

令和3年度版

富山県環境科学センター一年報

第 49 号

Annual Report

Of

Toyama Prefectural Environmental Science Research Center

No. 49

2021

富山県環境科学センター

目 次

I 富山県環境科学センター 業務報告

第1章 環境科学センターの概況	1
1 沿革	1
2 施設等の現況	2
3 組織及び職員数	4
4 2年度歳出一覧	4
5 主要機器等	5
第2章 事業概要	6
1 監視・指導業務	6
(1) 大気関係工場・事業場	6
(2) 水質関係工場・事業場	6
(3) 産業廃棄物関係事業所	6
(4) フロン類充填回収業者及び特定製品管理者	7
(5) 地下水揚水設備管理者	7
(6) ゴルフ場	7
(7) 公害防止協定締結事業場	7
2 環境調査業務	7
(1) 大気環境調査	7
(2) 水質等環境調査	8
(3) 騒音実態調査	10
(4) 有害化学物質調査	10
(5) 環境放射能調査	11
(6) 精度管理	12
(7) 研修	12
3 調査研究業務	12
(1) 主な調査研究の概要	12
(2) 研究課題評価	13
(3) 研究成果発表会	15
(4) 客員研究員の招聘	16
(5) その他の研究等	16
4 環境学習業務	17
(1) 環境楽習室 エコ・ラボとやまの公開	17
(2) 施設の一般公開（オープンラボ）	17
(3) 夏休み子ども科学研究室の開催	18
(4) インターンシップ学生の受入れ	18
(5) 環境フェアへの出展	18
(6) 県民向けパンフレットの発行	18
(7) 環境学習の実績	18

5	国際環境協力業務	19
(1)	中国遼寧省との揮発性有機化合物（VOC）対策協力事業	19
(2)	「富山湾プロジェクト」への協力	19
6	環境改善業務	19
(1)	エコアクション21に係る環境管理	19
(2)	環境整備事業	19

II 富山県気候変動適応センター 業務報告

第1章	気候変動適応センターの概況	21
1	沿革	21
2	施設等の現況	21
3	組織及び分担事務	21
4	2年度歳出一覧	21
第2章	事業概要	22
1	情報収集・整理・分析業務	22
(1)	第1回研究会	22
(2)	第2回研究会	22
2	調査研究業務	22
(1)	立山の融雪モニタリングによる気候変動の影響の調査	22
(2)	富山県における温暖化に伴う水質変動に関する研究	22
(3)	極端気象の予測による温暖化適応策の推進に関する研究	23
3	情報提供・技術支援業務	23
(1)	ニュースレターの発行	23
(2)	「環境楽習室 エコ・ラボとやま」での啓発	23
(3)	気候変動に関するサポートデスクの開設	23

III 富山県環境科学センター 研究報告

第1章	調査研究報告	25
第2章	研究発表	71

(巻末資料)	環境情報ウェブページ リンク集	89
--------	-----------------	----

I 富山県環境科学センター

業務報告

第1章 環境科学センターの概況

1 沿革

- 昭和39年10月 衛生研究所に公害調査課が設置される。
- 45年6月 総合計画部公害課を知事直属の公害課に改め、出先機関として公害センターが設置される。
- 46年4月 衛生研究所公害調査部を吸収し、監視課及び調査課の2課制となる。(職員数25名)
- 47年8月 現在地に公害センター新庁舎が完成する。
- 48年4月 公害センターの機能を強化するため、監視課及び調査課が廃止され、新たに総務課、大気課、水質課及び特殊公害課の4課制となる。(職員数34名)
- 62年3月 大気汚染監視テレメータシステム中央監視局の業務を開始する。
- 62年10月 環境放射能調査を開始する。
- 平成5年2月 衛星通信を利用した大気環境ネットワークが完成し、運營業務を開始する。(17年度まで)
- 6年4月 公害センターは環境科学センターに、特殊公害課は生活環境課に名称を変更する。
- 12年12月 環境マネジメントシステムの国際規格 (ISO 14001) を認証取得する。(17年度まで)
- 14年2月 環境省が環境科学センター内の(公財)環日本海環境協力センター分室に環日本海海洋環境ウォッチシステムを設置する。
- 16年2月 環境省が黄砂観測用ライダー(レーザーレーザー)の第1号機を環境科学センターに設置する。
- 16年8月 文部科学省科学研究費補助金(科研費)の指定機関となる。
- 19年2月 自らの事業活動によって生じる二酸化炭素、廃棄物等を削減し、環境への負荷を低減するため、エコアクション21を取得する。
- 25年4月 環境放射線監視ネットワークシステムの中央監視局の業務を開始する。
- 27年3月 太陽光発電設備を導入する。
- 令和2年4月 富山県気候変動適応センターを設置する。
- 2年10月 環境^{がくしゅう}楽習室 エコ・ラボとやまを設置する。

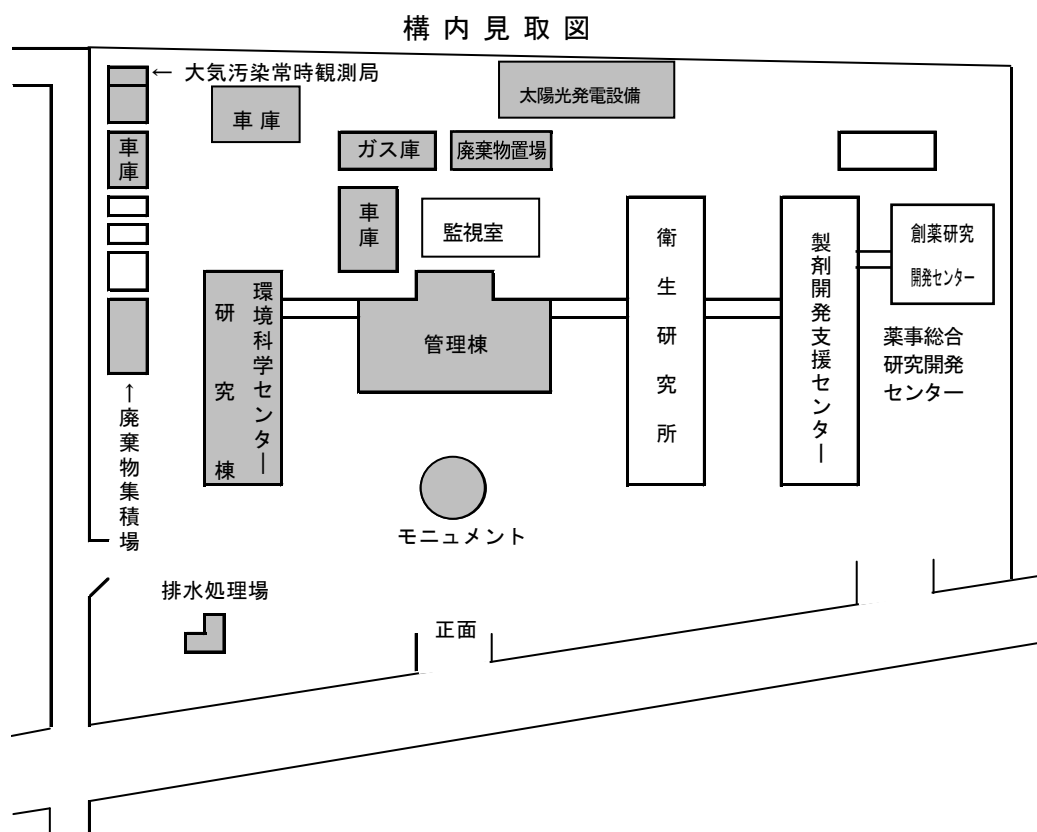
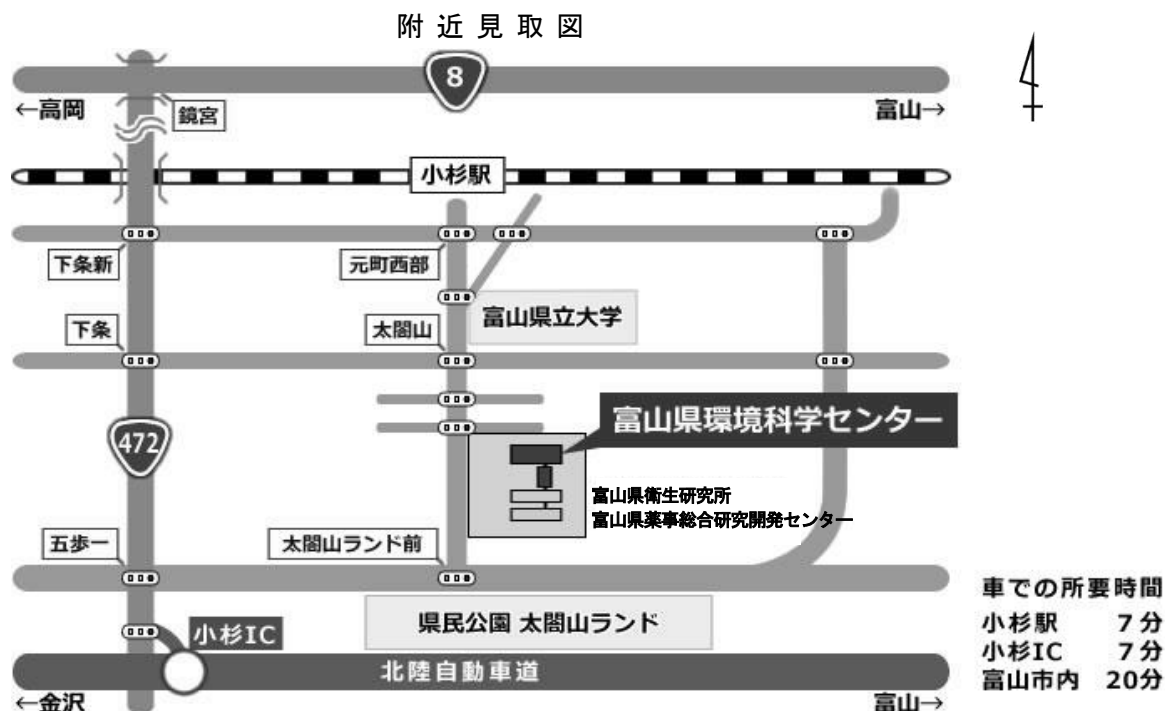
2 施設等の現況

(1) 位置

富山県射水市中太閤山17丁目1番 〒939-0363

TEL 0766-56-2835 (代表) FAX 0766-56-1416

URL <https://www.pref.toyama.jp/1730/kensei/kenseiunei/kensei/soshiki/17/1730.html>

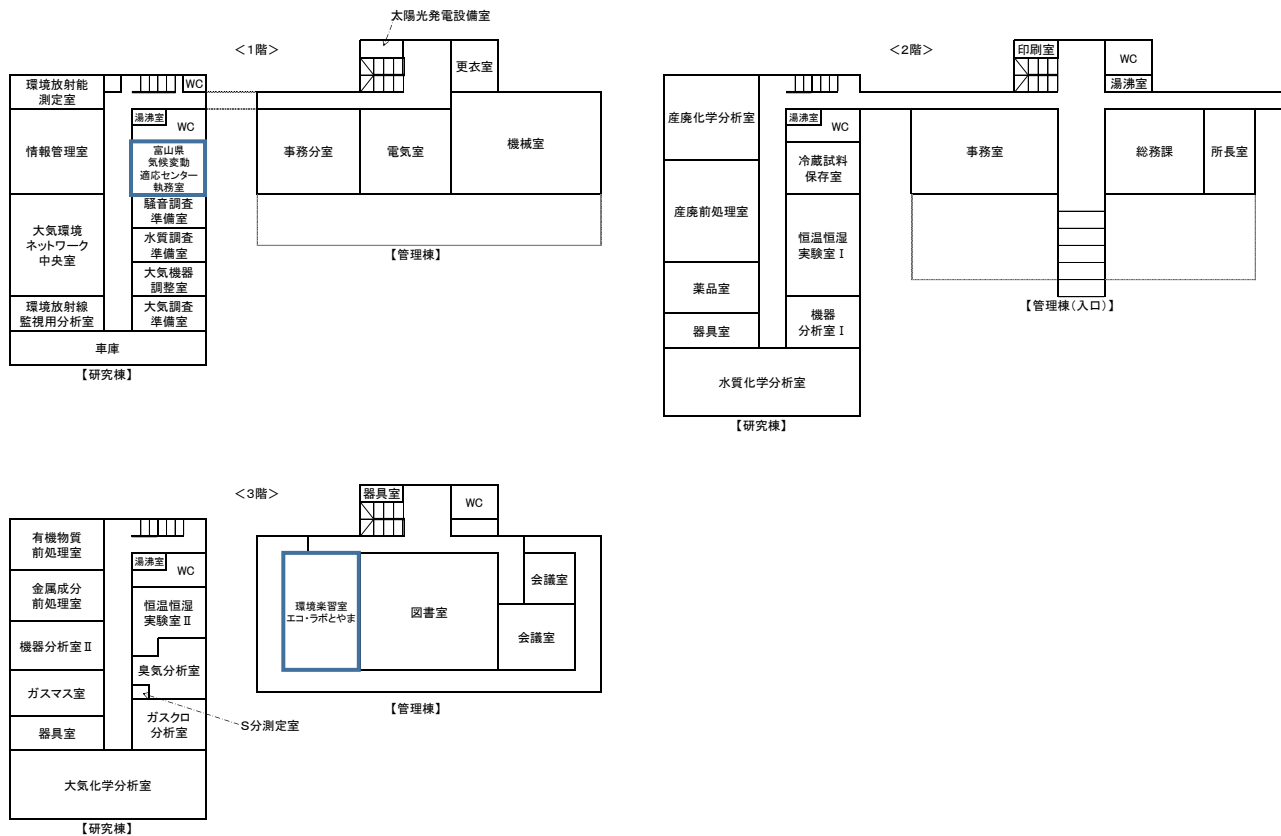


(2) 施設等

敷地面積 30,464m² 建物延面積 5,302m²

- ・管理棟 (延 1,551m²)
 - (1階) 事務分室、電気室、機械室、太陽光発電設備室、更衣室
 - (2階) 所長室、総務課、事務室
 - (3階) 環境楽習室 エコ・ラボとやま、会議室、図書室
- ・研究棟 (延 2,418m²)
 - (1階) 環境放射能測定室、情報管理室、大気環境ネットワーク中央室、環境放射線監視用分析室、富山県気候変動適応センター執務室、騒音調査準備室、水質調査準備室、大気機器調整室、大気調査準備室、車庫
 - (2階) 産廃化学分析室、産廃化学分析室、産廃前処理室、機器分析室Ⅰ、恒温恒湿実験室Ⅰ、冷蔵試料保存室、薬品室、器具室
 - (3階) 大気化学分析室、有機物質前処理室、金属成分前処理室、臭気分析室、ガスクロ分析室、ガスマス室、恒温恒湿実験室Ⅱ、機器分析室Ⅱ、S分測定室、器具室
 - (塔屋) 機械室
- ・その他の建物等 (延 1,333m²)
 - 大気汚染常時観測局、廃棄物集積場、車庫、ガス庫、廃棄物置場、排水処理場、太陽光発電設備

建物平面図



3 組織及び職員数

(3年4月1日現在)

所長 1名 一次長 1名	総務課 5名(5)	1 人事、公印、文書物品、予算経理及び出納その他の会計並びに 庁舎の管理及び所内の取締りに関すること。 2 他の主掌に属しないこと。
	大気課 5名	1 大気汚染に係る監視、測定及び検査に関すること。 2 大気汚染に係る調査研究、技術指導及び環境教育に関すること。 3 大気環境に係る調査研究に関すること。 4 大気常時観測システムの運営に関すること。 5 気候変動適応に関すること。
	水質課 6名	1 水質汚濁に係る監視、測定及び検査に関すること。 2 水質汚濁に係る調査研究、技術指導及び環境教育に関すること。 3 水質環境に係る調査研究に関すること。
	生活環境課 8名(1)	1 騒音、振動、悪臭、土壌汚染（農用地に係るものを除く。）、地 下水障害及び産業廃棄物に係る監視、測定及び検査に関すること。 2 騒音、振動、悪臭、土壌汚染、地下水障害その他の公害及び産 業廃棄物に係る調査研究、技術指導及び環境教育に関すること。 3 地下水位観測井の運営に関すること。 4 環境放射能の測定に関すること。

※業務補助員を除く。
 ()内は兼務職員数 (内数)

<プロジェクトチーム>

- ① 広報・情報プロジェクト … 広報啓発、環境教育、情報収集、情報発信及び管理に関すること。
- ② 研究推進プロジェクト … 全国環境研協議会、県機関長会、研究課題評価、職員研修、研究報告、業務年報等に関すること。
- ③ 環境改善プロジェクト … 環境改善活動、作業環境・公害防止設備の管理、機器整備、分析技術管理等に関すること。

4 2年度歳出一覧

科 目	決 算 額 (千円)	主 な 事 業
人 事 管 理 費	1, 8 5 9	技術開発派遣研修、客員研究員招聘、嘱託人件費
財 産 管 理 費	2, 4 4 7	庁舎の維持管理
防 災 総 務 費	6, 5 8 9	環境放射線監視
児 童 福 祉 対 策 費	9 7	庁舎の整備
公 害 防 止 総 務 費	5 7 5	再任用職員、臨任職員の共済費
公 害 防 止 対 策 費	2 6, 8 0 0	常時観測局運営、河川、海域等の水質環境調査、騒音調査、 底質環境調査、地下水位等調査
公 害 防 止 調 査 費	5, 5 1 9	ダイオキシン類環境調査、有害大気汚染物質環境調査、環 境放射能調査
環 境 保 全 推 進 費	3, 0 3 9	地球環境保全対策調査、産業廃棄物関係事業場の監視指導
環 境 科 学 セ ン タ ー 費	3 4, 7 2 2	環境科学センターの運営、環境監視指導、調査研究解析、 試験検査機器整備
工 鉱 業 総 務 費	2 0 6	研究課題評価、夏休み子ども科学研究室
計	8 1, 8 5 3	

5 主要機器等

(1) 主要機器及び装置一覧

(3年4月1日現在)

品 名	型 式	購入年月
ガスクロマトグラフ	HP 6890	H 8 . 3
〃	HP 5890 II	H 10 . 3
〃	島津 GC-17A	H 11 . 3
〃	Agilent 6890Plus	H 13 . 3
〃	Agilent 6890N	H 17 . 9
ガスクロマトグラフ質量分析装置	島津 GCMS-QP2010Plus	H 22 . 3
〃	Agilent 5975C	H 23 . 12
ヘッドスペースガスクロマトグラフ質量分析装置	パーキンエルマ/ブルカー EVOQ456GC	H 29 . 1
イオンクロマトグラフ	ダイオネクス ICS-2000	H 18 . 10
高速液体クロマトグラフ	日本ウォーターズ AcQuityArc	H 31 . 1
高速液体クロマトグラフタンデム型質量分析装置	日本ウォーターズ UPLCXevoTQD	H 25 . 11
ICP質量分析装置	Agilent 7900	R 2 . 10
原子吸光光度計	アナリティクイエナ ContrAA300	H 21 . 10
水銀測定装置	京都電子工業 MD-700D	H 28 . 12
炭素分析機器	Sunset Lab Model	H 24 . 3
位相差・分散顕微鏡	オリンパス BX51N-DPH	H 19 . 7
繊維状粒子自動測定機	柴田科学 F-1K	H 26 . 10
煙道用窒素酸化物測定装置	アナテック・ヤナコ ECL-88A0 Lite	R 元 . 9
揮発性有機化合物 (VOC) 測定装置	東亜ディケーケー GHT-200	H 18 . 10
重油いおう分分析装置	RX-500S	H 5 . 12
マイクロ波試料前処理装置 (濃縮キット)	マイルストーンゼネラル START-D	H 24 . 3
マイクロウェーブ分解装置	マイルストーンゼネラル ETHOS900	H 11 . 7
水質自動測定器	ブラン・ルーベ AACS-III	H 14 . 3
水質自動分析装置	ビーエルテック QuAAtro2-HR	H 23 . 9
直読式総合水質計 (CTD)	JFEアドバンテック AAQ-RINKO	H 25 . 8
全有機体炭素計	島津 TOC-V CSH	H 20 . 8
倒立型顕微鏡	オリンパス IMT-2	H 6 . 7
粉碎機	SPEX 8510	H 5 . 2
遠心分離機	久保田 高速用7800	H 5 . 12
航空機用自動演算騒音計	日東紡音響エンジニアリング DL-100/LE	H 22 . 3
〃	日東紡音響エンジニアリング DL-100/LE	H 22 . 10
ゲルマニウム半導体核種分析装置	キャンベラジャパン GC2518	H 23 . 9
〃	セイコー・イージーアンドジー GEM45	H 27 . 3
モニタリングカー	日立アロカメディカル R22-22105	H 26 . 2
積算線量測定装置	パナソニック UD-5160P	H 26 . 3

(2) 機器整備検討委員会

試験研究用機器の購入にあたっては、機種選定を公正かつ的確に行うため、外部機関の委員も交えた機器整備検討委員会を開催し、幅広い意見をもとに、機種の検討を行いました。

- ・2年度対象機器：誘導結合プラズマ質量分析機器 (ICP質量分析装置)

第2章 事業概要

1 監視・指導業務

大気汚染防止法、水質汚濁防止法等に基づき、工場・事業場等の規制基準等の遵守状況を監視するため、工場・事業場等の立入調査を行いました。

なお、各調査結果については、富山県が発行している「環境白書」等に掲載されています（89ページ「環境情報ウェブページ リンク集」参照）。

(1) 大気関係工場・事業場

ア ばい煙発生施設等

大気汚染防止法及び富山県公害防止条例に定める排出基準の適合状況等を監視するため、延べ64工場・事業場への立入調査を実施し、ばい煙、有害ガス、VOC（揮発性有機化合物）及び水銀の測定をしたほか、排出基準の遵守状況及び届出施設の管理状況の確認を行いました。

イ アスベスト除去等作業

アスベスト含有建材を使用している建築物及び工作物の解体工事等に伴うアスベスト除去等作業の適正化を図るため、大気汚染防止法に基づき届出のあった101件のうち、22件の立入調査を実施し、作業現場敷地境界においてアスベスト濃度の測定を行ったほか、作業現場内の養生、集じん排気装置の設置、粉じん漏えい防止等の確認を行い、作業基準の適合状況を監視しました。

(2) 水質関係工場・事業場

水質汚濁防止法及び公害防止条例に定める排水基準の適合状況等を監視するため、延べ107工場・事業場への立入調査を実施し、排水中の有害物質又は生活環境項目に係る水質測定、特定施設等の届出、有害物質使用特定施設等の構造に係る基準の遵守状況等の確認を行いました。

(3) 産業廃棄物関係事業者

ア 産業廃棄物処理業者等

産業廃棄物の適正処理を図るため、産業廃棄物の処理業者や排出事業者等を対象に、延べ29事業者への立入調査を実施し、産業廃棄物の処理状況、処理施設の管理状況等の確認を行いました。

イ ポリ塩化ビフェニル廃棄物等保管事業者

ポリ塩化ビフェニル（PCB）廃棄物をポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法（PCB特措法）で定められた期限内に適正かつ確実に処理するため、PCBの含有が不明な安定器を保有する23事業者への立入調査を実施し、トランス・コンデンサ等の保有状況やPCB含有調査の実施状況等の確認を行いました。

また、PCB特措法に基づく保管等の届出や速やかな処理を促すため、届出が未提出の12事業者への立入調査を実施しました。

ウ 解体処理業者

がれき類、木くず等の建設廃棄物の再資源化等の適正な実施と廃棄物の適正処理を図るため、建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律（建設リサイクル法）に係る全国一斉パトロールに併せて、産業廃棄物中間処理業者5事業者及び解体工事現場3件への立入調査を実施し、産業廃棄物の保管や掲示板の設置状況等の確認を行いました。

エ 自動車解体・破砕業者等

使用済自動車のリサイクル及び適正処理の推進を図るため、自動車解体・破砕業者等を対象に、16事業者への立入調査を実施し、エアバッグ類の処理状況及び許可基準の適合状況等について確認を行いました。

オ 処理施設設置者

産業廃棄物の適正処理を図るため、産業廃棄物の焼却施設及び最終処分場の設置者を対象に、延べ26事業者への立入調査を実施し、処理基準や維持管理基準の適合状況等を確認しました。

(4) フロン類充填回収業者及び特定製品管理者

特定製品に係るフロン類の適正な充填・回収及び管理の推進を図るため、フロン類充填回収業者及び特定製品管理者を対象に、20事業者への立入調査を実施し、回収証明書や引取証明書の交付、記録の記載状況等の確認を行いました。

(5) 地下水揚水設備管理者

冬期間の地下水位低下対策を推進するため、地下水揚水設備管理者を対象に、20管理者への立入調査を実施し、揚水量の記録状況等の確認を行いました。

(6) ゴルフ場

ゴルフ場からの農薬による汚染の実態を把握するため、7ゴルフ場への立入調査を実施し、排水中の農薬の測定、農薬の使用実績等の確認を行いました。

(7) 公害防止協定締結事業場

富山県と公害防止協定を締結している北陸電力(株)の2つの火力発電所への立入調査を実施し、排ガス中の硫黄酸化物や窒素酸化物等、総合排水中のCODや重金属等、敷地境界における騒音、振動や悪臭、灰処分場からの排水中の重金属等について測定を行いました。

2 環境調査業務

大気汚染、水質汚濁、騒音等の環境基準適合状況の監視、地球環境の保全等の各種調査を実施しました。

(1) 大気環境調査

ア 常時観測局による調査

大気汚染の状況を把握するため、大気汚染常時観測局10局（一般環境観測局9局、自動車排出ガス観測局1局）において二酸化硫黄等の常時監視を行うとともに、これらの観測局の保守管理を行いました。

また、市が設置する9局（一般環境観測局7局、自動車排出ガス観測局2局）と合わせて、19局の大気汚染常時観測局のデータ処理を行いました。

イ 大気環境ネットワークの管理

観測データの処理・解析、市町村への観測データの提供及び緊急時対策の支援を図るため、大気環境ネットワークの管理運営にあたりました。

ウ PM2.5成分分析調査

PM2.5の化学成分等を把握するため、高岡伏木局及び小杉太閤山局にPM2.5の試料採取装置を設置し、炭素成分、イオン成分及び無機元素の成分分析を実施しました（1回/季）。

エ 有害大気汚染物質調査

一般環境、固定発生源周辺及び沿道における有害大気汚染物質による大気汚染の実態を把握するため、小杉太閤山局（全国標準監視地点）など5地点で揮発性有機化合物、重金属類等の調査を実施しました（環境基準設定物質は1回/月、指針値設定物質は6回/年、その他優先取組物質は1回/季。なお、アセトアルデヒドについては、令和2年8月にその他優先取組物質から指針値設定物質に変更されましたが、1回/季の計測としました）。

なお、富山芝園局においても富山市が同様の調査を実施しました（1回/月）。

オ アスベスト環境調査

県内の一般大気環境中におけるアスベスト濃度の実態を把握するため、住宅地域の7地点で環境調査を実施しました。

カ 黄砂酸性雨実態調査

酸性雨の実態を把握するため、射水市（環境科学センター：小杉太閤山局）において、自動採取法により1週間ごとに雨水を採取し、pH、イオン成分降下量等の調査を実施しました。

また、黄砂については、環境省が環境科学センターに設置したライダーモニタリングシステムにより、黄砂の鉛直分布等をリアルタイムで観測するなど、県内への黄砂の飛来状況の把握に努めました。

(2) 水質等環境調査

ア 公共用水域の水質測定計画

県が作成した水質測定計画に基づき、県、富山市及び国土交通省において、27河川63地点、3湖沼6地点及び2海域28地点の合計97地点で水質を測定し、水質汚濁の状況を調査しました。

イ 河川水質環境調査

(ア) 水質測定計画に基づく水質調査

河川における環境基準の達成状況を把握するため、27河川63地点のうち、県では40地点（環境基準点36地点、補助測定点4地点）で健康項目（全シアン、六価クロム等）、生活環境項目（pH、BOD、SS等）及び要監視項目（フェノール、ホルムアルデヒド、ニッケル等）の調査を実施しました（環境基準点は毎月1回、補助測定点は3か月に1回）。

(イ) 神一ダム水質調査

神岡鉱業(株)との「環境保全等に関する基本協定」に基づき、カドミウムについて毎月1回（5回/日）、神一ダムで調査を実施しました。

ウ 海域水質環境調査

(ア) 水質測定計画に基づく水質調査

海域における環境基準の達成状況を把握するため、小矢部川河口海域、神通川河口海域、その他の富山湾海域及び富山新港海域の28地点（環境基準点25地点、補助測定点3地点）で毎月1回、健康項目、生活環境項目及び要監視項目等の調査を実施しました。

(イ) 海水浴場水質調査

海水浴場における水質の状況を把握するため、主要8海水浴場のうち、県では5海水浴場（小境、島尾、雨晴・松太枝浜、石田、宮崎・境海岸）について、開設前及び開設中の各2回、ふん便性大腸菌群数、COD等の調査を実施しました。

なお、富山市内の1海水浴場（八重津浜）については富山市が同様の調査を実施しました（岩瀬浜、浜黒崎については、開設が中止されました）。

エ 湖沼水質環境調査

（ア）水質測定計画に基づく水質調査

湖沼における環境基準の達成状況を把握するため、桂湖及び黒部湖で5月から10月の毎月1回、健康項目（全シアン、六価クロム等）及び生活環境項目（pH、COD、SS等）の調査を実施しました。
なお、有峰湖については富山市が同様の調査を実施しました。

（イ）その他主要湖沼水質調査

主要な湖沼の水質の状況を把握するため、朝日小川ダム貯水池で8月及び11月の年2回、pH、COD、全窒素、全りん等の調査を実施しました。

オ 地下水水質環境調査

（ア）概況調査

地下水の汚染状況を把握するため、水質測定計画に定める平野部の井戸76地点のうち県は56地点で10月から11月の年1回、カドミウム、砒素、トリクロロエチレン等26項目の調査を実施しました。

（イ）継続監視調査

過去の調査で明らかになった汚染を継続して監視するため、水質測定計画に基づき、9地域22地点で6月及び12月の年1～2回、砒素（2地点）、トリクロロエチレン（5地点）、テトラクロロエチレン（12地点）、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素（6地点）の調査を実施しました。

カ 地下水位等環境調査

地下水位の状況及び県内沿岸部における塩水化の実態を把握するため、地下水位及び塩水化の調査を実施しました。

（ア）地下水位調査

地下水位については、氷見、高岡・砺波、富山、魚津・滑川及び黒部地域の32か所の地下水観測井で常時観測を実施しました。

（イ）観測井のテレメータ化等

冬期間の地下水位の状況を常時把握し、その情報を県民、事業者、関係機関等に提供するため、観測井4か所〔京町、作道、奥田北及び蓮町（富山市管理）〕に、電話回線等を利用したテレメータシステムを整備し、地下水位のデータを県のウェブページで公開しています。

（ウ）地下水塩水化実態調査

海岸部における地下水の塩水化の実態を把握するため、氷見地域10地点、高岡・射水地域50地点、滑川地域10地点、魚津地域10地点及び黒部地域20地点の計100地点で6月及び11月の年2回、塩化物イオン及び電気伝導率の測定を実施しました。

なお、富山地域の30地点においても富山市が同様の調査を実施しました。

キ 底質環境調査

公共用水域における底質汚染の状況を把握するため、4河川5地点及び港湾3地点で総水銀、カドミウム、鉛、砒素及び総クロムの測定を実施しました。

なお、富山市内の8河川10地点においても富山市が同様の調査を実施しました。

ク 立山地区調査

立山地区の水質保全を図るため、河川等（称名滝上流5地点及び下流1地点）及び発生源（旅館等5事業場）の排水の水質について、pH、BOD（又はCOD）及びSSの測定を実施しました。

ケ 酸性雨影響調査

（ア）湖沼調査

酸性雨による影響を把握するため、山間地にある縄ヶ池（湖中央）の水質について、8月（停滞期）及び10月（循環期）の年2回、pH、アルカリ度、イオン成分濃度（ SO_4^{2-} 等）の測定を実施しました。

（イ）植生・土壌調査

国では、「越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング計画」に基づき、国内の代表的な森林のベースラインデータの確立と酸性雨による生態系への影響を調査しています。県では、環境省の委託を受け、立山地区（中部山岳国立公園黒部アルペンルート沿い美女平遊歩道付近）において、森林植生土壌モニタリング調査（樹木衰退度調査、毎木調査、下層植生調査）を8月に実施しました。

（3）騒音実態調査

ア 自動車交通騒音調査

自動車交通騒音について、上市町及び立山町の7路線を調査の対象とし、このうち交通量の多い3路線3地点で騒音調査を実施しました。

また、同路線を対象に環境基準を超過する住居等の戸数及び超過する割合について評価（面的評価）を実施しました。

イ 航空機騒音調査

航空機騒音に係る環境基準の達成状況を把握するため、富山空港周辺の4地点で四季ごとに1回（7日間）調査を実施しました。

ウ 新幹線鉄道騒音調査

北陸新幹線鉄道騒音の環境基準の達成状況を把握するため、6地点で騒音の測定・評価を実施しました。

なお、富山市内の6地点においても富山市が同様の調査を実施しました。

（4）有害化学物質調査

ア ダイオキシン類環境調査

大気、水質（水底の底質を含む。）及び土壌について、県が作成したダイオキシン類環境調査測定計画に基づき、県、富山市、高岡市及び国土交通省において、大気13地点（年2回）、水質60地点（年1～4回）、土壌9地点（年1回）の合計82地点でダイオキシン類の環境調査を実施しました。

イ 化学物質環境実態調査

国では、昭和49年度から環境中に排出された化学物質の残留を調べる化学物質環境実態調査を毎年行っています。2年度の調査内容は表2-1のとおりで、県では環境省の委託を受けて試料採取を実施しました。

表2-1 化学物質環境実態調査

調査名		採取時期	採取地点	調査項目
モニタリング調査	大気	9月	砺波一般環境観測局	POPs 9物質群
	水質	10月	神通川河口萩浦橋	POPs 9物質群
	底質	10月	神通川河口萩浦橋	POPs 9物質群
詳細環境調査	水質	10月	黒瀬川石田橋、庄川大門大橋	フタル酸エステル類
	底質	10月	神通川河口萩浦橋	ビス (<i>N,N'</i> -ジメチルジチオカルバミン酸) <i>N,N'</i> -エチレンビス (チオカルバモイルチオ亜鉛) 【別名：ポリカーバメート】

(5) 環境放射能調査

ア 環境放射能水準調査

環境放射能の実態を把握するため、原子力規制庁の委託を受けて5地点でモニタリングポストによる空間放射線量率及び日常生活に関係のある各種の環境試料中の放射能について調査を実施しました(空間放射線量率については、県独自に2地点でも調査を実施)。

また、福島第一原子力発電所事故の全国的なモニタリングとして原子力規制庁の依頼を受けて、毎月、1か月間採取した降下物の放射能の分析(核種分析)を行いました。

イ 環境放射線監視調査

志賀原子力発電所の緊急時防護措置を準備する区域(UPZ)内の環境放射線を監視するため、空間放射線量率及び各種の環境試料中の放射能について調査を実施しました。

空間放射線量率については、氷見市内の上余川及び磯辺地区に設置されたモニタリングステーション(上余川局、八代局)並びに中田、白川、懸札、余川、中村及び触坂地区の6地区に設置された可搬型モニタリングポスト(女良局、宇波局、懸札局、余川局、上庄局及び触坂局)観測を行いました。また、上余川局に設置された積算線量計で3か月ごとの積算線量の観測も行いました。

環境試料中の放射能については、降下物、精米、白菜、大根、上水及び湧水を、元年度から新たに土壌をそれぞれ氷見市内で採取し、調査を実施しました。

ウ 環境放射線監視ネットワークシステム

環境放射線監視調査で24時間365日、自動で観測された空間放射線量率を環境放射線監視ネットワークシステムにより収集し、県民にリアルタイムで情報提供しています。

また、このシステムに環境放射能水準調査で観測されたUPZ圏外の空間放射線量率も取り込み、県下全域を監視する体制を確保しています。

このシステムでは、主要機器及びデータ収集回線の二重化、電源の多様化などが図られており、地震等の災害発生時においてもシステムが確実に機能するよう設計されています。さらに、志賀原子力発電所が立地する石川県とは、空間放射線量率を共有するなど、同県と連携・一体となったシステムになっています。

(6) 精度管理

測定・分析業務を適正に行うにあたり、精度の維持・向上、信頼性の確保等の精度管理を推進するため、精度管理委員会を設置しています。

測定・分析業務は、大気課作業手順書（6種類）、水質課作業手順書（7種類）及び生活環境課作業手順書（7種類）に基づき実施し、その結果を測定・分析結果の確認規定により技術管理者と品質管理者が確認しています。

また、各種の分析研修、環境省の環境測定分析統一精度管理調査等に積極的に参加し、分析精度の向上に努めており、令和2年度は環境測定分析統一精度管理調査に参加し、模擬大気試料の無機元素、模擬水質試料の農薬等を分析しました。

(7) 研修

職員の職務遂行に必要な専門的知識及び技術の習得、行政的視野の拡大及び行政的識見の向上のため、次のとおり研修員を派遣しました。

なお、環境省環境調査研修所で行われる分析研修については、新型コロナウイルス感染拡大防止のため中止となったことから、その代替として実施された「遠隔参加型分析実習」に参加しました。

研修の内容	派遣職員数	研修期間	派遣先
モニタリング技術基礎講座	6名	2年10月15日	(公財)原子力安全技術センター (開催地：射水市)

3 調査研究業務

(1) 主な調査研究の概要

研究課題評価委員会で見解を聴きつつ、地域における環境問題から越境汚染や地球温暖化まで、幅広い課題で研究テーマを定め、調査研究を行いました。主な調査研究の概要は次のとおりです。

なお、詳細については、「Ⅲ 富山県環境科学センター 研究報告」をご参照ください。

ア PM2.5の越境／地域汚染の寄与に関する研究

目的	微小粒子状物質（PM2.5）の実態や発生源について解析し、PM2.5対策に役立てる。
結果	アジア大陸の影響を受けやすい春季に立山室堂においてPM2.5調査を実施したところ、有機炭素及び元素状炭素濃度はおおむね平野部より低いが、平野部と同程度の濃度の日もあった。幹線道路沿道におけるPM2.5濃度は、大型車（ディーゼル車）の排出ガスの影響で一般局より高くなることを確認した。 また、平成25年度から令和元年度までの経年変化を解析したところ、PM2.5濃度は平成25年度が最も高く、その後低下しており、全国平均の推移と一致していた。

イ 極端気象の予測による温暖化適応策の推進に関する研究

目的	降雪の将来変化が冬期間の地下水位へ与える影響を解析し、地下水の合理的利用の推進に役立てる。
結果	文部科学省「気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）」の温暖化将来予測結果を活用し、温暖化に伴う雪の降り方の変化を解析し、大雪が消雪設備の稼働状況、地下水揚水量に与える影響を把握した。 また、地下水流動モデルを使って地下水位を計算したところ、温暖化が進んだ将来においても、大幅な地下水位低下のリスクがあることを明らかにした。

ウ 富山湾沿岸海域における栄養塩類の動態特性

目的	沿岸海域の水質汚濁に関わる河川からの栄養塩流入の影響を評価し、富山湾の水質保全に役立てる。
結果	小矢部川河口海域の27～元年度までの観測結果を比較し、記録的な暖冬であった2年2月の下層において、水温の上昇、D0の低下、栄養塩類濃度の低下を確認した。これは、冬季の気温が例年よりも高く、表層と下層の海水が混ざる鉛直混合が例年より弱かったことが原因と考えられた。

