

1 令和4年度水生生物による水質調査結果

(環境企画部)

1 調査の目的

身近な河川の中にどんな生き物がどのくらい棲んでいるのかを調べ、河川の水質がどの程度きれいなのかを判定する「水生生物による水質調査」を水環境の保全の大切さを学ぶことを目的として行っている。

2 参加対象

小学校、中学校、高等学校、地域や会社などの団体または個人

3 実施方法

- (1) 参加者に調査方法のテキスト、水生生物の写真入りの下敷きを配布する。
- (2) 参加者は、川底からたも網等を使い水生生物を採取し、下敷きに記載されている指標生物の数を記録用紙に書き込む。
- (3) 記録用紙を基に水質を判定するとともに、取りまとめた集計用紙をセンターに報告する。
なお、器材等の貸出しや職員等が出向いて調査方法の現地指導も行っている。

4 参加状況等

参加数及び調査地点数は、表1及び表2のとおり。

表1 参加数		表2 調査地点	
参加団体数	参加者数	調査地点数	調査河川数
61団体	延べ1,400人	81地点	50河川

5 調査結果（水質階級）

センターに報告のあった調査結果は、表3のとおりで「I きれいな水」が最も多かった。

表3 調査結果

水質階級	I きれいな水	II ややきれいな水	III きたない水	IV 大変きたない水	指標生物なし	合計
地点数	65地点	3地点	6地点	1地点	6地点	81地点

6 河川水質マップポスターの作成及び配布

センターに報告のあった調査結果を基に、河川水質マップポスター（A1判・カラー、次ページのとおり）を1,000枚作成し、参加団体、教育委員会や社会教育施設等の関係機関へ配布した。

7 関係団体との連携

美しい山形・最上川フォーラムでは県内河川の清流化を目的に県民参加による「身近な川や水辺の健康診断」（簡易キットを使った水質測定等）を行っている。その参加申込み時に、水生生物調査も併せて申込みを受け、現地指導を合同で行うなど連携しながら実施している。

2 令和4年度自然生態系保全モニタリング調査結果

(環境企画部)

自然環境の異変等を早期に察知し、その原因を解明して保全対策につなげることを目的として、山岳森林地域や里山等の自然環境の継続した調査を県内4箇所を実施し、その結果は次のとおりであった。

なお、絶滅危惧種に関する表記については、「レッドデータブックやまがた」の 카테고리区分に従った。「絶滅 (EX)」から「情報不足 (DD)」までの 카테고리区分と定義は環境省と同じである。

一般に「絶滅危惧種」とは、絶滅危惧ⅠA・B類 (CR・EN) と絶滅危惧Ⅱ類 (VU) を意味するが、本報告では「レッドデータブックやまがた」に掲載されている全ての種を、絶滅危惧種として取り扱っている。

表1 絶滅危惧種カテゴリー区分表 (山形県)

カテゴリー	定義
絶滅 (EX)	すでに絶滅したと考えられる種
野生絶滅 (EW)	飼育・栽培下でのみ存続している種
絶滅危惧ⅠA類 (CR)	ごく近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高いもの
絶滅危惧ⅠB類 (EN)	ⅠA類ほどではないが、近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高いもの
絶滅危惧Ⅱ類 (VU)	絶滅の危険が増大している種 (現在の状態をもたらした圧迫原因が引き続き作用する場合、近い将来「絶滅危惧Ⅰ類」のランクに移行することが確実と考えられるもの)
準絶滅危惧 (NT)	存続基盤が脆弱な種 (現時点で絶滅危険度は小さいが、生息条件の変化によっては「絶滅危惧」として上位ランクに、移行する要素を有するもの)
情報不足 (DD)	評価するだけの情報が不足している種

1 吾妻連峰 (大山岳) 米沢市

(1) 植物相

今回の調査では、維管束植物を144種確認することができた。

また、確認された絶滅危惧植物については以下のとおりである。

○確認された絶滅危惧植物

クロツリバナ (CR)、ジムカデ (CR)、オゼニガナ (CR)、エゾノチャルメルソウ (EN)、ハリガネカズラ (EN)、ミヤマタムラソウ (EN)、リンネソウ (EN)、ヤシャビシヤク (VU)、ベニバナイチャクソウ (VU)、ヒメシヤクナゲ (VU)、タチアザミ (VU)、ホソバタマミクリ (VU)、タカネハリスゲ (NT)、テングノコヅチ (VU)、ガッサントリカブト (VU)、アズマホシクサ (国 VU)

(2) 動物 (昆虫等) 相

今回の調査では、昆虫類を27種、鳥類を1種確認することができた。

また、確認された絶滅危惧種については以下のとおりである。

○確認された絶滅危惧種 (昆虫等)

カオジロトンボ (VU)、ホシガラス (VU)、モリアオガエル (NT)

(3) まとめ

○植物相について

吾妻連峰は、1964～1965年に学術調査及び前回2007年にモニタリング調査を実施しているが、山城が広く調査人員も限られることから、それ以降の満足な調査は困難な状況である。特に高山性のスゲ属やラン科植物については、過去の調査記録に追いつくことができず残念であった。今回は3か所（西吾妻山周辺・弥兵衛平～明月湖・白布峠～馬場谷地）調査したが、144種の維管束植物を確認することができ、また現存地がよくわからなかったジムカデやアズマホシクサ等の現存がはっきり確認されたのは満足できる成果であった。

それ以外の特に湿原性の植物でヒメシャクナゲやダケスゲ、オゼニガナ、タカネハリスゲ等についても、分布がほぼ吾妻連峰に限られることから、引き続きモニタリング調査を続けていく必要がある。また、地球温暖化などの気候変動やシカの侵入による食害、絶滅危惧種の盗掘などによる環境の悪化がいつ起こるかわからない今日、今後とも地域の方々への情報提供と監視の目が必要であり、モニタリング調査を継続していく必要がある。

○動物（昆虫等）相について

カオジロトンボが生息し、ホシガラスが多産することは、ともにこの地域の亜高山帯の環境が良好であることをよく反映すると考えられる。しかしこれまでのモニタリング調査からは、カオジロトンボの個体数が減少している可能性を示唆する結果も出ている。

特に馬場谷地は、1960年代後半の学術調査ではカオジロトンボが多産と記されていたが、気象や植生の経年変化だけでなく湿原内の環境が人為的に大きく改変された経緯もあり、今後も継続してモニタリング調査の実施が望まれる。

また、ホシガラスは前述のようにハイマツとの関係がしばしば取り上げられる。ハイマツ種子の貯食場所として主に使われるのは、ハイマツ群落に近く融雪時期が早い稜線部で、ハイマツが結実する夏から秋にかけて稜線部での目撃が多くなる。

一方で、春の営巣・繁殖や冬季の越冬にはある程度樹高がある樹林帯が選ばれる。亜高山帯針葉樹林は稜線部との距離が比較的近く、しかも常緑高木林であるため、ホシガラスの生息場所として極めて好適と考えられる。

そのため、ホシガラスが多産することは、緩斜面の亜高山帯針葉樹林と稜線部のハイマツ群落の両方とも良好な環境であることを示す指標となる。

吾妻連峰ではホシガラスが多産し、亜高山帯針葉樹林とハイマツ群落の両方とも今のところ健全であることを示唆している。しかし、蔵王ではオオシラビソの枯死が問題となっており、この地域でも注視する必要があると思われるため、今後も継続してモニタリングしていくことが望ましい。

2 村山葉山（中小山岳） 村山市

(1) 植物相

確認された維管束植物は140種である。

また、確認された絶滅危惧種は以下のとおりである。

○絶滅危惧 IB 類 (EN)

エゾノリュウキンカ

○絶滅危惧Ⅱ類 (VU)

トガクシソウ、ヒロハコンロンソウ、カラクサシダ、ヤシャビシヤク、ヤマスカシユリ、
テングノコヅチ

(2) 動物（昆虫等）相

今年度の調査で確認された動物（昆虫等）は 38 種である。

また、確認された絶滅危惧種は以下のとおりである。

○準絶滅危惧 (NT)

モリアオガエル

(3) まとめ

○植物相について

葉山は月山に隣接しているが、標高も低く高山帯もないことから、調査対象とされることは少なかった。特に沢沿いにあるトガクシソウについては、山形県の天然記念物であるにも関わらず、その生育場所を知っている人すらほとんどいない状況である。トガクシソウの開花状況を確認するには、長い時間をかけて沢登り、雪渓登りをしなくてはならないが、今回改めて現地の状況を確認することができた。

今回の葉山の調査においては、富並川沿いと稜線の一部ではあるが、140 種の植物を確認することができた。富並川沿いでは急激な森林伐採や、地球温暖化による積雪減少に伴う変化がないか、葉山山麓も含め定期的なモニタリングが必要となる。

また、他の場所においても気候変動による乾燥化やシカの侵入による食害、絶滅危惧種の盗掘などによる環境の悪化がいつ起こるか分からないことから、今後とも地域の方々への情報提供と監視の目が必要であり、モニタリング調査を継続していく必要がある。

立谷沢川湖沼群の植物と昆虫の調査を行ったが、過去 3 回の調査と比べて、大きな変化は見られなかった。貴重な植物や昆虫などが生育、生息する環境がまだ残されているようである。ただ、以前の調査から報告されているヨシの侵入・繁茂だけでなく、一部に木本類の侵入が見られ、湿原内の乾燥が進んでいるように感じられる。乾燥が進んでいくことにより、湿原内の環境が現状のまま維持されないように感じられる。

また、周囲の森林の伐採が進み、日隠されてきた環境や湧水環境が改変され、湿原より広い範囲の環境悪化が進むことが懸念される。今後総合的な調査を行い、保全策を関係者で協議のうえ、保全していくことが大切であると思われる。

○動物（昆虫等）相について

調査エリア上部にはまだ残雪が残る時期であり、確認できた種数は少なめであった。

一方で、まとまった面積の森林の存在を示唆する種（ヒメクロサナエ、エゾハルゼミ、マガタマハンミョウ）や、絶滅危惧種ではないが個体数の多くないイカリヒメジンガサハムシ、山岳性のクロホシビロウドコガネなどが確認された。このことは、まとまった面積の森林・山岳環境が良好な状態で維持・保全されていることの表れであると思われる。今後も継続してモニタリングしていくことが必要である。

3 最上川中流域（河川・溪流） 新庄市・舟形町・大蔵村

(1) 植物相

今年度の調査では、維管束植物を計 186 種確認することができた（表－1 参照）。

県絶滅危惧Ⅰ類のエゾノキヌヤナギの過去に採取された記録が、新版山形県の植物誌（結城嘉美 1992）の大蔵村最上川河岸や舟形町実栗屋にあるが、今回の最上川流域調査地では確認することができなかった。

当流域では、生態系に強い影響がある帰化種のうち、政令で指定されている特定外来生物、オオハンゴンソウ（大蔵村清水・新庄市本合海）・オオフサモ（大蔵村大蔵橋）・アレチウリ（大蔵村清水）が 4 地点のうち 3 地点で見られた（表－1 参照）。

また、法律の規制対象にはなっていないが、生態系に影響を及ぼす重点対策外来種も生息していた。

○確認した重点対策外来種（12 種）

キショウブ、イタチハギ、ハリエンジュ、エゾノギンギシ、アメリカネナシカズラ、オオブタクサ、アメリカセンダングサ、ヒメジョオン、セイタカアワダチソウ、オオアワダチソウ、セイヨウタンポポ、オオオナモミ

(2) 動物（昆虫）相

今年度の調査で確認された動物（昆虫）は 94 種である。うち絶滅 危惧種は、準絶滅危惧 NT のウラギンスジヒョウモン 1 種を確認した。河川の堤防の草地には多くの種のバッタ類を確認することができた。その中でマダラバッタは米沢市、酒田市では記録があるが、大蔵村では初記録である。大蔵村でヒメクサキリのメスを確認しているが、翅端までの全長が 50 mm とかなり大型で、宮城県の仙台平野では大型で特異な個体群の存在が知られており、山形県の個体についても継続した調査が望まれる。

○準絶滅危惧 NT

ウラギンスジヒョウモン

(3) まとめ

○植物相について

調査では確認できなかったエゾノキヌヤナギについて、この流域での生育がどのようになっているのか、今後も調査を継続していく必要がある。

また、河川環境において、生態系に影響を及ぼす恐れのある外来種の侵入等によって、普通に生育する種（普通種）の減少なども注意深く見守っていく必要がある。生態系の中では、普通種がその環境に普通にあることが重要である。

○動物（昆虫等）相について

調査地は自然度が低い河川の堤防、河川敷で、絶滅危惧種などの注目すべき種は少なかった。バッタ類はこのような環境に適応しており、比較的多くの種が確認されたことは成果であった。

4 小国町南部湿原（湿原・湿地） 小国町

(1) 植物相

今回の調査では、維管束植物を計 119 種確認することができた。

○2022 年に生育が確認された絶滅危惧種

サワラン (EN)、ヤマトアオダモ (EN)、ヤチスギラン (VU)、アラカワカンアオイ (VU)、
トキソウ (VU)、サギスゲ (VU)、アギナシ (NT)、イヌタヌキモ (NT)、オオミズゴケ (NT)

(2) 動物（昆虫）相

今年度の調査で確認された動物（昆虫）は 58 種である。うち絶滅危惧種は準絶滅危惧 NT のハッチョウトンボ 1 種を確認した。ハッチョウトンボは B 湿原で 10 頭前後の個体を確認できた。B 湿原の池にゲンゴロウトラップを設置したが、ゲンゴロウ類は捕獲確認できなかった。しかし、水生昆虫用捕虫網の捕獲調査で A 湿原、B 湿原でオオヒメゲンゴロウを確認できた。また、B 湿原では 1 頭のみであるが、ホソネクイハムシを確認した。トンボ類のルリボシヤンマは県内での生息地は限られるが、A 湿原では比較的多くの個体を確認できた。

(3) まとめ

○植物相

当該地は、高層湿原の形成要因といわれているミズゴケ類の中でもオオミズゴケで湿原全体が覆われている。オオミズゴケは環境省レッドリスト 2020 によっても、山形県はじめ多くの地域で準絶滅危惧種等となっており、ミズゴケ湿原の特徴的な植生であるツルコケモモやラン類とともに、乾燥化や踏み込みなどの監視と保全について長期的に見守っていく必要がある。

また、当湿地には盗掘の心配のあるラン類があり、作業道路から比較的簡単に入られ、踏み込みによる圧を防ぐためにも、立ち入り禁止などの保護対策が必要になると思われる。

○動物（昆虫等）相

A 湿原、B 湿原とも生息環境は良好に見受けられるが、意外に特筆すべき昆虫類は少なかったという印象である。B 湿原ではヨシの侵入・繁茂が見られ、今後の湿原の乾燥化によりハッチョウトンボの生息地が維持されるか心配される。

5 山寺所部沢風穴（草地・風穴） 山形市

(1) 植物相

確認された植物は 91 種である。前回の調査で確認した絶滅危惧種 14 種について、今回の調査で全てを確認することができた。風穴の構成種には大きな変化は見られないようである。

確認された絶滅危惧植物は以下のとおりである。

○絶滅危惧 IA 類 (CR)

クロブシヒョウタンボク

○絶滅危惧 IB 類 (EN)

エゾスグリ、ナンブソウ、コウグイスカグラ、テイネニガクサ、クロカンバ

○絶滅危惧 II 類 (VU)

ハクセンナズナ、チョウセンゴミシ、レンブクソウ、キバナウツギ、ウサギシダ、
ヒロハコンロンソウ、ウゼンアザミ、カラクサシダ

(2) 動物（昆虫等）相

今年度の調査で確認された動物（昆虫）は98種である。うち絶滅危惧種は確認できなかった。残念ながら、風穴に見られる特有の昆虫類は確認できなかった。

(3) まとめ

○植物相について

クロブシヒョウタンボクについては、環境省の種の保存法の指定を受けていることから、今後については個体数把握だけでなく、開花状況や結実状況を含めた調査をする必要がある。その他の絶滅危惧種を中心とした風穴に特有の植物についても、貴重なものが多く、県内の他の風穴に比べても重要風穴地として考慮していく必要がある。また、森林管理署で植栽したスギ林が隣接しており、伐採する際は、特に留意する必要があるため、当該機関に対する周知が必要である。また、風穴現象については、気候変動に大きく影響される可能性が高いため、今後も定期的なモニタリング調査が欠かせないと思料される。

○動物（昆虫等）相について

特筆すべき昆虫類は見つからなかったものの、多くの種類を確認することができた。このことから自然環境が維持・保全されていると考えられる。

3 令和4年度神室・加無山系ツキノワグマ生息状況調査結果

(環境企画部)

1 背景・目的

山形県内のツキノワグマ（以下「クマ」と記載）の状況は、人とクマの共存のバランスが崩れ、市街地等への出没が発生しており、農作物被害や人身事故の防止に向けた抜本的な対策が求められている。

山形県では昭和52年度から「ツキノワグマ生息状況調査」を実施しており、その方法は、春季捕獲期（春熊猟）に直接目視することで頭数を数えるものである（以下、目視調査と記載）。この調査結果を基にクマの個体数を推定し、捕獲数上限を設定して保護管理を行っている。しかし、猟友会員のうち調査を実施する狩猟者の高齢化等に伴い調査者が減少し、調査の実施が困難な地域が出ている。今後、同様の地域が増加していくことが考えられるため、目視調査に代わる方法として、「カメラトラップ法⁽¹⁾⁽²⁾」を用いた調査を、平成28年度から実施している。

令和4年度から2ヶ年の計画で、年平成29年度以降2回目となる「神室・加無山系」の調査を実施し、個体数の推定を行い、また、カメラトラップ法を用いた調査の課題等を検討した。

2 方法

カメラトラップ法は、目視調査実施箇所とその周辺に、トラップと呼ぶ「クマを立ち上がらせるための誘引餌とクマが餌に誘われ立ち上がったところを撮影するカメラを設置して、撮影した映像から胸部斑紋（月の輪紋）等を比較して個体識別を行い、その結果から生息密度・個体数の推定を行う方法である。

