

# 山形県環境科学研究センター一年報

第29号

令和3年度



令和4年6月

山形県環境科学研究センター

# 目 次

## I 山形県環境科学研究センターの概要

1	沿革	1
2	施設の概要	1
3	組織及び職員配置	2
4	主要機器	3

## II 業務概要

1	環境企画部	4
2	大気環境部	6
3	水環境部	9
4	環境化学部	12

## III 各分野の調査研究・事業報告

1	令和3年度水生生物による水質調査結果	14
2	令和3年度自然生態系保全モニタリング調査結果	16
3	令和3年度蔵王山系ツキノワグマ生息状況調査結果	21
4	令和3年度ブナ・ナラ豊凶調査	25
	【コラム】気候変動と生物季節	27
5	令和3年度環境大気常時監視測定結果	28
6	令和3年度環境大気常時監視（PM2.5成分分析）結果	40
7	県内の光化学オキシダント実態調査結果	43
8	令和3年度有害大気汚染物質モニタリング調査結果	45
9	令和3年度酸性雨大気汚染調査結果	47
10	令和3年度山形空港航空機騒音測定結果	48
	【コラム】PM2.5で見る山形県の空気の状況	50
11	令和3年度公共用水域水質測定結果	51
12	令和3年度地下水水質測定結果	52
13	事業場排水に係る分析困難事例	57
	【コラム】河川中のマイクロプラスチック	59
14	令和3年度山形県における有機フッ素化合物調査結果	60
15	令和3年度環境中ダイオキシン類調査結果	64
	【コラム】放射性物質の測定	69

## IV 発表・諸活動

1	学会等への発表	70
2	講師派遣	70
3	職員技術等研修	70

## I 山形県環境科学研究センターの概要

## 1 沿革

昭和	48年 4月	「山形県公害センター」(山形市十日町)を設置する。 総務課、大気科、水質科の1課2科制
	49年 4月	特殊公害科を新設し、1課3科制となる。
	54年 4月	特殊公害科を廃止し、1課2科制となる。
	55年 4月	1課2科制から1課2部制(総務課、大気部、水質部)に組織を改正する。
平成	5年 4月	環境情報部を新設し、1課3部制となる。
	6年 4月	「山形県環境保全センター」に名称を変更する。
	11年 4月	環境化学部を新設し、1課4部制となる。
	15年 4月	「山形県環境科学研究センター」に組織を改正し、村山市に移転。 総務課、環境企画部、大気環境部、水環境部、環境化学部の1課4部制
令和	3年 4月	「山形県気候変動適応センター」を設置する。

## 2 施設の概要

【所在地】 山形県村山市楯岡笛田三丁目2番1号

### 【主要施設】

- ・事務棟  
1階 所長室、事務室(総務課)、会議室、文献資料室  
2階 事務室、大気環境監視室(テレメーター室)
- ・研究棟  
1階 第1機器分析室、第2機器分析室、第1化学研究室、第2化学研究室、  
ダイオキシン分析施設(ケミカルハザード施設)、データ解析室  
2階 大気研究室、第3機器分析室、第4機器分析室、第1前処理室、  
第1水質・廃棄物研究室、第2水質・廃棄物研究室
- ・環境情報・自然環境棟  
環境情報室、セミナー室、実験室、実習室、資機材保管庫、自然環境研究室、  
自然環境作業室、環境大気自動測定局(村山楯岡笛田局)
- ・附属棟  
核種分析室、前処理室、廃棄物保管庫、車庫

### 【環境に配慮した設備】

- ・太陽光発電設備(発電能力20kW、蓄電能力15kW)

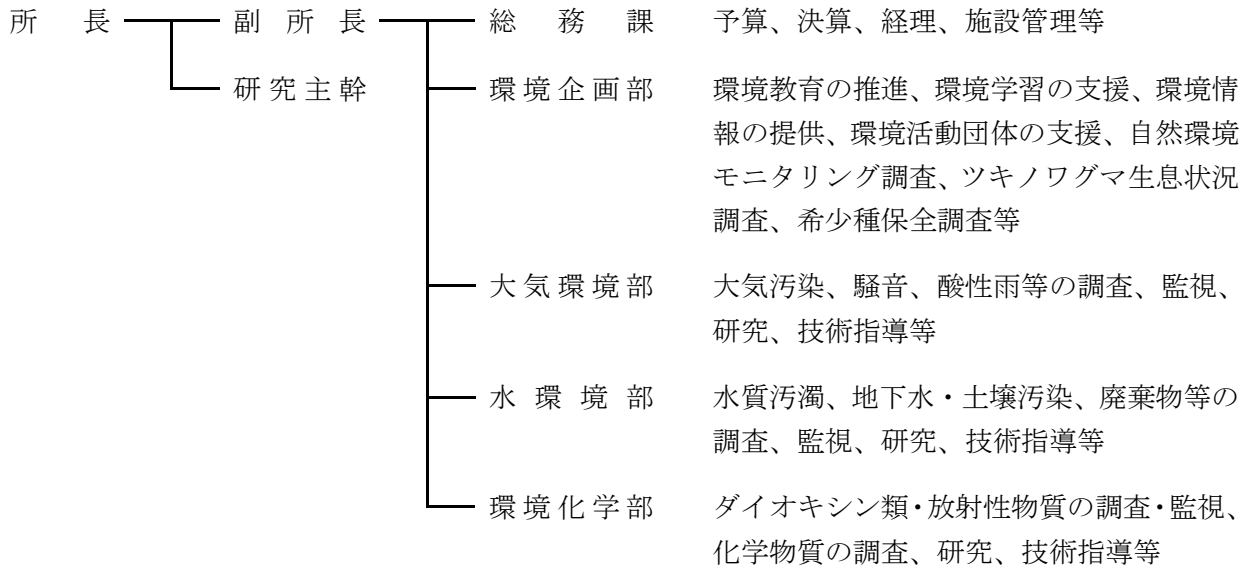
【敷地面積】 11,847.43 m<sup>2</sup>

【延床面積】 計3,646.39 m<sup>2</sup>

内訳：事務棟888.22 m<sup>2</sup>、研究棟1,416.40 m<sup>2</sup>、環境情報・自然環境棟917.04 m<sup>2</sup>、  
附属棟424.73 m<sup>2</sup>

### 3 組織及び職員配置

#### (1) 組織（令和4年度）



#### (2) 職員配置（令和4年4月1日現在）

職名	現計	総務課	環境企画部	大気環境部	水環境部	環境化学部
所長	1	1				
副所長	2	1			1	
研究主幹	1			1		
部長	2 (2)		1	(1)	(1)	1
総務課長	(1)	(1)				
総務専門員	1	1				
環境企画専門員	1		1			
主任専門研究員	7		2	1	2	2
庶務係長	(1)	(1)				
専門研究員	4			1	2	1
研究員	3			2	1	
小計	22 (4)	3 (2)	4	5 (1)	6 (1)	4
会計年度任用職員	4	2	1			1
合計	26 (4)	5 (2)	5	5 (1)	6 (1)	5

備考：（ ）内は兼務者数である。

#### 4 主要機器

(令和4年3月31日現在)

品名	型式	数量	購入年度
煙道排ガス分析計	堀場 PG-350	1	R3
イオンクロマトグラフ分析装置	サーモフィッシャーサイエンティフィック Integrion RFIC	1	R2
排ガス中粒子状水銀採取装置	オクトサイエンス AT-WD100	1	H30
ガスクロマトグラフ及びオートサンプラー (高分解能ガスクロマトグラフ質量分析装置用)	アジレント 7890B, 7693A	1	H30
ガスクロマトグラフ分析装置	島津 GC-2014	1	H29
マイクロウェーブ分解装置	アントンパール・ジャパン製	1	H28
分光光度計	島津 UV-2700	1	H28
ダスト採取装置	マルニサイエンス M2-700DS	1	H27
恒温恒湿チャンバー	ヤマト科学製	1	H25
環境大気常時監視テレメータシステム	神鋼エンジニアリング & モンテナス	1	H25
炭素分析装置	東京ダイレック CAA-202M-D	1	H25
ICP質量分析装置	サーモフィッシャーサイエンティフィック iCAP Qc	1	H25
PM2.5成分分析用サンプラー	サーモフィッシャーサイエンティフィック FRM-2025i	4	H25
ガスクロマトグラフ質量分析装置 (キャニスター濃縮導入装置)	島津 GCMS-QP2010 Ultra (ジーエルサイエンス ACS-2100)	1	H24
微小粒子状物質自動測定装置	東亜ディーケーケー FPM-377-1, 2	11	H23, 25
ガスクロマトグラフ質量分析装置	島津 GCMS-QP2010 Ultra	1	H23
ゲルマニウム半導体検出器	キャンベラジャパン GC2520	1	H23
オキシダント校正用自治体基準器	東亜ディーケーケー GUX-353	1	H23
浮遊粒子状物質自動測定装置	東亜ディーケーケー DUB-317	2	H21
二酸化硫黄・浮遊粒子状物質自動測定装置	東亜ディーケーケー GFS-327	11	H21
液体クロマトグラフ質量分析装置	日本ウォーターズ ACQUITY UPLC TQD	1	H21
ガスクロマトグラフ質量分析装置	島津 GCMS-QP2010Plus	1	H21
ICP発光分光分析装置	パーキンエルマー Optima7300DV	1	H21
煙道排ガス分析計	堀場ポータブルガス分析計 PG-250	1	H20
イオンクロマトグラフ	ダイオネクス ICS-1000	1	H18
煙道排ガスダスト採取装置	環境テクノシステム KF-8808III	1	H17
CO-O <sub>2</sub> 連続測定装置	島津 CGT-7000	1	H13
ダイオキシン用排ガス測定装置	濁川理化工業 NGZ-6DS他	1	H13
高速溶媒抽出装置	日本ダイオネクス ASE-300	1	H13
ガスクロマトグラフ質量分析装置	島津 GCMS-QP2010	1	H13
中分解能ガスクロマトグラフ質量分析装置	日本電子 JMS-GCMATE2	1	H13
高分解能ガスクロマトグラフ質量分析装置	日本電子 JMS-700D	1	H13
オキシダント自動測定装置	東亜ディーケーケー GUX-253, 353	7	H15, 21
窒素酸化物自動測定装置	東亜ディーケーケー GLN-154, 254, 354	13	H12, 15, 21
高速液体クロマトグラフ	島津 LC-VP	1	H9
超音波洗浄装置	シャープ MU-624	1	H8
顕微鏡生物観察計測システム	オリンパス BX50	1	H7
ガスクロマトグラフ	島津 GC-17A	1	H6
航空機騒音レベル処理装置	リオン SV-72A	1	H4
環境騒音測定装置	リオン NA-33	1	H3
ガスクロマトグラフ	島津 GC-9A	1	S61
分光蛍光光度計	日立 650-10S	1	S57

注) 指定物品の機器である。

## Ⅱ 業務概要

## 1 環境企画部

環境学習部門では、「環境教育を通じた環境に関心を持つ人づくり」を目指し、環境教室の実施、環境学習の普及推進のための人材育成及び講師派遣のほか、環境情報の発信、環境学習施設の運営等について、NPO法人と協働している。

また、自然環境部門では、自然生態系に係るモニタリング調査及び保全対策並びに自然環境保全活動に関する普及・啓発を行っている。

### (1) 環境学習部門

#### ア 環境教室の開催

学校や民間団体等を対象に環境教室を129回開催し、3,655名が参加した。

その内訳は表1のとおりである。

表1 環境教室開催状況

分類	件数	参加者数
環境教育	2	32
エネルギー	1	57
地球温暖化	11	247
水環境	19	557
環境保全	9	182
ごみ減量・リサイクル	3	87
リサイクル	43	1,277
自然環境	29	835
木育	2	19
環境全般	10	362
合計	129	3,655

#### イ 水生生物調査（環境教室）

環境教室の中で、身近な河川に生息する水生生物を観察することにより水環境に関心を持ち水環境保全の大切さを学ぶことを目的に開催している。水生生物調査には64団体、1,645名が参加して、47河川80地点で実施した。

なお、調査結果を取りまとめた「河川水質マップ」を作成し、参加団体や小、中、高等学校等に配布した。

#### ウ 環境アドバイザー等の派遣

学校や地域、企業等が開催する環境に関する

講演会や学習会等に講師として、環境に関する専門的知識を有し県が委嘱した「山形県環境アドバイザー」を15回派遣した。また、地球温暖化をテーマにした学習会等に県が委嘱した「山形県地球温暖化防止活動推進員」を25回派遣した。

その他、座学と体験を組み合わせた「体験型学習」の環境教室や、環境教室に近隣の観光施設の体験をプラスした「カン・カン・カン環強教室」、県が作成した環境学習プログラムの利用等について周知を行った。

#### エ 環境学習施設の開放

環境情報・自然環境棟を平日（年末年始の休日を除く。）の午前9時から午後5時まで開放し、施設見学や、図書、資料の閲覧・貸出のほか、希望団体には環境教室を行った。延べ856名が利用し、その内訳は表2のとおりである。

表2 環境情報・自然環境棟利用者数

年度	小学生以下	中学生	高校生 大学生	社会人	合計
R3	433	18	6	399	856
R2	458	8	8	477	951

#### オ 環境学習器材等の貸出及び環境相談等

環境関連の図書、資料、DVD及びCD-ROM、パネル展示物その他環境学習用教材の貸出しと、セミナー室等を貸し会議室として開放した。

また、環境に関する相談の受付を行った。

#### カ 環境情報の発信

センターのホームページ及び環境企画課と共同で運用する「つなぐ環境やまがた通信ブログ・ツイッター」において、環境学習、イベントの案内や実施状況、環境に関する話題等の情報を発信した。

新型コロナウイルス感染拡大の影響により減少した環境教室等を補完するため、環境学習動画を3本制作し、センター公式YouTubeチャンネルで配信した。（全14本）

また、各部の業務や調査・研究結果を紹介する「環研センターNEWS」を4回、年報（第28号・令和2年度）を発行した。



## (2) 自然環境部門

### ア 自然生態系保全モニタリング調査

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ため、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5箇所では生態系区分毎に、絶滅危惧種や希少種等の生息・生育状況について行った。

表3の調査地において、植物相50種類、動物相18種類の県絶滅危惧種等を確認した。

表3 調査地一覧

区分	調査地の名称	行政区
大山岳	(なし)	
中小山岳	摩耶山	鶴岡市
湿原・湿地	立谷沢湖沼群	庄内町
草地・風穴	金山風穴	南陽市
湖沼・ため池	下青沢湖沼群	酒田市

### イ ツキノワグマ生息状況調査

近年、人とクマの共存のバランスが崩れ、農作物被害や人身事故が発生している。

被害対策を行ううえで重要なクマの生息数を把握するため、平成29年度から自動撮影カメラを用いてツキノワグマの胸部斑紋の特徴から個体を識別し生息状況を把握する調査を行っている。

令和3年度は、蔵王山系（山形市・上山市）の1地区において、51台のカメラを設置し調査を行い、生息密度の推定を行った。

### ウ ブナ・ナラ豊凶調査

県の森林面積の約3割を占めるブナとナラ類の森林は、野生生物の大切な生息の場であり、餌の供給源として非常に大きな役割を果たしている。ブナは数年に一度の周期で広い範囲で一斉に結実する性質をもっていることから、森林生態系への影響や異変を察知するため、ブナとナラ類の豊凶調査を行っている。

調査は、ブナ16箇所、ミズナラ9箇所、コナラ11箇所で行い、結果は表4のとおりである。

表4 豊凶調査結果

区分	豊作	並作	凶作	判定 できず
ブナ	2箇所	2箇所	12箇所	
ミズナラ	5箇所	1箇所	2箇所	1箇所
コナラ	5箇所	2箇所	4箇所	

### エ 希少種保全対策

山形県の絶滅危惧種 I A類に選定されているイバラトミヨ（特殊型）について、東根市「イバラトミヨ生息地保存連絡協議会」と生息数に関する調査を11月に実施し、保全対策等を行った。また、天童市「イバラトミヨ生息地保存連絡協議会」からの依頼を受け、保全対策等について支援を行った。

## 2 大気環境部

大気汚染防止法に基づく環境大気の常時監視、有害大気汚染物質モニタリング、工場・事業場のばい煙測定、酸性雨に関する調査及び騒音に関する調査・測定を主な業務としている。また、これらに関連する調査研究を行っている。

### (1) 環境大気の監視

県内の環境大気の常時監視は、一般環境大気測定局を県中央部の村山地区に4局（うち山形市設置2局）、火力発電所等が立地している庄内地区に3局、県南部の置賜地区に2局及び県北部の最上地区に1局の計10局配置し、また、自動車排出ガス測定局を山形市に1局配置し、山形市とともに図1に示した11測定局（発生源監視局を除く。）で行った。

測定データは、テレメータシステムにより収集し、リアルタイムで県ホームページに掲載し、県民等に広く情報提供している。

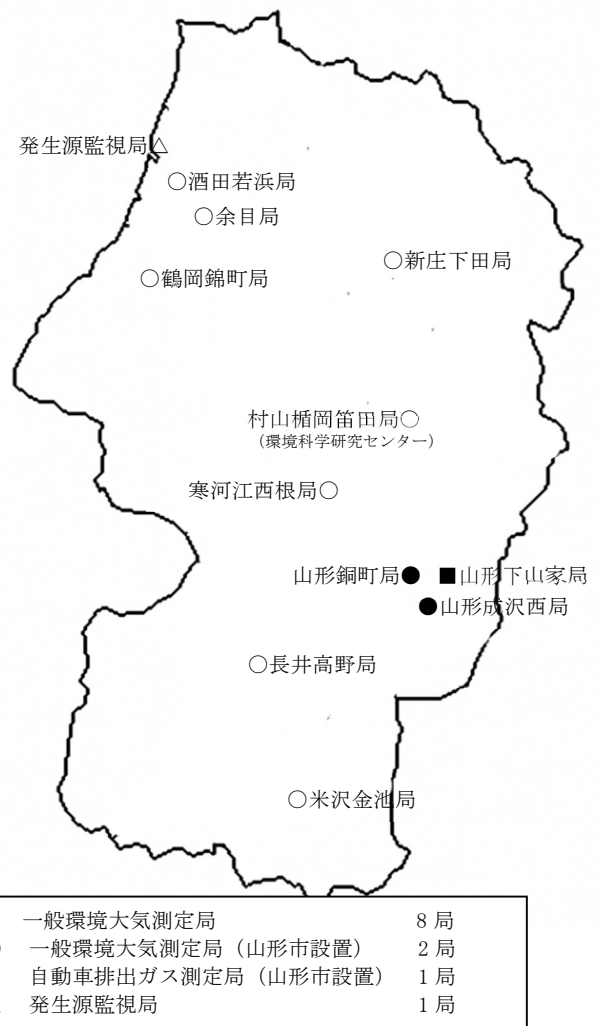


図1 環境大気常時監視測定地点

この図は国土地理院「地理院地図」を加工し作成した。

表1 環境大気常時監視測定局における測定項目及び環境基準達成状況

区分	地区	測定局	用途地域	測定項目							
				二酸化硫黄	浮遊粒子状物質	二酸化窒素等	光化学オキシダント	微小粒子状物質		一酸化炭素	炭化水素
								長期基準	短期基準		
一般環境大気	村山	山形成沢西	住	○	○	○	×	○	○		
		山形銅町	工				×	○	○		
		寒河江西根	住	○	○	○	×	○	○		
		村山楯岡笛田	未	○	○	○	×	○	○		
	置賜	米沢金池	住	○	○	○	×	○	○		
		長井高野	住	○	○	○	×	○	○		
	庄内	酒田若浜	住	○	○	○	×	○	○		
		余目	住	○	○	—		○	○		
		鶴岡錦町	住	○	○	○	×	○	○		
	最上	新庄下田	住	○	○	○	×	○	○		
排自ガ自動車	村山	山形下山家	住		○	○		○	○	○	□
総測定局数				9	10	10	9	11		1	1

