

環境科学研究センター一報

第 8 号
(通巻第44号)

Report of Institute of Environmental Sciences

No. 8
(No. 44)

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
環境・地質研究本部 環境科学研究センター

Local Independent Administrative Agency Hokkaido Research Organization
Environmental and Geological Research Department
Institute of Environmental Sciences

目 次

I	研究推進項目	1
II	沿 革	2
III	組織・事務分掌	3
IV	職員の状況	4
V	決 算	5
VI	事業概要	
[1]	各部事業概要	7
[2]	事業別概要	
1	戦略研究	7
2	重点研究	8
3	経常研究	8
4	道受託研究	10
5	一般共同研究	12
6	公募型研究	12
7	受託研究	14
8	職員奨励研究	15
9	道受託事業	15
10	その他の研究等	16
[3]	研修会の講師派遣等	
1	研修会、講演会、大学等への講師派遣	17
2	講演会、普及啓発事業等の開催（出展）	19
[4]	委員会、協議会等への参加	21
[5]	刊行物発行	25
[6]	研修生及び研究生等の受入れ	25
VII	調査研究・報告	
[1]	調査研究	
	・廃漁網の燃料化の検討	27
	丹羽忍	
	・サロマ湖における流域と湖底からの栄養塩供給について	33
	三上英敏 五十嵐聖貴 阪口耕一	
	・排出ガス中水銀測定の留意事項とその対応について	55
	大塚英幸 仮屋遼 丹羽忍 芥川智子 秋山雅行	
	・アンケート調査によるヒグマ人身事故防止に向けた普及啓発の評価と課題	59
	近藤麻実	
	・雨竜沼湿原における主要植物3種のエゾシカによる花茎被食状況	65
	島村崇志 西川洋子 稲富佳洋 佐々木純一	
VIII	学会等研究発表	71
IX	参考「北海道環境科学研究センター所報調査研究報告一覧（第18号～第36号）」	79
	「環境科学研究センター所報調査研究報告一覧(第1号・通巻第37号～第7号・通巻第43号)」	

I 研究推進項目

地方独立行政法人北海道立総合研究機構は、北海道知事から指示を受けた平成27年4月1日から平成32年3月31日までの5年間における中期目標を達成するため、中期計画期間において取り組むべき研究分野を研究推進項目として定め、重点的に取り組む研究や分野横断的な研究などを推進しています。

環境科学研究センターの研究推進項目を以下に示します。

地方独立行政法人北海道立総合研究機構中期計画(平成27年度～平成31年度) 研究推進項目（環境科学研究センター関係一抜粋）

5 環境及び地質に関する研究推進項目

(1) 生活・産業基盤を支える環境の保全、災害の防止及び地質資源の活用

ア 北海道における地域環境の保全

道民の生活・社会環境を高度に維持するため、環境質の変動を評価し、地域社会における多様なリスクの低減に関する研究に取り組む。

- 広域的な環境質の変動及びその影響と対応に関する研究
- 地域社会における多様なリスクの把握及び対応に関する研究

イ 北海道の生物多様性の保全

北海道の豊かな自然環境を保全し、社会産業活動と自然環境の調和を図るため、生物多様性の保全に関する研究に取り組む。

- 生態系における生物間相互作用に関する研究
- 人間活動と野生生物の共存に関する研究

オ 環境・地質基盤情報の高度利用の推進

研究情報の高度利用促進のため、環境・地質基盤情報の体系的整備・充実及び情報共有・解析手法の開発に取り組む。

- 環境・地質に関する基盤情報の整備に関する研究
- 環境・地質に関する情報の高度利用に関する研究

Ⅱ 沿 革

昭和30年代後半からの経済の急速な発展に伴い、工場等の排気ガスや排水による大気汚染、水質汚濁等の公害問題が大きな社会問題となり、北海道は昭和45年に北海道公害防止研究所を設置し、科学的な公害の防止対策に取り組んできました。

その後、社会経済情勢の変化や生活様式の多様化等から、従来の公害問題に加えスパイクタイヤ粉じん、生活排水等による都市型・生活型公害、化学物質の使用による地下水の汚染、さらには酸性雨や温暖化等の地球規模の環境問題への対応が求められてきました。

また、無秩序な自然の改変等による緑の減少や野生動植物の絶滅が危ぶまれる一方、自然とのふれあいを求める住民のニーズが高まり、自然の保護と利用や野生生物の保護の在り方が課題となってきました。

このため、平成3年5月にこれまでの公害防止研究所を拡充改組し、野生動植物の保護など自然環境を含む環境問題に総合的に対処するため、北海道環境科学研究センターが設置されました。

その後、国内外の社会情勢が急激に変動する中で、道民のニーズも、より複雑化し多様化するなど、道立試験研究機関を取り巻く状況が大きく変化してきたことから、道立試験研究機関がこれまで果たしてきた機能の維持及び向上を図り、これらの変化に柔軟に対応できる組織へと改革していくため、22の道立試験研究機関を単一の地方独立行政法人とする検討が行われ、平成20年2月に「道立試験研究機関の改革及び地方独立行政法人制度導入に関する方針」が示され、当該法人の設立に向けた準備が進められました。

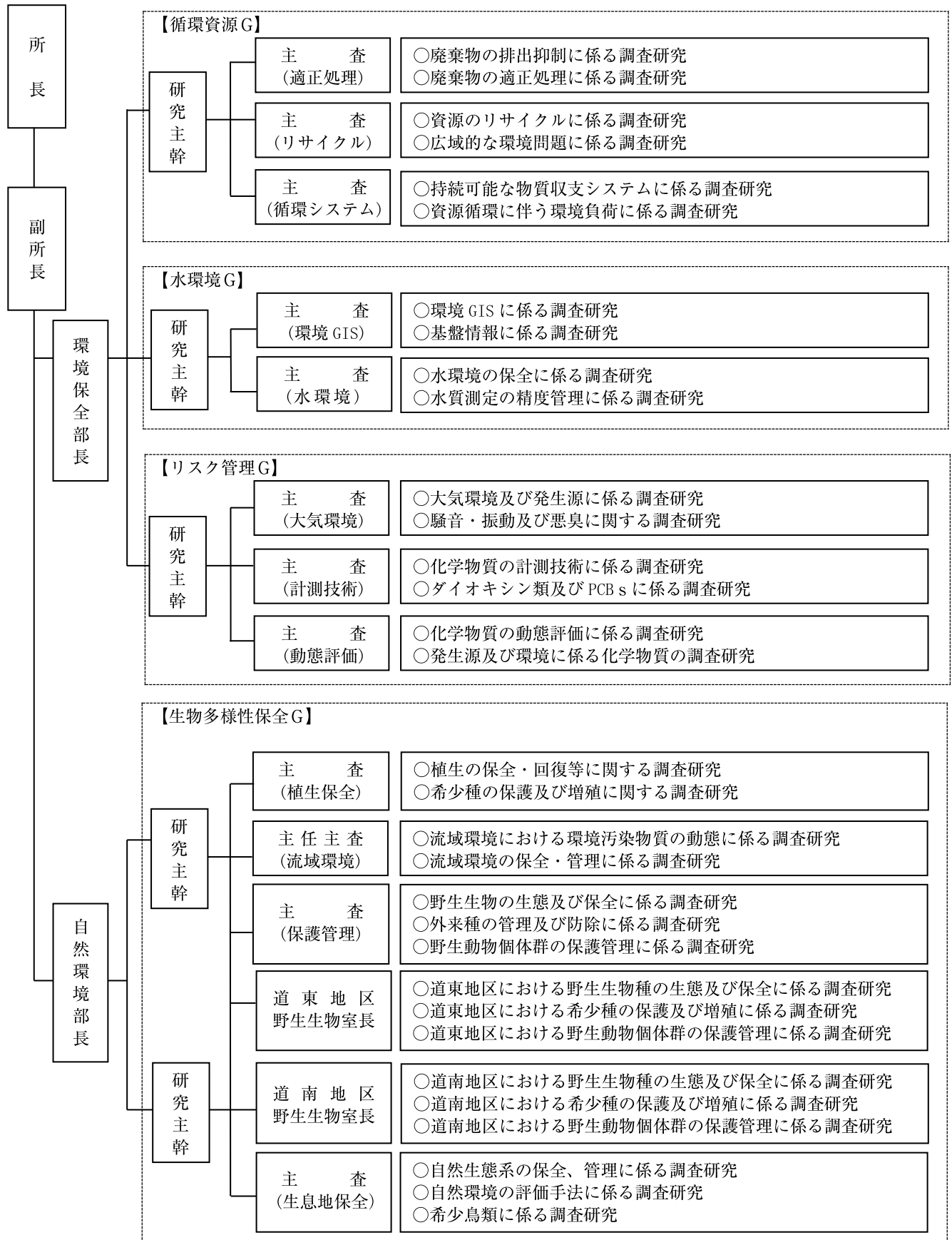
平成22年4月に、北海道の出資により、6研究本部からなる地方独立行政法人北海道立総合研究機構が設立され、環境・地質研究本部に環境科学研究センターが設置されました。

また、平成30年4月には「気候変動対策」、「循環型社会の構築」、「生物多様性の保全」、「安全で持続可能な社会の形成」を実現するための調査・研究開発に取り組むべく、2部5グループから2部4グループ体制に移行するとともにグループの名称を変更しました。

昭和45年4月	本道の公害に関する調査研究、監視測定及び技術指導を行うため、企画部の出先機関として北海道公害防止研究所を設置し、道立衛生研究所の施設の一部を使用して発足
昭和46年12月	現庁舎の建設
昭和47年4月	生活環境部の出先機関に機構改正
昭和53年8月	機構改正により、総務部を設置、同部に庶務課、企画課を設置
昭和54年1月	環境に関する図書、資料等を収集、管理及び提供するため、環境情報資料室を開設
昭和54年5月	副所長職の設置
昭和57年5月	機構改正により、大気部及び水質部に科（各3科）を設置
昭和61年5月	大気部及び水質部に主任研究員を設置
昭和63年4月	保健環境部の出先機関に機構改正
平成3年5月	環境科学研究センターに機構改正。旧大気部、水質部を環境保全部、環境科学部に再編し（各3科）、総務部の庶務課を総務課、企画課を企画調整課とし、新たに自然環境部（2科）を設置
平成5年3月	庁舎の増改築工事の完成
平成5年4月	自然環境部に自然環境保全科を設置
平成6年4月	環境保全部に化学物質科を設置
平成9年6月	環境生活部の出先機関に機構改正 自然環境部に道東地区野生生物室を設置
平成10年4月	自然環境部に道南地区野生生物室を設置
平成12年4月	総務部に環境GIS科を設置
平成12年4月	総務部を企画総務部に名称変更、環境保全部の化学物質科を廃し、同部に化学物質第一科、化学物質第二科を設置
平成13年3月	化学物質研究棟の建設
平成13年4月	特別研究員（招へい型）を自然環境部に配置（平成18年3月まで）
平成21年4月	環境GIS科を企画総務部から環境科学部に移管
平成22年4月	道立の試験研究機関から地方独立行政法人北海道立総合研究機構に移行し、環境・地質研究本部に「環境科学研究センター」として設置
平成30年4月	組織改組に伴い、2部5グループから2部4グループ体制に移行するとともにグループの名称を変更

Ⅲ 組織・事務分掌

(平成30年7月1日現在)



IV 職員の状況

[1] 職員名簿

(平成30年7月1日現在)

所属・職名		氏名	所属・職名	氏名	
所 長		大 西 秀 典	環 境 保 全 部	(リスク管理グループ)	
副 所 長		湯 谷 仁 康		研 究 主 幹	芥 川 智 子
環 境 保 全 部 長		高 橋 英 明		主 査 (大 気 環 境)	大 塚 英 幸
環 境 保 全 部	(循環資源グループ)	秋 山 雅 行	主 査 (計 測 技 術)	永 洞 真 一 郎	
	研 究 主 幹		主 査 (動 態 評 価)	田 原 る り 子	
	主 査 (適 正 処 理)		阿 賀 裕 英	姉 崎 克 典	
	主 査 (リサイクル)	山 口 勝 透	仮 屋 遼		
	主 査 (循環システム)	丹 羽 忍			
		山 口 高 志			
		福 田 陽 一 朗			
	(水環境グループ)	三 上 英 敏	自 然 環 境 部 長	間 野 勉	
	研 究 主 幹		(生物多様性保全グループ)		
	主 査 (環 境 G I S)		研 究 主 幹	宇 野 裕 之	
主 査 (水 環 境)	研 究 主 幹		西 川 洋 子		
	小 野 理	主 任 主 査 (流 域 環 境)	石 川 靖		
	五 十 嵐 聖 貴	主 査 (植 生 保 全)	島 村 崇 志		
	木 塚 俊 和	主 査 (保 護 管 理)	上 野 真 由 美		
	鈴 木 啓 明	道 東 地 区 野 生 生 物 室 長	稲 富 佳 洋		
		道 南 地 区 野 生 生 物 室 長	近 藤 麻 実		
		主 査 (生 息 地 保 全)	長 雄 一		
			亀 井 利 活		
			釣 賀 一 二 三		
			玉 田 克 巳		

V 決 算

平成29年度決算

業務費関係	試験研究費	<ul style="list-style-type: none"> ・戦略研究費 ・重点研究費 ・職員研究奨励費 ・経常研究費 ・研究開発推進費 ・依頼試験費 ・技術指導普及費 ・外部資金等確保対策費 ・研究用備品整備費 ・維持管理経費（研究） 	1, 931, 931円 5, 740, 951円 3, 061, 842円 16, 211, 793円 701, 632円 52, 720円 1, 639, 669円 725, 167円 2, 550, 960円 768, 600円
		小計	33, 385, 265円
一般管理費関係	維持費	<ul style="list-style-type: none"> ・維持管理費 ・研究関連維持管理経費 	47, 162, 511円 2, 029, 024円
	運営費	<ul style="list-style-type: none"> ・運営経費 	16, 662, 551円
小計			65, 854, 086円
受託研究等経費及び寄付金事業費等	受託研究費	<ul style="list-style-type: none"> ・共同研究費 ・道受託研究費 ・その他受託研究費 	3, 900, 000円 37, 567, 083円 3, 698, 218円
	受託事業費	<ul style="list-style-type: none"> ・道受託事業費 	15, 137, 081円
小計			60, 302, 382円
施設整備費	施設整備費	<ul style="list-style-type: none"> ・施設整備費（補助金） 	11, 448, 000円
小計			11, 448, 000円
補助金	補助金	<ul style="list-style-type: none"> ・道補助金 	5, 838, 147円
小計			5, 838, 147円
科学研究費	科学研究費	<ul style="list-style-type: none"> ・科学研究費等補助金 	6, 160, 440円
小計			6, 160, 440円

VI 事業概要

VI 事業概要（平成29年度）

[1] 各部事業概要

環境科学研究センターは、本法人の「中期計画」及び同別紙の「研究推進項目」に基づき、大気汚染、水質汚濁等の公害の防止、化学物質による環境汚染、酸性雨や温暖化などの地球環境問題、野生動植物の分布・生態や希少種の保護など、環境に関する総合的な調査研究及び環境に関する情報の収集を行っている。

また、当センターの技術や知見を生かし、道内外からの研修生の受入れ、他研究機関との研究交流、各種委員会への参画や講演会への講師派遣、情報の提供等を行っている。

（「研究推進項目」（抜粋）は、目次裏に掲載。）

なお、平成30年4月に2部5グループから2部4グループ体制に移行するとともにグループの名称を変更しているため、ここでの記述は、前述の組織体制とは異なる。

1 環境保全部

広大な面積と良好な環境に恵まれている本道において、地域環境を保全し、道民の健康の保護及び快適な生活環境の確保を図ることが求められている。

しかし、環境問題は地域だけにとどまるものではなく、本道を取りまく周辺環境、日本全体、東アジアさらに地球規模といったより広域的な視点も重要である。

環境保全部は、大気、水質、化学物質、廃棄物など様々な分野における地域環境の保全や生活に密着した環境問題、広域環境汚染や地球規模の環境問題に取り組むなど、将来にわたって良好な環境を維持するための調査研究を進めている。また、当センターの環境に関する情報の整備や高度利用に関する調査研究にも取り組んでいる。

地球・大気環境グループは、大気環境、大気汚染物質発生源、騒音・振動及び悪臭など地域における良好な大気環境の保全に関する調査研究を進めるとともに、酸性雨問題やPM_{2.5}等長距離輸送汚染物質など北海道を取りまく広域的な環境問題、さらに地球温暖化など地球規模の環境問題に取り組んでいる。

情報・水環境グループは、海域、河川、湖沼、土壌、さらに漁場環境や土地利用など健全な水環境の保全に関する調査研究を進めているほか、循環型社会の形成推進のための廃棄物問題にも取り組んでいる。また、リモートセンシ

ング技術やGIS手法を活用した解析や高度利用に関する調査研究のほか、環境に関する基盤情報の整備、環境教育などを通して環境情報の普及・利活用促進にも取り組んでいる。

化学物質グループは、ダイオキシン類の発生源監視、PCB廃棄物処理事業に係るモニタリングなど化学物質の環境への影響評価や低減に向けた調査研究を行っているほか、残留性有害汚染物質の動態評価や生物への蓄積など化学物質の環境リスクに関する調査研究に取り組んでいる。

2 自然環境部

本道は、北方的色彩の強い森林や湿原、海岸草原など豊かな自然に恵まれており、そこには、ヒグマやエゾシカなどの大型哺乳類の他、タンチョウやシマフクロウ、オオヒラウスユキソウやヒダカソウといった希少種を含む様々な野生生物が生息・生育している。

自然環境部では、これら本道の自然環境を将来にわたって維持し、北海道固有の生物多様性を保全するための調査研究を進めている。

生態系保全グループは、湿原等自然生態系の機構解明と保全対策を目的とした調査研究、希少な野生生物種の生態解明と生育状況のモニタリングや外来種が生態系に及ぼす影響に関する調査研究を行っている。さらに、流域環境の保全を図るため、特に湖沼の水環境や生態系の保全に関する課題に取り組んでいる。

保護管理グループは、ヒグマやエゾシカの保護管理や生態及び保全に関する調査研究、研究成果に基づく技術支援などを行っている。特に保護管理については、個体数推定法の開発や個体群特性など個体群動態に関する研究、移動・分散など野生動物の行動に関する研究、科学的知見に基づく被害管理及び生息地管理に関する調査研究などについて、継続的に取り組んでいる。

道東地区野生生物室は、道東地域のエゾシカを中心とした野生生物の生態、保全及び保護管理などの調査研究を実施している。

道南地区野生生物室は、道南地域のヒグマを中心とした野生生物の生態、保全及び保護管理などの調査研究を実施している。

[2] 事業別概要

1 戦略研究

研究課題名	課 題 内 容
(1) 地域・産業特性に応じたエネルギーの分散型利用モデルの構築 【平成26～30年度】	環境研では自治体が処理する有機系廃棄物を対象として、モデル地域における埋立量減量化とエネルギー回収に着目した処理システムについて検討を行った。 さらに道総研内の全機関と連携し、GISを活用した地域・産業特性に応じた多様な再生可能・未利用エネルギーの分散型利用モデルの構築に向けた検討を行った。 (情報・水環境G、地球・大気環境G)

2 重点研究

研究課題名	課 題 内 容
(1) 網走湖のシジミ漁業の被害解消に関する研究 【平成 29 ~ 31 年度】	<p>網走湖のシジミ漁業被害解消に向けて、流域からの栄養塩負荷量や湖内の栄養塩環境と植物プランクトンの発生、増殖との関連性を検証した。</p> <p>ア 流域河川と湖水の詳細な水質応答の解明 ・月3回程度（5~10月）の定点調査（河川2地点、湖内2地点） ・調査項目等：栄養塩、塩分等</p> <p>イ 湖水データの解析による植物プランクトン組成と水質環境の関係解明 ・湖内年6回程度（沿岸6地点と湖心地点） ・調査項目等：栄養塩、塩分、植物プランクトン組成等</p> <p>ウ 栄養塩添加試験による植物プランクトンの栄養塩要求や競合状態の解明 ・年2回の現地培養試験 ・調査項目等：培養試験による栄養塩や植物プランクトン組成の変化 [共同研究先：さけます・内水面水産試験場、網走市、西網走漁業共同組合] (情報・水環境G)</p>

3 経常研究

研究課題名	課 題 内 容
(1) 北海道の温室効果ガスインベントリの開発 【平成 26 ~ 29 年度】	<p>北海道の地域特性を考慮した温室効果ガス吸収・排出インベントリ構築を目指し、</p> <p>ア 環境省「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査試験調査」の情報を用いて作成した電気、ガス、灯油のエネルギー消費原単位表をもとに、市町村ごとの世帯形態を考慮した家庭からのCO₂排出量を見える化した。</p> <p>イ 北海道の排出量算定に必要な統計データについて公開時期を整理し、代替可能な統計について調査した結果、都道府県別エネルギー消費統計についてほかの統計情報を用いた推計手法を開発する必要があることが判明した。 (地球・大気環境G、情報・水環境G)</p>
(2) 地球環境問題検討調査 【平成 9 ~ 29 年度】	<p>地球温暖化や酸性雨などの地球環境問題について、道内でモニタリングデータを集積し、道内への影響把握を評価するため、次の調査を行った。</p> <p>温室効果ガス等環境調査 フロン類等温室効果ガスを含む揮発性有機化合物について、都市域及びバックグラウンドにおける濃度を把握するため、札幌市、根室市落石岬で調査を行った。 (地球・大気環境G)</p>
(3) 騒音・振動悪臭対策調査 【平成 9 ~ 】	<p>ア 航空機騒音環境調査 道内の主な飛行場・空港周辺における航空機騒音に係る環境基準の達成状況を把握するため、女満別空港、帯広空港において航空機騒音を調査した。</p> <p>イ 悪臭実態調査 事業場から発生する臭気について調査を行い、臭気指数基準策定業務に関する基礎資料とするとともに、調査対象事業場を所管する市及び振興局職員の悪臭業務に係る資質向上を目的として、釧路市の飼料製造工場を対象に調査を行った。 (地球・大気環境G)</p>
(4) PM _{2.5} 汚染機序に関する研究 【平成 28 ~ 30 年度】	<p>地域におけるPM_{2.5}汚染機序の解明を試みることを目的に、道内6地点での調査や小型センサーの有効性に関する調査を行った。その結果、例年同様、全道的に春に高く夏に低い傾向がみられるとともに都市域で冬に濃度が高くなる季節変動傾向が確認された。小型センサーの評価では、太平洋側で霧の影響と考えられる異常値が見られるなど、ネットワークとして活用する際の配置に関する留意点が確認できた。 (地球・大気環境G)</p>
(5) 気温上昇による大気中物質の変化に関する研究 【平成 28 ~ 30 年度】	<p>気温上昇が大気汚染物質濃度に及ぼす影響について評価することを目的に、利尻、母子里及び札幌で、植物等の栄養塩である反応性窒素成分、植物に有害な対流圏オゾン等の濃度を測定し、沈着量評価を行った。また、既存調査で得られている沈着量評価結果を用いて、反応性窒素成分の沈着量と気温との関係について解析し、長期変動に関する評価を行った。 (地球・大気環境G)</p>

研究課題名	課 題 内 容
(6) 湿原生態系保全対策推進事業（湿原植生広域モニタリング） 【平成9～29年度】	ラムサール条約登録湿地等を主たる対象として、衛星画像等を利用して植生変化を抽出するモニタリングを行うとともに、生物分布情報の収集・整理による評価を行った。 (情報・水環境G)
(7) 圏域別マテリアルフローの推計に関する研究 【平成28～31年度】	資源循環の状況についてマクロ的に把握するマテリアルフローの推計に向けて、基礎データの収集を進めるとともに、圏域別推計のための手法の検討を実施した。 (情報・水環境G)
(8) 網走湖における長期的環境変化の評価と取りまとめ 【平成28～30年度】	網走湖下層部の栄養塩と溶存硫化物の濃度レベルや蓄積量の過去との比較検討を行うとともに、網走湖の陸水学的特徴を整理し、現在までの長期的な環境変化に関する評価を行い、そのレビューをとりまとめ成果品とする。平成29年度も、最深部において鉛直分布の調査を実施し、下層部の栄養塩や溶存硫化物に関して、過去の結果と比較した。 (情報・水環境G)
(9) 北海道における化学物質シミュレーションモデルの適用に関する研究 【平成28～30年度】	北海道におけるモニタリングデータや、PRTRデータ及び化学物質の有害性データを集約した。また、シミュレーションモデルを用いて大気中濃度の予測を行い、予測結果と実際のモニタリングデータを比較して、評価を行った。 (化学物質G)
(10) セイヨウオオマルハナバチの化学的防除手法の検討 【平成29～31年度】	国立環境研究所が開発したセイヨウオオマルハナバチの化学的防除手法について、野外における効果の検証と問題点等を明らかにするため、海岸草原において、実験的に薬剤塗布と在来種を含めたマルハナバチ類の個体数のモニタリングを行った。 (生態系保全G)
(11) 農村地域における草原性鳥類の生息環境に関する研究 【平成28～30年度】	麦畑や水田を中心とした農村地域において、草原性鳥類を指標とした生物多様性保全上配慮すべき営農方法及び環境要素を明らかにするため、主要な草原性鳥類の農地、防風林、畦などの環境利用実態を調査した。 (生態系保全G)
(12) 生物多様性からみた農村地域における自然環境の現状と評価に関する研究 【平成29～33年度】	多面的機能（生態系サービス）が発揮される豊かな農村空間づくりを支援することを目的として、当別町の防風林、ため池、農地の畦などの環境要素について、注目すべき生物や環境指標となる生物の抽出、環境レベルによる分類、環境要素間のつながりを明らかにするための生物相や生息環境の調査を実施するとともに、土地利用の変化に伴う環境要素の歴史の変遷を把握した。 (生態系保全G)
(13) 湿原生態系保全対策推進事業（湿原植生定期モニタリング） 【平成9～29年度】	湿原生態系の変化を早期に把握し、適切な保全対策を講ずるため、道が湿原保全プランを策定した4湿原のうち、釧路湿原については固定調査区及びシカ影響排除柵を用いた植生調査を、雨竜沼湿原についてはシカによる湿原植物種の食害状況把握調査を実施し、エゾシカによる植生への影響評価を行った。 (生態系保全G)
(14) 痕跡試料を用いたヒグマ個体識別法の確立 【平成29～31年度】	北海道ヒグマ管理計画における個体数動向及びあつれきに関する指標の精度向上を目的として、林道および被害発生農地において定期的な調査を実施し、新旧の明らかなヒグマの糞及び被害発生後の経過日数が明らかなヒグマの食痕試料を採取した。試料の新旧が分析成功率に及ぼす影響と、最も高い分析成功率が得られるDNA抽出法について検討した。 (保護管理G)
(15) ヒグマの生息及びあつれき動向の把握に関する研究 【平成29～33年度】	捕獲個体回収試料の生物学的分析及びヒグマ痕跡モニタリング、出没・被害状況の解析によって、分布、生態、個体数等の生息実態を調査し、ヒグマの適正な保護管理を進めるうえで必要とされる科学的な基礎情報を得た。また、これらの成果の統合解析によって得られた個体数動向や人間活動とのあつれき指標と、必要とされるヒグマ管理方策について、北海道ヒグマ保護管理検討会に提案した。 (保護管理G)

研究課題名	課 題 内 容
(16) エゾシカ総合対策に関する研究 【平成 29 ~ 33 年度】	鳥獣保護管理法の規定によるエゾシカ管理計画（第5期：平成29年3月）に基づき、エゾシカの個体数を適正に管理し、農林業被害の軽減を図るため、個体数の動向把握及び個体数推定を目的とした個体数指数の調査研究を行った。ライトセンサスではカウント調査により調査努力量当たりの発見数及び群れ構成を把握した。北海道旅客鉄道株式会社の協力を得て、エゾシカによる列車支障件数を解析し、地域的な増減傾向の把握を行った。狩猟者による報告を基に狩猟努力量当たりの捕獲数及び目撃数の解析を行い、効果的な狩猟規制を検討した。また、エゾシカ個体数の適正管理による生物多様性保全を目的として、エゾシカによる森林植生に及ぼす影響把握調査を実施した。 (保護管理G)
(17) エゾシカ総合対策費 (地域別個体群管理) 【平成 26 ~ 30 年度】	鳥獣保護管理法の規定によるエゾシカ管理計画（第5期：平成29年3月）に基づき、エゾシカ個体数を適正に管理し、農林業被害の軽減を図るため、複数の個体数指数を用いた振興局別個体数推定手法の検討を行い、エゾシカ対策有識者会議（生息評価部会）に報告した。また、地域別個体群管理を達成させるため、重点研究等で開発した捕獲手法の普及を図った。 (保護管理G)
(18) 常呂川流域圏における人間活動と水・物質循環とのつながりの解明 (理事長枠) 【平成 29 ~ 31 年度】	常呂川を対象に、水資源を持続的に利用していく上での課題を明らかにすることを目的とした。平成29年度は流域全体の水・物質循環の解析に必要な河川の流量・水質及び栄養塩の流出負荷に係る既存データの収集・整理を進めた。 [共同研究先：地質研究所、中央農業試験場、北見農業試験場、さけます・内水面水産試験場、林業試験場、北方建築総合研究所] (情報・水環境G)

4 道受託研究

研究課題名	課 題 内 容
(1) 有害大気汚染物質モニタリング調査 (長期モニタリング) 【平成 9 ~ 】	北海道における有害大気汚染物質による汚染の状況を把握するため、千歳市内の2地点（一般環境及び沿道）において、有害大気汚染物質モニタリング調査を行うとともに、調査結果と合わせた考察及び課題を抽出した。 (地球・大気環境G、化学物質G)
(2) 指定物質調査 【平成 9 ~ 】	有害大気汚染物質のうち指定物質の一つであるベンゼンについて、室蘭市にあるコークス炉を対象施設として、周辺地域5地点で年4回調査を行い、汚染状況を把握するとともに、拡散シミュレーションを行い、一般環境への影響を評価した。 (地球・大気環境G、化学物質G)
(3) 大気環境汚染物質測定委託業務 (ばい煙) 【昭和 45 年 ~ 】	大気汚染防止法第26条及び北海道公害防止条例に基づき、ばい煙発生施設等から排出されるばい煙等（SO _x 、NO _x 、HCl、ダスト、VOC）の排出状況及び燃料の成分の調査を12振興局27施設について行った。 (地球・大気環境G、化学物質G)
(4) 大気環境測定所維持運営(国設札幌局) 【昭和 45 年 ~ 】	大気環境の状態を全国的視野で把握し、大気保全行政の企画・立案・評価に必要な基礎資料を得るために国が設置した国設札幌大気環境測定所において、次の測定及び各測定機器の保守管理を行った。 ア SO ₂ 、NO _x 、CO、O ₃ 、HC、SPM、PM _{2.5} 、気象の各自動測定機器による測定 イ 湿性降下物の自動測定装置による採取と成分分析 なお、平成28年度より北海道の大気監視システムと電話回線で接続され、環境省、北海道のWebサイトでデータの公開が行われている。 (地球・大気環境G)
(5) 大気環境測定所維持運営(国設利尻局) 【平成 2 ~ 】	酸性雨原因物質の長距離輸送の解明を目的として国が設置した国設利尻酸性雨測定所（利尻町）において、SO ₂ 、NO _x 、O ₃ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、気象の各自動測定機器及び酸性雨自動採取装置の維持管理に係る業務を行った。また、自動採取した湿性降下物及びフィルターパックによる乾性沈着物の成分分析を行った。 (地球・大気環境G)

研究課題名	課題内容
(6) 環境基準未達成原因究明調査 【平成 17～32 年度】	<p>環境基準の未達成が継続している水域において調査を行い、水質汚濁の原因を究明する。平成29年度は網走湖と大沼の環境基準未達成の原因究明調査を行った。</p> <p>ア 網走湖の調査 12地点（湖内4地点、河川8地点）。主な調査項目、COD、各態栄養塩、SS等。</p> <p>イ 大沼の調査 17地点（湖内6地点、河川11地点）。主な調査項目、COD、各態栄養塩、SS等。 (情報・水環境G)</p>
(7) 水質測定業務の民間委託による精度管理委託業務 【平成 17～】	<p>公共用水域等の水質測定結果の精度管理を目的として以下の業務を行った。</p> <p>ア 測定業者が道に提出した標準作業手順書の内容を確認した。</p> <p>イ 測定業者が月ごとに道に提出した測定値や算出根拠資料等の内容を確認した。</p> <p>ウ 標準物質を各測定業者に送付し、それらの分析結果の精度を考察した。</p> <p>エ 測定業者の行う採水に同行し、採水方法等を確認した。</p> <p>オ 採水業者の事業所査察を行い、分析機器や作業内容を確認した。</p> <p>カ 精度管理に関する道の担当職員への技術的な助言や指導を行った。 (情報・水環境G)</p>
(8) クローズド型最終処分場浸出液水質調査 【平成 20～30 年度】	<p>設置数増加が予想されるクローズド型最終処分場に関し、設置に係る審査事務や今後の維持管理に資するため、埋立物、散水条件と浸出液の水質との関連を調査した。 (地球・大気環境G、情報・水環境G)</p>
(9) ダイオキシン類排出ガス等調査委託業務 【平成 13～】	<p>ダイオキシン類対策特別措置法第34条に基づき、特定施設のダイオキシン類の排出状況について次の調査を行った。</p> <p>ア ダイオキシン類対策特別措置法に基づく立入検査 ・排ガス、燃え殻、ばいじん：13振興局16施設について実施 ・排水：3振興局3施設について実施</p> <p>イ 民間委託先とのクロスチェック分析 (化学物質G、地球・大気環境G、情報・水環境G)</p>
(10) 化学物質環境実態調査 【昭和 49～】	<p>今日の化学物質による環境問題に取り組むに当たり、大気・水・土壌等の複数の環境媒体を経由した多数の化学物質について長期間にわたる暴露量を把握するため、次の調査を行った。</p> <p>ア 分析法開発調査 水質試料中のポリ（オキシエチレン）＝アルキルエーテル、底質試料中のポリ（オキシエチレン）＝ノニルフェニルエーテルの分析法を開発した。</p> <p>イ 初期・詳細環境調査 石狩川、十勝川、天塩川及び苫小牧港水質試料中の2,4-ジニトロアニリンなど15物質群、札幌市内の大気試料中の4物質群について調査をした。</p> <p>ウ モニタリング調査 石狩川の水質・底質、天塩川、苫小牧港の底質、十勝川の水質、釧路市内の大気及び釧路、日本海沖の魚を対象にPCB・POPs等16物質群について調査した。 (化学物質G、地球・大気環境G、情報・水環境G)</p>
(11) 北海道 PCB 廃棄物処理事業に係る環境モニタリング 【平成 18～31 年度】	<p>PCB廃棄物処理施設（室蘭市）の運用に伴う環境影響を把握するため、各種異性体を含むPCB（PCBs）、ダイオキシン類等について次の調査を行った。</p> <p>ア 排出源モニタリング調査：施設排気（7系統2回）、施設排水（1系統2回）</p> <p>イ 周辺地域環境モニタリング調査：周辺海水（2地点2回）、周辺海域底質（1地点1回）、周辺環境大気（月別調査を1地点12回、季節別調査を5地点4回） (化学物質G、地球・大気環境G、情報・水環境G)</p>
(12) 北海道希少野生動植物調査委託業務 【平成 14～】	<p>「北海道生物の多様性の保全等に関する条例」（平成25年度）に基づき、道内に生育する絶滅のおそれのある野生植物の保護対策の推進に資するため、指定植物の生育状況モニタリングを行った。</p> <p>また、希少植物の保全の基礎資料にするため、森林性ラン科植物について繁殖特性等の生態調査を行った。 (生態系保全G)</p>

5 一般共同研究

研究課題名	課 題 内 容
(1) オゾンによる植物影響のパイロットモニタリングの実施 【平成 26～29 年度】	<p>山岳・森林地域へのオゾンによる植物影響の評価手法を確立することを目的として樹木立ち枯れの観察されている摩周湖で測定を行った。例年と同様、春季には植物に影響するしきい値以上のオゾンが観測されたが、樹木のオゾン取り込み主要経路である葉が付く時期より前のため、植物への影響は小さいと考えられる。</p> <p>[共同研究先：日本環境衛生センター アジア大気汚染研究センター] (地球・大気環境G)</p>
(2) 弟子屈町における環境モニタリング 【平成 26～32 年度】	<p>弟子屈町での摩周湖や屈斜路湖などの自然環境に関するデータを集積し、環境保全のみならず観光及び産業振興へと活用することを目的とした。平成29年度は摩周湖での雨及び霧水沈着の評価を行うとともに、摩周岳登山道周辺の植生状況について記録した。屈斜路湖と周辺の流入河川について水質調査を実施し、人為的に排出された窒素やリンの挙動について評価を行った。</p> <p>[共同研究先：弟子屈町] (地球・大気環境G)</p>
(3) サロマ湖漁場環境保全調査 【平成 14～29 年度】	<p>サロマ湖における環境保全と養殖漁場管理に向けて、水質モニタリングを実施するとともに、栄養塩動態の解明を行った。平成29年度も、底質からの栄養塩溶出影響に関して水平的な考察を行った。</p> <p>ア 湖内水質調査：9地点 (34試料) 主な調査項目、各態栄養塩 (溶存態全窒素、リンを含む)、クロロフィルa、SS。</p> <p>イ 河川水質調査：2地点 (サロマベツ川時雨橋、芭露川8号橋) 主な調査項目、各態栄養塩 (溶存態全窒素、リンを含む)、SS。</p> <p>[共同研究先：サロマ湖養殖漁業協同組合] (情報・水環境G)</p>
(4) 絶縁油中の PCB 分析における分析手法の検討 【平成 24～29 年度】	<p>絶縁油中のPCBs 分析において、より簡便で精度の高い分析手法を検討するために、既知濃度標準試料を用いて、幾つかの分析手法について比較して、より簡便で精度の高い前処理法や機器分析法について検討し、PCBs 分析業務への適用性を検証した。</p> <p>[共同研究先：室蘭環境プラントサービス (株)] (化学物質G)</p>
(5) 札幌市に出没するヒグマに関する研究 【平成 29～】	<p>札幌市内に出没するヒグマから得られた体毛などのDNA解析による個体識別を行った。得られた個体識別結果は、ヒグマによる被害の防除対策に活用するとともに、ヒグマに関する教育普及に活用されている。</p> <p>[共同研究先：札幌市、NPO法人EnVision環境保全事務所] (保護管理G)</p>
(6) 白糠町におけるエゾシカ資源有効活用に関する研究 【平成 27～29 年度】	<p>エゾシカの適正管理と持続的資源利用の両立を目的に生息数と取獲量の推定及び農家アンケートを行った。被害を低減するためには防鹿柵の経済効果や銃猟に頼らないエゾシカの夜間捕獲を検討する必要があり、資源利用を促進するためには地域の有効活用事業者、農家及びハンターを結び付けるエゾシカ管理システムが求められる。</p> <p>[共同研究先：白糠町] (保護管理G)</p>

6 公募型研究

研究課題名	課 題 内 容
(1) 同位体を指標に用いた大気中ガス状亜硝酸の起源推定 【平成 27～29 年度】	<p>開発した「大気中のガス状亜硝酸 (HONO) の三酸素同位体組成 ($\Delta^{17}\text{O}$) 定量法」を用い、都市や都市から離れた森林において、大気中のHONO の $\Delta^{17}\text{O}$ 値を実測し、「直接排出」と「二次生成」由来のHONO の相対比を評価することを目的とした研究。</p> <p>平成29年度も都市である札幌 (センター屋上) とバックグラウンド地域である利尻にてHONO等の昼夜別捕集調査を行い、濃度測定を行った。これらの試料は、HONOの $\Delta^{17}\text{O}$ 値を測定するため、研究代表である名古屋大学に提供した。</p> <p>(企画課・地球・大気環境G)</p>