3 設置箇所

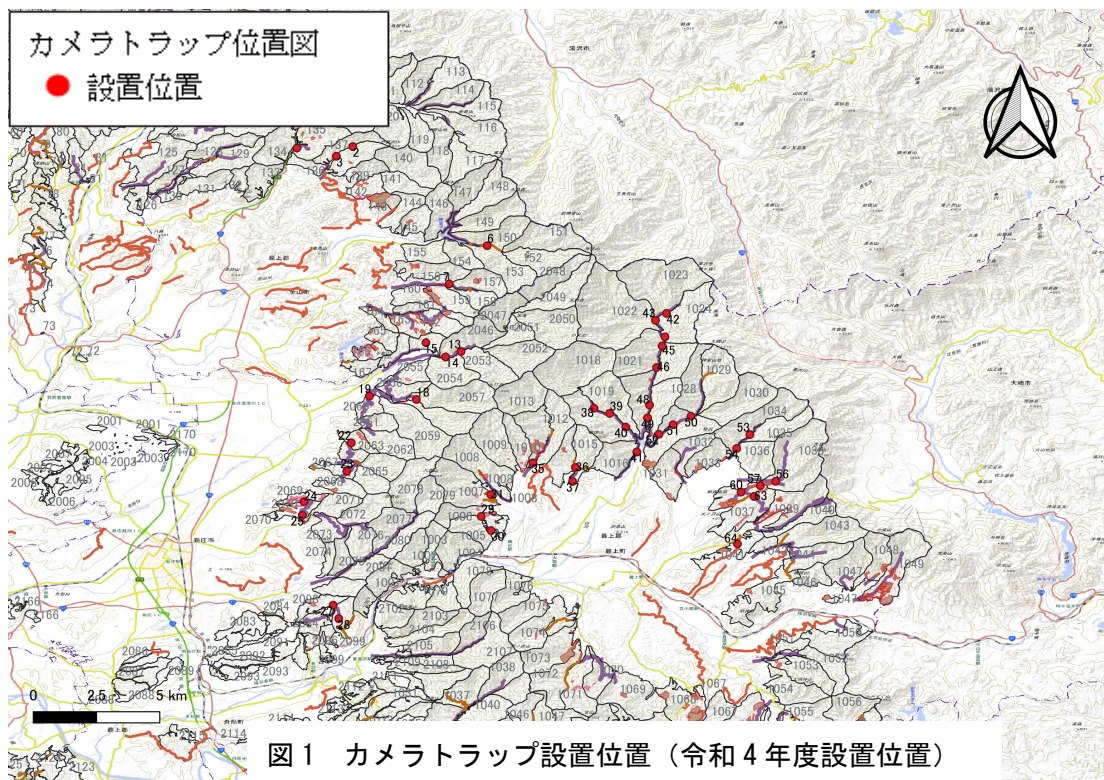


図1 カメラトラップ設置位置（令和4年度設置位置）

4 カメラトラップ構造等と調査期間、トラップ設置数



写真1 マイカ線・塩ビ管等



写真2 自動撮影カメラ



写真3 カメラ設置状況



写真4 カメラ設置完了

○トラップ設置数 43 か所 (台)

○調査期間 令和4年7月5日～10月23日 約4か月間

表1 撮影セッション

セッション番号	開始日	終了日
1	R4. 7. 5	— R4. 7. 24
2	R4. 7. 25	— R4. 8. 16
3	R4. 8. 17	— R4. 9. 4
4	R4. 9. 5	— R4. 9. 25
5	R4. 9. 26	— R4. 10. 10
6	R4. 10. 17	— R4. 10. 23

○調査スケジュール

作業内容	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下			
許可申請等	■	■	■																																	
資材準備・機材作成等				■	■	■	■	■	■																											
下見 設置箇所選定				■	■	■																														
設置										■																										
維持管理・現地確認										■	■	■	■	■	■	■	■	■																		
撤去																			■																	
データ整理													■	■	■	■	■	■	■	■	■															
データ解析																						■	■	■	■	■	■									
報告書作成																												■	■							

表2 調査スケジュール

5 結果

(1) 撮影結果

6セッションのうち、クマが撮影された数は265回あった。より多くの動画データを得るためカメラの設定を「撮影間隔0秒」としたが、クマがカメラの前に長時間とどまり30秒間隔で連続して撮影された動画があった。このため整理方法として「イベント」という考え方をういた。⁽³⁾ イベントとは、クマがカメラの前に訪れ、去るまでを1イベントとしてカウントするものである。

6セッション中に整理したイベント数は82確認された。

(2) 個体識別結果

撮影数265回（イベント数82）、撮影品質A及びBランクの41の撮影データを有効なデータとし、動画データから識別用の写真データを作成、斑紋形状等から個体識別を行ったところ、個体識別結果は21頭であった。



(3) 推定生息密度・生息数推定結果

5結果(2)のデータなどから、フリー統計解析環境「R ver. 3.2.2」を使用し、パッケージソフト「SPACECAP ver. 1.1.0」⁽⁴⁾を用いて個体数推定を行った。

収束判定は、全てのパラメーターのZ値が-1.6~1.6の間にあり、かつ有効サンプルサイズが100以上を判定基準としている。

収束判定は（表3）のとおり、収束しなかったため、推定結果は得られなかった。

表3 収束判定

	<u>sigma</u>		<u>lam0</u>		<u>beta</u>		<u>psi</u>		<u>N</u>	
	Z値	有効サンプルサイズ	Z値	有効サンプルサイズ	Z値	有効サンプルサイズ	Z値	有効サンプルサイズ	Z値	有効サンプルサイズ
神室・加無山系	-11.225	1.687	-0.196	144.624	-0.820	89.518	-0.131	131.932	-0.337	139.065

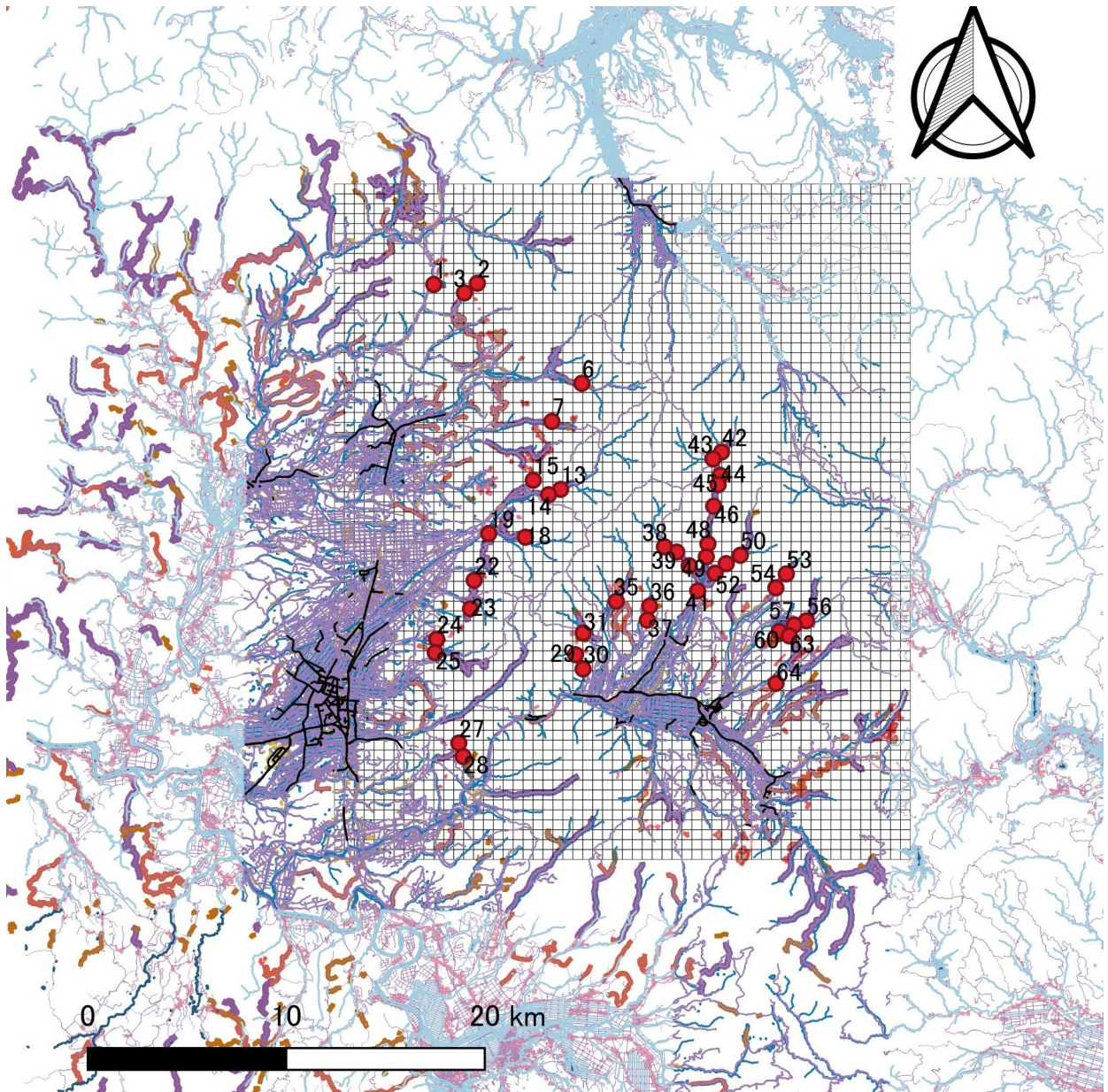


图 2 行動圏中心候補区域

4 令和4年度ブナ・ナラ類豊凶調査結果

(環境企画部)

森林生態系への影響や異変を察知することを目的に、平成15年度からブナ16箇所（15箇所は豊凶予測及び結果、1箇所は結果のみ）、ミズナラ9箇所、コナラ11箇所について調査を行っている。

(1) 調査方法

調査地に落下物捕捉のためのトラップ（面積1㎡の円形ネット）を5～10個設置し、豊凶予測及び結果の判定を行う。

ブナの豊凶予測は、6月末までの雄花の数を集計し、その数から雌花数を推定して判定する。判定の基準は、推定雌花数が350個/㎡以上を豊作、90～350個/㎡未満を並作、90個/㎡未満を凶作予測とする。

また、ブナ及びナラ類の豊凶結果は、回収した実から健全な実を判別し、判定する。豊凶の判定については、ブナは200個/㎡以上を豊作、50～200個/㎡未満を並作、50個/㎡未満を凶作とし、ミズナラは20個/㎡以上を豊作、5～20個/㎡未満を並作、5個/㎡未満を凶作とし、コナラは40個/㎡以上を豊作、20～40個/㎡未満を並作、20個/㎡未満を凶作とする。

(2) 調査結果

ア ブナの豊凶予測結果

令和4年の豊凶予測は、豊凶予測を行った調査地14箇所のうち、豊作が5箇所、並作が7箇所、凶作が2箇所であった（図1）。

イ ブナ・ナラ類豊凶結果

(ア) ブナ

落下物の回収ができなかった1箇所を除く調査地15箇所のうち、豊作が2箇所、並作が5箇所、凶作が8箇所であった（図2）。落下物には、未成熟雌花（未成熟殻斗）、シイナ（未成熟種子）、虫害種子が多数確認された。

(イ) ミズナラ

トラップが設置できなかった1箇所を除く調査地8箇所のうち、豊作が6箇所、凶作が2箇所であった（図3）。

(ウ) コナラ

調査地11箇所のうち、豊作が5箇所、並作が1箇所、凶作が5箇所であった（図4）。

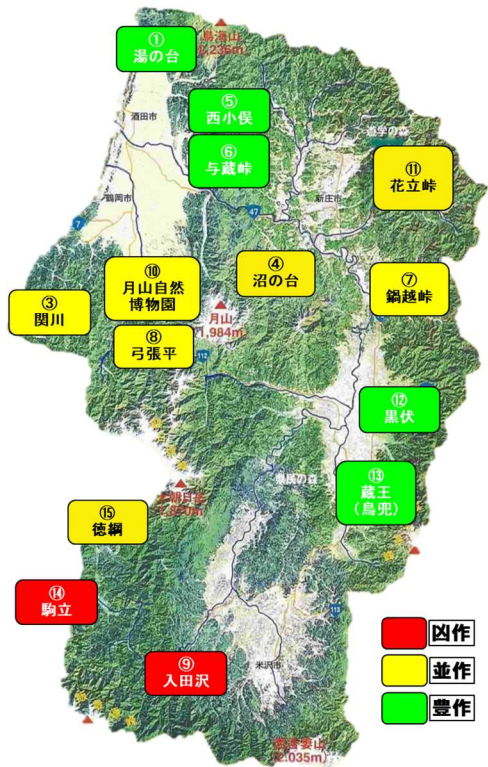


図1 ブナ豊凶予測結果

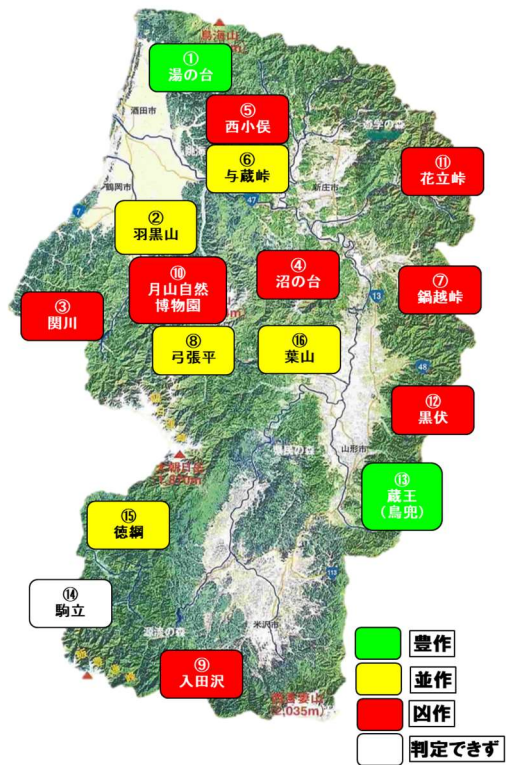


図2 ブナ豊凶結果

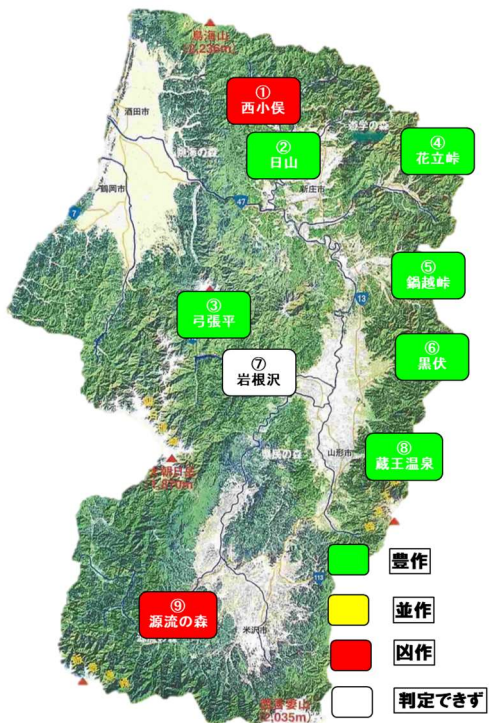


図3 ミズナラ豊凶結果

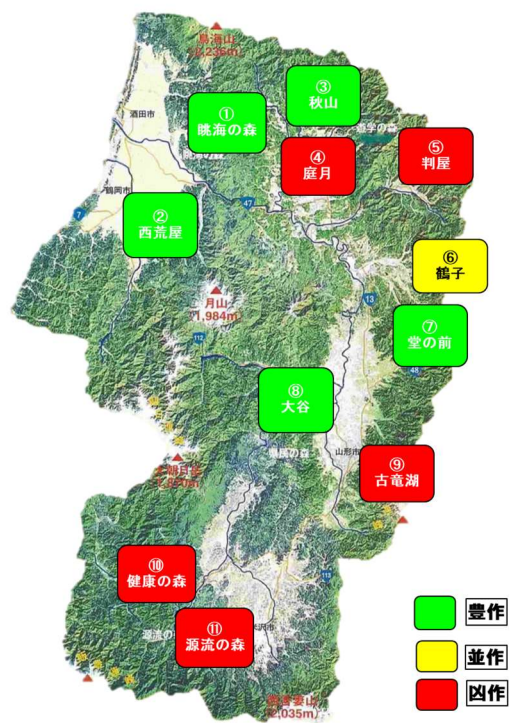


図4 コナラ豊凶結果

1 環境基準と評価方法

測定項目の環境基準については、次のとおり定められている。

表1 大気の汚染に係る環境基準

項目	環境上の条件
二酸化硫黄	1時間値の1日平均値が0.04ppm以下であり、かつ、1時間値が0.1ppm以下であること。
一酸化炭素	1時間値の1日平均値が10ppm以下であり、かつ、1時間値の8時間平均値が20ppm以下であること。
浮遊粒子状物質	1時間値の1日平均値が0.10mg/m ³ 以下であり、かつ、1時間値が0.20 mg/m ³ 以下であること。
二酸化窒素	1時間値の1日平均値が0.04ppmから0.06ppmまでのゾーン内またはそれ以下であること。
光化学オキシダント	1時間値が0.06ppm以下であること。
微小粒子状物質	1年平均値が15μg/m ³ 以下であり、かつ、1日平均値が35μg/m ³ 以下であること。

環境基準による大気汚染の状況の評価については、次のとおり取り扱うこととされている。

ア 短期的評価（二酸化窒素及び微小粒子状物質を除く）

測定を行った日についての1時間値の1日平均値もしくは8時間平均値又は各1時間値を環境基準と比較して評価を行う。

光化学オキシダントについては、1時間値の年間最高値を環境基準と比較して評価している。

イ 長期的評価

(ア) 二酸化窒素及び微小粒子状物質

1年間の測定を通じて得られた1日平均値のうち、低い方から数えて98%目を環境基準と比較して評価を行う。

(イ) 浮遊粒子状物質及び二酸化硫黄

1年間の測定を通じて得られた1日平均値のうち、高い方から数えて2%の範囲にある測定値を除外した後の最高値を環境基準と比較して評価を行う。ただし、上記の評価方法にかかわらず環境基準を超える日が2日以上連続した場合には非達成とする。

(ウ) 微小粒子状物質

長期基準に対応した環境基準達成状況は、長期的評価として測定結果の年平均値について評価を行うものとする。

短期基準に対応した環境基準達成状況は、長期的評価としての測定結果の年間98パーセントイル値を日平均値の代表値として選択し、評価を行うものとする。

測定局における測定結果（1年平均値及び98パーセントイル値）を踏まえた環境基準達成状況については、長期基準及び短期基準の達成もしくは非達成の評価を各々行い、そのうえで両方の基準を達成することによって評価するものとする。

