

群馬県衛生環境研究所年報

ANNUAL REPORT OF GUNMA PREFECTURAL INSTITUTE
OF PUBLIC HEALTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCES

NO. 55 2023

群馬県衛生環境研究所

目 次

まえがき

I 機構

1 沿革	1
2 組織と業務内容（令和5年4月1日）	3
3 職員一覧（令和5年4月1日）	4
4 決算（令和4年度歳出目・節別調書）	5
5 主要備品一覧	6
6 学会・研究会及び会議への出席	7

II 業務実績

1 水環境・温泉研究センター	11
2 感染制御センター	14
3 研究企画係	16
4 保健科学係	18

III 調査研究

総説	
1 大気マイクロプラスチックの観測研究に関する動向	20
短報	
2 2022年夏季の群馬県における暑さ指数と熱中症救急搬送者数の状況	34
3 拡散シミュレーションを利用した発生源周辺調査の効率的なVOCサンプリング手法の検討	39

IV 資料

4 利根川における河川水中マイクロプラスチックの調査	43
5 尾瀬沼水質調査およびコカナダモ繁殖状況観察結果	47
6 群馬県におけるPM2.5質量濃度（2021年度）	51
7 前橋における酸性雨調査（2012～2022年度）	54
8 令和4年度群馬県感染症流行予測調査結果	58
9 群馬県において2022年度に検出された新型コロナウイルスについて	62

V 発表業績

1 学会誌等への投稿	66
2 学会等での発表	67

VI 研修・業績発表会

1 当所で実施した研修	69
2 当所で受け入れた視察、研修	71
3 業績発表会	72

ま え が き

ここに、2022 年度における当研究所の活動実績をまとめた年報 55 号を発刊する運びとなりました。

群馬県では 7 月からの COVID-19 の第 7 波では、BA.2 よりも感染力の強い BA.5 が主流となり、8 月には 1 日 3,000 人を超える陽性者が報告される日もありましたが、8 月中旬をピークに陽性者は徐々に減少し、9 月 26 日以降は、全数届出ではなく届出が必要な 4 類系に整理されました。11 月からの第 8 波も BA.5 が主流でしたが、12 月をピークに、感染者数は減少し、検査の陽性率も 12 月の 81.3% から 2 月の 21.8% へ急減しました。2023 年 5 月 8 日に定点把握疾患となり、県内 87 箇所の定点医療機関から週 1 回報があり、病原体定点医療機関や他の医療機関との協力により、当研究所では NGS（次世代シーケンサー）によるゲノム解析を継続しています。

2023 年 4 月からは XBB が主流となり、徐々に陽性者数が増えましたが、第 35 週の 1 定点あたり 21.17 人をピークに徐々に減少し、第 41 週（10 月 9 日～15 日）には 1 定点あたり 4.13 人まで減少しましたが、インフルエンザの患者数が増えているので注意が必要です。

2022 年度は地衛研にとって大きな動きがありました。2022 年 12 月に地域保健法が改正され、2023 年 4 月 1 日から地衛研は法定化されました。今回の COVID-19 のパンデミックを受け、次のパンデミックに備えるため、県による感染症予防計画の作成、保健所と衛研による健康危機対処計画の作成、実践型訓練の実施が求められており、それらの実施に向け準備をしているところです。

2023 年のノーベル生理学・医学賞の受賞者に、新型コロナウイルスの mRNA ワクチン開発に貢献したペンシルベニア大学のカリコ特任教授、ワイスマン教授が選ばれました。この研究成果により短期間でワクチンが開発され、COVID-19 による死亡者数の減少に貢献しました。素晴らしい研究成果だと思います。

各地で 4 年ぶりの花火大会や夏祭りが開催され、観光地もかつてのような賑わいを取り戻しつつあります。新たな変異株の出現も懸念されていましたが、今のところ大きな問題にはなっていません。今後も場面に応じて、マスク着用や換気等、基本的な感染対策もしばらく続ける必要があると思います。

地球温暖化の進行によって、異常気象の発生、台風や大雨の被害が拡大しています。暑さ指数（WBGT）予測値に基づき、熱中症警戒アラートが発出されるようになりました。これからは熱中症対策も課題であり、当研究所の気候変動適応センターとしての役割も重要になってきます。

群馬県衛生環境研究所は、これからも関係機関と連携しながら、困った時に「頼りにされる研究所」を目指して、職員一同努力して参ります。引き続き、皆様方の暖かいご支援を賜りますようお願いいたします。

2023 年 12 月

群馬県衛生環境研究所長 猿木信裕

I 機 構

1 沿 革

明治 11 年、現在の本庁行政棟前にある群馬会館の位置に群馬県衛生所が建てられ、衛生関係試験検査業務を行ってきたが、明治 30 年伝染病予防法の制定に伴い、伝染病病原体の分離同定業務の増加により、明治 38 年、旧庁舎の一隅に群馬県細菌検査所を設置した。

昭和 3 年、細菌検査業務の拡大に伴い、現在の県庁構内に庁舎を新築し、理化学試験業務を行うため、群馬県衛生試験所を設置した。

昭和 23 年 4 月、厚生省から「地方衛生研究所設置要綱」が通達され、これに基づいて群馬県立衛生研究所条例（昭和 24 年 11 月 4 日、条例第 49 号）を制定し、細菌検査所及び衛生試験所を統合して群馬県立衛生研究所を設置した。以後、漸次設備の拡充と人員の充実がなされた。昭和 45 年 1 月、前橋市岩神町に鉄筋コンクリート 2 階建（一部 3 階）を新築し、移転するとともに、昭和 46 年 4 月、公害に関する分析、測定および試験研究を専門的に行う機関として、群馬県公害研究センターを衛生研究所に併設し、業務を遂行してきた。昭和 47 年 5 月研究所 2 号棟を増築した。昭和 53 年 4 月、県行政組織の改正により衛生研究所と公害研究センターの統廃合を行い、施設の名称を群馬県衛生公害研究所に改称した。平成 3 年 4 月から調整機能を充実するため副所長を設置するとともに、情報収集・提供及び健康長寿科学研究の推進のために、組織機構を改め 4 部 9 課制にし、充実を図った。平成 4 年 4 月、名称を群馬県衛生環境研究所に改めた。

平成 11 年 4 月、研究所の機能強化と県民に開かれた研究所として前橋市上沖町に新築移転した。

平成 12 年 2 月、環境管理システムの国際標準規格である ISO14001 の認証を取得し、環境負荷の低減に努めると共に、地球環境の保全につながる研究を推進することを「環境方針」として公表した。

