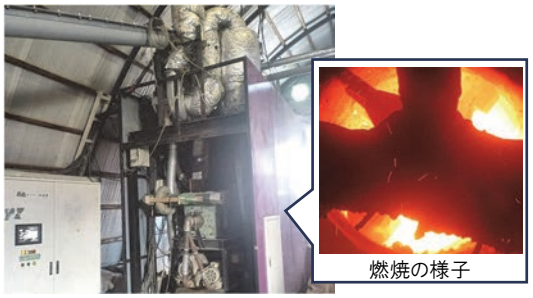


図1　高灰分対応型ボイラ
道総研と株式会社 武田鉄工所が共同開発したボイラ。
高灰分のバイオマスなどを燃料として利用可能。

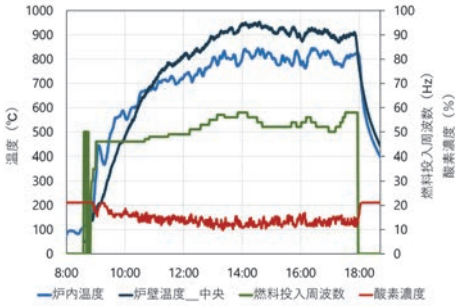


図2　燃焼試験時のデータの一例
広範囲のプラスチック含有量（～50%程度）の燃料を、良好な状態で燃焼できることを確認。

写真1　開発した燃焼制御プログラム
木質ペレットとRDFを切り替えて、各燃料に適した燃焼制御が可能。
良好な燃焼状態を維持できるように燃料供給量や空気量を自動制御。

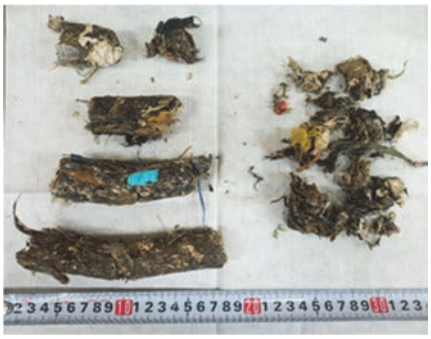


写真2　RDFの一例
長いものから、固まっていないものまであり、不揃いな状態。

循環資源利用促進重点課題研究開発事業費補助金

活用展開

･地域の廃プラスチックを含む可燃性廃棄物を、地域で燃料化して、地域内で利用する『**廃プラスチックの地域内循環**』で、『**持続可能な地域社会**』**の実現に貢献**する。
･開発した燃焼制御技術等を活用し、道内への普及展開を図る。

循環資源部
Sustainable Resource Technology Division

（5/24（金）13:00 ～ 13:40　かでるアスビックホール）

O-16　ホタテウロを用いたパラジウムの回収技術　22
○ 富田 恵一・若杉 郷臣・明本 靖広・稲野 浩行

O-17　取扱困難な汚泥からの脱水を目指して　― 電気浸透現象の利用 ―　23
○ 明本 靖広・若杉 郷臣・佐々木 雄真・松本 剛・富田 恵一・稲野 浩行・鎌田 樹志

ホタテウロを用いたパラジウムの回収技術

○富田 恵一・若杉 郷臣・明本 靖広・稲野 浩行

背 景

電子機器には多くの種類のレアメタルが使用されているが、資源の安定確保のため、廃棄物を資源と見なすいわゆる「都市鉱山」の活用へのシフトが求められている。その中で、廃電子基板中に含まれ、近年価格が高騰しているパラジウムは、王水浸出液からの回収工程においては薬剤添加によりpHを上げるか大きく希釈してから沈殿回収を行う必要があるなどトータルとしての処理コストが掛かっており、低コストでの回収率向上技術が求められている。

目 的

ホタテガイ中腸腺（ホタテウロ）を用いた新規パラジウム回収プロセス開発のための基礎検討を行う。また、ホタテウロのパラジウム吸着機構を明らかにするため、タンパク分解酵素でホタテウロのタンパクを一部壊し、パラジウム吸着能の変化やパラジウム結合高分子の分離を行うなど各種特性を調べる。

成 果

王水希釈液にパラジウムのみ添加した溶液でホタテウロ吸着剤（図1）による吸着試験を行い、最適吸着条件を明らかにした。その結果、既存の沈殿剤のジメチルグリオキシムで沈殿生成しない強酸性でも吸着することがわかった（図2）。得られた条件より、夾雑元素を高濃度含む実電子基板王水浸出液で回収試験を行ったところ、パラジウム回収率94%を得た。また、酵素でタンパクの構造の一部を壊しても、吸着率が60%以上あり（図3）、吸着にタンパク以外の成分の寄与が疑われた。さらに、高分子種分析では多くのピークが見られ、パラジウム吸着には多種の高分子の関与が示唆された（図4）。

図1 ホタテウロ吸着剤とホタテウロ吸着剤を用いたパラジウム分離回収プロセス案

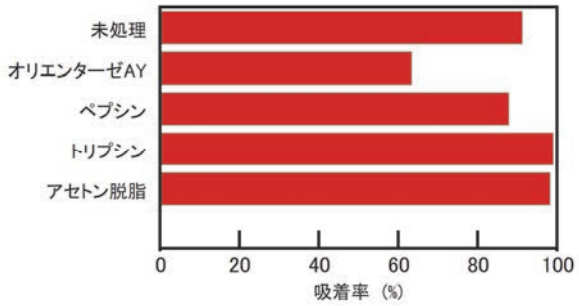
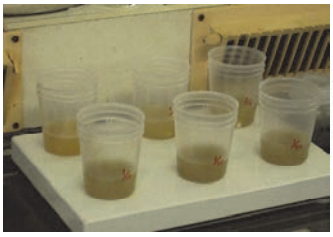


図3 各種タンパク分解酵素等でタンパクを一部壊したホタテウロ吸着剤によるパラジウム吸着試験結果



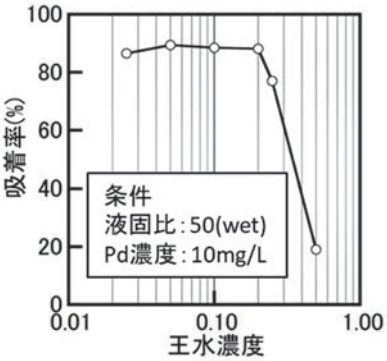


図2 ホタテウロ吸着剤でのパラジウム吸着試験とパラジウム吸着率に対する王水濃度の影響

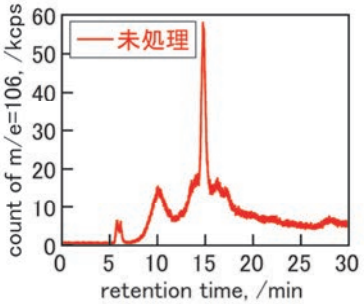


図4 パラジウム吸着後のホタテウロ吸着剤の高分子種分析結果
パラジウム結合高分子種の分子量などの差によって保持時間が変化する。→ピークの位置が異なる場合、異なった種類の高分子であると考えられる。また、ピーク高さは分子種毎のパラジウム量に比例。

協力機関：株式会社マテック

活用展開

本研究により得られた基礎的知見および回収技術を、廃棄物処理事業者に対して、技術指導または共同研究等により技術移転を行うことで、現在行われているパラジウム回収プロセスでの回収率向上が見込める。その結果、道内で発生する有価資源の回収促進にもつながり、処理事業者の競争力強化が図られる。

取扱困難な汚泥からの脱水を目指して

― 電気浸透現象の利用 ―

○明本 靖広･若杉 郷臣･佐々木 雄真･松本 剛･
富田 恵一･稲野 浩行･鎌田 樹志

背 景

高含水比の汚泥が抱える課題の一つに高い流動性のために運搬が難しいことが挙げられるが、機械的な圧搾による脱水が難しい性状のものも存在する。そのため、汚泥の有効利用を考えるうえで、機械的圧搾とは異なる原理を用いた脱水方法が求められている。電気浸透現象は電位の印加によって固体中に電気浸透流と呼ばれる水の流れが生じる現象であり、試料性状に影響されにくいという特徴を有するため、難脱水性試料からの脱水技術として期待される(図1)。

目 的

泥炭や膨潤性粘土鉱物といった高含水比の試料に電位を印加して電気浸透流を生じさせ、試料の含水比変化を評価軸に電圧や印加時間などが脱水効率に与える影響について検討し、難脱水性試料の脱水技術開発に向けた基礎データを得る。

成 果

電気浸透脱水装置を3Dプリンタにより製作し、2種類の試料に対して電位を印加し脱水試験を行った(図2)。初期含水比702%の泥炭を試料とした場合、25Vで2時間電位を印加することで得られた含水比は617%であり、一軸圧縮による圧搾試験(1 MP圧力下)での551%と、ほぼ同等の値が得られることが分かった(図3･表1)。膨潤性粘土鉱物は一軸圧縮による圧搾試験では脱水液が得られず評価ができなかったが、本試験では25Vで2時間の電位印加条件で、含水比として1407%から901%へと約500%低減した(表1)。

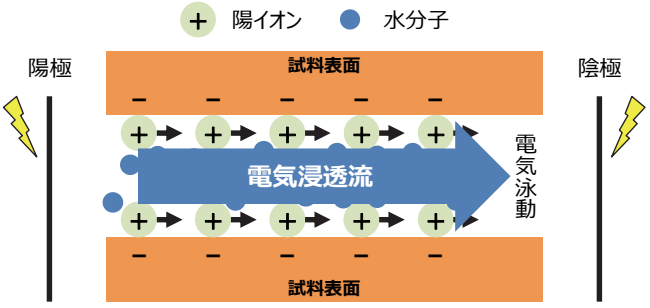


図1 電気浸透脱水の概念図

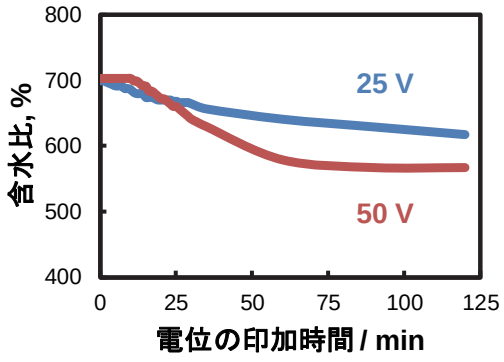


図3 異なる電圧条件における含水比の経時変化
(泥炭、1% K_2CO_3添加)

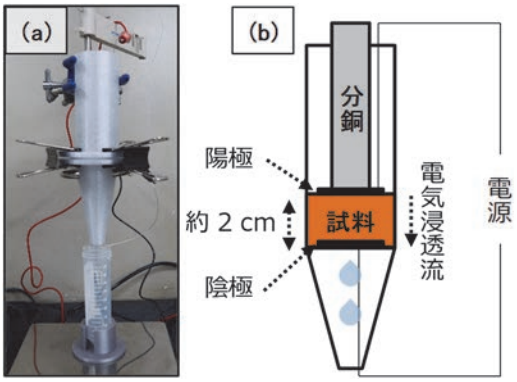


図2 実験装置の(a)写真と(b)模式図

表1 本試験と一軸圧縮試験による含水比変化の比較

	泥炭	膨潤性粘土鉱物
初期含水比, %	702	1407
電気浸透脱水後の含水比, %	617	901
一軸圧縮試験後の含水比, %	551	不可

活用展開

泥状で流動性の高い汚泥から脱水を行い、運搬や取り扱いを容易にすることでより幅広い用途へ使用することを目指し、引き続き電気浸透脱水に関する基礎検討を継続する。また、建設汚泥を対象に規模を拡大した試験研究へ展開し、更なる知見の獲得を目指す。

環境保全部
Environmental Conservation Division

（5/24（金）13:50 ～ 14:50　かでるアスビックホール）

O-18　サロマ湖のホタテガイの成長と流入河川との関係　26
○ 三上 英敏・木塚 俊和、長谷川 祥樹（北総研）、
阪口 耕一・松ヶ崎 光悦（サロマ湖養殖漁業協同組合）

O-19　生活由来の化学物質による環境リスク　― 河川を流れる医薬品の実態 ―　27
○ 田原 るり子・永洞 真一郎

O-20　気候変動で北海道の夏はどこまで暑くなる？　28
○ 鈴木 啓明・野口 泉・大屋 祐太、濱原 和広（元 エネ環地研職員）

サロマ湖のホタテガイの成長と流入河川との関係

○三上 英敏･木塚 俊和、長谷川 祥樹（北総研）、
阪口 耕一･松ヶ崎 光悦（サロマ湖養殖漁業協同組合）

背 景

サロマ湖のホタテガイの餌となる植物プランクトンの増殖には、湖内への栄養塩（窒素やリン）の供給が重要である。サロマ湖最大の流入河川である佐呂間別川では、夏季にリンに対する窒素の濃度比が減少することに加えて、夏季に渇水になると河川からの窒素供給量がさらに減少し、窒素不足のサロマ湖におけるホタテガイ成長の減退との関連が懸念されている。これらのことから、夏季の流域の栄養塩供給特性の詳細な解明と、それがホタテガイの成長に与える影響評価についての研究が求められている。

目 的

サロマ湖のホタテガイ養殖の漁業管理に活用するため、佐呂間別川の夏季のリンに対する窒素の濃度比の低下要因を明らかにし、流量の変動の影響も含めた流域からの栄養塩供給量の詳細を解明する。湖内の植物プランクトンによる基礎生産（光合成による有機物生産）やホタテガイ成長との関連性について評価を行う。

成 果

夏季の佐呂間別川において、植物プランクトンの栄養となる形態の溶存無機態リン（DIP）に対する溶存無機態窒素（DIN）の比が減少するのは、脱窒によってDINの大部分を占める硝酸態窒素が減少するためと考えられた（図1）。夏季の流域降雨に伴う河川の増水によるDINの供給増加は、サロマ湖の水温がある程度高い時に基礎生産を増加させることが推察された（図2、図3）。一方、ホタテガイの成長量は水温が約15℃程度で最大値を示すことから、サロマ湖が高水温の時に、DINの河川供給量が増加し、湖内の基礎生産が増加しても、ホタテガイの成長にあまり寄与しないと考えられた。

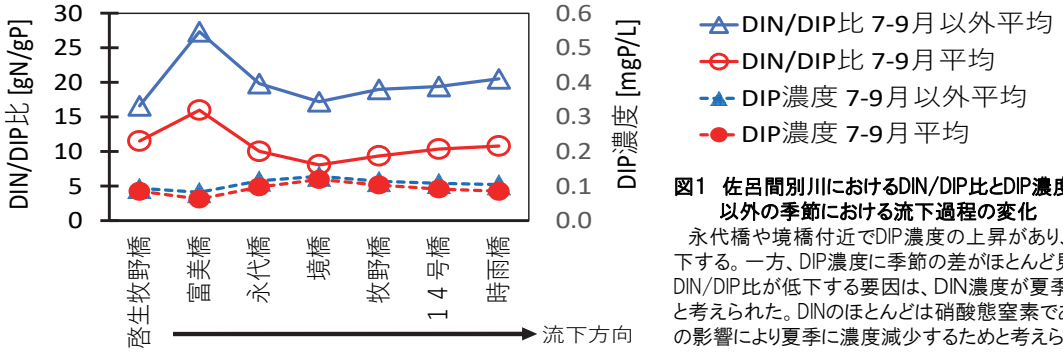


図1 佐呂間別川におけるDIN/DIP比とDIP濃度の夏季とそれ以外の季節における流下過程の変化
永代橋や境橋付近でDIP濃度の上昇があり、DIN/DIP比が低下する。一方、DIP濃度に季節の差がほとんど見られず、夏季にDIN/DIP比が低下する要因は、DIN濃度が夏季に減少するためと考えられた。DINのほとんどは硝酸態窒素であり、それが脱窒の影響により夏季に濃度減少するためと考えられた。

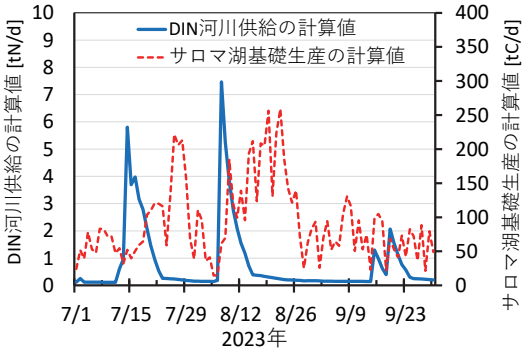


図2 2023年夏季（7-9月）におけるDINの河川供給の計算値とサロマ湖基礎生産の計算値の推移
DINの夏季河川供給が増水によって大きくなると、その後、窒素制限であるサロマ湖の基礎生産が増加しやすいことがわかった。

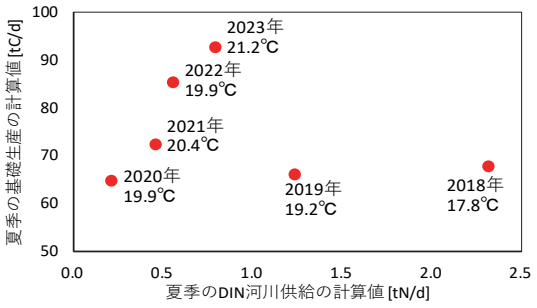


図3 夏季（7-9月）におけるDIN河川供給の計算値と基礎生産の計算値との関係（図中の数値は7月から9月までのサロマ湖の平均水温を示す。）
夏季（7～9月）の平均水温が相対的に高い場合、河川からのDIN供給が大きいほど基礎生産が大きくなる傾向が見られた。