研究課題名	課題内容
(2) 反応性窒素の測定法開発と全国の沈着量評価 【平成 27 ～ 30 年度】	<p>全国の自治体の協力による調査を行い、大気中ガス及び粒子状の反応性窒素の測定法を確立するとともにその乾性沈着量評価の精度向上を目的とする調査研究。平成27年度、平成28年度に引き続き、全国7地点で粒子成分の粒径別調査などを行った。</p> <p>ア 硝酸塩の沈着量評価 インパクトを用い、硝酸塩をPM_{2.5}成分と粗大粒子に分け、粒径別に沈着量を算出することにより、特に森林においてより正確な沈着量評価ができることが分かった。</p> <p>イ アンモニアとアンモニウム塩の分別 主に夏期にアンモニウム塩がアンモニアとして揮散するが、インパクトの効果により、その揮散割合が減少する傾向が確認された。なお、インパクトを用いた場合、寒候期は拡散デニューダ法と遜色のない分別が可能と評価された。</p> <p>ウ パッシブサンプラー法 (PS法) のアンモニア測定結果比較 PS法の場合、夏期はより正確な捕集法である拡散デニューダ法と合致したが、寒候期は微粒子のアンモニウム塩の影響を受け、過大評価となることが認められた。</p> <p>(企画課・地球・大気環境G)</p>
(3) 山地森林の霧水沈着分布と空間不均一性の評価手法の開発 【平成 27 ～ 29 年度】	<p>山岳部における霧の沈着量の空間不均一性を把握するため、摩周湖及び兵庫県六甲山で霧沈着量の測定を行った。観測結果から林内では林縁に比べ沈着量が少なく、空間不均一性が確認された。また、今回の結果から林縁部で垂直方向の霧捕集面積を考慮することで霧沈着量のモデル予測精度の大幅な向上ができた。</p> <p>(地球・大気環境G)</p>
(4) 森林源流域から進行する窒素飽和メカニズムの解明と森林炭素吸着能力への影響評価 【平成 29 ～ 31 年度】	<p>酪農地域で発生するアンモニアなどの窒素が周辺の森林へ沈着することで土壌及び水質へ及ぼす影響を把握することを目的として標茶町の京都大学研究林で大気中アンモニアガス濃度を測定した。その結果、林縁での濃度は札幌など都市圏と同程度で、林内の2-3倍程度であった。このことから、特に林縁部での窒素沈着量が多いことが確認された。</p> <p>(地球・大気環境G)</p>
(5) PM _{2.5} の健康影響評価と対策立案に対するセンサー技術の展開 【平成 28 ～ 30 年度】	<p>PM_{2.5}の健康影響評価には大気中濃度のみならず個人曝露量の把握が必要であることから、個人曝露測定装置の開発を目的として、平成29年度は曝露量測定用携帯型センサーによる試行測定を行った。その結果、環境大気中濃度と個人曝露量の関係性についてより詳細に検討する必要があると認められた。</p> <p>(地球・大気環境G)</p>
(6) グリーンインフラの利用による汚濁負荷削減を目的とした耕作放棄地の再生システム 【平成 27 ～ 30 年度】	<p>水質浄化機能を備えたグリーンインフラとして湿原や河川周辺にある湿潤条件の耕作放棄地の有効性を検討するために、次の調査を行った。</p> <p>ア 衛星画像解析により明らかにした未利用農地の地理情報を基に、特に湿原周辺部の未利用農地の具体的な土地利用転換案について検討を進めた。</p> <p>イ 釧路湿原に隣接した未利用農地において水位・水質調査を実施し、これまでの観測データに基づいて調査区の水・栄養塩収支の解析を進めた。</p> <p>[共同研究先：国立環境研究所] (情報・水環境G)</p>
(7) 保残伐による森林景観の持続的管理手法の提案 【平成 28 ～ 29 年度】	<p>道有林で実施されている保残伐の実証試験地とその周辺を対象に、保残伐を広域的に実施する場合の適地選定のための解析に必要な基礎データを収集するとともに、公益的機能の変化の推定に向けた手法の検討を実施した。</p> <p>[共同研究先：林業試験場、森林総合研究所] (情報・水環境G)</p>
(8) 人工林における保残伐の費用便益分析：大規模実証実験と熟議型貨幣評価の結果から 【平成 28 ～ 31 年度】	<p>保残伐により得られる公益的機能の増進などの便益と、保残伐に要する費用を環境経済学的手法を用いて比較分析する枠組みを構築していくため、比較分析手法の検討を実施した。</p> <p>[共同研究先：北海道大学、京都大学、甲南大学、森林総合研究所、国立環境研究所] (情報・水環境G)</p>

研究課題名	課 題 内 容
(9) 農地からの養分・塩類負荷がボグのミズゴケ類の生育に及ぼす影響の解析 【平成 28～30 年度】	上流域からの養分・塩類負荷が湿原の群落や生態系機能に与える影響を明らかにするため、勇払湿原群の2ヶ所の湿原を対象に、旧版地形図と土地利用データを用いて1900年代から現在までの流域土地利用の変遷を調査した。また、両湿原において水位・水質調査を実施し、調査区の水・栄養塩収支の解析を進めた。 [共同研究先：札幌市立大学、明治大学] (情報・水環境G)
(10) 下水処理場における生活由来化学物質の発生源単位の把握とその低減化技術に関する研究 【平成 26～30 年度】	一般家庭で使用される化学物質の環境への負荷量を把握することを目的とし、全国の主要都市における下水処理場への流入水と下水処理場からの放流水に含まれる日用品や医薬品に含まれる1300種類の化学物質の存在量を求めるために、分析手法や試料採取の条件を検討した。 (化学物質G)
(11) 持続可能な流域圏を目指す水循環シミュレーターの開発 【平成 29～31 年度】	常呂川流域における水循環の現状を明らかにするため、河川の水位・流量、河川水の取水量、降水量・気温等の既存データを収集・整理し、流域全体の水循環モデルを試作した。 [共同研究先：地質研究所、北見工業大学] (情報・水環境G)
(12) ロシア極東部に同所的に生息するツキノワグマとヒグマの種間関係と保全に関する研究 【平成 25～29 年度】	ツキノワグマとヒグマが同所的に生息するロシア沿海地方のシホテ・アリン保護区において、クマ類の種間関係に関する研究を行うとともに、同地で今後危機的な状況に陥ることも懸念されるツキノワグマとヒグマの保全のための基礎情報の収集を行った。 [共同研究先：東京農業大学、信州大学、東京農工大学、ミュージアムパーク茨城県自然博物館] (保護管理G)
(13) ニホンジカの低密度過程における生態系レジリエンス機能の評価手法の検討 【平成 28～31 年度】	生息数が増加したニホンジカの影響により劣化した生態系が、個体数の低密度化による回復過程においてどのような反応を示すか、生態系レジリエンス機能を評価するため、阿寒国立公園に設置した囲い柵内外の森林植生に関する調査を実施し、シカ採食圧が稚樹の生存や成長に及ぼす影響の解析を行った。 [共同研究先：東京農工大学、酪農学園大学] (保護管理G)
(14) ホタテウロ利用技術の実用化研究 【平成 27～29 年度】	ホタテウロを有効利用するため、養殖魚用摂餌促進物質として製品化することを目的に、製造プロセスの改良、品質管理手法や貯蔵性の検討及び飼育試験を行った。平成29年度、環境研は製造プロセスの改良に伴う試料調整、脱カドミウム処理工程の確認等を実施し、製造物中の重金属濃度の低減が十分になされていることを確認した。 (地球・大気環境G)
(15) 農業用廃プラスチックの地域内資源循環システムの社会実装に係る研究 【平成 27～31 年度】	農業用廃プラスチック循環システムの最適化とボイラシステムの高度化により、地域内資源循環システムの社会実装を目指す。平成29年度、環境研は排ガス及び焼却灰の安全性に関する評価を行ったほか、炭酸ガス排出量の推定と削減量の評価を進めた。 (地球・大気環境G)
(16) 北海道における下水汚泥由来水素の製造・利用実現可能性調査 【平成 29～31 年度】	モデル都市及び下水処理場（中規模）における将来の汚泥発生量、水素需要等の経時変化予測を踏まえた燃料電池コージェネレーションシステムを軸とする水素供給事業の実現可能性について示すことを目的に、国内の下水処理場における事例調査や燃料電池メーカーへの聞き取り調査などを行った。 (情報・水環境G、地球・大気環境G)

7 受託研究

研究課題名	課 題 内 容
(1) GEMS/Water 摩周湖ベースラインモニタリング 【平成 17～29 年度】	摩周湖（弟子屈町）における地球環境モニタリングプロジェクトの一環として水質及びプランクトン調査を行った。 [受託元：国立研究開発法人国立環境研究所] (情報・水環境G)

研究課題名	課 題 内 容
(2) 温室効果ガス関連物質の長期的環境濃度モニタリング調査 【平成2～】	落石岬地球環境モニタリングステーション（根室市）及び国設利尻酸性雨離島局（利尻町）において、大気中粒子状物質の採取並びに成分分析（水溶性成分、炭素成分、無機成分）を行い、汚染物質の長距離輸送による影響把握や汚染物質の長期的な濃度変動について検討した。その結果、人為起源由来のほか、森林火災などバイオマス燃焼由来と考えられる粒子状物質濃度の上昇も確認された。 [受託元：国立研究開発法人国立環境研究所] (化学物質G、地球・大気環境G)
(3) 河川水中農薬モニタリング調査 【昭和59～】	農耕地から流出した農薬の環境中における残留実態について、散布区域内及びその周辺における状況を把握するため、当別川流域の耕作地に散布された農薬の調査を行った。 [受託元：株式会社エスコ] (化学物質G、生態系保全G)

8 職員奨励研究

研究課題名	課 題 内 容
(1) ネットワーク型データモデルによる情報の構造化と分析～道内におけるバイオマスエネルギーに関する研究を題材として～ 【平成29年度】	北海道におけるバイオマスエネルギーに関する研究について、論文や著者などの関係性を俯瞰することを目的とし、ネットワーク型データモデルの構築と分析を行った。 (情報・水環境G)
(2) 捕獲ストレスに着目したエゾシカの肉質評価 【平成29年度】	「捕獲ストレス」がエゾシカの「肉質」へ及ぼす影響を明らかにするため、銃器と小型囲いワナ（重点研究で開発）で捕獲したエゾシカ7頭の肉質とストレス指標の比較を実施した。その結果、肉質の指標としたと殺後の筋肉のpHと温度の推移は、捕獲手法と捕獲前後の取り扱い状況により異なり、捕獲時のストレスはエゾシカの肉質に影響を及ぼしていた。また、精神的ストレスレベルは身体の拘束や苦痛の継続により累積的に上昇していた。 (保護管理G)
(3) 発生源から排出される水銀の採取分析に関する最適化の検討と普及 【平成29年度】	大気汚染防止法が改正され、平成30年4月1日から水銀の大気排出規制が開始されることから、排出ガス中水銀分析に係る技術的情報及び留意点について、実測定による整理と情報収集を行い「排出ガス中水銀測定の手引き」を作成して道内の環境測定機関への普及を図った。 (地球・大気環境G)
(4) 新たなエゾシカ捕獲手法及び評価手法の普及に向けて～小型囲いワナと自動撮影法 【平成29年度】	自動撮影法や小型囲いワナに関するワークショップ等を道内4か所で開催し、技術の普及や担当者のスキル向上に貢献した。研究成果をわかりやすく解説・PRしたパンフレット及びパネルを作成するとともに、調査と捕獲の手引きをホームページ上で公開し、研究成果の普及を推進した。参加者に対するアンケートでは、自動撮影法の実施や小型囲いワナの導入に対して好意的な回答が多く、本技術に対するニーズが高いことが示唆された。 (保護管理G)

9 道受託事業

研究課題名	課 題 内 容
(1) 水質分析（1,3-ジクロロプロペン） 【平成29～】	ジャガイモシロシストセンチュウ緊急防除として実施された土壌消毒作業において、使用した農薬（1,3-ジクロロプロペン）の河川モニタリング分析を7河川で実施し、環境への影響評価や要因分析を行った。 (化学物質G)

10 その他の研究等

研究課題名	課題内容
(1) 全国環境研協議会 酸性雨全国調査 【平成3～】	<p>日本全域における酸性沈着による汚染実態を把握するため、湿性沈着及び乾性沈着のモニタリングを行った結果、酸性度などについては、例年に比べ大きな変化は見られなかった。詳細については全国環境研会誌に報告される予定である。</p> <p>[共同研究先：全国環境研協議会参加機関] (地球・大気環境G)</p>
(2) 北方森林域における 大気沈着成分調査 【平成15～】	<p>北方森林域における大気沈着成分の動態を明らかにし、森林における物質循環を解明する事を目的として、幌加内町の北大雨龍研究林において湿性沈着及び乾性沈着調査を継続し、降水量および主要な無機イオン類について分析を行った。</p> <p>[共同研究先：北海道大学] (地球・大気環境G)</p>
(3) 統計学的手法を用いた 環境及び生体化学調査の 高度化に関する研究 【平成24～】	<p>ダイオキシン類やPCBといった残留性有機化合物の環境モニタリングデータから汚染起源を推定するための統計解析法に関する情報交換を行った。</p> <p>[共同研究先：(独)統計数理研究所] (化学物質G)</p>
(4) 森林生態系における 生物・環境モニタリング 手法の確立 【平成28～30年度】	<p>国立環境研究所と複数の自治体機関の協働により、日本各地で衰退が懸念される山地森林生態系の評価と保全対策に資するため、生物・環境モニタリングの標準調査マニュアルを作成することを目標とする。環境研では平成29年度は知床でのオゾン濃度測定方法について検討を進め、風の影響軽減が可能となった。</p> <p>[共同研究先：国立研究開発法人国立環境研究所] (地球・大気環境G)</p>
(5) PM _{2.5} の環境基準 超過をもたらす地域的/ 広域的汚染機構の 解明 【平成28～30年度】	<p>国立環境研究所と複数の自治体機関の協働により、全国各地域における広域的/地域的高濃度メカニズムの解析を進め、短期的/長期的PM_{2.5}環境基準達成への知見を得ることを目的とする。環境研は汚染要因解析、全国データ解析のサブテーマグループに所属し、PM_{2.5}高濃度時の全国同時サンプリングと分析・評価、常時監視測定局データを活用した越境汚染と地域汚染の切り分けについての検討を進め、発生源からの影響評価における有機成分の有効性に関する知見を得た。</p> <p>[共同研究先：国立研究開発法人国立環境研究所] (地球・大気環境G、化学物質G)</p>
(6) 高リスクが懸念される 微量化学物質の実態 解明に関する研究 【平成28～30年度】	<p>国内外で広く使用され生態系への影響が懸念されるネオニコチノイド系農薬及び近年使用量が急増しているリン酸エステル難燃剤は高リスクが懸念される微量化学物質であるがその環境実態に関する報告は限定的である。そこで本研究ではこれらの化学物質について国環研及び地環研が協力して分析法の検討を行なうとともにモニタリング調査を実施してその結果や得られた知見を共有し、環境実態の解明を目的とする。平成28年度は分析法及び前処理法に関する知見について情報交換を行い今後の調査の方向性を確認した。</p> <p>[共同研究先：国立研究開発法人国立環境研究所] (化学物質G)</p>

[3] 研修会の講師派遣等

1 研修会、講演会、大学等への講師派遣

研修及び講習会名	開催年月	対 象 者	主 催 者	開催場所	講師等名
2017年度信州クマ研公開シンポジウム	平成29年 4月22日	市民	信州ツキノワグマ研究会	松本市	釣賀一二三
北海道におけるヒグマ管理施策の経緯と課題	平成29年 4月23日	シカ捕獲認証ネットワーク会員	(一社) エゾシカ協会	札幌市	間野 勉
札幌市ヒグマ対策委員会	平成29年 4月27日	委員	札幌市	札幌市	間野 勉
日本の環境政策：地方自治体の役割	平成29年 5月12日	北海道大学大学院生	北海道大学大学院環境科学院	札幌市	小野 理
エゾシカ簡易調査勉強会	平成29年 5月29日 ～30日	国・道職員等	エゾシカ森林被害対策連絡会	北見市	稲富佳洋
エゾシカの調査解析及び個体群動態	平成29年 6月11日 8月23日	シカ捕獲認証(DCC1)受講者	(一社) エゾシカ協会	江別市	宇野裕之
北星学園大学短期大学部 総合アセンブリ	平成29年 6月16日	北星大学短期大学部学生	北星大学短期大学部	札幌市	田原るり子
エゾシカによる生物多様性に及ぼす影響	平成29年 6月17日 8月24日	シカ捕獲認証(DCC1)受講者	(一社) エゾシカ協会	江別市	宇野裕之
平成29年度公害防止管理者等国家試験受験講習会	平成29年 7月4日	国家試験受験講習会受講者	一般社団法人 産業環境管理協会 北海道分室	札幌市	秋山雅行
浜辺の自然観察会	平成29年 7月7日	苫前小学校	北海道留萌振興局、苫前町ハマボウフウ研究会	苫前町	西川洋子
セイヨウオオマルハナバチ駆除 in 石狩	平成29年 7月15日	道民	石狩市・北海道・北海道セイヨウオオマルハナバチ駆除対策推進協議会・HoBiCC	石狩市	西川洋子
表面技術協会・腐食防食学会共催 2017年北海道夏期セミナー	平成29年 8月24日	表面技術協会・腐食防食学会会員等	表面技術協会・腐食防食学会	千歳市	野口 泉
日本野鳥の会北海道ブロック協議会	平成29年 9月2日	日本野鳥の会会員	日本野鳥の会オホーツク支部	網走市	玉田克巳
北海道畜産草地学会第6回大会ワークショップ	平成29年 9月3日	学会員	北海道畜産草地学会	新得町	宇野裕之

研修及び講習会名	開催年月	対象者	主催者	開催場所	講師等名
国営滝野すずらん丘陵公園クマ出没対策会議	平成29年 9月15日	開発局、北海道、札幌市、教育委員会等担当者	北海道開発局札幌開発建設部	札幌市	間野 勉
ヒグマ学入門	平成29年 10月4日 10月11日	北海道大学学生	北海道大学	札幌市	間野 勉
木古内町鳥獣被害防止対策研修会	平成29年 10月26日	町民、猟友会	木古内町鳥獣被害防止対策協議会	木古内町	釣賀一二三
H29環境測定分析に関する研修会	平成29年 10月27日	北環協会員	北環協、日環協北海道支部	札幌市	大塚英幸
弟子屈町ヒグマ対策研修会	平成29年 10月27日	町職員、町民	弟子屈町	弟子屈町	間野 勉
日本クマネットワーク公開シンポジウム「市街地に侵入するクマ」	平成29年 10月28日	市民	日本クマネットワーク、札幌市	札幌市	間野 勉 釣賀一二三
札幌シマアオジシンポジウム	平成29年 11月26日	道民	環境省北海道地方環境事務所	札幌市	玉田克巳
冬期現場業務安全講習会	平成29年 11月29日	ドーコン社員、関連会社社員	株式会社ドーコン	札幌市	近藤麻実
日本環境アセスメント協会北海道支部第2回技術セミナー	平成29年 12月6日	アセスメント関連会社職員	日本環境アセスメント協会北海道支部	札幌市	西川洋子
シカ捕獲認証制度シンポジウム	平成29年 12月9日	市民、北海道・市町村職員	(一社) エゾシカ協会	札幌市	宇野裕之
根室市春国岱原生野鳥公園ネイチャーセンター主催講演会	平成29年 12月10日	市民	春国岱原生野鳥公園ネイチャーセンター	根室市	上野真由美
大気環境化学特論	平成29年 12月12日	酪農学園大学大学院生	酪農学園大学	江別市	野口 泉
H29環境省化学物質環境実態調査環境科学セミナー	平成30年 1月15日 ～16日	環境省化学物質環境実態調査受託機関等	環境省	東京都	田原るり子
釧路地区漁協監事協議会研修会	平成30年 1月25日	漁協職員	釧路地区漁協監事協議会	釧路市阿寒町	上野真由美
平成29年度公害防止管理者資格認定講習	平成30年 1月30日	公害防止管理者資格認定講習会受講者	一般社団法人 産業環境管理協会 北海道分室	札幌市	秋山雅行
NPO法人くしろ・わっと主催講演会「エゾシカの生態と対応について」	平成30年 2月3日	市民	特定非営利活動法人くしろわっと	釧路市	上野真由美

研修及び講習会名	開催年月	対 象 者	主 催 者	開催場所	講師等名
平成30年檜山管内林業グループ連絡協議会研修会	平成30年 2月5日	檜山管内林業グループ	檜山管内林業グループ連絡協議会	檜山 振興局	釣賀一二三
あさひかわサケの会2018年記念講演会	平成30年 2月19日	会員	あさひかわサケの会	旭川市	間野 勉
北海道土地改良事業団体連合会 北海道支部職員部会 平成29年度 研修会	平成30年 2月21日	会員	北海道土地改良事業団体連 合会 石狩支部	札幌市	島村崇志 玉田克巳
ヒグマ被害防止対策講演会	平成30年 2月22日	市民、林業関係 者	白糠町緑化推進委員会	白糠町	間野 勉
石狩振興局管内エゾシカ・ヒグマ 地域連絡対策会議	平成30年 3月7日	市町村職員	石狩振興局	札幌市	間野 勉 宇野裕之
PM2.5に関する関係自治体連絡 会議	平成30年 3月20日	関係振興局及び 市町村	環境生活部環境政策課	札幌市	大塚英幸 山口高志

2 講演会、普及啓発事業等の開催（出展）

（1）普及啓発イベントなどへの出展

開催年月日	イベント名	主 な 実 施 内 容	開催場所	主催者
平成29年7月29日	サイエンス・パーク2017	北海道の未来を創る科学技術振興を図るため、子供が科学技術を身近に体験し学ぶ機会を提供するイベントへに「やってみよう！エコラッピング」体験型コーナーに出展した。体験教室参加者は28名。	道庁赤レンガ 会場	北海道 道総研
平成29年10月22日	第11回環境科学展	環境問題に関するクイズ「カンキョウノ、ナゾヲトケ！（パズルと暗号で、環境を学ぼう！）」を実施。会場に様々な環境問題に関するパネルを設置し、環境問題に関するクロスワードパズルと謎解きにチャレンジしてもらった。参加した子供には、ピタゴラ暗号棒セット、野生動・植物のオリジナル絵はがきをプレゼント。参加者は155名。	札幌市青少年 科学館	札幌市 青少年 科学館

（2）技術相談、技術指導、技術審査等の実施

種 別	件 数	内 容
技術相談	162件	環境保全部 46件、自然環境部 116件
技術指導	113件	環境保全部 49件、自然環境部 64件
技術審査	100件	環境保全部 100件
設備使用	1件	ハイボリウムエアサンプラー
依頼試験	1件	ICP質量

(3) 研修会、講習会の開催

開催年月日	イベント名	主な実施内容	開催場所	主催者	参加人数
平成29年6月8日 ～9日	コーディネーター 養成研修	エゾシカの生態及び自動撮影法などのエゾ シカ調査手法について	苫小牧市	環境生活部エゾ シカ対策課（共 催）	22名
平成29年8月9日 ～10日	コーディネーター 養成研修	エゾシカの捕獲手法等について	美唄市	環境生活部エゾ シカ対策課（共 催）	15名
平成29年12月1日	第39回共同分析研 究会	排ガス中の水銀の測定方法について	札幌市	工業試験場 環境科学研究セ ンター （一財）北海道 環境科学技術セ ンター	50名
平成29年12月5日	奨励研究事業ワー クショップ	エゾシカの捕獲手法等について	遠軽町	エゾシカ森林被 害対策連絡会	100名
平成30年1月10日 ～11日	コーディネーター 養成研修	エゾシカの有効活用等について	占冠村	環境生活部エゾ シカ対策課（共 催）	28名
平成30年1月29日 ～30日	自然環境業務 担当者研修会	保護管理グループ及び生態系保全グルー プの調査研究の内容などについて	札幌市	石狩振興局（共 催）	22名
平成30年2月23日	第5回大気エアロ ゾルシンポジウム －陸・植物・空－	植物とエアロゾルとの関係を幅広く取り上 げ、身近に起こっている様々な現象につい て	江別市	環境科学研究セ ンター 酪農学園大学	20名

(4) 視察者・見学者の受入

来所年月日	来 所 者	来所目的・実施内容等
平成29年4月20日	道総研新規採用職員 35名	H29年度新規採用研修に係る試験場視察 大気環境測定所、解剖処置室、解析室（GIS） など見学
平成29年6月17日	北海道大学大学院工学研究院 11名	大気環境測定所、分析装置など見学
平成29年6月28日	韓国大気環境学会 30名	大気環境測定所、解剖処置室、解析室（GIS） など見学
平成29年8月9日	十勝農業共済組合 21名	北海道における気候変動影響に関する情報とり まとめにいて 大気環境測定所、野生生物研究室など見学
平成29年7月17日	石狩振興局 3名	北海道における野生動植物保護に関する研究活 動についての説明
平成29年7月19日	札幌科学技術専門学校 9名	大気環境測定所、分析装置、無響室、解析室 GIS、ヒグマの標本など見学
平成29年10月30日	北海道大学理学部 7名	大気環境測定所、解剖処置室、解析室（GIS） など見学
平成30年3月19日	壮瞥町交通安全推進委員会 14名	地球温暖化について 大気環境測定所、機器室、野生動物（ヒグマ、 エゾシカ）について

(5) 国際協力の実施 (一部再掲)

実施年月日	行 事 名	対 応 者	開催場所
平成29年6月28日	視察受入 韓国大気環境学会 (再掲)	環境保全部 地球・大気環境グループ、情報・水環境グループ、自然環境部 保護管理グループ	環境科学研究センター
平成29年10月10日	平成29年度JICA課題別研修 「地域住民による持続的な森林管理」コース	自然環境部 研究主幹 宇野裕之	札幌市

[4] 委員会、協議会等への参加

	協 力 事 項 【委員会・協議会等の所属先】	役 職	職 ・ 氏 名
北 海 道	循環資源利用促進税研究開発補助事業評価意見聴取会 【環境生活部循環型社会推進課】	評価委員	環境保全部長 高橋英明
	循環資源利用促進税施設整備補助事業評価意見聴取会 【環境生活部循環型社会推進課】	評価委員	環境保全部長 高橋英明
	北海道認定リサイクル製品認定懇談会 【環境生活部循環型社会推進課】	委 員	環境保全部長 高橋英明
	北方四島廃棄物減容対策検討チーム 【総務部北方領土対策課】	構 成 員 構 成 員	研究主幹 秋山雅行 主 査 阿賀裕英
	北海道希少野生動植物種保護対策検討有識者会議 鳥類専門部会 植物専門部会 【環境生活部生物多様性保全課】	構 成 員 構 成 員 構 成 員 構 成 員	主 査 玉田克巳 研究主幹 西川洋子 主 査 島村崇志 研究主任 稲富佳洋
	エゾシカわな捕獲技術等検討会 【環境生活部エゾシカ対策課】	構 成 員	研究主任 亀井利活
	北海道ヒグマ保護管理検討会 【環境生活部生物多様性保全課】	構 成 員 構 成 員 オブザーバー	自然環境部長 間野 勉 道南地区野生生物室長 釣賀一二三 研究主任 近藤麻実
	北海道環境影響評価審議会 【環境生活部環境政策課】	委 員 委 員	研究主幹 秋山雅行 主 査 玉田克巳
	エゾシカ対策有識者会議 〃 生息評価部会 【環境生活部エゾシカ対策課】	構 成 員 意見発表者 意見発表者 部 会 員 部 会 員 部 会 員	研究主幹 宇野裕之 研究主任 稲富佳洋 研究主任 上野真由美 研究主幹 宇野裕之 研究主任 稲富佳洋 研究主任 上野真由美

	協力事項 【委員会・協議会等の所属先】	役職	職・氏名
国 関 係	航空機騒音測定・評価手法検討会 【環境省】	委員	環境保全部長 高橋英明
	知床世界自然遺産地域科学委員会 〃 エゾシカ・ヒグマWG 〃 植生指標部会 【環境省】	委員 専門委員 委員 委員 委員	研究主幹 宇野裕之 自然環境部長 間野 勉 研究主幹 宇野裕之 研究主幹 宇野裕之 研究主任 稲富佳洋
	知床世界自然遺産地域科学委員会 適正利用エコツーリズムWG 【環境省】	専門委員	自然環境部長 間野 勉
	エゾシカの立木食害等が天然更新等に与える影響調査検討会 【林野庁】	委員	研究主任 稲富佳洋
	釧路湿原エゾシカ対策検討会議 【環境省】	委員 委員	研究主幹 宇野裕之 研究主任 稲富佳洋
	ウミガラス保護増殖等検討会 【環境省】	検討委員	道東地区野生生物室長 長 雄一
	市 町 村	江別市環境審議会 【江別市】	委員
小樽市環境審議会 【小樽市】		委員	環境保全部長 高橋英明
石狩市環境審議会 【石狩市】		委員	環境保全部長 高橋英明
石狩市風力発電ゾーニング手法検討委員会 【石狩市】		委員	環境保全部長 高橋英明
石狩市北石狩衛生センター運営モニタリング会議 【石狩市】		委員	研究主幹 秋山雅行
占冠村ごみ減量化対策推進委員会 【占冠村】		委員	主 査 阿賀裕英
美唄市宮島沼の水環境保全と再生に関する検討会 【美唄市】		委員	研究主任 木塚俊和
長沼町タンチョウとの共生検討会議 【長沼町】		アドバイザー	主 査 玉田克巳
アポイ環境科学委員会 【様似町】		委員	研究主幹 西川洋子
弟子屈町ヒグマ対策協議会 【弟子屈町】		委員	道東地区野生生物室長 長 雄一
しれとこ100平方メートル運動地森林再生専門委員会 【斜里町】		専門委員	研究主幹 宇野裕之
西興部村猟区管理運営委員会 【西興部村】		委員	研究主幹 宇野裕之
占冠村猟区管理運営委員会 【占冠村】		委員	研究主幹 宇野裕之
江差町文化財調査委員の会 【江差町】		委員	道南地区野生生物室長 釣賀一二三
エエ町、江差 宝箱会議 【江差町】	委員	道南地区野生生物室長 釣賀一二三	

	協力事項 【委員会・協議会等の所属先】	役職	職・氏名
学 会 関 係	大気環境学会	監事	企画課長 野口 泉
	大気環境学会北海道東北支部	幹事 監事	企画課長 野口 泉 研究主任 山口高志
	日本生態学会北海道地区会	役員	主 査 五十嵐聖貴
	日本生態学会札幌大会実行委員会	公開講演会担当	研究主任 木塚俊和
	日本化学会北海道支部	幹事	研究主幹 芥川智子
	日本分析化学会「分析化学」誌	編集委員	主 査 永洞真一郎
	日本分析化学会北海道支部	幹事	主 査 永洞真一郎
	日本陸水学会北海道支部	支部会長	主任主査 石川 靖
	日本哺乳類学会	理事 理事 代議員 代議員 代議員	自然環境部長 間野 勉 研究主幹 宇野裕之 自然環境部長 間野 勉 研究主幹 宇野裕之 道南地区野生生物室長 釣賀一二三
	〃 哺乳類保護管理専門委員会	委員	自然環境部長 間野 勉
	〃 クマ保護管理検討作業部会	部会員	自然環境部長 間野 勉
	〃 〃	部会員	道南地区野生生物室長 釣賀一二三
	〃 〃	部会員	研究主任 近藤麻実
	〃 シカ保護管理検討作業部会	部会員	研究主幹 宇野裕之
	〃 〃	部会員	研究主任 上野真由美
〃 〃	哺乳類科学編集委員	研究主幹 宇野裕之	
	応用生態工学会札幌「北海道猛禽類研究会」	幹事	主 査 玉田克巳
	日本獣医学会	評議委員	道南地区野生生物室長 釣賀一二三
	「野生生物と社会」学会誌編集委員会	編集幹事	研究主任 近藤麻実
そ の 他	森林生態系の炭素収支モニタリング 【国立研究開発法人国立環境研究所】	客員研究員	企画課長 野口 泉
	酸性雨広域大気汚染調査研究部会 【全国環境研協議会】	解析委員	研究主任 山口高志
	山地森林生態系の保全に係わる生物・環境モニタリング 【国立研究開発法人国立環境研究所】	客員研究員	研究主任 山口高志
	サロマ湖養殖許容量検討委員会 【サロマ湖養殖漁業協同組合】	委員	研究主幹 三上英敏
	排ガス中のダスト濃度自動計測器 J I S 原案作成委員会 【一般財団法人 日本規格協会】	委員	研究主幹 芥川智子
	猿払イトウ保全協議会 【猿払イトウ保全協議会】	専門委員	主 査 小野 理
	釧路湿原自然再生協議会 【釧路湿原自然再生協議会】	委員	研究主任 木塚俊和

	協 力 事 項 【委員会・協議会等の所属先】	役 職	職 ・ 氏 名
そ の 他	日本技術士会北海道本部エンジョイ・サイエンス研究委員会 【日本技術士会】	副幹事	主 査 永洞真一郎
	都市と地域の炭素管理プロジェクト 【国立研究開発法人国立環境研究所】	客員研究員	研究職員 福田陽一郎
	北海道セイヨウオオマルハナバチ対策推進協議会 【構成：北海道、石狩市、札幌市、黒松内町、北海道環境財団、アレフ、北海道生物多様性活動連携支援センター】	委 員 委 員 委 員	自然環境部長 間野 勉 研究主幹 西川洋子 主 査 島村崇志
	ヒグマワーキンググループ 【北方圏フォーラム】	北海道代表グループメンバー グループメンバー	自然環境部長 間野 勉 道南地区野生生物室長 釣賀一二三
	国際自然保護連合種の保存委員会クマ専門家グループ 【国際自然保護連合】	日本委員	自然環境部長 間野 勉
	ヒグマの会 【ヒグマの会】	副会長	自然環境部長 間野 勉
	日本クマネットワーク 【日本クマネットワーク】	国際委員 北海道地区代表地区委員 ニュースレター編集委員長	自然環境部長 間野 勉 道南地区野生生物室長 釣賀一二三 研究主任 近藤麻実
重要生態系監視地域モニタリング推進事業検討会（環境省委託） 【山階鳥類研究所】	検討委員	道東地区野生生物室長 長 雄一	

* 平成29年度中の参加（在職）について記載（職名は、平成30年3月末現在）

[5] 刊行物発行

名 称	発行年月	発行部数	特 集 内 容
環境科学研究センター所報 第7号（通巻第43号）	平成30年2月	550	
環境科学研究センターニュース えころぶ北海道 第48号	平成29年6月	1,000	産業廃棄物のリサイクル推進への取り組み
環境科学研究センターニュース えころぶ北海道 第49号	平成29年9月	1,000	森林における効果的なエゾシカ対策のために
環境科学研究センターニュース えころぶ北海道 第50号	平成29年12月	1,000	エゾシカはどこにいる?-エゾシカ現況マップ-
環境科学研究センターニュース えころぶ北海道 第51号	平成30年3月	1,000	環境中の化学物質はどこからきてどこにいくのか? -化学物質の環境調査とシミュレーション-

[6] 研修生及び研究生等の受入れ

1 研究生受入れ

研 究 期 間	課 題 名	研究生所属大学	担当研究職員
平成29年9月15日 ～平成30年3月31日	ニホンジカにおける形態と遺伝子の地理異変	北海道大学大学院環境科学院	自然環境部研究主幹
平成29年9月25日 ～平成30年3月31日	天塩研究林における春季、夏季、秋季におけるヒグマの採食生態に関する研究 ヒグマの採食生態に関する研究	北海道大学理学部生物科学科	自然環境部研究主幹
平成28年8月25日 ～平成29年3月31日	ヒグマの採食生態に関する研究 -セミの幼虫の利用に注目して-	北海道大学大学院環境科学院	自然環境部研究主幹

2 実習生受入れ

実 習 期 間	実 習 内 容	所 属	担当研究職員
平成30年2月1日 ～平成30年3月31日	野生生物のモニタリング、環境教育実習	北海道札幌工業高等学校（3名）	環境保全部研究主幹、自然環境部研究主幹、研究職員ほか

廃漁網の燃料化の検討

丹羽 忍

要 約

釧路地域における廃漁網の賦存量及び利用可能量を推定した。トドマツ、及び廃漁網とトドマツをそれぞれ5：95で混合したペレットを成型し、機械的耐久性を比較したほか、小型ボイラを用いて燃焼試験を実施した。その結果、廃漁網入りペレットの機械的耐久性が十分でなく技術的課題として残った。燃焼試験では排ガス中の窒素酸化物及び塩化水素の濃度は排出基準値内であり、燃料としての可能性が確認された。また、廃漁網の燃料化に伴うコストを試算し、社会実装のために必要な課題を整理した。

Keywords: 廃漁網, ペレット

1 はじめに

機械乾燥への依存度が高いコンブ漁家にとっては、コンブ乾燥の経費に占める燃料の割合が高く、燃料価格の影響を受けやすい状況となっているため、低コストかつ高効率なコンブ乾燥システムの開発が望まれている。

また、沿岸地域で優位とされている再生可能エネルギー・廃棄物を活用した、エネルギー自給率を高めた分散型エネルギーシステムの構築が期待されている。

このようなニーズを踏まえ、道総研では戦略研究「地域・産業特性に応じたエネルギーの分散型利用モデルの構築」の中で水産ワーキングを立ち上げ、平成26～29年度まで研究を進めてきた。検討対象とした再生可能エネルギー・廃棄物は風力、太陽光・太陽熱及び木質バイオマス並びに沿岸地域で排出される廃漁網である。

本報告は、このうち環境科学研究センターで実施した廃漁網の燃料化についての検討の報告である。

2 調査内容

調査内容は①廃漁網の賦存量及び利用可能量、②ペレット成型試験、③燃焼試験、④廃漁網燃料化のコスト試算とした。以下にその手法について説明する。

2.1 廃漁網の賦存量及び利用可能量

釧路市の廃漁網協議会に聞き取り調査を実施し、釧路地域の水産系廃棄物の排出量を推定した。廃漁網協議会は、釧路地域内の漁業協同組合及び魚市場からの負担金で運営されており、廃船や廃漁網の処理に関する事務を行っている組織である。また、廃漁網の利用可能量については、水産系廃棄物が一時保管されている現場の廃漁網数に一網あたりの平均的重量を乗じて推計した。

2.2 ペレット成型試験

廃漁網を燃料利用する際には、それ自体ではカロリーが高すぎて燃焼炉を損傷させるなどの不具合が生じる懸念があるためハンドリングが難しい。そのため、ハンドリング改善のための副資材として木質等のバイオマスを使うことが必要である。本研究では北海道で最も多く造林されており、入手可能なバイオマスとしてトドマツを副資材とした。廃漁網は昆布森漁業協同組合から提供を受けたナイロン製の刺し網、トドマツは林産試験場から提供を受けた粉砕物を使用した。

廃漁網は工業試験場所有の粉砕器にて3～4 mm程度に破砕し、トドマツの粉砕物との重量比を「農業用廃プラスチックの再利用に関する研究」¹⁾における長いも育成ネットとバイオマスの混合事例から廃漁網：トドマツ粉砕物=5：95の割合にした後、水分を10%に調整した上で混合した（図1）。



図1 トドマツ粉砕物と廃漁網の混合



図2 ペレット製造装置



図3 機械的耐久性の測定方法

条件：500回転（50rpm）
ふるい：円孔径3.15mmの板篩
機械的耐久性DUを次式により求める。
 $DU = \{m1/m0\} \times 100 (\%)$
ここで、DU：機械的耐久性 (%)
m0：処理前の試料質量 (g)
m1：回転処理後に篩に残った試料質量 (g)
規格：97.5%以上

この混合物を林産試験場所有のペレット製造装置（株）アースエンジニアリング製）を用いてペレット化した（図2）。

得られたペレットについて（以下、「廃漁網入りペレット」という。）、一般社団法人日本ペレット協会：木質ペレット品質規格（平成23年3月31日制定）²⁾の方法に従い、かさ密度及び機械的耐久性（図3）を測定した。

2.3 燃焼試験

2.2で成型した廃漁網入りペレットを用いて燃焼試験を実施した。ボイラは、武田鉄工所（帯広市西3条南37丁目1番11号）製の小型ボイラ（形式TKD-SBU02，熱出力1～6万kcal/h）を使用した。

測定項目は排ガス中の窒素酸化物及び塩化水素とし、それぞれJIS K 0104.6及びJIS K 0107.7.1に基づき測定した。

排ガスの安全性の確認については、実験に使用したボイラが大気汚染防止法の適用外であったことから、最も施設の種類の近いボイラの排出基準値と比較した。すなわち、窒素酸化物については「固体燃焼小型ボイラ（昭和62年4月1日以降に設置）」、塩化水素については「廃棄物焼却炉」の排出基準値と比較し、測定値がそれを下回る場合には本文において「排出基準値内」と表現した。



図4 燃焼試験

2.4 廃漁網燃料化のコスト試算

廃漁網の燃料化にあたっては図5に示す工程を仮定した。現状は、図5中の破線のように廃漁網発生場所から最終処分場に処理されている（以下、「現状工程」という）。

今回、廃漁網の燃料化のために、粉碎した廃漁網を

既存の木質ペレット成型施設に運搬する工程を追加した工程を考える。すなわち、既存の木質ペレット製造工程『「成型施設」→運搬③→利用施設』に『「廃漁網発生場所」→運搬①→「粉碎施設」→運搬②』の工程を加える。追加した工程は以下、「検討工程」という。