エ 災害時における化学物質の初期モニタリングと廃棄物対策に関する研究

目的	災害時における化学物質の全自動同定定量データベースの構築と流出拡大防止に関する技術情報の整備を行う。
結果	国との共同研究として、化学物質ごとのガスクロマトグラフ質量分析計による結果のデータベース化に取り組んでおり、標準物質の測定によるデータベースの検証を行った。また、流域ごとに数値標高モデルデータを利用して、工場ごとに使用されている化学物質の種類や量を整理し、地理情報システム (GIS) により地図上で表示できるようにした。

オ LC-MS/MSを用いた化学物質の一斉分析方法の開発

目的	災害時や水質汚濁事故時の分析体制及び危機管理体制を強化し、流出物質・発生源の速やかな究明を目指す。
結果	県内での使用実績が多い化学物質など10物質について、イオン化条件や移動相の種類や比率などの条件を検討した結果、水質汚濁防止法における基準値等が規定されている物質については、基準値等の10分の1未満の値で定量することが可能になった。また、基準等が設定されていない物質については、水生生物への影響が表れないと予測されるPNEC（予測無影響濃度）以下の値で定量可能な一斉分析法を確立した。

カ 富山県における温暖化に伴う水質変動に関する研究

目的	県内の河川等における水質の変動を解析し、温暖化に伴う将来の水質や水環境への影響を予測する。
結果	水生生物などに影響を及ぼす水温や水質について、温暖化による将来の変動を予測するため、1981年から現在までの水質データを解析した。河川について水温と気温の相関関係などを解析した結果、流域面積が大きく、勾配が小さい河川で水温の上昇が見られる傾向があることが判明した。

キ マイクロプラスチック等の流出・漂流実態に関する調査

目的	県内におけるマイクロプラスチックの流出・漂流の実態を把握し、県民・事業者への啓発や発生抑制策に役立てる。
結果	県内河川や海域におけるマイクロプラスチックの組成や分布状況などの調査を実施した。県西部の7河川の表層において、春季と秋季に捕集し、個数や材質を調査したところ、春季に個数が多く、全てカプセル肥料の被膜であることが分かった。

(2) 研究課題評価

ア 目的

県の試験研究機関では、「試験研究機関研究評価の実施に係る指針」に基づき、平成16年度から研究課題評価制度を導入しており、客観的かつ透明な研究評価を行うことで、研究の効率化や研究開発等の活性化を図るとともに、社会的要請に基づく試験研究活動を行っています。

当センターでは、本指針に従い「環境科学センター研究課題評価実施要領」を策定し、研究課題の評価に関し必要な事項を検討・協議するための「研究課題内部評価委員会」及び外部からの専門的・客観的な意見を取り入れるための「研究課題外部評価委員会」を開催しています。

イ 研究課題評価の流れ

研究課題評価は、原則として当センターが実施する全ての研究課題を対象としています。これらの中から、要領に定める評価区分に従い、評価対象課題を抽出しました。

評価は、内部評価委員会及び外部評価委員会により、要領に定める方法で行われました。

ウ 内部評価委員会

(ア) 開催日時・場所

日時：2年7月31日（金曜日）14時30分から16時30分まで

場所：富山県薬事総合研究開発センター創薬研究開発センター2階 大会議室

(イ) 委員

富山県生活環境文化部環境政策課長、環境保全課長、廃棄物対策班長

富山県環境科学センター所長、次長・大気課長、総務課長、水質課長、生活環境課長

エ 外部評価委員会

(ア) 開催日時・場所

日時：2年11月9日（火曜日）14時30分から15時10分まで

場所：富山県薬事総合研究開発センター創薬研究開発センター2階 大会議室

(イ) 委員

区分	委員名（○は座長）	役職等
大 学	尾 畑 納 子	学校法人富山国際学園 富山国際大学現代社会学部長 教授
	○ 楠 井 隆 史	公立大学法人富山県立大学 名誉教授
	袋 布 昌 幹	独立行政法人国立高等専門学校機構 富山高等専門学校物質化学工学科 教授
	和 田 直 也	国立大学法人富山大学極東地域研究センター 教授
研究機関	藤 吉 秀 昭	一般財団法人日本環境衛生センター 副理事長
	中 山 忠 暢	国立研究開発法人国立環境研究所 地球環境研究センター 主任研究員
有 識 者	早 川 泰 弘	富山県環境問題懇談会
	横 井 三 知 貴	公益財団法人環日本海環境協力センター 専務理事

(ウ) 評価結果

評価結果は次のとおりで、総合評価で最も人数の多い評価が委員会の判定とされました。

なお、評価結果等の詳細は、当センターのホームページで公表しています。

研究課題	総合評価（委員数）			判定
	A	B	C	
①長期再解析データを用いた気候変動に関する研究	1	7	0	B
②光化学オキシダント常時監視データの総合的解析	0	8	0	B
③富山湾沿岸海域における栄養塩類の動態特性	2	6	0	B
④災害時における化学物質の初期モニタリングと廃棄物対策に関する研究	5	3	0	A
⑤県内中小河川の河川環境特性に関する研究 —自然的要因が水質に及ぼす影響の解析—	1	5	2	B

(エ) 評価結果を踏まえた対応

- ①、②は、できる限り早期に取り組みます。
- ③は、より多くの研究成果が得られるよう継続して取り組みます。
- ④は、十分な研究成果が得られるよう優先的に取り組みます。
- ⑤は、研究成果が十分活用されるよう普及に努めていきます。

なお、各研究課題に対する意見については、効率的な研究の推進に生かすとともに、今後の研究計画に十分に反映させていきます。

(3) 研究成果発表会

県民の環境保全への関心と理解を深めるため、毎年、研究成果発表会を開催しています。2年度は、外部講師による気候変動に関する基調講演とともに、当センター職員による研究成果の発表を行いました（参加者57名）。

ア 開催日時・場所

- ・日時 2年11月16日（月曜日）13時30分から16時まで
- ・場所 富山県民会館304号室（富山市新総曲輪4番18号）

イ 内容

(ア) 基調講演（新型コロナウイルス感染拡大防止のため、Web会議ツールで実施）

- ・「近年の異常気象と地球温暖化」 国立研究開発法人国立環境研究所 地球環境研究センター
気候変動リスク評価研究室 室長 ^{しおがま} ^{ひでお} 塩竈 秀夫 氏

- ・講演内容：気候変動の影響が顕在化し、将来の影響に適応する取組みの推進が求められるなか、2018年7月は、全国的に記録的猛暑に見舞われた。講師は、気候モデルを用いて当時の気象を再現する数値実験を行い、地球温暖化がなければ、観測されたような猛暑が起きなかったことを明らかにしている。

講演では、最新の研究成果をわかりやすくご紹介いただき、気候変動適応推進の必要性について理解を深めた。

(イ) 研究成果発表

- ・立山の融雪モニタリングによる気候変動の影響の評価（大気課 袖野研究員）
内容：高山帯の積雪は、気候変動に対してぜい弱な植生・自然生態系に密接に関係していることから、立山室堂山で融雪モニタリングを実施している。簡易な機器の設置による無人・通年の観測手法やこれまで得られた結果を紹介した。
- ・PM2.5の自動車発生源の寄与について（大気課 藤島主任研究員）
内容：自動車排出ガスはPM2.5の地域的な要因のひとつと考えられることから、幹線道路沿道で採取したPM2.5の化学成分を分析し、自動車発生源の影響を検討した結果を紹介した。

(ウ) ポスターセッション

- ・富山湾沿岸海域における栄養塩類の動態特性に関する研究（水質課）
- ・中小河川の自然的要因による水質汚濁特性に関する研究（水質課）
- ・災害廃棄物の再生利用に関する研究（生活環境課）
- ・災害時における化学物質の初期モニタリングに関する研究（生活環境課）

(4) 客員研究員の招聘

調査研究のレベルアップを図るため、高度の知識及び技術を有する研究者を客員研究員として招聘し、研修会を開催しました。

客員研究員の氏名	田中 周平 氏
所 属 ・ 役 職	国立大学法人京都大学大学院地球環境学堂 准教授
招 聘 日	2年9月15日(火曜日)
内 容	演 題:「マイクロプラスチック問題の現状と今後の研究の展望」 (マイクロプラスチックの中でも微小な粒子の分析方法や下水処理工程でのマイクロプラスチックの挙動、今後はさらに微小なマイクロプラスチックの調査が重要であることを説明) 会 場: 富山県薬事総合研究開発センター 創薬研究開発センター 2階大会議室 出席者: 22名

(5) その他の研究等

ア 共同研究

環境に関する調査研究を推進するにあたり、(国研) 国立環境研究所及び地方環境研究所と共同研究を実施しています。2年度の共同研究の一覧は次のとおりです。

研究課題名	年 度	共同研究機関
ライダー観測データを用いた越境大気汚染の影響に関する研究	元～3年度	国立環境研究所 I型共同研究
光化学オキシダントおよびPM2.5汚染の地域的・気象的要因の解明	元～3年度	国立環境研究所 II型共同研究
LC-MS/MSによる分析を通じた生活由来物質のリスク解明に関する研究	2～4年度	国立環境研究所 II型共同研究
災害時等の緊急調査を想定したGC/MSによる化学物質の網羅的簡易迅速測定法の開発	2～4年度	国立環境研究所 II型共同研究
沿岸海域における新水質環境基準としての底層溶存酸素(貧酸素塊)と気候変動の及ぼす影響把握に関する研究	2～4年度	国立環境研究所 II型共同研究

イ 競争的研究資金等の運営・管理及び実績

競争的研究資金等の適正な運営・管理及び研究活動における不正行為の防止を図るため、研究倫理基準、競争的研究資金等の使用に関する行動規範等の各規程を整備し、適正に運営、管理しています。

2年度は、競争的研究資金の受給はありませんでしたが、これらの規程に基づき、次のとおり研究倫理及びコンプライアンスに関する所内研修を実施しました。

研 修	期 日	研修の内容等
研究倫理及びコンプライアンスに関する研修	2年9月	研究活動における不正行為及び公的研究費の不正使用等に関する質問票による研修 総務課 鈴木課長

4 環境学習業務

県民の環境保全への関心と理解を深めるため、「環境楽習室エコ・ラボとやま」や施設の一般公開を実施するとともに、「夏休み子ども科学研究室」の開催、「とやま環境フェア」への出展、講師派遣等を行いました。2年度の主な事業の概要は次のとおりです。

(1) 環境楽習室エコ・ラボとやまの公開

大気や水質など身近な環境から温暖化や気候変動など地球規模のものまで幅広い環境問題について、展示や実験・体験、映像を通じて「見て・ふれて・学ぶ」ことができる環境教育の拠点として、当センター内に「環境楽習室エコ・ラボとやま」を新たに整備し、2年10月1日（木曜日）からオープンしました。当日は、来賓、関係者及び報道機関を招き、オープニングセレモニーを開催しました。

ア 施設の概要

- ・整備面積 約120m²（管理棟3階）
- ・公開時間 平日9：00～16：30

イ 内容

- ・展示コーナー 環境・公害・地球温暖化などに関するパネルやサンプル等を展示
- ・実験・体験コーナー 職員が講師となり、来場者が環境に関する科学実験を体験
- ・情報・映像コーナー 環境に関するクイズや映像コンテンツによる学習

ウ 対象

子どもから大人まで（2年度の見学・体験者数（実績）361名）



(2) 施設の一般公開（オープンラボ）

エコ・ラボとやまのオープンに合わせ、2年10月3日（土曜日）に当センターの一般公開を行ったところ、90名の参加がありました。

一般公開では、来場者に環境調査や研究内容を紹介するとともに、エコ・ラボとやまをはじめとする施設見学のほか、紫外線で色が変わるビーズを使った工作などに参加していただきました。

来場者からは、「勉強になった」「楽しかった」など多くの感想をいただきました。

(3) 夏休み子ども科学研究所の開催

県の「とやま科学技術週間」に合わせ、将来を担う若い世代が環境保全について学習する機会を提供するため、2年8月11日（火曜日）に、小学校4年生から6年生までの児童を対象に「夏休み子ども科学研究所～身近な環境を科学しよう！～」を開催したところ、6名の参加がありました。

参加した児童は、①音を形で見てみよう、②紫外線で色が変わるキーホルダーを作ってみようの2つの実験を通して、身近な環境問題について科学実験を通して楽しく学習しました。

(4) インターンシップ学生の受入れ

県では、学生の職業意識の向上のための機会を提供するとともに、行政に対する理解を深めてもらうため、大学の学生をインターンシップ実習生として受け入れています。

当センターでは、2年8月31日（月曜日）から9月4日（金曜日）までの期間において、富山大学、富山県立大学及び富山高等専門学校から10名の学生を受入れ、環境調査や分析などの業務を実際に体験していただきました。

(5) 環境フェアへの出展

新型コロナウイルス感染症拡大防止及び新しい生活様式の実践の一環として2年12月1日（火曜日）から3年1月11日（月曜日）にかけてWeb上で開催された「とやま環境フェア2020 in Web」にウェブ出展したところ、288のページビュー数があり、エコ・ラボとやまや気候変動適応センター、業務内容の紹介を通して、来場者の皆さんに環境を守っていくことの大切さを呼びかけました。

(6) 県民向けパンフレットの発行

当センターの業務内容を県民に広報するため、監視、調査、研究等の概要を取りまとめたパンフレットを作成し、施設の一般公開、施設見学等における来所者に配布しています。

(7) 環境学習の実績

県民の環境保全への関心と理解を深めるため、環境をテーマとした講義のほか、各種の機関・団体からの依頼に基づく講師派遣を随時実施しており、2年度の実績は次のとおりでした。

ア 講義

月日	見学団体	人数	講義内容
11/10	富山国際大学現代社会学部	36	富山県の水環境について プラスチックごみ、マイクロプラスチックについて
11/18	富山県環境保健衛生連合会	24	富山県の廃棄物について プラスチックごみ、マイクロプラスチックについて
2/17	富山県経営者協会 環境委員会	14	地球温暖化・気候変動について
計	3団体74名		

イ 講師派遣

月/日	行事名	主催者	講義内容
10/5	きらめきエンジニア事業	滑川市立寺家小学校	海の世界について とやまの廃棄物について
11/17	きらめきエンジニア事業	立山町立高野小学校	富山の河川を調べてみよう ～水の汚れに関する実験～
12/14	きらめきエンジニア事業	県立高志支援学校	富山の河川を調べてみよう ～水の汚れに関する実験～
3/7	立山カルデラ砂防博物館講座「温暖化でどうなる富山の雪・立山の雪」	立山カルデラ砂防博物館	富山県の温暖化と雪への影響

5 国際環境協力業務

(1) 中国遼寧省との揮発性有機化合物 (VOC) 対策協力事業

溶剤、原料等として多く使用されているVOCは、PM2.5や光化学オキシダントの原因物質の一つとされ、中国遼寧省ではVOCの排出削減が急務になっています。

県では、環日本海地域の環境保全を推進するため、大連市をモデル都市として、優先的に削減を進める業種（物質）の選定や削減対策の促進に向けた普及啓発の仕組みづくり等について技術的な協力をを行うため、平成30年度から3か年の計画で友好県省を結んでいる同省と揮発性有機化合物 (VOC) 対策協力事業を実施しています。

2年度においては、VOC削減対策効果の確認調査を実施し、結果を解析するとともに、本事業の3年間の取りまとめとして総括報告会を開催する計画でしたが、新型コロナウイルス感染症拡大に伴い事業実施が困難となったため、事業を3年度まで1年間延期することになりました。

なお、この協力事業の実施にあたっては、独立行政法人国際協力機構 (JICA) の支援を受けています。

(2) 「富山湾プロジェクト」への協力

公益財団法人環日本海環境協力センター (NPEC) では、海洋環境モニタリング手法としてのリモートセンシングの有用性を明らかにし、北西太平洋地域海行動計画 (NOWPAP) 関連諸国 (中国、韓国、ロシア) に展開していくため、富山湾をモデル海域とし、関係機関が連携して水質汚濁や藻場分布に係る現場データ及び衛星データの取得、解析等を行う「富山湾プロジェクト」を平成15年度から実施しています。

当センターは、この事業の調査・検討を行うための委員会に参画し、分析技術や測定結果等に対するデータの精度管理などへの技術的な助言を通じて協力しています。

6 環境改善業務

(1) エコアクション21に係る環境管理

平成12年12月にISO14001の認証を取得し環境活動に取り組んできましたが、平成18年4月からは、自らの事業活動によって生じる二酸化炭素、廃棄物等を削減し、環境への負荷を低減するため、エコアクション21に取り組んでいます。また、毎年6月末には、前年度に実施した取組みの総括や当該年度に実施予定の取組みを記載した環境経営活動レポートを作成し、当センターのホームページで公表しています。

(2) 環境整備事業

2年5月から8月には緑のカーテン (ゴーヤ) による壁面の緑化を行ったほか、9月と11月には自主的に庁舎周辺の清掃活動を実施するなど地域の環境美化に努めました。

II 富山県気候変動適応センター

業務報告

第1章 気候変動適応センターの概況

1 沿革

- 平成30年6月 気候変動適応法が成立、公布される。
 同法第13条第1項において、都道府県の区域における気候変動適応を推進するため、気候変動影響及び気候変動適応に関する情報の収集、整理、分析及び提供並びに技術的助言を行う拠点（地域気候変動適応センター）としての機能を担う体制を確保するよう努めるものとされる。
- 令和2年4月 同法に基づき、環境科学センターは、気候変動に関する情報収集、分析、情報提供を行う「富山県気候変動適応センター」として活動することになる。

2 施設等の現況

(1) 位置

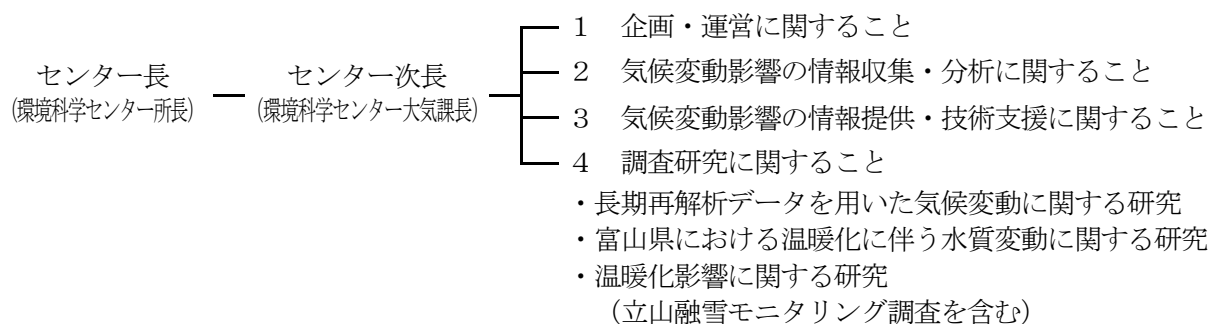
富山県射水市中太閤山17丁目1番 富山県環境科学センター内 〒939-0363
 TEL 0766-56-2835 (代表) FAX 0766-56-1416
 URL <https://www.pref.toyama.jp/1730/kurashi/kankyoushizen/kankyou/kj00021662/index.html>

(2) 施設等

- ・環境科学センター研究棟1階に事務及び調査研究を行うための執務室を設置（3ページ参照）

3 組織及び分担事務

(3年4月1日現在)



4 2年度歳出一覧

科 目	決 算 額 (千円)	主 な 事 業
気候変動適応センター費※	1, 177	気候変動適応センターの運営、ニュースレターの発行、気候変動適応研究会の運営、調査研究
計	1, 177	

※気候変動適応センター予算としては、環境科学センター費の一部として計上

第2章 事業概要

1 情報収集・整理・分析業務

富山県内における気候変動適応を推進するため、県内試験研究機関、大学、国等と連携し、各分野における気候変動適応情報を収集し、共有するとともに調査研究の推進を図り、協力体制を構築することを目的として、令和2年度から「富山県気候変動適応研究会」を開催しています。

2年度は計2回開催し、各研究機関から気候変動適応に関する研究等の紹介などを行い、情報の共有を図りました。

(1) 第1回研究会

ア 日 時

2年9月1日（火曜日）14時から

イ 主な議事

- ・富山県気候変動適応センターの活動計画
- ・気候変動適応推進に向けた最近の取組みについて

(2) 第2回研究会

ア 日 時

2年12月4日（金曜日）14時から

イ 主な議事

- ・富山県気候変動適応センターの取組み等の紹介
- ・日本海沿岸域における初冬季の降水量の増加傾向に関して
（富山大学都市デザイン学部 安永数明教授）
- ・富山湾におけるブリ、スルメイカ、ホタルイカの漁況と日本海の海洋環境との関係
（農林水産総合技術センター水産研究所 辻本良副所長）

2 調査研究業務

(1) 立山の融雪モニタリングによる気候変動の影響の調査

立山等の山岳地帯の積雪は富山平野の水資源の供給源であり、地球温暖化等の影響によりその降雪量や融雪時期等が変化すると様々な影響が生じることが懸念されています。また、山岳地は貴重な高山動植物の生息地であり、同じく積雪、融雪状況の変化が生じると自然環境への悪影響も懸念されます。

2008年から立山室堂周辺において地温及び融雪水の水圧、水温のモニタリング調査を行い、気候変動影響の評価に役立てています（72、78ページ参照）。

(2) 富山県における温暖化に伴う水質変動に関する研究

県内の水環境（河川、海域）について、地球温暖化により、水温や水質等への影響が懸念されます。

過去からの測定データを解析し、水質変動の傾向を調査することで今後の気候変動適応策への活用を図っています（44ページ参照）。

(3) 極端気象の予測による温暖化適応策の推進に関する研究

富山県における地下水の利用について、冬期間に広く利用される消雪散水による地下水のくみ上げの影響が大きく、特に短時間に降る大雪（ドカ雪）の際に地下水位が急激に減少する影響が知られていません。

降雪の将来予測モデルと地下水流動モデルを組み合わせ、将来の降雪の状況とそれに伴う地下水利用と地下水位変化の将来予測を行っています（30ページ参照）。

3 情報提供・技術支援業務

(1) ニュースレターの発行

県民に広く気候変動と適応について普及啓発を行うため、年4回ニュースレターを発行し、気候変動影響や適応に関する情報を提供しています。

(2) 「環境楽習室 エコ・ラボとやま」での啓発

環境科学センター内に設置された「環境楽習室 エコ・ラボとやま」において、「気候変動の影響と適応策」に関する常設展示を行い、来場者に気候変動適応について詳しく紹介しています。

(3) 気候変動に関するサポートデスクの開設

県民や企業から地球温暖化や気候変動に関する相談を随時受け付けており、気候変動の過去と将来予測のデータや適応策の事例の提供、資料や機材の貸出等、気候変動適応の取組みを推進するサポートをしています。

Ⅲ 富山県環境科学センター

研究報告

第 1 章 調査研究報告

(1) PM2.5 の越境／地域汚染の寄与に関する研究 －立山室堂における PM2.5 中の炭素成分－	26
(2) 極端気象の予測による温暖化適応策の推進に関する研究 －温暖化による降雪の将来変化と消雪用地下水の合理的利用－	30
(3) 富山湾沿岸海域における栄養塩類の動態特性 (第 2 報)	36
(4) 災害時における化学物質の初期モニタリングと廃棄物対策に関する研究 (第 2 報) －災害時における PRTR 対象物質の流出に備えた技術情報の整備－	39
(5) LC-MS/MS を用いた化学物質の一斉分析方法の開発	42
(6) 富山県における温暖化に伴う水質変動に関する研究 (第 1 報) －富山県における河川の水温等の変動と気温上昇との関係－	44
(7) マイクロプラスチック等の流出・漂流実態に関する調査 (第 1 報) －富山県西部の河川におけるマイクロプラスチック実態調査－	48
(8) 富山県における循環型社会 (災害廃棄物) に関する研究 (Ⅳ) －模擬廃棄物・山砂・廃瓦を充填したカラム通水試験－	52
(9) 暑さ指数を用いた熱中症救急搬送者数の将来予測について	56
(10) 産業廃棄物保管施設におけるドローンを用いた写真測量の検討	60
(11) 令和 2 年 8 月の PM2.5 高濃度事象について	62
(12) 令和 3 年 3 月に観測した黄砂について	66
(13) テキストマイニングを活用した環境白書の用語解析	68

(1) PM_{2.5} の越境／地域汚染の寄与に関する研究 —立山室堂における PM_{2.5} 中の炭素成分—

木戸瑞佳 袖野新 万尾和恵 藤島裕典 島田博之

1 はじめに

大気中に浮遊する粒径 2.5 μm 以下の微小粒子状物質 (PM_{2.5}) は、大気汚染の原因になるほか、呼吸器や循環器など人体への影響が懸念される。効果的な PM_{2.5} 対策の検討を行うためには、PM_{2.5} の実態把握だけでなく越境・地域汚染の寄与割合を明らかにする必要がある。

PM_{2.5} には様々な物質が含まれている。炭素成分は PM_{2.5} の主要な成分の一つであり、本県では PM_{2.5} 質量濃度のうち炭素成分 (有機炭素 (OC) + 元素状炭素 (EC)) が 3 割程度を占めていると報告されている¹⁾。OC の由来は様々であるが、化石燃料の燃焼や森林火災、野焼きのように発生源から直接排出される一次生成粒子と、揮発性有機化合物や自動車排ガスに含まれる炭化水素が大気中での反応などにより凝縮して粒子化したり、浮遊する粒子に吸着してできる二次生成粒子がある。また、EC は、炭化水素が高温で不完全燃焼する際などに生成し、主にボイラーやエンジンなどでの化石燃料の燃焼によって OC と共存して排出される。

ここでは、本県の PM_{2.5} に含まれる炭素成分の発生源を明らかにするための一環として、人為汚染の少ないと考えられる立山室堂で PM_{2.5} 中の炭素成分について調べた結果について報告する。

2 方法

PM_{2.5} 試料の採取は、平成 30 (2018) 年 5 月 22 日から 6 月 4 日及び令和元 (2019) 年 5 月 24 日から 6 月 6 日に実施した。調査地点を図 1 に示す。標高 2,450m の立山室堂 (標高 2,450m) における PM_{2.5} 試料の採取は、10 ライン・グローバルサンプラ (GS-10、東京ダイレック) を用いて行った。二段型ローポリウムサンプラに石英ろ紙 (2500QAT-UP、PALLFLEX) を装着して流量 20L/min で吸引し、エアロゾル粒子

を粗大・微小粒子領域別 (分離径 2.5 μm) に捕集した。平野部の汚染の影響の少ない試料を得るため、捕集時間は 0~5 時とした。また平野部との比較のため、小杉太閤山 (富山県環境科学センター) でシーケンシャルエアサンプラ Model 2025 (Thermo Fisher Scientific) を用いて、午前 10 時から翌日の午前 10 時まで PM_{2.5} 試料を採取した。炭素成分及びイオン成分の分析は、環境省の PM_{2.5} 成分測定マニュアル²⁾ に従った。試料の捕集及び分析の詳細は既報^{3,4)} を参照されたい。

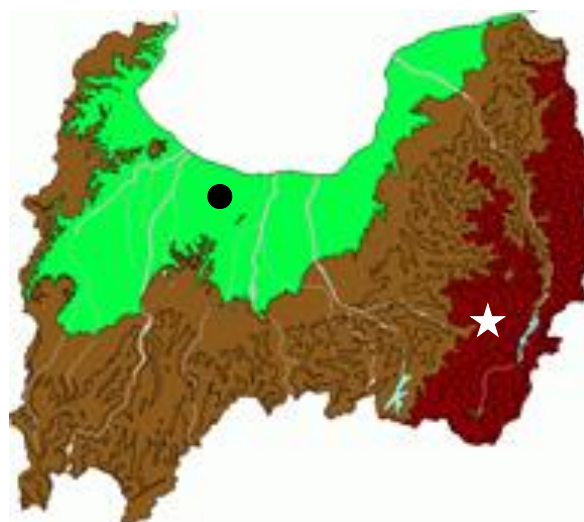


図 1 調査地点

(☆ : 立山室堂、● : 小杉太閤山)

3 結果及び考察

3.1 PM_{2.5} 中の炭素成分濃度

立山室堂及び小杉太閤山における PM_{2.5}、SO₄²⁻、OC 及び EC 濃度の変化を図 2 に、平均値を表 1 に示す。平均値は定量下限値未満の日を除いて算出した。

経時変化を見ると、小杉太閤山では PM_{2.5} 濃度と SO₄²⁻、OC 及び EC 濃度の変化がよく似ているのに対して、立山室堂では PM_{2.5} と SO₄²⁻ 濃度の変化はおおむね似ているが、OC 及び EC は挙動が異なる傾向がみ

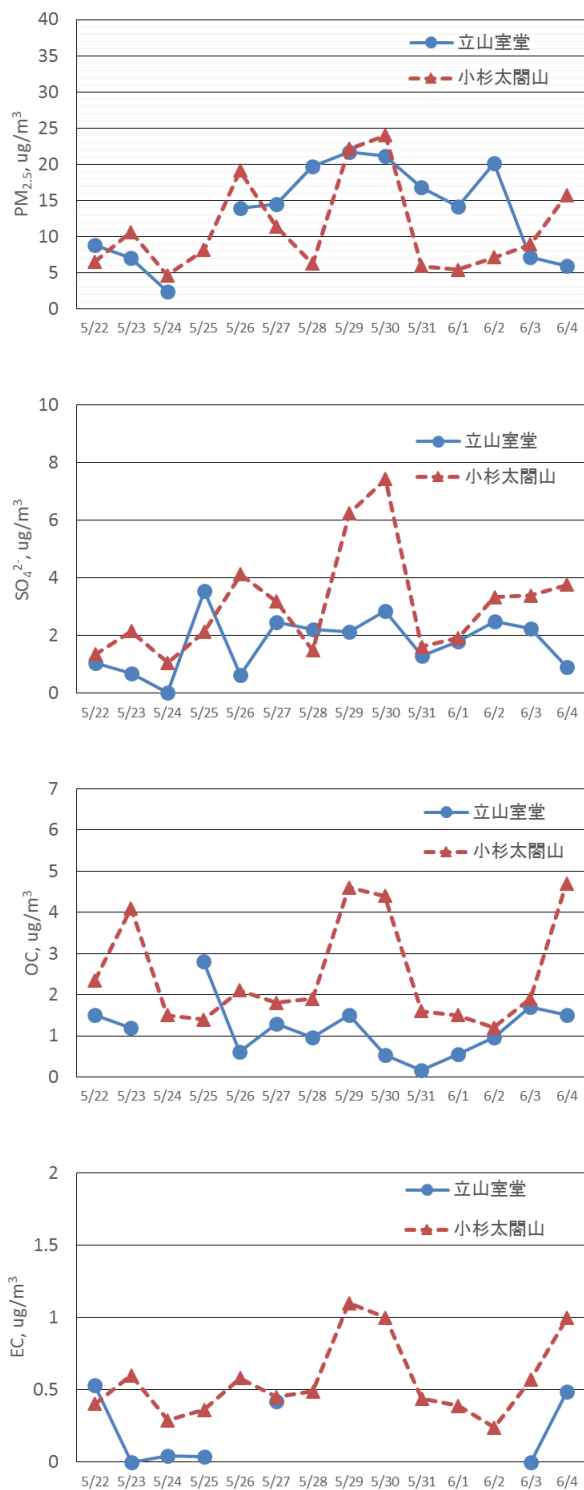


図 2(a) 平成 30 年の測定結果

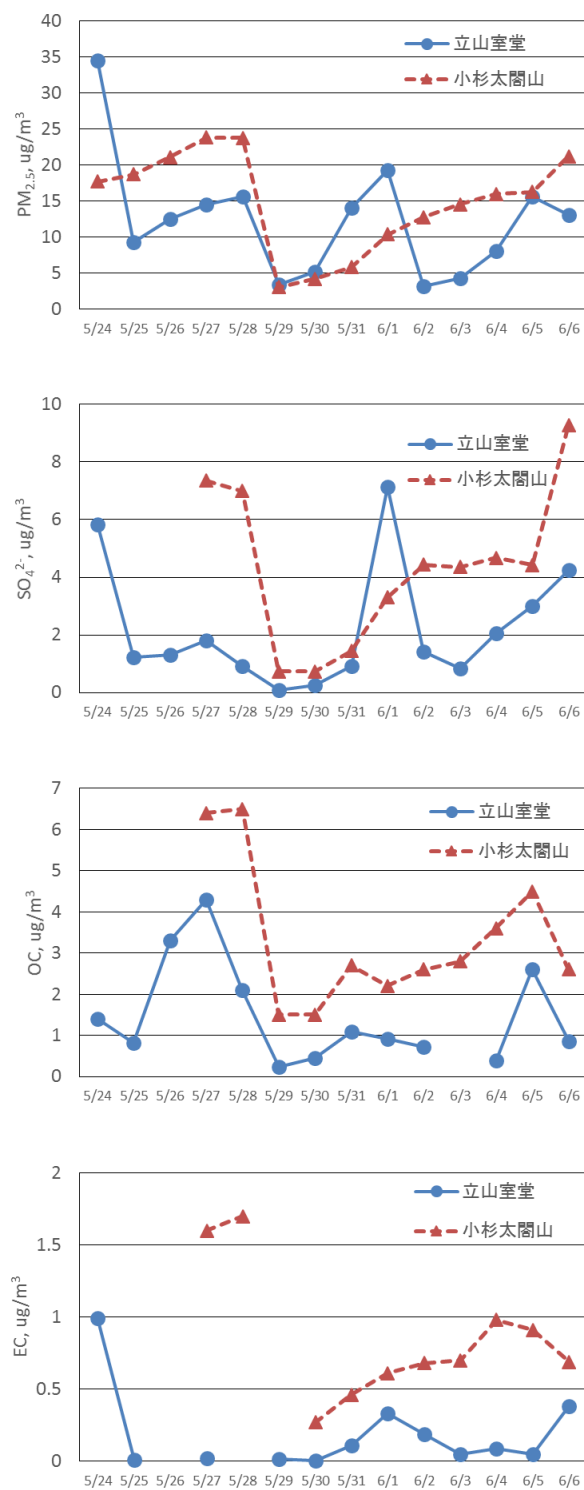


図 2(b) 令和元年の測定結果

られた。

PM_{2.5}濃度の平均値は、立山室堂で平成 30 年：13.3 μg/m³、令和元年 12.4 μg/m³、小杉太閤山で平成 30 年：11.5 μg/m³、令和元年：15.0 μg/m³であり、両地点の濃度差は小さかった。OC濃度の平均値は、立山

室堂で平成 30 年：1.2 μg/m³、令和元年 1.5 μg/m³、小杉太閤山で平成 30 年：2.5 μg/m³、令和元年：3.4 μg/m³であり、立山室堂の OC 濃度は小杉太閤山の約 1/2 であった。EC 濃度の平均値は、立山室堂で平成 30 年：0.2 μg/m³、令和元年：0.2 μg/m³、小杉太閤山

表1 立山室堂及び小杉太閤山における
測定結果 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

(1) 平成30年

	立山室堂		小杉太閤山	
	濃度範囲	平均値	濃度範囲	平均値
PM _{2.5}	2.4~21.6	13.3	4.6~22.1	11.5
SO ₄ ²⁻	0.02~3.6	1.7	1.1~7.4	3.1
OC	<0.049~2.8	1.2	1.2~4.7	2.5
EC	<0.0001~0.5	0.2	0.2~1.1	0.6

(2) 令和元年

	立山室堂		小杉太閤山	
	濃度範囲	平均値	濃度範囲	平均値
PM _{2.5}	3.2~34.5	12.4	3.0~23.8	15.0
SO ₄ ²⁻	0.1~7.1	2.2	0.7~9.3	4.3
OC	<0.049~4.3	1.5	1.5~6.5	3.4
EC	<0.0001~1.0	0.2	0.3~1.7	0.9

で平成30年： $0.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、令和元年： $0.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、立山室堂のEC濃度は小杉太閤山の1/3以下であった。立山室堂のPM_{2.5}、SO₄²⁻及びOC濃度は小杉太閤山と同程度の日もみられるが、EC濃度は平成30年5月22日を除いて立山室堂で顕著に低かった。立山室堂のEC濃度は定量下限値以下の日も多く、立山室堂は自動車の排気ガスなど人為汚染物質の影響が少ないため、EC濃度が低いと考えられる。

OCとECの散布図を図3に示す。小杉太閤山ではOCとECの間に正の相関がみられるのに対して、立山室堂では小杉太閤山と同様の正の相関がみられる日とEC濃度が極めて低い日とに分かれる傾向がみられた。立山室堂でEC濃度が高い日は越境輸送の影響を受けている可能性がある。

3.2 PM_{2.5}成分組成

立山室堂及び小杉太閤山におけるPM_{2.5}平均組成を図4に示す。立山室堂におけるPM_{2.5}濃度に占めるOC及びECの平均割合は、OCは平成30年：10.1%、令和元年12.4%、ECは平成30年：3.2%、令和元年：1.5%であった。小杉太閤山のOC及びEC濃度の平均割合は、OCは平成30年：24.6%、令和元年：28.0%、ECは平成30年：5.5%、令和元年：5.9%であり、立山

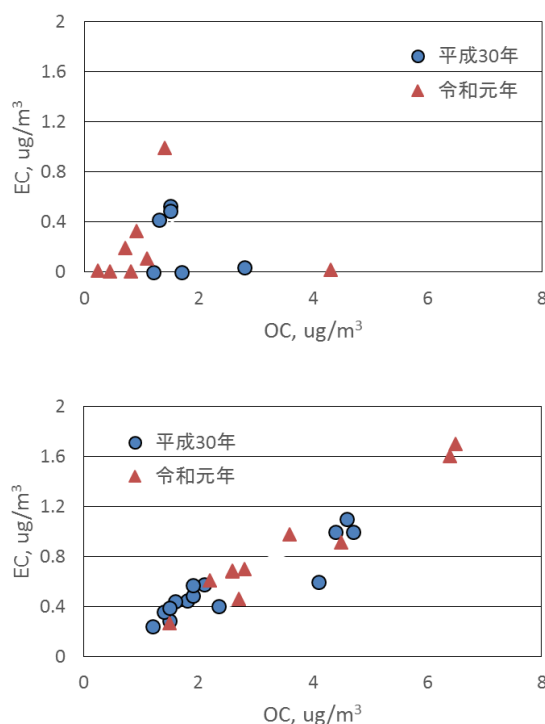


図3 OCとECの関係

(上) 立山室堂、(下) 小杉太閤山

室堂におけるPM_{2.5}に占める炭素成分の割合は小杉太閤山より小さかった。立山室堂のPM_{2.5}にはイオン成分及び炭素成分以外のものの割合が大きいことから、立山室堂のPM_{2.5}は水分を多く含んでいる可能性がある。また、SO₄²⁻の平均割合は小杉太閤山より立山室堂の方が小さいが、NO₃⁻の平均割合は両地点であまり変わらない傾向がみられることは興味深い。

4 まとめ

春季の立山室堂においてPM_{2.5}中のOC及びEC濃度を測定した。立山室堂のOC濃度は<0.049~4.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (平均1.2~1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)、EC濃度は<0.0001~1.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (平均0.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)であり、平野部の濃度より低い傾向がみられた。PM_{2.5}質量濃度に占めるOC及びECの平均割合は、OCが10~12%程度、ECは2~3%程度であり、平野部と比べて炭素成分の割合は小さかった。特にEC濃度が低いのは、立山室堂は自動車の排気ガスなど人為起源物質の影響が少ないためと考え

