

環境科学研究センター所報

第 5 号
(通巻第41号)

Report of Institute of Environmental Sciences

No. 5
(No. 41)

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 | 8 |
| 2 | 重点研究 | 8 |
| 3 | 経常研究 | 8 |
| 4 | 道受託研究 | 11 |
| 5 | 一般共同研究 | 13 |
| 6 | 公募型研究 | 14 |
| 7 | 受託研究 | 15 |
| 8 | 職員奨励研究 | 16 |
| 9 | 循環資源利用促進基金事業 | 16 |
| 10 | その他の研究等 | 16 |
| [3] | 研修会の講師派遣等 | |
| 1 | 研修会、講演会等への講師派遣 | 18 |
| 2 | 大学への講師派遣 | 19 |
| 3 | 講演会、普及啓発事業等の開催 | 19 |
| [4] | 委員会、協議会等への参加 | 22 |
| [5] | 刊行物発行 | 24 |
| [6] | 研修生及び研究生等の受け入れ | 24 |
| VII | 調査研究・報告 | |
| [1] | 調査研究 | |
| ・ | 北海道における大気中反応性酸化態窒素の挙動 | 25 |
| | 野口 泉 山口高志 | |
| ・ | 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 | 31 |
| | 山口高志 野口 泉 | |
| ・ | 生態系サービスに基づいた道内主要流域圏の類型化 | 39 |
| | 木塚俊和 五十嵐聖貴 三上英敏 小野 理 西川洋子 島村崇志 玉田克巳 石川 靖 檜垣直幸 丸谷 薫 大澤賢人 高見雅三 小澤 聡 森野祐助 | |
| ・ | 北海道におけるPM _{2.5} の成分組成の特徴について | 47 |
| | 秋山雅行 大塚英幸 芥川智子 | |
| ・ | 釧路から流出した六価クロム濃度の追跡調査結果（第2報） | 57 |
| | 石川 靖 | |
| ・ | ライトセンサスによるエゾシカ生息動向の評価 | 61 |
| | 稲富佳洋 上野真由美 宇野裕之 | |
| [2] | 海外研修報告 | |
| ・ | 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 | 73 |
| | 上野真由美 | |
| VIII | 学会等研究発表 | 79 |
| 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）」 | 87 |
| | 「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4号・通巻第40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22年4月1日から平成27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22年度～平成26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) 循環と共生を基調とする環境負荷の少ない持続可能な社会の実現

ア 地域から取り組む地球環境の保全に関する研究

地球規模の環境変動による影響を把握し、将来にわたって良好な環境を維持するため、環境モニタリングや保全に関する調査研究に取り組む。

- ・広域的な環境質の変動とその影響に関する調査研究

イ 生物多様性の保全に関する研究

北海道の良好な自然環境を将来にわたって維持するため、生物多様性の保全に関する調査研究に取り組む。

- ・生態系の機構の解明及び保全に関する調査研究
- ・野生生物種の生態及び保全に関する調査研究
- ・野生動物個体群の保護管理に関する調査研究

ウ 安全・安心な地域環境の確保に関する研究

道民の健康の保護及び快適な生活環境の確保を図るため、環境汚染の低減と未然防止につながる発生源監視や環境モニタリングなどの調査研究に取り組む。

- ・良好な大気環境の保全に関する調査研究
- ・健全な水環境の保全に関する調査研究
- ・化学物質の環境リスクに関する調査研究

エ 循環型社会の形成に関する調査研究

北海道における循環型社会の形成を推進するため、物質収支システム等の解明に取り組む。

- ・持続可能な物質収支システム等に関する調査研究

(4) 環境及び地質に関する情報基盤の整備と高度利用

ア 環境及び地質に係る情報基盤の整備と高度利用に関する調査研究及び技術開発

環境及び地質に関する情報の普及と利活用の促進のため、基盤となる情報の整備・公開に取り組むとともに、情報の解析・共有手法などの高度利用に関する調査研究及び技術開発に取り組む。

- ・環境モニタリング、GIS情報等の整備・管理及び解析・適用に関する調査研究
- ・基盤情報としての地質・地質環境・防災に関する情報の整備・高度化
- ・環境情報の普及・利活用促進及び環境教育等に関する研究

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。

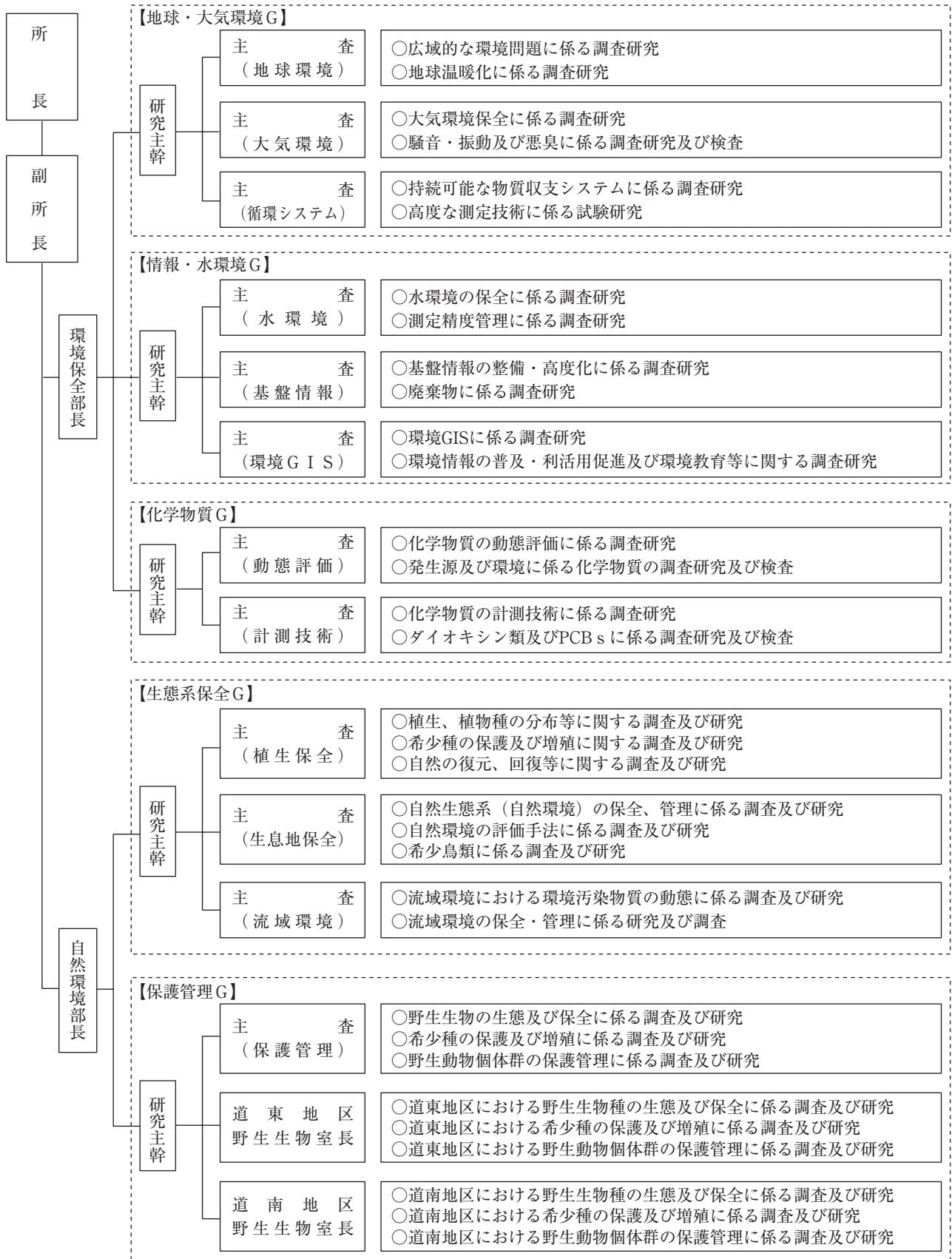
平成22年4月に、北海道の出資により、6研究本部からなる地方独立行政法人北海道立総合研究機構が設立され、環境・地質研究本部に環境科学研究センターが設置されました。

現在、センターの組織は、地球環境や地域環境の保全などに関する監視測定や調査研究等を行う環境保全部、生態系保全や野生生物の保護管理に関する調査研究等を行う自然環境部の2部からなっています。

| | |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 |

Ⅲ 組織・事務分掌

(平成27年4月1日現在)



IV 職員の状況

[1] 職員名簿

(平成27年6月1日現在)

| 所属・職名 | | 氏名 | 所属・職名 | | 氏名 |
|-----------------|-------------------|---------------------|-----------------|------------|---------|
| | 所 長 | 高 田 純 | 環 境 保 全 部 | (化学物質グループ) | |
| | 副 所 長 | 坂 口 直 孝 | | 研 究 主 幹 | 秋 山 雅 行 |
| 環 境 保 全 部 | 環 境 保 全 部 長 | 高 橋 英 明 | 主 査 (計 測 技 術) | 永 洞 真 一 郎 | |
| | (地球・大気環境グループ) | | 主 査 (動 態 評 価) | 田 原 る り 子 | |
| | 研 究 主 幹 | 野 口 泉 | | 姉 崎 克 典 | |
| | 主 査 (地 球 環 境) | 大 塚 英 幸 | | 仮 屋 遼 | |
| | 主 査 (大 気 環 境) | 芥 川 智 子 | 自 然 環 境 部 長 | 宮 津 直 倫 | |
| | 主 査 (循 環 シ ス テ ム) | 濱 原 和 広 | (生態系保全グループ) | | |
| | | 山 口 高 志 | 研 究 主 幹 | 西 川 洋 子 | |
| | | 鈴 木 啓 明 | 主 査 (植 生 保 全) | 島 村 崇 志 | |
| | (情報・水環境グループ) | | 主 査 (生 息 地 保 全) | 玉 田 克 巳 | |
| | 研 究 主 幹 | 三 上 英 敏 | 主 査 (流 域 環 境) | 石 川 靖 | |
| 主 査 (環 境 G I S) | 小 野 理 | 環 境 部 | (保護管理グループ) | | |
| 主 査 (基 盤 情 報) | 五 十 嵐 聖 貴 | 研 究 主 幹 | 宇 野 裕 之 | | |
| 主 査 (水 環 境) | 阿 賀 裕 英 | 道 東 地 区 野 生 生 物 室 長 | 稲 富 佳 洋 | | |
| | 丹 羽 忍 | | 長 雄 一 | | |
| | 木 塚 俊 和 | 道 南 地 区 野 生 生 物 室 長 | 上 野 真 由 美 | | |
| | 福 田 陽 一 朗 | | 釣 賀 一 二 三 | | |
| | | | 近 藤 麻 実 | | |

V 決 算

平成26年度決算

| | | | |
|--------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 業務費関係 | 試験研究経費 | <ul style="list-style-type: none"> ・重点研究費 ・経常研究費 ・技術指導普及費 ・研究用備品整備費 ・目的積立金活用事業費 | 9,762,748円 16,696,688円 928,401円 11,941,560円 21,968,179円 |
| | 小計 | | 63,425,687円 |
| 一般管理費関係 | 維持費 | <ul style="list-style-type: none"> ・維持管理経費 ・研究関連維持管理経費 | 58,518,380円 906,570円 |
| | 運営費 | <ul style="list-style-type: none"> ・運営経費 | 2,494,545円 |
| 小計 | | | 61,919,495円 |
| 事業費等 受託研究費及び寄付金 | 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 | 4,358,938円 44,745,438円 12,998,000円 |
| | 基金事業費 | <ul style="list-style-type: none"> ・循環資源利用促進基金事業費 | 6,234,607円 |
| 小計 | | | 68,336,983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 | 3,415,627円 |
| | 小計 | | 3,415,627円 |

VI 事業概要（平成26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。

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に取り組んでいるばかりでなく、広域環境汚染や地球規模の環境問題を把握し、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、環境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同時に、酸性雨問題や対流圏オゾン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、さらに漁場環境保全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の環境情報の普及・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、調査研究を進めている。

生態系保全グループでは、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。

保護管理グループでは、野生生物の保護管理や野生生物の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では、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では、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 | 環境研では以下の有機系廃棄物（可燃ごみ、生ごみ、下水汚泥、し尿・浄化槽汚泥、廃魚網）を対象として、複数のモデル地域を中心に賦存量・利活用の現状のGISデータベース化を行った。さらに全機関と連携し、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) |

2 重点研究

| 研究課題名 | 課 題 内 容 | 共 同 研 究 先 |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| (1) 森林管理と連携したエゾシカの個体数管理手法に関する研究 | ア 研究総括及び森林におけるエゾシカ相対密度把握手法の開発：ライントランセクト法及び自動撮影法を用いて、管理の単位となる森林スケールのエゾシカの密度推定 イ 天然林稚幼樹及び林床植物に対する被害モニタリング手法の確立：天然更新木及び林床植物のエゾシカによる影響の指標化を行い、被害把握手法を確立 ウ 森林資源データを活用したエゾシカ捕獲適地の抽出手法の開発：森林資源データや食肉処理施設の立地情報、エゾシカ生息密度や森林被害情報等を用いて捕獲適地の抽出手法を開発 エ 効果的な捕獲技術の開発：既存の捕獲法の検証及び移設可能な簡易捕獲ワナ等を用いた効果的な捕獲技術の開発に取り組む *センターはア、イ、エを分担（一部は関係機関で実施） (保護管理G) | 林業試験場、 酪農学園大学 |

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 | 温室効果ガス排出量削減対策の検討と効果の評価及び道民の排出削減行動の推進に役立つ客観的な科学的根拠を提供するため、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、①活動量指標と原単位の選定及び吸収源の評価、②全道を対象とした家庭部門二酸化炭素排出量の空間スケールの詳細化手法の開発、③精度の高い排出量速報値の算定手法の確立、④温暖化防止施策・行動支援のための情報公開手法の検討を行う。 (地球・大気環境G) |
| (2) センサ及びパッシブサンプラーを用いたオゾン濃度の測定 | H25ニーズ調査では「光化学オキシダントの高濃度現象への対応に関する検討」が出されて、越境大気汚染物質に含まれるオゾンの状況把握が求められている。しかし郊外にはこのような測定地点が少なく、測定局の新規追加はコスト面から困難である。オゾンセンサ（以下センサ）は、感度に対する温度依存性や長期間での感度変動など解決すべき問題もあるが、安価かつ高時間分解能である。これを用いて安価で精度の高い手法を組み合わせることで越境大気汚染の状況について評価を行うことを目的とする。 (地球・大気環境G) |
| (3) 大気中粒子状物質の健康影響に関する研究 | 大気中粒子状物質の採取、成分分析及び評価、微小粒子状物質の常時監視結果の総合解析、同位体比等を利用した粒子の起源解析に関する研究、首都圏、遠隔地域との比較検討による健康影響評価と寄与の推定 (地球・大気環境G) |
| (4) 時間帯補正等騒音レベル(Lden)に対応した航空機騒音予測コンターマップの作成 | 旭川空港において飛行航跡データを収集し、離着陸方向予測モデルを作成した。さらに、航跡データを用いた飛行経路、高度・速度プロファイルの設定手順をまとめ、INMを用いてLden予測コンターマップを作成する手順を確立し、マニュアル化したものをインターネットを通して公開した。 (地球・大気環境G) |

| 研究課題名 | 課 題 内 容 |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (5) 気候変動に対する適応策・緩和策の情報集約・発信に関する研究 | 適応策関連では、大学等で実施されている適応策関連研究等に着目し、道内に関連する研究成果の資料収集・レビュー活動を行い、北海道全体としての影響を把握して取りまとめ、普及向けの解説を含めて情報発信を行う。緩和策関連では、道内全市町村のCO2排出量DBの発信・データ更新を行い、施策形成に活用されるようデータ面から市町村を支援する。 (情報・水環境G) |
| (6) 環境修復によるサクラマス天然資源回復量の予測に関する研究 | さけます・内水試と連携し、先行課題で得られた産卵環境回復可能量と産卵床当たりの稚魚生産尾数の結果等をもとに、サクラマスの主要水系で環境修復を実施した場合の天然個体群の回復量を予測するための空間解析を行う。平成26年度は、当センターが保有する河川工作物DB等のGISデータから推定した遡上障害区間を基盤に、産卵に適した地形条件の検討を実施した。 (情報・水環境G) |
| (7) 公共用水域の水質測定結果を用いた河川・湖沼・海域の長期的水質変化の解析 | 河川・湖沼・海域の約220万の測定データにおいて、抽出・集計・解析等を高速かつ柔軟に行なうことが可能で、水環境研究の基盤情報として有効に利用可能である、水質データベースを構築した。また、全データを簡便に閲覧できるシステムを作成した。 (情報・水環境G) |
| (8) 根釧台地酪農河川における家畜排泄物法施行後の負荷変動に関する研究 | 流域家畜飼育密度と河川の硝酸窒素濃度との関係を調査した。また、釧路湿原塘路湖流域において、出水時の調査を実施した。 (情報・水環境G) |
| (9) 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 | ア PRTR排出量データを用いた地域特性及び多量排出物質の環境実態の把握 イ POPS化合物の残存実態の把握 ウ 各種モデルを活用した地域におけるリスク評価 (化学物質G) |
| (10) 地球環境問題検討調査 | ア 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VACSの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。 イ 酸性雨陸水影響調査 酸性雨による陸水の影響を継続的に把握するため、コックリ湖(蘭越町)において水質モニタリング調査を行った。 (地球・大気環境G、情報・水環境G) |
| (11) 騒音・振動・悪臭対策調査 | 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、旭川空港において航空機騒音調査を実施した。 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臭気業務に係る資質向上を目的として、北見市の製糖工場を対象に調査を行った。 (地球・大気環境G) |
| (12) 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) | 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手法を検討するとともに、モニタリングによる評価を行った。 (情報・水環境G) |
| (13) 生態系タイプを考慮したセイヨウオオマルハナバチの影響把握と防除手法の検討 | 「特定外来生物」セイヨウオオマルハナバチの生態系に対する影響を把握するため、海岸草原、海岸林、伐採跡地、農耕地等について、在来種も含めたマルハナバチ類が利用する花資源に着目して生息環境を比較するとともに、マルハナバチ類の各生態系の利用傾向の調査を行った。 (生態系保全G) |
| (14) 捕獲情報を用いたエゾライチョウのモニタリング手法に関する研究 | 希少鳥エゾライチョウの過去20年間の狩猟による捕獲位置情報と、鳥獣保護員による生息数調査の結果を用いて、生息動向を把握するとともに、生息数の維持と狩猟の継続を両立させるための評価を目的とした生息状況のモニタリング手法を提案する。 (生態系保全G) |

| 研究課題名 | 課 題 内 容 |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (15) 地域環境を反映した環境センサーとして湖沼環境評価とデータベースの開発 | <p>ア 過去に「北海道の湖沼」で調査した湖沼の水環境の再調査を実施した。</p> <p>イ 湖沼で採集した動植物プランクトンの種と量を把握した。</p> <p>ウ 底質等における$\delta 13C$や$\delta 15N$を測定し、同位体環境からみた人為影響を検討した。</p> <p>エ 調査対象湖沼の流域の土地利用の変化についてデータベースを作成した。</p> <p style="text-align: right;">(生態系保全G)</p> |
| (16) 流域の水文学環境要因に着目した生態系のつながりの解明～安平川流域の生物多様性の保全及び遊水地活用～ | <p>遊水地化計画に含まれる安平川、弁天沼の2湿原について、植物群落の分布や鳥類の生息状況を把握し、環境条件との対応を明らかにした。これらの湿原は勇払地方を特徴づける保全すべき湿原であるが、乾燥化や貧栄養化の影響が認められた。また、地下水の挙動や水の流入・流出状況を明らかにするとともに、土地利用の変遷を把握することにより、今後の保全の方向性を検討するための情報を得た。</p> <p style="text-align: right;">(生態系保全G)</p> |
| (17) 保全方策強化推進調査 | <p>「北海道自然環境保全指針」で抽出した「すぐれた自然地域」の中で、自然環境関係の法令に基づく指定が行われていない地域について、自然公園等の指定など、保全方策の強化を図ることを目的に、地域指定のための自然環境等補足調査を実施した。</p> <p style="text-align: right;">(生態系保全G)</p> |
| (18) 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) | <p>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、固定調査区における植生の定期モニタリングを実施した。また、乾燥化の進行した学術自然保護地区の上美唄湿原において、湿原植生回復機構を把握するための表土掘取り試験についての継続調査を実施した。</p> <p style="text-align: right;">(生態系保全G)</p> |
| (19) 野生動物分布等実態調査(ヒグマ広域痕跡調査) | <p>野生動物(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るため、分布、生態、個体数等の生息実態に関する調査を行い、全道域でヒグマ痕跡をモニタリングし、地域ごとの個体数動向の基礎資料とした。</p> <p style="text-align: right;">(保護管理G)</p> |
| (20) 野生動物分布等実態調査(ヒグマ個体群動態調査) | <p>野生動物(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るため、分布、生態、個体数等の生息実態に関する調査を行い、有害駆除等の際の回収試料の生物学的分析によって、各種個体群パラメータ及び人間活動との軋轢の実態について監視した。</p> <p style="text-align: right;">(保護管理G)</p> |
| (21) 渡島半島ヒグマ対策推進事業ヒグマモニタリング調査(出没被害状況調査) | <p>ア 個体特定調査：出没あるいは被害発生現場に残された痕跡などから遺伝子の分析を行うことによって出没個体の特定を行った。</p> <p>イ 総捕獲頭数管理：人材育成捕獲の捕獲現場において捕獲状況を確認するとともに、捕獲された個体から試料を採取し、繁殖状況や栄養状態に関する調査を実施した。</p> <p style="text-align: right;">(保護管理G)</p> |
| (22) 渡島半島ヒグマ対策推進事業ヒグマモニタリング調査(個体群動態関連調査) | <p>ヒグマによる人身事故の防止、農作物等被害の予防とヒグマの地域個体群の存続を目的として、重点地域である渡島半島地域における取組みを進める際に必要な項目のうち、特に個体群の動向に関わるモニタリングを実施した。</p> <p style="text-align: right;">(保護管理G)</p> |
| (23) エゾシカ総合対策事業(生息環境調査) | <p>鳥獣保護法の規定によるエゾシカ保護管理計画(第4期平成24年3月)に基づき、エゾシカの個体数を適正に管理するため、環境収容力及び植生に及ぼす影響を調査した。</p> <p style="text-align: right;">(保護管理G)</p> |
| (24) エゾシカ総合対策事業(個体数指数調査) | <p>鳥獣保護法の規定によるエゾシカ保護管理計画(第4期平成24年3月)に基づき、エゾシカの個体数を適正に管理し、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。ライトセンサス調査、航空機調査はカウント調査により頭数及び群れ構成の把握等を行った。また、JR列車事故の解析手法の検討は、北海道旅客鉄道株式会社の協力を得て行い、地域及び時期別の列車支障件数の解析を行い事故抑制策の検討を行った。</p> <p style="text-align: right;">(保護管理G)</p> |

| 研究課題名 | 課 題 内 容 |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (25) エゾシカ総合対策事業(捕獲状況調査) | 鳥獣保護法の規定によるエゾシカ保護管理計画(第4期平成24年3月)に基づき、エゾシカの個体数を適正に管理するため、狩猟統計を用いて狩猟努力量当りの捕獲数及び目撃数の解析を行った。 また、妊娠率や幼獣の加入率などの個体群パラメータの検討を行った。 (保護管理G) |
| (26) エゾシカ総合対策費(地域別個体群管理) | 鳥獣保護法の規定によるエゾシカ保護管理計画(第4期平成24年3月作成)に基づき、振興局別個体数推定手法を開発し、有用な捕獲技術の確立及び普及を図り、地域別個体群管理を達成させる。 (保護管理G) |
| (27) 水資源、水域生態系保全に向けた、流域特性の検討と流域圏データベースの構築 | ア 全道レベルの流域圏既存情報を整理しデータベースを構築した。 イ 流域面積100km ² 以上の主要河川については、影響を受ける最下流域と影響を与えるその上流側のそれぞれの流域パターンから流域の類型化を行い、既存知見等による各主要流域が抱えている具体的な問題と合わせて検討し、優先的に保全すべき流域を選定した。 (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) | 千歳市内の2地点(住居地域及び幹線道路端)において年12回(24時間採取)、有害大気汚染物質の中でも優先的に取り組むべき物質に指定された23物質のうち、VOC(11)、アルデヒド類(2)、酸化エチレン、金属(5)、水銀及びベンゾ(a)ピレンの21物質についてモニタリングを行った。さらに他の有害大気汚染物質(VOC、金属類)8物質について調査実施した。 (地球・大気環境G、化学物質G) |
| (2) 指定物質排出施設規制指導 | 室蘭市において、コークス炉を対象施設として施設周辺地域5地点で年4回ベンゼンの調査を行い、ベンゼンによる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測定結果との相関を検証し、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) ばい煙等排出ガス測定 | 大気汚染防止法に基づくばい煙発生施設に対する立入検査(SO _x 、NO _x 、HCl、ダスト、VOC)を11振興局29施設について行った。 (地球・大気環境G、化学物質G) |
| (4) 国設札幌大気環境測定所における調査研究委託業務 | 国設札幌大気環境測定所において、次の測定及び保守管理を行った。 ア SO ₂ 、NO _x 、CO、O _x 、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 ウ 各測定機器の保守管理 (地球・大気環境G) |
| (5) 国設利尻酸性雨測定所における調査研究委託業務 | 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) |
| (6) 航空機騒音状況調査委託業務 | 航空機騒音測定・評価マニュアルに基づき航空機騒音測定調査を実施 ア 調査地点 ・札幌飛行場～4地点、1回(14日間) ・千歳飛行場～4地点、3回(1日間) イ 調査項目 自動測定及び有人測定を実施し、騒音に関するデータ(単発騒音暴露レベル、最大騒音レベル、準定常騒音、継続時間、観測時刻など)を収集し、航空機騒音新評価法により騒音評価を実施するとともにマニュアルの検証を実施した。 (地球・大気環境G) |

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(7) 鉄道騒音測定調査委託業務</p> | <p>騒音の実態把握が十分でない在来鉄道騒音について、「在来鉄道騒音測定マニュアル」に示されている測定方法に従って測定調査を行うことにより、在来鉄道騒音の実態把握のためのデータを収集するとともに、測定方法に関する課題等を検討した。</p> <p>さらに、騒音に対する住民意識に関する知見を収集するため、アンケート調査を実施し解析した。</p> <p>調査地点 ・函館本線、千歳線</p> <p style="text-align: right;">(地球・大気環境G)</p> |
| <p>(8) 緊急時モニタリング地点位置図 (GIS地図)修正業務</p> | <p>泊原子力発電所周辺区域内の住民避難等の防護措置の判断に必要な緊急時モニタリング地点位置図を作成した。</p> <p style="text-align: right;">(情報・水環境G)</p> |
| <p>(9) 環境基準未達成原因説明調査(阿寒湖)</p> | <p>サロマ湖において流域及び湖内の水質調査を実施し、環境基準未達成の原因説明を行った。</p> <p style="text-align: right;">(情報・水環境G)</p> |
| <p>(10) 環境基準未達成原因説明調査(風蓮湖)</p> | <p>風蓮湖において流域及び湖内の水質調査を実施し、環境基準未達成の原因説明を行った。</p> <p style="text-align: right;">(情報・水環境G)</p> |
| <p>(11) 水質測定業務の民間委託による精度管理</p> | <p>公共用水域等の水質分析の民間委託に伴い、分析委託機関に対し査察や標準物質(模擬試料)の定量結果比較等により精度管理を実施した。</p> <p style="text-align: right;">(情報・水環境G)</p> |
| <p>(12) クローズド型最終処分場浸出液水質調査</p> | <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、今後の管理運営に資するため、埋立物、散水条件と浸出液の水質との関連を調査した。</p> <p style="text-align: right;">(地球・大気環境G、情報・水環境G)</p> |
| <p>(13) ダイオキシン類対策調査</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：11振興局19施設について実施した。 排水：3振興局3施設について実施した。</p> <p>イ 民間委託先とのクロスチェック分析</p> <p style="text-align: right;">(化学物質G、地球・大気環境G、情報・水環境G)</p> |
| <p>(14) 化学物質環境実態調査</p> | <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、次の調査を実施した。</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)＝アルキルエーテルの分析法開発を行った。</p> <p>イ 初期・詳細環境調査 石狩川及び十勝川水質試料中の6-アセチル-1,1,2,4,4,7-ヘキサメチルなど9物質群、石狩川及び苫小牧港底質試料のそれぞれ2物質、札幌市内大気試料中の8物質について調査を行った。</p> <p>ウ モニタリング調査 石狩川、十勝川の水質・底質、天塩川、苫小牧港の底質、旭川市内の大気及び釧路沖、日本海沖の魚を対象にPCB・POP_s等15物質群について調査を行った。</p> <p style="text-align: right;">(化学物質G、地球・大気環境G、情報・水環境G)</p> |
| <p>(15) 北海道PCB廃棄物処理事業に係る環境モニタリング</p> | <p>PCB廃棄物処理施設(室蘭市)の運用に伴う環境影響調査として、施設排気(7系統2回)、施設排水(1系統2回)、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)の測定を行った。</p> <p style="text-align: right;">(化学物質G、地球・大気環境G、情報・水環境G)</p> |
| <p>(16) 北海道希少野生動植物調査委託業務</p> | <p>「北海道生物の多様性の保全等に関する条例」(H.25)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。</p> <p style="text-align: right;">(生態系保全G)</p> |

| | |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (17) 平成26年度ヒグマ地域個体群生息数推定に係る現地調査委託業務 | <p>東京大学北海道演習林（富良野市）において、平成25年度に引き続きヘア・トラップの設置位置を追加選定し、現地調査員へのトラップ設置および体毛試料採取方法の指導を行った。採取された体毛試料を用いて遺伝子分析による個体識別を行い、ヒグマの密度推定を実施し北海道に報告した。</p> <p style="text-align: right;">（保護管理G）</p> |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

5 一般共同研究

| 研究課題名 | 課題内容 | 共同研究先 |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| (1) 多種多様な発生源向け光散乱式ダスト濃度計の開発 | <p>通常のダスト濃度計では測定できない白濁排ガスにおいてもダスト濃度の連続測定が可能な多種多様な発生源向け光散乱式ダスト濃度計を開発し、その試作機について実証試験を実施した。実工場（2施設）の白濁排ガスを対象に実証試験を行い、公定法との比較や耐久性の検証、実用化に向けての課題などを検討した。</p> <p style="text-align: center;">（地球・大気環境G、情報・水環境G）</p> | 株田中電気研究所 |
| (2) 弟子屈町における環境モニタリング | <p>摩周湖は、水、大気環境および樹木について数々の調査がなされているが、弟子屈町にはこの摩周湖以外にも屈斜路湖があり、硫黄山などの貴重な自然環境や川湯温泉などの観光地を有しており、道東の観光振興地域として重要な地点である。本研究では、摩周湖を含め、弟子屈町の自然環境に関するデータを集積することで、環境保全のみならず自然とのふれあいや観光振興へとつながる行政施策へ資する目的とする。</p> <p style="text-align: center;">（地球・大気環境G）</p> | 弟子屈町 |
| (3) 送電設備の腐蝕環境因子に関する研究 | <p>北海道内の大気中塩分濃度分布の把握と構造物への長期影響評価を目的に塩分調査等を行った。</p> <p style="text-align: center;">（地球・大気環境G）</p> | 北海道電力総合研究所 |
| (4) 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 | <p>山岳・森林地域へのオゾンによる植物影響を評価するためのモニタリング手法を確立することを目的とする。</p> <p style="text-align: center;">（地球・大気環境G）</p> | 日本環境衛生センター アジア大気汚染研究センター |
| (5) PM _{2.5} および健康に影響するエアロゾル成分の長距離輸送に関する研究 | <p>利尻島において実施しているPM_{2.5}濃度観測に際して、自動フィルター捕集ユニット（ACCU）によりPM_{2.5}粒子のフィルター捕集を行い、その組成を分析して有害物質の流入量を評価するとともに、PM_{2.5}濃度との関連、季節変動、輸送経路等との関係を解析する。</p> <p style="text-align: center;">（地球・大気環境G）</p> | 産業技術総合研究所 |
| (6) 中国大陸由来黄砂におけるバイオエアロゾル挙動の把握 | <p>エアロゾル試料のDNA解析から共通の大気中微生物（バイオエアロゾル）の挙動解析を行うため、モンゴル、日本各地とともに北海道でもエアロゾルの同時サンプリングを行う。</p> <p style="text-align: center;">（地球・大気環境G）</p> | 酪農学園大学 |
| (7) サロマ湖漁場環境保全調査 | <p>サロマ湖において漁場環境保全のための各種調査を関係機関と連携して実施した。当センターは、湖内及び流域の水質調査を担当した。</p> <p style="text-align: center;">（情報・水環境G）</p> | サロマ湖養殖漁業協同組合 北海道大学 東京農業大学 北海道栽培漁業振興公社 |
| (8) 絶縁油中のPCB分析における分析手法の検討 | <p>絶縁油中のPCB分析において、公定法と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、PCB分析業務への適用性を検証した。</p> <p style="text-align: center;">（化学物質G）</p> | 室蘭環境プラントサービス(株) |

| 研究課題名 | 課題内容 | 共同研究先 |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| (9) 栗山町におけるごみ埋め立て地の成形成に関する研究 | 六価クロムが流出している地域の水質環境の把握を行い、流出地点の特定や流出量、埋め立て地の環境の経年変化を明らかにした。これらの結果を用いて六価クロムの封じ込めに向けた対応策を検討して、栗山町に対して提言を行った。 (生態系保全G) | |
| (10) 札幌市に出没するヒグマに関する研究 | 札幌市内に出没するヒグマから得られた体毛などのDNA解析を行い、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する。 (保護管理G) | 札幌市、 NPO法人EnVision環境保全事務所 |

6 公募型研究

| 研究課題名 | 課題内容 | 共同研究先 |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) 新手法を用いた亜硝酸を含む大気中酸化態窒素成分濃度および沈着量の評価 | ア NOy成分の連続広域観測 イ インファレンシャル法を用いた乾性沈着速度推計プログラムの開発とNOy成分の沈着量評価 (地球・大気環境G) | 埼玉県環境科学国際センター、大阪府立大学、愛知県環境調査センター、兵庫県環境研究センター、和歌山県環境衛生研究センター、沖縄県衛生環境研究所、高知県環境研究センター |
| (2) 降水試料濾過フィルターを用いた元素状炭素粒子の現在・過去の地表面性沈着量評価 | ア 広域的に代表性のあるサンプル採取 イ 分析法の確定や分析実施、現場観測 ウ 炭素安定同位体 ¹³ C分析 に取り組む *センターはアおよびイを分担（一部は関係機関で実施） (地球・大気環境G) | 産業技術総合研究所 山梨大学 島根県保健環境科学研究所 |
| (3) 広域測定網における大気汚染測定フィルターの再利用による光学的黒色炭素粒子の測定 | 近年開発された光学的測定法を用い、全国の黒色炭素粒子（BC）の挙動を明らかにすることが目的である。なお、測定試料は、地方自治体の既存の全国観測網で用いられた大気汚染測定フィルターの再利用を図る。 (地球・大気環境G) | 埼玉県環境科学国際センター、千葉県環境研究センター、名古屋市環境科学調査センター、富山県環境科学センター、高知県環境研究センター、福岡県保健環境研究所および沖縄県衛生環境研究所 |
| (4) ゲノム網羅的な発現遺伝子を指標にしたブナ林の環境影響評価 | ブナ林は日本の代表的な落葉広葉樹であり、国内の自然生態系の中で重要な種の一つである。温暖化など気象要因の変動により、日本国内のブナ林はその生育可能地域が減少することが予想されている。本研究では環境ストレスに対して特異的に発現する指標性遺伝子を用いて、ブナに対する環境影響評価法の確立を目的とする。 (地球・大気環境G) | 北海道大学 |
| (5) 生物多様性保全を目的とした森林管理の実現と経済的インセンティブ政策に関する研究 | 北海道大学と協力して、道内の森林（主に十勝管内）を対象に、GISを活用し、土地利用・森林構造・野鳥の分布を主な要因として、森林施業と生物多様性の関連を分析した。課題全体では、このほか新制度導入に向けた経済評価等を行い、新たな森林政策の提言としてとりまとめる。 (情報・水環境G) | 京都大学 北海道大学 筑波大学 森林総合研究所 |
| (6) 非意図的生成 PCB の異性体組成の解明とその生態影響評価に関する研究 | 近年、PCBの高濃度含有が明らかとなった顔料等の環境・生態影響を明確にするため、PCBの特徴的異性体の環境中での挙動を検討するとともに、その異性体や代謝物が有する生態影響について定量的に評価する。 (化学物質G) | |

| 研究課題名 | 課 題 内 容 | 共 同 研 究 先 |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| (7) 北海道に新規侵入したカササギ個体群の由来と定着条件の解明 | 北海道苫小牧市では現在約200羽のカササギが住宅地に定着している。定着に成功した要因として、(1) アリー効果の克服と、(2) 原産地または侵入地での都市鳥化が重要であると考えている。これらの仮説を、(A) マイクロサテライトDNA 解析による集団構造の解明と、(B) 安定同位体比による人為的餌資源利用の定量化、(C) 個体数と分布域のモニタリング、によって検証することを目的とする。 (生態系保全G) | 筑波大学 札幌大学 酪農学園大学 |
| (8) 釧路湿原にて超高密度化状態となったシカの管理を成功させる戦略と戦術 | 空間解析手法等を用いて超高密度状態のシカによる生態系影響を把握し、行動把握に基づく管理計画を提案することを目的とする。具体的には、湿原内外で航空機調査による密度構造の把握、土壌と湿原植生に及ぼす影響を把握し、捕獲の効果測定を行う。通信型GPS発信機で詳細な日周行動を把握する。また、希少鳥類(タンチョウ等)の湿原での利用状況を把握し、希少生物に配慮したシカの個体数管理を提案する。 (保護管理G・生態系保全G) | |
| (9) 低地泥炭湿原の群落の景観と種組成における地理的変異の把握とその生成機構の解明 | 道内の主要な低地湿原について、種組成から群落の類型化を行い、低地湿原の群落傾度(フェーンボック傾度)と、群落の組み合わせの地域的な特徴を明らかにした。また、太平洋側の12湿原において、群落種組成、地下水位、水質、気候条件との関係解析から、群落パターンの成立要因を明らかにした。さらに、湿原の群落タイプ別面積と環境条件との関係解析から、群落景観の地理的変異の要因を明らかにした。 (生態系保全G) | 札幌市立大学 |
| (10) 日本各地でのシカによる植生への影響度を決定する要因の解明 | 過剰な保護政策と捕獲圧の衰退によって、ニホンジカ(以下、シカとする)が近年日本全国で増加し、増加したシカの摂食による樹木の枯死、半自然草原における種組成の変化、自然植生の消失による土壌流出などが発生している。本研究では、日本各地で共通で使える(1) 局所スケールかつ年ごとのシカ密度の日本縦断的な推定、および(2) 植生への影響度の評価手法の開発を行う。そして(3) 得られたシカ密度と植生への影響の関係性を、シカの体サイズと環境条件の影響を含めて明らかにする。 (保護管理G) | |
| (11) 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 | 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う。 (保護管理G) | ミュージアムパーク茨城県自然博物館 信州大学 東京農工大学 立山カルデラ砂防博物館 |