本報告では、「現状工程」と廃漁網燃料化のために必要な「検討工程」とのコスト比較を行い、廃漁網燃料化ペレットのコスト面からの利用可能性について検討を行った。

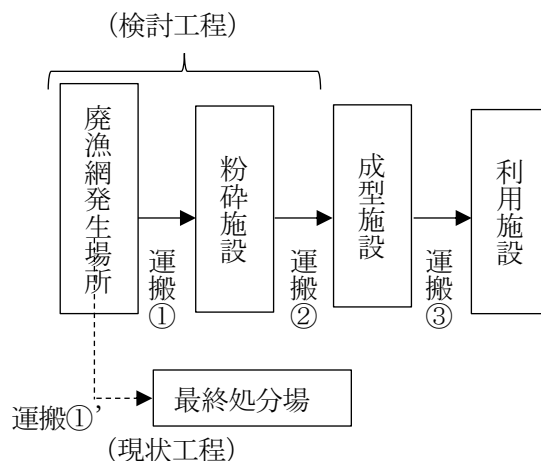


図5 廃漁網入りペレット利用までの工程

3 結果と考察

3.1 廃漁網の賦存量及び利用可能量

釧路市廃漁網協議会における聞き取り調査の結果、水産系廃棄物が30～40トン排出されるたびごとに水産系廃棄物は産業廃棄物処理業者へ処理委託される。これが年間6～7回あるとのことから、水産系廃棄物の排出量を180～280トンと推定した。また、水産系廃棄物の一時保管現場を目視にて確認し、約15網の利用可能な廃漁網を確認した。

漁網の種類によるが一網約20kgとして、 $15 \times (6 \sim 7) \times 20 \text{ kg} = \text{約} 2 \text{ t/年}$ が利用可能な廃漁網と推定した。

廃漁網を燃料化させるために必要な木質バイオマスの量は、今回設定した廃漁網とトドマツの混合比率から40tとなる。根釧地域における林地残材集荷可能量が2万t以上³⁾あり、また木質ペレット供給可能量がペレット工場に設置されたペレット製造機の生産容量で1日8時間、年間270日稼動した場合の計算で583t⁴⁾であることから、2tの廃漁網を5:95の廃漁網入りペレットを製造するのに十分な木質バイオマスの供給能力があることがわかった。

3.2 ペレット成型試験

表1に廃漁網入りペレットのかさ密度と機械的耐久性試験結果を示す。

かさ密度について、トドマツペレットと廃漁網入りペレットは同等の数値を示したが、機械的耐久性についてはトドマツペレットが98.8%に対して、廃漁網入りペレットは92.8%と6%ほどの差が確認された。

木質ペレットの機械的耐久性の基準は97.5%以上²⁾とされており、廃漁網入りペレットはこの基準を下回っている。図6に廃漁網入りペレットの断面の写真を示す。

表1 廃漁網入りペレット性能試験結果

	かさ密度 [kg/L]	機械的 耐久性 [%]
トドマツ ペレット	0.58	98.8
廃漁網入り ペレット	0.58	92.8

廃漁網が糸状の塊となって偏在している。これが廃漁網入りペレットの「ほぐれやすさ」につながり、機械的耐久性の低下の原因と考えられた。この対処としては、廃漁網の更なる微粉碎などが必要となるが、コスト高の要因となる可能性があり、今後の検討課題である。



図6 廃漁網入りペレットの断面

3.3 燃焼試験結果

今回、実験に使用した廃漁網は刺し網漁に利用されているナイロン製のものである。以下にナイロン6及びナイロン6,6の構造式を示す。

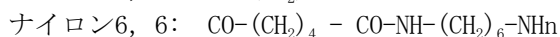
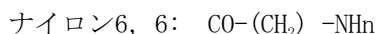


表3 廃漁網入りペレット燃焼試験結果

計量の対象	単位	トドマツペレット	廃漁網入りペレット	排出基準値
NOx 酸素6%換算値	ppm	100	260	350 ^{※1}
HCl 酸素12%換算値	mg/m ³	3.6	6.2	700 ^{※2}

※1 実験に使用したボイラは大気汚染防止法の適用外であるが、最も近い固体燃焼小型ボイラの基準値と比較

※2 ※1と同様。廃棄物焼却炉の基準と比較

構造式からも明らかのようにナイロンは窒素(N)を10数%程度含有しており、燃焼させる際にはNOxの濃度に注意を払う必要がある。

また、廃漁網は一般的には海水中で使用された後に廃棄されるため、塩分(NaCl)の付着が懸念される。

とりわけ塩素(Cl)は塩化水素やダイオキシンの構成元素であり、環境汚染や燃焼炉の腐食の原因となる。

そこで、窒素(N)と塩素(Cl)を目的元素として、工業試験場所有の蛍光X線分析装置((株)リガク製、型式:ZSX Primus II)を用いて元素分析を行った。

表2に廃漁網の窒素及び塩素含有率の分析結果、及び廃漁網入りペレットにおける窒素及び塩素含有率の理論値を示す。

一般的な廃棄物由来固形燃料(RDF)の窒素及び塩素の含有率はそれぞれ、1.0~1.2%及び0.6~0.8%⁵⁾とされているほか、日本のとある製紙工場でRPFを受け入れる際に求められる塩素濃度は0.3%以下である⁶⁾とされている。これらの値を廃漁網入りペレットは下回っており、燃料性状として問題ないと判断し、燃焼試験を実施した。結果を表3に示す。窒素酸化物及び塩化水素はいずれも排出基準値内であった。

表2 蛍光X線分析結果(抜粋)

	廃漁網 [%] ①	廃漁網入り ペレット*[%] (①×0.05) 理論値
窒素	16.0	0.8
塩素	0.0285	0.0014

※廃漁網以外のトドマツがすべて炭素(C)、水素(H)、酸素(O)の元素で成り立っており、それ以外の元素は含まれていないと仮定

以上より、製造した廃漁網入りペレットの燃料としての可能性が確認された。

3.4 廃漁網燃料化のコスト試算

運搬費や粉碎費については、道内の廃棄物処理業者からの聞き取り等に基づいた。廃漁網1t当たりの処理コストの結果を表4に示す。

「廃棄物処理発生場所」から「粉碎施設」「最終処分場」への運搬費①及び①'については、荷姿が同じであることから1回あたりの運搬費を同額の2万円(8tトラック)、これを3回運搬(約1tに相当)するとして6万円とした。

粉碎費については、聞き取りから100円/kgとして10万円とした。「粉碎施設」から「成型施設」への運搬費②については、8tトラックでの運搬費を2万円として1回で1tを運搬するとした。以上、まとめると廃漁網の燃料化に伴う新たな費用は18万円程度となる(ケーススタディ1)。また、運搬費①抑制のために「廃漁網発生場所」の近くに粉碎器を設置することができれば、12万円程度となる(ケーススタディ2)。

廃プラスチック類の1t当たりの処分費用が13万円程度であることから、工程の工夫次第では廃漁網の燃料利用の実現可能性があることが明らかとなった。

表4 廃漁網の燃料化に伴う追加費用

ケーススタディ	1t 当たりの の価格 (万円)		
	【1】	【2】	
検討 工程	運搬費①	6	0
	粉碎費	10	10
	運搬費②	2	2
	計	18	12
現状 工程	運搬費①'	6	
	最終処分費	7	
	計	13	

4 おわりに

漁網はほとんどが単一素材から出来ており、他の繊維製品(衣料、布団、カーペットなど)と比べてリサイクルしやすい製品であって、コスト的にも採算の取れるマテリアルリサイクルやケミカルリサイクル技術が確立されている繊維製品である⁷⁾。しかしながら、現状を見ると廃漁網のほとんどがリサイクルされておらず、その原因は廃漁網が全国に散らばっているため、リサイクルが円滑に推進されるだけの量を安定的に集めるのが困難なためであるとされている⁷⁾。

そのため本報告では、方法が簡単であり、地域での利用がしやすいサーマルリサイクルを見据えた廃漁網の燃料化を検討した。結果、安全性は確認できたものの社会実装のためにはコスト削減のための工程の工夫が必要とされた。この種の話は再生可能エネルギーの利用検討する際の必須の課題となっており、様々な方法を組み合わせて社会実装可能なまでにコ

ストを削減しなければならない。

例えば、粉碎後の廃漁網をペレットに成型せず、純粹の木質ペレットやチップにまぶして利用する方法もあるが、安全性についての検証が十分でなく今後検討が必要である。さらには、粉碎の程度を粗くしてコストを抑える方法なども考えられる。以上のような対策を技術的・経済的に検証しながら、社会実装可能性を高めていくことが、廃漁網の利用推進のために必要であると考える。

謝辞

本研究は、道総研の戦略研究「地域・産業特性に応じたエネルギーの分散型利用モデルの構築」内の水産ワーキング内の活動の一環として実施しました。昆布森漁業協同組合には廃漁網のご提供、釧路市廃漁網協議会には廃漁網の賦存量調査でご協力いただきました。

さらに武田鉄工所には燃焼試験、林産試験場にはトドマツ粉碎物のご提供及びペレット成型、工業試験場には廃漁網の粉碎や成分分析にご協力いただきました。記して謝意を表します。

引用文献

- 1) 上出光志, 白井康裕, 山田 敦, 丹羽 忍 (2015) 「農業用廃プラスチックの再利用に関する研究」. 19, 北海道立総合研究機構, 北海道.
- 2) 一般社団法人日本木質ペレット協会, 木質ペレット品質規格. [https://w-pellet.org/download/1313/\(2019.2.1 アクセス\)](https://w-pellet.org/download/1313/(2019.2.1%20アクセス))
- 3) 酒井明香 (2013) 北海道の林地残材集荷可能量を試算する<速報>【修正版】, 光珠内季報, 167, 9-16.
- 4) 株式会社 森のエネルギー研究所, 木質ペレット燃料の地産地消型広域連携大量流通ネットワークの構築. <http://www.mori-energy.jp/ryu-tu/seika22/07%20neruko.pdf> (2019.2.1 アクセス)
- 5) 亀山正利 (1999) RDF (ごみ固形燃料) 化製造プラント, 住友金属, 50, 4, 46-49.
- 6) 国立環境研究所, 国内外の製紙工場で利用される廃棄物由来燃料とその品質. <http://www-cycle.nies.go.jp/magazine/genba/201703.htm> (2019.2.1 アクセス)
- 7) 日本財団図書館, 海洋ごみに関するモニタリング調査の実施. <https://nippon.zaidan.info/seikabutsu/2006/00385/contents/0037.htm> (2019.2.1 アクセス)

Study on the conversion of fishing net waste to fuel

Shinobu Niwa

Abstract

The amounts of fishing net waste and fishing net waste that can be converted to fuel in the Kushiro region were estimated. Todomatsu (Sakhalin fir) pellets and pellets of fishing net waste mixed with Todomatsu at a 5:95 ratio were molded to compare the physical durability as solid fuels. Burning tests were conducted using a small boiler. The results indicate that the durability of pellets containing fishing net waste was insufficient and continue to present a technical issue. The concentrations of nitrogen oxides and hydrogen chloride in flue gas were less than the emissions standards, and the possibility of the mixed Todomatsu and fishing net waste pellets as fuel was confirmed. Additionally, the costs associated with the conversion of fishing net waste were estimated and the necessary tasks for social implementation were summarized.

サロマ湖における流域と湖底からの栄養塩供給について

三上 英敏 五十嵐 聖貴 阪口 耕一*

要 約

サロマ湖において、今後の環境保全と適切な養殖漁業管理に活用することを目的として、栄養塩動態の解明を進めるため、湖内及び流域の水質調査を実施し、以下のことがわかった。最大流入河川佐呂間別川の全窒素／全リン比は、夏季に低くなる傾向が見られた。湖内底層では夏季に貧酸素水塊が形成され、底泥からの溶出に起因するアンモニア態窒素とリン酸態リンの蓄積が見られた。それらの底泥溶出量を見積もった結果、特にリンは河川供給量に匹敵する値であった。また、湖内表層の栄養塩濃度について、各地点夏季から秋季にかけて全リン濃度が上昇していた。その理由は、河川供給量の季節的な特性と、夏季のリンの底泥溶出と初秋の湖水循環に伴う表層への供給による影響の双方が考えられた。

Keywords: サロマ湖, 窒素, リン, 河川供給, 底泥溶出

1 はじめに

サロマ湖及びその流域は、北海道オホーツク海沿岸に位置し、北見市（旧常呂町）、佐呂間町、湧別町にまたがる、湖面積150.0km²、最大水深19.5m、平均水深8.7m、湖容積13億m³の日本最大の汽水湖である¹⁾。また、湖とその周辺地域は網走国定公園に指定されており、豊かな自然が残されている。

現在サロマ湖は、2つの湖口でオホーツク海と直接つながっており、海水の流入出がある。1857年に描かれた松浦武四郎の図によると、かつてサロマ湖は完全に独立した湖として描かれており、当時は湖の最東端が湖口となっていたとされている。1929年に湧別側の現第一湖口を掘削し、そこが永久水路となった。そして、その後、1978年に常呂側に第二湖口が人工的に作られた²⁾。

サロマ湖はホタテガイ養殖発祥の地であり、現在のホタテガイ養殖の基礎を確立した地域である。そのこともあり、水産業が盛んで、現在では中央部を中心として湖面の50%以上がホタテガイとカキ養殖に利用されており、沿岸域ではカレイ刺し網、ウニ桁網などが行われている³⁾。

一般に、淡水と海水が混合する汽水湖は、淡水湖と異なり潮汐の影響による流動があること、しかも塩分成層による貧酸素水塊が発生しやすいこと、また生物の面からは、塩分に対応した生態系を形成するとともに

に生産性が高いなどの特徴を有している⁴⁾。

サロマ湖の場合、海水の影響を大きく受けることもあって、塩分成層というよりは水温による成層の影響が顕著に表れ、貧酸素水塊の形成と硫化水素を含む溶存硫化物の発生があることが過去の知見で明らかになっている⁵⁾。

湖沼の富栄養化が進行しつつある中で、夏季の上下層の成層が形成されると、下層に沈降していく植物プランクトン由来の懸濁有機物の量が大きくなり、陸域から供給沈降していく懸濁有機物とともに、下層や底泥で分解が進行するため、酸素消費が進む。そして、それと同時に有機物が分解することによってアンモニアやリン酸といった栄養塩が水中に回帰する。

さらに、汽水湖では、海水に由来する硫酸イオン(SO₄²⁻)の存在によって、無酸素まで至っても、SO₄²⁻を利用した微生物呼吸(硫酸還元)によって、栄養塩の他、硫化水素を含む硫化物が水中へ回帰し⁶⁾、水環境や漁場環境へより悪い影響を与える。

以上のことから、サロマ湖の漁業環境を適切に持続的に保全していくためには、サロマ湖の有機物や栄養塩の動態を解明していくことが、極めて重要である。本研究では、2015年から流入河川の栄養塩についての調査も実施してきていること、湖内の貧酸素水塊と栄養塩の水中回帰に着目した調査を実施してきたことから、若干の知見を得られたので、本報告に簡潔にまとめることとした。

*サロマ湖養殖漁業協同組合

2 調査方法

2.1 流域の土地利用解析

サロマ湖流域からの栄養塩供給特性を考察するにあたり、流域の土地利用解析を行った。サロマ湖の流域面積や土地利用の情報収集や解析に、国土地理院の国土数値情報を使用した^{7),8)}。また、営農情報などについては、農環研の1995年の農業統計データを使用し、流域の営農状況を把握した^{9),10),11)}。

2.2 水質調査

サロマ湖とその流入河川の調査地点に関して、それらの位置を図1に示した。湖内の調査地点に関して、ST-5が最大水深を有するところである。

湖内の調査は、2015年から2017年の間、各年4～5回実施した。その調査日は、2015年6/3, 7/8, 7/22, 8/11, 10/16, 2016年5/9, 7/13/, 8/10, 10/13, 2017年5/12, 7/18, 8/22, 10/11であった。そのうち、ST-3の調査は、2015年10/16から実施し、2015年7/22はST-5のみ調査を実施した。

各地点の採水はバンドーン採水器を使用して、調査船上から実施した。採水層は、最大水深を有するST-5では表層の他、鉛直的に5m, 10m, 12m, 14m, 16m, 底泥から1m及び底泥界面で行った。各地点採水後、船上で直ちに試料の一部を420℃で熱処理をしたワットマンGF/Fでろ過を行い、原水試料の他、濾液試料も得た。底泥界面の水試料は、バンドーン採水器で底泥ぎりぎりの層の水を泥混じりで採水し、採水後直ちに420℃で熱処理をしたワットマンGF/Fでろ過をして、透明な濾液試料のみを分析や解析の対象とした。採水試料について採水と同時にpHの測定を専用メータ(TDA IM22P)にて行った。また、各地点、採水と同時に、多項目水質モニター(YSI-6920V2)を使用して、水温、溶存酸素(DO)、塩分の測定を鉛直的に行った。

河川の調査地点は、サロマ湖への栄養塩供給影響を考慮するために、最大流入河川である佐呂間別川と次に大きな芭露川のそれぞれの下流部に調査地点を設定した。それぞれ最下流の橋梁では、潮汐の影響によって流量観測が難しいことから、潮汐の影響によって流況が変わらない最下流の橋梁ということから、佐呂間別川は時雨橋、芭露川は8号橋を調査地点とした。

河川の調査は、2014年12月から2017年10月の間、計27回実施した。その調査日は、2014年12/20, 2015年3/19, 4/15, 5/12-13, 6/2-3, 6/10, 7/7-8, 7/21-22, 8/11, 9/29-30, 10/15-16, 11/6, 12/17, 2016年1/12, 4/20, 5/8-10, 5/23, 7/7, 7/12, 8/9-10, 9/25, 10/11-12, 2017年5/11-12, 7/18-19, 7/25, 8/21, 10/10である。2016年1/22, 9/25, 2017年7/25

は時雨橋のみ実施した。

河川水の採水は、橋上からロープ付きステンレス製の採水缶を用いて実施した。採水と同時に原水試料の他、直ちに420℃で熱処理をしたワットマンGF/Fを用いて濾過を行い、濾液試料も得た。また、溶存酸素計YSI-85にて水温とDOの測定を行い、pHメータ(TDA IM22P)を使用して、pHの測定を行った。

湖水試料と河川試料は、氷詰め用のクーラーボックスに入れて、環境科学研究センターまで輸送した。クロロフィルa(Chla)と浮遊懸濁態物質(SS)分析用のフィルター試料は、センター到着後、原水試料を用いて、それぞれ、ワットマンGF/FとGF/Bを用いて速やかに濾過処理を行いフィルター試料とした。センター到着後、溶存態シリカ(D-Si)の試料は冷蔵環境にて、それ以外の試料は冷凍環境にて分析を行うまで保管した。

水質分析については、以下の通りである。

硝酸態窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)、亜硝酸態窒素($\text{NO}_2\text{-N}$)、アンモニア態窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)、溶存態窒素(DN)、リン酸態リン($\text{PO}_4\text{-P}$)、溶存態全リン(DP)は、凍結保存された濾液試料を用いて、D-Siは、冷蔵保存された濾液試料を用いて、ビーエルテック社製QuAAtro2-HRを用いて分析を行った。また、全窒素(TN)と全リン(TP)は、同様に原水試料を用いて分析を行った。 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の合計量を溶存無機態窒素(DIN)とした。DNとDINの差を溶存有機態窒素(DON)とし、DPと $\text{PO}_4\text{-P}$ の差を溶存有機態リン(DOP)とした。また、TNとDNの差を懸濁態窒素(PN)とし、TPとDPの差を懸濁態リン(PP)とした。

SSの定量は、フィルター試料を用いて、JIS K0102 14.1によって行った。Chlaの定量は、フィルター試料を用いて、メタノールで一晩抽出を行った後、蛍光光度計を使用して行った。

3 結果

3.1 流域の土地利用解析の結果

表1に、流入河川各調査地点とサロマ湖全流域におけるそれらの流域面積と土地利用面積について示した。サロマ湖の全流域面積は、湖面積を除いて、752.9 km^2 と集計された。佐呂間別川時雨橋と芭露川8号橋の流域面積は、それぞれ329.0 km^2 と104.8 km^2 であり、その合計面積の433.8 km^2 は、サロマ湖全流域面積の58%であり、これらの調査地点で、サロマ湖全流域の6割程度を説明することになる。

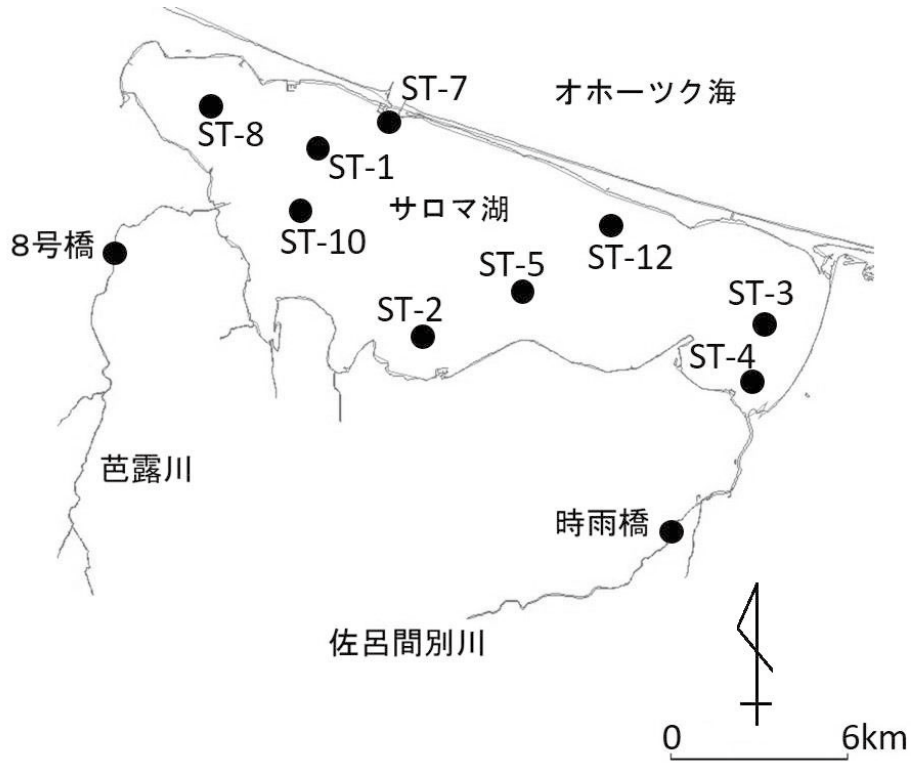


図1 調査地点位置図

表1 流入河川各調査地点とサロマ湖全流域におけるそれらの流域面積と土地利用面積

	流域面積 km ²	農用地 km ²	森林 km ²	荒地 km ²	他 km ²	農用地率 %	森林率 %	荒地率 %
佐呂間別川時雨橋流域	329.0	69.5	239.1	9.2	11.2	21.1	72.7	2.8
芭露川 8号橋流域	104.8	15.4	86.8	1.8	0.8	14.7	82.8	1.7
サロマ湖全流域 (サロマ湖内を除く)	752.9	180.2	513.6	21.1	38.0	23.9	68.2	2.8

表2 サロマ湖全流域における営農状況

牛 頭	豚 頭	馬 頭	鶏 羽	水田 km ²	畑 小麦 km ²	畑 甜菜 km ²	畑 馬鈴薯 km ²	畑 飼料作物 km ²	その他の 農耕地 km ²
33719	7542	0	700	0.00	25.4	16.02	6.52	70.13	9.22

サロマ湖全流域において、森林の割合が68.2%を占め、最も大きな割合を占めていた。農用地の割合は23.9%であり、時雨橋や8号橋のその割合はそれよりやや小さかった。

表2に、サロマ湖全流域における営農状況について示した。流域全体で飼育されている家畜について、最も飼育頭数の多いのは牛で、33719頭と集計された。また、畑地では飼料作物と小麦の耕作地の面積が大きかった。流域では小麦を中心とした生産と、飼料作物の耕作と家畜飼育が農業形態の中心であると思われた。

3.2 湖内の調査結果

表3に、各地点の全水深について観測の最小値、最大値、平均値を示した。潮汐の関係もあり、調査日や調査時刻によってその観測値は若干の変動がある。最も深い地点は、ST-5であり、平均で18.1mであった。ST-5の他、10m以上の水深を有する地点は、ST-2、3、10である。

表3 湖内各地点の観測された全水深

地点名	回数	最小 m	最大 m	平均 m
ST-1	12	6.2	10.3	7.1
ST-2	12	12.8	14.0	13.5
ST-3	9	10.8	12.0	11.4
ST-4	12	5.6	7.3	6.4
ST-5	13	17.4	18.5	18.1
ST-7	12	3.2	5.5	4.3
ST-8	12	4.0	5.1	4.6
ST-10	12	10.1	10.5	10.4
ST-12	12	6.3	8.8	7.3

表4に、各地点の透明度について観測の最小値、最大値、平均値を示した。全水深以上の透明度があると観測された地点については、平均値は算出していない。これらを見ると、ST-4の透明度が最も低かった。続いて、ST-3の透明度も低かった。これらの地点は、佐呂間別川の供給影響を最も受けやすい場所である。

図表には示さないが、湖内のpHは、7.6～8.3の範囲で観測され、特に問題はなかった。

図2と図3に、2015年と2016年の湖内各地点における塩分の鉛直分布について示した。ほとんどの地点で30psuから35psuの値を示し、海水と類似した環境であった。降雨による影響があったと思われるときに、表層で塩分が低下する現象が見られた。特に、佐呂間別川の影響を受けやすいST-3、ST-4及びST-12が表層の塩分が低下する時が見られた。2015年10/16、2016年5/9、8/10にはその影響が顕著に見られた。

表4 湖内各地点の観測された透明度

地点名	回数	最小 m	最大 m	平均 m
ST-1	12	2.1	>6.5	
ST-2	12	2.2	8.5	5.3
ST-3	9	1.5	4.7	3.2
ST-4	12	0.9	4.2	2.7
ST-5	13	2.8	9.0	5.4
ST-7	12	3.5	>5.5	
ST-8	12	1.9	5.0	4.0
ST-10	12	2.7	7.1	4.8
ST-12	12	2.3	>6.8	

図4と図5に、2015年と2016年の湖内各地点における水温の鉛直分布について示した。2015年について、6/3では上層のほうが下層よりやや水温が高い傾向が見られた。7/8ではあまり6/3と大きな違いは見られなかったが、7/22になるとST-5しかデータは無いが、上層の水温が大きく上昇し、顕著な水温成層が見られた。8/11では、ST-7を除いて上下層の水温差が各地点で見られた。10/16になると上下層ともに同様な水温やあるいは上層の方が低い水温の地点も見られ、全層混合が終了したと考えられた。

2016年については、5月に調査を実施しているが、佐呂間別川に近いST-3や4を除いて、各地点上層の方が下層よりやや水温が高い傾向が見られた。7/13になると、上層の方が明らかに下層より水温が高い傾向が見られ、水深の深いST-5等では顕著な水温成層が見られた。8/10ではその傾向が一層強くなったが、佐呂間別川に近いST-3、4や12及び湖口であるST-7では上層と下層の水温差が小さかった。2015年同様に10/13では、各地点上下層同様な水温や上層の方が下層より低い地点もあるなど、全層混合の時期を経過したと考えられた。

図6と図7に、2015年と2016年の湖内各地点におけるDOの鉛直分布について示した。夏季には、水深の深い地点において、下層のDO濃度が減少する傾向が見られた。特に最深部のST-5では、底層部のDO濃度は、2015年7/22や8/11では貧酸素と言われる2mgO/L以下の低濃度であった。2016年においても8/10で2mgO/L以下の値を、7/13でもそれに近い値まで濃度が低下していた。