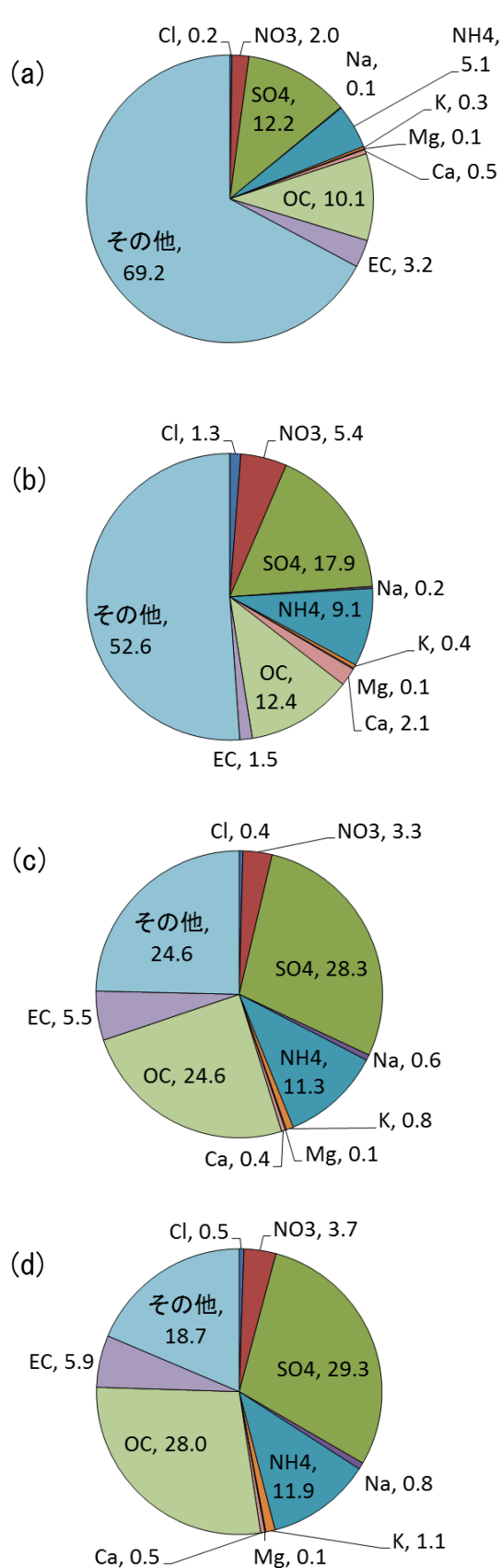


図 4 PM_{2.5} 平均組成

立山室堂 (a) 平成 30 年、(b) 令和元年
小杉太閤山 (c) 平成 30 年、(d) 令和元年

られる。立山室堂では、OC と EC に正の相関がみられる場合とそうでない場合があり、越境輸送の違いに関係している可能性がある。

5 成果の活用

今後はライダー観測結果や空気塊の輸送経路との関係について検討し、立山室堂における PM_{2.5} 成分濃度の変動要因や越境・地域汚染の寄与の解析を進めることにより、PM_{2.5} 削減対策に役立てる。

引用文献

- 1) 万尾ら：富山県の常時監視における PM_{2.5} 成分分析結果(平成 25 年度～令和元年度について)、富山県環境科学センター年報, **48**, 74-79, 2020
- 2) 環境省：大気中微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 成分測定マニュアル, 2013
- 3) 木戸ら：富山県におけるアジア大陸起源物質の影響に関する研究 (Ⅱ) (第 2 報)、富山県環境科学センター年報, **43**, 69-73, 2015
- 4) 相部ら：微小粒子状物質 (PM_{2.5}) の実態把握調査、富山県環境科学センター年報, **42**, 69-73, 2014

(2) 極端気象の予測による温暖化適応策の推進に関する研究 —温暖化による降雪の将来変化と消雪用地下水の合理的利用—

岩倉功貴 溝口俊明 島田博之

1 はじめに

近年、極端気象（猛暑日（日最高気温 35℃以上の日）や局所的短時間（ゲリラ）豪雨等）の増加が顕在化している。

当センターではこれまで、近未来における温暖化による気候の変化を予測してきたが¹⁾、これは文部科学省の委託研究（RECCA：気候変動適応研究推進プログラム）の成果を活用したもので、GCM（全球気候モデル）の出力値を境界値としたダウンスケーリング手法ではなく、客観解析データを用いた過去再現実験に地球温暖化による気候値の変化を加えたデータセットを境界値としてダウンスケーリングする手法（疑似温暖化実験）を用いて計算している。この手法では、現在の極端気象が温暖化によりどのように変化するかを評価できるが、極端現象の年々変動や頻度（極端な大雨や渇水年の頻度がどのように変化するかなど）についての評価は難しい。

そこで、本研究では文部科学省「気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）」で計算されたアンサンブル予測データを活用し、極端気象の変化を踏まえた降雪の変化を解析するとともに、本県の冬季の課題となっている消雪用地下水の利用による地下水位低下について、シミュレーションモデルを用いて将来変化を予測した。

2 解析方法

2.1 使用データ

本研究で使用する将来予測及び現状再現データは文部科学省の「気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）」により地球シミュレータを用いてd4PDF（地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース）を力学的ダウンスケールしたデータを使用した。

このデータは d4PDF 領域モデル実験の 20km 解像

度データを気象庁気象研究所の非静力地域気候モデル（JMA-NHRCM）を用いて 5km の解像度にダウンスケーリングしたものである。本データは東北から九州に至る領域をカバーし、①現在気候、②産業革命時から全球 2℃上昇（RCP8.5 シナリオで近未来 2040 年ころ）、③4℃上昇時（RCP8.5 シナリオで 21 世紀末 2090 年ころ）の 3 つの気候予測データが含まれる。多数の計算点数（各気候予測について 372 年分）を含むことから 100 年に一度といった極端気象の評価が可能である。成果等も含めたデータの概略は山崎ら²⁾を参考にされたい。

2.2 解析範囲

本研究では、富山県の平野部を解析範囲とし、その領域は図 1 のとおりである。この領域には 30 の格子点が含まれているが、3 点は海上、2 点はモデル上での標高が 200m を超える地点であり、他の地点とデータの傾向が異なることから、解析範囲から除いた。残りの 25 の格子点データの平均値を本県平野部の代表データとして解析した。



図 1 解析範囲（黒枠内）

電子国土 Web（国土地理院）を加工して作成

2.3 地下水位のシミュレート

地下水位の予測は、これまで当センターで地下水に関する研究を進めてきた富山市北部にある県所有の奥田北地下水位観測井の東側の地区を対象地域とした(図2)。この地域には2つの町内会が管理者として道路消雪用揚水設備(以下「揚水設備」という。)が9設備(No.1~9)設置されている。



図2 地下水位予測の対象地域

対象地域の地下水流動モデルは、米国地質調査研究所が開発したMODFLOWを用いて構築した。標高データは、国土地理院の基盤地図情報(10mメッシュ)を用いた。

また、構築したモデルの再現性を確認するため、平成30年2月3日から3月31日を調査期間とし、概ね1週間間隔でNo.7の道路消雪用設備の量水器から揚水量を把握し、モデル計算値と、奥田北県観測井戸の観測値の比較を行った。

3 結果

3.1 予測データの再現性

気候予測データの再現性を確認するため、予測データのうち現在気候の再現データ(以下、「現状再現」と富山地方気象台の観測値の比較を行った。

なお、気候予測データで出力される降雪に関する項目(雪の降水量:mm)と観測値の項目(降雪量:cm)が異なり、直接比較することは困難であるため、両データ共通の項目である気温の比較により気候予測データの再現性を確認した。

現状再現と観測値の11月から3月までの気温の

変化を図3に示す。初冬(11月)及び春先(3月)では両者は概ね一致した。一方、厳冬期(1~2月)の気温は一部の地点で現状再現が観測値より低くなっており、降雪の予測データについては過大に評価されている可能性がある。よって、以後の降雪の解析では絶対値での評価は行わず、現在から将来の変化量のみを評価し、報告する。

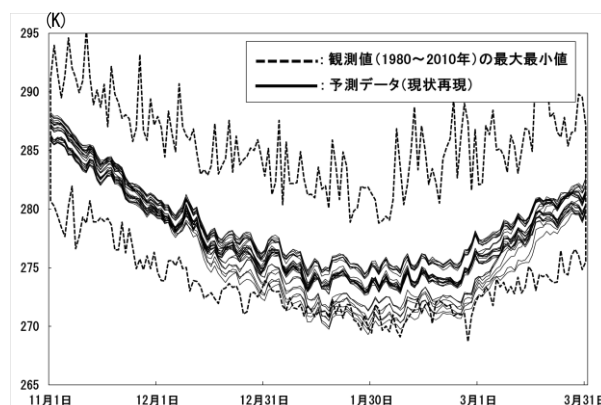


図3 現状再現と観測値の気温の比較

現状再現：31年分の日平均気温

観測値：1980~2010年の日平均気温の平均値

3.2 降雪の将来変化

3つの気候予測データの雪の降水量から年総降雪量及び年降雪日数の変化を解析した結果を図4及び図5に示す。降雪日数の解析にあたっては雪の降水量が24時間で0.5mmを超える日を降雪日としてカウントした。エラーバーは372年の最大値及び最小値を示している。

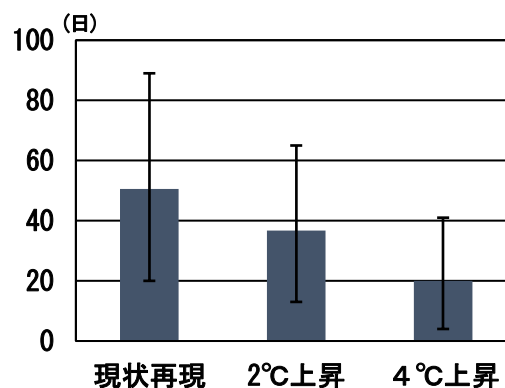


図4 年降雪日数の変化

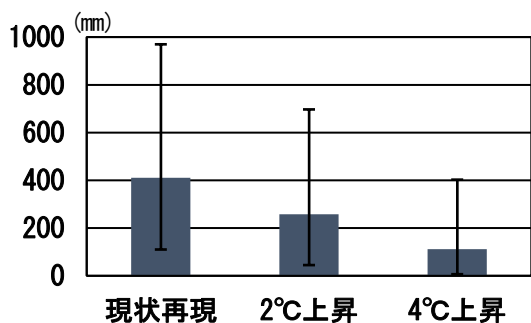


図5 年総降雪量の変化

年総降雪量、雪日数ともに2°C上昇、4°C上昇と温暖化が進行するにつれて大きく減少する結果となり、現状再現と比較して2°C上昇では雪日数は27%減少、総降雪量は37%減少し、4°C上昇では雪日数は60%減少、総降雪量は73%減少する結果となった。

また、現在の10年に一度の大雪（総降雪量の多い年）の発生頻度を解析したところ、2°C上昇では75年に一度、4°C上昇では計算した372年では同等の降雪が観測された年は存在しなかった。

将来降雪日数や降雪量が減少することから、揚水設備の稼働時間は短くなり、シーズンを通した地下水の揚水量は減少すると推測される。

一方、初鹿ら（2017）は平野部の年総降雪量は近未来には現在の60%程度減少するが、短時間の降雪については現在の80%程度と年総降雪量のように減少しないことを報告しており¹⁾、短時間の大雪により地下水位が急激に低下する可能性は排除できない。そこで、気温が上がった将来の短時間降雪量の変化を確認するため、年総降雪量と短時間（6時間、1日、1週間）降雪量の年最大値を解析した（図6）。

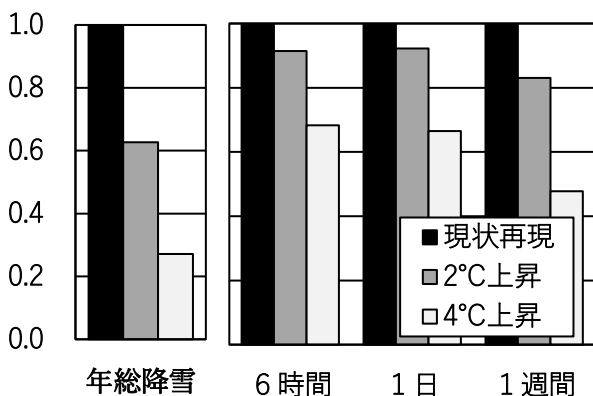


図6 年総降雪量と短時間降雪量の年最大値 (372年平均)

現状再現から2°C上昇、4°C上昇と温暖化が進行するにつれ、年総降雪量は現状再現の63%、27%と大きく減少するが、短時間の降雪については2°C上昇では83%から92%、4°C上昇では48%から68%と初鹿らの報告と同様に年総降雪量のように減少しない結果が得られた。

3.3 地下水位のシミュレート

3.3.1 シミュレートモデルの再現性

平成30年2月の県の観測井戸の地下水位と降雪量の関係を図7に示す。地下水位の日平均値（標高）は、2月4日から低下し始め、6日に-7.6mを観測し、定常状態に戻りつつあった3月末の地下水位（4.9m）と比較して12.5m低下した。調査期間中に最も水位が低下した日は、2月13日の-8.3m（13.2m低下）であった。なお、調査期間中の降雪量は2月5日が54cm、2月12日が43cmであった。

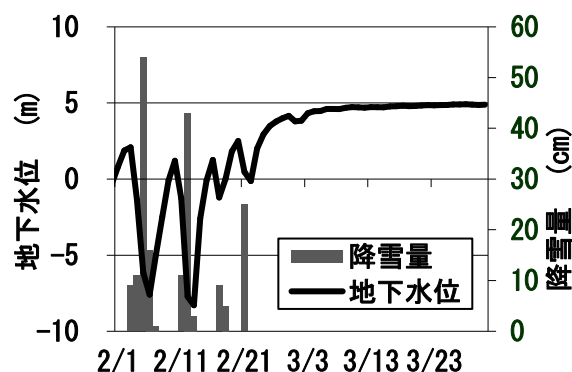


図7 H30.2の地下水位と降雪量

モデルに揚水量を入力するにあたり、No.7以外のその他の設備については、平成27年度に実施した調査で得られたNo.7との関係から見込まれた稼働時間にポンプ能力を乗じて揚水量を推定した（表1）。

表1 各設備のNo.7に対する稼働比率

設備	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
稼働時間	202	203	140	262	190
対No.7比	111.3	112.1	77.0	144.2	104.6
設備	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	
稼働時間	—	181	178	130	
対No.7比	106.8	100	98.1	71.7	

No.6 はデータが存在しないため平均値を採用した。

また、概ね1週間間隔で把握したNo.7の揚水量は、富山地方気象台のデータから算出した気温2℃未満時の降水量を用いて按分し、日ごとの揚水量を推定した。これらをモデルへ入力し地下水位を計算した結果、水位の低下があった2月6日及び13日頃の観測値（低下量）12.5m、13.2mに対して、計算値は11.4m、12.3mであり最大8.7%の誤差が生じたが、地下水位の低下を概ね再現した。（図8）。

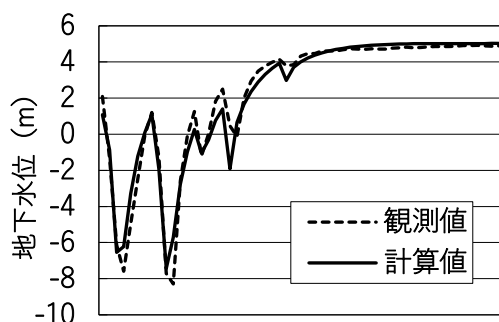


図8 計算値と観測値の比較

3.3.2 地下水位の将来予測

地下水位の低下は設備の継続稼働により起こり、降雪の強度によらない。1日～3日程度にわたり降雪が継続する際に起こる。地下水流動モデルを用いた予測の際には、消雪設備の稼働時間を入力値とするため、降雪量から降雪時間に変換する必要があるが、本研究では表2の条件にて稼働時間を計算した。

表2 消雪設備の稼働時間の計算方法

雪の降雪量の1時間値 (mm)	消雪設備の稼働時間 (h)
0.5以上2未満	0.5時間
2以上	1時間

この方法にて求めた消雪設備の稼働時間を基準に、奥田北観測井周辺の9つの消雪設備の稼働比を乗じることで各消雪設備の稼働時間を求め、地下水位のシミュレートを行った。

シミュレートは現状再現、2℃上昇、4℃上昇のそれぞれの372年分のデータのうち消雪設備の72時

間稼働時間の大きい37年分を10年に1度の大雪年として抽出し、計算した。

シミュレート結果を図9に示すとともに消雪設備の年総稼働時間及び年最大地下水位低下量を平均した結果を図10に示す。

消雪設備の年総稼働時間は、現状再現、2℃上昇、4℃上昇それぞれ抽出した37年平均で、196時間、149時間、75時間と温暖化が進行するにつれて減少する。

一方、年最大地下水位低下量は、現状再現と比較して、4℃上昇では減少するが、2℃上昇では減少しない結果となった。

パリ協定では産業革命以降の気温上昇を2℃未満に抑制する目標を掲げているが、仮にその目標が達成した場合でも、地下水位が大幅に低下する可能性が残るため、地下水の節水等の対策が必要となる。

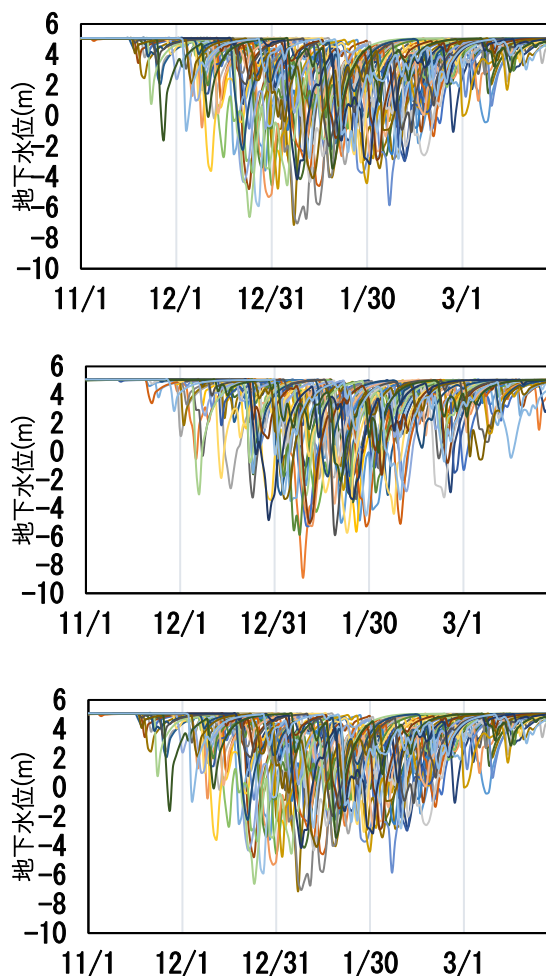


図9 地下水位のシミュレート結果
（上段）現状再現（中段）2℃上昇（下段）4℃上昇

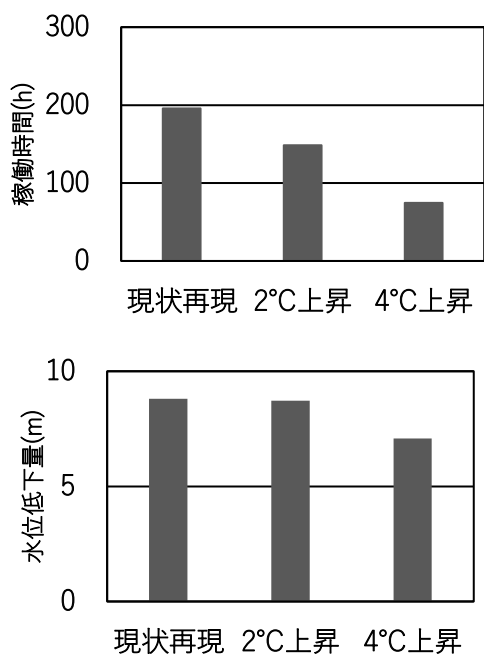


図10 消雪設備の年総稼働時間（上）
年最大地下水位低下量（下）

3.4 地下水温を考慮した散水量削減

地下水の節水策として地下水の水温による節水の検討を行った。対象地域に設置されている各設備の地下水温は 11℃～18℃の範囲であり(図 11)、現地の道路状況 (No.7 地点：地下水温 13℃) から 13℃の水温で道路の雪は溶けると判断し、路面消・融雪施設等設計要領の必要散水量の算出式を参考に各設備の地下水温に対応する必要散水量を求めた。



図11 各設備の地下水温

この結果、必要散水量は、地下水温が 18℃の場合 13℃の場合と比べて 20%減少、11℃の場合は 13%増加した(表 3)。このことから地下水温に応じて設備の稼働時間を調節することにより散水量を削減することが可能であると考えられた。

表3 地下水温を考慮した散水削減率

設備	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
地下水温 (℃)	18	17	18	14	11
必要散水量 (ℓ/min/m ²)	0.20	0.21	0.20	0.24	0.28
削減可能率(%)	20	16	20	5	-13
設備	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	
地下水温 (℃)	13	13	15	15	
必要散水量 (ℓ/min/m ²)	0.25	0.25	0.23	0.23	
削減可能率(%)	0	0	9	9	

各設備の必要散水量から削減可能率を求めたところ、地下水温が最も高いNo. 1及びNo. 3の設備(18℃)では 20%削減可能である一方、地下水温が最も低いNo. 5の設備(11℃)では、13%増加することとなった。算出した削減可能率に基づく各設備の揚水量は、全体として約 6,200m³の削減、7%の削減効果が見込まれた。

4 まとめ

文部科学省「気候変動適応技術社会実装プログラム (SI-CAT)」で計算したデータを活用し、産業革命以降世界平均気温が 2℃及び 4℃上昇した場合の本県の降雪変化を解析するとともに、地下水位のシミュレーションモデルを用いて本県奥田北地域の地下水位の予測を行った。本県平野部での将来の降雪は温暖化の進行に伴い大きく減少するが、短時間の降雪の減少は小さい。また、地下水位は、気温が 2℃上昇した将来においても現状と同程度低下する結果が得られた。同地域において地下水温による節水を検討したところ、7%の散水量削減が見込まれた。

5 成果の活用

本研究の成果は、将来における地下水障害対策の検討や地下水の合理的利用のための基礎資料となる。また、地下水保全の啓発資料となる。

6 謝辞

本研究では文部科学省の気候変動適応技術社会実装プログラム (SI-CAT) により地球シミュレータを用いて d4PDF を力学的ダウンスケーリン

グしたデータを使用した。

参考文献

- 1) 初鹿ら: 富山県の温暖化に関する調査研究(Ⅲ) -富山県の気候の気候近未来予測-, 富山県環境科学センター年報, 74-79, 2017
- 2) 山崎ら: 5km 力学的ダウンスケーリングデータセット (SI-CAT DDS5TK) の概要, シミュレーション, 145-149, 2019

(3) 富山湾沿岸海域における栄養塩類の動態特性 (第2報)

中易佑平 日吉真一郎 源将 天野智順 江野本貴之

1 はじめに

近年、富山湾のCOD年間評価(75%値)は環境基準を達成しているが、夏季を中心に内部生産による基準値超過が起きている。沿岸海域の水質を良好な状態に保つことは重要な課題であり、そのためには栄養塩類等の物質循環のメカニズムを解明する必要がある。過去の研究では、冬季に鉛直混合で深層からも栄養塩類などの物質が供給されていることは明らかになっているが、物質の詳細な供給源や割合は明らかになっていない。

本研究では、内部生産の主な原因である栄養塩類の鉛直分布を水深別に調査し、河川や深層から沿岸海域へ供給される汚濁物質と、栄養塩類による水質への影響を明らかにすることを目的とする。なお、本報告では2020年度の調査結果について考察した結果を報告する。

2 調査地点及び調査方法

2.1 調査地点

調査は、2020年5月8日、8月4日、11月24日、及び2021年2月15日に富山県農林水産総合技術センター水産研究所の調査船「はやつき」にて行った。小矢部川河口から直線4kmまでにある公共用水域の3地点と、この地点に平行した3地点において調査を実施した。調査地点は、表層には一級河川であ

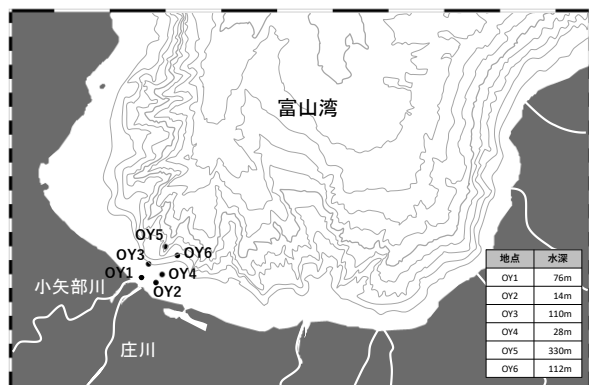


図1 調査地点

る小矢部川と庄川の河川水が流入し、海底は水深約14mから330mまで急激に変化する峡谷のような地形となっている。調査地点の詳細を図1に示す。

2.2 観測及び測定方法

観測は、CTDを用いて船上から海中に垂下し、水温、塩分、溶存酸素量(DO)、クロロフィル濃度(Chl-a)を測定した。採水はバンドン採水器を用いて水深0.5、2、10、25、50、100、200、300mで行い、測定項目ごとに分取した。採取した試料は全窒素(TN)、全りん(TP)及び栄養塩類(亜硝酸態窒素: $\text{NO}_2\text{-N}$ 、硝酸態窒素: $\text{NO}_3\text{-N}$ 、アンモニア態窒素: $\text{NH}_4\text{-N}$ 、りん酸態りん: $\text{PO}_4\text{-P}$ 、けい酸態けい素: $\text{SiO}_2\text{-Si}$)を、QuAatro2-HR (BL-TEC)を用いて測定した。

3 結果及び考察

3.1 CTD観測結果

地点OY5における水温、溶存酸素量、塩分の鉛直分布を図2に示す。水温、溶存酸素量、塩分は水深200mを境に、季節変化のある上層と、変化の少ない下層に分けることができる。これは200m以深に日本海固有水と呼ばれる水温が低く塩分が一定な深層水が存在していることを示している。

水温は、8月に上層で全体的に高く、70mで成層が形成されていた。11月には90mまで鉛直混合が起きており、鉛直混合の起きている層での水温は19℃であった。2月には150mまで鉛直混合が起きており水温12℃であることが分かった。2020年5月は50m以深では2月と同じ鉛直分布を示しており、鉛直混合は150mまで起きていることが分かった。

塩分は、河川などから流入した淡水の影響により、5月は13m、8月は70m、11月は80m、2月は150mより浅いところで低くなっている。これは成層や鉛直混合の深さをそれぞれ反映した深さとなっている。また、8月に水深80mで34.4psuと極大となっ

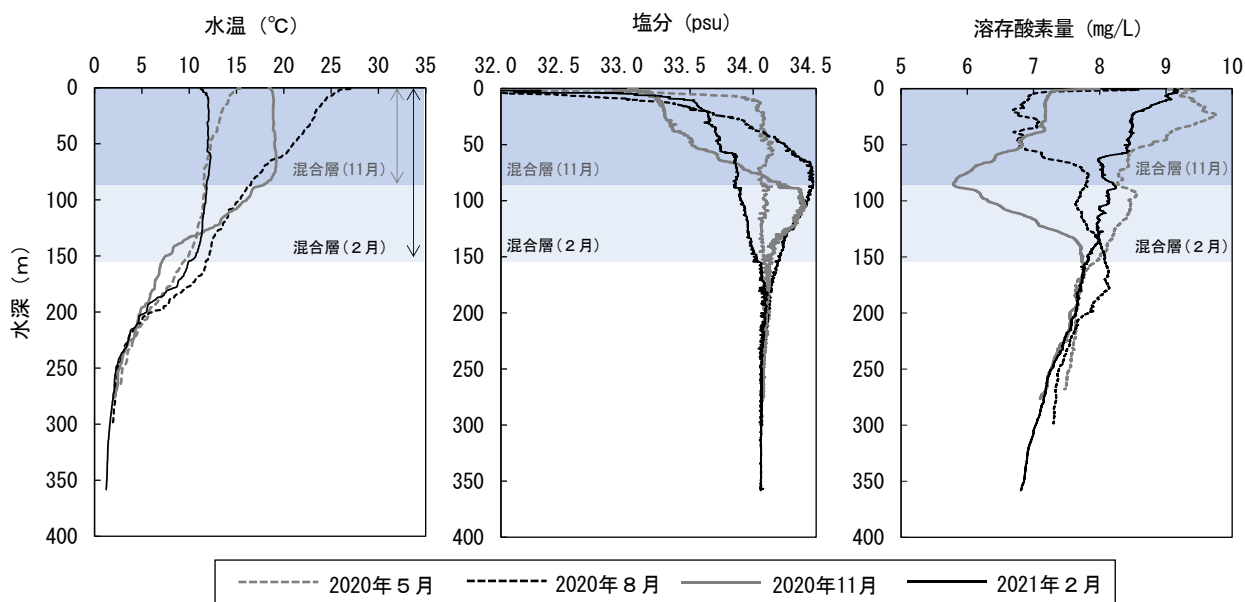


図2 CTD観測結果 (地点OY5)

ているが、これは富山湾では夏に湾外から対馬暖流を由来とする塩分が 34.15psu 以上の海水が流入することが知られており¹⁾、この湾外の海水の影響を受けて塩分が高い値を示したと考えられる。また、11月から2月の鉛直混合による淡水との混合によって薄まったことがわかる。

溶存酸素量は、200m以浅では季節変化が大きく、200m以深では6.8~8.0mg/Lと比較的高い値で水深別の季節変化は小さかった。これは200m以深に存在する日本海固有水の溶存酸素量がおよそ6.4mg/L³⁾と高いためである。50m以浅では5月に9.7mg/Lとなったが、これは植物プランクトンの光合成によると考えられる。一方、8月は6.8mg/Lとなったのは成層が形成したことで表層からの酸素の供給が少なかったためである。50m以深では、11月の90mで5.8mg/Lと極小値となった。これは、11月の鉛直混合は90mであり、夏に70mで形成した成層が完全に解消していないため、成層の下層と日本海固有水の間で酸素の供給が少ない状態で溶存酸素が消費されたためと考えられる。

3.2 栄養塩類濃度の鉛直分布

栄養塩類の内、硝酸態窒素、りん酸態りん、けい酸態けい素の鉛直分布を図3に示す。

硝酸は、100m以浅で季節変化が見られた。特に50mでは5~11月に0.05mg/L未満であり、植物プラ

ンクトンの消費によるものと考えられる。2月は0.5mから100mまで変化が小さかった。200mでは、5月は0.13mg/L、8~2月は0.20~0.22mg/Lと、5月は他の季節と比較して低い値だった。これは、奈倉ら(1989)²⁾の調査でも報告されており、富山湾全体の季節変化であると考えられる。

りん酸は、100m以浅で季節変化が見られ、5~11月が低い値であり、植物プランクトンの消費によるためと考えられる。2月は25mから100mまで0.007~0.010mg/Lと他の季節よりも高い値で均一に分布しており、鉛直混合により高くなったと考えられる。200m以深では0.030~0.054mg/Lと高い値で分布しており、深さによる季節変化は小さかった。

けい酸は、0.5~2mは0.10~0.74mg/Lで変化が大きく、河川水からの供給である。10~100mは0.01~0.17mg/Lで季節変化が見られ、5月が最も低く、2月は高かった。200m以深では0.54~1.1mg/Lと季節変化はほとんどなかった。

3.3 日本海固有水の水深100m以浅への影響

栄養塩類は100mで11月と2月に増加する傾向が見られた。季節変化のある上層と日本海固有水の存在する200m以深の下層には水温躍層が存在し、上下の水の交換が少ない。しかし、11月は水温躍層が80~140m付近まで浅くなったことで、日本海固有水と150m付近の海水の交換が起き、栄養塩類が供給

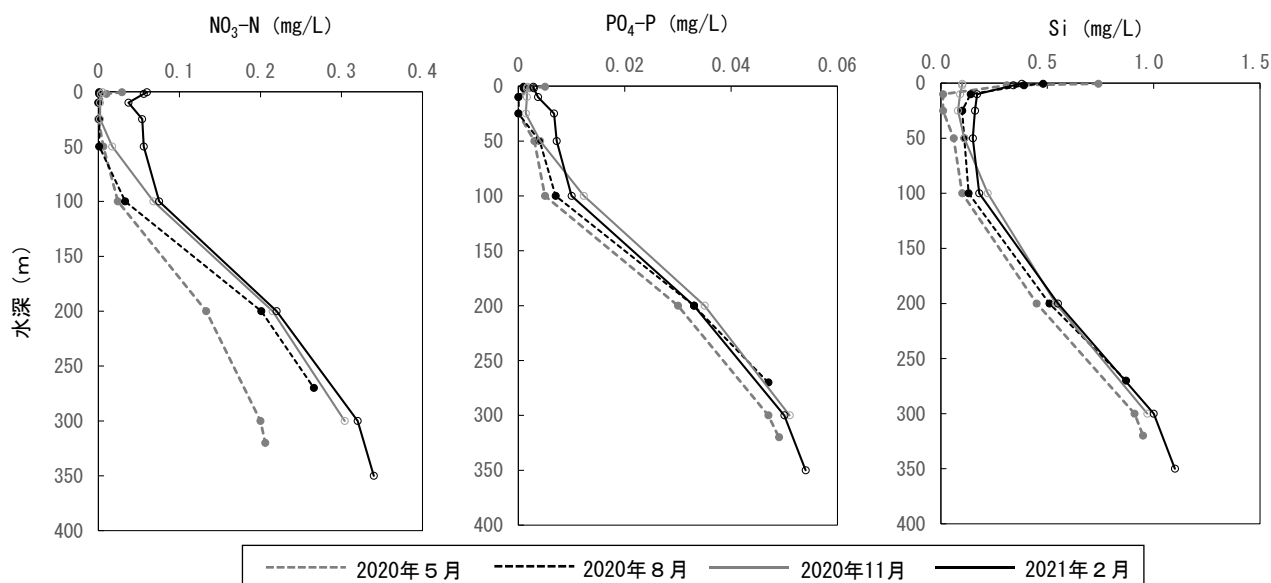


図3 栄養塩類の鉛直分布（地点OY5）

され、2月に150mまで鉛直混合が起きた時に上層まで供給されている可能性がある。この詳細な栄養塩類の供給システムについては、より詳細な調査により明らかになることを期待したい。

4 まとめ

今回の調査で小矢部川河口海域での冬季の鉛直混合が150m付近まで起きていることが明らかになった。200m以深には栄養塩類を多く含む日本海固有水が存在していた。

冬の100m以浅での栄養塩類の増加は、秋の水温躍層の存在する深さの変化と冬の鉛直混合が合わさったためである可能性がある。本件については今後の調査で詳細に解明したい。

5 成果の活用

沿岸海域の物質循環機構を把握することで、環境保全や水産資源の保全に役立てていく。さらには、

将来の気候変動によって引き起こされる沿岸海域への影響を予測し、対応するための基礎資料とする。

謝辞

本研究を進めるにあたり、富山県水産研究所「立山丸」船長、乗組員の皆様、職員の皆様には、大変お世話になりました。深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 八田ら：富山湾の水塊構造と河川水・沿岸海底湧水による淡水フラックス，地球化学39，157—164（2005）
- 2) 奈倉ら：富山湾における深層水の水温，塩分等の鉛直分布，富山県水産試験場研究報告 第1号（1989）
- 3) 気象庁ホームページ，https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/shindan/e_2/maizuru_koyusui/maizuru_koyusui.html

(4) 災害時における化学物質の初期モニタリングと廃棄物対策に関する研究 (第2報) —災害時における PRTR 対象物質の流出に備えた技術情報の整備—

水田圭一

1 はじめに

災害時の化学物質の河川への流出に際して、環境モニタリング及び流出拡大防止措置を迅速かつ効率的に行うための体制整備を目的に、県内で使用されている化学物質の情報を整理したうえで、測定方法とあわせて地理情報システム (GIS : Geographic Information System) により見える化した結果について報告したところである。第2報では、数値標高モデル (DEM: Digital Elevation Model) データを用いた地形解析と化学物質情報の流出源の特定について検討したので報告する。

2 方法

2.1 使用する GIS データ及びソフトウェア

GIS データとして本報告で使用したデータを表1に示す。GIS ソフトウェアは、QGIS3.16 を使用した。また、PRTR データについては、令和2年度に作成したポイントデータを利用した。

2.2 GIS による地形解析及び化学物質ポイントデータの抽出

本研究の解析対象地は、富山県南砺市から高岡市に位置する小矢部川流域を対象とした。(図1)

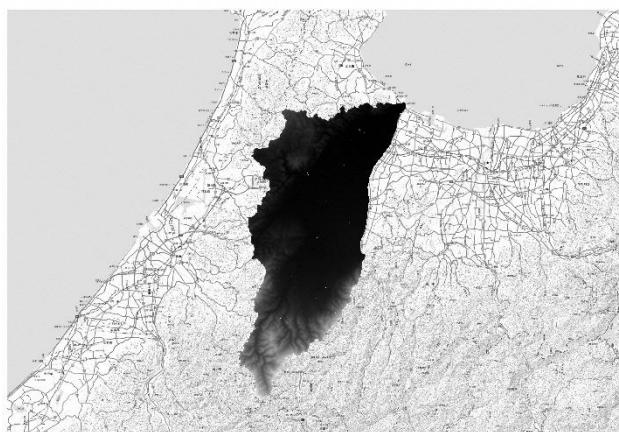


図1 小矢部川流域図

地形解析方法は、国土地理院から得た DEM データを対象流域で切り抜いたうえで、DEM データから傾斜を判断して水の流れる範囲を推定する QGIS の watershed という機能を利用して地形解析を行った。

3 結果

3.1 流域分割のセルサイズの検討

Watershed ツールを使用する際、外部流域の最小セルサイズを指定する必要がある。単位はピクセルで、今回使用した画像データはピクセル数: X=2,295、Y=4,118 で、実距離 (メートル) は X=26,812m、Y=48,110m、1ピクセルの実距離は X=11.68m、Y=11.68m である。指定したセルサイズと実距離、流域数を表2に示す。また、それぞれの解析結果を図2~5 (セルサイズ) に示す。

表2 外部流域最小セルサイズと流域数

最小セルサイズ	実距離 (m)	流域数
300	202.35	35,072
3,000	639.90	8,134
30,000	2,023.54	1,397
300,000	6,398.99	104

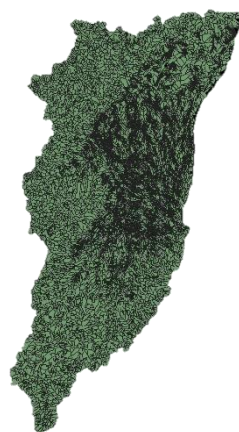


図2 解析結果 (300)

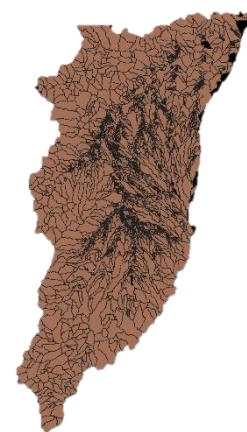


図3 解析結果 (3000)

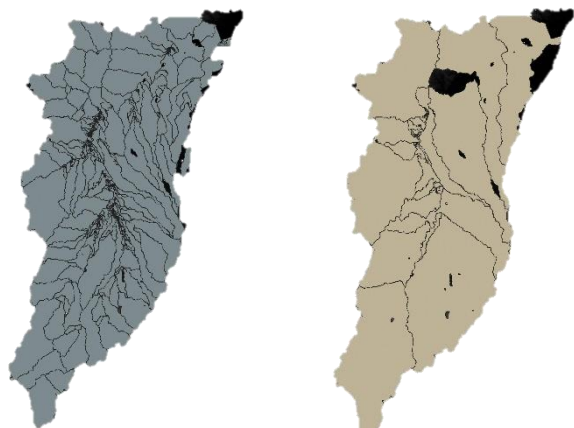


図4 解析結果(30000) 図5 解析結果(300000)