平成 13 年 9 月、インターネットホームページを開設し、情報発信機能を充実させた。

平成 14 年 4 月、感染症情報センターが県保健予防課から移管され、地方感染症情報センター機能を備えた。

平成 14 年度、研究機能を充実させるために特別研究制度を設け、4 テーマが採択され特別研究が開始された。

機 構 と 職 員 数 の 変 遷

組 織 の 改 正		職員数
S24.11.4	県立衛生研究所設置	5 人
26.4.1	細菌検査係、衛生化学試験係、臨床病理係を置く	14 人
27.4.1	細菌検査係、衛生化学試験係を置く	13 人
33.4.1	課制設置(庶務化学課、細菌病理課の 2 課を置く)	12 人
43.4.1	庶務課、化学課、細菌病理課の 3 課を置く	20 人
45.4.1	庶務課、細菌病理課、公害化学課、食品化学課の 4 課を置く (前橋市岩神町 3-21-19 に移転)	29 人
46.4.1	部制設置(庶務課、生物研究部、環境研究部の 1 課 2 部)公害研究センター(試験検査部の 1 部制)を衛生研究所に併設	45 人
53.4.1	衛生研究所と公害研究センターの統合を行い、衛生公害研究所と改称、庶務課、疫学情報室、微生物部、環境保健部、食品薬品部、生活環境部の 1 課 1 室 4 部を置く	45 人
55.4.1	事務部設置、1 課 1 室 5 部 [事務部(庶務課)、疫学情報室、微生物部、環境保健部、食品薬品部、生活環境部]	45 人
H3.4.1	副所長を置くとともに 4 部 9 課制、管理部(総務課、企画情報課)、保健科学部(長寿科学課、細菌課、ウイルス課)、生活科学部(食品化学課、衛生化学課)、環境科学部(大気課、水質課)衛生環境研究所と改称	42 人
4.4.1	(前橋市上沖町 378 番地に移転)	43 人
11.4.1		44 人
12.4.1		43 人
13.4.1	保健科学部長寿科学課を同健康科学課と改称	40 人
14.4.1		41 人
15.4.1	5 グループ制(総務企画、調査研究、微生物、健康科学、環境科学)とする とともに、附置機関として「食品安全検査センター」を設置	49 人

平成 15 年 2 月、初期の目的が達成されたため ISO14001 の登録期限をもって終了した。

平成 15 年 4 月、組織改正により 5 グループ制となった。さらに、生産から流通・消費に至るまで一元的な検査体制の整備を図るため衛生環境研究所の附置機関として「食品安全検査センター」を設置した。

平成 16 年 4 月、4 グループ制となった。さらに、より効率的な監視指導・施策等を推進するため、附置機関であった「食品安全検査センター」を独立した専門機関とした。

平成 17 年 4 月、組織改正により「感染症情報センター」を「感染制御センター」として保健科学グループから独立させ、機能強化を図った。

平成 18 年 4 月、環境科学グループの業務を発展させ、県内の水資源を総合的に調査研究するために「水環境研究センター」を設置し、センター内に「水資源・環境グループ」を設置した。また、「感染制御センター」内に「感染制御グループ」を設置し、機能強化を図った。

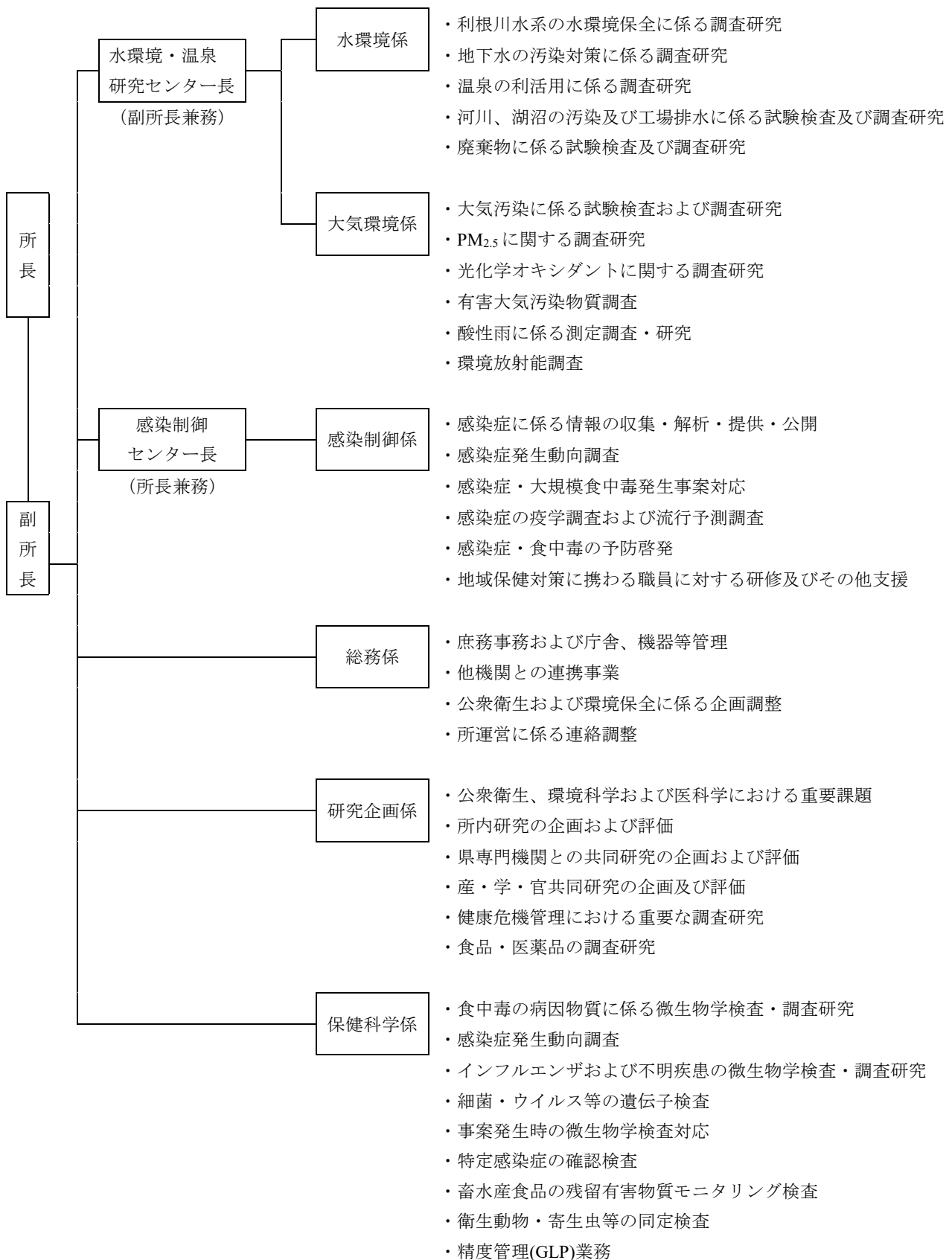
平成 18 年 10 月 1 日、組織改正により「水環境研究センター」を「水環境・温泉研究センター」とし温泉研究体制の充実を図った。

平成 20 年 4 月、組織改正により、今までのグループ制が係制に改正された。併せて、水資源・環境グループが水環境係と大気環境係に分割された。さらに、総務企画グループが総務係に、調査研究グループが研究企画係になった。

令和 3 年 4 月 1 日、県内の気候変動影響や気候変動適応に関する情報の収集、整理、分析、提供と技術的助言を行う拠点として、「群馬県気候変動適応センター」を気候変動対策課（現グリーンイノベーション推進課）と共同で設置した。

