

# 山形県環境科学研究センター一年報

第32号

令和6年度



令和7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
1	沿革	2
2	施設の概要	2
3	組織及び職員配置	3
4	主要機器	4
II	業務概要	5
1	環境企画部	6
2	大気環境部	8
3	水環境部	11
4	環境化学部	14
III	各分野の調査研究・事業報告	15
	<環境企画部>	
1	令和6年度水生生物による水質調査結果	16
2	令和6年度自然生態系保全モニタリング調査結果	18
3	令和6年度神室・加無山系ツキノワグマ生息状況調査結果	26
4	令和6年度ブナ・ナラ類豊凶調査結果	30
5	親子で楽しむ環境科学体験デーの開催について	32
6	山形県気候変動適応センターの取組	34
	<大気環境部>	
7	令和6年度環境大気常時監視測定結果	36
8	令和6年度環境大気常時監視（PM2.5成分分析）結果	44
9	令和6年度有害大気汚染物質モニタリング調査結果	47
10	令和6年度酸性雨大気汚染調査結果	49
11	令和6年度山形空港航空機騒音測定結果	50
12	県内の揮発性有機化合物（VOC）実態調査結果	52
13	令和6年度アスベストモニタリング調査結果	54
	<水環境部>	
14	令和6年度公共用水域水質測定結果	55
15	令和6年度地下水水質測定結果	56
16	山形県内河川におけるマイクロプラスチック調査	61
17	アナモックス菌培養状況の評価におけるデジタルPCRの有用性	62
	<環境化学部>	
18	令和6年度環境中ダイオキシン類調査結果	64
19	令和6年度山形県における有機フッ素化合物調査結果	71
IV	発表・諸活動	74
1	学会等への発表	75
2	他誌掲載論文	75
3	講師派遣	75
4	研修会・セミナー等の開催	75
5	職員技術等研修	76

## 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	山形県環境科学研究センター内に「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)

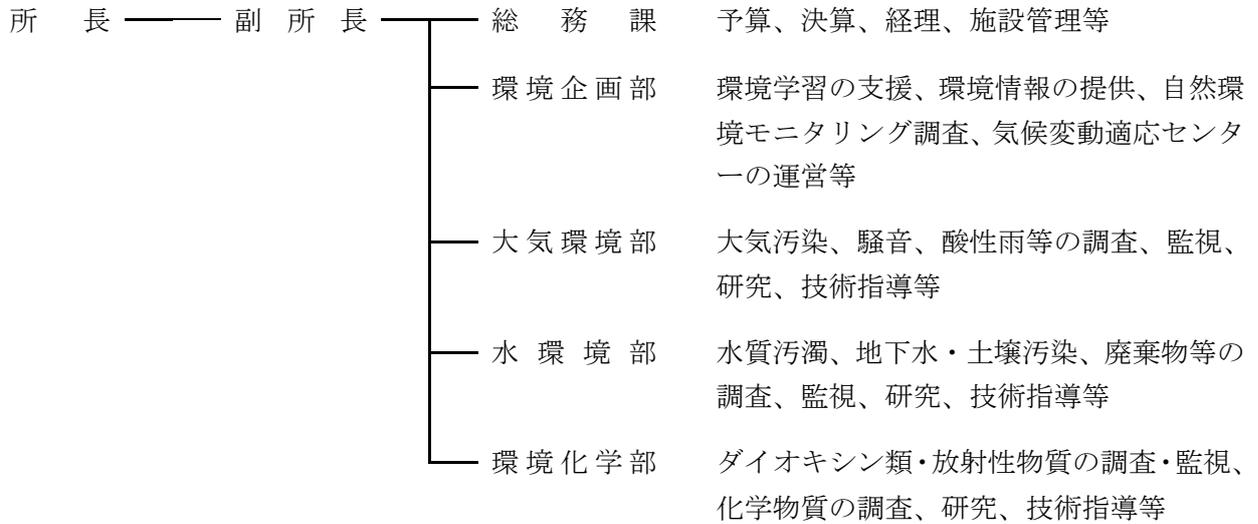
【敷地面積】 11,847.43 m<sup>2</sup>

【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7年度）



#### (2) 職員配置（令和7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			
総 務 課 長	(1)	(1)				
部 長	2 (2)		(1)	1	1	(1)
環境企画専門員	1		1			
研究企画専門員	1					1
シニア専門員	1	1				
主任専門研究員	5		2	2	1	
庶 務 係 長	(1)	(1)				
専 門 研 究 員	5			1	3	1
研 究 員	3			1	1	1
小 計	21 (4)	3 (2)	4 (1)	5	6	3 (1)
会計年度任用職員	4	2	1			1
合 計	25 (4)	5 (2)	5 (1)	5	6	4 (1)

備考：（ ）内は兼務者数である。

#### 4 主要機器

(令和7年4月1日現在)

品名	型式	数量	購入年度
ガスクロマトグラフ質量分析装置	アジレント 8697-8890-5977C	1	R6
浮遊粒子状物質自動測定装置	東亜ディーケーケー DUB-317C	4	R6
精密騒音計	リオン NL-63	4	R6
ICP発光分光分析装置	アジレント 5800	1	R5
高速液体クロマトグラフ質量分析装置	エービー・サイエックス QTRAP4500	1	R4
煙道排ガス分析計	堀場製作所 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	島津製作所 GC-2014	1	H29
マイクロウェーブ分解装置	アントンパール Multiwave PRO	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	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 & メンテナンス	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)	島津製作所 GCMS-QP2010 Ultra (ジエールサイエンス 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	8	H23, 25
ガスクロマトグラフ質量分析装置	島津製作所 GCMS-QP2010 Ultra	1	H23
ゲルマニウム半導体検出器	キャンベラ 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-313, OZ-200	1	H23
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	8	H21
オキシダント自動測定装置	東亜ディーケーケー GUX-353, 353B	7	H21, R3-R5
窒素酸化物自動測定装置	東亜ディーケーケー GLN-354, 354D	8	H21, R3, R5
イオンクロマトグラフ	日本ダイオネクス ICS-1000	1	H18
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
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	島津製作所 GC-17A	1	H6
ガスクロマトグラフ	島津製作所 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。

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。

また、気候変動適応センターを設置し、気候変動に関する情報の収集、解析、発信を行っている。

### (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156回開催し、5,883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
環境全般	23	1022
水環境	3	84
ごみ減量・リサイクル	73	2824
エネルギー	2	33
気候変動	6	265
自然環境	37	1035
木育	12	620
合計	156	5,883

#### 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51団体、1,123名が参加して、38河川61地点で実施した。

なお、調査結果を取りまとめて「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20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20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、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1,021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
R6	446	10	14	551	1,021
R5	368	8	21	471	868
R4	423	17	29	531	1,000

#### 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

当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・X（旧ツイッター）」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。

センターの業務紹介を目的として、調査風景等をまとめた動画をセンター公式YouTubeチャンネルで配信している。（全51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31号・令和5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、植物相延べ62種類、動物相延べ23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	神室連峰	新庄市、金山町、最上町
中小山岳	高倉山、家形山	米沢市
河川・溪流	乱川扇状地、河島遊水地	村山市、東根市、河北町
湿原・湿地	熊野長峰・東目湿原群	鶴岡市
草地・風穴	栗子風穴	米沢市

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6年度は、御所山系（尾花沢市）の1地区において、26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	9箇所	4箇所	1箇所
ミズナラ	5箇所	1箇所	2箇所	1箇所
コナラ	8箇所	2箇所	1箇所	

エ 希少種保全対策

山形県の絶滅危惧 I A類に選定されているカクレトミヨ（特殊型）について、東根市「カクレトミヨ生息地保存連絡協議会」と生息数に関する調査を12月に実施し、保全対策等を行った。また、天童市「カクレ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。

(3) 気候変動適応センター

ア 自然観察会の開催

身近な自然の観察を通して気候変動の影響を実感し温暖化への理解を深めることを目的として村山市内の楯山で自然観察会を開催している。

令和6年度は、6月22日に午前午後の2回行い、親子11組28名が参加した。

また、10月5日に、6月の参加者を中心に「秋の部」を開催し、親子3組10名が参加した。

イ 生物季節モニタリング

気候変動の影響を把握するため、令和3年度から当センター周辺でサクラの開花日、イチヨウの黄葉日、カエデの紅葉日のモニタリングを行っている。

令和6年度は、サクラの開花日は4月8日、イチヨウの黄葉日は11月13日、カエデの紅葉日は11月19日であった。

ウ 地域適応計画策定研修会の開催

市町村における地域気候変動適応計画の策定を進めるため、職員を対象とした策定説明会を11月26日に開催し、9市町村10名が参加した。

## 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、山形県環境大気汚染常時監視測定計画に基づき、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（中核市）と分担して図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。

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。



○	一般環境大気測定局	8局
●	一般環境大気測定局（山形市設置）	2局
■	自動車排出ガス測定局（山形市設置）	1局
△	発生源監視局	1局

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	○	○	○	×	○	○		
自動車排出ガス	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 □: 環境基準なし

※: 山形市（中核市）の常時監視分は、参考に掲載

令和6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、全国のほぼ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6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
寒河江西根	

## (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大江町藤田の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) 県内の揮発性有機化合物(VOC)の実態調査

光化学オキシダント(O<sub>x</sub>)やPM2.5の原因物質であるVOC類について、排出実態を調査し、レセプター解析の一つであるPMF法を用いて発生源の種別と寄与率を明らかにし、PM2.5等の低減を図るために、令和4年度から3ヶ年計画で調査研究に取り組んだ。

令和6年度は、9月から3月までの期間に大江町内の3地点で毎週測定を実施した。これらの測定値から、PMF解析の試行による発生源、指標成分の確認及び追加検討を行った。



図2 VOC調査の試料採取の様子

## (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。2施設で排出基準を超過したことから、総合支庁と共に改善指導を行った。

また、水銀排出施設である廃棄物焼却炉6施設について、排出ガス中の水銀濃度の測定を行った。6施設とも排出基準の超過はなかった。

令和6年度の立入検査施設数は表4のとおりである。

表4 令和6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
	ボイラー等	廃棄物 焼却炉		
村山	1	4	2	7
最上	1	1	1	3
置賜	1	1	1	3
庄内	1	1	2	4
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4地点で、7日間の連続測定を行った。

令和6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39～49dBであり、全地点で環境基準値 (62dB) を下回っていた。

表5 令和6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
5	48	62
6	49	
7	42	
8	39	



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、pHなど11項目(表6のとおり)について測定した。

令和6年度のpHの年平均値は5.20であり、全国平均(5.03(令和5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6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。当センターは各総合支庁が採水した検体のうち健康項目を担当し、測定は外部委託している。なお、県が委託している業者に対して、分析室立入指導等の精度管理を行っている。

令和6年度の結果は表1のとおりである。

表1 令和6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	2 <sup>※1</sup>	77	4 <sup>※2</sup>
湖沼	9	0	9	0
海域	1	0	12	0
合計	54	2	98	4

注) 基準超過地点及び項目

※1 背坂川(カドミウム)、須川(ふっ素)

※2 大腸菌数

##### 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た詳細調査をオソミヤ川オソミヤ橋(鉛)及び前川泉川橋(大腸菌)で行った。

#### (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6年度は、水質汚濁事故及び家畜伝染病発生に係る水質分析はなかった。

#### (3) 地下水水質測定

##### ア 水質測定計画に基づく調査

令和6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6年度の結果は表2のとおりである。

表2 令和6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	9 [山形市、最上地区、庄内地区]	37	7
汚染井戸周辺地区調査	4 [真室川町など]	17	4
継続監視調査	19 [山形市など]	38	22
計(重複を除く)	26	90	33

##### 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6年度の結果は表3のとおりである。

表3 令和6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]	13	2
有機塩素化合物	2 [米沢市、東根市]	16	1
計	5	29	3

#### (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6年度の結果は表4のとおりで、延べ93の特定事業場を対象に検査を行い、9事業場が排水基準を超過した。

表4 令和6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	2	0	—
野菜果実の保存食料品製造業	15	2	BOD
飲料製造業	4	1	BOD
冷凍調理食品製造業	2	0	—
繊維製品製造業	5	1	BOD
水道施設	3	0	—
表面処理施設	17	3	pH, BOD, B
電気めっき施設	11	1	BOD
洗濯業	3	0	—
し尿処理施設	11	1	BOD
下水道終末処理施設	8	0	—
その他	12	0	—
計	93	9	

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6年度の結果は表5のとおりであり、採取検査で1検体の基準超過があった。

##### イ 不法投棄等関連調査

県内の廃棄物の不法投棄箇所等のうち1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。結果はいずれも異常はなかった。

表5 令和6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	10	0	—	
	排出事業者	15	1	Cr <sup>6+</sup>	
	計	25	1		
放流水等検査	最終処分場	埋立中	32	0	—
		埋立終了	8	0	—
	計	40	0		

#### (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、図1・2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）、NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 、Ca <sup>2+</sup> 、Mg <sup>2+</sup> 、Na <sup>+</sup> 、K <sup>+</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、プランクトン、透明度、外観（湖水色、試料水色）、COD、PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 、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、NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 、PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> は年に1回

令和6度の結果は、表層のpHが6.21～6.87（平均6.52）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。

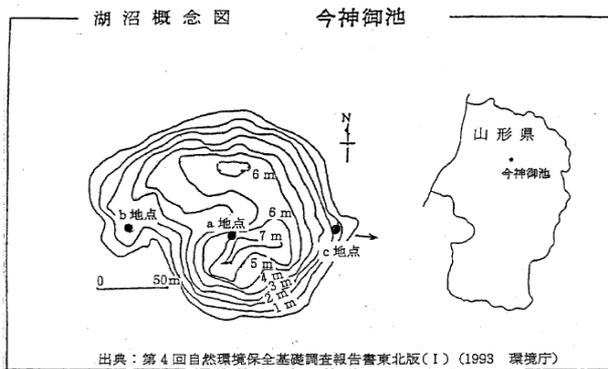


図1 今神御池の概要



図2 試料採取状況

## (7) 調査研究

### ア アンモニア脱臭装置循環水の窒素処理へのANAMMOX処理適用調査

令和4年度から3年計画で、山形県の気候に適しているANAMMOX菌種について、堆肥化施設等から発生するアンモニアを処理する条件を確立するため、調査・検討を行っている。

### イ 公共用水域(河川)中のマイクロプラスチック実態調査

令和4年度から海洋プラスチックごみやマイクロプラスチックの発生抑制及び流出抑制対策のために河川における実態調査を行い、排出源の把握や流出量の推計を行っている。

## 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、放流水測定、化学物質の実態調査や放射性物質測定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、水質等の環境中のダイオキシン類の濃度を把握するため、令和6年度山形県環境中ダイオキシン類測定計画に基づき調査を行った。令和6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	5	27
検体数	6	9	9	1	5	30
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6年度の結果は表2のとおり、排ガス1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	6	1	3	10
最上	2	0	0	2
置賜	2	1	2	5
庄内	2	1	1	4
計	12	3	6	21

### (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6年度の調査地点数は表3のとおりであり、暫定指針値を超過した地点はなかった。

表3 PFOS及びPFOAの調査地点数

管轄総合支庁	河川	地下水	計
村山	0	0	0
最上	0	2	2
置賜	0	0	0
庄内	10	2	12
計	10	4	14

### (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、毎年度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、センターにおいて毎年度大気試料の採取を行っている。

初期環境調査では、令和6年度は最上川基点橋地点の河川水で1物質、米沢市内及びセンターの大気試料で計3物質の分析を行った。

また、令和4年度から6年度まで分析法開発として、環境試料の採取及びスクリーニング分析を実施した。

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

処分場放流水等の放射性物質濃度を12件測定し、結果は全て基準を下回った。

### (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6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当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
51団体	延べ1,123人	61地点	38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	40地点	13地点	5地点	0地点	3地点	61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6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5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」のカテゴリー区分に従った。「絶滅(EX)」から「情報不足(DD)」までのカテゴリー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)

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 大山岳 神室連峰(新庄市・金山町・最上町)

#### (1) 神室山周辺

##### ア 植物相

維管束植物を68種確認することができた。うち絶滅危惧種及び注目すべき種は以下のとおりである。

スギラン(CR)、ガッサントリカブト(VU)、ヤシャビシヤク(VU)、ウゼンアザミ(VU)、センジュガンピ、オオバツツジ、カムロトウヒレン

##### イ 動物(昆虫等)相

昆虫類7種、爬虫類1種を確認することができた。うち絶滅危惧種は以下のとおりである。  
ジムグリ(DD)