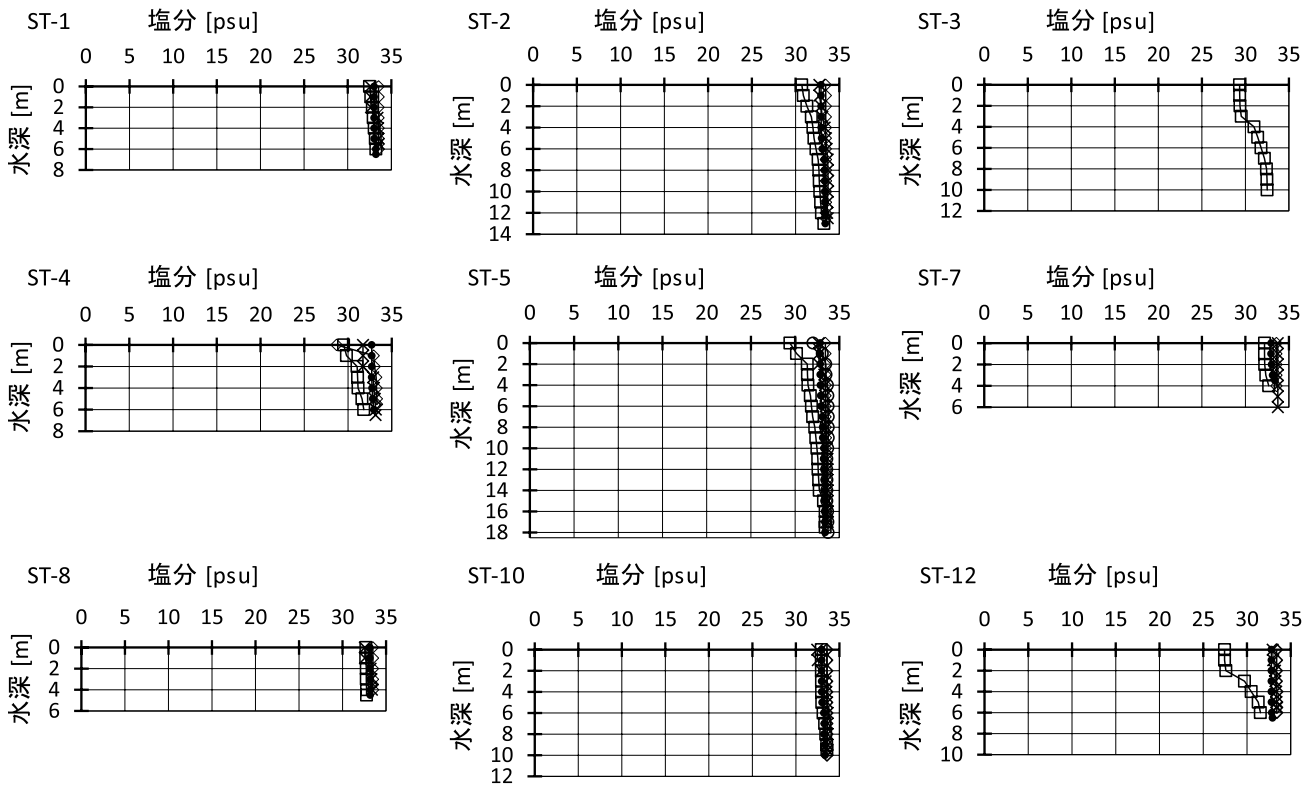


図2 2015年の湖内各地点における塩分の鉛直分布

● 2015/6/3 ◇ 2015/7/8 ○ 2015/7/22(ST-5のみ) × 2015/8/11 □ 2015/10/16

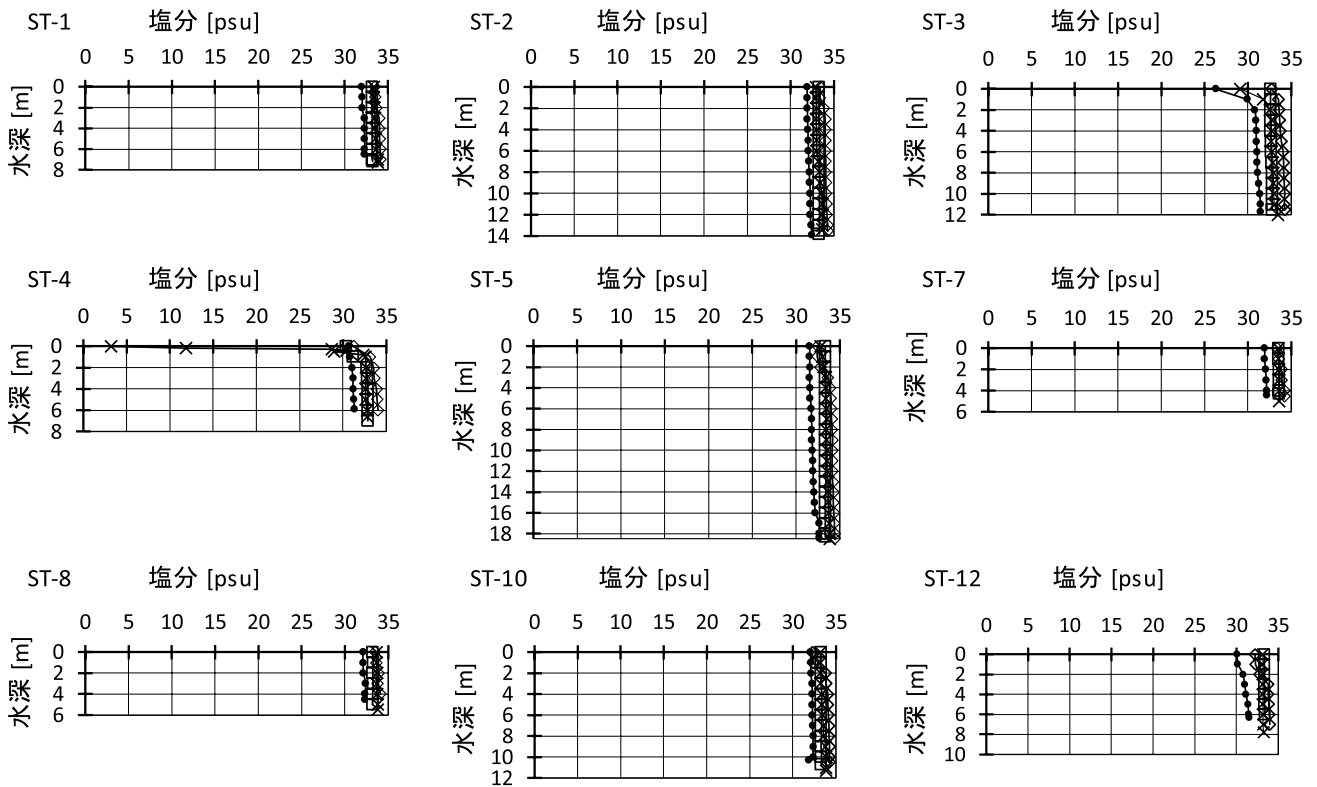


図3 2016年の湖内各地点における塩分の鉛直分布

● 2016/5/9 ◇ 2016/7/13 × 2016/8/10 □ 2016/10/13

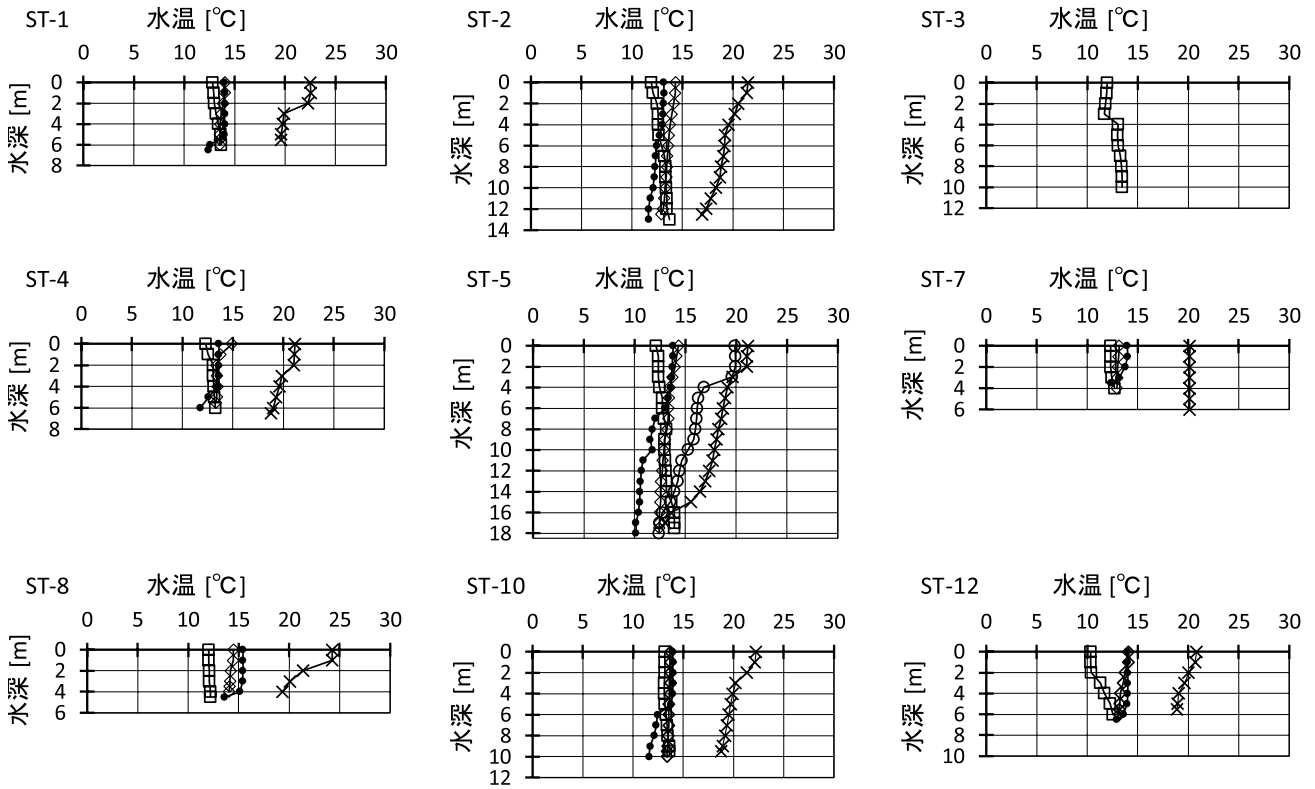


図4 2015年の湖内各地点における水温の鉛直分布

● 2015/6/3 ◇ 2015/7/8 ○ 2015/7/22(ST-5のみ) × 2015/8/11 □ 2015/10/16

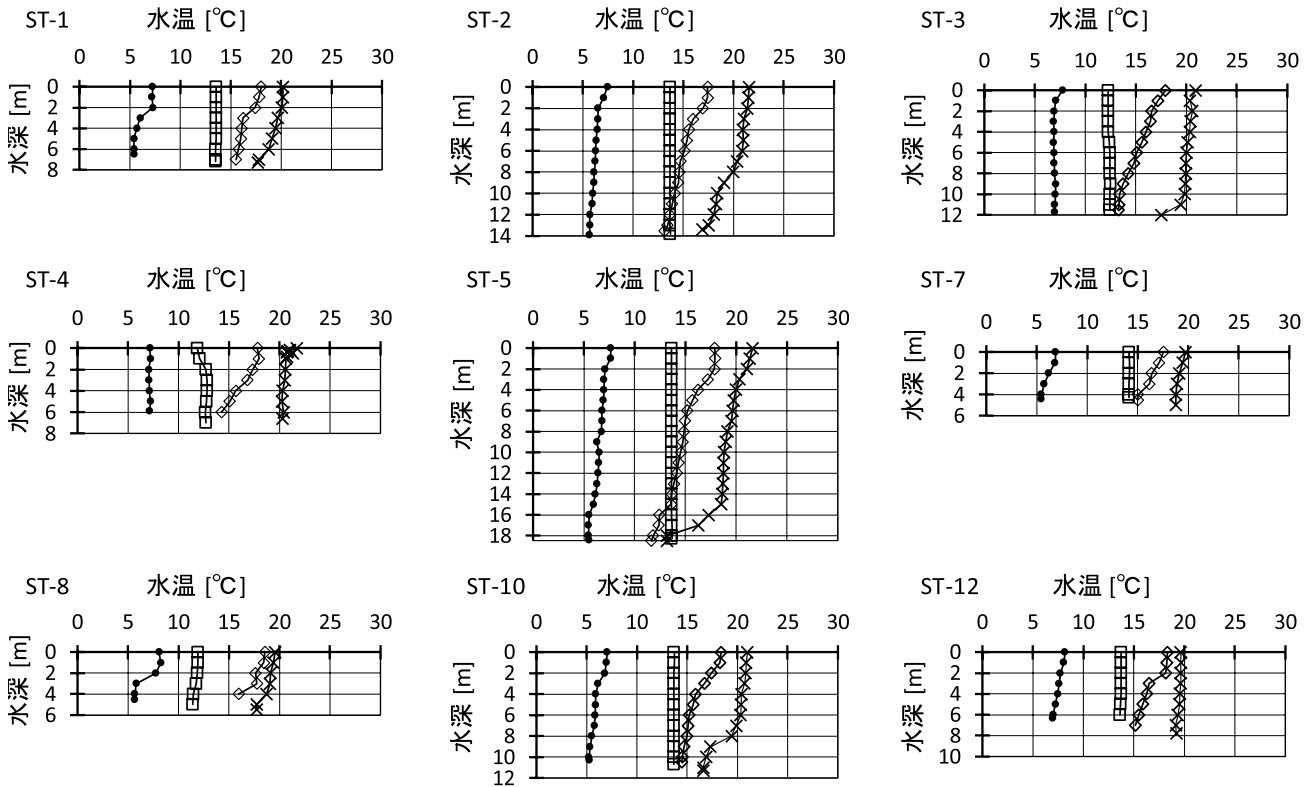


図5 2016年の湖内各地点における水温の鉛直分布

● 2016/5/9 ◇ 2016/7/13 × 2016/8/10 □ 2016/10/13

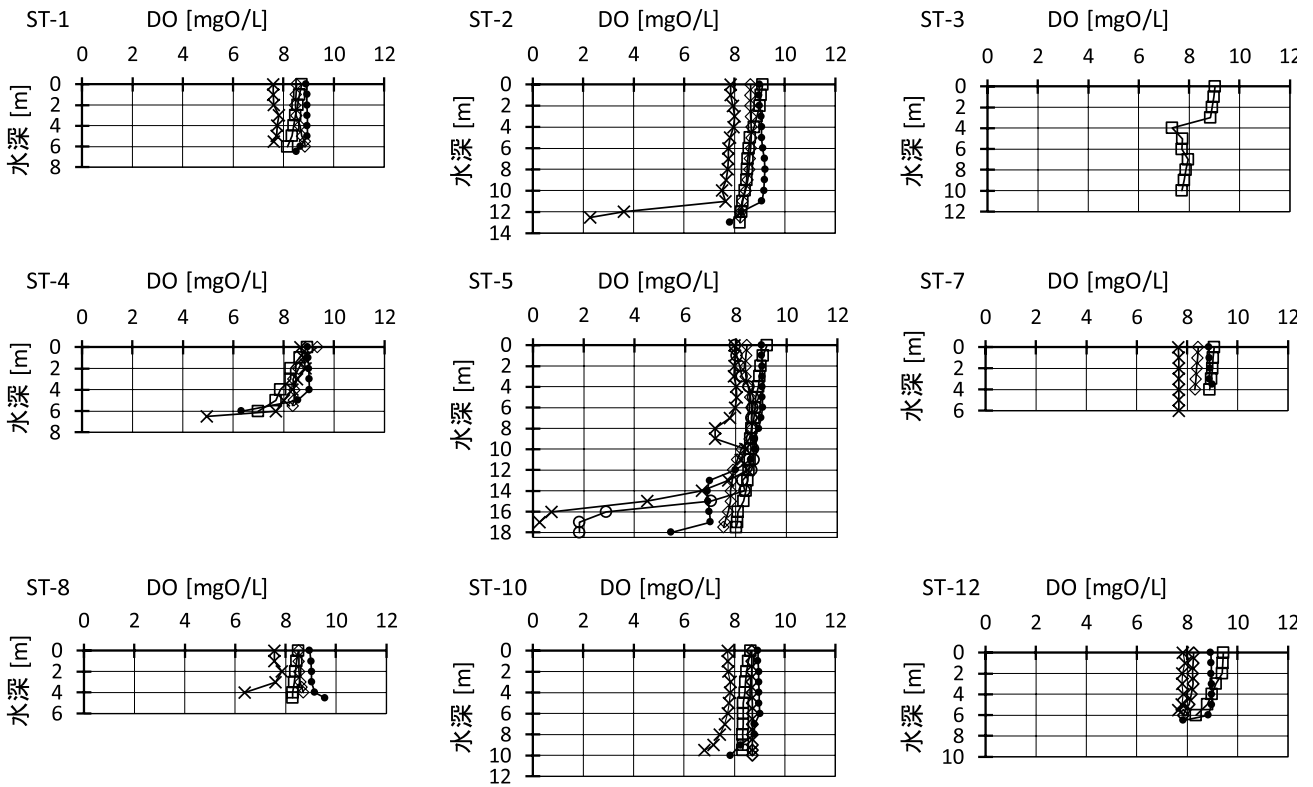


図6 2015年の湖内各地点におけるDOの鉛直分布

● 2015/6/3 ◇ 2015/7/8 ○ 2015/7/22(ST-5のみ) × 2015/8/11 □ 2015/10/16

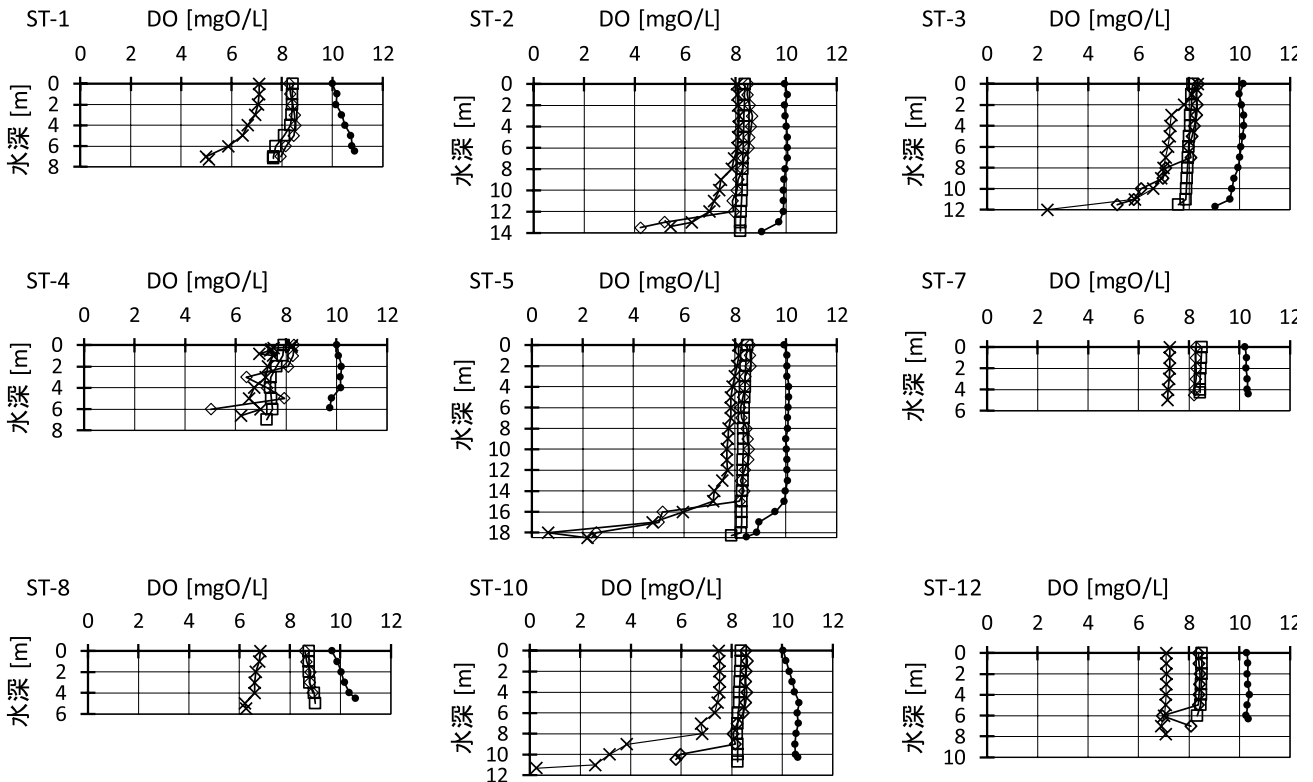


図7 2016年の湖内各地点におけるDOの鉛直分布

● 2016/5/9 ◇ 2016/7/13 × 2016/8/10 □ 2016/10/13

図8及び図9に、2015年及び2016年のST-5におけるNH₄-N、PO₄-P、D-Siの鉛直分布について示した。これらの項目は共通して、貧酸素水塊の発達とともに、下層の濃度が高くなる傾向が見られた。そして、それに伴ってDNやDP、TNやTP濃度も高くなる傾向が見られた。ST-5の底部のNH₄-N、PO₄-P、D-Siの各濃度は、2015年8/11と2016年8/10でそれぞれ、0.68mgN/L、0.26mgP/L、3.5mgSi/Lと0.77mgN/L、0.16mgP/L、4.0mgSi/Lと、表層の値に比べて高濃度であった。

図10に2015年から2017年における湖内各地点表層のTN濃度について示した。佐呂間別川に近い、ST-3、4、12で高くなる傾向が見られた。2015年10/16では、ST-2や5でも高くなる傾向が見られた。

図11に2015年から2017年における湖内各地点表層のDON濃度について示した。DONはTNの内、大きな割合を示す時が多く、季節的にも地点的にも安定的な値で推移していた。その中では、ST-1、ST-7、ST-12でやや低い傾向にあった。

図12に2015年から2017年における湖内各地点表層のNO₃-N濃度について示した。NO₃-Nについて、TNと同様に、佐呂間別川に近い、ST-3、4、12で高くなる傾向が見られた。2015年10/16では、ST-2や5でも高くなる傾向が見られた。

図13に2015年から2017年における湖内各地点表層のNH₄-N濃度について示した。ほとんどが0.05mgN/L以下の値であったが、各年10月にやや高くなる地点が見られた。

図14に、2015年から2017年における湖内各地点表層のTP濃度について示した。佐呂間別川に近いST-3や4で高濃度になる傾向が見られ、特に夏から秋にその傾向が強かった。また、全地点的に10月になると濃度が上昇する傾向が見られた。ただし、2017年の10月の第一湖口に近いST-1、7、10はその例外であった。また、2017年はST-3や4の夏季や秋季に高濃度になる傾向を除いて、2015年や2016年に比べて全体的に低濃度の傾向が見られた。

図15に2015年から2017年における湖内各地点表層のDOP濃度について示した。2017年は2015年や2016年に比べて低濃度の傾向が見られた。

図16に2015年から2017年における湖内各地点表層のPO₄-P濃度について示した。佐呂間別川に近いST-3や4で高濃度になる傾向が見られ、特に夏から秋にその傾向が強かった。また、全地点的に10月になると濃度が上昇する傾向が見られた。

図17に2015年から2017年における湖内各地点表層のD-Si濃度について示した。佐呂間別川に近い、ST-3、4、12や湧別側のST-8で高くなる傾向が見られた。

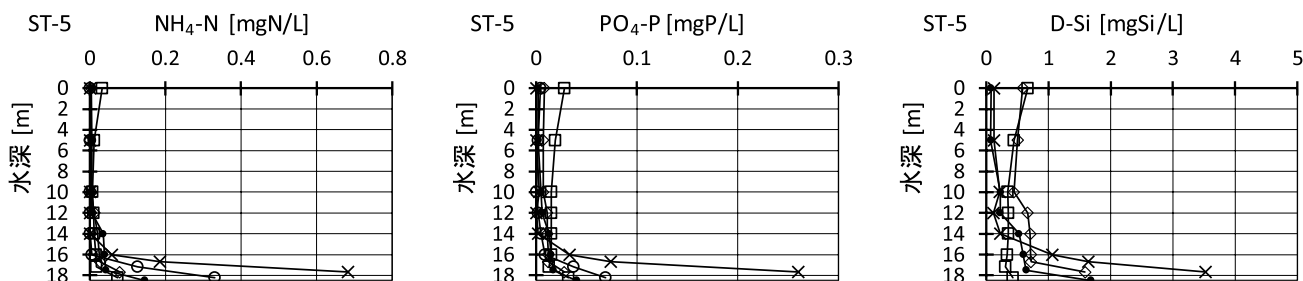


図8 2015年のST-5におけるNH₄-N、PO₄-P、D-Siの鉛直分布
 ● 2015/6/3 ◇ 2015/7/8 ○ 2015/7/22(ST-5のみ) × 2015/8/11 □ 2015/10/16

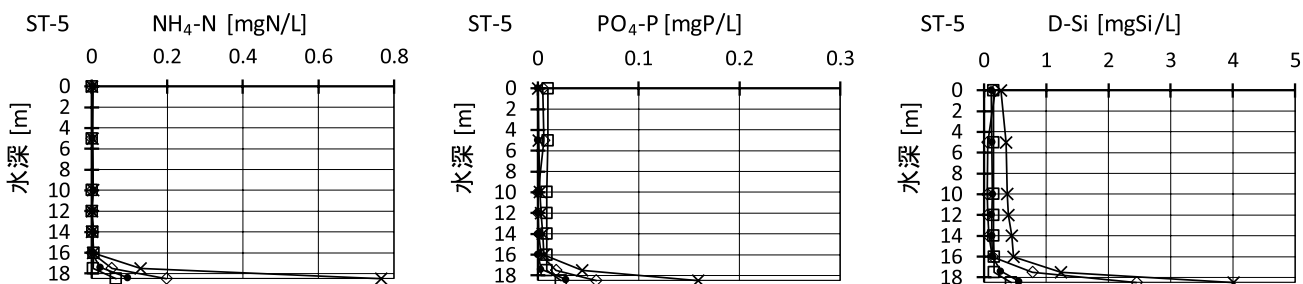


図9 2016年のST-5におけるNH₄-N、PO₄-P、D-Siの鉛直分布
 ● 2016/5/9 ◇ 2016/7/13 × 2016/8/10 □ 2016/10/13

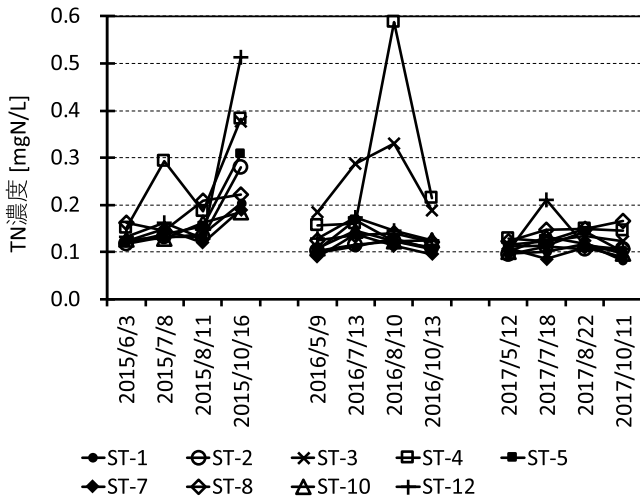


図10 2015年から2017年における各地点表層のTN濃度

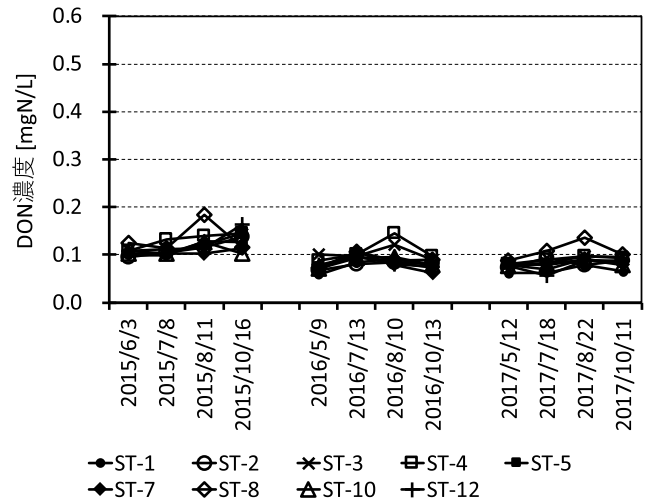


図11 2015年から2017年における各地点表層のDON濃度

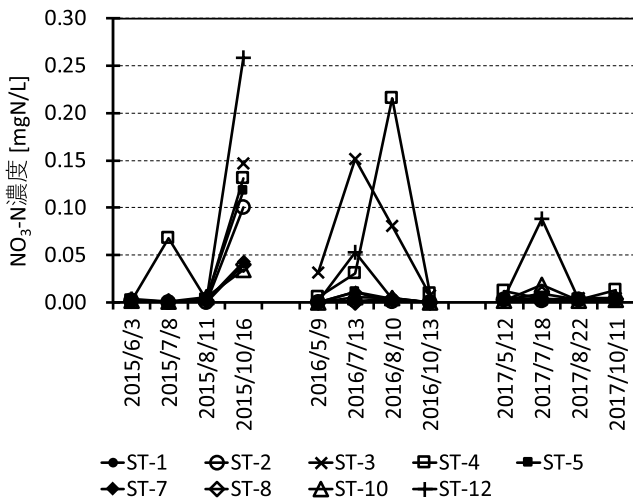


図12 2015年から2017年における各地点表層のNO₃-N濃度

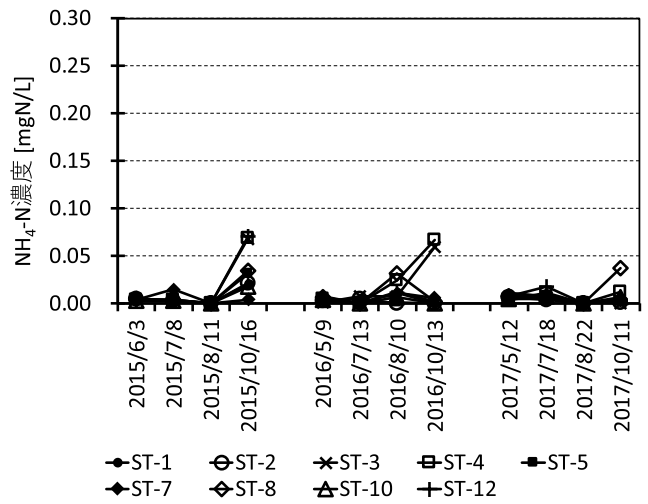


図13 2015年から2017年における各地点表層のNH₄-N濃度

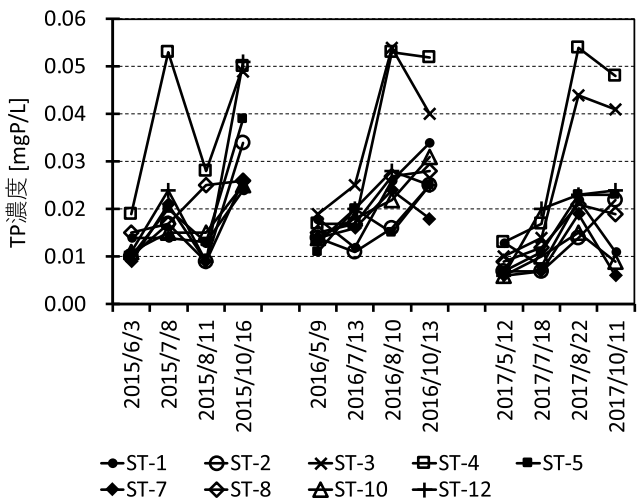


図14 2015年から2017年における各地点表層のTP濃度

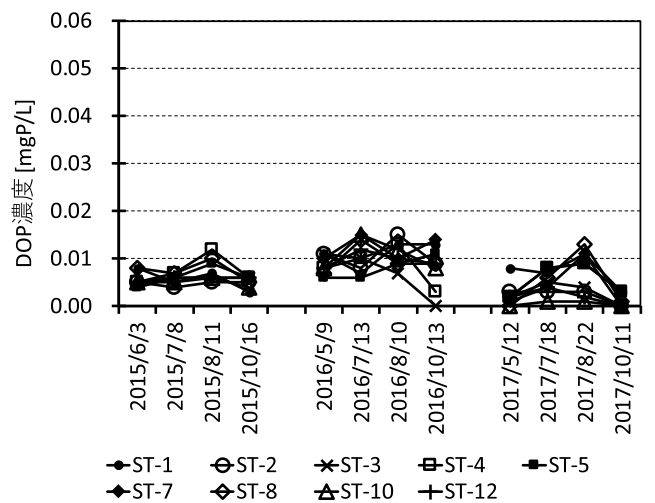


図15 2015年から2017年における各地点表層のDOP濃度

図18に2015年から2017年における湖内各地点表層のChla濃度について示した。佐呂間別川に近いST-3や4で高濃度になる傾向が見られた。また、2016年10/13では高い濃度になる地点が多かった。

図19に2015年から2017年における湖内各地点表層のSS濃度について示した。佐呂間別川に近いST-3や4で高濃度になる傾向が見られた。

3.3 流入河川の調査結果

図表には示さないが、河川のpHは、6.0～8.9の範囲で観測され、ほとんど8以下の値であり特に問題はなかった。

図20に2014年12月から2017年までの佐呂間別川時雨橋と芭露川8号橋の流量について示した。時雨橋と8号橋の流量の測定範囲は、それぞれ0.68～44m³/sと0.11～14m³/sであった。

図21に同様に各態窒素濃度について示した。時雨橋と8号橋のTN濃度の範囲は、それぞれ0.77～3.4mgN/Lと0.62～1.7mgN/Lであった。2河川ともTNの内、大半がNO₃-Nで占められていた。一方湖内では、DON濃度が一定程度の値を有していたが、河川でのその値は湖内より明らかに低濃度であった。

図22に同様に各態リン濃度について同様に示した。時雨橋と8号橋のTP濃度の範囲は、それぞれ0.034～0.31mgN/Lと0.021～0.083mgN/Lであった。TPの内、全般的にPO₄-Pの占める割合が大きかったが、時折PPの占める割合の方が高い時があった。

図23にTN/TP比について同様に示した。夏にTN/TP比が低下する傾向が見られ、特に時雨橋で顕著であった。その値が最も低かったのは、2015年7/22の5.5であった。

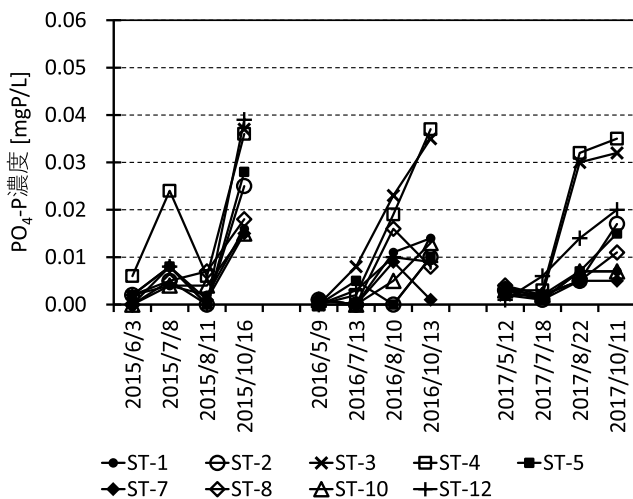


図16 2015年から2017年における各地点表層のPO₄-P濃度

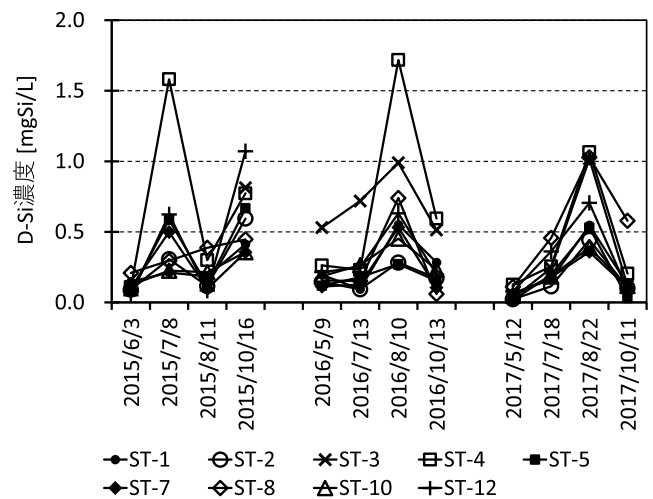


図17 2015年から2017年における各地点表層のD-Si濃度

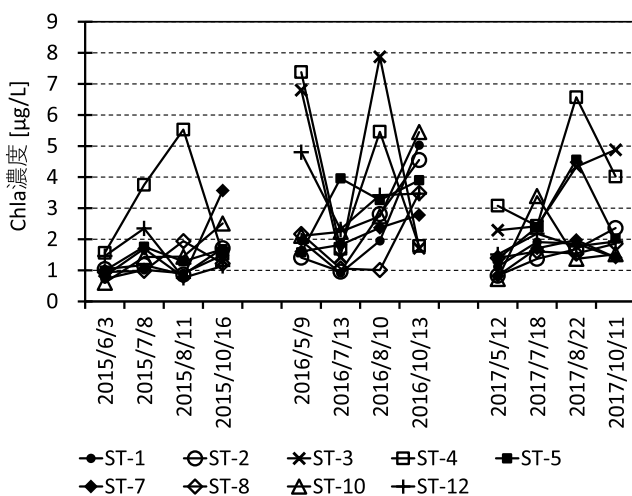


図18 2015年から2017年における各地点表層のChla濃度

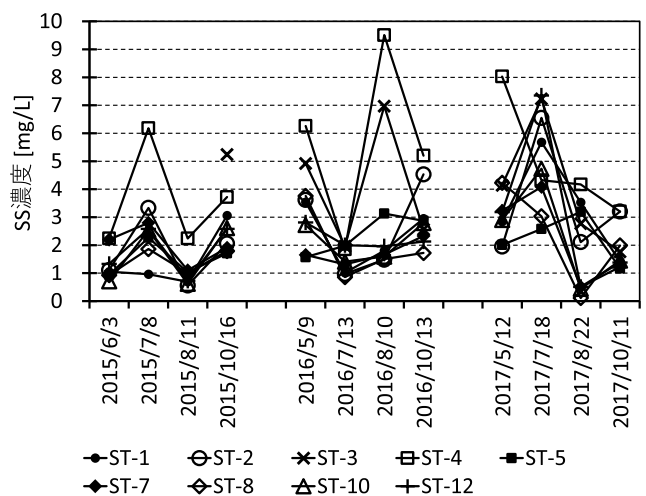


図19 2015年から2017年における各地点表層のSS濃度

図24にD-Siについて同様に示した。時雨橋と8号橋のD-Si濃度の範囲は、それぞれ4.0～8.9mgSi/Lと4.7～8.6mgSi/Lであり、湖内底部の一部の値を除き、湖内の濃度より遙かに高濃度であった。

図25及び図26にTN供給量及びTP供給量について同様に示した。また、調査の回数には差異はあるが、時雨橋と8号橋のそれらの最小値、最大値及び平均値について、表5に示した。

TNについて、時雨橋と8号橋の平均値はそれぞれ820kgN/dと210kgN/dと計算され、これらから単純にこれら2河川からの年間合計負荷量を算出すると、380tonN/yと計算された。TPについて、時雨橋と8号橋の平均値はそれぞれ56kgP/dと10kgP/dと計算され、これらから単純にこれら2河川からの年間合計負荷量を算出すると、24tonP/yと計算された。

4 考察

サロマ湖内の塩分濃度は、広域にわたって海水のレベルに近いことから、湖水は外海との水の交換が盛んであると考えられる。外海との海水交換量は、文献から小潮時には1千万 m^3 /d、大潮時には1億 m^3 /dのオーダーと推察されている¹²⁾。サロマ湖の容積は、13億 m^3 である¹⁾ことから、小潮時には1日あたり湖容積の0.1割程度、大潮時には1日あたり湖容積の1割程度の交換率と単純に計算できる。

ただし、外海からの栄養塩の影響量を見積もるとすると、流出量との差し引きでどのくらいあるか、さらには、流出した水塊が一部再び流入してくる可能性も考えると、非常に複雑であり計算は困難である。

サロマ湖の第一湖口の調査地点ST-7の水質は、潮汐の状況によっては、湖内から外海に流出する水質か、もしくは、外海から流入してくる水質を示すものと思われる。そのTNとTPの濃度範囲は、それぞれ0.085～0.19mgN/Lと0.006～0.026mgP/Lであった。仮にこの濃度範囲で、1日あたり1千 m^3 （小潮時）から1億 m^3 （大潮時）の水量でのTNとTPが外海と交換すると考えると、それぞれの交換量の範囲は、900～20000 kgN/dと60～2600kgP/dと単純に計算できる。ただ、実際の流出量や流入量、あるいは外海が湖内へ影響を及ぼす量は、流出量と流入量の差であることからこの差について計算することは非常に難しい。

ところで、時雨橋と8号橋の本調査のそれぞれの平均値を合計した、両河川からのTNとTPの供給量（表5）は、それぞれ1000kgN/dと66kgP/dと計算され、外海との交換移動量の範囲の最小値付近の値となった。河川からの供給量であるこれらの値は、確実に湖内に流入

してくる量であることを考慮すると、海水交換量の範囲内にあることもあり、河川からの栄養塩の供給特性を把握することは、重要なものである。

さらに、植物プランクトンに利用される形態であるDINや PO_4 -Pについて、同様に計算した場合、外海との交換の移動量の範囲は、それぞれ20～4900 kgN/dと0～900kgP/dの範囲と計算される。そして河川からの供給量も同様に計算すると、時雨橋と8号橋の本調査のそれぞれの平均値を合計した、両河川からのDINと PO_4 -Pの供給量は、それぞれ870kgN/dと39kgP/dと計算される。このことは、植物プランクトンの直接的な栄養源という視点で考えると、河川からの栄養塩供給特性を把握することはより重要となる。

流入河川からの栄養塩供給について、人為的な発生源として、一般的に、農用地、生活系、事業場排水が主として考えられる。生活系については流域人口と生活排水の処理状況を把握することによって、大方その影響について見積もることができる。

表6に、資料¹³⁾から時雨橋流域、8号橋流域及びサロマ湖流域全体について、それらの流域人口と生活排水の処理状況について示した。サロマ湖全流域の行政人口は、8000人程度であり、その38%について生活排水は下水道処理されていた。時雨橋流域と8号橋流域についてのその割合は、それぞれ43%と0%であり、8号橋の流域では全ての家屋で下水道処理は行われていない。

これらの生活排水の処理形態の内、下水道処理については、全て排水が終末処理場に輸送されるとして、家屋から直接河川への影響がないと考え、その他の処理形態について生活系の排出負荷量を見積もってみた。

し尿汲み取り家屋では、生活雑排水が流域に排出されるとして、その排出原単位はTNが2.0 gN/(人・d)、TPが0.43 gP/(人・d)程度である¹⁴⁾。し尿のみの処理である単独浄化槽については、その排出原単位はTNが5.9 gN/(人・d)、TPが0.63 gP/(人・d)程度¹⁵⁾であることから、単独浄化槽を使用している家屋からは別に生活雑排水が負荷されると考えて、その家屋の排出原単位は、TNが7.9 gN/(人・d)、TPが1.06 gP/(人・d)程度と考えられる。合併浄化槽の排出原単位は、資料¹⁵⁾からTNが6.5 gN/(人・d)、TPが0.75 gP/(人・d)程度である。これらのことを整理して、生活系からの排出負荷量について、時雨橋流域、8号橋流域及びサロマ湖流域全体としてまとめて、表7に示した。その結果、河川供給量である表5と比較して見ると、TNとTPともに、生活系の排出負荷量は大幅に小さいことがわかった。

続いて、事業場排水について、資料¹⁶⁾を参考に日排

水量が50m³以上の事業場からの排出負荷量について表8に示した。この数値の中には、終末処理場の影響も加味されており、排出負荷量としては間接的に生活系の下水道処理人口分の影響を含んでいる。また、8号橋の流域には事業場は存在していない。事業場排水負荷量について、河川供給量である表5と比較して見ると、TNとTPともに、生活系と同様に大幅に小さかった。

これらのことから、河川から供給される栄養塩については、農用地の影響を大きく受けていると考えられる。

流入河川のTNやTPに占める割合の中で、最も大きかったのはそれぞれ、溶存無機態であるNO₃-NとPO₄-Pであった(図21及び図22)。

このうち、NO₃-Nについては、出水の影響が無くても、河川の濃度は流域の農用地率や飼育家畜密度に比例することがよく知られている^{16), 17), 18)}。サロマ湖も同様に農用地からの流出の影響を受けて、NO₃-Nの濃度が高くなっていると考えられる。

道東の風蓮湖の流域では、ほとんどの農業形態が乳牛飼育であり、その河川のNO₃-N濃度は、家畜排せつ物法施行後の2013～2014年のデータから、以下の流域の飼育牛密度の関数で回帰された¹⁸⁾。

$$C_{\text{NO}_3\text{-N}} = 0.00796 Dc + 0.1738 \quad (r=0.875)$$

$C_{\text{NO}_3\text{-N}}$: 河川のNO₃-N濃度 [mgN/L]
 Dc : 流域の牛密度 [頭/km²]

サロマ湖流域全体の牛密度は、44.8[頭/km²]と計算され(表1及び表2)、上の回帰式からサロマ湖流域全体の想定される飼育牛由来のNO₃-N濃度を計算してみると、0.53[mgN/L]となった。この値は、図21の時雨橋や8号橋の値より若干低めであった。表2から、サロマ湖流域では、牛の飼育以外にも他の農業形態も盛んなことから、牛の飼育に加えて他の農業形態の影響も受けて、NO₃-Nが流出していると考えられる。

TNやNO₃-Nの季節的なその濃度レベルを見てみると、夏季に濃度が低くなる傾向が見られた。NO₃-Nは、河川に流出してくる際に、嫌気的な環境下があると脱窒によってその流出量が低下すると考えられる¹⁹⁾。特に、脱窒は微生物によるNO₃-Nを利用した呼吸であることから、温度に依存し、温度が上昇する時期はその活性が向上することが知られている²⁰⁾。そのようなことが、夏季の河川のTN/TP比が低下する要因の一つと考えられる。

一方、リンについては、TPやPO₄-Pの濃度は夏季に

高くなる傾向が見られた。PO₄-Pは、NO₃-Nと同様に農用地の影響を受けられる¹⁷⁾。しかし、NO₃-Nと違って、PO₄-P濃度は、その流域の農用地割合との間に、明瞭な関係が見えないこともある。それは、一般にPO₄-Pは、好気的な環境では土壤に含まれる水酸化鉄のような物質に吸着されやすい性質があり²¹⁾、リンの発生源が大きな農用地の影響があっても、好気的な環境が多ければ、出水による表面流出等がなければ、その水系への流出は抑制されやすいと考えられる。

しかし一方で、PO₄-Pは嫌気環境になると、吸着母体である水酸化鉄が還元されて水溶性に変わるため、脱着されやすくなると言われている。また、湿地帯など有機物に富んだ水域では嫌気環境が出現しやすく、また嫌気環境で一度溶解した鉄は、腐植物質のキレート作用によって再び好気的な環境になっても水酸化鉄による不溶化がおこりにくく、水中のPO₄-P濃度が高くなる事例がある^{21), 22)}。サロマ湖での流域の状況の詳細は不明であるが、もし、流域の中で嫌気環境が出現しやすい場所があれば、有機物分解が盛んになる気温が上昇する時期に、PO₄-Pの流出が大きくなる可能性も考えられる。例えば、飽和体の土壤環境が現れた際に、NO₃-Nの脱窒が促進される嫌気環境が出現することがあることから¹⁹⁾、このような環境ではPO₄-Pは逆に水中に溶出しやすくなるかもしれない。

以上のようなことを考えると、夏季にTN/TP比が上昇する要因が説明できる。

ところで、サロマ湖の流域面積は、湖面積を除いて752.9km²である(表1)。サロマ湖の湖面積に対するその流域面積の比は、5.0と計算される。同様な計算について、北海道を代表する汽水湖である網走湖や風蓮湖で行うと、それぞれ38.1や17.7と計算され¹⁾、サロマ湖のそれより遙かに大きな値となる。サロマ湖はこれらの汽水湖よりは、単純に流域の影響をやや受けにくい湖沼であると言える。そして、このことは、より湖内での栄養塩供給も重要になってくると言える。

サロマ湖は、ホタテガイを中心とした養殖漁業にとって非常に重要な水域である。このホタテガイを中心とした養殖漁業を持続的に行っていくためには、餌となる懸濁態有機炭素(POC)の動態と好気的な漁業種の生息環境の持続的な保全が重要である。

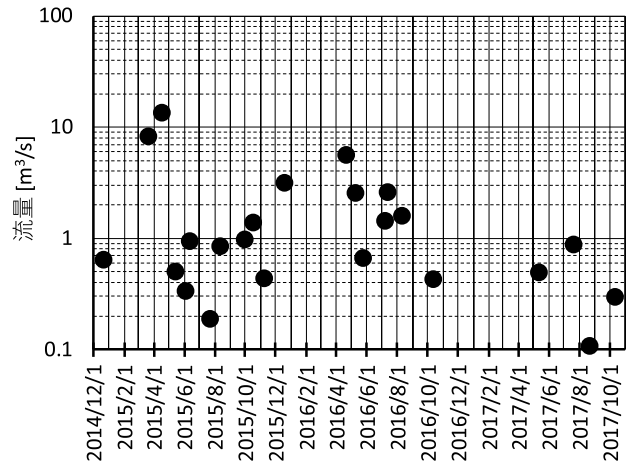
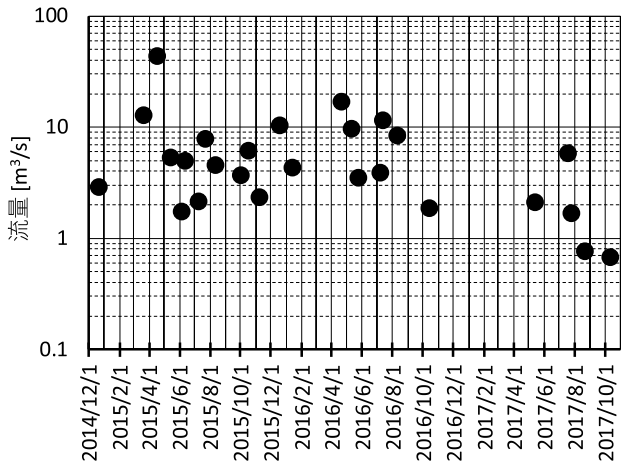


図20 2014年（12月）から2017年までの時雨橋（左）と8号橋（右）の流量

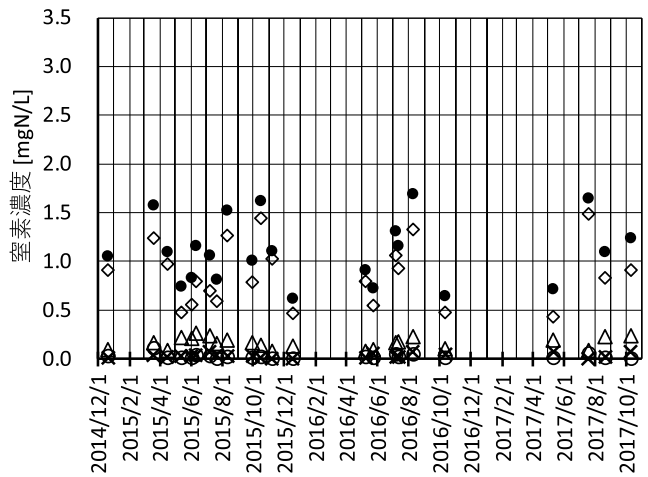
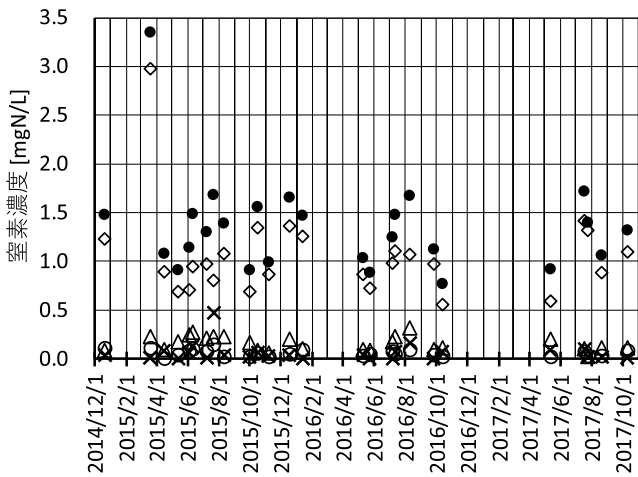