7 受託研究

| 研究課題名 | 課 題 内 容 | 共 同 研 究 先 |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------|
| (1) GEMS/Waterベースラインモニタリング(摩周湖) | 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。 (情報・水環境G) | (独) 国立環境研究所 |

| 研究課題名 | 課 題 内 容 | 共 同 研 究 先 |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| (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 | 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。 (化学物質G、地球・大気環境G) | (独) 国立環境研究所 |
| (3) 河川水中農薬モニタリング調査 | 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、鶴川流域及び厚真川流域の水田に散布された農薬の調査を行った。 (化学物質G、生態系保全G) | (一財) 材料科学技術振興事業団 |

8 職員奨励研究

該当なし

9 循環資源利用促進基金事業

| 研究課題名 | 課 題 内 容 | 共 同 研 究 先 |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| (1) 石灰質未利用資源を用いた高性能排煙処理剤の開発 | ア ラボスケールにおいて塩化水素及び二酸化硫黄の標準ガスを用い、既存およびライムケーキ由来排煙処理剤の酸性ガス除去性能を定量的に評価した。 イ 実証炉における既存およびライムケーキ由来排煙処理剤の性能評価を行った。 (地球・大気環境G、化学物質G) | |
| (2) 農業用廃プラスチックの再利用に関する研究 | ア ペレットボイラから排出される燃焼灰及び排ガスの安全性評価を行った。 イ 燃焼灰の成分を確認し、融雪促進剤としての利用可能性の検討を行った。 (情報・水環境G) | |
| (3) 建設混合廃棄物のリサイクル推進に関する実態調査 | ア 産業廃棄物管理票交付等状況報告書から得られるデータを用いて、建設混合廃棄物の量及び移動の流れの把握を行った。 イ アンケートにより、積替保管施設での建設混合廃棄物の実態について調査した。 (情報・水環境G) | |

10 その他の研究等

| 研究課題名 | 課 題 内 容 | 共 同 研 究 先 |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| (1) 湖沼の生物多様性・生態系評価のための情報ネットワーク | 北海道内のいくつかの湖沼において主に水生植物と魚類を対象として、試験的モニタリングを実施する。国内の参加機関と、情報共有をおこない、モニタリング手法の検討をおこなっていく。 (情報・水環境G) | (独) 国立環境研究所 |
| (2) 全国環境研協議会酸性雨全国調査 | 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。 (地球・大気環境G) | 全国環境研協議会参加機関 |
| (3) 北方森林域における大気沈着成分調査 | 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ため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行った。 (地球・大気環境G) | 北海道大学 |

| 研究課題名 | 課題内容 | 共同研究先 |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| (4) 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 | 残留性有機化合物データの統計処理 (化学物質G) | (独)統計数理研究所 |
| (5) 森林生態系の物質循環機能モニタリング | 北大天塩研究林において実施している二酸化炭素吸収などの炭素循環モニタリングにおいて、同時に窒素成分などの物質循環などに関わる大気物質の測定を行い、その沈着量を評価した。 (地球・大気環境G) | (独)国立環境研究所 北海道大学 北海道電力 |
| (6) 山地森林生態系の保全に係わる生物・環境モニタリング | 本研究は、平成19～21年度C型共同研究「ブナ林衰退地域における総合植生モニタリング手法の開発」および平成22～24年度Ⅱ型共同研究「ブナ林生態系における生物・環境モニタリングシステムの構築」の継続課題として実施し、対象をブナ林生態系以外にも拡大し、摩周湖のダケカンバなどにおける生態系の評価と保全対策に資するための生物・環境モニタリング手法を開発を行う。 (地球・大気環境G) | (独)国立環境研究所 |
| (7) PM _{2.5} の短期的/長期的環境基準超過をもたらす汚染機構の解明 | ア 高濃度汚染時の観測とデータベース化 イ レセプターモデルによる発生源寄与評価 ウ 化学輸送モデルによる地域別寄与評価 エ 季別測定データと長期平均値の関係解析 オ PM _{2.5} に関する他の測定項目や手法による汚染機構解明研究 (化学物質G) | (独)国立環境研究所 |
| (8) 国内における化審法関連物質の排出源及び動態の解明 | 有機フッ素化合物や臭素系難燃剤、今後POPs条約に追加される化学物質について国環研及び多くの自治体が高感度・高精度な分析法や関連情報を共有し、連携・協力して有機フッ素化合物の排出業態や環境実態、環境動態の解明を行う。 (化学物質G) | (独)国立環境研究所 |

[3] 研修会の講師派遣等

1 研修会、講演会等への講師派遣

| 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 |
|-------------------------------------------------------|------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------|
| 野鳥講演会「いま再び、沈黙の春!? 減りゆく夏鳥たちのお話」 | 平成26年 4月12日 | 会員 | 旭川野鳥の会 | 旭川市 | 玉田 克巳 |
| 第24回晩成学舎「アムール川流域論とエゾシカ学概論」 | 平成26年 4月19日 ～20日 | 一般市民 | 湿原研究所 | 大樹町 | 宇野 裕之 |
| 第44回道南獣医師会定期総会講演「ヒグマ研究の最前線」 | 平成26年 5月17日 | 道南獣医師会会員 | 道南獣医師会 | 函館市 | 釣賀一二三 |
| 有害鳥獣ハンター養成塾開催事業 | 平成26年 5月25日 | 農業者、市町職員、大学生 | 愛媛県 | 松山市 | 上野真由美 |
| 平成25年度北海道PCB廃棄物処理事業報告会 | 平成26年 5月29日 | 一般市民 | 北海道、室蘭市、日本環境安全事業(株) | 室蘭市 | 姉崎 克典 |
| 動植物専門家受け入れ事業 | 平成26年 6月1日 | NPO法人北の海の動物センター会員 | NPO法人北の海の動物センター | 浜中町 | 長 雄一 |
| 道総研ランチタイムセミナー「くらしの中の身近な化学物質」 | 平成26年 6月20日 | 一般市民 | 道総研 | 札幌市 | 田原るり子 永洞真一郎 |
| 公害防止管理者等国家試験受験講習会 | 平成26年 7月1日 | 受講者 | 一般社団法人産業環境管理協会 | 札幌市 | 秋山 雅行 |
| 浜辺の自然観察会 | 平成26年 7月17日 | 苫前小学校、古丹別小学校生徒 | 苫前町ハマボウフウ研究会、留萌振興局 | 苫前町 | 西川 洋子 |
| 環境推進課関連業務基礎研修会 | 平成26年 7月30日 ～31日 | 北海道の総合振興局・振興局職員 | 北海道環境生活部 | 札幌市 | 芥川 智子 山口 高志 鈴木 啓明 三上 英敏 五十嵐聖貴 木塚 俊和 永洞真一郎 |
| 平成26年度北海道立教育研究所教職員研修講座 | 平成26年 8月1日 | 小・中・高・特別支援教職員 | 北海道教育研究所 | 江別市 | 小野 理 芥川 智子 |
| スーパーサイエンススクール事業 | 平成26年 8月8日 | 釧路湖陵高等学校生徒 | 釧路湖陵高等学校 | 釧路市 | 上野真由美 |
| (一社)海外林業コンサルタンツ協会(平成26年度(集団研修)「地域住民の参加による多様な森林保全」コース) | 平成26年 9月29日 | JICA研修生 | (一社)海外林業コンサルタンツ協会(平成26年度(集団研修)「地域住民の参加による多様な森林保全」コース) | 札幌市 | 宇野 裕之 |
| とかち・市民「環境交流会」2014 キッズ・ラボ(環境体験・実験教室) | 平成26年 9月9日 | 児童・生徒・一般市民 | 北海道十勝総合振興局 | 帯広市 | 永洞真一郎 仮屋 遼 |
| 生物多様性保全と自然資源の持続可能な利用の両立をめざした環境教育技能の向上のための研修 | 平成26年 10月2日 | JICA研修生 | (公社)日本環境教育フォーラム(の研究) | 釧路市 | 上野真由美 |
| 競争的外部資金獲得のための学習会 | 平成26年 10月9日 | 道総研職員 | 道総研本部 | 新得町 | 宇野 裕之 |
| 職業セミナー | 平成26年 10月17日 | 旭川東高等学校生徒 | 北海道旭川東高等学校 | 旭川市 | 石川 靖 |
| ヒグマフォーラムinもりまち | 平成26年 11月22日 | 一般市民 | ヒグマの会 | 森町 | 近藤 麻実 |
| ヒグマの生態に関する授業 | 平成26年 12月1日 | 宮ノ森中学校生徒 | 札幌市立宮ノ森中学校 | 札幌市 | 間野 勉 |
| 狩猟者資格認定制度に向けたシンポジウム | 平成27年 2月12日 | 狩猟者 | オホーツク山の幸活用推進協議会 | 西興部村 | 宇野 裕之 |
| 人材育成シンポジウム「森を創るために人を育む～野生動物管理の担い手像」 | 平成27年 2月14日 | 一般市民 | エゾシカ協会 | 札幌市 | 宇野 裕之 |

| | | | | | |
|-------------------------------|------------------------|------------|--------------------|--------------|-------|
| 北海道バイオマスネットワーク・フォーラム2014 | 平成27年 2月16日 | 会員 | 北海道バイオマスネットワーク会議 | 札幌市 | 丹羽 忍 |
| 第3回目露隣接地域生態系保全協力ワークショップ | 平成27年 2月16日 ～17日 | 日露研究者、政府職員 | 外務省、環境省 | ロシア連邦ハバロフスク市 | 釣賀一二三 |
| ポプラ広場「摩周ブルーのいま」 | 平成27年 2月23日 | 一般市民 | 朝日新聞北海道支社 | 札幌市 | 五十嵐聖貴 |
| 南空知有害鳥獣捕獲技術研修会 | 平成27年 2月27日 | 猟友会会員等 | 南空知広域有害鳥獣被害防止対策協議会 | 栗山町 | 宇野 裕之 |
| さっぽろヒグマフォーラム（市民講座） | 平成27年 2月28日 | 一般市民 | 札幌市 | 札幌市 | 間野 勉 |
| 江差学第10回講座「渡島半島地域のヒグマ 生態と被害防除」 | 平成27年 2月28日 | 一般市民 | 江差町教育委員会 | 江差町 | 釣賀一二三 |

2 大学への講師派遣

| 大学の名称 | 役 職 | 担当講座・講義名等 | 期 間 | 職 | 氏 名 |
|--------------|-------|--------------------|---------------------------|---------------|-------|
| 北海道大学 大学院 | 講演講師 | 日本の環境政策：地方自治体の役割 | 平成26年5月30日 | 環境保全部 主査 | 小野 理 |
| 釧路公立大学 | 講演講師 | 特別講義：エゾシカの保護管理について | 平成26年7月1日 | 自然環境部 研究主任 | 上野真由美 |
| 酪農学園大学 | 講演講師 | 特別講義：環境共生学特論Ⅱ | 平成26年11月27日 | 環境保全部 研究主幹 | 秋山 雅行 |
| 北海道大学 | 非常勤講師 | ヒグマ学入門 | 平成26年9月26日 ～平成27年3月31日 | 企画調整部 企画課長 | 間野 勉 |

3 講演会、普及啓発事業等の開催（出展）

(1) 研究会の開催

| 開催年月日 | 研究会名称 | 主な実施（検討）内容 | 参加人数 |
|------------|------------------------------------|-----------------------------------------|------|
| 平成26年4月23日 | 環境教育研究会（サイエンスパークプロジェクト） | 全体企画検討 | 5名 |
| 平成26年4月9日 | 塩害等による構造物・環境影響に関する研究会（H26年度 第1回会議） | シンポジウム開催など今後の研究会活動について | 6名 |
| 平成26年6月20日 | 環境教育研究会（白衣レンジャープロジェクト） | 白衣レンジャー実施計画 | 6名 |
| 平成26年7月11日 | 環境教育研究会（サイエンスパークプロジェクト） | 企画詳細打合せ | 4名 |
| 平成26年8月13日 | 対流圏オゾン等による植物影響検討会 | オゾン植物影響に関する情報交換会（中国、Feng教授来訪） | 7名 |
| 平成26年9月25日 | 塩害等による構造物・環境影響に関する研究会（H26年度 第2回会議） | 鋼構造物、橋梁などへの塩害についての情報交換 | 6名 |
| 平成26年10月3日 | 有害元素対策連絡会議 | 重金属汚染と健康影響（暴露調査）に関する研究～ヒ素の分析を中心に～ | 20名 |
| 平成26年11月5日 | 対流圏オゾン等による植物影響検討会 | オゾン植物影響に関する情報交換会（イタリア、バオレッティ教授来訪） | 7名 |
| 平成26年11月7日 | 流域環境研究会 | 講師による講演、会員による研究発表 | 31名 |
| 平成26年12月3日 | 塩害等による構造物・環境影響に関する研究会 | 「第2回 塩害等による構造物・環境影響に関するシンポジウム」に関する打ち合わせ | 4名 |
| 平成27年2月9日 | 塩害等による構造物・環境影響に関する研究会（H26年度 第3回会議） | 今後の研究会活動と名称変更について | 4名 |
| 平成27年3月12日 | 流域環境研究会 | 講師による講演、会員による研究発表 | 46名 |

(2) 普及啓発イベント等への出展

| 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26年8月6日 | サイエンス・パーク2014 | 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で、当センターは、自転車発電体験「この夏は電気をつくろう！」の展示コーナーに出展した。 | 月寒グリーン ドーム | 北海道 道総研 |

(3) 技術相談、技術指導、技術審査等の実施

| 種別 | 件数 | |
|------|------|----------------------|
| 技術相談 | 207件 | 環境保全部 72件、自然環境部 135件 |
| 技術指導 | 116件 | 環境保全部 52件、自然環境部 64件 |
| 技術審査 | 86件 | 環境保全部 86件、自然環境部 0件 |

(4) 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26年8月20日 | 温暖化に関するインベントリ研究会・H26年度第1回勉強会 | 北海道庁地球温暖化対策室の小野寺卓司主幹を講師に招き、道内の温室効果ガス排出実態、道庁の温暖化に関する施策の動向や温室効果ガスインベントリに対するニーズ等について講演を受け、質疑・議論を行った。 | 環境科学研究センター大会議室 | 温暖化に関するインベントリ研究会 | 9名 |
| 平成26年11月7日 | 第1回流域環境研究会（第6回流域環境ゼミ） | 長崎大学吉田謙太郎教授を講師に招き、「生物多様性と生態系サービスの経済学」と題して、生物多様性保全のための経済政策や生態系サービスの経済評価手法について研修を受けた。 | 林業試験場 | 道総研流域環境研究会 | 31名 |
| 平成26年12月10日 | 釧路湿原におけるシカ管理と希少生物保全の両立 | 釧路湿原でのシカ管理について、環境研究総合推進費「釧路湿原にて超高密度化状態となったシカの管理を成功させる戦略と戦術」での研究を中心に湿原生態系保全のためのシカ管理と希少種保全との両立について市民、行政機関、専門家の垣根を越えて議論を深めた。 | 釧路市生涯学習センターまなぼと | 酪農学園大学、釧路公立大学、環境研、環境省 | 約70名 |
| 平成27年1月28日 | 第2回塩害等による構造物・環境影響に関するシンポジウム | 塩害や腐食を引き起こす物質影響、特に構造物への影響は、社会インフラなどの老朽化とも関連し、近年大きな社会問題となりつつある。金属腐食やコンクリートの劣化の判定やその予測、さらには社会インフラ長寿命化対策とそれに関わる環境問題など、北海道だけでなく、全国的な取り組みについて、わかりやすく解説 | 札幌市エルプラザ | 塩害等による構造物・環境影響に関する研究会 | 108名 |
| 平成27年2月20日 | 第2回大気エアロゾルシンポジウム 黄砂からPM _{2.5} まで～環境・健康への影響 | 酪農学園大学の学生や一般市民を対象に大気中粒子の挙動やその影響についての問題を広く周知すること、また現在実施中の共同研究をより推進することを目的とし、九州大学の真木太一名誉教授、名古屋大学の篠田雅人教授、金沢大学の牧輝弥准教授および京都府立医科大学の中屋隆明教授らの講演の他、酪農学園大学および北海道立総合研究機構 環境科学研究センターの研究成果について発表を行った。 | 酪農学園大学 | 主催:酪農学園大学 共催:(地独)北海道立総合研究機構環境科学研究センター 大気環境学会北海道東北支部 日本気象学会北海道支部 | 50名 |
| 平成27年3月12日 | 第2回流域環境研究会（第7回流域環境ゼミ） | 総合地球環境学研究所奥田昇准教授を講師に招き、「生物多様性が駆動する栄養循環と流域圏社会-生態システムの健全性」と題して、流域圏の栄養塩循環を評価する手法や、順応的な流域ガバナンスの方法論について研修を受けた。 | かでの2・7 | 道総研流域環境研究会 | 46名 |
| 平成27年3月25日 | 北海道の気候変動とその影響に関する勉強会 | 日本気象協会の半田晋二郎技師及び室蘭工業大学の中津川誠教授を講師に招き、北海道内の気象の過去の変化や将来予測、地球温暖化に伴う水文への影響やその適応策について講演を受け、質疑を行った。 | 環境科学研究センター大会議室 | 温暖化に関するインベントリ研究会 | 20名 |

(5) 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26年6月20日 | 札幌啓成高等学校 4名 | 新聞部の生徒が来所し、地球温暖化について質疑応答(取材)および説明 |
| 平成26年7月23日 | 札幌科学技術専門学校 8名 | 大気環境に係る調査研究の説明。大気汚染物質モニタリング測定、分析装置、ヒグマの標本など見学 |
| 平成26年7月30日 | 京都大学大学院生 1名 | 水質に係る研究の概要、分析装置などの見学 |
| 平成26年8月25日 | 名古屋椋山学園中等部生徒 1名 | PM _{2.5} の調査研究に係る概要の説明。PM _{2.5} 、大気モニタリング測定局、分析装置など見学。 |
| 平成26年9月2日 | 北海道環境生活部受入 インターンシップ生 5名 | PM _{2.5} の調査研究及び自然環境に係る概要の説明。PM _{2.5} 、大気モニタリング測定局、分析装置、水の中の微生物、ヒグマの標本など見学。 |

計5件 25名

(6) 国際協力の実施(再掲)

| 実施年月日 | 行 事 名 | 対 応 者 | 開催場所 |
|---------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------|------------------|
| 平成26年9月29日 | JICA平成26年度(集団研修)「地域住民の参加による多様な森林保全」コース | 自然環境部 研究主幹 宇野裕之 | 札幌市 |
| 平成26年10月2日 ～4日、17日～18日 | JICA平成26年度「生物多様性保全と自然資源の持続可能な利用の両立をめざした環境教育技能の向上のための研修」 | 自然環境部 研究主任 上野真由美 | 釧路市 |
| 平成27年2月16日 ～17日 | 第3回日露隣接地域生態系保全協力ワークショップ | 自然環境部 道南地区野生生物室長 釣賀一二三 | ロシア連邦ハ バロフスク市 |

[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審査委員会 【循環型社会推進課】 | 委員 | 環境保全部長 高橋 英明 | |
| | 循環資源利用促進税補助事業審査委員会【循環型社会推進課】 | 委員 | 環境保全部長 高橋 英明 | |
| | 北海道リサイクル製品認定審査委員会【循環型社会推進課】 | 委員 | 環境保全部長 高橋 英明 | |
| | 希少野生動植物保護対策検討委員会 植物専門部会 【生物多様性保全課】 | 専門委員 専門委員 専門委員 | 研究主幹 西川 洋子 主査 島村 崇志 研究主任 稲富 佳洋 | |
| | 「生物多様性保全の森林」検討委員会 【水産林務部森林計画課】 | 委員 WG構成員 | 研究主幹 西川 洋子 主査 島村 崇志 | |
| | 北海道外来種対策検討委員会【生物多様性保全課】 | 委員 | 主査 小野 理 | |
| | 平成26年度北海道海岸漂着物等対策検討業務プロポーザル 審査会【循環型社会推進課】 | 委員 | 主査 小野 理 | |
| | 北海道ヒグマ保護管理検討会【生物多様性保全課】 | 委員 委員 オブザーバー | 企画課長 間野 勉 道南地区野生生物室長 釣賀一二三 研究職員 近藤 麻実 | |
| | 渡島半島地域ヒグマ対策協議会幹事会【生物多様性保全課】 | 幹事会構成員 | 道南地区野生生物室長 釣賀一二三 | |
| | 倫理委員会【衛生研究所】 | 委員 | 専門研究員 西野 修子 | |
| | エゾシカ捕獲対策検討会【釧路総合振興局】 | 講師 講師 | 研究主幹 宇野 裕之 研究主任 稲富 佳洋 | |
| | 石狩振興局管内エゾシカ対策連絡協議会【石狩振興局】 | オブザーバー | 研究主幹 宇野 裕之 | |
| | エゾシカ保護管理検討会【エゾシカ対策課】 | 委員 意見発表者 意見発表者 | 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 | |
| | 釧路総合振興局管内エゾシカ対策連絡協議会 【釧路総合振興局】 | 委員 構成員 | 道東地区野生生物室長 長 雄一 研究主任 上野真由美 | |
| | 根室振興局管内エゾシカ対策連絡協議会【釧路総合振興局】 | 委員 幹事 | 道東地区野生生物室長 長 雄一 研究主任 上野真由美 | |
| | 渡島総合振興局管内エゾシカ対策連絡協議会【渡島総合振興局】 | 委員 | 道南地区野生生物室長 釣賀一二三 | |
| | 檜山振興局管内エゾシカ対策連絡協議会【檜山振興局】 | 協議会構成員 | 道南地区野生生物室長 釣賀一二三 | |
| | 北海道希少野生動植物保護対策検討委員会 【生物多様性保全課】 | 委員 委員 | 研究主幹 宇野 裕之 主査 玉田 克巳 | |
| | 関係 | 環境省酸性雨測定局における国内検証グループ【環境省】 | 委員 委員 | 研究主幹 野口 泉 研究主任 山口 高志 |
| | | ダイオキシン類環境測定調査受注資格審査検討会【環境省】 | 委員 | 研究主任 姉崎 克典 |
| 北海道開発局ダイオキシン類精度管理検討会【国土交通省】 | | 委員 | 研究主任 姉崎 克典 | |
| 国営滝野すずらん丘陵公園クマ出没対策会議【国土交通省】 | | メンバー | 企画課長 間野 勉 | |
| 平成26年度保護林管理強化対策事業検討委員会 【北海道森林管理局】 | | 委員 | 研究主幹 西川 洋子 | |
| 知床世界自然遺産地域科学委員会 植生指標部会【環境省】 | | 委員 委員 | 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 エゾシカ・陸上生態系 ワーキンググループ【環境省】 | | 特別委員 特別委員 | 企画課長 間野 勉 研究主幹 宇野 裕之 | |
| 知床世界自然遺産地域科学委員会 適正利用エコツアーリズム ワーキンググループ【環境省】 | | 特別委員 | 企画課長 間野 勉 | |
| 大雪山・日高山脈森林生態系保護地域管理委員会 【北海道森林管理局】 | | 委員 | 研究主幹 宇野 裕之 | |
| 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 | |
| 鳥獣被害対策基盤支援事業対策手法確立調査実証事業検討会 【農林水産省】 | | 委員 | 研究主幹 宇野 裕之 | |
| エトピリカ保護増殖等検討会【環境省】 | | 検討委員 | 道東地区野生生物室長 長 雄一 | |
| 重要生態系監視地域モニタリング推進事業(海鳥調査)検討会 【環境省(委託先:山階鳥類研究所)】 | 検討委員 | 道東地区野生生物室長 長 雄一 | | |

| | | | | |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------|-------------|-------|
| | 野生生物保護対策検討会ウミガラス保護増殖分科会【環境省】 | オブザーバー | 道東地区野生生物室長 | 長 雄一 |
| | 希少野生動植物種保存推進員【環境省】 | 推 進 員 | 道東地区野生生物室長 | 長 雄一 |
| 市 町 村 | 小樽市環境審議会【小樽市】 | 委 員 | 環 境 保 全 部 長 | 高橋 英明 |
| | 小樽市環境審議会環境基本計画検討部会【小樽市】 | 委 員 | 環 境 保 全 部 長 | 高橋 英明 |
| | 江別市環境審議会【江別市】 | 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 |
| | 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 |
| | 札幌市ヒグマ対策委員会【札幌市】 | 講 師 | 企 画 課 長 | 間野 勉 |
| | 札幌市レッドリスト作成委員会【札幌市】 | 委 員 | 主 査 | 玉田 克巳 |
| | 江差町文化財調査委員【江差町】 | 委 員 | 道南地区野生生物室長 | 釣賀一二三 |
| | 「江差学」運営委員【江差町】 | 委 員 | 道南地区野生生物室長 | 釣賀一二三 |
| 釧路市地区合同ヒグマ対策連絡会議【釧路市ほか】 | 協 力 構 成 員 | 道東地区野生生物室長 | 長 雄一 | |
| | | 協 力 構 成 員 | 研 究 主 任 | 上野真由美 |
| 学 会 関 係 | 大気環境学会 | 理 事 | 研 究 主 幹 | 野口 泉 |
| | | 国 際 交 流 委 員 | 研 究 主 幹 | 野口 泉 |
| | | 編 集 委 員 | 研 究 主 幹 | 野口 泉 |
| | 大気環境学会北海道東北支部 | 副 支 部 長 | 研 究 主 幹 | 野口 泉 |
| | | 監 事 | 研 究 主 任 | 山口 高志 |
| | 日本技術士北海道本部エンジョイ・サイエンス研究委員会 | 委 員 | 主 査 | 永洞真一郎 |
| | 日本化学会 | 代 表 正 会 員 | 主 査 | 芥川 智子 |
| | 日本化学会北海道支部 | 幹 事 | 主 査 | 芥川 智子 |
| | 日本生態学会北海道地区会 | 役 員 | 主 査 | 五十嵐聖貴 |
| | 日本陸水学会北海道支部 | 支 部 会 長 | 主 査 | 石川 靖 |
| | 日本水環境学会北海道支部 | 幹 事 | 主 査 | 阿賀 裕英 |
| | 第24回環境化学討論会実行委員会 | 実 行 委 員 | 主 査 | 永洞真一郎 |
| | | | 主 査 | 田原るり子 |
| | | | 研 究 主 任 | 姉崎 克典 |
| 日 本 哺 乳 類 学 会 | 日本哺乳類学会 | 理 事 | 企 画 課 長 | 間野 勉 |
| | | 哺 乳 類 保 護 管 理 専 門 委 員 | 企 画 課 長 | 間野 勉 |
| | | クマ保護管理検討作業部会長 | 企 画 課 長 | 間野 勉 |
| | | 理 事 | 研 究 主 幹 | 宇野 裕之 |
| | | 代 議 員 | 研 究 主 幹 | 宇野 裕之 |
| | | 哺 乳 類 科 学 編 集 委 員 長 | 研 究 主 幹 | 宇野 裕之 |
| | | 哺 乳 類 科 学 編 集 幹 事 | 道南地区野生生物室長 | 釣賀一二三 |
| | 日本鳥学会 | 選 挙 管 理 委 員 会 委 員 | 主 査 | 玉田 克巳 |
| | 応用生態工学会札幌「北海道猛禽類研究会」幹事会 | 幹 事 | 主 査 | 玉田 克巳 |
| | 日本野生動物医学会感染症対策委員会 | 委 員 | 道東地区野生生物室長 | 長 雄一 |
| 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 | |
| そ の 他 | 石狩湾新港洋上風力発電事業検討協議会【石狩湾新港管理組合】 | 委 員 | 環 境 保 全 部 長 | 高橋 英明 |
| | 森林生態系の炭素収支モニタリング【独立行政法人国立環境研究所】 | 客 員 研 究 員 | 研 究 主 幹 | 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】 | 客 員 研 究 員 | 研 究 主 任 | 山口 高志 |
| | | 委 員 | 研 究 主 幹 | 野口 泉 |
| | 北海道東北支部酸性雨調査専門部会【全国環境研協議会北海道・東北支部】 | 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【独立行政法人国立環境研究所】 | 解 析 委 員 | 研 究 主 任 | 山口 高志 |
| 北海道海岸漂着物調査検討会【「北海道海岸漂着物調査」受託コンソーシアム】 | 委 員 | 主 査 | 小野 理 | |
| GEMS/Water摩周湖ベースラインモニタリング及び有害紫外線モニタリング【独立行政法人国立環境研究所】 | 客 員 研 究 員 | 主 査 | 五十嵐聖貴 | |
| 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 | |
| 陸水生態系における生物多様性の広域評価および優先保全地域の選定【独立行政法人国立環境研究所】 | 客 員 研 究 員 | 研 究 職 員 | 木塚 俊和 | |

| | | | | |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|----------------|
| その他 | 特定計量証明事業認定審査 【独立行政法人製品評価技術基盤機構】 | 技術アドバイザー 審査員 | 研究主任 研究主任 | 姉崎 克典 姉崎 克典 |
| | 論文審査委員会 【北海道大学大学院環境科学院】 | 副査 | 研究主幹 | 宇野 裕之 |
| | 論文審査委員会 【北海道大学大学院環境科学院】 | 委員 | 企画課長 | 間野 勉 |
| | 地域ぐるみの捕獲推進モデル事業中央委員会 【(株)環境アセスメント(環境省の委託事業)】 | 委員 | 研究主幹 | 宇野 裕之 |
| | 鳥獣被害対策手法確立検討委員会 【(株)野生動物保護管理事務所(農水省の補助事業)】 | 委員 | 研究主幹 | 宇野 裕之 |
| | エゾシカの立木等が天然更新等に与える影響調査検討会 【(株)森林環境リアライズ(北海道森林管理局の委託事業)】 | 委員 | 研究主幹 | 宇野 裕之 |
| | エトピリカ繁殖誘致技術検討会 【NPO法人エトピリカ基金(地球環境基金助成金活動)】 | 検討員 | 道東地区野生生物室長 | 長 雄一 |
| | IUCN/SSC Bear Specialist Group 【国際自然保護連合】 | 委員 | 企画課長 | 間野 勉 |
| | IUCN/SSC Bear Specialist Group North Asian Brown Bear Expert Team 【国際自然保護連合】 | 共同代表 | 企画課長 | 間野 勉 |
| | 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 | 企画課長 道南地区野生生物室長 | 間野 勉 釣賀 一二三 |
| ヒグマの会 | 理事 | 企画課長 | 間野 勉 | |
| 日本クマネットワーク | 保護管理推進委員 北海道地区代表地区委員 ニュースレター編集委員 | 道南地区野生生物室長 道南地区野生生物室長 研究員 | 釣賀 一二三 釣賀 一二三 近藤 麻実 | |

* 平成26年度中の参加(在職)について記載(職名は、平成27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4号(通巻第40号) | 平成25年12月 | 550 | |
| 環境科学研究センターニュース えころぶ北海道 第36号 | 平成26年4月 | 1,000 | 環境汚染をプロファイリング? ~Environmental Forensicsという考え方~ |
| 環境科学研究センターニュース えころぶ北海道 第37号 | 平成26年7月 | 1,000 | 河川に流出する農薬 |
| 環境科学研究センターニュース えころぶ北海道 第38号 | 平成26年10月 | 1,000 | 大気環境における無機元素の重要性 |
| 環境科学研究センターニュース えころぶ北海道 第39号 | 平成27年1月 | 1,000 | 森林管理と連携したエゾシカの個体数 管理を目指して |

[6] 研修生及び研究生等の受入れ

1 研究生受入れ

| 研 修 期 間 | 課 題 名 | 研究生所属大学 | 指導担当者 |
|---------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|
| 平成26年4月1日 ~平成27年3月31日 | 北海道における有機性資源等の地域資源活用の最適化に関する研究 | 北海道大学大学院 環境科学院 | 環境保全部情報・ 水環境G研究主任 |
| 平成26年5月19日 ~平成27年3月31日 | 春季におけるヒグマの採食形態に関する研究 | 北海道大学理学部 | 自然環境保部保護管 理G研究主幹 |
| 平成26年11月7日 ~平成27年3月31日 | 北海道に生息する鳥類の潜在分布と風力発電への影響 | 酪農学園大学 | 環境保全部情報・ 水環境G研究主査 |
| 平成26年11月7日 ~平成27年3月31日 | 北海道に生息する植物の潜在分布評価に関する研究 | 酪農学園大学 | 環境保全部情報・ 水環境G研究主査 |

2 実習生受入れ

| 実 習 期 間 | 実 習 内 容 | 所 属 | 指導担当者 |
|-------------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| 平成26年8月4日 ~平成26年8月6日 | 大気汚染物質の測定、化学物質について、自然環境に関する研究、環境教育実習 | 北海道札幌工業高 等学校(4名) | 環境保全部研究主幹 ・主査、自然環境部長 |

北海道における大気中反応性酸化態窒素の挙動

野口 泉、山口 高志

要 約

利尻（遠隔地の海岸部）、母子里（遠隔地の山間部）および札幌（都市部）の道内3地点における大気中窒素酸化物由来の反応性酸化態窒素（二酸化窒素、一酸化窒素、硝酸、亜硝酸および硝酸塩）の濃度とその挙動を調査するとともに、インファレンシャル法を用い、沈着量評価を行った。

酸化態窒素（NO_y）の濃度では、母子里および札幌では二酸化窒素（NO₂）および一酸化窒素濃度（NO）が高いが、利尻ではNO₂に次いで硝酸塩（NO₃⁻）濃度が高かった。そのため、利尻ではNO₃⁻の全酸化態窒素沈着量に対する寄与が大きかった。沈着速度が大きい硝酸（HNO₃）は、濃度は低かったが沈着量の寄与では大きい場合が多かった。一方、NOは利尻以外では相対的に濃度が高い場合が多かったが、沈着速度は小さかったため、沈着量は少なかった。亜硝酸（HONO）は、遠隔地では濃度が低かったが、都市部の札幌で濃度は高く、HNO₃より高い濃度を示した。これは、積雪表面でのHONO生成の反応によるものであり、冬のHONO沈着量が多かった原因の一つと考えられた。また利尻など遠隔地でのHONO濃度、および沈着速度が大きいHNO₃の存在割合の増加は、気温と連動している傾向が見られ、特に気温が低い地域が多い北日本では、温暖化による大気組成の変化とそれに伴う窒素循環への影響が大きくなることが考えられた。

Key Words : 酸化態窒素, 亜硝酸, 乾性沈着, 温暖化影響

1. はじめに

窒素沈着の増加は植物生産の増加¹⁾や森林による二酸化炭素吸収の促進²⁾をもたらすことが報告されているが、一方では過剰な窒素は植生の構成種の減少を引き起こすこと³⁾や樹木の生理活性に悪影響を及ぼす⁴⁾。