共同研究（サロマ湖養殖漁業協同組合）2020-2023

活用展開

サロマ湖の流域からの夏季栄養塩供給特性と湖内の基礎生産やホタテガイ成長との関係が明らかになった。本研究成果は、サロマ湖養殖漁業協同組合において、今後のホタテガイ養殖に関する漁業管理に活用される。

生活由来の化学物質による環境リスク

―河川を流れる医薬品の実態―

○田原 るり子・永洞 真一郎

背 景

私たちの生活は、多種多様な化学物質により支えられている。その一方で、利用後に大気環境や水環境に排出された化学物質が、人の健康や生態系に及ぼす望ましくない影響が懸念されている。医薬品についても同様に、服用後に排出されたものが、全国の都市域の河川を中心に、高い濃度で検出されている。しかしながら、北海道内河川については、医薬品の濃度に関する知見が十分に集まっていない。

目 的

北海道内の河川において、医薬品による環境影響を評価するための基礎データとして、河川水からの検出頻度が高いとされている医薬品等、水生生物に対して望ましくない影響を与える可能性がある医薬品の環境中の存在量を把握する。

成 果

十勝川と石狩川水系の石狩川、夕張川及び千歳川において、抗菌剤とその代謝物3種、抗アレルギー薬1種、高血圧症治療薬1種の合計5種の医薬品の河川水中濃度を調査した（図1）。その結果、検出濃度は、どちらの河川でも下流域で濃度が高かった（図2）。最高検出濃度は石狩川水系で高く（表1）、主に、流域内における人口の多さによると考えられる。医薬品の河川への主な排出源として、下水処理場が挙げられている。本調査では検出濃度と下水処理場からの距離に関連は見られず、調査地点によっては、他の排出源の影響を受けている可能性がある。

		調査回数		
		R3	R4	R5
❶	中島橋	1	2	–
❷	すずらん大橋	1	2	–
❸	茂岩橋	–	2	–
①	永山橋	–	5	6
②	伊納大橋	–	5	6
③	納内橋	–	5	6
④	石狩大橋	–	5	6
⑤	江別大橋（夕張川）	–	4	6
⑥	東光橋（千歳川）	–	5	6

図1　調査対象河川・地点と調査回数

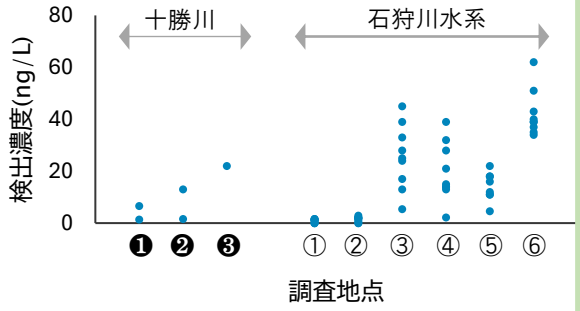


図2　テルミサルタン検出結果

表1　本調査における最高検出濃度

（単位：μg/L）

対象物質	十勝川	石狩川水系
クラリスロマイシン 抗菌剤	3.2	5.8
クラリスロマイシン 代謝物	0.64	9.4
エリスロマイシン 抗菌剤	不検出	6.5
フェキソフェナジン 抗アレルギー剤	37	84
テルミサルタン 高血圧症治療薬	22	62

一部は「POPs及び関連物質等に関する日韓共同研究業務」（(国研)国立環境研究所受託研究）で実施

活用展開

本調査結果は、下水処理場以外の排出源に関する調査研究のほか、生活排水の指標物質として、類似した性質を持つ他の化学物質の、環境中の濃度分布推測への活用が期待できる。

気候変動で北海道の夏はどこまで暑くなる？

○鈴木 啓明・野口 泉・大屋 祐太、濱原 和広（元 エネ環地研職員）

背 景

地球温暖化の進行に伴う気候変動への対応が求められている。国際的な枠組みであるパリ協定の目標や、2050年までに温室効果ガス排出量を実質ゼロにするという「ゼロカーボン北海道」の目標に向けた緩和策（脱炭素化）とともに、既に現れ始めた気候変動影響や、今後避けられない影響に対応するための適応策も重要である。特に暑熱対策は喫緊の課題であり、北海道も2021年、2023年に記録的な猛暑に見舞われ、熱中症被害や産業への影響が顕在化している。

目 的

気候変動による暑熱の変化が道民に及ぼす影響を実感しやすく示すために、特に熱中症リスクの指標である暑さ指数（WBGT）の変化に焦点を当てて将来予測を行った。追加的な緩和策を講じない場合の4℃上昇シナリオ（SSP5-8.5）と、パリ協定の「2℃未満」目標が達成された場合の2℃上昇シナリオ（SSP1-2.6）での予測状況を算出し、比較を行った。

成 果

今後、夏の暑さが厳しさを増すにつれ、その影響は様々な分野に及ぶと考えられた（図1）。暑さ指数が7月・8月に「危険」及び「厳重警戒」に相当する日数（「厳重警戒日数」：図2の赤とオレンジ）は、4℃上昇シナリオでは2084年にかけて増加し、近年の本州の状況（図2の右側）に近づくと予測され、変化の違いに応じた地域ごとの適応策が必要と考えられた。札幌における厳重警戒日数は、 4℃上昇シナリオでは1994年から2084年にかけて28日増加すると予測された。一方、緩和策が進む2℃上昇シナリオでは11日の増加にとどまり、特に2054年以降の変化は小さいと予測された（図3）。

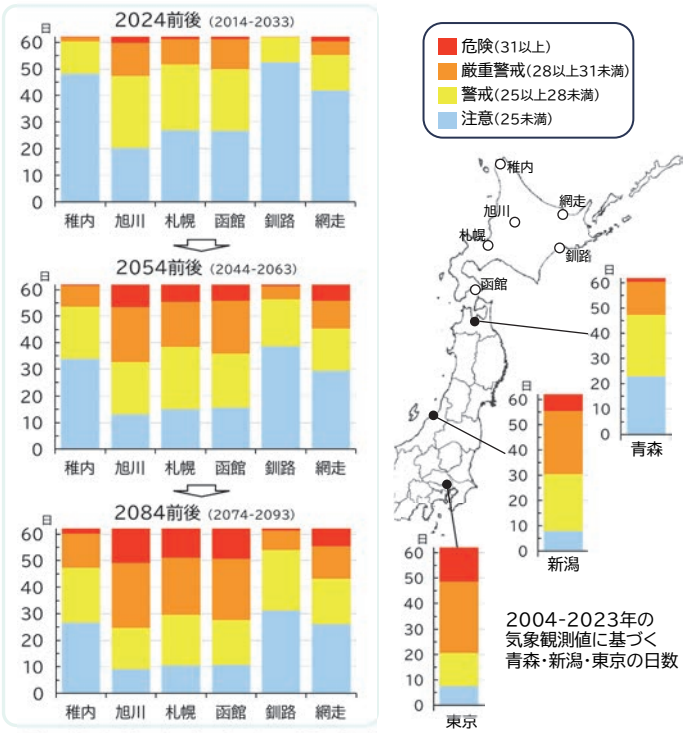


図2 4℃上昇シナリオにおける、7月・8月「暑さ指数」階級別日数の将来変化
使用データ：石崎 紀子, 2021: CMIP6をベースにしたCDFDM手法による日本域バイアス補正気候シナリオデータ, Ver.1, 国立環境研究所, 全球モデル：MRI_ESM2_0. doi:10.17595/20210501.001.（参照: 2021/07/12-13）。暑さ指数は日最高値（小野・登内（2014）の推定式で日平均値を求め、日最高気温と日平均気温の差に応じ補正）。

図1 気候変動による暑熱変化に伴う主な影響

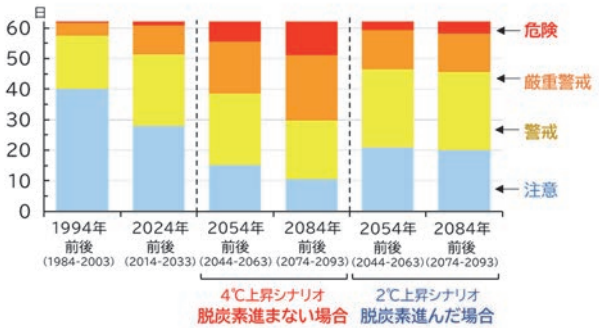


図3 シナリオに応じた札幌の「暑さ指数」階級別日数の将来変化
図2と同様の予測に基づく階級別日数。なお、「2024年前後」のデータは2つのシナリオの場合の平均値を採用した。

経常研究

活用展開

気候変動対策への理解と関心を高めるため、得られた知見をウェブサイトやセミナー等を通じて発信する。道総研や北海道気候変動適応センターが行う、具体的な暑熱対策を検討するための調査研究に活用するとともに、道や市町村の気候変動適応計画の策定・見直しに役立つ基礎資料として活用される。

ポスター発表
Poster Session

（展示　5/23（木）10:00～16:30、5/24（金）10:00～16:00　展示ホール）

● 地域地質部　（説明　5/23（木）15:20～16:30）

P-01　「周氷河斜面調査マニュアル」の紹介　【展示品：周氷河斜面調査マニュアル】　31
○ 仁科 健二

P-02　14 世紀にも地震地すべりは発生したのか
— 火山灰層すべりからみた厚真町の地震履歴 —　32
○ 宇佐見 星弥・川上 源太郎・石丸 聡・藤原 寛、乾 哲也・奈良 智法（厚真町教育委員会）

P-03　過去 1 万年以内の火山噴出物に TL 年代測定法は有効か　33
○ 藤原 寛、長谷部 徳子（金沢大学）、石崎 泰男（富山大学）

● 自然環境部　（説明　5/23（木）15:20～16:30）

P-04　エゾシカによる牧草被害を可視化する　34
○ 稲富 佳洋・亀井 利活・長 雄一

P-05　自動撮影カメラを活用しアーバンディア対策を考える　35
○ 長 雄一・亀井 利活・稲富 佳洋

P-06　ドローン観測によるシカとカモシカの空間利用マッピング
— 競合関係の解明に向けて —　36
○ 伊藤 健彦、福江 佑子（NPO 法人生物多様性研究所あーすわーむ）、南 正人（麻布大学）

P-07　新たな統計手法を用いて全道におけるヒグマ生息分布の変化を推定する
— 1990 年代から 2020 年代まで —　37
○ 日野 貴文、飯島 勇人（森林総合研究所）、間野 勉・釣賀 一二三・白根 ゆり・三浦 一輝

● 資源エネルギー部 （説明　5/24（金）11:15 ～ 12:00）

P-08　温泉を次世代に残すために・・・　― 倶知安町ひらふ地域における温泉保護対策 ―　38
○ 岡 大輔・鈴木 隆広

P-09　技術支援ツールを用いた新しい相談対応のカタチ　39
○ 大森 一人・田村 慎・鈴木 隆広

P-10　ヒートポンプの導入における地下水熱利用の効果　40
○ 白土 博康・保科 秀夫・多奈田 紘希

P-11　温泉熱でいちごを育てる！　― 効率的な温泉熱の活用に向けた提案 ―　41
○ 小倉 貴仁・鈴木 隆広・北口 敏弘・白土 博康・斎藤 茂樹・藤澤 拓己・山越 幸康

P-12　蒸発・凝縮を伴う流れの把握手法の構築と応用的展開　42
○ 富樫 憲一、朝原 誠（岐阜大学）

P-13　道内市町村の脱炭素化支援に向けた基礎検討　43
○ 齋藤 茂樹・中野 敬太

● 循環資源部 （説明　5/24（金）15:00 ～ 16:00）

P-14　ホタテの“ウロ”を魚の養殖用エサに活用する
― 水産系廃棄物を活用した魚類摂餌促進物質の開発 ―　44
○ 若杉 郷臣・明本 靖広・富田 恵一・佐々木 雄真・山口 勝透・鎌田 樹志、
小山 達也（さけます内水試）、井上 智（栽培水試）、信太 茂春（釧路水試）

P-15　電気泳動現象を用いた土壌からの物質分離技術　【展示品：実験装置】　45
○ 明本 靖広・若杉 郷臣・富田 恵一

P-16　地域を支える効率的な一般廃棄物処理システム実現に向けて
― 道内の一般廃棄物処理状況を見える化する ―　46
○ 福田 陽一朗（本部研究推進部）、朝倉 賢・山口 勝透

P-17　メタンガスをエネルギーとして利用すると温室効果ガスはどのくらい減るの？　47
○ 丹羽 忍

P-18　ガラス廃材の価値を高めるアップサイクルへの挑戦
【展示品：アップサイクルガラス製品】　48
○ 稲野 浩行・明本 靖広・朝倉 賢

● 環境保全部 （説明　5/24（金）15:00 ～ 16:00）

P-19　水道水源の水質保全に水辺緩衝林帯を活かす
― アンモニア態窒素の流出抑制機能の評価 ―　49
○ 木塚 俊和・三上 英敏・鈴木 啓明、長谷川 祥樹（北総研）、
真里谷 隆・吉田 直史（別寒辺牛川・ホマカイ川流域環境保全協議会）

P-20　雪の中身はどこに行く？　― 積雪中の大気汚染物質の流出量と経路 ―　50
○ 山口 高志

P-21　動物に用いられる医薬品の環境実態の把握に向けて　51
○ 仮屋 遼・田原 るり子・五十嵐 聖貴

P-01

「周氷河斜面調査マニュアル」の紹介

○仁科 健二

背 景

近年の豪雨増加により、道内に広く分布する緩斜面ー周氷河斜面ーで災害が多発している。周氷河斜面は傾斜が緩く、災害が起こることが少なかったため、積極的な防災対策はとられていない。また豪雨に対する斜面の応答や崩壊メカニズムの詳細が明らかではないことから、今後さらに増加すると予測される極端豪雨に対応できるよう、崩壊の実態や地質素因を踏まえた効果的な調査･対策手法を構築する必要がある。

成 果

調査を設計する技術者、または現場で調査を担う技術者に向け、災害実態を踏まえた周氷河斜面調査マニュアルを作成した。マニュアルでは、はじめに第1章で周氷河地形を形成する周氷河作用について解説し、第2章では周氷河斜面を地形量から抽出する方法を示した(図1)。続いて、第3章で代表的な地質地域(花崗岩･片麻岩地域、片岩地域、火砕岩地域、新第三紀泥岩地域)での高品質ボーリングコアを併用した調査･解析事例を紹介し(図2)、さらに第4章では地形条件や堆積物の物性の鉛直分布特性から推定される斜面崩壊メカニズムを解説した。第5章では前章までの内容を受けて、机上調査、現地調査、ボーリング調査、土質試験方法の選択、調査･試験結果をもとにした総合解析まで、調査･設計をおこなう際の指針となるよう一連の手順を実例に沿って示した(図3)。

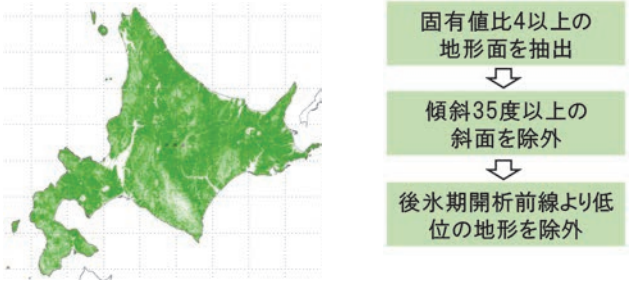


図1 道内(北方領土を除く)の周氷河斜面の分布と抽出フロー
10mDEMをもとに、平滑(固有値比4以上)で緩やかな(傾斜35度未満)斜面を抽出し、さらに完新世に形成された地形を除いた。

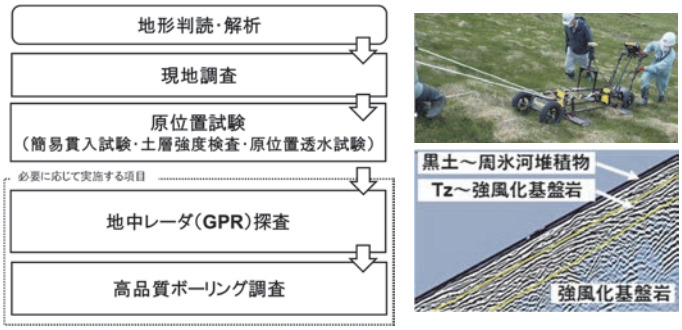


図3 調査フローと調査事例(地中レーダー探査)
斜面調査･解析の作業手順を、調査項目とねらい、調査法を選定する状況に沿って解説した。

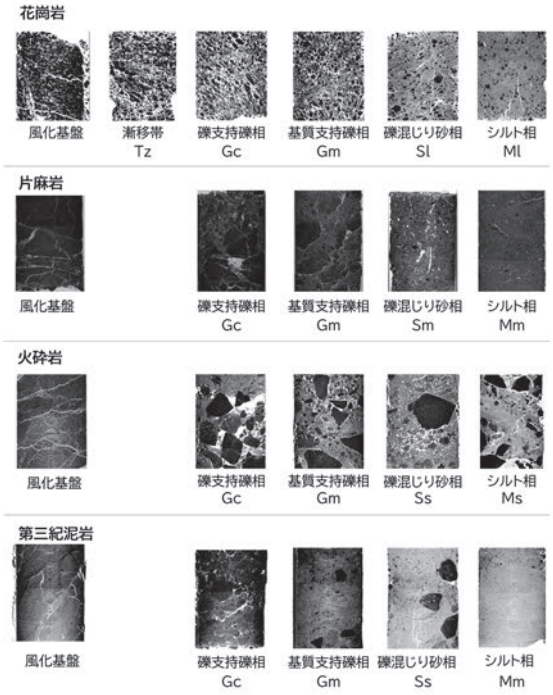


図2 地質別の周氷河堆積物の層相(高品質コアのCT画像)
礫･基質の比率と成層構造の有無をもとに堆積物を記載･区分する。地質の違いによって、異なる特徴をもった斜面堆積物が形成される。