広域で見ると、図2、3のようにセルサイズを小さくすると流域が細かくなることが分かった。一方、図4、5は概ね支川の流域に分かれた。しかし、低地部分では図4、5の黒色部分は流域に分けることができなかった。これは、標高の差が小さく、また、流域最小セルサイズに入りきらなかったため計算できなかったものと推測できる。

広域、または、詳細領域で解析する場合は、それぞれ用途が異なると想定されるため適切なセルサイズの指定が重要である。

3.2 各流域と PRTR 事業所の解析

PRTR 事業所から流出が起きた場合の流出先を推測するため、3.1 で作成した流域セルサイズ 300 の流域と PRTR 事業所を GIS 上で統合処理を行い、その結果の拡大図を図6に示す。

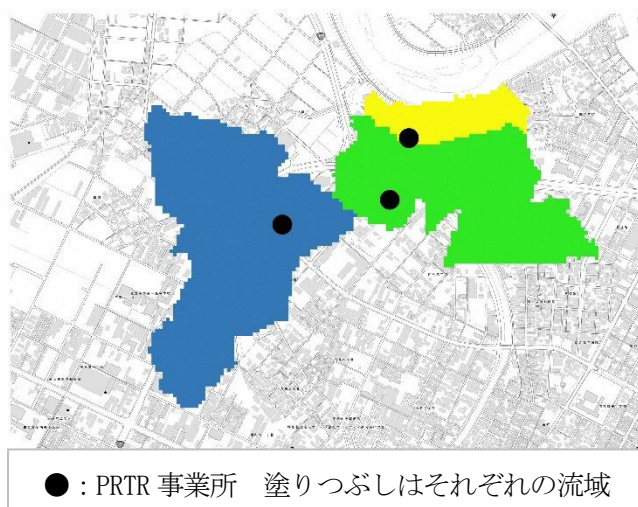


図6 分割された流域と PRTR 事業所

一般的に液体は高い地点から低い地点へ流れることから、最も標高の低い部分に流出したものが集まることとなる。そこで、DEM データからこれら分割された流域を抽出し、最も低い部分を濃くしたものを図7に示す。

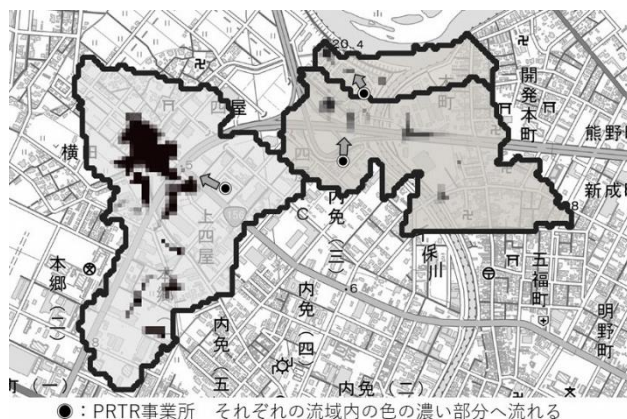


図7 PRTR 事業所と流域内の最低標高地点

この図から、PRTR 事業所から流出が起きた場合、河川方向に向け標高の低い部分に流出物が集まるので、回収や流出防止策を実施するための地域を予測することができることが分かった。

4 まとめ

今回、GISの地形解析における流域分割方法の検討と分割した流域におけるPRTR事業所の抽出とその流出先の予測方法について検討した。その結果、流域を分割するための最小セルサイズを変更することで、広域から詳細領域まで目的に応じた流域分割が可能になることが分かった。また、それら分割した流域のDEMデータを利用することで、流域内の流れ出る箇所への予測にGISが有用であることが分かった。

今後、近年増加している河川の氾濫による化学物質の流出に対応するため、河川の氾濫予測シミュレーションを活用した化学物質の流出に対する技術情報の整備を行いたい。

参考文献

- 1) PRTR インフォメーション広場 (環境省) : <https://www.env.go.jp/chemi/prtr/risk0.html>
- 2) 国土数値情報ダウンロードサービス (国交省) : <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>

表1 使用ソフトウェアと使用データの出典

データ及びソフトウェア	入手元
QGIS3.16	https://qgis.org/
流域メッシュデータ	国土数値情報ダウンロードサービス
広域地図	国土地理院「地理院タイル」を加工して作成
DEMデータ（10mメッシュ）	国土地理院基盤地図情報を加工して作成 https://fgd.gsi.go.jp/download/mapGis.php?tab=dem

(5) LC-MS/MS を用いた化学物質の一斉分析方法の開発

江野本貴之 源将 中易佑平

1 はじめに

東日本大震災や熊本地震、そして平成 30 年 7 月の豪雨など、近年、大規模な災害が頻発しており、災害時には化学物質の製造や貯蔵などの施設から、有害物質等化学物質の流出が懸念されることから、迅速な環境モニタリング調査が必要とされている。

水質分析において、LC-MS/MS は、分子量が大きく極性が高いものでも分析が可能であるなど、分析対象物質の範囲が広い。LC-MS/MS を所有している県内の分析機関が少ない中、同機器で測定可能な物質の一斉分析技術を確立することで、県の分析体制・災害時の危機管理体制の強化を図ることができると考えられる。

本研究では、PRTR 制度のデータベースより県内で排出・移動実績のある 10 物質を選定し、一斉分析する条件を検討した。

2 実験方法

2.1 分析対象物質

PRTR 制度の対象物質である第一種指定化学物質のうち、県内で排出・移動実績のある次の 10 物質を対象とした。

アクリルアミド、2-アミノエタノール、エチレンチオ尿素、EPN、チオベンカルブ、N,N-ジシクロヘキシルアミン、チオファネートメチル、チオ尿素、ピペラジン、りん酸トリフェニル

2.2 試薬

標準物質は、和光純薬㈱及び AccuStandard®のものを使用した。

メタノール及びギ酸は和光純薬㈱の LC/MS 用を用いた。

2.3 装置

HPLC は、Waters 社の ACQUITY UPLC を、MS は、Waters 社の Xevo TQD を使用した。

カラムは Waters 社の Acquity UPLC® HSS C18 1.8mm 2.1×100mm Column を使用し、カラム温度は 40℃とした。

2.4 溶液調整

標準物質は、メタノールで 10 mg/L 溶液を調製し、それを超純水/メタノール (体積比 1:1) で希釈して目的濃度に調製した。

2.5 ESI を用いたイオン化条件の検討

それぞれの物質について、100 μg/L 標準溶液を作製し、ESI の条件を検討した。

2.6 検量線の作成

それぞれの物質について、1 μg/L から 100 μg/L までの溶液を調製し、検量線を作成した。

2.7 IDL、IQL の確認

検出限界値 (IDL) 及び定量下限値 (IQL) は、環境省の化学物質環境実態調査の手引き¹⁾を参考に、最低濃度の標準溶液を 10 回測定することで求めた。

$$IDL = t(9, 0.05) \times \sigma_{9,1} \times 2$$

$$IQL = 10 \times \sigma_{9,1}$$

なお、 $t(9, 0.05)$ は Student の t 分布で危険率 5%、自由度 9 の t 値であり、1.833 である。また、 $\sigma_{9,1}$ は標本標準偏差である。

3 結果及び考察

3.1 移動相条件

サンプルから標準溶液を 10 μL 注入し、移動相には 0.5%ギ酸水溶液及びメタノールをグラジエントをかけて混合した溶液を用いた。移動相条件は表 1 のとおりとした。

3.2 検討結果

結果は表 2 のとおりであり、水質汚濁防止法にお

ける基準値が規定されている物質については 10 分の 1 未満の値で定量でき、またその他の物質については環境省の「化学物質の環境リスク初期評価」における水生生態系に対する PNEC（予測無影響濃度）以下の濃度で定量でき、いずれの物質についても今後の同時分析に使用できることが示された。

この中で、エチレンチオ尿素、チオ尿素及びりん酸トリフェニルについては、ブランク溶液から 0.33～0.58 $\mu\text{g/L}$ 検出された。りん酸トリフェニルについては、デュラン瓶の樹脂製キャップやバイアルキャップ等から汚染される可能性が示唆されており²⁾、今後、使用器具や分析条件を再検討する。

4 まとめ

県内で排出・移動実績のある第一種指定化学物質のうち、10 物質について一斉分析法を確立した。今

後は、同時分析可能な物質数の拡充、前処理方法及びマトリックス効果の影響評価等を検討する。

5 成果の活用

災害時における公共用水域等への化学物質の流出実態の迅速な把握が可能となり、事業所の住所情報等の PRTR データと組み合わせることで、発生源の究明及び適切な対策の実施につなげる。

参考文献

- 1) 化学物質環境実態調査の手引き(平成 27 年度版), 平成 28 年 3 月(環境省)
- 2) りん酸トリフェニル; りん酸(2-エチルヘキシル)ジフェニル; りん酸ジ-ノルマル-ブチル=フェニルの分析法(LC/MS/MS)(水質), 平成 29 年 12 月(札幌市衛生研究所)

表 1 移動相条件

Injection Volume	Solution A	Solution B	Flow Rate	Gradient condition
10 μL	0.5% Formic Acid	Methanol	0.2 mL/min	0.0 → 0.5 min B: 5% → 5%
				0.5 → 15.0 min B: 5% → 95%
				15.0 → 21.0 min B: 95% → 95%
				21.0 → 21.5 min B: 95% → 5%
				21.5 → 26.0 min B: 5% → 5%

表 2 各物質の分析結果

Compounds	Cone Voltage (V)	Collision Energy (eV)	Ion Mode	Precursor Ion (m/z)	Product Ion (m/z)	RT (min)	IDL ($\mu\text{g/L}$)	IQL ($\mu\text{g/L}$)	PNEC 及び基準値等 ($\mu\text{g/L}$)
アクリルアミド	24	8	ESI+	71.8	54.8	1.86	0.12	0.32	41
2-アミノエタノール	20	6	ESI+	61.9	43.9	1.18	0.14	0.37	25
エチレンチオ尿素	34	14	ESI+	102.8	43.8	1.32	0.063	0.17	133
EPN	30	24	ESI+	323.9	157.0	16.86	0.057	0.16	6 ^{*1}
チオベンカルブ	30	16	ESI+	258.0	124.9	16.74	0.092	0.25	20 ^{*2}
N,N-ジシクロヘキシルアミン	36	28	ESI+	182.0	54.9	9.84	0.040	0.11	0.49
チオファネートメチル	30	20	ESI+	342.8	150.9	12.08	0.10	0.28	3000 ^{*3}
チオ尿素	28	10	ESI+	76.8	59.8	1.29	0.11	0.29	4.8
ピペラジン	36	12	ESI+	86.9	43.8	1.07	0.15	0.42	3
りん酸トリフェニル	54	26	ESI+	326.9	214.9	16.29	0.19	0.53	3

* 1 公共用水域における指針値(要監視項目)

* 2 公共用水域における基準値(健康項目)

* 3 ゴルフ場排水における水濁指針値

(6) 富山県における温暖化に伴う水質変動に関する研究 (第1報) —富山県における河川の水温等の変動と気温上昇との関係—

日吉真一郎 源将 中易佑平 神保高之

1 はじめに

気象庁の「気候変動監視レポート」などによると、日本の平均気温は過去100年間に1.24℃上昇しており、富山県でも21世紀末には平均気温が5℃上昇する可能性が予想されている。

また、国の気候変動適応計画によると、気候変動によって水温、水質、流域からの栄養塩類等の流出特性の変化が想定されると指摘されている。実際に全国の公共用水域(河川・湖沼・海域)の過去約30年間(1981～2007年度)の水温は、4,477観測点のうち、夏季は72%、冬季は82%で水温の上昇傾向があることが確認されているが、特定の河川において水質、水温の変化を予測する研究事例は十分に進められていない。

このため、富山県内における公共用水域(河川)の過去の水温等の測定データを解析し、県内河川における将来の水質への影響を考察した。また、沿岸海域についても、代表地点として、小矢部川河口海域(0Y-5)及び神通川河口海域(0Y-5)の水温変化を調べた。

2 方法

富山地方気象台で観測された月平均気温並びに県、国土交通省富山河川国道事務所及び富山市が測定した水温、pH、D0のデータを使用し、解析期間は、河川については1981年4月～2018年3月までの37年間、海域については1977年4月～2018年3月までの41年間のデータを解析した。また、調査地点は、いずれも環境基準点のうち、年12回測定を実施している地点とした。

解析結果については、Mann-Kendall検定でトレンドを検出(5%棄却で有意性があるものを「有意」と判断)し、有意なものについてはSen's Slopeにより変化率を求めた。

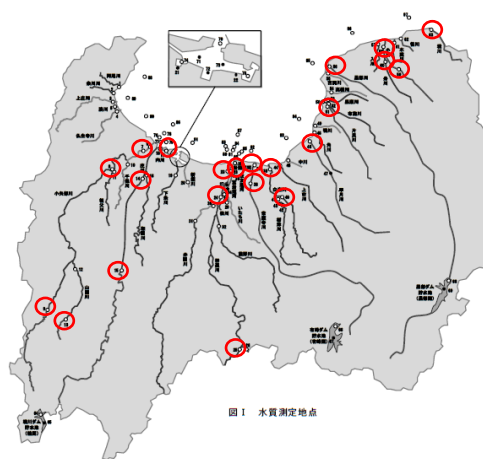


図1 水質測定地点

図1 今回データを使用した調査地点

3 調査結果

3.1 河川水温

気温と水温の年度平均値の変化(経年変化)について解析したグラフの一例を図2に示す。

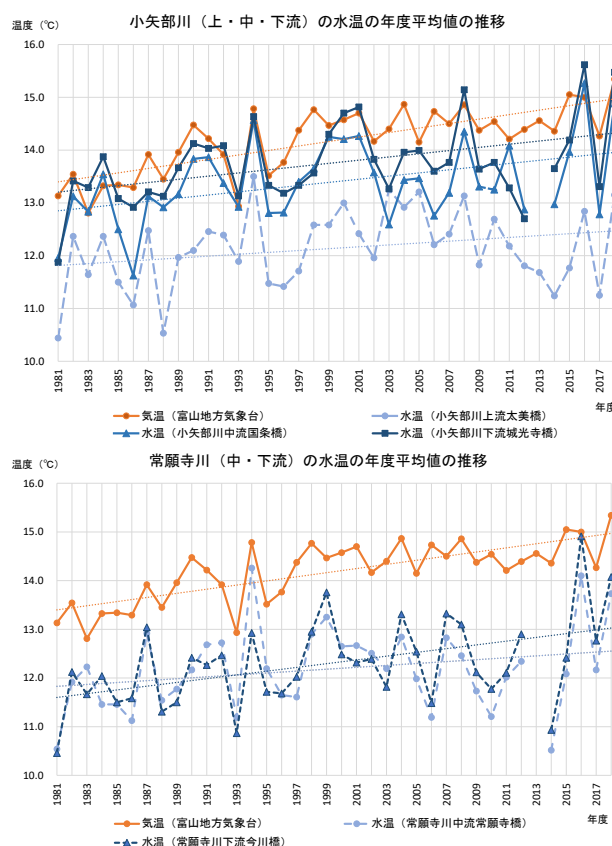


図2 小矢部川、常願寺川の年度平均水温及び気温

また、水温の経年変化を解析した結果を表1に示す。

水温については小矢部川の中・下流，庄川及び神通川の全域，常願寺川及び白岩川の下流など、比較的河川延長が長く、集水域が低地に広がっている西部及び中部の河川で有意な上昇傾向が見られた。

3.2 河川 pH, DO

同様に、pH 及び DO の年度平均値の変化の解析結果を表1に示す。

pH については東部の河川を中心に有意な上昇傾向が、DO については地点により上昇と下降の両方の傾向が見られた。

3.3 河川水温への融雪水の影響（考察）

3.1の結果から、特に県東部の河川において水温の変化に有意性が見られなかったことから、水温に影響を及ぼす可能性のある融雪期の変動を調べるため、上流にダムのない地点として境川下流境橋について、3～5月の水温の年度変化を確認した。その結果を図3に示す。

4月及び5月の水温で有意な上昇が見られなかったものの、3月の水温の変化率で上昇傾向（+0.050℃/年）が見られた。

このことから、河川流域での降雪量が減少するとともに、雪解けの終了時期が早まり、春先及び後半

の水温上昇に影響していることが推察された。実際に河川上・中・下流各地点周辺での冬期間の降雪量合計値と3月の河川水温との間には弱い負の相関関係が見られたことから、降雪量の減少が河川水温の上昇に一定の影響があることが分かったが、さらに調査・解析を行っていく必要がある。

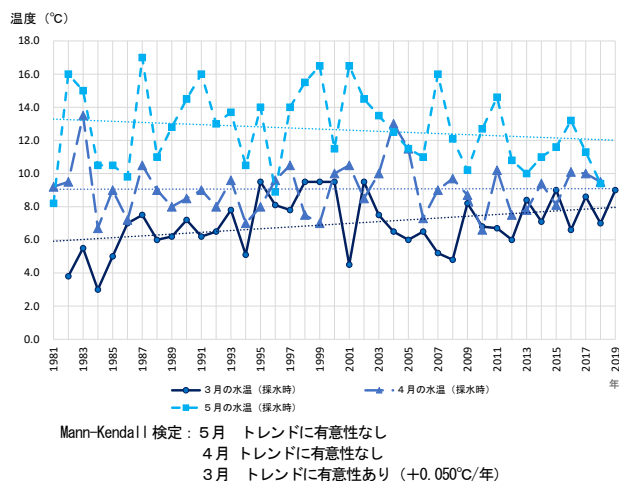


図3 境川下流境橋での3～5月の月別水温変化

3.4 河川水温への農業用排水の影響（考察）

下流で見られる水温の上昇傾向には排水（農業、下水道等）の影響も想定され、このうち農業用排水の影響を調べるため、流域が田園地帯の白岩川下流東西橋及び片貝川下流落合橋での利用期（4～9月）及び非利用期（10～3月）の平均気温と平均水温の推移を調べた。その一例を図4に示す。

区分	水系	河川名	地点	地点名	水温	pH	DO	県土木部河川課資料より			
					傾き(℃/年)	傾き(/年)	傾き(/年)	河川延長(km)	流域面積(km ²)	ダムの有無	
西部	1級	小矢部川	上	太美橋	—	+0.017	—	366.3	667	有	
			中	国条橋	+0.029	—	—				
			下	城光寺橋	+0.026	—	+0.027				
	1級	庄川	庄川	上	二が淵堰堤	+0.037	+0.019	-0.014	167.1	1,180	有
				中	雄神橋	+0.039	—	—			
				下	大門大橋	+0.030	—	—			
中部	1級	神通川	上	新国境橋	+0.031	+0.019	—	350.7	2,720	有	
			下	神通大橋	+0.043	—	—				
			下	荻浦橋	+0.046	—	+0.017				
	1級	常願寺川	常願寺川	中	常願寺橋	—	—	—	145.2	368	有
				下	今川橋	+0.036	—	+0.012			
				中	泉正橋	—	+0.014	—			
2級	白岩川	白岩川	中	東西橋	+0.029	+0.006	—	87.3	170	有	
			下	寺田橋	—	+0.016	-0.007				
			上	流鏡橋	—	+0.015	+0.003				
			下	早月橋	—	+0.017	-0.008				
東部	1級	早月川	下	早月橋	—	+0.017	-0.008	45.2	134	なし	
	1級	片貝川	下	落合橋	+0.036	+0.022	-0.017	59.5	169	なし	
	1級	黒部川	下	黒部橋	—	—	+0.011	141.8	682	有	
	2級	小川	小川	上	上朝日橋	—	+0.021	—	30.7	90	有
				下	赤川橋	—	+0.020	—			
				中	舟川橋	—	+0.015	—			
	2級	笹川	下	笹川橋	—	+0.022	-0.005	4.9	17	なし	
	2級	境川	下	境橋	—	+0.017	-0.007	13.0	58	なし	

※ 月1回採水時の水温12か月の年度平均値（1981～2018年度）を使用。ただし、片貝川落合橋のデータは1983～2018年度。
※ 有意性は、Mann-Kendall_Sen's Slope解析による5%棄却で判定し、変化が有意であった場合には、傾きをMann-Kendall_Sen's Slope解析で求めた。
注）「河川延長」は、支川を含めた総延長

表1 河川の水温、pH、DOの年度変化相関解析結果

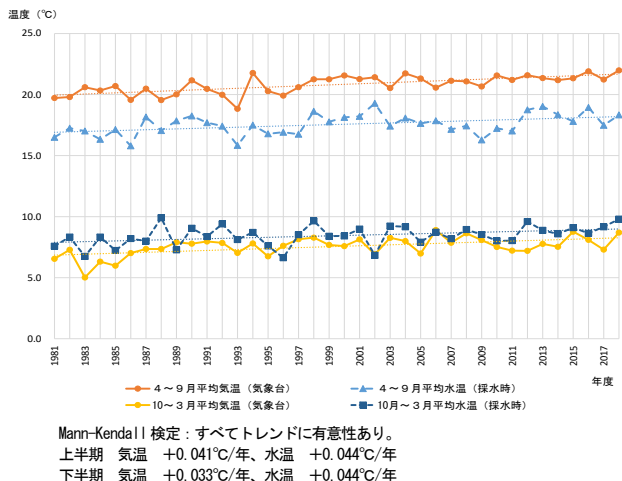


図4 白岩川下流での気温・水温の変化

この結果、どちらの地点においても水温の上昇傾向は気温の上昇傾向とほぼ同じであったことから、当該河川の水温上昇は、農業排水よりも河川流下時の気温上昇や他の要因の影響を受けていると考えられる。

4.1 海水温

沿岸海域における海水温の変化を調べるため、環境測定地点のうち、代表的な地点として神通川河口海域 (J-5) 及び小矢部川河口海域 (OY-5) について解析した。なお、欠測月がある年度については、その年度全体を「欠測」とした。その結果を図5に示す。

この結果、どちらの地点においても、有意な水温上昇 (+0.03°C/年) が見られた。

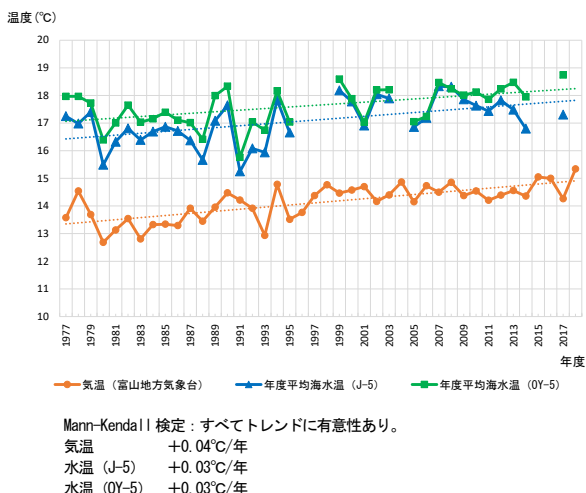


図5 気温・海水温の変化

4.2 海水温の月別年度変化 (考察)

4.1 の結果から、海水温の上昇が見られたことから、月別の水温変化を調べた。そのグラフの一例を図6に示すとともに、全体の解析結果を表2に示す。

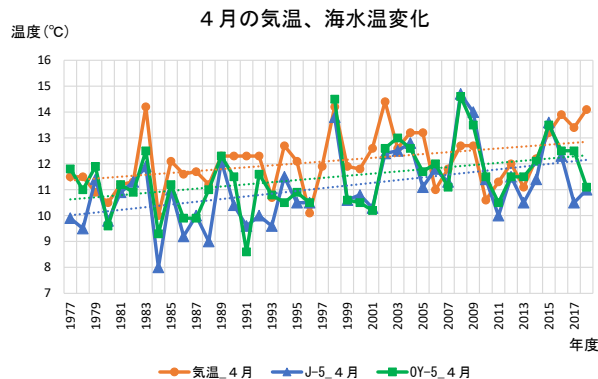


図6 4月の気温・海水温の変化

地点	[°C/年]					
	4月	5月	6月	7月	8月	9月
富山地方気象台	+0.04	+0.05	+0.04	+0.06	+0.04	+0.04
J-5	+0.05	-	+0.04	+0.12	-	-
OY-5	+0.04	-	-	+0.11	-	-

地点	[°C/年]					
	10月	11月	12月	1月	2月	3月
富山地方気象台	+0.05	-	-	-	+0.06	+0.05
J-5	-	-	-	-	-	+0.03
OY-5	-	-	-	-	-	+0.03

表2 気温・海水温の月別変化

この結果、春先 (3、4月) 及び初夏 (6、7月) に有意な水温上昇が見られた。

沿岸海域は、河川水の影響を大きく受けていることから、3.3 の河川水温の結果も考慮すると、降雪量の減少が春先の河川水温の上昇に影響を及ぼし、それが沿岸海域の海水温上昇にも一定の影響を及ぼしていることが推察される。

5 まとめ

水温の上昇には様々な要因が複雑に絡むため、一概に判断することはできないが、今回の結果から、河川については、県西部から中部の河川を中心に、過去37年の間に平均で約1.3°Cの有意な水温上昇があり、今後もさらに水温上昇が続くことが懸念される。

また、沿岸海域での海水温についても、J-5 及び OY-5 地点において、過去41年の間に約1.2°Cの有

意な水温上昇があり、今後もさらに上昇が続くことが懸念される。

なお、河川の水温上昇に伴い、DOの減少や冷水魚の分布域の減少など、生物への影響も懸念されることから、次年度は、将来の水質変動が水生生物に与える影響について考察するとともに、沿岸海域の他の調査地点についても同様に解析を進めていく予定である。

引用文献等

- 1) 国立環境研究所数値データベース
- 2) 富山地方気象台データ
- 3) 「富山湾沿岸海域における水温変動と気温変動について」井上ら（H20～22年度、C型共同研究報告書）

(7) マイクロプラスチック等の流出・漂流実態に関する調査（第1報） —富山県西部の河川におけるマイクロプラスチック実態調査—

木戸瑞佳 浦谷一彦 初鹿宏壮 堀圭 北昌彦

1 はじめに

世界中の海で直径5mm以下の微細なプラスチック類（マイクロプラスチック）が多量に確認され、海洋環境及び生態系への影響が懸念されている。マイクロプラスチックには、レジンペレット、マイクロビーズ、衣服の繊維、人工芝などの一次的マイクロプラスチックと、大きなプラスチックが紫外線や波、温度変化などによって劣化して粉碎、細分化した二次的マイクロプラスチックがある。

県内の海岸や海域でもマイクロプラスチックは確認されており、発生源対策や削減対策の検討が求められている。海洋ごみの起源の8割は陸域とされていることから、陸域から海域への流出経路の一つと考えられる河川を経由して海域へ流出するマイクロプラスチックの実態を把握することが重要と考えられるが、県内の河川におけるマイクロプラスチックの分布実態は明らかになっていない。

そこで、マイクロプラスチックの流出・漂流の実態を把握するため、県内河川においてマイクロプラスチックの分布や成分の調査を行った。

2 方法

2.1 試料の捕集

マイクロプラスチック試料の捕集は、県西部の主要河川及びその支流等において春季（2020年5～6月）及び秋季（2020年10月）に実施した（表1）。県西部の主要河川である小矢部川とその支流である祖父川、千保川では、それぞれの河川の上流、中流及び下流で調査を行った。その他、氷見市の余川川と上庄川、庄川支流の和田川、射水市の下条川でも調査を行った。

試料の捕集は流心と考えられる河川の中央部にて行った。プランクトンネット（北原式表面プランクトンネットNXX13、口径30cm、測長100cm、目合0.1mm）

を橋から河川へ降ろし、河川表面中に浸水させたまま3～10分間保持して試料を捕集した。ろ水量は、電気流量計（CM-1BN、東邦電探）で測定した流速と捕集時間の積から算出した。得られたろ水量は4.2～67.2 m³（平均21.1 m³）であった。

捕集後は現地にて、ネットの外側から河川水または純水をかけ、ネット内の試料をコットエンドに集め、コットエンドに集まった試料を試料保存容器に移した。水草等がネットに入っている場合は、水草に何度も純水をかけ、水草に付着した粒子を注意深く洗い流した後で水草を除去した。コットエンドに付着した試料は純水を少量ずつかけながら試料保存容器に移した。得られた試料は実験室に持ち帰り、測定するまで冷暗所で保管した。

捕集及び作業中のプラスチック類のコンタミネーションを避けるために、使用する道具はなるべくプラスチック以外の材質とし、プラスチック製品を使用する場合は、破損や表面の劣化が認められないものを使用した。また、プランクトンネットなどのロープは橋げたや欄干に擦らないように注意して作業を行った。

2.2 個数密度の測定

実験室において、試料保存容器の中身をすべてステンレス製バットにあげ、直径1mmから5mmのマイクロプラスチック候補粒子をステンレス製ピンセットでピックアップした。粒子の選別は目視にて行い、ピックアップした粒子は個数を計測するとともに形状や色などを記録した。マイクロプラスチック個数密度は、マイクロプラスチック粒子の個数をろ水量で除して求めた。今回、酸化処理や比重分離は行わなかった。

2.3 成分分析

マイクロプラスチック候補粒子について、フーリエ変換赤外分光光度計 (FT/IR-6600、日本分光) を用いて、全反射測定 (ATR) 法による測定を行った。試料の測定データはライブラリに保存されているスペクトルと比較することでプラスチックかどうかを判定し、その成分を同定した。

粒子を分析する前に、市販のプラスチックを FT-IR 分析し、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、アクリル樹脂等の代表的なプラスチックが同定されることを確認した。また、よく似たカプセル状の粒子について、過酸化水素による処理を行った粒子と行っていない粒子のスペクトルを比較したところ、特に差は見られなかった。

3 結果及び考察

3.1 マイクロプラスチック個数密度

表 1 に富山県西部の河川におけるマイクロプラスチック個数密度を示す。マイクロプラスチック個数密度の範囲は 0~4.6 個/m³ (平均値 0.34 個/m³) であった。調査した中で最も密度が高かった地点は、小矢部川支流の祖父川の新北島橋であった。余川川、上庄川及び下条川ではマイクロプラスチック粒子は確認できなかった。千保川の地子木橋で春季に 3 回調査を行ったところ、0.14~1.1 個/m³ と調査日によって 10 倍程度の差が見られた。

比較のために、これまでに日本国内の河川で観測されたマイクロプラスチック個数密度を表 2 に示す。マイクロプラスチック個数密度は季節や調査時期によって変動が大きい。富山県西部の河川におけるマイクロプラスチック個数密度は、これまでに日本国内の河川で観測されている密度より低いと同程度であった。

図 1 に県西部の河川におけるマイクロプラスチック個数密度分布を示す。ここには得られた個数密度の最大値を表す。

小矢部川における個数密度は 0~0.03 個/m³ であるのに対して、支流の千保川では 0~1.1 個/m³、祖父川では 0~4.6 個/m³ であり、本川よりも支流で密度が高かった。また、同日に調査した結果では、

表 1 富山県における河川のマイクロプラスチック個数密度

河川	地点	採取日	個数 (個)	密度 (個/m ³)
余川川	①間島橋	2020.5.1	0	0
上庄川	②流慶橋	2020.5.15	0	0
小矢部川	③城光寺橋	2020.5.15	0	0
		2020.6.18	0	0
		2020.10.27	0	0
	④国条橋	2020.6.18	0	0
		2020.10.27	0	0
⑤新津沢大橋	2020.6.18	2	0.03	
	2020.10.27	0	0	
千保川	⑥地子木橋	2020.5.1	7	1.1
		2020.5.15	12	0.7
		2020.6.18	2	0.14
		2020.10.27	0	0
	⑦市場橋	2020.6.18	12	0.41
		2020.10.27	0	0
	⑧春日橋	2020.6.18	3	0.11
		2020.10.27	0	0
祖父川	⑨新北島橋	2020.5.15	87	4.6
		2020.6.18	0	0
		2020.10.27	0	0
	⑩小勢橋	2020.6.18	2	0.05
		2020.10.27	0	0
	⑪四ツ屋橋	2020.6.18	1	0.03
2020.10.27		0	0	
和田川	⑫柳橋	2020.5.15	51	1.6
下条川	⑬ふるさと大橋	2020.5.15	0	0

上流から下流にかけて密度が増加または減少する傾向は特に見られなかった。

3.2 季節変化

春季 (5~6 月) と秋季 (10 月) に調査した結果を見ると、春季にはマイクロプラスチック粒子が検出された (0~4.6 個/m³、平均値 0.52 個/m³、中央値 0.03 個/m³) が、秋季には確認できなかった。春季の調査で見つかった粒子のほとんどは直径 2~4 mm 程度で白色、灰色、黄褐色の球形状の粒子であった (図 2)。この粒子はやわらかく中空であることから、農耕地に使用された被覆肥料の殻 (マイクロカプセル) と考えられる。被覆肥料は、肥料成分の利用効率向上を目的として肥料をプラスチックでコーティングしたものであり、肥料が溶出して軽くなったり田起こしの後に水面へ浮上し、水田の水を抜いたり

表2 日本国内の河川で観測されたマイクロプラスチック個数密度

地点	観測時期	密度
富山県の7河川13地点	2020年5～6月、10月	0 ～ 4.6 個/m ³ (平均値 0.34 個/m ³)
日本国内の29河川 ¹⁾	—	0.0 ～ 12 個/m ³ (平均値 1.6 個/m ³ 、中央値 0.79 個/m ³)
日本国内の70河川90地点 ²⁾	2015年～	0.03 ～ 63.89 個/m ³ (平均値 4.34 個/m ³ 、中央値 1.51 個/m ³)
埼玉県の5河川10地点 ³⁾	2020年6月	2.2 ～ 20.2 個/m ³
神奈川県内の4河川4地点 ⁴⁾	2018～2019年	0.064 ～ 770 個/m ³
栃木県の1河川2地点 ⁵⁾	2020年1月	0.19 ～ 0.33 個/m ³ (流心)

オーバーフローしたときに河川へ流れると考えられる。今回の調査で見つかったマイクロプラスチック粒子は主に被覆肥料だったため、灌漑期の春季に密度が高く、非灌漑期の秋季に低かったと考えられる。

石川県の手取川扇状地で調査した結果⁶⁾でも、マイクロプラスチックは灌漑期（特に6月）に多く、非灌漑期に少なかったことや被覆肥料（マイクロカプセル）の寄与率は灌漑期に高いという結果が得られており、春季にマイクロプラスチック個数密度が高くなるのは水田の多い地域の特長と考えられる。小矢部川や犀川（金沢市）の調査でもマイクロプラスチックの約6割がカプセル由来であったことが報告されている^{7, 8)}。

なお、これまでに日本国内や富山県内の松川やいたち川でしばしば検出されている人工芝の破片は確認できなかった。

3.3 マイクロプラスチックの成分

今回見つかったマイクロプラスチック粒子を FT-IR 分析した結果、すべてポリエチレンであり、ポリプロピレンやポリスチレンは確認できなかった。また、マイクロプラスチックではない 1mm～5 mmの粒子も見つかったが、それらはゼオライト、マイカ（雲母）、セルロースと考えられた。ゼオライトは水質浄化や土壌改良などのために園芸用に使用されることから、畑や庭から流出した可能性がある。

4 まとめ

県西部の河川でマイクロプラスチック調査を行っ



図2 河川で見つかったマイクロカプセル
(1目盛りは1mm)

たところ、1m³あたりのマイクロプラスチックの個数密度は 0～4.6 個であり、秋季よりも春季に密度が高かった。小矢部川では、本流よりも支流（千保川、祖父川）で密度が高かった。見つかったマイクロプラスチックは一次的マイクロプラスチックであるポリエチレン製の被覆肥料の殻が主であった。そのため、春季の灌漑時期にマイクロプラスチック個数密度が高くなるという水田の多い地域の特長が現れていると考えられた。

今後は県東部の河川において調査を行い、富山県内のマイクロプラスチック分布実態を明らかにすることが必要である。

5 成果の活用

本調査で得られたデータをもとに作成したマップを活用し、県民や事業者に対してプラスチックの発生抑制に向けた啓発や対策につなげていく。

引用文献

- 1) Kataoka, T. et al., Environ. Pollut., 244, 958-965, 2019
- 2) 二瓶泰雄, 第23回日本水環境学会シンポジウム講演集, 197-198, 2020年9月.
- 3) 田中仁志ほか, 第23回日本水環境学会シンポジウム講演集, 200, 2020年9月.
- 4) 神奈川県環境科学センター調査研究部マイクロプラスチック研究チーム, 相模湾漂着マイクロプラスチック(MP)の実態とその由来の推定<中間報告書>, 2019.
- 5) 神野憲一ほか, 栃木県保健環境センター年報, 25, 86-92, 2020.
- 6) 勝見尚也, 農耕地におけるマイクロプラスチックの実態解明と海域への移行挙動, 令和2年度海洋プラスチックごみ学術シンポジウム, 2021年3月3日.
- 7) 一般社団法人ピリカ及び日本財団, 「日本の河川・港湾・湖におけるマイクロプラスチック浮遊状況調査」及び「人工芝の流出源調査」レポート, 2020.
- 8) 一般社団法人ピリカ及び日本財団, マイクロプラスチック浮遊状況データベース, <http://opendata.plastic.research.pirika.org/>

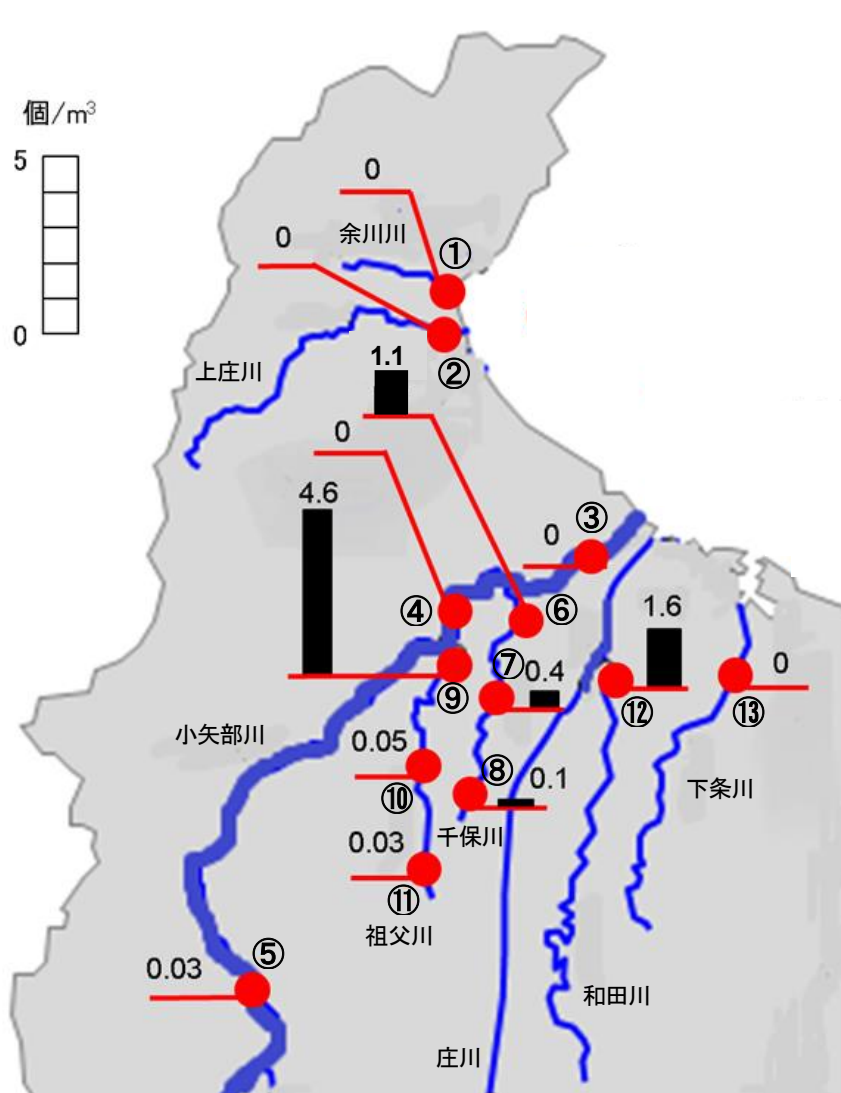


図1 富山県西部の河川におけるマイクロプラスチック個数密度分布 (個/m³)