注) ○：環境基準達成 ×：環境基準非達成 —：測定時間不足により環境基準評価対象外 □：環境基準なし

各測定局における測定項目及び環境基準達成状況は、表1のとおりである。

令和3年度の結果は、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については、全ての測定局で環境基準を達成した。

光化学オキシダントについては、県内全ての測定局で環境基準を達成できなかった。なお、全国のおよそ全ての測定局においても環境基準を達成していない。

## (2) 発生源常時監視

酒田共同火力発電株式会社との公害防止協定に基づき、同社発電所に設置している発生源監視局(図1)において、ばい煙の排出状況等のデータをテレメータシステムにより収集し、常時監視を行っている。監視項目は表2のとおりであり、令和3年度は、全ての項目で公害防止協定値を遵守していた。

表2 発生源監視項目

発生源監視局	監視項目
酒田共同火力発電所 1号ボイラー及び 2号ボイラー	硫黄酸化物濃度及び排出量 窒素酸化物濃度及び排出量 酸素濃度 排出ガス温度 発電出力

## (3) PM2.5成分分析

県内の微小粒子状物質(PM2.5)の起源・由来を把握するため、表3の2地点において、四季毎に14日間、24時間のサンプリングを行い、成分分析を行った。県内のPM2.5の主要成分は、炭素成分とイオン成分であった。

表3 測定地点及び調査項目

測定地点名	調査項目
村山楯岡笛田	質量濃度、イオン成分、 炭素成分、無機元素成分
酒田若浜	

## (4) 有害大気汚染物質モニタリング調査

有機塩素化合物などの有害大気汚染物質によ

る大気汚染の状況を把握するため、ベンゼン等19物質について、毎月1回(アルデヒド類は隔月)、モニタリング調査を酒田市若浜及び天童市荒谷の2地点で行った。測定の結果、環境基準が定められているベンゼン、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について、全て環境基準を達成した。

## (5) 光化学オキシダント実態調査

光化学オキシダント( $O_x$ )濃度上昇の実態を解明し、 $O_x$ 濃度の予測精度の向上及び効果的な低減対策に繋げるために、令和元年度から3ヶ年で調査研究に取り組んだ。

令和3年度は、置賜地域8地点と村山市1地点で $O_x$ 及び $NO_x$ 等の前駆物質濃度をパッシブ法により測定を継続し、経年変化の確認と地域特性や $O_x$ と $NO_x$ の相関を把握するとともに、VOC類の測定項目を拡充し、より詳細な調査を行い、濃度上昇の地域的要因の解明を行った。

また、 $O_x$ 濃度予測手法の精度を検証し、高濃度予測の精度向上を行った。



図2 県内のオキシダント実態調査サンプリングの様子

## (6) ばい煙測定等

大気汚染防止法に基づき、ばい煙発生施設から排出されるばい煙の排出基準の遵守状況を監視するため、11施設のボイラー、廃棄物焼却炉等のばい煙の測定を行った。1施設で窒素酸化物濃度が排出基準を超過し、改善指導を総合支庁と行った。

また、大気汚染防止法の改正により、水銀排出施設とされた廃棄物焼却炉7施設について、排出ガス中の水銀濃度の測定を行った。1施設で排出基準を超過し、改善指導を総合支庁と行った。

令和3年度の立入検査施設数は表4のとおりである。

表4 令和3年度立入検査施設数

管轄 総合 支庁	ばい煙発生施設		水銀 排出 施設	計
	ボイラー 溶鉱炉※	廃棄物 焼却炉		
村山	1	3	2	6
最上	1※	1	1	3
置賜	1	1	1	3
庄内	1	2	2	5
計	4	7	6	17

#### (7) 航空機騒音環境基準監視

山形空港周辺における航空機騒音の状況を監視するため、山形空港周辺の東根市内及び天童市内の4地点で、7日間の連続測定を行った。

令和3年度の監視結果は表5のとおりで、山形空港周辺の時間帯補正等価騒音レベル ( $L_{den}$ ) は41～48dBであり、全地点で環境基準値 (62dB) を下回っていた。

表5 令和3年度山形空港騒音監視結果

(単位：dB)

監視地点 No.	$\bar{L}_{den}$ (7日間)	環境基準
3	43	62
5	46	
9	48	
10	46	
A	43	
B	41	
C	41	
D	42	

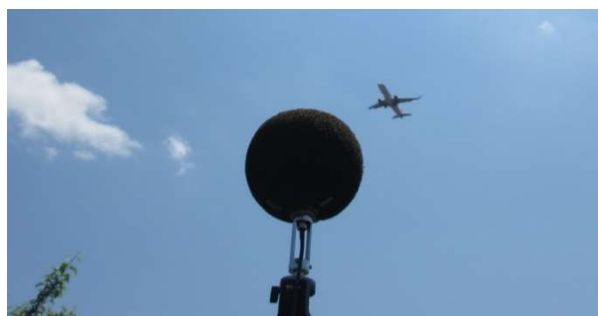


図3 航空機騒音測定の様子

#### (8) 酸性雨大気汚染調査

酸性雨とは、一般にpHが5.6以下の雨をいうが、その実態を把握するため、村山市で降水を一定期間(2週間)毎に採取し、表6のとおりpHなど11項目について測定した。

令和3年度のpHの年平均値は、5.09であり、全国平均(4.96(令和2年度))より酸性度は弱かった。

表6 測定項目

調査地点名	測定項目	採取 周期
村山楯岡笛田	pH、電気伝導率、 $SO_4^{2-}$ 、 $NO_3^-$ 、 $Cl^-$ 、 $NH_4^+$ 、 $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、降下物量	2週間

### 3 水環境部

水質汚濁防止法に基づく公共用水域及び地下水の水質測定や工場・事業場排水の検査、産業廃棄物や最終処分場放流水等の検査並びに湖沼の酸性雨影響調査等、水環境に関する検査及び調査研究を主な業務としている。

#### (1) 公共用水域水質測定

##### ア 水質監視調査

公共用水域の水質の状況を把握するため、令和3年度公共用水域水質測定計画に基づき、県(66地点)、国土交通省(22地点)及び山形市(10地点)が分担して計98地点で常時監視を行った。令和3年度の結果は表1のとおりである。(詳細は「Ⅲ. 各分野の調査研究・事業報告」に記載。)

測定は外部委託しており、受託業者のラボチェック等の精度管理を行っている。

表1 令和3年度公共用水域水質測定結果

水域名	健康項目		生活環境項目	
	測定地点数	基準超過地点数	測定地点数	基準超過地点数
河川	44	1 *1	68	0
湖沼	9	0	9	0
海域	1	0	12	0
合計	54	1	89	0

注) 基準超過地点及び項目

\*1 背坂川(カドミウム)

##### イ 詳細調査

汚濁実態、原因等を把握し、汚染源対策や浄化対策に資することを目的として詳細調査を行った。

##### (ア) 犬川調査

河川水の濁りが指摘された犬川流域と比較対象である周辺の河川において、水質分析データと主観的評価を組み合わせた調査を行った。

犬川においては、灌漑期に河川水の濁りが確認できるものの、その成分は地質由来の無

機成分であった。灌漑期には周辺河川も同様に濁っており、犬川が特に著しく濁っているという状況は確認されなかった。

##### (イ) 新井田川調査

近年、BODの環境基準値超過がみられる新井田川(酒田市)を対象として、水質改善に向けた詳細調査を行った。

#### ウ 生活環境の保全に係る類型指定

生活環境の保全に関する環境基準については、計画的に環境基準水域類型の指定や見直しを行っている。

令和3年度は、犬川(川西町)を対象として類型見直しに向けた調査を行った結果、上位類型に相当する新たな利水目的が追加される見込みもないことから、現況類型の継続が妥当との結論になった。

#### (2) 水質汚濁事故及び家畜伝染病発生に係る水質分析

魚類へい死等の水質汚濁事故発生に係る水質測定、家畜伝染病に係る埋却地周辺環境の水質測定を行っている。

令和3年度は、水質汚濁事故に関する調査を1件行った。また、12月に発生した豚熱による殺処分・埋却に伴い、河川水質の調査を2地点で2か月間行った。

#### (3) 地下水水質測定

##### ア 水質測定計画に基づく調査

令和3年度地下水水質測定計画に基づき、山形市と分担して地下水の水質測定を行った。地域の全体的な地下水の水質状況を把握するための「概況調査」、概況調査等により新たに確認された汚染の範囲を把握するための「汚染井戸周辺地区調査」、及び汚染井戸周辺地区調査等により確認された汚染を継続的に監視するための「継続監視調査」を行っている。令和3年度の結果は表2のとおりである。(詳細は「Ⅲ. 各分野の調査研究・事業報告」に記載。)

表2 令和3年度地下水水質測定結果

調査区分	市町村数	調査地点数	基準超過地点数
概況調査	13 [山形市、村山地区、置賜地区]	38	5
汚染井戸周辺地区調査	3 [河北町、新庄市、高畠町]	39	2
継続監視調査	18 [山形市など]	33	17
計	22 (重複を除く)	110	24

イ 地下水汚染対策

事業者等が行っている地下水汚染対策の効果を確認するため地下水測定を行っている。令和3年度の結果は表3のとおりである。(詳細は「Ⅲ. 各分野の調査研究・事業報告」に記載。)

表3 令和3年度地下水汚染対策調査結果

項目名	市町村数	調査地点数	基準超過地点数
硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	3 [鶴岡市、酒田市、遊佐町]	14	3
有機塩素化合物	2 [米沢市、東根市]	19	5
計	5	33	8

(4) 特定事業場の排水分析

水質汚濁防止法及び県生活環境の保全等に関する条例に基づく排水基準の適用を受ける特定事業場の排水について、当該排水基準の遵守状況を確認するため、検査を行っている。令和3年度の結果は表4のとおりで、延べ78の特定事業場を対象に検査を行い、7事業場が排水基準を超過した。

表4 令和3年度特定事業場排水検査結果

業種又は施設	検査実施事業場数	基準超過事業場数	基準超過項目
畜産農業	6	1	pH
野菜果実の保存食料品製造業	7	0	—
飲料製造業	3	1	BOD, SS
動植物油脂製造業	2	0	—
表面処理施設	16	0	—
電気めっき施設	12	2	BOD, Cu
し尿処理施設	9	1	BOD
下水道終末処理施設	5	0	—
その他	18	2	pH, SS
計	78	7	

また、酒田共同火力発電所に係る公害防止協定の遵守状況を確認するため、排水のpH、COD、浮遊物質量、ふっ素及びその化合物、ノルマルヘキサン抽出物質含有量の5項目について年2回の分析を行った。結果は、全て公害防止協定値を遵守していた。

(5) 廃棄物関係の検査

ア 産業廃棄物採取検査及び放流水等の検査

産業廃棄物最終処分場及び排出事業者の監視指導を目的として、最終処分場に搬入された産業廃棄物及び排出事業者に保管されている産業廃棄物の採取検査、最終処分場の放流水及び浸透水の水質検査を行っている。令和3年度の結果は表5のとおりである。

表5 令和3年度採取検査及び放流水等検査結果

区分	施設	検体数	基準超過検体数	基準超過項目	
採取検査	最終処分場	9	1	Pb	
	排出事業者	15	4	Pb	
	計	24	5		
放流水等検査	最終処分場	埋立中	32	0	—
		埋立終了	13	0	—
	計	45	0		

## イ 不法投棄関連調査

県内の廃棄物の不法投棄箇所のうち4か所について、浸出水の流出先となる水路等の水質検査を行った。結果はいずれも環境基準値未満であった。

## (6) 酸性雨モニタリング（陸水）調査

（環境省委託事業）

酸性雨による陸水生態系への中長期的な影響を把握することを目的とした、環境省の「酸性雨モニタリング事業」の調査を、戸沢村の今神御池で行っている（概要は表6のとおり）。

表6 酸性雨モニタリング（陸水）調査の概要

調査時期	年4回【春期（5～6月）、夏期（7月）、秋期（9月）、冬期（11月）】
調査地点	今神御池 湖心 水質（表層、底層）
調査項目	水温、pH、EC、アルカリ度（pH4.8）、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、プランクトン、透明度、外観（湖水色、試料水色）、COD、 $\text{PO}_4^{3-}$ 、溶存態全Al、クロロフィルa、DO ※透明度は表層のみ 溶存態全Al、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ は年に1回

令和3年度の結果は、表層のpHが6.07～6.86（平均6.46）で、過去10年間のデータと比較して変動の範囲内であり、全体として酸性雨の明確な影響は確認されなかった。

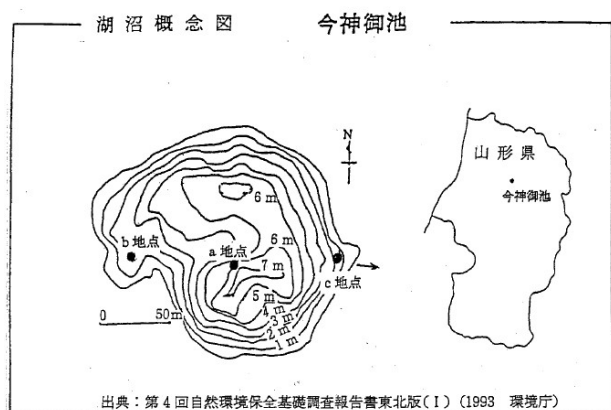


図1 今神御池の概要



図2 試料採取状況

## 4 環境化学部

ダイオキシン類対策特別措置法に基づく環境監視及び事業場の排ガス測定、放射性物質測定や化学物質の実態調査を主な業務としている。

### (1) ダイオキシン類対策推進事業

#### ア 環境中ダイオキシン類調査

大気、水質、土壌等の環境中のダイオキシン類の濃度を把握するため、調査を行った。令和3年度の結果は表1のとおり、全て環境基準を達成した。

なお、試料の採取は、大気についてはセンターが、その他は総合支庁が行っている。

表1 環境調査の件数と環境基準達成率

調査区分	大気	水質	底質	地下水	土壌	計
地点数	3	9	9	1	6	28
検体数	6	9	9	1	6	31
達成率(%)	100	100	100	100	100	100

注) 環境基準達成は、大気2回/年の平均値、水質1回/年又は2回/年の平均値、その他1回/年で評価している。

#### イ ダイオキシン類発生源検査

廃棄物焼却施設等における維持管理基準等の遵守状況を把握するため、検査を行っている。令和3年度の結果は表2のとおり、排出ガス3検体、ばいじん2検体で排出基準を超過した。

産業廃棄物最終処分場の放流水では、全て基準を遵守した。

なお、試料の採取は、排出ガスについてはセンターが、その他は総合支庁が行っている。

表2 発生源検査の件数

管轄総合支庁	排ガス(廃棄物焼却炉)	ばいじん(廃棄物焼却炉)	最終処分場放流水	計
村山	5	2	3	10
最上	2			2
置賜	3	1	3	7
庄内	4		1	5
計	14	3	7	24

### (2) 有機フッ素化合物存在状況調査

令和3年度から、県内の公共用水域及び地下水

におけるPFOS及びPFOAの実態調査を行っている。令和3年度の調査件数は表3のとおりであり、指針値を超過した地点はなかった。

表3 PFOS及びPFOAの調査件数

管轄総合支庁	河川	地下水	計
村山	2	1	3
最上	2	1	3
置賜	2	1	3
庄内	2	4	6
計	8	7	15

### (3) 化学物質環境実態調査(環境省委託事業)

平成14年度から環境省の「化学物質環境実態調査」を受託し、モニタリング調査では、最上川河口において河川水及び底質の試料採取等を行っている。また、平成28年度から、センターにおいて大気試料の採取を行っている。

詳細環境調査では、最上川基点橋地点の河川水のテトラメチルアンモニウム=ヒドロキシド、トリオクチルアミンの分析を行った。

調査結果は、「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」の優先評価化学物質のリスク評価等を行うための資料となる。

### (4) 放射性物質調査

廃棄物等の放射性物質濃度を測定した結果は表4のとおり全て基準を下回った。

なお、これまで環境中の河川水、底質及び土壌の測定を行ってきたが、測定値は低い値で安定していたため、令和2年度で測定調査を終了した。

表4 放射性物質濃度測定結果

試料	測定件数	基準超過件数	基準値等*1
県外廃棄物*2	16	0	埋立 4,000 Bq/kg 焼却 200 Bq/kg
処分場放流水等	24	0	$^{134}\text{Cs}/60 + ^{137}\text{Cs}/90 \leq 1$
廃棄物焼却施設排ガス	3	0	$^{134}\text{Cs}/20 + ^{137}\text{Cs}/30 \leq 1$
計	43	0	

注) \*1:  $^{134}\text{Cs}$  と  $^{137}\text{Cs}$  の合計 \*2: 県独自基準



**(5) 環境放射能水準調査**（原子力規制庁委託事業）

原子力規制庁の委託業務として全国で実施している環境放射能水準調査について、県衛生研究所と業務を分担し、空間放射線量率調査及び土壌の核種分析調査を行った。

### Ⅲ 各分野の調査研究・事業報告

# 1 令和3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
64団体	延べ1,645人	80地点	47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	61地点	7地点	5地点	1地点	6地点	80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3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 摩耶山 (中小山岳) 鶴岡市