重点研究

活用展開

道路土工指針の改定時に、周氷河斜面調査法の成果が反映されることが期待される。
マニュアルを公開するとともに、マニュアルを抜粋して作成したブックレットを用い、関連団体の協力の元、講習会等を開催し、技術者向けに普及を図る。

P-02

14世紀にも地震地すべりは発生したのか

― 火山灰層すべりからみた厚真町の地震履歴 ―

○宇佐見 星弥・川上 源太郎・石丸 聡・藤原 寛、
乾 哲也・奈良 智法（厚真町教育委員会）

背 景

平成30年（2018年）9月6日に発生した『平成30年北海道胆振東部地震（以下「H30地震」という）』（札幌管区気象台 2024, 札幌管区気象台HP）は、厚真町とその周辺に火山灰層の斜面崩壊を多発させた（石丸ほか 2020, 地形など）。

厚真町では、複数の地震イベントが報告されている（田近・乾 2020, 北海道大学出版会）。しかし、このうち14世紀頃のイベント（**表1**の③12世紀～西暦1663年）は、根拠となる地震の痕跡が1例しか報告されていない。したがって、地震履歴の確度を向上させるためには、同一の地震イベントによる痕跡事例を蓄積する必要がある。

表1 厚真町周辺の地震イベントと調査結果の対応
宇佐見ほか（2024 北海道地すべり学会）を一部改変。イベントは田近・乾（2020 北海道大学出版会）と高清水ほか（2007 第四紀研究）に基づく。

地震イベント	火山灰	調査地
	Ta-b（西暦1667年）	西暦1667年
④17世紀（西暦1663年以前）		Aサイト Bサイト
③擦文後期～近世初頭（12世紀～西暦1663年）		西暦1428±20年
	B-Tm（西暦946年）	
②続縄文～擦文前期（約2,500年前～9世紀）		
	Ta-c（約2,500年前）	約2,500年前
①縄文時代後期（約4,000年前）		
	Ta-d（約9,000年前）	

目 的

H30地震により、地震による火山灰層すべりでは火山灰層が元の層構造を保って堆積することが明確となった。本研究では、厚真町でH30地震前に発生した斜面崩壊の堆積物調査から地震履歴の確度を向上させることを目的とする。

成 果

地形判読により、H30地震前に形成され輪郭が明瞭な崩壊地形を131箇所見出した（**図1**）。これらの崩壊地形の存在は指摘されていたが（Ito et al. 2020, *Geological Society, London* など）、空間分布を示したのは本研究が初めてである。

崩壊地形の中で、堆積物がよく残存している2箇所（**図2**）を対象に、崩壊堆積物調査を実施した。その結果、いずれの崩壊地形も火山灰層が崩壊していること、このうち少なくともAサイトの崩壊地形は14世紀頃の地震イベントに対応する斜面崩壊である結果を得た。このことは、14世紀頃の地震イベントでも火山灰層すべりが発生する規模の地震動が厚真町を襲ったことを示す。さらに、Bサイトも同一イベント起源である可能性を残しており、今後の年代測定による崩壊年代の絞り込みが求められる。

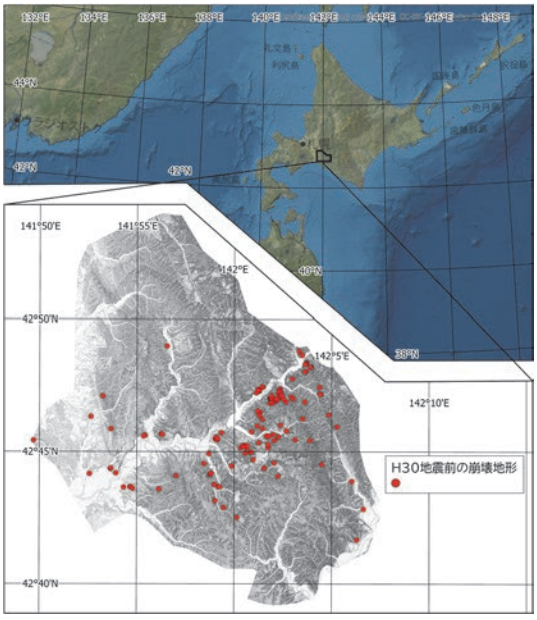


写真 厚真町周辺で見出したH30地震前の崩壊地形分布

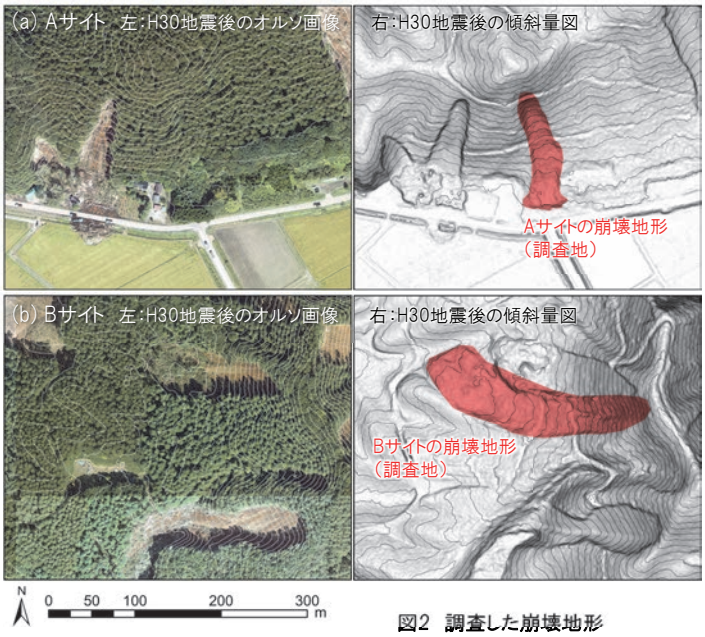


図2 調査した崩壊地形
(a) Aサイトのオルソ画像と傾斜量図、(b) Bサイトのオルソ画像と傾斜量図

本研究は、公益財団法人深田地質研究所「2023年度深田研究助成」およびJSPS科研費（22H01738）の援助を受けて実施しました。

活用展開

本研究により、14世紀頃の地震イベントに該当する地震痕跡を新たに見出し、地震履歴の確度を向上させた。さらに、同様の崩壊地形がより広範囲に分布することを示した。今後、本研究で示した崩壊地形の空間分布を基に、過去の地震イベントによる斜面崩壊事例を蓄積することで、過去の強震域や地震像を推定することが期待できる。

P-03

過去1万年以内の火山噴出物に TL年代測定法は有効か

○藤原 寛、長谷部 徳子(金沢大学)、石﨑 泰男(富山大学)

背 景

完新世(過去1万年間)の火山岩を対象とした熱ルミネッセンス法(以下TL法)による年代測定は、測定精度の問題や、石英が熱蛍光を示しにくいなどの課題があり、測定例は限られる。一方、噴出物の上下にある有機物から噴火年代を挟み込む放射性炭素年代測定では、年代値に幅が出ることや、そもそも有機物を含まない場合も多いなどの制約がある。従って、活火山の中長期的噴火予測を行う上で、直接火山岩から噴火年代を求めるTL法の適用拡大が望まれる。

目 的

既知の噴火年代とTL法による噴火年代の比較により、TL法が完新世火山岩の年代測定に適用可能かどうか検討し、精度の良い噴火年代を得るための適切な試料選択法の提案を目指す。

成 果

恵山火山の最新かつ同時期(放射性炭素年代;6800～8600年前、Miura *et al.*, 2013)の噴出物である恵山山頂溶岩ドーム(ED)から2試料、御崎溶岩ドーム(MI)から1試料、合計3試料にTL法を適用し、岩石中に含まれる石英斑晶の蓄積線量を見積もった. ED試料のうち1試料では、日本の一般的な年間線量を用いると、約7000～10000年前程度の噴火年代が算出され、TL法は完新世火山岩に対して適用の可能性がある。一方で、それ以外の2試料では既知の噴火年代より若い3000～6000年前程度という噴火年代となった。理想的な蓄積線量が算出された試料とそれ以外では、全斑晶量や石英斑晶量などに違いが見られた。この違いは性質(温度など)の異なるマグマ同士の混合によるマグマの物理化学条件の不均質性を反映している可能性があり、TL年代値の精度に影響しているかもしれない。

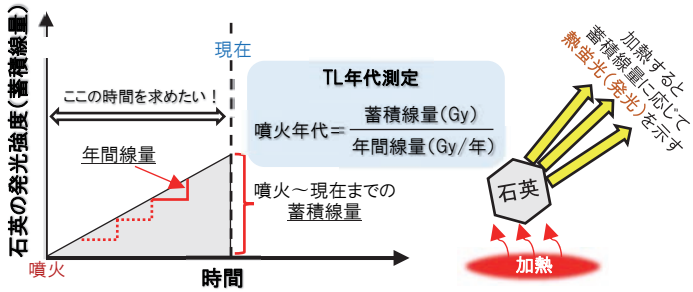


図1　TL年代測定法のしくみ

火山岩中の石英の蓄積線量(噴火～現在までに蓄積した総線量)を、その試料の年間線量(1年間に被曝する線量)で割ることで噴火年代を求める。

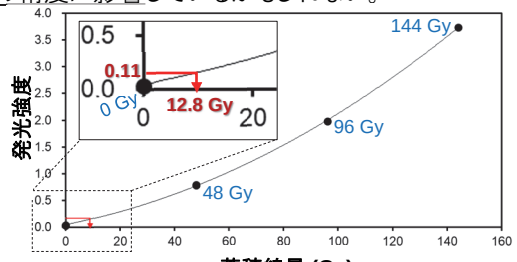


図2　熱蛍光を示したED試料の蓄積線量の検量線(一例)

試料中の石英に強度の異なるX線を照射させ、発光強度と蓄積線量の検量線を作成し、X線を当てないときの発光強度から、その石英の蓄積線量を算出する。

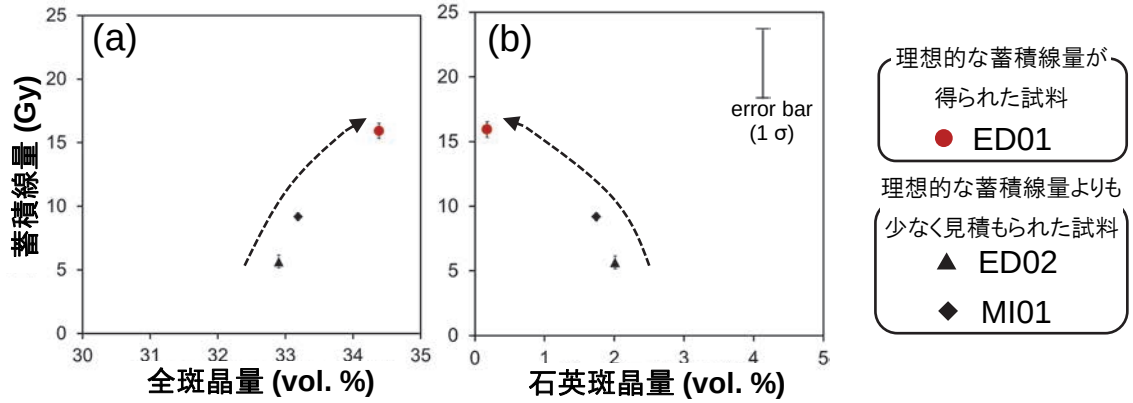


図3　蓄積線量の違いによる岩石(マグマ)の特徴

(a)縦軸に蓄積線量、横軸に全斑晶量(vol. %)を、(b)縦軸に蓄積線量、横軸に石英斑晶量(vol. %)をとったグラフ。全斑晶量が多くなるほど、そして石英斑晶量が少なくなるほど試料の蓄積線量は高くなる(1試料あたり、加重平均n=5)。なお、噴火年代決定には加重平均した蓄積線量を用いる。

道総研 職員研究奨励事業

活用展開

本研究により、既知の噴火年代と矛盾ない噴火年代を算出するのに理想的な蓄積線量が得られ、TL法は完新世火山岩への適用の可能性がある。今後、試料の年間線量を求め、斑晶量等の違いを生み出す過程や、その違いがなぜ蓄積線量に影響するかを解析する。これにより、高精度の噴火年代を得る適切な試料選択法の提案や、活火山の中長期的噴火予測にも活用され、火山防災への貢献が期待される。

P-04

エゾシカによる牧草被害を可視化する

○稲富 佳洋・亀井 利活・長 雄一

背 景

エゾシカによる牧草被害は、作物別の被害額で最も高い割合を占めており、各地で様々な被害対策が実施されている。効果的・効率的な被害対策を実施するためには、対策によって牧草被害を低減できたのか評価することが重要である。しかし、従来の農業者等に対する聞き取り調査だけで、対策の効果を定量的に評価することは困難である。エゾシカの出没状況を反映した精度の高い牧草被害調査手法を開発し、被害対策の効果を検証することが必要とされている。

目 的

宗谷管内、釧路管内及び根室管内の7圃場で保護柵を利用した牧草被害調査を継続的に実施し、精度の高い牧草被害調査手法を開発する。また、被害対策を実施した圃場における牧草被害の変化を調べることで、被害対策の効果を検証する。

成 果

調査の結果、各圃場の被害率は平均18.3%(4.5～36.9%)となり、エゾシカの食害により2割近く減収していることが明らかとなった(表1)。各圃場の被害率と自動撮影カメラによるシカ撮影頻度との関係を解析した結果、両値は有意な正の相関を示したことから、保護柵を用いた被害調査は、エゾシカの出没状況を反映した精度の高い調査手法であることが示唆された(図2)。囲いわなによるエゾシカの捕獲試験を実施した圃場では、実施後に被害率が減少したことから、誘導柵によるエゾシカの侵入制限及び囲いわなによる捕獲が被害低減に有効であったことが示唆された(図3)。

図1 保護柵を利用した牧草被害調査
左:保護柵の全景、右:柵内外で収穫した牧草。各圃場に5か所以上の保護柵を設置した。

表1 調査地の概要
被害率の上段は各圃場の平均値、下段は最小値～最大値を示す。

調査地	圃場数	調査年	牧草被害率(%)
宗谷管内 (浜頓別)	5	2019～2020	15.4 (4.5～24.3)
釧路管内 (白糠)	1	2019～2021	16.4 (6.9～24.9)
根室管内 (標津)	1	2019～2023	25.2 (12.5～36.9)

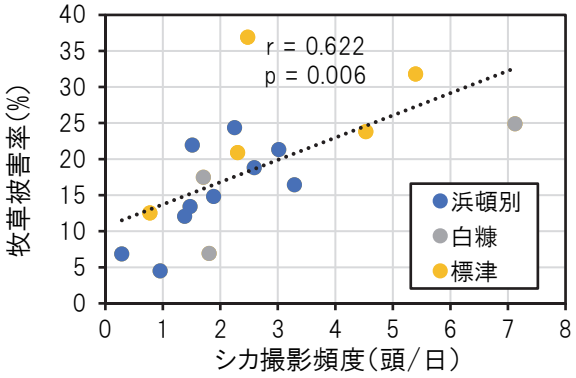


図2 牧草被害率とシカ撮影頻度との関係
牧草被害率、シカ撮影頻度ともに各圃場の平均値を示す。

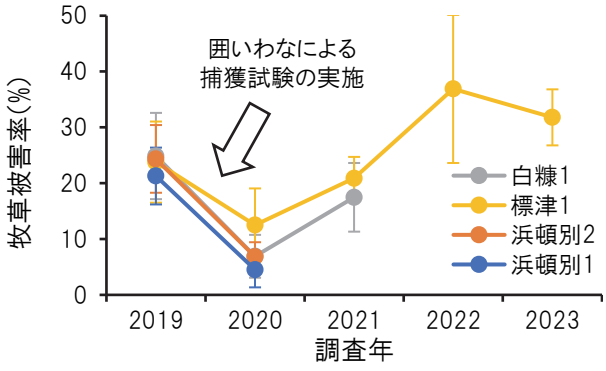


図3 被害対策圃場における牧草被害率の推移
エラーバーは標準誤差を示す。被害対策圃場では、2019～2020年に誘導柵を用いてシカの侵入を制限するとともに、囲いわなによってシカを捕獲した。