16. 4.1	4 グループ制(総務企画、調査研究、保健科学、環境科学)とするとともに「食品安全検査センター」が独立	30 人
17. 4.1	1 センター(感染制御)、4 グループ制(総務企画、調査研究、保健科学、環境科学)とする	28 人
18. 4.1	2 センター(水環境研究、感染制御)、5 グループ制(水資源・環境、感染制御、総務企画、調査研究、保健科学)とする	29 人
18.10.1	2 センター(水環境・温泉研究、感染制御)、5 グループ制は変わらず	30 人
19. 4.1	2 センター(水環境・温泉研究、感染制御)、5 グループ制は変わらず	26 人
19.10.1	2 センター(水環境・温泉研究、感染制御)、5 グループ制は変わらず	27 人
20. 4.1	グループ制から係制に組織改正水資源・環境グループが水環境係と大気環境係になり 2 センター、6 係制(水環境、大気環境、感染制御、総務、研究企画、保健科学)となる	27 人
21. 4.1	2 センター(水環境・温泉研究、感染制御)、6 係制は変わらず	28 人
22. 4.1		30 人
23. 4.1		29 人
24. 4.1		28 人
25. 4.1		27 人
26. 4.1		26 人
28. 4.1		27 人
29.4.1		26 人
30.4.1		27 人
31.4.1		28 人
R2.4.1		30 人
4.4.1		28 人
5.4.1		30 人

2 組織と業務内容 (令和5年4月1日)



3 職員一覧（令和5年4月1日）

所 長 猿 木 信 裕
副 所 長 田 子 博
次 長 田 邊 祐 介
主席研究員（水環境係長） 太 田 正 徳
主席研究員（感染制御係長） 吉 住 正 和

○ 水環境・温泉研究センター

センター長 （副所長兼務）

◎ 水環境係

係 長 （主席研究員兼務）
主 任 松 本 理 沙
主 任 宇 野 悠 介
主 任 八 木 千 聖
技 師 山 崎 生美恵
技 師 吉 野 有希菜

◎ 大気環境係

主任研究員（係長） 熊 谷 貴美代
主 任 小 池 有理子
技 師 友 松 瑛 里

○ 感染制御センター

センター長 （所長兼務）

◎ 感染制御係

係 長 （主席研究員兼務）
主 任 小 林 美 保
技 師 中 澤 景 子
技 師 兵 藤 杏 花
技 師 関 亜佑美

◎ 総務係

係 長 （次長兼務）
主 幹 熊 井 しのぶ
主 任 島 村 梨 奈
副主幹専門員 小 倉 平 路

◎ 研究企画係

係 長 佐 藤 ゆり恵
独立研究員 齊 藤 由 倫
技 師 島 田 諒

◎ 保健科学係

係 長 塚 越 博 之
独立研究員 黒 川 奈都子
技 師 高 橋 裕 子
技 師 堀 越 絢 乃
技 師 久保田 莉 菜
技 師 小 川 麻由美
技 師 中 澤 祐 貴

職種別職員数

	医師	獣医師	薬剤師	化学	臨床検査技師	事務	計
所 長	1						1
副 所 長				1			1
次 長						1	1
主席研究員				1	1		2
水 環 境 係			2	3			5
大気環境係			1	2			3
感染制御係					4		4
総 務 係						3	3
研究企画係		1		1	1		3
保健科学係		1	3		3		7
	1	2	6	8	9	4	30

4 決算（令和4年度歳出目、節別調書）

（単位：千円）

予算主管課	人事課	財産有効活用課	総務事務管理課	健康福祉課	健康福祉課	感染症・がん疾病対策課	感染症・がん疾病対策課	薬務課	
目名	人事管理費	財産管理費	総務事務管理費	健康福祉総務費	衛生環境研究所費	結核等予防対策費	感染症対策費	薬務総務費	小計①
節									
報酬	462			2,558	2,031		55		5,106
職員給与	2,371				110,540				112,911
職員手当	548				62,207				62,755
共済費	1,668			9	36,688				38,365
報償費					77		123		200
旅費	6			298	810		21		1,135
交際費									0
需用費				9,362	42,319	778	28,509	117	81,085
食糧費							2		2
その他需用費				9,362	42,319	778	28,507	117	81,083
役務費					701	32	501		1,234
委託料			487		17,439		824		18,750
使用料及び賃借料					29				29
工事請負費		347							347
備品購入費				9	34,569				34,578
負担金補助及び交付金				16	396				412
公課費					38				38
合 計	5,055	347	487	12,252	307,844	810	30,033	117	356,945

（単位：千円）

予算主管課	薬務課	食品・生活衛生課	食品・生活衛生課	食品・生活衛生課	食品・生活衛生課	環境保全課	自然環境課	合計	
目名	温泉保護指導費	生活衛生費	食品衛生費	水道整備費	食品安全対策費	環境保全対策費	尾瀬保全推進費	小計②	①+②
節									
報酬						809		809	5,915
職員給与								0	112,911
職員手当						140		140	62,895
共済費						186		186	38,551
報償費						11		11	211
旅費						148		148	1,283
交際費								0	0
需用費	156	162	1,905	316	111	9,537	20	12,207	93,292
食糧費								0	2
その他需用費	156	162	1,905	316	111	9,537	20	12,207	93,290
役務費						2,913		2,913	4,147
委託料								0	18,750
使用料及び賃借料						5,124		5,124	5,153
工事請負費								0	347
備品購入費						4,998		4,998	39,576
負担金補助及び交付金						85		85	497
公課費								0	38
合 計	156	162	1,905	316	111	23,951	20	26,621	383,566

5 主要備品一覧

備 品 名	メーカー・型式	導入年度	用 途
蛍光顕微鏡	オリンパス光学工業（株）	1998	微生物等の検鏡
ECD 付ガスクロマトグラフ	横河, HP6890	1999	PCB の分析
モニタリングポスト	Aloka, MAR-22	2006	環境放射能調査
ガスクロマトグラフ質量分析計	Agilent, 7890A/5975C	2007	残留農薬等の分析
ICP-MS	Agilent, 7500CX	2008	有害大気汚染物質の分析
分光光度計	島津, UV-1800	2008	TP、Cr ⁶⁺ 等の測定
マイクロウェーブ分解装置	Multiwave 3000	2008	重金属の前処理
リアルタイム PCR 装置	Applied Biosystems, 7500Fast	2009	ウイルス検査
リアルタイム PCR 装置	Applied Biosystems, StepOne Plus	2009	ウイルス検査
検体濃縮装置	MGS-HEAT	2009	検体の濃縮
純水製造装置	日本ミリポア, Integral 5S	2011	水質分析業務・調査研究
Ge 半導体検出器波高分析装置	Seiko, EG&G	2011	環境放射能調査
イオンクロマトグラフ	日本ダイオネクス(株), ICS-1100	2012	河川水等の分析
Ge 半導体検出器波高分析装置	Seiko, EG&G 製	2012	環境放射能調査
PM _{2.5} フィルター秤量用装置	サバルリウス・マトロニクス・ジャパン	2013	PM _{2.5} の秤量
熱分離・光学補正式炭素分析計	DRI, 2001A OC/EC 型	2013	PM _{2.5} の炭素成分分析
高速液体クロマトグラフ	Agilent, 1260 Infinity	2014	有害化学物質・残留農薬等の分析
マイクロ波試料前処理システム	マイルストーン, ETHOS UP	2015	PM _{2.5} 重金属の前処理
ジェネティックアナライザー	Applied Biosystems, 3500-250BA01	2016	遺伝子の DNA 塩基配列解析
ヘッドスペース GCMS	島津製作所, GCMS-QP2020	2017	水中揮発性有機化合物測定
ICP-MS	Agilent, 7800	2018	有害化学物質の分析
大気中 VOC 分析装置	Agilent, 7890A/5975C+Entech 7200	2018	有害大気汚染物質の分析
QIAcube Connect	QIAGEN, 9002864	2019	病原体遺伝子の抽出
QuantStudio 5 Real-Time PCR System	Thermo Fisher Scientific, A28136	2019	ウイルス検査
SeqStudio Genetic Analyzer System	Thermo Fisher Scientific, A35644	2020	遺伝子の DNA 塩基配列解析
EZ1 Advanced XL	QIAGEN, 9002123	2020	ウイルス遺伝子の抽出
QIAxcel Advanced System	QIAGEN, 49191-02	2020	DNA フラグメントの解析
ベータ線自動測定装置	Aloka, JDC-6221	2021	環境放射能調査
パルスフィールドゲル電気泳動装置	パイオラッド, 1703671JA	2021	微生物の遺伝子解析
マイクロプレートリーダー	TECAN, Infinite F50R	2021	抗体価測定（ELISA）
次世代シーケンサー	Illumina, Miseq	2022	DNA 大量同時並列解析
トリプル四重極型 GCMS	島津製作所, TQ8040NX	2022	有害化学物質等の測定
純水・超純水製造装置	Milli-Q IQ7010	2022	環境放射能調査