#### (1) 植物相

今回の調査では、維管束植物を96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

イワヒバ (VU)、クモノスシダ (VU)、カラクサシダ (VU)、コシノカンアオイ (NT)、チャボゼキショウ (VU)、ヤマスカシユリ (VU)、ヒメサユリ (VU)、コアニチドリ (EN)、ヒメシャガ (NT)、シロウマアサツキ (VU)、キンチャクスゲ (CR)、ガッサントリカブト (VU)、ヤシヤビシヤク (VU)

#### (2) 動物 (昆虫) 相

今回の調査では、昆虫類を76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

トゲアリ (NT)

### (3) まとめ

#### ○植物相について

摩耶山は標高1000m程度の山でありながら、高山的な植物や岩場の植物、多雪地に特有の植物が見られることが特徴である。学術調査以降総合的な調査はされていないが、多くの絶滅危惧種・希少種を確認することができた。これは景勝地等に指定されていることや、地域の方々が継続して管理・保護されているからであろうと思われる。ただ、地球温暖化などの気候変動やシカの侵入による食害、希少種の盗掘などによる環境の悪化が懸念される今日、今後とも地域の方々への情報提供と監視の目が必要となり、モニタリング調査を継続していく必要がある。

#### ○動物（昆虫）相について

植物相同様、長い期間調査されていないが、今回の調査により昆虫類 76 種を確認することができ、森林を主として多くの自然環境が維持・保全されていることの表れであろうと思われる。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。

## 2 立谷沢川湖沼群（湿源・湿地） 庄内町

### (1) 植物相

確認された維管束植物は 286 種である。

今回、ヒメミクリ、イトモ、ミズチドリ、ツレサギソウ、ヤマアゼスゲ、イヌニガクサ等を確認することができなかった。新たに、キキョウ、ノダイオウ、ヤマトアオダモが確認されている。

○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

サギソウ

絶滅危惧 IB 類 EN

マルバオモダカ、サワラン、ミズトンボ、ヤマトアオダモ、キキョウ

絶滅危惧 II 類 VU

ヤチスギラン、トキソウ、サギスゲ、コマツナギ、ノダイオウ、スズサイコ、ヒメタヌキモ、ムラサキミミカキグサ

準絶滅危惧種 NT

アギナシ、カキラン、ナガエミクリ、ミクリ、オニナルコスゲ、イヌタヌキモ、オオミズゴケ

### (2) 動物（昆虫）相

今年度の調査で確認された動物（昆虫）は 111 種である。うち絶滅危惧種は 8 種。

また、池塘内からニホンイモリ（アカハライモリ）サンショウウオ目イモリ科＜準絶滅危惧（NT）＞、モリアオガエル カエル目アオガエル科＜準絶滅危惧（NT）＞の卵塊も確認された。

○確認された絶滅危惧種は以下のとおりである。

絶滅危惧 I B 類 EN

カラカネイトトンボ、マダラナニワトンボ生息数 20 頭以上

絶滅危惧 II 類 VU

マイコアカネ

準絶滅危惧 NT

モートンイトトンボ、ハッチョウトンボ 50 頭以上、ナミゲンゴロウ、ガムシ

### (3) まとめ

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。

## 3 金山風穴（草地・風穴） 南陽市

### (1) 植物相

確認された維管束植物は 166 種である。前回の調査で確認した絶滅危惧種 4 種（ベニバナヤマシャクヤク、ヒナスミレ、ベニバナイチヤクソウ、テイネニガクサ）のうち、今回の調査ではベニバナヤマシャクヤク、テイネニガクサを確認することが出来なかったが、ヤマシャクヤクを含め 3 種の絶滅危惧種、注目すべき種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 IB 類 EN

ヤマシャクヤク

絶滅危惧 II 類 VU

ベニバナイチヤクソウ

### (2) 動物（昆虫）相

今回の調査で確認された動物（昆虫）は 72 種である。絶滅危惧種は 2 種が確認された。

○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

トゲアリ、ウマノオバチ

### (3) まとめ

植物、動物（昆虫）とも、平成 24 年度（2012）調査時と比較して大きな変化はないと考えられる。これは風穴内の気温が低温に保たれていることから判断できる。

当地の風穴の低温現象の仕組みはわかっていないが、今後の気候変動や周辺環境の改変に伴い環境が容易に悪化すると思われることから、モニタリング調査を継続していく必要がある。

## 4 下青沢湖沼群（湖沼・ため池） 酒田市

### (1) 植物相

今回の調査では維管束植物 423 種を確認することができた。

令和3年度（2021）の調査では、19種の絶滅危惧種を確認した。

なお、今回の調査ではマツカサススキ、ミズニラ、キクモ、ミクリ、オニナルコスゲについては確認することができなかった。

○確認できた県絶滅危惧種

絶滅危惧ⅠA類 CR

エゾスズラン、イイヌママカゴ、フモトスマイレ

絶滅危惧ⅠB類 EN

ヤナギヌカボ、ヤマトアオダモ、ウメモドキ

絶滅危惧Ⅱ類 VU

タチモ、スズサイコ、マルバノサワトウガラシ、ムラサキニガナ

準絶滅危惧 NT

クロモ、ホッスモ、ナガエミクリ、アケボノソウ、イヌタヌキモ

(2)-1 動物（昆虫等）相

今回の調査では、昆虫類 119 種、魚類 2 種 両生類 3 種 計 124 種を確認することができた。うち、4 種が絶滅危惧種である。

絶滅危惧種Ⅱ類 VU

オオイチモンジシマゲンゴロウ

準絶滅危惧 NT

ヒメミズカマキリ、ナミゲンゴロウ、ガムシ

(2)-2 動物（魚類等）相

準絶滅危惧 NT

ニホンイモリ（アカハライモリ）、ツチガエル、モリアオガエル

(3) まとめ

①植物相

今回実施した調査では、これまでの調査において生育を確認された絶滅危惧種のほとんどを確認することができた。これらの種はため池等とその周辺に近接する場所で生育していることから、除草やため池等の改修といった人為的作用により生育環境が改変された場合、生育地が損なわれる可能性がある。また、ため池の放棄等が進んでおり、ため池に水が溜まらなくなると、水生植物が絶滅する可能性が高い。

当該調査箇所にてため池等が多く、安定したスギ林が多いことから湿度が高く保たれ、ラン科植物の良好な生育環境であるが、前回の調査に比べて群落数、個体数を減らしている。その原因の一つが園芸採取による盗掘であると思われる。

これらのことから、当該地域に生育する種やその生育環境を守っていくには、現状程度の管理により生育地周辺の農地が引き続き維持される必要があるとともに、周辺環境を含めたモニタリングを定期的に続けていく必要がある。

②動物（昆虫、魚類等）相

今回実施した調査において、これまで行われた調査で確認された種のほとんどを確認することが



できた。ゲンゴロウ類に関しては、以前の調査よりもかなり多くの生息地点と個体数を確認できた。以前と比較して生息環境に大きな変化は無いと感じられるが、数多く確認できた要因としては、ゲンゴロウトラップのより強力な誘因性によるものと思われる。しかし一方、生息するため池等の数が減っていることが分かった。ため池等が減っている理由として、周辺環境の変化が挙げられ、インフラの整備に伴い、ため池等の利用が減り形質が変更され消失したケースやため池等の施設老朽化や代替施設（用水路等）の新設に伴い消失したケースである。外来種（ブラックバス・ウシガエル・アメリカザリガニ）の持ち込み・侵入により生息環境の悪化が懸念されたが、ほとんどその影響はなく以前のままでの環境が保全されている様子だった。ただ以前の調査で確認されていたタイコウチ（絶滅危惧Ⅱ類）が今回は確認できなかった。以前は県内に広く生息していたが、急激に減少しており約 10 年前から記録が途絶え絶滅が心配される種のため、かなり意識して調査を行ったが発見には至らなかった。

外来種の侵入など今後も懸念されることはあるが、今回比較的良好な自然環境を保っていたため池等を今後も保全していくために、ため池等管理者や関係者、地域の方々にもっとその生育・生息環境に興味を持っていただき保全することへの理解を深めていく必要が感じられた。

### 3 令和3年度蔵王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。

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」を用いた調査を、平成28年度から実施している。

令和3年度は前年度に引き続き「蔵王山系」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探った。

#### 2 方法

上記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

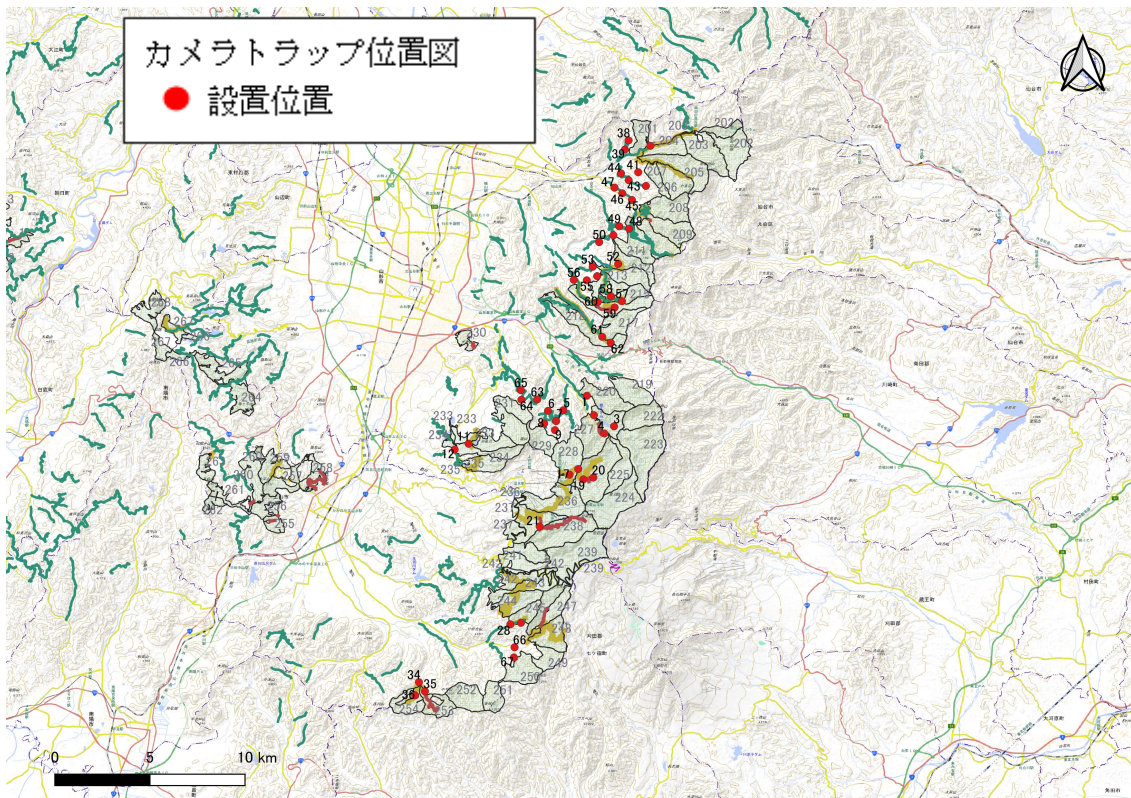


図1 カメラトラップ設置位置（令和3年度設置位置）

#### 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 51 箇所 (台)

○調査期間 令和2年7月12日～10月29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	R3.7.12	—	R3.8.1
2	R3.8.11	—	R3.8.22
3	R3.8.31	—	R3.9.12
4	R3.9.22	—	R3.10.3
5	R3.10.12	—	R3.10.24

○調査スケジュール

表2 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																									■	■	■									

## 5 結果

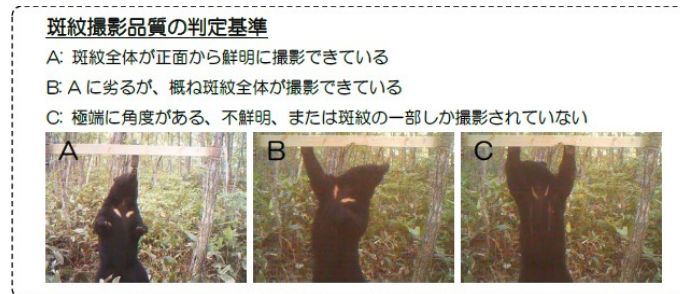
### (1) 撮影結果

5セッションのうち、クマが撮影された数は2,500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」という考え方を用了。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。

5セッション中に整理したイベント数は444確認された。

### (2) 個体識別結果

撮影数2,500回（イベント数444）、撮影品質A及びBランクの294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83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、推定結果は(表4)のとおり。

生息密度0.806頭/km<sup>2</sup>、推定生息数551頭(生息可能区域684.2km<sup>2</sup>)となった。

表3 収束判定

	sigma		lam0		beta		psi		N	
	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
蔵王山系	-1.132	618.436	0.982	644.540	-0.286	621.632	-0.133	800.000	-0.093	800.000

表4 生息密度、生息推定頭数

	生息密度(頭/km <sup>2</sup> )		生息可能区域(km <sup>2</sup> )	推定生息数(頭)	
	中央値	95%信用区間		中央値	95%信用区間
算出値	0.8061	(0.7102-0.8520)	684.2	551.53	(485.91-582.93)

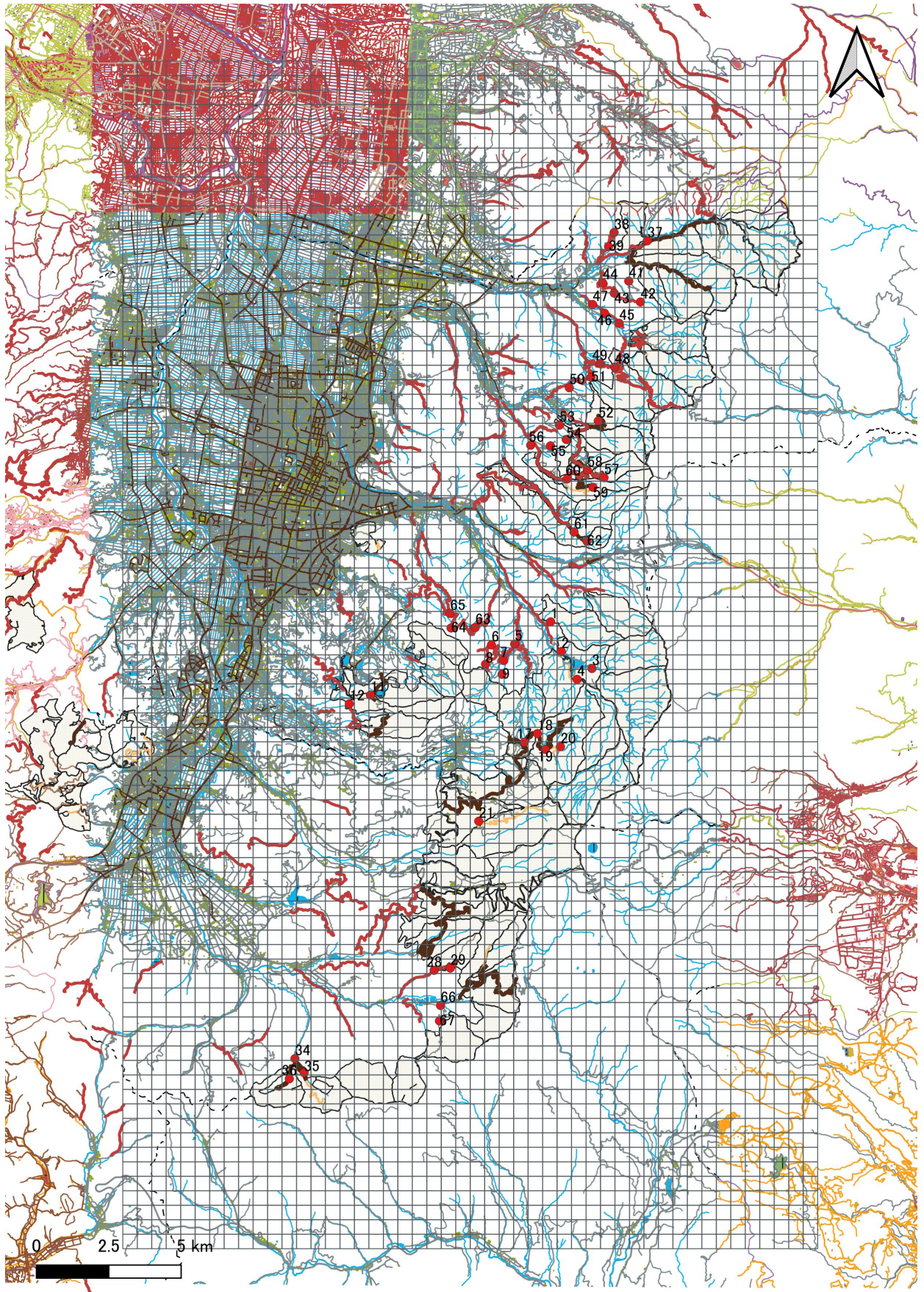


图 2 行動圏中心候補区域

## 4 令和3年度ブナ・ナラ豊凶調査結果

(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（直径1㎡の円状のネット）を5～10箇所設置し、豊凶予測及び結果の判定を行う。

ブナの豊凶予測は、6月末時点の雄花の数を調査し、その数から雌花数を推定する。また、ブナ・ナラ豊凶結果は、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3年の豊凶予測は、調査地15箇所のうち豊作が1箇所、並作が5箇所、凶作が9箇所であった（図1）。

#### イ ブナ・ナラ豊凶結果

##### (ア) ブナ

調査地16箇所のうち豊作が2箇所、並作が2箇所、凶作が12箇所であった（図2）。

##### (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5箇所、並作が1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2箇所、凶作が4箇所であった（図4）。