沈着する窒素の中でも反応性に富み、生物に利用されやすい大気中反応性窒素成分、中でも酸化態窒素成分（NO_y*）は、二酸化窒素（NO₂）、一酸化窒素（NO）、硝酸（HNO₃）、亜硝酸（HONO）および硝酸塩（NO₃⁻）と多様である。これらNO_yは、窒素酸化物（NO_x=NO₂+NO）由来である。我が国のNO_x排出量は減少傾向にあるが⁵⁾、アジア、特に中国では大幅な増加傾向にあることから^{5, 6)}、日本でもその影響は大きく、日本海側の遠隔地などでは沈着量の増加が予想される。また、酸化態窒素の中でもHONOの挙動はまだ不明な点が多く、その沈着量評価についての報告はまだ少ない⁷⁻¹⁰⁾。

そこで、本研究では、HONOを含むNO_yに注目し、その組成および挙動を明らかにし、同時に沈着量に対する寄与についての評価を行った。

*) 粒子状物質を含む場合NO_zと表記する場合もあるが、ここではNO_yとした。

2. 調査および評価方法

調査期間は2008～2013年度の6年間である。地点は、図1に示すように地域発生源の少ない利尻（海岸部）と母子里（山間部）、および都市部の札幌である。

観測項目、方法および観測単位を表1に示す。なお、フィルターパック法（FP法）は、HONOの測定も可能な野



図1 観測地点

表1 観測項目、方法および観測単位

| | NO ₃ ⁻ | HNO ₃ | HONO | NO ₂ | NO |
|-----------------|------------------------------|------------------|-------|-----------------|-------|
| 利尻 母子里 札幌 | フィルターパック法 (FP法) | | | Auto. | |
| | | | | PS法 | |
| | | | | Auto. | |
| | FP法 | | PS法 | | Auto. |
| 利尻 | 2週間~1か月 | | - | | 1時間 |
| 母子里 | 1~2週間 | | 4~6週間 | | - |
| 札幌 | 1週間 | | - | | 1時間 |

注) Autoは自動測定器、PSはパッシブサンプラー

口ら(2007)による方法¹¹⁾を用いた。また、パッシブサンプラー法(PS法)は、全国環境研協議会の酸性雨全国調査でも用いられ、自動測定器との比較試験も実施済みの小川式PS法である¹²⁾。なお測定法上、PS法および自動測定器のNO₂濃度にはHONOも一部含まれているが、その寄与は相対的に小さく、ここではそのままNO₂濃度として解析を行った。

沈着量は、下記の式で評価を行った。

$$\text{沈着量} = \text{大気中濃度} \times \text{沈着速度}$$

沈着速度の算出には、インファレンシャル法による沈着速度推計ファイルVer.4.2¹³⁾を用い、利尻および母子里は土地利用を森林として、また札幌は市街地として沈着速度

を算出した。比較対象となった湿性の平均年沈着量は全国環境研協議会酸性雨調査研究部会の全国調査の結果を用いた¹²⁾。なお、本プログラムはこれまでも多くの沈着量評価に用いられてきたものである¹³⁻²¹⁾。

3. 結果および考察

6年間の平均濃度および平均年沈着量を表2、図2~4に示す。また、季節別平均濃度を表3に、季節別沈着量を表4に示す。

(1) 成分濃度

いずれの地点でも年間平均ではNO₂濃度が、季節別ではNO₂もしくはNO濃度が最も高かった。特に札幌ではこれらNO_xはいずれの季節もNO_yの90%以上で、自動車や各種燃焼の影響が窺えた。また、札幌や母子里では、冬に濃度が高い場合が多い(表3)。これは、対流が起こりにくく、汚染物質が滞留しやすい気象条件と、暖房による排出量増大などが原因である。また、NOは土壌からの放出量も大きく²²⁾、母子里で春と夏にNO₂よりNO濃度が高いのは、他の発生源がないこと、施肥された農地があることの影響が考えられた。また、NO₃⁻濃度は日本海側の利尻でNOよりも高いこと、内陸の母子里で濃度が低く、さらに春や秋など黄砂の時期に濃度が高いことから越境大気汚染の影響が考えられた。次にHNO₃はいずれの地

表2 平均濃度と平均年沈着量

| 地点 | 地域区分 | 土地利用 | 大気中平均濃度 | | | | | | 平均年沈着量 | | | | | | |
|-----|--------|------|------------------------------|------------------|------|-----------------|-------|-----------------|------------------------|------|------|------|------|-------|-------|
| | | | NO ₃ ⁻ | HNO ₃ | HONO | NO ₂ | NO | NO _y | 乾性 | | | 湿性 | | | |
| | | | nmol/m ³ | | | | | | mmol/m ² /y | | | | | | |
| 利尻 | 遠隔(海岸) | 森林 | 13.0 | 3.0 | 1.8 | 28.9 | 2.9 | 47.8 | 8.32 | 5.89 | 0.28 | 0.74 | 0.01 | 15.33 | 14.58 |
| 母子里 | 遠隔(山間) | 森林 | 6.7 | 2.6 | 3.0 | 54.0 | 50.3 | 116.6 | 0.61 | 1.55 | 0.25 | 0.85 | 0.04 | 3.31 | 26.66 |
| 札幌 | 都市 | 市街 | 21.5 | 7.6 | 24.3 | 548.8 | 227.5 | 823.6 | 0.51 | 9.33 | 2.18 | 4.39 | 0.00 | 16.41 | 17.32 |

太字+網掛けは、各成分の中で最大値、斜字+網掛けは2番目に大きい値

表3 季節別平均濃度

| | 利尻 | | | | | 母子里 | | | | | 札幌 | | | | |
|---------------------|------------------------------|------------------|------|-----------------|-----|------------------------------|------------------|------|-----------------|-------|------------------------------|------------------|------|-----------------|--------|
| | NO ₃ ⁻ | HNO ₃ | HONO | NO ₂ | NO | NO ₃ ⁻ | HNO ₃ | HONO | NO ₂ | NO | NO ₃ ⁻ | HNO ₃ | HONO | NO ₂ | NO |
| nmol/m ³ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 春(3-5月) | 15.08 | 3.4 | 2.0 | 35.2 | 1.7 | 10.2 | 3.3 | 2.8 | 38.85 | 46.2 | 30.1 | 7.3 | 19.7 | 493.2 | 110.16 |
| 夏(6-8月) | 7.93 | 4.9 | 2.0 | 22.4 | 5.4 | 2.2 | 3.7 | 2.5 | 28.36 | 40.9 | 11.1 | 15.9 | 18.8 | 361.1 | 87.08 |
| 秋(9-11月) | 12.42 | 1.9 | 1.9 | 26.7 | 3.5 | 5.8 | 1.5 | 2.0 | 37.8 | 28.49 | 17.8 | 5.0 | 22.3 | 530.9 | 208.32 |
| 冬(12-2月) | 8.23 | 1.9 | 1.6 | 30.8 | 1.3 | 8.1 | 2.2 | 4.7 | 111.9 | 86.71 | 26.8 | 2.2 | 36.8 | 816.2 | 490.88 |

注)太字+網掛けは、各成分の中で最大値、斜字+網掛けは2番目に大きい値

表4 季節別沈着量

| | 利尻 | | | | | 母子里 | | | | | 札幌 | | | | |
|---------------------|------------------------------|------------------|------|-----------------|-------|------------------------------|------------------|------|-----------------|-------|------------------------------|------------------|------|-----------------|-------|
| | NO ₃ ⁻ | HNO ₃ | HONO | NO ₂ | NO | NO ₃ ⁻ | HNO ₃ | HONO | NO ₂ | NO | NO ₃ ⁻ | HNO ₃ | HONO | NO ₂ | NO |
| mmol/m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 春(3-5月) | 2.82 | 1.81 | 0.07 | 0.18 | 0.000 | 0.27 | 0.58 | 0.05 | 0.14 | 0.004 | 0.19 | 2.73 | 0.47 | 0.96 | 0.000 |
| 夏(6-8月) | 0.93 | 1.66 | 0.11 | 0.31 | 0.004 | 0.04 | 0.50 | 0.06 | 0.32 | 0.014 | 0.07 | 4.74 | 0.28 | 0.91 | 0.000 |
| 秋(9-11月) | 2.41 | 1.16 | 0.06 | 0.19 | 0.001 | 0.10 | 0.19 | 0.05 | 0.18 | 0.008 | 0.10 | 1.31 | 0.35 | 1.32 | 0.000 |
| 冬(12-2月) | 2.05 | 1.37 | 0.04 | 0.06 | 0.000 | 0.18 | 0.29 | 0.09 | 0.21 | 0.011 | 0.15 | 0.61 | 1.09 | 1.20 | 0.000 |

注1)太字+網掛けは、各成分の中で最大値、斜字+網掛けは2番目に大きい値
注2)春、夏は92日、秋は91日、冬は90日当たりの沈着量

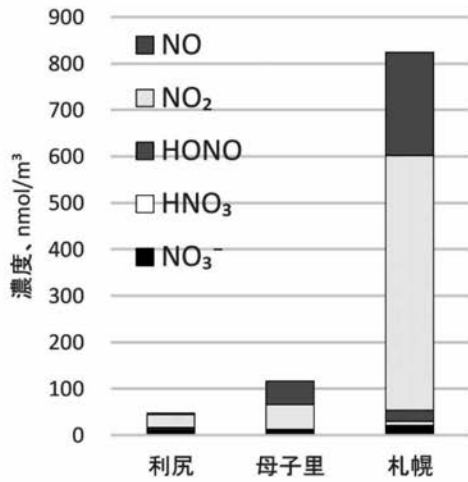


図2 平均濃度

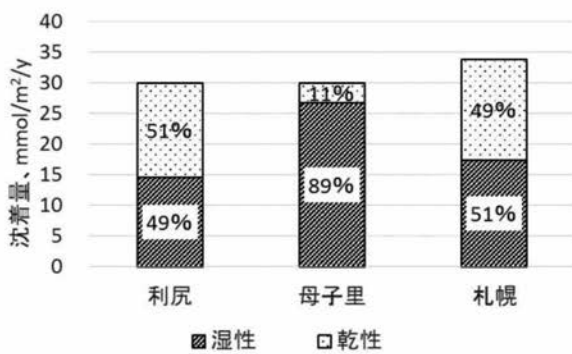


図3 湿性および乾性沈着

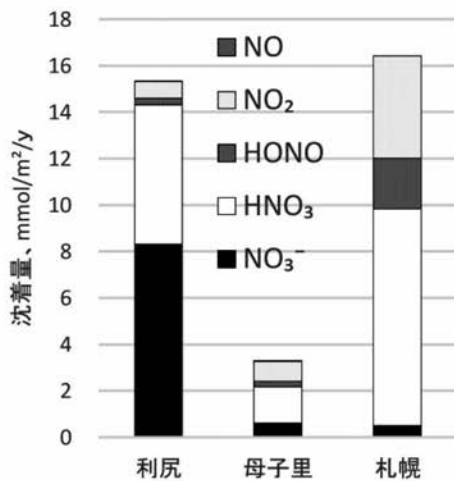


図4 平均年沈着量

点も気温の高い夏と春に濃度が高かったが(表2)、他の成分より濃度は低かった。HONO濃度は札幌では濃度が高く、全平均で3番目であったが、利尻や母子里では濃度は低かった。HONOのNO_y濃度に対する寄与はいずれも3~4%であった。また札幌や母子里では冬に濃度が高かったが、利尻では夏により濃度が高く、特に気温の高かった2010年の夏などで濃度が高い傾向が見られた。

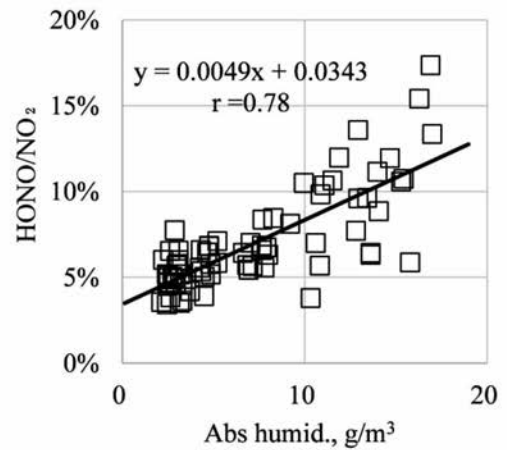
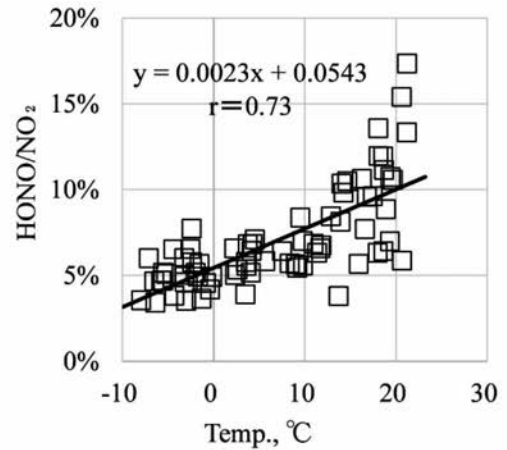


図5 利尻におけるHONO/NO₂モル濃度比と気温および絶対湿度との相関

(2) 成分沈着量

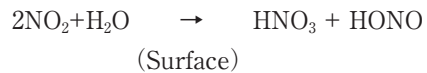
乾性のNO_y平均年沈着量は札幌、利尻および母子里の順で多く、濃度の低かった利尻の沈着量がより多くなった。湿性との割合を比較すると(図3)、利尻と札幌ではいずれもほぼ同程度の割合であったが、母子里では湿性沈着が89%と大きかった。利尻と母子里の土地利用は同じ森林として沈着量の評価を行っており、利尻のNO₃⁻平均濃度は母子里の倍程度ではあるが、他の成分では同程度かむしろ濃度が低い。しかし利尻のNO₃⁻沈着量は8.32 mmol/m²/yと乾性沈着の半分以上を占めており、母子里と比較して10倍以上である。このことから両地点の沈着量の差は沈着速度の違いによると考えられた。利尻の平均風速3.3 m/sに対して母子里は1.5 m/sと2倍程度の違いではあるが、この風速の違いが沈着速度の違いに影響の大きい要素であった。一方、市街地として沈着量評価された札幌は、HNO₃、NO₂の沈着量が多く、成分濃度が高いことが効いているものと考えられた。なお、NOは植物によるガスの取り込みによる沈着があるが、いずれも沈着量は少なく、特に濃度の高い札幌は土地利用を市街地としたため、NOの沈着速度は極めて小さかった

め、沈着量も少なかった。

乾性沈着量の内訳では図4に示すように、利尻では濃度が高いNO₃⁻沈着量のNO_y沈着量に占める割合が大きかったが、利尻の夏、母子里の全季節、札幌の春および夏など、濃度の低かったHNO₃の割合が最も大きかった(表4)。HNO₃がNO_y年沈着量に占める割合でも、利尻、母子里および札幌で、それぞれ39、47および57%と、濃度に占める割合(それぞれ6、2および1%)に比べ大きい。このことから、HNO₃は沈着速度が大きいNO_y沈着量全体への影響力が大きいことが分かる。

札幌の冬の沈着量ではNO₂(1.20)の寄与が最も大きかったが、次いでHONO(1.09)が同程度であり、他の季節よりも大きな割合であった。札幌の冬のHONO沈着量が多かった原因としては、HONOの生成反応が寄与していることが考えられた。

HONOの生成は以下に示すNO₂と水による間接発生の反応の寄与が大きいことが報告されている⁸⁾。



この反応は、気温が高く大気中水蒸気量の多い夏には反応が早く進むが、北日本では、気温が低いと大気中水蒸気量も少なくなるため、反応が律速される。このため利尻では反応の指標となるHONO/NO₂濃度比は夏に高く、図5に示すように濃度比と気温および濃度比と絶対湿度に有意な相関がみられることが報告されている⁸⁾。しかし、札幌ではこのHONO/NO₂濃度比は、図6に示すように夏に上昇するだけでなく、冬にもピークが見られる二山型の変動を示した。この原因として夏は利尻と同様に水蒸気量の上昇によって反応が進んだと考えられたが、冬の札幌は都市内起源のNO₂濃度が極めて高く、大気中粒子表面で反応しきれなかった過剰なNO₂が積雪表面で水と反応し、HONOが生成するため、HONO濃度が図6に示すように高かったと考えられた。なお、利尻で冬のHONO/NO₂濃度比がかなり低かったことから優先的な反応としては大気中粒子表

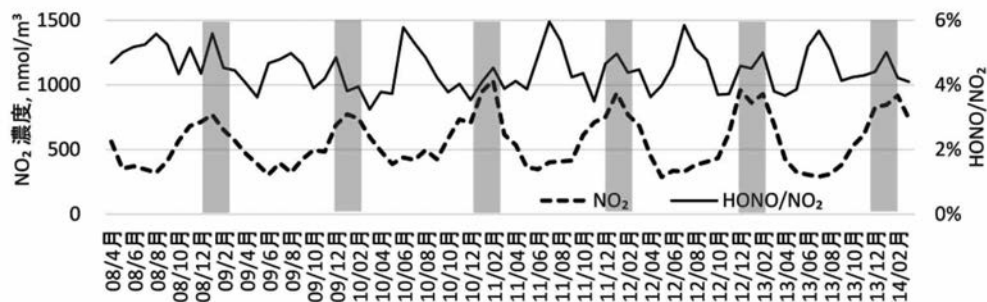


図6 札幌のNO₂濃度とHONO/NO₂モル濃度比の挙動(網掛けは冬)

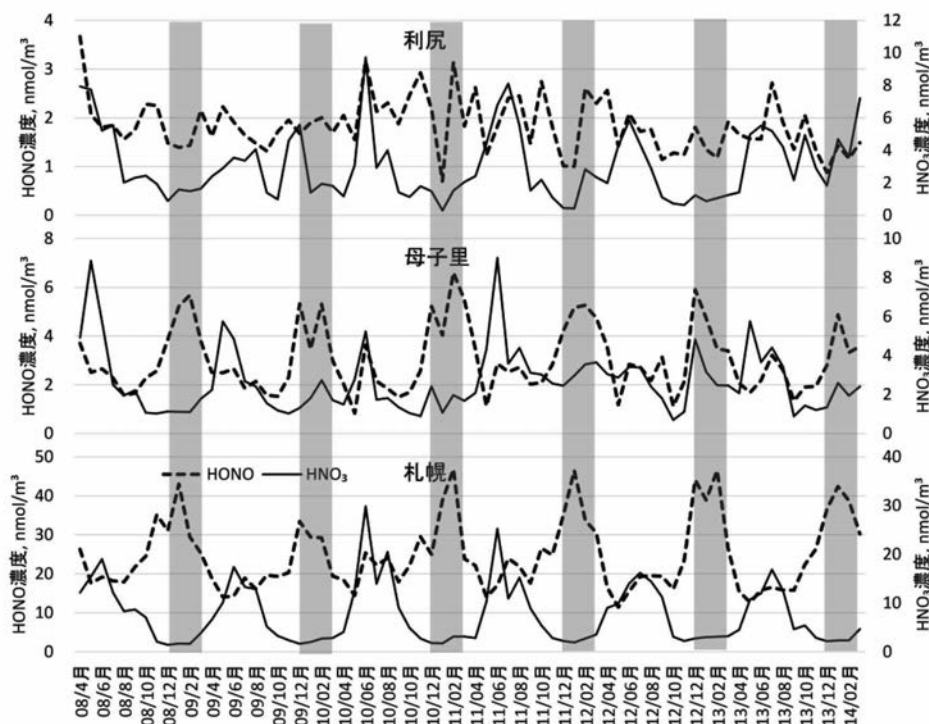


図7 大気中HONOおよびHNO₃濃度(網掛けは冬)

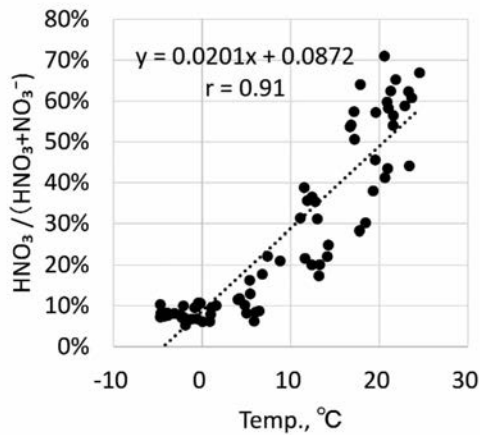


図8 札幌の $\text{HNO}_3 / (\text{HNO}_3 + \text{NO}_3^-)$ 比の温度依存性

面などにおける反応が優先することが考えられ、母子里で冬の HONO/NO_2 濃度比があまり高くならなかったのもこのためと考えられた。

一方、利尻で夏に濃度が高いのは HONO だけでなく、図7に示すように沈着速度の大きい HNO_3 濃度も高い。 HNO_3 の生成には対流圏オゾン濃度や大気反応に重要な紫外線量も関係していることから、必ずしも気温のみで濃度上昇が起こるわけではないが、夏に HNO_3 濃度が高いのは利尻のみならず、母子里や札幌でもみられる(図7)。

HNO_3 は NO_3^- とともに NO_y の最終生成物とみなされている。また、利尻、母子里のような遠隔地では NO_3^- 濃度が移流によって濃度変動するため HNO_3 と NO_3^- のどちらがより濃度が高いか明確な傾向はないが、図8に示すように札幌などでは HNO_3 の割合は明確な温度依存性があり、冬には HNO_3 の割合が低いが春、夏には増える。従って北日本などでは全国の他の地域と比較すると夏でも気温が低いため $\text{HNO}_3 / (\text{HNO}_3 + \text{NO}_3^-)$ 比は低めである¹³⁾。将来的に気温上昇傾向が続くと沈着速度が大きい HNO_3 の割合が増え、特に北日本で窒素沈着量の増加につながる可能性があることも予想された。

4. 結論

利尻、母子里および札幌の3地点における大気中窒素酸化物由来の NO_y 成分の濃度と沈着量評価を行った。その結果、いずれの地点でも NO_2 濃度が最も高いが、沈着量では2番目もしくは3番目だった。利尻では NO_3^- 濃度が2番目に高く、沈着量は最も多かった。母子里、札幌では HNO_3 濃度は低かったが沈着量では1番目か2番目だった。一方、 NO は利尻以外では相対的に濃度が高い場合が多かったが、沈着速度は小さいため、沈着量は少なかった。 HONO は、利尻、母子里では濃度が低かったが、札幌で濃度は高く、札幌の冬の沈着量では NO_2 に次ぐ寄与を示した。この原因として、札幌の冬は、積雪表面での都市排出

の NO_2 と水の反応による HONO 生成が考えられた。また利尻など遠隔地での HONO 濃度、および沈着速度が大きい HNO_3 濃度の上昇は、気温と連動している傾向が見られ、特に全国的にも気温が低い地域が多い北日本では、温暖化による大気組成の変化とそれに伴う窒素循環への影響が大きくなることが考えられた。

謝辞

本研究は科学研究費補助金基盤研究C(24510023および15K00529)の助成を受けた成果の一部であり、関係者に感謝します。

参考文献

- 1) Solberg, S., Andreassen, K., Clarke, N., Tørseth, K., Tveito O.E., Strand G.H., Tomter S. (2004) The possible influence of nitrogen and acid deposition on forest growth in Norway. *Forest Ecology and Management*, **192**, 241–249.
- 2) Oren, R., Ellsworth, D.S., Johnsen, K.H., Phillips, N., Ewers, B.E., Maier, C., Schafer, K.V.R., McCarthy, H., Hendrey, G., McNulty, S.G., Katul, G.G. (2001) Soil fertility limits carbon sequestration by forest ecosystems in a CO_2 -enriched atmosphere. *Nature*, **411**, 469–472.
- 3) Stevens, C.J., Dise, N.B., Moutford, J.O. (2004) Impact of nitrogen deposition on the species richness of grasslands. *Science*, **303**, 1876–1879.
- 4) 伊豆田猛 (2006) 植物と環境ストレス, コロナ社, 65-77.
- 5) Ohara, T., Akimoto, H., Kurokawa, J., Horii, N., Yamaji, K., Yan, X., Hayasaka T. (2007) An Asian emission inventory of anthropogenic emission sources for the period 1980–2020. *Atmospheric Chemistry and Physics*, **7**, 4419–4444.
- 6) Zhao, B., Wang, S. X., Liu, H., Xu, J. Y., Fu, K., Klimont, Z., Hao, J. M., He, K. B., Cofala, J. and Amann, M. (2013) NO_x emissions in China: historical trends and future perspectives. *Atmos. Chem. Phys.*, **13**, 9869–9897.
- 7) 林健太郎, 野口泉 (2006) 濃度勾配が示す草地からの亜硝酸ガスの間接発生, 大気環境学会誌, **41**, 279–287.
- 8) 野口泉, 林健太郎, 加藤拓紀, 山口高志, 秋山雅行, 大塚英幸, 酒井茂克, 高木健太郎, 深澤達矢, 柴田英昭, 藤沼康実, 三枝信子, 下鳥稔, 遠藤朋美, 家合浩明, 松田和秀, 角皆潤, 原宏 (2010) 北日本における亜硝酸ガス濃度と窒素酸化物由来成分の挙動. 大気環境学

- 会誌, **45**, 153-165.
- 9) Hayashi, K., Yan, X. (2010) Airborne nitrogen load in Japanese and Chinese agroecosystems. *Soil Science and Plant Nutrition*, **56**, 2-18.
- 10) 野口泉, 山口高志 (2010) 大気からの窒素成分沈着. *地球環境*, **15**, 111-120.
- 11) 野口泉, 大塚英幸, 秋山雅行, 酒井茂克, 加藤拓紀 (2007) フィルターパック法による亜硝酸ガス濃度の測定. *大気環境学会誌*, **42**, 162-174.
- 12) 全国環境研協議会 酸性雨調査研究部会 (堀江洋祐, 岩崎綾, 木戸瑞佳, 遠藤朋美, 山口高志, 高嶋司, 菊谷有希, 川本長雄, 濱村研吾, 福田裕, 松本利恵, 横山新紀, 北村洋子, 野口泉, 家合浩明, 米谷康治, 野澤直史, 松倉祐介) (2014) 第5次酸性雨全国調査報告書(平成24年度), *全国環境研会誌*, **39**, 100-146. など.
- 13) 野口泉, 山口高志, 川村美穂, 松本利恵, 松田和秀 (2011) 乾性沈着量評価のための沈着速度推計プログラムの更新. *環境科学研究センター所報*, **1** (通算37), 21-31. (http://www.ies.hro.or.jp/seisakuka/acid_rain/kanseichinchaku/kanseichinchaku.htm)
- 14) 友寄喜貴, 嘉手納恒 (2009) 沖縄県南城市における乾性沈着量の推計. *沖縄県衛生環境研究所報*, **43**, 197-200.
- 15) 嘉村久美子・中川史代・梅本雅之・杉山邦義・光井常人 (2004) 山口市における乾性降下物調査. *山口県環境保健研究センター所報*, **47**, 48-50.
- 16) 下田美里, 熊谷貴美代, 飯島明宏, 小澤邦壽 (2009) 大気中窒素化合物の乾性沈着量の地域特性評価. *全国環境研会誌*, **34**, 23-28.
- 17) 堀尾拓矢 (2009) 愛知県内における酸性雨実態について. *愛知県環境調査センター所報*, **37**, 1-11.
- 18) 藤田由里香, 谷口佳文, 吉川昌範 (2011) 福井県における乾性沈着調査結果 - 平成20 ~ 22年度の調査結果について -. *福井県衛生環境研究センター年報*, **10**, 106-108.
- 19) 三田村徳子, 園正, 服部達明, 五十嵐恵子 (2010) 湿性および乾性降下物調査. *琵琶湖環境科学研究センター研究報告書*, **6**, 20-30.
- 20) 原田 勉, 池田友洋, 石原祐治 (2013) 長野市における酸性沈着調査 (2003 - 2009) . *長野県環境保全研究所研究報告*, **9**, 53-59.
- 21) 高橋雅昭, 武直子, 大泉毅, 家合浩明: パッシブ法を用いた新潟県内における大気汚染物質濃度観測. *新潟県保健環境科学研究所年報*, **23**, 75-81 (2008) .
- 22) IPCC, Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel

on Climate Change (Cambridge, UK, 2007) .など

Behavior of reactive nitrogen oxides in Hokkaido

Izumi Noguchi, Takashi Yamaguchi

Abstract

The concentrations and dry depositions of reactive nitrogen oxides (NO_2 , NO , HNO_3 , HONO , and NO_3^-) in the atmosphere were measured at three sites in Hokkaido, northern Japan: Rishiri (a coastal remote site), Moshiri (a mountainous remote site), and Sapporo (an urban site). To estimate the depositions, measured nitrogen oxide concentrations were multiplied with the calculated deposition velocities using the inferential method.

The Moshiri and Sapporo sites showed high NO_2 and NO concentrations, while the Rishiri site showed high NO_2 and NO_3^- concentrations. Therefore, the contribution of NO_3^- to the deposition of all reactive nitrogen oxides (NO_y) was significant at Rishiri. HNO_3 showed a large contribution to NO_y deposition, although its concentration was low at most of the sites. However, the contribution of NO to NO_y deposition was small, despite its high concentration because the deposition velocity of this oxide was lowest. Moreover, the HONO concentration was higher than the HNO_3 concentration at Sapporo. Despite its relatively small deposition at other sites, HONO was the second largest contributor to NO_y deposition in Sapporo in winter.

The contributions of indirect emission resulting from reactions with NO_2 and H_2O are large concerning HONO formation. The HONO/NO_2 ratio indicated HONO formation increased in summer with increasing temperature and water vapor. Therefore, the concentration of HONO increased under high temperature conditions during summer in Rishiri. In addition, an abundance ratio of HNO_3 for NO_3^- increases according to temperature. Therefore, an increase in temperature at a given site may alter the amount of nitrogen deposition, because the HNO_3 concentration, which increases at high deposition-velocity, is enhanced by high temperatures. Thus, global warming may cause changes in the composition of reactive nitrogen oxides, particularly in low-temperature regions of northern areas.

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、野口 泉

要 約

2013年6-9月の摩周湖における霧および雨(降水)に含まれる主要なイオン濃度と霧の沈着量を測定し、各イオンについて雨と霧で比較した。全般的に霧水中濃度は降水中の濃度に対して高く、特にアンモニウムイオン(NH₄⁺)では霧水中濃度(126.7 μeq L⁻¹)は降水濃度(14.9 μeq L⁻¹)の8.5倍と差が大きかった。その他の主に大気汚染物質由来のイオン(硝酸イオン(NO₃⁻)、硫酸イオン(SO₄²⁻))も霧水中濃度が降水濃度よりも高かった。

沈着量では、「wind-driven rain」の影響が見いだされ、これを考慮した霧水沈着量(122mm)は降水量(462mm)の26%だった。霧に伴う各イオン成分の沈着量ではナトリウムイオンおよびSO₄²⁻沈着量が霧水中と降水中でほぼ同程度だったが窒素沈着量は21.7 meq m⁻²(NH₄⁺: 17.5 meq m⁻²、NO₃⁻: 4.2 meq m⁻²)であり、降水に伴う沈着量は11.5 meq m⁻²(NH₄⁺: 7.0 meq m⁻²、NO₃⁻: 4.5 meq m⁻²)のおよそ2倍となった。これらの結果から摩周湖の霧は周辺樹木への窒素供給源として大きな役割を果たしていることが示唆される。

Key Words: 霧水沈着、窒素沈着、林内雨-林外雨法、摩周湖

1. はじめに

摩周湖は北海道東部に位置するカルデラ湖であり、標高500-600mのカルデラ壁に囲まれている。近年、この摩周湖周辺でダケカンバの立ち枯れが報告されている¹⁾。その要因として霧水の酸性度や大気汚染物質の影響を調べるために2006年から調査を行い¹⁾、更に樹木への沈着量の推定を行っている²⁾。過去の調査結果から、霧の平均pHは植生に大きな影響はない程度と判明した。一方植物の生育期の霧水沈着量は降水の20%程度だったが霧水中イオン成分濃度は雨よりも高く、夏季の霧による窒素沈着量(以下、N沈着量)は、概ね年間の降雨によるN沈着量に等しいと推定された^{2,3)}。

摩周湖全体での霧水沈着量把握には、測定結果によるモデルの精度確認および改善が必要である。そのため、既報で行った測定方法³⁾に樹幹流を加えた林内雨-林外雨法による霧水沈着量の測定と霧水および雨(降水)中の窒素も含めた主要イオン濃度とそれら成分の沈着量の比較を試みた。

2. 方法

2.1 霧捕集と沈着量推定

霧水中主要イオン濃度調査は摩周湖第一展望台(図1、標高:約550m)に設置した細線式霧捕集装置(アクティブサンプラー)により行った。これは霧発生時のみファンで大気を吸引し、霧粒を細線に衝突させて捕集する。調査期間は6月17日-9月30日を対象とした。試料捕集は一日単位で毎日9時毎に異なる試料となる。

霧水沈着量は林内雨-林外雨法により測定した。林外雨は第一展望台、林内雨と樹幹流は第一展望台から約300m離れたダケカンバ群落内に設置した(図1)。調査器材については既報を参照されたい³⁾。樹幹流捕集には林内雨測定の雨量計直近のダケカンバにウレタンフォームを巻き付け、樹幹との間にコーキングにより防水処理を施したものを使用した。これにより捕集された樹幹流を雨量計に導入し、時間および量を記録した。

一般的に霧水沈着量は林内で観測された水分の総量(林内雨+樹幹流)と樹冠で蒸発散する水分量(樹冠遮断)の和と林外雨(降水量)との差分として求める。計算式では以下の式に表される。

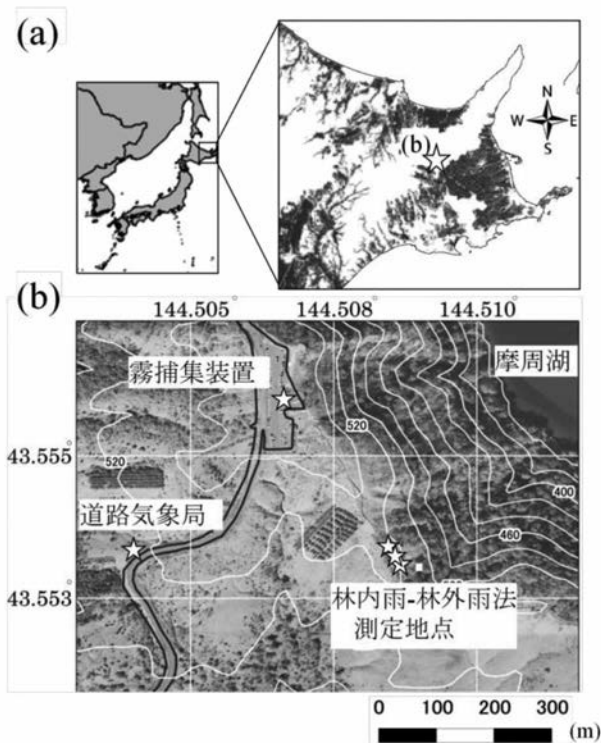


図1 調査地点図

$$\text{霧水沈着量} = (\text{林内雨} + \text{樹幹流} + \text{樹冠遮断}) - \text{林外雨} \quad (1)$$

樹冠遮断の割合については、報告によって約7%から40%と大きな幅がある⁴⁾。このことから、霧水沈着量の正確な推定には樹冠遮断も考慮する必要があるが、霧沈着と樹冠遮断が同時に起きる地点では両者を正確に求めることが困難である。このため霧水沈着量について樹冠遮断分は過小評価となるが、次の式により霧水沈着量を評価した。

$$\text{霧水沈着量} = (\text{林内雨} + \text{樹幹流}) - \text{林外雨} \quad (2)$$

2.2 分析方法

分析項目はpH、電気伝導度および主要な無機イオン(H^+ 、 NH_4^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-})である。測定にはイオンクロマトグラフ(Thermo Scientific社、ICS-2000, 1500)を用いた。濃度の単位はモル濃度にイオン価数をかけた当量濃度(eq)である。

2.3 降水

降水は第一展望台で、バルクサンプラーにより捕集した。バルクサンプラーによる試料採取は乾性沈着や、その他汚れおよび微生物による変質や蒸発による濃縮の影響があるが、本報告では湿性沈着として扱う。捕集期間は原則として一週間だが、回収の都合により前後するものもあった。調査期間中に16試料が得られた。サンプラーの形状により

降水の捕集効率異なるため、沈着量の算出には道路気象局(図1)の測定降水量を用いた。このため降水に伴う各イオン沈着量は、バルクサンプラーにより捕集された試料濃度と道路気象局により測定された降水量の積として算出した。

3. 結果

3.1 霧水と降水中の化学成分

各イオンの霧水中全期間平均濃度を図2に、月ごとの霧水中平均成分濃度および沈着量を表1に、降水中平均成分濃度および沈着量を表2に示す。

霧水の主要イオンの合計はアニオンが約 $200 \mu\text{eq L}^{-1}$ 、カチオンが約 $250 \mu\text{eq L}^{-1}$ であり、アニオンが少ない(図2)。これは炭酸や有機酸など未測定のアニオンのためと考えられる。最も多いアニオン、カチオンはそれぞれ SO_4^{2-} ($111.5 \mu\text{eq L}^{-1}$)、 NH_4^+ ($126.7 \mu\text{eq L}^{-1}$)だった。 NO_3^- は $33.5 \mu\text{eq L}^{-1}$ であり、過去の測定結果(SO_4^{2-} : $147 \mu\text{eq L}^{-1}$ 、 NH_4^+ : $175 \mu\text{eq L}^{-1}$ 、 NO_3^- : $60 \mu\text{eq L}^{-1}$)²⁾と比較すると低い濃度だった(表1)。これは9-10月にイオン濃度が上昇するが²⁾、今回は10月が対象外であるためと思われる。