6 学会・研究会及び会議への出席

(1) 学会および研究会への出席

年月日	学会および研究会の名称	開催地	出席者
2022.6.21	大気環境学会 都市大気エアロゾル分科会・モビリティ環境分科会 合同講演会	WEB	熊谷
2022.6.30-7.1	衛生微生物技術協議会第42回研究会	WEB	猿木、塚越、青木
2022.8.3-5	第39回エアロゾル科学・技術研究討論会	横浜市	熊谷
2022.8.25-28	第33回日本環境教育学会年次大会	東京	齊藤
2022.9.4	関東・東京合同地区獣医師大会・三学会	海老名市	塩野、黒川
2022.9.14-16	第63回大気環境学会年会	堺市	熊谷、坂本
2022.9.20-22	廃棄物資源循環学会 第33回大会	WEB	齊藤
2022.9.22	第33回廃棄物資源循環学会研究発表会併設全国環境研協議会研究発表 会	WEB	前原、宇野、八木
2022.9.29-30	地方衛生研究所全国協議会関東甲信静支部 第36回ウイルス研究部会	川崎市	猿木、塚越、篠田
2022.11.16	第49回環境保全・公害防止研究発表会	WEB	宇野
2022.11.18	全国大気汚染防止連絡協議会第67回全国大会	前橋市	稲村、田子、熊谷、齊藤、 坂本、友松
2022.11.18	地方衛生研究所全国協議会関東甲信静支部 第12回公衆衛生情報研究部会総会	WEB	猿木、塩野、池田、青木
2022.11.25	令和4年度全国環境研協議会関東甲信静支部水質専門部会	WEB	田子、前原、宇野、八木
2023.1.26-27	第36回公衆衛生情報研究協議会総会	WEB	猿木、池田、青木、中澤、 関
2023.2.9-10	第38 回全国環境研究所交流シンポジウム	つくば市	友松
2023.2.9-10	地方衛生研究所全国協議会関東甲信静支部 第34回細菌研究部会	横浜市	猿木、塚越、黒川、高橋、 堀越、小川
2023.3.14	令和4年度 関東地方大気環境対策推進連絡会 微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議 講演会	WEB	熊谷、坂本
2023.3.15	令和4年度全国環境研協議会関東甲信静支部大気専門部会	誌上開催	友松
2023.3.22	令和4年度（第10回）群馬県地域保健研究発表会	前橋市	猿木、高橋、堀越、久保 田、小川、中澤、関

(2) 会議

年 月 日	会議の名称	開催地	出席者
2022.4.7	地域気候変動適応センター定例会議	WEB	田子、熊谷
2022.4.18	Ⅱ型共同研究（河川プラごみ）新年度会合	WEB	宇野
2022.4.26	第5回群馬県・中核市・施行時特例市環境保全対策連絡会議	前橋市	稲村、田子、熊谷
2022.5.14	日本水環境学会関東支部幹事会	WEB	田子
2022.5.31	環境研究総合推進費【5MF-2203】キックオフ会合	東京／WEB	熊谷、坂本／ 田子、齊藤、友松
2022.6.2	地域気候変動適応センター定例会議	WEB	田子、熊谷
2022.6.14, 24	令和4年度 気候変動適応に関する意見交換会（群馬県）	WEB	田子、熊谷
2022.6.17	令和4年度 関東地方大気環境対策推進連絡会 第1回微小粒子状物質・ 光化学オキシダント調査会議	WEB	熊谷、坂本
2022.6.28	AMED「薬剤耐性菌のサーベイランス強化および薬剤耐性菌の総合 的な対策に資する研究」令和4年度第一回班会議	WEB	高橋
2022.7.12	Ⅱ型共同研究（AIQS）キックオフ会合	WEB	前原
2022.7.22	気候変動適応関東広域協議会第5回暑熱対策分科会	WEB	田子、熊谷
2022.7.26	気候変動適応関東広域協議会第5回地域適応分科会	WEB	田子、熊谷
2022.7.29	気候変動適応関東広域協議会第5回災害対策分科会	WEB	田子、熊谷
2022.8.4	地域気候変動適応センター定例会議	WEB	田子、熊谷
2022.8.29	気候変動適応関東広域協議会第8回協議会	WEB	田子、熊谷
2022.8.31-9.2	Ⅱ型共同研究（光化学Ox）キックオフ会合	つくば市	田子、熊谷、坂本
2022.9.30	東京都 令和4年度大気環境モニタリングに関する検討会	WEB	熊谷
2022.10.4	令和4年度第34回地方衛生研究所全国協議会関東甲信静支部 細菌研究部会役員会	横浜市	塚越
2022.10.6	地域気候変動適応センター定例会議	WEB	田子、熊谷
2022.10.7	令和4年度 関東地方大気環境対策推進連絡会 第2回微小粒子状物質・ 光化学オキシダント調査会議	WEB	熊谷、坂本
2022.10.27	新興・再興エンテロウイルス感染症の検査・診断・治療・予防法の 開発に向けた研究 令和4年度第1回猿木分担班 班会議	東京	猿木、塚越、篠田、久保田
2022.12.5	令和4年度 気候変動適応に関する意見交換会（関東地域）	WEB	田子、熊谷
2022.12.8	地域気候変動適応センター定例会議	WEB	田子、熊谷
2022.12.8	Ⅱ型共同研究（光化学Ox）Ox統計グループ会合	WEB	坂本
2022.12.9	令和4年度 関東地方大気環境対策推進連絡会 第3回微小粒子状物質・ 光化学オキシダント調査会議	WEB	熊谷、坂本
2022.12.13	環境研究総合推進費【5RF-2102】アドバイザリーボード会合	東京／WEB	熊谷／田子、齊藤
2022.12.13	環境研究総合推進費【5MF-2203】アドバイザリーボード会合	東京／WEB	熊谷／田子、齊藤
2022.12.13	気候変動適応関東広域協議会第6回暑熱対策分科会	WEB	田子、熊谷
2022.12.14	気候変動適応関東広域協議会第6回災害対策分科会	WEB	田子、熊谷
2023.1.11	Ⅱ型共同研究（光化学Ox）Ox高濃度グループ会合	WEB	田子、熊谷
2023.1.12	気候変動適応関東広域協議会第6回地域適応分科会	WEB	田子、熊谷
2023.1.20	Ⅱ型共同研究（光化学Ox）行政支援グループ会合	WEB	田子、熊谷
2023.1.26	令和4年度地域保健総合事業「地方感染症情報センター担当者会議」	WEB	池田、青木、中澤、関
2023.2.2	地域気候変動適応センター定例会議	WEB	田子、熊谷
2023.2.9	環境省 令和4年度 第1回PM2.5排出インベントリ及び発生源プロファイ ル策定検討会	WEB	熊谷
2023.2.17	Ⅱ型共同研究（AIQS）全体ミーティング	WEB	前原
2023.2.20	環境省 令和4年度自動車に起因する非排気由来の粒子排出実態に関 するWG	WEB	熊谷