活用展開

- 本手法の普及によって、エゾシカの出没状況を反映した精度の高い牧草被害の把握が可能となる。
- 継続的な調査で得られる牧草被害の「年変化」は、被害対策の効果検証に活用できる。
- 牧草被害の「圃場による違い」を明らかにすることで、優先的な被害対策の実施圃場を選定できる。

自動撮影カメラを活用しアーバンディア対策を考える

○長 雄一・亀井 利活・稲富 佳洋

背 景

全道各地において、市街地に出没するエゾシカ(アーバンディア)による庭木への食害・交通事故の増加等が問題化している。釧路市においても、アーバンディアに対する苦情件数が増加しており、2018年度から2022年度まで釧路市環境保全課に対して、継続的に技術指導を行った。また、アーバンディアへの対応策として、釧路総合振興局が「指定管理鳥獣捕獲等事業」により、釧路市都市公園内での囲いわな捕獲を2019年度及び2020年度に実施した。

目 的

アーバンディアによる食害等の被害軽減を目的とし、自動撮影カメラを用いて、以下の目標を達成する。

【1】市街地での捕獲候補地(釧路市市民の森)に自動撮影カメラを設置し、最適な捕獲時期及び場所を選定する。

【2】捕獲実施後、自動撮影カメラによって継続的に出没状況を把握し、捕獲の効果を検証する。

成 果

【1】カメラ別撮影枚数(枚数／日)が多い時期及び場所は、9月から11月、市民の森中央部のカメラB及びカメラCであった。この結果により、囲いわな設置及び捕獲個体回収のため、2tトラックの進入が可能なカメラC周辺を設置箇所に選定し、秋季における囲いわな捕獲を実施した。

【2】1枚の画像に撮影されるエゾシカの最大群れサイズ(頭数)は、捕獲開始前の16頭から、1回目捕獲(2019年10月～11月、メス19頭オス1頭)後、2回目捕獲(2020年9月～12月、メス8頭オス6頭)後と、連続的に減少し、最終的にはほぼ3分の1程度の6頭前後にまで減少した(カメラC)。撮影枚数には大きな減少がなかったものの、群れサイズに関しては顕著な減少が見られたことから、囲いわな捕獲がアーバンディアの減少に有効であったことが示唆された。

図1 カメラ設置場所と撮影方向
捕獲候補地である釧路市市民の森内で自動撮影カメラを4箇所設置した。矢印は撮影方向を示す。

写真 囲いわなによる誘引状況
写真の囲いわな内部に餌を設置し、エゾシカを誘引した後、遠隔操作によりゲートを落下させて、捕獲を行う。備え付けのカメラによりわな内部の状況(人間等がわな内にいないこと)を確認してから捕獲を行うため、市街地においても安全性が極めて高い。

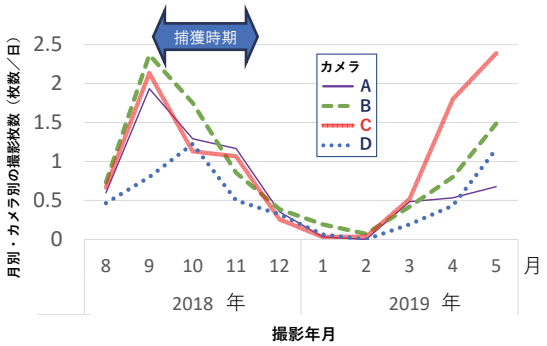


図2 月別・カメラ別の撮影枚数(枚数／日)
わな設置箇所の決定は2019年6月に行ったため、2018年8月から2019年5月までのデータで作図した。

図3 月別・カメラ別の最大群れサイズ(頭)
2018年8月から2022年9月まで群れサイズの年次比較を行ったところ、1月から4月までは、捕獲前に較べて、捕獲後に群れサイズが減少した。

釧路市環境保全課及び釧路総合振興局との共同調査

活用展開

自動撮影カメラを利用した適切な捕獲時期と場所の選定は、様々な地域のアーバンディア対策に活用が可能であり、道内市町村に提案できる。

自動撮影カメラの設置による捕獲効果の検証を行うことで、将来的なエゾシカ捕獲へのフィードバック(手法の改善、捕獲継続の判断等)が可能となる。

P-06

ドローン観測によるシカとカモシカの空間利用マッピング

― 競合関係の解明に向けて ―

○伊藤 健彦、福江 佑子(NPO法人生物多様性研究所あーすわーむ)、
南 正人(麻布大学)

背 景

ニホンジカの個体数増加にともなう高山帯への分布拡大は、日本各地で自然生態系に影響を及ぼしている。高山帯に生息する国の特別天然記念物ニホンカモシカへの影響も懸念されているが、高山帯での野生動物の生息状況把握やカモシカへの影響評価は容易ではない。ドローン観測はこの課題を解決する可能性があるが、熱赤外線カメラによる動物検出では、形態と体サイズが似ているシカとカモシカでは種判別が困難なことが予想される。

目 的

シカの分布拡大と個体数増加によるカモシカへの影響が懸念されている、長野県浅間山の標高約2000mに広がる高山草原を対象に、ドローンを活用した高山帯における大型哺乳類の観測手法を確立し、シカの侵出状況を把握する。また、シカとカモシカの種判別を伴う、空間利用観測手法を開発する。

成 果

ドローン観測により、本調査地には大型哺乳類が40頭/km^{2}を超える高密度状態で生息することを明らかにした。熱赤外線カメラによる夜間観測ではシカとカモシカの種判別は困難だったが、明け方から日出直後に、熱赤外線と可視光の2つのカメラを搭載したドローンで観測することにより、シカとカモシカを高精度で判別できた。シカは平坦地に、カモシカは急斜面を利用する傾向も観察された。本結果は同所的に生息するシカとカモシカについて、短期的な空間利用の違いをはじめて明らかにしたものである。本成果は Ito et al. (2023) Grassland Science 69: 277-283 として出版された。

図1 ドローン搭載熱赤外カメラで撮影された2頭の大型哺乳類
おそらく右はメスのシカ、左はカモシカ幼獣だが、夜間の熱赤外線観測では種判別は困難。2021年8月20日23:10分撮影。

図2 2つのカメラを搭載したドローンで早朝に撮影されたニホンジカ
気温上昇前であれば、熱赤外線での大型哺乳類検出が容易。袋角期であればシカの角も確認できる。可視光カメラでの種判別も可能。2021年8月21日5:30分撮影。

図3 2つのカメラ搭載ドローンで撮影されたニホンカモシカ母仔
色・形・大きさが岩とよく似ており、可視光カメラでは発見は困難。熱赤外線カメラで発見できれば、可視光画像での体色等の特徴からシカとの区別が可能。2021年8月21日5:20分撮影。

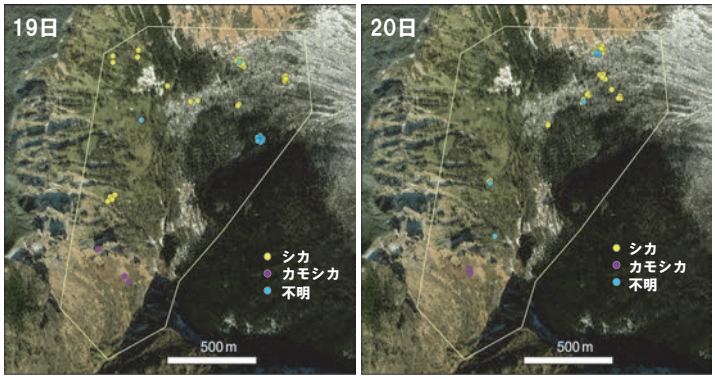


図4 長野県浅間山湯の平におけるドローンで検出されたシカとカモシカの分布
2021年11月早朝。黄色の枠内が調査対象地域。背景は衛星画像。

(公財)国際花と緑の博覧会記念協会 および (公財)日野自動車グリーンファンド 助成事業

活用展開

- 継続調査により、シカの個体数変動がカモシカの個体数や空間利用に及ぼす影響を評価可能。
- 本手法によるシカの密度推定や利用環境の把握は、高山帯や湿原などにおける保全対策立案や重点対策地域の特定に有効。
- シカ、イノシシ、クマなど大型獣の種間関係に関する研究や、牧草地、農地などの獣害対策にも活用可能。

P-07

新たな統計手法を用いて全道における ヒグマ生息分布の変化を推定する

— 1990年代から2020年代まで —

○日野 貴文、飯島 勇人（森林総合研究所）、
間野 勉・釣賀 一二三・白根 ゆり・三浦 一輝

背 景

野生動物管理を適切に実施するには、生息分布の把握が必要不可欠である。一方で、ヒグマは、エゾシカなどと比較すると低密度で目視調査が困難なため、詳細な空間スケールのモニタリング調査を広域かつ長期間実施することは困難である。実際に、これまで実施されてきた全道を対象にした生息分布調査は、1991年から2017年に不定期に実施したのみで、全道のヒグマの分布の変化を連続的に長期間把握できなかった。

目 的

これまでのアンケート等による生息分布調査や国有林の森林作業者によるヒグマの痕跡発見報告の結果といった、時間や空間に不連続性がある複数のモニタリング調査データを統合して解析することで、空間的に詳細なヒグマの生息分布について長期間の変化を推定する。

成 果

時間と空間の双方に不連続性が見られるデータを扱うことが可能な新たな統計手法を、ヒグマの生息分布調査（図1）や国有林等の森林作業者のヒグマ痕跡発見報告などの複数のモニタリング調査データに適用することで、1991年から2021年にかけて詳細な空間スケールでの分布を推定した（図2）。1990年の春グマ駆除廃止時はヒグマの生息分布が限られていたが、その後の分布拡大過程が推定された。また、その拡大過程は地域によって違いがあった。一方で、生息情報が完全に欠落している地域では存在確率が極端に低く分布が過小評価されるなど、モニタリング調査データとそれを用いた解析手法に改良の余地があることが明らかになった。

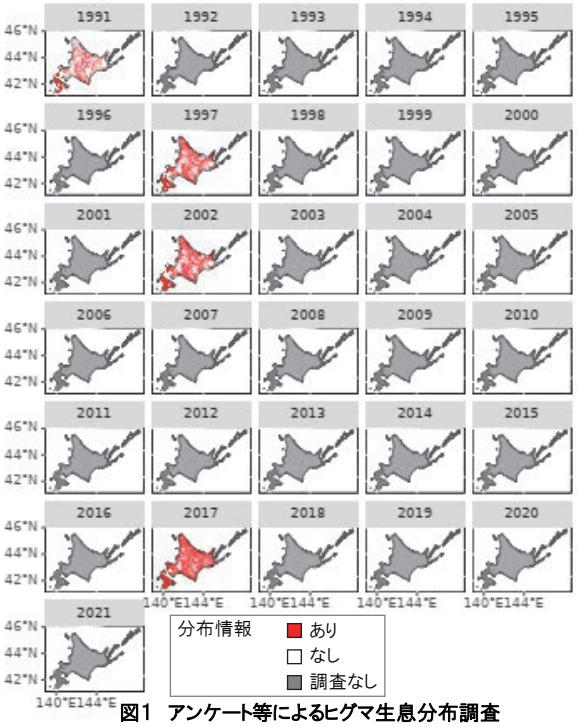


図1 アンケート等によるヒグマ生息分布調査

5km²グリッドにおける「ヒグマの生息情報あり/なし」に関する調査が1991、1997、2002、2017年に実施されている（ヒグマ・エゾシカ分布調査（北海道）、要注意鳥獣（クマ等）生息分布調査（環境省））。

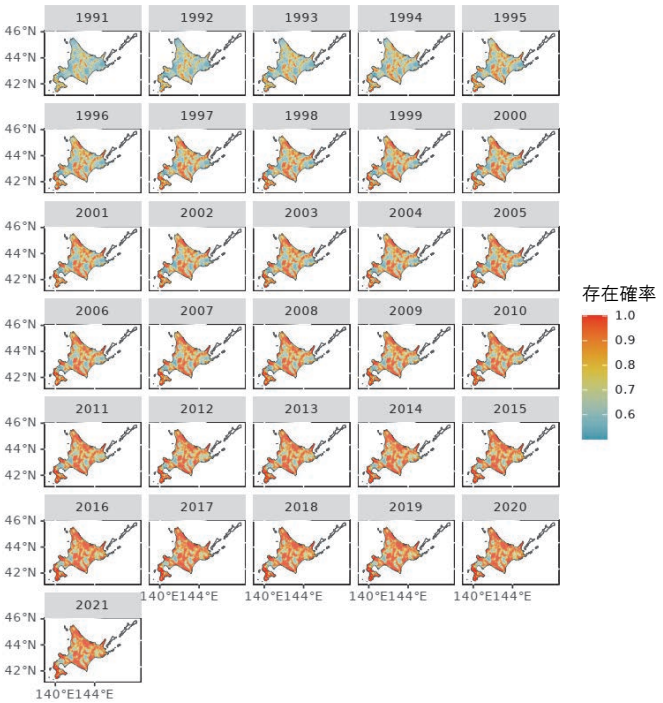


図2 推定されたヒグマの存在確率の変化

各5km²グリッドにおける存在確率を0～1（0～100%）で示す。

謝辞 ヒグマに関するモニタリング調査は、狩猟者・行政機関・森林作業者など多くの関係者のご協力により成り立っており、この場を借りて感謝申し上げたい。

活用展開

本研究で明らかになったヒグマ生息分布の変化は、全道一律ではなく地域差を考慮したヒグマ管理に活用される。また、本研究で扱ったモニタリング調査とは独立した調査、特に調査努力量の情報があるモニタリング調査を実施することでヒグマの生息分布をより高精度に推定することが可能になる 。

P-08

温泉を次世代に残すために･･･

― 倶知安町ひらふ地域における温泉保護対策 ―

○岡 大輔･鈴木 隆広

背 景

北海道は、北海道温泉保護対策要綱に基づき、温泉の衰退現象が認められる地域を温泉保護地域等に指定し、温泉掘削等の規制を行い、温泉の恒久的保護と適正利用の促進に努めている。倶知安町ひらふ地域では、近年、温泉開発が急速に進展したこと(図1)で源泉数が急増し、併せて地域全体の揚湯量も増加しており、温泉資源の衰退･枯渇が懸念されている。

目 的

倶知安町ひらふ地域および周辺域における温泉資源の経年変化や現況を把握するため、温泉の情報を整理するとともに、観測網を整備し、得られた水位等の観測データを解析する。

成 果

平成28年以降、整備した観測網で得られた水位の連続観測データを解析した結果、一部の源泉において水位の低下傾向が見られ(図2)、源泉間の相互影響も確認された。また、源泉の地質柱状図、温泉の化学組成などの整理から、複数の源泉が同一の温泉帯水層から揚湯していることが明らかになった。これらの状況を踏まえ、北海道は令和2年10月に北海道温泉保護対策要綱の一部を改訂して、当該地域を温泉保護地域･準保護地域に指定し、以降の温泉開発･利用に関して一定の制限がかけられた(図3)。

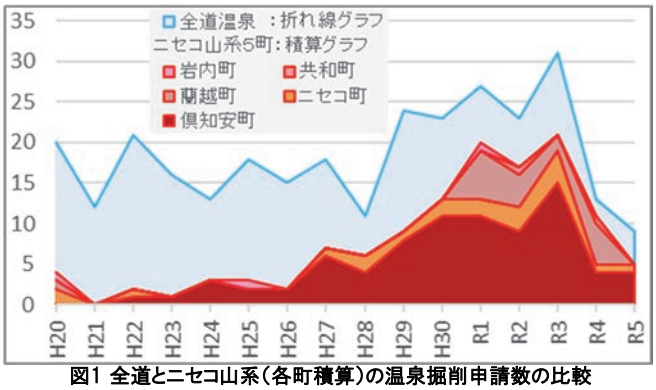


図1 全道とニセコ山系(各町積算)の温泉掘削申請数の比較
出典：北海道環境審議会温泉部会
https://www.pref.hokkaido.lg.jp/hf/kse/sei/singikai-etc.htmlを基に作成

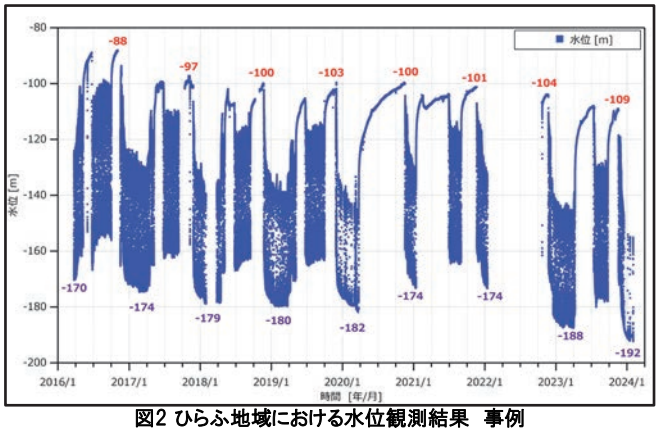


図2 ひらふ地域における水位観測結果 事例
紫数字：冬季に最も低い水位[m]、赤数字：揚湯停止期間の回復水位[m]