平均pHは4.55で植物に強く影響する酸性度ではないが、試料別ではpH3.57と強い酸性度の霧もあり(表1)、これまでの調査同様、頻度は少ないがpH3台の霧が確認された。調査期間の風向は南であることから、北西に位置する硫黄山や西に位置する雌阿寒岳など近隣の火山による影響は小さく、国内外から長距離輸送された大気汚染物質の影響が大きいと考えられる¹⁾。その他の成分では、 Na^+ 、 Cl^- の平均濃度はそれぞれ $50.5 \mu\text{eq L}^{-1}$ 、 $58.4 \mu\text{eq L}^{-1}$ であり、その濃度比($\text{Cl}^- / \text{Na}^+$)は1.19と海塩比(1.17)⁵⁾に近く、海塩に由来するものと思われる。また、 NH_4^+ と SO_4^{2-} の当量濃度比($\text{NH}_4^+ / \text{SO}_4^{2-}$)は7、8月には1.3、1.2と他の月と比べて大きかった。夏季の主風向は南であり、摩周湖の南部は根釧平野から摩周湖の位置する弟子屈町まで酪農地域が広がるアンモニア排出源である⁶⁾。このため、これら地域から排出されるアンモニアがガスや粒子の形態で摩周湖まで輸送され、 $\text{NH}_4^+ / \text{SO}_4^{2-}$ が高くなると考えられる。

一方、降水では最も濃度の高いアニオン、カチオンはそれぞれ Cl^- ($34.6 \mu\text{eq L}^{-1}$)、 Ca^{2+} ($48.7 \mu\text{eq L}^{-1}$)であり(表2)、霧水中成分とは異なる。特に Ca^{2+} は霧水中濃度よりも高い。また平均pHは5.75であり、北海道遠隔地の利尻における降水平均pH4.67⁷⁾に比べて高く、カルシウムを含むアルカリ性粉じんの影響が考えられる。これは捕集法にバルクサンプラーを用いたため、土壌粉じんなどが混入したためと考えられる。 Na^+ 濃度は $21.4 \mu\text{eq L}^{-1}$ と、霧の半分以下であった。 $\text{Cl}^- / \text{Na}^+$ は1.75と高く海塩以外に Cl^- を含む粉じんの影響を示唆する。

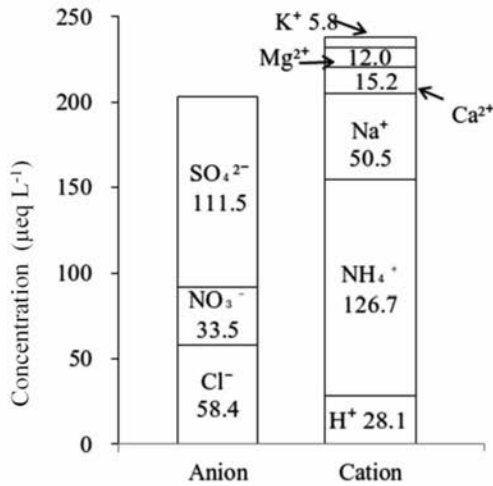


図2 霧水中主要無機イオンの平均濃度

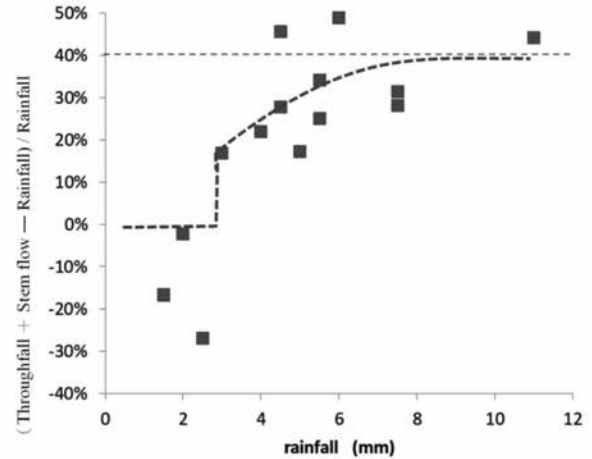


図3 霧のないイベントでの降水量とwind-driven rainの関係

これら以外ではNH₄⁺が14.9 μeq L⁻¹と霧水中度の約1/8と低く、NO₃⁻が9.4 μeq L⁻¹、SO₄²⁻が22.9 μeq L⁻¹であり、それぞれ霧水中濃度の1/3、1/5程度となった。これらのイオン成分は人為発生源の寄与が大きく、霧水中成分濃度は、その影響をより強く受けることを示している。

3.2 「Wind-driven rain」について

(2) 式の方法では霧が発生しない、降水だけのイベントでは霧水沈着量はゼロ、すなわち「林内雨+樹幹流」が林外雨に等しいか、樹冠遮断分がマイナスとなることを前提としている。しかし、測定期間中に降水だけのイベントで「林内雨+樹幹流」が林外雨を上回る事象が確認され、この原因は「Wind-driven rain」と考えられた。

「Wind-driven rain」とは、横殴りの雨が森林の端部に衝突することで、平面上の雨より多くの降水量がもたらされる現象である。この影響を明らかにするため、本調査期間中の降雨のみで霧は発生していない16イベントを抽出し、「林内雨+樹幹流」が降水量より大きくなる割合（(林内雨+樹幹流-降水量)/降水量）と降水量の関係を検討した（図3）。

降水量が概ね3 mm以上になると「林内雨+樹幹流」が降水量よりも多くなる傾向にあり、これが「Wind-driven rain」によるものと思われる。逆に降水量が3 mm未満の場合に「林内雨+樹幹流」が林外雨より少なくなるのは遮断蒸発によるものと考えられるが、降水量の少ない場合には雨量計の誤差もある。「林内雨+樹幹流」が降水量より多くなる割合は、概ね40%程度が上限になっていると思われる。

これらのことから、これ以降の本報告内の霧水沈着量では、この散布図に合う関係式を作成し「林内雨+樹幹流」に対する「Wind-driven rain」の影響をその式で表される割合で除した、補正した次のような式で求めた。

降水量をX、「林内雨+樹幹流」に対する「Wind-driven rain」の影響割合をYとして

$$Y = -1.2 \exp(-0.5X) + 0.4 \quad (X \geq 3)$$

$$Y = 0 \quad (X < 3)$$

$$\text{霧水沈着量} = (\text{林内雨} + \text{樹幹流}) / (1 + Y) - \text{降水量} \quad (3)$$

なお、この式では降水量3 mm未満の場合は全体量への影響が軽微なため、考慮していない。この補正については、風向、風速の影響について、より多くのイベントを用いた詳細な検討が必要であるが、本報告では月ごとや1シーズンの沈着量を目的としているため、今回はこの補正方法とする。

3.3 霧水と降水に伴う物質沈着量

調査期間の霧水沈着量は降水量換算で122mmであり（表1）、これは同期間の降水量462mm（表2）の26%に相当した。

霧に伴うN沈着量は21.7 meq m⁻²（NH₄⁺：17.5 meq m⁻²、NO₃⁻：4.2 meq m⁻²）となり（表1）、降水に伴うNH₄⁺とNO₃⁻の沈着量はそれぞれ7.0 meq m⁻²、4.5 meq m⁻²で合計11.5 meq m⁻²だった（表2）。

同期間の沿岸地域に位置する根室市落石での降水に伴うN沈着量は、6.2 meq m⁻²（NH₄⁺：3.0 meq m⁻²、NO₃⁻：3.2 meq m⁻²）であり⁸⁾、摩周湖はより多い。この要因としては霧同様に地域の酪農業から排出されるNH₃の影響が考えられる。

窒素以外の成分では、Ca²⁺の霧水および降水による沈着は、それぞれ1.7 meq m⁻²、22.5 meq m⁻²と降水による沈着が霧を大きく上回る。これは前述のように粉じんなどの影響と思われる。一方、それ以外の成分ではNa⁺沈着量が

霧水で7.2 $\mu\text{eq L}^{-1}$ に対して降水で7.5 $\mu\text{eq L}^{-1}$ 、 SO_4^{2-} 沈着量は霧水で14.2 $\mu\text{eq L}^{-1}$ に対して降水で10.8 $\mu\text{eq L}^{-1}$ と霧水、降水ともに同程度の沈着量となった。

4. 考察

今回の霧水沈着量の測定結果は、同期間の降水量の26%だった。既報では、樹幹流を考慮しない林内雨－林外雨測定結果³⁾で23%であり、モデルによる沈着量推定では18－23%であった²⁾。今回の結果は、これらの結果よりやや多い程度で、樹幹流量を測定に含んだ事が一因と考えられる。摩周湖全体への霧水沈着量の把握には、実測定は作業量から考えて現実的ではないため、モデルによる沈着量推定が必要である。今回の測定結果から「Wind-driven rain」の影響が見いだされ、気象要素と合わせてその影響を検討する必要があるが、今後はそれらの知見をモデルへ反映していくことで、より精度高く摩周湖全体への霧水沈着量を把握することが可能と思われる。

2013年夏季のN沈着量は霧 (21.7 meq m^{-2}) および降水 (11.5 meq m^{-2}) を合わせて33.2 meq m^{-2} と推測された。このことから山岳部の樹木への窒素供給は霧が大きな割合を占めることが示唆される。現在の大气からの樹木へのN沈着量に対する評価は霧の寄与を考慮していないため、霧が頻繁に発生する地域では過小評価になっていると考えられる。

沈着には雨、霧以外に乾性沈着があり、既報⁸⁾の北海道のバックグラウンド地域での同期間の乾性沈着に伴うN沈着量 (HNO_3 、 NH_3 、 NO_2 、 NO_3^- 、 NH_4^+) は利尻で2.74 meq m^{-2} 、落石で2.46 meq m^{-2} であり、今回の雨および霧によるN沈着と比較して一桁小さい。摩周湖は酪農地域が近いことから、乾性沈着量もこれら二地点よりもやや多いと思われるが、稜線付近の樹木に対してのN沈着の大半は霧および降水によるものと考えられる。

その他の成分では、 Na^+ と SO_4^{2-} は霧水と降水による沈着量は同程度であった。 Ca^{2+} と Cl^- については、降水の捕集がバルクサンプラーであったため粉じんの影響があったと考えられ、影響の少ない採取法の検討が必要である。

5. まとめ

摩周湖の霧水沈着量は降水量換算で122mmとなり、同期間の降水量の26%であった。また、Wind-driven rain の影響が見いだされ、林外雨－林内雨法による霧水沈着量の測定精度向上に向けた検討が必要である。

野外条件では植生に対して霧以外にもオゾンなどの他の大気汚染物質や、気象要素、過去の攪乱など様々な要因が植生に影響する。このため現時点では樹木衰退と見られる

現象に対する霧水沈着の影響は不明である。この検証には、過去の写真による景観変遷の検証や、時系列的な窒素負荷と種構成の変化に関する情報が必要である。

【謝辞】

本研究は弟子屈町との共同研究により進められた。関係者の献身的な協力に感謝する。

参考文献

- 1) 山口高志, 野口泉 & 酒井茂克 摩周湖の霧酸性化状況及びその要因について. 北海道環境科学研究センター所報 47-56 (2010).
- 2) Yamaguchi, T. *et al.* Long-term observation of fog chemistry and estimation of fog water and nitrogen input via fog water deposition at a mountainous site in Hokkaido, Japan. *Atmospheric Res.* 151, 82-92 (2015).
- 3) Yamaguchi, T. *et al.* Aerosol Deposition and Behavior on Leaves in Cool-temperate Deciduous Forests-Part 2: Characteristics of Fog Water Chemistry and Fog Deposition in Northern Japan. *Asian J. Atmospheric Environ.* 7, 8-16 (2013).
- 4) Carlyle-Moses, D. E. Throughfall, stemflow, and canopy interception loss fluxes in a semi-arid Sierra Madre Oriental matorral community. *J. Arid Environ.* 58, 181-202 (2004).
- 5) 気象庁 海洋観測指針 (第1部) (日本気象協会:1999).
- 6) Kannari, A., Tonooka, Y., Baba, T. & Murano, K. Development of multiple-species resolution hourly basis emissions inventory for Japan. *Atmos. Environ.* 41, 3428-3439 (2007).
- 7) Network Center for EANET Data Report on the Acid Deposition in the East Asian Region 2012. (2013). at <<http://www.eanet.asia/product/datarep/datarep12/datarep12.pdf>>
- 8) *Data Report on the Acid Deposition in the East Asian Region 2013* (The Acid Deposition Monitoring Network in East Asia (EANET : 2014). at <<http://www.eanet.asia/product/datarep/datarep13/datarep13.pdf>>

Measurement of fog deposition by the throughfall method and ion deposition amounts from fog and rain at Lake Mashu.

Takashi Yamaguchi, Izumi Noguchi.

Abstract

We evaluated the concentration in fogwater and deposition amounts of air pollutants from June to September in 2013 at Lake Mashu, in eastern Hokkaido, northern Japan. Concentrations of major ions derived from air pollutants were higher in fog water than in rainwater. The concentration of ammonium ion (NH_4^+) in fog water was $126.7 \mu\text{eq L}^{-1}$, which was 8.5 times larger than the concentration in rainwater. The deposition amount of rain water was 462mm, while the deposition amount of fogwater, measured by the throughfall method, was 122mm, or 26 % of rainwater deposition. Nitrogen deposition ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) by fog was estimated at 21.7 meq m^{-2} (NH_4^+ : 17.5 meq m^{-2} , NO_3^- : 4.2 meq m^{-2}) and was double of that of rain, which was 11.5 meq m^{-2} (NH_4^+ : 7.0 meq m^{-2} , NO_3^- : 4.5 meq m^{-2}) .

The results indicate that the nitrogen deposition by fog deposition could be a main nitrogen source for trees in mountainous areas.

表1 摩周湖における霧水のpHおよび主要イオンの平均濃度と霧水沈着量 (n=67)

| Period | Amount (ml) | pH | Cond. | H ⁺ | NH ₄ ⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | SO ₄ ²⁻ | NH ₄ ⁺ /SO ₄ ²⁻ |
|---------------------------------------|-------------|------|-------|----------------|------------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| | | | | | | | | | | | | | |
| 17-Jun - | 4297 | 4.47 | 3.43 | 33.6 | 114.7 | 15.2 | 3.3 | 4.4 | 6.9 | 19.4 | 21.6 | 111.8 | 1.0 |
| 1-Jul - | 10174 | 4.60 | 3.40 | 25.0 | 117.7 | 31.0 | 4.5 | 7.1 | 30.9 | 38.0 | 26.1 | 93.1 | 1.3 |
| 1-Aug - | 7131 | 4.82 | 3.56 | 15.3 | 176.6 | 21.0 | 7.3 | 6.4 | 8.8 | 23.5 | 37.0 | 141.8 | 1.2 |
| 1-Sep - | 9619 | 4.39 | 4.56 | 40.6 | 101.6 | 78.0 | 6.0 | 18.4 | 7.4 | 91.4 | 41.1 | 102.6 | 1.0 |
| Mean | | 4.55 | 3.93 | 28.1 | 126.7 | 50.5 | 5.8 | 12.0 | 15.2 | 58.4 | 33.5 | 111.5 | |
| MAX. | | 7.50 | 37.30 | 269.2 | 833.4 | 1820.1 | 77.8 | 317.5 | 1032.8 | 1827.8 | 353.1 | 875.0 | |
| MIN. | | 3.57 | 0.53 | 0.0 | 29.8 | 0.8 | 1.6 | 0.0 | 0.2 | 3.5 | 2.1 | 11.8 | |
| Std Deviation | | 0.97 | 6.83 | 42.6 | 157.1 | 339.0 | 14.9 | 65.2 | 132.2 | 351.2 | 57.7 | 174.5 | |
| Deposition amount (17-Jul. - 30-Sep.) | | | | | | | | | | | | | |
| Water deposition (mm) | | | | | | | | | | | | | |
| | 122 | | | 3.3 | 17.5 | 7.2 | 0.8 | 1.5 | 1.7 | 8.2 | 4.2 | 14.2 | |
| | | | | | | | | | | | | | |

表2 摩周湖における降水のpHおよび主要イオンの平均濃度と降水量 (n=16)

| Period | Precipitation mm | pH | Cond. mS m ⁻¹ | H ⁺ | NH ₄ ⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | SO ₄ ²⁻ |
|---------------------------------------|---------------------|------|-----------------------------|----------------|------------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | | | | | | | μeq L ⁻¹ | | | | |
| 17-Jun - 1-Jul | 30 | 6.12 | 0.96 | 0.8 | 9.9 | 10.8 | 2.0 | 2.3 | 41.9 | 12.8 | 9.7 | 21.0 |
| 1-Jul - 29-Jul | 58 | 6.49 | 2.49 | 0.3 | 48.0 | 20.5 | 7.6 | 5.8 | 108.1 | 32.1 | 10.2 | 27.1 |
| 29-Jul - 2-Sep | 138 | 5.94 | 1.26 | 1.2 | 21.6 | 9.0 | 1.7 | 3.1 | 57.2 | 23.3 | 14.1 | 32.7 |
| 2-Sep - 30-Sep | 216 | 5.40 | 1.28 | 4.0 | 3.9 | 20.2 | 2.3 | 5.2 | 30.2 | 32.9 | 7.1 | 17.5 |
| Mean | | 5.75 | 1.29 | 1.8 | 14.9 | 21.4 | 5.9 | 5.3 | 48.7 | 34.6 | 9.4 | 22.9 |
| MAX. | | 7.53 | 9.95 | 9.3 | 120.0 | 117.0 | 45.2 | 28.8 | 824.0 | 211.2 | 31.8 | 82.2 |
| MIN. | | 5.03 | 0.54 | 0.0 | 0.0 | 3.3 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 8.8 | 3.1 | 9.0 |
| Std Deviation | | 0.59 | 2.3 | 2.2 | 32.1 | 27.4 | 12.2 | 7.1 | 199.1 | 47.8 | 10.5 | 25.1 |
| Deposition amount (17-Jul. - 30-Sep.) | | | | | | | | | | | | |
| Water deposition (mm) | | | | | | | | | | | | |
| | 462 | | | 1.1 | 7.0 | 7.5 | 1.3 | 2.1 | 22.5 | 13.2 | 4.5 | 10.8 |
| | | | | | | | meq m ⁻² | | | | | |

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、五十嵐聖貴、三上英敏、小野 理、西川洋子、島村崇志、玉田克巳、石川 靖
 檜垣直幸*、丸谷 薫*、大澤賢人*、高見雅三*、小澤 聡*、森野祐助*

要 約

本報告では、流域の自然特性や産業構造に応じた適切な流域管理を進めるために、生態系サービス指標を用いて北海道の主要流域圏を類型化した。供給、調整、生息地、文化的サービスを含む14の生態系サービス指標値を道内全域にわたり3次メッシュ単位で整備した。それらの指標値を基に、階層的クラスタ分析を用いて小流域をグループ化した。その結果、道内の小流域は大きく8つのグループに分けられた。上流域から排出される種々の水質汚濁物質の負荷が下流域の生態系に及ぼす影響に着目し、流域ごとに上流と下流の生態系サービスの関係性を調べた。その結果、主として、漁業対象湖沼に対する畜産及び畑作由来の負荷と、湿地生態系に対する畜産由来の負荷のある流域が、問題の生じやすい流域の類型として示され、各類型の中から、問題が潜在的に生じると考えられる流域が選定された。本類型化の結果は、優先的に保全すべき流域の選定や、産業構造に応じた適切な流域環境保全計画の策定に活用されるものと期待できる。

Key Words：汚濁負荷、クラスタ分析、3次メッシュ、小流域、流域管理

1. はじめに

流域とは分水嶺によって囲まれた区域のことをいう。雨や雪として地表に降った水は河川や地下を通じて湖沼や海洋へと流出する。また、水は土砂、栄養塩、有機物といった物質を上流から下流へと移動させる。そのため、上流域での水や物質の利用あるいは排出は、下流域の諸環境に影響を及ぼす。例えば、上流の農地や市街地から流出する過剰な栄養塩や有機物は下流の閉鎖性水域で富栄養化や有機汚濁をもたらす、生物多様性や水産業に負の影響を及ぼすことがある。このような負の影響を低減するためには、上流から下流、沿岸域も含む流域圏全体で水や物質の管理を行うことが重要である。

北海道では平成20年に策定した第2次北海道環境基本計画の中で、重点的に取り組む4つの柱のひとつとして流域全体の健全な水循環の確保が掲げられ、地域の特性に応じた流域環境保全計画の策定を推進している¹⁾。北海道の基幹産業である農業や水産業といった一次産業はその生産を流域の水・物質循環に大きく依存する。日常の市民生活においては上下水道として、また、種々の経済活動においても、水資源の安定確保は重要である。目を転じて、自然生

態系や生物多様性の保全の面での重要性は論をまたない。このような多面的な価値をもたらす流域の水・物質循環を健全な状態に維持するためには、流域スケールでの水や物質の流出機構を明らかにするとともに、水・物質循環を介した流域内の様々な産業や人間活動の相互関係を正しく理解する必要がある。

そのための基礎段階として、北海道立総合研究機構環境科学研究センター・地質研究所では、平成26年度目的積立金経常研究課題として「水資源、水域生態系保全に向けた、流域特性の検討と流域圏データベースの構築」を実施した。本課題では、北海道の流域圏を対象に、①既存知見とアンケート調査による問題点の整理、②既存データの収集とデータベースの構築、③生態系サービスに基づく流域の類型化と優先的に保全すべき流域の選定、④既存の流域管理モデルの整理、を行った。ここでは、③生態系サービスに基づく流域の類型化について報告する。

流域圏における自然生態系の保全と自然資源の持続的な利用に向けて、最近では、自然生態系から人々が得る多種多様な恵みを生態系サービスとして評価し、流域管理に活かそうとする動きが広がっている²⁾。流域圏が持つ生態系サービスは流域ごとに異なっており、それらは気象、地形、土壌、地質、植生などの生物物理的特性に大きく依存している。このような流域圏の複雑な生態系サービスを的確に評価し、その特徴に応じた流域管理を行うためのひとつの

* 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 地質研究所

アプローチとして、生態系サービスの指標に基づいた流域の統計的類型化が試みられている³⁾。しかし、既存の類型化では、流域をさらに河川流路で分割した小流域を単位として、生態系サービスの特徴やその空間分布特性を分析するにとどまっておらず、流域スケールで評価した事例は見当たらない。とくに水の流れに伴って影響する上流と下流の関係性を考慮して流域圏の生態系サービスの特徴を把握することは、流域圏の様々な生態系サービスを効率よく発揮させるための水や物質管理において重要である。

本報告では、生態系サービス指標に基づき、クラスター分析を用いて北海道全域を小流域単位でグループ化し、その特徴を明らかにすること、さらに、上流から下流に沿った生態系サービスの変化パターンから、道内の主要流域を類型化することを目的とした。

2. 方法

2.1 流域圏の既存情報の収集と生態系サービスの指標化

北海道内の流域圏に関する基盤情報を整備するために、地理情報、農業統計、動植物、水理地質等の既存情報を収集した。収集したデータの詳細は、平成26年度目的積立金経常研究報告書⁴⁾を参照されたい。本報告では、収集したデータから、TEEB（生態系と生物多様性の経済学「The Economics of Ecosystem and Biodiversity」）における生態系サービスの分類⁵⁾に従って、次に示す14の生態系サービスの指標を作成した（表1）。各指標の値は3次メッシュ（約1 km四方の区画）ごとに求めた。

表1 本研究で指標化した生態系サービス。

| 指標 | 略称 |
|-------------------------|-------|
| 供給サービス | |
| [1] 水田面積率 | 水田 |
| [2] 畑地面積率 | 畑地 |
| [3] 牛頭数（頭） | 牛 |
| [4] 漁業対象湖沼面積率 | 漁業湖沼 |
| [5] 余剰水量（mm） | 余剰水 |
| [6] 水貯留域面積率 | 水貯留 |
| [7] 飼料用作物面積率 | 飼料作物 |
| [8] 工芸農作物面積率 | 工芸作物 |
| [9] 人工林面積率 | 人工林 |
| 調整サービス | |
| [10] 温室効果ガス調整域面積率 | GHG調整 |
| [11] 水質調整域面積率 | 水質調整 |
| 生息地サービス | |
| [12] 絶滅のおそれのある植物の生育域面積率 | 植物生育 |
| [13] 絶滅のおそれのある鳥類の生息域面積率 | 鳥類生息 |
| 文化的サービス | |
| [14] 自然公園面積率 | 自然公園 |

2.1.1 供給サービス

- [1] 水田面積率：3次メッシュの面積に対する水田面積の割合を求めたもの。水田面積は、国立研究開発法人農業環境技術研究所が提供する農業統計データ（1995年時点）^{6), 7), 8), 9)}の田面積を用いた。
- [2] 畑地面積率：上記の農業統計データの畑、雑穀、いも類、豆類、野菜類の面積を合計し、3次メッシュの面積に対する割合を求めたもの。面積率が1を超えるメッシュについては、面積率を1として扱った。
- [3] 牛頭数：上記の農業統計データの乳用牛と肉用牛の頭数を合計したもの。北海道の畜産業経営体数（単一経営）のうち、酪農と肉用牛で87%を占める¹⁰⁾ことから、北海道の主要な畜産物の供給サービス指標として、牛頭数を用いた。
- [4] 漁業対象湖沼面積率：3次メッシュの面積に対する漁業対象湖沼面積の割合を求めたもの。漁業対象湖沼面積は、環境庁（当時）の湖沼調査報告書¹¹⁾に掲載されている湖沼のうち、湖沼の利用状況に漁業が含まれる湖沼の面積を3次メッシュごとに集計した。
- [5] 余剰水量：上記の農業統計データの降水量から蒸発散量を差し引いたもの。余剰水量は水の供給サービスのうち、陸域における水の発生量の指標とみなすことができる。
- [6] 水貯留域面積率：3次メッシュの面積に対する水貯留域面積の割合を求めたもの。水貯留域面積は水の供給サービスのうち、陸域における水の貯留量の指標とみなすことができる。水貯留域として、20万分の1日本シームレス地質図（2009年発行、産業技術総合研究所地質調査総合センター）の面データから、容水地盤（地下水を貯留する地盤¹²⁾）と水域を抽出して、3次メッシュごとに面積を集計した。本報告では、第四紀以降の堆積物、完新世の降下テフラ、人口改変地・埋め立て地に該当する地質を容水地盤として扱った。水域は、上記地質図のLitho_Jフィールドが「湖水・河川・海など」に該当する領域のうち、海域と汽水湖を除く、淡水域のみとした。
- [7] 飼料用作物面積率：3次メッシュの面積に対する上記の農業統計データの飼料用作物面積の割合を求めたもの。面積率が1を超えるメッシュについては、面積率を1として扱った。
- [8] 工芸農作物面積率：上記の農業統計データのうち、工芸農作物と茶の面積を合計し、3次メッシュの面積に対する割合を求めたもの。
- [9] 人工林面積率：3次メッシュの面積に対する人工林面積の割合を求めたもの。人工林面積は、林野庁国有林野部提供の2008年度末の国有林データ（林野庁業務資料）、北海道水産林務部森林環境局道有林管理グルー

プ提供の2013年度末の道有林データ、北海道水産林務部林務局森林計画課提供の2012年度末の民有林データから、人工林の面データのみを抽出し、3次メッシュごとに面積を集計して求めた。面積率が1を超えるメッシュについては、面積率を1として扱った。

2.1.2 調整サービス

[10] 温室効果ガス（GHG）調整域面積率：森林の立木地面積と湿原面積を合計し、3次メッシュの面積に対する割合を求めたもの。立木地面積は、上記の国有林データ、道有林データ、民有林データから、立木地の面データのみを抽出し、3次メッシュごとに面積を集計して求めた。湿原面積は北海道立総合研究機構環境科学研究センターが作成した湿原位置の面データを3次メッシュごとに集計し、メッシュごとの湿原面積を算出して求めた。面積率が1を超えるメッシュについては、面積率を1として扱った。

[11] 水質調整域面積率：植生図のうち、土砂や栄養塩類の緩衝・浄化機能が期待できる湿原植生や沼沢林、河辺林などの植物群落（以降、湿生植物群落とする）を抽出し、3次メッシュごとに面積を合計し、3次メッシュの面積に対する割合を求めたもの。植生図として、環境省生物多様性センターが提供する第2回（昭和54年度）、3回（昭和58～61年度）、4回（平成元～5年度）、5回（平成6～10年度）の自然環境保全基礎調査の重ね合わせ植生図（1/50,000 縮尺）の面データ¹³⁾を用いた。対象とする植物群落には、オニグルミ群落 [群落コード：40900D]、ハルニレ群集 [41100A]、ヤナギ高木群落 [41200A]、ドロノキ-オオバヤナギ群落 [41201A]、ヤナギ低木群落 [41300A]、ハンノキ-ヤチダモ群集 [41400A]、ヤチダモ-ハシドイ群落 [41400B]、ハンノキ群落 [41500]、ヤマハンノキ群落 [41600]、ツルコケモモ-ミズゴケクラス [80100A]、ヌマガヤオーダー [80200A]、ヨシクラス [80300A]、ウキクサクラス・ヒルムシロクラス [80400A]、塩沼地植生 [80700A] を含む。

2.1.3 生息地サービス

[12] 絶滅のおそれのある植物の生育域面積率：3次メッシュの面積に対する絶滅のおそれのある植物の生育面積の割合を求めたもの。北海道立総合研究機構環境科学研究センターが5kmメッシュで整備している道内の野生生物分布データベース¹⁴⁾の植物データをもとに、北海道のレッドデータブック¹⁵⁾の絶滅のおそれのある種（絶滅危機種 [Cr]、絶滅危惧種 [En]、絶滅危急種 [Vu]）の在・不在を、3次メッシュごとに整理し、「在」となるメッシュの面積を集計した。絶滅のおそれ

のある種が分布する5kmメッシュに、3次メッシュが交差する場合、そのすべての3次メッシュに「在」を与えた。なお、道内の野生生物分布データベースは、日本測地系の5kmメッシュで整備されているのに対し、今回整備した3次メッシュは世界測地系のため、1つの3次メッシュに複数の5kmメッシュが交差する場合が生じた。この場合には、交差する面積の最も大きい5kmメッシュの在・不在データを与えた。

[13] 絶滅のおそれのある鳥類の生息域面積率：3次メッシュの面積に対する絶滅のおそれのある鳥類の生息面積の割合を求めたもの。上記の野生生物分布データベースの鳥類データをもとに、北海道のレッドデータブックの絶滅のおそれのある種の在・不在を、3次メッシュごとに整理し、「在」となるメッシュの面積を集計した。5kmメッシュと3次メッシュの対応づけは、植物と同じ方法を用いた。

2.1.4 文化的サービス

[14] 自然公園面積率：国土数値情報自然公園地域データ（第3.1版、平成23年度作成、国土交通省）¹⁶⁾の面積を3次メッシュごとに集計し、3次メッシュの面積に対する割合を求めたもの。

2.2 クラスタ分析による小流域のグループ化

クラスタ分析に供するサンプルの面積規模をできるだけそろえるために、本報告では、流域を河川流路で分割した小流域を解析単位とした。小流域は、国土数値情報の流域メッシュデータ（第2.1版、平成21年度作成、国土交通省）¹⁷⁾の単位流域コードに基づいている。この流域メッシュデータは100m四方の区画を単位とする。そこで、3次メッシュ領域に含まれる流域メッシュデータを集計し、最大面積を占める流域をその3次メッシュの流域とした。こうして整備された3次メッシュには538流域、7226小流域が含まれている。

次に、小流域ごとに、各生態系サービスの指標の平均値を求めた。さらに、単位の影響を除くため、各指標値を平均0、分散1に標準化した。求めた14の指標値を変数として、階層的手法（ウォード法）によるクラスタ分析を用いて小流域のグループ化を行った。グループ数が2～10群になるように、デンドログラムを順次切断し、各グループの生態系サービスの特徴づけに有効な群数を検討した。各グループの生態系サービスの特徴を把握するために、グループごとに各生態系サービスの指標値の平均値を求め、レーダーチャートを作成した。その結果、グループ数が8群において、各グループの生態系サービスの特徴を最も明確に示すことができた。そこで、本研究ではクラスタ分析により北海道内の小流域を8グループに分類した。以

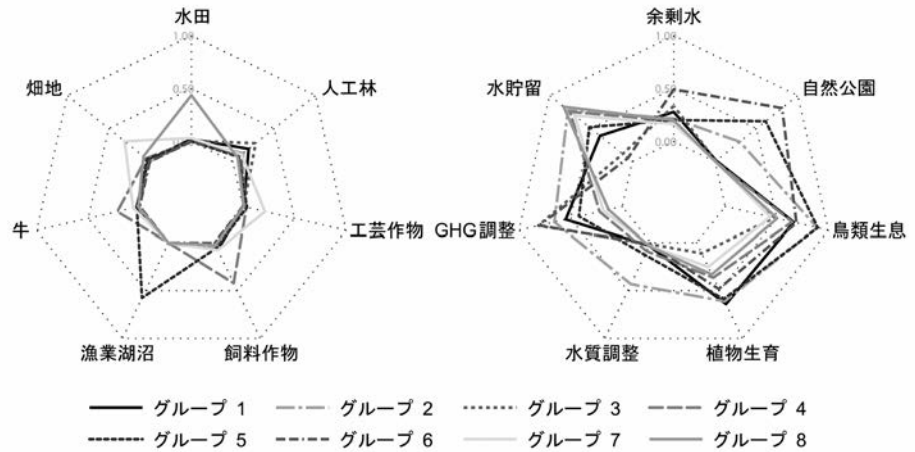


図1 クラスタ分析により分類した8グループにおける、生態系サービスの指標値の各グループの平均値。各指標値は最小値をゼロ、最大値を1に標準化した上で、グループごとに平均化した。

上のクラスタ分析にはR ver. 3.1.1¹⁸⁾のhclust () 関数を使用した。レーダーチャートの描写にはfmsbパッケージ ver. 0.5.1¹⁹⁾を使用した。

2.3 流域の類型化

上流から下流までの水文学的な流下過程を評価するために、Strahlerの方法²⁰⁾により小流域に河川次数を割り当てた。

既存知見と行政機関へのアンケート調査により、水資源や水域生態系の保全という観点で北海道の流域で顕在化する主要な問題として、上流域からの栄養塩類・有機物・土砂などの水質汚濁物質の過剰な負荷による下流の閉鎖性水域における漁業に及ぼす影響（類型A）、ならびに、下流の湿地の生物多様性や生態系機能に及ぼす影響（類型B）が挙げられた⁴⁾。そこで、本報告では、上流域と下流域の生態系サービスの関係から、これらの2つの問題が潜在的に生じると考えられる流域を抽出した。各流域の中で次数の最も大きい（最下流に位置する）小流域を下流域、それよりも次数の小さい（上流側に位置する）小流域を上流域と定義した。上流域・下流域それぞれについて、クラスタ分析の各グループの小流域面積を集計し、上流域と下流域との関係性を調べた。以上の流域の類型化は、流域面積が100 km²以上の97流域を対象に行った。

3. 結果と考察

3.1 小流域のグループ化と特徴づけ

クラスタ分析により道内の小流域を8群にグループ化し、生態系サービス指標値の各グループの平均値をレーダーチャートに示した（図1）。その際、小流域の各指標値は最小値をゼロ、最大値を1に標準化した上で、平均化を行った。また、各グループの特徴的な生態系サービス指標を表2にまとめた。グループ1では人工林や絶滅のおそれのある植物の生育域面積率が比較的高い値を示したものの、他のグループに比べて際立って高い指標は見られなかった。グループ2は他のグループに比べて水質調整域面積率が高い値を示した。水質調整域は湿生植物群落の分布域に基づいていることから、湿地が分布する小流域群であると特徴づけられる。このグループは、水貯留域や絶滅のおそれのある植物・鳥類の生育・生息域の面積率も高いことから、水資源の貯留や生息地サービスとしても重要なグループと考えられる。グループ3は他のグループに比べて人工林面積率が高い値を示した。このグループはGHG調整域面積率が高い反面、水貯留域や絶滅のおそれのある植物・鳥類の生育・生息域の面積率は低い傾向にあった。グループ4は牛頭数と飼料用作物面積率が圧倒的に高いことから、畜産業が営まれている小流域群と考えられる。グル