年 月 日	会議の名称	開催地	出席者
2023.2.20	気候変動適応関東広域協議会第9回協議会	WEB	田子、熊谷
2023.2.21	令和4年度 関東地方大気環境対策推進連絡会 第4回微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議	WEB	熊谷、坂本
2023.2.23	令和4年度第2回尾瀬保護専門委員会	前橋市	田子、前原
2023.3.9-10	Ⅱ型共同研究（光化学Ox）PMVOCグループ会合	奈良市	田子、熊谷
2023.3.10	令和4年度 環境放射能水準調査に係る技術検討会	WEB	友松
2023.3.13	Ⅱ型共同研究（光化学Ox）PM長期グループ会合	WEB	田子
2023.3.14	AMED「薬剤耐性菌のサーベイランス強化および薬剤耐性菌の総合的な対策に資する研究」令和4年度第二回班会議	WEB	高橋
2023.3.16	環境省 令和4年度 第2回PM2.5排出インベントリ及び発生源プロファイル策定検討会	WEB	熊谷
2023.3.22	Ⅱ型共同研究(河川プラゴミ)年度末進捗報告会	WEB	宇野
2023.3.24	Ⅱ型共同研究（光化学Ox）行政支援グループ会合	WEB	田子
2023.3.29	Ⅱ型共同研究（光化学Ox）Ox高濃度グループ会合	東京	田子、熊谷

(3) 研修会への出席

年 月 日	研 修 会 の 名 称	開 催 地	出 席 者
2022.5.10-11,17	バイオセーフティ技術講習会	WEB	池田
2022.8.1-5	都道府県モニタリング機関対象研修 ゲルマニウム半導体検出器による測定法	千葉市	友松
2022.9.5-9	感染症集団発生対策研修	WEB	青木
2022.9.6-11.10	2022年度 臭気判定技術講習会	WEB	友松
2022.9.8-9	令和4年度検査機関に対する検査能力・精度管理等の向上を目的とした講習（検査能力向上講習会）	WEB	久保田
2022.9.22	予防接種研修会（リサーチセンター）	WEB	関
2022.10.5-6	令和4年度 薬剤耐性菌の検査に関する研修（基本コース）	WEB	高橋、堀越、小川
2022.10.11-28	令和4年度 細菌研修	東京、WEB	高橋
2022.12.12-2023.2.3	環境省水質分析研修代替措置Aコース（農薬（GC/MS））	WEB	前原
2022.12.14-16	緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法	千葉市	友松
2023.1.23-24	令和4年度化学物質環境実態調査環境科学セミナー	WEB	宇野
2023.1.25	令和4年度 嗅覚測定法研修会（講師）	前橋市	齊藤、友松
2023.1.27	群馬県計量協会環境分科会研修会（講師）	高崎市	熊谷
2023.2.15-16	令和4年度 希少感染症診断技術研修会	WEB	久保田、小川

(4) その他

年 月 日	名 称	開 催 地	出 席 者
2022.6.3,10	群馬大学医学部医学科微生物学実習（ウイルス学）	前橋市	塚越、篠田、島田、久保田
2022.11.29	令和4年度国設大気環境測定所管理運営委託業務等合同説明会	WEB	坂本

Ⅱ 業務実績

1 水環境・温泉研究センター

(1) 水環境係

水質及び水環境調査

公共用水域水質調査

公共用水域水質測定計画に基づき、河川および梅田湖は月 1 回、尾瀬沼は年 3 回水質調査を実施した。

河川は利根川本川とこれに流入する片品川、赤谷川、吾妻川、碓氷川、鐺川、神流川、休泊川、渡良瀬川、桐生川、矢場川、谷田川、鶴生田川 12 支川の計 20 地点で実施した。

調査項目は生活環境項目（10 項目；pH、DO、BOD、COD、SS、大腸菌数、全窒素、全リン、全亜鉛、底層溶存酸素量）、健康項目（27 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、1,2-ジクロロエタン、1,1-ジクロロエチレン、シス-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、1,4-ジオキサン、シマジン、チウラム、チオベンカルブ、ベンゼン、セレン、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、ふっ素、ほう素）、特殊項目（2 項目；銅、クロム）、その他の項目（7 項目；アンモニア性窒素、クロロフィル a、TOC、電気伝導率、透視度、塩素イオン、透明度）である。

要監視項目については、6 月及び 12 月に福島橋（利根川）、鐺川橋（鐺川）、泉大橋（休泊川）、落合橋（矢場川）、合の川橋（谷田川）、岩田橋（鶴生田川）の 6 地点で実施した。6 月の調査項目は農薬類 12 項目及び VOC 類 7 項目、12 月の調査項目は重金属類 5 項目及びフタル酸ジエチルヘキシルである。

渡良瀬川水質調査

渡良瀬川や古河機械金属（株）足尾事業所の排水口等において平水時（7 回）及び降雨時（3 回）の水質調査を実施した。調査項目は pH、SS、銅、ヒ素、亜鉛、鉛、カドミウムの計 7 項目である。

碓氷川水質調査

碓氷川流域の水質汚染状況を把握するため、東邦亜鉛(株)安中精錬所排水 2 カ所及び河川水 8 カ所において年 2 回の水質調査を実施した。調査項目は pH、カドミウム、銅、砒素、亜鉛、鉛、総水銀の 7 項目である。

また、上記調査を実施しない月（年 10 回）に、昭和橋ほか 2 カ所の河川水について、水質調査を実施した。調査項目は pH、SS、カドミウム、亜鉛の 4 項目である。

渋川地区河川水等水質調査

関東電化工業(株)渋川工場排水の環境への影響を監視するため、同排水、河川水及び地下水の水質調査を実施した。調査項目はテトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、1,2-ジクロロエチレン、1,1-ジクロロエチレン、四塩化炭素、ベンゼン、総水銀、ふっ素、p-ジクロロベンゼン、クロロエチレン、ジクロロメタンの 11 項目である（年 3 回）。