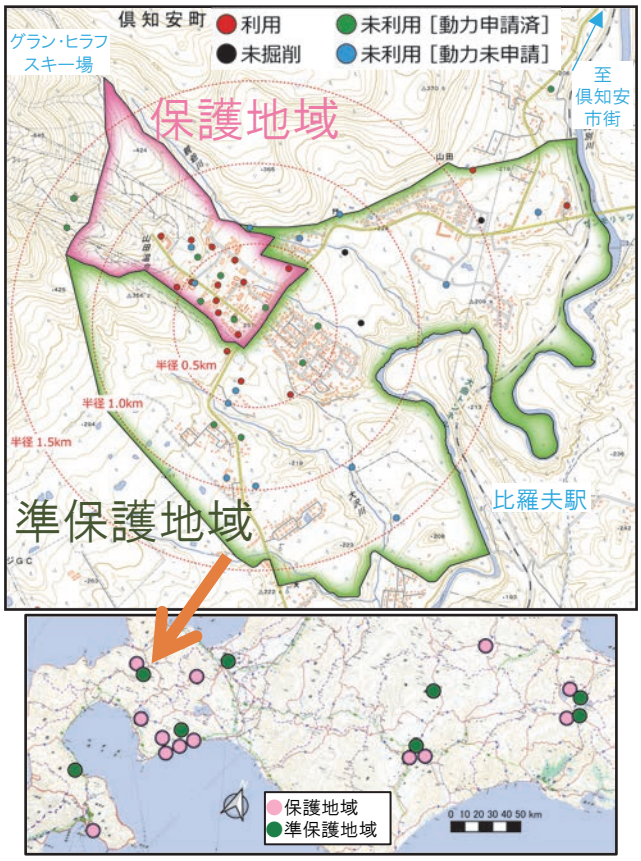


図3 倶知安町ひらふ地域の温泉保護地域･準保護地域と源泉位置
地理院タイルを基に作成
上図：同心円はひらふ坂交差点からの距離を示す。

活用展開

観測したデータは、北海道環境審議会温泉部会において、温泉保護対策要綱の改訂の検討で活用された。今後も観測を継続することで、得られたデータは、温泉部会において規制後の現況を把握･検討する根拠として活用される。また、併せて観測をしている周辺域のデータは、周辺地域における保護対策等を検討する際のデータとして活用される。

技術支援ツールを用いた新しい相談対応のカタチ

○大森 一人・田村 慎・鈴木 隆広

背 景

○道総研には、道民や企業などからの質問や疑問に無料で答える「技術相談」という制度がある。その中で、地熱・温泉資源に関する相談は地域エネルギーグループが対応しており、その件数は直近10年間で約600件にものぼる。

○現在、寄せられた相談については、ベテラン職員が所蔵する資料の中から必要な情報を選別するなどして対応しているが、将来的には職員の退職などにより、相談者にとって満足度の高い対応を維持することが困難になると予想される。

目 的

地熱・温泉資源に関する技術相談において、職員個人の知識量によらず、グループとして適切な情報を提供出来るシステム「技術支援ツール」を開発する。

成 果

開発した「技術支援ツール」は、①地熱・温泉情報データベース、②検索・抽出プログラム、③サマリー、の3点からなる。

①：全道の源泉（約2,900井）について、位置や井戸、温泉水の情報を整理したデータベースを作成した。

②：相談者が求める情報について、複数の条件検索から抽出できるプログラムを作成した。

③：技術相談対応の際に、対象となる温泉地の特徴が簡便に把握できる資料を統一フォーマットで作成した（図1）。

①～③のシステムを駆使することで、新たな相談対応のカタチ（対応フロー）を構築した（図2）。

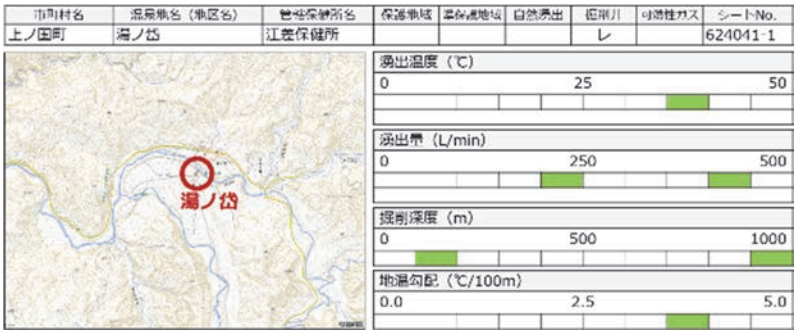


図1 サマリー（一部を抜粋）
温泉地の特徴（温度、湧出量など）を統一したフォーマットで要約した

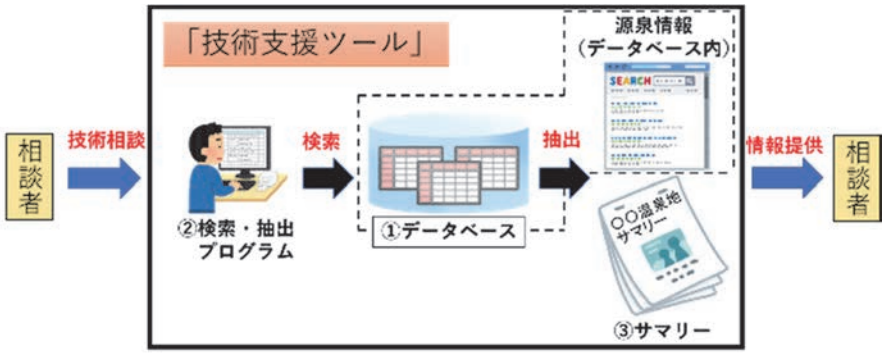


図2 技術相談フロー（イメージ）
技術相談内容に応じ、温泉地名や泉温などの項目を検索・抽出プログラムに入力、
データベース内の源泉情報、およびサマリーを抽出し、相談者への情報提供を行う

活用展開

○「技術支援ツール」を活用し、新たな地熱・温泉資源の開発や、すでに存在する源泉の利活用法の相談に対し、必要な情報を適切に提供する。

○また、北海道経済部および保健福祉部における地熱・温泉関連施策の実施にあたり、適切な情報を提供することで、その推進に貢献する。

ヒートポンプの導入における地下水熱利用の効果

○白土 博康・保科 秀夫・多奈田 紘希

背 景

当研究所では、カーボンニュートラル社会に貢献する地下水熱を用いた高効率ヒートポンプシステム(HP)の研究開発を実施している。これまで、井戸内に不凍液を封入した採熱管を挿入し、井戸内の地下水と不凍液との間で熱交換を行うヒートクラスター方式(HC方式)について検討し、ロイズタウン駅前歩道にこれを用いた融雪システムを実装した。この成果を受けて、地下水熱を地域利用するシステムの熱源として利用する手法が求められている。

目 的

地下水熱を地域利用する新たな導入形態を提示し、その効果を明らかにすることを目的とする。ニーズに基づき、当別町太美地区の3つの住宅(延べ床面積各109m^2)の暖房に、80mの井戸1本と20kWのHPを共同利用するモデル(図1)を提案し、試験とシミュレーションにより、そのエネルギー効率と経済性・環境性について、競合システム(表1)と比較した。

成 果

図2に家庭用ルームエアコン(空気熱)と地下水熱・地中熱利用HPの負荷率(運転容量/定格容量)に対するCOP(出力/投入エネルギー量)を示す。当別町太美地区においては、冬期の採熱源の温度が地下水熱＞地中熱＞空気熱の順となるため、地下水熱利用HPのCOPが高い。表2に競合システムに対する地下水熱利用HPの経済性・環境性を示す。地下水熱利用HPの経済性を確保するにあたり、補助金の獲得が重要であることがわかる。また、地下水熱の利用により、一次エネルギー使用量、CO_2排出量の削減に繋がることを確認できた。

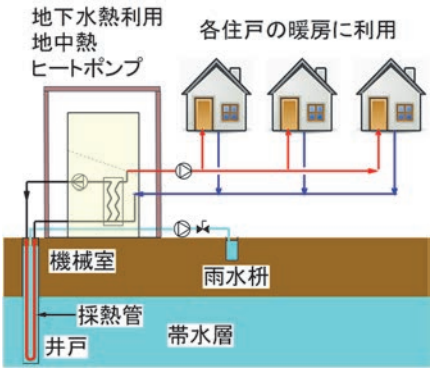


図1 共同井戸モデルの概要図

表1 地下水熱利用HPと比較する競合システムの概要

熱源	熱源システム
地下水熱	ヒートクラスター方式深度80mの井戸を1本設置。 10kWのHP2台を並列接続。各戸に温水を供給。室内に放射パネル設置。
灯油	各戸に灯油ボイラーを1台ずつ設置、室内に放射パネル設置。
空気熱	各戸にA社製暖房容量2.8kWの家庭用ルームエアコンを4台設置。
地中熱	深度100mのボアホールを5本設置。 10kWのHP2台を並列接続。各戸に温水を供給。室内に放射パネル設置。

※設定条件:シーズン暖房負荷40057kWh/3軒、放射パネル敷設費1軒あたり80万円
灯油ボイラーの温水循環に関する使用電力一軒105W
HPの採熱、放熱部の熱媒循環に必要なポンプの使用電力350W
家庭用ルームエアコン1台あたりの工事費4万円、
家庭用ルームエアコン導入の場合、各戸の契約電力を20Aから50Aに変更

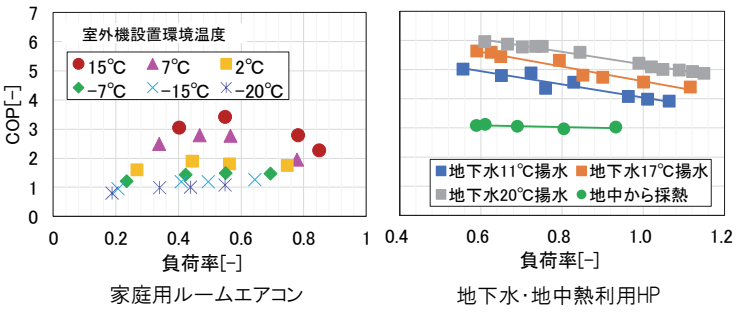


図2 家庭用ルームエアコンと地下水・地中熱利用HPの負荷率に対するCOP

表2 地下水熱利用HPに対する各競合システムの経済性・環境性

		競合システム		
		灯油 (灯油ボイラー)	空気熱 (家庭用ルームエアコン)	地中熱 (地中熱利用HP)
(地下水熱利用HP)	導入コスト回収年数[年]	地下水熱の方が安価 (補助金あり) 43.7(補助金なし)	5.3(補助金あり) 16.3(補助金なし)	地下水熱の方が安価 (補助金あり・なし共通)
	一次エネルギー使用量削減率[%]	35.1	42.4	21.5
	CO_2排出量削減率[%]	45.5		

導入コスト回収年数[年]=(地下水熱利用HPの導入コスト−競合システムの導入コスト)/
地下水熱利用HP導入により削減される電気・燃料の年間費用
補助金:環境省事業を活用した当別町出資の補助金
地中採熱部、ヒートポンプ設置に関する補助率2/3
地下水熱・地中熱利用の場合、室内側放射パネルの設置に関する補助率1/2

活用展開

本研究で得られたヒートポンプシステムの導入における地下水熱利用の効果に関する知見は、施設におけるシステムや地下水熱を面的に活用する地域熱エネルギーネットワークシステムの導入を検討する自治体・事業者への技術支援で活用する。

P-11

温泉熱でいちごを育てる！

― 効率的な温泉熱の活用に向けた提案 ―

○小倉 貴仁･鈴木 隆広･北口 敏弘･白土 博康･
斎藤 茂樹･藤澤 拓己･山越 幸康

背 景

温泉熱は道内に賦存するカーボンニュートラルに有効な再生可能エネルギーであり、足寄町の新町地区で**はいちご農園の栽培ハウスで温泉熱**が利用されている。いちご農園には形状･加温方法等の仕様が異なる旧棟(1～10号棟)と新棟(11～15号棟)のハウスがある(図1、2) 。現状の経済性評価や将来的な設備更新の検討をするために、ハウスの仕様の差による**エネルギー投入量やいちご収穫量への影響を定量的に把握**することが現場から求められている。

目 的

ハウス形状や暖房方法の差異が**エネルギー投入量**と**いちごの収穫量**にもたらす影響を把握する。ハウス仕様と収穫量の関係を整理することで、現状における経済性評価を行うとともに、今後ハウスのリプレイスを行う場合に更新方法並びにその範囲の検討に活用することを目的とする。

成 果

新棟では屋根が空気膜二重構造であり、高い断熱性能を実現するとともに、高効率のファンコイルを導入している。結果として新棟は旧棟比で①**効率的に温泉熱を利用し高い室温**を維持できること(図3) ②**いちご収穫量の増加**が期待できること(図4)がわかった。灯油価格115円/L、いちご販売価格3,000円/kgとすると、新棟における**灯油100円当たりの売上げは旧棟比で＋293円**であることが算出された。さらに、過去の実績に基づき、イニシャルコスト(建設費)とランニングコスト(燃料費)を整理し、旧棟から新棟へのリプレイス時には**最大でも4.5年で投資回収**(表1)が可能であることがわかった。

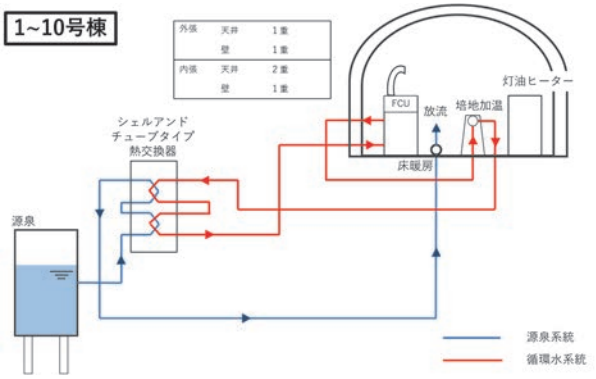


図1: 旧棟の形状と暖房、断熱方法

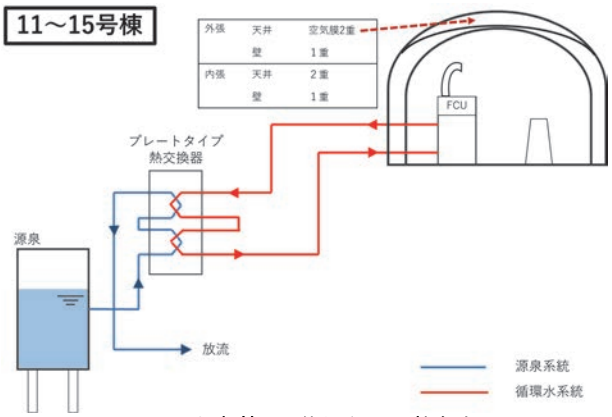


図2: 新棟の形状と暖房、断熱方法

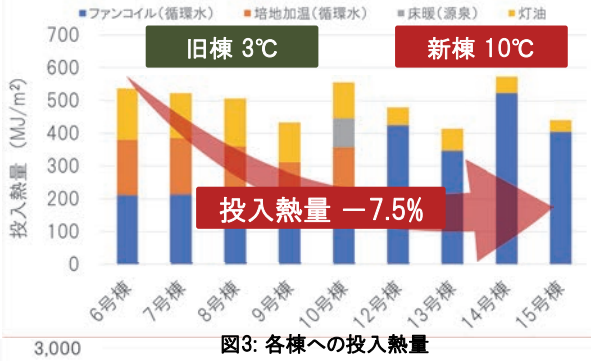


図3: 各棟への投入熱量

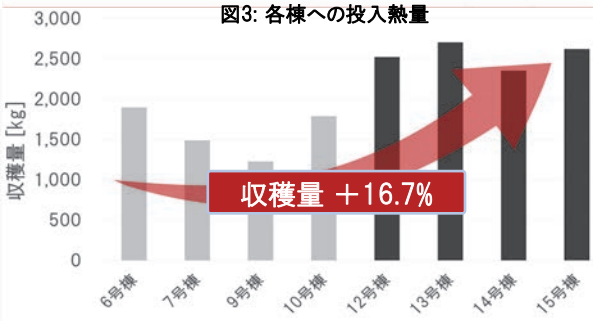


図4: 各棟のいちご収穫量(品種を統一)

表1: 償還年数の試算

	補助金なし		補助金60%	
灯油価格[円/L]	115	140	115	140
償還年数[年]	4.52	4.48	2.26	2.24

※試算により灯油価格の感度は低いことを把握

活用展開

温泉熱に限らず全ての投入熱量を積算したことにより、他の再生可能エネルギーを用いたハウス栽培における各種検討に活用できる。評価手法の構築により、ハウス更新(導入)検討時の仕様決定に必要なパラメーターが明らかになった。さらに各ハウスで測定･蓄積した温度、温泉流量の膨大なデータは効率的な運用のためのバックデータとして活用できる。

P-12

蒸発･凝縮を伴う流れの把握手法の構築と応用的展開

○富樫 憲一、朝原 誠(岐阜大学)