表2 クラスタ分析により分類した各グループの小流域数と特徴的に見られた生態系サービス指標。

| グループ | 小流域数 (全体の割合) | 生態系サービス指標の特徴 | |
|------|--------------|---------------------|----------------|
| | | 高い指標値 | 低い指標値 |
| 1 | 1535 (21.2%) | 植物生育、人工林 | |
| 2 | 192 (2.7%) | 水質調整、水貯留、植物生育、鳥類生息 | |
| 3 | 3440 (47.6%) | 人工林、GHG調整 | 水貯留、植物生育、鳥類生息 |
| 4 | 487 (6.7%) | 牛、飼料作物、水貯留 | GHG調整 |
| 5 | 20 (0.3%) | 漁業湖沼、植物生育、鳥類生息、自然公園 | |
| 6 | 630 (8.7%) | 自然公園、余剰水、GHG調整 | 水貯留 |
| 7 | 556 (7.7%) | 畑地、工芸作物、水貯留 | 余剰水、GHG調整、鳥類生息 |
| 8 | 366 (5.1%) | 水田、水貯留 | GHG調整、鳥類生息 |



図2 クラスタ分析のグループ番号により色分けした小流域の分布図。空白部分はクラスタ分析の解析対象外の領域を示している。陸地と各流域の境界線は国土数値情報 (<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>) のそれぞれ「行政区域データ」(第2.1版、平成23年度作成、国土交通省)と「流域メッシュデータ」(第2.1版、平成21年度作成、国土交通省)による。

ープ5は漁業対象湖沼面積率が圧倒的に高いことから、漁業が行われている湖沼を示す小流域群と考えられる。このグループは絶滅のおそれのある植物・鳥類の生育・生息域面積率も高く、湖沼は水産資源としてだけでなく、生息地サービスとしても重要であると考えられる。グループ6は自然公園面積率や余剰水量が最も高い値を示した。グループ7は畑地と工芸農作物の面積率が圧倒的に高いことから、工芸農作物を含む畑作農業が営まれている小流域群と特徴づけることができる。グループ8は水田面積率が圧倒的に高いことから、水田農業によって特徴づけられる。

クラスタ分析によって分類した8グループの小流域群の空間分布を図2に示した。人工林で特徴づけられるグループ3が北海道の全域に広く分布しており、全小流域数のおよそ半数を占めていた(表2)。畜産業で特徴づけられるグループ4は根釧台地にまとまって分布するほか、十勝や宗谷地域にも見られた。畑作で特徴づけられるグループ7は十勝川流域とオホーツク地域東部の流域群にまとまって分布しているほか、名寄盆地(天塩川流域)や美瑛盆地(石狩川流域)にも見られた。水田で特徴づけられるグループ8は、その大部分が石狩平野と上川盆地を含む石狩川流域に分布していた。湿地で特徴づけられるグループ2は釧路、根室、宗谷地域の沿岸部にまとまって分布していた。漁業対象湖沼で特徴づけられるグループ5はオホーツク地域東部や、根室、釧路、宗谷地域の沿岸部に比較的多く見られた。グループ6は大雪山国立公園や知床国立公園などの主要な自然公園の分布域を反映していた。際立って高い生態系サービス指標が見られなかったグループ1は、札幌都市圏にまとまって分布していることから、このグループは生態系サービスの受益側である都市部の小流域であると思われる。一方、グループ1は都市部以外にも、北海道内に広く散在する傾向が見られ、とくに、異なる複数のグループの間に位置する特徴が見られた。クラスタ分析では、生態系サービスの指標値を小流域ごとに平均化するため、小

流域内に複数の土地利用が混在する場合には、土地利用が均一な小流域に比べて指標値が低くなる。グループ1が異なる複数のグループの間に分布していることを考えると、グループ1で特徴的な生態系サービス指標が見られなかった理由の一つとして、小流域内に複数の土地利用が混在していたことが挙げられる。以上のことから、グループ1は都市あるいは複合的土地利用を含む小流域群であると特徴づけられる。

以上より、道内の小流域は生態系サービスの視点で大きく8つのグループに分けられ、各グループは、農畜産業をはじめとして、特定の地域にまとまって分布する傾向にあった。このことから、農畜産業などの人間活動が流域の水・物質循環に及ぼす影響も、生態系サービスのまとまりを示す地域ごとに大きく異なると考えられる。

3.2 上流域と下流域の生態系サービスからみた流域の類型化

上流域からの水質汚濁物質の負荷が下流の閉鎖性水域での漁業や湿地生態系に及ぼす影響という観点で流域を類型化するために、流域面積に対する下流域の漁業湖沼(グループ5)ならびに湿地(グループ2)の面積率と、上流域の各グループの面積率との関係を調べた。栄養塩・有機物・土砂などの人為負荷源として農畜産業や都市域が考えられるが、ここでは、3.1で生態系サービスの特徴として示された畜産(グループ4)、畑作(7)、水田(8)を対象とした。下流に漁業対象湖沼が存在し、上流域に畜産(グループ4)の小流域が見られた流域として、風蓮川(風蓮湖)、別寒辺牛川(厚岸湖)、頓別川(クッチャロ湖)、佐呂間別川(サロマ湖)が示された(図3a)。とくに風蓮川流域においてグループ4の面積率が60%と圧倒的に高かった。実際に、風蓮湖では酪農の影響を受けた河川水の流れによる富栄養化と底質の悪化が懸念されている²¹⁾。とくに、河川水中の窒素は主に牛の排せつ物由来と考えられている

ことから²²⁾、この類型に該当する流域においては、酪農と漁業の両立を図るための流域単位での栄養塩管理が重要と考えられる。

下流に漁業対象湖沼、上流域に畑作（グループ7）の小流域が見られた流域は、藻琴川（藻琴湖）、浦士別川（濤沸湖）、網走川（網走湖）、卯原内川（能取湖）、佐呂間別川（サロマ湖）といったオホーツク地域の流域に集中していた（図3b）。オホーツク地域東部は玉ねぎ、てん菜、馬鈴しょをはじめとする北海道有数の畑作地帯である²³⁾。畑地では肥料に由来する農地からの余剰窒素により河川の水質汚濁が進むとされている²⁴⁾。北海道内で最大の流域面積を持ち、畑作の影響を受けた河川水が流入する網走湖では、アオコや青潮の頻発、魚類のへい死が問題となっている²⁵⁾。オホーツク海沿岸の湖沼群は水産的に重要な漁場も多いことから、上流域の畑作によって特徴づけられる本類型においても、下流域での漁業生産を考慮した流域の栄養塩管理が求められる。

一方、上流域に水田（グループ8）の小流域を有する漁業対象湖沼は見られなかった（図3c）。漁業が行われている下流域の主要な閉鎖性水域に限れば、水田由来の物質の流入負荷はほとんどないか、畜産や畑作に比べて無視できるほど小さいと思われる。

次に、下流域に湿地を有する流域の負荷源を見ると、畑地（グループ7）や水田（グループ8）に比べて畜産（グループ4）の面積率が圧倒的に大きかった（図3d）。グループ4の面積率は春別川、西別川、風蓮川、当幌川、

津川などの根室地域の流域で40～70%の高い値を示した。これらの流域の下流部には、風蓮湖湿原群や当幌川湿原など、道立自然公園やラムサール条約湿地に指定された湿原が分布している²⁶⁾。根室地域を除けば、増幌川（メグマ沼）や声問川（声問大沼）などの宗谷地域の流域と、別寒辺牛川（別寒辺牛湿原）や釧路川（釧路湿原）などの釧路地域の流域でグループ4の面積率が比較的高かった（図3d）。これら湿原の多くは、地表水や地下水によって涵養されるフェンを主体としており、集水域における人為的開発の影響を比較的受けやすい。例えば、国内最大の湿原である釧路湿原やその周辺湖沼では、集水域の農地開発や河川改修に伴う土砂の流入・堆積速度の増加²⁷⁾やハンノキ林の拡大²⁸⁾、水質の悪化と水生植物の減少²⁹⁾などの生態系劣化が報告されている。湿原生態系は水質汚濁だけでなく乾燥化などの水文環境の変化にも脆弱なため、本類型に該当する流域では、栄養塩や土砂の管理と湿原域の水文環境の保全を行っていく必要がある。

一方、湿原上流域における畑作（グループ7）と水田（グループ8）の小流域面積率は、最大でも、それぞれ6%（厚沢部川流域）と4%（天塩川流域）程度であり、多くの流域で数10%の小流域面積率を示す畜産に比べて極端に小さかった（図3e・f）。この結果は、流域スケールで見れば、多くの流域で畑作や水田が下流の湿地生態系に及ぼす負荷の影響は畜産に比べて小さいことを示唆している。

以上の結果から、上流域からの水質汚濁物質の負荷による下流域の自然資源や生態系サービスへの影響という観点

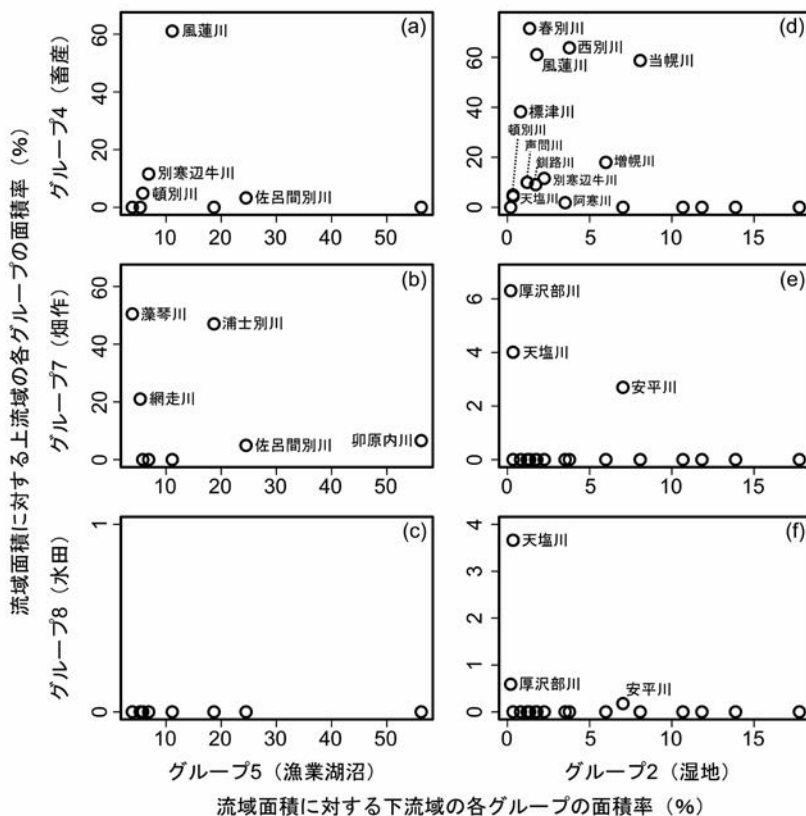


図3 流域面積に対する下流域のグループ5（漁業湖沼）ならびにグループ2（湿地）の面積率と、上流域のグループ4（畜産）、グループ7（畑作）、グループ8（水田）の面積率との関係。面積が100 km²以上の97流域のうち、下流域にグループ5の小流域が分布する流域（8流域）を左列に、下流域にグループ2の小流域が分布する流域（18流域）を右列にそれぞれプロットしている。縦軸の値がゼロ以外の地点にのみ流域名を示している。

表3 上流域からの水質汚濁物質の負荷による下流域への影響という観点で整理された流域の類型と、問題が潜在的に生じると考えられる流域。

| 類型 | 影響要因(上流域) | 影響を受ける生態系サービス(下流域) | 該当する流域 |
|-----|-----------|--------------------|------------------------------------------------------|
| A-1 | 畜産由来の負荷 | 閉鎖性水域における漁業 | 風蓮川(風蓮湖)、別寒辺牛川(厚岸湖) 頓別川(クッチャロ湖)、佐呂間別川(サロマ湖) |
| A-2 | 畑作由来の負荷 | | 藻琴川(藻琴湖)、浦士別川(濤沸湖)、網走川(網走湖) 卯原内川(能取湖)、佐呂間別川(サロマ湖) |
| A-3 | 水田由来の負荷 | | 本研究では抽出されなかった |
| A-4 | 都市由来の負荷 | | 本研究では評価できなかった |
| B-1 | 畜産由来の負荷 | 湿地の生物多様性や生態系機能 | 春別川、西別川、風蓮川、当幌川、標津川、増幌川 別寒辺牛川、声間川、釧路川、頓別川、天塩川、阿寒川 |
| B-2 | 畑作由来の負荷 | | 厚沢部川、天塩川、安平川 |
| B-3 | 水田由来の負荷 | | 天塩川、厚沢部川、安平川 |
| B-4 | 都市由来の負荷 | | 本研究では評価できなかった |

で、道内主要流域の類型が表3にまとめられた。これらの流域のうち、既に問題が顕在化する湖沼や湿原が存在する流域では、道が推進する流域環境保全計画を優先的に定めていくことが望ましい。また、同じ類型に整理された流域では、汚濁負荷の影響を受ける生態系サービスやその要因、影響プロセスが類似すると考えられる。このことは、流域環境保全に向けて、類型ごとに同様の対策が適用できることを示唆している。今後、具体的な対策を検討する上で、水質汚濁物質の流出機構の特徴を類型ごとに明らかにすることが肝要である。

4. 謝辞

本研究の遂行にあたり、林野庁国有林野部、北海道水産林務部森林環境局道有林管理グループ、北海道水産林務部林務局森林計画課からデータ提供を受けました。ここに記して謝意を表します。

5. 引用文献

- 1) 北海道：北海道環境基本計画 [第2次計画]～循環と共生を基調とする持続可能な北海道を目指して～。2008, <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/ksk/nijikeikaku.htm> (2015.6.26参照)。
- 2) Millennium Ecosystem Assessment: “Ecosystems and Human Well-being: Synthesis”. p. 137, Island Press, Washington, DC., 2005.
- 3) Mayer, A., R. Winkler and L. Fry: Classification of watersheds into integrated social and biophysical indicators with clustering analysis. *Ecological Indicators*, Vol. 45, pp. 340-349, 2014.
- 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, 地質研究所:「水資源、

水域生態系保全に向けた、流域特性の検討と流域圏データベースの構築 (平成26年度目的積立金経常研究報告書)」。p. 166, 2015.

- 5) TEEB: The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations. edited by Pushpam Kumar, Earthscan, London and Washington, 2010, <http://www.teebweb.org/our-publications/teeb-study-reports/ecological-and-economic-foundations/> (2015.6.26 参照)。
- 6) 国立研究開発法人農業環境技術研究所：農業環境情報データセンター gamsDB. 2011, http://agrienv.dc.affrc.go.jp/integrated_db/web/index.html (2015.6.26 参照)。
- 7) 大澤剛士, 神山和則, 桑形恒男, 須藤重人: Web API を活用した個別データベースシステムの横断利用. 農業情報研究, Vol. 21, No. 1, pp. 1-10, 2012.
- 8) 国立研究開発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. 2010, <http://agrimesh.dc.affrc.go.jp/> (2015.6.26 参照)。
- 9) 神山和則, 寶示戸雅之, 佐々木寛幸, 宮路広武: 国土数値情報を利用した農業統計データのメッシュ化. 日本土壤肥科学雑誌, Vol. 74, No. 4, pp. 415-424, 2003.
- 10) 農林水産省: 2010年世界農林業センサス. 2011, <http://www.affrc.go.jp/j/tokei/census/afc/2010/gaiyou.html> (2015.10.1 参照)。
- 11) 環境庁: 「第4回自然環境保全基礎調査 湖沼調査報告書 北海道版 (北海道)」。1993.
- 12) 北海道立地下資源調査所: 「北海道の地質と資源Ⅳ 北海道の水資源-地下水を中心として-」。北海道立地下資源調査所, 札幌, 1985.
- 13) 環境省自然環境局生物多様性センター: 植生調査 (第2～5回). 自然環境情報GIS提供システム, <http://www.biodic.go.jp/trialSystem/info/vg.html> (2015.3.31 参照)。

- 14) 高田雅之, 北川理恵, 小野理: 野生生物分布データベースの構築 - 生物多様性の広域的評価に向けて -. 景観生態学, Vol. 14, No. 2, pp. 145-151, 2009.
- 15) 北海道環境生活部環境室自然環境課: 「北海道の希少野生生物北海道レッドデータブック2001」. p. 309, 北海道, 2001.
- 16) 国土交通省: 国土数値情報 自然公園地域データ, http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A10-v3_1.html (2015.6.26 参照).
- 17) 国土交通省: 国土数値情報 流域メッシュデータ, <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-W07.html> (2015.6.26 参照).
- 18) R Core Team: R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2014, <http://www.R-project.org/> (2015.6.26 参照).
- 19) Nakazawa, M.: fmsb: Functions for medical statistics book with some demographic data. R package version 0.5.1, 2014, <http://CRAN.R-project.org/package=fmsb> (2015.6.26 参照).
- 20) 丸山利輔, 三野徹 (編): 「地域環境水文学」. p. 175, 朝倉書店, 東京, 1999.
- 21) 門谷茂, 真名垣友樹, 柴沼成一郎: 酪農業の進展と風蓮湖の生物生産構造変化. 沿岸海洋研究, Vol. 49, No. 1, pp. 59-67, 2011.
- 22) 三上英敏, 藤田隆男, 坂田康一: 酪農地帯、風蓮湖流域河川の水質特性. 北海道環境科学研究センター所報, Vol. 34, pp. 19-40, 2008.
- 23) 北海道オホーツク総合振興局産業振興部: オホーツクの農業2014. 2015, <http://www.okhotsk.pref.hokkaido.lg.jp/ss/num/shiru/si-top.htm> (2015.6.26 参照).
- 24) 岡澤宏, 豊田裕道, 島田沢彦, 鈴木伸治, 竹内康: 網走川水系における農業的土地利用と河川の窒素・リン濃度の関係. 農業農村工学会論文集, 258 (Vol. 76, No. 6), pp. 523-528, 2008.
- 25) 三上英敏: 網走湖の陸水学的特徴と長期的環境変化, 「湖沼環境の変遷と保全に向けた展望」. 高村典子(編), 国立環境研究所研究報告, 第153号, pp. 5-33, 環境庁国立環境研究所, つくば, 2000.
- 26) 富士田裕子, 高田雅之, 金子正美: 北海道の現存湿原リスト, 「財団法人自然保護助成基金 1994・1995年度研究助成報告書 北海道の湿原の変遷と現状の解析 - 湿原の保護を進めるために -」. 北海道湿原研究グループ (編), pp. 3-14, 1997, 自然保護助成基金, 東京.
- 27) Ahn, Y. S., S. Mizugaki, F. Nakamura and Y. Nakamura: Historical change in lake sedimentation in Lake Takkobu, Kushiro Mire, northern Japan over

the last 300 years. *Geomorphology*, Vol. 78, No. 3-4, pp. 321-334, 2006.

- 28) Oki, K., T. Awadu, H. Oguma and K. Omasa: Spatial assessment of the alder tree in Kushiro Mire, Japan using remotely sensed imagery - Effects of the surrounding land use on Kushiro Mire. *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 109, No. 1-3, pp. 243-253, 2005.
- 29) 環境省自然環境局・自然環境共生技術協会 (編): 「自然再生 釧路から始まる」. p. 279, ぎょうせい, 東京, 2004.

Classification of major river basins in Hokkaido based on ecosystem services

Toshikazu Kizuka, Seiki Igarashi, Hidetoshi Mikami, Satoru Ono, Yoko Nishikawa, Takashi Shimamura, Katsumi Tamada, Yasushi Ishikawa, Naoyuki Higaki, Kaoru Marutani, Masato Osawa, Masazo Takami, Satoshi Ozawa, Yusuke Morino

Abstract

Major river basins in Hokkaido, northern Japan, were classified using indicators of ecosystem services, aiming to achieve appropriate basin management according to their natural biophysical characteristics and industrial structures. We calculated 14 indicators of ecosystem services, including provisioning, regulating, habitat, and cultural and amenity services based on the national standard area mesh (a tertiary mesh, approximately 1 km²). Hierarchical cluster analysis was adopted to classify small watersheds throughout Hokkaido into eight groups, based on the indicator values. The relationships in ecosystem services between upper and lower river basins were examined, focusing on the effects of pollutant loads derived from upper river basins on lower-basin ecosystems. Some types of river basins have potential issues of pollutant loads, the impact of livestock, and dry-field farming (upper) on fishery environment in lakes (lower), as well as the impact of livestock farming (upper) on wetlands ecosystems (lower). Further, we identified some river basins corresponding to the respective types. Our classification results can be used to determine high-priority basins for conservation and development of appropriate conservation programs for river basins, according to their industrial structures.

北海道におけるPM_{2.5}の組成の特徴について

秋山雅行、大塚英幸、芥川智子

要 約

北海道内の都市部と遠隔地の全6地点において、微小粒子状物質（PM_{2.5}）試料の採取を行い、PM_{2.5}質量濃度、PM_{2.5}中に含まれる水溶性成分及び炭素成分濃度を調べ、地点ごとのPM_{2.5}の組成の特徴について調査した。その結果、2007～2014年度のPM_{2.5}の平均濃度は、都市部で7.1～12.4 μg/m³、遠隔地の2地点は5.0及び6.5 μg/m³と都市部が高かった。また、長期的にみるといずれも減少傾向であることが確認された。季節的な傾向として、遠隔地では春に、都市部では春と冬に濃度が高かった。

含有成分は各地点ともに硫酸イオン（SO₄²⁻）が主体であり、特に遠隔地では都市部よりも含有率が高かった。SO₄²⁻濃度は春に高いが、含有率では夏に高い傾向を示し、夏に二次粒子の生成が活発になることによるものと推測された。都市部は無機炭素（EC）、有機炭素（OC）、硝酸イオン（NO₃⁻）含有率が遠隔地よりも高く、特にNO₃⁻は冬に顕著に濃度が高くなる季節変動を示した。冬における都市域内発生源の影響について試算したところ、室蘭、旭川では6割を超える高い寄与率となった。

Key Words : PM_{2.5}、水溶性成分、炭素成分、含有率、二次粒子

1. はじめに

粒径2.5 μm以下の微小粒子状物質（PM_{2.5}）は、疫学調査の結果などを踏まえ、2009年9月に環境省により環境基準が告示された。全国の一般環境測定局、自動車排ガス測定局における2013年度の年平均濃度はそれぞれ15.3、16.0 μg/m³と環境基準（15 μg/m³）を超えており¹⁾、さらなる低減が必要な状況である。

北海道では、2011年度に札幌、旭川、函館でPM_{2.5}の常時監視が始められ、2015年4月現在で19の常時監視局と国設札幌、国設利尻の計21局でPM_{2.5}の観測が行われている。2013年度の年平均値では全ての地点で長期的評価の環境基準を達成しているが、日平均値による短期的評価では、北門局（旭川）で未達成となっている²⁾。また、2014年には2度のPM_{2.5}高濃度事例が発生し、3月には室蘭で、7月には札幌、旭川及び千歳で注意喚起が行われる事態となった。こうしたことから、北海道においてもPM_{2.5}の動態を把握することは重要であるが、常時監視局は道央、道南の都市域が中心で、田園地域や道東、道北の都市域など未測定地域が広く残っている。また、常時監視の中で発生源に関する情報を得ることができる成分分析を行っているのは札幌市のみで、道内全体の状況を把握できる体制とはなっていない。

こうした中、筆者らはPM_{2.5}の長期的な濃度変動傾向や

季節的、地域的な特徴の把握を目的として、2001年から道内多地点において同一手法によるPM_{2.5}の採取を進めてきた。本報告では、2007～2014年度の道内6地点のPM_{2.5}濃度の推移と、2009～2013年度の含有成分の地域的、季節的な特徴についてまとめたので報告する。

2. 調査方法

試料採取地点、採取方法については既報（大塚ら³⁾）に記載されているが、以下に簡単に記す。

2.1 試料採取地点

PM_{2.5}試料採取地点は、図1、表1に示す6地点である。都市部として、札幌、旭川、室蘭、釧路を、汚染源の多い道央地域から離れ、地域的な汚染源の少ない遠隔地として江差、根室市落石（以下「落石」という。）を選定した。

2.2 試料採取方法と試料採取期間

試料の採取は、石英繊維ろ紙（PALLFLEX, TISSUQUARTZ 2500QAT-UP）上に吸引流量20 L/minの条件で2週間または半月の連続採取を行った。また、インパクタ（東京ダイレック製）をフィルターホルダー（NILU）に装着し、①>10 μm、②2.5～10 μm、③<2.5 μm（PM_{2.5}）の3段階（各粒径は50%カット）の粒径範囲で粒子の分級・

表1 試料採取地点概要

| 分類 | 地点 | 場所 | 緯度 | 経度 | 海拔(m) |
|-----|----|----------------------------|------------|-----------|-------|
| 都市部 | 札幌 | (地独)北海道立総合研究機構環境科学研究センター屋上 | 141° 20' E | 43° 05' N | 13 |
| | 旭川 | 旭川市役所第三庁舎保健所棟屋上 | 142° 22' E | 43° 46' N | 112 |
| | 室蘭 | 輪西地区常時監視測定局 | 141° 01' E | 42° 20' N | 3 |
| | 釧路 | 釧路総合振興局舎屋上 | 144° 23' E | 42° 59' N | 40 |
| 遠隔地 | 江差 | 檜山振興局舎屋上 | 140° 08' E | 41° 52' N | 40 |
| | 落石 | 落石岬地球環境モニタリングステーション | 144° 23' E | 42° 59' N | 27 |



図1 試料採取地点図

採取を行った。本報告では、PM_{2.5}についてのみ報告する。
試料の採取開始が地点により違うため、ここでは5地点以上で試料採取を実施した2007～2014年度の試料をPM_{2.5}濃度変動評価の対象とした。また、成分濃度については6地点の結果が得られた2009～2013年度の試料を対象とした。

2.3 測定項目および分析方法

2.3.1 測定項目

採取した試料について、PM_{2.5}質量濃度の測定他、2009から2013年度までの5年間の試料について水溶性成分(硫酸イオン(SO₄²⁻)、硝酸イオン(NO₃⁻)、塩素イオン(Cl⁻)、アンモニウムイオン(NH₄⁺)、ナトリウムイオン(Na⁺)、カリウムイオン(K⁺)、マグネシウムイオン(Mg²⁺)、カルシウムイオン(Ca²⁺)、炭素成分(無機炭素(EC)、有機炭素(OC))の分析を行った。

2.3.2 ろ紙の秤量および分析方法

ろ紙の秤量は、20℃、50% (2011年1月の試料より21.5℃、35%に変更)の条件下で行い、PM_{2.5}質量濃度を算出した。温度および湿度について測定条件が期間により異なるが、ブランク補正を行っており、質量濃度への影響は小さいと

考えられる⁴⁾。

水溶性成分は、採取したろ紙の1/8(落石のみ1/4)を、20 mlの脱イオン水で20分間超音波抽出し、これら抽出液をポアサイズ0.2 μmのメンブランフィルターでろ過後、陰陽両イオンともイオンクロマト法(Dionex DX-500)によって定量した。炭素成分については、ろ紙の一部(8 mm φ)を打ち抜き、カーボンアナライザ(DRI Model2001A OC/EC)で分析、定量を行った。OCとECの分離はIMPROVEプロトコルによる熱分離法を採用し、定量に際しては、反射率による補正を行った。なお、ECとOCの和を全炭素(TC)とした。

3. 結果および考察

3.1 年平均PM_{2.5}濃度の推移

表2および図2に、各地点におけるPM_{2.5}年平均濃度の推移を示す。

2007～2014年度(釧路は2009～2014、江差は2007～2013)の平均濃度は都市部では7.9～14.2 μg/m³、遠隔地の2地点は5.5及び6.8 μg/m³であった。遠隔地と比較して都市部で濃度が高く、都市部の中でも地点により濃度差が見られた。室蘭の濃度が最も高く、次いで旭川であり、この2地点がWHOのガイドラインである10 μg/m³を超えていた。遠隔地である江差と落石の濃度を比較すると、江差の濃度が落石よりも若干高く、落石と比べ大陸に近い江差では、西からの越境汚染の影響をより強く受けたためと考えられる。

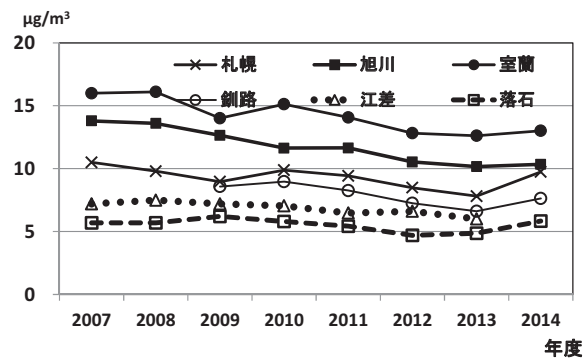


図2 PM_{2.5}濃度の推移

地点ごとのPM_{2.5}濃度経年変化グラフについて直線近似を行い、その傾きから変化率を求めた。変化率を表2に示すが、-0.57～-0.10 μg/m³/yearでいずれの地点もマイナスとなり、旭川、室蘭、江差では有意な減少傾向を示す結果が得られた。6地点の中でPM_{2.5}濃度が高い旭川、室蘭では、いずれも変化率が-0.57、-0.51 μg/m³/yearと他の地点よりも強い減少傾向を示していることから、都市域内発生源の影響が減少傾向にあるものと推測される。

表2 2007～2014年度のPM_{2.5}年平均濃度および月平均濃度範囲と変化率

| 年度 | 都市部 | | | | 遠隔地 | |
|------|-----------------|----------------------|---------------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| | 札幌 | 旭川 | 室蘭 | 釧路 | 江差 | 落石 |
| 2007 | 10.5 (5.4-14.7) | 13.8 (8.0-22.0) | 16.0 (9.5-22.1) | | 7.2 (3.8-10.5) | 5.7 (3.8- 8.2) |
| 2008 | 9.8 (6.3-17.2) | 13.6 (7.2-23.0) | 16.1 (9.2-23.1) | | 7.5 (5.1-13.0) | 5.7 (4.2- 8.9) |
| 2009 | 9.0 (5.7-14.8) | 12.6 (7.6-19.3) | 14.0 (8.4-20.7) | 8.6 (5.3-12.4) | 7.2 (5.0-11.5) | 6.2 (4.2-10.1) |
| 2010 | 9.9 (8.0-13.7) | 11.6 (7.5-16.9) | 15.1 (11.0-23.1) | 9.0 (4.8-12.4) | 6.8 (4.3-10.2) | 5.8 (3.5- 8.5) |
| 2011 | 9.4 (6.4-12.0) | 11.6 (6.6-23.1) | 14.1 (7.2-17.6) | 8.3 (5.0-10.5) | 6.5 (3.9- 9.4) | 5.4 (3.1- 8.8) |
| 2012 | 8.4 (4.9-10.4) | 10.5 (5.8-24.1) | 12.8 (7.2-18.7) | 7.3 (4.9-10.1) | 6.6 ^{※1} (3.9- 9.3) | 4.7 (3.3- 8.2) |
| 2013 | 7.8 (4.8-12.4) | 10.2 (5.5-16.5) | 12.6 (7.5-21.9) | 6.6 (4.3- 9.2) | 6.0 (3.7-10.1) | 4.9 (3.2- 7.5) |
| 2014 | 9.8 (4.9-13.1) | 10.3 (5.9-13.6) | 13.0 (7.3-20.5) | 7.6 (5.7-11.3) | - ^{※2} | 5.8 (3.3- 9.2) |
| 平均 | 9.3 | 11.8 | 14.2 | 7.9 | 6.8 | 5.5 |
| 変化率 | -0.20 | -0.57 ^{***} | -0.51 ^{**} | -0.37 | -0.23 ^{**} | -0.10 |

単位:濃度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、変化率 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{year}$

** : $p < 0.01$ で有意、*** : $p < 0.001$ で有意

注: ()は月平均濃度の最低、最高値

※1: 6～9月に機器故障による欠測のため参考値とする。

※2: 設置場所工事のため欠測。

この要因について考察したところ、ディーゼル車の排出ガス規制などの効果によるPM_{2.5}濃度の減少傾向を示す結果が東京都をはじめ全国的に示されており^{5) 6) 7)}、北海道においても同様の要因が考えられる。また、2005～2011年度にかけて北海道における車の登録台数が減少傾向にあったことや保有する自動車の軽自動車の割合が高くなったこと⁸⁾もPM_{2.5}濃度の減少に寄与しているものと推察される。

また、遠隔地においても濃度の減少傾向を示す結果が得られ、北海道外から影響を及ぼすPM_{2.5}濃度の減少を示唆していた。2007年以降の中国での二酸化硫黄排出量の減少

⁹⁾の影響などが考えられるが、減少率は都市部と比較して小さく、変化率については今後の動向を注視する必要がある。

3.2 PM_{2.5}濃度及び成分濃度、含有率の長期変動と地域的特徴

図3及び表3-1、3-2に2009～2013年度におけるPM_{2.5}と各成分の大気中年平均濃度の変動を、図4に各成分のPM_{2.5}中含有率の変動を示す。

各成分の大気中濃度の長期変動傾向を見ると、SO₄²⁻、ECは全地点で減少傾向を示したが、それ以外では成分濃

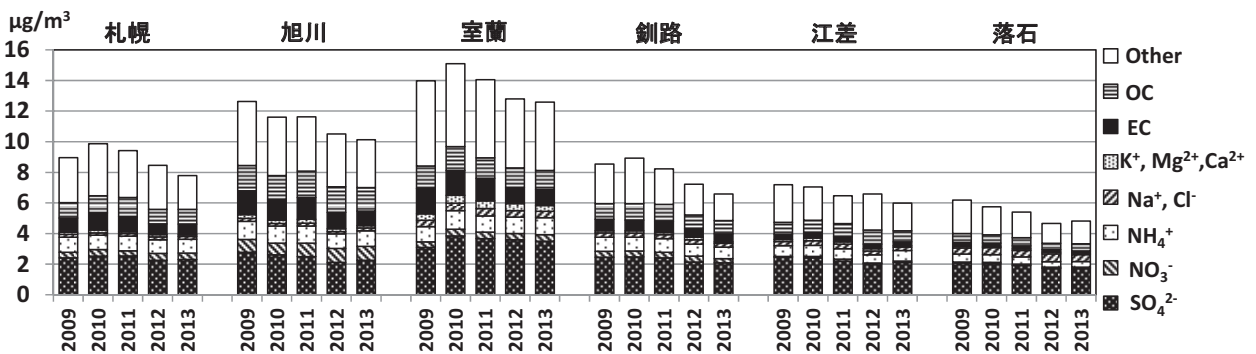


図3 地点別のPM_{2.5}及び含有成分の年平均濃度の変動

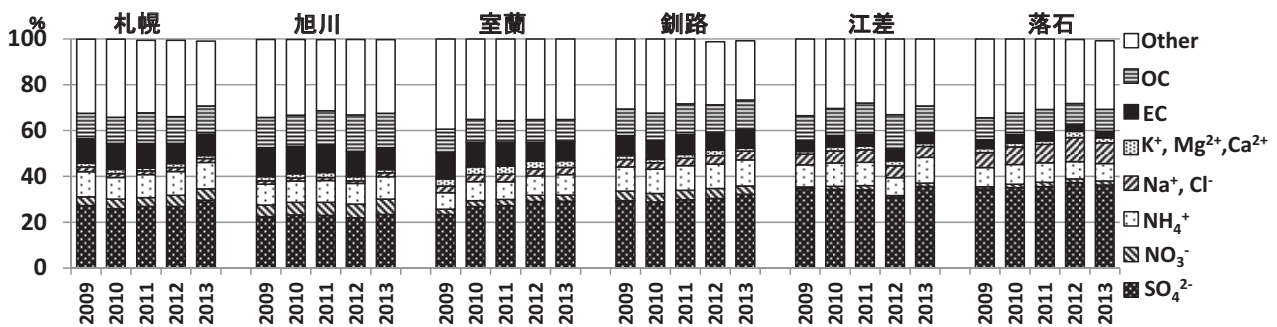


図4 地点別のPM_{2.5}中成分含有率の年変動

度に顕著な変動傾向はみられなかった。EC濃度の減少幅は遠隔地よりも都市部で大きく、前述したPM_{2.5}濃度の減少がディーゼル車規制などの効果であるとの推察を支持する結果が得られた。含有率では、室蘭でECの減少傾向がみられる他は、各地点ともに年毎の変化は小さかった。

成分濃度及び含有率の特徴としては、都市部、遠隔地ともにSO₄²⁻、OC、NH₄⁺が共通した主要な構成成分である。これら成分に加え都市部ではEC、NO₃⁻が、遠隔地ではNa⁺が主要な構成成分として含まれていた。全地点でSO₄²⁻濃度が最も高く、室蘭を除く都市部と遠隔地で1.9～2.5 μg/m³と大きな差はなかった。室蘭では5年平均値が3.5 μg/m³と最も高く、工業地域からの二酸化硫黄の排出による影響が窺えた。SO₄²⁻の含有率では、都市部で25～30%程度であるのに対し、遠隔地では35%程度で、SO₄²⁻のPM_{2.5}に占める割合が都市部より遠隔地が高い特徴が見られた。SO₄²⁻は越境汚染の指標成分であり、地域的な発生源の少ない遠隔地では、より明確に越境汚染の影響が示されたものと考えられる。落石と江差のSO₄²⁻濃度の比較では、大陸に近い江差の濃度が高く、前述のように落石よりも江差が越境汚染の影響を強く受けたことを示唆する結果が得られた。