事業場等排水排水基準遵守状況等監視調査

水質汚濁防止法及び群馬県の生活環境を保全する条例に基づき、工場・事業場から公共用水域に排出される水の水質検査を実施した。

検査項目は、銅、亜鉛、溶解性鉄、全クロム、大腸菌群数、全窒素、全リン、カドミウム、シアン化合物、鉛、六価クロム、ヒ素、トリクロロエチレン、ジクロロメタン、セレン、ほう素、ふっ素等である。

地下水及び土壌汚染対策関連調査

地下水定期モニタリング調査等において、環境基準を越える数値が検出された地区の汚染状況を確認するため、地下水検査を実施した。

水質汚濁事故等調査

6 月に第 83 回国民スポーツ大会の会場地選定の目的で、みどり市の阿左美沼において透明度及び COD の測定を行った。また、9 月に千代田町の新谷田川放水路で魚の斃死事案が発生した。当所に検体（河川水）が持ち込まれ、通常より明らかに低い pH と高濃度の亜鉛が記録されたが、原因の特定には至らなかった。

尾瀬沼特殊植物等保全事業調査

尾瀬沼でコカナダモが異常繁殖し、在来の貴重な水草を駆逐することや枯死による水質悪化が懸念された。このため群馬県特殊植物等保全事業の一環として昭和 61 年度から尾瀬沼のコカナダモの繁殖状況について経過観察を行っている。

産業廃棄物関連調査

産業廃棄物の処理施設に起因する二次汚染を防止するため、産業廃棄物最終処分場及び施設周辺において浸出水等の水質調査を実施した。

水道水質試験精度管理

群馬県水道水質管理計画に基づき、県内の水道事業者と県外も含む厚生労働大臣の登録検査機関に対し「六価クロム」を試験対象項目として精度管理を実施した。

温泉資源保護総合対策調査研究事業計画

県業務課と連携して、群馬県内各地域における源泉の特色を把握するため、昭和 55 年からの源泉調査結果を整理している。

表 1 水環境係調査項目数

区	分	項目数
水質調査 (底質も含む)	河川・湖沼	4,403 (384)
	排水基準	342 (51)
	特定地域	1,089 (153)
	地下水	431 (38)
	水質汚濁事故等	26 (10)
	温泉	0 (0)
	小計 (検体数)	6,291 (636)
産業廃棄物調査	小計 (検体数)	68 (2)
合 計	調査項目数 (検体数)	6,359 (638)

(2) 大気環境係

大気環境調査

有害大気汚染物質等調査

県内 3 地点（太田市、渋川市、安中市）で毎月（年 12 回）調査を行った。調査項目は優先取組物質のうち、以下の 21 物質である。アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、1,3-ブタジエン、塩化メチル、ジクロロメタン、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン、ベンゼン、トルエン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、酸化エチレン、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、ベンゾ[a]ピレン、水銀及びその化合物、ニッケル化合物、ヒ素及びその化合物、ベリリウム及びその化合物、マンガン及びその化合物、クロム及びその化合物。上記の他に重金属 4 物質（亜鉛、鉛、銅、カドミウム）およびフロン類 13 物質（CFC-11、CFC-12、CFC-113、CFC-114、1,1,1-トリクロロエタン、四塩化炭素、HFC-134a、HCFC-22、HCFC-141b、HCFC-142b、HCFC-123、HCFC-225ca、HCFC-225cb）も測定した。

また、環境研究総合推進費研究課題において外部機関と共同研究により大気調査も実施した。

PRTR 環境調査

県内事業所の PRTR 届出値から比較的排出量の多かった化学物質（ジクロロメタン、ベンゼン、トリクロロエチレン、トルエン、テトラクロロエチレン、エチルベンゼン、キシレン、塩化メチル）を対象に、県内 6 地点（太田市 2 地点、安中市 2 地点、館林市 1 地点、藤岡市 1 地点）において、年 2 回（夏、冬）ただし 1 地点は年 3 回（夏、秋、冬）調査を行った。

碓氷川流域環境汚染対策調査

東邦亜鉛(株)安中精錬所周辺の 4 地点で毎月 1 回、4 日間連続して浮遊粒子状物質を捕集し、質量濃度、亜鉛、カドミウム、鉛、銅、ヒ素について測定を行った。

アスベスト環境調査

県内 2 地点（前橋市、東吾妻町）で夏季と冬季に、一般環境における大気中のアスベスト調査（総繊維数の測定）を実施した。

移動観測車による大気環境調査

大気汚染移動観測車によって取得された大気汚染物質測定データ SO₂, NO_x, O_x, PM_{2.5}, SPM について解析を行った。調査地点は、藤岡市（期間：6～8月）および神流町（期間：8～9月）であった。近隣の大気常時監視局における測定データとの比較も行った。

PM_{2.5} 調査

PM_{2.5} 成分測定について、県内 1 地点（前橋市）において各季節 14 日間（計 56 日）の調査を行った。PM_{2.5} を 24 時間毎に採取し、質量濃度を秤量法により計測した後、イオン成分（硫酸イオン、硝酸イオンなど全 8 項目）、炭素成分（有機炭素および元素炭素の炭素フラクション全 8 項目）、金属成分（Na、Ca、Fe、Al など全 31 項目）、その他成分（水溶性有機炭素成分、レボグルコサン）を測定した。PM_{2.5} と同時に無機ガス状物質もフィルターパック法により測定した。また、国立環境研究所と地方環境研究所のⅡ型共同研究や受託研究などにより、外部機関との共同観測も実施した。

関東 PMO_x 調査

関東甲信静地域の地方自治体で構成される関東地方大気環境対策推進連絡会微小粒子状物質・光化学オキシダント合同調査に参画した。関東甲信静地域における四季の PM_{2.5} 組成の特徴や年間の高濃度発生状況および高濃度事象の詳細解析、PM_{2.5} 濃度と組成の経年変化について合同で解析し、調査報告書を作成した。また、常時監視データを用いた光化学オキシダントの経年変化解析と光化学オキシダントの前駆物質である揮発性有機化合物（VOC）の調査も実施した。

酸性雨調査

長期実態調査

酸性雨の降雨実態を把握するため、前橋で原則として 2 週間毎に降水を捕集し、pH、電気伝導度、陽イオン、陰イオンを測定した。また、同地点、同時期にフィルターパック法で粒子お

よびガス状物質の捕集を行い、陽イオン、陰イオンの測定を行った。

山岳部酸性雨等調査

環境省委託事業「酸性雨測定所の管理運営」に基づき、国設赤城酸性雨測定所において、年間を通して湿性降水（降水）およびオゾン等の測定を行った。

環境放射能調査

原子力規制庁委託事業「環境放射能水準調査」に基づき、平常時における環境試料（降雨、大気浮遊粉じん、降水物、上水、土壌）及び各種食品（米、野菜、牛乳）等について、放射能の核種分析等を行った。

表 2 大気環境係調査項目数

区	分	項目数
大気環境 調査	有害大気汚染物質等	1,008 (48)
	特定フロン等	816 (48)
	PRTR	104 (13)
	浮遊粒子状物質等	240 (48)
	アスベスト	12 (12)
	酸性雨	1,712 (162)
	PM _{2.5} 調査	10,052 (407)
	その他（VOC など）	7,238 (77)
	移動測定車解析（日数 ×項目）	510 (510)
	小計 （検体数）	21,692 (1,325)
環境放射 能調査	小計 （検体数）	491 (491)
	調査項目数 （検体数）	22,183 (1,816)
合 計		