2 大気汚染の状況

令和4年度環境大気常時監視測定計画に基づき実施した測定結果の概要は、次のとおりである。

なお、平成31年4月1日の山形市中核市移行に伴い、山形市内の測定局は山形市が測定を実施している。

(1) 二酸化硫黄（9測定局）

9測定局における測定結果は表2のとおりで、1時間値の最高値は0.002～0.012ppm、日平均値の2%除外値は0.001ppmであり、短期的評価及び長期的評価のいずれも全ての対象測定局において環境基準を達成した。

表2 二酸化硫黄の測定結果

測定者	市町村	測定局	令別表第3の区分	用途地域	有効測定日数		年平均値	1時間値が0.1ppmを超えた時間数とその割合		日平均値が0.04ppmを超えた日数とその割合		1時間値の最高値	日平均値の2%除外値	日平均値が0.04ppmを超えた日が2日以上連続したことの有無	環境基準の長期的評価による日平均値が0.04ppmを超えた日数
					(日)	(時間)		(時間)	(%)	(日)	(%)				
山形県	寒河江市	寒河江西根	100	住	352	8,451	0.000	0	0.0	0	0.0	0.003	0.001	○	0
	村山市	村山橋岡笹田	100	未	361	8,650	0.000	0	0.0	0	0.0	0.011	0.001	○	0
	米沢市	米沢金池	100	住	351	8,435	0.000	0	0.0	0	0.0	0.003	0.001	○	0
	長井市	長井高野	100	住	355	8,508	0.000	0	0.0	0	0.0	0.002	0.001	○	0
	酒田市	酒田若浜	15	住	347	8,372	0.000	0	0.0	0	0.0	0.003	0.001	○	0
	庄内町	余目	100	住	361	8,636	0.000	0	0.0	0	0.0	0.007	0.001	○	0
	鶴岡市	鶴岡錦町	100	住	361	8,649	0.000	0	0.0	0	0.0	0.004	0.001	○	0
	新庄市	新庄下田	100	住	361	8,638	0.000	0	0.0	0	0.0	0.003	0.001	○	0
山形市	山形市	山形成沢西	14-2	住	361	8,648	0.000	0	0.0	0	0.0	0.004	0.001	○	0

注)「環境基準の長期的評価による日平均値が0.04ppmを超えた日数」とは、日平均値の高い方から2%の範囲の日平均値を除外した後の日平均値のうち0.04ppmを超えた日数である。ただし、日平均値が0.04ppmを超えた日が2日以上連続した延日数のうち、2%除外該当日に入っている日数分については除外しない。

(2) 浮遊粒子状物質（10測定局）

10測定局における測定結果は表3のとおりで、1時間値の最高値は0.059mg/m³～0.100mg/m³、日平均値の2%除外値は0.018mg/m³～0.023mg/m³であり、短期的評価及び長期的評価のいずれも全ての対象測定局において環境基準を達成した。

表3 浮遊粒子状物質の測定結果

測定者	市町村	測定局	用途地域	有効測定日数		年平均値	1時間値が0.20mg/m ³ を超えた時間数とその割合		日平均値が0.10mg/m ³ を超えた日数とその割合		1時間値の最高値	日平均値の2%除外値	日平均値が0.10mg/m ³ を超えた日が2日以上連続したことの有無	環境基準の長期的評価による日平均値が0.10mg/m ³ を超えた日数
				(日)	(時間)		(時間)	(%)	(日)	(%)				
山形県	寒河江市	寒河江西根	住	361	8,682	0.007	0	0.0	0	0.0	0.120	0.019	○	0
	村山市	村山橋岡笹田	未	361	8,681	0.008	0	0.0	0	0.0	0.186	0.023	○	0
	米沢市	米沢金池	住	355	8,549	0.008	0	0.0	0	0.0	0.063	0.020	○	0
	長井市	長井高野	住	361	8,686	0.008	0	0.0	0	0.0	0.067	0.021	○	0
	酒田市	酒田若浜	住	361	8,686	0.007	0	0.0	0	0.0	0.073	0.019	○	0
	庄内町	余目	住	361	8,693	0.007	0	0.0	0	0.0	0.074	0.018	○	0
	鶴岡市	鶴岡錦町	住	363	8,716	0.007	0	0.0	0	0.0	0.098	0.019	○	0
	新庄市	新庄下田	住	361	8,693	0.008	0	0.0	0	0.0	0.095	0.020	○	0
山形市	山形市	山形成沢西	住	324	7,816	0.008	0	0.0	0	0.0	0.106	0.022	○	0
		山形下山家(自排)	住	361	8,687	0.007	0	0.0	0	0.0	0.059	0.020	○	0

注)「環境基準の長期的評価による日平均値が0.10mg/m³を超えた日数」とは、日平均値の高い方から2%の範囲の日平均値を除外した後の日平均値のうち0.10mg/m³を超えた日数である。ただし、日平均値が0.10mg/m³を超えた日が2日以上連続した延日数のうち、2%除外該当日に入っている日数分については除外しない。

(3) 二酸化窒素（10測定局）

10測定局における日平均値の年間98%値は表4のとおり一般局では0.005ppm～0.017ppm、自排局では0.023ppmであり、環境基準を達成した。

表4 二酸化窒素の測定結果

測定者	市町村	測定局	用途地域	有効測定日数	測定時間	年平均値	1時間値の最高値	1時間値が0.2ppmを超えた時間数とその割合		1時間値が0.1ppm以上0.2ppm以下の時間数とその割合		日平均値が0.06ppmを超えた日数とその割合		日平均値が0.04ppm以上0.06ppm以下の日数とその割合		日平均値の年間98%値	98%値評価による日平均値が0.06ppmを超えた日数
				(日)	(時間)	(ppm)	(ppm)	(時間)	(%)	(時間)	(%)	(日)	(%)	(日)	(%)	(ppm)	(日)
山形県	寒河江市	寒河江西根	住	357	8,597	0.004	0.040	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.010	0
	村山市	村山橋岡笛田	未	306	7,433	0.003	0.041	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.009	0
	米沢市	米沢金池	住	341	8,278	0.005	0.042	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.017	0
	長井市	長井高野	住	353	8,525	0.003	0.040	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.010	0
	酒田市	酒田若浜	住	355	8,569	0.003	0.040	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.008	0
	庄内町	余目	住	246	5,874	0.003	0.030	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.008	0
	鶴岡市	鶴岡錦町	住	355	8,567	0.003	0.037	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.011	0
	新庄市	新庄下田	住	352	8,499	0.004	0.038	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.016	0
山形市	山形市	山形成沢西	住	356	8,578	0.006	0.045	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.016	0
		山形下山家(自排)	住	356	8,589	0.010	0.053	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.024	0

注) 「98%値評価による日平均値が0.06ppmを超えた日数」とは、1年間の日平均値のうち低い方から98%の範囲にあって、かつ0.06ppmを超えたものの日数である。

(4) 光化学オキシダント（9測定局）

9測定局における昼間の1時間値の最高値は0.087ppm～0.091ppmであり、全ての対象測定局において環境基準を達成できなかったが、屋外活動の自粛を促す注意報発令基準(1時間値0.12ppm)を下回った。昼間の1時間値が0.06ppmを超えた日数は、表5のとおり20日～46日で酒田若浜局が最も多かった。(全国の環境基準達成率0.2% (令和2年度))

表5 光化学オキシダントの測定結果

測定者	市町村	測定局	用途地域	昼間測定日数	昼間測定時間	昼間の1時間値の年平均値	昼間の1時間値が0.06ppmを超えた日数と時間数		昼間の1時間値が0.12ppmを超えた日数と時間数		昼間の1時間値の最高値	昼間の日最高1時間値の年平均値
				(日)	(時間)	(ppm)	(日)	(時間)	(日)	(時間)	(ppm)	(ppm)
山形県	寒河江市	寒河江西根	住	365	5,422	0.034	17	81	0	0	0.080	0.044
	村山市	村山橋岡笛田	未	365	5,421	0.034	18	66	0	0	0.078	0.043
	米沢市	米沢金池	住	356	5,245	0.033	11	57	0	0	0.076	0.042
	長井市	長井高野	住	365	5,414	0.035	24	120	0	0	0.085	0.044
	酒田市	酒田若浜	住	365	5,417	0.039	38	202	0	0	0.092	0.046
	鶴岡市	鶴岡錦町	住	355	5,273	0.038	28	156	0	0	0.080	0.045
	新庄市	新庄下田	住	365	5,407	0.034	24	116	0	0	0.083	0.043
山形市	山形市	山形成沢西	住	365	5,427	0.035	18	84	0	0	0.086	0.046
		山形銅町	工	364	5,427	0.030	10	48	0	0	0.078	0.041

注) 昼間とは5時から20時までの時間帯をいう。したがって、1時間値は、6時から20時まで得られることになる。

(5) 微小粒子状物質 (PM2.5) (11測定局)

11測定局における測定結果は表6のとおりで、年平均値は $6.6 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 8.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、全ての測定局において環境基準の長期基準を達成した。

また、日平均値の年間98%値は $15.8 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 19.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、全ての対象測定局において環境基準の短期基準を達成した。

表6 微小粒子状物質 (PM2.5) の測定結果

測定者	市町村	測定局	用途地域	有効測定日数	年平均値	日平均値の年間98%値
				(日)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
山形県	寒河江市	寒河江西根	住	360	5.1	15.7
	村山市	村山橋岡笛田	未	325	4.9	16.3
	米沢市	米沢金池	住	355	4.8	15.7
	長井市	長井高野	住	323	4.7	15.4
	酒田市	酒田若浜	住	338	5.7	16.0
	庄内町	余目	住	360	5.4	17.3
	鶴岡市	鶴岡錦町	住	331	5.0	13.6
	新庄市	新庄下田	住	361	6.0	15.7
山形市	山形市	山形成沢西	住	361	6.6	16.8
		山形銅町	工	317	7.3	17.9
		山形下山家(自排)	住	361	7.8	20.2

(6) 一酸化炭素 (自動車排出ガス測定局)

表7のとおり8時間平均値が20ppmを超えることはなく、日平均値の2%除外値は0.5ppmであり、環境基準を達成した。

表7 一酸化炭素の測定結果

市町村	測定局	用途地域	有効測定日数	測定時間	年平均値	8時間値が20ppmを超えた回数とその割合		日平均値が10ppmを超えた日数とその割合		1時間値が30ppm以上となったことがある日数とその割合		1時間値の最高値	日平均値の2%除外値	日平均値が10ppmを超えた日が2日以上連続したことの有無	環境基準の長期的評価による日平均値が10ppmを超えた日数
			(日)	(時間)	(ppm)	(回)	(%)	(日)	(%)	(日)	(%)	(ppm)	(ppm)	(有×・無○)	(日)
山形市	山形下山家	住	359	8,636	0.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.5	○	0

注) 「環境基準の長期的評価による日平均値が10ppmを超えた日数」とは、日平均値の高い方から2%の範囲の日平均値を除外した後の日平均値のうち10ppmを超えた日数である。ただし、日平均値が10ppmを超えた日が2日以上連続した延日数のうち、2%除外該当日に入っている日数分については除外しない。

(7) 非メタン炭化水素 (自動車排出ガス測定局)

非メタン炭化水素について、午前6時～9時の3時間平均値の最高値は表8のとおり0.33ppmCであり、指針値(光化学オキシダント生成防止のための大気中濃度として午前6時～9時の3時間平均値が0.20ppmC～0.31ppmC以下)の0.20ppmCを超えた日数が33日(9.2%)あった。

表8 非メタン炭化水素の測定結果

市町村	測定局	用途地域	測定時間	年平均値	6～9時における年平均値	6～9時測定日数	6～9時3時間平均値		6～9時3時間平均値が0.20ppmCを超えた日数とその割合		6～9時3時間平均値が0.31ppmCを超えた日数とその割合	
			(時間)	(ppmC)	(ppmC)	(日)	最高値	最低値	(日)	(%)	(日)	(%)
山形市	山形下山家	住	8,619	0.14	0.15	358	0.43	0.04	47	13.1	3	0.8

(8) まとめ

一般環境大気測定局10局（うち山形市2局）及び自動車排出ガス測定局1局（山形市）において測定を行った。

短期的評価、長期的評価による環境基準の達成状況については、全ての測定局で二酸化硫黄、浮遊粒子状物質、二酸化窒素、微小粒子状物質及び一酸化炭素のいずれも、環境基準を達成した。

光化学オキシダントについては、全ての測定局で環境基準を達成できなかったが、屋外活動の自粛を促す注意報発令基準を下回った。

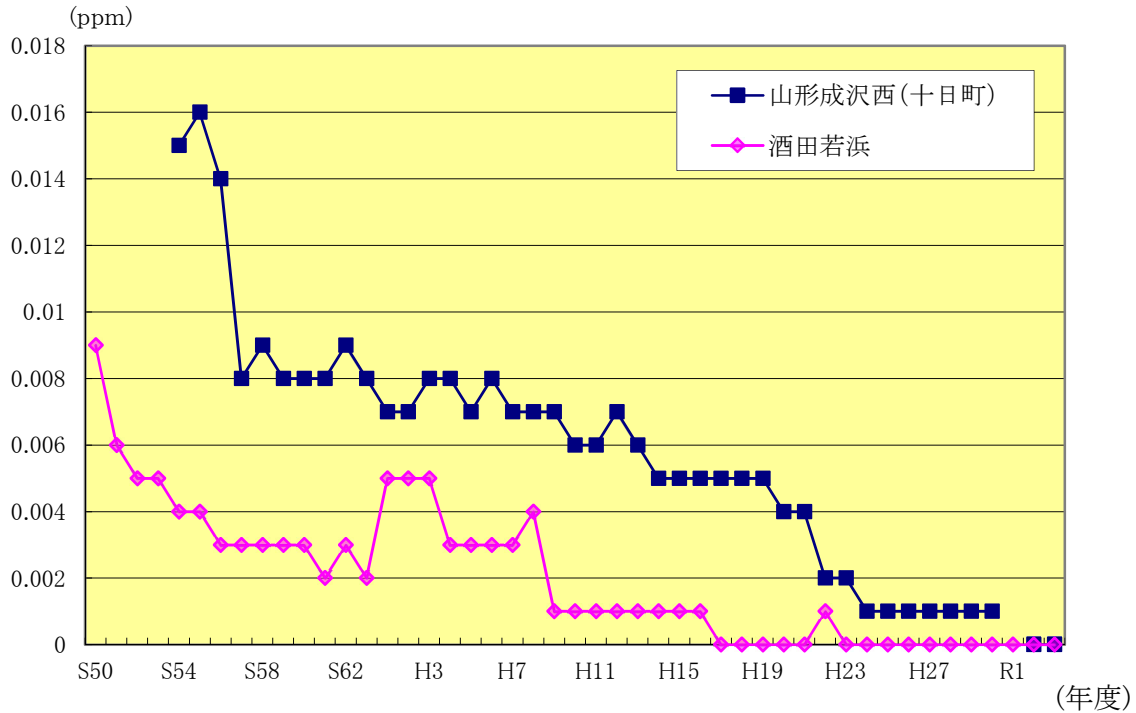
2 大気汚染の経年変化

山形県では、昭和50年から長期間にわたり環境大気の監視測定を行っており、代表的な測定地点として酒田若浜局、山形成沢西局^{注1)}^{注2)}及び山形下山家局がある。経年的推移については、次のとおりであり、光化学オキシダントを除いた項目で明らかに減少傾向である。

注1) 平成30年度まで、県が山形十日町局において測定を実施していた。

注2) 令和元年度の山形成沢西局は有効測定日数未満のため評価不能であり、以下の表の数値は参考値である。

(1) 二酸化硫黄の年平均値



(単位：ppm)

年度	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60
山形十日町	—	—	—	—	0.015	0.016	0.014	0.008	0.009	0.008	0.008
酒田若浜	0.009	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003

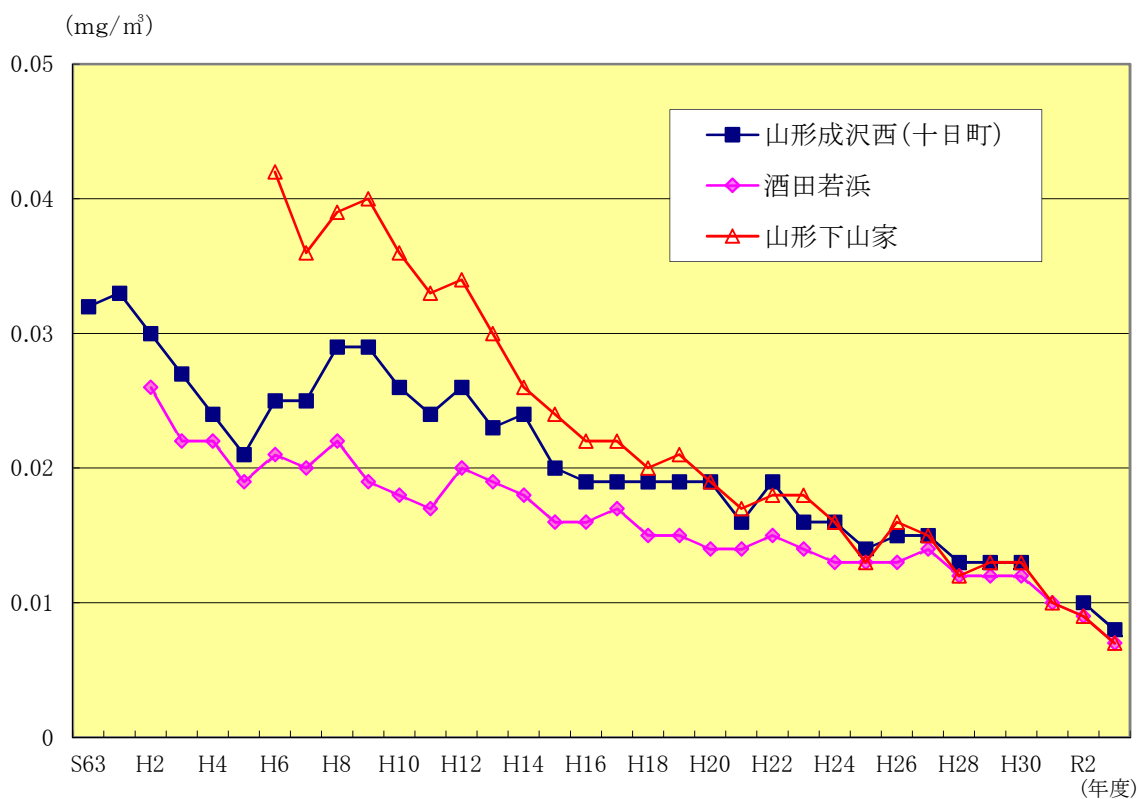
年度	S61	S62	S63	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8
山形十日町	0.008	0.009	0.008	0.007	0.007	0.008	0.008	0.007	0.008	0.007	0.007
酒田若浜	0.002	0.003	0.002	0.005	0.005	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004