図21 2014年（12月）から2017年までの時雨橋（左）と8号橋（右）の各態窒素濃度

● TN, △ DON, ◇ NO₃-N, ○ NH₄-N, × PN

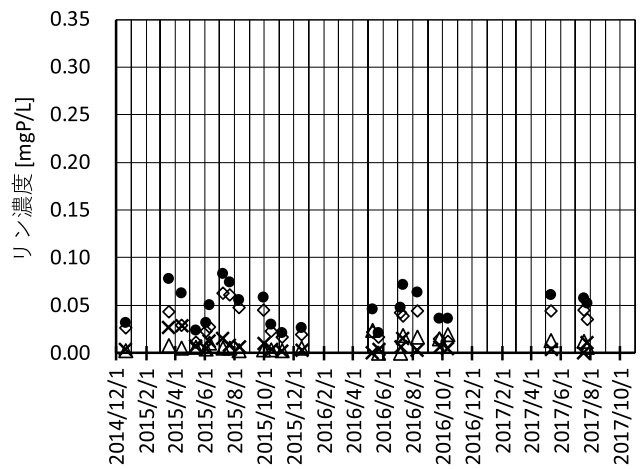
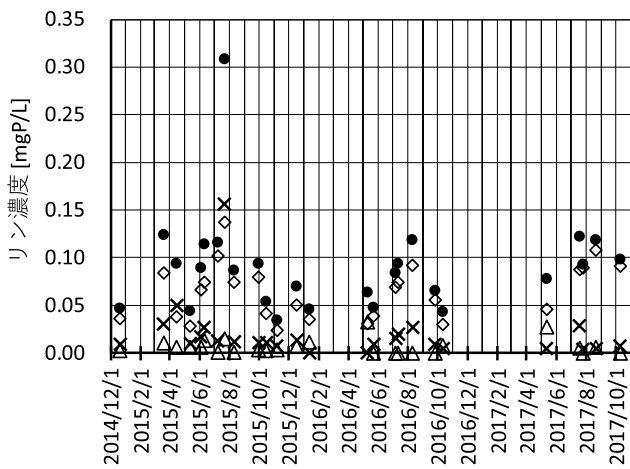


図22 2014年（12月）から2017年までの時雨橋（左）と8号橋（右）の各態リン濃度

● TP, △ DOP, ◇ PO₄-P, × PP

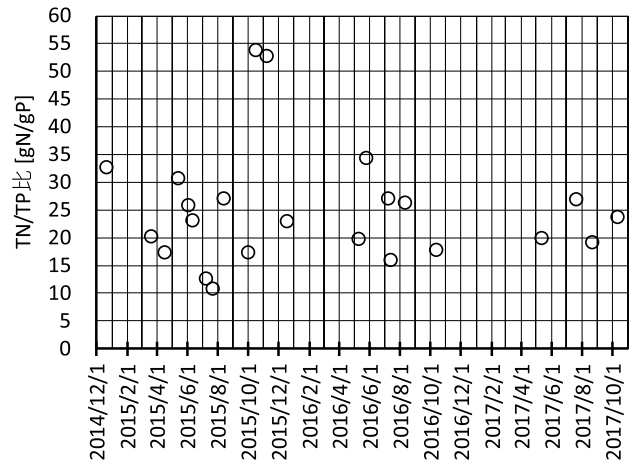
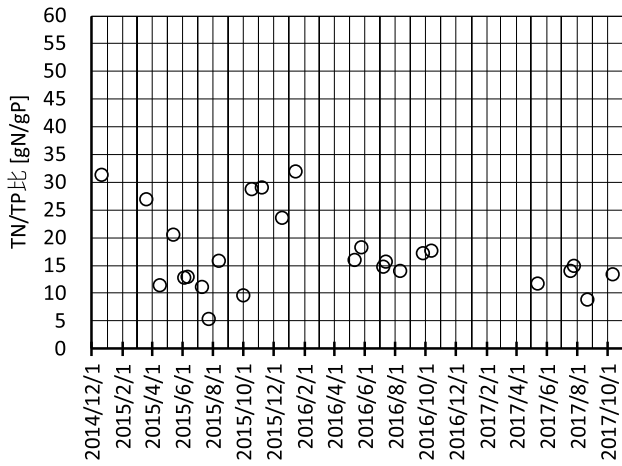


図23 2014年（12月）から2017年までの時雨橋（左）と8号橋（右）のTN/TP比

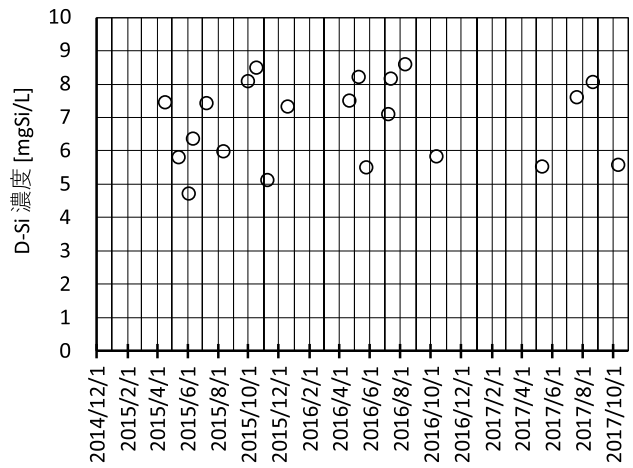
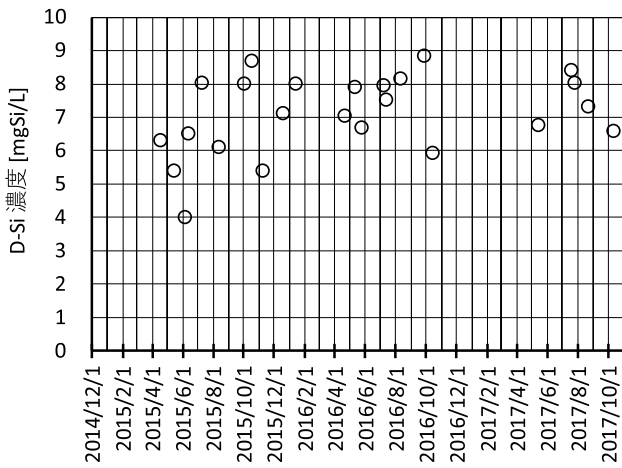


図24 2014年（12月）から2017年までの時雨橋（左）と8号橋（右）のD-Si濃度

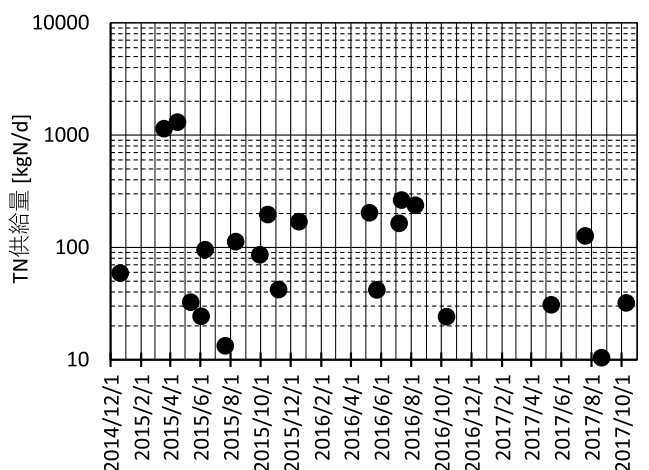
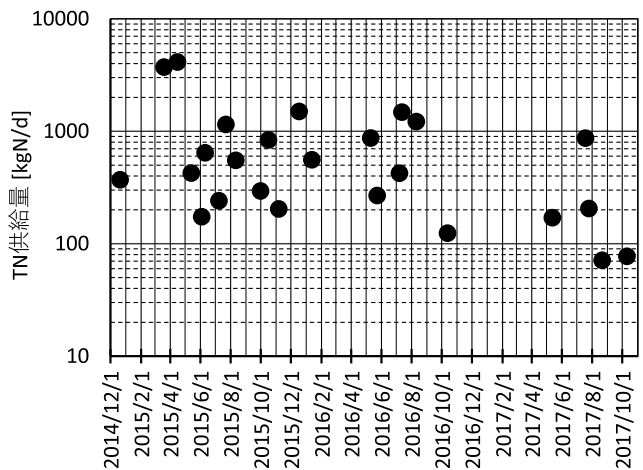


図25 2014年（12月）から2017年までの時雨橋（左）と8号橋（右）のTN供給量

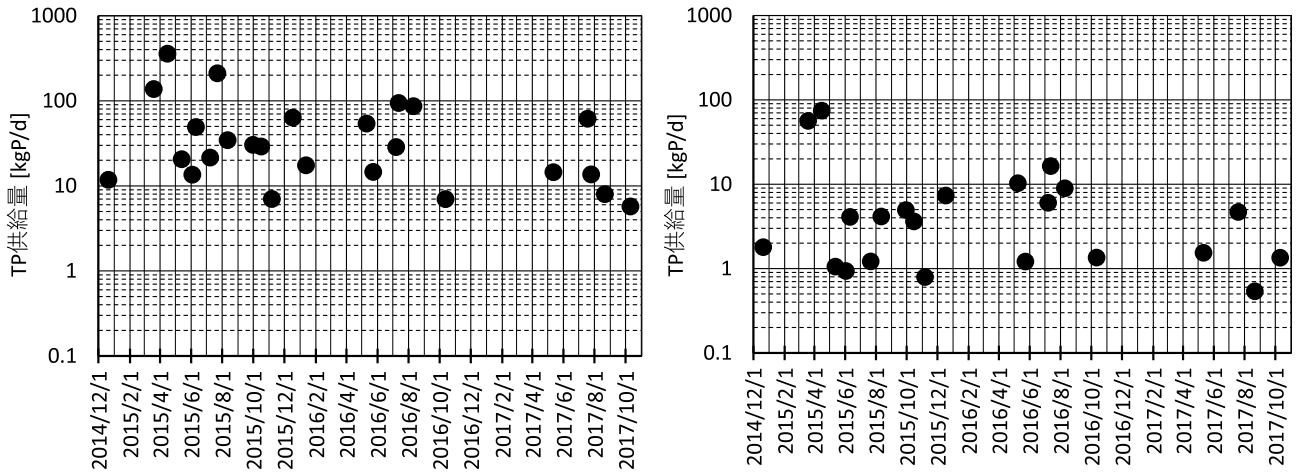


図26 2014年（12月）から2017年までの時雨橋（左）と8号橋（右）のTP負荷量

表 5 時雨橋と 8 号橋の TN 供給量及び TP 供給量の最小値，最大値，平均値

	TN 供給量 [kgN/d]	TP 供給量 [kgP/d]
	最大値～最小値（平均値）	最大値～最小値（平均値）
時雨橋	71～4100（820）	5.7～360（56）
8号橋	10～1300（210）	0.5～75（10）

表 6 時雨橋，8号橋及びサロマ湖流域全体の流域人口と生活排水の処理状況

	行政人口 [人]	下水道処理 人口 [人]	し尿汲み取り 人口 [人]	合併浄化槽 人口 [人]	単独浄化槽 人口 [人]
時雨橋流域	4379	1873	1191	1062	253
8号橋流域	150	0	96	54	0
サロマ湖全流域	8012	3076	2367	2224	345

表 7 時雨橋，8号橋及びサロマ湖流域全体における生活系の排出負荷量

	生活系排出負荷量	
	TN 負荷量 [kgN/d]	TP 負荷量 [kgP/d]
時雨橋流域	11	1.6
8号橋流域	0.5	0.08
サロマ湖全流域	22	3.1

表 8 時雨橋，8号橋及びサロマ湖流域全体における日排水量 50m³以上の事業場からの負荷量

	事業場排出負荷量	
	TN 負荷量 [kgN/d]	TP 負荷量 [kgP/d]
時雨橋流域	9.3	1.4
8号橋流域	0.0	0.0
サロマ湖全流域	40	6.0

サロマ湖のホタテガイ等の二枚貝の餌となるPOCは、これまでの知見から、浮遊している一般的な植物プランクトンの他、底生微細藻類、及び養殖施設のロープに付着している付着微藻類の存在が重要とされている。これらの藻類は、無機態の窒素やリンを(珪藻類についてはD-Siも) 利用した光合成によって増殖し、二枚貝類の餌の生産を支えている²³⁾。

一方で、サロマ湖の底泥の有機物量の増加は、貧酸素水塊の形成を促進させる⁵⁾。サロマ湖の底泥の主な有機物起源は、ホタテガイの排泄物や、アマモ、陸域起源に由来するものであり²³⁾、これらが底泥や底層部の水塊で、微生物呼吸によって酸素を利用した分解が進むと、水中の酸素消費と合わせて、有機物中に含まれる炭素と窒素とリンが分解されてCO₂、NH₄-N、PO₄-Pに回帰する⁶⁾。

夏季の水温による成層が発達すると、上層からの酸素供給が絶たれ、底層部で酸素による有機物分解が進行すると貧酸素化が促進する。そして、酸素が消費されつくしても、水中のNO₃-Nを利用して脱窒による分解が進行し、さらにNO₃-Nも枯渇した際、SO₄²⁻が存在しているとそれを利用した分解(硫酸還元)が進行する。その際、CO₂、NH₄、PO₄-Pの回帰と合わせてSO₄²⁻が溶存硫化物になって水中に排出されるため、その乖離種である硫化水素の有毒成分が湖内に供給されてしまう⁶⁾。

サロマ湖のように海水が供給される水域では、海水中には多量のSO₄²⁻が含まれていることから、有機物がある程度存在して嫌気環境が出現すると硫酸還元が容易に進行する⁵⁾。貧酸素水塊の発達には、酸素呼吸を行う漁業対象種等の好氣的生物の生息環境を悪化し、さらに硫化水素の発生はよりおおきなダメージを与える脅威となる。

これらのことからホタテガイ等の養殖漁業を持続的に維持していくためには、それらの餌となるPOCの動態と、それらの排せつ物や陸域起源有機物の底泥有機化への影響、そしてこれらの現象と連動している栄養塩の動態を把握することが極めて重要となる。

過去の知見から、サロマ湖では水深の深いところを中心に、夏季には貧酸素水塊が形成され、底泥溶出に由来する下層部での栄養塩濃度の上昇や底泥での溶存硫化物の生成があることがわかっている。そして、その夏季の成層は、9月頃の風が強い日などがあると、全層循環し9月末や10月には成層が解消されることもわかっている⁵⁾。夏季の成層下で底泥から溶出した栄養塩は、下層に蓄積していくが、9月の全層循環の際に表層に輸送され、再び植物プランクトンの光合成に利用される。サロマ湖は、湖面積に対する流域面積の

比が小さな湖沼であり、湖内での栄養塩供給量を把握することは、重要なことであると思われる。

底泥からの栄養塩溶出量の見積もり方法としては、室内実験では、底泥コアをアクリル管に採取しインキュベートする方法がある。その際、嫌気か好気の双方の実験条件を設定することも可能である。また、現場実験ではチャンバーを設置して、定期的に採水する方法もある²⁴⁾。

本研究では、サロマ湖の最深部の貧酸素水塊形成時の栄養塩動態の解明を試みようとして、最深部のST-5の調査の際、10m以深では2m毎の採水と、底泥界面の採水を実施した。その結果、NH₄-N、PO₄-P及びD-Siについて、夏季の底層部での底泥界面の濃度を最大とした上層に向かう濃度減少の変化が観測された。すなわち、底泥を起源として上層に拡散していく状況が確認された。そして、D-Siは一部欠測があったが、NH₄-NとPO₄-Pについては、7月の貧酸素水塊の形成から8月のその貧酸素水塊の増大に向けて、それらNH₄-NとPO₄-Pの蓄積も確認された。

以上のことから、貧酸素水塊形成時における、NH₄-NとPO₄-Pの底泥溶出量について計算を試みた。その方法についての概念図を図27に示し、手順は次の通りである。

- ① 底泥界面と底から1 m層の間の現存量の変化を、底泥からの溶出と上層への拡散のみと仮定すると以下の式が成り立つ(図27)。

$$(M_8 - M_7) = F_s \cdot t - F_w \cdot t$$

- ② 底泥界面と底から1 m層の間の現存量、及び底から1 m層の濃度勾配を算出するため、底層部の濃度を3つの実測値を通過する関数

$$y = c - ax^b \text{ で近似した (図 28, 29)。}$$

x : 底からの距離 [m]

y : x における NH₄-N 濃度[mgN/L], または PO₄-P 濃度 [mgP/L]

c : 底泥界面の NH₄-N 濃度[mgN/L], または PO₄-P 濃度 [mgP/L]

- ③ 底泥界面と底から1 m層の間の現存量を②で近似した関数の積分によって求めた。

$$\begin{aligned} M_i &= \int_0^1 (c - ax^b) dx = c \cdot 1 - \frac{a}{b+1} 1^{b+1} \\ (i=7 \text{ or } 8) & \\ &= c - \frac{a}{b+1} \quad (b \neq -1) \end{aligned}$$

7月調査日と8月調査日のそれぞれの現存量

M_7, M_8 を求めた。

- ④ 底から1m層の濃度勾配を求めた。

$$\frac{dy}{dx}(x=1) = -ab \cdot 1^{b-1} = -ab \quad (b \neq 0)$$

- ⑤ 底から1m層の上層への移動量 F_w [gN/(m²・s)] (または[gP/(m²・s)]) を求めた。

$$f_w = -D \frac{dy}{dx}(x=1) = D \cdot ab$$

f_w : 7月調査日または8月調査日の底から1m層の上層への移動量 [gN/(m²・s)] (または[gP/(m²・s)])

D : NH₄-N または PO₄-P の分子拡散係数 [m²/s]

2015年7～8月の底部の水温は、13℃くらいであるので水温も考慮して、文献²⁵⁾から分子拡散係数を引用した。それぞれの底層水の分子拡散係数 D は、NH₄-Nについて 1.59×10^{-9} [m²/s], PO₄-Pについて 9.30×10^{-10} [m²/s] を用いた。

7月調査日と8月調査日の各移動量 f_w を計算して、その平均値を F_w とした。

- ⑥ ①の収支式より、底泥からの溶出量 F_s を計算した。

$$F_s = (M_8 - M_7) / t + F_w$$

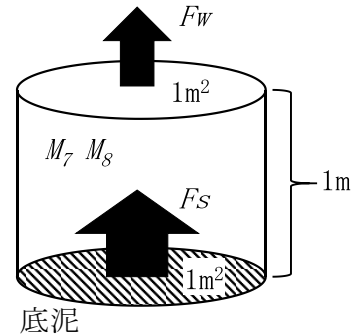
この方法で、2015年と2016年の夏季のST-5での底泥からのNH₄-NとPO₄-Pの溶出量を見積もった結果を表9に示した。NH₄-NとPO₄-Pの貧酸素水塊形成時の底泥溶出量は、それぞれ5.1～6.1mgN/(m²・d)と1.5～3.7mgP/(m²・d)と計算された。

表10には、TNやTPとしての霞ヶ浦と諏訪湖の室内実験等で見積もられた底泥からの栄養塩の溶出量の範囲を参考値として示した²⁶⁾。また、同様に、表11には、DINとPO₄-Pとしての宍道湖と中海の室内実験で見積もられた底泥からの栄養塩の溶出量の範囲を示した²⁴⁾。表11の負値は、実験における時間経過に対する水層の濃度低下を示している。

本研究において見積もった底泥から溶出したNH₄-NとPO₄-Pは、そのほとんどがTNやTPと同程度と仮定すると、リンについては、他の湖沼の底泥の溶出量の範囲内に入っていた。窒素については、中海の例の範囲内のみに入っており、霞ヶ浦、諏訪湖、宍道湖の溶出

量より小さい値であった。

次に、本研究で見積もった底泥からの溶出量と河川からの供給量との比較を試みた。本研究で見積もった底泥の溶出量は、貧酸素水塊での溶出量であるので、サロマ湖の10m以深の底泥で同様な溶出量が夏季にあると仮定して、夏季の貧酸素域での底泥からの栄養塩溶出量を河川の栄養塩供給量と比較してみた。



M_7 及び M_8 :

7月調査日及び8月調査日における底泥界面と底から1m層の間の1m²あたりのNH₄-N現存量 [gN/m²], またはPO₄-P現存量 [gP/m²]

F_s : 底泥からのNH₄-N溶出量 [gN/(m²・s)] (期間平均), またはPO₄-P溶出量 [gP/(m²・s)] (期間平均)

F_w : 底から1m層より上層へのNH₄-N移動量 [gN/(m²・s)] (期間平均), またはPO₄-P移動量 [gP/(m²・s)] (期間平均)

t : 7月調査日から8月調査日までの期間 (時間) [s]

図27 底泥溶出量を見積もるための概念図

サロマ湖の10m以深の面積は、19.5km²であり⁵⁾、この面積で表5の濃度範囲を乗じた。その結果、NH₄-NとPO₄-Pの貧酸素域の底泥溶出量は、それぞれ、99～129kgN/dと29～72kgP/dと計算された。これらの底泥溶出量は、ほとんどがTNとTPと同様であると仮定し、図25、図26及び表5の河川負荷量と比較すると、特にリンについては最大流入河川である佐呂間別川の時雨橋の供給量に匹敵する量であることがわかった。

ところで、サロマ湖内の養殖ホタテガイ等の餌であるPOCの主たる成分は、各種藻類である。これらの栄養として重要なのは、窒素、リンであり、珪藻類については、D-Siも重要な栄養となる。

サロマ湖内各地点表層におけるD-Si濃度は、0.015～1.7mgSi/Lの範囲で観測され、時折、低濃度にな

ることがあった(図17)。珪藻類の生体の元素構成比(レッドフィールド比)は、モル比でC:N:P:Si = 106:16:1:(16～50)と考えられている²⁷⁾。これを、Siを1とする重量比に換算すると、C:N:P:Si = (0.91～2.83):(0.16～0.50):(0.02～0.07):1となる。

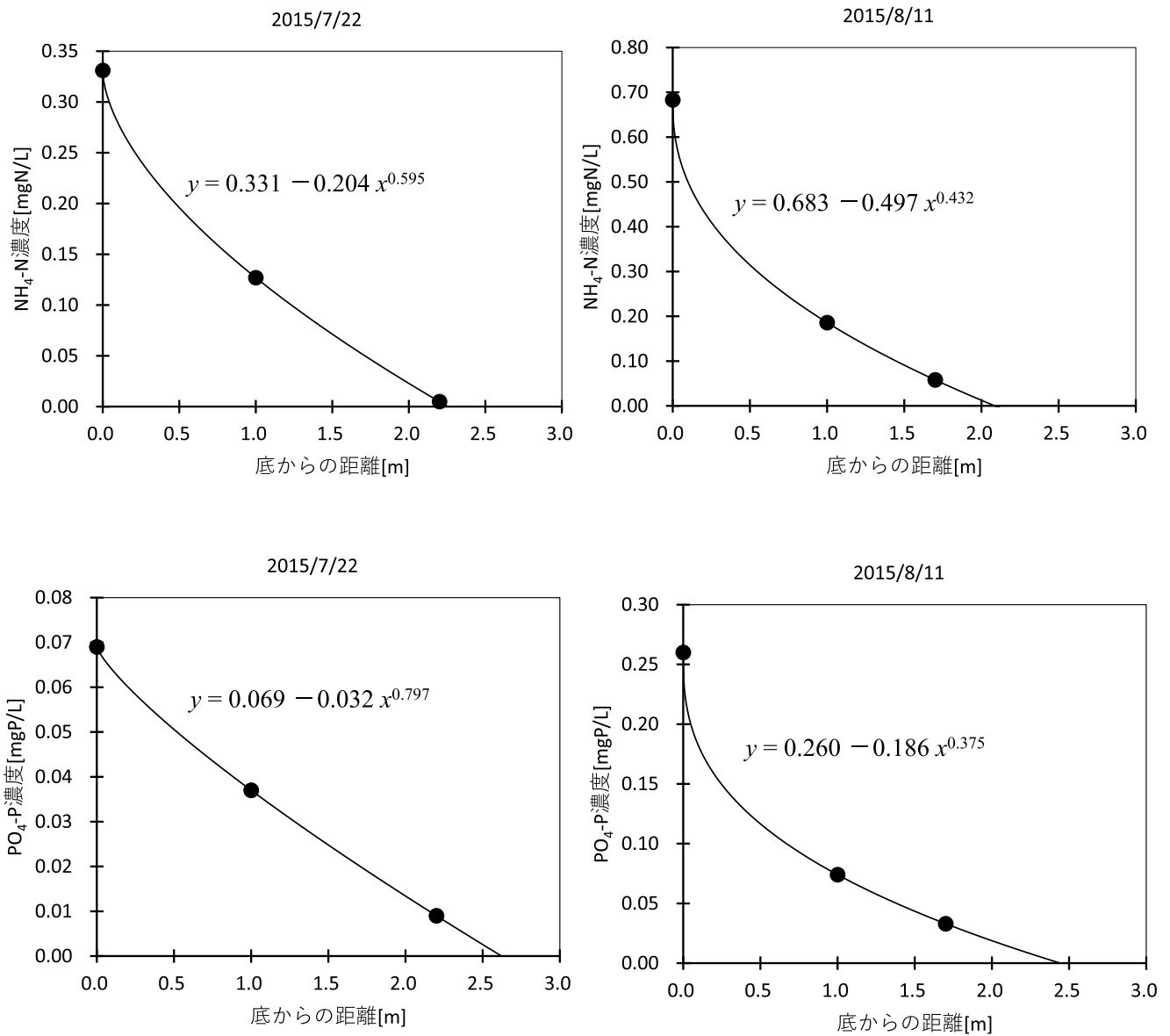


図28 ST-5における底からの距離と $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度及び $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の曲線近似(2015年7/22と8/11)

図30に湖内各地点表層における、DIN/D-SiとPO₄-P/D-Siの重量比について示した。DIN/D-Si比については、全て0.5未満の値であり、植物プランクトンが利用できる湖内に残存しているDINとD-Siについて、珪藻のレッドフィールド比DIN/D-Si = 0.16 ~ 0.50の上限よりも低かった。このことは、サロマ湖内の珪藻にとって、種類によるがSiは制限になりにくいことを意味している。

一方、PO₄-P/D-Si比については、湖内表層では0 ~ 0.5の範囲で観測された。多くの場合特に夏季において、珪藻のレッドフィールド比PO₄-P/D-Si = 0.02 ~ 0.07の上限よりも低かったが、この上限の0.07を大幅に超えることもあった。特に、秋季にこの傾向が見られ、これはPO₄-P濃度の秋季に上昇しやすい傾向を反映していると考えられた。

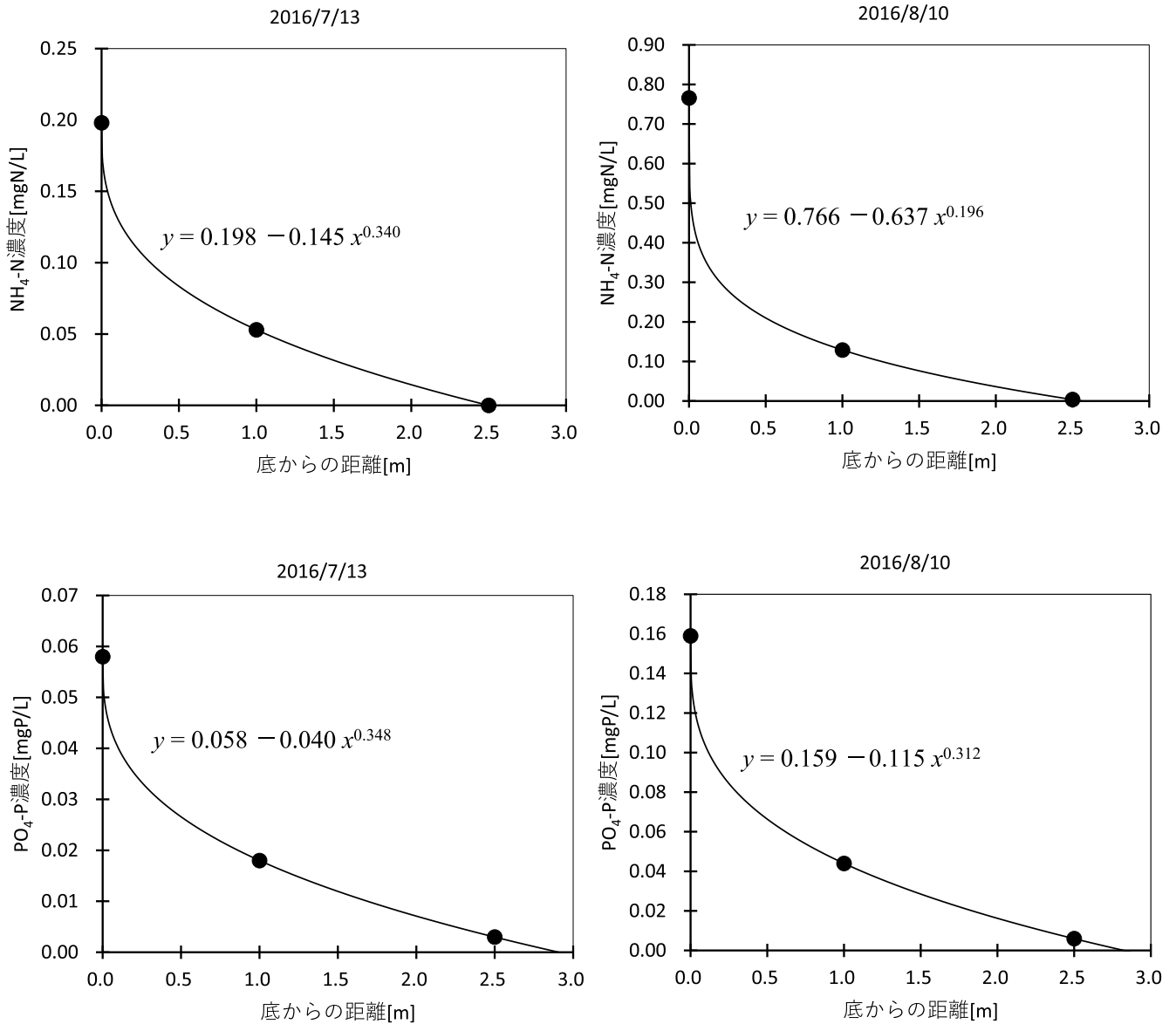


図29 ST-5における底からの距離とNH₄-N濃度及びPO₄-P濃度の曲線近似 (2016年7/13と8/10)

表9 サロマ湖 ST-5 における単位面積あたりの底泥溶出量

	NH ₄ -N mgN/(m ² ·d)	PO ₄ -P mgP/(m ² ·d)
2015年 7/22~8/11	6.6	3.7
2016年 7/13~8/10	5.1	1.5

表10 TN 及び TP の底泥溶出量の霞ヶ浦と諏訪湖の例

	TN mgN/(m ² ·d)	TP mgP/(m ² ·d)
霞ヶ浦	68~134	1~10
諏訪湖	45~322	0~36.5

表11 DIN 及び PO₄-P の底泥溶出量の宍道湖と中海の例

	DIN mgN/(m ² ·d)	PO ₄ -P mgP/(m ² ·d)
宍道湖	12~38	0.8~60
中海	-3.6~17	-0.1~7

PO₄-PとD-Siから見ると、湖内には利用できる栄養塩としてリンが過剰にある場合があるが、窒素のことを合わせて考えると、D-Siよりも窒素の方が制限になりやすいと考えられる。D-Siについては、濃度の高い河川からの供給（図17及び図24）の他、湖内の底泥溶出による供給（図8及び図9）もあると考えられた。

ところで、湖内表層のデータにおいて、TNのうち、DONが安定的に現存していることがわかった（図11）。そのDON起源として、養殖を含む湖内の生物代謝によるものや、陸域から供給されてくる腐植物質等に由来するもの等が考えられる。ただ、本研究の結果、図11と図21を比較して見ると、河川のDON濃度のレベルは、

明らかに湖内のそのレベルより低かった。このことは、湖内のDONの起源について、湖内の生物代謝による影響も大きいことを意味している。

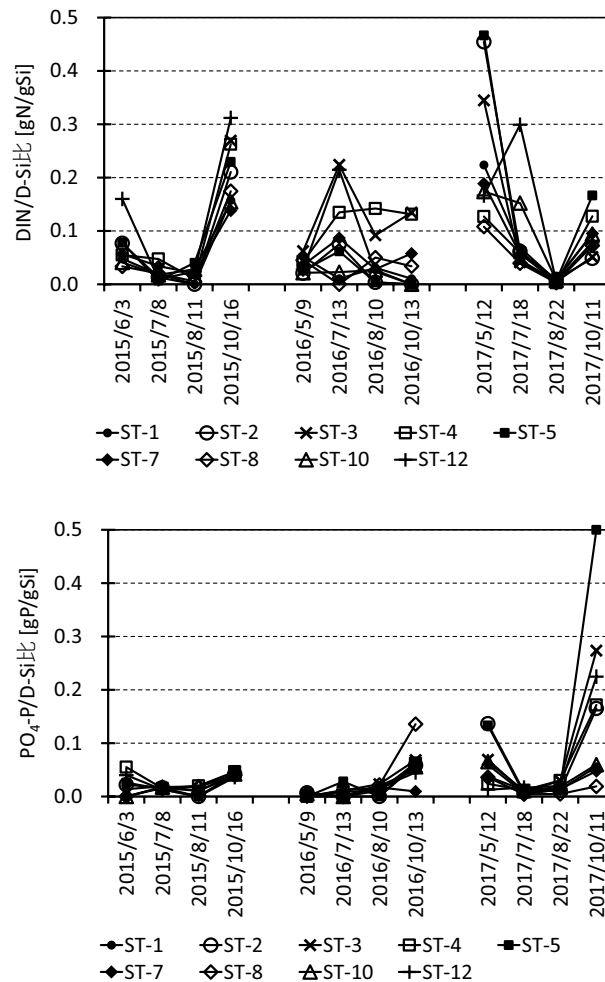


図30 湖内各地点表層におけるDIN/D-SiとPO₄-P/D-Siの重量比

一般に植物プランクトンは、DINを中心に窒素を栄養源として利用するが、DONの中でも尿素態窒素は利用されるとされている²²⁾。このサロマ湖で安定的に存在しているDONの中に尿素態窒素がどのくらいの割合で含まれているかはわからないが、窒素が制限になりやすい環境も見受けられることから、尿素態窒素の画分も今後検討する必要があるかも知れない。

湖内表層の栄養塩動態の特徴として、特に顕著に見られたのは、秋季のリン濃度の上層傾向である（図14）。それは特に、PO₄-Pの秋季の上昇の影響を大きく受けているものと考えられた（図16）。

湖内表層の栄養塩濃度に影響するのは、外部からの供給に加えて、湖内の底泥からの供給による影響である。底泥からの供給については、貧酸素水塊が形成されていない状態でも、有機物の分解によって、生じるものと考えられるが^{24), 26)}、貧酸素水塊が形成されると特にリンについてその供給量は増加する²⁶⁾。また、貧酸素水塊の形成時の下層部で底泥からの溶出の促進と蓄積が行われると、次に全層循環があった際、その底層に蓄積された栄養塩が上層に輸送され秋季に高濃度になる要因と考えられる。

今回見積もられた $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{PO}_4\text{-P}$ の底泥溶出量は、特に $\text{PO}_4\text{-P}$ について、佐呂間別川時雨橋の負荷量に匹敵する量であることがわかった。また、過去の知見からサロマ湖では9月の荒天時に全層循環しやすい状況になることがわかっている⁵⁾。このことを考えると、TPの秋季の濃度上昇について、貧酸素水塊で底泥溶出によって蓄積した $\text{PO}_4\text{-P}$ が、9月の全層循環で表層に輸送されることが要因の一つと考えられる。

また、河川から供給される栄養塩の特性について、夏季にTN/TP比が低くなる傾向が見られていることも記載した。そして、湖内表層のTP濃度について見てみると、佐呂間別川に近いST-3やST-4で特に秋季に濃度が高くなることが見られた(図14)。これらのことを考慮すると、秋季に湖内表層のTP濃度が上昇する理由は、河川供給量の季節的な特性(TN/TP比の夏季の低下)と、夏季のリンの底泥溶出と初秋の湖水循環に伴う表層への供給の、双方による影響が考えられるであろう。

窒素に関しては、湖内表層において、微妙であるが、秋季に $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度のわずかな上昇が見られていた(図13)。これも夏季の貧酸素水塊での $\text{NH}_4\text{-N}$ の底泥溶出による供給と全層循環の影響と考えられる。しかしながら、TN全体として考えた場合、湖内では、DONの現存量が大きいこと、河川からの $\text{NO}_3\text{-N}$ を中心としたTNの供給量が多いことなどから、底泥溶出の影響が現れにくかったと考えられる。

謝辞

現地調査を行うにあたりまして、サロマ湖養殖漁業協同組合の皆様のご協力を賜りました。

本報告をまとめるにあたりまして、道受託研究「平成27年度及び28年度サロマ湖環境基準未達成原因究明調査」の成果も活用させて頂きました。北海道環境政策課(現循環型社会推進課)環境保全Gの皆様、オホーツク総合振興局環境生活課地域環境係の皆様のご協力を頂きました。

サロマ湖養殖許容量検討会におきまして、委員長の

門谷茂北海道大学名誉教授、齋藤誠一北海道大学特任教授、塩本明弘東京農業大学教授、園田武東京農業大学助教、櫻井泉東海大学教授、伊藤敏郎国立研究開発法人寒地土木研究所上席研究員、赤池章一北海道立総合研究機構網走水産試験場調査研究部長の各委員の皆様と、事務局であるサロマ湖養殖漁業協同組合及び公益社団法人北海道栽培漁業振興公社の皆様、そしてオブザーバーの皆様には、貴重なご意見ご助言を賜りました。

記して謝意を表します。

引用文献

- 1) 北海道環境科学研究センター(2005) 北海道の湖沼改訂版, 32-35.
- 2) 宇田川洋(1987) サロマ湖, 湖畔のアイヌ遺跡. 日本の湖沼と溪谷1北海道 I, 121-124.
- 3) サロマ湖養殖漁業協同組合, 組合概要, <http://salaromako.org/index.html> (2018, 5 アクセス)
- 4) 環境省水・大気環境局水環境課(2014) 日本の汽水湖～汽水湖の水環境の現状と保全～概要版, 3-7.
- 5) 田中敏明, 木戸和男, 前川公彦, 阪口耕一, 福山龍次(2010) サロマ湖における貧酸素水塊の消長と底層水中の化学種について. 北海道環境科学研究センター所報, 36, 28-34.
- 6) Richards, F. A., Cline, J. D., Broenkow, W. W., Atkinson, L. P. (1965) Some consequences of the decomposition of organic matter in Lake Nitinat, an anoxic fjord. *Limnology and Oceanography*, 10, 185-201.
- 7) 国土交通省(2009) 国土数値情報, 流域メッシュ.
- 8) 国土交通省(2009), 国土数値情報, 土地利用細分メッシュ.
- 9) 独立行政法人農業環境技術研究所, 農業環境情報統合データセンター(2011). http://agrienv.dc.affrc.go.jp/integrated_db/web/index.html
- 10) 独立行政法人農業環境技術研究所, 農業統計情報メッシュデータ閲覧システム(2011). <http://agrimesh.dc.affrc.go.jp>
- 11) 神山和則, 寶示戸雅之, 佐々木寛幸, 宮路広武(2003) 国土数値情報を利用した農業統計データのメッシュ化. 日本土壌肥科学雑誌, 74, 415-424.
- 12) 武内智行, 坂田年隆, 早瀬吉雄(1990) 寒冷地圏域の海跡湖における環境保全に関する研究. 開発土木研究所報告, 92.