#### (2) 火打岳周辺

##### ア 神室山周辺

シダ植物を34種、シダ植物以外の維管束植物を76種確認することができた。うち絶滅危惧種及び注目すべき種は以下のとおりである。

イチヨウラン(CR)、リシリシノブ(EN)、テイネニガクサ(EN)、ヤシャビシヤク(VU)、ウゼンアザミ(VU)、カラフトダイコンソウ

##### イ 動物(昆虫等)相

昆虫類18種、両生類2種、爬虫類1種、鳥類2種を確認することができた。うち絶滅危惧種は、以下のとおりである。

ホシガラス(VU)、ジムグリ(DD)

### (3) まとめ

#### ア 神室山周辺

##### (ア) 植物相について

本調査地である神室山系は、標高は低いものの日本海側に位置する出羽山地に準ずる多雪地である。また、ヤセ尾根が続くため強風により低温となりやすく、稜線部には高山植物も見ることができる。しかし、ヤセ尾根のため雪田草原は発達せず、ヒナザクラやミツバノバイカオウレン、イワカガミ、アオノツガザクラなど広大な群落を形成することはなく、生育しているのは沢の源頭部のごく狭い範囲に限られる。

今回確認したガッサントリカブトは神室山系が北限の産地である。2倍体種である本種は、トリカブトの仲間ではより古い時代に日本列島に入ってきた種と推定されており、その後の環境変化にも生き残った遺存種と考えられている。遺伝子解析では、本種は山形県北部の個体群と南部の個体群では変異が見られるのが確認されている。また、今回4倍体種であるミヤマトリカブトも混生していたのが発見された。これまで全国的にもトリカブトの2倍体種と4倍体種の雑種形成の記録は無いが、以前確認していたガッサントリカブトの奇形花との関係も含め、今後注目して継続調査をしていく必要がある。

また、カムロトウヒレンは本地域が基準標本の産地であり、稜線を挟んで秋田県側、山形県側の両方に生育するのが確認された。稜線部の範囲を広げて、分布状況を確認していく必要があると思われる。

多量の積雪に遺存するガッサントリカブトや低温環境を好むカムロトウヒレンなどは、今後温暖化の進展により生育環境が脅かされる可能性がある。今後も継続してモニタリング調査を進める必要がある。

##### (イ) 動物相について

前回の調査で確認された種については、確認されなかった。

また、調査時期については前回調査した時期とほぼ同じであるが、近年みられる温暖化の影響で確認できなかったことも想定されるので、今後も調査を継続していく必要がある。

#### イ 火打岳周辺

##### (ア) 植物相について

今回確認したリシリシノブは北方系のシダ植物で、山形県内が南限の産地となる。その中であって、火打岳は1238mほどとこれまで県内で確認されている産地の中で最も低い。山頂付近は、火山性の安山岩などが薄く割れて積み重なったような地質で、隙間からは冷風が出るような環境である。このため、低温環境が維持されて、標高が低くても生き残っていたものと推測される。このような環境下においては、エゾウラジロハナヒリノキが多産し、マルバキンレイカ、ミヤマヤナギ、コケモモなども見られ興味深い。

さらにその下部は、引き続きガラガラした岩場の上が低木林帯になり、ミヤマアオダモやオガラバナなどの特徴的な低木が見られ、その林下林縁部は日が当たらないこともあって、さらに低温環境になっているものと思われる。そういったところでカラフトダイコンソウやミヤマタニタデ、コハリスゲ、ホソイノデなどが見られる。北方系の植物であるカラフトダイコンソウは、当地域が県内唯一の現存確認地であり、重点的に調査をしていく必要がある。

ラン科植物であるイチヨウランは、針葉樹林帯が本来の生育環境であるが、今回の調査地においてはブナ帯で確認することができた。県内の他の産地でもブナ帯に生育しているのは少ないと思われ、他産地の生育環境を見据えながら、このブナ帯のイチヨウランも見ていく必要がある。

低温環境に遺存する植物を今回の調査で確認してきたが、温暖化の進展で今後どう推移していくことになるのか、重大な関心をもって調査を継続していく必要がある。またブナ帯のイチ

ヨウランについても、他の産地と比較しながら様子を見ていく必要がある。

#### (イ) 動物相について

調査日はあまり天候が思わしくなく、また1か月前の豪雨の影響も残っているためか、昆虫類の確認種数は少なかった。

ホシガラスは、前述のようにハイマツとの相互依存がよく知られており、ハイマツ群落の現状をよく示す指標になると同時に、ハイマツ群落の今後の安定した更新を支える重要な基盤でもある。

また、営巣・育雛には、融雪が遅く地上性の捕食者があまり活動できない高標高地の高木林が選ばれることが多く、その中でも飛翔性の捕食者から隠れることができる常緑樹林、すなわち亜高山針葉樹林が特に好まれる。

そのためホシガラスの生息状況は、緩斜面の亜高山帯針葉樹林と稜線部のハイマツ群落の総合的な環境を示すモニタリング指標として重要であり、個体数の多寡を含め継続調査することが望まれる。

ジムグリは、地中営巣性の小哺乳類（ネズミ類、トガリネズミ・モグラ類）への依存度が高く、これら小哺乳類の生息状況の指標ともなる。

ネズミ類の古い巣穴は、花粉媒介者として極めて重要なマルハナバチ類が営巣場所として利用することも多い。ネズミ類の生息密度は森林地帯のみならず高山植生まで多くの植物の繁殖に影響が及ぶ可能性がある。

一方で、捕食性天敵としてのジムグリがこれら小哺乳類の過度な増加を抑制している可能性もあり、山岳部でのジムグリの安定した生息数は、森林～高山域の良好な環境の維持を示唆することが考えられる。

採餌や高温の忌避として地中に潜行するため、実際の個体数に比べ目撃頻度が低く、生態・分布の情報が少ない。今後、データの蓄積が望まれる。

## 2 中小山岳 高倉山・家形山（米沢市）

### (1) 植物相

シダ植物を30種、シダ植物以外の維管束植物を112種、蘚苔類を1種確認することができた。うち絶滅危惧種及び注目すべき種は以下のとおりである。

イチヨウラン (CR)、カモメラン (CR)、ホザキイチヨウラン (CR)、ミヤマフタバラン (CR)、トガスグリ (CR)、ギンラン (EN)、コマガタケスグリ (EN)、ヤナギラン (EN)、クマシデ (VU)、ベニバナイチヤクソウ (VU)、アズマシヤクナゲ (NT)、ナンタイシダ (県内初記録)、バイカオウレン、シラネアザミ、ヒカリゴケ (県内初記録)

### (2) 動物（昆虫等）相

昆虫類25種、両生類2種、爬虫類1種、鳥類4種を確認することができた。うち絶滅危惧種は以下のとおりである。

ホシガラス (VU)、クロサンショウウオ (NT)、ヤマカガシ (NT)、ヤマドリ (NT)

### (3) まとめ

#### ア 植物相について

今回の調査を進めていく過程で、新たな地理的要素を持つ植物群の存在が浮上してきた。関東から中部地方の山地に分布する植物の存在である。その代表が今回の調査で新たに山形県のフロラの仲間入りしたナンタイシダである。ナンタイシダは関東地方北部の山地までは比較的良好に見られる種であるが、東北地方に入るとまれな種となる。その他今回の別の調査地ではあるが、栗子山系のオオバナオヤマサギソウや板谷のベニバナノツクバネウツギなどもその植物群の範疇に入ると思われる。これらの存在が明らかになり、山形県のフロラには重要なインパクトを与

えたものと思われる。

また、ラン科植物であるイチヨウランやホザキイチヨウラン、カモメランなどの山地性のラン類が引き続き確認され、山形県のラン類の分布上、非常に貴重な存在である。それに加え、風穴性のスグリ属として、コマガタケスグリ、トガスグリ、ザリコミの生育環境としても重要なものである。

これらの植物が存在する本地域の環境は、県内の他の地域にはないものであり、今後も継続してモニタリング調査を実施していくとともに、周辺の地域についても確認調査を進めていくことが重要と思われる。

#### イ 動物相について

クロサンショウウオの幼生は、成長・変態して幼体になると上陸し、周辺の森林の林床で2～5年成長した後、繁殖期に水域に戻る。そのため、春～秋まで安定して水があり繁殖地となる止水域と、最低でも成体になるまで数年間の生息環境となる樹林などが隣接していることが、生息の条件となる。

同様に、山岳部でしばしば確認されるタゴガエルやモリアオガエル・ヒキガエル、そしてこれらカエル類に大きく依存するヤマカガシも、水域と森林の両方の環境の指標となる。

ヤマドリは、当県のような多雪地では冬季に積雪の少ない山麓部に移動するため、山地と山麓部の両方で植生の豊富な森林が必要となる。

いずれも、水域と森林、あるいは山地の森林と山麓部の森林など複数の異なる環境が生息条件となっており、これらの種は広範囲の多様な環境が維持されていることの指標となる。今後の変化に留意したい。

### 3 河川・溪流 乱川扇状地・河島遊水地（村山市、東根市、河北町）

#### (1) 乱川扇状地（古最上）

##### ア 植物相

維管束植物を110種確認することができた。うち絶滅危惧種は以下のとおりである。

オオミクリ（CR）、エゾノキヌヤナギ（EN）、ヌカボタデ（EN）、ホソバイヌタデ（EN）、ゴキヅル（VU）、ノダイオウ（VU）、ヤナギトラノオ（VU）、ツルアブラガヤ（NT）

##### イ 動物（昆虫等）相

昆虫類47種、鳥類4種、両生類2種、爬虫類1種、甲殻類1種、魚類1種を確認することができた。うち絶滅危惧種は以下のとおりである。

セスジイトトンボ（NT）、カッコウ（NT）、オオヨシキリ（NT）

#### (2) 河島遊水地

##### ア 植物相

維管束植物を95種確認することができた。うち絶滅危惧種は以下のとおりである。

ハナムグラ（CR）、ハイハマボス（NT）

##### イ 動物（昆虫）相

昆虫類28種を確認することができた。うち注目すべき種は以下のとおりである。

ココノホシテントウ、サトクダマキモドキ

#### (3) まとめ

##### ア 乱川扇状地（古最上）

###### (ア) 植物相について

沼は濁っており、フナの死がいが浮いている。水中に藻類などはみあたらない状況であった。そのため沼の富栄養化が進み水生動植物に影響がないか、見守っていく必要があると思われる。

今回の調査結果では、確認種は110種である。そのうち、帰化種は19種で、帰化率は17%

と前回の8%をはるかに上回っており、帰化植物の増加が著しいことを示している。自生種への今後の影響が懸念される数字と思われる。

その中でオオミクリが確認された。当調査地は県内の生育地2か所のうちの1つとなっており、釣り人の踏み付けや河川工事での減少が懸念される。

前回調査でみつかったタコノアシ・サジオモダカ・ナニワズなどが確認できなかった。今年の豪雨災害などもあり自然環境の変化もあったことも踏まえ、年に数回の頻度で現地を確認するモニタリング調査が必要と思われる。

#### (イ) 動物（昆虫）相について

乱川扇状地、河島遊水地は、近年多発する水害などにより、環境の変化を余儀なされる地域である。昆虫類にとっても環境の変化に対応できる種だけが生息を可能にしていると考えられる。しかし、今回セスジイトンボが多数確認されたことに限っては、このような変化の激しい環境に適応してきた種というよりも、沼の環境が変わらなかったために遺存的に残った種と考えられるのではないだろうか。これから先、予測を上回る洪水などが起きた場合に生き延びることができるか心配ではあるが、さらなる調査の継続が重要になると思われる。豊かな自然環境には多くの種の昆虫類が生息することは当然といえるが、昆虫類の中には人間から見て過酷と思われるような環境に適応している種も多く、このような種の存在を明らかにしてゆくことも調査の重要性のひとつではないだろうか。

#### (ウ) 動物（鳥類等）相について

鳥類については、夏鳥で絶滅危惧種であるカッコウとオオヨシキリを確認できたが、河川敷や湖沼周辺の自然環境の変化により、個体数の減少に繋がることが懸念される。今後も継続してモニタリング調査を実施する必要がある。

外来生物では、アメリカザリガニとウシガエルを確認した。両種とも雑食性で、水質汚濁などの劣悪な環境にも適応できることから、在来生態系への甚大な影響が懸念される。単発的な駆除作業だけでは根絶することが困難なので、防除活動を効率的かつ計画的に実施していくことが重要である。また、地元自治体や住民と外来種の問題や対策の必要性を共有し、地域にとってどのような自然を残していくことが最も良いか考え、協力を得ることが必要である。

### イ 河島遊水地

#### (ア) 植物相について

河島調査地では、生態系被害防止外来種（我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種）が13種確認された。特定外来生物に指定されているオオハンゴンソウや特に繁殖力が強いアメリカオニアザミなどは、その土地に元々あった植物の生育場所を占領して、自らの生育地を拡大する恐れがある。河川や湿地の開発、自然遷移などに注意が必要になってくる。

河川敷はほぼ氾濫前提の地形であり、ハナムグラ、ホソバイヌタデなどは元々こうした地形と攪乱を好む植物と考えられる。造成中の遊水地が完成し、湿った草原状地は再生するか、その後のモニタリング調査を行い、造成工事後の植生の変化などの予測ができるようにデータ収集をする必要もあると思われる。定期的にしつかりしたモニタリング調査を行い、自然再生に適した掘削の手法を常に追い求める研究も必要である。

ハナムグラの県内唯一の生息地付近では遊水地が造成中である。当地のような河川の氾濫原で生きてきた植物たちは、自然が攪乱されることによってできる環境を必要としている。

また、前回調査で確認された県内唯一の産地にあったサデクサはみつかっていない。調査時には、生息地周辺は除草剤使用の形跡があった。ホソバイヌタデ、タコノアシなども見つかっていない。

絶滅危惧種や氾濫原植物の野生絶滅という絶望的状况にしないように、氾濫原植物の生育状

況も含めて、モニタリング調査を年に複数回行うなどして、見守っていく必要がある。また、掘削工事終了後には、シードバンクによる再生の可能性なども含めた生態系再生と保全について、関係団体と研究をしていくことも必要と思われる。

#### (イ) 動物相について

乱川扇状地（古最上）のまとめ参照。

### 4 湿原・湿地 熊野長峰・東目湿原群（鶴岡市）

#### (1) 熊野長峰湿原群

##### ア 植物相

維管束植物を 108 種、蘚苔類を 1 種確認することができた。うち絶滅危惧種は以下のとおりである。

サワラン (EN)、ミズトンボ (EN)、トキソウ (VU)、ムラサキミミカキグサ (VU)  
コシノカンアオイ (NT)、アギナシ (NT)、カキラン (NT)、カキツバタ (NT)、  
オオミズゴケ (NT)

##### イ 動物（昆虫等）相

昆虫類 28 種、鳥類 3 種を確認することができた。うち絶滅危惧種及び注目すべき種は以下のとおりである。

ハッチョウトンボ (NT)、アオバト (NT)、オオルリボシヤンマ、ヒメアカネ

#### (2) 東目湿原群

##### ア 植物相

維管束植物を 121 種確認することができた。うち絶滅危惧種は以下の通りである。

ヤマトミクリ (VU)、ノダイオウ (VU)、コシノカンアオイ (NT)、アギナシ (NT)、  
イヌタヌキモ (NT)

##### イ 動物（昆虫等）相

昆虫類 29 種、鳥類 1 種、両生類 2 種、甲殻類 1 種を確認することができた。うち絶滅危惧種は以下のとおりである。

ミズスマシ (VU)、クロサンショウウオ (NT)、ツチガエル (NT)、アオバト (NT)、  
ヌカエビ (DD)

#### (3) まとめ

##### ア 熊野長峰湿原群

##### (ア) 植物相について

当調査地のうち、湿原①以外の湿地では、周囲からの草木が押し寄せてきて藪になっており、オオミズゴケの中からカンボクやハイイヌツゲ、ヤマツツジなどの低木の侵入が著しく、近い将来、陸地化、乾燥化することが予想される。里山としての環境が維持できなくなっていることもあり、貴重な湿原として維持するためには、ヨシ、ハイイヌツゲ、レンゲツツジなどの低木類を抜き取るなどの対策を講じながら草木の侵入を防ぐことが必要になってくる。

前回調査で確認がなかったミズトンボ、サワラン、アギナシが湿原①に生息していた。湿地は放置すると遷移が進むため、放っておくことは湿生植物の絶滅を意味する。定期的に伐採などの管理を行う必要があり、地元で行っている刈り払いなどが功を奏しているのではないかとと思われる。

今回は生息の痕跡などは確認されなかったが、今後予想されることとして、ニホンジカの採食やイノシシの侵入による掘り起しやぬた場にこれらの湿地が使われることで、湿地植生や森林下層植生、湿地に依存する生物に被害が及ぶ恐れがある。このように生物多様性の調和が崩れることが大いに懸念されるため、継続した調査と里山の湿地の保全を行っていく必要である。