年度	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19
山形十日町	0.007	0.006	0.006	0.007	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
酒田若浜	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000

年度	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30
山形十日町	0.004	0.004	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
酒田若浜	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

年度	R1	R2	R3
山形成沢西	(0.000)	0.000	0.000
酒田若浜	0.001	0.000	0.000

(2) 浮遊粒子状物質の年平均値



(単位: mg/m³)

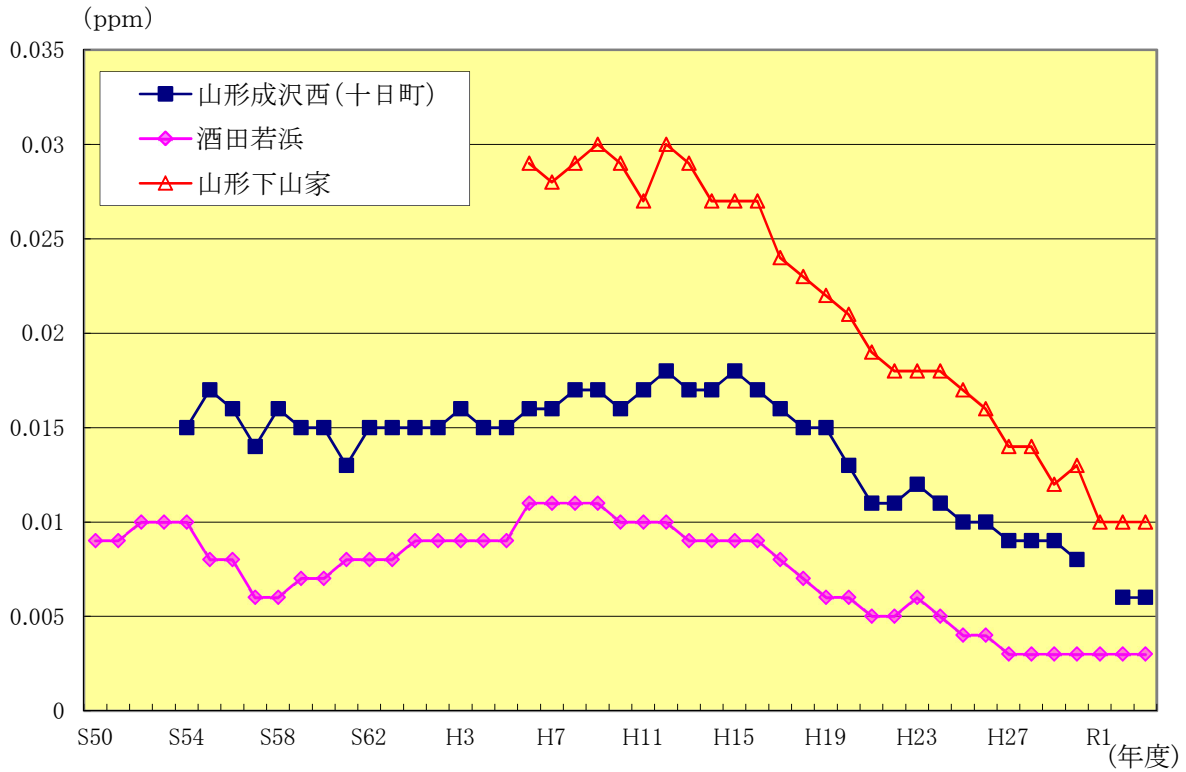
年度	S63	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10
山形十日町	0.032	0.033	0.030	0.027	0.024	0.021	0.025	0.025	0.029	0.029	0.026
酒田若浜	—	—	0.026	0.022	0.022	0.019	0.021	0.020	0.022	0.019	0.018
山形下山家	—	—	—	—	—	—	0.042	0.036	0.039	0.040	0.036

年度	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
山形十日町	0.024	0.026	0.023	0.024	0.020	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
酒田若浜	0.017	0.020	0.019	0.018	0.016	0.016	0.017	0.015	0.015	0.014
山形下山家	0.033	0.034	0.030	0.026	0.024	0.022	0.022	0.020	0.021	0.019

年度	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30
山形十日町	0.016	0.019	0.016	0.016	0.014	0.015	0.015	0.013	0.013	0.013
酒田若浜	0.014	0.015	0.014	0.013	0.013	0.013	0.014	0.012	0.012	0.012
山形下山家	0.017	0.018	0.018	0.016	0.013	0.016	0.015	0.012	0.013	0.013

年度	R1	R2	R3
山形成沢西	0.007	0.010	0.008
酒田若浜	0.010	0.009	0.007
山形下山家	0.010	0.009	0.007

(3) 二酸化窒素の年平均値



(単位:ppm)

年度	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60
山形十日町	—	—	—	—	0.015	0.017	0.016	0.014	0.016	0.015	0.015
酒田若浜	0.009	0.009	0.010	0.010	0.010	0.008	0.008	0.006	0.006	0.007	0.007
山形下山家	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

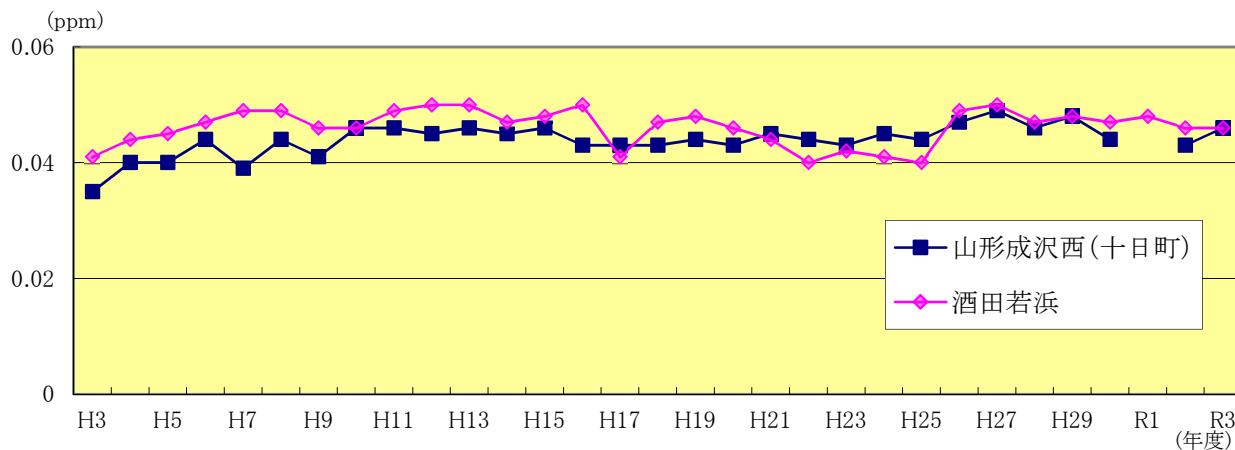
年度	S61	S62	S63	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8
山形十日町	0.013	0.015	0.015	0.015	0.015	0.016	0.015	0.015	0.016	0.016	0.017
酒田若浜	0.008	0.008	0.008	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.011	0.011	0.011
山形下山家	—	—	—	—	—	—	—	—	0.029	0.028	0.029

年度	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19
山形十日町	0.017	0.016	0.017	0.018	0.017	0.017	0.018	0.017	0.016	0.015	0.015
酒田若浜	0.011	0.010	0.010	0.010	0.009	0.009	0.009	0.009	0.008	0.007	0.006
山形下山家	0.030	0.029	0.027	0.030	0.029	0.027	0.027	0.027	0.024	0.023	0.022

年度	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30
山形十日町	0.013	0.011	0.011	0.012	0.011	0.010	0.010	0.009	0.009	0.009	0.008
酒田若浜	0.006	0.005	0.005	0.006	0.005	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003
山形下山家	0.021	0.019	0.018	0.018	0.018	0.017	0.016	0.014	0.014	0.012	0.013

年度	R1	R2	R3
山形成沢西	0.008	0.006	0.006
酒田若浜	0.003	0.003	0.003
山形下山家	0.010	0.010	0.010

(4) 光化学オキシダント屋間の日最高1時間値の年平均値



(単位:ppm)

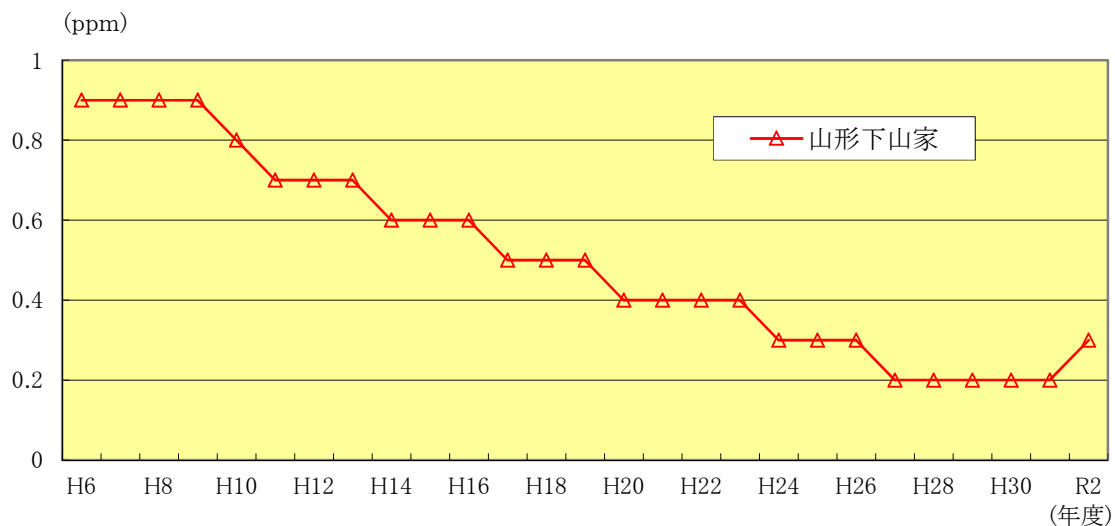
年度	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
山形十日町	0.035	0.040	0.040	0.044	0.039	0.044	0.041	0.046	0.046	0.045
酒田若浜	0.041	0.044	0.045	0.047	0.049	0.049	0.046	0.046	0.049	0.050

年度	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21
山形十日町	0.046	0.045	0.046	0.043	0.043	0.043	0.044	0.043	0.045
酒田若浜	0.050	0.047	0.048	0.050	0.041	0.047	0.048	0.046	0.044

年度	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30
山形十日町	0.044	0.043	0.045	0.044	0.047	0.049	0.046	0.048	0.044
酒田若浜	0.040	0.042	0.041	0.040	0.049	0.050	0.047	0.048	0.047

年度	R1	R2	R3
山形成沢西	(0.039)	0.043	0.046
酒田若浜	0.048	0.046	0.046

(5) 一酸化炭素測定値の年平均値



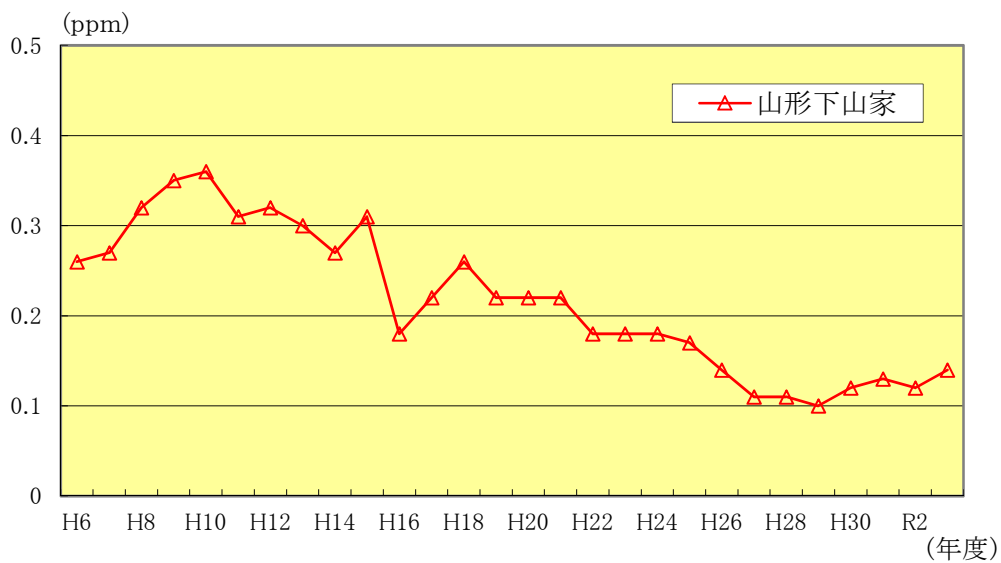
(単位: ppm)

年度	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
山形下山家	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6

年度	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25
山形下山家	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3

年度	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3
山形下山家	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3

(6) 非メタン炭化水素の6～9時における年平均値



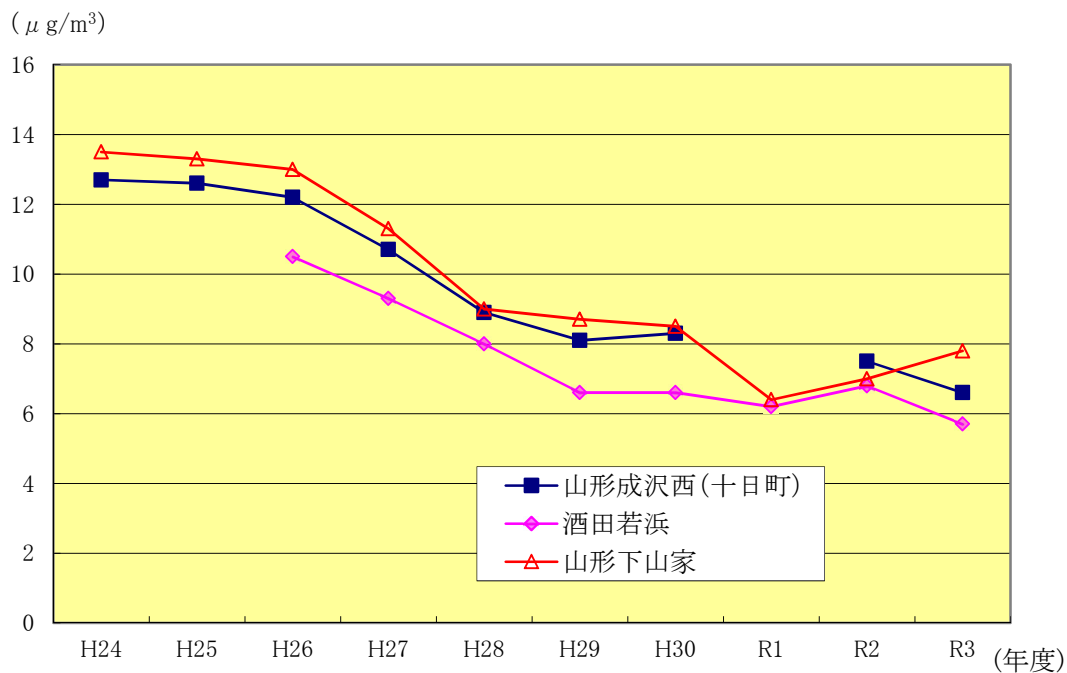
(単位: ppm)

年度	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
山形下山家	0.26	0.27	0.32	0.35	0.36	0.31	0.32	0.30	0.27	0.31

年度	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25
山形下山家	0.18	0.22	0.26	0.22	0.22	0.22	0.18	0.18	0.18	0.17

年度	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3
山形下山家	0.14	0.11	0.11	0.10	0.12	0.13	0.12	0.14

(7) 微小粒子状物質の年平均値



(単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

年度	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30
山形十日町	12.7	12.6	12.2	10.7	8.9	8.1	8.3
酒田若浜	-	-	10.5	9.3	8.0	6.6	6.6
山形下山家	13.5	13.3	13.0	11.3	9.0	8.7	8.5

年度	R1	R2	R3
山形成沢西	(5.7)	7.5	6.6
酒田若浜	6.2	6.8	5.7
山形下山家	6.4	7.0	7.8

6 令和4年度環境大気常時監視（PM2.5成分分析）結果

（大気環境部）

大気汚染防止法第22条の規定による環境大気常時監視の一環として、微小粒子状物質（PM2.5）の成分分析を行った。概要は以下のとおりである。

1 測定地点

測定地点は表1のとおりである。

表1 PM2.5成分分析測定地点

測定地点名	所在地	備考
村山	村山市楯岡笛田3丁目2-1	環境科学研究センター敷地内
鶴岡	鶴岡市錦町6-60	山形県鶴岡第5号職員アパート敷地内

2 測定頻度及び測定期間

調査期間は表2のとおりである。

測定に係る試料採取の期間は、令和3年11月1日付け環境省水・大気環境局大気環境課事務連絡で指定する試料採取期間に合わせ、両地点とも4季節において計14日間、0時から翌日の0時まで24時間の1日ごとの試料採取を実施した。なお、試料採取装置の不具合により、夏季、秋季及び冬季は両地点で採取の期間が異なる。

表2 PM2.5成分分析調査期間

	村山	鶴岡
春季	令和4年5月12日～5月25日	令和4年5月12日～5月25日
夏季	令和4年7月21日～8月3日	令和4年7月21日～29日、8月2日～6日
秋季	令和4年10月20日～11月2日	令和4年10月20日、10月29日～11月10日
冬季	令和5年1月19日～2月1日	令和5年1月19日、20日、1月24日～2月4日