NH₄⁺は全地点でカチオン成分の中で最も高い濃度であり、含有率は10%程度であった。札幌、旭川ではNH₄⁺の当量濃度がSO₄²⁻とNO₃⁻の当量濃度の和とほぼ同等であり、NH₄⁺がSO₄²⁻とNO₃⁻の対イオンとして存在している状況が確認できた。一方、海岸部に位置する室蘭、釧路、江差、落石ではNH₄⁺は(SO₄²⁻+NO₃⁻)の当量濃度よりも低いが、海塩成分が多いことを考慮し(NH₄⁺+Na⁺)と(SO₄²⁻+NO₃⁻)の当量濃度を比較するとほぼ同等であった。このことから、これらの地点では海塩の影響により、NH₄⁺だけではなくNa⁺もSO₄²⁻とNO₃⁻の対イオンとして塩を形成していることが示唆された。

EC、OCについては濃度、含有率ともに都市部と遠隔地とで違いが見られた。都市部では、SO₄²⁻に次いでEC、OCの炭素成分の濃度が高く、都市部での発生源の影響がより強く現れていると考えられた。また、遠隔地と比較して都市部ではOCに対するECの割合が高い傾向にあることがわかった。

NO₃⁻は炭素成分と同様、遠隔地よりも都市部で濃度、含有率ともに高く、旭川で最も高い濃度(0.86 μg/m³)を示した。旭川は内陸に位置することから、冬季に逆転層が生じやすく、汚染が滞留しやすい。また、冬の気温が他の地点よりも低いことから暖房などの化石燃料消費量が多く、NO₃⁻の前駆体であるNO_xの排出量が多い。さらに、海塩が多い地域では、PM_{2.5}のような微小粒子側のNO₃⁻が海塩粒子と反応することにより粗大粒子へと移行する割合が高くなるが、旭川は内陸に位置し海塩粒子が少ないため、

粗大粒子への移行は少ないと考えられる。こうしたことが旭川でNO₃⁻濃度が他の地点より高くなった要因と推測される。

海岸部に近い室蘭、釧路、江差、落石ではNa⁺、Cl⁻の海塩成分濃度が札幌、旭川より高い濃度で検出された。海岸部に最も近い落石ではNa⁺、Cl⁻の含有率が7%程度と他の地点より2倍以上高く、海塩の影響をより強く受けている状況が窺えた。

3.3 PM_{2.5}濃度及び成分濃度と含有率の季節的特徴

PM_{2.5}の組成が季節間でどのような特徴があるのかを把握するため、2009～2013年度のデータについて季節別に平均濃度を算出した。なお、季節の区分設定は春(3～5月)、夏(6～8月)、秋(9～11月)、冬(12～2月)である。

図5、表4-1、4-2に地点別、季節別のPM_{2.5}及び成分濃度を、図6に地点別、季節別成分含有率を示す。また、図7に月別のPM_{2.5}及び成分濃度を示す。

濃度、含有率ともに季節による違いが明確に見られた。PM_{2.5}濃度は遠隔地の江差、落石では春に最も高く、その他の季節の濃度差は小さかった。一方、都市部においては、春に濃度が高くなるほか、冬の濃度も高かった。特に、旭川、室蘭では夏、秋の濃度と比較して濃度差が大きく、冬と夏とで旭川で8.6 μg/m³、室蘭で6.2 μg/m³もの濃度差が見られた。春は越境大気汚染物質が飛来しやすいため、北海道全体でのPM_{2.5}濃度上昇につながったと推察される。一方、冬の濃度上昇は、地形や産業など様々な要素に起因し、旭川では逆転層の形成と化石燃料の使用量の増加が、室蘭では主風向で工業地域の風下側となりやすいことなどが影響したと推察される。

月別のPM_{2.5}濃度をみると、遠隔地では3、4月にピークが見られるのに対し、都市部では異なる傾向を示した。札幌、室蘭及び釧路では3、4月にPM_{2.5}濃度が高くなるほか2月の濃度も高かった。また、旭川では、1、2月の厳冬期に濃度が高くなる典型的な季節変動を示していた。これらのことは、冬は都市域内の発生源がPM_{2.5}濃度の変動に与える影響が大きいことを示唆しているものと言える。

SO₄²⁻濃度は春と夏にやや高い傾向を示したが、季節的な傾向は明確ではなかった。しかし、含有率では全地点で夏に他の季節より10%程度高く、この傾向は遠隔地、都市部ともに見られていた。気温が高く、二次粒子の生成が活発となることが夏のSO₄²⁻含有率の増加につながっていると考えられる。

都市部では遠隔地と比較して成分濃度、含有率ともに季節間の変動幅が大きいことが特徴である。最も特徴的な成分はNO₃⁻で、各都市ともに夏と冬の濃度差が大きかった。特に旭川の冬(2.5 μg/m³)は夏(0.03 μg/m³)の80倍もの濃度を示し、含有率もSO₄²⁻(18.8%)に次ぐ高い割合(14.9

%)で存在していた。NO₃⁻は気温の依存性が高く、気温の低い冬は大気中で硝酸塩の状態で粒子として存在しているが、夏はガス状硝酸の状態が存在しやすくなるため夏と冬のNO₃⁻濃度の差が大きくなったと考えられる¹⁰⁾。また、冬は化石燃料の使用量が増加しNO₃⁻の前駆体であるNO_xの排出量が他の季節よりも多いことが、NO₃⁻の夏と冬の濃度差をさらに大きくしているものと推察される。さらに、本研究では1試料の採取期間が2週間から半月と長いことから、気温が上昇する夏には粒子として採取したNO₃⁻が採取期間中にろ紙から揮散したことも影響していると考えられる。ろ紙からの揮散の影響については、短期採取試料との比較による評価が今後必要である。

採取フィルター上にNaClが多く含まれている場合、ガス状硝酸が吸着して粒子状となり、NO₃⁻の過大評価につ

ながることが指摘されている¹¹⁾が、旭川では海塩粒子が少ないため、ガス状硝酸の吸着による影響は少ないと考えられる。

冬の濃度上昇は、NO₃⁻のほかEC、OCでも見られた。冬は暖房の使用により化石燃料の使用量が増加すること、大気が安定しやすく汚染物質が滞留しやすいことにより都市域内発生源から排出された汚染物質の影響によりこれらの濃度が高くなったと推察される。

3.4 地域内発生源寄与の推定

各地点のPM_{2.5}濃度の比較から、都市部の濃度は遠隔地の濃度に都市域内発生源の影響が加えられている可能性について既に述べた。落石については、周囲に発生源が存在しないことから地域的な影響を受けないバックグラウンド

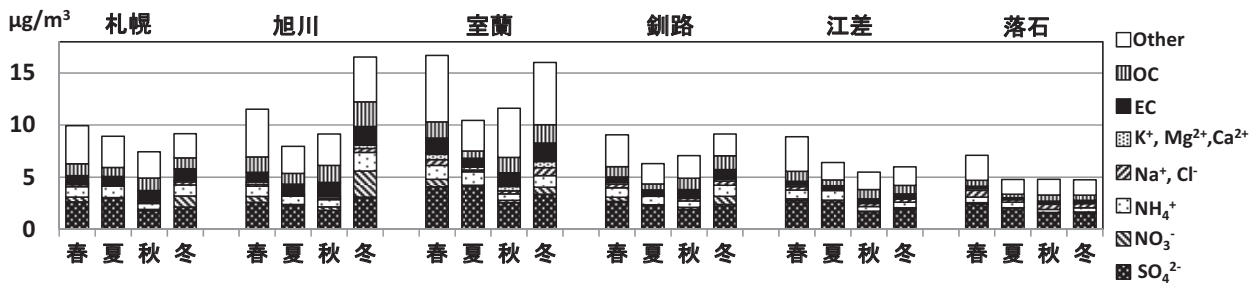


図5 地点別、季節別のPM_{2.5}及び成分濃度 (2009～2013年度の平均)

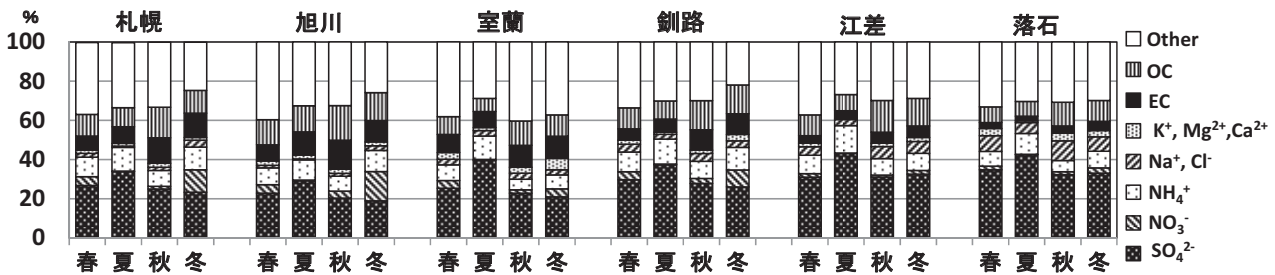


図6 地点別、季節別のPM_{2.5}中成分含有率 (2009～2013年度平均)

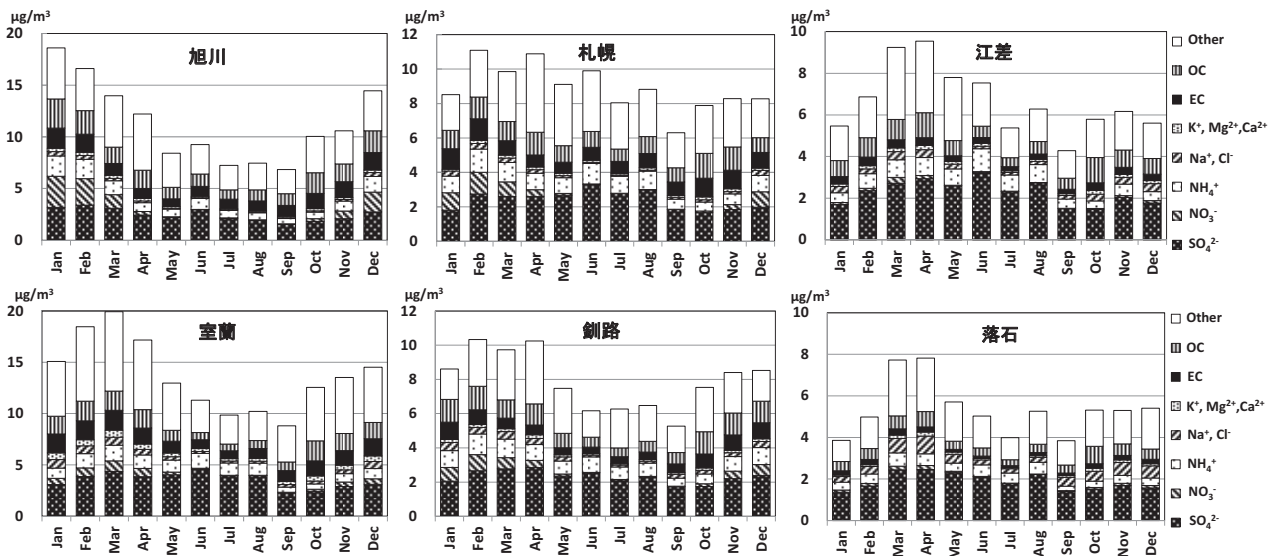


図7 月別のPM_{2.5}及び成分濃度 (2009～2013年度の平均)

濃度として位置付けることができる。江差は、落石よりもPM_{2.5}濃度が高いが、NO₃⁻濃度で両地点の差はほとんど見られないことから、地域的な人為発生源の影響は落石と同様に、かなり少ないものと考えられる。道北に位置し、周囲に人為発生源のない利尻の観測においてもPM_{2.5}年平均濃度は6 μg/m³程度¹²⁾で、落石、江差と同じ濃度レベルであることから、遠隔地での測定結果は、北海道におけるPM_{2.5}濃度のバックグラウンドの状態を反映していると考えられる。

そこで、江差、落石両地点の平均値を道内のバックグラウンド濃度と仮定し、各都市の地域内発生源の寄与推定を行った。2009～2013年度の遠隔地のPM_{2.5}平均値は6.2 μg/m³で、これと各都市のPM_{2.5}濃度との差を地域内発生源の寄与とすると、その割合は室蘭56%、旭川47%、札幌32%、釧路24%となり、室蘭と旭川の地域内寄与が大きいことがわかる。また、最も濃度が高くなる冬について地域内発生源の寄与を同様に試算すると、室蘭68%、旭川67%、札幌41%、釧路41%といずれも年間での寄与よりも大きくなり、都市域において冬の発生源対策がPM_{2.5}濃度の減少に重要であることが示された。

4. まとめ

北海道で2007年度から2014年度まで北海道内6測定地点(都市域、遠隔地)において実施したPM_{2.5}調査の測定結果をまとめ、北海道における長期変動について調べるとともに、地域、季節的な特徴について調べた。

- (1) 2007～2014年度におけるPM_{2.5}濃度の平均値は都市部で7.9～14.2 μg/m³、遠隔地2地点で5.5及び6.8 μg/m³で、越境汚染の影響に加え、各都市の地形や産業がPM_{2.5}濃度の変動に影響を与えている状況が確認された。
- (2) 2007～2014年度におけるPM_{2.5}濃度の増加率はいずれの地点もマイナスで、北海道内におけるPM_{2.5}濃度の減少傾向が確認された。特に、都市部で顕著であり、室蘭の増加率は-0.56 μg/m³/yearであった。
- (3) 各地点ともに越境汚染の指標であるSO₄²⁻が主要な成分であり、地域的な影響の少ない遠隔地では都市部よりも含有率が高かった。一方、都市部ではNO₃⁻、EC、OC濃度、含有率ともに遠隔地よりも高く、特に旭川でその傾向が顕著であった。
- (4) 遠隔地の江差と落石でNO₃⁻濃度の差はほとんど見られず、地域的な人為発生源の影響は両地点ともかなり少ないものと考えられる。
- (5) 季節別の成分含有率では全ての地点で違いが明確にみられた。夏は二次粒子の生成量が多くなることによるSO₄²⁻含有率の増加が確認された。
- (6) NO₃⁻濃度は、都市部で夏と冬の濃度差が大きかった。

夏は気温の上昇により粒子ではなくガス状硝酸として存在しやすいこと、冬は化石燃料の使用量が増えNO_x排出量が増加することでNO₃⁻生成量が増加したことが夏と冬の濃度差を生じた要因と推測された。

- (7) 地域内発生源の影響は、室蘭で56%と最も高かった。また、季節別では冬に地域内寄与が高くなり、冬の地域内発生源対策の重要性が示された。

謝辞

本研究を実施するにあたり、根室市在住滝田隆氏、千石勝好氏、旭川市環境部環境指導課水・大気環境係、室蘭市生活環境部環境課、胆振、釧路、檜山の各振興局保健環境部環境生活課地域環境係の方々には試料採取に多大な協力を賜った。ここに記して感謝致します。また、本研究の一部は、国立開発研究法人国立環境研究所地球環境センターの受託研究として行ったものである。感謝致します。

参考文献

- 1) 環境省：環境白書平成27年版, 2015
- 2) 旭川市：環境白書平成26年度版, 2014
- 3) 大塚英幸, 秋山雅行, 芥川智子：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-, 環境科学研究センター所報, No.3, pp.23-30, 2013
- 4) 秋山雅行, 大塚英幸：PM_{2.5}濃度の湿度影響に関する考察, 第52回大気環境学会要旨集, p364, 2011
- 5) 環境省：環境省ホームページ, 微小粒子状物質 (PM_{2.5})に関する情報
<http://www.env.go.jp/air/osen/pm/info.html>
- 6) 環境省：微小粒子状物質曝露影響調査報告書, 2007
- 7) 東京都：東京都環境白書2014, 2014
- 8) 北海道運輸局：北海道運輸局ホームページ, 自動車に関する資料統計, 保有車両数年報, http://www.tb.mlit.go.jp/hokkaido/touroku/04_siryoutoukei/toukei.html
- 9) 中国国家统计局：中国統計年鑑, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013
- 10) 唐澤正宜：SPMの挙動解析, 豊田中央研究所R&Dレビュー, Vol.35, No.1, 2000
- 11) Ravi Kant Pathak, Chak K. Chan : Inter-particle and gas-particle interactions in sampling artifacts of PM_{2.5} in filter-based samplers, Atmospheric Environment, Vol. 39, pp.1597-1607, 2005
- 12) 菅田誠治, 秋山雅行, 大塚英幸, 芥川智子：全国の環境研究機関の有機連携によるPM_{2.5}汚染の実態解明と発生源寄与評価 (7) 北日本におけるPM_{2.5}の都市・

地域汚染及び越境汚染の実態解明，環境研究総合推進
費終了成果報告書，2013

**The characteristics of the composition of PM_{2.5} in
Hokkaido, northern Japan**

Masayuki Akiyama, Hideyuki Otsuka,
Tomoko Akutagawa

Abstract

Samples of fine particulate matter (PM_{2.5}) were collected at six sites in urban and remote areas in Hokkaido, northern Japan. The behavior of PM_{2.5} and water-soluble components, carbon components contained in the PM_{2.5}, were investigated for each site. Characteristics of the composition of PM_{2.5} are discussed. The average PM_{2.5} concentrations for FY2007-2014 were 7.1 - 12.4 µg/m³ in urban areas, and 5.0 and 6.5 µg/m³ in two remote sites. In all sites, the decreasing trend of PM_{2.5} concentration, a long-term change, was recognized. As seasonal trends, PM_{2.5} concentrations were higher in spring at remote sites, whereas the PM_{2.5} concentrations were higher in spring and winter at urban sites.

The major component contained in PM_{2.5} was SO₄²⁻. Its proportion in PM_{2.5} was high, especially at remote sites. Though the SO₄²⁻ concentration was higher in spring, its proportion in PM_{2.5} showed a higher tendency in the summer because the production of secondary particles becomes active. The content of EC, OC, and NO₃⁻ in urban sites is higher than in remote sites. NO₃⁻ showed a seasonal variation, a significantly higher concentration in winter. Estimates for the impact of the regional sources in winter at urban sites indicate high contribution rates of more than 60% in Muroran and Asahikawa.

表3-1 地点別のPM_{2.5}及び成分の年平均濃度 (1)

| 地点 | 年度 | PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | SO ₄ ²⁻ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | NO ₃ ⁻ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | Cl ⁻ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | NH ₄ ⁺ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | Na ⁺ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | K ⁺ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | |
|----|-------|---------------------------------------------------|------|--------|---------------------------------------------------------------|------|-------|--------------------------------------------------------------|-------|--------|-------------------------------------------------|-------|--------|--------------------------------------------------------------|------|--------|-------------------------------------------------|------|--------|------------------------------------------------|------|--------|
| | | 平均 | 最小 | 最大 | 平均 | 最小 | 最大 | 平均 | 最小 | 最大 | 平均 | 最小 | 最大 | 平均 | 最小 | 最大 | 平均 | 最小 | 最大 | 平均 | 最小 | 最大 |
| 札幌 | 2009 | 9.0 | 5.7 | ~ 12.1 | 2.4 | 1.4 | ~ 3.8 | 0.37 | 0.01 | ~ 1.0 | 0.05 | <0.01 | ~ 0.17 | 0.98 | 0.35 | ~ 1.6 | 0.14 | 0.07 | ~ 0.21 | 0.06 | 0.04 | ~ 0.10 |
| | 2010 | 9.9 | 8.0 | ~ 13.7 | 2.5 | 1.6 | ~ 3.6 | 0.43 | 0.01 | ~ 1.7 | 0.05 | <0.01 | ~ 0.15 | 0.94 | 0.55 | ~ 1.6 | 0.10 | 0.02 | ~ 0.20 | 0.10 | 0.06 | ~ 0.18 |
| | 2011 | 9.4 | 6.4 | ~ 12.0 | 2.5 | 1.5 | ~ 4.2 | 0.35 | <0.01 | ~ 1.1 | 0.05 | <0.01 | ~ 0.20 | 0.95 | 0.60 | ~ 1.5 | 0.12 | 0.07 | ~ 0.21 | 0.07 | 0.02 | ~ 0.14 |
| | 2012 | 8.5 | 4.9 | ~ 11.0 | 2.3 | 1.3 | ~ 2.9 | 0.45 | 0.01 | ~ 1.3 | 0.07 | <0.01 | ~ 0.19 | 0.89 | 0.38 | ~ 1.3 | 0.10 | 0.02 | ~ 0.21 | 0.10 | 0.07 | ~ 0.16 |
| | 2013 | 7.8 | 4.8 | ~ 12.4 | 2.3 | 1.5 | ~ 3.7 | 0.42 | 0.01 | ~ 1.4 | 0.06 | <0.01 | ~ 0.23 | 0.91 | 0.48 | ~ 1.5 | 0.12 | 0.05 | ~ 0.19 | 0.08 | 0.04 | ~ 0.13 |
| | Ave. | 8.9 | | | 2.4 | | | 0.40 | | | 0.06 | | | 0.93 | | | 0.11 | | | 0.08 | | |
| 旭川 | 2009 | 12.6 | 7.6 | ~ 21.1 | 2.8 | 1.6 | ~ 4.7 | 0.84 | 0.03 | ~ 3.1 | 0.09 | <0.01 | ~ 0.35 | 1.2 | 0.59 | ~ 2.3 | 0.11 | 0.03 | ~ 0.22 | 0.12 | 0.07 | ~ 0.25 |
| | 2010 | 11.6 | 7.5 | ~ 16.9 | 2.6 | 1.7 | ~ 3.6 | 0.77 | 0.02 | ~ 2.6 | 0.08 | <0.01 | ~ 0.23 | 1.1 | 0.53 | ~ 2.0 | 0.09 | 0.02 | ~ 0.15 | 0.12 | 0.07 | ~ 0.21 |
| | 2011 | 11.6 | 6.6 | ~ 23.1 | 2.5 | 1.6 | ~ 3.9 | 0.89 | 0.02 | ~ 3.7 | 0.09 | <0.01 | ~ 0.34 | 1.1 | 0.54 | ~ 2.5 | 0.09 | 0.04 | ~ 0.17 | 0.13 | 0.07 | ~ 0.28 |
| | 2012 | 10.5 | 5.8 | ~ 24.1 | 2.1 | 1.3 | ~ 3.2 | 0.90 | 0.01 | ~ 4.3 | 0.08 | <0.01 | ~ 0.38 | 0.96 | 0.43 | ~ 2.2 | 0.06 | 0.00 | ~ 0.13 | 0.12 | 0.06 | ~ 0.27 |
| | 2013 | 10.2 | 5.5 | ~ 16.5 | 2.3 | 1.2 | ~ 3.4 | 0.90 | 0.01 | ~ 2.6 | 0.08 | <0.01 | ~ 0.29 | 1.0 | 0.42 | ~ 1.9 | 0.11 | 0.03 | ~ 0.24 | 0.11 | 0.04 | ~ 0.21 |
| | Ave. | 11.3 | | | 2.5 | | | 0.86 | | | 0.09 | | | 1.1 | | | 0.09 | | | 0.12 | | |
| 室蘭 | 2009 | 14.0 | 8.3 | ~ 20.7 | 3.1 | 1.8 | ~ 4.5 | 0.36 | 0.02 | ~ 0.70 | 0.15 | <0.01 | ~ 0.40 | 0.99 | 0.44 | ~ 1.6 | 0.27 | 0.16 | ~ 0.39 | 0.12 | 0.08 | ~ 0.19 |
| | 2010 | 15.1 | 11.0 | ~ 23.1 | 3.8 | 2.4 | ~ 5.2 | 0.43 | 0.06 | ~ 0.95 | 0.22 | 0.01 | ~ 0.77 | 1.2 | 0.48 | ~ 1.7 | 0.27 | 0.11 | ~ 0.53 | 0.15 | 0.09 | ~ 0.22 |
| | 2011 | 14.1 | 7.2 | ~ 19.3 | 3.7 | 2.2 | ~ 6.5 | 0.44 | 0.02 | ~ 1.2 | 0.24 | 0.01 | ~ 0.69 | 1.1 | 0.47 | ~ 2.0 | 0.25 | 0.19 | ~ 0.34 | 0.13 | 0.07 | ~ 0.19 |
| | 2012 | 12.8 | 7.2 | ~ 18.7 | 3.6 | 2.0 | ~ 4.6 | 0.40 | 0.03 | ~ 1.0 | 0.20 | <0.01 | ~ 0.57 | 1.1 | 0.32 | ~ 1.6 | 0.22 | 0.09 | ~ 0.33 | 0.13 | 0.06 | ~ 0.21 |
| | 2013 | 12.6 | 7.5 | ~ 21.9 | 3.5 | 2.3 | ~ 5.2 | 0.42 | 0.01 | ~ 1.6 | 0.19 | <0.01 | ~ 0.54 | 1.1 | 0.58 | ~ 1.8 | 0.23 | 0.13 | ~ 0.33 | 0.12 | 0.05 | ~ 0.23 |
| | Ave. | 13.7 | | | 3.5 | | | 0.41 | | | 0.20 | | | 1.1 | | | 0.25 | | | 0.13 | | |
| 釧路 | 2009 | 8.6 | 5.3 | ~ 12.4 | 2.5 | 1.8 | ~ 3.0 | 0.39 | 0.01 | ~ 0.99 | 0.10 | <0.01 | ~ 0.39 | 0.90 | 0.55 | ~ 1.2 | 0.19 | 0.07 | ~ 0.32 | 0.08 | 0.04 | ~ 0.12 |
| | 2010 | 9.0 | 4.8 | ~ 12.4 | 2.5 | 1.5 | ~ 3.2 | 0.37 | 0.02 | ~ 0.99 | 0.08 | <0.01 | ~ 0.28 | 0.92 | 0.50 | ~ 1.4 | 0.18 | 0.07 | ~ 0.39 | 0.07 | 0.04 | ~ 0.12 |
| | 2011 | 8.3 | 5.0 | ~ 10.5 | 2.4 | 1.7 | ~ 3.7 | 0.37 | 0.01 | ~ 0.97 | 0.08 | <0.01 | ~ 0.27 | 0.89 | 0.45 | ~ 1.3 | 0.18 | 0.11 | ~ 0.32 | 0.08 | 0.04 | ~ 0.13 |
| | 2012 | 7.3 | 4.9 | ~ 10.1 | 2.1 | 1.4 | ~ 3.0 | 0.37 | 0.01 | ~ 0.97 | 0.10 | <0.01 | ~ 0.49 | 0.79 | 0.46 | ~ 1.3 | 0.19 | 0.06 | ~ 0.46 | 0.10 | 0.05 | ~ 0.31 |
| | 2013 | 6.6 | 4.3 | ~ 9.2 | 2.1 | 1.3 | ~ 2.9 | 0.27 | 0.01 | ~ 0.94 | 0.05 | <0.01 | ~ 0.14 | 0.75 | 0.35 | ~ 1.0 | 0.20 | 0.08 | ~ 0.43 | 0.06 | 0.03 | ~ 0.11 |
| | Ave. | 7.9 | | | 2.3 | | | 0.36 | | | 0.08 | | | 0.85 | | | 0.19 | | | 0.08 | | |
| 江差 | 2009 | 7.2 | 5.0 | ~ 11.5 | 2.5 | 1.6 | ~ 3.8 | 0.05 | 0.01 | ~ 0.13 | 0.02 | <0.01 | ~ 0.08 | 0.70 | 0.41 | ~ 1.1 | 0.24 | 0.15 | ~ 0.35 | 0.09 | 0.05 | ~ 0.14 |
| | 2010 | 7.1 | 4.4 | ~ 10.2 | 2.4 | 1.4 | ~ 4.5 | 0.10 | 0.02 | ~ 0.31 | 0.04 | <0.01 | ~ 0.10 | 0.73 | 0.33 | ~ 1.3 | 0.25 | 0.07 | ~ 0.37 | 0.11 | 0.04 | ~ 0.19 |
| | 2011 | 6.5 | 3.9 | ~ 9.4 | 2.2 | 1.3 | ~ 3.2 | 0.12 | 0.02 | ~ 0.38 | 0.05 | <0.01 | ~ 0.14 | 0.67 | 0.34 | ~ 1.4 | 0.25 | 0.10 | ~ 0.50 | 0.10 | 0.05 | ~ 0.19 |
| | 2012* | 6.6 | 3.9 | ~ 9.3 | 2.0 | 1.0 | ~ 2.7 | 0.06 | 0.01 | ~ 0.18 | 0.01 | <0.01 | ~ 0.07 | 0.53 | 0.18 | ~ 0.83 | 0.24 | 0.13 | ~ 0.40 | 0.08 | 0.06 | ~ 0.11 |
| | 2013 | 6.0 | 3.7 | ~ 10.1 | 2.1 | 1.2 | ~ 3.3 | 0.10 | <0.01 | ~ 0.58 | 0.03 | <0.01 | ~ 0.10 | 0.69 | 0.32 | ~ 1.2 | 0.20 | 0.06 | ~ 0.37 | 0.07 | 0.03 | ~ 0.14 |
| | Ave. | 6.7 | | | 2.3 | | | 0.09 | | | 0.04 | | | 0.70 | | | 0.23 | | | 0.09 | | |
| 落石 | 2009 | 6.2 | 4.3 | ~ 10.0 | 2.1 | 1.5 | ~ 2.8 | 0.06 | 0.01 | ~ 0.11 | 0.04 | <0.01 | ~ 0.15 | 0.52 | 0.19 | ~ 0.81 | 0.35 | 0.22 | ~ 0.53 | 0.05 | 0.02 | ~ 0.09 |
| | 2010 | 5.8 | 3.5 | ~ 8.5 | 2.0 | 0.91 | ~ 3.1 | 0.09 | 0.01 | ~ 0.26 | 0.10 | <0.01 | ~ 0.58 | 0.50 | 0.09 | ~ 0.96 | 0.36 | 0.19 | ~ 0.70 | 0.05 | 0.02 | ~ 0.08 |
| | 2011 | 5.4 | 3.1 | ~ 8.8 | 1.9 | 0.97 | ~ 3.1 | 0.10 | 0.01 | ~ 0.23 | 0.06 | <0.01 | ~ 0.20 | 0.46 | 0.24 | ~ 0.80 | 0.37 | 0.19 | ~ 0.67 | 0.04 | 0.01 | ~ 0.10 |
| | 2012 | 4.7 | 3.3 | ~ 8.2 | 1.7 | 1.1 | ~ 2.6 | 0.09 | <0.01 | ~ 0.25 | 0.13 | <0.01 | ~ 0.38 | 0.35 | 0.12 | ~ 0.62 | 0.38 | 0.12 | ~ 0.67 | 0.05 | 0.02 | ~ 0.08 |
| | 2013 | 4.9 | 3.2 | ~ 7.5 | 1.7 | 0.97 | ~ 2.5 | 0.09 | 0.01 | ~ 0.26 | 0.10 | <0.01 | ~ 0.36 | 0.37 | 0.16 | ~ 0.72 | 0.34 | 0.14 | ~ 0.76 | 0.05 | 0.02 | ~ 0.09 |
| | Ave. | 5.4 | | | 1.9 | | | 0.08 | | | 0.09 | | | 0.44 | | | 0.36 | | | 0.05 | | |

*2012年度江差のデータ(斜字)は6~9月欠測のため参考値とし、平均には含まない。

表3-2 地点別のPM_{2.5}及び成分の年平均濃度 (2)

| 地点 | 年度 | PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | Mg ²⁺ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | Ca ²⁺ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | TC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | EC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | OC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | |
|----|------|---------------------------------------------------|------|--------|--------------------------------------------------|-------|--------|--------------------------------------------------|-------|--------|------------------------------------|-----|-------|------------------------------------|------|-------|------------------------------------|------|-------|
| | | 平均 | 最小 | 最大 | 平均 | 最小 | 最大 | 平均 | 最小 | 最大 | 平均 | 最小 | 最大 | 平均 | 最小 | 最大 | 平均 | 最小 | 最大 |
| 札幌 | 2009 | 9.0 | 5.7 | ~ 12.1 | 0.02 | 0.01 | ~ 0.03 | 0.06 | 0.02 | ~ 0.17 | 1.9 | 1.2 | ~ 2.5 | 0.93 | 0.73 | ~ 1.2 | 1.0 | 0.45 | ~ 1.7 |
| | 2010 | 9.9 | 8.0 | ~ 13.7 | 0.02 | 0.01 | ~ 0.03 | 0.07 | 0.02 | ~ 0.22 | 2.2 | 1.5 | ~ 3.4 | 1.1 | 0.70 | ~ 1.8 | 1.1 | 0.62 | ~ 2.0 |
| | 2011 | 9.4 | 6.4 | ~ 12.0 | 0.01 | <0.01 | ~ 0.03 | 0.03 | 0.01 | ~ 0.06 | 2.2 | 1.5 | ~ 3.7 | 0.98 | 0.59 | ~ 1.4 | 1.3 | 0.90 | ~ 2.3 |
| | 2012 | 8.5 | 4.9 | ~ 11.0 | 0.02 | 0.01 | ~ 0.03 | 0.04 | 0.01 | ~ 0.09 | 1.7 | 1.0 | ~ 2.5 | 0.72 | 0.51 | ~ 1.2 | 0.95 | 0.54 | ~ 1.3 |
| | 2013 | 7.8 | 4.8 | ~ 12.4 | 0.01 | 0.01 | ~ 0.03 | 0.02 | 0.01 | ~ 0.05 | 1.7 | 1.0 | ~ 2.6 | 0.70 | 0.42 | ~ 1.0 | 0.97 | 0.62 | ~ 1.7 |
| | Ave. | 8.9 | | | 0.02 | | | 0.04 | | | 1.9 | | | 0.89 | | | 1.1 | | |
| 旭川 | 2009 | 12.6 | 7.6 | ~ 21.1 | 0.02 | 0.01 | ~ 0.03 | 0.09 | 0.03 | ~ 0.16 | 3.2 | 2.0 | ~ 5.0 | 1.6 | 1.1 | ~ 2.4 | 1.7 | 0.82 | ~ 2.6 |
| | 2010 | 11.6 | 7.5 | ~ 16.9 | 0.02 | 0.01 | ~ 0.03 | 0.08 | 0.04 | ~ 0.16 | 2.9 | 1.7 | ~ 4.1 | 1.3 | 0.88 | ~ 1.9 | 1.6 | 0.83 | ~ 2.4 |
| | 2011 | 11.6 | 6.6 | ~ 23.1 | 0.02 | 0.01 | ~ 0.03 | 0.10 | 0.05 | ~ 0.18 | 3.2 | 1.7 | ~ 6.6 | 1.4 | 0.63 | ~ 2.9 | 1.7 | 0.98 | ~ 3.7 |
| | 2012 | 10.5 | 5.8 | ~ 24.1 | 0.01 | 0.01 | ~ 0.03 | 0.06 | 0.02 | ~ 0.20 | 2.7 | 1.7 | ~ 6.4 | 1.1 | 0.64 | ~ 1.7 | 1.7 | 0.94 | ~ 4.6 |
| | 2013 | 10.2 | 5.5 | ~ 16.5 | 0.01 | <0.01 | ~ 0.02 | 0.04 | <0.01 | ~ 0.12 | 2.5 | 1.2 | ~ 4.4 | 0.95 | 0.51 | ~ 1.6 | 1.5 | 0.71 | ~ 2.8 |
| | Ave. | 11.3 | | | 0.01 | | | 0.07 | | | 2.9 | | | 1.3 | | | 1.6 | | |
| 室蘭 | 2009 | 14.0 | 8.3 | ~ 20.7 | 0.05 | 0.03 | ~ 0.06 | 0.25 | 0.07 | ~ 0.40 | 3.1 | 1.3 | ~ 5.1 | 1.6 | 0.74 | ~ 2.4 | 1.5 | 0.52 | ~ 2.6 |
| | 2010 | 15.1 | 11.0 | ~ 23.1 | 0.05 | 0.02 | ~ 0.08 | 0.30 | 0.16 | ~ 0.69 | 3.2 | 1.7 | ~ 4.7 | 1.6 | 1.1 | ~ 2.4 | 1.6 | 0.63 | ~ 2.5 |
| | 2011 | 14.1 | 7.2 | ~ 19.3 | 0.05 | 0.04 | ~ 0.07 | 0.31 | 0.13 | ~ 0.82 | 2.8 | 1.5 | ~ 4.1 | 1.5 | 0.85 | ~ 2.0 | 1.3 | 0.61 | ~ 2.5 |
| | 2012 | 12.8 | 7.2 | ~ 18.7 | 0.04 | 0.02 | ~ 0.06 | 0.27 | 0.08 | ~ 0.66 | 2.3 | 1.2 | ~ 3.6 | 1.1 | 0.53 | ~ 1.6 | 1.3 | 0.67 | ~ 2.0 |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