- ①間島橋、②流慶橋、③城光寺橋、④国条橋、⑤新津沢大橋、⑥地子木橋、⑦市場橋、
⑧春日橋、⑨新北島橋、⑩小勢橋、⑪四ツ屋橋、⑫柳橋、⑬ふるさと大橋

(8) 富山県における循環型社会（災害廃棄物）に関する研究（Ⅳ） — 模擬廃棄物・山砂・廃瓦を充填したカラム通水試験 —

初鹿宏壮 水田圭一 木戸瑞佳 浦谷一彦

1 はじめに

本県では、災害時に大量に埋立て処分する廃棄物の削減方法を探るため、災害時における廃瓦の中間覆土材としての活用を検討している。そこで、初鹿ら（2020）¹⁾では、県内各地から収集した廃瓦を蛍光 X 線解析によりスクリーニングしたうえで、溶出試験により重金属の含有量を調査した。その結果、釉薬表面に含有する重金属は表面の色によって成分が異なるものの、瓦内部と比較して含有量が多いこと、瓦を粉砕することで瓦内部とある程度混合されることで、土壌溶出量基準値を超過するものは確認されないことが確認できた。

一方で、廃瓦は、災害時には他の廃棄物と層をなした状況で埋立てされることから他の廃棄物との相互作用により、最終処分場の維持管理または廃止基準の一つである生物学的酸素要求量（BOD）（または化学的酸素要求量（COD））や重金属の溶出量に影響を与える可能性があり、あらかじめ調査しておく必要がある。

このことから、本研究では、山砂の代替品として、廃瓦を安定型処分場の中間覆土として活用する場合の影響を調査する。このため、廃瓦及び山砂を中間覆土材として利用する処分場の状況を模擬的に再現したカラムを作成し、これらに超純水やグルコースグルタミン酸（GG）の標準試料等を滴下する通水試験を行い、BOD や重金属量の変化を確認した。

2 方法

2.1 廃瓦、山砂、模擬廃棄物について

使用する廃瓦、山砂及び模擬廃棄物は、実際に安定型廃棄物処理施設に運び込まれて破碎されたものを利用した。試料はそれぞれ恒温恒湿室（20℃、50%）で乾燥させ、模擬廃棄物については、数 cm 程度の塊が多くみられたため、すりこ木を用いて可能な範囲

で磨潰し、よく混ぜたうえで粒径 5 mm以下の粒状や粉状のものを選定した。山砂は、簡単に碎けるものであったので、粒状にほぐした。廃瓦は 3 cm以下に粉砕されたものから、現場で使用することを念頭に粒径 5 mm以下の粒状や粉状のものを選定した。

2.2 カラムへの充填について

カラムは容量が内径 2 cm、長さ 30 cmの PYREX カラムで、下部のコックにより滴下流量を調整できるものを使用した。また、それぞれの特性を見るための模擬廃棄物、山砂、廃瓦の各単体の試料と、複合影響を簡易に見るための山砂で模擬廃棄物をサンドした複合試料（以下、山砂サンドと呼ぶ。）及び廃瓦で模擬廃棄物を挟んだ複合試料（同、瓦サンド）を準備した。

各カラムの 25 cm程度に試料を充填することとすると、乾燥重量での充填量は模擬廃棄物 1 検体分では 60g、山砂と廃瓦では 100g となり、また、山砂サンドと瓦サンドは、模擬廃棄物 30g の上下に覆土としての山砂や廃瓦を各 25g ずつで挟む形（単体と比べて各半分の重量）に調整した。

2.3 カラム通水試験

カラム通水試験は、以下の 3 つの項目を調べるために実施した。各通水試験の概要を図 1 及び図 2 に示す。

(1) 試料の違いによる BOD の差

試料を超純水で十分に湿らせた各カラムに 10～20mL/h 程度のゆっくりとした速度で超純水を 500mL ずつ滴下し、各試料から抽出される液体の BOD を測定する（図 1 の左側 5 本）。ここでは各単体の試料を通過することで BOD の値に差が生じるかのほか、山砂と廃瓦で廃棄物を挟むことによる複合試料の影響も確認する。

(2) 試料や栄養の違いによる重金属への影響

(1)で超純水により抽出された液体のほか、山砂サンドや瓦サンドのカラムに植種や 50 倍のイオン交換水で薄めた GG 標準試料を 500mL ずつ滴下して液体を抽出し、それぞれから重金属（ホウ素、亜鉛、ヒ素、セレン、カドミウム、鉛の 6 種類）が検出されるかを確認する。なお、初鹿ら（2020）¹⁾では、瓦単体での通水試験で重金属が土壌溶出量基準値を全て下回っており、本研究では、模擬廃棄物との複合により重金属が検出されることがあるかについて、より現実に近い状況で追加的に確認している。

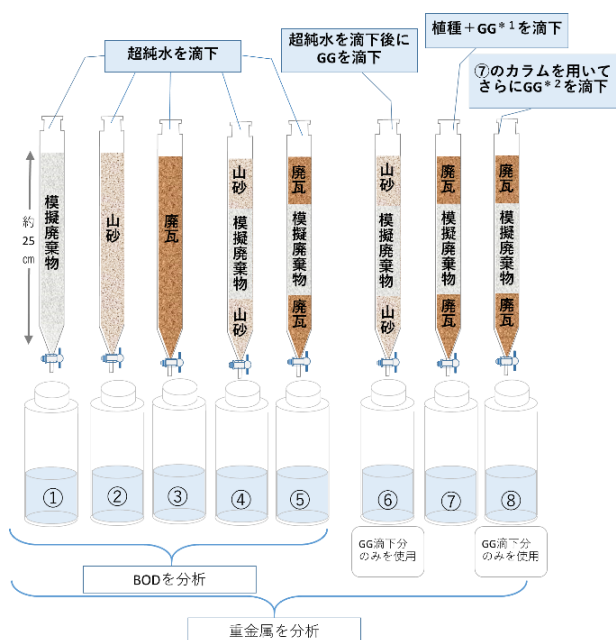


図1 透水試験(1)、(2)の概要

(3) 模擬廃棄物からの抽出液を浄化できるか

より現実に近い形として、模擬廃棄物のカラム 2 本に計 2.5L の超純水を滴下して抽出した液体やその液体から分取した 2L をもちいて、中間覆土材としての山砂や廃瓦のカラムにそれぞれ 1L ずつ滴下したうえで、さらにそれぞれから分取した 500mL を別に用意した山砂や廃瓦のカラムに 500mL ずつ滴下した。

このことにより、(1)で簡易に確認した BOD に対する山砂サンドや瓦サンドの効果を段階的に確認する

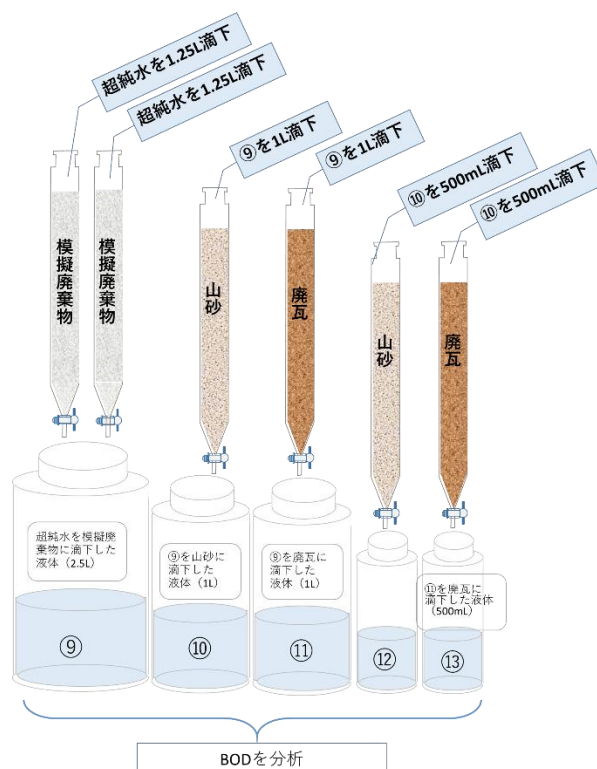


図2 透水試験(3)の概要

ことができるほか、山砂と廃瓦は 25 cm ずつを 2 回通過させるため、実際の覆土 50cm を通過させることの有効性を確認することが可能である。

3 結果及び考察

(1) 試料の違いによる BOD の差

結果は表 1 のとおりであり、模擬廃棄物の単体の BOD の値が 4.0mg/L と最も大きく、山砂及び廃瓦の単体の BOD の値が 2.8 及び 2.1mg/L で最も小さく、山砂サンドと瓦サンドの BOD は 3.2 及び 3.1mg/L でその中間の値となった。この実験においてはサンドする種類による BOD の値に差は見られなかった。

表 1 カラム充填物と BOD (mg/L)

	カラム充填物	滴下液	BOD (mg/L)
①	模擬廃棄物	超純水	4.0
②	山砂	〃	2.8
③	廃瓦	〃	2.1
④	山砂サンド	〃	3.2
⑤	瓦サンド	〃	3.1

表2 カラム充填物及び滴下液と重金属濃度 (mg/L)

	カラム充填物	滴下液	ホウ素	亜鉛	ヒ素	セレン	カドミウム	鉛
①	廃棄物	超純水	<1	0.020	0.006	<0.002	<0.001	<0.005
②	山砂		<1	0.006	<0.005	<0.002	<0.001	<0.005
③	廃瓦		<1	0.002	<0.005	<0.002	<0.001	<0.005
④	山砂サンド		<1	0.004	<0.005	<0.002	<0.001	<0.005
⑤	瓦サンド		<1	0.001	0.005	<0.002	<0.001	<0.005
⑥	山砂サンド	超純水→GG	<1	0.009	<0.005	<0.002	<0.001	<0.005
⑦	瓦サンド	植種入り GG	<1	0.002	0.006	<0.002	<0.001	<0.005
⑧		⑦→GG	<1	<0.001	<0.005	<0.002	<0.001	<0.005
定量下限値			1	0.001	0.005	0.002	0.001	0.005
安定型処分場の浸透水基準値			-	-	0.01	0.01	0.003	0.01

(2) 試料や栄養の違いによる重金属への影響

結果は表2に示すとおり、重金属のうち、ホウ素、セレン、カドミウム、鉛については、どの抽出液からも検出されなかった。また、亜鉛については安定型処分場の浸透水基準がないものの、⑧以外で抽出された液から定量下限値以上の濃度で検出された。亜鉛の濃度最大値は模擬廃棄物単体のカラムに超純水を滴下した抽出液(①)で、0.020mg/Lであり、山砂を使ったカラム(②、④、⑥)と比較して廃瓦を使ったカラム(③、⑤、⑦)の濃度が低くなった。

ヒ素については、①、⑤、⑦で検出された。定量下限値(0.005mg/L)は上回ったものの、いずれも浸透水基準値(0.01mg/L)を下回った。

なお、⑦で検出された亜鉛やヒ素が⑧では検出されなかった。これは、⑦によって廃棄物が洗い流されたことも考えられるが、カラムの連続使用による水みちの形成で不十分な滴下になった可能性も否めない。このことから、(3)においては、水みちの形成をできるだけ抑えることを念頭に、カラムの連続使用をせず、覆土として必要な50cmを2本のカラムを連続的に透水することで再現した。

(3) 模擬廃棄物からの抽出液を浄化できるか

結果を表3に示す。まず、模擬廃棄物のカラムに

超純水を滴下した抽出液(⑨)のBODは4.9mg/Lであり、同様に模擬廃棄物のカラムに超純水を滴下した(1)の①と比べてBODの値が0.9mg/L大きくなった。これは、滴下した超純水の量が①では500mLであるのに対して、⑨ではカラムを2本用意し、1.25Lずつ滴下したことが、①と比べて⑨の方が廃棄物の粒が大きかったことが、影響した可能性がある。

次に、⑨の抽出液を分取し、山砂と廃瓦のカラムにそれぞれ滴下した抽出液(⑩、⑪)を比較する。

⑩(山砂)については、BODが2.7mg/Lと表1の②と同程度であり、模擬廃棄物の影響が見られない程度まで低下した。また、⑪(廃瓦)においても、BODの値は3.5mg/Lとなり、模擬廃棄物から抽出された⑨と比較して1.4mg/Lの低下がみられたものの、表1の③より1.4mg/L高く、同じ滴下液を使った⑩

表3 各抽出液のBOD (mg/L)

	カラム充填物	滴下液	BOD (mg/L)
⑨	模擬廃棄物	超純水	4.9
⑩	山砂	抽出液⑨	2.7
⑪	廃瓦	抽出液⑨	3.5
⑫	山砂	抽出液⑩	1.9
⑬	廃瓦	抽出液⑩	2.3

と比較しても、BOD の値の低下が小さかった。

そこでさらに、⑩と⑪を新たに用意した山砂と廃瓦のカラムにそれぞれ滴下した抽出液（⑫、⑬）を作成し、同様に BOD の値を比較する。まず、⑩を山砂のカラムに滴下した抽出液⑫は、1.9mg/L となり、⑩からさらに 0.8mg/L 低下した。また、⑪を廃瓦のカラムに滴下した抽出液⑬は、2.3mg/L となり、⑪からさらに 1.2mg/L 低下し、廃瓦に超純水を滴下した表 1 の③と同程度となり、⑫とも大きな差はなかった。

これらのことから、模擬廃棄物から抽出された液は、山砂や廃瓦を通過する過程があることで BOD が低下することが分かった。

4 まとめ

災害時における廃瓦の廃棄物処分場での中間覆土材としての利用可能性をカラム通水試験により検討した。模擬廃棄物、山砂、廃瓦の単体のカラムと模擬廃棄物を上下から山砂や廃瓦で挟んだカラム（山砂サンド、瓦サンド）からの抽出液の BOD を測定したところ、模擬廃棄物の BOD の値が最も大きく、山砂と廃瓦は最も小さく、山砂サンドと瓦サンドはそれらの中間の値であった。なお、超純水や GG 標準試

料の希釈液を各カラムに滴下した抽出液の重金属濃度は、亜鉛やヒ素で定量下限値を超えるものがあったが、安定型処分場の浸透水基準を超える重金属はなかった。また、模擬廃棄物のカラムに滴下した抽出液をさらに山砂や廃瓦のカラムに滴下したところ、元の抽出液と比べて BOD の値が大きく低下した。

本研究により、廃瓦は山砂と遜色なく、BOD への悪影響や重金属の溶出が認められないことが確認できた。このことから、元来は埋め立てられる廃瓦が中間覆土材として活用することが可能であり、最終処分場における災害廃棄物埋設量の削減効果が期待できることが分かった。

5 成果の活用

廃瓦を中間覆土として活用できる可能性が高まったことから、大規模災害の発生時に大量発生する廃棄物の埋め立てに際し、処分場の不足が起こらないための方策を策定する基礎資料とする。

参考文献

- 1) 初鹿ら：富山県における循環型社会（災害廃棄物）に関する研究-廃瓦の利活用に関する研究-，富山県環境科学センター年報，48，107-111，2020

(9) 暑さ指数を用いた熱中症救急搬送者数の将来予測について

初鹿宏壮

1 はじめに

気温が高くなると熱中症による救急搬送者数が増加する¹⁾。また、熱中症は気温だけでなく日射量等も考慮した暑さ指数²⁾ (WBGT 値) との関係が指摘されており、特に高齢者に影響が大きいとされている³⁾。このことから、国は令和3年3月に熱中症対策行動計画⁴⁾ を策定し、環境省と気象庁は WBGT 値を活用した「熱中症警戒アラート」情報 (WBGT 値が 33 以上で発表) を同4月以降、全国に提供することにより、国民の熱中症予防行動を促すことになった。

本県においても、現状で熱中症の搬送者数は年間 300 人を超えており、今後の温暖化の進行により更なる影響が懸念される。また当センターのこれまでの研究では、初鹿ら (2013)⁵⁾ において、WBGT 値の将来予測を実施したところ、温暖化の進行により県内各地で現在と比べて WBGT 値が上昇し、嚴重警戒の基準である 28℃以上や危険を示す 31℃以上の日数及び時間が大幅に増加することが推測されている。

これらのことから、まず、本県における状況を確認するため、WBGT 値と熱中症搬送者数の関係を解析する。そのうえで、人口構成比の将来予測を踏まえて、熱中症救急搬送者数の将来予測を行うこととした。

2 データ

2.1 熱中症による搬送者数

総務省の熱中症情報では日別の搬送者数が年齢層 (新生児: ~28 日、乳幼児: ~7 歳、少年: ~17 歳、成人: ~64 歳、高齢者: 65 歳~、その他) 別、傷病程度 (死亡、重症、中等症、軽症、その他) 別にまとめられており、そこから本県における日別・年齢層別の緊急搬送人員のデータを入手した。期間は 2008 年から 2020 年の 13 年間で、年により開始終了月に差があるが、おおよそ 5 月から 9 月までである。

なお、各項目で「その他」の搬送者はなく、また、新生児の搬送の記録もなかったことから、これらを除外して解析した。

2.2 日最高 WBGT 値

2.1 の緊急搬送者数の資料と同期間の富山地方気象台の観測データ (現地気圧、気温、露点温度、湿度、風速、全天日射量の各 1 時間値) を用いて、初鹿ら (2015)⁶⁾ の手法により、毎時の WBGT 値を求め、さらに日最高値 (WBGT の時間値から当日の最も高い WBGT の値を取得。以後、日最高 WBGT と呼ぶ。) を計算した。

また、将来の温暖化による影響を検討するため、過去 13 年間 (以後、現在と呼ぶ) の観測データのうち、WBGT 値の変化の主要因であり、温暖化による変化傾向の予想が最も堅固である気温のみの効果を探ることとした。なお、本県における 2000 年代から 2040 年代にかけての気温上昇は、RCP8.5 シナリオで 1~2℃の範囲となっている⁶⁾。

このことから、現在の観測データの他の要素の時間値は変更せず、気温のみを +1℃、+2℃分変化させて (それに伴う露点温度の変化は考慮し)、疑似的に 2040 年代 (以後、将来と呼ぶ) の温暖化状況を与えることで、同期間の日最高 WBGT を求めた。

2.3 年齢構成比

2018 年及び 2040 年予測の年齢構成比について、富山県人口ビジョン⁷⁾ 及び日本の将来推計人口⁸⁾ から求めた。自然減及び社会減による人口減少も予測されているが、特に県外からの誘致事業の活性化等により大きく変動する社会減については不確実性が高い。このことから、本研究では現在、将来のどちらも 100 万人当たりの搬送者数を検討することとした。

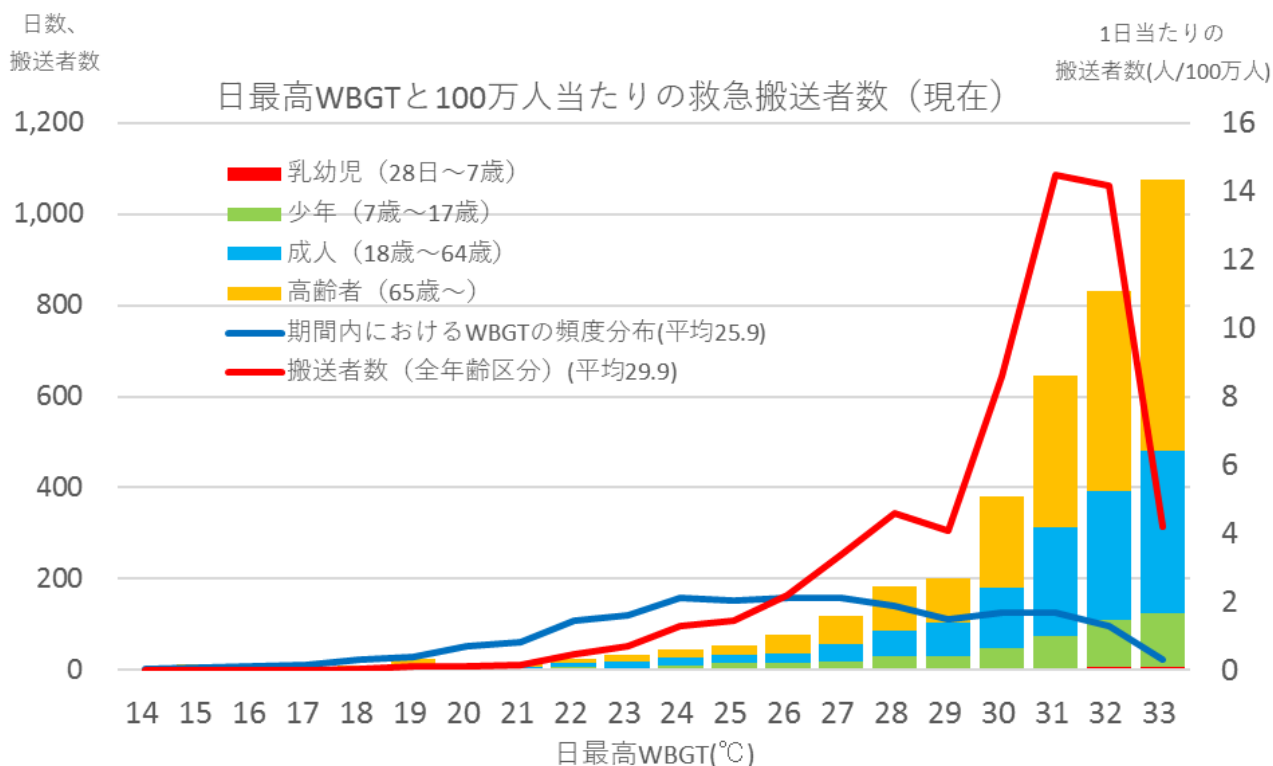


図1 日最高 WBGT の頻度分布、日最高 WBGT 別 100 万人当たりの救急搬送数及び 1 日当たりの搬送数

3 解析結果

3.1 日最高 WBGT と熱中症搬送者数の関係

期間中の日最高 WBGT の頻度、日最高 WBGT 別の搬送者数、年齢層別の 1 日当たりの搬送者数を示す (図 1)。

過去 13 年においては、日最高 WBGT の期間中の平均は 25.9℃、最大値は 33.4℃であった。また、搬送者数 (全年齢区分の合計) を見ると、29～30℃の日に搬送者数がピーク (13 年間で 1 千人超) となることが分かる。なお、これは日最高 WBGT の頻度分布による影響と考えられるため、各年齢層の搬送者数を日最高 WBGT の出現回数で割ることで 1 日当たりの搬送者数が日最高 WBGT 別に求めた。

これにより、搬送者数は、WBGT 値が高くなるほど増加する関係があることがわかり、WBGT 値が 30℃以上になる日 (期間全体の 22%を占める) には、急激に搬送者数が増加している。なお、年齢層別にみると、日最高 WBGT が高くなるほど、特に高齢者の搬送者数が増加することが分かる。

3.2 年齢構成比の変化

全国的に少子高齢化が今後さらに進むとされているが、本県においては全国と比較して 5 年程度早いペースで進んでいるとされており⁷⁾、搬送者数の将来予測をする際には考慮に入れる必要がある。図 2 は、本県の現在 (2018 年) の年齢層別構成比及び将来 (2040 年) における構成比予測である。

これによると、新生児から少年までを合計した比率は、今後 20 年程度で 14.5%から 12%に低下する一方、高齢者の比率は 31.9%から 38.8%に上昇する。

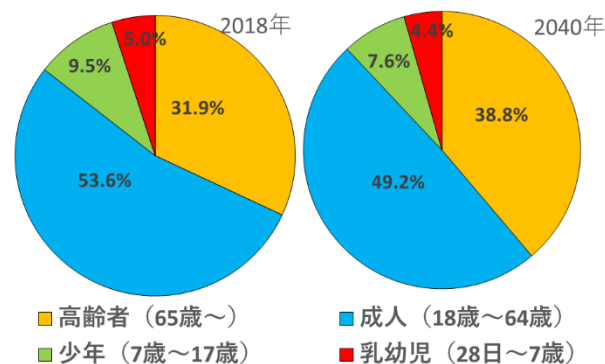


図2 現在 (2018 年) と将来 (2040 年) の人口構成比

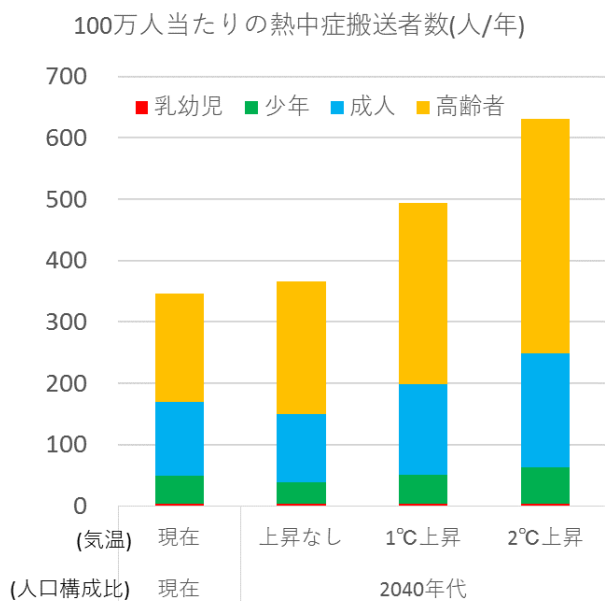


図3 年齢層別の熱中症搬送者数（100 万人当たり）の現在と将来予測

3.3 搬送者数の将来予測

3.1において日最高WBGTと搬送者数の関係が得られたことから、これに3.2における人口構成比の変化を考慮しつつ、将来気温の上昇によるWBGT値の上昇をあてはめることで、熱中症搬送者数の将来変化を予測した。

図3は、現在の気温と現在の人口構成比における100万人当たりの熱中症搬送者数（左端）と、将来の人口構成比の予測で気温上昇の異なる3ケース（上昇なし、1°C上昇、2°C上昇）の搬送者数を予測したものである。

現在と比較して、将来の気温上昇がない場合（図の上昇なしの場合）は、高齢者の比率の上昇により、若干の搬送者数の増加（約5%）がみられる程度である。これに対して、1°C上昇、2°C上昇では、43%、82%のそれぞれ増加となり、現在の搬送者数を大きく上回る。搬送者数の増加は特に高齢者で大きく、2°C上昇における高齢者の搬送者数は現在の2倍以上となる予測となった。なお、人口構成比の変化を考慮しない場合の増加は、1°C上昇では35%、2°C上昇では72%のそれぞれ増加であり、温暖化のみならず高齢化も影響を与えることがわかる。

4 まとめと考察

熱中症による本県の搬送者数と日最高WBGTに関係があることから、人口構成比の将来予測も含めた熱中症搬送者数の将来予測を実施したところ、暑さ指数の増加に伴って搬送者数が急増し、特に高齢者への影響が予測された。

熱ストレスを回避するためには、エアコンの使用が不可欠となるが、高齢者が冷房病になることを懸念し、エアコン使用を控えることも多い。また、温暖化の緩和のためには、省エネ化を進める必要があることも事実である。

これらを解決するための身体に優しい空調の技術開発や暑熱環境を回避するためのライフスタイルの変化を検討していくと同時に、地道な啓発活動により、水分補給や適正な空調管理を促していく必要がある。

5 成果の活用

当センターの環境教育拠点施設（環境学習室「エコラボとやま」）における展示、地域適応センターのニュースレター、環境学習の出前授業等による啓発活動を行う。

参考文献

- 1) 本田靖：気候変動の健康影響と適応策，労働の科学，72，196-200，2017
- 2) 環境省：厚労省：熱中症予防情報サイト，<https://www.wbgt.env.go.jp/>
- 3) 小野雅司：熱中症患者の発生状況と今後の予測，環境儀No.32，2009
- 4) 熱中症対策推進会議：熱中症対策行動計画，<https://www.env.go.jp/press/files/jp/115943.pdf>
- 5) 初鹿ら：富山県におけるWBGT指数の将来予測，富山県環境科学センター年報，41，76-82，2013
- 6) 初鹿ら：富山県における温暖化に関する調査研究 - 富山県の気候の近未来予測 - ，富山県環境科学センター年報，43，74-79，2015
- 7) 富山県：富山県人口ビジョン（2018年版），

<https://www.pref.toyama.jp/documents/8855/00872424.pdf>

- 8) 国立社会保障・人口問題研究所:男女・年齢(5歳)階級別データ『日本の地域別将来推計人口』(平

成30(2018)年推計)

<http://www.ipss.go.jp/pp-shicyoson/j/shicyoson18/3kekka/Municipalities.asp>

(10) 産業廃棄物保管施設におけるドローンを用いた写真測量の検討

溝口俊明

1 はじめに

産業廃棄物保管基準は、屋外において容器を使わずに保管する場合は、積み上げ高さの制限があり、また保管上限は、中間処理施設の1日当たりの処理能力に14を乗じた数量となっている。木くずやがれき類の破碎施設を持つ中間処理業者へ立入した際、保管量を超過している場合に、保管量を出来るだけ正確に把握できれば中間処理業者が示した処理計画への妥当性の判断材料となる。しかし、保管施設が大きい場合は、施設全体の状況が把握しづらく保管量を推定するのは難しい状況である。そのため、ドローンを用いて上空から事業場全体を撮影し、保管施設の廃棄物の量を推定することを目的とした。

2 方法

2.1 ドローン

ドローンはDJI社のMavicMiniを用いることとした(図1)。最大の利点は、199gと軽量で模型航空機に該当し、空港周辺で飛行させてはならない、150m以上の高さで飛行させてはならないことの規則を遵守すれば許可が不要(令和4年6月19日まで)であることである。一方、欠点としては、測量する場合は、DJIのアプリなどを用いて、調査地点を自動操縦でオーバーラップ率を設定することで撮影を行う。MavicMiniは自動操縦の対象となっていないため、自身で操作し、撮影する必要があることである。今回は、高度約20mから鉛直及びコンテナボックスの側面を再現できるよう斜めから手動操縦で撮影を行った。その際、写真データが重なるよう意識して操縦する必要があり、自動操縦よりも飛行時間は長くなることが予想されるため、実際に廃棄物保管事業所で撮影を行う際は複数個のバッテリーが必要となる。

2.2 測量機器

ドローンを用いて測量するにあたり、対象物の周りに対空標識を設置し、任意座標(x, y, z)を測量する必要がある。この理由は、後工程の画像処理による立体モデルを作成する際の精度を良くするためである。しかし、ドローンが写真を撮影する際に記録する緯度経度等の位置データは、精度が低いため、別の方法で測量をする必要がある。たとえば、DJI社のPhantom4RTKは、リアルタイムキネマティックGPS(RTK-GPS)測位で観測地点の位置を数センチの誤差で求めることができるが機器一式は高額である。

本調査においては、角度と距離を測定する測量機器であるトータルステーションを用いて任意座標点を求めることにした(図1)。



図1 ドローン及びトータルステーション

2.3 画像処理

ドローンを用いて撮影した写真は、Agisoft社の画像処理ソフト(Metashape1.6)を用いることで立体モデルを作成し、体積(保管量)の計算を行った。

2.4 調査対象物

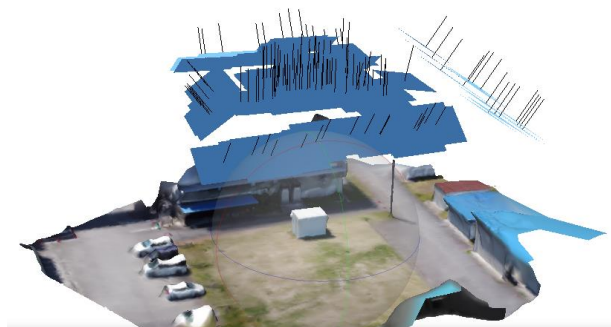
調査対象物は、敷地内に設置されているコンテナボックスとし、その体積は、メジャーで実測して求

めた(縦2.31m×横3.61m×高さ2.70m=22.5m³) (図2)。



図2 調査対象物

で概ね再現されていることを確認した。



撮影画像と3Dメッシュ

3 結果及び考察

3.1 任意座標測量

任意座標点は、コンテナボックス周辺に4か所杭を設置し、トータルステーションを用いて測量を行った(表1)。



表1 測量結果 (m)

	x	y	z
座標1	4.310	17.958	0.155
座標2	4.667	12.294	0.340
座標3	0.762	12.009	0.336
座標4	0.170	19.712	0.253

3.2 コンテナボックスの体積算出

Metashape による画像処理を行い、立体モデルを作成し体積を算出した。求められた測定値は23.4m³であり、実測値は22.5m³であることから約4%の差

4 まとめ

- ・MavicMini を用いた空撮では、自動操縦ができずオーバーラップを意識して撮影する必要があるため、飛行時間が長めになり複数のバッテリーが必要となる。
- ・コンテナを対象に測量した結果、測定値と実測値の差は約4%であった。

5 成果の活用

今回の知見をふまえ規模の大きな施設での実用に向けた資料となる。また、災害廃棄物発生量の推定や保管置き場の状況を記録する利用が考えられる。

(11) 令和2年8月のPM2.5高濃度事象について

溝口俊明

1 はじめに

大気中の微小粒子状物質 (PM2.5) は、粒径が2.5 μm 以下の粒子で、さまざまな成分で構成される。PM2.5は、呼吸器の奥深くまで入り込みやすいことなどから、呼吸器系や循環器系等への健康影響が懸念されており、平成21年9月に環境基準が設定された (1年平均値が15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であり、かつ、1日平均値が35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であること)。さらに、22年3月には、大気汚染防止法に基づく大気汚染状況の常時監視に関する事務処理基準が改正され、地方公共団体ではPM2.5の質量濃度測定に併せて、成分分析も実施することとなった。

既報 (平成29年報：北陸三県における微小粒子状物質に関する共同解析結果¹⁾) で示したように、北陸3県において局地的なPM2.5濃度の上昇原因はほぼ野焼きであるため、野焼き時期でない時に高濃度である場合は、広域的な視野で大気の状態を把握することが重要である。

令和2年8月5日に県内の観測所において、1日平均値が35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えたことから、当時の状況について情報収集を行ったところ、西之島の噴火の影響についての記述²⁾があり、PM2.5、二酸化硫黄及びオキシダントの関係について述べられていたことから、この期間の状況について解析を実施した。

2 方法

2.1 大気汚染物質データ収集

PM2.5、二酸化硫黄及びオキシダントは、環境省が運用している大気汚染物質広域監視システム (そらまめ君) ホームページ³⁾ から1時間値 (速報値) を入手した。なおPM2.5は、1日平均値を算出する際に5時間以上欠測した場合は、除外した。地域の分類は、1：北海道、2：東北、3：首都圏、4：北陸信越、5：東海、6：近畿、7：中国、8：四国、9：九州である。

2.2 NOAA-HYSPLIT MODELを用いた流跡線の解析

NOAA HYSPLIT MODEL⁴⁾ は、大気の流れを質点とみなして移動軌跡を気象データから求めるためのツールである。調査地点は富山県庁 (36.70N、137.10E) を起点とし、地表の影響を受けない自由大気下層850hPa (高度1500m) において対象となる日の12時を起点に5日前までの後方流跡線解析を行った。

3 結果及び考察

3.1 県内のPM2.5の状況

富山県内10局の日平均値及び10局平均値の日変化を図1に示す。10局平均値は、8月1日の12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ から上昇を始め、5日に39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の最大値となった。この状況は、6日まで続き、その後下降した。9日に再度上昇したが10日以降下降した。35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日は、5日が9局、6日が6局、最大値は魚津局の44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。次に最大値を示した魚津局の時間変化を図2に示す。3日の午前から濃度の上昇が始まり、4日15時に35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超え40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を観測し、この状況は6日21時まで続いた (4日19時及び5日4時を除く)。1時間最大値は、5日16時に観測した56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

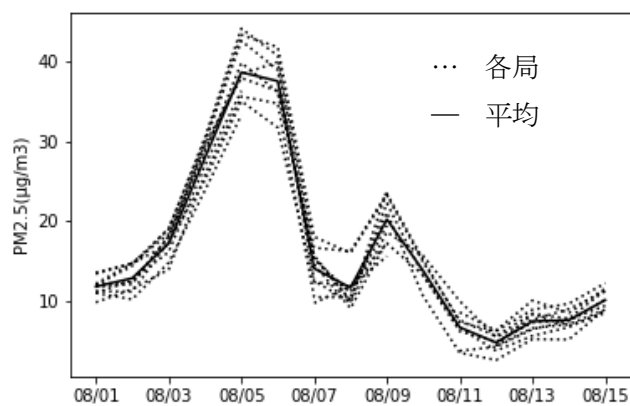


図1 各局及び10局平均値の日変化

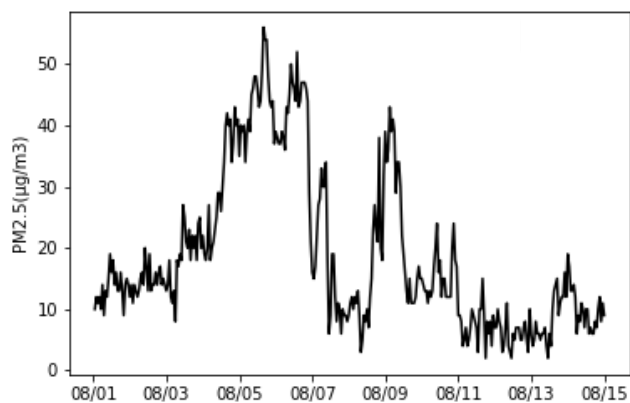


図2 魚津局の経時変化

3.2 全国のPM2.5の状況

全国のPM2.5の日平均値を表1、全国のPM2.5濃度分布状況（3日～8日）を図3に示す。

3日は、九州で $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上となり、特に鹿児島、熊本、長崎及び福岡に高濃度地点が多く存在していた。また、中国（山口、島根）の一部も高濃度地点

が存在していた。4日は、九州は南部の濃度が下がり、北部のみとなったが、中国は広がった。5日は、九州の濃度は低下し、中国、四国、東海、近畿、北陸及び東北に広がりを見せた。6日は、再び九州で濃度が上昇し始め、日本海側に高濃度地点が存在していた。一方、東海や近畿では高濃度地点がほとんどなくなり、全体的にも濃度は低下傾向であった。7日は、九州の一部と中国、四国で濃度が上昇した。一方、北陸、東北は濃度が低下し、高濃度地点はほぼなくなった。8日は、引き続き中国、四国が高く、さらに東海、近畿の濃度が上昇した。また、首都圏も高濃度地点が観測された。9日は、全国で濃度が低下し高濃度の地域はなくなった。以上のことから、3日～8日の間に2回の高濃度の事象があったと考える。