3 調査項目等

調査項目、測定項目及び各調査項目の測定方法は表3のとおりである。

表3 PM2.5成分分析測定項目

調査項目	測定項目	測定方法
質量濃度	質量濃度	フィルター捕集－質量法
炭素成分	有機炭素成分(OC1 [120℃]、OC2 [250℃]、OC3 [450℃]、OC4 [550℃])_Heガス雰囲気下 元素状炭素成分(EC1 [550℃]、EC2 [700℃]、EC3 [800℃])_98%He+2%O ₂ 雰囲気下 炭化補正值(OCpyro [EC1分析中に観測されたOC成分]) ：計8成分	サーマルオプティカル・リフレクタンス法
無機元素成分	ナトリウムNa、アルミニウムAl、カリウムK、カルシウムCa、スカンジウムSc、チタンTi、バナジウムV、クロムCr、マンガンMn、鉄Fe、コバルトCo、ニッケルNi、銅Cu、亜鉛Zn、ヒ素As、セレンSe、ルビジウムRb、モリブデンMo、アンチモンSb、セシウムCs、バリウムBa、ランタンLa、セリウムCe、サマリウムSm、ハフニウムHf、タングステンW、タンタルTa、トリウムTh、鉛Pb ：計29項目	酸分解/ICP-MS法
イオン成分	硫酸イオンSO ₄ ²⁻ 、硝酸イオンNO ₃ ⁻ 、塩化物イオンCl ⁻ 、ナトリウムイオンNa ⁺ 、カリウムイオンK ⁺ 、カルシウムイオンCa ²⁺ 、マグネシウムイオンMg ²⁺ 、アンモニウムイオンNH ₄ ⁺ ：計8項目	イオンクロマトグラフ法

4 測定結果

測定結果は、表4及び図1のとおりである。

質量濃度の年間平均値は村山で6.8 µg/m³、鶴岡で5.6 µg/m³であった。PM2.5の主要成分は、両地点とも炭素成分とイオン成分であった。

村山と鶴岡を地点別に比較すると、炭素成分濃度及び無機元素成分濃度は鶴岡が村山を下回る傾向にあるが、イオン成分濃度に地点間の顕著な差は見られなかった。季節別で比較すると、イオン成分濃度が炭素成分濃度よりも高かったのは、村山は春季及び冬季、鶴岡は春季、夏季及び冬季であった。

表4 PM2.5成分分析測定結果

(単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

区分		質量濃度	炭素成分	イオン成分	無機元素成分
村山	春季	8.8	3.0 (34%)	3.6 (41%)	0.27 (3%)
	夏季	8.0	3.4 (43%)	3.0 (38%)	0.13 (2%)
	秋季	5.3	2.5 (47%)	1.4 (26%)	0.15 (3%)
	冬季	5.1	1.5 (29%)	2.6 (51%)	0.20 (4%)
	年間	6.8	2.6 (38%)	2.6 (38%)	0.19 (3%)
鶴岡	春季	8.6	2.8 (33%)	4.0 (47%)	0.21 (2%)
	夏季	5.1	2.0 (39%)	2.4 (47%)	0.09 (2%)
	秋季	4.3	1.7 (40%)	1.6 (37%)	0.12 (3%)
	冬季	4.2	1.2 (29%)	2.1 (50%)	0.19 (5%)
	年間	5.6	1.9 (34%)	2.5 (45%)	0.15 (3%)

注1) 端数処理の関係で各成分の合計が質量濃度と異なる場合がある。

注2) 検出下限値未満の値は、検出下限値の1/2として扱い算出した。

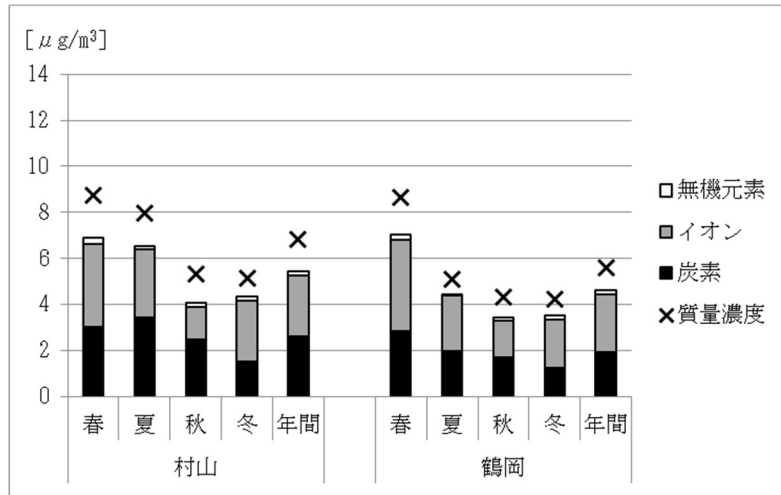


図1 PM2.5の季節別成分濃度



図2 PM2.5試料採取の様子

7 令和4年度有害大気汚染物質モニタリング調査結果

(大気環境部)

大気汚染防止法第18条の24及び第22条の規定により、有害大気汚染物質による大気の汚染状況を把握するため実施している。

令和4年度の調査結果は表1のとおりであり、環境基準が設定されているベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン及びジクロロメタンの4物質については、いずれも環境基準を達成した。また、環境基準値が設定されていない物質のうち指針値が設定されている11物質についても、全て指針値を下回った。

表1 令和4年度測定結果

(単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、重金属類は ng/m^3)

対象物質	測定地点の年平均値		環境基準値
	酒田市若浜	東根市若木通り	
ベンゼン	0.40	0.73	3
トリクロロエチレン	0.043	0.15	130
テトラクロロエチレン	0.033	0.038	200
ジクロロメタン	0.54	0.83	150
塩化メチル	1.5	1.4	(94)
塩化ビニルモノマー	0.0069	0.0074	(10)
クロロホルム	0.14	0.34	(18)
1,2-ジクロロエタン	0.10	0.11	(1.6)
1,3-ブタジエン	0.031	0.062	(2.5)
アクリロニトリル	0.011	0.018	(2)
アセトアルデヒド	0.79		(120)
水銀及びその化合物	1.7		(40)
ニッケル化合物	0.47		(25)
ヒ素及びその化合物	0.52		(6)
マンガン及びその化合物	5.1		(140)

注) 基準値の()は指針値を示す。



図1 重金属類の試料採取装置 (ハイポリウムエアサンプラー)



図2 揮発性有機化合物 (VOC類) の分析装置 (キャニスター濃縮導入装置 (左) とガスクロマトグラフ質量分析装置 (右))

8 令和4年度酸性雨大気汚染調査結果

(大気環境部)

酸性雨とは、一般に水素イオン濃度 (pH) が5.6以下の降水をいい、大気汚染物質である硫黄酸化物や窒素酸化物が原因となり生じている。

本調査は、県内における雨水や雪等の汚染状況を把握することにより、今後の酸性雨対策に資することを目的として、平成27年度から村山市において実施している。

1 pH、EC及びイオン成分当量濃度等

pH、電気伝導率(EC)及びイオン成分当量濃度の年平均値(降水量による加重平均)を表1に示した。pHは5.16(4.63~6.17)^(注-1)であった。全国平均値は4.77(4.58~5.16)^(注-2)であり、全国平均値よりやや高い値であった。

イオン成分当量濃度は、全国平均値と比べ、 NO_3^- 、 nss-SO_4^{2-} ^(注-3)は低い値となり、 NH_4^+ 、 nss-Ca^{2+} ^(注-3)は高い値となった。

(注-1) 範囲は、年間に採取された試料についての最低値及び最高値を示した。(以下、同じ。)

(注-2) 全国データの範囲は、環境省の越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング報告書(平成31年3月)における各地点の5年間の加重平均値の最低値及び最高値を示した。なお、この調査は降雨時開放型捕集装置を使用した調査であり、本県の調査とは調査期間、捕集方法が異なるが、参考として比較している。

(注-3) 「nss」は non-sea-saltの略で、海塩に由来しないイオン濃度を表す。(以下、同じ。)

表1 pH、EC及びイオン成分当量濃度の年平均値

地点	pH	EC	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	NH_4^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	nss-SO_4^{2-}	nss-Ca^{2+}
		$\mu\text{S/cm}$	$\mu\text{eq/L}$									
村山市	5.16	12.5	16.0	11.3	45.7	12.8	40.6	7.3	9.6	1.8	11.2	5.5

2 各イオン成分の沈着量(水溶性)

各イオン成分の沈着量(当量濃度と降水量の積)を表2に示した。

H^+ 沈着量は $9.4\text{meq/m}^2/\text{y}$ であり、全国平均値の $31.0\text{meq/m}^2/\text{y}$ ($8.1\sim 94.7\text{meq/m}^2/\text{y}$)と比べ低い値を示した。

村山市における主要イオン成分(NO_3^- 、 NH_4^+ 、 nss-SO_4^{2-} 、 nss-Ca^{2+})については、概ね横ばいで推移している。

表2 イオン成分の年沈着量(水溶性)

地点	H^+	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	NH_4^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	meq/m ² /y	
										nss-SO_4^{2-}	nss-Ca^{2+}
村山市	9.4	22.1	15.6	63.1	17.7	56.0	10.0	13.3	2.4	15.4	7.6

9 令和4年度山形空港航空機騒音測定結果

(大気環境部)

山形空港周辺地域における航空機騒音の測定結果は表1のとおりで、令和4年度は各監視地点で環境基準値（時間帯補正等価騒音レベル（ \bar{L}_{den} ）62dB）を下回っていた。なお、各監視地点を図1に、測定結果の経年変化を図2及び表2に示した。

表1 山形空港航空機騒音監視結果 (単位：dB)

監視地点	測定日別測定結果 (L_{den})							\bar{L}_{den} (7日間)
	5/18	5/19	5/20	5/21	5/22	5/23	5/24	
地点3	45.0	42.7	45.6	45.7	46.9	41.8	45.9	45
地点5	46.5	42.4	44.3	46.2	48.9	45.1	47.0	46
地点9	51.9	51.8	47.5	45.8	42.1	50.8	47.3	49
地点10	49.1	47.6	46.1	47.2	46.4	48.1	48.2	48

注) \bar{L}_{den} は、測定期間（7日間）の L_{den} のパワー平均値である。

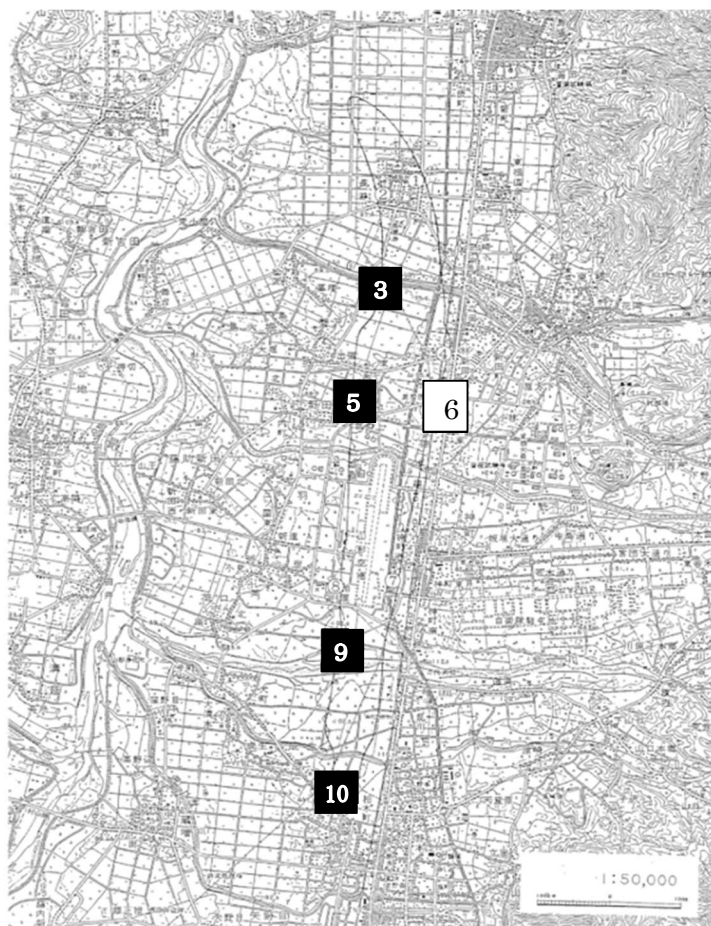


図1 山形空港周辺航空機騒音監視地点

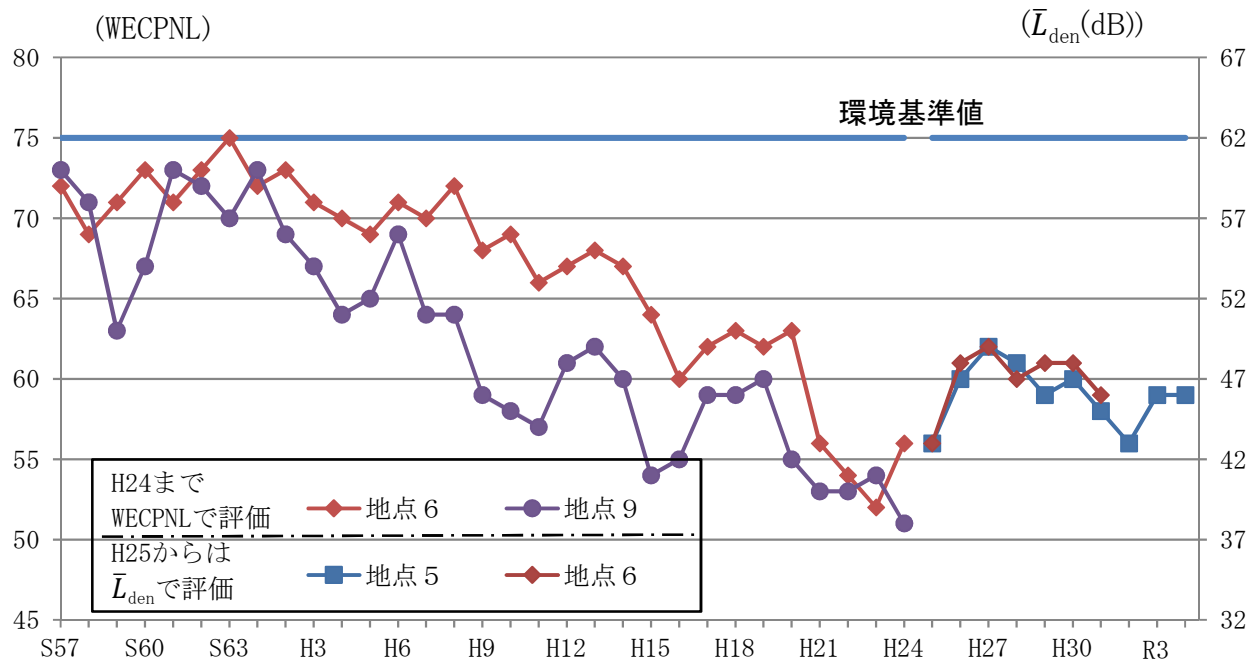


図2 山形空港航空機騒音測定結果の経年変化

表2 山形空港航空機騒音測定結果の経年変化

(WECPNL)→

年度	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	H1	H2	H3
地点6	72	69	71	73	71	73	75	72	73	71
地点9	73	71	63	67	73	72	70	73	69	67

年度	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13
地点6	70	69	71	70	72	68	69	66	67	68
地点9	64	65	69	64	64	59	58	57	61	62

年度	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24
地点6	67	64	60	62	63	62	63	56	54	52	56
地点9	60	54	55	59	59	60	55	53	53	54	51

(\bar{L}_{den} (dB))→

年度	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4
地点5	43	47	49	48	46	47	45	43	46	46
地点6	43	48	49	47	48	48	46	-	-	-

10 県内の揮発性有機化合物（VOC）実態調査結果

（大気環境部）

1 はじめに

本県は、平成28年から令和元年にかけて、4年連続で1年間のPM2.5濃度の平均値が全国で最も低い値であったことから「空気のきれいな山形県」として宣伝・観光資源への活用を進めている。

PM2.5の発生源としては、紫外線による揮発性有機化合物（VOC）の二次粒子化が、要因の一つとして知られていることから、県内のVOC発生源の実態を把握し、人為発生源に対して効果的な指導や適正使用の啓発をすることで「空気のきれいな山形県」の維持に役立つと考える。そこで本研究では、山形県におけるVOCの成分量を調査し、コンピュータ解析により発生源と影響度を推定したところ、いくつか興味深い知見が得られたので報告する。

2 調査の内容

VOC発生源の解析及び推定には、米国環境保護庁（U.S. EPA）から提供された多変量解析モデル、Positive Matrix Factorization（PMF）解析ソフトを使用した。PMF解析モデルは分析データだけで発生源を推定できる一方、大量の分析データが必須となる。そこでデータセットには、県内7箇所の住宅地域（図1中の●で示す）で実施した令和4年度のVOC調査結果、計128データを用いた。また、データ母数の補強や測定地点拡充のため、必要に応じて令和3年度のVOC調査結果（測定地点を図1中の○で示す）、計94データを用いた。VOC調査は、各測定地点で真空容器内に一定流量で大気を採取し、専用の装置で大気中VOCを濃縮した後、GC/MSで分析することにより実施した。なお、測定項目は有害大気汚染物質（HAPs）及び光化学反応性物質（PAMs）の標準ガスに含まれる88成分とした。

3 結果と考察

VOC調査の結果、測定地点間でVOC成分量に有意な差は認められなかった。一方、季節間に着目すると、他の季節と比較して、夏季は有機溶剤系VOC及び植物由来VOCの成分量が多く、冬季はLPガスに含まれるVOCの成分量が多い傾向が認められた。

続いてVOC調査で得られた結果について、以下に示す(1)～(3)の概念に基づいてPMF解析した。統計的安定性や解釈の妥当性を評価しながら何度も試行した結果、いずれも最終解に到達でき、それぞれ興味深い知見が得られた。

(1) 県全域解析

県内の主要なVOC発生源を把握し、指標となるVOC成分を絞り込むため、図1中の●で示す計7地点を集約してPMF解析した。VOCとしての検出率や試行中の傾向から、最終的に指標となるVOC成分を29種に限定できた。解析の結果、県内の主要なVOC発生源は9種類あり、①燃料ガス（ブタン等）、②自動車由来（オクタンやベンゼン等）、③研究で主に用いられる溶媒（ヘキサン）、④広葉樹由来（イソプレン）、⑤バックグラウンド（大気中濃度が同年ほぼ一定の成分[フ

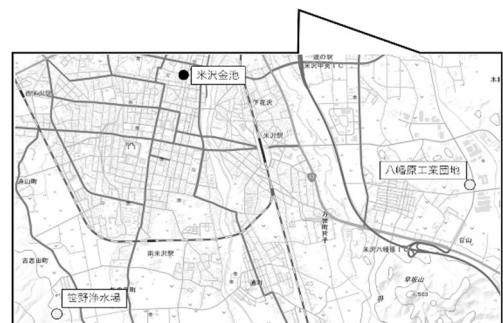
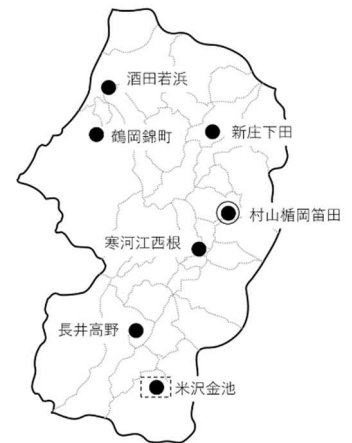