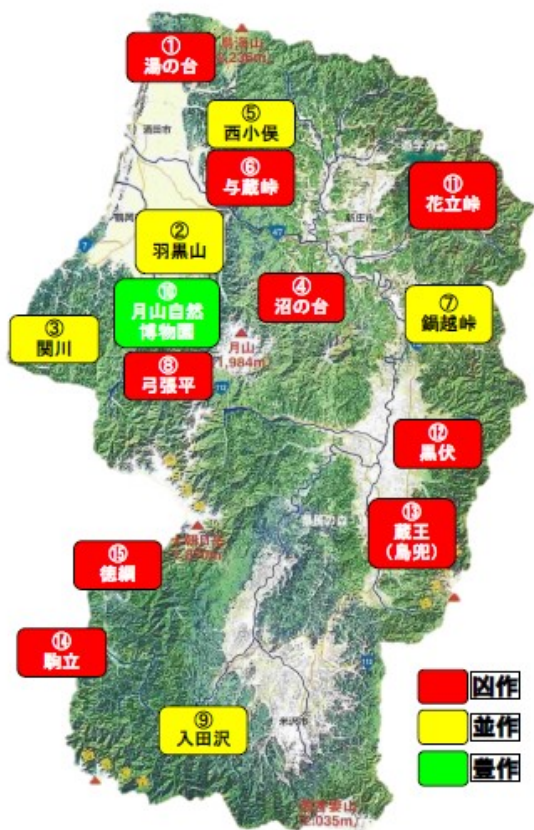


図1 ブナ豊凶予測結果

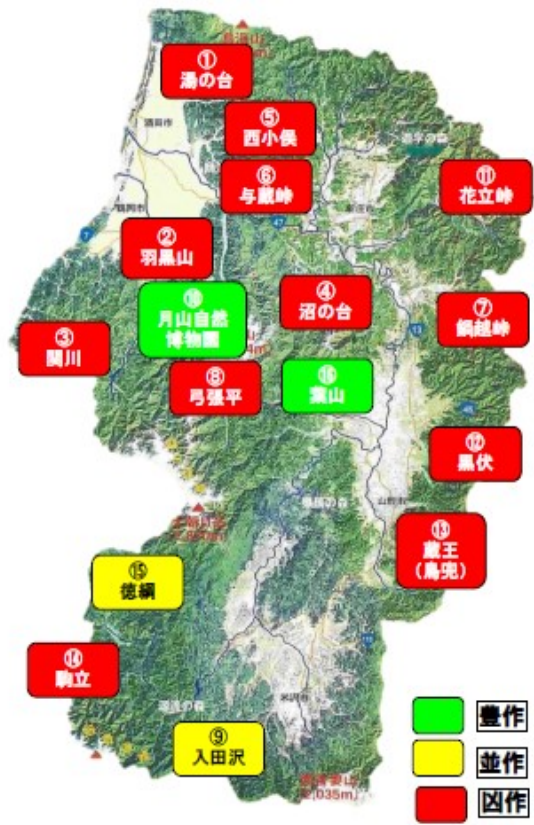


図2 ブナ豊凶結果

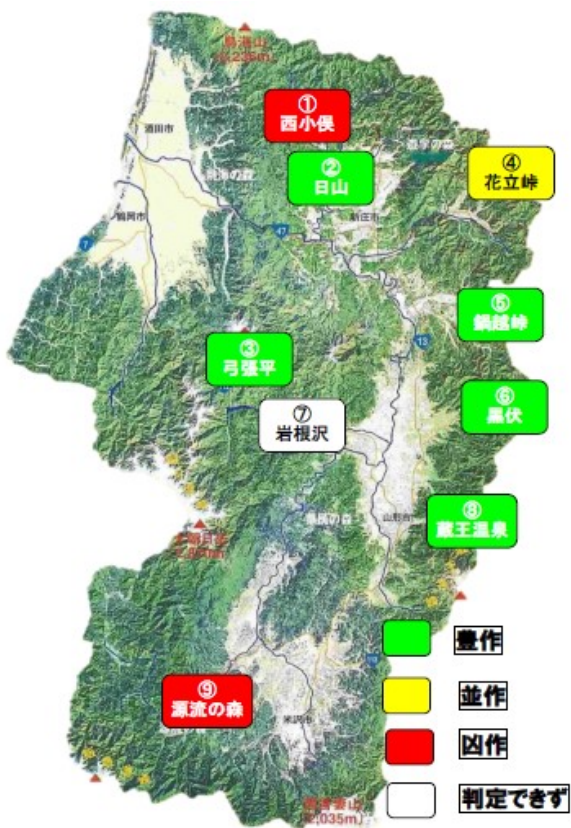


図3 ミズナラ豊凶結果

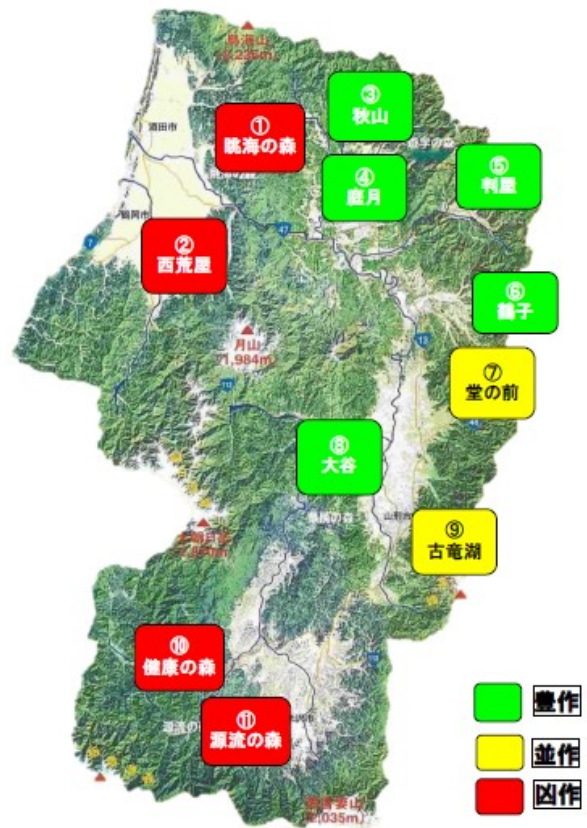


図4 コナラ豊凶結果

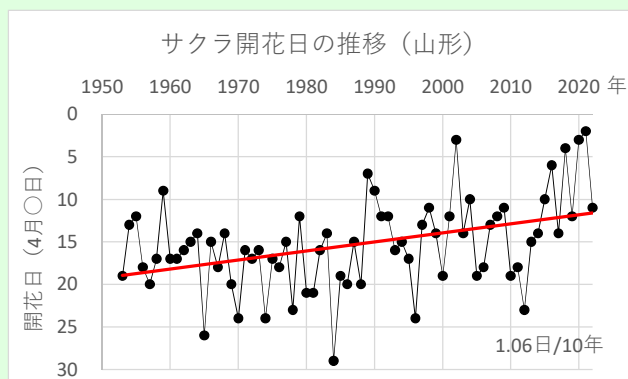
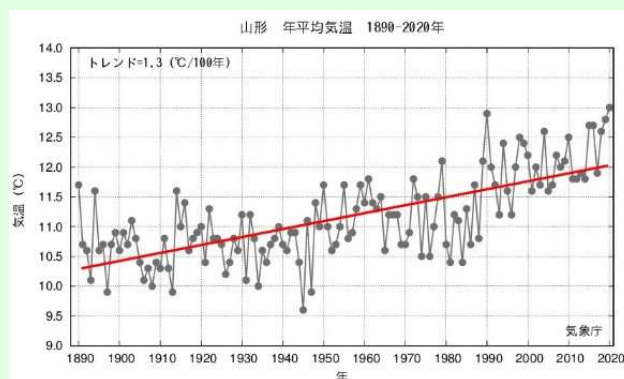
## 【コラム】 気候変動と生物季節

年々気温が上昇（地球温暖化）していると言われますが、1年ごとに見れば暖かい年もあれば比較的寒い年もあります。それでも長期的な気温の変化を見れば、山形市では100年で約1.3℃の気温の上昇が確認できます。

気温の上昇に伴って身近な植物にも変化が生じており、桜の開花日が少しずつ早まっています。しかし、桜の開花も気温の変化と同じように、その年の春の気温によって早かったり遅かったりします。そこで、桜の開花日も、気温と同じように長期的な変化をグラフ化してみると、どうでしょうか。山形では10年で1日ずつ早まっていることが確認できます。

山形県では、以前から地元紙で県内各地の桜の開花状況が公開されています。気候変動適応センターでは、過去の記事をもとに、県全域で開花日がどのように変化してきているのか、地域によって違いはあるかを調査し、身近な植物の変化を通して気候変動の影響を感じてもらおう取組みを進めています。

気候変動は、植物の成長へ変化を与え、農業や水産業、さらには県民の食生活にも影響していきます。県民一人ひとりが気候変動の「影響」を理解し、「適応」していくことが今後ますます必要になっていきます。





## 5 令和3年度環境大気常時監視測定結果

(大気環境部)

### 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 <sup>3</sup> 以下であり、かつ、1時間値が0.20 mg/m <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> 以下であり、かつ、1日平均値が35μg/m <sup>3</sup> 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3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0.002～0.011ppm、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 (日)	測定時間 (時間)	年平均値 (ppm)	1時間値が0.1 ppmを超えた時間数とその割合		日平均値が0.04 ppmを超えた日数とその割合		1時間値の最高値 (ppm)	日平均値の2%除外値 (ppm)	日平均値が0.04 ppmを超えた日が2日以上連続したことの有無 (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)	(%)	(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/m<sup>3</sup>～0.186mg/m<sup>3</sup>、日平均値の2%除外値は0.018mg/m<sup>3</sup>～0.023mg/m<sup>3</sup>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 (日)	測定時間 (時間)	年平均値 (mg/m <sup>3</sup> )	1時間値が0.20 mg/m <sup>3</sup> を超えた時間数とその割合		日平均値が0.10 mg/m <sup>3</sup> を超えた日数とその割合		1時間値の最高値 (mg/m <sup>3</sup> )	日平均値の2%除外値 (mg/m <sup>3</sup> )	日平均値が0.10mg/m <sup>3</sup> を超えた日が2日以上連続したことの有無 (有×・無○)	環境基準の長期的評価による日平均値が0.10 mg/m <sup>3</sup> を超えた日数 (日)
							(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/m<sup>3</sup>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/m<sup>3</sup>を超えた日数である。ただし、日平均値が0.10mg/m<sup>3</sup>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測定局のうち余目局では、機器の故障により長期的評価に必要な有効測定日数（250日）に満たず、評価ができなかった。他9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0.008ppm～0.017ppm、自排局では0.024ppm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	村山樋岡笛田	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0.076ppm～0.092ppm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10日～38日で酒田若浜局が最も多かった。（全国環境基準達成率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	村山樋岡笛田	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 $4.7 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 7.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $13.6 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 20.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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0.43ppmC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47日(13.1%)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、評価不能となった余目局の二酸化窒素を除き、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。

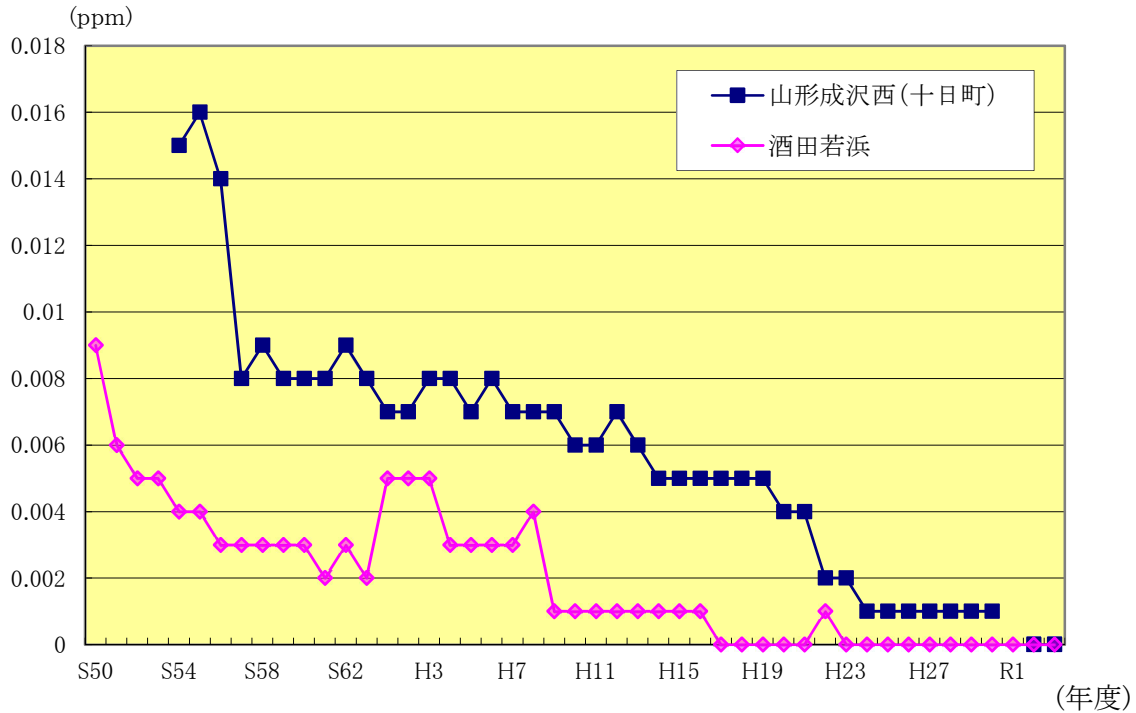
## 2 大気汚染の経年変化

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<sup>注1)</sup><sup>注2)</sup>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

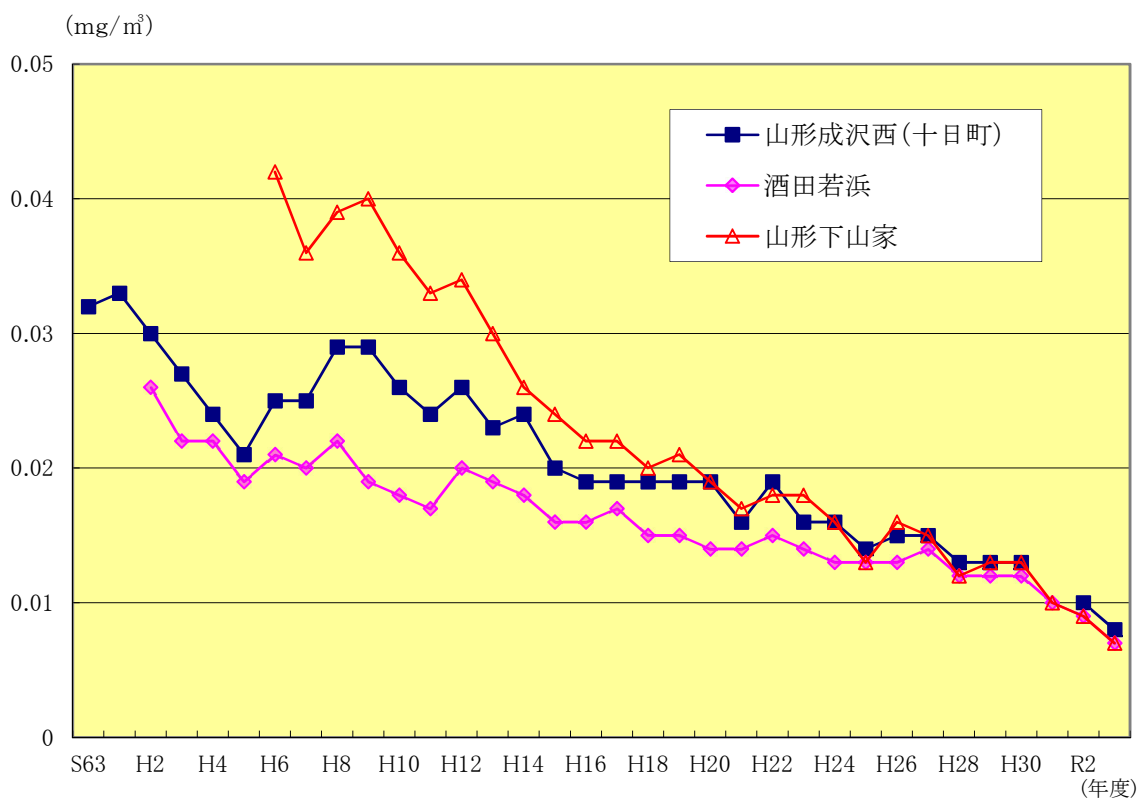
年度	S61	S62	S63	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8
山形十日町	0.008	0.009	0.008	0.007	0.007	0.008	0.008	0.007	0.008	0.007	0.007
酒田若浜	0.002	0.003	0.002	0.005	0.005	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004

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	0.000	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/m<sup>3</sup>)

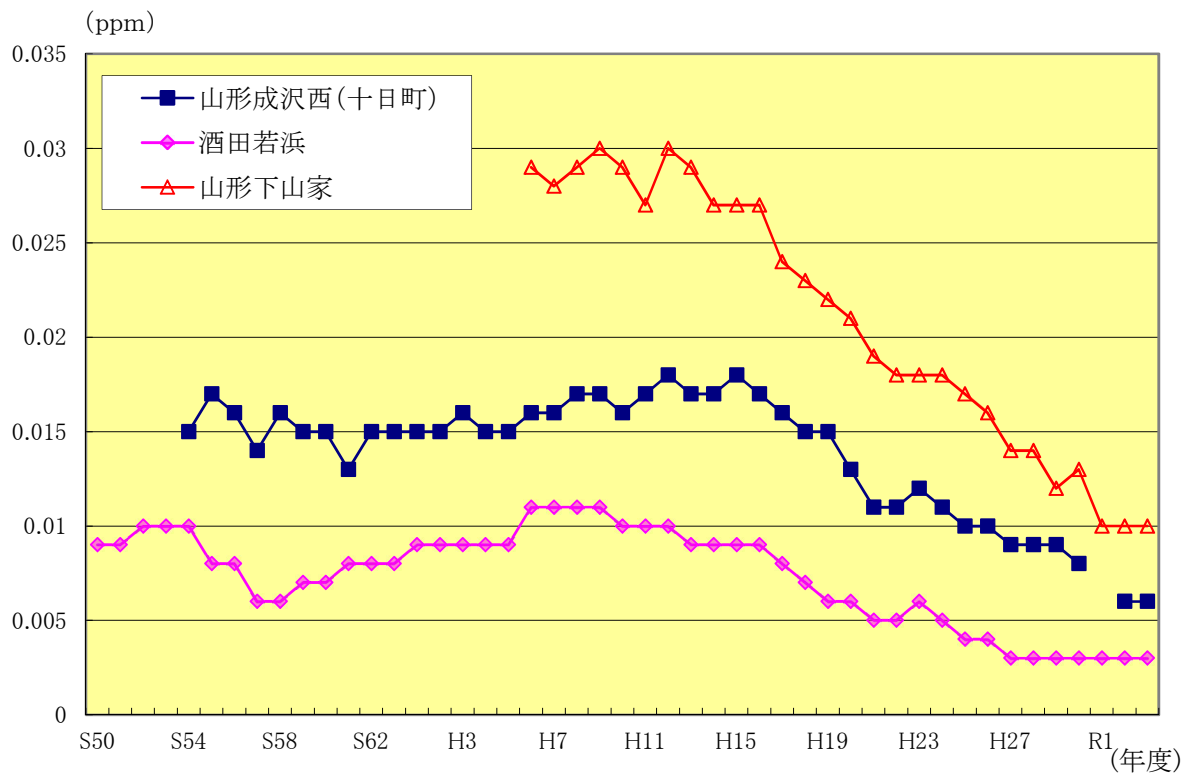
年度	S63	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10
山形十日町	0.032	0.033	0.030	0.027	0.024	0.021	0.025	0.025	0.029	0.029	0.026
酒田若浜	—	—	0.026	0.022	0.022	0.019	0.021	0.020	0.022	0.019	0.018
山形下山家	—	—	—	—	—	—	0.042	0.036	0.039	0.040	0.036