### (イ) 動物（昆虫）相について

湿原①では良好な湿原環境が維持されており、ハッチョウトンボをはじめとして湿原環境に生息する各種の昆虫類が見られた。調査日の天候が悪く、他の湿原については昆虫類の調査に限った場合、調査不能という状況であった。今回の調査では成虫の発生時期が4月なので確認できなかったが、ギフチョウ（県LP、国VU）が生息しているのは確実と推測される。調査域には幼虫の食草であるコシノカンアオイが広範囲に多数生育しており、幼虫が食べたとみられる食痕を多く観察している。特に庄内地方には生息地が多く、個体数も多いので、有名種ではあるが県の絶滅危惧種には指定されていない。ただ大石田町のギフチョウに関しては、ギフチョウの東限の産地あることと、ヒメギフチョウとの混生地であることから「絶滅のおそれのある地域個体群(LP)」として指定されている。調査域内のコシノカンアオイの生育量と規模を考慮すると、多産している可能性が高いと思われる。

### (ウ) 動物（鳥類等）相について

アオバトは、なかなか姿を見かけることができず、また個体数が少ない鳥である。主な生息地は森林地帯であることから、その環境が悪化することにより、さらに生息数が減少することが懸念される。これ以上個体が減少しないよう、生息しやすい環境の維持が必要である。

また、近年の温暖化により個体数がどのように変化するか、継続的な調査が必要である。

## イ 東目湿原群

### (ア) 植物相について

北海道南部から九州に生息するヒメシオンは、川岸や堤防などの湿った日当たりのよい草地に生育する。県内では3か所に記録があり、前回調査ではため池①で確認されていたが、今回は確認することができなかった。ヒメシオンはため池の明るい水際に生育しており、放置されればススキなどの大型草本に覆われて消滅する可能性が高い。ため池①は藪に覆われ暗く、水際に到達できる場所がごく少なかった。地形の改変を避けるため、ため池の管理が必要であると共に、将来とも草刈りなどによって草地状態を維持する必要があると思われる。

ため池②③ではノダイオウが数個体、確認できた。ともにエゾノギシギシが水際にも見受けられ、ギシギシ属の交雑が懸念される。

今後ため池周辺の状況もみながらモニタリング調査を継続していく必要がある。

### (イ) 動物（昆虫）相について

東目湿原の調査では、こちらも調査日の天候が雨で十分な調査結果は得られなかったと感じている。それでもミズスマシが多数確認されたのは成果であった。ため池を結ぶ林道などは整備された形跡がなく荒れた状態であり、藪化が進行しているように見受けられた。昆虫類の調査に限った場合、今回は十分とは言えず更なる調査の継続が必要と思われた。

### (ウ) 動物（鳥類等）相について

確認されたため池周辺は、人の手入れが行き届いていない状態であり、今後乾燥化が進み、個体数が減少することが懸念される。今後、ため池の管理を行いながら現在の生息環境を維持しながら、保全していく必要がある。

## 5 草地・風穴 栗子風穴（米沢市）

### (1) 植物相

シダ植物を37種、シダ植物以外の維管束植物を101種確認することができた。うち絶滅危惧種及び注目すべき種は以下のとおりである。

ザリコミ (CR)、シラオイハコベ (CR)、エゾスグリ (EN)、ギョウジャニンニク (VU)、クマシデ (VU)、ヒロハコンロンソウ (VU)、ハクセンナズナ (VU)、ベニバナイチヤクソウ (VU)、リンドウ (VU)、オオバナオオヤマサギソウ (県内初記録)

## (2) 動物（昆虫等）相

昆虫類 162 種、鳥類 3 種確認することができた。うち絶滅危惧種は以下のとおりである。

モンスズメバチ (DD)、アオバト (NT)

## (3) まとめ

### ア 植物相について

この調査地には、複数の冷風穴が存在し、県内でも最大級の風穴地帯であることが分かってきた。また、上部の風穴と下部の風穴では生育する植物が異なっており、どういう理由で異なる植物が生育するのか非常に興味深い。

また、全国的にも希少なオオバナオオヤマサギソウが確認されたことで、中部地方との共通植物である点も興味深い。

スグリ属のエズスグリと新たにザリコミが発見され、同所的に生育している例は、県内で唯一であり、非常に貴重なものと考えられる。

近くで風力発電の計画が出ていたものの、イヌワシなどの影響への懸念が出て中止となったが、いつまたこういった計画が出るかわからない。それと温暖化への懸念が大きくなる中で、風穴の低温環境が続いていくかどうかの心配も考えられる。

今後、この地域の風穴の場所について詳細に確認していくとともに、継続的なモニタリング調査が求められる。

### イ 動物（昆虫）相について

この調査区域は風穴の動植物の調査が主たる目的であるが、昆虫類については風穴付近の温度が昆虫類の活動可能な最低限温度（約 10℃）よりも低すぎて、実際の調査にあたりほとんど昆虫類は見出されなかったため、調査には適さないと判断し、萬世大路の林道沿い（約 4km）を中心に調査を行った。ブナ・ナラ・カエデ類など多くの樹木に覆われ、豊かな広葉樹林を形成している。このような環境を反映して多種、多様な昆虫類が数多く見られた。萬世大路保存会で林道整備を行っており、林道沿いには適度な空間ができ、昆虫類にとっては好適な環境を生み出している。タニウツギやリョウブの花にはハナカミキリ類、ジョウカイボン類、チョウ類などの訪花性の仲間が多く集まり多くの種が確認された。甲虫ではクロホソハネカクシ、イツモンナガクチキなど県内では記録の少ない種も見つかるとともに、キリギリスの仲間のムツセモンササキリモドキはブナ林の木の高いところで生活しており、見かけることが稀な種も確認された。このことは自然環境が保全されている証と考えられる。萬世大路終点のトンネル付近には小規模な草地環境が残されており、このような環境に適したウスバシロチョウやカントク・ヒメギスが確認された。また近くの溪流で発生したと思われるミヤマサナエ・ニホンカワトンボなども確認された。このような生息環境に多様性がみられたことも確認種が多かった要因と思われる。

### ウ 動物（鳥類）相について

確認できた種は少なかったが、絶滅危惧種であるアオバトを確認できたことは、収穫であった。

生息環境は維持されている状況であったが、近年みられる温暖化が生息環境にどのような影響を与えるか継続調査を行いながら、注視していく必要がある。

### 3 令和6年度御所山系ツキノワグマ生息状況調査

(環境企画部)

#### 1 背景・目的

近年、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てきており、クマが市街地等に出没する事例が相次いでいる。令和6年度は前年度と比較して、クマの出没件数は減少したが、経年でみた場合、出没件数が減少したとは言い難く、農作物被害・人身事故も多発している。このような現状から人とクマとの共存に向けた根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、捕獲水準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<sup>(1)(2)</sup>」を用いた調査を、平成28年度から実施している。

このたび、平成29年度以降2回目となる「御所山系」においてカメラトラップ法を用いた調査を実施し、生息密度・生息個体数の推定を行うとともに、調査の課題等の検討を行ったので報告する。

#### 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・生息個体数の推定を行う方法である。

#### 3 設置箇所

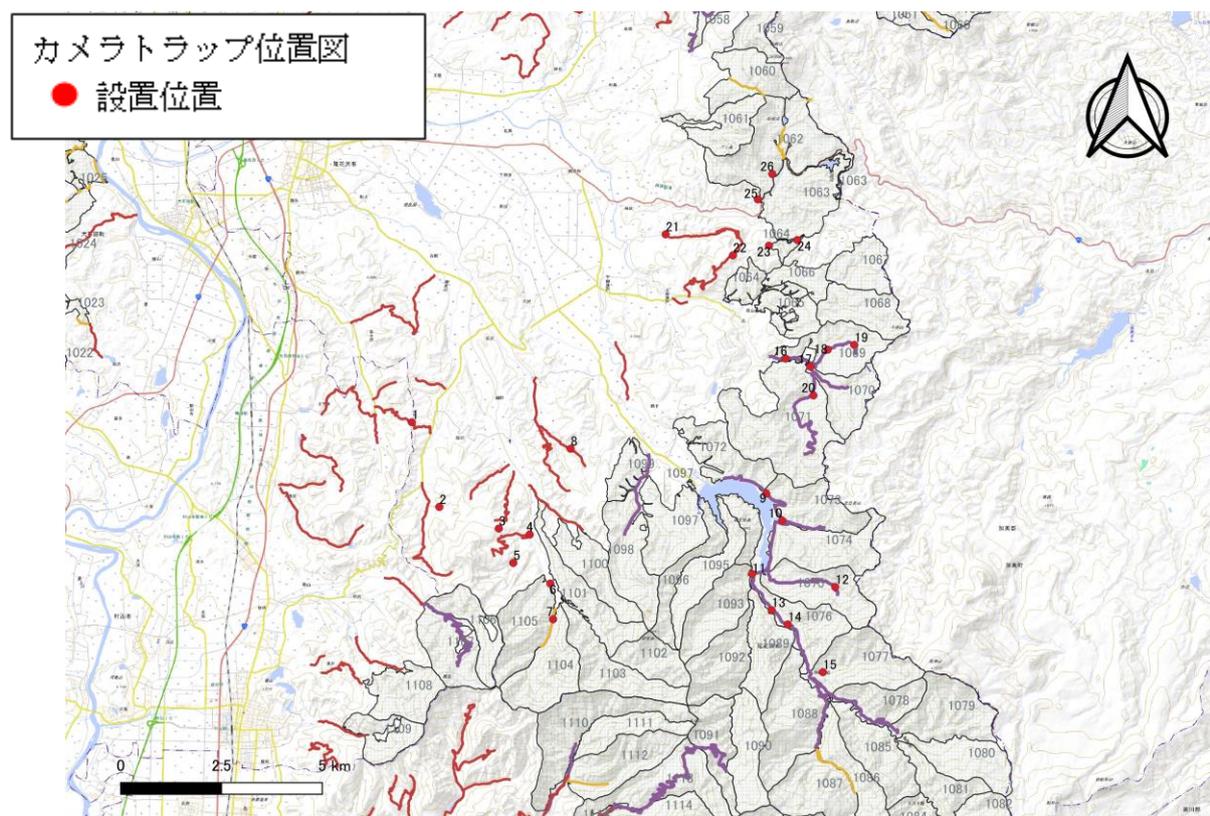


図1 カメラトラップ設置位置

#### 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 誘引餌設置状況



写真4 カメラ設置完了

○トラップ設置数 26 か所 (トラップ1箇所につきカメラ2台設置)

○調査期間 令和6年7月10日～11月4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	R6. 7. 10	— R6. 7. 29
2	R6. 7. 30	— R6. 8. 12
3	R6. 8. 13	— R6. 9. 2
4	R6. 9. 3	— R6. 9. 24
5	R6. 9. 25	— R6. 10. 14
6	R6. 10. 15	— R6. 11. 4

○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	■																																										
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

6セッションのうち、クマが撮影された数は882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」という考え方をを用いた<sup>(3)</sup>。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118確認された。

### (2) 個体識別結果

撮影数882回（イベント数118）の中から、撮影品質A及びBランクの153（イベント数47）の撮影データを有効なデータとした。その動画データから識別用の写真データを作成し、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20頭であった。

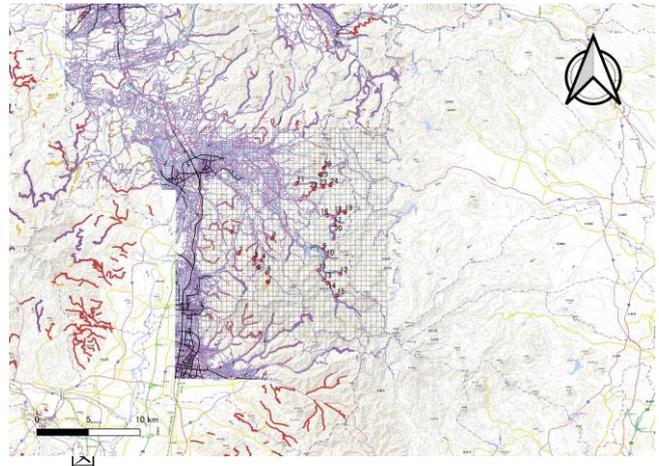


### (3) 推定生息密度・推定個体数の結果

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」<sup>(4)</sup>を用いて、生息数・個体数の推定を行った。

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、推定結果は表4のとおりで、推定生息密度0.388頭/km<sup>2</sup>、推定個体数120頭（生息可能区域309.5km<sup>2</sup>）となった。



## 2 行動圏中心候補区域

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
御所山系	-0.221	579.967	-0.662	482.265	0.026	484.765	-0.174	800.000	-0.121	800.000

表4 推定生息密度、推定個体数

	推定生息密度(頭/km <sup>2</sup> )		生息可能区域(km <sup>2</sup> )	推定個体数(頭)	
	中央値	95%信頼区間		中央値	95%信頼区間
算出値	0.388433	(0.1744-0.6365)	309.5	120	(53-196)

## 6 引用文献

- (1) 東出大志 (2012) カメラトラップ調査の手引きーツキノワグマの個体数推定へ向けて. 26pp  
財団法人自然環境研究センター. 東京
- (2) (2012) クマ類の個体数を調べる ヘア・トラップ法とカメラトラップ法の手引き  
(統合版) 財団法人自然環境研究センター. 東京
- (3) 環境省釧路自然環境事務所. 公益財団法人知床財団 (2013)  
平成 24 年度ヒグマ個体数推定のための解析業務. 4pp-5pp
- (4) Arjun M.Gopaldaswamy et al (2015) Package ‘SPACECAP’ .16pp

## 4 令和6年度ブナ・ナラ豊凶調査結果

(環境企画部)

ブナやナラ類の実り具合が、野生動物の生息や森林生態系の変化に影響を与えていると考えられることから、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

雄花の調査データが得られた調査地13箇所のうち、豊作が2箇所、並作が7箇所、凶作が4箇所の予測であった（図1）。

#### イ ブナ・ナラ豊凶結果

##### (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9箇所、凶作が4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8箇所、並作が2箇所、凶作が1箇所であった（図4）。



ブナ調査地のトラップの状況

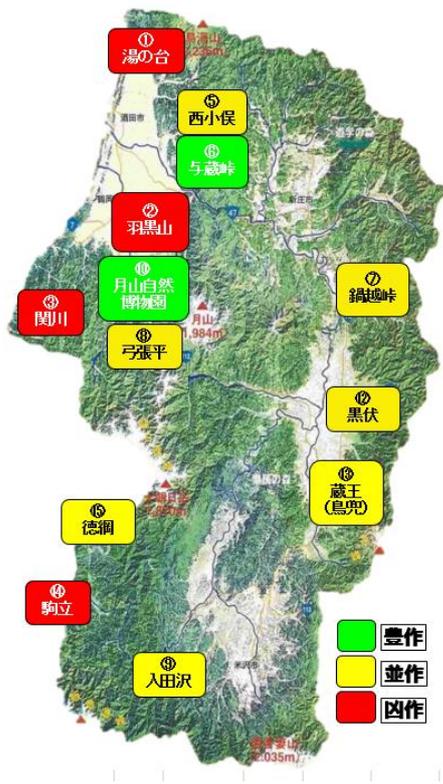


図1 ブナ豊凶予測結果

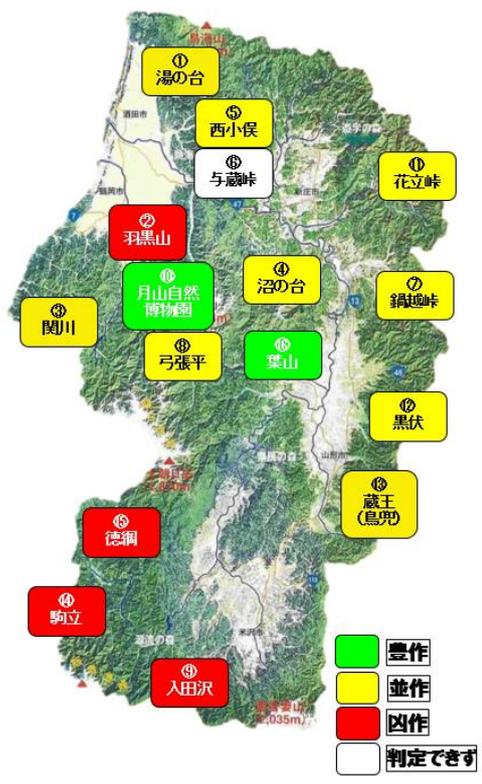


図2 ブナ豊凶結果

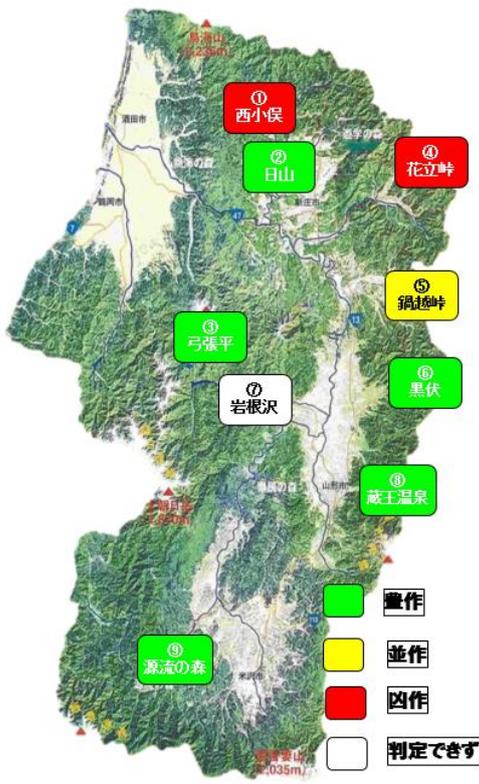


図3 ミズナラ豊凶結果

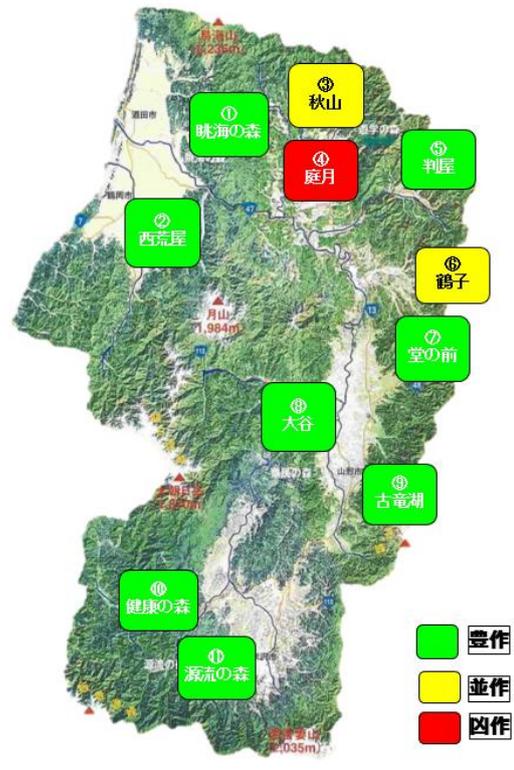


図4 コナラ豊凶結果

## 5 「親子で楽しむ環境科学体験デー」の開催について

(環境企画部)