図1 PMF解析対象地点

ロン等]、⑥事業場で主に用いられる溶媒（1,2-ジクロロエタン等の塩素系溶媒）、⑦針葉樹由来（ α -ピネン等）、⑧家庭由来と考えられる防虫剤成分（*p*-ジクロロベンゼン）、⑨塗料の溶剤（トルエン等）であった。大気中 VOC の割合を発生源ごと大きい順に並べると、バックグラウンド（18.4%）>自動車（17.8%）>事業場（13.7%）>家庭（10.7%）>塗料（9.9%）>燃料（9.0%）>研究（7.4%）>針葉樹（6.6%）>広葉樹（6.4%）だった。各調査地点の立地状況を鑑み、それらを平準化した結果と考慮すると、概ね妥当な解析結果と考える。

(2) 発生源周辺解析

人為発生源に対する PMF 解析結果の実用性を評価するため、村山市楯岡笛田（環境科学研究センター）における VOC 調査結果を PMF 解析した。令和 4 年度の VOC 調査結果だけではデータ数が足りず最終解に到達できなかったため、補強のため令和 3 年度の同地点における VOC 調査結果も使用した。解析の結果、当センター周辺の発生源は 6 種類あり、①バックグラウンド（フロン等）、②広葉樹（イソプレン）、③自動車（オクタン等）、④環境科学研究センター由来の VOC 成分（ヘキサン）、⑤針葉樹（ α -ピネン等）、⑥燃料ガス（プロパンやブタン等）であった。発生源ごと大きい順に並べると、燃料（32.5%）>バックグラウンド（17.0%）>センター由来（14.3%）>針葉樹（13.1%）>自動車（12.6%）>広葉樹（10.5%）だった。想定よりもセンターの影響率が低めだったが、有機溶媒の使用頻度を考慮すると妥当な数字と考える。一方、センター由来の VOC として導出された成分はヘキサンのみであり、ジクロロメタンやトルエン等、使用実績のある他の溶媒は相関が見られなかった。この要因として、普段ドラフトチャンバー外で大量に使用される溶媒（ヘキサン）と、ドラフト内やケミカルハザード内で一定量使用される溶媒（ジクロロメタン及びトルエン）による使用実態の違いが、解析結果に影響したと考察する。以上から、本 PMF 解析結果により、客観的なデータを示しながら「ヘキサン使用時にも有機ドラフトチャンバー内で作業すること」など一歩踏み込んだ指導・助言が出来る実用性が示された。

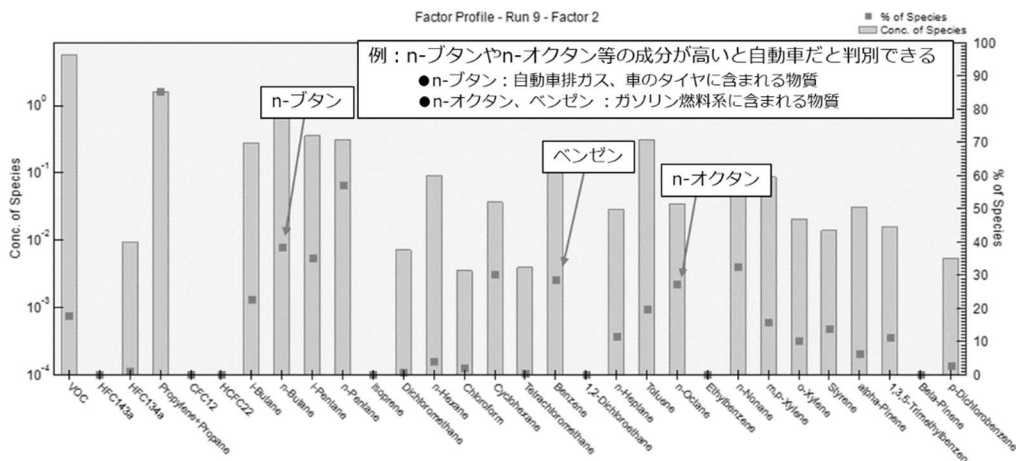


図 2 PMF 解析結果の考察例（自動車）

(3) 米沢地域解析

上記の結果を基に、米沢市市街地周辺の VOC 発生源の実態を調査するため、図 1 中の米沢金池、笹野浄水場、八幡原工業団地における令和 3 年度及び 4 年度の VOC 調査結果を PMF 解析した。その結果、米沢市市街地周辺の発生源は 9 種類あり、①工業・研究 1（クロロホルム主体の塩素系溶媒種）、②広葉樹由来（イソプレン）、③針葉樹由来（ α -ピネン等）、④バックグラウンド（フロン等）、⑤燃料ガス（プロパンやブタン等）、⑥工業・研究 2（ヘキサン主体の溶媒種）、⑦自動車（オクタン等）、

⑧塗料の溶剤（トルエン等）、⑨工業・研究3（四塩化炭素主体の溶媒種）であった。発生源ごとの大きい順に並べると、バックグラウンド（19.3%）＞工業・研究3（14.7%）＞工業・研究1（14.0%）＞燃料ガス（12.9%）＞自動車（9.9%）＞広葉樹（9.6%）＞塗料（8.7%）＞工業・研究2（7.2%）＞針葉樹（3.8%）だった。工業・研究1～3と塗料の影響割合を合算すると約45%となり、米沢市市街地周辺は工業生産等に関連するVOC発生源の影響が大きい傾向にあると推定され、VOC発生量削減対策の有効性を確認した。

11 令和4年度アスベストモニタリング調査結果

(大気環境部)

山形県内の建築物等の解体現場においてアスベストモニタリング調査を実施した。概要は以下のとおりである。

1 調査方法

調査地点は、山形県内における建築物等の解体現場6地点（以下、解体現場A～F）である。試料の捕集方法、測定方法等は環境省水・大気環境局大気環境課発行のアスベストモニタリングマニュアル（第4.2版）に準じ、試料の捕集時間は2時間、各解体現場における測定箇所は4箇所とした。測定は位相差顕微鏡法により総繊維数濃度を計数した。

2 調査結果

調査結果は表2のとおりである。全ての調査において総繊維数濃度は1本/L以下であった。

表2 アスベストモニタリング調査結果

調査地点	発生源の工事	測定箇所	測定位置	総繊維数濃度(本/L)
解体現場 A	吹き付け石綿 除去工事	1	施工区画周辺	0.33
		2	集じん・排気装置の外側付近	0.44
		3	セキュリティゾーンの 前室付近	0.36
		4	施工区画周辺	0.39
解体現場 B	石綿含有建材 除去工事	1	施工区画周辺	0.11
		2	施工区画周辺	0.11
		3	施工区画周辺	0.33
		4	施工区画周辺	0.28
解体現場 C	石綿含有建材 除去工事	1	施工区画周辺	0.12
		2	施工区画周辺	0.12
		3	施工区画周辺	0.11
		4	施工区画周辺	0.12
解体現場 D	吹き付け石綿 除去工事	1	集じん・排気装置の外側付近	0.11
		2	施工区画周辺	0.11
		3	施工区画周辺	0.12
		4	セキュリティゾーンの 前室付近	0.11
解体現場 E	石綿含有建材 除去工事	1	施工区画周辺	0.11
		2	施工区画周辺	0.11
		3	施工区画周辺	0.11
		4	施工区画周辺	0.11
解体現場 F	吹き付け石綿 除去工事	1	セキュリティゾーンの 前室付近	ND※
		2	集じん・排気装置の外側付近	0.11
		3	セキュリティゾーンの 前室付近	ND※
		4	集じん・排気装置の外側付近	ND※

※ND：検出下限値未満

12 Pythonを活用した光化学オキシダント濃度予測

(大気環境部)

光化学オキシダント（以下「Ox」という。）は、大気中の窒素酸化物や揮発性有機化合物と紫外線と光化学反応すること等により生成される汚染物質で、オゾンが主成分である。Ox濃度が高くなると目やのどの痛みなどの健康被害が生じる。そのため、大気中濃度が高濃度で推移する場合には、「山形県大気汚染緊急時対策要綱」に基づいた監視強化や注意報発令を行うこととしている。今回、山形県内の各測定局舎における日最高Ox濃度（1時間値）を予測するシステム構築の検討を行った。概要は以下のとおりである。

1 検討方法

予測システムはプログラミング言語のPythonで作成した。解析モデルはL2正則化の線形回帰モデルであるRidge回帰（ $\alpha=10$ ）とし、2014～2020年度の4～6月におけるデータを使用した。予測値算出のために使用したデータは、L1正則化の線形回帰モデルでの事前検討により抽出した、山形県内の当日9時におけるOx濃度（1時間値）、前日の最高Ox値（1時間値）、当日の予想最高気温と予想最低気温の気温差などとした。精度検証はホールドアウト法（訓練データ：テストデータ = 7 : 3）で行った。

2 検討結果

訓練データとテストデータを全て含めた予測結果は図1のとおりである。平均誤差は5.0ppb、誤差10ppb以内となる確率は88%であった。なお、作成したプログラミングは毎朝9:15頃に自動実行され、予測計算、結果の通知までを行う内容とした。今回作成したOx予測システムは、今後の山形県内におけるOx濃度の監視業務等に活用していく。

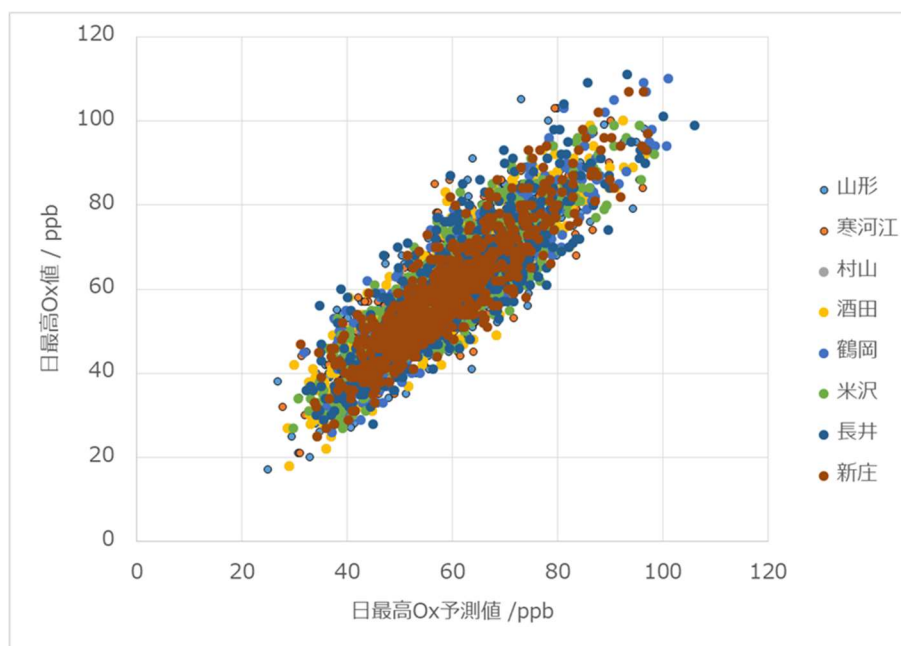


図1 日最高Ox値の予測結果

13 令和4年度公共用水域水質測定結果

(水環境部)

令和4年度公共用水域水質測定計画に基づき、国土交通省、県及び山形市が分担して58河川、9湖沼及び2海域、合計98地点の水質測定を行った。

(1) 「人の健康の保護に係る環境基準」に定める項目（健康項目）

54地点（河川44地点、湖沼9地点、海域1地点）において測定した結果、カドミウムが1地点（背坂川）で環境基準を達成できなかったが、その他の地点では環境基準を達成した。背坂川のカドミウムについては、過去5年間の測定値と同程度の濃度で推移している。

(2) 「生活環境の保全に関する環境基準」に定める項目（生活環境項目）

71水域98地点（河川77地点、湖沼9地点、海域12地点）で測定した。生物化学的酸素要求量（BOD）又は化学的酸素要求量（COD）に係る類型を指定している56水域全てで環境基準を達成した。

また、「水生生物の保全に係る環境基準」に定める項目（水生生物項目）については、類型指定を行っている11水域13地点で測定し、全ての地点で環境基準を達成した。

(3) 要監視項目について

ダイアジノン、フェニトロチオン、イソプロチオランについて、10河川10地点で年1回測定した。その結果、指針値を超過した項目はなかった。

(4) BODが低い河川

BODが低い河川は、下表のとおりである。

(単位：mg/L)

令和4年度			令和3年度		
BOD 平均値	河川名	所在地	BOD 平均値	河川名	所在地
<0.5	須川（睦合橋）	山形市	<0.5	鼠ヶ関川	鶴岡市
	馬見ヶ崎川（妙見寺）	山形市		玉川	小国町
	立谷川（山寺橋）	山形市		五十川	鶴岡市
0.5	寒河江川（高瀬橋）	西川町	0.5	温海川	鶴岡市
	日向川	酒田市		庄内小国川	鶴岡市
	赤川（東橋(熊出)）	鶴岡市		荒川	小国町
	荒川	小国町		荒瀬川	酒田市
	立谷沢川	庄内町		梵字川	鶴岡市
	横川	小国町		立谷川（山寺橋）	山形市
	玉川	小国町			

14 令和4年度地下水水質測定結果

(水環境部)

1 地下水水質測定計画に基づく調査

(1) 調査の種類（山形市内は山形市で実施）

ア 概況調査

地域の全体的な地下水の水質状況を把握するために行う。

イ 汚染井戸周辺地区調査

概況調査等により新たに確認された汚染について、その汚染範囲を把握するために行う。

ウ 継続監視調査

汚染井戸周辺地区調査等により確認された汚染について、その後毎年継続的な監視を行う。

そのうち、砒素及びほう素の汚染については、その原因が自然的要因と考えられる場合で、測定値の変動が少ない地点は、調査頻度を4年に一度とし順次調査を行う。

(2) 調査地点

表1に示すとおり、24市町村78地点で実施した。

表1 地下水水質測定計画調査地点数

調査区分	市町村数	調査地点数
①概況調査	7（山形市、最上地区、庄内地区）	37
②汚染井戸周辺地区調査	1	2
③継続監視調査	20	39
全体	24市町村	78

(3) 測定項目

測定項目は、表2のとおり人の健康の保護に関する環境基準が定められている項目及びpHとする。

表2 地下水水質測定項目

カドミウム、全シアン、鉛、六価クロム、砒素、総水銀、PCB、ジクロロメタン、四塩化炭素、クロロエチレン、1,2-ジクロロエタン、1,1-ジクロロエチレン、1,2-ジクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、1,3-ジクロロプロペン、チウラム、シマジン、チオベンカルブ、ベンゼン、セレン、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、ふっ素、ほう素、1,4-ジオキサン、pH

(4) 調査結果

ア 概況調査結果

最上、庄内地区及び山形市の7市町村37地点で調査を行ったところ、全ての地点で環境基準を達成した。

イ 汚染井戸周辺地区調査結果

事業者の自主的な地下水調査により汚染が判明したため、周辺地区である小国町大字小国町地区において調査を実施したところ、環境基準値の超過は無かった。

ウ 継続監視調査結果

山形市等20市町村の39地点で行い、項目ごとの結果は以下のとおりであった。

(7) 砒素

5市3町の13地点で調査を行った。その結果、表3のとおり12地点で環境基準値を超過したが、濃度はこれまでの変動の範囲内であった。

表3 砒素の環境基準値超過地点

単位：mg/L

調査地区		測定結果(年平均値)		環境基準値
		令和4年度	平成30年度(注)	
山形市	飯田西	0.029	0.022 (R3)	0.01以下
米沢市	成島町	0.14	0.31	
	小野川	0.017	0.048	
南陽市	梨郷	0.036	0.033	
	露橋	0.035	0.030 (R3)	
川西町	東大塚2	0.031	0.022 (R3)	
	吉田	0.011	0.011	
高島町	竹森	0.032	0.031	
鶴岡市	宝田	0.034	0.034	
	藤島	0.013	0.013	
酒田市	広栄町	0.027	0.025	
三川町	横山	0.046	0.010	

注) 自然由来であり4年ごとの測定のため、前回の平成30年度の測定結果を記載
ただし、山形市飯田西、南陽市露橋及び川西町東大塚2は令和3年度の概況調査の測定結果である。

(4) 有機塩素化合物

5市4町の12地点で調査を行った。その結果、表4のとおり、テトラクロロエチレンが2市3地点で、クロロエチレンが1市2町の3地点で、1,2-ジクロロエチレンが1市1町の2地点で環境基準値を超過した。米沢市大町、中央地区のテトラクロロエチレン、長井市今泉地区のクロロエチレンと1,2-ジクロロエチレン及び高島町根岸地区の1,2-ジクロロエチレンの濃度は、横ばいもしくは緩やかな減少傾向にある。新庄市本町地区のテトラクロロエチレン、河北町谷地ひな市地区のクロロエチレンと1,2-ジクロロエチレンの濃度は、令和3年度の汚染井戸周辺地区調査により汚染が判明した井戸であり、令和4年度から継続監視している。

表4 有機塩素化合物の環境基準値超過地点

単位：mg/L

調査地区		項目名	測定結果(年平均値)		環境基準値
			令和4年度	令和3年度	
新庄市	本町	テトラクロロエチレン	0.015	0.018	0.01以下
米沢市	大町	テトラクロロエチレン	0.023	0.014	0.01以下
	中央		0.016	0.022	
長井市	今泉	クロロエチレン	0.013	0.018	0.002以下
		1,2-ジクロロエチレン	0.13	0.21	0.04以下
河北町	谷地ひな市	クロロエチレン	0.061	0.071	0.002以下
		1,2-ジクロロエチレン	0.093	0.18	0.04以下
高島町	根岸	クロロエチレン	0.019	0.010	0.002以下

注) 米沢市は年4回測定、新庄市及び河北町は年2回測定の平均値である。

(ウ) 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素

6市2町1村の11地点で調査を行った。その結果、表5のとおり3市の4地点で環境基準値を超過したが、濃度はこれまでの変動の範囲内であった。

表5 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の環境基準値超過地点

単位：mg/L

調査地区		測定結果(年平均値)		環境基準値
		令和4年度	令和3年度	
鶴岡市	下川	13	18	10以下
酒田市	浜中	14	11	
	十里塚	11	12	
天童市	川原子2	12	6.6	