表4-1 地点別、季節別のPM_{2.5}及び成分濃度 (2009～2013年度) (1)

| 地点 | 季節 | PM _{2.5} | SO ₄ ²⁻ | NO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | NH ₄ ⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | TC | EC | OC | |
|------|------|-------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|-------|------|------|------|
| | | μg/m ³ | | | | | | | | | | | | |
| 札幌 | 春 | 2009 | 10.9 | 2.5 | 0.33 | 0.03 | 0.96 | 0.18 | 0.05 | 0.03 | 0.08 | 2.2 | 0.9 | 1.4 |
| | | 2010 | 9.5 | 2.4 | 0.40 | 0.04 | 0.89 | 0.12 | 0.07 | 0.03 | 0.07 | 1.6 | 0.72 | 0.90 |
| | | 2011 | 10.7 | 3.0 | 0.48 | 0.06 | 1.1 | 0.17 | 0.06 | 0.01 | 0.03 | 2.1 | 0.79 | 1.3 |
| | | 2012 | 9.4 | 2.6 | 0.48 | 0.07 | 0.97 | 0.16 | 0.10 | 0.02 | 0.06 | 1.7 | 0.64 | 1.0 |
| | | 2013 | 9.4 | 2.6 | 0.56 | 0.03 | 1.0 | 0.14 | 0.10 | 0.02 | 0.04 | 1.7 | 0.60 | 1.1 |
| | 平均 | 10.0 | 2.6 | 0.45 | 0.04 | 1.0 | 0.15 | 0.08 | 0.02 | 0.06 | 1.8 | 0.72 | 1.1 | |
| | 夏 | 2009 | 8.1 | 2.9 | 0.02 | <0.01 | 1.1 | 0.09 | 0.06 | 0.01 | 0.03 | 1.4 | 0.73 | 0.64 |
| | | 2010 | 10.2 | 3.2 | 0.04 | 0.01 | 1.1 | 0.04 | 0.10 | 0.02 | 0.05 | 2.1 | 1.1 | 1.0 |
| | | 2011 | 9.8 | 3.4 | 0.01 | <0.01 | 1.2 | 0.07 | 0.05 | 0.01 | 0.02 | 1.8 | 0.80 | 1.0 |
| | | 2012 | 8.6 | 2.7 | 0.02 | <0.01 | 0.95 | 0.04 | 0.09 | 0.02 | 0.04 | 1.6 | 0.63 | 0.96 |
| | | 2013 | 8.0 | 2.9 | 0.02 | <0.01 | 1.0 | 0.07 | 0.06 | 0.02 | 0.01 | 1.2 | 0.55 | 0.69 |
| | 平均 | 9.0 | 3.0 | 0.02 | <0.01 | 1.1 | 0.06 | 0.07 | 0.01 | 0.03 | 1.6 | 0.76 | 0.87 | |
| | 秋 | 2009 | 6.6 | 1.5 | 0.03 | 0.02 | 0.43 | 0.13 | 0.05 | 0.01 | 0.10 | 1.9 | 1.0 | 0.89 |
| | | 2010 | 9.5 | 2.1 | 0.16 | 0.02 | 0.66 | 0.09 | 0.10 | 0.02 | 0.10 | 2.7 | 1.2 | 1.5 |
| | | 2011 | 8.6 | 1.8 | 0.13 | 0.02 | 0.62 | 0.11 | 0.09 | 0.02 | 0.04 | 2.7 | 1.2 | 1.6 |
| | | 2012 | 5.9 | 1.6 | 0.14 | 0.01 | 0.52 | 0.10 | 0.07 | 0.01 | 0.03 | 1.6 | 0.72 | 0.86 |
| | | 2013 | 6.4 | 1.8 | 0.12 | 0.02 | 0.59 | 0.11 | 0.07 | 0.01 | 0.01 | 1.8 | 0.70 | 1.1 |
| | 平均 | 7.4 | 1.8 | 0.12 | 0.02 | 0.56 | 0.11 | 0.08 | 0.01 | 0.06 | 2.2 | 0.97 | 1.2 | |
| | 冬 | 2009 | 9.5 | 2.4 | 0.97 | 0.13 | 1.2 | 0.14 | 0.07 | 0.01 | 0.03 | 2.2 | 1.1 | 1.1 |
| | | 2010 | 10.4 | 2.4 | 1.1 | 0.13 | 1.1 | 0.15 | 0.11 | 0.02 | 0.04 | 2.5 | 1.4 | 1.1 |
| 2011 | | 8.2 | 1.6 | 0.96 | 0.16 | 0.83 | 0.14 | 0.08 | 0.02 | 0.02 | 2.3 | 1.2 | 1.1 | |
| 2012 | | 10.0 | 2.2 | 1.2 | 0.18 | 1.1 | 0.11 | 0.13 | 0.01 | 0.02 | 1.8 | 0.88 | 0.95 | |
| 2013 | | 7.4 | 2.0 | 0.96 | 0.20 | 0.98 | 0.15 | 0.07 | 0.01 | 0.01 | 2.0 | 0.95 | 1.0 | |
| 平均 | 9.1 | 2.1 | 1.0 | 0.16 | 1.1 | 0.14 | 0.09 | 0.01 | 0.02 | 2.2 | 1.1 | 1.0 | | |
| 旭川 | 春 | 2009 | 13.4 | 2.9 | 0.56 | 0.05 | 1.1 | 0.19 | 0.10 | 0.03 | 0.12 | 3.1 | 1.3 | 1.9 |
| | | 2010 | 11.7 | 2.9 | 0.54 | 0.04 | 1.1 | 0.12 | 0.11 | 0.03 | 0.13 | 2.4 | 0.99 | 1.4 |
| | | 2011 | 10.9 | 2.4 | 0.56 | 0.03 | 0.93 | 0.11 | 0.10 | 0.02 | 0.11 | 2.3 | 0.88 | 1.4 |
| | | 2012 | 10.6 | 2.2 | 0.45 | 0.03 | 0.82 | 0.09 | 0.09 | 0.02 | 0.10 | 2.2 | 0.86 | 1.4 |
| | | 2013 | 11.2 | 2.5 | 0.76 | 0.04 | 1.0 | 0.12 | 0.12 | 0.01 | 0.07 | 2.1 | 0.77 | 1.4 |
| | 平均 | 11.6 | 2.6 | 0.57 | 0.04 | 0.99 | 0.13 | 0.10 | 0.02 | 0.10 | 2.4 | 0.95 | 1.5 | |
| | 夏 | 2009 | 8.8 | 2.4 | 0.04 | <0.01 | 0.88 | 0.06 | 0.08 | 0.01 | 0.06 | 2.2 | 1.2 | 1.0 |
| | | 2010 | 9.3 | 2.7 | 0.03 | <0.01 | 0.94 | 0.03 | 0.09 | 0.01 | 0.05 | 2.4 | 1.2 | 1.2 |
| | | 2011 | 8.3 | 2.7 | 0.03 | <0.01 | 0.93 | 0.05 | 0.10 | 0.01 | 0.06 | 2.0 | 0.90 | 1.1 |
| | | 2012 | 6.9 | 2.0 | 0.02 | <0.01 | 0.72 | 0.01 | 0.08 | 0.01 | 0.03 | 1.9 | 0.79 | 1.1 |
| | | 2013 | 6.6 | 2.0 | 0.02 | <0.01 | 0.70 | 0.04 | 0.05 | <0.01 | <0.01 | 1.5 | 0.63 | 0.9 |
| | 平均 | 8.0 | 2.3 | 0.03 | <0.01 | 0.83 | 0.04 | 0.08 | 0.01 | 0.05 | 2.0 | 0.95 | 1.1 | |
| | 秋 | 2009 | 10.7 | 2.1 | 0.38 | 0.05 | 0.83 | 0.09 | 0.11 | 0.02 | 0.08 | 3.1 | 1.6 | 1.5 |
| | | 2010 | 10.4 | 1.9 | 0.37 | 0.06 | 0.73 | 0.08 | 0.11 | 0.01 | 0.07 | 3.5 | 1.6 | 1.9 |
| | | 2011 | 10.4 | 1.9 | 0.41 | 0.05 | 0.74 | 0.09 | 0.13 | 0.01 | 0.10 | 3.6 | 1.7 | 2.0 |
| | | 2012 | 6.3 | 1.3 | 0.24 | 0.03 | 0.51 | 0.05 | 0.07 | 0.01 | 0.04 | 2.1 | 0.99 | 1.1 |
| | | 2013 | 8.0 | 1.7 | 0.35 | 0.04 | 0.69 | 0.11 | 0.09 | 0.01 | 0.02 | 2.5 | 0.97 | 1.5 |
| | 平均 | 9.2 | 1.8 | 0.35 | 0.04 | 0.70 | 0.08 | 0.10 | 0.01 | 0.06 | 3.0 | 1.4 | 1.6 | |
| | 冬 | 2009 | 17.7 | 3.6 | 2.4 | 0.28 | 1.9 | 0.12 | 0.19 | 0.02 | 0.09 | 4.4 | 2.2 | 2.2 |
| | | 2010 | 15.0 | 3.0 | 2.1 | 0.22 | 1.7 | 0.12 | 0.16 | 0.02 | 0.08 | 3.4 | 1.6 | 1.8 |
| 2011 | | 17.0 | 3.0 | 2.6 | 0.28 | 1.8 | 0.12 | 0.19 | 0.02 | 0.12 | 4.7 | 2.2 | 2.5 | |
| 2012 | | 18.4 | 3.0 | 2.9 | 0.28 | 1.8 | 0.10 | 0.22 | 0.01 | 0.08 | 4.7 | 1.6 | 3.1 | |
| 2013 | | 14.8 | 2.9 | 2.5 | 0.24 | 1.7 | 0.17 | 0.18 | 0.01 | 0.05 | 3.8 | 1.4 | 2.4 | |
| 平均 | 16.6 | 3.1 | 2.5 | 0.26 | 1.8 | 0.13 | 0.19 | 0.02 | 0.08 | 4.2 | 1.8 | 2.4 | | |
| 室蘭 | 春 | 2009 | 17.9 | 4.1 | 0.52 | 0.19 | 1.4 | 0.36 | 0.13 | 0.06 | 0.31 | 4.2 | 2.1 | 2.1 |
| | | 2010 | 17.4 | 4.0 | 0.72 | 0.25 | 1.3 | 0.33 | 0.15 | 0.07 | 0.42 | 3.1 | 1.6 | 1.5 |
| | | 2011 | 16.7 | 4.2 | 0.73 | 0.23 | 1.4 | 0.31 | 0.14 | 0.06 | 0.26 | 3.1 | 1.6 | 1.5 |
| | | 2012 | 15.8 | 4.1 | 0.70 | 0.26 | 1.3 | 0.32 | 0.14 | 0.06 | 0.29 | 2.7 | 1.3 | 1.4 |
| | | 2013 | 15.9 | 4.0 | 0.82 | 0.26 | 1.3 | 0.29 | 0.15 | 0.05 | 0.29 | 2.6 | 1.2 | 1.4 |
| | 平均 | 16.7 | 4.1 | 0.70 | 0.24 | 1.3 | 0.32 | 0.14 | 0.06 | 0.32 | 3.1 | 1.5 | 1.6 | |
| | 夏 | 2009 | 9.3 | 3.2 | 0.06 | 0.02 | 1.0 | 0.23 | 0.08 | 0.04 | 0.10 | 1.3 | 0.77 | 0.6 |
| | | 2010 | 11.8 | 5.0 | 0.07 | 0.01 | 1.6 | 0.14 | 0.14 | 0.03 | 0.16 | 2.0 | 1.2 | 0.8 |
| | | 2011 | 11.8 | 4.7 | 0.05 | 0.01 | 1.3 | 0.24 | 0.12 | 0.05 | 0.16 | 1.8 | 1.0 | 0.7 |
| | | 2012 | 10.2 | 4.1 | 0.05 | <0.01 | 1.3 | 0.14 | 0.11 | 0.03 | 0.10 | 1.5 | 0.64 | 0.8 |
| | | 2013 | 9.6 | 3.9 | 0.03 | 0.01 | 1.2 | 0.16 | 0.07 | 0.02 | 0.08 | 1.3 | 0.65 | 0.6 |
| | 平均 | 10.5 | 4.2 | 0.05 | 0.01 | 1.3 | 0.18 | 0.10 | 0.03 | 0.12 | 1.6 | 0.86 | 0.7 | |
| | 秋 | 2009 | 13.1 | 2.5 | 0.32 | 0.06 | 0.64 | 0.27 | 0.14 | 0.05 | 0.29 | 3.0 | 1.6 | 1.4 |
| | | 2010 | 14.0 | 2.8 | 0.29 | 0.09 | 0.73 | 0.24 | 0.15 | 0.05 | 0.33 | 3.6 | 1.7 | 2.0 |
| | | 2011 | 12.0 | 2.6 | 0.29 | 0.07 | 0.59 | 0.22 | 0.13 | 0.05 | 0.29 | 3.1 | 1.4 | 1.7 |
| | | 2012 | 9.0 | 2.2 | 0.12 | 0.04 | 0.46 | 0.22 | 0.09 | 0.04 | 0.20 | 2.0 | 0.90 | 1.1 |
| | | 2013 | 10.1 | 2.6 | 0.15 | 0.04 | 0.63 | 0.24 | 0.11 | 0.04 | 0.18 | 2.3 | 0.94 | 1.3 |
| | 平均 | 11.6 | 2.5 | 0.23 | 0.06 | 0.61 | 0.24 | 0.12 | 0.04 | 0.26 | 2.8 | 1.3 | 1.5 | |
| | 冬 | 2009 | 15.8 | 2.6 | 0.53 | 0.35 | 0.95 | 0.22 | 0.14 | 0.04 | 0.29 | 4.0 | 2.1 | 1.9 |
| | | 2010 | 17.3 | 3.6 | 0.65 | 0.55 | 1.3 | 0.38 | 0.18 | 0.06 | 0.29 | 4.0 | 2.0 | 2.0 |
| 2011 | | 15.8 | 3.2 | 0.67 | 0.63 | 0.90 | 0.25 | 0.14 | 0.06 | 0.54 | 3.3 | 1.9 | 1.4 | |
| 2012 | | 16.3 | 4.0 | 0.74 | 0.49 | 1.3 | 0.23 | 0.18 | 0.05 | 0.50 | 3.2 | 1.4 | 1.8 | |
| 2013 | | 14.9 | 3.5 | 0.69 | 0.45 | 1.2 | 0.25 | 0.16 | 0.05 | 0.33 | 3.1 | 1.4 | 1.6 | |
| 平均 | 16.0 | 3.4 | 0.66 | 0.49 | 1.1 | 0.26 | 0.16 | 0.05 | 0.39 | 3.5 | 1.8 | 1.7 | | |

表4-2 地点別、季節別のPM_{2.5}及び成分濃度 (2009～2013年度) (2)

| 地点 | 季節 | PM _{2.5} | SO ₄ ²⁻ | NO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | NH ₄ ⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | TC | EC | OC | |
|------|-----|-------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|-------|------|------|------|
| | | μg/m ³ | | | | | | | | | | | | |
| 釧路 | 春 | 2009 | 10.3 | 2.9 | 0.37 | 0.09 | 0.98 | 0.29 | 0.09 | 0.05 | 0.04 | 1.9 | 0.68 | 1.2 |
| | | 2010 | 9.8 | 2.7 | 0.41 | 0.04 | 0.89 | 0.25 | 0.08 | 0.05 | 0.07 | 1.5 | 0.53 | 1.0 |
| | | 2011 | 9.5 | 2.9 | 0.41 | 0.08 | 1.0 | 0.28 | 0.09 | 0.04 | 0.04 | 1.7 | 0.54 | 1.1 |
| | | 2012 | 8.5 | 2.5 | 0.43 | 0.11 | 0.87 | 0.29 | 0.08 | 0.04 | 0.05 | 1.3 | 0.47 | 0.87 |
| | | 2013 | 7.6 | 2.3 | 0.34 | 0.07 | 0.83 | 0.27 | 0.07 | 0.02 | 0.02 | 1.2 | 0.41 | 0.78 |
| | 平均 | 9.1 | 2.7 | 0.39 | 0.08 | 0.92 | 0.27 | 0.08 | 0.04 | 0.05 | 1.5 | 0.53 | 0.98 | |
| | 夏 | 2009 | 6.0 | 2.1 | 0.02 | <0.01 | 0.71 | 0.11 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.95 | 0.44 | 0.51 |
| | | 2010 | 7.8 | 2.6 | 0.03 | <0.01 | 0.93 | 0.11 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 1.1 | 0.50 | 0.64 |
| | | 2011 | 6.8 | 2.5 | 0.03 | <0.01 | 0.87 | 0.12 | 0.06 | 0.02 | 0.02 | 1.1 | 0.46 | 0.68 |
| | | 2012 | 5.6 | 1.9 | 0.03 | <0.01 | 0.67 | 0.07 | 0.06 | 0.01 | 0.03 | 0.96 | 0.38 | 0.58 |
| | | 2013 | 5.7 | 2.4 | 0.01 | <0.01 | 0.83 | 0.12 | 0.05 | 0.01 | <0.01 | 0.81 | 0.33 | 0.47 |
| | 平均 | 6.4 | 2.3 | 0.02 | <0.01 | 0.80 | 0.11 | 0.05 | 0.01 | 0.02 | 1.0 | 0.42 | 0.58 | |
| | 秋 | 2009 | 8.0 | 2.2 | 0.28 | 0.03 | 0.77 | 0.16 | 0.07 | 0.03 | 0.03 | 1.9 | 0.83 | 1.0 |
| | | 2010 | 7.9 | 1.9 | 0.29 | 0.05 | 0.69 | 0.15 | 0.07 | 0.02 | 0.03 | 2.1 | 0.87 | 1.2 |
| | | 2011 | 8.1 | 2.0 | 0.26 | 0.05 | 0.66 | 0.19 | 0.09 | 0.03 | 0.03 | 2.3 | 0.86 | 1.4 |
| | | 2012 | 5.3 | 1.7 | 0.12 | 0.03 | 0.47 | 0.22 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 1.2 | 0.52 | 0.70 |
| | | 2013 | 6.1 | 1.7 | 0.10 | 0.02 | 0.52 | 0.22 | 0.06 | 0.01 | 0.01 | 1.6 | 0.61 | 1.0 |
| | 平均 | 7.1 | 1.9 | 0.21 | 0.04 | 0.62 | 0.19 | 0.07 | 0.02 | 0.03 | 1.8 | 0.74 | 1.1 | |
| | 冬 | 2009 | 9.9 | 2.6 | 0.89 | 0.28 | 1.2 | 0.19 | 0.11 | 0.03 | 0.03 | 2.4 | 1.0 | 1.3 |
| | | 2010 | 10.4 | 2.7 | 0.76 | 0.23 | 1.1 | 0.20 | 0.10 | 0.03 | 0.04 | 2.4 | 0.95 | 1.4 |
| 2011 | | 8.7 | 2.2 | 0.80 | 0.21 | 1.0 | 0.14 | 0.10 | 0.02 | 0.03 | 2.3 | 1.0 | 1.3 | |
| 2012 | | 9.6 | 2.5 | 0.93 | 0.27 | 1.1 | 0.19 | 0.18 | 0.02 | 0.05 | 2.3 | 0.90 | 1.4 | |
| 2013 | | 7.1 | 1.9 | 0.62 | 0.11 | 0.83 | 0.19 | 0.08 | 0.01 | 0.01 | 2.0 | 0.77 | 1.2 | |
| 平均 | 9.2 | 2.4 | 0.80 | 0.22 | 1.1 | 0.18 | 0.11 | 0.02 | 0.03 | 2.3 | 0.93 | 1.3 | | |
| 江差 | 春 | 2009 | 9.9 | 3.0 | 0.06 | 0.04 | 0.84 | 0.32 | 0.10 | 0.04 | 0.04 | 1.4 | 0.40 | 0.99 |
| | | 2010 | 10.2 | 2.6 | 0.31 | 0.08 | 0.81 | 0.30 | 0.12 | 0.06 | 0.06 | 1.5 | 0.40 | 1.1 |
| | | 2011 | 8.2 | 2.8 | 0.23 | 0.07 | 0.82 | 0.34 | 0.11 | 0.05 | 0.04 | 1.3 | 0.32 | 0.93 |
| | | 2012 | 8.7 | 2.6 | 0.10 | 0.03 | 0.77 | 0.26 | 0.09 | 0.04 | 0.04 | 1.3 | 0.31 | 1.0 |
| | | 2013 | 8.5 | 2.7 | 0.23 | 0.02 | 0.94 | 0.22 | 0.10 | 0.02 | 0.02 | 1.2 | 0.32 | 0.92 |
| | 平均 | 9.1 | 2.7 | 0.18 | 0.05 | 0.83 | 0.29 | 0.10 | 0.04 | 0.04 | 1.3 | 0.35 | 0.99 | |
| | 夏 | 2009 | 6.5 | 2.7 | 0.01 | <0.01 | 0.79 | 0.16 | 0.07 | 0.02 | 0.02 | 0.67 | 0.21 | 0.46 |
| | | 2010 | 7.0 | 3.0 | 0.02 | 0.01 | 1.0 | 0.13 | 0.08 | 0.02 | 0.02 | 0.91 | 0.32 | 0.59 |
| | | 2011 | 6.7 | 3.0 | 0.02 | 0.01 | 1.0 | 0.13 | 0.09 | 0.02 | 0.02 | 0.92 | 0.27 | 0.65 |
| | | 2012 | | | | | | | | | | | | |
| | | 2013 | 5.5 | 2.4 | <0.01 | <0.01 | 0.81 | 0.09 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.58 | 0.17 | 0.40 |
| | 平均 | 6.4 | 2.8 | 0.02 | 0.01 | 0.91 | 0.13 | 0.07 | 0.02 | 0.02 | 0.77 | 0.24 | 0.53 | |
| | 秋 | 2009 | 6.0 | 1.9 | 0.03 | 0.01 | 0.52 | 0.21 | 0.08 | 0.03 | 0.02 | 1.1 | 0.31 | 0.76 |
| | | 2010 | 6.3 | 2.0 | 0.09 | 0.06 | 0.55 | 0.29 | 0.12 | 0.04 | 0.03 | 1.2 | 0.33 | 0.86 |
| | | 2011 | 6.0 | 1.5 | 0.07 | 0.04 | 0.43 | 0.27 | 0.12 | 0.03 | 0.02 | 1.6 | 0.37 | 1.2 |
| | | 2012 | 4.0 | 1.2 | 0.04 | <0.01 | 0.25 | 0.23 | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 1.2 | 0.32 | 0.89 |
| | | 2013 | 4.7 | 1.6 | 0.04 | 0.02 | 0.45 | 0.22 | 0.07 | 0.01 | 0.01 | 0.95 | 0.23 | 0.72 |
| | 平均 | 5.4 | 1.6 | 0.05 | 0.03 | 0.44 | 0.25 | 0.09 | 0.03 | 0.02 | 1.2 | 0.31 | 0.89 | |
| | 冬 | 2009 | 6.5 | 2.3 | 0.08 | 0.04 | 0.63 | 0.27 | 0.09 | 0.03 | 0.03 | 1.0 | 0.45 | 0.88 |
| | | 2010 | 6.8 | 2.1 | 0.13 | 0.05 | 0.58 | 0.30 | 0.12 | 0.05 | 0.04 | 1.3 | 0.39 | 0.87 |
| 2011 | | 5.0 | 1.6 | 0.15 | 0.06 | 0.43 | 0.27 | 0.07 | 0.03 | 0.01 | 1.0 | 0.33 | 0.70 | |
| 2012 | | 6.2 | 2.0 | 0.04 | 0.01 | 0.47 | 0.23 | 0.08 | 0.03 | 0.03 | 1.2 | 0.31 | 0.86 | |
| 2013 | | 5.4 | 1.8 | 0.13 | 0.06 | 0.55 | 0.25 | 0.08 | 0.01 | 0.01 | 1.1 | 0.31 | 0.81 | |
| 平均 | 6.0 | 1.9 | 0.11 | 0.04 | 0.53 | 0.26 | 0.09 | 0.03 | 0.02 | 1.1 | 0.36 | 0.82 | | |
| 落石 | 春 | 2009 | 8.4 | 2.4 | 0.06 | 0.05 | 0.59 | 0.45 | 0.06 | 0.06 | 0.04 | 1.1 | 0.29 | 0.82 |
| | | 2010 | 7.0 | 2.7 | 0.16 | 0.08 | 0.61 | 0.51 | 0.06 | 0.06 | 0.03 | 0.71 | 0.22 | 0.49 |
| | | 2011 | 7.8 | 2.7 | 0.16 | 0.14 | 0.56 | 0.57 | 0.06 | 0.07 | 0.03 | 0.85 | 0.25 | 0.60 |
| | | 2012 | 6.4 | 2.2 | 0.16 | 0.25 | 0.46 | 0.55 | 0.06 | 0.08 | 0.03 | 0.71 | 0.19 | 0.51 |
| | | 2013 | 6.1 | 2.0 | 0.15 | 0.19 | 0.44 | 0.48 | 0.06 | 0.06 | 0.03 | 0.67 | 0.17 | 0.50 |
| | 平均 | 7.1 | 2.4 | 0.14 | 0.14 | 0.53 | 0.51 | 0.06 | 0.07 | 0.03 | 0.81 | 0.23 | 0.58 | |
| | 夏 | 2009 | 5.3 | 2.1 | 0.01 | <0.01 | 0.57 | 0.27 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.50 | 0.11 | 0.39 |
| | | 2010 | 5.3 | 2.2 | 0.01 | <0.01 | 0.67 | 0.22 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.56 | 0.17 | 0.39 |
| | | 2011 | 5.0 | 2.2 | 0.01 | <0.01 | 0.58 | 0.28 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.51 | 0.13 | 0.38 |
| | | 2012 | 4.1 | 1.7 | 0.01 | <0.01 | 0.34 | 0.21 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.44 | 0.09 | 0.33 |
| | | 2013 | 4.5 | 2.1 | 0.01 | <0.01 | 0.50 | 0.16 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.40 | 0.08 | 0.31 |
| | 平均 | 4.8 | 2.1 | 0.01 | <0.01 | 0.53 | 0.23 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.48 | 0.12 | 0.36 | |
| | 秋 | 2009 | 5.7 | 1.9 | 0.07 | 0.08 | 0.37 | 0.42 | 0.06 | 0.05 | 0.02 | 0.79 | 0.22 | 0.57 |
| | | 2010 | 4.2 | 1.1 | 0.05 | 0.04 | 0.21 | 0.28 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.89 | 0.21 | 0.68 |
| | | 2011 | 5.4 | 1.6 | 0.10 | 0.07 | 0.38 | 0.40 | 0.06 | 0.03 | 0.01 | 0.99 | 0.23 | 0.76 |
| | | 2012 | 3.8 | 1.4 | 0.06 | 0.18 | 0.22 | 0.45 | 0.05 | 0.06 | 0.02 | 0.50 | 0.12 | 0.36 |
| | | 2013 | 4.6 | 1.5 | 0.08 | 0.10 | 0.24 | 0.42 | 0.06 | 0.05 | 0.02 | 0.79 | 0.15 | 0.64 |
| | 平均 | 4.8 | 1.5 | 0.07 | 0.10 | 0.28 | 0.39 | 0.06 | 0.04 | 0.02 | 0.79 | 0.18 | 0.60 | |
| | 冬 | 2009 | 5.3 | 1.9 | 0.10 | 0.04 | 0.55 | 0.25 | 0.05 | 0.03 | 0.01 | 0.92 | 0.33 | 0.59 |
| | | 2010 | 6.2 | 1.7 | 0.13 | 0.24 | 0.42 | 0.39 | 0.05 | 0.03 | 0.01 | 0.84 | 0.25 | 0.59 |
| 2011 | | 3.5 | 1.1 | 0.12 | 0.05 | 0.32 | 0.22 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.59 | 0.19 | 0.39 | |
| 2012 | | 4.5 | 1.6 | 0.12 | 0.09 | 0.39 | 0.33 | 0.06 | 0.04 | 0.02 | 0.65 | 0.19 | 0.46 | |
| 2013 | | 4.3 | 1.3 | 0.10 | 0.12 | 0.30 | 0.30 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.59 | 0.16 | 0.42 | |
| 平均 | 4.8 | 1.5 | 0.12 | 0.11 | 0.40 | 0.30 | 0.05 | 0.03 | 0.01 | 0.72 | 0.22 | 0.49 | | |

鉍滓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

要 約

栗山町において過去に埋立されたクロム鉍滓由来の六価クロム濃度を把握する目的で2000年から2014年まで5地点において水質監視を行った。その結果、調査期間中、栗丘頭首工では検出されず、公園橋では2003年以降検出されていない。旧工場跡地由来の浸出水は合流する富士川末流では、2001年以降検出されていない。一方で、田上埋立地における2つの浸出水の六価クロムは、過去の調査結果同様、環境基準を超えて高濃度で検出されていることが明らかになった。

Key Words：六価クロム濃度、長期変動、河川改修

1. はじめに

北海道栗山町においては、クロム工場稼働中に発生した鉍滓が工場敷地、町内外各所に埋立された経緯がある。これらの埋立地の一部からは六価クロム (Cr^{6+}) を高濃度に含有する浸出水があったことから、公共用水域が汚染されるなどの環境問題が懸念された。そのため、工場の操業停止に伴い、1971年から1999年まで、年2回の頻度で浸出水や下水、河川水中のクロム濃度について監視するための調査が行われた¹⁾。この結果、1990年代に入り、ほとんどの地点で Cr^{6+} 濃度が低下したことや不検出 (0.02mg/L未満) になっていたことを報告した^{1), 2)}。また、濃度変動に影響を与える気象条件である融雪時と降雨時の流出環境についても明らかにしてきている³⁾。

このような結果を踏まえて、2000年以降の調査地点については、調査地点を5地点に絞り2014年まで継続して濃度監視を行ってきていることから、それらの地点における Cr^{6+} 濃度の変動について報告する。

2. 調査地点

調査地点を図1に示す。採水位置は、公共用水域への影響を見るために栗丘頭首工 (図中番号28、以下同)、公園橋 (9)、富士川末流 (30)、六価クロムを高濃度に排出する地点として錦川上流 (23)、錦川下流 (24) の計5地点とした。図中斜線部分は調査地点に影響を与えるクロム鉍滓が埋立された土地区域を示し、AとBは旧工場跡地、Dは田上埋立地として通称的に呼ばれている¹⁾。

3. 結果と考察

2000年から2014年まで5地点における Cr^{6+} 濃度の測定結果を表1に、それを年平均値として図化したものを図2に示す。栗丘頭首工は本調査期間では未検出であったため図示していない。

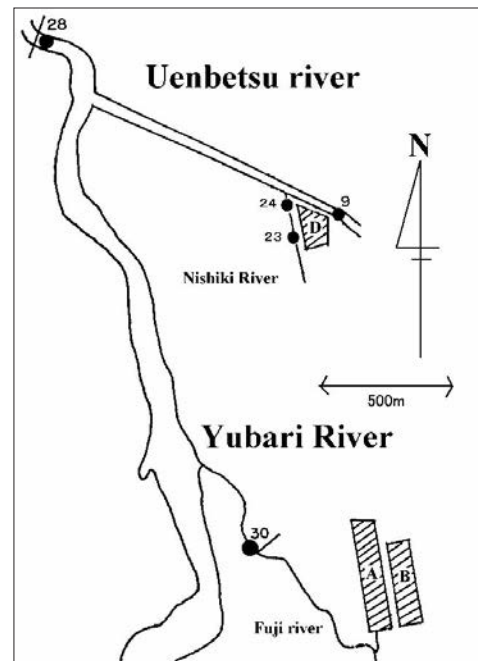


図1 採水地点と関係するクロム鉍滓埋立地

富士川末流は1976年以降、未検出¹⁾であったが、今回の調査では2001年と2002年のいずれも春先に若干検出され、2003年以降は再び検出されていなかった。富士川の汚染源である旧工場跡地においては、これまで敷地内を経由したことで鉍滓に接触し、その結果として Cr^{6+} を含有した

地下水や雨水を自然放流していた。そのため、時には観測地点では12mg/Lを超えるCr⁶⁺が検出¹⁾されたこともあった。そのような状況を認識し現土地所有者が、敷地内を経由した地下水や雨水について公共用水域へ放流前にイオン交換型の吸着樹脂でCr⁶⁺を除去、0.5mg/L以下の濃度として放流する施設工事を2005年12月までに行った。これらのことなどが影響していると考えられた。

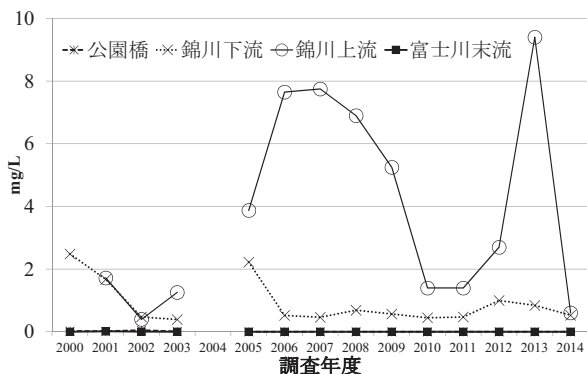


図2 4地点における2000年から2014年までのCr⁶⁺濃度の年平均変動

錦川は、田上埋立地の成形の一辺に沿って流れる川であることから、鉍滓の封じ込めをしているアスファルトマットが劣化破損するとクラックが発生し、そこからCr⁶⁺含有の浸出水の影響で下流が上流より高濃度になることが報告¹⁾されている。今回も2001年や2002年にその傾向がみられる。錦川上流においては、2005年から2009年にかけて高濃度のCr⁶⁺が検出されているが、新たなクラック等の発生の影響があったと推測される。また、錦川下流は、1 mg/Lを下回る濃度の検出が多くなってきており合わせて濃度変動も錦川上流と比してもほとんどなくなってきている。錦川下流地点は、雨煙別川河川改修工事が2000～2002年前後に進められたことから河床等の拡幅や平坦化が進められたことで採水地点が雨煙別川の河川水による希釈的效果を受けた可能性がある。引き続きの調査から田上埋立地に埋立されたクロム鉍滓の影響を受ける錦川上流地点では依然として高濃度でCr⁶⁺が検出されていることが明らかになった。

本調査では、田上埋立地同様の高濃度であった山本埋立地由来のCr⁶⁺の挙動について河川改修後の挙動が把握されていないことから調査が望まれる。また、2014年にはそれまで安定的な環境とされていた埋立地から高濃度のCr⁶⁺が流出する事件が起きた⁴⁾。経年的な劣化も踏まえての過去に調査をした地点も含めての引き続きの水質監視が望まれる。

謝 辞

本報告の基礎データは、北海道空知総合振興局保健環境部環境生活課で取りまとめているものを公開していただき

解析を進めました。多大なるご配慮をいただきました同環境生活課名主幹、細川地域環境係長には記して感謝申し上げます。

表1 2000年から2014年までのCr⁶⁺濃度 (単位: mg/L)

| 年 | 調査日 | 夕張川 | 雨煙別 | 錦川 | | 富士川 |
|------|--------|-------|-------|------|-------|-------|
| | | 栗丘頭首工 | 公園橋 | 錦川下 | 錦川上 | 富士川末流 |
| 2000 | 4月26日 | - | 0.03 | 2.44 | - | <0.01 |
| | 8月28日 | - | 0.02 | 2.53 | - | <0.01 |
| | 10月3日 | <0.01 | - | - | - | - |
| 2001 | 4月19日 | - | 0.02 | 2.41 | 3.40 | 0.03 |
| | 8月6日 | <0.01 | - | - | - | - |
| | 10月3日 | - | 0.02 | 0.94 | 0.04 | <0.01 |
| 2002 | 5月24日 | - | 0.03 | 0.34 | 0.48 | 0.01 |
| | 9月18日 | - | 0.07 | 0.61 | 0.32 | <0.01 |
| | 9月26日 | <0.01 | - | - | - | - |
| 2003 | 4月16日 | - | 0.02 | 0.74 | 2.04 | <0.01 |
| | 6月17日 | <0.01 | - | - | - | - |
| | 8月25日 | <0.01 | <0.01 | - | - | <0.01 |
| | 9月26日 | - | 0.02 | 0.05 | 0.48 | <0.01 |
| 2005 | 4月26日 | <0.01 | <0.01 | 1.35 | 2.05 | <0.01 |
| | 11月4日 | <0.01 | <0.01 | 3.10 | 5.70 | <0.01 |
| 2006 | 4月27日 | <0.02 | <0.02 | 0.90 | 1.30 | <0.02 |
| | 8月28日 | <0.02 | <0.02 | 0.15 | 14.00 | <0.02 |
| 2007 | 4月16日 | <0.02 | <0.02 | 0.76 | 1.50 | <0.02 |
| | 8月20日 | <0.02 | <0.02 | 0.17 | 14.00 | <0.02 |
| 2008 | 4月22日 | <0.02 | <0.02 | 0.84 | 4.70 | <0.02 |
| | 8月26日 | <0.02 | <0.02 | 0.54 | 9.10 | <0.02 |
| 2009 | 4月20日 | <0.02 | <0.02 | 0.44 | 8.30 | <0.02 |
| | 10月22日 | <0.02 | <0.02 | 0.70 | 2.20 | <0.02 |
| 2010 | 4月12日 | <0.02 | <0.02 | 0.42 | 1.10 | <0.02 |
| | 10月19日 | <0.02 | <0.02 | 0.48 | 1.70 | <0.02 |
| 2011 | 4月19日 | <0.02 | <0.02 | 0.47 | 1.50 | <0.02 |
| | 10月13日 | <0.02 | <0.02 | 0.48 | 1.30 | <0.02 |
| 2012 | 12月12日 | <0.02 | <0.02 | 1.00 | 2.70 | <0.02 |
| | 6月13日 | <0.02 | <0.02 | 0.72 | 1.00 | <0.02 |
| 2013 | 9月17日 | <0.02 | <0.02 | 0.97 | 17.80 | <0.02 |
| | 6月5日 | <0.02 | <0.02 | 0.31 | 0.23 | <0.02 |
| 2014 | 8月21日 | <0.02 | <0.02 | 0.75 | 0.98 | <0.02 |

参考文献

- 1) 北海道栗山町におけるクロム汚染対策調査報告書 (2000年) 北海道環境科学研究センター編。
- 2) 石川靖、斉藤修、沼辺明博 (2004) 汚染対策後の公共用水域等における六価クロム濃度の長期変動評価、水環境学会誌、Vol.27、423-429。
- 3) 石川靖 (2005) 鉍滓から流出した六価クロム濃度の追跡調査結果、道環境研所報、32、82-84。
- 4) 石川靖 (2015) 高濃度の六価クロムを含有する浸出水の挙動と処理対策、季刊全国環境研会誌、40、3、47-53。

**The follow-up survey of hexavalent chromium in the
sewage of the ore dregs: part 2**

Yasushi Ishikawa

Abstract

The concentration of hexavalent chromium (Cr^{6+}) in river and drainage water from 2001 to 2014 was investigated at five points in Kuriyama town, Hokkaido, northern Japan, where the reclamations of chrome slug Cr^{6+} has not been detected in Kurioka Toshukou, in Kouen Bridge since 2003, or in Fujikawa Maturyu, where the leachate from the old factory landfill has not been detected since 2001. Tagami landfill leachate was detected in concentrations in excess of environmental standards at two points.