### 1 概要

環境月間の一環として、自然観察や科学実験等の体験を通じ、親子で楽しみながら当センターの業務や施設を知ってもらうとともに、環境保全について普及・啓発を図り、地域における環境保全活動を推進するために、「親子で楽しむ環境科学体験デー」を開催した。

### 2 日時

6月22日(土) 9:00~12:00、13:00~16:00 自然観察会

6月29日(土) 9:30~12:00、13:00~15:30 センター一般公開

### 2 参加者数

自然観察会 午前：5組12名、午後6組16名

センター一般公開 168名

### 3 実施場所

自然観察会 環境科学研究センター及び楯山(やまがた百名山)(村山市)

センター一般公開 環境科学研究センター

### 4 実施状況

#### (1) 自然観察会

まず、地球温暖化による気候変動の影響の現状について、動植物を例に、ブナ林の減少や桜の開花日が早まっていることなどを座学で学習した。

その後、やまがた百名山にも選ばれている「楯山」を舞台に自然観察会を行った。参加者は植物のにおいを嗅いだり、木の実を食べたりして、五感を使って身近な里山の自然・季節を体験した。



(2) センター一般公開

センター一般公開では、6つのコーナーのうち3つを組み合わせた科学実験体験のコースと、コロナ禍以前に実施していた自由参加コーナーの2種類を実施した。科学実験体験のコースでは、水性インクの色を分離する実験やリサイクル工作などを授業形式で行い、幼児から小学6年生まで、幅広い年代の親子が楽しみながら、科学や環境について学んだ。



## 6 山形県気候変動適応センターの取組

(環境企画部)

### 1 はじめに

2018年12月に気候変動適応法が施行され、都道府県及び市町村は、地域気候変動適応計画を策定することや、地域気候変動適応センターを設置することが努力義務として定められた。そこで、山形県では、2021年3月に山形県気候変動適応計画を盛り込んだ第4次山形県環境計画を策定し、同年4月に山形県気候変動適応センター（以下、適応センター）を開所した。本報では、これまでに実施してきた取組について紹介する。

### 2 適応センターの取り組み

#### (1) 生物季節観測

2021年からカエデ及びイチョウが紅葉した日の観測を、2022年からはサクラの開花した日の観測を行っている。カエデ及びサクラは敷地内に植樹されているものを、標本木として設定した。イチョウについては敷地内になかったため、適応センターから南に約500mの地点にあるイチョウを標本木としたが、2024年に標本木が工事に伴い切り倒されてしまったため、2025年以降は新たに標本木を設定する予定である。

結果は表1のとおりである。生物季節観測に加えて、生活季節観測として、センター全館暖房使用日を2024年から記録し始めた。まだ始めたばかりで傾向は不明だが、今後も継続することで、気候変動の影響が見えることを期待している。

表1 センターにおける生物季節等の観測記録

	2021年	2022年	2023年	2024年
サクラ開花日	-	4/12	4/4	4/8
カエデ紅葉日	11/15	11/14	11/20	11/19
イチョウ黄葉日	11/15	11/14	11/9	11/13
センター全館暖房初使用日	-	-	-	10/30

#### (2) 自然観察会

令和4年度から、気候変動に関する座学と里山の散策を合わせた、自然観察会を年1～2回実施している。春に開催した自然観察会の詳細については「5 環境科学体験デー」に記載している。春の自然観察会参加者を主な対象とした自然観察会（秋の部）も実施しており、参加者に五感を使って季節の変化を感じてもらっている。

#### (3) セミナー等

年に1回、一般市民や自治体職員向けのセミナー等を開催している。令和6年度は、「地域気候変動適応計画作成説明会」と題し、国立環境研究所などの協力を得て、地域気候変動適応計画の策定に向けた研修会を、市町村職員向けに実施した。

#### (4) 気候変動影響の解析

山形新聞「花だより」に掲載された県内18箇所の開花等の情報を収集し、解析を行っている。どの地点でも開花が早くなっていること(図1)や、どのくらい早くなっているかについては、地点によって差が見られることなどを報告している<sup>1)2)</sup>。また、「花だより」には開花だけでなく、満開や散り始め、葉桜などの情報も載っていることから、さらに情報収集、解析を進めている。

### サクラの開花日の早まり:50年あたりの日数

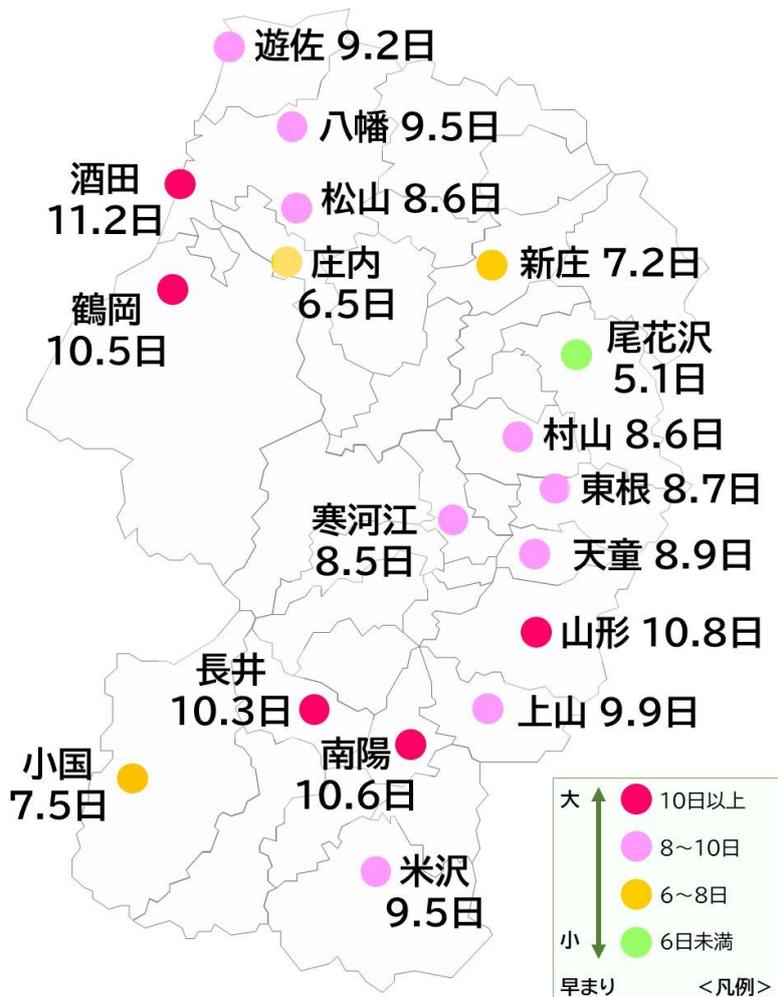


図1 山形県内のサクラの開花日の早まり(1975-2024年)

#### 引用文献

- 1) 山形県環境科学研究センター年報, 第31号 令和5年度, p.32
- 2) 全国環境研究会誌, Vol.49, No.3, 2024, p165-170

## 7 令和6年度環境大気常時監視測定結果

(大気環境部)

### 1 測定内容

大気汚染防止法第22条により、県内の大気環境の状況を常時監視している。

令和6年度は、一般環境大気測定局10局（県測定8局、山形市測定2局。以下「一般局」という。）及び自動車排出ガス測定局1局（山形市測定。以下「自排局」という。）を配置し、硫黄酸化物や窒素酸化物等を24時間連続測定している。

また、健康リスクが高いと考えられる有害大気汚染物質を定期的に測定している。

大気汚染に係る環境基準は、人の健康を保護する上で維持することが望ましい基準として定められており、工業専用地域や臨港地区など人が通常生活していない地域を除いた全ての地域に適用される。

### 2 環境基準とその評価

本県が測定している項目の環境基準については、表2のとおり定められている。

表2 大気の汚染に係る環境基準

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

また、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。

#### (1) 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。

#### (2) 長期的評価

##### ① 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。

##### ② 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。

##### ③ 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、短期基準が健康リスクの上昇や統計学的な安定性を考慮して年間98パーセンタイル値を超える高濃度領域の濃度出現を減少させるために設定されることを踏ま

え、長期的評価としての測定結果の年間98パーセンタ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パーセンタイル値）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。

### 3 測定結果

環境基準が定められている物質（二酸化硫黄、二酸化窒素、一酸化炭素、浮遊粒子状物質、微小粒子状物質（PM2.5）、有害大気汚染物質）について、年間を通した測定結果により評価した（長期的評価）。

また、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た。  
なお、より詳細なデータは県のホームページに掲載している。

#### (1) 二酸化硫黄

二酸化硫黄は、重油や石炭などの化石燃料中の硫黄分が燃焼により酸化されてできるものであり、工場などが主な発生源である。

9局で測定を行った結果、表1のとおり全ての測定局で環境基準を達成した。

表1 二酸化硫黄の測定結果

区分	市町村	測定局	令和6年度		令和5年度		環境基準 (ppm)
			測定値(注) (ppm)	達成状況	測定値(注) (ppm)	達成状況	
一般局	山形市	山形成沢西	0.002	○	0.002	○	1時間値の 1日平均値 0.04以下
	寒河江市	寒河江西根	0.001	○	0.001	○	
	村山市	村山楯岡笛田	0.001	○	0.001	○	
	米沢市	米沢金池	0.001	○	0.001	○	
	長井市	長井高野	0.001	○	0.001	○	
	酒田市	酒田若浜	0.001	○	0.001	○	
	庄内町	余目	0.001	○	0.001	○	
	鶴岡市	鶴岡錦町	0.001	○	0.001	○	
	新庄市	新庄下田	0.001	○	0.001	○	

注) 測定値は、1時間値の1日平均値の年間2%除外値

#### (2) 二酸化窒素

二酸化窒素は、空気中の窒素及び燃料中の窒素分が、燃焼により酸化されてできるものであり、発生源としては、工場のボイラーなどのほかに、自動車の占める割合も高い。

10局で測定を行った結果、表2のとおり全ての測定局で環境基準を達成した。

表2 二酸化窒素の測定結果

区分	市町村	測定局	令和6年度		令和5年度		環境基準 (ppm)
			測定値(注) (ppm)	達成状況	測定値(注) (ppm)	達成状況	
一般局	山形市	山形成沢西	0.012	○	0.012	○	1時間値の 1日平均値 0.06以下
	寒河江市	寒河江西根	0.007	○	0.007	○	
	村山市	村山楯岡笛田	0.009	○	0.007	○	
	米沢市	米沢金池	0.018	○	0.012	○	
	長井市	長井高野	0.008	○	0.007	○	
	酒田市	酒田若浜	0.006	○	0.006	○	
	庄内町	余目	0.005	○	0.005	○	
	鶴岡市	鶴岡錦町	0.009	○	0.007	○	
	新庄市	新庄下田	0.010	○	0.009	○	
自排局	山形市	山形下山家 (国道13号沿線)	0.019	○	0.017	○	

注) 測定値は、1時間値の1日平均値の年間98%値

(3) 一酸化炭素(山形市測定)

一酸化炭素は、物の不完全燃焼により発生し、自動車排出ガスなどが主な発生源である。自動車排出ガス測定局1局で測定を行った結果、表3のとおり環境基準を達成した。

表3 一酸化炭素の測定結果

区分	市町村	測定局	令和6年度		令和5年度		環境基準 (ppm)
			測定値(注) (ppm)	達成状況	測定値(注) (ppm)	達成状況	
自排局	山形市	山形下山家 (国道13号沿線)	0.4	○	0.4	○	1時間値の 1日平均値 10以下

注) 測定値は、1時間値の1日平均値の年間2%除外値

(4) 浮遊粒子状物質

浮遊粒子状物質は、大気中に浮遊する粉じんのうち、その粒径が10 $\mu$ m以下のものをいい、工場のボイラーや焼却炉などから発生するもののほか、砂塵など自然由来のものも含む。

10局で測定を行った結果、表4のとおり全ての測定局で環境基準を達成した。

表4 浮遊粒子状物質の測定結果

区分	市町村	測定局	令和6年度		令和5年度		環境基準 (mg/m <sup>3</sup> )
			測定値(注) (mg/m <sup>3</sup> )	達成状況	測定値(注) (mg/m <sup>3</sup> )	達成状況	
一般局	山形市	山形成沢西	0.025	○	0.024	○	1時間値の 1日平均値 0.10以下
	寒河江市	寒河江西根	0.023	○	0.022	○	
	村山市	村山楯岡笛田	0.025	○	0.023	○	
	米沢市	米沢金池	0.026	○	0.022	○	
	長井市	長井高野	0.026	○	0.023	○	
	酒田市	酒田若浜	0.028	○	0.028	○	
	庄内町	余目	0.025	○	0.025	○	
	鶴岡市	鶴岡錦町	0.023	○	0.024	○	
	新庄市	新庄下田	0.022	○	0.024	○	
自排局	山形市	山形下山家 (国道13号沿線)	0.019	○	0.019	○	

注) 測定値は、1時間値の1日平均値の年間2%除外値

(5) 光化学オキシダント

光化学オキシダントは、いわゆる光化学スモッグの原因とされているもので、工場や自動車などから排出される窒素酸化物や揮発性有機化合物が紫外線により化学反応し、二次的に生成されるオゾンなどの酸化性物質の総称である。日差しが強く、気温が高く、風が弱い日に高濃度になりやすい。高濃度になった場合、息苦しくなったり、目やのどにかゆみや痛みを感じたりする場合がある。

9局で測定を行った結果、表5のとおり全ての測定局で環境基準を達成できなかったものの、屋外活動自粛を促す注意報発令基準(0.12ppm)を下回った。

表5 光化学オキシダントの測定結果

区分	市町村	測定局	令和6年度			令和5年度			環境基準 (ppm)
			最高値(注) (ppm)	達成 状況	超過 日数	最高値(注) (ppm)	達成 状況	超過 日数	
一般局	山形市	山形成沢西	0.087	×	54	0.095	×	30	1時間値 0.06以下
		山形銅町	0.080	×	18	0.095	×	16	
	寒河江市	寒河江西根	0.090	×	51	0.094	×	24	
	村山市	村山楯岡笛田	0.083	×	35	0.091	×	17	
	米沢市	米沢金池	0.079	×	43	0.097	×	34	
	長井市	長井高野	0.083	×	50	0.095	×	35	
	酒田市	酒田若浜	0.089	×	43	0.090	×	32	
	鶴岡市	鶴岡錦町	0.086	×	34	0.097	×	27	
	新庄市	新庄下田	0.084	×	34	0.095	×	21	