2 感染制御センター

感染症発生動向調査

「群馬県感染症発生動向調査事業実施要領」に基づき実施している。

全数把握対象疾病は診断した医師から、定点把握対象疾病は県内延べ 200 定点医療機関から週報・月報及び疑似症として保健所に報告された情報を集計し、県情報センターとして中央感染症情報センター（国立感染症研究所）へ報告した。

表 1 全数把握対象疾病報告数

（令和 4 年 1 月 3 日～令和 5 年 1 月 1 日）

類型	疾病名	報告数
二類	結核	158
三類	腸管出血性大腸菌感染症	115
四類	E 型肝炎	10
	A 型肝炎	1
	つつが虫病	16
	レジオネラ症	49
五類	アメーバ赤痢	3
	ウイルス性肝炎	13
	カルバペネム耐性腸内細菌目細菌感染症	11
	急性脳炎	6
	クロイツフェルト・ヤコブ病	4
	劇症型溶血性レンサ球菌感染症	13
	後天性免疫不全症候群	11
	侵襲性インフルエンザ菌感染症	3
	侵襲性髄膜炎菌感染症	1
	侵襲性肺炎球菌感染症	14
	水痘（入院例）	6
	梅毒	141
	播種性クリプトコックス症	1
	破傷風	2
	百日咳	8
新型	新型コロナウイルス感染症 ～9 月 25 日	215656
	9 月 26 日～	30420

また、県内情報及び中央感染症情報センターから還元された全国情報を解析し、病原体検査情報等を加味して、週報・月報等として関係機

関（県関係部署、市町村、医療機関、医師会等）に情報提供した。また、群馬県ホームページ上の「感染症情報」に掲載した。

令和 4 年第 1 週～第 52 週（令和 3 年 1 月 3 日～令和 5 年 1 月 1 日）における県内の感染症流行状況をまとめた「感染症発生動向調査報告書・令和 4 年（2022 年）」（ISSN 1881-7866）を作成し、関係機関に配布した。

なお、該当期間の感染症発生状況は表 1～3 のとおりである。表 1 については、記載以外の対象疾病の報告はなかった。疑似症サーベイランスは 1 例（5 歳未満、女性）の報告があった。

表 2 週報告分定点把握対象疾病報告数

（令和 4 年 1 月 3 日～令和 5 年 1 月 1 日）

疾病名	報告数
〔小児科〕	
RS ウイルス感染症	1,372
咽頭結膜熱	352
A 群溶血性レンサ球菌咽頭炎	401
感染性胃腸炎	11,740
水痘	195
手足口病	3,321
伝染性紅斑	40
突発性発しん	957
ヘルパンギーナ	766
流行性耳下腺炎	101
〔インフルエンザ（小児科・内科）〕	
インフルエンザ	268
〔眼科〕	
急性出血性結膜炎	1
流行性角結膜炎	125
〔基幹〕	
感染性胃腸炎（ロタウイルス）	1
インフルエンザ（入院サーベイランス）	1
クラミジア肺炎（オウム病を除く）	0
細菌性髄膜炎	3
マイコプラズマ肺炎	1
無菌性髄膜炎	3

表 3 月報告分定点把握対象疾病報告数

疾病名	報告数
〔STD〕	
性器クラミジア感染症	729
性器ヘルペスウイルス感染症	167
尖圭コンジローマ	101
淋菌感染症	212
〔基幹〕	
ペニシリン耐性肺炎球菌感染症	14
メチシリン耐性黄色ブドウ球菌感染症	190
薬剤耐性緑膿菌感染症	1

〔参考：定点内訳 200 定点〕

小児科	54 定点
内科（インフルエンザのみ）	33 定点
インフルエンザ（内科・小児科）	87 定点
眼科	14 定点
STD	18 定点
基幹	9 定点
疑似症	18 定点

感染症及び食中毒対策支援

感染症患者発生に伴う保健福祉事務所（保健所）支援を行っている。

令和 4 年度は、新型コロナウイルス感染症に係る各種支援を行った。電話での患者調査等を保健福祉事務所で 8 回行った。また、県庁内に設置された患者調査のリモート班に対する支援及び調整等を延べ 46 日行った。

なお、今年度は、新型コロナウイルス感染症以外の発生が少なくそれらの集団発生に伴う疫学調査等の支援はなかった。

衛生教育活動等

食品従事者や社会福祉施設、学校等の職員等に対して、衛生講習、手洗い及び吐物処理などを行う教育支援、講演会を合計 10 回実施した。

感染症流行予測調査

本調査は、集団免疫の現状把握と病原体の検索等の調査を行い、予防接種事業の効果的な運用と長期的視野に立ち疾病の流行を予測するため、厚生労働省の依頼を受け実施している。

感受性調査としては、ヒトにおけるインフル

エンザ（4 抗原）、風しん、麻しんの抗体価調査を行った。感染源調査としては、豚における日本脳炎の抗体価、ブタにおけるインフルエンザウイルスの有無を調査した。検査は、ヒト血液 396 件（検査数は延べ 2,369 件）、ブタ鼻腔拭い液 101 件、ブタ血液 81 件を対象として実施した。

詳細は「資料：令和 4 年度群馬県感染症流行予測調査結果」に掲載した。

群馬県結核菌サーベイランス事業

平成 23 年度から研究として実施していた結核菌遺伝子の反復配列多型（VNTR）解析について、平成 28 年 1 月から「群馬県結核菌サーベイランス事業」として、感染症法に基づく積極的疫学調査の一環との位置づけで実施することとなった。

令和 4 年 4 月 1 日から令和 5 年 3 月 31 日の間に、保健所から 72 件の検査依頼があった。それぞれ培養・同定試験で結核菌群であることを確認した後、PCR にて VNTR 領域 24 箇所のコピー数を求め、結核菌遺伝系統群推定や、他の菌株との遺伝子相同性確認を実施した。得られた情報は、保健所をはじめとする関係機関に還元した。

また、毎月開催されている DOTS カンファレンスにも出席し、医療機関、保健所等と情報共有を図っている。

3 研究企画係

共同研究の実施

当研究所では、研究所が有する専門的技術、知識、設備等を有効に活用して、企業、医療関係機関、関係団体等の研究開発を支援し、県民の健康で安全な生活の保持・増進に役立つことを目的として、以下のような共同研究を行っている。

温浴施設における衛生管理方法に関する検討

(株) ヤマト、衛生環境研究所

温浴施設の循環式ろ過器はレジオネラ属菌等の有害微生物に汚染されやすいことから高濃度塩素による定期的な洗浄が推奨されているが、既存施設においてより導入しやすく効率的な洗浄方法としてオゾンによるろ過装置の消毒方法を検討している。本研究では、オゾンによる消毒効果をより正確に評価することを目的として、既往バイオフィーム分析方法（クリスタルバイオレット（CV）染色法）をろ材分析に適用し、その妥当性を検証した。

バイオフィームを人工的に付着させたる材及び実施から採取したろ材を用いて、CV測定法と有機物量測定（強熱減量）を行い、測定値の相関性を確認した結果、CV測定法が乾燥重量と相関する傾向が見られた。今後、データの蓄積を行い、測定精度及び測定方法の向上を図る。