表1 全国のPM2.5の日平均値

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	8月1日	8月2日	8月3日	8月4日	8月5日	8月6日	8月7日	8月8日	8月9日	8月10日	8月11日	8月12日	8月13日	8月14日
北海道	6.9	5.8	6.1	14.3	13.9	8.4	6.8	2.4	2.8	2.8	6.4	4.9	5.5	3.2
東北	7.5	6.8	10.0	19.3	28.8	29.0	12.9	6.2	9.4	14.3	17.1	7.0	9.1	9.9
首都圏	6.3	6.5	9.5	10.6	13.6	18.1	20.7	22.8	19.9	20.1	9.8	12.2	13.0	13.7
北陸信越	9.5	10.9	16.8	26.3	38.1	35.8	15.6	22.4	20.5	11.8	7.5	5.3	7.3	7.9
東海	10.0	13.1	11.6	18.7	28.5	27.6	20.7	29.4	20.1	8.9	5.6	6.5	6.7	9.3
近畿	11.2	15.6	17.5	25.9	37.3	25.4	25.7	33.7	13.6	4.6	6.8	8.2	9.7	12.2
中国	9.0	17.8	29.4	38.2	34.9	25.4	36.6	29.5	15.1	5.3	6.6	7.1	8.8	9.2
四国	10.6	13.9	24.5	34.4	36.8	20.9	30.0	35.1	14.5	3.8	6.7	7.7	8.5	9.7
九州	9.4	26.0	38.8	36.1	20.5	25.5	27.8	11.3	7.9	5.1	5.1	6.2	5.5	4.9
平均	8.8	13.3	18.6	23.4	26.1	24.0	23.6	23.2	15.2	10.8	8.1	8.4	9.3	10.3

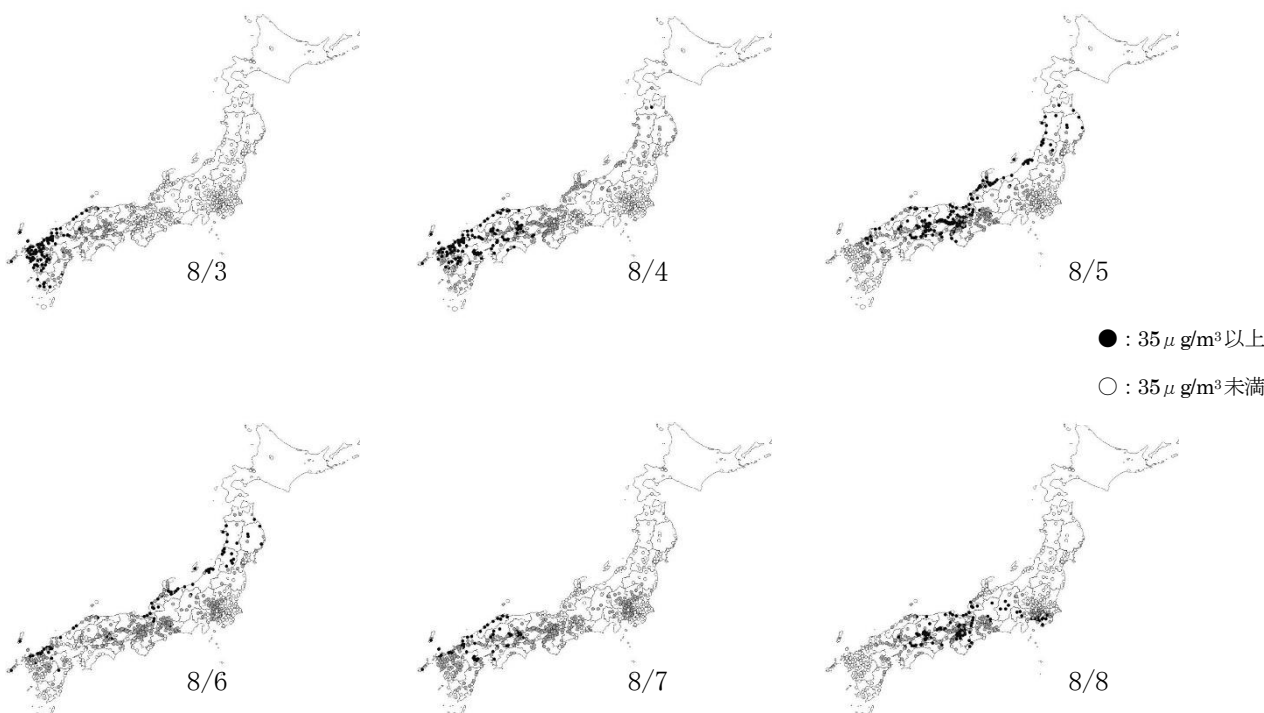


図3 PM2.5濃度の全国分布状況

3.3 PM2.5原因物質の挙動

PM2.5 の原因物質の一つである二酸化硫黄濃度 (SO₂) について期間中の変動を確認した。また、夏季は、光化学オキシダント濃度 (Ox) が高くなると PM2.5 濃度も高くなる傾向があることから、光化学オキシダントの変動についても確認した。なお、光化学オキシダントは、夜に値が低くなることから日平均値を用いると特徴的な値を見分けにくくなるため、日中の9時から15時の平均値を用いることとした。そのため、PM2.5 及び SO₂ も同一時間平均値を用いて解析を行った。

一例として、濃度の上昇が始まった3日と全国平均濃度が高くなった5日のPM2.5 と Ox 及び SO₂ の関係を図4に示す。

また、PM-Ox 及び SO₂ の相関の変化を表2に示す。3日は、解析期間内(1日から14日)においては、PM2.5 濃度が高いと SO₂ 濃度も高い関係(0.45)にあり、逆に Ox 濃度が高いと PM2.5 濃度は低い関係(-0.47)にあった。この日は、九州で 35 μg/m³ を超えている状況であった。5日は、3日と同じく PM2.5 と SO₂ 濃度の関係に相関があり(0.45)、Ox 濃度との相関もあった(0.20)。この日は、九州は PM2.5 濃度が減少傾向、四国から北陸信越が高い傾向にあった。3日～8日までは、SO₂ との相関が高く、濃度が低下した、9日～14日は、Ox との相関が高い状況であった。このことから、PM2.5 が高濃度であった期間は、SO₂ の影響(硫酸アンモニウム)を受けていたと考えられる。

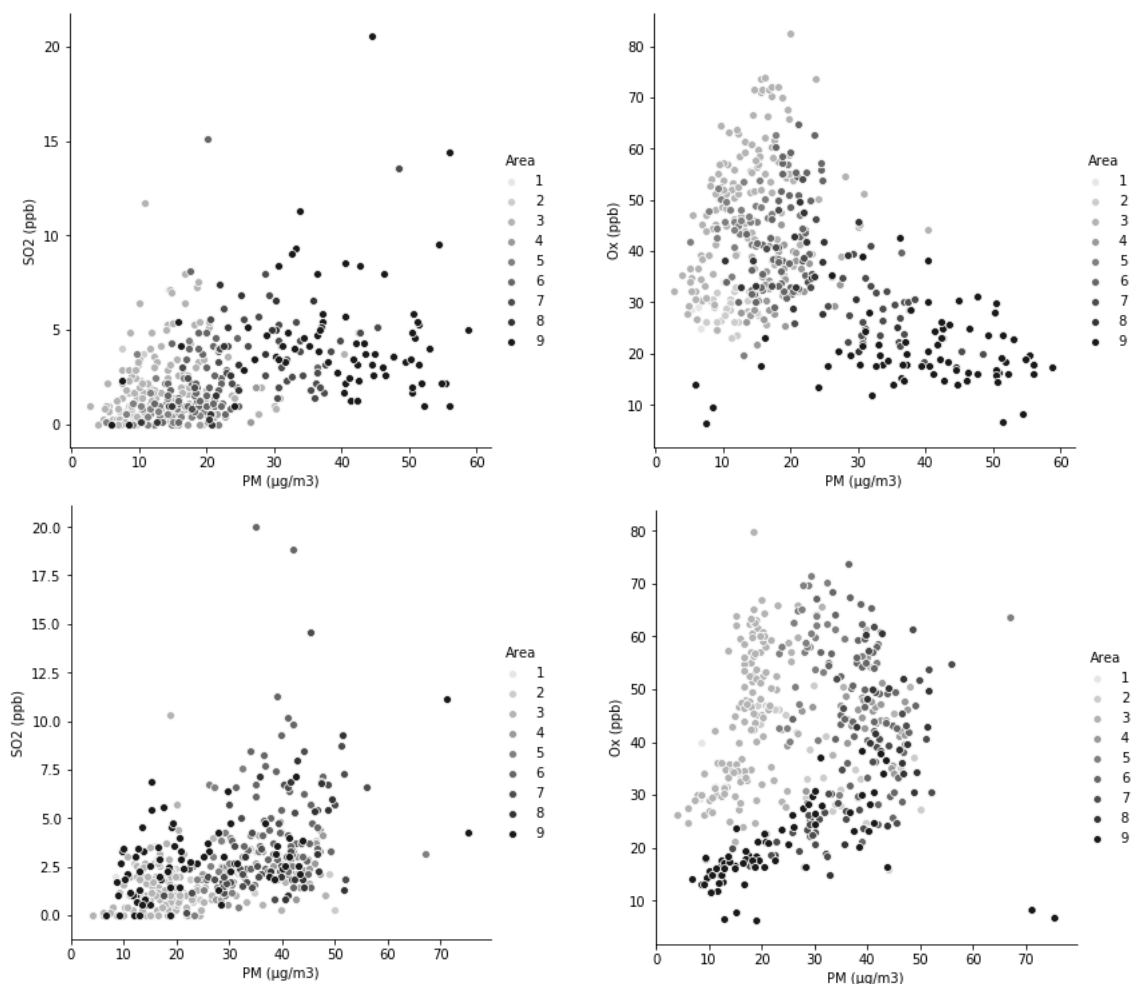


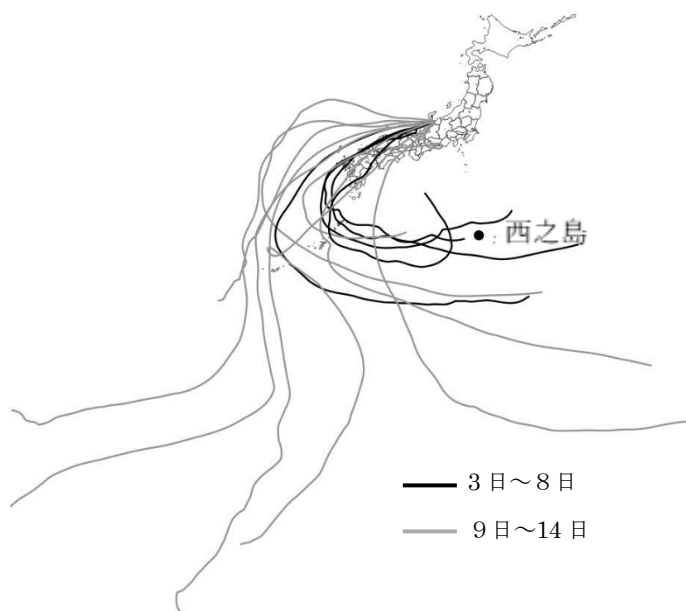
図4 地域別におけるPM2.5 と SO₂ 及び Ox の関係

表2 PM2.5 と SO₂ 及び Ox の相関関係

	8月1日	8月2日	8月3日	8月4日	8月5日	8月6日	8月7日	8月8日	8月9日	8月10日	8月11日	8月12日	8月13日	8月14日
PM-SO ₂	0.19	0.2	0.45	0.53	0.45	0.17	0.51	0.59	0.17	0.11	0.06	0.22	0.35	0.23
PM-Ox	0.21	-0.11	-0.47	-0.41	0.2	0.35	-0.15	0.16	0.48	0.84	0.61	0.56	0.65	0.62

3.4 後方流跡線

富山県を起点に調査期間中の1日ごとの流跡線を記載した結果を図5に示す。また西之島(27° 15' N, 140° 53' E)も併せて表記した。期間中の流跡線は太平洋側から流れてくるものと東南アジア側から流れてくる2つに分類された。このうち、太平洋側から流れてくる時にPM2.5の濃度が高い状況であり、東南アジア側から流れてくるときは、低い状況であった。SO₂との相関が良かった3日～8日は、太平洋側で西之島の周辺を通過していることから、影響を受けていた可能性がある。一方9日～14日は、東南アジア側からであり、西之島の影響を受けていないと考えられる。



4 まとめ

- ・令和2年8月のPM2.5高濃度事象について解析を行った。
- ・PM2.5は、3日～8日まで高く、九州から濃度の上昇が始まり、本州へ移動していく傾向がこの期間に2回あったと考えられる。
- ・PM2.5が高濃度時は、SO₂との相関があり、後方流跡線の結果は西之島周辺を通過していたことから、硫酸アンモニウムの影響を受けていたと考えられる。

5 参考文献

- 1) 北陸三県における微小粒子状物質に関する共同解析結果 富山県環境科学センター年報 平成29年度
- 2) 夏には珍しいPM2.5高濃度 西之島噴火
<https://news.yahoo.co.jp/byline/takemuratoshihiko/20200807-00192063/>
 R2.12.11 アクセス
- 3) 大気汚染物質広域監視システム(そらまめ君)
<http://soramame.taiki.go.jp/>
- 4) NOAA-HYSPLIT MODEL
<https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php>

(12) 令和3年3月に観測した黄砂について

溝口俊明

1 はじめに

令和3年3月29日から31日にかけて、全国的に黄砂が観測されており、特に30日は11観測地点のうち、那覇以外の10地点で観測された。気象庁の黄砂の観測は、目視観測の自動化に伴い、令和2年2月で終了しており、富山地方気象台の観測はなかったが、近県の新潟地方気象台で観測していること及び環境科学センター地内にある小杉太閤山局において、粒径が $10\mu\text{m}$ ($1\mu\text{m}$ は 1m の100万分の1)以下の浮遊粒子状物質 (SPM) 濃度が1日平均値で $0.098\text{mg}/\text{m}^3$ であり、令和元年度の日平均値の2%除外値 ($0.036\text{mg}/\text{m}^3$) を大きく上回ったことから黄砂の影響を受けていたと考えられる。当時の状況について情報収集を行い、解析を実施したので報告する。

2 方法

2.1 大気汚染物質データ収集

SPM は、環境省が運用している大気汚染物質広域監視システム (そらまめ君) ホームページ¹⁾ から一般局について3月29日から31日の3日間の1時間値 (速報値) を入手した。地域の分類は、1:北海道、2:東北、3:首都圏、4:北陸信越、5:東海、6:近畿、7:中国、8:四国、9:九州であり、各一般局の1時間値を地域ごとに分類し平均値を求めた。

3 結果

3.1 県内のSPMの状況

富山県内14局の1時間値及び14局平均値の時間変化を図1に示す。図から平均値は3回のピークがあり、1回目は29日22時で $0.099\text{mg}/\text{m}^3$ 、2回目は30日16時で $0.141\text{mg}/\text{m}^3$ 、3回目は31日13時で $0.068\text{mg}/\text{m}^3$ であった。最も濃度が高かった2回目のピークにおいては、12局で $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ を超え、福野局の $0.214\text{mg}/\text{m}^3$ が最大であった。また、福野局と比べ入善局は $0.061\text{mg}/\text{m}^3$ と約3倍であった。3日間の平

均値は、小矢部 ($0.064\text{mg}/\text{m}^3$)、小杉太閤山 ($0.064\text{mg}/\text{m}^3$)、福野 ($0.063\text{mg}/\text{m}^3$) が高く、新湊海老江 ($0.036\text{mg}/\text{m}^3$)、入善 ($0.037\text{mg}/\text{m}^3$)、婦中速星 ($0.037\text{mg}/\text{m}^3$) は低かった。

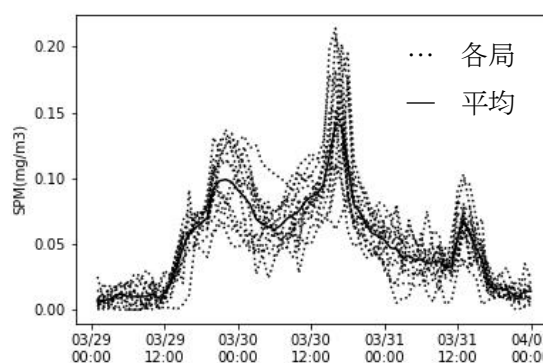


図1 各局及び14局平均値の日変化

3.2 全国のSPMの状況

全国の地域分類に基づくSPM濃度変化を図2に、30日15時の全国のSPM濃度分布を図3に示す。 $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ を超えるような濃度上昇は、29日の午後から中国、四国、近畿の地域において始まり、北陸信越、九州、東海及び東北の地域でも上昇した。1回目のピークは、富山県内の1回目のピークと同じ29日22時から23時であった。北海道も濃度の上昇はしていたが $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ を超えない小さなピークがあったが、首都圏は、なだらかに上昇が続く状態であった。2回目のピークは、30日の12時から17時頃にあり、北陸信越、近畿、中国、四国及び九州で期間中の最大値を示した。東北や首都圏は異なる時間帯にピークを迎えたが、 $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ を超える時間帯が続いていた。15時の地域別濃度範囲は $0.046\text{mg}/\text{m}^3$ (北海道) から $0.099\text{mg}/\text{m}^3$ (北陸信越) であり、約2倍の差があった。また、日本海側で濃度が高い傾向を示していた。31日になると、多くの地域で濃度は低下していったが、首都圏は濃度が高い状況が続いていた。30日15時において $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ を超える

地点数は 819 であり、この時間帯の観測局数 1, 107 に対して占める割合は約 74%であり全国的に高い傾向を示していた。

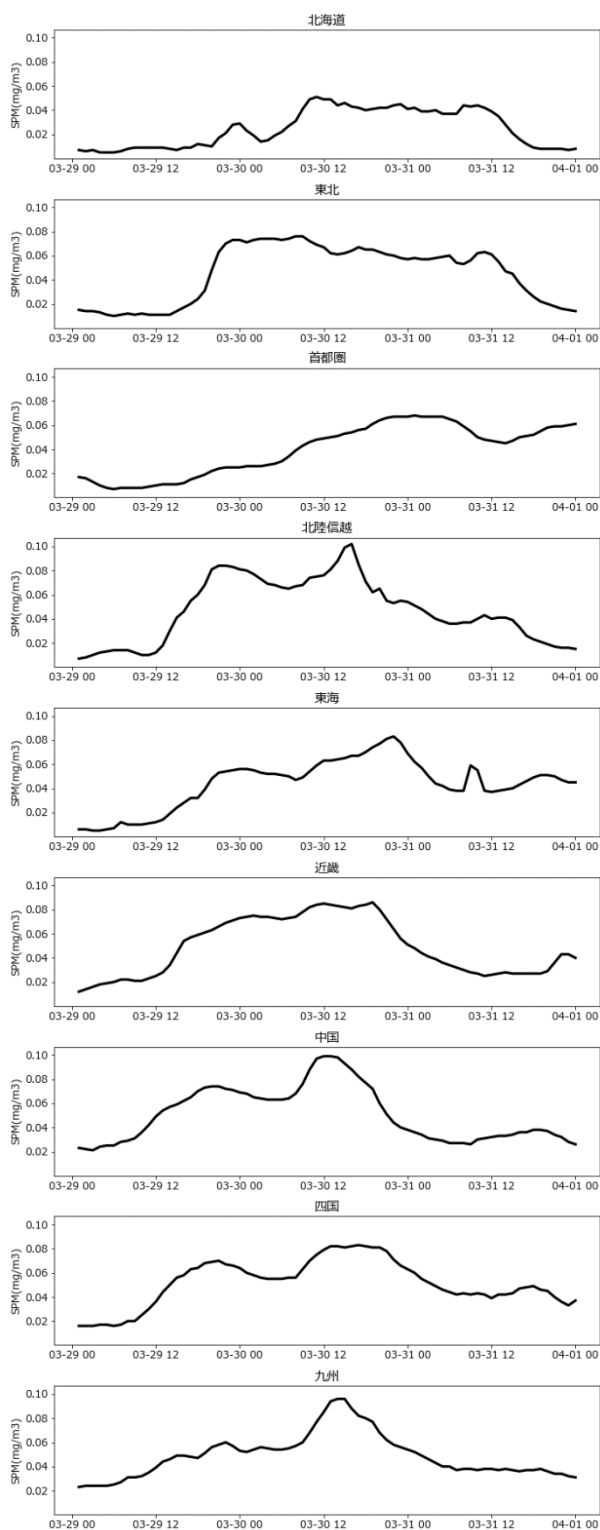


図2 地域ごとのSPM濃度変化

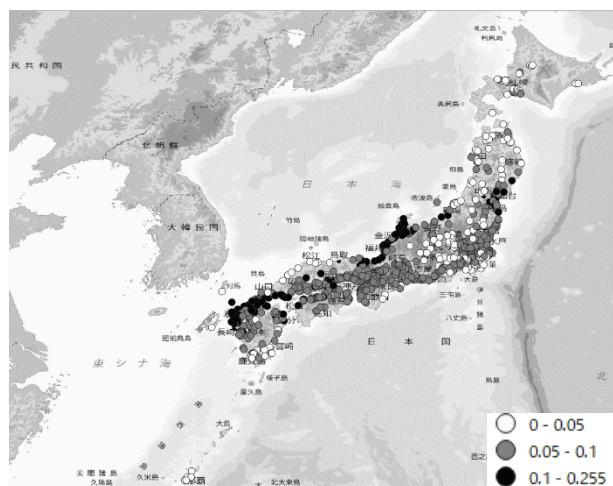


図3 全国のSPM濃度分布状況

4 まとめ

- ・富山県内では、3回のピークを観測し、そのうち2回目が最も高い濃度（福野局：0.214mg/m³）
- ・全国的に黄砂の影響を受け濃度が上昇していたが、首都圏のようになだらかに上昇傾向が続く地域も見受けられた。また、北海道のように影響を受けているが、他の地域と比べ濃度が低かった。

5 成果の活用

県内の大気環境を常時監視し、得られた情報を迅速に解析することで、県民の皆様タイムリーな情報提供に努めます。

6 参考文献

- 1) 大気汚染物質広域監視システム（そらまめ君）
<http://soramame.taiki.go.jp/>

(13) テキストマイニングを活用した環境白書の用語解析

中島浩薫

1 はじめに

膨大なデータから情報を抽出し、文章中の語句の使用頻度や傾向、相関関係など特徴を分析する「テキストマイニング」が近年様々な分野で活用されている。

テキストマイニングの手法の一つとして、語句の出現頻度や出現パターンの似た単語を線で結んだ「共起ネットワーク」は、文章を分析するツールとして、可視化されたネットワーク図の特徴によって文章の傾向を把握することができる。

県が毎年発行している環境白書(以前は公害白書)は、前年度に講じた施策と当年度に講じようとする施策などをまとめたものであるが、過去の白書と現在の白書をテキストマイニングにより分析することにより、環境・公害問題の変遷を比較解析することとした。

2 方法

本解析では、テキスト型データを統計的に分析するために提供されているフリーソフトウェア「KH Coder」¹⁾を使用した。

解析にあたって前処理として、解析ソフトの機能として有する分析対象ファイルの文字化け、不適合な記号などの自動修正を行うとともに、抽出語リストから同義語についても、表現を統一する作業を行った。

また、使用語句は名詞、固有名詞、組織名、人名、地名、形容詞とし、「昭和」、「平成」などの解析に意味をなさない語を除外するとともに、「推進する」、「定める」などの動詞は除いた。

さらに、語句の最小出現頻度やリスト数の設定によってネットワーク図に違いが出てくるので、特徴が現れやすいよう設定を様々に変えて共起ネットワーク図を求める作業を行った。

こうした作業を行ったうえで、昭和46年の公害

白書²⁾、令和2年の環境白書³⁾の本章(図表、資料編を除く)を対象に、共起ネットワーク図を作成した。

3 解析結果

3.1 昭和46年版の公害白書

富山県で初めて公害白書が発行されたのは昭和46年で、当時の激しかった大気汚染、水質汚濁、騒音などの産業型公害について、環境調査の状況や基準の適合状況、対策、改善指導などを取りまとめている。

KH Coderを用いて公害白書のテキスト分析に用いた総抽出語数は28,074語、重なり語数は2,608語であった。出現頻度の高い抽出語は、公害が218回、調査が216回、工場が170回であり、この他に汚染、環境、基準、対策、防止の語句の頻度が高かった。

共起ネットワーク図を図1に示す。出現頻度の高い抽出語は大きく表示されるとともに、任意の複数の抽出語が1つの文書で同時に出現する場合、ネットワークでのつながり・共起の程度が強くなり、実線で示される。

図1では最小出現頻度を29、リスト数を40に設定したものであり、8つのグループに分けられた。語句のつながりを見ると、公害は「防止、対策、発生、施設」、調査は「環境、実施、汚染」、工場は「基準、排出、問題」と高い頻度で繋がって出現していることがわかった。

このほか、黒部市のカドミウムによる土壌汚染が問題化した時期であったことから、カドミウムに「産米、黒部」が繋がって出現していたことが読み取れた。

当時、富山県は様々な公害問題が頻発しており、大気汚染では富山、高岡、新湊市をはじめ魚津、黒部市の臨海部の工場から排出される硫黄酸化物や降下ばいじんによる著しい汚染、水質汚濁では工場排

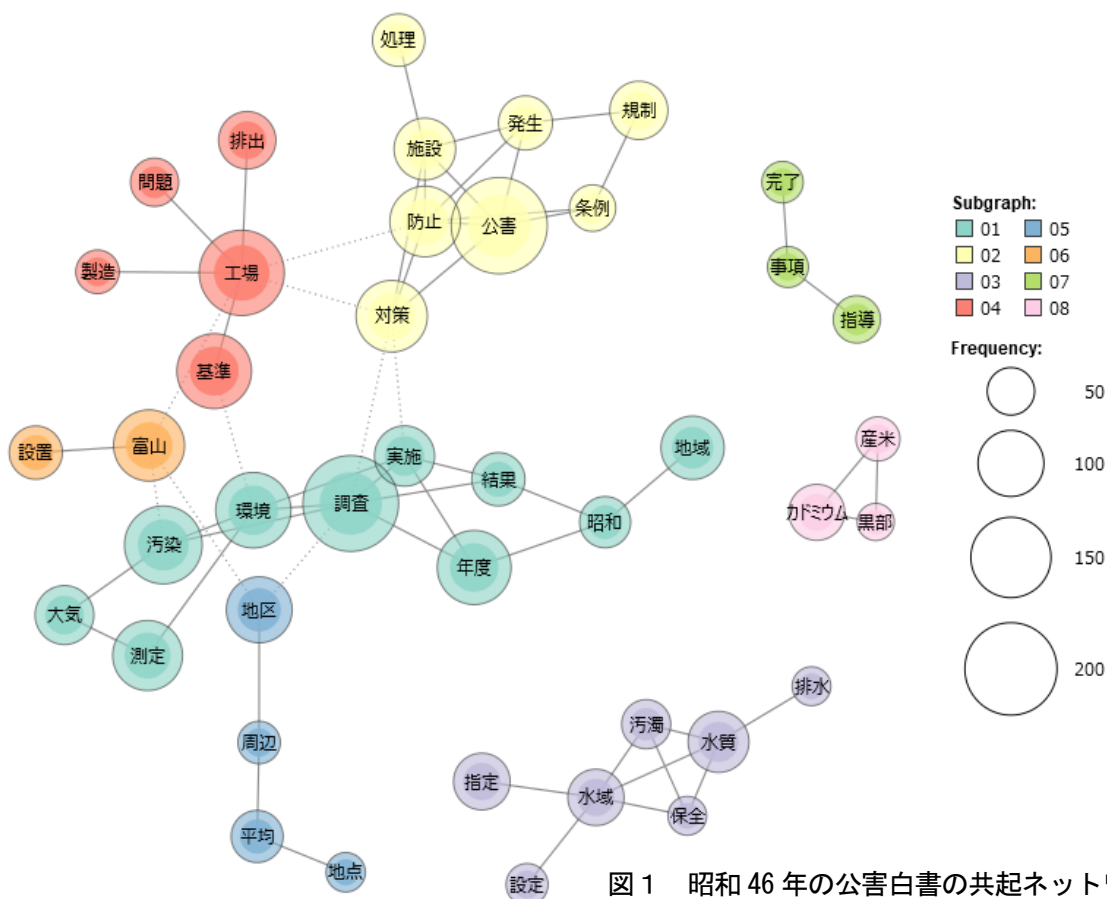


図1 昭和46年の公害白書の共起ネットワーク図

水による河川の著しい汚濁、カドミウムや水銀による汚染問題があった。また、規制基準を超える工場騒音や製造業・畜産業からの悪臭も問題となっていた。

こうした公害問題に対し、工場に対する公害総点検や改善指導を行っていた状況が公害白書に記載され、当時は産業型公害一色の時期であったことを物語っており、共起ネットワークからも強く読み取れることができた。

3.2 令和2年版の環境白書

公害白書は昭和49年版から環境白書となり、平成15年版からA4サイズに大判化されている。

県では、環境基本条例の制定、環境基本計画や県の総合計画である元気とやま創造計画の策定(改定)により、環境の基本施策を体系的にまとめている。

現在の環境白書は、上記計画に基づき「循環型社会と低炭素づくりの推進」、「自然環境の保全」、「生活環境の保全」及び「水資源の保全と活用」の4分野の施策体系に分けるとともに、持続可能な社会構

築に向けた人づくりなど、分野横断的な施策を盛り込んだ構成となっている。

昭和46年の公害白書と同様にKH Coderを用いてテキスト分析を行った。「自然環境の保全」の節を除く)総抽出語数は39,022語、重なり語数は2,712語であった。出現頻度の高い抽出語は、環境が592回、推進が368回、事業が271回、保全が223回であり、この他に実施、地域、水、対策、活動の語句の頻度が高かった。

共起ネットワーク図を図2に示す。図2では最小出現頻度を25、リスト数を60に設定したものであり、11のグループに分けられた。最も頻度の高かった語句は、昭和46年の公害白書では「公害」だったものが「環境」に替わっており、「工場、汚染、対策、防止」などの語句も出現頻度が低くなり、つながりの程度も低下していると考えられた。

語句のつながりを見ると、環境は「推進、事業、実施、保全」、活動は「県民、地域、保全、連携、支援」、またエコは「県民、参加、ドライブ」と高い頻度で繋がって出現していることが読み取れた。

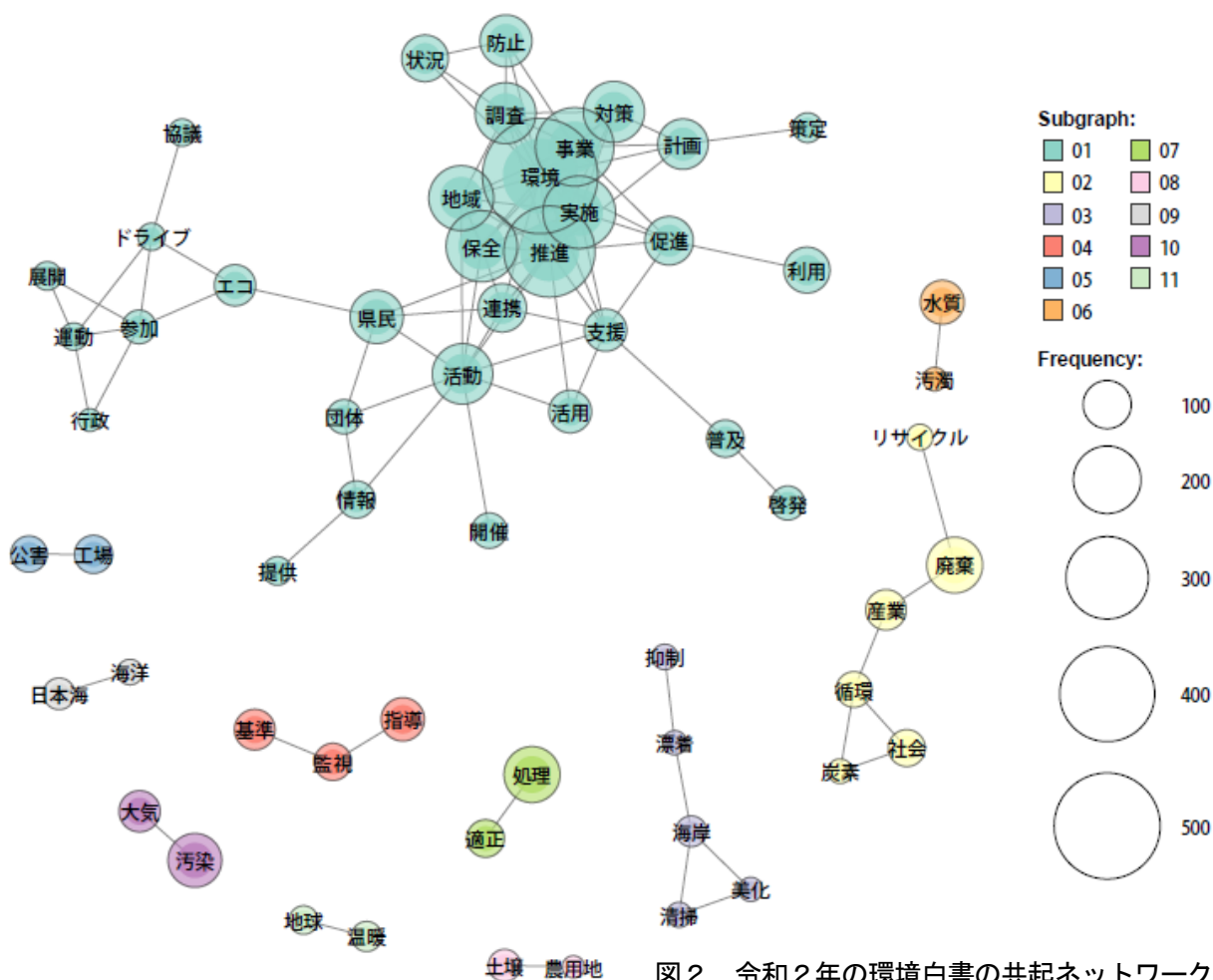


図2 令和2年の環境白書の共起ネットワーク図

また、「循環、炭素、社会、産業、廃棄、リサイクル」といった廃棄物や循環のつながりを持った語句、「海岸、清掃、美化、漂着、抑制」といった海岸漂着物や清掃活動のつながりを持った語句が見られた。

このほか、地球環境や環日本海地域の環境関連では「地球、温暖」と「日本海、海洋」のつながりが見られたが、出現頻度は高くなかった。

4 まとめ

昭和46年の公害白書、令和2年の環境白書の文章についてテキストマイニングを行ったところ、語句の出現頻度や共起ネットワーク図は、富山県の環境、社会情勢、法制度や事業・施策を色濃く反映していることがわかった。

すなわち、昭和40年代の産業公害・汚染防止といった課題対応・解決型から、現在の複雑・多様化した環境問題、また環境に対する保全・活動・推進といった県民運動型に環境施策が変化していることが

読み取れた。

テキストマイニングは、こうした環境問題の変遷と施策の移り変わりを見やすく可視化する手法として有効であることがわかった。

5 成果の活用

産業型公害から生活環境、地球環境まで様々な環境問題があり、時代の変化とともに移り変わっていることが視覚的にわかった。今後は、環境教育の拠点として環境科学センター内に設置した「環境楽習室 エコ・ラボとやま」において、環境問題を解説する題材として活用していく。

参考文献

- 1) 計量テキスト分析のソフトウェア「KH Coder」、KH Coder2. x チュートリアル、樋口耕一
- 2) 公害白書（昭和46年版）：富山県
- 3) 環境白書（令和2年版）：富山県

第2章 研究発表

2年度に学会等で発表した研究は8題であり、内容は次のとおりです。

1 第47回環境保全・公害防止研究発表会【2年11月（紙上開催）】

- (1) 立山の融雪モニタリングによる気候変動の影響の評価 ----- 72
 (発表者 袖野新、岩倉功貴、初鹿宏壮)

2 第35回全国環境研協議会東海・近畿・北陸支部研究会【3年2月（紙上開催）】

- (1) 富山県のPM_{2.5}における自動車発生源の寄与について ----- 74
 (発表者 藤島裕典、三輪知司、万尾和恵)

- (2) 富山県の常時監視におけるPM_{2.5}成分分析結果(平成25年度～令和元年度)について ----- 76
 (発表者 万尾和恵、相部美佐緒、藤島裕典、岩倉功貴、袖野新、島田博之)

- (3) 立山の融雪モニタリングによる気候変動の影響の評価
 ー室堂山における消雪時期と植生の関係及び雪解けの経年推移ー ----- 78
 (発表者 袖野新、岩倉功貴、初鹿宏壮)

- (4) 富山湾沿岸海域における暖冬による水質への影響評価 ----- 80
 (発表者 中易佑平、日吉真一郎、天野智順、齊藤悠悟、藤島裕典)

- (5) 富山県における河川の水温等の変動と気温上昇との関係について ----- 82
 (発表者 日吉真一郎、源将、中易佑平、神保高之)

- (6) 富山県における循環型社会（災害廃棄物）に関する研究
 ー廃瓦の利活用に関する研究ー ----- 84
 (発表者 初鹿宏壮、水田圭一、木戸瑞佳、浦谷一彦)

- (7) 災害時における化学物質の流出防止に関する技術情報の整備 ----- 86
 (発表者 水田圭一、溝口俊明、江野本貴之)

立山の融雪モニタリングによる気候変動の影響の評価

富山県環境科学センター

○袖野新 岩倉功貴 初鹿宏壮

1 はじめに

富山県の山岳地帯は世界有数の豪雪地域であり、その積雪は、高山帯における貴重な動植物の生息環境の一部となっている。春から夏にかけて豊富に流れる雪解け水は、平野部の水資源として県民生活や産業に恩恵を与えている。

しかしながら、平野部ではすでに降雪量の減少が確認されており、将来、降積雪や消雪時期が変化した場合に生じる様々な影響が懸念される。また、山岳地では貴重な高山植物や立山の生態系のシンボルであるライチョウに対する温暖化の影響が懸念される。

このようなことから、立山室堂周辺において、2008年から地温の通年観測により消雪時期の調査を実施している。

ここでは、2008年から2019年までの11年間のデータロガー機能付き温度測定器(Tidbit-v2)を用いた室堂山北側斜面の地温測定結果から推定される消雪時期と植生や地形との関係を報告する。

2 研究方法

地温の測定のため、Tidbit-v2を室堂山(標高2,668m)北側斜面の標高別に室堂平付近のAから上部のEまでの5ラインに、10m間隔で10個ずつ計50個、地表面下5cmに面的に設置して測定した。設置場所及びその場所での植生の優占種を図1に示す。



図1 室堂山斜面にTidbit-v2を設置した地点と植生の優占種

地温は、無雪期の状態では気温とほぼ同様な変化を示すが、冬季の降積雪に伴い地表面が外気から隔離されると0℃付近に徐々に近づき、春季から夏季の融雪及び消雪に伴う外気

との接触により急激に昇温する。このような特性から地温の変化は消雪日の推定に活用できることが確認されている。

このことから、本調査では4月以降に初めて1℃を超えた日をその調査地点での「消雪日」として解析した。

3 結果及び考察

3.1 消雪日の傾向

ライン毎の各年の消雪日を図2に示す。

11年間の調査の中で消雪日が最も早かったのは、2015年のB4地点で5月12日であり、最も遅かったのは2012年のC9地点で8月22日であった。

ライン別にみると、斜面下部のラインBで消雪が早く、斜面上部のラインEで消雪が遅くなる傾向であった。

3.2 消雪日の年変化

ライン毎に平均した消雪日の年変化を図3に示す。

調査期間中(2008年~2019年)の各ラインの消雪日の変化をみると全てのラインで2016年が最も消雪日が早かった。また、2014年夏~2016年春は世界的にエルニーニョ現象が発生しており、富山県でも平野部の積雪深は「132cm(富山地方気象台)」と平年値(266cm(直近の30年平均))に比べて少なかった。立山室堂においては、積雪深等の通年観測はされていないため、詳細は不明であるが、本調査による消雪日の観測と地球的規模の気象の関連がうかがわれる結果となった。