背 景

同じ成分の気体と液体が混合して噴出する場合、蒸発･凝縮によって気体と液体の割合が容易に変化し、速度や噴出範囲が劇的に変化する(図1)。このことを積極的に利用し、燃料の効果的な噴霧を行う技術開発が行われているほか、脱炭素に向けてエネルギー媒体としての利用が検討されている液体水素やアンモニアが周囲環境に漏洩した場合(図2)の安全対策の検討が必要とされており、いずれの場合も流れの様相を決定づける噴出口条件の把握が望まれている。

目 的

噴出時の減圧に起因する沸騰を伴う噴流を対象として、熱力学に基づく理論モデル(図3)により噴出口における気体の質量割合と速度を算出する手法を構築する。さらにこの手法の実現象への応用に向け、水と水蒸気を対象とする実験の観察結果(図4)と理論値との比較から実現象と理論値の乖離の原因に関する基礎的知見を得ることを目的とする。

成 果

図5に減圧沸騰噴流の理論モデル(図3)により得られた噴出口における気体の質量割合と噴出速度を示す。噴出口上流の温度が高いほど蒸発量が増加することで気体の質量割合が上昇し、それに伴う体積膨張によって噴出速度が上昇する現象が捉えられている。図6に実験(図4)により得られた画像を示す。噴流の全体像を撮影した写真(図6(a))に画像処理を行うことで速度分布(図6(b))を算出し噴出口速度の理論値と比較した。実験値は理論値よりも低い値となるため、顕微鏡写真(図6(c))を撮影することで乖離の原因(理論に反映されない流れの不均一性など)を把握した。

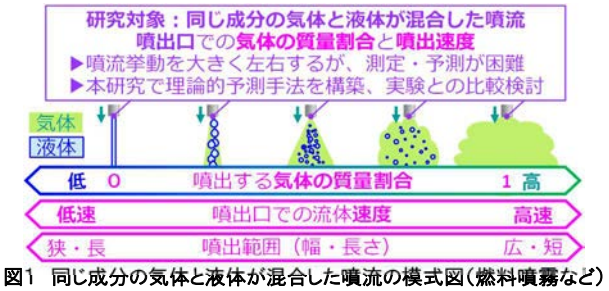
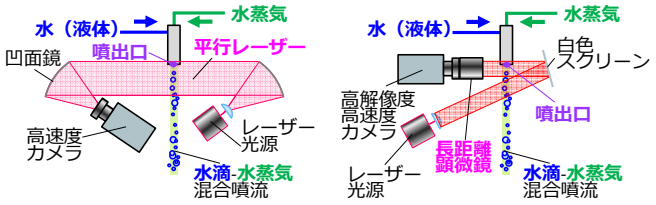


図1 同じ成分の気体と液体が混合した噴流の模式図(燃料噴霧など)



(a) シャドウグラフ法による噴流の全体像（水滴と水蒸気）撮影

(b) 長距離顕微鏡を用いた噴出口近傍（水滴）の詳細観察

図4 水･水蒸気混合噴流の可視化観察実験装置

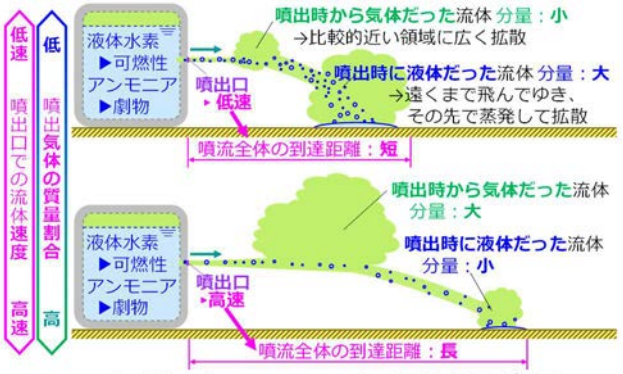


図2 液体水素やアンモニアの減圧沸騰を伴う漏洩挙動

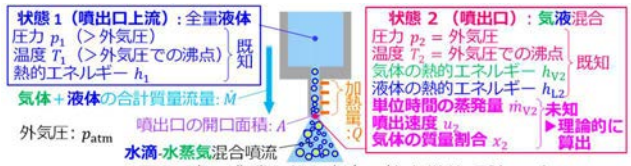


図3 減圧沸騰を伴う噴流の熱力学的理論モデル

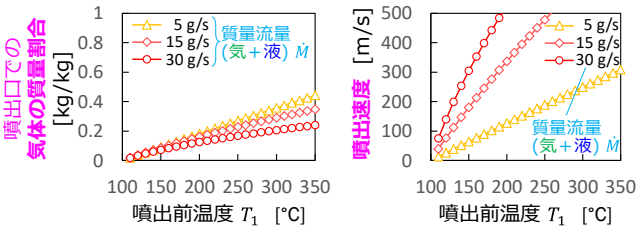
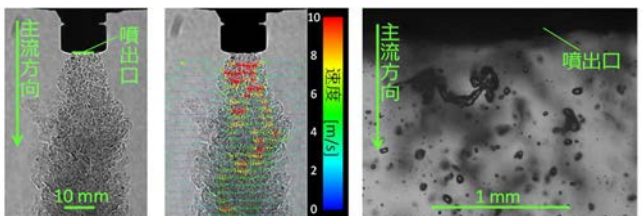


図5 減圧沸騰モデル(図3)により得られた理論値の一例
噴出口における気体の質量割合と速度



(a)噴流全体像の写真 [シャドウグラフ法]　(b) 速度分布（画像処理）[粒子画像流速測定法]　(c)液滴の微視的挙動の詳細観察 [長距離顕微鏡、4K高速度カメラ]

図6 水･水蒸気混合噴流の可視化観察実験(図4)により得られた写真

活用展開

本研究の理論モデルにより得られる気体の質量割合と速度の理論値は、物質の種類や温度･圧力、対象の形状、現象の規模を問わず適用可能であることから、基礎研究における現象解明から応用(機器設計や安全対策など)に至るまで、有力な一般的指標として広く活用が見込まれる。本研究では今後の活用の第一歩として、まずは水と水蒸気を用いた実験結果と理論値の関係についての基礎的知見を提供する。

道内市町村の脱炭素化支援に向けた基礎検討

○齋藤 茂樹・中野 敬太

背 景

2050年ゼロカーボン北海道の実現に向けて、脱炭素の取り組みが急務となっている。特に市町村は、自らの活動のみならず、地域における脱炭素化を計画的に進めることが求められているが、限られた経営資源の制約等により多くの市町村ではその取り組みが進んでいない。地域に応じた脱炭素化を進めるためには、産業構造やエネルギー源の分布、エネルギー需要等、地域性を把握することが重要であり、そのための情報整備が必要である。

目 的

道内市町村の脱炭素化を推進するための基礎的な情報を整理することを目的とする。具体的には、道内市町村の地域脱炭素に向けた取り組みの現状及び課題を把握するとともに、統計情報から市町村単位のエネルギー需給に関連するデータを収集・分析することで地域の特徴を把握する。

成 果

道内市町村に対して、地域脱炭素に係るアンケート調査を道ゼロカーボン戦略課と共同で実施し、脱炭素化検討の状況や課題を把握した。また、市町村のエネルギー需給に関連が深いデータを統計情報から取得し(表1)、指標化することで地域の特徴を見える化した(図1)。ここで得られた指標を基に道内市町村を「産業構造」、「エネルギー需要」及び「再生可能エネルギー導入ポテンシャル」の観点でそれぞれクラスタリング分析により分類し(図2)、各分類結果の組合せにより、特徴が類似する市町村をグルーピングした(図3)。

表1 取得した統計データ

道内市町村の公的統計データを取得。一部データ(B6～B7、D)は人数あたりなどに加工している。

指標名		
A.基本情報	A1	人口
	A2	労働力率
	A3	世帯数
	A4	経常収支比率
	A5	実質公債費比率
B.産業構造	B1	農業就業者数
	B2	林業就業者数
	B3	水産業就業者数
	B4	製造業就業者数
	B5	その他業務部門就業者数
	B6	農業産出額/人
	B7	漁業生産高/人
	B8	製品出荷額/人
	B9	売上高等/人
C.エネルギー需要	C1	農林水産業エネ
	C2	鉱業エネ
	C3	建設業エネ
	C4	製造業エネ
	C5	その他業務エネ
	C6	家庭部門エネ
	C7	運輸エネ
	C8	エネ合計
D.再エネ導入ポテンシャル	D1	PV/需要
	D2	陸上風量/需要
	D3	水力/需要
	D4	地熱(蒸気)/需要
	D5	地熱(バイナリ)/需要
	D6	地熱(低温バイナリ)/需要
	D7	太陽熱/需要
	D8	地中熱/需要
	D9	バイオマス/需要

出典:国勢調査、市町村別決算状況調、市町村別農業産出額(推計)、北海道水産現勢、経済構造実態調査、経済センサス(活動調査)、地域エネルギー需給データベース、REPOS

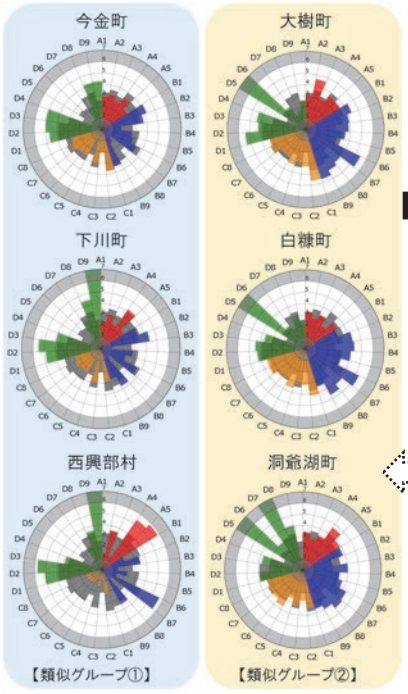


図1 指標データの見える化(抜粋)

表1のデータを対数化、標準化、正規化等の加工を行い、0～7の範囲で指標化。ただし、「0」及び「7」は下側及び上側の外れ値。図の内側網掛けは各項目の平均値(外れ値を除く)。

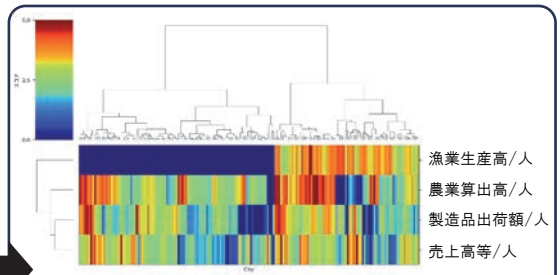


図2 指標データのクラスタリング分析(産業構造の例)

クラスターマッピングによる分類。例えば、産業構造では、漁業生産高(漁業)の有無、農業産出額(農業)の大小により大きく分類される。製造品出荷額(製造業)、売上高等(卸・小売業、サービス業)による明確な差異は認められない。

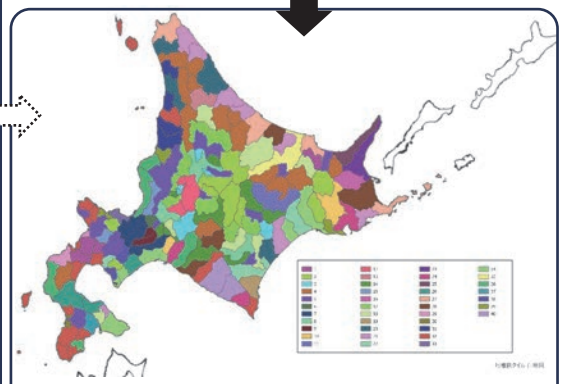


図3 特徴が類似する市町村のグルーピング

クラスタリングによる「産業構造」、「エネルギー需要」、「再生可能エネルギー導入ポテンシャル」の分類の組合せから、特徴が類似する市町村をグルーピングした。(図1に例示)

活用展開

これらを基礎情報とし、

- ●エネルギー需給に係る地域性をより詳細に把握する手法の開発
- ●類似市町村に対する脱炭素化手法の先行事例の適用可能性の検討

などにより、道内市町村の脱炭素化推進の支援を行う。

ホタテの“ウロ”を魚の養殖用エサに活用する

― 水産系廃棄物を活用した魚類摂餌促進物質の開発 ―

〇若杉 郷臣・明本 靖広・富田 恵一・佐々木 雄真・山口 勝透・鎌田 樹志、
小山 達也(さけます内水試)、井上 智(栽培水試)、信太 茂春(釧路水試)

背 景

近年、魚介類の需要増への対応として、世界的に養殖の取り組みが進められている。魚類養殖では経費の5～7割が飼料費であるが、飼料の主原料である魚粉の価格が高騰している。魚粉の植物性タンパク質による代替など飼料コストの低減が国内外で検討されているが、代替率を高くすると魚の摂餌性・成長が低下する。一方、北海道には農作物残渣、食品製造残渣、そして水産加工残渣といった未利用資源が多く存在しており、これらの有効活用が期待されている。

目 的

道総研では水産加工残渣のホタテウロを原料として、電解処理で有害元素のカドミウムを除去し、魚類摂餌促進効果を有するホタテウロエキスを開発した。ホタテウロエキスの利用拡大を図るため、大規模試験製造設備により試験製造を行い、製造工程の省力化・効率化を進めるとともに、飼育試験により魚粉代替率の向上を図る。

成 果

図1に示すホタテウロエキスの製造工程の設備をスケールアップし、原料のホタテウロを1.4t処理可能なホタテウロエキスの製造設備(図2)を構築し、設備の改良や作業手順の改善など、製造工程の省力化・効率化を行った。製造したホタテウロエキスは多種の遊離アミノ酸に富んでいた(図3)。北海道での生産が盛んなジャガイモデンプン製造の残渣由来のポテトタンパクを魚粉の代替タンパク質として飼育試験を行ったところ、ポテトタンパクだけでは魚粉の25%代替が上限であったが、ホタテウロエキスの添加により、魚粉の50%代替が可能と判明した(図4)。

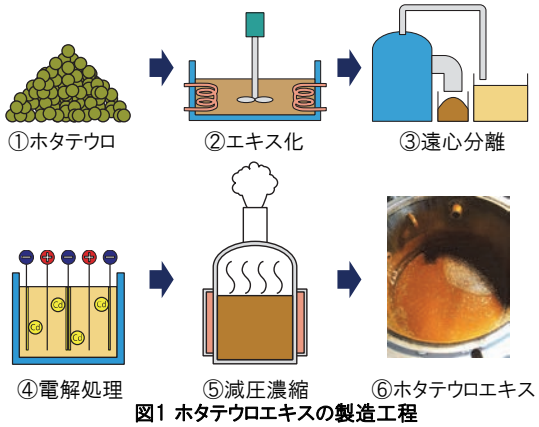


図1 ホタテウロエキスの製造工程

図2 ホタテウロエキス製造設備

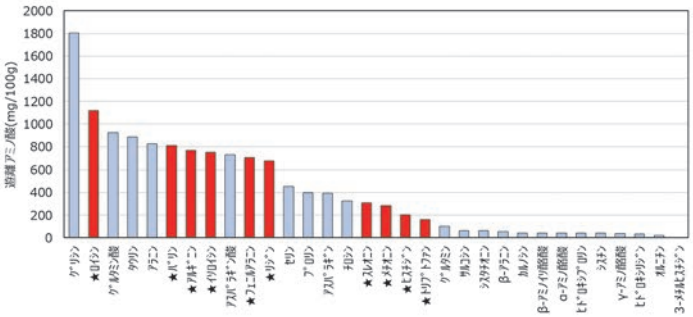


図3 ホタテウロエキスの遊離アミノ酸組成
★印の成分は魚類の必須アミノ酸を示す。

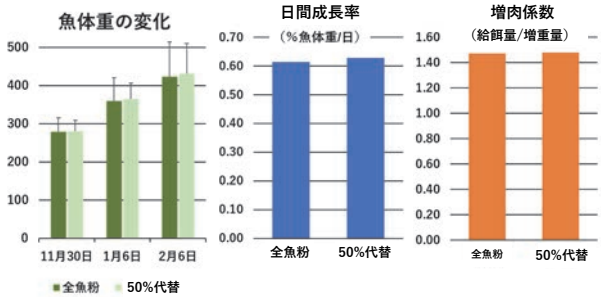


図4 ホタテウロエキス+ポテトタンパク50%代替飼料の飼育試験結果(ニジマス、68日間飼育)
魚体重の変化、瞬間成長率、飼料効率ともに魚粉主体飼料と同等

協力機関:
猿払村漁業協同組合、(株)カネカ、(株)カタクラフーズ、フィード・ワン(株)、(株)王子サーモン、北海道大学、北海道内水面漁業連合会、大橋資材(株)
循環資源利用促進重点課題研究開発事業

活用展開

これらの結果は、ホタテウロエキスとポテトタンパク、燻製工場から排出されるサーモン残渣オイルを養魚用飼料原料に活用した「道総研レシピ」飼料開発に活用された。
「道総研レシピ」飼料を養殖業者や飼料メーカー等と実用化を推進することで、本道の未利用資源を活用した低コスト飼料の生産が可能となり、養殖経営の改善に貢献できる。