- 13) 北海道立総合研究機構 環境科学研究センター (2016) 平成27年度サロマ湖環境基準未達成原因究明調査報告書.
- 14) 國松孝男, 村岡浩爾 (1989) 「河川汚濁のモデル解析」. 11-24. 技報堂出版, 東京.
- 15) 日本下水道協会 (1999) 流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説.
- 16) 志村もと子, 田淵俊雄 (1997) 養牛地域における畜産と河川水窒素濃度との関係 - 畜産主体の集水域における窒素流出に関する研究 (IV) - . 農業土木学会論文集, 189, 45-50.
- 17) Ekholm, P., Kallio, K., Salo, S., Pietilainen, O. P., Rekolainen, S., Laine, Y., Joukola, M. (2000) Relationship between catchment characteristics and nutrient concentrations in an agricultural river system, *Water Research*, 34, 3709-3716.
- 18) 三上英敏, 五十嵐聖貴 (2016) 家畜排せつ物法施行後における風蓮湖流域河川の水質環境変化について (2). 環境科学研究センター所報, 6, 32-38.
- 19) 木平英一, 揚宗興, 八木一行, 窪田順平 (1997) 降雨に伴う渓流水のNO₃-N窒素安定同位体比の変動. 水文・水資源学会誌, 10, 360-366.
- 20) Pfenning, K. S., McMahon P. B. (1996) Effect of nitrate, organic carbon, and temperature on potential denitrification rates in nitrate-rich riverbed sediments. *Journal of Hydrology*, 187, 283-295.
- 21) 三上英敏, 石川靖, 上野洋一 (2007) 達古武川上流部湿地帯における水質環境特性. 陸水学雑誌, 68, 65-80.
- 22) 三上英敏, 五十嵐聖貴 (2013) 釧路湿原達古武沼隣接湿地帯における栄養塩の発生源と負荷特性の解明. 全国環境研会誌, 38, 161-168.
- 23) 寺崎恵未 (2014) 亜寒帯汽水湖の生物生産過程における微細藻類 (植物プランクトン, 付着微細藻, 底生微細藻) の役割の評価. 北海道大学大学院環境科学院学位論文.
- 24) 菅井隆吉, 伊藤健, 西尾正博, 溝山勇, 菅原庄吾, 清家泰 (2015) 二つが繋がった汽水湖における湖底堆積物からの窒素, リン及びDOCの回帰速度から見た水域の特性評価. 陸水学雑誌, 76, 25-34.
- 25) 原口浩一, 櫻田清成, 大和田紘一 (2011) 八代海海底堆積物からの栄養塩溶出量の見積もりと水柱への寄与. 用水と廃水, 53, 205-212.
- 26) 西條八束, 三田村諸佐武 (1995) 「新編湖沼調査法」, 111-116, 講談社サイエンティフィック, 東京.
- 27) 原島省 (2003) 陸水域におけるシリカ欠損と海域生態系の変質. 水環境学会誌, 26, 621-625.

Nutrient supply from basin and lake sediment in Lake Saroma

Hidetoshi Mikami, Seiki Igarashi and Koichi Sakaguchi*

*: *Aquaculture Fishery Cooperative of Saroma Lake*

Abstract

To promote an understanding of nutrient dynamics for application to future environmental conservation and appropriate cultured fishery management practices, we investigated the water quality in Lake Saroma and its basin. We found that the ratio of total nitrogen to total phosphorus tended to be low in summer in the Saromabetsu River, which is the maximum inflow river of the lake. An oxygen deficit area was formed in the deep layer of the lake during summer, where we confirmed the accumulation of ammonium and phosphate due to leaching from bottom sediments. The estimated quantity of phosphate leaching from the bottom sediments in Lake Saroma was similar to that in the Saromabetsu River. Additionally, with respect to the nutrient concentrations in the surface layer of the lake, total phosphorus concentrations rose from summer to fall overall. Potential causes of this pattern include both the seasonal characteristics of the fluvial supply and the influence of said supply on the surface layer, along with lake circulation in the early fall after the phosphate leaching of bottom sediments during summer.

排出ガス中水銀測定 of 留意事項とその対応について

大塚 英幸 仮屋 遼 丹羽 忍 芥川 智子 秋山 雅行

要 約

ガス状水銀及び粒子状水銀をそれぞれ採取・分析し、その合計を全水銀濃度として評価する排出ガス中水銀の測定方法が新たに制定された。これに関し、想定される排ガス測定に係る留意点について実測定を行い、その対応策を検討した。その結果、実測により配管の加熱有無や配管の長さ等が変わることにより、水銀の採取個所別捕集割合に影響することを明らかにした。

Keywords: 排出ガス, 水銀, 測定方法, 留意点

1 はじめに

「水銀に関する水俣条約」が2013年10月に採択、2017年8月に発効されたことにより、国内でも法整備が進められ、大気汚染防止法による水銀排出規制が開始されることとなった^{1, 2)}。規制にあたっては、かねてよりJIS法で測定されていた測定法とは異なり、ガス状だけではなく粒子状水銀も測定し、ガス状と粒子状の合計を全水銀として評価する方式が採用された³⁾。また、水銀濃度には変動があるため、採取時間を長くすることにより、平均的な排出状況を捉えた規制を行うという考え方となっている²⁾。

今回、新たに制定された排出ガス中水銀測定方法に関する留意点をはじめとした排出ガス測定に関する技術情報を取りまとめ普及することを目的として、実炉における測定を行い、留意点に係る対応について検討したので報告する。

2 検討事項及び検討方法

排出ガス中の水銀測定法³⁾(平成28年環境省告示94号、以下「告示法」と表記)を基本として、想定される排ガス測定に係る留意点について、対応する実測定を行い、対応策を検討した。具体的な検討項目としては、外気温にさらされる配管部の加熱、採取管から吸収ビンまでを接続する配管の長さ等の条件を変え、廃棄物焼却炉5施設において排出ガス中の水銀測定(図1)を行い、2条件の同時測定を行うことにより、比較検討を行った。

排ガス中水銀の測定は、条件を変えて検討した項目以外については告示法に従った。すなわち、ガス状水銀は湿式吸収-還元気化-原子吸光法、粒子状水銀はJIS Z 8808捕集-加熱気化-原子吸光法により、日本インスツルメンツ製MA-3000及び還元気化ユニットS-MAを用いて定量した。以下に、個々の検討項目について説明を記す。

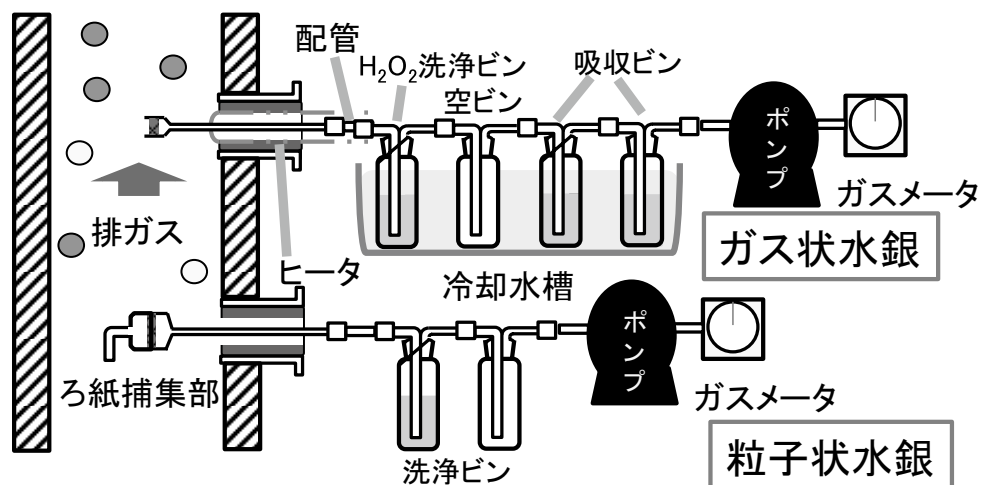


図1 排出ガス中水銀測定 of 概念図

2.1 ガス状水銀の採取時における配管の加熱の影響

ガス状水銀の採取時において、配管の加熱の有無により水銀の採取個所別捕集割合に影響する可能性がある。そのため、採取管の後流、吸収ビン手前までの経路の加熱の有無が結果に影響するかについて、リボンヒーターによる加熱（約100℃）を行う場合と、室温のままの場合とを比較した。

2.2 ガス状水銀の採取時における吸収ビン上流の配管長さによる影響

ガス状水銀の採取時、採取管から吸収ビンまでの配管長さが変わることにより、水銀の採取個所別捕集割合に影響する可能性がある。そのため、配管長さが変わることにより、水銀の採取個所別捕集割合にどうかについて、5 cmと100 cmの2通りに長さを変えて比較した。

2.3 ガス状水銀の採取流速の影響

ガス状水銀の採取時、流速が変わることにより、ガス状水銀の採取個所別捕集割合に影響する可能性があるため、採取流速を1L/分と2L/分の二通りで採取を行い、比較した。

2.4 金アマルガムカラム捕集と公定法（吸収液捕集）の比較

告示法では、ガス状水銀は硫酸酸性過マンガン酸カリウム溶液による溶液吸収法が採用されている。一方、環境大気中水銀の捕集に用いられる金アマルガムカラム捕集が排ガス中の水銀捕集に応用できるならば、採取試料の取り扱いや分析の簡便性においてメリットがあるため、金アマルガムカラム捕集と公定法（吸収液捕集）の比較を行った。金アマルガムカラムは、水分やその他の妨害があるため、金アマルガムカラムの前段には吸湿ビンを設置し、排ガスの水分を除去してから排ガスをカラムに導いた。

2.5 その他

粒子状水銀測定におけるろ紙ブランクの750℃、4時間加熱処理の有無による水銀検出状況について検討した。

3 結果とその対応について

3.1 ガス状水銀の採取時における配管の加熱の影響

排出ガス中水銀の測定方法について、実測により配管（採取管+導管）の加熱有無を比較した結果（n=12）を図2及び図3に示した。図2は吸収ビンの手前

に洗浄ビンと空ビンを置かず、吸収ビン1と吸収ビン2のみの場合（n=12）、図3は吸収ビンの手前に洗浄ビンと空ビンを置いた場合（n=3）である。いずれも、加熱有りに比べ、加熱無しでは吸収ビンより前の洗浄ビンや配管に水銀がより多く捕集されており、配管部に捕集される水銀の百分率は、図2では平均6%、図3では平均2%加熱無しの方が多い結果であった。また、図3からは、吸収液ではなく過酸化水素水を入れたガス洗浄部や空ビンにも水銀が捕集されることも読み取れる。洗浄ビンと空ビンに捕集された水銀の百分率の合計は、加熱ありの平均43%に比べ加熱無しでは平均71%と、3割近く多くなっていた。

凝縮水と共に水銀が配管等の経路に滞留し、測定終了時などの逆流による損失の原因となる可能性があるため、経路の加熱は重要であることから、配管等の加熱は十分に実施する必要がある。また、測定終了後の各部の洗いこみも入念に行うことが求められる。

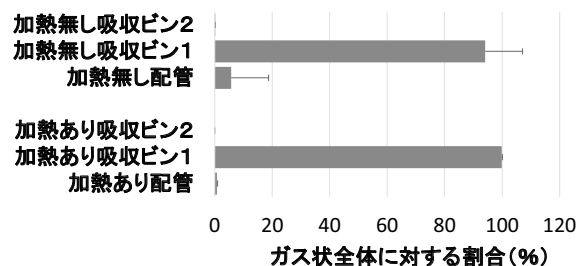


図2 ガス状水銀の採取時における配管の加熱の影響（洗浄ビン及び空ビンなし、バーは標準偏差）

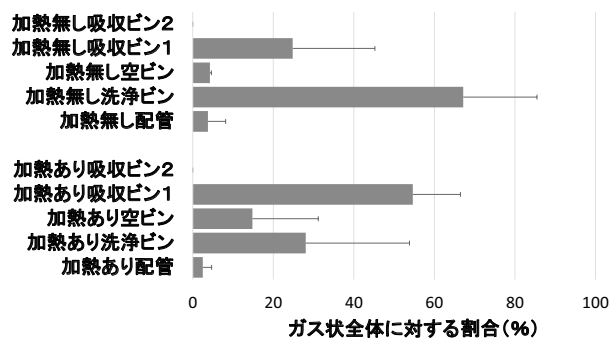


図3 ガス状水銀の採取時における配管の加熱の影響（洗浄ビン及び空ビンあり、バーは標準偏差）

3.2 ガス状水銀の採取時における吸収ビン上流の配管長さによる影響

図4に、配管の長さを比較した結果（n=14）を示した。配管からの水銀は、その長さにかかわらず、2割程度検出された。このことから、配管部を十分に洗いこむことが必要であると思われる。

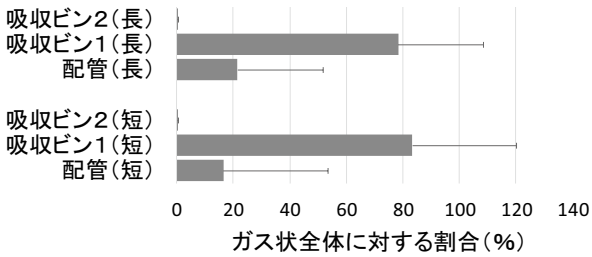


図 4 ガス状水銀の採取時における吸収ビン上流の配管長さによる影響(バーは標準偏差)

3.3 ガス状水銀の採取時における採取流速の影響

告示法に示されたガス状水銀の吸引流速1L/分と2L/分の場合のそれぞれの採取箇所別捕集割合 (n = 6) を図5に示した。1L/分の場合、吸収ビン2には水銀が検出されなかった。2L/分の場合、1L/分に比べ配管部の割合が低かった一方で、吸収ビン2においても水銀が検出された。告示法には、最終の吸収液中の水銀濃度が、直前の吸収液中の水銀濃度の5%以下であることとされており、2L/分の場合はこの規定を順守できない危険があることから、1L/分までの流速で吸引すべきであることが確認された。

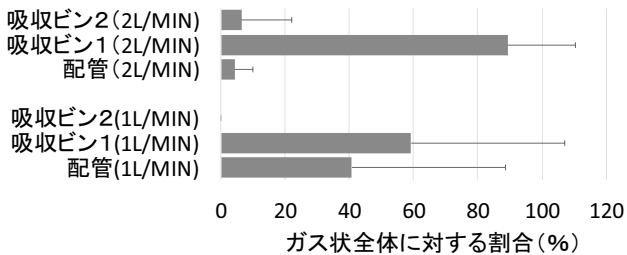


図 5 ガス状水銀の採取時における採取流速の影響(バーは標準偏差)

3.4 ガス状水銀の採取時における金アマルガムカラム捕集と公定法(吸収液捕集)の比較

ガス状水銀の採取時における金アマルガムカラム捕集(以下、金アマ)と公定法(吸収液捕集)を比較した結果 (n = 3) について、図6に示した。金アマによる定量値は公定法の十分の一以下であり、この条件では金アマの排出ガス中水銀の測定への応用は難しいと考えられた。また、定量後の金アマルガムカラムをさらに定量すると、水銀のピークが残存しており、水銀の脱着が阻害されている状況が観測された。したがって、今回検討した、除湿ビンのみを前段に置く金アマによる水銀測定は、実用には向かないと思われ、塩化カルシウムや過塩素酸マグネシウムなどによる除湿の検討が今後必要である。

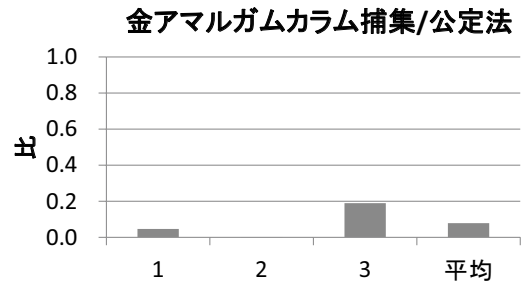


図 6 ガス状水銀の採取時における金アマルガムカラム捕集(金アマ)と公定法(吸収液捕集)の比較

3.5 その他

ろ紙ブランクに関して、表1に未加熱ろ紙と加熱ろ紙(42 mm φ 円形石英繊維ろ紙)のブランク検出状況を示した。ろ紙ブランクの標準偏差は未加熱と加熱で大差なく、その結果定量下限値は加熱前と加熱後あまり変わらない状況がみられた。その一方で、水銀の検出量は、加熱前で平均0.42 ng、加熱後で平均0.06 ng検出され、加熱後はブランクが下がる傾向がみられた。加熱操作による水銀の除去が必要ではあるが、除去が完全にはいかないことを考慮し、ブランク値の確認を確実にを行うことが重要であると考えられた。

表 1 ろ紙ブランク検出値 (ng)

	未加熱ろ紙	加熱ろ紙
平均	0.42	0.06
標準偏差	0.07	0.06
n=4		

4 おわりに

以上のように、複数事業所における実測定により、排出ガス中水銀の測定について若干の知見を得た。これらと共に、その他の留意事項についても対応策をまとめ、「排出ガス中水銀測定の手引き」⁴⁾を作成し、データ整理等のとりまとめに係る留意点も合わせて掲載し、今後改定していきたいと考えている。また、実測定の集積により技術情報を追加していく予定である。

謝辞

本検討を行うに当たり、複数の廃棄物焼却炉において試験をさせていただきました。ここに深謝いたします。

引用文献

- 1) 環境省, 「大気汚染防止法施行規則の一部を改正する省令」等の公布について. <https://www.env.go.jp/press/103006.html> (2019. 2. 1アクセス).
- 2) 環境省, 「大気汚染防止法施行令等の一部を改正する政令」の閣議決定及び意見募集の結果について. <http://www.env.go.jp/press/101639.html>, (2019. 2. 1アクセス).
- 3) 環境省, 排出ガス中の水銀測定法 (平成28年環境省告示94号). <https://www.env.go.jp/council/07air-noise/y0710-05/dref07.pdf>, (2019. 2. 1アクセス).
- 4) 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 環境・地質研究本部 環境科学研究センター 環境保全部 (2018), 「排出ガス中水銀測定の手引き」.

Notes on mercury measurements in stack gas and the effects of sampling conditions

Hideyuki Otsuka, Ryo Kariya, Shinobu Niwa, Tomoko Akutagawa, and Masayuki Akiyama

Abstract

A method for measuring mercury in stack gas, involving the collection and analysis of gaseous and particulate mercury, respectively, and the evaluation of these components as the total mercury concentration, was established in Japan in 2016. Actual measurements on stack gas were made, and countermeasures to the points of stack gas measurements were considered. The results from measurements taken at several waste incinerators clearly indicated that the changing of sampling conditions, such as the heating of suction tubes or the length of tubing during suction tube and gas absorption bottle, influences the percentages of mercury at each trapping point in the sampling train.

アンケート調査による ヒグマ人身事故防止に向けた普及啓発の評価と課題

近藤 麻実

要 約

ヒグマ (*Ursus arctos*) による人身事故防止に関する講演後に受講者アンケートを実施し、普及啓発の具体的な内容や課題について検討した。まず、ヒグマの生態や人身事故対策に関する学習機会へのニーズの高さが明らかとなった。また、「ヒグマの生態」が有用な情報としてもっとも多く選択されたことから、人身事故防止のための普及には、ヒグマの行動パターン等の基礎的な事項の理解が重要と考えられた。座学だけでない実地活動などを組み込むことや、追跡調査による普及効果の検証などを通じ、より良い普及プログラムおよび媒体の検討と開発が今後求められる。

Keywords: ヒグマ, 人身事故防止, 普及啓発, 普及プログラム

1 はじめに

北海道では、人身事故や農作物被害といった、人とヒグマ (*Ursus arctos*) とのあつれきが問題となっており、平成13年には全道に先駆け、あつれきの軽減とヒグマ個体群の存続を目的とした「渡島半島地域ヒグマ保護管理計画」¹⁾が策定された。その後、計画は全道に拡大され、平成26年度には「北海道ヒグマ保護管理計画」²⁾が、平成28年度には環境省の特定鳥獣保護管理計画（以下、特定計画）制度に基づく「北海道ヒグマ管理計画」³⁾が策定された。どの計画においても、あつれきの軽減と個体群の存続という目的は共通している。この期間中、ヒグマ個体数は増加傾向にあった可能性が高く³⁾、個体群の存続は達成できていると考えられる。その一方、農作物被害は増加傾向にあるほか、人身事故は平成27年度を除き毎年1～数件発生し続けており³⁾、あつれきの軽減を達成できているとは言えない。あつれきを軽減するためには、ヒグマの生態や被害防除に関する知識を住民へ普及することが不可欠である⁴⁾。全国的にも、クマ類（ヒグマおよびツキノワグマ：*Ursus thibetanus*）の特定計画に「管理目標達成のための方策」として普及啓発を記載する府県が増加しており、人身事故対策に関するチラシの配付や小学校への出前授業、農作物被害防除技術に関する研修会等が行われている⁵⁾。しかしながら、こうした普及事業の効果はほとんど評価されていない⁶⁾。普及内容の検討や、人々の行動および意識の変化等の評価は、あつれき軽減の達成のために重要である。

筆者は、平成29年11月に札幌市の総合建設コンサル

タント株式会社ドーコン（以下、ドーコン）が開催した現場業務安全講習会において、ヒグマによる人身事故防止のための講演を行う機会を得た。この機会を利用して、人身事故防止に向けた普及啓発内容の検討に必要な基礎情報を収集するため、講習会終了後にヒグマに関する学習機会へのニーズや、受講前後の意識の変化等についてアンケート調査を実施した。本稿では、アンケート調査の結果を報告するとともに、人身事故対策への理解を深めるために必要な情報について考察する。

2 方法

2.1 ヒグマによる人身事故防止に関する講演

平成29年11月28日に、ドーコン及びその協力会社の業務として山野に入ることのある職員59名を対象として、ヒグマによる人身事故対策に関する講演を行った。講演では、①ヒグマの生態、②人身事故統計、③人身事故の発生パターン、④具体的な事故対策、⑤実際の事故事例の大きく5つについて説明した。

①では、ヒグマの行動パターンを理解することを目標に、季節ごとの食物やヒグマの身体能力、学習によって行動が変わる性質など、基礎的な情報を提供した。②では、平成以降に発生した人身事故について、被害者の行動内容や事故の多い時期、死亡事故は単独行動時に発生していることなどをデータを示しながら説明した。③では、人身事故の発生パターンを「防御的な攻撃」「興味本位の接近から攻撃に移行」「積極的攻撃」の大きく3つに分け、それぞれ説明した。

その上で、突然の遭遇や子グマの防衛といった「防衛的な攻撃」が人身事故発生パターンのおお半を占めることを述べた。④では、③を受けて、ヒグマに出会わないことの重要性とその方策を伝えた。また、万が一出会ってしまった場合にとるべき行動・とってはいけない行動を説明し、襲撃されそうになった場合の対抗手段として、クマスプレーの携行を推奨した。⑤では、④で説明したことの理解が深まるよう、実際の事故事例を紹介し、そこから得られた教訓について解説した。約60分間の講演後には、質疑応答の時間を設けた。

2.2 アンケート

講演と質疑応答の後、その場でアンケート（付表）への回答を求めた。アンケートでは、ヒグマに関する学習機会へのニーズを調査するため、学習の必要性を感じるかどうかについて聞き取った。また、ニーズの有無との関連を調べるため、ヒグマの目撃経験やヒグマに関する学習経験の有無についても質問した。講演内容を評価するため、ヒグマの人身事故対策について知りたい知識を得られたか、有用だと感じた情報は何か、受講前後のヒグマに対する意識の変化に関する設問を設けた。さらに、講演を通じて必要な人身事故対策が受講者に伝わったか、人身事故対策に変化は見られたかを調べるため、受講前にとっての人身事故対策および受講後にとろうと思う対策の双方についても質問した。最後に、普及内容を検討する際の一助にするため、印象に残った点やより詳しく聞きたかった点などについて自由記載で感想や意見を求めた。

回答後のアンケート用紙はその場で回収し、後日設問ごとに集計を行った。集計にあたっては、無回答のものを除いた。また、受講前にとっての人身事故対策と受講後にとろうと思う人身事故対策に差があるかどうかについては、対策手段ごとにFisherの正確率検定によって評価した。

3 結果

講習会の出席者59名のうち、54名（91.5%）からアンケートの回答を得た。一部の設問に無回答のものがあったため、設問ごとに有効回答数は異なった。以下、有効回答数については、54に満たないもののみ記す。

回答者の属性については（有効回答数52：図1）、40代がもっとも多く（59.6%）、北海道出身者が大半を占めた（88.5%）。ヒグマの生態や人身事故対策を学習する必要性を感じるかどうかについて、ヒグマの目撃経験別に集計したところ（有効回答数53）、目撃経験が多いほど「学習の必要性を感じる」割合が増加した。ただし、一度もヒグマを目撃したことが無い人で

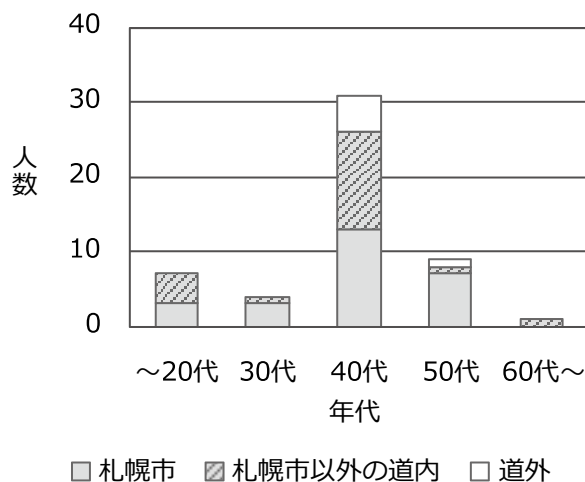


図1 アンケート回答者の属性

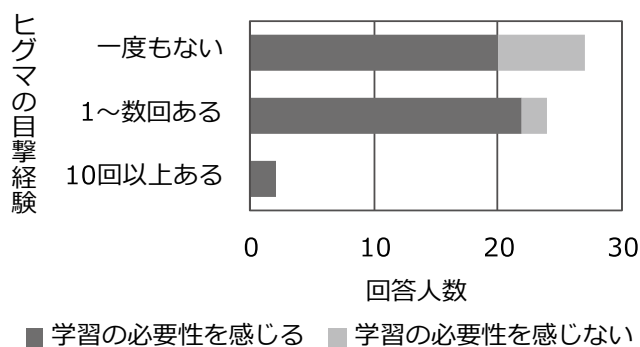


図2 目撃経験別のヒグマについて学ぶ必要性に対する認識

あっても、大半（74.1%：27名中20名）が学習の必要性を感じていた（図2）。

「これまでにヒグマの生態や人身事故対策について学習する機会があったか」という設問の有効回答数は53であり、学ぶ機会を人から与えられたグループ（「学校の授業で」もしくは「職場の研修会等」を選択したグループ：14名）と、学ぶ機会を人から与えられたことのないグループ（上記以外を選択したグループ：39名）に大別できた。後者について集計したところ、「インターネットや本等から積極的に情報収集した」と「その他」（プライベートで知床旅行をした際にガイドから聞いた、野外業務中に護衛のハンターから聞いたなど）はそれぞれ7名であった（図3）。残りの25名は「学ぶ機会は無かった」としたが、このうち19名（76.0%）は学習の必要性を感じると回答した（図3）。

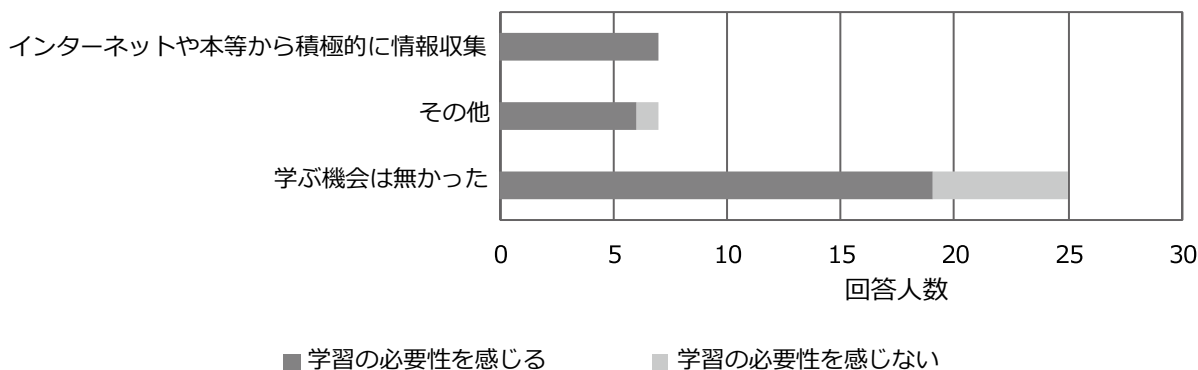


図3 これまでにヒグマの生態や人身事故対策について学習する機会があったか
学習の機会（学校の授業や職場の研修会等）を与えられたことのないグループ39名について集計した

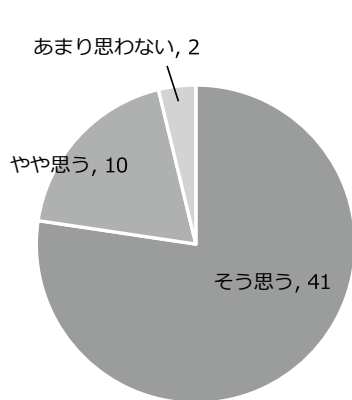


図4 ヒグマの人身事故対策について
知りたい知識が得られたか
数字は回答者数

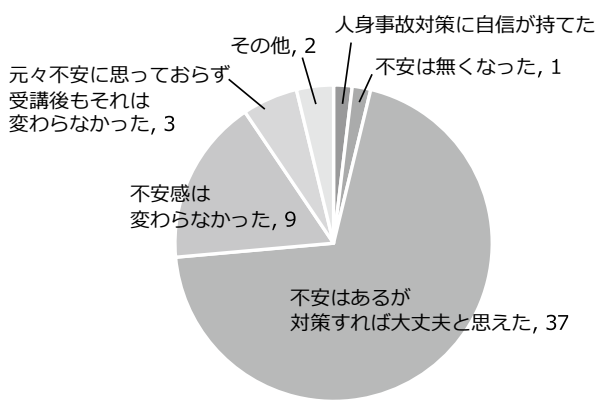


図5 受講前後でヒグマに対する意識
は変わったか
数字は回答者数

「ヒグマの人身事故対策について知りたい知識が得られたか」という設問についても有効回答数は53であり、「そう思う」もしくは「やや思う」を51名（96.2%）が選択した（図4）。「あまり思わない」を選択した2名については、その理由を「既に知っている内容が多かったため」と回答した。

「受講前後でヒグマに対する意識が変わったか」の設問に対しては、「不安はあるが対策すれば大丈夫と思えた」を選択した人が最も多かった（図5）。ポジティブな方向に意識が変わった回答（「不安はあるが対策すれば大丈夫と思えた」「人身事故対策に自信が持てた」「不安は無くなった」）は73.6%から得られた。

講演の中で有用だと感じた情報について複数回答を求めたところ（有効回答数53）、「ヒグマの生態」が最も多く選択された（図6）。このほか、回答者の半数以上が選択したのは「事故の発生パターン」、「人身事故に関するデータ」、「具体的な事故対策」であった（図6）。

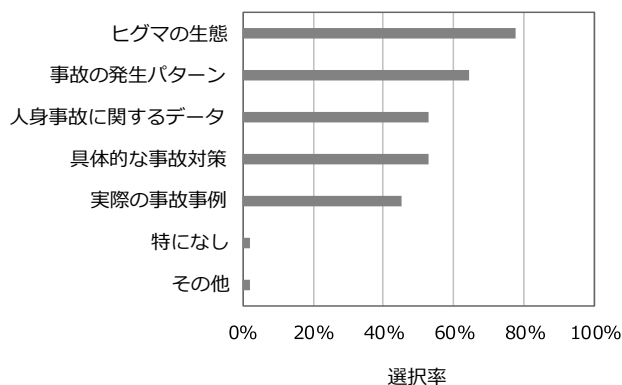


図6 講演の中で有用だと思った情報は何か

受講前にとっていたヒグマ対策と、受講後にどう思うヒグマ対策について、有意に差があったのは「クマスプレー」と「複数人で行動」であり、どちらも受講後有意に増加した（図7：p=0.0105, p=0.0390）。

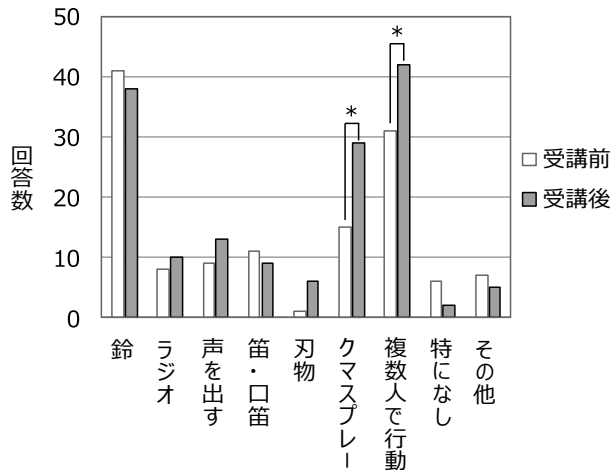


図7 ヒグマによる人身事故対策の手段 受講前後の比較 *p<0.05

4 考察

一般市民にとってヒグマに関する知識の普及啓発へのニーズは高い^{7), 8)}が、今回の講演の対象は業務として山野に入る会社の職員であったため、既にヒグマの生態に関する知識や人身事故対策については、一定の知識を習得していることが予想され、学習機会へのニーズは高くない可能性を想定していた。しかしアンケート調査の結果、業務として山野に入る人たちにおいても、ヒグマの生態や人身事故対策に関する学習機会へのニーズは高いことが明らかとなった。さらには、ヒグマの目撃経験が無い人であっても、その大半が学習機会の必要性を感じていた。このことは、ヒグマの生息地で業務を行うことに対する潜在的な不安感を反映しているのではないかと考えられ、目撃経験の有無に関わらずヒグマや人身事故対策への関心・意識は高く、学習機会へのニーズが広いことが示唆された。

学習の機会を与えられたことが無く、自発的にも情報を得ていない人は回答の半数近く（25名、47.2%）に上ったが、その多くは学習の必要性を感じており、必要性が無いから情報を得ていないというわけではないことが示された。学習の必要性を感じつつもどこからも情報を得ていない理由については設問を設けなかったため推測の域を出ないが、参照すべき情報がどれなのかわからなかったり、インターネットの情報が正しいかどうか判断しきれないといった事情があるのかもしれない。ヒグマによる人身事故は人命に関わるため、情報源が信頼できること、対策に納得できることが重要と考えられる。何が原因で情報を得られていないのか、こういった手順で情報を得たいかといったことに関する情報収集は今後の課題であるが、その結果を活用することで、ヒグマに対する知識の普及

及び大きく進むことが期待される。

今回の講演によって、96.2%が「ヒグマの人身事故対策について知りたい情報を得られた」と回答し、ヒグマに対する意識は73.6%でポジティブな変化が見られたことから、ヒグマの人身事故対策への理解が深まったことがポジティブな意識の変化をもたらしたのではないかと考えられる。有用だったと感じられた情報として、人身事故発生の背景や理由の理解に不可欠な「ヒグマの生態」「事故の発生パターン」が多く選択されたことから、ヒグマに関する理解が深まることの重要性が示唆された。実際に、自由記載の感想として「クマの行動パターンを知れたので良かった」「非常に分かりやすく、クマを理解できた」「落ち着いて行動することの大事さが分かった」「対策が有効であることが分かった」といった意見が寄せられており、ヒグマの生態の理解が人身事故対策への納得・自信につながったものと考えられた。

自由記載の感想として「もっとほかの人にも聞いてほしいと思った」「良いクマ・悪いクマの部分をもっと皆に分かってもらうよう情宣していく必要があると感じた」といった情報共有意欲に関する意見も寄せられた。情報共有意欲は、自分が有益と感じたり、その事項に共感したりする場合に生まれる感情とされる⁹⁾ことから、本講演内容が受講者にとって有益なものであり、必要な情報であったことが推定された。つまり、普及啓発を行う上では、具体的な事故対策のみを伝えるのではなく、クマの行動パターンや生態に関する内容と絡めて、対策の意味が理解できるような説明をすることが重要と言える。受講後にしようと思う人身事故対策として、推奨される対策である「クマスプレー」と「複数人で行動する」が有意に増加したことも、今回の講演によって受講者が正しく人身事故対策の意味を理解できたことを示している。

本アンケート結果は、ヒグマによる人身事故対策に関する普及啓発効果を評価し、その内容を検討するための第一歩になったと考えられる。今回、応用的な情報（具体的な人身事故対策）だけでなく、基礎的な情報（ヒグマの生態や人身事故発生パターンに関する情報）を普及内容に含むことの重要性が示唆された。今後は、より効果的な普及啓発の展開のために、人々の意識の変化や理解の深まりについて、クマスプレーの試射などの実習を組み込んだプログラムや、新聞やチラシによる広報などの他の方法と比較を行うことが必要である。また、人々の意識や行動の変化は一時的なものであってはならないので、その継続性に関する長期的なモニタリングも必要¹⁰⁾であるが、山野の現場で今回の受講者が実際にヒグマの生態や被害対策に関する知識を活用できたかどうかについては追跡調査を実施できていない。追跡調査については今後の課題である。毎年開催される職場研修や学校教育等の

場の活用を模索するなどして、追跡調査を含めた普及啓発効果の評価や、最適な啓発プログラムおよび普及媒体の検討が求められる。

謝辞

株式会社ドーコンの皆さまには、講演の機会をいただくとともに、アンケート調査に快くご協力いただきました。また、受講された協力会社の皆さまにもアンケートへのご協力をいただきました。ここに記して感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 北海道 (2001) 渡島半島地域ヒグマ保護管理計画. 21p.
- 2) 北海道 (2014) 北海道ヒグマ保護管理計画. 40p.
- 3) 北海道 (2017) 北海道ヒグマ管理計画. 18p.
- 4) 天野哲也, 増田隆一, 間野 勉 (2006) 「ヒグマ学入門」 217, 北海道大学出版会, 札幌市.
- 5) 近藤麻実, 小坂井千夏, 有本 勲, 伊藤哲治, 後藤優介, 中下留美子, 中村幸子, 間野勉 (2015) 保護管理の三本柱: PDCAサイクルに基づく現状と課題の整理. 哺乳類科学55, 2, 265-282.
- 6) 小坂井千夏, 近藤麻実, 有本 勲, 伊藤哲治, 後藤優介, 中下留美子, 中村幸子, 間野 勉 (2015) モニタリングによる施策評価の実施状況と課題. 哺乳類科学55, 2, 241-263.
- 7) 亀田正人, 丸山 博 (2003) ヒグマをめぐる渡島半島地域住民の意識と行動. 室蘭工業大学紀要, 53, 65-76.
- 8) 北海道総合政策部広報広聴課 (2017) 人とヒグマの共存に関する道民の意識について. <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ss/tkk/01chosei/ishiki/28kekka-higuma.Pdf> (2018.9.25アクセス)
- 9) 泉水清志 (2015) クチコミの発信内容と共感他社が消費者行動に及ぼす影響. 育英短期大学研究紀要, 32, 39-51.
- 10) 桜井 良, 上田剛平, ジャコブソン K. スーザン(2013) 兵庫県但馬地域におけるクマ対策住民学習会の効果測定ー学習会をきっかけとした参加者の意識や行動の変化ー. 野生生物と社会1, 1, 29-37.

Evaluation of an educational program for reducing bear-human conflict using survey responses

Mami Kondo

Abstract

The government of Hokkaido advocates for public education as one specific measure to reduce bear-human conflicts, but its effectiveness has not been evaluated. I examined the contents of the educational program and the pressing issues to develop an effective means of communication based on questionnaire responses. The survey was conducted after I gave a lecture on bear incident prevention to employees of an environmental consulting firm. The survey results suggested that there was a great need for the opportunity to learn about bear biology and safety. The “ecology of bears” was selected most frequently as the most beneficial topic covered in the lecture. It is known that the knowledge of bear behavior facilitates a better understanding of bear safety. The optimal contents and media remain to be studied by comparing a number of educational programs and performing follow-up surveys.