また、2014年のみラインBよりもラインAの消雪時期が早かったことや2014年と2017年は消雪期間が他年より短いことが確認できたものの、気象との関係は不明であり、また、気候変動と関連すると考えられる消雪時期の経年変化に年々早まるなどの傾向は見られなかった。

3.3 消雪日と植生や地形との関係

各調査地点における11年間の平均した消雪日を表1に、各調査地点の植生及び地形を表2に示す。

全測定地点で平均したところ、消雪日は7月10日で標準偏差は約16日であった。表1に平均した消雪日から標準偏差以上に遅くなっている地点及び早くなっている地点を着色して示した。

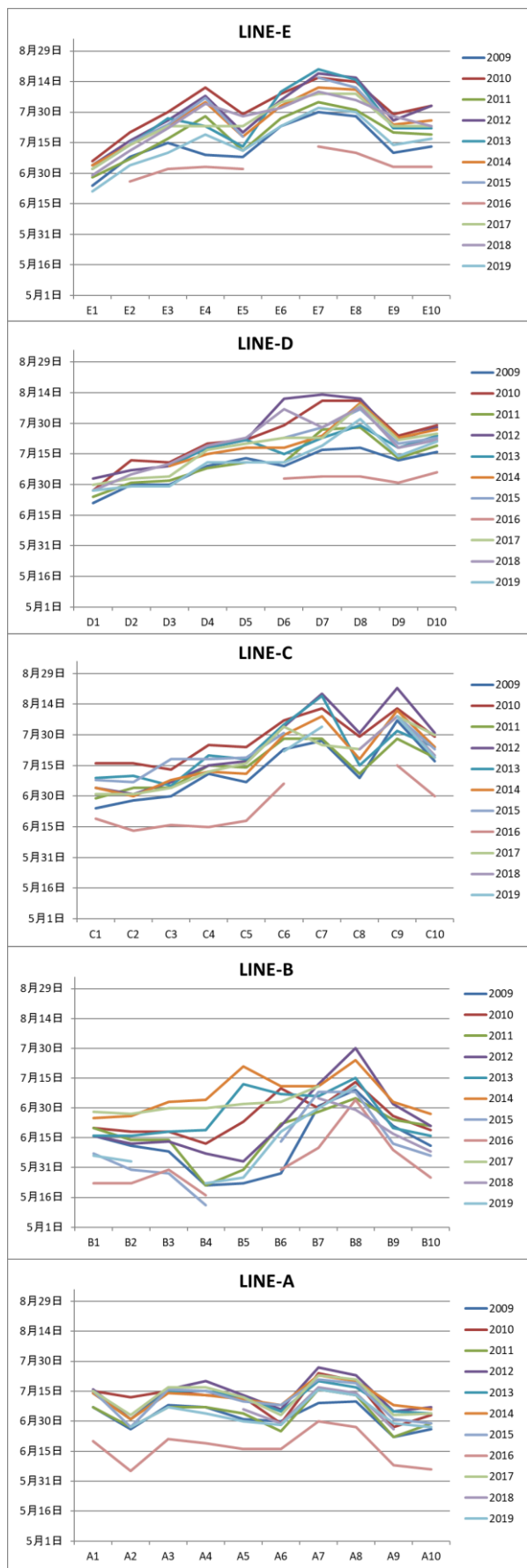


図2 ライン毎の各年の消雪日

表1及び表2から以下の傾向が読み取れた。

- ・ B1~B5 地点は、ハイマツやイワイチョウなどの高山植物が生息しており、消雪日が多い。
- ・ C7,C9 や E6~E8 地点のように地形が礫である地点では消雪が遅い。

このことから、植物の生息分布や地形が、消雪と深く関連していることが考えられた。

4 まとめ

これまでの観測結果からは、気候変動と関連して消雪が早まっている等の経年変化は見られていないが、本調査手法により富山県気候変動適応センターの事業として長期的なモニタリングを継続していくとともに、地域的、短期的な気象との関連等について解析を進めていく。

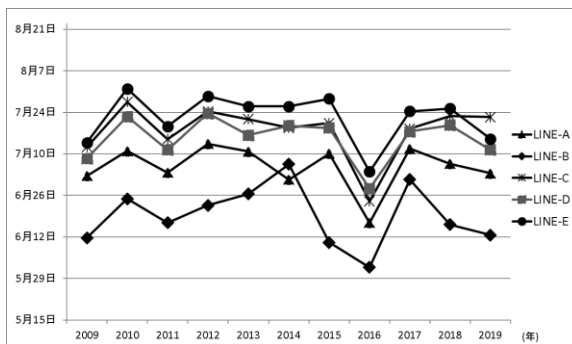


図3 消雪日の年変化

表1 各調査地点における11年間の平均消雪日

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LINE-E	6月30日	7月10日	7月19日	7月26日	7月16日	8月1日	8月7日	8月4日	7月20日	7月21日
LINE-D	6月24日	7月3日	7月4日	7月15日	7月18日	7月20日	7月25日	7月31日	7月17日	7月21日
LINE-C	7月2日	7月2日	6月29日	7月12日	7月12日	7月27日	8月5日	7月19日	8月5日	7月21日
LINE-B	6月14日	6月11日	6月14日	6月4日	6月14日	6月22日	7月2日	7月11日	6月22日	6月14日
LINE-A	7月9日	6月28日	7月10日	7月10日	7月6日	6月30日	7月17日	7月15日	6月27日	6月29日

表2 各調査地点の植生及び地形

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LINE-E	ハイマツ	礫	イワイチョウ		礫	礫	礫	礫	礫	礫
LINE-D	ハイマツ					礫	礫	礫	礫	
LINE-C	イワイチョウ	イワイチョウ	イワイチョウ				礫	礫	礫	イワイチョウ
LINE-B	ハイマツ	ハイマツ	ハイマツ	ハイマツ	イワイチョウ		礫		イワイチョウ	ハイマツ
LINE-A	イワイチョウ	イワイチョウ	イワイチョウ	イワイチョウ			イワイチョウ		礫	

富山県のPM_{2.5}における自動車発生源の寄与について

富山県環境科学センター

○藤島裕典, 三輪知司, 万尾和恵

1 はじめに

富山県内のPM_{2.5}は、平成28年度に初めて全ての観測局で環境基準を達成したものの、経年的に一般環境観測局よりも幹線道路沿道の自動車排出ガス観測局で高い傾向がある。

当センターでは、これまでに春季の観測データから、長距離輸送の影響と考えられる硫酸アンモニウムの増加や黄砂に伴う土壌成分の増加によってPM_{2.5}が高濃度になることを報告してきた。また、平成30年からは自動車発生源の影響について検討を行っている。しかし、自動車発生源の寄与など地域汚染の影響を十分に把握できていないため、効果的なPM_{2.5}削減対策の検討には、より多方面からの検討及び知見の蓄積が必要である。

ここでは、令和元年夏季に高岡大坪自動車排出ガス観測局(高岡大坪)、高岡伏木一般環境観測局(高岡伏木)及び小杉太閤山一般環境観測局(小杉太閤山)において、炭素成分及びイオン成分を測定分析し、自動車排出ガス観測局と一般環境観測局との比較から自動車発生源の寄与について評価した。

2 方法

調査地点の高岡大坪、高岡伏木及び小杉太閤山の位置関係を図1に示す。高岡大坪は高岡市内の国道8号線沿道(幹線道路)にある自動車排出ガス観測局である。高岡伏木は高岡市北部の伏木小学校(市街地)、小杉太閤山は射水市中太閤山の環境科学センター(住宅地)敷地内にある一般環境観測局である。

調査期間は令和元年7月18日から8月1日である。

高岡大坪では、10ライン・グローバルサンプラ(GS-10, 東京ダイレック)を用いて粒子状物質を採取した。二段型ローボリウムサンプラに石英ろ紙(2500QAT-UP, PALLFLEX)を装着して流量20L/minで吸引し、微小粒子領域(分離径2.5μm)のエアロゾル粒子を捕集した。

高岡伏木及び小杉太閤山では、米国環境庁(EPA)の連邦標準測定法(FRM)のシーケンシャルエアサンプラー Model 2025 (Thermo Fisher Scientific)に石英ろ紙(2500QAT-UP, PALLFLEX)を装着して流量16.7L/minで吸引した。

いずれの地点においても当日の午前10時から翌日の午前10時まで24時間採取し、環境省のPM_{2.5}成分測定マニュアル5)に基づき、炭素成分(有機炭素(OC)、元素炭素(EC))及びイオン成分(Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺)を分析した。

3 結果及び考察

各局のPM_{2.5}成分分析結果及びPM_{2.5}平均組成を図2~4に示す。調査期間中の自動測定機での質量濃度を比較すると、調査を行った3局ともに7月23日、26

日及び29日に高い濃度となっており、3局ともにほぼ同じ日変動の傾向を示した。調査を行った3局の成分濃度を比較すると、広域汚染に起因すると考えられるSO₄²⁻及びNH₄⁺はそれぞれの日で見ると各地点間で大きな差はみられなかった。一方で、成分組成比を見ると、高岡大坪ではEC(元素炭素)が他の2地点よりも高かった。この違いをさらに解析するため、高岡伏木を1とした場合の高岡大坪、小杉太閤山の比率を図5に示す。広域汚染に起因すると考えられるSO₄²⁻及びNH₄⁺はそれぞれの日で見ると、各地点間でほとんど差がなかった一方で、ディーゼル車の排出ガスに含まれると考えられるECは大坪が一般局よりも1.7倍から3.6倍高く、特有の変化パターンを示していた。

以上のことから、大坪のPM_{2.5}汚染は、一般環境における主要成分に加え、大型車(ディーゼル車)排出ガスに起因すると考えられる成分が寄与していると推測された。

4 まとめ

高岡大坪、高岡伏木及び小杉太閤山において、PM_{2.5}の炭素成分及びイオン成分の測定を行い、自動車発生源の影響が大きいと考えられる高岡大坪とその他2地点を比較評価した。

広域的な影響が大きいと考えられるSO₄²⁻及びNH₄⁺では各地点間で大きな差はみられなかった。一方で、ECでは高岡大坪が他の2地点よりも高い傾向が見られ、また、日変動の傾向も他の2地点とは異なっていた。高岡大坪のPM_{2.5}は一般環境と同様の広域的な影響に加えて、大型車(ディーゼル車)の影響を併せて受けていると考えられる。



図1 調査地点

(①高岡大坪 ②高岡伏木 ③小杉太閤山)

(注)国土地理院の電子地形図に調査地点等を追記して掲載

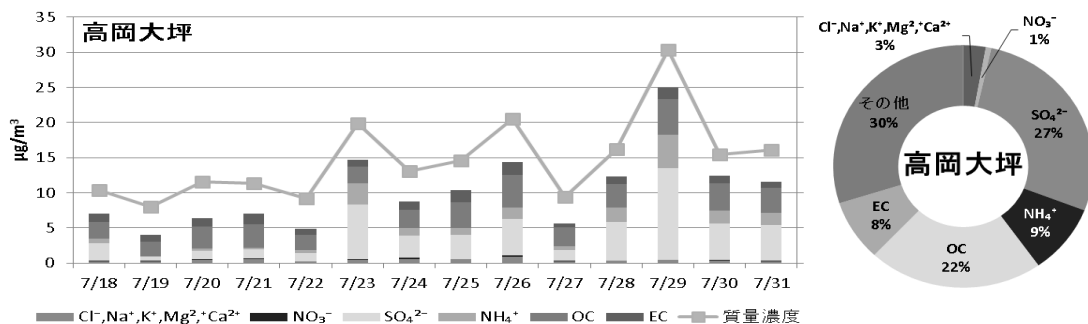


図2 高岡大坪のPM_{2.5}成分分析結果(左)とPM_{2.5}平均組成(右)

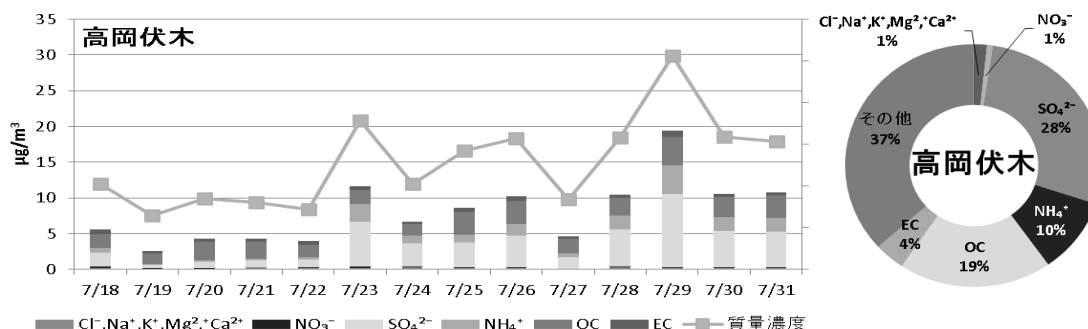


図3 高岡伏木のPM_{2.5}成分分析結果(左)とPM_{2.5}平均組成(右)

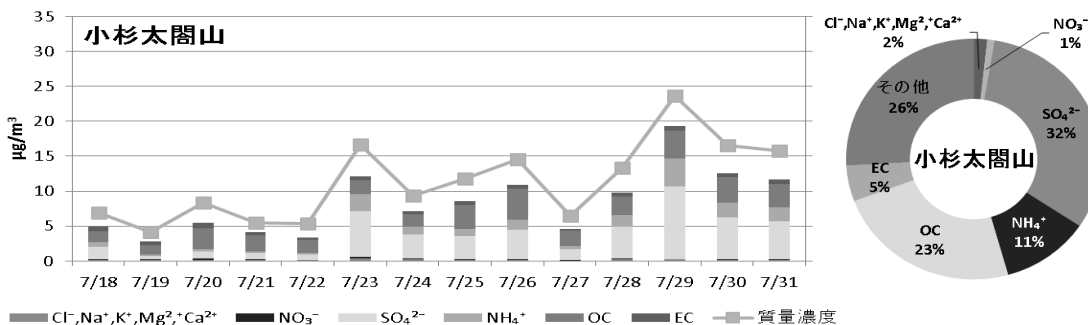


図4 小杉太閤山のPM_{2.5}成分分析結果(左)とPM_{2.5}平均組成(右)

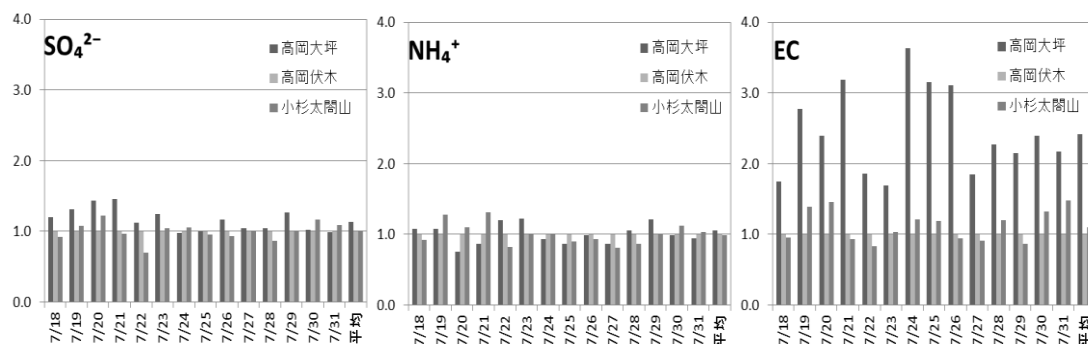


図5 各局のSO₄²⁻、NH₄⁺及びEC濃度の比較(高岡伏木と他局との比率)

富山県の常時監視におけるPM_{2.5}成分分析結果(平成25年度～令和元年度)について

富山県環境科学センター

○万尾和恵 相部美佐緒 藤島裕典 岩倉功貴 袖野新 島田博之

1 はじめに

粒径2.5μm以下の微小粒子状物質(PM_{2.5})は、平成21年9月に環境基準(1年平均値が15μg/m³以下)であり、かつ、1日平均値が35μg/m³以下であることが設定され、大気汚染防止法に基づき、平成25年度より常時監視の一環として微小粒子状物質(PM_{2.5})の成分分析調査を継続的に実施してきている。これまで実施してきた7年間(平成25～令和元年度)の結果について報告する。

2 方法

PM_{2.5}試料の採取は、富山県高岡市(高岡伏木局)及び富山県射水市(小杉太閤山局)の2地点で実施している。調査地点を図1に示す。

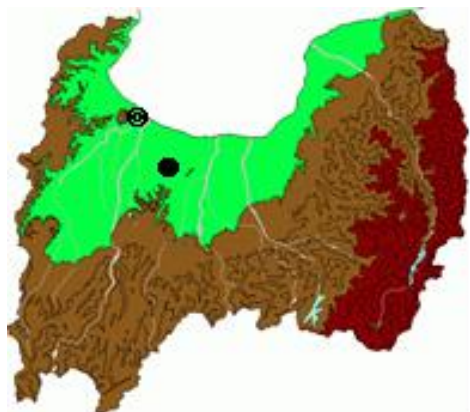


図1 調査地点(◎高岡伏木局, ●小杉太閤山局)

調査期間は、環境省において全国統一の補集期間を設定しており、設定された春夏秋冬の2週間に試料採取を行っている。なお、PM_{2.5}は、2地点とも米国環境庁(EPA)の連邦標準測定法(FRM)のシーケンシャルエアサンプラー Model 2025(Thermo Fisher Scientific)を2台用いて、流量16.7L/minで、当日の午前10時から翌日の午前10時まで24時間採取した。サンプラーの1台にはテフロンろ紙を装着し、質量濃度及び無機元素成分(Na, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Mo, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Sm, Hf, W, Ta, Th, Pb, Be, Cd)を分析した。もう1台には石英ろ紙を装着して、イオン成分(Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺)及び炭素成分(有機炭素(OC), 元素炭素(EC))を分析した。分析は、環境省のPM_{2.5}成分測定マニュアルに従って実施した。

3 結果及び考察

3.1 PM_{2.5}質量濃度の推移

平成25年度からの富山県2地点と全国平均の質量濃度の年度平均値の推移を図2に示す。

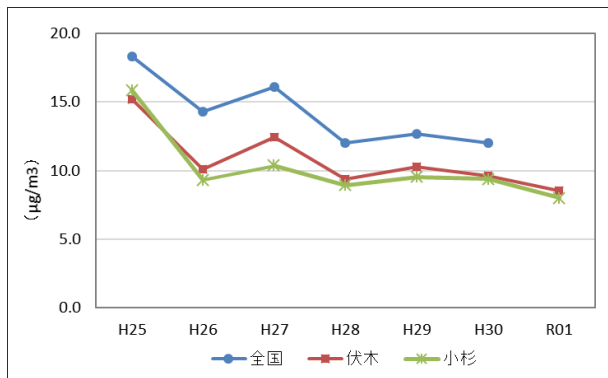


図2 質量濃度経年変化の推移(年平均値)

富山県の質量濃度の年平均値の推移をみると、平成27年度に前年度より高くなったが、平成25年度から28年度にかけて低下傾向を示し、その後はほぼ横ばいであった。また、全国平均値の結果と富山県の結果を比較したところ、全国平均値より質量濃度は低いがよく似た傾向を示していた。

3.2 PM_{2.5}の成分分析結果

県内2地点の季節別成分分析結果及び質量濃度に対する割合を図3に示す。

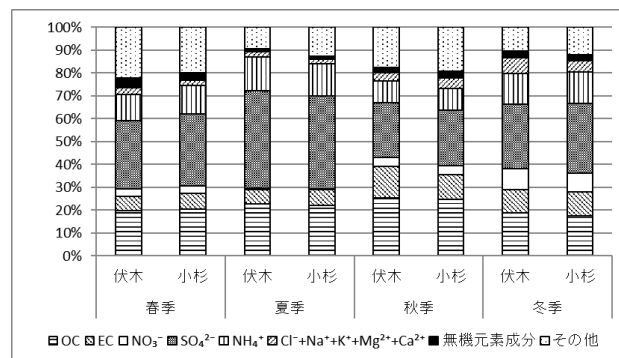
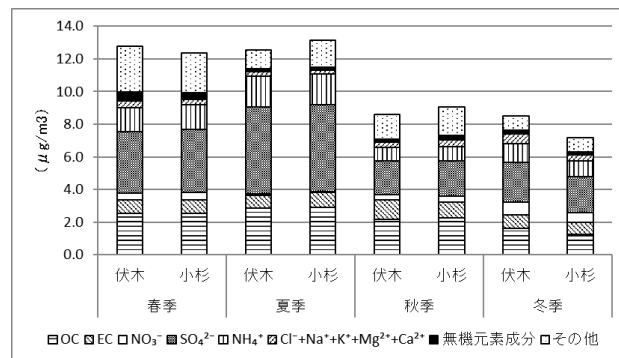


図3 PM_{2.5}成分分析結果(全期間季節別平均濃度)
(上図:濃度, 下図:構成比)

季節別の質量濃度をみると、春季、夏季の濃度に比べ秋季、冬季に低かった。

各成分の構成比をみると、四季を通じて SO_4^{2-} が高い割合を占めているが、特に夏季に高く、秋季はやや低かった。OC は SO_4^{2-} に次いで高く、秋季には SO_4^{2-} より割合が高くなる場合もあるなど、年間を通じ、 SO_4^{2-} とともに高い割合を占めていた。EC は秋季と冬季に割合が高かった。 NH_4^+ は SO_4^{2-} と同様に夏季に高く、秋季に低かった。なお、富山県では $\text{PM}_{2.5}$ が高濃度時の SO_4^{2-} と NH_4^+ の当量濃度はほぼ 1 : 1 であったことから、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ として存在していたと考えられる。 NO_3^- は、夏季に低く、冬季に割合が高かった。過去に検証した結果から、 NO_3^- の多くは夏季にガス状物質として存在していたと考えられる。

次に、無機元素成分をみると、全期間をとおして Na, Al, K, Ca, Fe の濃度が高く、これらの成分の季節別平均濃度を図 4 に示す。

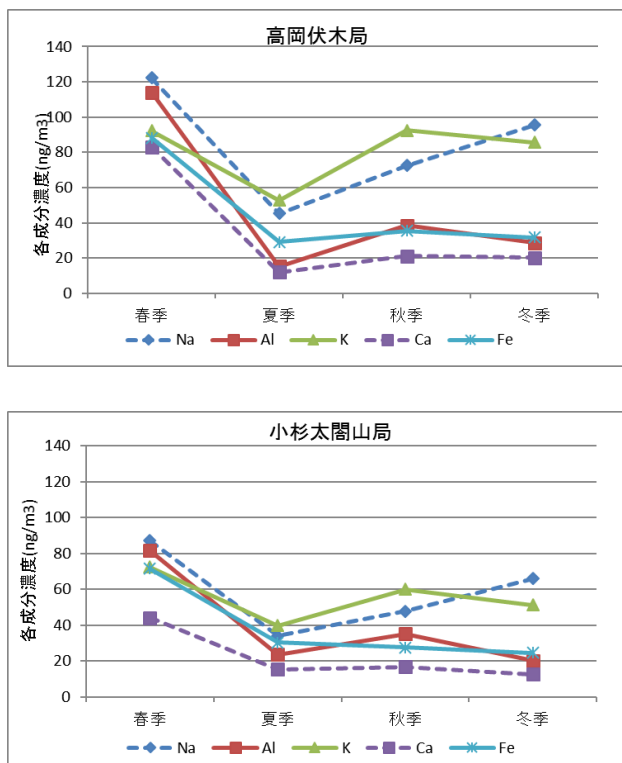


図 4 主要金属元素の季節別平均濃度 (全期間)

これらの主要金属元素は、県内 2 地点とも春季に高くなっており、黄砂や土壌粒子の影響と考えられる。また、特に海岸に近い高岡伏木局では、Na が秋季、冬季に高い傾向にあり、海塩粒子の影響が考えられる。さらにバイオマス燃焼の指標とされている K は、両地点とも、秋季にやや高い傾向にあり、野外焼却との関連が考えられる。

主要金属元素の 5 成分に次いで濃度が高く、人為的汚染を起源とする V, Mn, As, Pb, Zn の季節別の平均濃度を図 5 に示す。

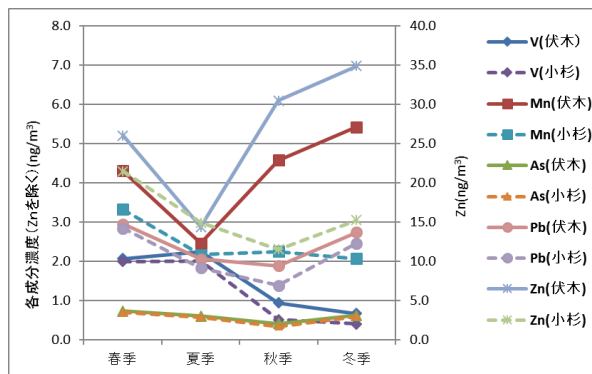


図 5 金属元素 (V, Mn, As, Pb, Zn) の季節別平均濃度 (全期間)

高岡伏木局の Mn, Zn を除くと、全体的に春季に高くなる結果であった。

Mn, Zn については金属製造に伴い排出されると考えられ、高岡伏木局は、合金鉄製造工業等が立地する工業地帯に近接していることから、特に、大気安定となる秋季、冬季にそれらの影響を受け、小杉太閤山局の濃度より高くなっていると考えられる。

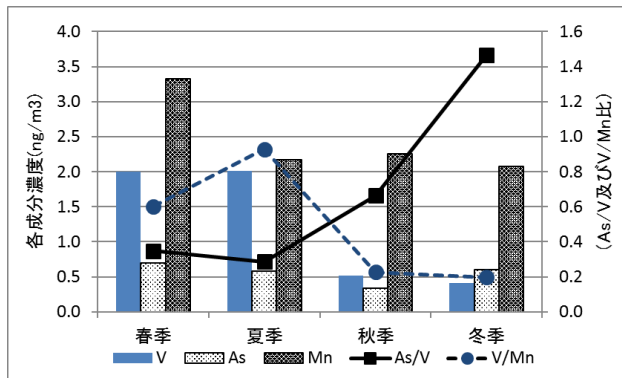


図 6 各項目の季節別濃度比率 (全期間平均)

V は重油燃焼、As は石炭燃焼、Mn は鉄鋼工業から発生する元素であると言われている。また、各々の金属成分の濃度比率は、長距離輸送の指標として取り扱われている。V/Mn は重油燃焼、As/V は重油燃焼に比した石炭燃焼の寄与の指標とされ、大陸からの越境汚染の影響を受けた場合、V/Mn は低下、As/V は上昇すると考えられる。

小杉太閤山局の全期間の平均濃度における成分比率をみると、V/Mn は春季、夏季が高く、秋季、冬季が低かった。一方、As/V は春季、夏季が低く、秋季、冬季が高かった。V/Mn, As/V の季節変化は、重油燃焼の指標である V の成分濃度の季節変化に左右されており、このことは、今後検討が必要であると考える。

4 成果の活用

今後とも継続的に $\text{PM}_{2.5}$ の実態把握に努めることにより、高濃度事例解析を含めた発生源解析等のために必要な知見を集積し、 $\text{PM}_{2.5}$ 削減対策に役立てる。

立山の融雪モニタリングによる気候変動の影響の評価 —室堂山における消雪時期と植生の関係及び雪解けの経年推移—

富山県環境科学センター

○袖野新 岩倉功貴 初鹿宏壮

1 はじめに

富山県の山岳地帯は世界有数の豪雪地域であり、その積雪は、高山帯における貴重な動植物の生息環境の一部となっている。また、春から夏にかけて豊富に流れる雪解け水は、平野部の水資源として県民生活や産業に恩恵を与えている。

しかしながら、平野部ではすでに降雪量の減少が確認されており¹⁾、将来、降積雪や消雪時期が変化した場合に生じる様々な影響が懸念される。また、山岳地帯では貴重な自然環境である高山植物や立山の生態系のシンボルであるライチョウに対する温暖化の影響が懸念される。

このようなことから、立山室堂周辺において、2008年から地温及び融雪水の水圧・水温の通年観測により消雪時期の調査を実施している。

本報文では、2008年から2019年までの11年間のデータロガー機能付き温度測定器(Tidbit-v2)を用いた室堂山北側斜面の地温測定結果及び、データロガー機能付き水圧・水温測定器(HOBO-U20)を用いた室堂山麓の融雪水の小溪流における水圧・水温測定結果から、推定される消雪時期と植生や地形との関係及び積雪から雪解けまでの一連の状況を報告する。

2 研究方法

2.1 測定機器の設置

地温の測定のため、Tidbit-v2を室堂山(標高2,668m)北側斜面の標高別に室堂平付近のAから上部のEまでの5ラインに、10m間隔で10個ずつ計50個、地表面下5cmに面的に設置して測定した。設置場所及びその場所での植生の優占種を図1に示す。

また、室堂山麓の融雪水の小溪流にHOBO-U20を1個設置し、室堂山の雪渓から立山室堂平へ流れ込む流水の水圧と水温を測定した。なお、立山自然保護センターにもHOBO-U20を設置し、立山室堂平における気圧を測定した。

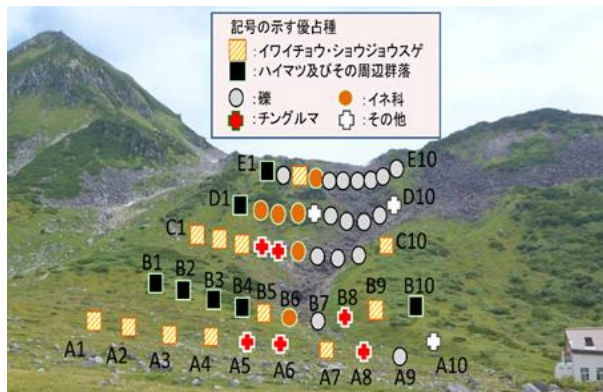


図1 室堂山斜面にTidbit-v2を設置した地点(ラインA~E)と植生の優占種

2.2 解析方法

地温は、無雪期の状態では気温とほぼ同様な変化を示すが、冬季の降積雪に伴い地表面が外気から隔離されると0℃付近に徐々に近づき、春季から夏季の融雪及び消雪に伴う外気との接触により急激に昇温する。

このような特性から地温の変化は消雪日の推定に活用できることが確認されている²⁾。このことから、本調査では4月以降に初めて1℃を超えた日をその調査地点での「消雪日」として解析した。

水圧は、小溪流の圧力測定結果と立山室堂平(立山自然保護センター)の気圧測定結果の差から求めた。

3 結果及び考察

3.1 地温測定結果の解析

各調査地点における11年間の平均消雪日を表1に、各調査地点の植生及び地形を表2に示す。

全測定地点で平均したところ、消雪日は7月10日で標準偏差は約16日であった。表1に平均した消雪日から標準偏差以上に遅くなっている地点、早くなっている地点を着色して示した。

表1及び表2から以下の傾向が読み取れた。

- ・ B1~B5地点は、ハイマツやイワイチョウなどの高山植物が生息しており、消雪日が多い。
- ・ C7, C9やE6~E8地点のように地形が礫である地点では消雪が遅い。

このような結果から、植生の有無や地形が消雪に影響を与えていると考えられ、ハイマツ林が存在する地点は消雪が早く、地形が礫であると高山植物が生息している地点より消雪が遅くなるのが推定できた。

表1 各調査地点における11年間の平均消雪日

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E	6/30	7/10	7/19	7/26	7/16	8/1	8/7	8/4	7/20	7/21
D	6/24	7/3	7/4	7/15	7/18	7/20	7/25	7/31	7/17	7/21
C	7/2	7/2	6/29	7/12	7/12	7/27	8/5	7/19	8/5	7/21
B	6/14	6/11	6/14	6/4	6/14	6/22	7/2	7/11	6/22	6/14
A	7/9	6/28	7/10	7/10	7/6	6/30	7/17	7/15	6/27	6/29

表2 各調査地点の植生及び地形

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E	ハイマツ	礫	イワイチョウ		礫	礫	礫	礫	礫	礫
D	ハイマツ					礫	礫	礫	礫	
C	イワイチョウ	イワイチョウ	イワイチョウ				礫	礫	礫	イワイチョウ
B	ハイマツ	ハイマツ	ハイマツ	ハイマツ	イワイチョウ		礫		イワイチョウ	ハイマツ
A	イワイチョウ	イワイチョウ	イワイチョウ	イワイチョウ			イワイチョウ		礫	

3.2 水圧・水温測定結果の解析

特徴的な影響が現れた 2008 年 10 月から 2009 年 9 月の水圧・水温測定結果を図 2 に示す。

この結果から、次のような観点で積雪から雪解けまでの一連について推定できることが分かった。

- A：積雪の開始
- B：厳冬期の一時的な雪解け
- C：雪解け開始
- D：本格的な雪解け
- E：地面の露出
- F：雪解けの終了

また、B の挙動により厳冬期の一時的な雪解けについても捉えることができた³⁾ことから、積雪、融雪モニタリングデータとして有効に活用できることが分かった。

2008 年から 2019 年までの 11 年間の水圧・水温測定結果から上記の項目について推定した時期は表 3 のとおりである。この 11 年間の推定結果からでは、気候変動により雪解け時期が早まっているなどの経年的な傾向は見られなかった。

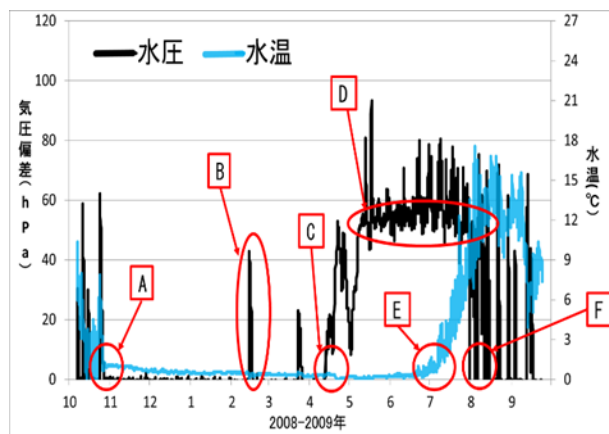


図 2 2008 年 10 月～2009 年 9 月にかけての水圧・水温測定結果

表 3 水圧・水温測定結果から推定できる時期

調査期間	積雪の開始	雪解け開始	本格的な雪解け	雪解けの終了	地面の露出
2008年10月 ～2009年9月	10/27	4/13	5/2	7/31	6/22
2009年10月 ～2010年9月	11/3	5/5	5/17	8/17	6/27
2011年10月 ～2012年9月	11/21	4/23	5/15	8/18	7/12
2012年10月 ～2013年9月	10/31	5/11	5/11	8/16	7/6
2016年10月 ～2017年9月	10/31	5/4	5/4	8/10	7/4
2017年10月 ～2018年9月	10/31	4/15	4/24	8/2	6/25
2018年10月 ～2019年9月	10/29	4/23	4/23	-	6/29

4 成果の活用と今後の予定

今後は本調査の結果と短期間の気象データとの関連性の解析を進めるとともに、富山県気候変動適応センターの取組みとして、融雪時期の長期的なモニタリ

ングを継続していく。また融雪時期と植生モニタリングとの関係から気候変動の影響を評価し、貴重な立山の自然・生態系の保全に貢献していく。

5 参考文献

- 1) 初鹿ら：富山県における地球温暖化に関する調査研究-県内の降雪に関する調査-, 富山県環境科学センター年報, 36, 75-80, 2008
- 2) 石田仁：富山県の森林帯における年間積雪期間の標高傾度：林床地表面温度からの推定, 雪氷, 68, 489-496, 2006
- 3) 初鹿広壮：富山県における温暖化の影響に関する調査研究-過去から近未来までの気候変化の把握とその活用について-, 全国環境研会誌, 第 42 巻第 1 号, 31-36, 2017

富山湾沿岸海域における暖冬による水質への影響評価

富山県環境科学センター

○中易佑平、日吉真一郎、天野智順、齊藤悠悟、藤島裕典

1 研究の目的

沿岸海域の水質には、窒素やりんなどの栄養塩類による植物プランクトンの増殖が大きく関わっている。水質を良好に保つためには、河川からの栄養塩類の流出をコントロールすることが重要であるが、栄養塩類は河川のほかに、冬季の鉛直混合によって海底からも供給されていることが知られている。

当センターは、富山湾沿岸海域で継続的な水質調査を実施しており、2020年は記録的な暖冬の影響と考えられる特異的な水質の状況が見られたため、その結果を報告する。

2 調査方法

富山湾の小矢部川河口海域の3地点(OY1、3、5)で、2018年から2020年の2月に調査を実施した。(図1)調査は、多項目水質計(CTD: AAQ170, JFEアレック)を用いた水温、塩分、溶存酸素量の船上観測と、水深別に採水を実施した。海水中の栄養塩類(硝酸態窒素 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、りん酸 $\text{PO}_4\text{-P}$ 及びケイ酸塩 $\text{SiO}_2\text{-Si}$)は、海洋観測指針に定める方法に基づきオートアナライザー(QuAAtro2-HR, BL-TEC)を用いて測定した。気温は、富山気象台の富山観測所の測定結果を用いた。

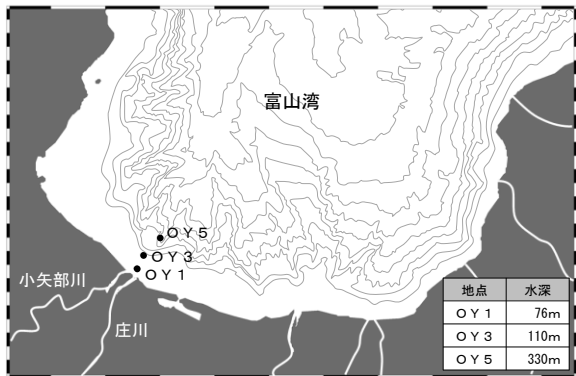


図1 調査地点

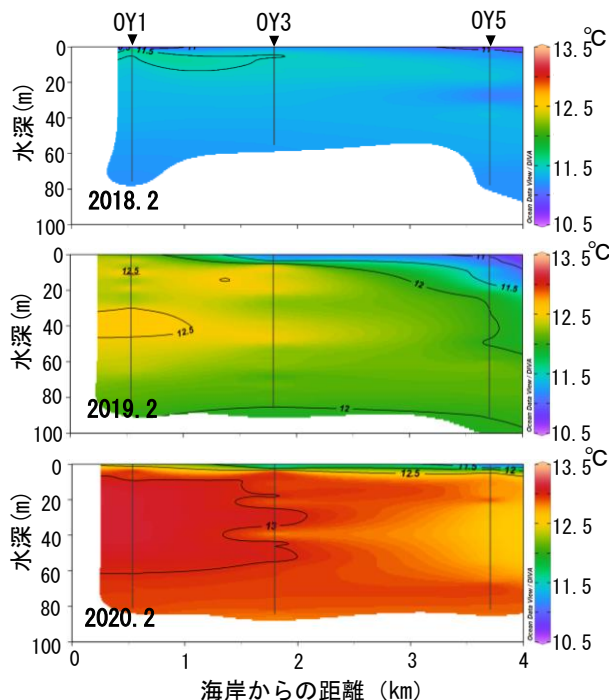


図2 水温の分布

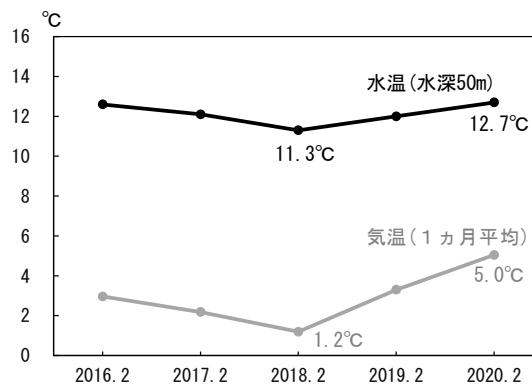


図3 水深50mの水温と平均気温

3 結果及び考察

(1) 水温の観測結果

水深100m付近までの水温の分布は、全ての年で水深10mから約80m付近まではほぼ一定であり、鉛直混合が起きていたことが推定できた(図2)。水温は年によって変動しており、暖冬の2020年は2018年と比較するとおよそ2°C高かった。