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

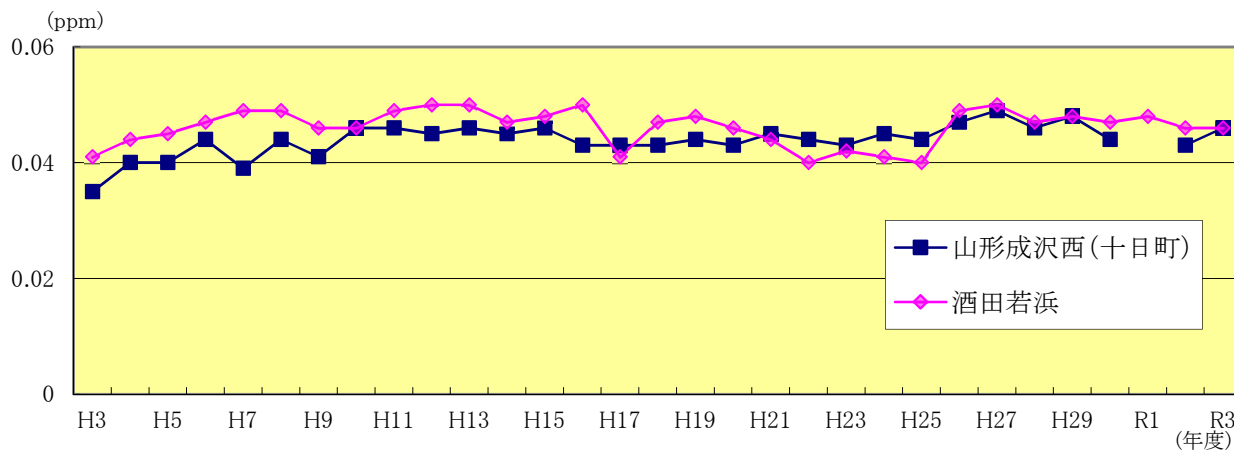
年度	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19
山形十日町	0.017	0.016	0.017	0.018	0.017	0.017	0.018	0.017	0.016	0.015	0.015
酒田若浜	0.011	0.010	0.010	0.010	0.009	0.009	0.009	0.009	0.008	0.007	0.006
山形下山家	0.030	0.029	0.027	0.030	0.029	0.027	0.027	0.027	0.024	0.023	0.022

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)

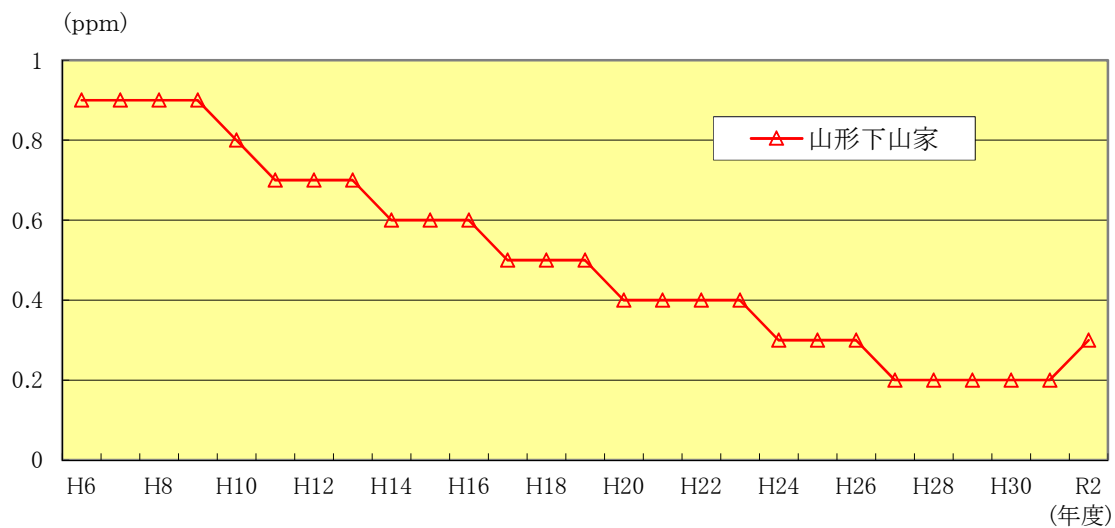
年度	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
山形十日町	0.035	0.040	0.040	0.044	0.039	0.044	0.041	0.046	0.046	0.045
酒田若浜	0.041	0.044	0.045	0.047	0.049	0.049	0.046	0.046	0.049	0.050

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



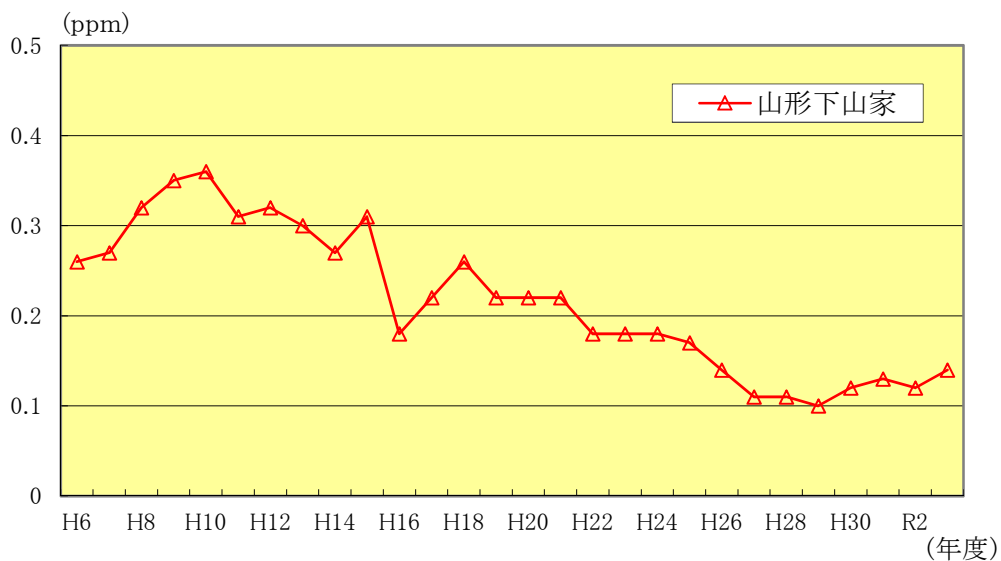
(単位: ppm)

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



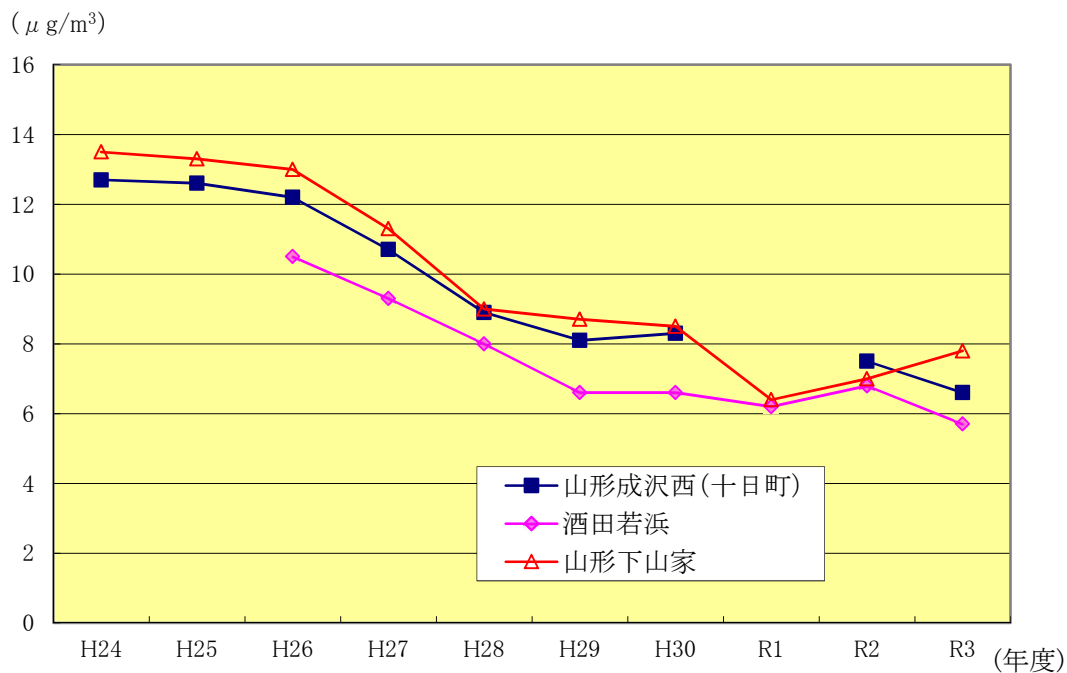
(単位: ppm)

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3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
村山楯岡笛田	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
酒田若浜	酒田市若浜町1-40	酒田農業技術普及課庁舎敷地内

### 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2年11月2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、夏季は採取期間が異なる。

表2 PM2.5成分分析調査期間

	村山楯岡笛田	酒田若浜
春季	令和3年5月13日～5月26日	令和3年5月13日～5月26日
夏季	令和3年7月22日～8月4日	令和3年7月27日～29日、31日～8月6日、11日～14日
秋季	令和3年10月21日～11月3日	令和3年10月21日～11月3日
冬季	令和4年1月21日～2月3日	令和4年1月21日～2月3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 <sub>2</sub> 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 <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 、硝酸イオンNO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、塩化物イオンCl <sup>-</sup> 、ナトリウムイオンNa <sup>+</sup> 、カリウムイオンK <sup>+</sup> 、カルシウムイオンCa <sup>2+</sup> 、マグネシウムイオンMg <sup>2+</sup> 、アンモニウムイオンNH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ：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。

質量濃度の平均値は村山楯岡笛田で6.4 µg/m<sup>3</sup>、酒田若浜で4.9 µg/m<sup>3</sup>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。

村山と酒田を地点別に比較すると、炭素成分濃度及びイオン成分濃度は酒田が村山を下回る傾向にあるが、無機元素成分濃度の地点間の差は少なかった。季節別で比較すると、どちらの地点も春・冬季にイオン成分濃度が炭素成分濃度よりも高くなり、夏・秋季に炭素成分濃度がイオン成分濃度よりも高くなる傾向にあった。

表4 PM2.5成分分析測定結果

(単位：μg/m<sup>3</sup>)

区分		質量濃度	炭素成分	イオン成分	無機元素成分
村山 楯岡笛田	春季	5.6	2.4(43%)	2.4(44%)	0.34(6%)
	夏季	8.6	3.5(41%)	2.5(29%)	欠測(-%)
	秋季	6.1	2.8(46%)	1.9(31%)	0.20(3%)
	冬季	5.2	1.6(31%)	2.9(56%)	0.17(3%)
	年間	6.4	2.6(40%)	2.4(38%)	0.24(4%)
酒田若浜	春季	5.7	1.9(33%)	3.1(54%)	0.36(6%)
	夏季	5.5	2.5(45%)	1.7(30%)	0.15(3%)
	秋季	4.6	1.9(41%)	1.9(41%)	0.22(5%)
	冬季	3.9	1.0(26%)	2.4(63%)	0.20(5%)
	年間	4.9	1.8(37%)	2.3(46%)	0.23(5%)

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。

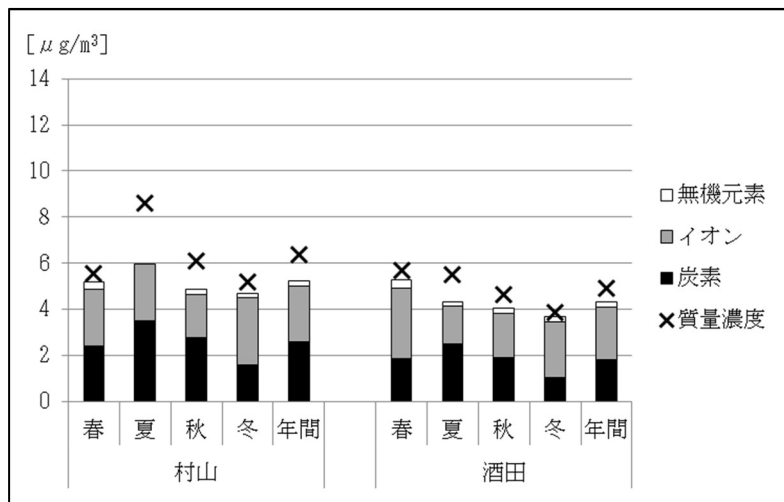


図1 PM2.5の季節別成分濃度

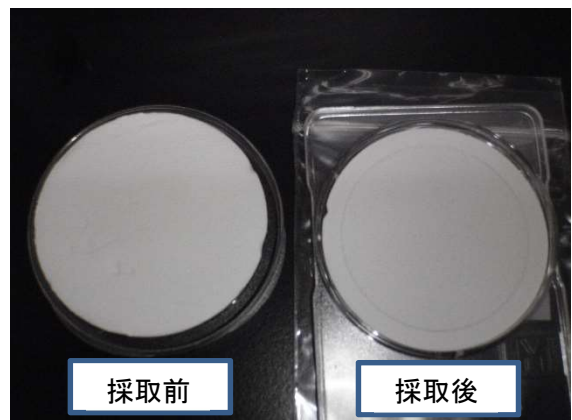


図2 PM2.5試料採取中の様子（左）と試料採取前後の石英ろ紙（右）

## 7 県内の光化学オキシダント実態調査結果

(大気環境部)

### 1 はじめに

光化学オキシダント(Ox)は全国的に濃度が上昇傾向にあり、高濃度のOxは人への健康被害や植物・農作物への生育被害が懸念されることから、Ox濃度の低減は重要な課題である。

本研究では、想定される地域的なOx前駆物質の発生源周辺でOx濃度等を測定し、Ox濃度上昇における地域的要因の解明を行うことを目的とした。また、Ox高濃度時の要因を解明し、高精度なOx濃度予測手法の開発を目指した。この結果は、Ox濃度上昇の地域的要因に対する効果的な低減対策や、高濃度時の速やかな注意報発令の対応につながることを期待できる。

### 2 調査の内容

- (1) Oxの主要成分であるオゾン(O<sub>3</sub>)や前駆物質である窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)等の測定を、置賜地域(6～10地点)において、1週間～1か月の頻度で実施し、地域の平均的な濃度分布を調査した。
- (2) Oxの前駆物質である揮発性有機化合物(VOC)を置賜地域(市街地、工業地帯、山間部)において1か月ごと1週間連続で採取・測定し、地域特性をVOC成分濃度及び成分ごとのOx生成能により評価した。
- (3) Ox高濃度時の気象条件や移流、地域産生の状況を事例別に整理して高濃度要因を究明するとともに、気象や自動測定器データに地域特性を加味したOx濃度予測モデルの構築と評価を実施した。

### 3 結果と考察

- (1) NO<sub>x</sub>は工場・事業場周辺よりも道路沿道周辺で濃度が高い傾向があり、自動車排ガスの影響が大きく、またNO<sub>x</sub>濃度が低い地点ではO<sub>3</sub>濃度が高くなる傾向が見られ、NOタイトレーション効果(NOによるO<sub>3</sub>濃度減少作用)の低下が示された。
- (2) VOCは、市街地周辺ではアルカン類、工場周辺では芳香族化合物類の濃度が高く、地域発生源の影響が大きいことが明らかとなった。また、夏季は植物由来物質の濃度が顕著に上昇していた。植物由来VOCが高濃度時はO<sub>3</sub>濃度の低下が見られ、植物由来VOCによるO<sub>3</sub>の分解の影響が示唆された。
- (3) 過去10年分の大気常時監視測定データと気象状況の相関を解析したところ、Ox濃度は気温、湿度、日内気温差及びSPMと特に高い相関が認められた。またOx高濃度時の気団の流れを解析したところ、過去6年間の全41事例のうち、34事例が新潟県佐渡近辺、6事例が福島県を通過して汚染物質が流入していたことが分かった。以上の知見をもとにOx濃度と相関が高いデータを用いて重回帰分析を行うことで、県内各地点におけるOx日最高値の予測モデルを作成した。春の高濃度期に予測モデルを検証したところ、平均誤差8.9%の精度でのOx日最高値の予測が可能となった。



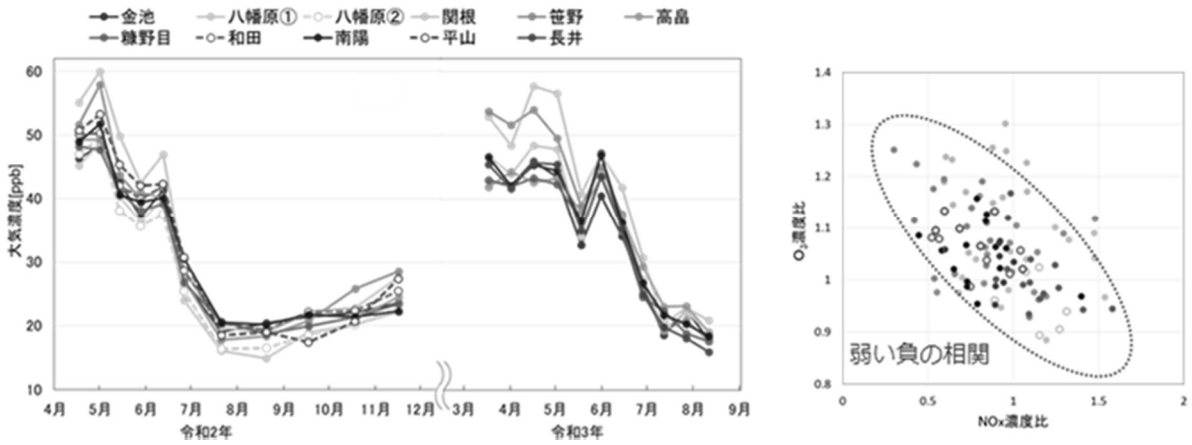


図1 O<sub>3</sub>濃度測定結果の推移(左)と米沢市金池におけるO<sub>3</sub>及びNO<sub>x</sub>濃度比の相関(右)