注) 鶴岡市及び酒田市は年4回測定、天童市は年2回測定の平均値である。

(エ) ふっ素

2市の3地点で調査を行った。その結果、表6のとおり全地点で環境基準値を超過した。

表6 ふっ素の環境基準値超過地点

単位：mg/L

調査地区		測定結果(年平均値)		環境基準値
		令和4年度	令和3年度	
山形市	新開	0.98	0.95	0.8以下
	飯田西	1.9	1.9	
尾花沢市	押切	1.0	1.1	

(オ) ほう素

1市2地点で調査を行った。その結果、表7のとおり1地点で環境基準値を超過した。

表7 ほう素の環境基準値超過地点

単位：mg/L

調査地区		測定結果(年平均値)		環境基準値
		令和4年度	令和3年度	
山形市	飯田西	2.8	3.1	1以下

2 地下水汚染対策調査

(1) 調査の概要

事業者等が地下水汚染対策を行っている地区において、対策の効果を確認するため継続して周辺地下水の調査を行っている。

(2) 調査地点

表8に示すとおり、4市1町6地区の31地点で実施した。

表 8 地下水汚染対策調査地点数

調査地区	測定項目	調査地点数
東根市蟹沢地区	トリクロロエチレン等	11
米沢市大町・中央地区	テトラクロロエチレン等	7
鶴岡市西郷・酒田市浜中地区	硝酸性窒素及び 亜硝酸性窒素	9
遊佐町藤崎地区	硝酸性窒素及び 亜硝酸性窒素	4
地点数計		31

(3) 測定項目

表2の測定項目のうち、各対策地区において汚染が判明している項目及び関連項目を測定した。

(4) 調査結果

1) 東根市蟹沢地区（有機塩素化合物）

一般井戸4地点、観測井戸7地点の11地点で測定を行った結果、全ての地点で環境基準値の超過は無かった。

2) 米沢市大町・中央地区（有機塩素化合物）

一般井戸7地点で測定を行った結果、表9のとおりテトラクロロエチレンが3地点で環境基準値を超過したが、濃度はほぼ横ばい若しくは緩やかな減少傾向で推移している。

表9 米沢市大町・中央地区の環境基準値超過地点

単位：mg/L

調査地区（地点番号）		項目名	測定結果（年平均値）		環境基準値
			令和4年度	令和3年度	
米沢市	大町（米沢-252）	テトラクロロエチレン	0.023	0.014	0.01 以下
	中央（米沢-280）		0.016	0.022	
	中央（米沢-312）		0.017	0.017	

注）年4回測定の平均値

3) 鶴岡市西郷・酒田市浜中地区（硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素）

一般井戸9地点で測定を行った結果、表10のとおり3地点で引き続き環境基準値を超過したが、濃度はほぼ横ばいで推移している。また、調査時期により濃度の変動が大きい地点があり、今後もその推移を注意して見ていく必要がある。

表 10 鶴岡市西郷・酒田市浜中地区の環境基準値超過地点

単位：mg/L

調査地区（地点番号）		項目名	測定結果（年平均値）		環境基準値	
			令和4年度	令和3年度		
鶴岡市	下川（鶴-21）	硝酸性窒素 及び 亜硝酸性窒素	13	18	10 以下	
	酒田市		浜中（酒-5-2）	12		12
	浜中（酒-11）		14	11		

注）年4回測定の平均値

4) 遊佐町藤崎地区（硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素）

一般井戸4地点で測定を行った結果、全ての地点で環境基準値の超過は無かった。

15 山形県内河川におけるマイクロプラスチック調査

(水環境部)

1 はじめに

2019年のG20において「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」が提案され、そのなかで、2050年までに海洋プラスチックごみによる追加的な汚染をゼロにまで削減することを目指すと提案されている。国内では海洋プラスチック汚染対策として、プラスチック使用量削減やリサイクル促進等が行われている。

また、プラスチックが紫外線等により劣化、微細化し5 mm以下となったものはマイクロプラスチック(MPs)と呼ばれるが、海洋生物がこれらを誤食することによる悪影響が懸念されている。

現在、各自治体や大学等の研究機関によって海洋及び河川でのプラスチックごみやMPsの調査が行われているが、特にMPsは流出量や環境中の動態について未だ不明な部分が多い。

本研究では、山形県内のMPsの実態を明らかにし、プラスチックごみ排出抑制対策に資することを目的として、県の代表的な河川である最上川のMPs調査を行った。さらに、MPsの一種であり、主に水田から排出される被覆肥料の殻(肥料表面をプラスチックでコーティングしたもので、肥料が溶出した後プラスチック部分のみが残ったもの。以下、肥料殻)を対象を絞った調査も行っている。

肥料殻については、令和3年度に村山市の大旦川流域で行った予備調査で水田からの流出が確認できたことから、令和4年度は調査範囲を拡大し調査を行った。本報では、令和4年4月から6月にかけて実施した被覆肥料殻調査について報告する。

2 調査地点及び方法

調査は須川(落合橋)、丹生川(尾花沢橋)、置賜白川(白川橋)、鬼面川(吉島橋)の4地点で、被覆肥料が流出する可能性のある代掻き作業の前後である4月下旬から6月上旬までに行った。調査項目は、pH、EC、透視度、流速、SS、被覆肥料殻を含むMPsの個数および材質とした。

MPsの採取、前処理及び分析は環境省の「河川マイクロプラスチック調査ガイドライン(以下、ガイドライン)」に従い、目開き0.3 mmのプランクトンネット及びろ水計を用いた通水量測定とサンプリングを行った。サンプルは実験室でろ過、過酸化水素による有機物分解、比重分離を行いプラスチックのみを選別したのち、顕微鏡を用いた形態観察、FT-IR(フーリエ変換赤外分光装置)による材質の同定を行った。なお、被覆肥料殻の個数については、過酸化水素処理後の段階で計測した。

3 結果と考察

各河川の肥料殻の個数密度の推移を図1に示す。すべての河川で同じような傾向を示しており、ゴールデンウィーク明け頃から検出され始め、5月19日から5月23日の間でピークを迎え、29日以降はほとんど検出されない状況であった。農作業の進行は地域により1~2週間程度の差があったが、今回の調査結果ではそれらによる違いは確認されなかった。また、須川のみ6月以降も検出していたが、流域の水田の大半で田植えが終わっていたことから、新たな流出は

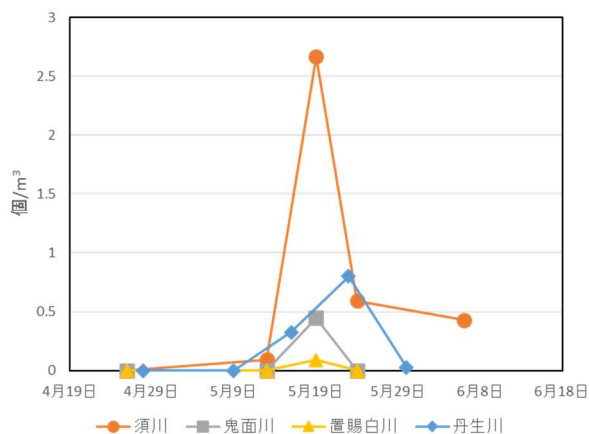


図1 被覆肥料殻検出状況

なく、既に河川に流出したものが少しずつ流れているものと判断し調査を終了した。

ガイドラインに参考資料として示されている二瓶らの調査によると、最上川における MPs 個数密度は 0.36 ～ 1.48 個/m³ となっており、今回の調査で最も高い値であった須川（5月19日）の 2.67 個/m³ は肥料殻のみでこれを大きく超える結果となった。

また、個数密度は河川毎に大きく異なっていた。これは地域差よりも河川毎の水田流域面積等による差と考えられる。本結果のみで県内の肥料殻流出量を推計するためにはばらつきが大きいと、さらに多くの河川を調査する必要がある。

また、FT-IR による分析の結果、肥料殻の材質は少なくとも 2 種類以上あることが判明した。ライブラリ照合で特定できたポリウレタン、ポリエチレンのほか、特定できなかったものもあった。

4 今後の計画

令和 4 年度は村山地域および置賜地域を対象とし調査を行ったが、県全体の状況を明らかにするため、今後は最上地域、庄内地域でも調査を行っていく。また、最上川本流における MPs 調査の解析を進めるとともに、引き続き調査を行い継続的なデータの収集に努める。さらに、県内の MPs 排出量の推計や排出源の特定へと発展させ、プラスチックごみ削減対策へつなげていきたい。

16 水質測定に係る精度管理調査結果における大腸菌数の変動要因

(水環境部)

1 はじめに

環境科学研究センターでは、県内の環境計量証明事業所（以下、計量事業所）を対象に、統一試料の分析を行い、分析値の偏りやばらつきの有無を評価することにより、山形県が委託する環境測定分析の信頼性を確保し、計量事業所の技術力の向上に役立てることを目的として精度管理事業を行っている。令和4年度に実施した調査のうち、大腸菌数におけるばらつきの要因について考察した。

2 実施状況

測定項目、参加機関、試料の調製・配付方法は以下のとおりであり、当センターを含む20機関の参加により実施した。

- (1) 測定項目 ア 大腸菌数 イ BOD ウ 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素
- (2) 参加機関 参加申込機関数：20機関（大腸菌数：13機関）
- (3) 統一試料の調製・配付の方法 統一試料を11/30午前7時～8時に調製し、同日配付。

3 結果及び考察

大腸菌数の結果について、Grubbsの検定に基づき5%棄却限界値を超えるもの（統計的棄却値）を外れ値とし検定を行った結果、最大値2個のデータが棄却された。（表1）

表1 統計解析結果

	外れ値2個 棄却前	外れ値2個 棄却後
最小値 (CFU/100 mL)	143	143
最大値 (CFU/100 mL)	1100	680
平均値 (CFU/100 mL)	434	318
標準偏差 (CFU/100 mL)	322	168
変動係数 (%)	74.1	52.8

次に分析に使用した資材（培地、メンブレンフィルター、希釈水）による分析値の違いを図1～3に示す。

培地Aを使用した5機関は値のばらつきが大きく、外れ値となった1機関も培地Aであった。一方、培地Bは培地Aに比べばらつきの少ない結果であった。また、フィルターA～Dはセルロース混合エステルであったが、外れ値となった2機関のうち1機関が使用したフィルターEはセルロースアセテートであった。希釈水の違いによる影響は確認されなかった。

資材以外の要因として、配布した試料の不均一性や分析時のコンタミネーションが考えられるが、調製した試料を分取したもののうち、最初と最後に分取したものを当センターで分析した結果、大きな差は見られなかった。また、空試験の結果は全機関N.D.であったことからこれらの影響は小さいと考えられる。

以上から、大腸菌数試験におけるばらつきには試験に用いる培地およびメンブレンフィルターが影響している可能性が示唆された。分析者の技術の評価を目的とする場合、これらを統一したうえで実

施する必要がある。

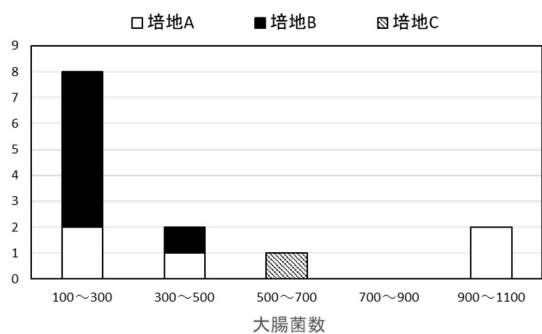


図 1 使用した培地と測定結果の関係

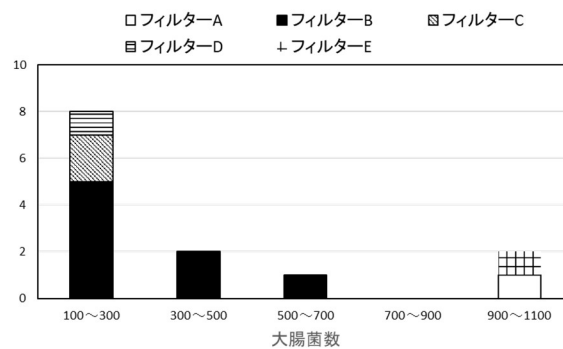


図 2 使用したフィルターと測定結果の関係

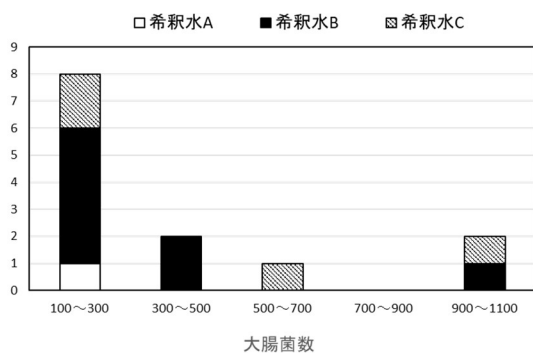


図 3 使用した希釈水と測定結果の関係

4 まとめ

令和4年度に実施した計量証明事業所を対象とした精度管理において、大腸菌数の試験で大きなばらつきが確認された。原因を調査した結果、試験で使用する培地およびメンブレンフィルターの違いが結果に影響を及ぼす可能性が示唆された。

17 令和4年度環境中ダイオキシン類調査結果

(環境化学部)

ダイオキシン類対策特別措置法に基づき実施した県内環境中のダイオキシン類の調査結果を取りまとめた。

なお、毒性等量の算出は、世界保健機関（WHO）の毒性等価係数（TEF：2006年）を用い、定量下限値未満の数値の取扱いについては、次のとおりとした。

大気、公共用水域（水質、底質）及び地下水は、測定濃度が検出下限値以上の場合はそのままの数値を用い、検出下限値未満の場合は検出下限値の1/2の値を用いて各異性体の毒性等量を算出した。土壌は、定量下限値未満の数値を0として毒性等量を算出した。

1 大気

大気環境については、一般環境調査として、酒田市若浜局（酒田市）、尾花沢市文化体育施設サルナート（尾花沢市）、南陽市えくぼプラザ（南陽市）の3地点において年2回の調査を行った。その結果は表1のとおりであり、全ての地点で環境基準（0.6 pg-TEQ/m³以下）を達成した。

環境省がまとめた「令和3年度ダイオキシン類に係る環境調査結果」（以下「全国調査」という。）では、一般環境の平均値は0.014 pg-TEQ/m³であり、今回調査した地点と山形市、鶴岡市、長井市が実施した3地点の平均値は、全国調査の平均値より低い値であった（表2）。

表3に調査結果の推移を示した。調査地点の変更はあるものの3地点全てにおいて調査開始年度から低い値で推移している。

表1 大気中のダイオキシン類測定結果

(単位:pg-TEQ/m³)

区分	測定地点名	採取年月日	測定値	年平均値
一般環境	酒田市若浜町 (酒田若浜局)	R4.07.27～08.03(夏季)	0.0055	0.0053
		R4.12.01～12.08(冬季)	0.0051	
	尾花沢市若葉町 (尾花沢市文化体育施設サルナート)	R4.07.27～08.03(夏季)	0.0068	0.0074
		R4.12.01～12.08(冬季)	0.0080	
	南陽市赤湯 (南陽市えくぼプラザ)	R4.07.26～08.02(夏季)	0.0062	0.0075
		R4.12.02～12.09(冬季)	0.0087	

※県が実施した地点のみ記載

表2 全国調査結果との比較（大気）

(単位:pg-TEQ/m³)

	平均値	最小値 ～ 最大値
大気 of 平均値(最小値～最大値) ※1	0.0063	0.0046 ～ 0.0082
令和3年度全国調査 ※2 ※3	0.015	0.0022 ～ 0.25
〃 (一般環境) ※3	0.014	0.0022 ～ 0.25

※1 山形市、鶴岡市、長井市が実施した3地点を含む

※2 全国のデータには調査の種類「一般環境」、「発生源周辺」、「沿道」を含む

※3 年2回以上の調査が実施された地点のみ

表3 調査結果の推移（大気）

(単位:pg-TEQ/m³)

測定地点名	年度	測定値				年平均値	備考
		春季	夏季	秋季	冬季		
酒田若浜局	H11	-	0.090	-	0.081	0.086	24時間採取
	H13	0.014	0.023	0.0074	0.011	0.014	24時間採取
	H16	0.019	0.016	0.014	0.015	0.016	
	H18	0.0087	0.013	0.016	0.018	0.014	
	H20	0.0098	0.0081	0.0099	0.015	0.011	
	H22	0.0075	0.010	0.0079	0.012	0.0094	
	H24	0.0086	0.0082	0.0082	0.0078	0.0082	
	H26	-	0.016	-	0.031	0.024	
	H28	-	0.0069	-	0.015	0.011	
	H30	-	0.014	-	0.014	0.014	
	R2	-	0.014	-	0.014	0.014	
R4	-	0.0055	-	0.0051	0.0053		
尾花沢市役所	H14	0.033	0.020	0.049	0.029	0.033	
	H22	0.0085	0.024	0.012	0.019	0.016	
	H27	-	0.021	-	0.013	0.017	
	H30	-	0.015	-	0.026	0.021	
尾花沢市文化体育施設 サルナート	R4	-	0.0068	-	0.0080	0.0074	
南陽市えくぼプラザ	H14	0.030	0.047	0.028	0.039	0.036	
	H23	0.0066	0.0082	0.0088	0.012	0.0089	
	H25	0.010	0.0092	0.0086	0.026	0.013	
	H28	-	0.0079	-	0.017	0.012	
	R1	-	0.0093	-	0.019	0.014	
	R4	-	0.0062	-	0.0087	0.0075	

注1)平成11年～14年度の調査は、分析業者に委託して実施

注2)毒性等量の算出には、平成19年度以前はWHO-TEF(1998)、平成20年度以降はWHO-TEF(2006)を用いている

2 公共用水域水質

公共用水域の水質については、河川8地点及び湖沼2地点の計10地点で調査を行い、その結果は表4のとおりであり、全ての地点で環境基準（1 pg-TEQ/L以下）を達成した。

表5に、全国調査との比較を示した。県が実施した10地点と国（国土交通省）、山形市が実施した5地点の平均値は0.23 pg-TEQ/Lであり、全国調査の平均値（0.18 pg-TEQ/L）と同程度の濃度であった。

また、表6に調査結果の推移を示した。試料採取時期、天候や水量などの状況による変動と思われる数値の上下はあるものの、経年的な傾向では変動の範囲内である。

表4 公共用水域水質のダイオキシン類測定結果

(単位:pg-TEQ/L)