また、地点OY5における水深50mの水温と、調査日から1か月前までの気温の平均値を比較したところ、水温と気温が連動していることが確認できた(図3)。これは、沿岸海域の水温は冬季の気温を反映することを示している。

(2) 海水中の溶存酸素量の変化

2020年は水深75m付近で急激に溶存酸素濃度が低下していた(図4)。これは濃度が変化した層間での鉛直混合が活発でなかったことを示している。この原因は、暖冬により気温が高かったことで鉛直混合が弱まり、2018年に比べ鉛直混合の範囲が浅くなった可能性がある。

鉛直混合の弱まりがあった場合、下層から上層への動きによる物質供給も減少していると考えられる。そこで、下層からの物質供給として栄養塩類の濃度の変化についても確認した。

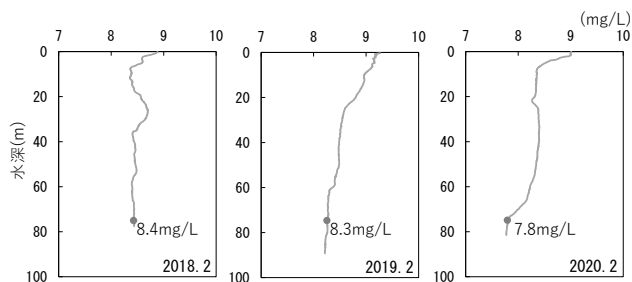


図4 水深別の溶存酸素量

(3) 深度別の栄養塩類濃度の変化

OY 5における2月の水深別の栄養塩類濃度の経年変化を図5に示す。水深 0.5mと2mでは、年ごとの変動が大きく、栄養塩類の濃度は河川水の影響を強く受けていることが分かる。一方、河川水の影響が少なく鉛直混合が確認できた10m以深では、全ての成分で2018年に高く、2020年には低くなる傾向が見られた。水温の低い2月であり、太陽光の少ない水深50mでも同様の傾向であることから、植物プランクトンによる消費によってとは考えにくい。したがって、2020年に例年よりも濃度が減少したことは、鉛直混合の弱まりが影響している可能性が示唆された。

ただし、栄養塩類の供給源は一般的に河川水と底層であるが、本地点は水深330mであり底層から直接の供給は考えにくい。今後、栄養塩類の起源についてはより詳細な調査を実施する必要がある。

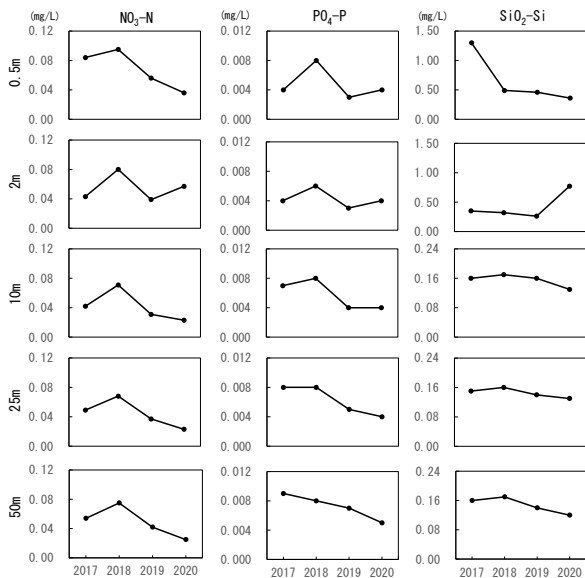


図5 水深別の栄養塩類の経年変化

4 まとめ

2020年は、記録的な暖冬により例年より表層の水温が高かったことで、鉛直混合による表層の沈み込みが弱くなっていた。これにより、表層から下層に供給される溶存酸素量が減少するとともに、下層から上層に供給される栄養塩類が減少していたと考えられた(図6)。

この結果を温暖化が進行した沿岸海域への影響の予測に活用するために、継続的に調査を実施するとともに、より詳細な観測と鉛直混合によって供給される物質の寄与割合についても解析していく必要がある。

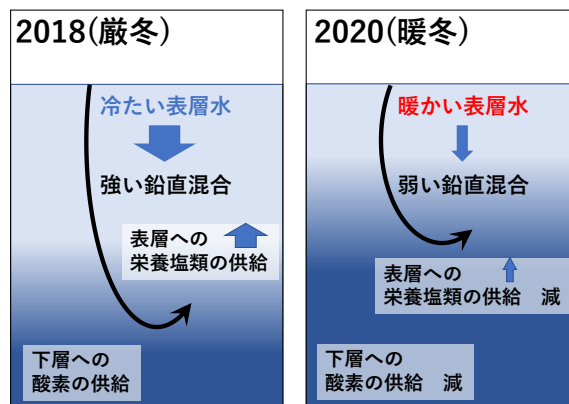


図6 鉛直混合の変化

参考文献

- 1) 藤島ら：富山湾沿岸生態系を支える河川環境特性に関する研究(Ⅱ)―河川からの物質供給と沿岸海域における栄養塩類の動態特性―(Ⅲ)，富山県環境科学センター年報，46，81-86，2019

富山県における河川の水温等の変動と気温上昇との関係について

富山県環境科学センター

○日吉真一郎、源将、中易佑平、神保高之

1 はじめに

気象庁の「気候変動監視レポート」などによると、日本の平均気温は過去 100 年間に 1.24℃上昇しており、富山県でも 21 世紀末には平均気温が 5℃上昇する可能性が予想されている。

また、国の気候変動適応計画によると、気候変動によって水温、水質、流域からの栄養塩類等の流出特性の変化が想定されると指摘されている。実際に全国の公共用水域(河川・湖沼・海域)の過去約 30 年間(1981～2007 年度)の水温は、4,477 観測点のうち、夏季は 72%、冬季は 82%で水温の上昇傾向があることが確認されているが、特定の河川において水質、水温の変化を予測する研究事例は十分に進められていない。

このため、富山県内における公共用水域(河川)の過去の水温等の測定データを解析し、県内河川における将来の水質への影響を考察した。

2 方法

富山地方気象台で観測された月平均気温並びに県、国土交通省富山河川国道事務所及び富山市が測定した水温、pH、D0 のデータを使用し、解析期間は、1981 年 4 月～2018 年 3 月までの 37 年間とした。また、調査地点は、環境基準点のうち、年 12 回測定を実施している地点とした。

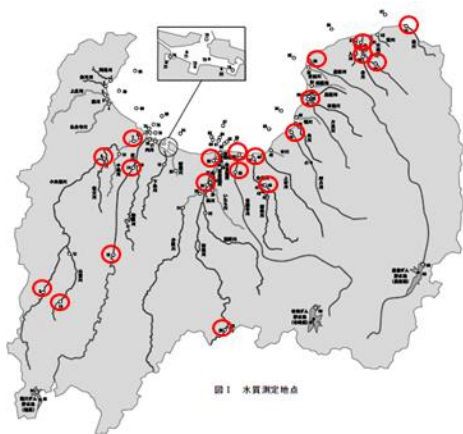


図 1 今回データを使用した調査地点

解析結果については、Mann-Kendall 検定でトレンドを検出(5%棄却で有意性があるものを「有意」と判断)し、有意なものについては Sen's Slope により変化率を求めた。

3 調査結果

3.1 水温

気温と水温の年度平均値の変化(経年変化)について解析したグラフの一例を図 2 に示す。

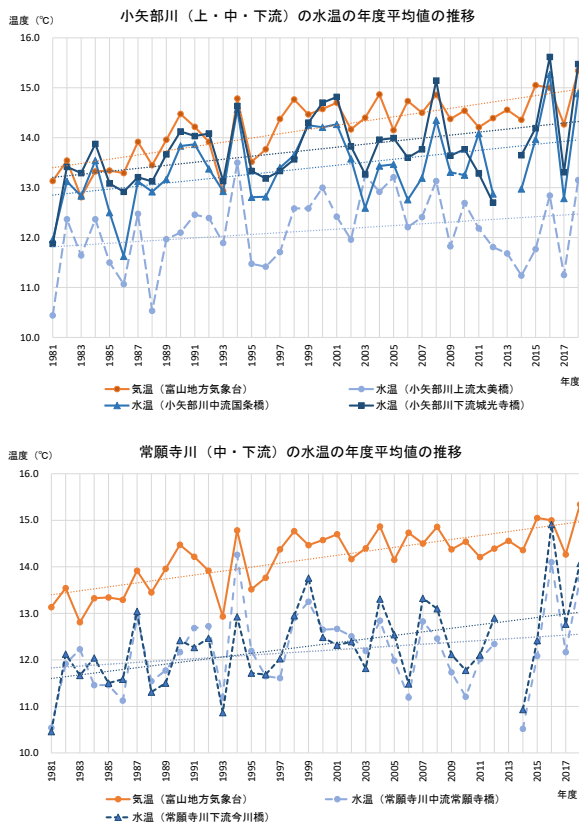


図 2 小矢部川、常願寺川の年度平均水温及び気温

また、水温の経年変化を解析した結果を表 1 に示す。水温については小矢部川の中・下流、庄川及び神通川の全域、常願寺川及び白岩川の downstream など、比較的河川延長が長く、集水域が低地に広がっている西部及び中部の河川で有意な上昇傾向が見られた。

3.2 pH, D0

同様に、pH 及び D0 の年度平均値の変化の解析結果を表 1 に示す。

pH については東部の河川を中心に有意な上昇傾向が見られた。D0 については地点により上昇と下降の両方の傾向が見られた。

4 考察

4.1 融雪水の影響

3.1 の結果から、特に県東部の河川において水温の変化に有意性が見られなかったことから、水温に影響を及ぼす可能性のある融雪期の変動を調べるため、上流にダムのない地点として境川下流境橋について、3～5 月の水温の年度変化を確認した。その結果を図 3 に示す。

Ⅲ 富山県環境科学センター 研究報告

第35回全国環境研協議会東海・近畿・北陸支部研究会 講演要旨集(2021年2月)

区分	水系	河川名	地点	地点名	水温	pH	DO	県土木部河川課資料より													
					傾き(°/年)	傾き(/年)	傾き(/年)	河川延長(km)	流域面積(km ²)	ダムの有無											
西部	1級	小矢部川	小矢部川	上	太美橋	—	+0.017	—	366.3	667	有										
				中	国条橋	+0.029	—	—													
				下	城光寺橋	+0.026	—	+0.027													
	1級	庄川	庄川	上	二が淵堰堤	+0.037	+0.019	-0.014													
				中	雄神橋	+0.039	—	—													
				下	大門大橋	+0.030	—	—													
中部	1級	神通川	神通川	上	新国境橋	+0.031	+0.019	—	350.7	2,720	有										
				下	神通大橋	+0.043	—	—													
				下	荻浦橋	+0.046	—	+0.017													
	1級	常願寺川	常願寺川	中	常願寺橋	—	—	—				145.2	368	有							
				下	今川橋	+0.036	—	+0.012													
				中	泉正橋	—	+0.014	—													
2級	白岩川	白岩川	下	東西橋	+0.029	+0.006	—	87.3	170	有											
			上	寺田橋	—	+0.016	-0.007														
			下	流観橋	—	+0.015	+0.003				なし										
			1級	早月川	早月川	下	早月橋			—		+0.017	-0.008	45.2	134	なし					
						下	落合橋			+0.036		+0.022	-0.017								
						下	黒部川			黒部川	下	下黒部橋	—				—	+0.011	141.8	682	有
2級	小川	小川	上	上朝日橋	—	+0.021	—	30.7	90	有											
			下	赤川橋	—	+0.020	—														
			中	舟川橋	—	+0.015	—				有										
			2級	笹川	笹川	下	笹川橋			—		+0.022	-0.005	4.9	17	なし					
						下	境川			境川		下	境橋				—	+0.017	-0.007	13.0	58
						下	境川			境川	下	境橋	—				+0.017	-0.007			

※ 月1回採水時の水温12か月の年度平均値(1981~2018年度)を使用。ただし、片貝川落合橋のデータは1983~2018年度。

※ 有意性は、Mann-Kendall-Sen's Slope解析による5%棄却で判定し、変化が有意であった場合には、傾きをMann-Kendall-Sen's Slope解析で求めた。

注)「河川延長」は、支川を含めた総延長

表1 水温、pH、DOの年度変化相関解析結果

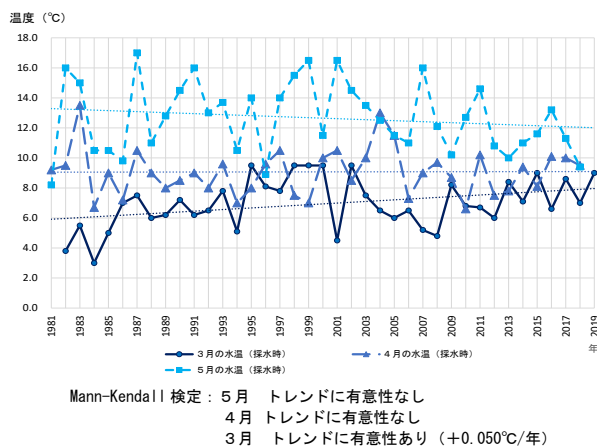


図3 境川下流境橋での3~5月の月別水温変化

4月及び5月の水温で有意な上昇が見られなかったものの、3月の水温の変化率で上昇傾向(+0.050°C/年)が見られた。

このことから、河川流域での降雪量が減少するとともに、雪解けの終了時期が早まり、春先及び後半の水温上昇に影響していることが推察された。実際に河川上・中・下流各地点周辺での冬期間の降雪量合計値と3月の河川水温との間には弱い負の相関関係が見られたことから、降雪量の減少が河川水温の上昇に一定の影響があることが分かったが、さらに調査・解析を行っていく必要がある。

4.2 農業用排水の影響

下流で見られる水温の上昇傾向には排水(農業、下水道等)の影響も想定され、このうち農業用排水の影響を調べるため、流域が田園地帯の白岩川下流東西橋及び片貝川下流落合橋での利用期(4~9月)及び非利用期(10~3月)の平均気温と平均水温の推移を調べた。その一例を図4に示す。

この結果、どちらの地点においても水温の上昇傾向は気温の上昇傾向とほぼ同じであったことから、当該河川の水温上昇は、農業排水よりも河川流下時の気温上昇や他の要因の影響を受けていると考えられる。

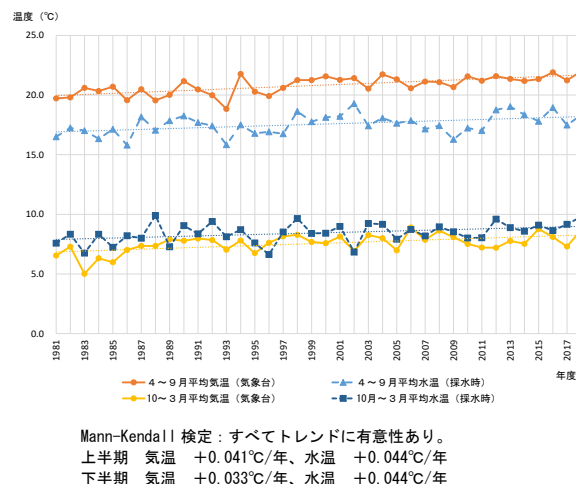


図4 白岩川下流での気温・水温の変化

水温の上昇には様々な要因が複雑に絡むため、一概に判断することはできないが、今回の結果から、県西部から中部の河川を中心に、過去37年の間に平均で約1.3°Cの有意な水温上昇があり、今後もさらに水温上昇が続くことが懸念される。

なお、水温上昇に伴い、DOの減少や冷水魚の分布域の減少など、生物への影響も懸念されることから、次年度は、将来の水質変動が水生生物に与える影響について考察するとともに、沿岸海域の調査地点などについても同様に解析を進めていく予定である。

引用文献等

- 1) 国立環境研究所数値データベース
- 2) 富山地方気象台データ

富山県における循環型社会（災害廃棄物）に関する研究

—廃瓦の利活用に関する研究—

富山県環境科学センター

○初鹿宏壮, 水田圭一, 木戸瑞佳, 浦谷一彦

1 はじめに

東日本大震災や熊本地震, 令和元年9月の台風等これまでの災害の教訓から, 災害廃棄物への迅速な対応が必要となっており, 国の国土強靱化計画(平成30年12月14日閣議決定)においても, 「大規模自然災害発生時においても速やかに災害廃棄物の処理が可能となる施設や体制の整備を進める必要がある。」と述べられている。

災害廃棄物は, 一度に大量かつ多様な廃棄物が発生するため, 特に廃棄物仮置き場の確保や整理, 資材の再生や処分のための迅速な中間処理施設への運び出しが滞ると, 街中にゴミが山積されてしまう恐れもある。しかしながら, 仮に再生資材としての可能性がある廃棄物があってもリサイクル用途が定まらなると, 中間処理施設で要求される性能の選定や破砕等の処理が進まないため, 処理期間や費用が増加するだけでなく, ひいては復旧・復興にまで遅れが生じる。

これらのことから, 環境省の災害廃棄物対策指針でも, 平時のうちに災害廃棄物の活用方法を検討しておく必要性が記載されており, また, 県内の解体現場でも多く発生・埋立処分される廃瓦について, その非塑性, 透水性, 保水性などを活かした最終処分場における中間覆土材や再生資材としての活用が検討されている。そこで, 本研究では, 廃瓦の中間覆土としての活用について, 含有重金属の溶出の面から検討する。

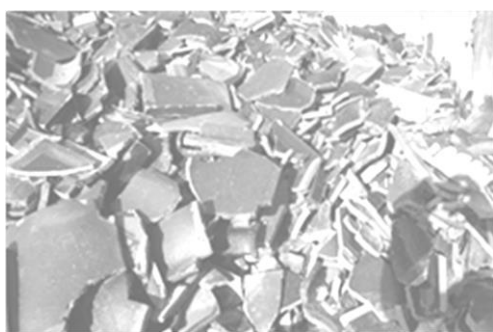


写真1 廃棄物処理施設の廃瓦

2 方法

廃瓦の収集をするにあたり, 本県の民家の瓦の特徴を調べた。本県の特徴としては, 瓦表面に黒系が圧倒的に多く使われていることが挙げられ, その理由は, 雪を早く溶かし, 早く落下させるためと言われている。そこで, 廃棄物処理施設において県内各地から搬入される廃瓦を確認し, 瓦表面に使われている色の割合を調べた。また, 瓦葺き住宅に住む職員等の協力により, 使用済みや余剰の瓦の提供をうけたほか, 廃棄物処理施設からも, 再利用のために粒度調整した廃瓦を提供してもらうこととした。

古瓦と粒状の廃瓦について, リガク ZSX-Primus II の蛍光 X 線分析装置を用いて FP (ファンダメンタルパラメータ) 法による半定量解析を実施した。なお, 対象とする金属は周期表上で B から Pb までであるが, 原子番号の低い元素については, 信号が小さいので不確実性がより大きくなることに注意が必要である。

また, 古瓦については, おおよそ 3.5cm のサイズに切り出して面取したうえで乾燥 (60°C で 1 時間) し, 釉薬表面と瓦内面の 2 か所をそれぞれ測定し, 瓦廃棄物については, 粉体に磨り潰 (すりつぶ) してポリスチレン系バインダと混ぜ合わせ, 加圧器で成型用リングに固めたのち同様に乾燥したものを測定した。

溶出試験については, 環境庁告示第 46 号に従い, スクリーニングにより選択したサンプルのみについて分析を実施した。各サンプルの前処理では, セラミックのすりこ木を用いて廃瓦を粉体になるまで磨り潰し, 純水に混ぜて質量体積比 10% の 500mL 混合液を作成し, さらに 6 時間の振とうのうえ遠心分離したものをろ過した。これを ICP-MS 分析装置に導入することにより, 土壌汚染対策法 (平成 14 年法律第 53 号) で規定する第 2 種特定有害物質のうち, B, Cr, As, Se, Cd, Pb について定量し, 土壌溶出量基準値と比較した。また, Hg については, 硝酸-過マンガン酸カリウムで前処理し, 塩化すずで還元の上酸化し, 水銀分析装置で定量した。

3 結果及び考察

現地確認の結果(写真1)及び廃棄物処理施設からの情報提供により, 県内全域から搬入される廃瓦のうち, 約9割が淡黒~黒系であり, 残りは青と濃茶が合わせて1割弱, また極まれに灰系が混ざっていることが確認できた。

このことから, 県内各地の廃瓦の組成を調べるにあたり, 淡黒~黒系9サンプル, 青系, 濃茶系, 灰系各1サンプルずつを目標に収集することとした。当所職員等の協力により, 表1のとおり, 淡黒~黒系7枚, 青系1枚, 濃茶系1枚, 灰系2枚, 廃棄物処理施設からの提供により, 淡黒~黒系2枚, 青系1枚, 灰系1

表1 廃瓦の収集元, 色, 正面及び側面の様子

サンプル (色)	正面	側面	サンプル (色)	正面	側面	サンプル (色)	正面	側面
① 富山市1 (淡黒)			⑦ 上市町 (黒)			⑬ 処分場2 (黒)		
② 富山市2 (黒)			⑧ 八尾町 (黒)			⑭ 処分場3 (淡黒)		
③ 富山市3 (青)			⑨ 砺波市1 (黒)			⑮ 処分場4 (青)		
④ 富山市4 (濃茶)			⑩ 砺波市2 (灰)			⑯ サンプル		
⑤ 糸見市 (黒)			⑪ 射水市 (灰)			⑰ 処分場5 (粒状)		
⑥ 入善町 (黒)			⑫ 処分場1 (灰)			⑱ 処分場6 (粒状)		

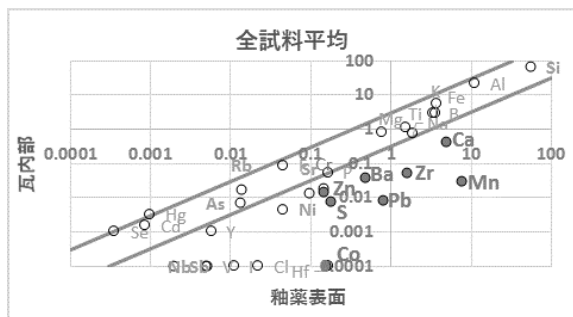


図1 釉薬表面と瓦内部の全試料平均重金属濃度 (斜線内は釉薬表面と瓦内部の比が3.3倍と1/3倍となる値の範囲)

枚、粒状の瓦廃棄物の混合体2種類の合計17サンプルを収集することができた。

図1は、①～⑮のサンプルの釉薬表面と瓦内面を軸に半定量解析で求めた濃度の平均値を0.1ppb～100ppmの範囲の常用対数で表したものである。

全ての試料で、Si, Al, Feが多く含有されており、釉薬表面と瓦内部で割合は大きく変わらなかった。また、Ca, Mn, Zr, Pb, Ba, Zn, S, Coについては、釉薬表面での割合が瓦内部と比較して10倍以上となっており、釉薬自体や加工処理に使用されていたものと推定できた。これを釉薬の色別で整理すると、Mn, Pb, Cuは黒系、Ca, Crは灰系や青系、Zrは灰系、Zn, Coは青系の釉薬表面から多く検出されていた。(図は省略)

次に、安定型処分場の中間覆土材としての利用を念頭に、土壌溶出量基準が定められている重金属について着目する。①～⑮の各サンプル、それらの中から濃度が最大及び最小となったサンプルを抜いた平均、黒系の瓦から最大最小を抜いた平均、青系、灰系の平均についてそれぞれ釉薬表面と瓦内部を比較し、⑮と①～⑮の瓦内部から濃度が最大最小を抜いた平均を比較した。

Bについてはどの結果においても、釉薬表面、瓦内部の双方で高濃度であること、Pbは、特に黒系の釉薬表面で高くなる場合があること、処分場で採取した様々な瓦の粒状混合物である⑮については、ほとんどの重金属が廃瓦内部と同程度の濃度だが、Pbの濃度が高いことが分かった。

そこで、中間覆土材としての利用を想定するため、廃瓦の釉薬表面及び瓦内部の半定量濃度とそれらの厚さの比(1:50～100程度)から粉体化した際の濃度を推定しつつ、そのうえで、蛍光X線分析によってそれぞれの重金属濃度が高いと推測されるサンプルを選び、各重金属の溶出試験に使用するサンプルを表2のとおり選定した。

表2 各重金属を多く含むと推測できるサンプル

重金属	サンプル	重金属	サンプル
B	②、⑩、⑰	Se	-
F	⑮	Cd	②、⑮
Cr	②、⑮、⑰	Hg	⑬、⑰
As	⑥、⑧	Pb	⑮、⑰

表3は、表28サンプルについての溶出試験の結果である。全てのサンプルにおいて、全ての金属が土壌溶出量基準値未満であった。なお、蛍光X線分析において高濃度が推定されたサンプルのうち、B, Cr, Pbについては、溶出試験においても濃度が高かったが、As, Cdについては、溶出試験での濃度は低かった。職員等の家瓦4サンプルの中からは、Pbが基準値の1/5以下で検出されたほか、1サンプルでBが半分弱で検出された以外は、全て十分に低濃度であった。

また、処分場から採取した粉体の廃瓦については、Pbが基準値の4割強、Asが基準値の1/4程度であり、それ以外は全て、基準値を大きく下回った。なお、Hgについても基準値を上回るものはなかった。

これらは、愛知県や島根県など他県の既存の研究と同様の結果となった。

表3 溶出試験結果

サンプル	区分	表面色	B	Cr	As	Se	Cd	Pb	Hg
②	民家	黒	-	-	-	-	<1	1.1	<0.5
⑥		黒	-	-	<1	-	<1	<1	<0.5
⑧		黒	8.9	-	<1	-	-	-	<0.5
⑩		灰	450	-	<1	-	-	1.4	<0.5
⑬	処分場	黒	11	3.0	<1	-	<1	1.7	<0.5
⑮		青	73	-	-	-	<1	-	<0.5
⑰		混在	18	4.4	2.5	-	<1	4.3	<0.5
⑰		混在	18	<1	<1	-	<1	1.3	<0.5
土壌溶出量基準値[μg/L]			1,000	50*	10	10	10**	10	0.5
使用標準液の最低濃度			5	1	1	1	1	1	0.5

注：濃度が土壌溶出量基準値の5%未満の場合「-」、5%以上であるが使用した標準液の最低濃度以下は「<」で表示。*六価クロムの基準値。**令和3年4月1日に3μg/Lに改正される。

4 まとめと成果の活用

災害時における廃瓦の廃棄物処分場での中間覆土材としての利用可能性を検討するため、蛍光X線分析によりスクリーニングしたうえで、土壌汚染等対策基準のある重金属の濃度が比較的高い8サンプルを選定し、粉体化のうえ溶出試験を実施した。溶出試験では、一部のサンプルでB, As, Pbが検出されたものの、いずれも土壌溶出量基準値未満であった。

なお、今回の報告は、中間覆土材としての活用へのみ限定して検討した結果を示すものである。また、サンプリング調査であり、これをもって、すべての廃瓦が安全であると確認したわけではなく、長期的な液浸やpHの違いによる影響も確認してはいない。このことから、中間覆土材としての利用を円滑に進めるために、排出現場におけるスクリーニング手法や現場での簡易分析法、さらには廃瓦から重金属の多い釉薬表面を簡易に除去する技術の開発が必要と考えられる。

今後は、模擬廃棄物を充填したカラムに廃瓦を覆土として利用した透水試験を行うなど、災害の発生時に迅速な対応がとれるよう、廃瓦から溶出する重金属の特性の把握に努める。

災害時における化学物質の流出防止に関する技術情報の整備

富山県環境科学センター

○水田圭一, 溝口俊明, 江野本貴之

に, 事業所名, 住所, 使用化学物質のデータを有している。

1 はじめに

本県は, 日本海側屈指の工業集積県であり, 様々な分野で化学物質が使用されている。また, 東日本大震災等の震災や近年多発している集中豪雨の災害時において, 化学物質の事業所外への流出が多数報告されている。

これら化学物質を災害時に迅速に測定するには, 平常時より使用されている化学物質を把握し, その測定方法について整理しておくことが重要である。

そこで, 災害時の化学物質の河川への流出に際して, 環境モニタリング及び流出拡大防止措置を迅速かつ効率的に行うための体制整備を目的に, 県内で使用されている化学物質の情報を整理したうえで, 測定方法とあわせて地理情報システム (GIS: Geographic Information System) により見える化した結果について報告する。

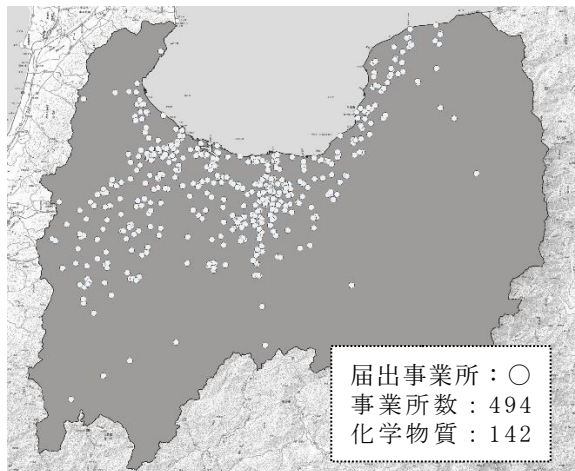


図1 県内 PRTR 届出事業所のポイントデータ

2 PRTR 情報の整理と GIS による空間解析

化学物質排出移動量届出制度 (PRTR: Pollutant Release and Transfer Register) により, 事業所から環境中へ排出された化学物質及び量が国から公表されている。

平成 30 年度の本県の届出状況は表 1 のとおりで, その排出量及び移動量について, 494 事業所から 142 物質の届出があった。排出・移動先別の内訳をみると, 環境への排出量は 1,769t で, このうち大気への排出が 1,685t と最も多く, 河川や海域などの公共用水域への排出は 84t だった。

また, 県内で使用されている PRTR 対象物質のうち, 化管法対象物質に対応する化学物質分析法一覧 (環境省) 等に基づき, 測定方法が示されているものについて測定法毎に分類した。

この整理した PRTR を GIS 上でポイントデータとして表示するとともに, 使用化学物質及び測定法を各河川の流域ごとに集計した。

また, 数値標高データ (DEM) から流域解析を行い, 支川の流域を GIS 上で表示し, 流出の影響をより詳細な範囲で把握する手法について検討した。

なお, 流域情報や PRTR 対象事業所を整理・統合・集計する際は, GIS ソフトウェア QGIS3.10 を使用した。

表 1 排出量・移動量の届出状況

	富山県	全国
届出数	494	33,669
届出物質種類数	142	435
届出排出量	1,769t	148,188t
届出移動量	6,550t	391,342t

3 結果及び考察

GIS 上で表示した PRTR 対象事業所のポイントデータを図 1 に示す。この事業所を示すポイント 1 点ごと

このポイントデータを流域ごとに抽出し, PRTR 対象事業所, 届出物質数及び排出移動量等を集計するとともに, 届出物質の測定法を流域ごとに整理した。例として, 小矢部川流域 (支川を除く) について整理したものを表 2 及び表 3, 図 2 に示す。

表 2 小矢部川流域の排出量・移動量の届出状況

	小矢部川流域
届出数	29
届出物質種類数	75
届出排出量	228t
届出移動量	512.2t

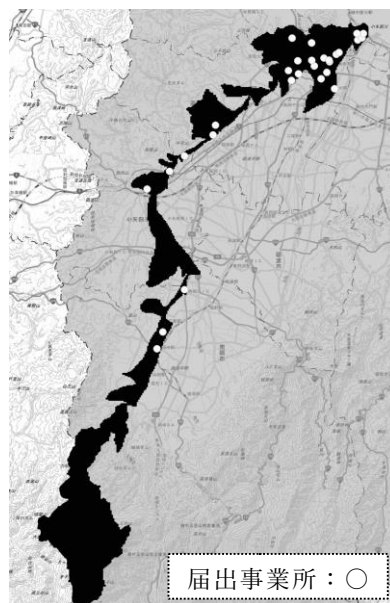


図 2 小矢部川流域の PRTR 届出事業所

表3 小矢部川流域の届出物質と測定法

測定法	届出物質	割合(%)
HS-GC/MS (21物質)	トルエン	27.3
	トリクロロエチレン	17.1
	キシレン	12.3
	塩化メチレン	11
	エチルベンゼン	7.9
	クロロベンゼン	7
	ノルマルヘキサン	5.1
	テトラクロロエチレン	3.2
	1, 2, 4-トリメチルベンゼン	0.8
	クロロホルム	0.5
	1, 3, 5-トリメチルベンゼン	0.3
ICP-MS (13物質)	ベンゼン等10物質	0
	ほう素化合物	1.6
	モリブデン及びその化合物	0.7
	マンガン及びその化合物	0.3
	バナジウム化合物	0.2
	クロム及び三価クロム化合物	0.1
	ニッケル化合物	0.1
亜鉛の水溶性化合物等7物質	0	
その他17方法	その他34物質	3.96
測定対象外	7物質	0.4

小矢部川流域では、29の事業所において75物質が使用されており、届出排出量・移動量が740.2tと集計することができた。また、この河川では、トルエンやトリクロロエチレンなど溶剤として使用されるものが多いことが分かった。さらに、測定方法として、ヘッドスペースガスクロマトグラフ法(HS-GC/MS)によって21物質の測定が可能で排出量に占める割合は92.5%と高いことが分かった。

このほか、誘導結合プラズマ質量分析法(ICP-MS)により13物質が測定可能であった。排出量に占める割合は3%と小さいものの、水質汚濁防止法で健康項目に指定されている鉛やカドミウムなども含まれているので、割合が小さいから測定の必要性が低いものではないことに注意する必要がある。

また、PRTRの届出物質における全国と県内の排出量・移動量を比較したところ、チオファネートメチル(全国に対して79%)、グリオキサール(同65%)、1-オクタノール(同49%)といった物質が全国と比較して多く排出・移動していることが分かった。これらの物質を河川ごとにGIS上で表示したものを図3に示す。このように使用されている物質を把握するうえで、GISを利用することが有用であることが分かった。

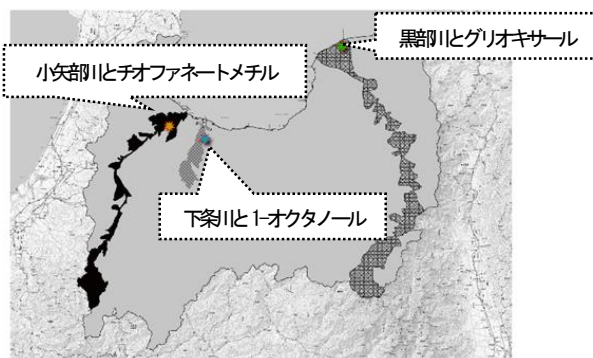


図3 排出量・移動量が多い物質とその流域

さらに、DEMを利用してGIS上で流域解析を行った結果を図4及び図5に示す。広範囲の支川から用水等を含んだ詳細範囲の流域情報を表示し、PRTR届出事業所のポイントデータとあわせて表示することができた。DEMデータが欠測している地点があることや、平坦地では実際の流域と誤差を生じる恐れがあるが、化学物質の影響を把握するのに、GISの流域解析を行うことは、有用であると考えられる。

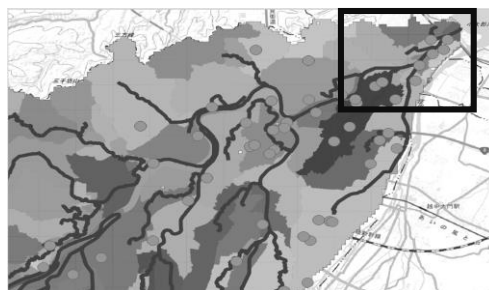


図4 支川ごとの流域表示例(広域)



図4□内の詳細範囲の流域とPRTR届出事業所
化学物質によって採取方法、機材、分析機器が異なることから、対象流域で災害により不特定多数の事業所で化学物質の河川への流出があった場合、各測定法に基づき、GISを利用することで必要な準備があらかじめ想定できるようになった。

このことから化学物質を管理するうえでGISを利用することが有用で、環境モニタリング及び流出拡大防止措置を迅速かつ効率的に行うための体制整備につながると思われる。

4 成果の活用と今後の予定

現在、国立環境研究所は、地方環境研究所との平成31年度から3年間の共同研究により、災害時の環境モニタリングに有効な簡易で迅速な測定に資するGC/MSによる全自動同定定量データベースの構築を行っており、当センターも参加しているところである。

今後、構築されたデータベースと本手法により、県内河川の平時における実態を把握するとともに、GISを利用した本手法のマニュアルを作成してまいりたい。

環境情報ウェブページ リンク集

□富山県環境科学センター

<https://www.pref.toyama.jp/1730/kensei/kenseiunei/kensei/soshiki/17/1730.html>

- ・富山県の大気環境情報サイト

<https://toyama-taiki.jp/kanshi/map/index.html>

- ・富山県環境放射線モニタリングシステム

<http://atom.pref.toyama.jp/monitoring/page/radiation/radiationMap.html>

- ・環境楽習室 エコ・ラボとやま

<https://www.pref.toyama.jp/1730/kurashi/kankyoushizen/kankyou/kj00022729/index.html>

- ・環境経営活動レポート

<https://www.pref.toyama.jp/1730/kurashi/kankyoushizen/kankyou/kj00020948.html>

環境科学センター



□富山県気候変動適応センター

<https://www.pref.toyama.jp/1730/kurashi/kankyoushizen/kankyou/kj00021662/index.html>

- ・富山県気候変動適応センターニュースレター

<https://www.pref.toyama.jp/1730/kurashi/kankyoushizen/kankyou/kj00021662/kj00021662-004-01.html>

気候変動適応センター



□富山県生活環境文化部環境政策課

(地球温暖化対策、廃棄物・リサイクル、環境白書など)

<https://www.pref.toyama.jp/1705/kensei/kenseiunei/kensei/soshiki/17/1705.html>

- ・とやま地球環境ポータルサイト

<https://www.pref.toyama.jp/1705/kurashi/kankyoushizen/kankyou/kj00006171/index.html>

環境政策課



□富山県生活環境文化部環境保全課

(大気汚染、水環境、土壌汚染、騒音・振動・悪臭、地下水保全など)

<https://www.pref.toyama.jp/1706/kensei/kenseiunei/kensei/soshiki/17/1706.html>

- ・地下水水位観測データ

<http://www.chikasui-toyama.jp/>

- ・とやまの水環境 公式ツイッター

<https://twitter.com/toyamanomizu>

環境保全課



□公益財団法人とやま環境財団

(環境保全活動及び協働取り組み、環境教育、環境に関する情報収集・提供など)

<http://www.t kz.or.jp/>

とやま環境財団



□公益財団法人環日本海環境協力センター (NPEC)

(環日本海地域の環境保全、国際環境協力、海辺の漂着物調査など)

<http://www.npec.or.jp/>

NPEC



□環境省

<http://www.env.go.jp/>

- ・そらまめ君 (環境省大気汚染物質広域監視システム)

<http://soramame.taiki.go.jp/>

- ・はなこさん (環境省花粉観測システム)

<http://kafun.taiki.go.jp/>

環境省



ISSN 1882-6334

Toyama-Ken Kankyō Kagaku Sentā nenpō

令和3年度版

富山県環境科学センター一年報

第 49 号

発行 令和4年3月

発行所 富山県環境科学センター

〒939-0363 富山県射水市中太閤山17丁目1番

TEL 0766-56-2835 (代表)

FAX 0766-56-1416

URL <https://www.pref.toyama.jp/1730/kensei/kenseiunei/kensei/soshiki/17/1730.html>