注) 最高値は、昼間(5時~20時の15時間)の1時間値の最高値

(6) 微小粒子状物質 (PM2.5)

微小粒子状物質は、大気中に浮遊する粉じんのうち、その粒径が2.5μm以下のものをいい、野焼きやボイラー、焼却炉等のばい煙を発生させる施設が発生源であるほか、大陸からの飛来の影響もある。

11局で測定を行った結果、表6のとおり全ての測定局で環境基準を達成した。

表6 微小粒子状物質の測定結果

区分	市町村	測定局	令和6年度			令和5年度			環境基準 (μg/m <sup>3</sup> )
			測定値(注) (μg/m <sup>3</sup> )		達成 状況	測定値(注) (μg/m <sup>3</sup> )		達成 状況	
			1年 平均値	1日 平均値		1年 平均値	1日 平均値		
一般局	山形市	山形成沢西	7.1	18.8	○	6.9	16.9	○	1年平均値 15以下 かつ 1日平均値 35以下
		山形銅町	7.6	21.7	○	7.6	20.8	○	
	寒河江市	寒河江西根	8.3	20.8	○	8.1	20.7	○	
	村山市	村山楯岡笹田	5.6	16.9	○	6.1	17.8	○	
	米沢市	米沢金池	7.4	19.0	○	7.2	17.3	○	
	長井市	長井高野	6.5	19.3	○	10.8	22.8	○	
	酒田市	酒田若浜	7.8	20.2	○	8.2	20.4	○	
	庄内町	余目	6.6	19.5	○	6.6	18.4	○	
	鶴岡市	鶴岡錦町	7.1	19.4	○	7.0	18.7	○	
新庄市	新庄下田	6.6	17.2	○	7.8	17.5	○		
自排局	山形市	山形下山家 (国道13号沿線)	8.5	20.9	○	7.9	19.4	○	

注) 1日平均値は、1時間値の1日平均値の年間98%値

(7) 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。

環境基準が設定されている項目のうち、光化学オキシダントは、全ての測定局で環境基準を達成できなかったが、その他の測定項目については、全ての測定局で環境基準を達成した。

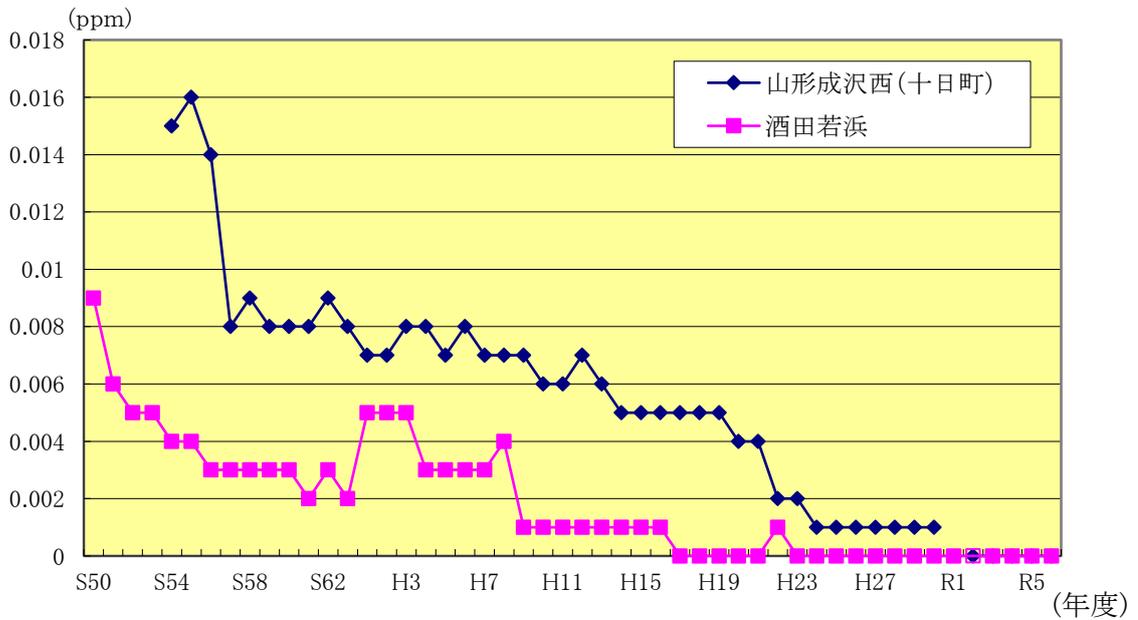
#### 4 大気汚染の経年変化

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。

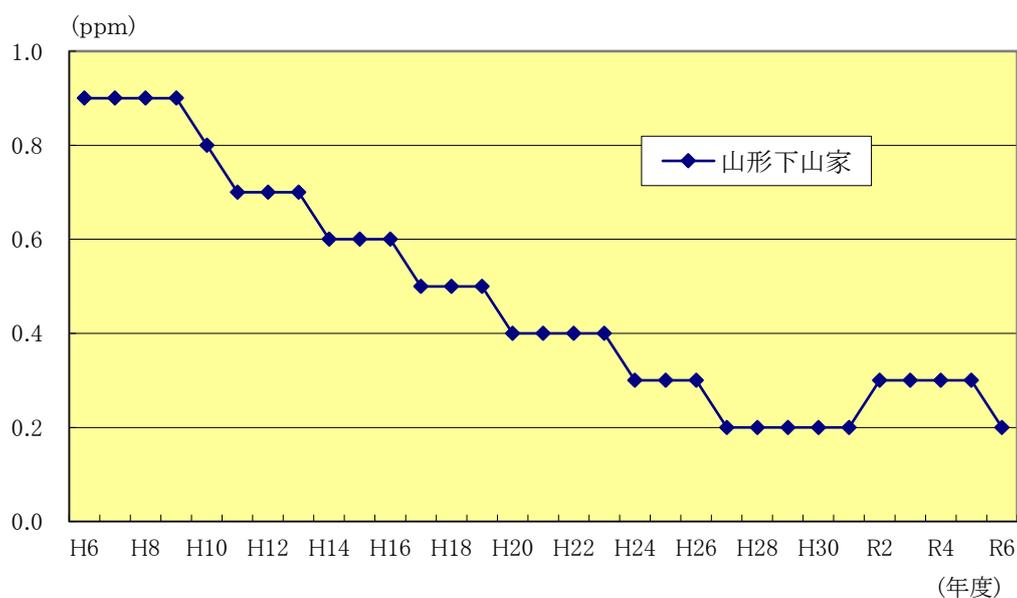
注1) 平成30年度まで、県が山形十日町局において測定を実施していた。

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

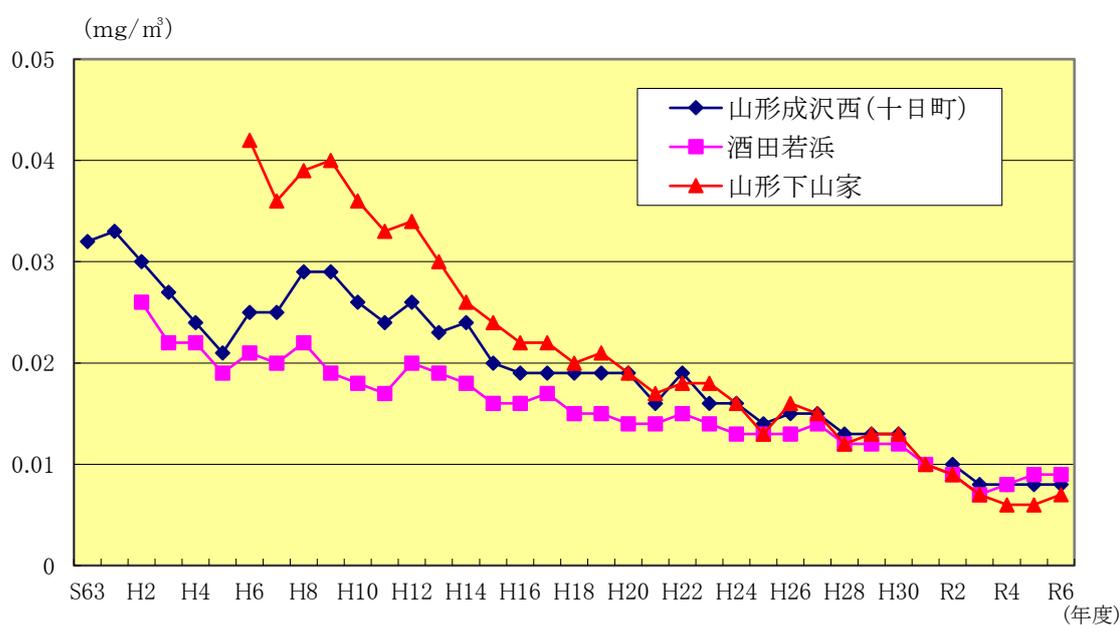
##### (1) 二酸化硫黄の年平均値



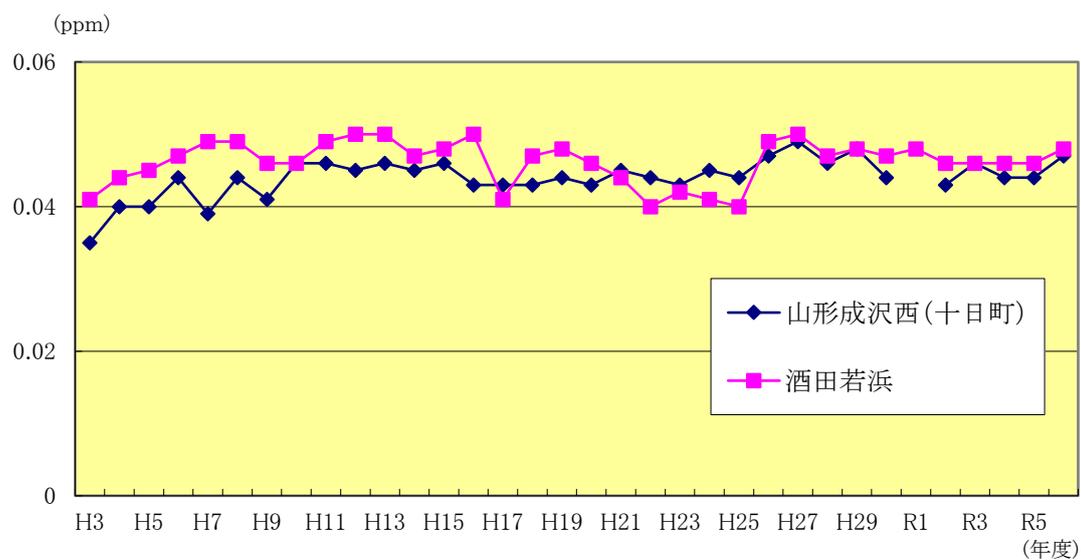
(3) 一酸化炭素測定値の年平均値



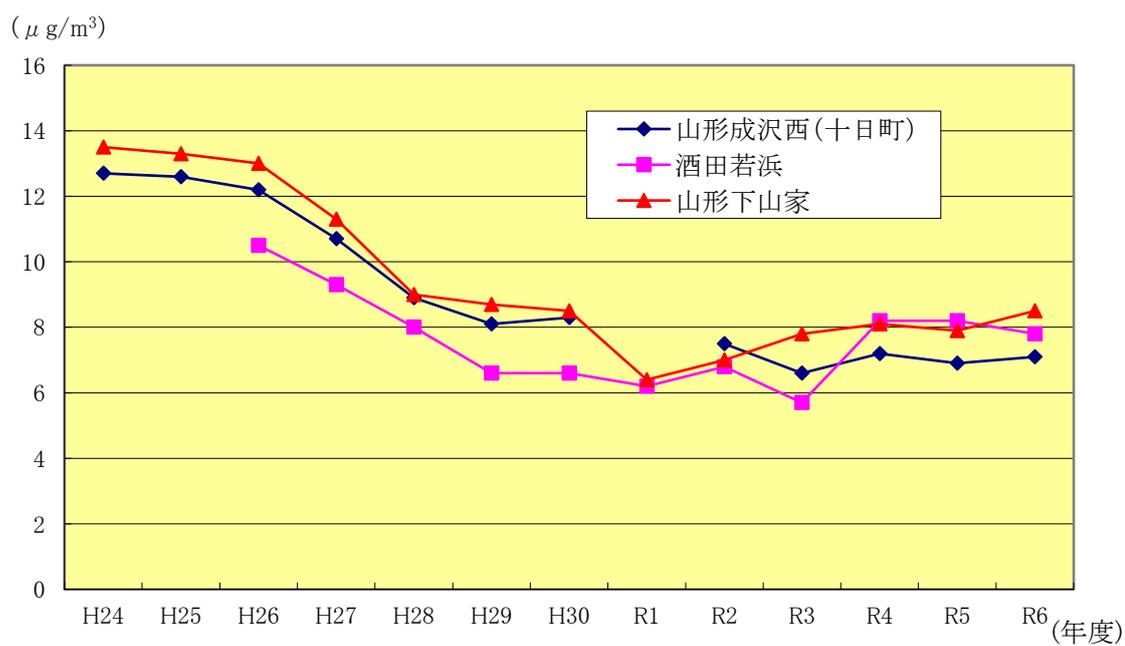
(4) 浮遊粒子状物質の年平均値



(5) 光化学オキシダント昼間の日最高1時間値の年平均値



(6) 微小粒子状物質の年平均値



## 8 令和6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
寒河江	寒河江市西根字石川西355	寒河江西根局直近

### 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5年11月20日付け環境省水・大気環境局環境管理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、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	寒河江
春季	令和6年5月9日～5月22日	令和6年5月9日～5月22日
夏季	令和6年7月18日～7月31日	令和6年7月18日～7月31日
秋季	令和6年10月17日～10月30日	令和6年10月17日～10月30日
冬季	令和7年1月16日～1月17日 令和7年1月21日～2月1日	令和7年1月16日～1月24日 令和7年1月30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°C]、OC2 [250°C]、OC3 [450°C]、OC4 [550°C])_Heガス雰囲気下 元素状炭素成分(EC1 [550°C]、EC2 [700°C]、EC3 [800°C])_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。

質量濃度の年間平均値は村山で6.5 µg/m<sup>3</sup>、寒河江で6.6 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。

村山と寒河江を比較すると、炭素成分濃度、イオン成分濃度及び無機元素成分濃度のいずれも、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、イオン成分濃度の割合は冬季に高かった。

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	6.8	2.4 (36%)	1.5 (23%)	0.24 (4%)
	夏季	6.1	1.9 (32%)	1.1 (19%)	0.14 (2%)
	秋季	5.0	2.1 (43%)	1.0 (20%)	0.22 (4%)
	冬季	8.0	1.8 (23%)	4.4 (55%)	0.25 (3%)
	年間	6.5	2.1 (37%)	2.0 (31%)	0.21 (3%)
寒河江	春季	6.6	2.4 (36%)	1.9 (28%)	0.24 (4%)
	夏季	6.0	1.7 (28%)	1.8 (31%)	0.18 (3%)
	秋季	5.3	2.4 (45%)	1.1 (21%)	0.26 (5%)
	冬季	8.3	2.2 (26%)	4.5 (54%)	0.20 (2%)
	年間	6.6	2.2 (33%)	2.3 (36%)	0.22 (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。

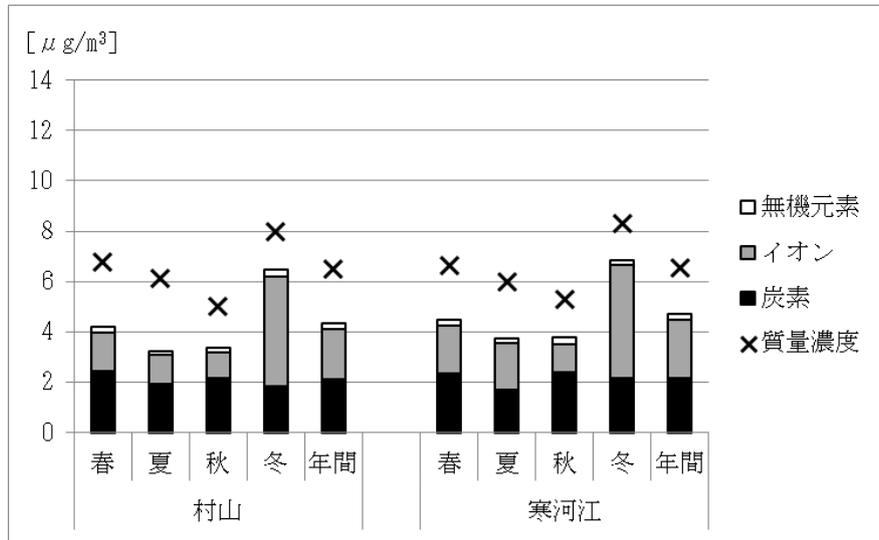


図1 PM2.5の季節別成分濃度



図2 PM2.5試料採取の様子

## 9 令和6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44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6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6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	大江藤田	
ベンゼン	0.51	0.58	3
トリクロロエチレン	0.006	0.037	130
テトラクロロエチレン	0.009	0.018	200
ジクロロメタン	0.77	18	150
塩化メチル	1.6	1.5	(94)
塩化ビニルモノマー	0.006	0.005	(10)
クロロホルム	0.17	0.19	(18)
1,2-ジクロロエタン	0.16	0.13	(1.6)
1,3-ブタジエン	0.019	0.045	(2.5)
アクリロニトリル	0.013	0.014	(2)
アセトアルデヒド	1.1	—	(120)
水銀及びその化合物	1.4	—	(40)
ニッケル化合物	0.58	—	(25)
ヒ素及びその化合物	0.56	—	(6)
マンガン及びその化合物	4.1	—	(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)