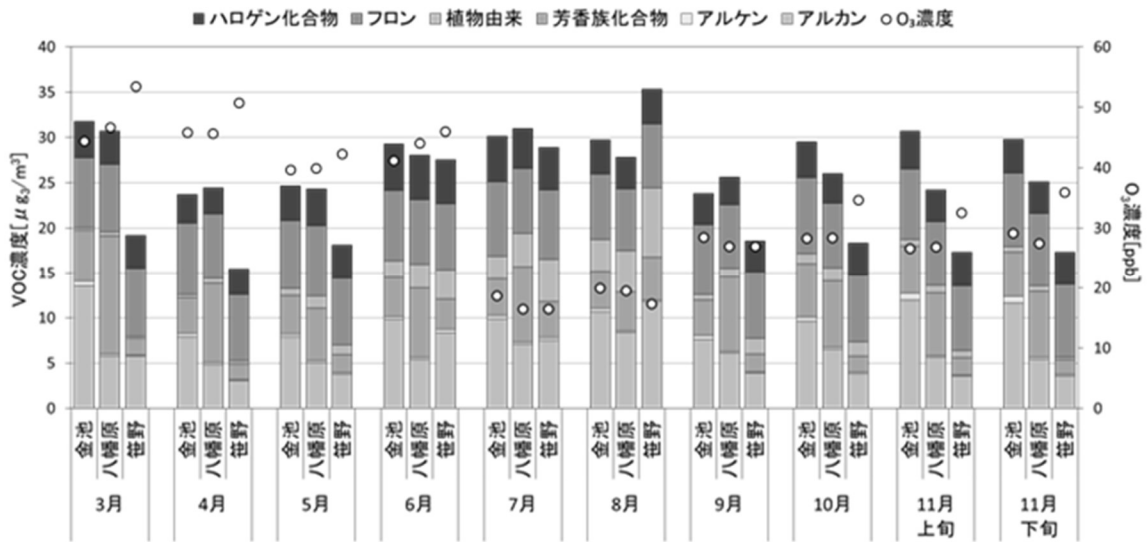


図2 令和3年の地域別VOC濃度測定結果

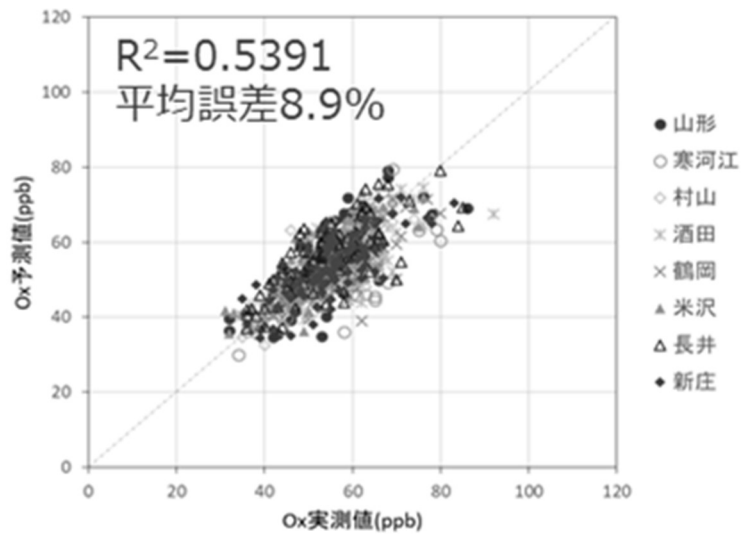


図3 O<sub>3</sub>日最高値と実測値との比較 (令和3年春)

## 8 令和3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3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3年度測定結果

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

対象物質	測定地点の年平均値		環境基準値
	酒田市若浜	天童市荒谷	
ベンゼン	0.52	0.77	3
トリクロロエチレン	0.027	0.29	130
テトラクロロエチレン	0.030	0.034	200
ジクロロメタン	0.55	0.80	150
塩化メチル	1.4	1.4	(94)
塩化ビニルモノマー	0.0070	0.0072	(10)
クロロホルム	0.15	0.17	(18)
1,2-ジクロロエタン	0.11	0.11	(1.6)
1,3-ブタジエン	0.031	0.069	(2.5)
アクリロニトリル	0.015	0.025	(2)
アセトアルデヒド	0.76		(120)
水銀及びその化合物	1.5		(40)
ニッケル化合物	0.52		(25)
ヒ素及びその化合物	0.70		(6)
マンガン及びその化合物	7.4		(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))

## 9 令和3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、村山市 (平成27年度から) 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5.09 (4.80~6.11) <sup>(注-1)</sup> であった。全国平均値は4.96 (4.68~5.24) <sup>(注-2)</sup> 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、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{nss-SO}_4^{2-}$  <sup>(注-3)</sup> は低い値となり、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{nss-Ca}^{2+}$  <sup>(注-3)</sup> 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) 全国平均値とは、環境省の令和2年度酸性雨調査結果から引用した値であり、範囲は、各地点の年平均値の最低値及び最高値を示した。なお、環境省の酸性雨調査は、本県で行っている調査とは調査期間、捕集方法が異なることから同一条件ではないが、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	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{NO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{Na}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{K}^+$	$\text{nss-SO}_4^{2-}$	$\text{nss-Ca}^{2+}$
		$\mu\text{ S/cm}$	$\mu\text{ eq/L}$									
村山市	5.09	16.6	18.9	11.8	75.6	12.9	66.0	7.9	14.8	2.1	11.0	5.0

### 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。

$\text{H}^+$ 沈着量は $11.3\text{ meq/m}^2/\text{y}$ であり、全国平均値の $22.60\text{ meq/m}^2/\text{y}$  ( $5.62\sim 83.22\text{ meq/m}^2/\text{y}$ ) と比べ低い値を示した。

村山市における主要イオン成分 ( $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{nss-SO}_4^{2-}$ 、 $\text{nss-Ca}^{2+}$ ) について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	$\text{H}^+$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{NO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{Na}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{K}^+$	meq/m <sup>2</sup> /y	
										$\text{nss-SO}_4^{2-}$	$\text{nss-Ca}^{2+}$
村山市	11.3	26.6	16.5	106.1	18.2	92.6	11.1	20.8	2.9	15.4	7.1

## 10 令和3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3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)
	5/26	5/27	5/28	5/29	5/30	5/31	6/1	
地点3	43.5	43.5	43.0	39.1	43.3	42.4	41.3	43
地点5	46.8	44.8	44.3	40.5	44.4	48.8	47.5	46
地点9	44.3	42.1	50.3	48.2	35.6	44.4	51.7	48
地点10	46.7	43.5	49.3	45.7	44.0	45.0	47.8	46
地点A	42.0	39.0	45.4	43.9	38.1	39.6	46.1	43
地点B	41.2	35.8	39.5	36.5	38.7	43.5	43.4	41
地点C	41.2	41.8	42.4	38.7	41.7	41.4	42.2	41
地点D	41.9	42.8	42.7	38.3	41.8	42.5	42.0	42

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。

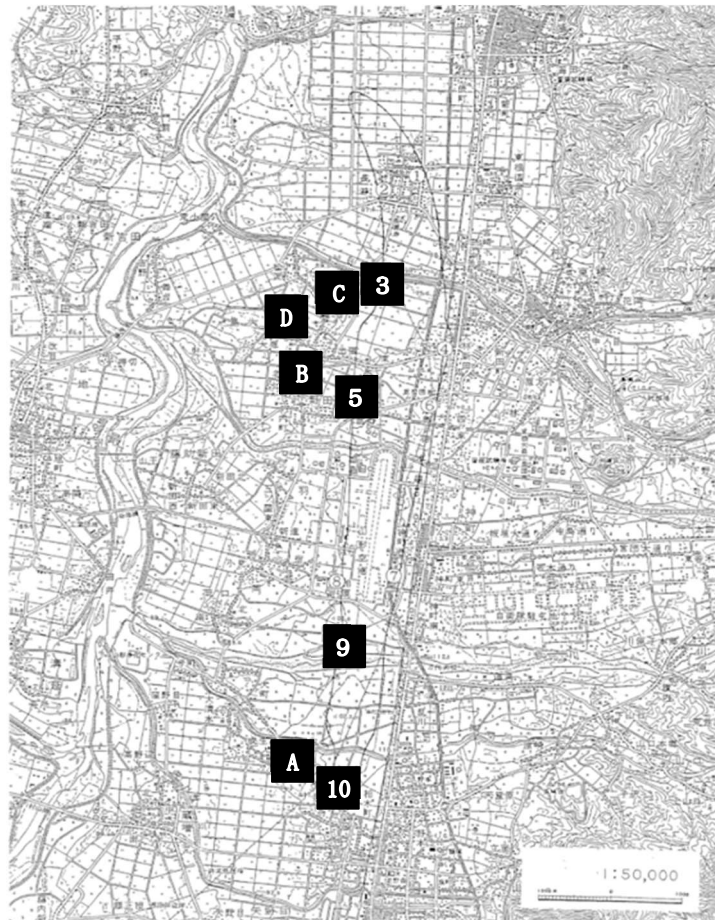


図1 山形空港周辺航空機騒音監視地点

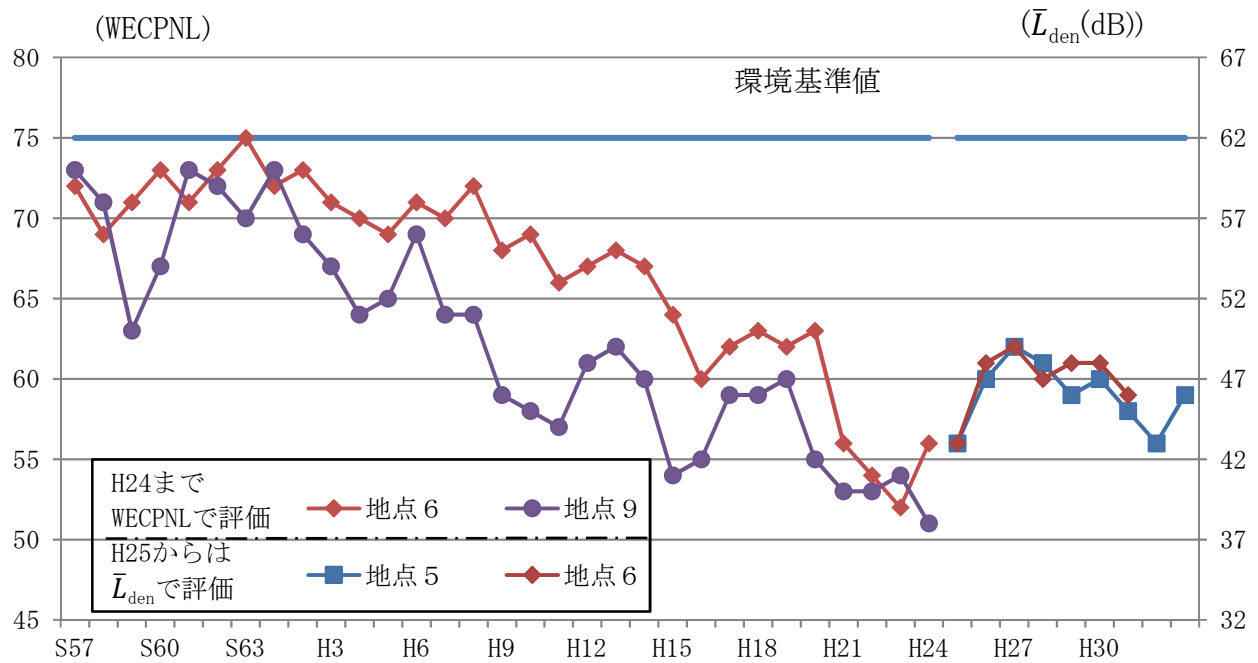


図2 山形空港航空機騒音測定結果の経年変化

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
地点5	43	47	49	48	46	47	45	43	46
地点6	43	48	49	47	48	48	46	-	-

## 【コラム】 PM<sub>2.5</sub>で見る山形県の空気の状況

全都道府県で測定されたPM<sub>2.5</sub>の年間平均値をもとに「空気のきれいな都道府県」をランキングしたところ、山形県は平成28年度から最新のデータがある令和元年度にかけて4年連続1位となっています。

順位	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度
1	長野県 9.3	山形県 8.1	山形県 7.0	山形県 7.3	山形県 5.7
2	北海道 9.4	石川県 8.5	石川県 8.2	北海道 8.0	北海道 6.9
3	山形県 9.7	北海道 8.6	沖縄県 8.3	沖縄県 8.2	石川県 7.2
4	福島県 10.4	長野県 8.8	長野県 8.4	石川県 8.3	長野県 7.3
5	石川県 10.7	福島県 9.0	北海道 8.4	長野県 8.6	福島県 7.4

数字は年平均値(μg/m<sup>3</sup>)

PM<sub>2.5</sub>は、大気中に浮遊している粒子状物質のうち大きさが2.5μm(1μm=1mmの千分の1)以下の非常に小さな粒子(髪の毛の太さの1/30程度)のことで、空気のきれいさの指標となっています。

PM<sub>2.5</sub>の発生については、物の燃焼などによって直接排出されるもの(一次生成)と、環境大気中での化学反応により生成されたもの(二次生成)があります。一次生成粒子の発生源としては、ボイラー、焼却炉、自動車、船舶、航空機などのほか、土壌、海洋、火山など自然由来のものや越境汚染による影響もあります。

また、家庭内でも、喫煙や調理、ストーブなどから発生します。

二次生成粒子は、火力発電所、工場・事業場、自動車等の燃料燃焼によって排出される硫黄酸化物、窒素酸化物や塗料、溶剤の使用時や石油製品取扱施設等から排出される揮発性のガス状物質が、大気中で光やオゾンと反応して生成されます。

なお、PM<sub>2.5</sub>は非常に小さいため、肺の奥深くまで入りやすく、呼吸器系への影響に加え、循環器系への影響が心配されています。



## 11 令和3年度公共用水域水質測定結果

(水環境部)

令和3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）

77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が低い河川及び高い河川

BODが低い河川及び高い河川は、それぞれ表1及び表2のとおりである。BODが高い河川は主に市街地を流れる中小河川である。

表1 BODが低い河川 (単位：mg/L)

令和3年度			令和2年度		
BOD平均値	河川名	地点名	BOD平均値	河川名	地点名
<0.5	鼠ヶ関川	蓬萊橋（鶴岡市）	<0.5	立谷沢川	東雲橋（庄内町）
	玉川	玉川（小国町）		玉川	荒川合流前（小国町）

表2 BODが高い河川 (単位：mg/L)

令和3年度			令和2年度		
BOD平均値	河川名	地点名	BOD平均値	河川名	地点名
12	逆川	逆川橋（山形市）	14	逆川	逆川橋（山形市）
2.8	沼川	最上川合流前（寒河江市）	2.8	新井田川	浜田橋（酒田市）
1.8	升形川	升形橋（新庄市）	2.4	沼川	最上川合流前（寒河江市）



## 12 令和3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っている。

#### (2) 測定項目

測定項目は、表1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である。

表1 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

#### (3) 調査結果

##### ア 概況調査結果

村山、置賜地区及び山形市の13市町38地点で調査を行った。その結果、表2のとおり2市2町の5地点で環境基準値を超過した。

表2 概況調査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	環境基準値
河北町谷地ひな市	クロロエチレン	0.069	0.002以下
	1,2-ジクロロエチレン	0.19	0.04以下
南陽市露橋	砒素	0.030	0.01以下
高島町深沼		0.033	
高島町相森		0.12	
川西町東大塚		0.022	

##### イ 汚染井戸周辺地区調査結果

概況調査により汚染が判明した河北町谷地ひな市地区及び汚染のおそれがあることが確認された高島町船橋地区、並びに過去に汚染が判明している新庄市若葉町地区について、汚染井戸周辺地区調査を実施したところ、表3の地点及び項目で環境基準値を超過した。河北町谷地ひな市におい

ては、概況調査で既に汚染が判明している地点のみであったが、新庄市若葉町地区においては、近隣の本町地区1地点で環境基準値を超過した。

表3 汚染井戸周辺地区調査の環境基準値超過地点

(単位：mg/ L)

調査地区	調査地点数	超過地点数	超過項目名	測定結果	環境基準値
河北町谷地ひな市	14	1	クロロエチレン	0.072	0.002 以下
			1, 2-ジクロロエチレン	0.18	0.04 以下
新庄市本町	11	1	テトラクロロエチレン	0.018	0.01 以下

#### ウ 継続監視調査結果

山形市等18市町村の33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

3市2町の7地点で調査を行った。その結果、表4のとおり全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4 継続監視調査の環境基準値超過地点（砒素）

(単位：mg/ L)

調査地区		測定結果		環境基準値
		令和3年度	〈参考〉 平成29年度	
山形市	漆山2	0.022	0.012 ※	0.01以下
	飯田西	0.022	0.020 ※	
米沢市	信夫町	0.44	0.43	
	笹野本町	0.040	0.040	
南陽市	漆山	0.11	0.013	
川西町	東大塚	0.019	0.027	
白鷹町	荒砥甲	0.061	0.059	

注) ※令和2年度の測定

##### (イ) 有機塩素化合物

5市3町の11地点で調査を行った。その結果、表5のとおり、テトラクロロエチレンが1市の2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市の1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畠町根岸地区の1, 2-ジクロロエチレン濃度は、横ばいもしくは緩やかな減少傾向にあるが、他の地区ではこれまでの変動の範囲内であった。

表5 継続監視調査の環境基準値超過地点（有機塩素化合物）

（単位：mg/ L）

調査地区		項目名	測定結果		環境基準値
			令和3年度	〈参考〉 令和2年度	
米沢市	大町	テトラクロロエチレン	0.014	0.015	0.01以下
	中央		0.022	0.014	
長井市	今泉	クロロエチレン	0.018	0.019	0.002以下
		1,2-ジクロロエチレン	0.21	0.22	0.04以下
高畠町	根岸	クロロエチレン	0.010	0.025	0.002以下
白鷹町	荒砥乙	クロロエチレン	0.0064	0.0016	0.002以下

注) 米沢市のみ年4回測定 of 平均値

(7) 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素

7市3町1村の13地点で調査を行った。その結果、表6のとおり2市の3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6 継続監視調査の環境基準超過地点

（硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素）

（単位：mg/ L）

調査地区		測定結果		環境基準
		令和3年度	〈参考〉 令和2年度	
鶴岡市	下川	18	15	10以下
酒田市	浜中	11	11	
	十里塚	12	12	

注) 年4回測定 of 平均値

(I) ふっ素

2市の3地点で調査を行った。その結果、表7のとおり全地点で環境基準値を超過した。

表7 継続監視調査の環境基準値超過地点（ふっ素）

（単位：mg/ L）

調査地区		測定結果		環境基準値
		令和3年度	〈参考〉 令和2年度	
山形市	新開	0.95	0.99	0.8以下
	飯田西	1.9	1.1	
尾花沢市	押切	1.1	1.0	

(オ) ほう素

2市1町の3地点で調査を行った。その結果、表8のとおり2地点で環境基準値を超過した。

表8 継続監視調査の環境基準値超過地点（ほう素）

(単位：mg/ L)

調査地区		測定結果		環境基準値
		令和3年度	〈参考〉 令和2年度	
山形市	飯田西	2.4	3.1	1以下
白鷹町	荒砥甲	3.0	2.7 *	

注) ※平成29年度の測定

(カ) 1, 4-ジオキサン

1町の1地点で調査を行った。その結果、表9のとおり、1, 4-ジオキサンが環境基準値を超過した。

表9 継続監視調査の環境基準値超過地点（揮発性有機化合物）

(単位：mg/ L)

調査地区		項目名	測定結果		環境基準値
			令和3年度	〈参考〉 令和2年度	
白鷹町	荒砥乙	1, 4-ジオキサン	0.070	0.080	0.05以下

2 地下水汚染対策調査

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。各地区の結果は以下のとおりである。

(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、表10のとおり、四塩化炭素が1地点で、トリクロロエチレンが1地点で環境基準値を超過した。

表10 汚染対策調査の環境基準値超過地点（東根市蟹沢地区）

(単位：mg/ L)

調査地区		項目名	測定結果		環境基準値
			令和32年度	〈参考〉 令和2元年度	
東根市	観測井戸B	四塩化炭素	0.0024	0.0008	0.002 以下
	観測井戸C	トリクロロエチレン	0.024	N.D.	0.01 以下

注) 年2回測定の平均値

(2) 米沢市大町・中央地区（有機塩素化合物）

一般井戸8地点で測定を行った結果、表11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11 汚染対策調査の環境基準値超過地点（米沢市大町・中央地区）

（単位：mg/ L）

調査地区		項目名	測定結果		環境基準値
			令和3年度	〈参考〉 令和2年度	
米沢市	大町5	テトラクロロエレン	0.014	0.015	0.01以下
	中央3		0.022	0.014	
	中央5		0.017	0.015	

注) 年4回測定の平均値

(3) 鶴岡市西郷・酒田市浜中・遊佐町藤崎地区（硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素）

一般井戸14地点で測定を行った結果、表12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12 汚染対策調査の環境基準値超過地点（鶴岡市西郷・酒田市浜中・遊佐町藤崎地区）

（単位：mg/ L）

調査地区		項目名	測定結果		環境基準値
			令和3年度	〈参考〉 令和2年度	
鶴岡市	下川(鶴21)	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	18	15	10以下
酒田市	浜中(酒5-2)		12	15	
	浜中(酒11)		11	11	

注) 年4回測定 of 平均値

# 13 事業場排水に係る分析困難事例

(水環境部)

## 1 はじめに

山形県では、水質汚濁防止法及び県生活環境の保全等に関する条例に基づく排出基準の適用を受ける特定事業場の排水水について、当該排水基準の遵守状況を確認するための行政検査を行っている。特定事業場の排水水には、製造過程や排水処理工程で使用する様々な物質が含まれており、これらの物質が分析上の妨害となる場合がある。

Cr(VI)については、当センターでは、ジフェニルカルバジド吸光光度法で測定を行っているが、妨害物質を含むと考えられる特定事業場の排水水等については、逆添加法<sup>1)</sup>(図1)を行っている。

本報では、令和3年度に確認された、還元剤の存在によるCr(VI)の分析困難事例について報告する。

## 2 分析困難事例

令和3年10月に県内の特定事業場(金属製品製造業、特定施設:65号他)排水水の行政検査を行った(測定項目:pH,BOD,SS,Cu,SoI-Fe,T-Cr,Pb,Cr(VI),TCE,F)。逆添加法において、Cr(VI)が存在する場合、通常、発色試薬であるジフェニルカルバジド溶液を添加すると赤く呈色するが、本事例では、ジフェニルカルバジド溶液を添加すると赤く呈色するものの、(1+9)硫酸を添加すると色が消えるという挙動が見られた。一般的に、Cr(VI)を使用する事業場の排水処理では、酸性条件下でCr(VI)をCr(III)に還元し、アルカリ条件下で凝集沈殿を行い、Cr(VI)を除去している。この還元処理工程で還元剤を使用することから、この挙動は、Cr(VI)は存在するものの、還元剤の影響によりCr(VI)がCr(III)に変化した可能性が疑われた。

公定法<sup>2)</sup>が引用する日本産業規格 K0102 65.2.1 備考9(以下、「JIS」という。)において、試料にCr(VI)を還元する物質が共存する場合は、通常の操作では定量が困難であるとの記載があるため、還元剤の除去操作を実施した。JISには試薬の添加量等の詳細な記載がないことから、還元剤を中和する次亜塩素酸ナトリウムの添加量及び過剰の次亜塩素酸ナトリウムを除去するための窒素ガスのバブリング時間を検討した。

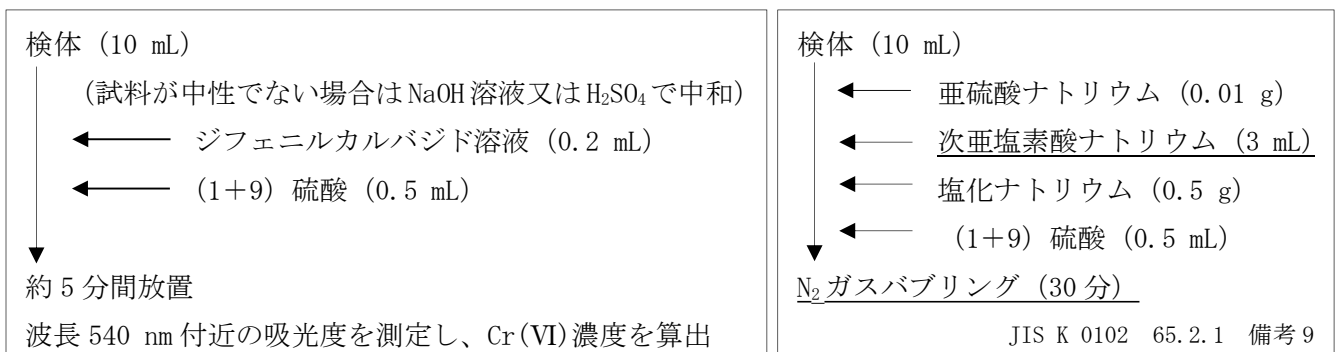


図1 ジフェニルカルバジド吸光光度法(逆添加法)

図2 妨害物質除去操作

また、還元剤がCr(VI)の測定に及ぼす影響について確認するため、イオン交換水及び当該事業場排水水に還元剤(当該事業場で使用している亜硫酸水素ナトリウム)を段階的に添加したうえで、Cr標準液を添加し、図2と同様の操作を実施した(図3)。

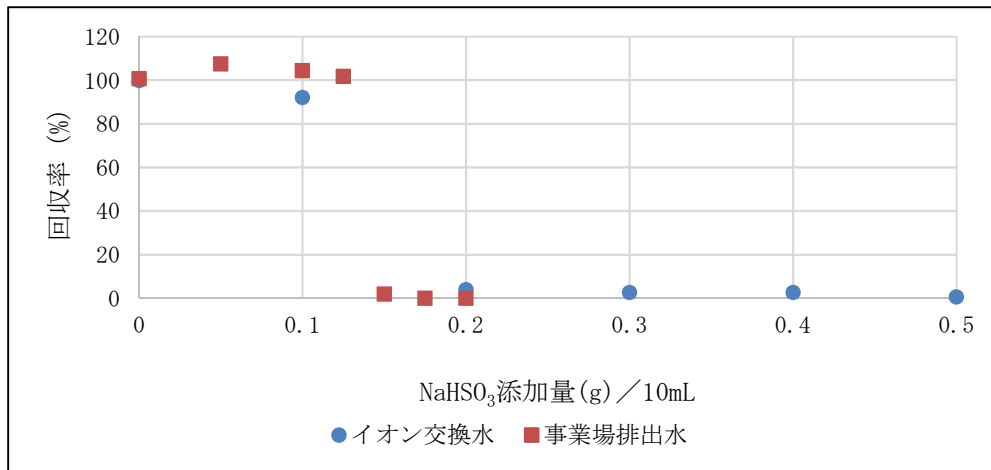


図3 Cr(VI)回収率と亜硫酸水素ナトリウムの添加量試験結果

### 3 結果・考察

特定事業場排水のCr(VI)測定において、還元剤の除去操作の検討を行ったところ、検体10 mLに対し、次亜塩素酸ナトリウムを3 mL添加し、N<sub>2</sub>ガスでのバブリングを30分行うと還元剤が概ね除去されることがわかった。また、この条件で除去操作を行い、当該事業場排水の添加回収試験を行った結果、回収率75.5%を確保した。

さらに、還元剤(亜硫酸水素ナトリウム)の添加量がCr(VI)回収率に及ぼす影響を確認したところ、亜硫酸水素ナトリウムが一定量を超えると、除去しきれず残存した亜硫酸水素ナトリウムが試薬の発色を妨害し、回収率が0%程度となることを確認した。なお、検体により妨害物質の含有量は変わるため、除去操作については、検体ごとに添加試験を実施しながら検討を行う必要がある。

### 4 まとめ

Cr(VI)測定において妨害となった還元剤の除去操作の検討を行い、最適条件を明らかにすることができ、実検体における添加回収試験においても、概ね良好な結果を得ることができた。

なお、本事例では、分析上の挙動から、排水処理工程の不具合がある可能性について、指導機関である総合支庁環境課と情報共有した結果、当該事業場では、還元処理におけるpH管理及びORP制御不足により亜硫酸水素ナトリウムが過剰に投入されていることが明らかとなり、Cr(VI)測定時の状況と一致したことで、速やかな指導及び改善につながった。また、当該事業場排水の自主測定を行っている業者にも分析の注意点について情報提供を行い、事業者の排水処理の問題点を指摘し、改善につながった事例となった。

#### 通知等

- 1) 逆添加法：令和元年10月7日 環循規発19100719号「産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法の一部を改正する件等について」
- 2) 公定法：昭和49年9月30日 環境庁告示64号「環境大臣が定める排水基準に係る検定方法」

## 【コラム】 河川中のマイクロプラスチック

プラスチックによる海洋汚染が世界的な問題となっていることをご存知の方も多いのではないのでしょうか。特にマイクロプラスチック（MPs）と呼ばれる大きさが1 mm以上5 mm未満の微細なプラスチック片は、魚などがエサと間違えて食べてしまうことで、消化器を詰まらせるほか、MPsの表面に吸着した有害な化学物質を体内に蓄積してしまうといった海洋生物への悪影響が懸念されています。

では、海のプラスチックごみはどこから来ているのでしょうか。漁業で使用するプラスチック製品など、海で直接流出するもののほかに、陸域（陸上）から河川を通して流出するものも多数あることがこれまでの調査研究で分かっています。しかし、具体的に陸域のどこからどのくらいのプラスチックが河川に流出しているのかは不明な部分が多いのが現状です。

現在、山形県環境科学研究センターでは、国立環境研究所や全国の地方環境研究所と共同でMPsに関する研究を行っていて、河川中にどのようなMPsがどのくらいあるかを調べています。これまでの調査により、山形県内の河川でもMPsが確認されていて、特に5月から6月にかけては、被覆肥料の「殻」（表面がプラスチックで覆われた肥料で、肥料成分が溶けて表面のプラスチックだけになったもの）が確認されています。今後は分析機器を用いた材質の特定と、MPsになる前のプラスチックごみの発生源を調べていきます。この研究を通して、効果的なプラスチックごみの流出対策、排出抑制につなげていけるよう、引き続き取り組んでいきます。





## 14 令和3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、難分解で蓄積しやすいことや、生物毒性があることなどが近年の研究で明らかになってきており、環境中の有機フッ素化合物の広がりが懸念されている。

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 が付属書 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おり、2022 年にはペルフルオロヘキサンスルホン酸 (PFHxS) が付属書 A (廃絶) に追加される見通しとなっている。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、令和 2 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となり、暫定指針値が PFOS と PFOA の合計で 50 ng/L と定められている。

国内の水環境中の有機フッ素化合物存在状況については、令和元年度及び 2 年度に、環境省による全国的な調査が実施された<sup>1)2)</sup>。この調査の中で、山形県酒田市の地下水で指針値の超過が判明するなど、山形県内でも有機フッ素化合物が検出されることが明らかになってきた。そこで山形県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 3 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 13 地点、湖沼 1 地点、地下水 9 地点で調査を実施した。このうち河川 8 地点及び地下水の全ての地点は、季節変動を確認するため 8 月及び 11 月に行い、それ以外の地点は随時実施した。

#### (2) 調査項目

要監視項目となった PFOS (直鎖及び分岐鎖異性体) 及び PFOA (直鎖及び分岐鎖異性体) に加えて PFHxS (直鎖体のみ) を調査項目とした。

#### (3) 分析方法

分析方法は、環境省通知<sup>3)</sup>及び厚生労働省通知<sup>4)</sup>に従った。LC-MS/MS は、Waters 製の Aquity UPLC 及び TQD を使用し、LC 条件及び MS 条件を表 1 に示した。分析法の検出下限値及び定量下限値については、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。

表 1 LC-MS/MS の測定条件

LC条件						
カラム	Waters製 Cortecs C18 (φ 2.1mm×100mm, 1.6 μ m)					
移動相	A: 10mM酢酸アンモニウム B: アセトニトリル					
	0~2 min	A: 80	B: 20			
	2~14 min	A: 80→35		B: 20→65		
	14.1 ~19 min	A: 5	B: 95			
	19~20 min	A: 80	B: 20			
流速	0.2 mL/min					
カラム温度	40 °C					
注入量	5 μ L					
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 イオン (m/z)	プロダクトイオン (m/z)	イオン (m/z)	コリジョンエネルギー 電圧 (V)	コリジョンエネルギー (eV)	確認 (eV)
	定量	確認		定量	確認	
PFOA	412.84	368.91	168.88	14	10	21
PFOA- <sup>13</sup> C <sub>8</sub>	420.90	375.93		14	10	
PFOS	498.88	79.87	98.90	60	44	40
PFOS- <sup>13</sup> C <sub>8</sub>	506.84	79.84		62	44	
PFHxS	398.84	79.33	98.88	56	34	32
PFHxS- <sup>13</sup> C <sub>8</sub>	401.90	79.83		60	28	

表 2 検出下限値及び定量下限値

	検出下限値 (ng/L)	定量下限値 (ng/L)	平均 サロゲート 回収率(%)
PFOS	0.02	0.06	111
PFOA	0.08	0.22	98
PFHxS	0.04	0.09	107

\*n=8で下限値試験を実施

### 3 結果

測定した結果は、表 3 のとおりであった。全 23 地点中 21 地点で定量下限値を超えて有機フッ素化合物が検出されたが、指針値を超過した地点はなかった。指針値の半分以上の濃度で検出された地点は、河川が 1 地点、地下水が 2 地点であった。

表3 調査結果

媒体	採水年月	市町村	地点名	(ng/L)						流量 (m <sup>3</sup> /s)
				PFOS+ PFOA	PFOS 直鎖	PFOS 分岐鎖	PFOA 直鎖	PFOA 分岐鎖	PFHxS 直鎖	
河川水	R3.11	村山市	最上川基点橋	2.04	0.57	0.45	(0.19)	0.83	0.29	-
河川水	R3.8	寒河江市	沼川最上川合流前	1.71	0.34	0.28	0.98	(0.11)	0.14	1.54
河川水	R3.11	寒河江市	沼川最上川合流前	0.76	0.17	0.17	0.37	(0.06)	0.10	0.17
河川水	<b>R3.8</b>	<b>東根市</b>	<b>村山野川最上川合流前</b>	<b>31.10</b>	18.83	10.40	1.61	0.27	7.10	0.29
河川水	R3.11	東根市	村山野川最上川合流前	24.98	14.14	8.75	1.81	0.28	5.96	3.21
河川水	R3.12	東根市	荷口川小田島樋管橋	20.71	10.86	8.21	1.45	(0.20)	5.53	-
河川水	R3.8	新庄市	升形川升形橋	3.03	0.70	0.60	1.56	(0.17)	0.22	1.19
河川水	R3.11	新庄市	升形川升形橋	1.27	0.26	0.28	0.62	(0.11)	(0.08)	1.36
河川水	R3.8	新庄市	新田川内川橋	2.91	0.42	0.45	1.83	(0.21)	0.28	0.63
河川水	R3.11	新庄市	新田川内川橋	0.87	0.16	0.21	0.39	(0.11)	(0.09)	1.25
河川水	R3.4	南陽市	最上川幸来橋	0.97	0.21	0.21	0.50	N.D.	-	-
河川水	R3.4	高島町	吉野川築場橋	1.30	0.21	0.20	0.80	(0.09)	-	-
河川水	R3.8	米沢市	最上川新田橋	6.07	1.66	1.40	2.88	(0.13)	0.29	2.37
河川水	R3.11	米沢市	最上川新田橋	2.50	0.64	0.55	1.25	N.D.	0.11	11.57
河川水	R3.8	米沢市	天王川天王橋	6.32	1.40	1.20	3.42	0.30	0.90	0.54
河川水	R3.11	米沢市	天王川天王橋	1.90	0.44	0.50	0.81	(0.15)	0.54	0.70
河川水	R3.8	酒田市	京田川亀井橋	1.24	0.20	0.20	0.75	(0.08)	(0.05)	22.19
河川水	R3.11	酒田市	京田川亀井橋	1.70	0.22	0.24	1.11	(0.14)	(0.08)	16.72
河川水	R3.11	酒田市	最上川河口	1.21	0.22	0.27	(0.13)	0.58	0.18	-
河川水	R3.4	酒田市	新井田川浜田橋	1.44	0.18	0.20	0.93	(0.12)	-	13.83
河川水	R3.8	酒田市	新井田川浜田橋	3.27	0.43	0.35	2.21	0.28	0.13	7.83
河川水	R3.11	酒田市	新井田川浜田橋	0.86	0.10	0.15	0.50	(0.11)	N.D.	6.62
湖沼	R3.6	戸沢村	今神御池	0.66	0.07	0.08	0.52	N.D.	(0.05)	-
湖沼	R3.9	戸沢村	今神御池	0.73	0.07	0.08	0.58	N.D.	N.D.	-
湖沼	R3.11	戸沢村	今神御池	0.63	(0.05)	(0.05)	0.44	(0.10)	N.D.	-