付表：アンケート内容

設問	回答形式	選択肢
①年代	5 択	<ul style="list-style-type: none"> ・ ~20代 ・ 30代 ・ 40代 ・ 50代 ・ 60代~
②出身	3 択	<ul style="list-style-type: none"> ・ 札幌市 ・ 札幌市以外の道内 ・ 道外
③野生のヒグマの目撃経験	3 択	<ul style="list-style-type: none"> ・ 10回以上ある ・ 1回~数回ある ・ 一度もない
④ヒグマの生態や人身事故対策について学習する必要性を感じますか	2 択	<ul style="list-style-type: none"> ・ 学習の必要性を感じる ・ 学習の必要性を感じない
⑤これまでにヒグマの生態や人身事故対策について学習する機会があったか	5 択 (複数回答可)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 学校の授業で ・ 職場の研修会等 ・ インターネットや本などから積極的に情報収集 ・ 学ぶ機会は無かった ・ その他
⑥ヒグマの人身事故対策について知りたい知識は得られたか	5 段階スコア	<ol style="list-style-type: none"> 1. 思わない 2. あまり思わない 3. どちらとも言えない 4. やや思う 5. そう思う
⑦ (⑥で1または2を選択した場合) その理由は何か	5 択	<ul style="list-style-type: none"> ・ 説明が難しかった ・ 説明が簡単すぎた ・ 既に知っている内容が多かった ・ 期待していた内容と違った ・ その他
⑧受講前後でヒグマに対する意識は変わったか	7 択	<ul style="list-style-type: none"> ・ より不安になった ・ 不安感が変わらなかった ・ 不安はあるが対策すれば大丈夫だと思えた ・ 不安は無くなった ・ 元々不安に思っておらず、受講後もそれは変わらなかった ・ 人身事故対策に自信が持てた ・ その他
⑨講演の中で有用だと思った情報は何か	7 択 (複数回答可)	<ul style="list-style-type: none"> ・ ヒグマの生態 ・ 事故の発生パターン ・ 人身事故に関する統計データ ・ 具体的な事故対策 ・ 実際の事故事例 ・ 特になし ・ その他
⑩これまでとっていた人身事故対策	9 択 (複数回答可)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鈴 ・ ラジオ ・ 声を出す ・ 笛、口笛 ・ 刃物 ・ クマスプレー ・ 複数人で行動 ・ 特になし ・ その他
⑪これからとろうと思う人身事故対策	自由記載	
⑫感想・意見	自由記載	

雨竜沼湿原における主要植物3種のエゾシカによる花茎被食状況

島村 崇志 西川 洋子 稲富 佳洋 佐々木 純一*

要 約

2015年頃からエゾシカの侵入が確認され始めた雨竜沼湿原において、主要な高茎草本3種の花茎に対する被食状況を2017年及び2018年の結実期に調査した結果、ゼンテイカでは調査地内の99%の花茎が被食されていることが明らかになった。また、ナガボノワレモコウとコバギボウシについても花茎被食率が57～91%であり、ほぼ全域で被食が確認された。花茎に対する強度の被食圧は、個体数を減少させるだけでなく、植生を変化させる可能性がある。被食率の高い種を含め湿原を特徴づける重要な群落を保存するための対策を急ぐ必要がある。

Keywords : 雨竜沼湿原, エゾシカ, 高茎草本, 花茎被食率, 観光資源

1 はじめに

ニホンジカ (*Cervus nippon*) の採食による植生の劣化は、近年全国的に問題となっている。高山草原や湿原などでは、美しい花を咲かせる草本類に対する過度の採食によって、その特徴的な景観が失われている。本州ではゼンテイカ (*Hemerocallis dumortieri* var. *esculenta*) への採食が顕著であり、南アルプス南部の聖平付近では、ゼンテイカの生育していた高茎草本群落がほぼ壊滅状態となっている場所が確認されている¹⁾。また、長野県の霧ヶ峰や、日本最大の山岳湿地である尾瀬国立公園においても、ゼンテイカを始めとする多くの植物種に対する食害の深刻さが報告されている^{2,3)}。道内では、霧多布湿原やサロベツ湿原において、エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*, 以下ニホンジカと合わせて「シカ」とする) によるゼンテイカや、コバギボウシ (*Hosta sieboldii*), ナガボノワレモコウ (*Sanguisorba tenuifolia* var. *tenuifolia*), サワギキョウ (*Lobelia sessilifolia*) など食痕が確認されているほか⁴⁻⁶⁾、釧路湿原では、高層湿原、低層湿原、湿性林など様々な植生タイプで食痕のみられた種が記録されており、シカによる植生への影響が顕著となっている⁷⁻¹⁰⁾。

山岳湿原である雨竜沼湿原は、ゼンテイカをはじめとする花の目立つ植物が広範囲に分布し、花期の6～8月を中心に約6千人の観光客が訪れる¹¹⁾。本湿原は、これまでシカを目撃情報がほとんどなく、植生への影響が問題となることはなかった。しかし、佐々木¹²⁾により、2015年にコバギボウシの花部に対する被食が確認され、2016年にはさらにゼンテイカ、ヒオウギアヤメ (*Iris setosa*), ナガボノワレモコウの花部でも被食が確認され、植生への影響が懸念されている。これ

らの種は雨竜沼湿原を特徴づける主要な湿原植物であるだけでなく、観光上も重要な植物種である。

雨竜沼湿原において、シカによる採食が湿原植生へ及ぼす影響を明らかにするため、ゼンテイカ、コバギボウシ、ナガボノワレモコウの3種について、花茎の被食状況の定量的な把握を行ったので、報告する。

2 方法

2.1 調査地概要

雨竜沼湿原は、空知総合振興局管内の雨竜町に位置し、南暑寒別岳の東側山腹(北緯43° 42' 2" , 東経141° 36' 5")の標高約850mに発達した面積101.5haの山岳湿原である(図1)。蛇行するペンケペタン川とその支流、大小あわせて741の池塘を有するとともに¹³⁾、湿原植物や高山植物の咲く湿原は、景観的にすぐれ、暑寒別天売焼尻国定公園特別保護地区や道指定天然記念物に指定されているほか、ラムサール条約湿地に登録されている¹⁴⁾。

植生は、湿原面積の約7割をヌマガヤホロムイヌグサ群落が占め、湿原中心部から西側にかけてはミズゴケ湿原群落が発達している¹⁵⁾。また、ペンケペタン川沿いには、イワノガリヤス (*Calamagrostis purpurea* subsp. *langsдорfi*), コバイケイソウ (*Veratrum stamineum*), ヤラメスグ (*Carex lyngbyei*) などが優占する湿性草原的な群落がみられる¹⁵⁾。湿原周辺はダケカンバ (*Betula ermanii*) の疎林が成立しており、林床はチシマザサ (*Sasa kurilensis*) が密に覆っている。気象条件については、近傍のアメダス空知吉野と岩見沢測候所のデータから推定が行われており、年平均気温が2.9℃、最暖月は8月で平均17.1℃、最寒月は1月で-10.6℃、暖候期である5～9月の合計降水量は977mmと算出されているほか¹⁶⁾、年最深積雪深は少なくとも6m以上と推定されている¹⁴⁾。

* 雨竜沼湿原を愛する会

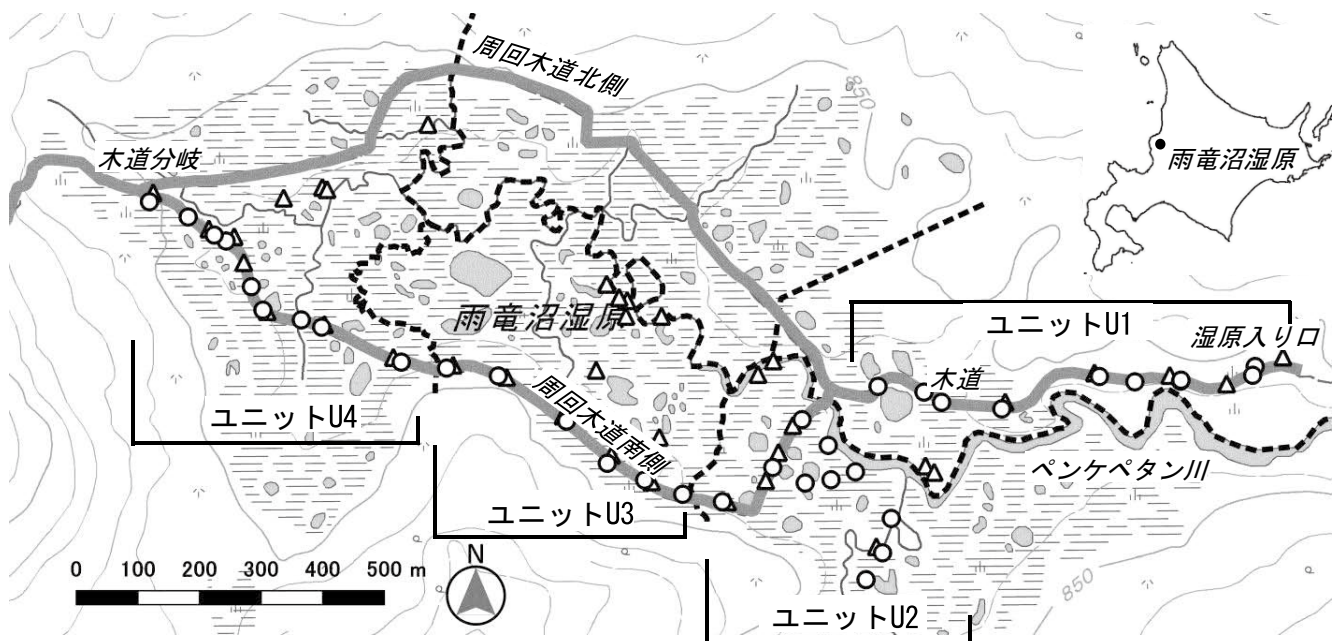


図1 雨竜沼湿原及び調査地点位置図 (△: 2017年9月1日, ○: 2018年9月1日の調査地点). 調査は, U1~U4の4つのユニット (破線) に分けて行った. なお, この位置図は, 国土地理院の電子地形図 (タイル) を利用して作成した.

2.2 花茎の被食状況調査

花茎に対する被食状況を把握するため, これまでに花部に対する食痕が確認されているゼンテイカ, コバギボウシ, ナガボノワレモコウの3種を調査対象として選定した. これらの種は, 雨竜沼湿原に広く分布し, 群生して開花する景観が観光資源となっている高茎草本である. ゼンテイカはエゾカンゾウやニッコウキスゲとも呼ばれるススキノキ科の多年草で, 雨竜沼湿原では7月上旬から8月上旬にかけて開花する. コバギボウシはクサスギカズラ科の多年草で, 7月下旬から8月下旬にかけて開花し, ナガボノワレモコウはバラ科の多年草で7月下旬から9月にかけて開花する. 3種とも複数の花からなる花序を形成し, 花茎上部の被食により花序の大部分を失う形態をしている.

調査は, 湿原東端の湿原入り口付近から周回木道南側を経て西端の木道分岐に至る木道沿いと, その周辺で実施した. 調査地点は, 木道沿いに約100m毎に設定したほか, シカによる踏み跡や寝跡の周辺, 調査対象種の比較的大きな群落がみられた場所に設定した (図1). また, 被食の程度に場所による違いがあるかを明らかにするため, 調査区域をU1~U4までの計4ユニットに区分した (図1). 各ユニットの範囲は, 佐々木¹³⁾がペンケペタン川及びその支流により地形的に雨竜沼湿原を区分けしたブロックを元に決定した. 各調査地点に調査区を設定し, 調査区内に出現した花

茎の本数を, 種毎に被食花茎と健全花茎に分けてカウントした. 被食花茎には, 花茎頂部が被食され花茎のみが残された状態のものほか, 花序の一部が被食されたものも含めた. 調査区サイズは, 2017年は1m×5mとし, 2018年は調査対象種の群落サイズや微地形に応じて1m×5m, 2m×2m, 1m×2mを適宜使い分けた. 2017年は9月1日にゼンテイカを除く2種を対象に合計33地点で, 2018年は9月1日に3種を対象に合計35地点で調査を行った. なお, 2017年は, 7月21日にゼンテイカの調査を実施したが, 未開花の花茎が多く被食花茎数を把握できなかったため, 結果からは除外した.

2.3 データ解析

花茎の被食程度に場所や花茎密度による違いがあるかを調べるため, 一般化線型モデル (GLM) による解析を行った. 目的変数は種毎の調査地点における花茎数に対する被食花茎数の割合とし, 確率分布は二項分布に従うと仮定した. 説明変数には, ユニット, 調査年 (ゼンテイカを除く), 各調査地点の花茎密度を用いた. GLMの解析結果が過分散となった場合には, Williams¹⁷⁾による方法を元に分散の補正を行った. GLMの解析には, 統計解析ソフトR ver. 3.5.1を用い¹⁸⁾, 過分散の補正にはパッケージ “dispmod” を使用した.

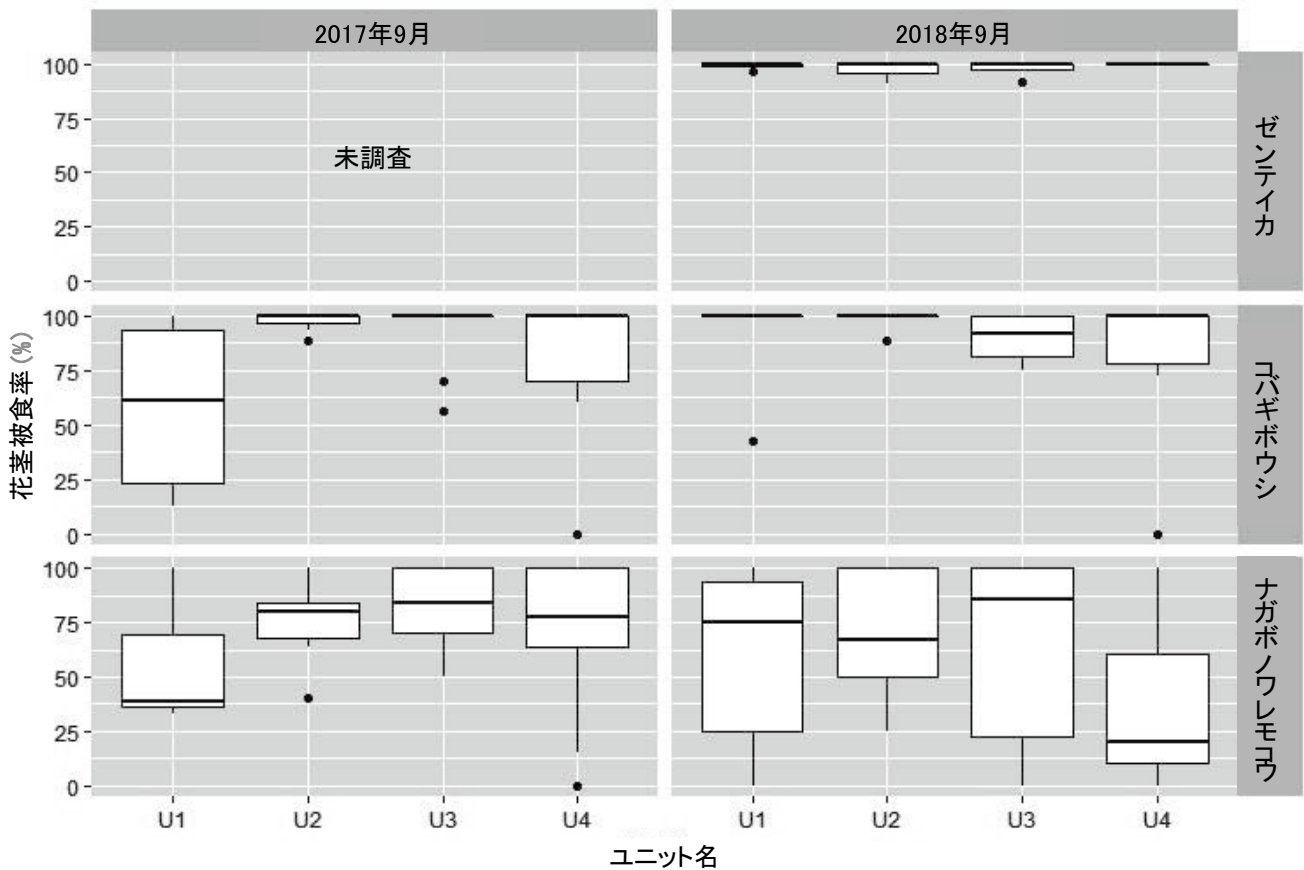


図2 調査対象3種の2017年及び2018年の9月におけるユニット別の花茎被食率の箱ひげ図

表1 調査対象3種の調査地点における花茎数に対する被食花茎数の割合を目的変数とした一般化線形モデル (GLM) の結果。

	パラメーター推定値	標準誤差	z値	p値
ゼンテイカ				
切片 (ユニットU1)	3.4376	1.0690	3.2160	0.001 *
ユニットU2	-0.3916	1.1848	-0.3300	0.741
ユニットU3	-0.2705	1.2515	-0.2160	0.829
ユニットU4	18.8657	4420.3	0.0040	0.997
花茎密度	0.0951	0.0830	1.1450	0.252
残差逸脱度: 11.9 自由度: 18 AIC: 34.2				
コバギボウシ				
切片 (ユニットU1)	0.1352	0.6633	0.2040	0.839
ユニットU2	2.6401	1.1732	2.2500	0.024 *
ユニットU3	1.5138	0.7689	1.9690	0.049 *
ユニットU4	0.6808	0.6715	1.0140	0.311
調査年	1.0136	0.6317	1.6040	0.109
花茎密度	0.1799	0.1553	1.1580	0.247
残差逸脱度: 44.8 自由度: 45 AIC: 67.1				
ナガボノワレモコウ				
切片 (ユニットU1)	0.3125	0.6562	0.4760	0.634
ユニットU2	0.4453	0.6309	0.7060	0.480
ユニットU3	0.2981	0.6252	0.4770	0.633
ユニットU4	-0.3850	0.5889	-0.6540	0.513
調査年	-0.5234	0.4406	-1.1880	0.235
花茎密度	0.3543	0.2005	1.7670	0.077
残差逸脱度: 56.4 自由度: 46 AIC: 94.1				

*: p<0.05

3 結果

3.1 ゼンテイカ

2018年9月のゼンテイカは、全調査区の平均花茎被食率が99%と高いことが明らかとなった (図2)。GLMの結果、ゼンテイカの花茎被食率には、ユニット及び花茎密度の影響は認められなかった (表1)。ゼンテイカは、すべての場所でほぼすべての花序が被食されていることが示された。

3.2 コバギボウシ

コバギボウシの全調査区の平均花茎被食率は、2017年9月と2018年9月でそれぞれ86%と91%であり、両年ともにゼンテイカに次いで高い値を示した (図2)。GLMの結果から、コバギボウシの花茎被食率に、花茎密度と調査年の影響はみられなかったが、ユニットU1よりもU2とU3で高い傾向がみられた (p<0.05; 表1)。

3.3 ナガボノワレモコウ

ナガボノワレモコウの全調査区の平均花茎被食率は、2017年9月と2018年9月でそれぞれ79%と57%であった (図2)。GLMの結果から、ナガボノワレモコウの花茎被食率は、ユニット、調査年、花茎密度のいずれの

影響も受けていないことが示された(表1)。

4 考察

雨竜沼湿原では、特にゼンテイカで花茎被食率が高く、ほぼすべての花茎が被食されていることが明らかとなった。また、コバギボウシとナガボノワレモコウについても、被食率が高いことがわかった。ゼンテイカについては、霧ヶ峰でキスゲ類の花茎被食率が57%であることが²⁾、尾瀬国立公園の大江湿原と尾瀬ヶ原で、花の被食率がそれぞれ平均10%と40%であったことが報告されている¹⁹⁾。これらと比較すると、雨竜沼湿原における調査を行った3種の花茎被食率は非常に高い。花茎の被食は、その年の種子繁殖の機会を失うことを意味する。これら3種は、多年草であり、栄養繁殖も行うことから、その年の種子繁殖の機会の喪失が直ちに個体数の減少に結びつくわけではないが、強度の被食圧が長期間継続した場合には個体数への影響は避けられないと考えられる。また、ゼンテイカは、シカの嗜好性が高く、新芽、葉、花、果実まで被食されたことが報告されているほか^{2,3,19)}、尾瀬国立公園ではコバギボウシの葉の被食も確認されている³⁾。雨竜沼湿原では、調査を行った夏期から秋期にかけては、いずれの種も花茎のみの被食が確認されたが、花茎以外の部位への被食圧が高まった場合には、個体数の減少とそれに伴う群落種組成の変化が進行すると考えられる。

霧ヶ峰では、キスゲ類の花茎密度が高い場所で被食率が高い傾向が示された²⁾。一方、雨竜沼湿原では、ゼンテイカとナガボノワレモコウについてはシカが花茎密度の高い場所や特定のユニットで採食している傾向はみられなかった。コバギボウシは、ユニットによって被食率に差が認められたが、全てのユニットで平均70%を超える被食が観察されている。この理由として、雨竜沼湿原は、霧ヶ峰と比較して面積も小さく植生タイプも同様であること、また、調査を行った3種は、いずれも湿原全域に分布し、花が目立つため、湿原全域でシカが採食したことが考えられた。今回調査を行った3種以外にも、シカの嗜好性が高いとされるミツガシワ (*Menyanthes trifoliata*) や¹⁹⁾、北海道レッドデータブックで希少種に指定されているクロバナハンショウヅル (*Clematis fusca*)²⁰⁾、分布が局所的なエゾノシモツケソウ (*Filipendula glaberrima*) などの被食を現地で確認したことから、現時点での他の植物の被食の状況についても把握する必要がある。また、ゼンテイカのように嗜好性の高い種は早期から全域で被食が目立つが、今後シカの利用状況が変化することにより、被食される植物の種数が増加することも考えられるため、群落単位で被食状況をモニタリングする必要がある。

今回調査対象にした3種のように、美しく目立つ花を群生してつける植物は、雨竜沼湿原の景観を形作る主要な構成要素であり、これらの種に対する被食を防ぐことは、観光資源を保全する上でも重要である。雨

竜沼湿原での影響低減のためには、湿原内でのシカの捕獲が有効な手法の一つになりうるが、山岳域の湿原内では困難である。雨竜沼湿原に侵入しているシカが冬期に利用する地域を特定し、これらの地域を含めて広域的に個体数調整を行っていく必要がある。一方、その間にもシカによる影響は継続するため、観光上重要な種を含め湿原内で重要な群落を柵等で保存するなどの対策を行うことが急務であり、またシカの影響評価のためのモニタリングを行うことも重要である。

謝辞

雨竜沼湿原を愛する会の外山謙一氏、簗島金次氏、和田大志氏、雨竜町役場の中野義久氏、西井浩司氏、北海道空知総合振興局の福井拓郎氏(当時)、諏訪百香氏(当時)、日本国際湿地保全連合の井藤大樹氏には、現地調査において多大なるご協力をいただいた。記して感謝を申し上げる。

引用文献

- 1) 中部森林管理局 (2008) 平成19年度南アルプスの保護林におけるシカ被害調査報告書 南アルプス南部の保護林内. 1-107.
- 2) 尾関雅章, 岸元良輔 (2009) 霧ヶ峰におけるニホンジカによる植生への影響: ニッコウキスゲ・ユウスゲの被食圧. 長野県環境保全研究報告, 5, 21-25.
- 3) 環境省関東地方環境事務所 (2018) 平成29年度尾瀬国立公園ニホンジカ植生被害対策検討業務報告書. 1-134.
- 4) 辻井達一 (2011) 植物たちのワイズユース ~植物をもっと活かすための知恵と技術~ 素材としての植物さまざま. 開発こうほう, 財団法人北海道開発協会. 573, 49-52.
- 5) 石田 光 (2013) 北海道におけるゼンテイカの葉緑体ゲノムの遺伝的多様性. 酪農学園大学大学院酪農学研究科修士論文. 1-60.
- 6) 村松弘規 (2014) 湿原のエゾシカ. 「サロベツ湿原と稚内内砂丘林帯湖沼群 -その構造と変化」(和書). 129-133. 北海道大学出版会. 札幌市.
- 7) 稲富佳洋, 日野貴文, 島村崇志, 長 雄一, 宇野裕之, 吉田剛司 (2018) 釧路湿原国立公園の異なる植生タイプにおけるニホンジカの採食の影響評価. 湿地研究, 8, 17-32.
- 8) 村松弘規, 富士田裕子 (2015) エゾシカが釧路湿原の高層湿原植生に及ぼす影響. 植生学会誌, 32, 1-15.
- 9) 富士田裕子, 高田雅之, 村松弘規, 橋田金重 (2012) 釧路湿原大島川周辺におけるエゾシカ生息痕跡の分布特性と時系列変化および植生への影響. 日本生態学会誌, 62, 143-153.
- 10) 橋 ヒサ子, 佐藤雅俊, 新庄久志 (2001) 釧路湿原キラコタン崎高層湿原の形状と植生. 奥田重俊先生退官記念論文集「沖積地植生の研究」, 75-84.
- 11) 北海道雨竜町 (2017) 雨竜町統計書 (平成28年度

- 版) . 1-65.
- 12) 佐々木純一 (2016) 2016年 雨竜沼湿原 ヒグマの出没・被食行動の検証 ヒグマの恵子と寒太は一休み 緊急報告 エゾシカ食害「君はエゾカンゾウの花を見たか」 . 1-21.
 - 13) 佐々木純一 (2002) 雨竜沼湿原の池塘地図. 財団法人前田一步園財団創立20周年記念論文集 北海道の湿原, 189-203.
 - 14) 佐々木純一 (2013) 雨竜沼湿原の雪解け. 湿地研究, 3, 53-59.
 - 15) 橋 ヒサ子, 堀 智大, 西名正博, 佐藤雅俊, 佐々木純一 (2002) 雨竜沼湿原の現存植生図. 財団法人前田一步園財団創立20周年記念論文集 北海道の湿原, .223-238.
 - 16) 高橋英紀 (2002) 雨竜沼湿原の気象. 財団法人前田一步園財団創立20周年記念論文集 北海道の湿原, 179-184.
 - 17) Williams, D. A. (1982) Extra-binomial variation in logistic linear models, *Applied Statistics*, 31, 144-148.
 - 18) R Core Team (2018) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
 - 19) 環境省関東地方環境事務所 (2017) 平成28年度尾瀬国立公園ニホンジカ植生被害対策検討業務報告書. pp.1-117.
 - 20) 北海道 (2001) 北海道の希少野生生物 北海道レッドデータブック2001. 1-309.

Sika deer browsing rates on inflorescences of three primary plants in Uryunuma Mire, Hokkaido

Takashi Shimamura, Yoko Nishikawa, Yoshihiro Inatomi, and Junichi Sasaki*

*: Friends of Uryunuma-shitsugen

Abstract

In 2017 and 2018, the browsing rates on inflorescences of three primary flowering plants by sika deer were surveyed in Uryunuma Mire, where sika deer had not been seen until approximately 2014. The mean browsing rate among all the quadrats on the inflorescences of *Hemerocallis dumortieri* var. *esculenta* was 99% during their fruiting season. Additionally, the mean browsing rates of *Hosta sieboldii* and *Sanguisorba tenuifolia* var. *tenuifolia* ranged from 57% to 91% and browsing was observed in all of the surveyed areas in the mire. Such high browsing rates can lead to changes in the vegetation. Prompt action should be taken to conserve the important communities in the mire and these primary flowering species.

VIII 学会等研究発表

VIII 学会等研究発表

1 学会誌等報文（太字はセンター職員）

(1) 筆頭著者である論文

ア 摩周湖外輪山の樹木減少について

著者名：山口高志

掲載誌：樹木医学研究, 22(1), 59-66 (2018)

要旨：摩周湖外輪山の一部地域でダケカンバなどの樹木減少が観察されている。この要因調査のため霧の窒素濃度や大気中オゾン濃度について測定を行ってきた。それらによる短期影響は限定的と思われるが、霧中に窒素など植物に影響を与える成分が多いことが分かった。大気汚染物質以外にもシカの食害や温暖化、台風など影響も考慮すべき要因があり、今後より長期にわたって観察を継続する必要があるだろう。

イ ヒグマ出没情報収集システム「ひぐまっぷ」

～リアルタイムの情報収集・行政界を越えた情報共有

著者名：近藤麻実

掲載誌：地方自治職員研修2017, 8, 36-38 (2017)

要旨：ヒグマと人のあつれきの軽減と地域個体群の存続を目的とした「北海道ヒグマ管理計画」においては、あつれきを引き起こす特定の「問題個体」を確実に排除する「個体管理」が肝要である。その取り組みを推進するため、環境研は北海道が市町村から収集しているヒグマの出没・被害情報を用いて問題個体数を推定している。しかし、出没・被害情報が環境研に届くまでにはタイムラグがあるほか、情報精度にも問題があった。そこで、問題個体数推定の精度向上を目的として、出没情報を正確かつ円滑に収集するシステム「ひぐまっぷ」を開発した。渡島半島地域20市町村で「ひぐまっぷ」を導入した結果、リアルタイムで出没・被害情報を環境研が取得でき、市町村担当者との円滑な情報内容確認等によって情報精度が向上した。「ひぐまっぷ」は、正確な出没情報を収集できるという研究側へのメリットだけでなく、行政界を越えて出没情報をリアルタイムで把握できるという点で行政側にも大きなメリットをもたらした。「ひぐまっぷ」の運用はまだ始まったばかりだが、正確な情報収集と市町村間の情報共有に威力を発揮しつつある。将来的には道内全域で「ひぐまっぷ」が運用され、ヒグマ保護管理の成功につながることを期待される。

ウ Effects of Sika Deer (*Cervus nippon*) and Dwarf Bamboo (*Sasa senanensis*) on Trillium Populations in Akan National Park, Eastern Hokkaido, Japan

著者名：Yoshihiro Inatomi, Hiroyuki Uno, Hayato Iijima

掲載誌：Plant Species Biology 32, 423-431 (2017)

要旨：The competition between *Trillium* spp. and other species could modify the utility of *Trillium* spp. as indicators of the impact of deer on forest vegetation. To evaluate whether *Trillium* spp. (*T. camschatcense* and *T. tschonoskii*) are appropriate indicators of the impact of sika deer (*Cervus nippon*) in the presence of dwarf bamboo (*Sasa senanensis*), which competes with *Trillium* populations, we examined the size class of large - growth - stage *Trillium* plants, the frequency of the presence of deer pellets and the coverage of *S. senanensis* in deer - excluded sites (where deer have been eliminated since 1995) and unfenced control sites in Akan National Park, eastern Hokkaido, Japan. The result of a cumulative link mixed model (CLMM) suggests that size class at deer - excluded sites is influenced by competitive understory species, even without deer grazing. The CLMM result for unfenced control sites suggests that *C. nippon* negatively influences the size class of *Trillium* populations; however, the negative effect weakened with increasing *S. senanensis* coverage. Thus, *S. senanensis* can function as an unpalatable neighbor that makes it difficult for *C. nippon* to detect *Trillium* plants. We conclude that the size class structure of *Trillium* spp. can be a useful index of *C. nippon* usage under sparse or medium *S. senanensis* understories; however, it is difficult to use these indices under dense *S. senanensis* understories because of the weakened negative effect of *C. nippon* grazing.

エ 英国における湿原保全のためのシカ管理の手法と体制

著者名：稲富佳洋, 上原裕世, 吉田剛司

掲載誌：湿地研究, 8, 53-58 (2018)

要旨：日本各地の湿原においてシカ管理を検討する際の一助となるように、英国への訪問を通じて得た湿原保全のためのシカ管理の手法体制に関する事例を紹介する。The Royal Society for the Protection of Birds (RSPB) では食肉としての活用を前提とした捕獲がされていた。日本においても被害を受けている土地所有者や管理者に利益が還元されるような仕組みを構築し、管理コストや被害意識の低減を図ることが重要だと考えられる。本事例の訪問地は、観光客が多い湿原であり、捕獲の時間帯や場所をすみ分けること、捕獲個体が目立たないようにするなどの配慮がされていた。日本国内においても観光客に対する安全面や地域の観光業に与える影響にも配慮した上で、シカ管理の方法や体制を検討すべきである。湿原でシカ管理を成功させ

るためには、捕獲という行為の先にある大きな目標＝湿原の保全を関係者間で共有した上で、合意形成を図っていくことが重要だと考えられる。

オ エゾシカの越冬地としての別寒辺牛湿原の評価

著者名：稲富佳洋, 宇野裕之, 上野真由美

掲載誌：湿地研究, 8, 7-16 (2018)

要旨：エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) の越冬地としての質を評価し、優先的に対策を実施すべき湿原を特定するため、別寒辺牛湿原において航空機調査を実施し、エゾシカの密度指標及び生息地選択を釧路湿原と比較した。別寒辺牛湿原北部の密度指標は釧路湿原北部に比べて顕著に低かった。この要因として、別寒辺牛湿原北部は釧路湿原北部に比べて選択性の高い落葉広葉樹林の面積が少なかったこと、積雪深がより深かったこと、南向き斜面の割合が低かったことが考えられる。釧路湿原北部の越冬地としての質は別寒辺牛湿原よりも高いことが示唆されたため、個体数管理やシカ排除柵の設置などの対策は、まずは釧路湿原で優先的に実施する必要がある。一方、別寒辺牛湿原では貴重な高層湿原周辺でエゾシカが局所的に高密度で越冬していることが明らかとなったため、今後これらの越冬個体が高層湿原に及ぼす影響を評価すべきだと考える。

カ 釧路湿原国立公園の異なる植生タイプにおけるニホンジカの採食の影響評価

著者名：稲富佳洋, 日野貴文, 島村崇志, 長 雄一, 宇野裕之, 吉田剛司

掲載誌：湿地研究, 8, 17-32 (2018)

要旨：釧路湿原国立公園の異なる植生タイプに及ぼすニホンジカの採食の影響を評価し、採食の影響を簡便に評価できる指標種を提案するために、各植生タイプ（高層湿原、低層湿原、湿地林及び広葉樹林）で採食された全出現種の個体数（全体食痕数）と指標候補種の個体数に占める食痕ありの個体数の割合（食痕率）を調査した。食痕率を植生タイプ間で比較した結果、採食による影響は、高層湿原や低層湿原に比べて湿地林や広葉樹林で大きく、これらの植生タイプはニホンジカにとって好適な夏期の生息地であることが示唆された。釧路湿原で生態系の維持・回復を図るためには、これらの植生タイプで重点的な対策を実施していくことが重要だと考えられる。釧路湿原における採食の影響を簡便に評価するための指標種としては、生育密度が高く、全体食痕数と食痕率との間に正の相関がみられたミゾソバ、カラマツソウ属及びツリフネソウが有効だと考えられる。

キ 特集：ニホンジカの管理を支える捕獲体制とは？ 総合考察—ニホンジカの管理型捕獲事業を成功させるために
著者名：宇野裕之, 大場孝裕, 上野真由美, 永田幸志, 小泉 透, 東岡礼治, 岸本康誉

掲載誌：森林防疫, 67(2), 30-34 (2018)

要旨：日本哺乳類学会2017年度大会で実施した自由集会「ニホンジカの管理を支える捕獲の体制と分担とは？」の総合討論の内容をもとに、北海道・神奈川県・静岡県における事例を参照しながら、1) 事業の計画性と評価、2) 捕獲地域・場所の選定とすみわけ、3) 財源、4) 連携体制に焦点を当て、管理型捕獲事業を成功させるために必要な項目について考察を行った。3地域の事例では、事業主体が協議会や土地所有者（森林管理者）であること、研究機関が参画して科学的な評価を実施し、事業の改善につながっていることが特徴的であった。一般狩猟や有害捕獲と実施場所あるいは時期をすみわけること、発注者側の事前の情報収集や事業全体のハンドリング、連携体制の中心となるコーディネーターの重要性などが指摘された。

ク 特集：ニホンジカの管理を支える捕獲体制とは？ モバイルカリングから見える捕獲事業の可能性と課題
著者名：上野真由美, 稲富佳洋, 宇野裕之, 明石信廣, 南野一博

掲載誌：森林防疫, 67(2), 7-15 (2018)

要旨：モバイルカリング (MC) とは、厳重な安全管理の下で車両の内外から餌で誘引されたニホンジカを銃器で捕獲する手法であり、ニホンジカの管理捕獲法として北海道で開発された。本研究ではその有用性を普及事例から検証した。その結果、事業あたり年別平均捕獲数を狩猟と比べると常に効率的な捕獲ではなく、MCの捕獲数はMCの目撃数に比例しており、さらには狩猟報告による5km四方単位の目撃数 (SPUE) に比例していた。つまり、餌を撒けば常に効率的な捕獲ができるわけではなく、社会的制約をできるだけ減らし、生息状況を重視した事業地を選ぶ必要がある。MCは行政が実施することから、安全管理、法令順守、利害関係者との協議が徹底されており、一般狩猟や有害駆除との違いは社会的に明確であった。以上のことからMCは事業地選びを改善できれば効率的かつ安全な管理捕獲法であると実証できた。現状の行政担当者は捕獲活動に詳しくないが捕獲事業といった実務によって能力向上を図ることができる。事業地選びは捕獲事業の成功を左右することから、発注者は捕獲における参謀の役割を担っていると見える。発注者の手腕や経験値の向上が受注者との対等な関係性にもつながると期待される。

(2) その他のもの

(太字はセンター職員)

表 題	著 者 名	誌 名
Landsat 8 OLI地表面反射率プロダクトを用いた釧路川流域における未利用農地分布図の作成	佐久間東陽, 亀山 哲, 小野 理 , 木塚俊和 , 三上英敏	日本リモートセンシング学会誌, 37(5), 421-433 (2017)
クマQ&A 日本のクマ,実は〇〇!?	釣賀一二三	Bears Japan, 18(1), 11-13 (2017)
「湿原とニホンジカ」特集にあたって	稲富佳洋	湿地研究, 8, 3-5 (2018)
開催報告 2017年JBN公開シンポジウム「市街地に侵入するクマ」	釣賀一二三	Bears Japan, 18(2), 12-13 (2017)
「森林鳥獣研究最近の動向」—第128回日本森林学会大会より—	稲富佳洋	森林防疫, 66 (9), 9-14
外来種コリンウズラの道内初確認	玉田克巳	北海道野鳥だより, 189, 8-9 (2017)
ヒグマの体毛の採取効率はヘア・トラップの立地条件から影響を受けるか?—北海道南西部渡島半島での調査結果を用いた検討—	寺田文子, 釣賀一二三 , 長坂晶子, 近藤麻実 , 深澤圭太	哺乳科学, 57(2), 297-305 (2017)
ヒグマ: 危険対策と保全の両立: 交通安全に学ぶ	間野 勉	北方林業, 68(4), 36 (2017)
エゾシカ管理と有効活用	宇野裕之	北海道畜産草地学会報, 6, 59-62 (2018)
今号の逸品 Sitting Circus Bear	間野 勉	Bears Japan, 18(2), 21 (2017)

2 報告書、著書等

(太字はセンター職員)

表 題	著 者 名	発行者名 (発行年月)
小規模止水域—泥炭地湖沼・ため池—	木塚俊和	図説 日本の湿地—人と自然と多様な水辺—, 118-119 (2017)
泥炭地湖沼の役割	木塚俊和	湿地の科学と暮らし 北のウェットランド大全, 193-200 (2017)
個体群の密度依存性	上野真由美	「日本のシカ 増えすぎた個体群の科学と管理」(梶光一・飯島勇人編)(東京大学出版会)(2017)
北海道のエゾシカ個体群の順応的管理	宇野裕之	「日本のシカ 増えすぎた個体群の科学と管理」(梶光一・飯島勇人編)(東京大学出版会)(2017)
2016(H28)年度列車運行支障発生件数によるエゾシカ生息状況の評価	稲富佳洋	平成29年度エゾシカ対策有識者会議生息状況評価部会
湿原植生に及ぼすニホンジカの影響評価に関する調査の手引き	稲富佳洋	道総研(環境科学研究センター), 酪農学園大学, 釧路公立大学
森林での効果的なエゾシカ対策のために	稲富佳洋 , 宇野裕之 , 上野真由美 , 長雄一	道総研(環境科学研究センター, 林業試験場), 酪農学園大学
(総合) 振興局によるヒグマ広域痕跡調査結果について	間野 勉	北海道環境生活部環境局生物多様性保全課
2017(平成29)年捕獲実績を受けた地域別の動向及び個体数の推定結果について	間野 勉	北海道環境生活部環境局生物多様性保全課

表 題	著 者 名	発行者名 (発行年月)
2015年度の出没情報を用いたヒグマ問題個体数の推定について	釣賀一二三, 近藤麻実	北海道環境生活部環境局生物多様性保全課
2017年,北海道の状況	釣賀一二三, 早稲田宏一, 葛西真輔	クマネットワーク
2017 (H29)年度エゾシカライトセンサス調査結果報告書	上野真由美	エゾシカ対策有識者会議
平成29年度 (2017年度) 北海道生物の多様性の保全等に関する条例に基づく指定種 (植物) の生育特性及び生育状況モニタリング調査結果報告書	島村崇志, 西川洋子, 稲富佳洋	北海道環境生活部環境局生物多様性保全課
北海道生物の多様性の保全等に関する条例指定種「ヒダカソウ」の生態保全に関する研究平成29 (2017) 年度報告	西川洋子, 島村崇志	北海道環境生活部環境局生物多様性保全課
平成29年度野幌森林公園「サルメンエビネ」モニタリング報告書	西川洋子	北海道森林管理局石狩地域森林ふれあい推進センター所長

3 学会等発表

(太字はセンター職員)