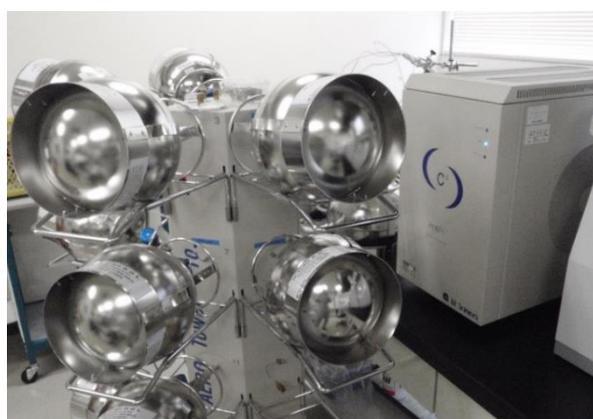


図2 揮発性有機化合物(VOC類)の分析装置(キャニスター濃縮導入装置(左)とガスクロマトグラフ質量分析装置(右))

## 10 令和6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5.20(4.78~6.61)<sup>(注-1)</sup>であった。全国平均値は5.03(3.51~6.84)<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、全国平均値と比較して、同程度であった。

(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) 全国平均値及びその範囲は、環境省がホームページに公表している「令和5年度酸性雨調査結果について」における全調査地点の加重平均値(降水量を考慮した平均値)、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、試料採取方法が異なるが、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 <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	nss-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	nss-Ca <sup>2+</sup>
		μ S/cm	μ mol/L									
村山市	5.20	14.6	9.1	11.1	63.3	16.0	55.0	3.9	6.1	2.1	5.8	2.7

### 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<sup>+</sup>沈着量は8.6 mmol/m<sup>2</sup>/yであり、全国平均値の22.95 mmol/m<sup>2</sup>/yと比べ低い値を示した。主要イオン成分(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、nss-Ca<sup>2+</sup>)の沈着量は、近年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)

mmol/m<sup>2</sup>/y

地点	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	nss-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	nss-Ca <sup>2+</sup>
村山市	8.6	12.5	15.3	87.2	22.0	75.7	5.3	8.4	2.9	8.0	3.7

## 11 令和6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6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)
	5/28	5/29	5/30	5/31	6/1	6/2	6/3	
地点5	48.4	49.4	50.5	47.7	47.3	47.4	46.6	48
地点6	49.3	49.7	50.0	48.5	47.5	48.2	46.9	49
地点7	41.6	44.2	44.6	39.6	35.1	37.6	41.2	42
地点8	36.3	39.5	41.6	38.4	39.6	40.4	38.8	39

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。

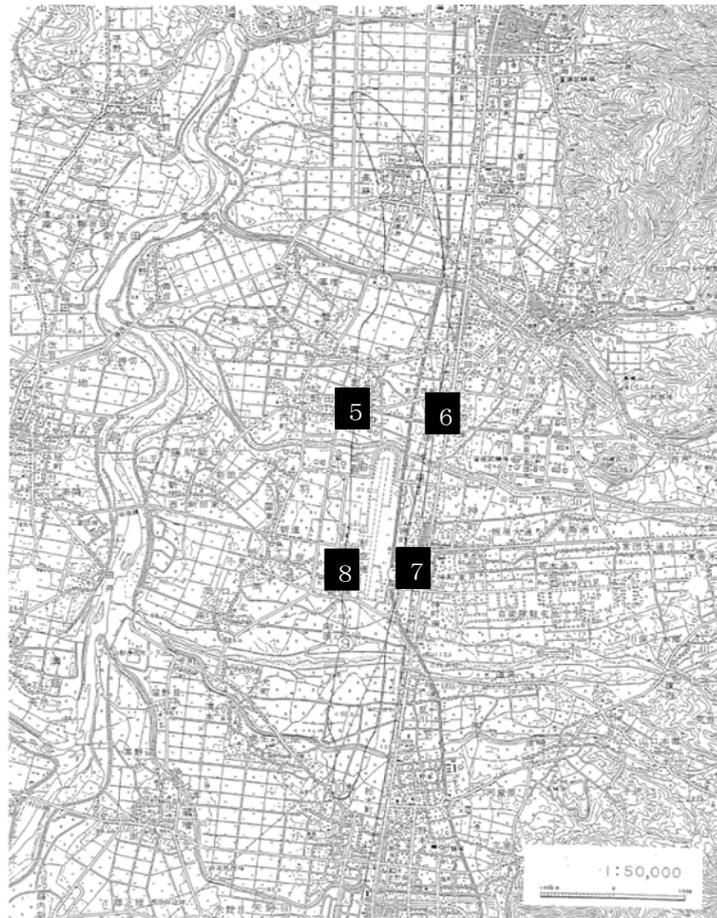


図1 山形空港周辺航空機騒音監視地点

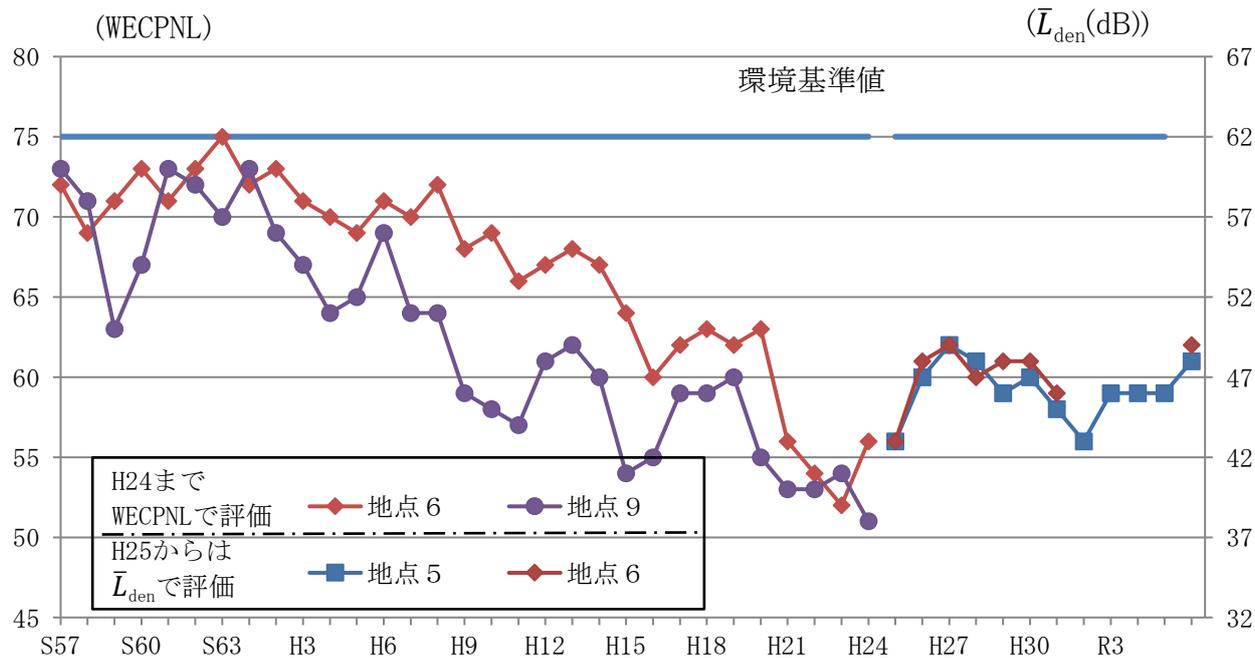


図2 山形空港航空機騒音測定結果の経年変化

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	-	-	-

年度	R5	R6
地点5	46	48
地点6	-	49

## 12 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

空気中の微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）は粒径が2.5 μm以下の極めて微小な粒子であり、喘息や気管支炎等の呼吸器系疾患や肺がんのリスク上昇への関与が懸念されているが、その生成に関与する物質の一つとして揮発性有機化合物（VOC）が知られている。また、VOCは、目や喉の刺激、頭痛や吐き気等の症状を惹き起こす光化学オキシダント（O<sub>x</sub>）の生成メカニズムにも関与している。PM<sub>2.5</sub>やO<sub>x</sub>の低減に向けた効果的な施策を検討するには、多様な成分が含まれるVOCのうち、それぞれの生成への寄与が高い成分を明らかにする必要がある。一方、本県内の大気中に含まれるVOC成分や濃度、発生源については、まだ明確に把握できていない。これらのことから、県内各地の大気中に含まれるVOC成分構成比や濃度の経時的変動の実態を把握するとともに、レセプターモデルを用いた統計的手法により、発生源や寄与割合等について考察することを目的として、令和4年度から3か年度の計画で調査研究に取り組んで令和4年度から3か年度の計画で調査研究に取り組んでいる。令和5年度までの研究で発生源因子や寄与割合等について若干の知見を得たが、信頼性（真度や精度、精確さ等）や統計学的な見地から、これらが十分に学術的に許容し得るものであるか否かについて検証した結果、さらなるデータ数の集積とこれに伴うデータ信頼性の向上が必要との見解に至った。このことから、既にVOCの排出状況を把握している固定発生源周辺に調査地点を絞り込み、一極集中的に収集した分析データをもとに、PMF解析手法の適用性の精査及び信頼性の高いPMF解析モデルの構築に取り組んだところ、新たな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（US-EPA）がWeb上で公開しているソフトウェアEPA PMF 5.0を用いた。固定発生源の寄与が大きいと考えられる地点（3地点）において、試料採取期間を1週間とし、令和6年9月からおよそ6か月間、連続的に試料を採取した。

### 3 結果と考察

固定発生源及び試料採取地点周辺地図を図1に、各地点における主要なVOC等濃度の経時的推移を図2に示した。試料採取地点3地点のうち、全ての地点においてジクロロメタンが比較的高濃度で検出され、対象とした固定発生源からの排出の影響が認められた。また、全ての地点においてイソプレンの濃度が9月上旬に高い値を示していた。イソプレンの放出量は、日射量と温度の上昇に伴って増加することが知られており、今回確認されたイソプレンの濃度推移もこのことが反映されたものと推察される。

また、3年間の研究をとおして分かったことは次のとおりであった。

- ・ 県内各地域の一般環境中の大気試料を、継続的に採取、分析し、主要なVOC成分を特定するとともに、各種VOC成分の濃度及び組成の季節変動に係る特徴等を把握した。
- ・ 日中・夜間で区分して試料採取し、各種VOCの日内変動を確認したところ、特に植物起源成分（イソプレン、 $\alpha$ -ピネン等）やアルデヒド類で濃度変動が大きく、その増減の挙動は成分毎に全く異なることを把握した。
- ・ 本県の春～夏季におけるO<sub>x</sub>の生成には、植物起源のVOCが大きく関与している可能性が高いこと

が示唆された。

- 既に VOC 排出状況を把握している固定発生源の周辺において集中的に試料採取し、収集した分析データをもとに PMF 解析を行ったところ、各種発生源に起因する主要な因子（VOC 成分）の抽出、分離が可能であった。
- より堅牢で信頼性の高い解析モデルを構築するためには、さらなるデータ数の集積、各種パラメータの選択や絞込み等解析精度の向上が必要であることが明らかとなった。



図 1 固定発生源及び試料採取地点周辺地図

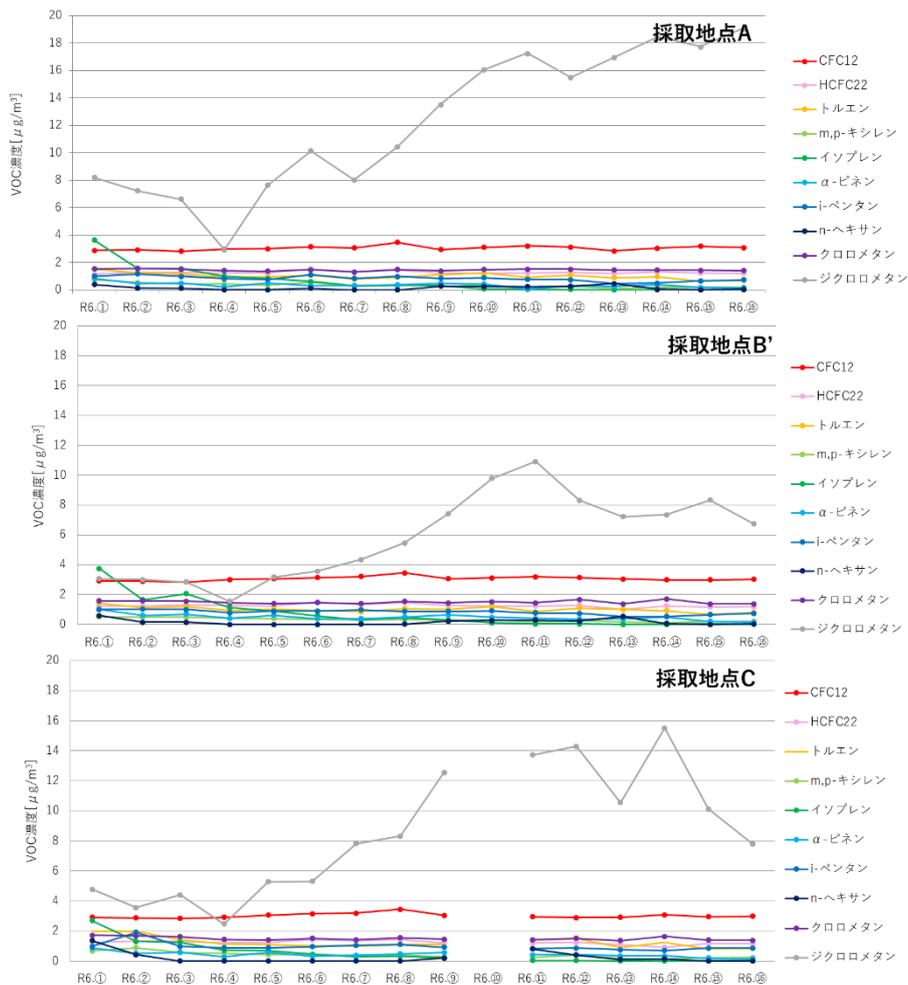


図 2 試料採取地点毎の主要な VOC 等濃度の経時的推移

## 13 令和6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4地点（以下、解体現場A～D）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又は5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	吹付け石綿 除去工事	1	集じん・排気装置の外側付近	0.22
		2	セキュリティゾーンの前室付近	ND <sup>※</sup>
		3	集じん・排気装置の外側付近	0.11
		4	セキュリティゾーンの前室付近	ND <sup>※</sup>
		5	施工区画周辺	ND <sup>※</sup>
解体現場 B	吹き付け石綿 除去工事	1	集じん・排気装置の外側付近	ND <sup>※</sup>
		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	0.11
		4	施工区画周辺	ND <sup>※</sup>
		5	施工区画周辺	ND <sup>※</sup>
解体現場 C	石綿含有建材 除去工事	1	施工区画周辺	ND <sup>※</sup>
		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	ND <sup>※</sup>
解体現場 D	石綿含有建材 除去工事	1	施工区画周辺	ND <sup>※</sup>
		2	施工区画周辺	ND <sup>※</sup>
		3	施工区画周辺	0.11
		4	施工区画周辺	ND <sup>※</sup>

※ND：検出下限値未満

## 14 令和6年度公共用水域水質測定結果

(水環境部)

令和6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）、ふっ素が1地点（須川）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。須川のふっ素については、上流でふっ素を含む自然湧出温泉排水が流入しており、例年に比べて流量が少なかったため川水による希釈効果が小さくなり、環境基準値を超過したと考えられる。