媒体	採水年月	市町村	地点名	PFOS+ PFOA	PFOS 直鎖	PFOS 分岐鎖	PFOA 直鎖	PFOA 分岐鎖	PFHxS 直鎖	井戸深度 (m)
地下水	R3.8	東根市	A	9.20	4.04	3.68	1.37	(0.12)	2.73	51
地下水	R3.11	東根市	A	8.77	3.85	3.41	1.41	(0.10)	2.69	51
地下水	R3.8	東根市	B	23.26	11.73	7.55	3.62	0.36	5.84	10
地下水	R3.11	東根市	B	24.48	12.30	8.10	3.72	0.36	6.46	10
地下水	<b>R3.8</b>	<b>東根市</b>	<b>C</b>	<b>28.25</b>	11.94	12.83	3.15	0.33	10.34	18
地下水	<b>R3.11</b>	<b>東根市</b>	<b>C</b>	<b>28.38</b>	9.96	13.40	4.47	0.56	10.93	18
地下水	R3.8	新庄市	D	5.72	1.91	1.09	2.39	0.34	0.17	3
地下水	R3.11	新庄市	D	6.35	2.02	1.10	2.83	0.40	0.19	3
地下水	R3.8	米沢市	E	1.82	0.34	0.61	0.69	(0.18)	0.15	60
地下水	R3.11	米沢市	E	1.61	0.30	0.58	0.53	(0.20)	0.11	60
地下水	<b>R3.8</b>	<b>酒田市</b>	<b>F</b>	<b>31.22</b>	1.93	1.27	12.52	15.49	0.45	8
地下水	<b>R3.11</b>	<b>酒田市</b>	<b>F</b>	<b>27.10</b>	2.72	1.19	9.17	14.03	0.47	8
地下水	R3.8	酒田市	G	20.57	5.27	2.02	5.81	7.48	5.10	6
地下水	R3.11	酒田市	G	13.70	5.49	0.94	3.28	3.99	6.56	6
地下水	R3.8	酒田市	H	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	150
地下水	R3.11	酒田市	H	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	150
地下水	R3.8	酒田市	I	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	150
地下水	R3.11	酒田市	I	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	150

\* 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

\* 指針値の半分以上の濃度であった地点を太字で示している

#### 4 考察・まとめ

複数回実施した地点で季節変動を見ると、河川ではほとんどの地点で11月が8月より小さくなっていったが、流量との関係性が特に見られなかったことから、単純に希釈されただけでなく、負荷源や負荷量が異なっている可能性が考えられる。地下水では酒田市のF、Gは11月が8月より小さくなっていったが、その他の地点では、季節の変動がほとんどなかった。F、Gの変化が季節変動か、減少傾向にあるのかは、今後も調査を継続し、推移を確認していく必要があると考えられる。

東根市中心部周辺では、河川、深井戸を除いた地下水の全ての地点・時期で指針値の半分程度の濃度で有機フッ素化合物が検出され、異性体の組成比もほぼ同じであったことから、特定の要因がある

可能性が考えられる。河川水や浅い地下水で検出されているが、令和3年度の調査では特に高濃度である地点は見られず、要因を推測することができなかった。

令和3年度に採水した地点では指針値を超過する地点はなかったが、指針値の半分以上の濃度で検出された地点がいくつか見られた。ほとんどの地点は問題ないと考えられるが、指針値を超過する恐れがある地点は引き続き監視を継続していくことが必要である。また、今後も広く県内の河川・地下水の状況を調査し、有機フッ素化合物の存在状況を確認していくことが必要であると考えられる。

## 文献

- 1) 環境省水・大気環境局：令和元年度 PFOS 及び PFOA 全国存在状況把握調査の結果について
- 2) 環境省水・大気環境局：令和2年度有機フッ素化合物全国存在状況把握調査の結果について
- 3) 令和2年5月28日付環水大発第2005281号環水大土発第2005282号「水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準等の施行等について（通知）」
- 4) 平成15年10月10日付健水発第1010001号「水質基準に関する省令の制定及び水道法施行規則の一部改正等並びに水道水質管理における留意事項について：別添4 水質管理目標設定項目の検査方法」

## 15 令和3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、寒河江市総合福祉保健センター（寒河江市）、上山市体育文化センター（上山市）、米沢検診センター（米沢市）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（0.6pg-TEQ/m<sup>3</sup>以下）を達成した。

環境省がまとめた「令和2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0.017pg-TEQ/m<sup>3</sup>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/m<sup>3</sup>)

区分	測定地点名	採取年月日	測定値	年平均値
一般環境	寒河江市総合福祉保健センター (寒河江市中央)	R3.8.3～8.10(夏季)	0.012	0.016
		R3.12.1～12.8(冬季)	0.019	
一般環境	上山市体育文化センター (上山市けやきの森)	R3.8.3～8.10(夏季)	0.0097	0.012
		R3.12.1～12.8(冬季)	0.015	
一般環境	米沢検診センター (米沢市西大通)	R3.8.4～8.11(夏季)	0.0074	0.016
		R3.12.2～12.9(冬季)	0.025	

\* 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/m<sup>3</sup>)

山形県・全国別	平均値	最小値	～	最大値
令和3年度 山形県 ※1	0.012	0.0059	～	0.016
令和2年度 全国 ※2 ※3	0.017	0.0025	～	0.33
令和2年度 全国(一般環境)※3	0.017	0.0025	～	0.23

※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/m<sup>3</sup>)

測定地点名	年度	測定値				年平均値	備考
		春季	夏季	秋季	冬季		
寒河江市役所	H11	-	0.081	-	0.13	0.11	24時間採取
	H16	0.015	0.018	0.030	0.025	0.022	
	H24	0.011	0.010	0.013※	0.011※	0.011	
	H27	-	0.010	-	0.015	0.013	
	H30	-	0.014	-	0.030	0.022	
寒河江市総合福祉センター	R3	-	0.012	-	0.019	0.016	
上山市保健センター	H13	0.023	0.19	0.012	0.025	0.063	24時間採取
	H20	0.0088	0.010	0.015	0.046	0.020	
	H26	-	0.0064	-	0.0079	0.0072	
上山市体育文化センター	H29	-	0.0064	-	0.0083	0.0074	
	R3	-	0.0097	-	0.015	0.012	
米沢検診センター	H15	0.019	0.019	0.025	0.018	0.020	
	H24	0.020	0.019	0.018	0.011	0.017	
	H27	-	0.015	-	0.016	0.016	
	H30	-	0.014	-	0.015	0.015	
	R3	-	0.0074	-	0.025	0.016	

※ 寒河江市総合福祉センターで採取を実施。

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1地点の計9地点で調査を行い、その結果は表4のとおりである。全ての地点で環境基準（1pg-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9地点と国（国土交通省）、山形市及び鶴岡市が実施した9地点の平均値は0.17pg-TEQ/Lであり、全国調査の平均値（0.18pg-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	堀立川	芦付橋	米沢市中田町地内	R3.6.2	0.26	0.26
	寒河江川	溝延橋	河北町大字溝延地内	R3.6.16	0.036	0.036
	最上小国川	舟形橋	舟形町舟形地内	R3.6.14	0.034	0.034
	升形川	升形橋	新庄市大字升形地内	R3.6.14	0.67	0.67
	新井田川	浜田橋	酒田市東栄町地内	R3.6.11	0.34	0.34
	内川	西三川橋	鶴岡市大宝寺地内	R3.6.11	0.56	0.56
	荒川	赤芝発電所	小国町大字玉川地内	R3.6.3	0.14	0.14
	横川	荒川合流前	小国町大字増岡地内	R3.6.3	0.050	0.050
湖沼	水窪ダム	ダムサイト	米沢市大字三沢字水窪地内	R3.6.2	0.032	0.032
					環境基準値	1

注) 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3年度 山形県(河川)※	0.20	0.034	～ 0.67
令和2年度 全国(河川)	0.20	0.013	～ 2.7
令和3年度 山形県(湖沼)※	0.060	0.032	～ 0.072
令和2年度 全国(湖沼)	0.22	0.016	～ 3.6
令和3年度 山形県(全体)※	0.17	0.032	～ 0.67
令和2年度 全国(全体)	0.18	0.013	～ 3.6

※国(国土交通省)、山形市及び鶴岡市が実施した8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	H18	H21	H24	H27	H30	R3
河川	堀立川	芦付橋	0.27	0.18	0.37	0.25	0.37	0.26
	寒河江川	溝延橋	0.086	0.042	0.047	0.062	0.047	0.036
	最上小国川	舟形橋	0.089	0.1	0.1	0.10	0.12	0.03
	升形川	升形橋	0.36	0.29	0.27	0.062	0.57	0.7
	新井田川	浜田橋	0.36	0.46	0.43	0.4	0.38	0.34
	内川	西三川橋	0.76	0.4	0.77	0.29	0.42	0.56
	荒川	赤芝発電所	0.059	0.043	0.066	0.077	0.12	0.14
	横川	荒川合流前	0.06	0.038	0.039	0.083	0.09	0.050
湖沼			H17	H20	H23	H26	H29	R3
	水窪ダム	ダムサイト	0.029	0.027	0.026	0.046	0.048	0.032

### 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1地点の計9地点で調査を行い、その結果は表7のとおりである。全ての地点で環境基準（150pg-TEQ/g以下）を達成した。

県が実施した9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-dry)

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	堀立川	芦付橋	米沢市中田町地内	R3.6.2	0.81
	寒河江川	溝延橋	河北町大字溝延地内	R3.6.16	0.22
	最上小国川	舟形橋	舟形町舟形地内	R3.6.14	0.20
	升形川	升形橋	新庄市大字升形地内	R3.6.14	1.0
	新井田川	浜田橋	酒田市東栄町地内	R3.6.11	1.7
	内川	西三川橋	鶴岡市大宝寺地内	R3.6.11	2.7
	荒川	赤芝発電所	小国町大字玉川地内	R3.6.3	0.19
	横川	荒川合流前	小国町大字増岡地内	R3.6.3	0.67
湖沼	水窪ダム	ダムサイト	米沢市大字三沢字水窪地内	R3.6.2	3.2
				環境基準	150

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3年度 山形県(河川)※	0.74	0.15	～ 2.7
令和2年度 全国(河川)	5.9	0.040	～ 530
令和3年度 山形県(湖沼)※	3.0	0.81	～ 4.9
令和2年度 全国(湖沼)	8.3	0.18	～ 56
令和3年度 山形県(全体)※	1.3	0.15	～ 4.9
令和2年度 全国(全体)	6.5	0.040	～ 530

※国(国土交通省)と山形市が実施した7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-dry)

区分	水域名	地点名	H18	H21	H24	H27	H30	R3
河川	堀立川	芦付橋	0.81	3.4	0.79	0.61	0.21	0.81
	寒河江川	溝延橋	0.27	0.82	2.2	0.37	0.49	0.22
	最上小国川	舟形橋	0.43	1.0	2.7	0.86	0.31	0.20
	升形川	升形橋	0.69	0.69	1.7	6.2	0.36	1.0
	新井田川	浜田橋	2.8	1.3	1.3	6.0	3.1	1.7
	内川	西三川橋	0.55	1.0	1.8	0.97	13	2.7
	荒川	赤芝発電所	11	8.9	2.9	14	0.17	0.19
			H17	H20	H23	H26	H29	R3
湖沼	横川	荒川合流前	0.21	0.44	0.083	0.39	0.45	0.67
			H20	H22	H24	H27	H30	R3
	水窪ダム	ダムサイト	4.6	5.4	4.5	2.3	3.3	3.2

(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0.037 pg-TEQ/Lであり（表10）、環境基準（1pg-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地点の平均値は、全国調査の平均値（0.054pg-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
飯豊町添川	R3.9.30	0.037	0.037

注) 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3年度 山形県※	0.037	0.037	～ 0.037
令和2年度 全国	0.054	0.0087	～ 1.7

※山形市が実施した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のとおりである。全ての地点で環境基準（1000pg-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8.3pg-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（8.0pg-TEQ/g）と同程度の値であった（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	北村山郡大石田町大字横山	ふたば児童センター	R3.10.18	0.90	
	北村山郡大石田町大字横山	下河原公園	R3.10.18	0.044	
	北村山郡大石田町大字横山	里児童遊園(里公民館)	R3.10.18	0.031	
発生源周辺	新庄市大字鳥越	二ツ屋公民館	R3.10.6	0.64	
	最上郡舟形町長沢	大平グラウンド	R3.10.6	3.4	
	最上郡舟形町長沢	大平多目的集会所	R3.10.6	61	
注) 県が実施した地点のみ記載。				環境基準値	1000
※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。				調査指標値※	250

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3年度 山形県※	8.3	0.00075	～	61
令和2年度 全国	3.8	0	～	960
令和2年度 全国(発生源周辺)	8.0	0.000099	～	960

※山形市が実施した2地点を含む。

## 【コラム】 放射性物質の測定

放射性物質とは放射線を出す物質をいい、その発生原因により天然放射性物質と人工放射性物質があります。そして身の回り的大気中には、宇宙線の作用等で発生した天然放射性物質や、過去の核実験や原発事故で発生した人工放射性核種が漂っています。山形県では平成 23 年 3 月の福島第一原発事故以降、県内各地の空間放射線量を測定していますが、降雨があるとその測定値がわずかに上昇することがあります。これは大気中の放射性物質が降雨により地上に降りてきたものであり、これらの物質は目に見えませんが、このような測定値の変化から身の回りに存在しているのだ、ということを感じます。

また、山形県では空間放射線量の他に、公共用水域の水質・底質や土壌中のヨウ素 131、セシウム 134、セシウム 137 の放射性物質調査を行っていました。上記原発事故直後は検出されていましたが、事故から 10 年以上が経過し、半減期 8 日のヨウ素 131 はもちろん、半減期 2.1 年のセシウム 134 もかなり減少しており、近年は低い値で推移しています。

このようなことから、令和 2 年度でこれらの調査は終了していますが、今後この調査が再開することがないよう願うばかりです。

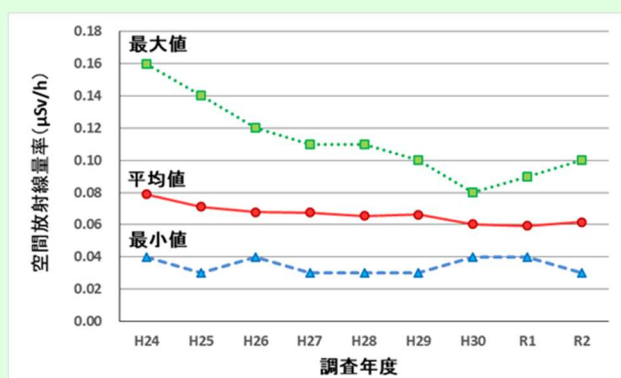


図 1 空間放射線量率の推移

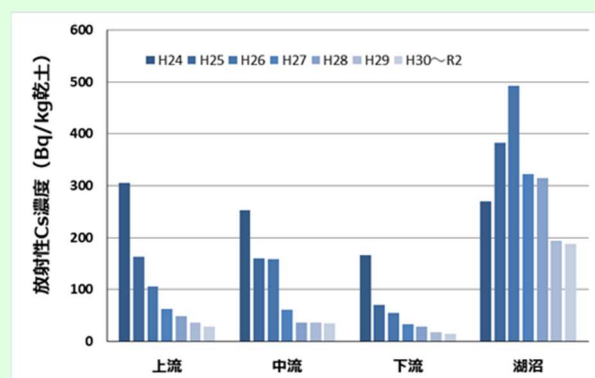


図 2 公共用水域（底質）の放射性セシウム濃度の推移

## IV 発表・諸活動

## 1 学会等への発表

年月日	研究者名	題名	学会名	開催地
令和3年 8月25日	渡邊 英治	山形県気候変動適応センターについて	第6回気候変動適応東北広域協議会	WEB開催
令和3年 9月14日	荒木 俊	気象的要因に着目した広域的なPM2.5高濃度事例の解析(4) -春季及び秋季の黄砂飛来時-	第62回大気環境学会年会	WEB開催
令和3年 11月18日	西塚 一茂	地理情報システムを利用した水害発生時の化学物質化学物質漏洩可能性と災害廃棄物発生量の推計	第48回環境保全・公害防止研究発表会	WEB開催
令和4年 2月9日	渡邊 英治	山形県気候変動適応センターの取り組み	持続可能な地域創造ネットワーク全国大会	WEB開催

## 2 講師派遣

### (1) 県主催

年月日	名称	主催者	開催地	講師
令和3年 7月29日	令和3年度市町村環境保全研修会	環境科学研究センター	村山市	渡邊 英治 渡邊 一史
令和3年 11月25日	環境保全行政担当者研修会 (応用コース)	環境科学研究センター	村山市	東海林和人 西塚 一茂
令和3年 12月13日	令和3年度山形県気候変動適応セミナー	山形県気候変動適応センター	村山市	渡邊 英治

### (2) その他

年月日	名称	主催者	開催地	講師
令和3年 6月17日	令和3年度環境計量証明部会 通常総会	一般社団法人山形県計量協会 環境計量証明部会	山形市	西塚 一茂
7月12日	地球温暖化防止に係る職員研修会	鶴岡市	WEB開催	横山 秀典
11月6日	令和3年度日本水環境学会東北支部セミナー	公益社団法人日本水環境学会 東北支部	WEB開催	笠原 翔悟
12月3日	令和3年度環境計量証明部会 研修会	一般社団法人山形県計量協会 環境計量証明部会	山形市	渡邊 一史 西塚 一茂

## 3 職員技術等研修

研修名	期間	主催	開催地	受講者名
Aコース(農薬(GC/MS))	10月4日～ 令和4年 2月14日	環境省 環境調査研修所	遠隔 参加型	後藤 優奈
Aコース(VOCs(大気・容器採取法))	10月4日～ 令和4年 2月14日	環境省 環境調査研修所	遠隔 参加型	荒木 俊
Bコース(PFOS、PFOA(LC/MS/MS))	10月4日～ 11月8日	環境省 環境調査研修所	遠隔 参加型	新藤 道人
環境ガンマ線量率測定法	11月29日～ 12月3日	日本分析センター	千葉市	小関 祐治

山形県環境科学研究センター年報

第29号（令和3年度）

発行年月	令和4年6月
編集・発行	山形県環境科学研究センター 〒995-0024 山形県村山市楯岡笛田三丁目2番1号 電話（0237）52-3124（環境企画部） FAX（0237）52-3135