VIII 学会等研究発表

1 学会誌等報文

(1) 筆頭著者である論文

ア Long-term observation of fog chemistry and estimation of fog water and nitrogen input via fog water deposition at a mountainous site in Hokkaido, Japan.

著者名：Takashi Yamaguchi, Genki Katata, Izumi Noguchi, Shigekatsu Sakai, Yoko Watanabe, Mitsuo Uematsu, Hiroshi Furutani.

山口高志、堅田元喜、野口泉、酒井茂克、渡邊陽子、植松光夫、古谷浩志

掲載誌：Atmospheric Research, 151, 82-92. (2015)

要旨：To evaluate water and nitrogen input via fog water deposition, fog chemistry and deposition around a crater lake (Mashu) in northern Japan were investigated in the growing seasons of trees in 2006-2012. The fog samples were collected using an active fog collector and droplet size distribution was measured by a droplet size spectrometer. Compared to previous literature of exposure experiments of acid mist on plants, fog acidity in this study did not seem to injure plant leaves. The visibility (VIS) -liquid water content of fog (LWC) relationship differed between summer and autumn. Fog water deposition was calculated from LWC empirically derived from past VIS data and deposition velocity estimated using wind speed and vegetation parameters. The water and nitrogen inputs via fog water deposition accumulated for each growing season were estimated as 107-161 mm and 20-41 meq m⁻², respectively.

霧沈着による森林地帯への水・窒素供給を定量化するため、2006年から2012年までの植物成長期の日本北部の摩周湖の外輪山における霧化学性および沈着量を調べた。過去に行われた酸性霧の暴露実験の結果に基づくと、本研究で観測された霧の酸性度は植物葉の損傷を引き起こすレベルには達していなかった。視程 (VIS) と大気中霧水量 (LWC) の関係は、夏季と秋季で異なっていた。この関係から経験的にフィッティングしたLWCの予測式と風速および植物パラメータから算出した沈着速度を用いて、この地域の霧沈着量を推定した。植物成長期間の霧による水および窒素沈着量は、それぞれ107-161mmおよび20-41meq m⁻²と推定された。

イ Characterization of polychlorinated biphenyls, pentachlorobenzene, hexachlorobenzene, polychlorinated dibenzo-p-dioxins, and

dibenzofurans in surface sediments of Muroran Port, Japan

著者名：Katsunori Anezaki, Shinichiro Nagahora

掲載誌：Environmental Science and Pollution

Research (2014) 21:9169-9181

要旨：We determined the distribution of polychlorinated biphenyls (PCBs), pentachlorobenzene (PeCBz), hexachlorobenzene (HxCBz), polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans (PCDD/Fs) in surface sediments at 21 sites inside and outside Muroran Port, Japan. The concentration ranges and geometric means of PCBs (Σ 209PCB), PeCBz, HxCBz, PCDD/Fs, and toxicity equivalence quantity of dioxins (total TEQ) inside Muroran Port were 1100-65,000 (mean, 17,000) pg/g dw, 37-220 (100) pg/g dw, 31-810 (84) pg/g dw, 69-410 (170) pg/g dw, and 0.51-6.2 (2.3) pg-TEQ/g dw, respectively. Their corresponding inventories inside Muroran Port were estimated to be 76 kg, 0.31 kg, 0.32 kg, 0.55 kg, and 7.8 g-TEQ, respectively. The amounts of these pollutants were higher inside the port than outside the port and especially large in the inner part of the port. Most PCBs were homologues and congeners of penta- to hepta-chlorinated compounds, and the PCBs around Muroran Port were derived from technical PCBs, especially KC500 and KC600. As for PCDD/Fs, the influence of pentachlorophenol was significant, although pollution due to chloronitrofen and combustion was detected. The congeners of PCDD/Fs predominantly contributed to total TEQ. The concentration distributions of PeCBz, HxCBz, PCDD/Fs, and total TEQ were highly correlated with one another. This indicates that they are derived from the same combustion process.

ウ 釧路湿原国立公園における冬期のエゾシカの生息地選択

著者名：稲富佳洋・宇野裕之・上野真由美

掲載誌：哺乳類科学 (日本哺乳類学会和文誌), 第54巻, 33-41

要旨：釧路湿原国立公園におけるエゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) の個体数管理を効果的に実施するために、ロードカウント及び航空機調査によってエゾシカの個体群が冬期にどの生息地を選択しているのかを調査した。湿原内を通る1本の調査ルートで2010年11月～2011年5月にロードカウントを実施し、本国立公園の北部で2011年2月上旬に航空機調査を実施した。広葉樹林における選択性指数の信頼区間は、1月上旬～3月上旬のロードカウント及び航空機調査で1を上回った。このことから、エゾシカは冬の長期間にわたり、釧路湿原国立公園の広範囲において広葉

樹林を選択的に利用していることが示唆された。コッタロ展望台から塘路湖までの区域では、11月、12月、4月及び5月にエゾシカをほとんど観察できなかったが、1月～3月の密度指標は、60頭/km²以上を示したため、ロードカウンターの区域におけるエゾシカは、冬期に集中していることが明らかとなった。広葉樹林において銃器やワナによる計画的な捕獲を冬期に実施することが、本国立公園における個体数管理を効果的に進める上で有効だと考えられる。

エ Population trends of grassland birds in Hokkaido, focussing on the drastic decline of the Yellow-breasted Bunting.

著者名 : Katsumi TAMADA, Masaaki TOMIZAWA, Masatoshi UMEKI Masayuki TAKADA
 掲載誌 : Ornithological Science, 13: 29-40.

要旨 : To examine the population trends of grassland and shrub birds in Hokkaido, we conducted line transect censuses in 2002 and 2003, in area where avifaunal studies had been performed in the 1970s and 1980s. To document the decline in the Yellow-breasted Bunting *Emberiza aureola*, birdwatching data were also analysed. The Yellow-breasted Bunting population has decreased drastically both in density and in distribution over the intervening thirty years. The decline in occupied

breeding sites and in the population is continuing. Densities of Eurasian Skylark *Alauda arvensis* and Lanceolated Grasshopper Warbler *Locustella lanceolata* have also declined, although their range contractions are not yet severe. The ranges of Brown Shrike *Lanius cristatus* and Chestnut-eared Bunting *E. fucata* appear to have contracted. In contrast, data analysis revealed that the breeding range of Yellow Wagtail *Motacilla flava* has expanded in northern Hokkaido, but it is possible that the range had expanded in the past but had been overlooked. The present study suggests that the ranges of Bull-headed Shrike *L. bucephalus* and Gray's Grasshopper Warbler *L. fasciolata* had expanded, although some previous studies do not support this trend. In this study we were not able to clarify the reason why the population trends of these species have changed. Further research is necessary focussing on: breeding habitat analysis, breeding biology in relation to population trends, population trends in wintering and migration areas and clarification of migration routes. The population decline in the Yellow-breasted Bunting is both dramatic and very severe. This migratory species in particular requires immediate international conservation measures to avoid national and regional extinction.

(2) その他のもの

(太字はセンター職員)

| 表 題 | 著 者 名 | 誌 名 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Quantifying the effects of clear-cutting and strip-cutting on nitrate dynamics in a forested watershed using triple oxygen isotopes as tracers. | Tsunogai U, Komatsu D. D, Ohyama T, Suzuki, A, Nakagawa F, Noguchi I , Takagi K, Nomura M, Fukuzawa K, Shibata H | Biogeosciences, 11, 5411-5424, doi:10.5194/bg-11-5411-2014. |
| Peat fire-related Air Pollution in Central Kalimantan, Indonesia | Hiroshi Hayasaka, Izumi Noguchi , Eriant I. Putra, Nina Yulianti, Krishna Vadrevu | Environmental Pollution, 195, 257-266, DOI: 10.1016/j.envpol.2014.06.031. |
| Mapping large-scale bird distributions using occupancy models and citizen data with spatially biased sampling effort | Motoki Higa, Yuichi Yamaura, Itsuro Koizumi, Yuki Yabuhara, Masayuki Senzaki, Satoru Ono | Diversity and Distributions, 21, 46-54 (2015) |
| ミニシンポジウム記録 長期モニタリングデータを取り扱う統計モデリング初心者の苦悩 | 上野真由美 , 浅田正彦 | 哺乳類科学, 54 (1) : 164-167 (2014) |
| 北海道東部の太平洋上におけるカンムリウミスズメ <i>Synthlibroramphus wumizusume</i> の観察記録 | 千嶋淳, 片岡義廣, 長雄一 , 青木則幸, 久保清司, 笹森琴絵 | Strix, 30: 25-33 (2014) |
| A helminthological survey on Tancho <i>Grus japonensis</i> in Hokkaido, Japan. | Ohshima Y, Yoshino T, Mizuo A, Shimura, R, Ima H, Uebayashi A, Osa Y , Onuma M, Murata, K, Asakawa M | Japanese Journal of Zoo and Wildlife Medicine, 19: 31-35 (2014) |
| ミニシンポジウム記録 クマ類の保護管理は進んだか? ~課題を整理して次のステップへ~ | 小坂井千夏, 近藤麻実 , 中村幸子, 中下留美子, 有本勲, 伊藤哲治, 後藤優介, 間野勉 | 哺乳類科学, 54 (1) : 141-144 (2014) |

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Temporal change in the spatial genetic structure of a sika deer population with an expanding distribution range over a 15-year period | Ou Wei, Takekawa S, Yamada T, Terada C, Uno H , Nagata J, Masuda R, Saitoh T | Population Ecology, 56 : 311-325 (2014) |
| 簡易なチェックシートによるエゾシカの天然林への影響評価 | 明石信廣, 藤田真人, 渡辺修, 宇野裕之 , 荻原裕 | 日本森林学会誌, 95 (5) : 259-266 (2013) |
| A pilot study of the hair-trapping method in Asiatic black bears (<i>Ursus thibetanus</i>) : determination of optimal survey period for estimating population size | Kiyoshi Yamauchi, Shigekazu Kurakake, Takahiro Morosawa, Mami Kondo , Reina Uno, Takashi Yuasa, Hifumi Tsuruga , Hidetoshi B. Tamate, Masaaki Yoneda | Mammal Study, 39: 191-200. (2014) |
| Demographic analyses of a fox population suffering from sarcoptic mange | Uraguchi K, Ueno M , Iijima H, Saitoh T | Journal of Wildlife Management, 78: 1356-1371 (2014) |
| Filarial nematodes belonging to the superorders Diplostriaenoidea and Aproctioidea from wild and captive birds in Japan | Yoshin T, N. Hama, M. Onuma, M. Takagi, K. Sato, S. Matsui, M. Hisaki, T. Yanai, H. Ito, N. Urano, Y. Osa , M. Asakawa | J. Rakuno Gakuen Univ., 38, (2) : 139-148 (2014) |
| 最近記録された日本における野生鳥類の感染症あるいはその病原体概要 | 平山琢朗, 牛山喜偉, 長雄一 , 浅川満彦 | Bird Research 10: 1-13 (2014) |

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) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Frontiers of Agricultural Science 「2.1 Effects of agricultural activities on local water balance」 | 分担執筆者 Toshikazu Kizuka | Shoukadoh Book Sellers (平成27年3月) |
| 酪農ジャーナル「野生鳥類－畜産防疫の手引き－牛舎に侵入する野生鳥類－」 | 長雄一 , 大越安吾, 平井綱雄, 藤井啓, 大橋和彦, 村田史郎, 遠藤大二, 金子正美, 田中克佳, 浅川満彦 | 酪農学園大学 (平成26年8月) |
| レッドデータブック2014－絶滅のおそれのある野生生物－鳥類「エトピリカ」 | 新妻靖章, 長雄一 , 藤巻裕蔵 | ㈱ぎょうせい (環境省編) (平成26年9月) |
| レッドデータブック2014－絶滅のおそれのある野生生物－鳥類「ウミオガラス」 | 新妻靖章, 長雄一 , 藤巻裕蔵 | ㈱ぎょうせい (環境省編) (平成26年9月) |
| レッドデータブック2014－絶滅のおそれのある野生生物－鳥類「チシマウガラス」 | 新妻靖章, 長雄一 | ㈱ぎょうせい (環境省編) (平成26年9月) |
| レッドデータブック2014－絶滅のおそれのある野生生物－鳥類「ケイマフリ」 | 新妻靖章, 長雄一 , 藤巻裕蔵 | ㈱ぎょうせい (環境省編) (平成26年9月) |
| レッドデータブック2014－絶滅のおそれのある野生生物－鳥類「シマアオジ」 | 玉田克巳 | ㈱ぎょうせい (環境省編) (平成26年9月) |
| 北海道野鳥だより, 176:4-5. 「石狩地方の水田を利用するアオサギの生態」 | 玉田克巳 | 北海道野鳥愛護会 (平成26年6月) |
| Nature Conservation Society of Hokkaido, 163, 6-7 (2014) 「西別湿原の希少種ヤチカンバの現状」 | 矢部和夫, 島村崇志 | 北海道自然保護協会 (平成26年10月) |
| 日本クマネットワークニュースレタ (Bears Japan) 「平成26年、北海道の状況」 | 釣賀一二三 | 日本クマネットワーク (平成26年12月) |
| 日本クマネットワークニュースレタ (Bears Japan) 「道南のクマエピソード」 | 近藤麻実 | 日本クマネットワーク (平成27年3月) |
| 日本クマネットワークニュースレタ (Bears Japan) 「冬季の人身事故と対策について」 | 近藤麻実 | 日本クマネットワーク (平成27年3月) |

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 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------|
| 都市と遠隔域における耐熱性炭素粒子の長期沈着レコードの復元 | 兼保直樹, 松本潔, 山口高志 , 秋山雅行 , 野口泉 , 村尾直人, 西本駿也, 船木大輔 | 2014年日本地球惑星科学連合大会 | 横浜市 平成26年4月 |
| 石灰質未利用資源を用いた高性能排煙処理剤の開発－ライムケーキ由来排煙処理剤の性能評価－ | 佐藤正大, 浦晴雄, 山越幸康, 佐々木雄真, 内山智幸, 上出光志, 大塚英幸 , 山口勝透 , 秋山雅行 , 丹羽忍 | 技術移転フォーラム2014工業試験場成果発表会 | 札幌市 平成26年5月 |
| バイオマス燃焼指標物質レボグルコサンの分析法 | 永洞真一郎 , 芥川智子 | 第23回環境化学討論会 | 京都市 平成26年5月 |
| 化成品に含まれる非意図的生成PCBs | 姉崎克典 , 中野武 | 第23回環境化学討論会 | 京都市 平成26年5月 |
| 北海道内における有機フッ素化合物の残留実態調査 | 田原るり子 | 第23回環境化学討論会 | 京都市 平成26年5月 |
| LC/MSによる化学物質分析法の基礎的研究 (60) | 田原るり子 , 八重樫香, 内藤宏孝, ほか12名 | 第23回環境化学討論会 | 京都市 平成26年5月 |
| 環境と防災に配慮した地域づくりを支援するためのGIS情報共有に関する研究 | 濱原和広 , 小野理 , 丹羽忍 , 大津直, 小澤聡 | FOSS4G 2014 Hokkaido | 札幌市 平成26年6月 |
| 景観レベルで考える針葉樹人工林の混交林化－混交林化を予測する手法の検討－ | 小野理 | 日本景観生態学会第24回金沢大会 | 金沢市 平成26年6月 |
| シカの過密状況下における森林性鳥類群集 | 玉田克巳 , 石下垂衣紗, 吉田剛司 | 第47回森林野生動物研究会大会 | 江別市 平成26年7月 |
| Population trends of grassland birds in Hokkaido, focussing on the vanishing of Yellow-breasted Bunting | K. Tamada , M. Tomizawa, M. Umeki, M. Takada | 26th International Ornithological Congress (国際鳥学会) | 東京都 平成26年8月 |
| Deposition Record of Refractory Particulate Carbon in Japan. | Naoki Kaneyasu, Kiyoshi Matumoto, Takashi Yamaguchi , Masayuki Akiyama , Izumi Noguchi , Naoto Muraio, Shunya Nishimoto, Daisuke Funaki, Satoshi Takaki | 2014 International Aerosol Conference | Busan, Korea 平成26年7月 |
| Biological Tracer approach to understand Asian Dust Transport. | Jun Noda, Kenji Baba, Buho Hoshino, Izumi Noguchi , Batdorj Dashdondog, Shota Nakmura, Takaaki Nakaya, Katsuro Hagiwara | 2014 International Aerosol Conference | Busan, Korea 平成26年7月 |
| フィルターパック法を用いた大気中ガス・エアロゾル成分濃度の日内変動 (4) | 野口泉 , 山口高志 , 秋山雅行 , 松本利恵, 竹友優 | 第55回大気環境学会年会 | 松山市 平成26年9月 |
| わが国における大気中HONOの挙動 (5) | 野口泉 , 山口高志 , 松本利恵, 岩崎綾, 玉森洋樹, 堀江洋佑, 竹友優, 坂本武大, 恵花孝昭, 竹中規訓 | 第55回大気環境学会年会 | 松山市 平成26年9月 |
| 全国酸性雨調査 (87) - 乾性沈着 (沈着量の推計) - | 遠藤朋美, 松本利恵, 福田裕, 野口泉 , 松田和秀 | 第55回大気環境学会年会 | 松山市 平成26年9月 |
| JADSデータのガス・エアロゾル・降水の総合化学 (CGAP*) | 原 宏, 北山馨, 佐藤啓市, 野口泉 | 第55回大気環境学会年会 | 松山市 平成26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 (2) . | 松本利恵, 野口泉 , 恵花孝昭, 横山新紀, 木戸瑞佳, 初鹿宏壮, 中島寛則, 山神真紀子, 竹友優, 武市佳子, 高木智史, 濱村研吾, 岩崎綾, 村尾直人 | 第55回大気環境学会年会 | 松山市 平成26年9月 |

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| バルク沈着ろ過フィルターからの黒色炭素粒子沈着レコードの復元. | 西本駿也, 兼保直樹, 山口高志 , 秋山雅行 , 野口泉 , 村尾直人, 松本潔, 船木大輔, 高木智史 | 第55回大気環境学会年会 | 松山市 平成26年9月 |
| 霧の物理化学観測に基づく北海道摩周湖の霧による窒素沈着量の推定. | 山口高志 , 堅田元喜, 野口泉 , 渡辺陽子, 古谷浩志, 植松光夫 | 第55回大気環境学会年会 | 松山市 平成26年9月 |
| 北海道のPM _{2.5} 高濃度事例における長距離輸送汚染と地域汚染の影響評価 | 鈴木啓明 , 秋山雅行 , 山口高志 | 第55回大気環境学会年会 | 松山市 平成26年9月 |
| 小型PM _{2.5} センサーによる測定 -自動測定機との比較- | 山口高志 , 秋山雅行 , 野間靖久, 深澤達矢, 山形定, 村尾直人 | 第55回大気環境学会年会 | 松山市 平成26年9月 |
| 全国酸性雨調査(85)-乾性沈着(ハップ法)による対流圏オゾン濃度の経年変化)- | 山口高志 , 北村洋子, 横山新紀, 家合浩明, 大泉毅 | 第55回大気環境学会年会 | 松山市 平成26年9月 |
| 2014年3月の室蘭PM _{2.5} 高濃度時の無期元素組成 | 大塚英幸 , 秋山雅行 , 芥川智子 | 第55回大気環境学会年会 | 松山市 平成26年9月 |
| 2014年3月の北海道内PM _{2.5} 高濃度要因について | 秋山雅行 , 大塚英幸 , 芥川智子 | 第55回大気環境学会年会 | 松山市 平成26年9月 |
| 野生鳥類由来感染症の家畜への電波リスク評価手法の検討 | 長雄一 , 藤井啓, 大越安吾, 大橋和彦, 村田史朗, 千嶋淳, 久保清司 | 第20回日本野生動物医学会大会 | つくば市 平成26年9月 |
| 自由集会「クマ類の個体群動態モニタリング～地域の实情に応じた選択～」 北海道の事例：捕獲情報等とヘア・トラップを用いた個体群動態モニタリング | 近藤麻実 , 小坂井千夏, 中下留美子, 間野勉 | 日本哺乳類学会2014年度大会 | 京都市 平成26年9月 |
| 北海道のヒグマに最適化したヘア・トラップ法による生息密度推定 | 釣賀一二三 , 近藤麻実 , 寺田文子, 長坂晶子, 間野勉 | 日本哺乳類学会2014年度大会 | 京都市 平成26年9月 |
| ヒグマの行動と被毛採取成功率から見たヘア・トラップの構造評価 | 近藤麻実 , 釣賀一二三 , 間野勉 | 日本哺乳類学会2014年度大会 | 京都市 平成26年9月 |
| ツキノワグマの個体数推定のためのヘア・トラップ調査時期の検討 | 山内貴義, 鞍懸重和, 諸澤崇裕, 近藤麻実 , 鶴野レイナ, 湯浅卓, 釣賀一二三 , 玉手英利, 米田政明 | 日本哺乳類学会2014年度大会 | 京都市 平成26年9月 |
| ニホンジカ捕獲用の小型囲いワナの開発 | 宇野裕之 , 立木靖之, ダブシラト, 吉田光男 | 日本哺乳類学会2014年度大会 | 京都市 平成26年9月 |
| 占冠モバイルカリングにおける給餌によるエゾシカの誘引効果 | 南野一博, 稲富佳洋 , 明石信廣, 宇野裕之 , 小野司, 吉田剛司, 浦田剛, 中島辰男 | 日本哺乳類学会2014年度大会 | 京都市 平成26年9月 |
| 道有林釧路管理区におけるニホンジカの生息地利用の季節的な変化 | 稲富佳洋 , 宇野裕之 , 上野真由美 , 長雄一 | 日本哺乳類学会2014年度大会 | 京都市 平成26年9月 |
| 北海道のPM _{2.5} 高濃度イベント：長距離輸送汚染と地域汚染の影響 | 鈴木啓明 , 秋山雅行 , 山口高志 | 第40回全環研北海道・東北支部 研究連絡会議 | 青森市 平成26年10月 |
| 生物多様性情報の収集・提供に向けた連携可能性について | 小野 理 | 第17回自然系調査研究機関連絡会議 調査研究・活動事例発表会 | 高松市 平成26年10月 |
| An evaluation of the effects of sika deer on forest regeneration based on observation of browsed shoots | Nobuhiro Akashi, Akira Unno, Hiroyuki Uno | IUFRO2014 (国際森林研究機関連合大会) | ソルトレークシティー (USA) 平成26年10月 |
| 大気中海塩成分の挙動と塩害に関する研究の展望 | 野口泉 , 山口高志 | 第21回大気環境学会北海道東北支部集会 | 仙台市 平成26年11月 |
| 北海道のPM _{2.5} に異変？ | 秋山雅行 , 大塚英幸 , 芥川智子 , 鈴木啓明 , 村尾直人 | 第21回大気環境学会北海道東北支部学術集会 | 仙台市 平成26年11月 |
| 森林火災による越境大気汚染 | 野口泉 , 秋山雅行 , 鈴木啓明 , 山口高志 | 第22回衛生工学シンポジウム | 札幌市 平成26年11月 |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------|
| 北海道のPM _{2.5} に異変? -2014年のPM _{2.5} 高濃度事例- | 秋山雅行, 大塚英幸, 芥川智子, 村尾直人 | 第22回衛生工学シンポジウム | 札幌市 平成26年11月 |
| 根釧台地酪農流域における家畜排せつ物法施行後の河川水質の変化について | 三上英敏, 五十嵐聖貴 | 第22回衛生工学シンポジウム | 札幌市 平成26年11月 |
| 石灰質未利用資源を用いた高性能排煙処理剤の開発-ライムケーキ由来排煙処理剤の性能評価- | 佐藤正大, 浦晴雄, 山越幸康, 若杉郷臣, 松嶋景一郎, 佐々木雄真, 北口敏弘, 内山智幸, 上出光志, 高橋徹, 大塚英幸, 山口勝透, 丹羽忍, 秋山雅行 | 平成26年度 産業技術連携推進会議 北海道地域部会 合同分科会 | 札幌市 平成26年11月 |
| 北海道立総合研究機構における戦略的な気候変動適応研究 -適応策関連研究事例紹介及び北海道における適応策検討の状況- | 丹羽忍, 小野理, 加藤淳 | 気候変動適応シンポジウム「地域における気候変動適応策の離陸に向けて」 | 東京都 平成26年11月 |
| UNINTENTIONAL PCB CONTAMINATION IN CHLOROPHENYSILANE COMPOUNDS | K. Anezaki, T Nakano | International Conference of Asian Environmental Chemistry 2014 | タイ バンコク 平成26年11月 |
| 北日本冷温帯カラマツ林における硫黄酸化物, アンモニアおよび窒素酸化物由来成分の湿性および乾性沈着 | 野口泉 | 低温科学研究所 平成26年度共同利用研究集会「寒冷圏陸域植生と大気微粒子・気体成分を介した大気環境の相互作用」 | 札幌市 平成26年12月 |
| バイオエアロゾル研究: モンゴル・日本間での野外観測と実験室レベルでの測定から見えてきたこと. | 能田淳, 野口泉, 星野仏方, 馬場賢治, ダッシュドンドッグ バットドルチ, 中屋隆明, 萩原克郎 | 第9回大気バイオエアロゾルシンポジウム | 別府市 平成27年1月 |
| 本シンポジウム開催の背景と今後の予定 | 野口泉 | 「第2回 塩害等による構造物・環境影響に関するシンポジウム」 -社会インフラの維持管理のために- | 札幌市 平成26年1月 |
| 常呂川における界面活性剤の濃度調査 | 田原るり子 | 化学系学協会北海道支部2015年冬季研究発表会 | 札幌市 平成27年1月 |
| ジカリウム=ピペラジン-1,4-ジカルボジチオアート | 田原るり子 | 平成26年度化学物質環境実態調査環境科学セミナー | 東京都 平成27年1月 |
| 天塩サイトにおける窒素沈着量評価の精度向上に関する研究 | 野口泉 | 森林生態系物質収支・リモセンにかかわるモニタリング研究集会 | つくば市 平成27年2月 |
| 森林火災による越境大気汚染とその特徴 | 野口泉, 秋山雅行, 鈴木啓明, 山口高志 | 第2回大気エアロゾルシンポジウム 黄砂からPM _{2.5} まで ~環境・健康への影響~ | 江別市 平成27年2月 |
| 北海道でPM _{2.5} がなぜ高濃度に? -2014年3月と7月の高濃度事例解析- | 秋山雅行, 大塚英幸, 芥川智子, 村尾直人 | 第2回大気エアロゾルシンポジウム 黄砂からPM _{2.5} まで ~環境・健康への影響~ | 江別市 平成27年2月 |
| 農業用廃プラスチックの再利用に関する研究 | 上出光志, 丹羽忍 | 第3回道総研オープンフォーラム | 札幌市 平成27年2月 |
| 建設混合廃棄物のリサイクル推進に関する実態調査 | 廣田誠一, 丹羽忍 | 第3回道総研オープンフォーラム | 札幌市 平成27年2月 |
| 農業用廃プラスチックの再利用に関する研究 | 丹羽忍 | バイオマスネットワーク会議 | 札幌市 平成27年2月 |

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------|
| 摩周湖周辺の樹木に関する調査および情報収集について | 山口高志, 野口泉 | Ⅱ型共同研究「山地森林生態系の保全に係わる生物・環境モニタリング」第二回検討会 | 横浜市 平成27年3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 | 日本化学会第95春季年会 | 船橋市 平成27年3月 |
| AIST-SHANELを用いた水田農薬の簡易な環境中濃度予測手法の検討 | 飯屋遼, 田原るり子 | 日本化学会第95春季年会 | 船橋市 平成27年3月 |
| 農業用廃プラスチックの再利用に関する研究 | 丹羽忍 | 道総研地域フォーラム | 芽室町 平成27年3月 |
| 建設混合廃棄物のリサイクル推進に関する実態調査 | 丹羽忍 | 環境・エネルギーセミナー（道経連） | 札幌市 平成27年3月 |
| Evaluation of similarity of water-related ecosystem functions in peatlands in relation to vegetation types | Tomotsugu Yazaki, Toshikazu Kizuka, Yohei Hamada, Yoshiyasu Fujimura, Masayuki Takada | International Symposium on Agricultural Meteorology (ISAM) 2015 | つくば市 平成27年3月 |
| ごみ埋め立て地に廃棄された鉍滓由来の六価クロムの挙動 | 石川靖 | 平成26年度日本水環境学会年会併設研究集会 | 金沢市 平成27年3月 |
| 栄養塩保持機能からみた泥炭地の同質性評価 | 木塚俊和, 矢崎友嗣, 濱田洋平, 藤村善安, 高田雅之 | 第62回日本生態学会大会 | 鹿児島市 平成27年3月 |
| 針葉樹人工林の混交林化政策の効果予測 - 北海道東部でのケーススタディー - | 小野理, 柿澤宏昭, 立花敏, 庄子康, 烏野亮祐 | 第62回日本生態学会大会 | 鹿児島市 平成27年3月 |
| 遊水地計画のある北海道安平川湿原の植生と水文化学環境との関係 | 島村崇志, 石川靖, 矢部和夫, 玉田克巳, 西川洋子, 山口高志 | 第62回日本生態学会大会 | 鹿児島市 平成27年3月 |
| ウトナイ湖におけるアカモズとシマアオジの減少 | 玉田克巳 | 第62回日本生態学会大会 | 鹿児島市 平成27年3月 |
| 狩猟報告の目撃数データによるエゾシカ密度推定の試行 | 上野真由美, 濱原和広, 宇野裕之, 稲富佳洋, 飯島勇人, 深澤圭太 | 第62回日本生態学会大会 | 鹿児島市 平成27年3月 |
| エゾシカ個体群の遺伝的空間構造の境界は障壁によってつくられるのか, 距離による隔離なのか? | 三澤桃, 欧魏, 山田敏也, 齊藤隆, 宇野裕之 | 第62回日本生態学会大会 | 鹿児島市 平成27年3月 |
| 森林内でシカの相対密度を把握する～カメラトラップ法とライントランセクト法～ | 稲富佳洋, 宇野裕之, 上野真由美, 長雄一, 南野一博, 明石信廣, 雲野明 | 第126回日本森林学会大会 | 札幌市 平成27年3月 |
| 森林GISと空間分析による銃器を用いたエゾシカ捕獲の適地抽出 | 小野司, 伊吾田宏正, 日野貴文, 宇野裕之, 明石信廣, 吉田剛司 | 第126回日本森林学会大会 | 札幌市 平成27年3月 |

4 所内発表会（調査研究成果発表会）

日 時：平成26年5月23日（金）9：30～16：40

会 場：北海道総合研究プラザ1Fセミナー室（札幌市北区北19条西11丁目）

口頭発表

| | |
|---|-------------------------------------------------------|
| 1 | 北海道におけるPM _{2.5} 高濃度事例解析結果について |
| 2 | 小型PM _{2.5} センサーによる測定 - 自動測定機との比較 - |
| 3 | 札幌市におけるPM _{2.5} に含まれる有機成分 |
| 4 | 地域の発生源調査 - PM _{2.5} について - 金属劣化等に関わる大気中塩分濃度 |
| 5 | 室蘭港におけるPOPs調査 北海道内の冬季中の有機フッ素化合物の沈着量調査 |
| 6 | 安平川湿原の水文化学環境からみた保全の方向性 |
| 7 | 環境利用情報を活用した遺伝子マーカーによる個体識別を用いたヒグマ生息密度推定法の開発 - 概要について - |

| | |
|----|------------------------------------|
| 8 | 被毛採取成功に影響を与える被毛採取場所の環境条件の検討 |
| 9 | 過去の調査データおよびダミーデータを用いた被毛採取調査デザインの検討 |
| 10 | 調査デザインの最適化と空間明示型モデルによる生息密度推定 |
| 11 | 野生鳥類の生息状況の把握と試料採取 |
| 12 | 野生鳥類の細菌類保有実態調査 |
| 13 | 野生鳥類のウイルス類保有実態調査 |
| 14 | 畜舎への野生鳥類侵入防止技術の開発 |
| 15 | 遺伝子解析による侵入生物の特定及び病原体迅速診断手法の開発 |

ポスター発表

| | |
|----|-----------------------------------------------|
| 1 | 水田農薬を対象とした簡易な環境中濃度予測手法の検討 |
| 2 | 大気中におけるバイオマス燃焼マーカー「レボグルコサン」の分析法について |
| 3 | 地域スケールの温室効果ガス排出インベントリ - 家庭から排出される二酸化炭素の見積もり - |
| 4 | 利尻及び札幌における大気環境モニタリング |
| 5 | 地理情報システムを活用したバイオマスエネルギー利用の最適化 |
| 6 | データベースを用いた湿地の生物多様性評価手法の検討 - 植物群落からのアプローチ - |
| 7 | 防災と環境に配慮した地域づくりを支援するためのGIS情報共有に関する研究 |
| 8 | 根釧台地酪農河川における家畜排せつ物法施行後の負荷変動に関する研究 |
| 9 | マルハナバチ3種の採餌場所利用パターンの比較 |
| 10 | 水田施用除草剤（ピラクロニル・ベンゾフェナップ・ダイムロン）の河川への流出実態とその評価 |
| 11 | サンデーモバイルカリング～森林施業地を活用した新たなエゾシカ捕獲手法～ |
| 12 | 鳥獣保護区の指定解除によってエゾシカの影響は低減したか？ |
| 13 | 森林地域における2種類のエゾシカ生息密度把握手法の開発 |
| 14 | 野生動物対応型電子カルテシステムの実用化 |

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4号・通巻第40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 | 福山龍次 | ほか1名 |
| 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) | 日野修次 | |
| 野幌森林公園地域における高等植物出現種について | 村野紀雄 | |
| 天塩川流域の歩行性甲虫群集と地表植生との関係 | 堀 繁久 | ほか2名 |
| S P M E法による農薬の多成分分析法の検討 | 村田清康 | |

北海道に侵入したオオマリコケムシ _____ 日野修次
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） _____ 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
GIS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気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Fe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
GIS・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SPME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・GC/MS法の条件検討と、水中揮発性有機化合物
54物質のHenry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
海域の窒素及び磷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AVHRRデータセットの作成とその利用について _____ 高橋英明
GIS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 |
| 北海道における腐食物質研究の重要性《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 －金属成分について－ | 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通減に関する研究 | 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 －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－ | 間野 勉 |
| 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 | 布和教斯尔ほか4名 |
| A V H R R 植生指数とTerra/MODIS植生指数の比較 | 布和教斯尔ほか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 |
| 鉱物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（クマリン）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 |

| | | |
|----------------------------------------------------|-------|-------|
| J R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地域の大気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気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- | 布和敖斯尔 | 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- | 布和敖斯尔 | 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リングアップに関する研究 | 布和敖斯尔 | 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) | 布和敖斯尔 | 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ールの年間変動 | 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 |
| 釧路から流出した六価クロム濃度の追跡調査結果 | 石川 靖 | |
| 北海道チミケツ湖周辺の哺乳類相 | 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 |
| A h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面温度との関係 | 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δ34S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ー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）

| | | |
|--------------------------------------------------------|------|------|
| 階層バ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科学種について | 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 | 田原るり子 | |
| 北海道内河川水中の界面活性剤の濃度分布 | 田原るり子 | |
| 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・土壤動物相の比較 | 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 | 田原るり子 | |
| 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環境の長期変化 | 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 -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- | 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 |