### (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。大腸菌数については、最上川（糠野目橋）、寒河江川（高瀬橋）、倉津川及び温海川の河川4地点で環境基準を達成できなかった。

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6年度			令和5年度			
BOD 平均値	河川名	所在地	BOD 平均値	河川名	所在地	
<0.5	玉川	小国町	<0.5	庄内小国川	鶴岡市	
0.5	須川（睦合橋）	山形市	0.5	須川（睦合橋）	山形市	
	馬見ヶ崎川（抄見寺）	山形市		立谷川（山寺橋）	山形市	
	村山高瀬川	山形市		鼠ヶ関川	鶴岡市	
	赤川（東橋）	鶴岡市		梵字川	鶴岡市	
	温海川	鶴岡市		荒瀬川	酒田市	
	五十川	鶴岡市		日向川	酒田市	
	庄内小国川	鶴岡市		寒河江川（溝延橋）	河北町	
	鼠ヶ関川	鶴岡市		寒河江川（高瀬橋）	西川町	
	寒河江川（高瀬橋）	西川町		鮭川（戸沢橋）	戸沢村	
	鮭川（八千代橋）	真室川町		荒川	小国町	
	荒川	小国町		玉川	小国町	
	立谷沢川（東雲橋）	庄内町				

## 15 令和6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が、令和6年度から米沢市、南陽市、高畠町、川西町、白鷹町及び飯豊町においては代表地点を定め、毎年調査を行うこととした。

#### (2) 調査地点

表1に示すとおり、26市町村92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	9（山形市、最上地区、庄内地区）	37
②汚染井戸周辺地区調査	4	17
③継続監視調査	19	38
全体	26市町村	90

#### (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9市町村37地点で調査を行ったところ、表3の地区及び項目で環境基準値を超過した。

表3 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
山形市	蔵王松ヶ丘	ふっ素	1.3	0.8以下
		ほう素	1.8	1以下
	桜田西	砒素	0.016	0.01以下
鶴岡市	宝田		0.015	
	藤島		0.018	
三川町	横山		0.061	
	猪子		0.012	
庄内町	西袋		0.015	

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地区及び汚染のおそれがあることが確認された3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4の地点及び項目で環境基準値を超過した。

表4 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		項目名	測定結果	環境基準値
真室川町	及位	クロロエチレン	0.37	0.002以下
		1,2-ジクロロエチレン	0.88	0.04以下
		トリクロロエチレン	0.090	0.01以下
		1,4-ジオキサン	0.11	0.05以下
三川町	横山	砒素	0.062	0.01以下
	猪子		0.013	
庄内町	西袋		0.015	

ウ 継続監視調査結果

山形市等19市町村の38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4町の14地点で調査を行った。その結果、表5のとおり13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 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（年平均値）		環境基準値
		令和6年度	＜参考＞ 前回測定時(注)	
山形市	飯田西	0.019	0.024 (R5)	0.01以下
	漆山	0.014	0.004 (R5)	
米沢市	信夫町	0.43	0.44 (R3)	
	小野川	0.011	0.017 (R4)	
	長手	0.026	0.020 (R2)	
村山市	楯岡	0.011	0.008 (R2)	
天童市	久野本	0.020	0.026 (R2)	
南陽市	漆山	0.13	0.11 (R3)	
	元中山	0.037	0.011 (R2)	
高島町	相森	0.12	0.11 (R5)	
川西町	高山	0.066	0.057 (R2)	
白鷹町	荒砥甲	0.062	0.061 (R3)	
飯豊町	萩生	0.018	0.017 (R5概況)	

注) 自然由来であり山形市以外は4年ごとの測定としていたため、前回調査時の測定結果を記載。ただし、米沢市、南陽市、川西町、高島町、白鷹町及び飯豊町においては代表地点を定めて毎年度測定することとしたため、前回測定年度が地点により異なる。

(イ) 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6のとおり、クロロエチレンが1市2町の3地点、1,2-ジクロロエチレンが1市の1地点、テトラクロロエチレンが1市1地点で環境基準値を超過した。長井市今泉地区のクロロエチレンと1,2-ジクロロエチレンの濃度は、横ばいもしくは緩やかな増加傾向にある。

表6 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（年平均値）		環境基準値
			令和6年度	＜参考＞ 令和5年度	
河北町	谷地ひな市	クロロエチレン	0.058	0.068	0.002以下
米沢市	中央	テトラクロロエチレン	0.018	0.018	0.01以下
長井市	今泉	クロロエチレン	0.016	0.014	0.002以下
		1,2-ジクロロエチレン	0.14	0.13	0.04以下
高島町	根岸	クロロエチレン	0.015	0.019(注)	0.002以下

注) 令和5年度は欠測のため、令和4年度の結果を記載

(ウ) 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素

5市2町1村の10地点で調査を行った。その結果、表7のとおり3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7 継続監視調査の環境基準値超過地点（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（年平均値）		環境基準値
		令和6年度	〈参考〉 令和5年度	
天童市	川原子2	14	13	10以下
鶴岡市	下川	22	13	
酒田市	浜中	11	12	

(イ) ふっ素

2市の3地点で調査を行った。その結果、表8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8 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（年平均値）		環境基準値
		令和6年度	〈参考〉 令和5年度	
山形市	新開	1.0	0.93	0.8以下
	飯田西	2.1	1.8	
尾花沢市	押切	1.0	1.0	

(オ) ほう素

1市1町3地点で調査を行った。その結果、表9のとおり2地点で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（ほう素）

単位：mg/L

調査地区		測定結果（年平均値）		環境基準値
		令和6年度	〈参考〉 前回測定時	
山形市	飯田西	2.8	2.8 (R5)	1以下
白鷹町	荒砥甲	2.7	3.0 (R3)	

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、水質の推移を把握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10に示すとおり、4市1町6地区の29地点で実施した。

表10 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	5
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		29

(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

ア 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。

イ 米沢市大町・中央地区（有機塩素化合物）

一般井戸5地点で測定を行った結果、表11のとおり1地点で環境基準値を超過した。

表11 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6年度	令和5年度	
米沢市	中央（280）	テトラクロロエチレン	0.018	0.0061	0.01以下

ウ 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12のとおり2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 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6年度	<参考> 令和5年度	
鶴岡市	下川（鶴-21）	硝酸性窒素 及び 亜硝酸性窒素	22	13	10以下
酒田市	浜中（酒-11）		11	12	

エ 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。

## 16 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

近年、海洋プラスチックごみ問題が注目される中、特に 5 mm 未満のサイズの微細なプラスチックであるマイクロプラスチック（以下、MP）が関心を集めている。海洋ごみの 60～80%はプラスチックで、主に陸上から河川を經由して海に流出すると考えられている。MP には製造時に添加された化学物質や海洋漂流中に吸着された有害物質が含まれる可能性があり、生物による摂食や食物連鎖を通じて生態系や人間に悪影響を及ぼす懸念がある。県では、令和 3 年に海岸漂着物処理推進法に基づく海岸漂着物対策推進地域計画を策定し、MP を含むプラスチックごみ排出量の削減に取り組んでいる。これを受けて、令和 4 年度から山形県内の MP 排出量の実態把握を目的とした調査を行った。

### 2 方法

調査は最上川の 4 地点で行った。令和 4 年度は糠野目橋（高島町）および基点橋（村山市）の上流側 2 地点、令和 5 年度は大蔵橋（大蔵村）および両羽橋（酒田市）の下流側 2 地点で原則月 1 回実施した。令和 6 年度には、糠野目橋、基点橋および両羽橋の 3 地点で、四半期ごとに 1 回実施した。

試料採取には、目開き 0.3 mm のプランクトンネットを使用し、ネットの開口部全体が浸水するように河川水中に配置して、自然通水により河川水をろ過し、ネットに捕集された固形物を試料とした。併せてろ水計でろ水量を測定した。試料は、実験室で過酸化水素を用いて植物片等の有機物を分解した後、比重分離を行い土砂等からプラスチックのみを選別した。その後、フーリエ変換赤外分光装置を用いて材質の同定を行った。

### 3 結果

MP 個数密度（検出された MP の個数をろ水量で除した値）を図に示す。平均値は下流側から両羽橋で 0.51 個/m<sup>3</sup>（令和 5 年度）、0.19 個/m<sup>3</sup>（令和 6 年度）、大蔵橋で 0.34 個/m<sup>3</sup>（令和 5 年度）、基点橋で 0.80 個/m<sup>3</sup>（令和 4 年度）、3.9 個/m<sup>3</sup>（令和 6 年度）、糠野目橋で 0.35 個/m<sup>3</sup>（令和 5 年度）、1.7 個/m<sup>3</sup>（令和 6 年度）となり、採取地点が上流か下流かによる個数密度への影響はみられなかった。基点橋では令和 4 年度、令和 6 年度ともに 6～8 月に肥料殻が多く検出された。

プラスチックの材質別ではポリエチレン（48%）が最も多く、次いでポリプロピレン（18%）、ポリウレタン（17%）、ポリエチレンテレフタレート（9%）、ポリスチレン（3%）の順であり、比重が 1 を下回るポリエチレンおよびポリプロピレンが多くなった。ポリウレタンは比重が 1 を上回るが全数を肥料殻が占めており、内部が空洞となっていることから流出しやすいものと考えられる。

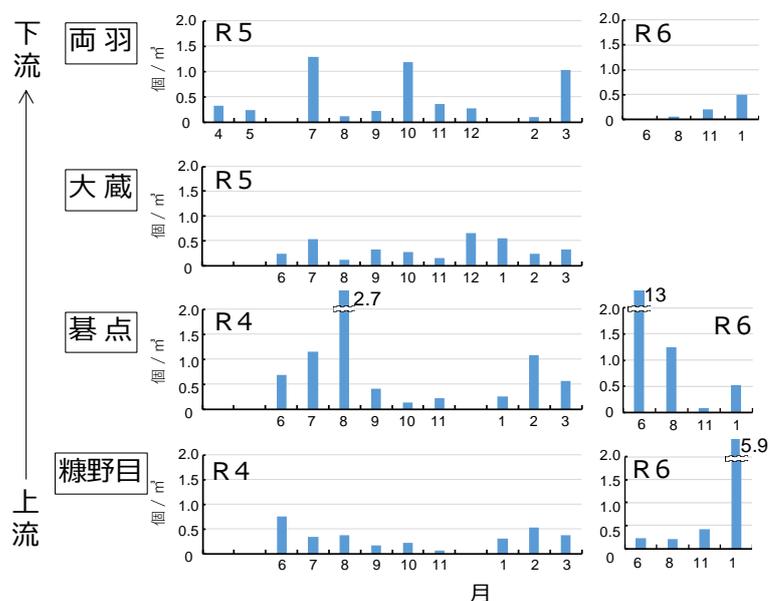


図 各地点における MP 個数密度

## 1. はじめに

アナモックス細菌は自然環境中に広く分布する嫌気性細菌であり、その機能を活用したアナモックス法は、コストが低いアンモニア処理法として注目されている。しかし、アナモックス細菌は倍加時間が長く、培養には時間と手間がかかる。このため、効率的に培養するには培養状況を正確に評価し、その結果を培養条件に反映させることが重要である。本研究では、培地のアンモニア等の濃度変化から窒素処理速度（NCR）を確認するとともに、デジタル PCR 装置を用いて、菌体量の増減を評価した。

## 2. 方法

アナモックス細菌の種菌は、山形県内事業場の排水処理施設から採取し、**図 1** の装置を用いて培養した。培養槽の担体には、浄化槽用の 5 mm 角スポンジを使用した。培地は**表 1** のとおり、期間 I には種菌を採取した事業場の排水中で馴致し、期間 II には 7 日ごとに培地の 4 分の 1 を模擬排水<sup>1)</sup>に置換した。また、期間 II～IV には一定期間ごとにタンク内の培地を新しいものに交換した。

培養槽からは定期的に担体を採取し、DNeasy PowerWater Kit (QIAGEN) を用いて DNA を抽出した。この抽出液をデジタル PCR 装置 (Bio-Rad) で測定し、担体 1 個あたりのコピー数 (以下、DNA 濃度) を計算した。PCR サイクリングは、95℃で 10 分間保持し、94℃(30sec)-60℃(3min)を 50 サイクルした後、98℃で 10 分間保持した。プライマーは Amx368f-Amx1480r、プローブは 1055f を用いた。

表 1 培地の種類と交換頻度

期間	経過日数 (d)	培地	培地交換 頻度(d)
I	0-80	事業場排水	-
II	80-101	事業場排水 + 模擬排水	7
III	101-142	模擬排水	21
IV	142-304	模擬排水	14

## 3. 結果

タンク内の培地のアンモニア態窒素濃度、亜硝酸態窒素濃度、NCR 及び DNA 濃度を**図 2** に示す。NCR は培地交換後 7 日間のアンモニア、亜硝酸、硝酸の濃度変化から計算した。NCR は期間 II～III にかけて増加し、その後は横ばいに推移した。

一方、DNA 濃度は期間 I に減少し、期間 II に増加して以降は横ばいとなった。デジタル PCR による測定では、期間 I のようにアンモニア濃度等の変動のない期間であっても、DNA 濃度の減少が確認された。

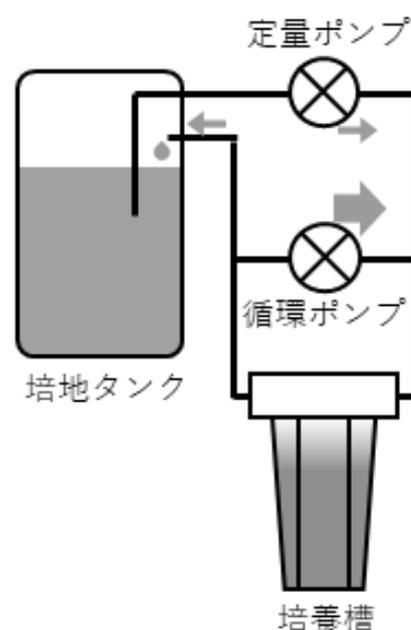


図 1 培養装置

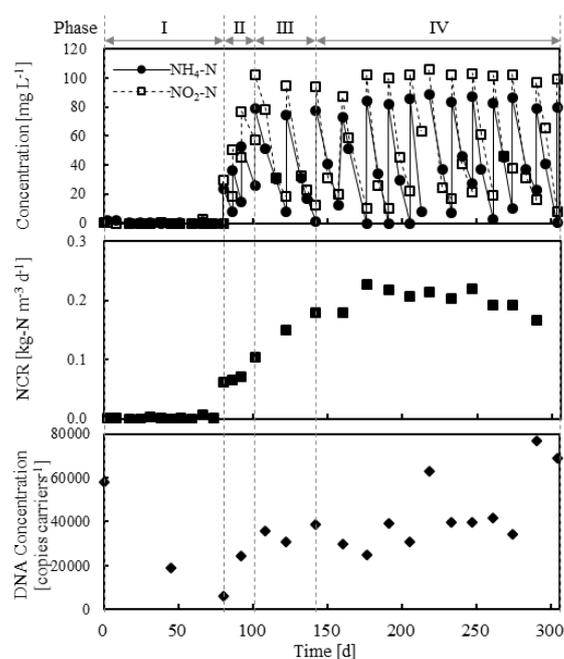


図 2 培地組成及び DNA 濃度の変化

#### 4. 考察と結論

本研究では、アナモックス細菌の培養環境を構築する過程において、デジタル PCR 装置を用いて DNA 濃度を測定した。アンモニア等の濃度変化は細菌の活性と菌体量の両方から影響を受ける一方で、DNA 濃度は細菌の活性に依存せず、菌体量の増減を推測できる。このことから、培養状況を詳細に評価する上で、デジタル PCR の有用性が示唆された。

#### 参考文献

- 1) 張ら, 2013. 土木学会論文集G(環境)69(7), 515-522.