演 題 名	発 表 者 名	学 会 等 名	開催場所時期
The detection and evaluation of unused agricultural land using LANDSAT-8 OLI and DEM in Kushiro River watershed, Japan	Asahi Sakuma, Satoshi Kameyama, Satoru Ono, Toshikazu Kizuka, Hidetoshi Mikami	International Symposium on Remote Sensing 2017	名古屋市 平成29年5月
Estimation of nutrients sources for surface and ground water in an abandoned meadow adjacent to mire area	Toshikazu Kizuka, Hidetoshi Mikami, Satoshi Kameyama, Satoru Ono	JpGU-AGU Joint Meeting 2017	千葉市 平成29年5月
Triple oxygen isotopes indicate that urbanization causes differences in the sources of nitrate between dry and wet atmospheric deposition.	David M Nelson, Urumu Tsunogai, Takuya Ohyama, Daisuke Komatsu, Fumiko Nakagawa, Izumi Noguchi, Takashi Yamaguchi	JpGU-AGU Joint Meeting 2017	千葉市 平成29年5月
降雪中のダイオキシン類濃度とその起源について (第3報)	永洞真一郎, 姉崎克典	第26回環境化学討論会	静岡市 平成29年6月
METI-LISを用いた室蘭市内におけるベンゼンの大気中濃度の推定	田原るり子, 芥川智子	第26回環境化学討論会	静岡市 平成29年6月
北海道における気候変動影響に関する情報取りまとめ	鈴木啓明, 秋山雅行	第67回気候情報連絡会	札幌市 平成29年6月
Effects of sika deer on understory vegetation, seedlings and saplings in Akan National Park, northern Japan.	Hiroyuki Uno, Yoshihiro Inatomi, Mayumi Ueno	第12回国際哺乳類学会 (12 th International Mammalogical Congress)	パース市 (オーストラリア) 平成29年7月
シミュレーションモデルを用いた化学物質の大気中濃度の推定	芥川智子, 田原るり子, 永洞真一郎, 近藤啓子, 松崎 寿, 竹田宜人	第58回大気環境学会	神戸市 平成29年9月
フィルターパック法におけるインパクト効果 -その4-	野口 泉, 山口高志, 鈴木啓明, 木戸瑞佳, 松本利恵	第58回大気環境学会	神戸市 平成29年9月
札幌におけるHONOの昼夜間濃度の挙動	野口 泉, 山口高志, 鈴木啓明, 中川書子, 角皆 潤	第58回大気環境学会	神戸市 平成29年9月

演 題 名	発 表 者 名	学 会 等 名	開 催 場 所 時 期
全国酸性雨調査(98)ーフィルターパック法による粒子・ガス成分濃度およびインパクト効果 その5ー	木戸瑞佳, 濱村研吾, 野口 泉 , 松本利恵, 藤田大介, 家合浩明, 遠藤朋美, 岩崎 綾, 上野智子, 藍川昌秀, 向井人史	第58回大気環境学会	神戸市 平成29年9月
北海道・東北におけるPM _{2.5} の高濃度要因について	秋山雅行	第58回大気環境学会	神戸市 平成29年9月
北海道・東北地域における河川上流部の窒素濃度など長期水質変化の検討	山口高志 , 佐藤 卓, 多田敬子, 佐藤 健	第58回大気環境学会	神戸市 平成29年9月
光学的方法によるブラックカーボン粒子濃度の全国調査(4)	横山新紀, 山口高志 , 多田敬子, 箕浦宏明	第58回大気環境学会	神戸市 平成29年9月
北海道利尻島における元素状炭素粒子濃度および沈着量の長期変動	清水英幸, 家合浩明, 遠藤朋美, 山口高志 , 金子智英, 松田健太郎, 山本哲也, 須田隆一, 濱村研吾, 石間妙子, 梶原佑介, 河野公亮, 國永知裕, 西本孝, 和田 覚, 中島春樹, 内田暁友, 水谷瑞希, 浅沼孝夫, 高橋善幸	第58回大気環境学会	神戸市 平成29年9月
全国酸性雨調査(96)ー乾性沈着(沈着量の推計)ー	堀江洋佑, 山口高志 , 堅田元喜, 福島慶太郎, 平木隆年	第58回大気環境学会	神戸市 平成29年9月
産業廃棄物焼却から排出される無機元素について	大塚英幸 , 三宅祐一, 小口正弘	第58回大気環境学会	神戸市 平成29年9月
対流圏HONOの三酸素同位体組成の日変化とその起源	丁 懂, 中川書子, 角皆 潤, 野口泉 , 山口高志	2017年度日本地球化学会第64回年会	横浜市 平成29年9月
クローズドシステム処分場における散水と浸出水の関係性に関する考察	石井一英, 阿賀裕英 , 北崎俊平	第28回廃棄物資源循環学会研究発表会	東京都目黒区 平成29年9月
気象が湿原のミズゴケ小丘の水挙動および水質形成に及ぼす影響	矢崎友嗣, 佐藤奏衣, 矢部和夫, 木塚俊和	日本湿地学会2017年度大会	府中市 平成29年9月
北海道渡島半島地域におけるヒグマによるコーン食害と捕獲の動向	間野 勉 , 釣賀一二三 , 近藤麻実 , 亀井利活	日本哺乳類学会2017年度大会	富山市 平成29年9月
農業被害を及ぼすヒグマが移動に利用する環境の解析	釣賀一二三 , 長坂晶子, 飯島勇人, 今 博計, 寺田文子, 間野 勉	日本哺乳類学会2017年度大会	富山市 平成29年9月
北海道渡島半島地域におけるヒグマ問題個体数の動向推定	近藤麻実 , 釣賀一二三 , 間野 勉	日本哺乳類学会2017年度大会	富山市 平成29年9月
mtDNA多型から見た強駆除圧を受けたヒグマ個体群の空間構造の変化	加藤亜友美, 伊藤哲治, 間野 勉 , 佐藤喜和	日本哺乳類学会2017年度大会	富山市 平成29年9月
秋田県鹿角市におけるツキノワグマ捕獲個体の安定同位体比解析	中下留美子, 山崎晃司, 泉山吉明, 釣賀一二三	日本哺乳類学会2017年度大会	富山市 平成29年9月
ロシア沿海州でのクマ種類間関係研究への挑戦	山崎晃司, 泉山茂之, 釣賀一二三 , 小池伸介, 後藤優介, Seryodkin Ivan, Gorshkov Dmitry, Miquelle Dale	日本哺乳類学会2017年度大会	富山市 平成29年9月
釧路湿原国立公園における冬期のエゾシカの生息密度及び生息地選択	宇野裕之 , 稲富佳洋 , 小野 理 , 長雄一 , 上野真由美 , 亀井利活 , 日野貴文, 吉田剛司	日本哺乳類学会2017年度大会	富山市 平成29年9月
オープンソースGISを活用した「エゾシカ現況マップ」の開発	稲富佳洋 , 濱原和広 , 福田陽一郎 , 小野 理 , 宇野裕之 , 渡邊訓男	日本哺乳類学会2017年度大会	富山市 平成29年9月

演 題 名	発 表 者 名	学 会 等 名	開 催 場 所 時 期
モバイルカリングから見える捕獲事業の可能性と課題	上野真由美	日本哺乳類学会 2017 年度大会	富山市 平成 29 年 9 月
エゾライチョウの生息動向	玉田克己	日本鳥学会2017年度大会	つくば市 平成29年9月
北海道・東北地域の河川上流部における窒素濃度の長期傾向	山口高志, 佐藤 卓, 多田敬子, 佐藤 健	第43回全国環境研協議会北海道・東北支部研究連絡会議	山形市 平成29年10月
札幌で採取したPM _{2.5} に含まれる有機成分	芥川智子, 秋山雅行, 大塚英幸	大気環境学会第24回北海道東北支部総会	秋田市 平成29年10月
地理情報システム (GIS) を活用した一般廃棄物処理に関する情報の見える化	福田陽一朗, 阿賀裕英, 小野 理	第25回衛生工学シンポジウム	札幌市 平成29年11月
大気から得るもの-窒素循環-	野口 泉	第25回衛生工学シンポジウム	札幌市 平成29年11月
生物どうしのつながりと生態系サービス マルハナバチからの恩恵 “送粉サービス”	西川洋子	第25回衛生工学シンポジウム	札幌市 平成29年11月
釧路湿原への影響緩和と自然共生型地域づくりのための未利用農地の再評価	亀山 哲, 小野 理, 木塚俊和, 三上英敏, 佐久間東陽	森林GISフォーラム2017年地域シンポジウムinつくば	つくば市 平成29年11月
北海道レッドデータブックの改訂について	玉田克己	応用生態工学会・札幌北海道猛禽類研究会 第17回勉強会	札幌市 平成29年11月
Occurrence rate of multiple paternity and inbreeding in the brown bear population on the Shiretoko Peninsula, Hokkaido, Japan	下鶴倫人, 白根ゆり, 釣賀一二三, 山中正実, 中西将尚, 森脇潤, 石名坂豪, 葛西真輔, 能勢 峰, 増田泰, 間野 勉, 坪田敏男	第25回クマの研究と管理に関する国際会議	キト (エクアドル) 平成29年11月
20回を迎えた陸水学会北海道支部会の歩みと研究報告の特徴	石川 靖	第20回日本陸水学会北海道支部大会	札幌市 平成29年12月
常呂川流域の水収支の把握	木塚俊和, 鈴木啓明	第20回日本陸水学会北海道支部大会	札幌市 平成29年12月
道有林イルムケップ小流域の沿革簿活用の試み - 森林現況の成因を施業履歴から類推できないか -	福田陽一朗, 小野 理, 長坂晶子	トドマツ人工林における保残伐施業の実証実験 (REFRESH) 報告会	札幌市 平成29年12月
窒素沈着研究 - 地方自治体だからできたこと -	野口 泉	第30回酸性雨東京講演会	府中市 平成30年2月
湖沼の水環境と沿岸に生息する陸上植物種の関係について	石川 靖	第51回日本水環境学会年会併設研究集会	札幌市 平成30年3月
流入負荷の違いがミズゴケ湿原の栄養塩循環機能に与える影響	木塚俊和, 佐藤奏衣, 矢部和夫, 矢崎友嗣	第65回日本生態学会大会	札幌市 平成30年3月
"セイヨウオオマルハナバチと在来マルハナバチは共存できるのか? - 植生利用及び訪花パターンの比較 -"	西川洋子, 島村崇志	第65回日本生態学会大会	札幌市 平成30年3月
北海道の農村地域に生息する鳥類	玉田克己	第65回日本生態学会大会	札幌市 平成30年3月
シカ減少期における林床植生の応答	稲富佳洋, 宇野裕之	第 65 回日本生態学会大会	札幌市 平成 30 年 3 月

演 題 名	発 表 者 名	学 会 等 名	開催場所時期
北海道の冷温帯針広混交林におけるニホンジカとクマイザサが稚樹に及ぼす影響	宇野裕之, 稲富佳洋, 上野真由美, 飯島勇人	第65回日本生態学会大会	札幌市 平成30年3月
エゾシカの捕獲対策を統括する行政単位は？	上野真由美	第65回日本生態学会大会	札幌市 平成30年3月
摩周湖外輪山における景観変化の検証－大気環境と地域環境に着目して－	山口高志, 堅田元喜, 堀江洋佑, 福島慶太郎	第65回日本生態学会大会	札幌市 平成30年3月
硝酸安定同位体比による森林施業が冷温帯森林集水域の窒素循環に与える影響評価.	矢野翠, 眞壁明子, 福澤加里部, 柴田英昭, 佐藤冬樹, 野口 泉, 山口高志, 吉田未来, 鈴木希実, 内藤梨沙, 木庭啓介	第65回日本生態学会大会	札幌市 平成30年3月
森林源流域から進行する窒素飽和メカニズムの解明と森林炭素蓄積能力への影響評価	堅田元喜, 山口高志, 堀江洋佑, 福島慶太郎	第65回日本生態学会大会	札幌市 平成30年3月
持続的な資源利用のための施業体系と保残伐施業	津田高明, 対馬俊之, 渡辺一郎, 古家直行, 福田陽一朗, 小野 理	第65回日本生態学会大会	札幌市 平成30年3月

4 所内発表会（調査研究成果発表会）

日 時 平成29年5月18日（木） 13:00～17:30
 会 場 北海道立道民活動センター（かでの2・7）4階大会議室（札幌市中央区北2条西7丁目）
 口頭発表

1	鉄塔など送電設備の腐食に関わる大気中塩分濃度の調査研究
2	炭酸カルシウム汚泥を原料とした高性能排煙処理剤について
3	網走湖の長期的環境変化について
4	室蘭市におけるPCB 廃棄物処理施設の環境影響調査結果について～稼働10年のまとめ
5	排ガス中の光散乱式ダスト濃度自動計測器の標準化（JIS化）について
6	釧路湿原周辺におけるエゾシカの分布および生息密度の変化
7	釧路湿原の植生に及ぼすエゾシカの影響評価手法の開発
8	釧路湿原内及び周辺給餌場等におけるタンチョウの飛来動向
9	流域開発により起きた水質環境変化と植生を指標とした湖沼評価手法の検討
10	特定外来生物「セイヨウオオマルハナバチ」と在来マルハナバチの植生利用パターンの比較

ポスター発表

1	PM _{2.5} センサーの利活用に関する研究
2	廃プラスチックと混合廃棄物の再利用に関する基礎調査研究
3	釧路湿原周辺におけるエゾシカの生息地選択
4	泥炭地の水質浄化機能の定量的評価
5	オープンソース GIS を活用した情報活用支援の取り組み
6	北海道の河川における化学物質濃度推定シミュレーションモデルの適用に向けた検討
7	在来鉄道騒音及び社会反応調査について
8	文献情報に基づく北海道のカササギの分布
9	石狩川沿い河跡湖沼群に生息するカモ科鳥類
10	野外で採取したヒグマの糞を用いた個体識別手法の検討（続報）
11	ロシア沿海地方に生息するクマ類のマイクロサテライト解析におけるマルチプレックスPCRの検討
12	エゾシカの適正管理と資源利用の両立に向けた課題－白糠町の事例から－

IX 参考

北海道環境科学研究センター所報研究報告一覧
(第18号～第36号)

環境科学研究センター所報調査研究報告一覧
(第1号・通巻第37号～第7号・通巻第43号)

IX 参考「北海道環境科学研究センター所報調査研究報告一覧(第18号～第36号)」 「環境科学研究センター所報調査研究報告一覧(第1号・通巻第37号～第7号・通巻第43号)」

第18号(平成3年度)

十勝川の流出原単位に関する調査研究	棗 庄輔	ほか3名
都市内中小河川のモデル解析	三上英敏	ほか3名
農薬および重金属に対する藻類による生物検定法の検討	日野修次	
航空機騒音予測について — 小規模飛行場への応用 —	高橋英明	ほか1名

第19号(平成4年度)

降雪中非海塩由来成分の経年変動	野口 泉	
都市内中小河川(亀田川)の水質汚濁対策に関する調査研究	福山龍次	ほか3名
網走湖流域における森林・畑地からの流出原単位について	有末二郎	ほか1名
固相抽出法を用いた環境水中の農薬の一括分析	近藤秀治	ほか1名
夕張岳岩峰地におけるユウバリクモマグサとエゾノクモマグサの群落形成	西川洋子	ほか2名
知床半島で試みたエゾシカのドライブカウントと定点カウントの比較	梶 光一	ほか3名
フローセルの改良と硝酸還元用Cdカラムの試作(比色分析の少量化)	斉藤 修	
メッシュコード法を利用した採水地点の数値化	石川 靖	ほか1名
湖沼研究(外国派遣研修報告)	坂田康一	ほか1名

第20号(平成5年度)

ゴルフ場の使用農薬の流出に関する統計的考察	棗 庄輔	ほか2名
環境試料中の有機銅(オキシ銅)分析における懸濁物(SS)の影響	沼辺明博	ほか1名
揮発性有機物の分析について — パージ&トラップ・GC/MSによる一斉分析 —	近藤秀治	ほか2名
青潮発生後の網走湖の化学的、生物学的環境変化	三上英敏	ほか2名
北海道の酸性降水物の陸水酸性化影響調査 — 融雪期の小河川における酸性化 —	坂田康一	ほか2名
公共空間における音環境に対する評価構造	高橋英明	ほか3名
洞爺湖中島中央草原における植生図 — 気球を用いた空中写真による植生図の作成 —	宮木雅美	ほか3名
アポイ岳におけるお花畑の縮小とそれともなう高山植物相の変化	西川洋子	ほか2名
大千軒岳ブナ林の繁殖期の鳥類群集	富沢昌章	
北海道における地下水汚染の事例 — 平成3、4年度追跡調査結果より —	石川 靖	ほか2名
環境における化学物質の挙動に関する研究(外国派遣研修報告)	中嶋敏秋	

第21号(平成6年度)

PH変動に伴う湖底堆積物の生成と水質への影響 Estimation of variation in the physiological activity of microorganism communities and their survival during a sinking process (沈降過程での微生物群集の生理活性の変化とその生存の推定)	福山龍次	ほか1名
野幌森林公園地域における高等植物出現種について	日野修次	
天塩川流域の歩行性甲虫群集と地表植生との関係	村野紀雄	
S PME法による農薬の多成分分析法の検討	堀 繁久	ほか2名
北海道に侵入したオオマリコケムシ	村田清康	
道内における酸性雨・雪による土壌影響の調査及び抑制手法の確立(外国派遣研修報告)	日野修次	
	藤田隆男	

第22号（平成7年度）

沿岸海域における水質汚濁機構の解明（Ⅰ）	福山龍次	ほか2名
富栄養化湖沼に流入する河川環境特性	石川 靖	ほか3名
自然環境サポートシステムの検討設計 —自然環境情報と知識のデザイン—	小野 理	ほか2名
置戸山地凍土帯の風穴植物群落	西川洋子	ほか2名
—平成6年度「すぐれた自然地域」保全検討調査—		
羊ヶ丘白旗山鳥獣保護区の鳥類リストについて	富沢昌章	

第23号（平成8年度）

沿岸海域における水質汚濁機構の解明（Ⅱ）—環境基準設定水域の水質評価—	福山龍次	ほか3名
北海道内52湖沼におけるプランクトン優占種について	五十嵐聖貴	ほか4名
G I Sを活用した自然環境保全サポートシステムの構築	金子正美	ほか2名
25年間におけるサロベツ湿原の変化と保全対策	西川洋子	ほか2名
日本における降水成分の空間分布	野口 泉	
固定発生源からの凝縮性ダストを含むばいじん排出調査	大塚英幸	ほか2名
小樽海域環境基準未達成原因調査	福山龍次	ほか2名
ゴルフ場使用農薬の大气中における残留調査	中嶋敏秋	ほか1名
ゴルフ場に散布された殺菌剤の流出特性	沼辺明博	ほか2名
網走湖におけるF eの挙動	三上英敏	ほか3名
騒音予測モデルにおける等価騒音レベルについて	高橋英明	ほか1名
G I S・リモートセンシングを活用した自然環境解析	小野 理	ほか1名
サロベツ湿原における25年間の湿原面積減少の状況	西川洋子	ほか2名
1991～1993（平成3～5）年に全道で捕殺されたヒグマの生物学的分析	間野 勉	

第24号（平成9年度）

沿岸海域における水質汚濁機構の解明（Ⅲ）—環境基準設定水域の水質評価—	濱原和広	ほか5名
サブ臨界水とS P M E法を組み合わせた土壌中の農薬分析法の検討	村田清康	ほか1名
赤岳道路法面植生の回復過程	西川洋子	ほか2名
1994～1996年度メスジカ狩猟個体の個体群解析	梶 光一	
酸性雪に関する研究（第4報）—北海道における積雪成分の分布と長期変動—	野口 泉	ほか6名
渡島大沼の生態系構造の解明に関する共同研究	石川 靖	ほか12名
ヘッドスペース・クライオフォーカス・G C / M S法の条件検討と、水中揮発性有機化合物		
54物質のH e n r y定数の測定	近藤秀治	ほか2名
農用地からの農薬流出調査	永洞真一郎	ほか2名
海域の窒素及び燐に係る環境基準の類型指定調査（平成8年度・風蓮湖）	五十嵐聖貴	ほか2名
北海道地域のA V H R Rデータセットの作成とその利用について	高橋英明	
G I Sによる自然公園の解析	金子正美	ほか1名
学術自然保護地区「上美唄湿原」の乾燥化と植生の復元	西川洋子	ほか2名
酸性雪に関する海外研修（外国派遣研修報告）	野口 泉	
海洋に於ける水質汚濁物質の挙動及び移送について（外国派遣研修報告）	福山龍次	
湖沼、ダム湖の富栄養化機構の解明と水質改善技術の導入（外国派遣研修報告）	石川 靖	ほか1名

第25号（平成10年度）

冬期間における春採湖の水理特性	福山龍次	ほか3名
渡島大沼に関する文献リストとその研究業績	石川 靖	
茨戸湖における塩分形成層形成時の水質環境の変化とその要因	三上英敏	ほか5名
北海道の水道水源水域中のトリハロメタン生成能とその水質	石川 靖	ほか4名
春採湖の光合成細菌について	三上英敏	ほか1名
清浄地域の空気質に関する研究	加藤拓紀	ほか7名

環境質の健康影響評価指標に関する研究 —道内都市における大気浮遊粉じん、河川水の変異原性—	芥川智子	ほか4名
地球環境問題検討調査	岩田理樹	
北海道沿岸水域における広域水質監視手法の確立	福山龍次	ほか5名
環境基準未達成原因解明調査（根室海域）	濱原和広	ほか3名
環境保全と魚類生産に対する水生植物の寄与に関する研究 —リン制限下での微生物態の挙動—	石川 靖	ほか14名
ディスク型固相抽出法による環境水中の88農薬の分析法の検討	近藤秀治	ほか1名
環境騒音の予測に関する研究	高橋英明	ほか1名
環境中における農薬の動態及び環境影響の通減に関する研究	沼辺明博	ほか4名
酸性雨陸水影響調査 —過去の結果と今後—	阿賀裕英	ほか3名
地理情報システム（GIS）を用いた環境解析手法に関する研究 —地球温暖化防止から地域の環境づくりまで—	金子正美	
エゾシカの保全と管理に関する研究	梶 光一	
植生モニタリングから見えてくること	西川洋子	ほか2名
北海道における海鳥繁殖地の動向について	長 雄一	
道東地域におけるエゾシカ個体群の動向について	宇野裕之	ほか1名
北海道における実行可能な温暖化防止戦略についての考察	上野文男	

第26号（平成11年度）

キタハウネンエビの生息する融雪プールの水質《短報》	五十嵐聖貴	ほか1名
屈斜路湖の物質収支について	福山龍次	ほか4名
豊似湖の陸水学的特徴	三上英敏	ほか5名
融雪期における水源地の水質変化	阿賀裕英	ほか2名
北方圏極東アジアにおける酸性沈着	野口 泉	
歌才・檜山・大釜谷鳥獣区の鳥類リストについて	富沢昌章	
GISを活用した自然環境保全サポートシステムの構築2	金子正美	
石狩海岸における海浜植生の復元試験	宮木雅美	ほか1名
北海道における腐植物質研究の重要性《総説》	永洞真一郎	
清浄地域の空気質に関する研究	秋山雅行	ほか6名
北海道の都市地域における土壌試料の変異原性と多環芳香族炭化水素濃度	酒井茂克	ほか2名
地球問題検討調査 —道内湿原からのメタン排出—	岩田理樹	
北海道の沿岸海域における水環境保全と水産資源保護	福山龍次	ほか16名
広域水質監視手法に関する研究	福山龍次	ほか3名
北海道沿岸海域における水環境保全と汚濁物質拡散モデルの作成	福山龍次	
環境基準未達成原因解明調査（屈斜路湖）	福山龍次	ほか3名
環境基準未達成原因解明調査中間報告（函館海域）	濱原和広	ほか4名
環境騒音の予測に関する研究	高橋英明	ほか1名
環境中における農薬の動態及び環境影響の通減に関する研究	沼辺明博	ほか2名
平成8年度～平成9年度 渡島大沼流域対策基礎調査	三上英敏	ほか8名
地理情報システム（GIS）を用いた自然生態系の解析手法に関する研究 —孤立林の評価手法の検討—	堀 繁久	ほか3名
インターネットを用いた動植物分布情報の公開について	金子正美	ほか1名
「エコシティ」推進検討 ケーススタディとしての江別市の緑地現状調査	西川洋子	
ヒグマの個体群管理学的研究	間野 勉	
渡島半島ヒグマ個体群の解析	間野 勉	
檜山支庁管内におけるヒグマの出没・被害状況について	釣賀一二三	ほか1名
エゾシカの保全と管理に関する研究 —平成10年度の成果—	梶 光一	

エゾシカの個体群の動向とモニターの体制について	玉田克巳	ほか2名
ビオトープの創造ならびに空間配置手法導入のための調査(海外研修報告)	西川洋子	ほか1名

第27号(平成12年度)

花岡・見市・濁川・湯の沢鳥獣保護区の鳥類リストについて	富沢昌章	
枯葉からの溶存有機炭素の溶出特性	三上英敏	
北海道における酸性雨陸水影響調査の現状	阿賀裕英	
環境試料中における殺菌剤の溶存態濃度と懸濁物(SS)吸着態濃度の相関	永洞真一郎	ほか3名
風蓮湖及び風蓮川流域から採取した腐食物質のキャラクタリゼーション	永洞真一郎	ほか1名
美々川周辺地域の植生とその変化	宮木雅美	ほか2名
大気浮遊粉じん変異原性の地点別・季節別プロファイル(環境質の健康影響評価に関する研究)	芥川智子	
清浄地域の空気質に関する研究ー金属成分についてー	大塚英幸	
霧(雲)の酸性化要因	野口泉	
北海道沿岸海域における広域水質監視手法の確立	福山龍次	
北海道の沿岸海域における水環境保全と水産資源保護	福山龍次	
環境基準未達成原因解明調査(屈斜路湖)	福山龍次	
環境基準未達成原因解明調査(函館海域)	濱原和広	
阿寒湖の基礎生産環境と魚類飼料としての微生物の生産に関する研究	石川 靖	
河川水中の水田農薬の濃度変化	近藤秀治	
LC/MSによる化学物質分析法の基礎的研究(7)	近藤 秀治	
環境中における農薬の動態及び環境影響の遁減に関する研究	沼辺 明博	
塘路湖における環境保全と漁獲の安定化に関する研究	三上 英敏	
環境騒音の予測に関する研究	高橋 英明	
バイオアッセイと化学分析を用いた河川水汚染の包括的評価	永洞真一郎	
北海道内のヒグマの分布と分布域の環境	間野 勉	
ー地理情報システムを用いた自然生態系の解析手法に関する研究ー		
エゾシカの保全と管理に関する研究	梶 光一	
絶滅危機種ヒダカソウの個体群の現況について	宮木 雅美	
北海道東部におけるエゾシカ個体群の質的検討	宇野 裕之	
北海道内陸部におけるワシ類の生息状況	玉田 克巳	
ヒグマによる農業被害に対する電気牧柵の応用	釣賀一二三	

第28号(平成13年度)

MODISプロダクトデータの幾何補正手法紹介および北海道の資源・環境評価への応用	布和敖斯尔	ほか4名
AVHRR植生指数とTerra/MODIS植生指数の比較	布和敖斯尔	ほか2名
北海道の水環境における内分泌かく乱化学物質(環境ホルモン)の包括的研究	永洞真一郎	ほか5名
鉍油が共存する環境水中の軽油の識別法及び微量軽油識別剤(ケリソ)の分析方法について	近藤秀治	
磨滅クラスを用いた洞爺湖中島のエゾシカの年齢クラス推定	高橋裕史	ほか2名
北海道における物質収支について	田淵修二	ほか1名
JR江差線の等価騒音レベルに関する一考察	小幡真治	ほか1名
常呂川・網走川の河川水質汚染の特性 その1	石川 靖	ほか2名
鉄山・北檜山・貝取潤川・椴川鳥獣保護区の鳥類リストについて	富沢昌章	ほか1名
野幌森林公園内の鳥類リストについて	梅木賢俊	ほか2名
清浄地域の空気質に関する研究	秋山雅行	ほか6名
環境基準未達成原因解明調査中間報告(厚岸湖)	濱原和広	ほか5名
北海道の沿岸海域における水環境保全と水資源保護	福山龍次	ほか18名
沿岸海域における水環境総合解析	福山龍次	ほか4名
阿寒湖の基礎生産環境と魚類飼料としての微生物の生産に関する研究	石川 靖	ほか7名

塘路湖における環境保全と漁獲の安定化に関する研究	三上英敏	ほか14名
道内の小湖沼における酸性雨影響調査	阿賀裕英	ほか4名
環境質の健康影響評価指標に関する研究	芥川智子	ほか4名
バイオアッセイの手法を用いた内分泌かく乱化学物質(環境ホルモン)測定における前処理方法の検討	永洞真一郎	ほか5名
LC/MSによる化学物質分析法の基礎的検討	近藤秀治	ほか22名
環境騒音の予測に関する研究	高橋英明	ほか1名
生物多様性の保全を考慮したハビタットの質的向上に関する研究	富沢昌章	
北海道における中型哺乳類の分布	車田利夫	
相対密度を用いたエゾシカと生息地の相互関係	梶 光一	
道東地域におけるエゾシカの生息数推定と保護管理	宇野祐之	ほか2名
北海道東部地域におけるエゾシカ個体数の動向	玉田克巳	ほか2名
帰化種ブタナはなぜ海岸地域に進出したか	宮木雅美	ほか1名
海洋生態系高次捕食者による水産業等への被害発生プロセスに関する研究	長 雄一	

第29号 (平成14年度)

茨戸川表層水における内分泌かく乱化学物質(環境ホルモン)の調査	永洞真一郎	ほか6名
道内3地域の大气中及び土壌中変異原活性	芥川智子	ほか2名
清浄地域における大气エアロゾル中の金属成分—1997~2001年度における動向について—	大塚英幸	ほか6名
三宅島の噴火に由来する汚染物質の挙動とその北海道への影響	野口 泉	ほか2名
常呂川・網走川流域の土地利用差に伴う一次河川水質の変動	石川 靖	ほか4名
湿原植生分類リモートセンシング手法の研究 — 北海道釧路湿原植生分類の場合 —	布和敦スル	ほか3名
モンスーンアジアを旅する鳥たちの跡 — 渡り鳥の衛星追跡 —	布和敦スル	ほか4名
環境基準未達成原因解明調査報告 —厚岸湖—	濱原和広	ほか4名
常呂川・網走川の河川水質汚染の特性 その2 — 区域毎の流入負荷の特徴 —	石川 靖	ほか3名
2001年度野幌森林公園内の鳥類調査結果について	梅木賢俊	ほか2名

第30号 (平成15年度)

乾性沈着量推計ファイルの開発	野口 泉	ほか1名
ダイオキシン類の迅速抽出法および前処理法の基礎的検討	大塚英幸	ほか4名
食品類中のエストロゲン活性の調査	永洞真一郎	ほか5名
マルチセンサスデジタル画像データのスケールアップに関する研究	布和敦スル	ほか2名
天塩川下流・浜里地区の海岸植生とその変化	宮木雅美	ほか1名
野付風蓮道立自然公園走古丹地区におけるエゾシカによる植生変化	宮木雅美	ほか2名
美唄湿原における湿原植生復元実験	西川洋子	ほか1名
休廃止鉱山から排出される重金属濃度の長期変動	石川 靖	ほか2名
道路交通騒音常時監視システムの検証調査	上野洋一	ほか1名
クッチャロ湖の流入河川の水質について	三上英敏	ほか3名

第31号 (平成16年度)

アジアの鳥類分布データベース「BirdBase」の開発	高田雅之	ほか3名
土壌試料中ダイオキシン類分析の迅速抽出法の基礎的検討	大塚英幸	ほか3名
ポリ塩化ビフェニール全コンジェナー分析への迅速抽出法の検討	姉崎克典	ほか3名
北海道における有機性廃棄物の資源化システム構築に関する研究	阿賀裕英	ほか1名
Terra/ASTERマルチスペクトル(VNIR, SWIR & TIR)データを用いた湿原環境評価に関する基礎的研究(サロベツ湿原を例として)	布和敦スル	ほか1名
北海道における積雪成分の分析	野口 泉	ほか14名
河川に発生したミズワタ状物質の同定結果	石川 靖	ほか3名
篠津川の水質環境	石川 靖	ほか3名

畜産活動に伴う汚水流出機構の解明	石川 靖	ほか5名
酸緩衝能の低い日本海側小湖沼での酸性化モニタリング	阿賀裕英	
達古武川上流部における湿地帯からのリンの負荷	三上英敏	ほか2名
達古武沼における釧路川からの逆流量の観測	三上英敏	ほか2名
北見幌別川の水質について	三上英敏	ほか1名

第32号 (平成17年度)

北海道内底質から検出された多環芳香族炭化水素についての考察	田原るり子	ほか3名
気温による森林地域のNDVI推定モデルの開発	野口 泉	ほか5名
札幌市における大気中のダイオキシン類及びポリ塩化ビフェニルの年間変動	姉崎克典	ほか4名
LC/MS法による医薬品類の一斉分析法の開発に関する検討	永洞真一郎	
石狩浜砂丘植物群落における開花フェノロジー、訪花昆虫、結実率の関係	西川洋子	ほか1名
鉾津から流出した六価クロム濃度の追跡調査結果	石川 靖	
北海道チミケップ湖周辺の哺乳類相	車田利夫	ほか4名
置戸山地中山「春日風穴」付近におけるエゾナキウサギの生息数及び環境利用	車田利夫	

第33号 (平成18年度)

清浄地域におけるエアロゾル中の水溶性成分—長距離輸送の影響評価—	秋山雅行	ほか2名
Ahレセプターとの親和性から見た大気浮遊粉じんのリスク評価—札幌市における30年間(1975-2004)の調査から—	芥川智子	ほか3名
アポイ岳におけるヒダカソウの開花時期と地表温度との関係	西川洋子	ほか1名
石狩浜の海岸植生衰退と砂の移動量との関係	島村崇志	ほか3名
最終処分場浸出水中のPAHsについての考察	田原るり子	ほか2名
酸性化モニタリングのための湖沼調査	阿賀裕英	
札幌市と小樽市の鳥獣保護区に生息する繁殖期の鳥類	玉田克巳	ほか1名

第34号 (平成19年度)

酪農地帯、風蓮湖流域河川の水質特性	三上英敏	ほか2名
海鳥に付着した色素の分析	田原るり子	ほか1名
HT8-PCBキャピラリーカラムを用いたカネクロール中のPCB異性体組成の検討	姉崎克典	ほか2名
北海道における鳥獣保護区の自然植生	玉田克巳	

第35号 (平成20年度)

GISを用いた地下水汚染ポテンシャルの広域的評価	高田雅之	ほか3名
地下水硝酸汚染に係わる汚染源簡易判定の手順	三上英敏	ほか2名
釧路川の硫酸イオン $\delta^{34}\text{S}$ 値について	三上英敏	ほか2名
生体試料中ポリ塩化ビフェニル全異性体分析のための前処理法の検討	山口勝透	ほか4名
2002年から2006年の朱鞠内湖(雨龍第一ダム)の水環境について	石川 靖	ほか5名
北海道における積雪成分の長期変動(1988-2008年)	山口高志	ほか14名
豊平川流域森林地域における2008年ヒグマ生息状況調査	間野 勉	ほか1名
水生生物の生息環境評価のための地形・植生パラメータ構築とその活用例	三島啓雄	ほか4名

第36号 (平成21年度)

階層ベイズモデルを用いたMODIS Level-2雪プロダクト時系列データからの積雪期間マップの作成	濱原和広	
サロマ湖における貧酸素水塊の消長と底層水中の化学種について	田中敏明	ほか4名
生花苗沼の巨大シジミの生態学的考察(1)	田中敏明	ほか4名
美々川流域の樹林帯における水質環境と自然再生に向けて	石川 靖	ほか3名

摩周湖の霧酸性化状況及びその要因について	山口高志	ほか3名
エゾシカの狩猟及び有害駆除に関する狩猟者の意識と行動実態	車田利夫	
置戸山地中山におけるエゾナキウサギ生息地の分布と利用状況	車田利夫	
天塩岳周辺におけるエゾナキウサギ生息地の分布	車田利夫	ほか2名
サロベツ湿原泥炭採掘跡地の植生回復過程	島村崇志	ほか2名

第1号（通巻第37号）（平成22年度）

乾燥沈着量評価のための沈着速度推計プログラムの更新	野口 泉	ほか4名
底質中の多環芳香族炭化水素の抽出法の検討	田原りり子	
北海道内河川水中の界面活性剤の濃度分布	田原りり子	
列車を利用したエゾシカの生息状況調査	稲富佳洋	

第2号（通巻第38号）（平成23年度）

環境教育研究会の活動について	川村美穂	ほか1名
道内の対流圏オゾンの時間空間的調査結果	山口高志	ほか4名
エゾシカの狩猟努力量当たりの捕獲数及び目撃数	宇野裕之	ほか1名
水田農法別の陸生・水生・土壌動物相の比較	長 雄一	

第3号（通巻第39号）（平成24年度）

北海道における大気中微小粒子PM _{2.5} 中の無機元素成分-2007～2012年度の結果より-	大塚英幸	ほか2名
環境科学研究センターで整備している「北海道野生生物分布データベース（鳥類）の概要と使用文献リスト	小野 理	ほか2名
北海道内における有機フッ素化合物の残留実態調査	田原りり子	
野幌森林公園における2012年のヤブサメとキタビタキの営巣例	玉田克巳	
千歳川水系における水質の長期変化	石川 靖	ほか2名
農耕地のエゾシカ観察頭数に対する侵入防止柵の効果の評価	稲富佳洋	ほか2名

第4号（通巻第40号）（平成25年度）

北海道における有害大気汚染物質の現状		
ー平成19年度～25年度有害大気汚染物質モニタリング調査結果よりー	芥川智子	ほか5名
家畜排せつ物法施行後における風蓮湖流域河川の水質環境変化について	三上英敏	ほか1名
クッチャロ湖湿原における14年間の植生変化	島村崇志	ほか1名

第5号（通巻第41号）（平成26年度）

北海道における大気中反応性酸化態窒素の挙動	野口 泉	ほか1名
摩周湖における林内雨-林外雨法による霧水沈着量測定および霧・雨による主要イオン成分沈着量の比較	山口高志	ほか1名
生態系サービスに基づいた道内主要流域圏の類型化	木塚俊和	ほか13名
北海道におけるPM _{2.5} の成分組成の特徴について	秋山雅行	ほか2名
鉾津から流出した六価クロム濃度の追跡調査結果（第2報）	石川 靖	
ライトセンサスによるエゾシカ生息動向の評価	稲富佳洋	ほか2名
ノルウェーにおけるシカ類の管理と有効活用システムの調査研究（海外研修報告）	上野真由美	

第6号（通巻第42号）（平成27年度）

世帯属性を考慮した排出原単位を用いた家庭部門エネルギー起源CO ₂ 排出量の市区町村別推計	濱原和広	
家畜排せつ物法施行後における風蓮湖流域河川の水質環境変化について（2）	三上英敏	ほか1名
北海道の日本海側小湖沼における酸性化モニタリング結果	阿賀裕英	
北海道内における化学物質の環境実態及び地域リスク評価に関する研究	田原りり子	

北海道で突発的に起きた水・土壌汚染の事件や事故について————— 石川 靖
ヒグマによる被害発生現場で採取した試料を用いた加害個体の識別 ————— 釣賀一二三 ほか2名
第9回酸性雨国際会議における発表およびNOAA大気研究所訪問（海外研修報告）————— 野口 泉

第7号（通巻第43号）（平成28年度）

北海道における冬季気温と積雪水量の関係 ————— 鈴木啓明 ほか2名
1990年代に北海道で起きた魚のへい死とその傾向 ————— 石川 靖
イギリスの湿原における先進的なシカ管理に関する研修（海外研修報告）————— 稲富佳洋
第24回クマ類の研究と管理に関する国際会議における研究発表およびアラスカにおけるクマ類の
先進的な保護管理に関する情報収集（海外研修報告）————— 近藤麻実

所報編集委員

秋山 雅行	玉田 克巳
芥川 智子	永洞真一郎
五十嵐聖貴	間野 勉
稲富 佳洋	三上 英敏
◎高橋 英明	

(五十音 ◎：編集委員長)

[事務局]

野口 泉	吉野 広一
------	-------

環境科学研究センター所報 第8号 (通巻第44号)

発行日 平成31年2月
発行 地方独立行政法人北海道立総合研究機構
環境・地質研究本部 環境科学研究センター
編集 所報編集委員会
〒060-0819 札幌市北区北19条西12丁目
電話 011-747-3521
FAX 011-747-3254

*Local Independent Administrative Agency Hokkaido Research Organization
Environmental and Geological Research Department, Institute of Environmental Sciences
Kita 19, Nishi 12, Kitaku, Sapporo, Hokkaido, Japan
Tel +81-11-747-3521 Fax +81-11-747-3254
URL <http://www.ies.hro.or.jp/>*