電気泳動現象を用いた土壌からの物質分離技術

○明本 靖広･若杉 郷臣･富田 恵一

背 景

有害物を含む土壌の処理方法として様々な手法が開発･提案されているが、重金属などの無機物質に対しては掘削除去および封じ込めが一般的である。これは重金属類が有機物と異なり分解するという手法が採れないことに起因しており、原位置で重金属類を分離･浄化できる技術は多くない。この点において、土壌修復技術である動電的手法は原位置浄化という特徴をもつものの、国内での検討例は少ない。

目 的

動電的手法は、電気泳動現象と電気浸透流を用いた土壌中の汚染物質の除去技術である(図1)。本手法による土壌修復に関して、図2に示すようなアクリル樹脂製の装置を用い、白陶土にナトリウムおよび鉛を添加して模擬的に作製した土壌を充填して試験を行い、電場における対象物質の挙動についての基礎知見を得る。

成 果

ナトリウムを含む土壌に対して3 V/cmの電位勾配を設け、6時間電位を印加した結果、90%のナトリウムが土壌系外へ除去された(図3)。硝酸鉛を添加して作製した土壌においては3 V/cmの電位勾配を設け、24時間電位を印加した。鉛はナトリウムよりも移動速度は遅く、24時間では土壌系外まで移動しなかったが、最も陽極に近いSection 1の鉛濃度は初期濃度に対して1/16にまで低下した(図4)。

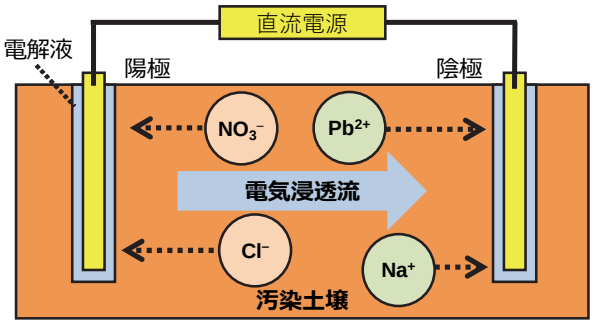


図1 動電的手法の概念図

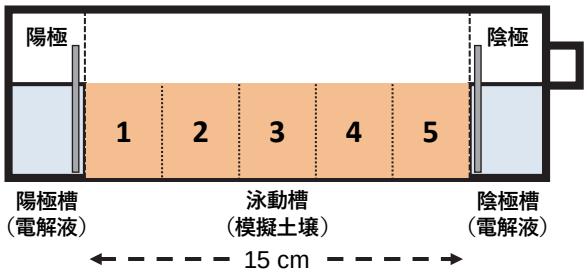


図2 実験装置の模式図(泳動槽の数字はSection number)

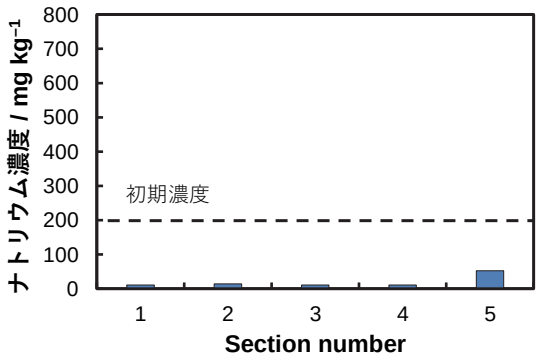


図3 電位印加後の模擬土壌中のナトリウムの分布 (3 V/cm、6時間)

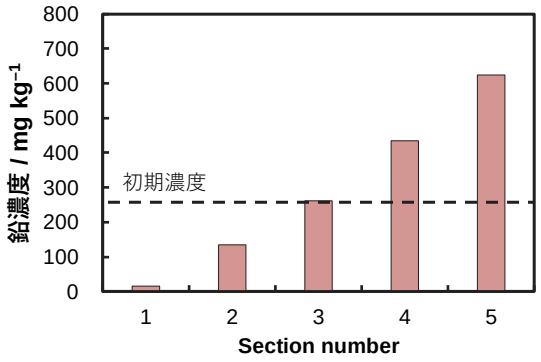


図4 電位印加後の模擬土壌中の鉛の分布 (3 V/cm、24時間)

活用展開

今後、実土壌での試験や様々な元素に対しての試験、処理規模を拡大した試験などへ展開する。本手法は除去対象となる物質の化学形態が除去率に大きく影響を与えると想定されるため、化学形態分析や可溶化のための錯体形成といった手法と組み合わせを行うなどの、より高効率な除去技術としての知見を得るための研究課題へ展開する。

P-16

地域を支える効率的な一般廃棄物処理システム実現に向けて

― 道内の一般廃棄物処理状況を見える化する ―

○福田 陽一朗（本部研究推進部）・朝倉 賢・山口 勝透

背 景

人口減少によるごみ排出量の減少や処理施設の老朽化等に伴って、現状の一般廃棄物処理システムは過大・低効率な施設運用により非効率化が進むことが懸念されている。このため、今後の集約化の取り組みにより、道内の地域ごとに適正かつ効率的な処理システムが実装されることが期待される。こうした取り組みは複数の市町村の協力によって進められることになるが、そのためには集約化の効果等に関する客観的知見に基づいた意思決定や合意形成が必要となる。

目 的

筆者らは、一般廃棄物処理システムの集約化に向けた参考となる知見を得ることを目指しており、特に焼却処理システム（収集から処理まで）に着目して地域特性が類似した国内事例を抽出し、集約化の効果を評価する取り組みを進めている。R5年度は、一般廃棄物処理に関する情報の統合と、この情報に基づく道内における処理状況の可視化を行った。

成 果

環境省が毎年発行する一般廃棄物処理実態調査結果（個別の処理施設に関するデータと各地方公共団体でのごみ処理状況に関する諸データ）を時系列に結合して地理空間情報を付与した。これにより、ごみ処理状況の詳細な年次経過の把握が可能となった（図1）。さらに500m人口メッシュ、道路ネットワークデータなどを統合したデータベースを作成した。人口メッシュデータと焼却処理施設の紐づけにより、可燃ごみ収集の状況を可視化した（図2）。

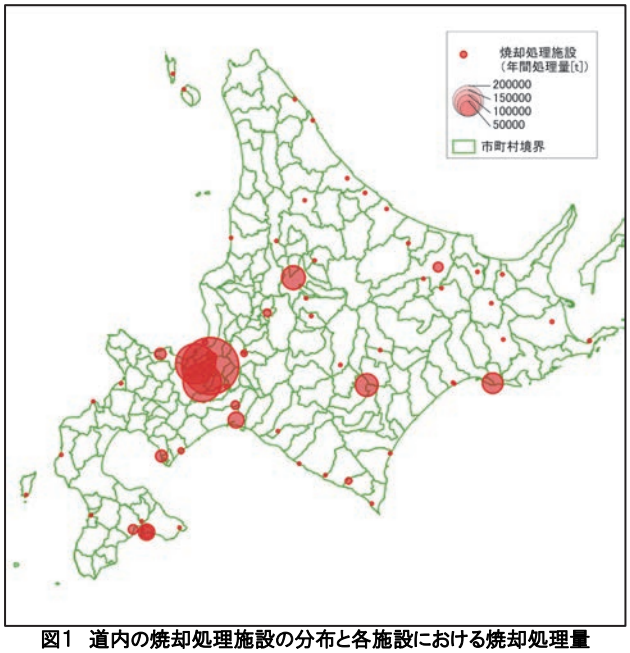


図1　道内の焼却処理施設の分布と各施設における焼却処理量（2020年度実績）

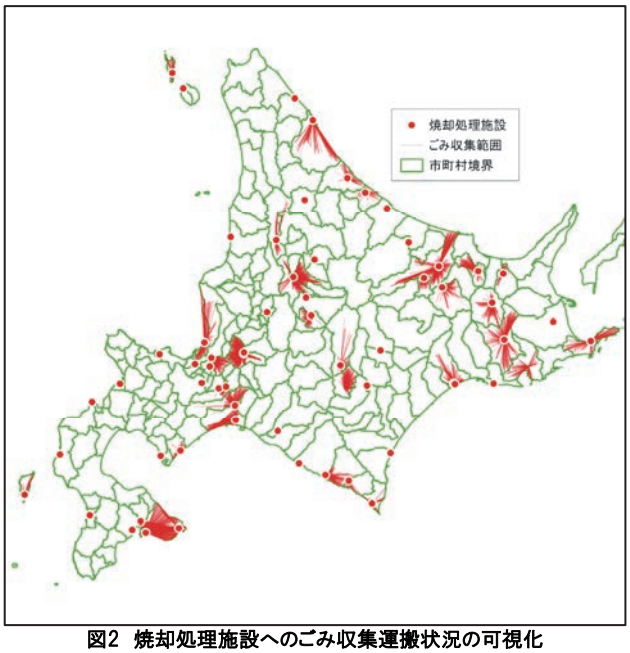


図2　焼却処理施設へのごみ収集運搬状況の可視化（単独処理市町村のみ）

人口メッシュデータを用いて、居住者がある場所と焼却処理施設を線で結んだ結果。線が描画されている地域では、収集範囲が可視化されている。広域事務組合などを組織し、複数の市町村で共同処理しているものは線を表示していない。

経常研究

活用展開

今回作成したデータベースを活用し、他地域の一般廃棄物処理システムの事例を参考として、集約化による効果の評価を進め、将来的に望ましい一般廃棄物焼却処理システムの実現に有益な結果を得ることを目指す。さらに、焼却処理システムのみならず、一般廃棄物処理システム全体に関する研究の実施において知見を活用する。

メタンガスをエネルギーとして利用すると温室効果ガスはどのくらい減るの？

○丹羽 忍

背 景

温泉熱は直接暖房や温室栽培に利用できる比較的利用しやすい再生可能エネルギーである。その利用により、化石燃料使用の削減が期待される。また、温泉はくみ上げると付随して天然ガスが湧出することがあり、その中に含まれるメタンは都市ガスの主原料にもなる有用な資源である一方、地球温暖化係数が二酸化炭素の28倍にも達し、大気拡散による地球温暖化への影響が懸念されている。

目 的

足寄町における温泉熱及び天然ガス中のメタンを福祉施設やイチゴ栽培等でエネルギー利用することによる温室効果ガス（以下、GHG）排出量の削減効果を、ケーススタディごとの比較により推定することを目的とする。

成 果

GHG削減効果検証のためのシステム境界は図1の通りとし、ケーススタディについては表1に示す4通りとした。銀河の湯の温泉熱を「ケアハウス」で熱利用することにより、年間171tCO_2相当分のGHG削減効果があると推定した（CASE1）。これは、外部からの熱電供給分の約45%に相当した。CASE3の新町1号井のメタンを熱や電気として利用することにより、年間890tCO_2相当分のGHG削減効果があると推定した。これは、メタンを含むシステム境界全体のGHG排出量の約84%に相当した。

表1　GHG削減効果検証のためのケーススタディ
表中の○は対象施設へ温泉熱またはメタンにより生成されるエネルギーを供給するケースを示す

CASE	対象施設	銀河の湯		新町1号井	
		温泉熱	メタン	温泉熱	メタン
BASE	ケア農園				
CASE 1	ケア農園	○			
CASE 2	ケア農園	○ ○	○	○	
CASE 3	ケア農園	○ ○	○	○	○

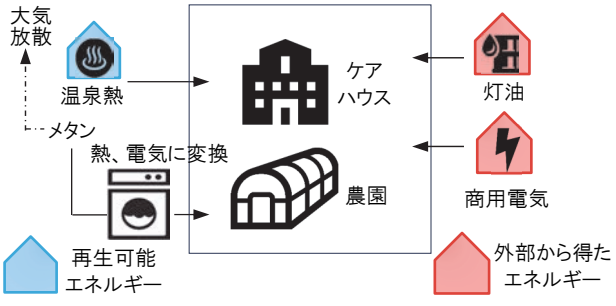


図1　システム境界概念図
表1のケーススタディのとおり再生可能エネルギー（温泉熱、メタン）を利用した場合に外部エネルギー（灯油、商用電気）によるGHG排出量の変化を推定。

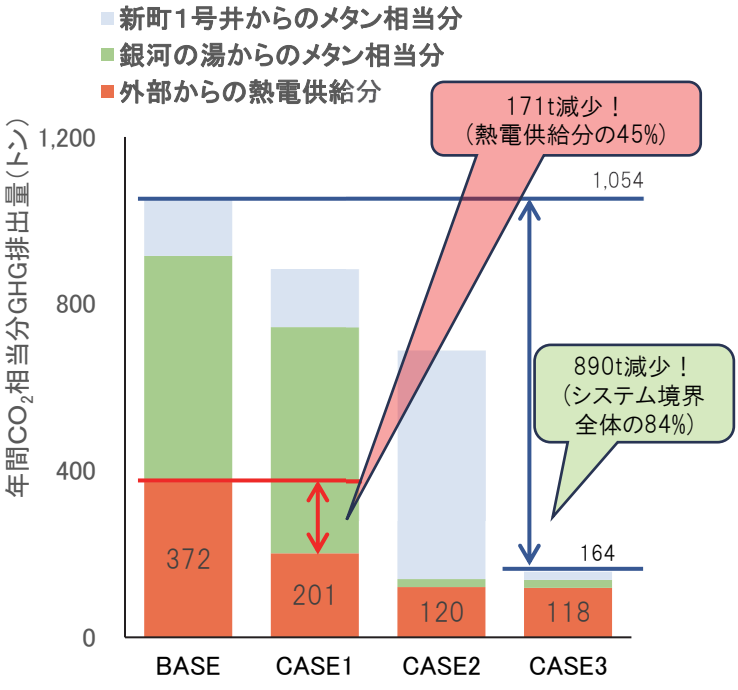


図2　ケーススタディごとの年間GHG排出量
CASE2では銀河の湯から大気放散されるメタンをコジェネで利用することによりGHGが減少するが、新町1号井の利用増加に伴うメタンの大気放散によるGHGが増加する結果となった。GHGの抑制のためには、メタンの有効利用が効果的であると考えられた。

戦略研究

活用展開

温泉熱と温泉をくみ上げることに伴って湧出する天然ガス（メタン）の利用を検討している自治体・事業者等に対して計算手法を提供する。これにより、GHG削減量が明らかとなり、自治体・事業者等は、この情報を基に、地球温暖化対策に貢献するさらなる施策を検討することが可能となる。

ガラス廃材の価値を高めるアップサイクルへの挑戦

○稲野 浩行･明本 靖広･朝倉 賢

背 景

従来のリサイクル製品は、回収や処理などにコストがかかるため、バージン原料から作ったものに比べ、かえって割高になる場合が少なくなかった。その一方、近年は廃棄物の性質を活かし、デザインの付加などにより、少量でも価値の高いものを生み出す「アップサイクル」（図1）という動きが世界的に注目されている。アップサイクルによってリサイクル品の価値を高めることで、資源の有効活用およびリサイクル産業の発展に繋げ、循環経済を成り立たせていくことが重要である。

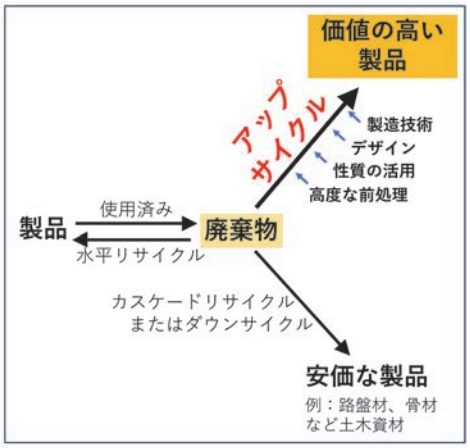


図1 アップサイクルとは

目 的

いろいろなガラス廃材を、各種分析機器を用いて科学的に評価し、その性質を活用して経済的に価値のあるアップサイクル製品を開発する。それによってガラスリサイクルの経済性を向上させることで、持続可能な循環経済の構築を目指す。

成 果

北海道内で処理された、蛍光管ガラス、ブラウン管ガラス、自動車の窓ガラス、太陽光パネルのカバーガラス、鉄鋼スラグなどを、蛍光X線分析、熱分析、X線光電子分光分析、X線回折などの手法で分析し、溶融試験、着色試験、焼結試験などによってガラスの性質を評価した。それによって得られた特性を活かし、装飾タイル、建材タイル、吹きガラス工芸品（図2）などを開発した。蛍光管ガラスを原料とした独特の模様を持つ装飾タイルは、学校、病院、リサイクル施設など道内数か所に施工された。自動車ガラスを原料とした特徴ある色合いの工芸品は好評販売中である。

・ソーダ石灰ガラス
・特異な着色（緑、スモーク）
・メーカーによる違い少ない
・高温での粘性が高い

自動車ガラスから作製したグラス
共同研究機関：（株）深川硝子工芸、（株）マテック、室蘭工大

図2 自動車ガラス廃材からのアップサイクル品開発例

ノーステック財団研究開発助成事業、鉄鋼環境基金助成研究、他、共同研究機関：(株)マテック、(株)深川硝子工芸、室蘭工業大学、野村興産(株)
協力機関：玉井環境システム(株)、新日本製鐵(株)