第 59 回日本水環境学会年会（令和 7 年 3 月開催）発表要旨

## 18 令和6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、酒田市若浜町（酒田若浜局）、東根市中央（東根市さくらんぼタントクルセンター）、上山市けやきの森（上山市体育文化センター）の3地点において年2回の調査を行った。山形市宮町（山形市北部公民館）、鶴岡市馬場町（鶴岡市民プール）、長井市ままの上（長井市立長井小学校）の3地点についてはそれぞれ山形市、鶴岡市、長井市が調査を実施した。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/m<sup>3</sup>以下）を達成した。

今回県が調査した3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0.0066 pg-TEQ/m<sup>3</sup>であり、環境省がまとめた「令和5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。）の一般環境の平均値（0.012 pg-TEQ/m<sup>3</sup>）より低い値であった（表2）

当所において調査を行った地点の結果の推移を表3に示した。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	測定年月日	測定値	年平均値
一般環境	酒田市若浜町 (酒田若浜局)	R6.07.31～08.07(夏季)	0.0068	0.0067
		R6.12.04～12.11(冬季)	0.0065	
	東根市中央 (東根市さくらんぼタントクルセンター)	R6.07.30～08.06(夏季)	0.0088	0.0085
		R6.12.03～12.10(冬季)	0.0081	
	上山市けやきの森 (上山市体育文化センター)	R6.07.30～08.06(夏季)	0.0069	0.0069
		R6.12.03～12.10(冬季)	0.0068	
一般環境	山形市宮町 (山形市北部公民館) ※	R6.08.20～08.27(夏季)	0.0061	0.0043
		R6.12.10～12.17(冬季)	0.0025	
	鶴岡市馬場町 (鶴岡市民プール) ※	R6.08.08～08.15(夏季)	0.0054	0.0054
		R6.12.20～12.27(冬季)	0.0054	
	長井市ままの上 (長井市立長井小学校) ※	R6.08.19～08.26	0.0088	0.0088
	※山形市、鶴岡市、長井市が実施した地点(参考掲載)			環境基準値

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6年度 山形県 ※1	0.0066	0.0025	～	0.0088
令和5年度 全国調査 ※2 ※3	0.013	0.0025	～	0.13
〃 (一般環境) ※3	0.012	0.0026	～	0.13

※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		
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	
	R6		0.0068		0.0065	0.0067	
さくらんぼ タントクルセンター	H13	0.021	0.084	0.057	0.045	0.052	24時間採取
	H21	0.0080	0.0080	0.0099	0.020	0.011	
	H26	-	0.0071	-	0.027	0.017	
	H29	-	0.0058	-	0.011	0.0084	
	R2		0.013		0.018	0.016	
上山市保健センター	R6		0.0088		0.0081	0.0085	
	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	
上山市体育 文化センター	H26	-	0.0064	-	0.0079	0.0072	
	H29	-	0.0064	-	0.0083	0.0074	
	R3	-	0.0097	-	0.015	0.012	
	R6		0.0069		0.0068	0.0069	

注1) H11～14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地点で調査を行った。また、河川3地点について国（国土交通省）と山形市が調査を行った。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9地点と国（国土交通省）、山形市が実施した3地点の平均値は0.17 pg-TEQ/Lであり、全国調査の平均値（0.18 pg-TEQ/L）より低い値であった。

また、表6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	R6.6.26	0.15	0.15
	寒河江川	溝延橋	河北町大字溝延地内	R6.6.19	0.041	0.041
	最上小国川	舟形橋	舟形町舟形地内	R6.6.7	0.094	0.094
	升形川	升形橋	新庄市大字升形地内	R6.6.7	0.47	0.47
	新井田川	浜田橋	酒田市東栄町地内	R6.6.20	0.47	0.47
	内川	西三川橋	鶴岡市大宝寺地内	R6.6.20	0.27	0.27
	荒川	赤芝発電所	小国町大字玉川地内	R6.6.27	0.045	0.045
	横川	荒川合流前	小国町大字増岡地内	R6.6.27	0.051	0.051
河川	最上川※	基点橋※	村山市大字河島地内※	R6.10.16	0.076	0.076
	赤川※	新川橋※	酒田市浜中字小浜地内※	R6.10.16	0.068	0.068
	馬見ヶ崎川※	白川橋※	山形市大字成安地内※	R6.8.20	0.25	0.25
湖沼	水窪ダム	ダムサイト	米沢市大字三沢字水窪地内	R6.6.26	0.024	0.024
※国土交通省、山形市が実施した地点(参考掲載)					環境基準値	1

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6年度 山形県(河川)※	0.18	0.041	～	0.47
令和5年度 全国(河川)	0.21	0.0084	～	2.9
令和6年度 山形県(湖沼)※	0.024	0.024	～	0.024
令和5年度 全国(湖沼)	0.18	0.0095	～	1.3
令和6年度 山形県(全体)※	0.17	0.024	～	0.47
令和5年度 全国(全体)	0.18	0.00081	～	2.9

※国土交通省、山形市が実施した3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	H24	H27	H30	R3	R6
河川	堀立川	芦付橋	0.37	0.25	0.37	0.26	0.15
	寒河江川	溝延橋	0.047	0.062	0.047	0.036	0.041
	最上小国川	舟形橋	0.090	0.10	0.12	0.034	0.094
	升形川	升形橋	0.27	0.062	0.57	0.67	0.47
	新井田川	浜田橋	0.43	0.38	0.38	0.34	0.47
	内川	西三川橋	0.77	0.29	0.42	0.56	0.27
	荒川	赤芝発電所	0.066	0.077	0.12	0.14	0.045
			H23	H26	H29	R3	R6
	横川	荒川合流前	0.039	0.083	0.090	0.050	0.051
			H24	H27	H30	R3	R6
湖沼	水窪ダム	ダムサイト	0.026	0.046	0.048	0.032	0.024

(注) 毒性等量の算出には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1地点の計9地点で調査を行った。また、河川3地点について国（国土交通省）と山形市が調査を行った。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。

表8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）、山形市が実施した3地点の平均値は1.3 pg-TEQ/gであり、全国調査の平均値（5.6 pg-TEQ/g）より低い値であった。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	堀立川	芦付橋	米沢市中田町地内	R6.6.26	0.41
	寒河江川	溝延橋	河北町大字溝延地内	R6.6.19	0.32
	最上小国川	舟形橋	舟形町舟形地内	R6.6.7	1.0
	升形川	升形橋	新庄市大字升形地内	R6.6.7	1.4
	新井田川	浜田橋	酒田市東栄町地内	R6.6.20	3.7
	内川	西三川橋	鶴岡市大宝寺地内	R6.6.20	2.8
	荒川	赤芝発電所	小国町大字玉川地内	R6.6.27	0.16
	横川	荒川合流前	小国町大字増岡地内	R6.6.27	0.19
河川	最上川※	碁点橋※	村山市稲下地内※	R6.10.16	0.24
	赤川※	新川橋※	酒田市浜中地内※	R6.10.16	0.21
	馬見ヶ崎川※	白川橋※	山形市大字成安地内※	R6.8.20	1.9
湖沼	水窪ダム	ダムサイト	米沢市大字三沢字水窪地内	R6.6.26	3.2
※国土交通省、山形市が実施した地点(参考掲載)				環境基準	150

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6年度 山形県(河川)※	1.1	0.16	～	3.7
令和5年度 全国(河川)	5.0	0.0092	～	410
令和6年度 山形県(湖沼)※	3.2	3.2	～	3.2
令和5年度 全国(湖沼)	8.1	0.23	～	63
令和6年度 山形県(全体)※	1.3	0.16	～	3.7
令和5年度 全国(全体)	5.6	0.0092	～	410

※国土交通省、山形市が実施した3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	H24	H27	H30	R3	R6	
河川	堀立川	芦付橋	0.79	0.61	0.21	0.81	0.41	
	寒河江川	溝延橋	2.2	0.37	0.49	0.22	0.32	
	最上小国川	舟形橋	2.7	0.86	0.31	0.20	1.0	
	升形川	升形橋	1.7	6.2	0.36	1.0	1.4	
	新井田川	浜田橋	1.3	6.0	3.1	1.7	3.7	
	内川	西三川橋	1.8	0.97	13	2.7	2.8	
	荒川	赤芝発電所	2.9	14	0.17	0.19	0.16	
				H23	H26	H29	R3	R6
	横川	荒川合流前	0.083	0.39	0.45	0.67	0.19	
			H24	H27	H30	R3	R6	
湖沼	水窪ダム	ダムサイト	4.5	2.3	3.3	3.2	3.2	

(注) 毒性等量の算出にはWHO-TEF(2006)を用いている

#### 4 地下水

地下水については鶴岡市宝田の1地点で調査を行った。また、山形市役所、鶴岡市民プールの2地点についてそれぞれ山形市と鶴岡市が調査を行った。その結果は表10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。

また、県が実施した1地点と山形市、鶴岡市が実施した2地点の平均値は0.029 pg-TEQ/Lであり、全国調査の平均値（0.044 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
鶴岡市	鶴岡市宝田	R6.8.19	0.024	0.024
山形市	山形市役所※	R6.8.7	0.026	0.026
鶴岡市	鶴岡市民プール※	R6.8.8	0.036	0.036
※山形市、鶴岡市が実施した地点(参考掲載)			環境基準値	1

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6年度 山形県※	0.029	0.024	～	0.036
令和5年度 全国	0.044	0.00052	～	0.94

※山形市、鶴岡市が実施した2地点を含む

## 5 土壌

土壌については、発生源周辺の5地点で調査を行った。また、山形市が2地点で調査を行った。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。

県が実施した5地点と山形市が実施した2地点の平均値は2.1 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（5.1 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	米沢市関	旧関小学校グラウンド	R6.10.24	0.21
	米沢市大字立石	小白布公園(大樽川緑地公園)	R6.10.24	0.23
発生源周辺	鶴岡市茅原町	茅原公園	R6.10.16	0.82
	鶴岡市宝田	鶴岡浄化センター	R6.10.16	7.1
	鶴岡市宝田	いこいの広場	R6.10.16	3.7
発生源周辺	山形市松栄※	松栄公園※	R6.8.7	1.1
	山形市前明石※	前明石児童遊園※	R6.8.7	1.5
※山形市が実施した地点(参考掲載)			環境基準	1000

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6年度 山形県※	2.1	0.021	～	7.1
令和5年度 全国調査	2.6	0	～	140
” (発生源周辺)	5.1	0	～	120

※山形市が実施した2地点を含む

## 19 令和6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。令和3年度～令和5年度は山形県内発生源又は中心市街地等の下流を対象とし、令和6年度～令和8年度は県内一円の河川及び地下水を対象に調査している。本報では令和6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 10 地点、地下水 4 地点において、8 月から 10 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) および分析方法の下限値 (MDL, MQL) 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			
機種	島津製作所製 Nexera XR		
分析カラム	GL Science製 InertCore Plus C18 (φ 2.1mm×100mm, 2.6 μ m)		
ディレイカラム	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 μ L		

MS条件	
機種	AB Sciex 製 QTRAP4500
カーテンガス	30 psi
コリジョンガス	10
イオンスプレー電圧	-4,500 V
ガス温度	450 °C
ネブライザーガス	30 psi
ターボガス	80 psi
イオン化法	ESI-negative
測定モード	SRM

	プリカーサー イオン	プロダクトイオン		DP	CE	
	(m/z)	定量 (m/z)	確認 (m/z)	(V)	定量 (V)	確認 (V)
PFOA	413	369	169	-15	-16	-24
PFOA- <sup>13</sup> C <sub>8</sub>	420.8	376	171.9	-10	-16	-26
PFOS	499	80	99	-25	-96	-90
PFOS- <sup>13</sup> C <sub>8</sub>	507	80	99	-85	-88	-82
PFHxS	398.8	79.6	99	-40	-70	-64
PFHxS- <sup>13</sup> C <sub>8</sub>	401.8	80	99	-95	-86	-86

表 2 下限値試験の結果

下限値	PFOS	PFOA	PFHxS
IDL (ng/L)	0.004	0.006	0.003
MDL (ng/L)	0.03	0.02	0.01
MQL (ng/L)	0.07	0.06	0.03

### 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0.2~4.5 ng/L、地下水では0.1~5.1 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については、最大でも暫定指針値の約1/10であった。

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	遊佐町	月光川菅里橋	R6.10	0.9	(0.06)	0.07	0.65	0.16	(0.01)	N.D	
河川水	遊佐町	洗沢川吹浦橋	R6.10	0.2	N.D	N.D	0.19	(0.03)	N.D	N.D	
河川水	酒田市	荒瀬川八幡橋	R6.10	0.5	N.D	0.07	0.43	(0.05)	(0.02)	N.D	
河川水	酒田市	日向川日向橋	R6.10	0.2	(0.03)	(0.04)	0.19	(0.02)	N.D	N.D	
河川水	酒田市	豊川豊橋	R6.10	1.1	0.13	0.08	0.82	0.13	(0.02)	N.D	
河川水	酒田市	小牧川中島橋	R6.10	4.5	0.63	0.88	2.5	0.43	0.21	N.D	
河川水	三川町	青竜寺川青山橋	R6.10	1.4	0.09	0.15	1.0	0.18	0.04	N.D	
河川水	庄内町	立谷沢川東雲橋	R6.10	0.2	N.D	N.D	0.20	N.D	N.D	N.D	
河川水	酒田市	相沢川宝永橋	R6.10	0.3	N.D	(0.04)	0.29	(0.03)	(0.01)	N.D	
河川水	酒田市	藤島川昭和橋	R6.10	0.9	0.11	0.12	0.55	0.10	(0.02)	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	真室川町	真室川町新町	R6.9	1.9	0.50	0.46	0.89	0.08	0.05	(0.01)
地下水	金山町	金山町金山	R6.8	1.3	0.40	0.22	0.47	0.21	(0.02)	N.D
地下水	鶴岡市	鶴岡市宝田	R6.8	5.1	1.4	1.4	2.1	0.17	0.03	0.03
地下水	三川町	三川町猪子	R6.8	0.1	N.D	N.D	(0.05)	0.14	(0.01)	0.06

\* 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

検出下限値	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01
定量下限値	0.07	0.07	0.06	0.06	0.03	0.03

## 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6年 9月30日	進藤 裕文	デジタルPCRによるアナモックス細菌の培養状況の解析	第50回全環研協議会北海道・東北支部研究連絡会議	WEB開催
令和6年 10月11日	横尾 龍海	山形県村山楯岡笛田局におけるPM2.5成分の経年変化について	第31回大気環境学会北海道・東北支部研究発表会	北海道
令和7年 3月10日	横尾 龍海	山形県におけるPM2.5成分分析の経年変化	第51回山形県公衆衛生学会	山形市
令和7年 3月18日	進藤 裕文	アナモックス菌培養状況の評価におけるデジタルPCRの有用性	第59回日本水環境学会年会	北海道

## 2 他誌掲載論文

著者	題名	掲載雑誌	発行年月日
新藤 道人	山形県気候変動適応センターの取り組みについて	全国環境研会誌 Vol. 49 No. 3 2024	令和6年9月25日

## 3 講師派遣

年月日	名称	主催者	開催地	講師
令和6年 6月21日	令和6年度環境計量証明部会通常総会及び研修会	一般社団法人山形県計量協会環境計量証明部会	山形市	中山 祐樹
令和6年 12月6日	令和6年度環境計量証明部会第2回研修会	一般社団法人山形県計量協会環境計量証明部会	山形市	沼澤 聡明 進藤 裕文
令和7年 1月24日	令和6年度環境計量証明部会第3回研修会	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 横尾 龍海

## 4 研修会・セミナー等の開催

年月日	名称	主催者	対象
令和6年 5月9日	令和6年度環境行政担当者研修会（環境保全業務基礎コース）	環境科学研究センター	県及び山形市職員
令和6年 5月21日	令和6年度環境行政担当者研修会（廃棄物対策業務基礎コース）	環境科学研究センター	県及び山形市職員
令和6年 6月22日	親子で楽しむ環境科学体験デー自然観察会コース	気候変動適応センター	小学生（親子）
令和6年 6月29日	親子で楽しむ環境科学体験デー科学実験体験コース	環境科学研究センター	小学生（親子）
令和6年 8月7日	令和6年度市町村環境保全研修会	環境科学研究センター	市町村職員
令和6年 10月5日	自然観察会（秋の部）	気候変動適応センター	小学生（親子）
令和6年 12月6日	試験研究等に係るセミナー	環境科学研究センター	県職員

令和6年 11月26日	地域気候変動適応計画策定説明会	気候変動適応センター	市町村職員
令和7年 2月14日	令和6年度環境行政担当者研修会 (環境保全業務応用コース)	環境科学研究センター	県及び山形市職員
令和7年 2月18日	令和6年度環境行政担当者研修会 (廃棄物対策業務応用コース)	環境科学研究センター	県及び山形市職員
令和7年 2月28日	令和6年度環境関係業務報告会	環境科学研究センター	県及び山形市職員

## 5 職員技術等研修

研修名	期間	主催	開催地	受講者名
課題分析研修 (プランクトン)	令和6年 6月24日～ 令和6年 6月28日	環境省 環境調査研修所	参加型	梅津 貴史
ダイオキシン類環境モニタリング研修 (基礎課程)	令和6年 8月26日～ 令和6年 9月13日	環境省 環境調査研修所	遠隔及び 参加型	真田 拓生
廃棄物分析研修	令和6年 10月21日～ 令和6年 10月25日	環境省 環境調査研修所	遠隔及び 参加型	大河原 龍馬
水質分析研修 Bコース (PFOS、PFOA、PFHxS)	令和6年 11月25日～ 令和6年 12月13日	環境省 環境調査研修所	遠隔及び 参加型	森田 浩行
大気分析研修	令和7年 2月3日～ 令和7年 2月7日	環境省 環境調査研修所	遠隔及び 参加型	黒沼 洋太

山形県環境科学研究センター年報  
第32号（令和6年度）

発行年月	令和7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