区分	水域名	地点名	所在地(又は位置)	採取年月日	測定値	年平均値
河川	羽黒川	羽黒川橋	米沢市大字川井地内	R4.6.13	0.063	0.063
	天王川	天王川橋	米沢市大字下新田地内	R4.6.13	0.41	0.41
	吉野川	大橋	南陽市大橋地内	R4.6.14	0.49	0.49
	沼川	最上川合流前	寒河江市大字日田地内	R4.6.20	0.37	0.37
	倉津川	窪野目橋	天童市大字窪野目地内	R4.6.20	0.53	0.53
	京田川	亀井橋	酒田市大字広野地内	R4.6.16	0.57	0.57
	月光川	菅里橋	遊佐町大字菅里地内	R4.6.20	0.21	0.21
	大山川	観山橋	鶴岡市大字面野山地内	R4.6.16	0.43	0.43
湖沼	神室ダム	ダムサイト	金山町大字有屋地内	R4.6.2	0.053	0.053
	田沢川ダム	ダムサイト	酒田市山元地先	R4.6.23	0.052	0.052

※ 県が実施した地点のみ記載

表5 全国調査結果との比較(公共用水域水質)

(単位:pg-TEQ/L)

山形県・全国別	平均値	最小値	～	最大値
令和4年度 山形県(河川)※	0.28	0.048	～	0.57
令和3年度 全国(河川)	0.20	0.013	～	2.5
令和4年度 山形県(湖沼)※	0.057	0.052	～	0.067
令和3年度 全国(湖沼)	0.17	0.013	～	3.1
令和4年度 山形県(全体)※	0.23	0.048	～	0.57
令和3年度 全国(全体)	0.18	0.012	～	3.1

※国(国土交通省)、山形市が実施した5地点を含む。

表6 調査結果の推移(公共用水域水質)

(単位:pg-TEQ/L)

区分	水域名	地点名	H19	H22	H25	H28	R1	R4
河川	羽黒川	羽黒川橋	0.24	0.083	0.12	0.20	0.14	0.063
	天王川	天王川橋	0.97	0.29	0.74	0.87	0.41	0.41
	吉野川	大橋	0.24	0.69	0.69	0.85	0.99	0.49
	沼川	最上川合流前	0.57	0.64	0.71	0.68	0.44	0.37
	倉津川	窪野目橋*	0.66	0.94	0.52	0.82	0.54	0.53
	京田川	亀井橋	0.27	0.98	0.46	0.78	0.59	0.57
	月光川	菅里橋	0.25	0.20	0.21	0.38	0.15	0.21
	大山川	観山橋	0.31	0.45	0.67	0.87	1.0	0.43
湖沼			H20	H22	H25	H28	R1	R4
	神室ダム	ダムサイト	0.032	0.023	0.026	0.028	0.047	0.053
			H21	H23	H25	H29	R1	R4
	田沢川ダム	ダムサイト	0.030	0.021	0.027	0.028	0.049	0.052

*:H19は倉津川橋で実施

(注) 毒性等量の算出には、平成19年度以前はWHO-TEF(1998)、平成20年度以降はWHO-TEF(2006)を用いている。

3 公共用水域底質

公共用水域の底質については、河川8地点及び湖沼2地点の計10地点で調査を行い、その結果は表7のとおりであり、全ての地点で環境基準（150 pg-TEQ/g以下）を達成した。

県が実施した10地点の測定値は、全ての地点で全国調査の平均値を下回った（表8）。また、表9に調査結果の推移を示した。経年的な傾向では変動の範囲内であった。

表7 公共用水域底質のダイオキシン類測定結果

(単位:pg-TEQ/g)

区分	水域名	地点名	所在地(又は位置)	採取年月日	測定値
河川	羽黒川	羽黒川橋	米沢氏大字川井地内	R4.6.13	0.87
	天王川	天王川橋	米沢市大字下新田地内	R4.6.13	0.82
	吉野川	大橋	南陽市大橋地内	R4.6.14	1.1
	沼川	最上川合流前	寒河江市大字日田地内	R4.6.20	1.3
	倉津川	窪野目橋	天童市大字窪野目地内	R4.6.20	1.2
	京田川	亀井橋	酒田市大字広野地内	R4.6.16	4.0
	月光川	菅里橋	遊佐町大字菅里地内	R4.6.20	0.90
	大山川	観山橋	鶴岡市大字面野山地内	R4.6.16	0.69
湖沼	神室ダム	ダムサイト	金山町大字有屋地内	R4.6.2	3.2
	田沢川ダム	ダムサイト	酒田市大字山元地先地内	R4.6.23	2.1

注) 県が実施した地点のみ記載

表8 全国調査結果との比較（公共用水域底質）

(単位:pg-TEQ/g)

山形県・全国別	平均値	最小値	～	最大値
令和4年度 山形県(河川)※	1.0	0.092	～	4.0
令和3年度 全国(河川)	5.4	0.058	～	430
令和4年度 山形県(湖沼)※	2.2	1.4	～	3.2
令和3年度 全国(湖沼)	7.1	0.21	～	44
令和4年度 山形県(全体)※	1.3	0.092	～	4.0
令和3年度 全国(全体)	5.9	0.058	～	430

※国(国土交通省)、山形市が実施した5地点を含む。

表9 調査結果の推移（公共用水域底質）

(単位:pg-TEQ/g)

区分	水域名	地点名	H19	H22	H25	H28	R1	R4
河川	羽黒川	羽黒川橋	3.6	1.2	0.61	0.17	0.18	0.87
	天王川	天王川橋	0.54	2.2	0.51	0.80	0.62	0.82
	吉野川	大橋	1.4	3.4	11	0.57	0.19	1.1
	沼川	最上川合流前	0.41	0.87	1.5	2.0	6.9	1.3
	倉津川	窪野目橋*	0.4	0.45	1.2	0.49	0.27	1.2
	京田川	亀井橋	7.8	1.9	1.3	0.58	0.24	4.0
	月光川	菅里橋	0.95	0.50	0.81	0.74	0.54	0.90
	大山川	観山橋	0.27	0.54	0.40	0.27	0.75	0.69
湖沼			H20	H22	H25	H28	R1	R4
	神室ダム	ダムサイト	4.5	5.6	5.5	0.54	4.5	3.2
			H21	H23	H25	H29	R1	R1
	田沢川ダム	ダムサイト	2.9	3.2	1.0	3.1	2.2	2.1

*:H19は倉津川橋で実施

(注) 毒性等量の算出には、平成19年度以前はWHO-TEF(1998)、平成20年度以降はWHO-TEF(2006)を用いている。

4 地下水

地下水については、1地点で調査を行い、その結果は0.046 pg-TEQ/Lであり（表10）、環境基準（1 pg-TEQ/L以下）を達成した。

また、県が実施した1地点と山形市が実施した1地点、鶴岡市が実施した1地点の平均値は、全国調査の平均値（0.053 pg-TEQ/L）より低い値であった（表11）。

表10 地下水中のダイオキシン類測定結果

(単位:pg-TEQ/L)

調査地点	採取年月日	測定値	年平均値
酒田市大浜	R4.8.22	0.046	0.046

※ 県が実施した地点のみ記載

表11 全国調査結果との比較（地下水）

(単位:pg-TEQ/L)

山形県・全国別	平均値	最小値 ~ 最大値
令和4年度 山形県※	0.041	0.033 ~ 0.046
令和3年度 全国	0.053	0.00028 ~ 0.67

※山形市が実施した1地点、鶴岡市が実施した1地点を含む

5 土壌

土壌については、発生源周辺の6地点で調査を行い、その結果は表12のとおりであり、全ての地点で環境基準（1000 pg-TEQ/g以下）を達成した。また、調査指標値※も下回っていた。

県が実施した6地点と山形市が実施した2地点の平均値は0.84 pg-TEQ/gであり、全国調査における発生源周辺状況把握調査の平均値（5.4 pg-TEQ/g）よりも低い濃度であった（表13）。

表12 土壌中のダイオキシン類測定結果

				単位(pg-TEQ/g)	
区分	調査地点	地点名	採取年月日	測定値	
発生源周辺	白鷹町大字鮎貝	鮎貝地区森合公民館憩いの広場	R4.10.5	0.16	
	白鷹町大字深山	深山公民館多目的集会施設	R4.10.5	1.3	
	白鷹町大字黒鴨	黒鴨地区実淵川沿いの公園	R4.10.5	0.082	
発生源周辺	庄内町家根合	家根合公園	R4.10.21	0.032	
	庄内町落合	落合公民館	R4.10.21	0.45	
	三川町押切新田	落合児童遊園地	R4.10.21	1.5	
				環境基準値	1,000
				調査指標値※	250

注) 県が実施した地点のみ記載

※環境基準が達成されている場合であって、他媒体への影響等の調査を開始する目安となる値

表13 全国調査結果との比較（土壌）

			(単位: pg-TEQ/g)
山形県・全国別	平均値	最小値 ~ 最大値	
令和4年度 山形県※	0.84	0.032 ~ 2.3	
令和3年度 全国	3.4	0.000060 ~ 200	
令和3年度 全国(発生源周辺)	5.4	0.000060 ~ 110	

※山形市が実施した2地点を含む

18 令和4年度山形県における有機フッ素化合物調査結果

(環境化学部)

1 はじめに

ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS) 及びペルフルオロオクタン酸 (PFOA) などの有機フッ素化合物は、熱や薬品に強く安定であるといった優れた性質を多く持つことから、撥水剤、消火剤、界面活性剤など、様々な用途で使用されていた。しかし、難分解性や蓄積性、生物毒性などが近年の研究で明らかになってきており、これらの物質に対する規制が強化されている。世界的には、残留性有機汚染物質にかかるストックホルム条約 (POPs 条約) によって 2009 年に PFOS が付属書 B (制限) に、2019 年に PFOA と 2022 年にペルフルオロヘキサンスルホン酸 (PFHxS) がそれぞれ付属書 A (廃絶) に指定され、製造・輸入・製品製造への使用が原則禁止されている。日本国内でも PFOS が 2010 年に、PFOA が 2019 年に化学物質審査規制法の第一種特定化学物質に指定され、2020 年には PFOS 及び PFOA が水質汚濁に係る人の健康の保護に関する要監視項目 (暫定指針値 : PFOS と PFOA 合計 50 ng/L) になり、2021 年には PFHxS が要調査項目となっている。

このような状況を受けて、環境科学研究センターでは有機フッ素化合物の環境中の実態を把握するため、令和3年度から令和5年度にかけて、山形県内の公共用水域及び地下水の有機フッ素化合物存在状況調査を行っている。本報では令和4年度の結果について報告する。

2 調査の方法

(1) 調査地点及び調査時期

山形県内の河川 8 地点、地下水 6 地点 (うち 2 地点は令和3年度から継続) において、8 月及び 11 月に調査を行った。

(2) 調査項目

PFOS (直鎖及び分岐鎖異性体)、PFOA (直鎖及び分岐鎖異性体)、PFHxS (直鎖及び分岐鎖異性体)

(3) 分析方法

分析方法は、環境省通知及び厚生労働省通知に従った。LC-MS/MS は、Sciex 製の QTRAP4500 を使用し、LC 条件及び MS 条件を表 1 に示した。分析装置の検出下限値 (IDL) 及び定量下限値 (IQL) については、化学物質環境実態調査の手引き (令和2年度版) を参考に下限値試験を実施し、結果は表 2 のとおりであった。分析方法の下限値 (MDL, MQL) については、分析装置が令和4年度に更新になったため、令和3年度と令和4年度で IDL を比較したところ、令和4年度のほうが低かったことから、令和4年度は MDL, MQL 試験を実施せず令和3年度の MDL, MQL を採用することとした。

表 1 LC-MS/MS の測定条件

LC条件

カラム	GL Science製 InertCore Plus C18 (φ 2.1mm×100mm, 2.6 μm)	
リテンションギャップカラム	Delay Column for PFAS (3.0mm × 30mm)	
移動相	A: 10mM酢酸アンモニウム	
	B: アセトニトリル	
	0~0.5 min	A: 80 B: 20
	0.5~12 min	A: 80→20 B: 20→80
	12.1 ~18 min	A: 5 B: 95
	18.1~21 min	A: 80 B: 20
流速	0.2 mL/min	
カラム温度	40 °C	
注入量	5 μL	

MS条件

イオン化法	ESI-negative
ソース温度	140 °C
キャピラリー電圧	0.5 kV
脱溶媒ガス温度	500 °C
脱溶媒ガス流量	700 L/hr
コリジョンガス流量	0.3 mL/min

	プリカーサー	プロダクトイオン		DP	CE	
	イオン	(m/z)	(m/z)		(V)	(V)
	(m/z)	定量	確認		定量	確認
PFOA	413	369	169	-15	-16	-24
PFOA- ¹³ C ₈	420.8	376	171.9	-10	-16	-26
PFOS	499	80	99	-25	-96	-90
PFOS- ¹³ C ₈	507	80	99	-85	-88	-82
PFHxS	398.8	79.6	99	-40	-70	-64
PFHxS- ¹³ C ₈	401.80	80	99	-95	-86	-86

表 2 IDL 試験の結果

IDL(pg)	使用機器	PFOA	PFOS	PFHxS
令和4年度	Sciex製QTRAP4500	0.026	0.013	0.018
令和3年度	Waters製TQD	0.276	0.054	0.075

3 結果

測定した結果は、表3のとおりであった。全地点で有機フッ素化合物が検出され、PFOSとPFOAの合計値は、河川では0.18～2.9 ng/L、地下水ではN.D.～29 ng/Lであり、暫定指針値50 ng/Lを超過した地点はなかった。今年度調査を実施した地点（地下水E,Fを除いた地点）については、最大でも暫定指針値の約1/5であり、暫定指針値と比べて大幅に低い値であった。昨年度調査を実施した地下水E,Fについては、今年度の調査結果も昨年度と同程度で、暫定指針値の半分程度であり、大きな変動は見られなかった。

暫定指針値と比較して低い濃度ではあるが、今年度調査を実施した全ての地点で有機フッ素化合物が確認できた。今後も県内の環境中有機フッ素化合物の実態の把握に努め、過去に暫定指針値を超過した地点は継続して監視を続けることが必要であると考えられる。

表3 調査結果

				(ng/L)							
媒体	市町村	地点名	採水年月	PFOS+PFOA	PFOS直鎖	PFOS分岐鎖	PFOA直鎖	PFOA分岐鎖	PFHxS直鎖	PFHxS分岐鎖	
河川水	寒河江市	寒河江川溝延橋	R4.8	0.40	0.07	0.06	0.26	N.D.	(0.08)	N.D.	
河川水	寒河江市	寒河江川溝延橋	R4.11	0.22	0.06	0.07	0.08	N.D.	(0.07)	N.D.	
河川水	尾花沢市	丹生川丹生川大橋	R4.8	0.49	(0.05)	0.08	0.32	N.D.	N.D.	N.D.	
河川水	尾花沢市	丹生川丹生川大橋	R4.11	0.18	(0.04)	0.06	N.D.	N.D.	(0.08)	N.D.	
河川水	戸沢村	鮭川戸沢橋	R4.8	0.36	0.06	0.08	0.21	N.D.	(0.08)	N.D.	
河川水	戸沢村	鮭川戸沢橋	R4.11	0.18	(0.04)	(0.05)	0.08	N.D.	(0.08)	N.D.	
河川水	舟形町	最上小国川舟形橋	R4.8	0.84	0.12	0.13	0.58	N.D.	0.11	N.D.	
河川水	舟形町	最上小国川舟形橋	R4.11	0.27	(0.05)	0.06	0.15	N.D.	(0.08)	N.D.	
河川水	長井市	置賜白川白川橋	R4.8	2.9	0.09	0.08	2.7	N.D.	(0.08)	N.D.	
河川水	長井市	置賜白川白川橋	R4.11	1.0	0.06	0.11	0.81	N.D.	(0.08)	N.D.	
河川水	長井市	置賜野川野川橋	R4.8	0.97	0.44	0.28	0.24	N.D.	0.21	N.D.	
河川水	長井市	置賜野川野川橋	R4.11	0.85	0.09	0.09	0.66	N.D.	0.09	N.D.	
河川水	鶴岡市	内川西三川橋	R4.8	1.3	0.14	0.21	0.92	(0.08)	(0.08)	N.D.	
河川水	鶴岡市	内川西三川橋	R4.11	2.0	0.17	0.37	1.3	(0.12)	0.16	N.D.	
河川水	鶴岡市	大山川観山橋	R4.8	1.2	0.16	0.15	0.86	N.D.	(0.06)	N.D.	
河川水	鶴岡市	大山川観山橋	R4.11	1.9	0.24	0.25	1.3	N.D.	0.10	N.D.	
媒体	市町村	地点名	採水年月	PFOS+PFOA	PFOS直鎖	PFOS分岐鎖	PFOA直鎖	PFOA分岐鎖	PFHxS直鎖	PFHxS分岐鎖	
地下水	新庄市	A	R4.8	6.4	0.19	0.46	5.3	0.41	0.15	N.D.	
地下水	新庄市	A	R4.11	9.6	0.21	0.58	7.2	1.6	0.15	N.D.	
地下水	新庄市	B	R4.8	4.2	0.65	0.79	2.4	0.33	0.24	N.D.	
地下水	新庄市	B	R4.11	5.7	1.2	1.1	2.9	0.38	0.24	N.D.	
地下水	酒田市	C	R4.8	0.43	N.D.	0.35	N.D.	N.D.	(0.06)	N.D.	
地下水	酒田市	C	R4.11	1.3	(0.02)	0.82	N.D.	0.37	0.16	N.D.	
地下水	遊佐町	D	R4.8	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
地下水	遊佐町	D	R4.11	(0.11)	(0.03)	N.D.	N.D.	N.D.	(0.06)	N.D.	
地下水	酒田市	E	R4.8	16	1.1	0.92	6.6	7.5	0.41	0.11	
地下水	酒田市	E	R4.11	29	1.7	1.1	11	14	0.70	0.15	
地下水	酒田市	F	R4.8	24	3.9	4.8	11	3.9	17	2.5	
地下水	酒田市	F	R4.11	22	6.4	5.6	5.5	5.2	4.4	0.30	
				検出下限値	0.10	0.02	0.02	0.08	0.08	0.04	0.04
				定量下限値	0.28	0.06	0.06	0.22	0.22	0.09	0.09

* 定量下限値未満検出下限値以上を括弧付きで、検出下限値未満をN.D.と表している

* PFOS+PFOAについては、PFOS又はPFOAが検出下限値未満の場合は検出下限値を測定値とした