活用展開

これらの成果は、各種ガラス廃材から、価値の高いアップサイクル製品を開発する場面で活用できる。アップサイクル製品開発における「廃材の評価」と「得られた性質に基づく製品開発」は、ガラス以外の廃棄物にも展開が可能であり、例えば、プラスチック、金属、木材などにも応用できる。これによって、資源の有効利用、循環経済の形成、リサイクル産業の発展などに貢献できる。

P-19

水道水源の水質保全に水辺緩衝林帯を活かす

― アンモニア態窒素の流出抑制機能の評価 ―

○木塚 俊和・三上 英敏・鈴木 啓明、長谷川 祥樹（北総研）、
真里谷 隆・吉田 直史（別寒辺牛川・ホマカイ川流域環境保全協議会）

背 景

河川水中の高濃度のアンモニア態窒素（NH_4-N）は、水道原水の浄水処理に係る費用等の増加や取水・給水制限をもたらすなど、道内の河川水を水源とする流域で問題となっている。河畔域の草地や樹林等の植生帯（水辺緩衝林帯）は陸域から河川に水が流出する過程で硝酸態窒素（NO_3-N）の濃度を低減させる効果があると報告されているが、 NO_3-Nとは流出特性が異なるNH_4-Nに対する効果は十分に明らかにされていない。

目 的

本研究は、道東の別寒辺牛川・ホマカイ川流域（図1）を対象に、樹林や湿原を中心とした水辺緩衝林帯によるNH_4-Nの流出抑制機能を明らかにし、水質保全策を提案することを目的としている。本発表では、令和5年度の調査により明らかとなったNH_4-Nの流出特性及び水辺緩衝林帯を含む河川環境との関連性について報告する。

成 果

大別川ではNH_4-N濃度が出水時に顕著な増加を示したが、ホマカイ川を含む他の河川では増加率は小さかった（図2）。ホマカイ川は農地面積率が同程度の大別川に比べて出水時のNH_4-N濃度が低かった（図3）。ホマカイ川は大別川に比べて河川勾配が小さく、また水辺緩衝林帯が隣接する区間の割合が大きく、かつ幅が広い特徴が見られた（図4）。以上から、ホマカイ川では出水時に河道や水辺緩衝林帯でNH_4-Nが滞留し、濃度が抑えられている可能性が考えられた。

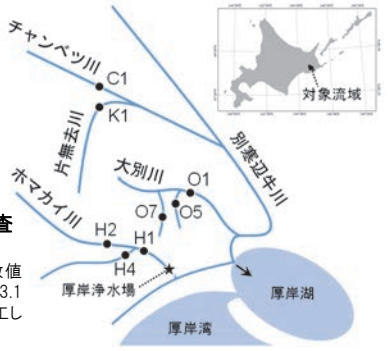


図1 対象流域と調査地点の位置図
北海道の地図は「国土数値情報行政区域データ（第3.1版）」（国土交通省）を加工して作成。

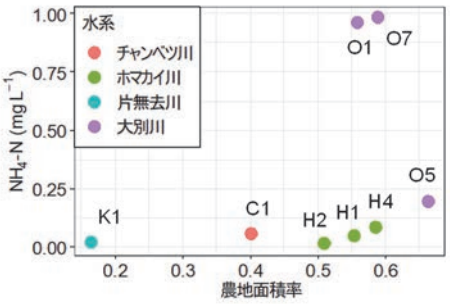


図3 出水時のNH_4-N濃度と農地面積率との関係
農地面積率は各流域面積に対する農地面積（草地＋飼料畑）の比。

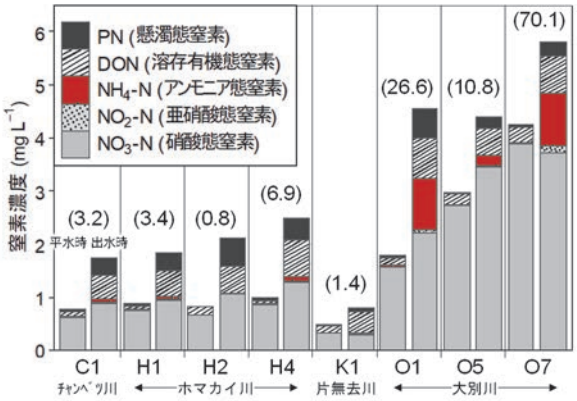


図2 河川8地点における平水時（左）と出水時（右）の各態窒素濃度
括弧内の数値は NH_4-N濃度の出水時/平水時の比。

本資料に係るデータ解析及び図の描写には、R v4.2.2 (R Core Team, 2022) 及びggplot2パッケージ v3.4.0 (Wickham H., 2016) を使用した。

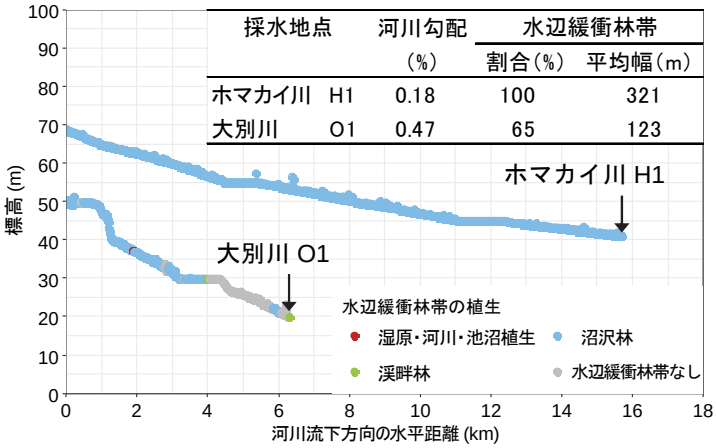


図4 ホマカイ川及び大別川の河川勾配と水辺緩衝林帯の特徴
矢印は採水地点を示す。水辺緩衝林帯は環境省の1/25,000植生図の「湿原・河川・池沼植生」「沼沢林」「渓畔林」「河辺林」により定義。水辺緩衝林帯の割合は河川長に対する水辺緩衝林帯が隣接する河川長の割合、平均幅は河川横断方向の水辺緩衝林帯の長さの平均値。河川標高は基盤地図情報DEM10B（国土地理院）より算出。

共同研究（別寒辺牛川・ホマカイ川流域環境保全協議会）2023-2025

活用展開

令和6年度からは出水時を中心としたNH_4-Nの流出量の観測を重点的に行い、水辺緩衝林帯の機能の定量的な評価を進める。その成果をもとに、水辺緩衝林帯を活用した別寒辺牛川・ホマカイ川流域の水質保全策を提案する。

P-20

雪の中身はどこに行く？

― 積雪中の大気汚染物質の放出量と経路 ―

○山口 高志

背 景

積雪には大気汚染物質が含まれており、「酸性雨」の原因となる二酸化硫黄由来の硫酸イオンや、窒素を含む硝酸イオン、アンモニウムイオンなどがある。これらは積雪中に蓄積し、融雪に伴って河川を通じて海へと放出される。これまでの調査で、北海道の積雪中の大気汚染物質量は北部や西部で高いことが分かっている。今回、その大気汚染物質がどの河川を通り、どの海域に輸送されるか推定したので報告する。

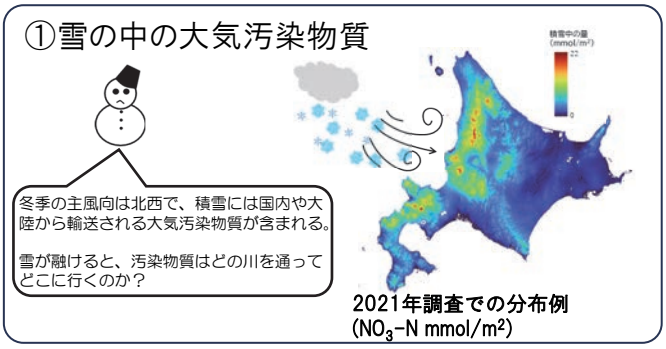
目 的

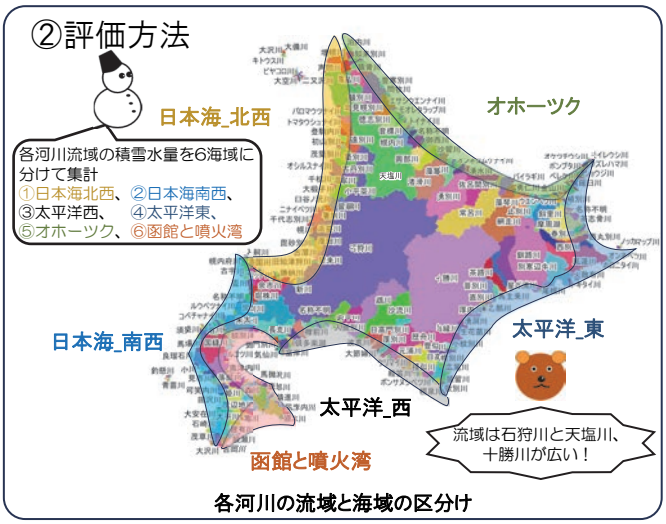
大気汚染物質のうち、植物プランクトン等の栄養となる窒素成分の動態を明らかにすることを目的とし、各河川流域の融雪水量と、雪に含まれる大気汚染物質量を海域毎に推定した。「農研機構メッシュ農業気象データ」を用いて北海道全体で積雪水量が最大の日を解析対象とし、海域は6つに区分して評価した。

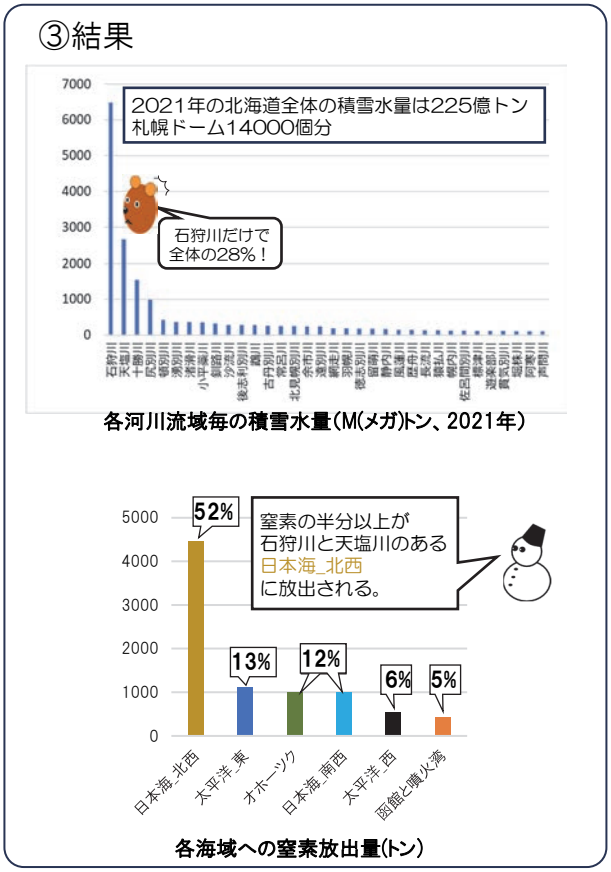
成 果

積雪水量は石狩、天塩、十勝、尻別の4河川流域で全道の50%を占めた。これは流域面積が広い河川であることに加え、北海道北部や西部に積雪が多いためである。その結果、積雪中大気汚染物質の半分以上が石狩川と天塩川が流入する日本海北西に放出されることが分かった。

2021年の北海道全体の積雪中の栄養塩である窒素量(NO_3-N+NH_4-N)は、約8500トンと推定された。また、このうち約半分の4000トン前後が日本海北西海域へ放出されたと推測された。







活用展開

本研究により、窒素等の大気汚染物質の融雪に伴う海域毎への放出量が把握できた。
これは降雪量や融雪時期の変化に伴う栄養塩動態への影響を検討する基礎的な知見となる。
また、この結果は融雪による海域の水質や基礎生産量への影響の研究に活用が見込まれる。

動物に用いられる医薬品の環境実態の把握に向けて

○仮屋 遼・田原 るり子・五十嵐 聖貴

背 景

医薬品が環境中に存在すると、生態系に影響を及ぼす可能性がある。このため、環境中にどのような医薬品がどれくらいの濃度で存在しているかを把握することは生態系の保全のために重要である。北海道は乳用牛及び肉用牛の飼養頭数が多い地域であるので、これらの動物に投与された医薬品が動物の排泄物を経て環境に排出される量も多いと推察される。しかし、動物用医薬品について、環境中の存在量に関する知見は不十分である。

目 的

動物用医薬品の環境中の存在量に関する知見を得るため、初めに各種の統計情報を用いて北海道内で使用される動物用医薬品の量と、家畜の頭数及びその分布を推計する。さらに、畜産業が盛んな地域の河川において動物用医薬品の環境中の濃度を把握する。

成 果

公開されている統計情報を基に乳用牛、肉用牛、豚、肉用鶏、採卵鶏について動物用医薬品の「1頭当たり使用量(全国)」(図1)と「北海道での使用量」(図2)を推計した。道内の豚への使用量は乳用牛への使用量と同等である可能性が示唆された。また農林業センサスより農業集落単位の家畜頭数の分布を推計した(図3)。上流域に乳用牛、肉用牛、豚の飼育が多いと推定された地域の川の下流で河川水を採取し29種類の抗菌剤の濃度を測定した結果、オホーツク・道東地域の河川で3種類の抗菌剤が検出された(図4、図5)。検出された抗菌剤は人にも使用される医薬品及びその代謝物である。動物にのみ用いられる医薬品は検出されず、これらの抗菌剤が畜産に由来するという確証は得られなかった。

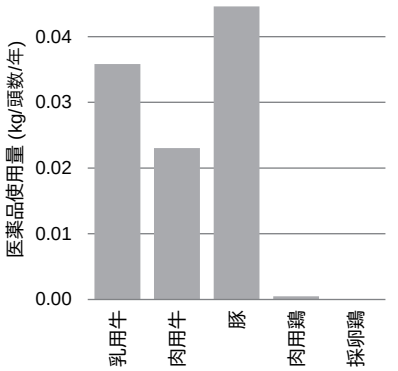


図1 動物用医薬品の1頭当たり使用量(全国)

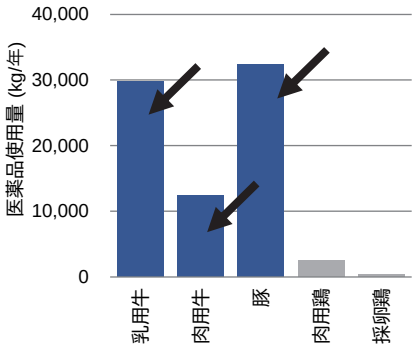


図2 動物用医薬品の北海道での使用量

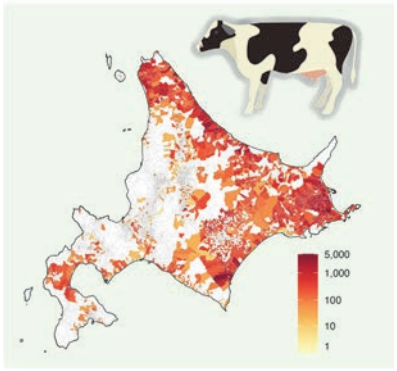


図3 家畜頭数の分布推計(乳用牛の場合)

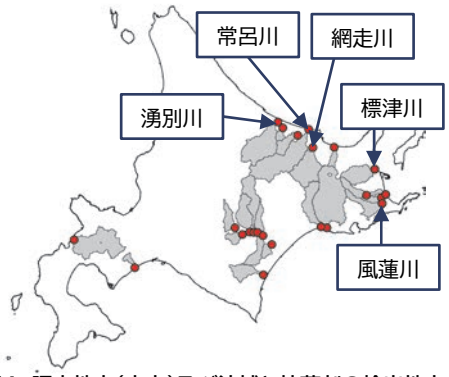


図4 調査地点(赤点)及び流域と抗菌剤の検出地点

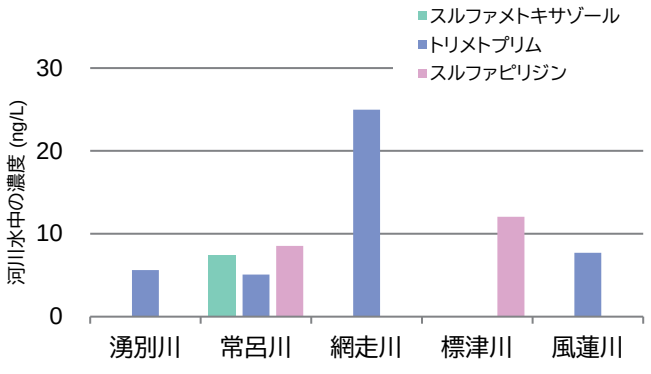


図5 抗菌剤の検出状況

経常研究

活用展開

今後、さらなる統計情報等を取り入れて流域ごとに動物用医薬品の排出量を推計する。同時に、環境中の動物用医薬品の量を測定し、先に検出された抗菌剤とあわせてその由来を明らかにすることを目指す。これにより生態系の保全に貢献する。

2024 エネ環地研成果発表会 資料集

発行　令和 6 年（2024 年）5 月 20 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

【2022 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@ml.hro.or.jp