糞便中のノロウイルスのイムノクロマトグラフィー法（IC法）及びBLEIA法の有用性に関する研究

栄研化学（株）、衛生環境研究所

群馬県における令和4年/5年シーズン（以下「今シーズン」）の食中毒事例および感染性胃腸炎集団発生事例の検体を用いて、リアルタイムRT-PCRを基準とし、IC法、栄研化学（株）の生物発光酵素免疫測定法（BLEIA法）、LAMP法との性能を比較するとともに、ノロウイルス流行型への性能を確認した。

全国の地方衛生研究所と検疫所から送られる病原体検出報告に基づき作成される病原微生物検出情報によると、今シーズンの流行遺伝子型はGII.4, GII.2, GII.3, GII.17の順に多く検出さ

れていた。群馬県内で発生した食中毒・感染性胃腸炎集団発生事例においても、全国的な流行が認められている遺伝子型が検出された。

検出法ごとにrRT-PCR法と比較した結果、BLEIA法はrRT-PCR法と良好な相関成績を示しており、高感度診断法として優れた性能を有していると考えられた。また、IC-NV Plus試薬（IC10）を含めたIC法は、一定量のウイルスがサンプル中に含まれている場合には、ノロウイルスの迅速簡易検査として有用であると考えられた。IC法では各社キットに差が認められたが、ウイルス濃度と一致しないこともあり、別の要因による差である可能性も考えられた。引き続き検討を続け、より多くの母集団で解析することが重要であるとする。

研究の推進

令和4年度特別研究

当研究所及び当研究所と他の機関等が共同又は分担して行う調査研究のうち、重要な特定課題の調査研究（特別研究）についての取扱いを「特別研究実施要領」で定めている。この要領に従い保健衛生・医療・環境保全等の分野における研究を推進することにより、行政施策に反映させ、県民の健康で安全な生活の維持・向上を図ることを目的としている。特別研究委員会によって採択された研究課題は、研究成果（中間を含む）に対して外部評価委員会から評価を受け、適宜修正や改善が図られる。令和4年度の特別研究は以下の3題である。

- ・河川中のマイクロプラスチックの調査方法の確立とその展開（継続）
- ・群馬県における光化学オキシダント生成に関わる揮発性有機化合物の挙動解明（新規）
- ・病原体サーベイランス補完のための新たな取組（新規）

令和4年度一般研究

当研究所の研究員が一般研究（複数の研究員が共同で実施する研究及び他機関等と共同で実施する研究などのうち、特別研究課題として採

扱われた研究以外をいう。)を実施するにあたっては、必要な事項を定めた「一般研究実施要領」に従い承認されなくてはならない。令和 4 年度の一般研究は以下の 6 題である。

- ・汚濁負荷量解析モデルの改良：荒砥川流域の汚濁負荷量調査（継続）
- ・固定発生源周辺における降下ばいじん及び河川中重金属の経年変化について（新規）
- ・拡散シミュレーションを利用した発生源周辺調査の効果的なサンプリング手法の検討（新規）
- ・腸管出血性大腸菌のベロ毒素遺伝子サブタイプ解析（継続）
- ・群馬県におけるダニ媒介性感染症の状況調査（新規）
- ・ESBL 産生菌の分離状況調査（新規）

外部資金による研究(分担研究、研究協力を含む)

- | | |
|---------------|-----|
| ・AMED 委託研究費 | 7 件 |
| ・文部科学省科学研究助成金 | 9 件 |
| ・環境研究総合推進費 | 1 件 |

4 保健科学係

細菌（表 1）

感染症発生動向調査事業等

病原体定点から提出された臨床検体について、病原体の分離・同定試験等を実施した。保健福祉事務所および病原体定点等から依頼された分離菌株については、同定試験、毒素産生試験、薬剤感受性試験、遺伝子検査（PCR）を行った。中核市保健所からの受託検査も同様とした。

腸管出血性大腸菌（EHEC）感染症では、広域散発事例が発生した場合、反復配列多型解析（multi-locus variable-number tandem repeat analysis: MLVA）等の遺伝子解析を実施することとしている。

感染症法の届出に伴うレジオネラ症の調査

感染症法によるレジオネラ症届出では、患者が公共入浴施設等を利用していた場合、当該保健福祉事務所の依頼に基づき浴槽水等のレジオネラ属菌検索を行っている。本菌が検出された場合は、免疫血清による型別のほか、PCRにより属および種を同定している。令和 4 年度では、レジオネラ患者由来の喀痰検査は 1 件行った。なお、浴槽水等の検体からレジオネラ属菌が基準値以上検出され、医療機関で患者から本菌が分離された場合には、相同性確認のための遺伝子解析を実施することとしている。

無菌試験

薬事・毒物劇物監視指導計画に基づいて、医療用具の無菌試験を 2 件実施した。

原虫検査

水道原水からクリプトスポリジウム等を検出する精度管理を実施した。また、食品・生活衛生課の依頼により、水道水から検出されたクリプトスポリジウム等のクロスチェック検査を実施し、顕微鏡写真による最終判定を行っている。なお、令和 4 年度に発生事例はなかった。

表 1 令和 4 年度細菌等検査件数

検査項目	件数
感染症発生動向調査事業等	
腸管出血性大腸菌 同定	115 (41)
赤痢菌 同定	1 (0)
カルバペネム耐性腸内細菌科細菌 同定	7 (3)
劇症型溶血性レンサ球菌 同定	5 (5)
A 群溶血性レンサ球菌 分離・同定	2 (1)
免疫・血清学的検査	470
薬剤感受性試験	1,588
PCR	376
MLVA	98
IS-printing	4
レジオネラ属菌検索（届出に基づく感染源調査）	
分離培養（浴槽水等）	18
レジオネラ属菌 同定	4
免疫・血清学的検査	4
PCR	8
レジオネラ属菌検索（患者由来の喀痰検査）	
分離培養・同定	1
無菌試験	
医療用具の無菌試験	2
合計	2,703 (50)

（）内は中核市からの受託検査件数

食中毒等（表 2）

食中毒原因菌検索

食中毒（有症苦情及び他県からの調査依頼を含む）事例に係る原因物質検索を 12 事例で実施した。本県の施設が原因施設として疑われた事例は 9 事例であり、営業停止等の行政処分になった事例は 3 事例であった。ウイルス検査は、12 事例、86 検体で行った。そのうち、遺伝子検査によりノロウイルスが 25 検体から検出された。

食品・乳肉衛生

畜水産食品中の残留有害物質モニタリング事業として、牛乳および鶏卵について残留抗生物質検査を実施した。いずれの検体からも残留抗生物質は検出されなかった。

中核市からの受託検査

前橋市からの依頼により、鶏卵および牛乳の残留抗生物質検査（標準菌株によるバイオアッセイ）を実施した。

表 2 令和 4 年度食中毒等検査件数

検査項目	件数
食中毒	
病原細菌分離培養	124
病原細菌同定	201
食品等の一般生菌数	56
食品等の大腸菌群数	56
PCR	214
ノロウイルス	86
乳肉衛生	
乳中の残留抗生物質	10 (3)
畜水産食品中の残留抗生物質	9 (3)
合計	756 (6)

() 内は中核市からの受託検査件数

衛生動物（害虫）等の検査

保健福祉事務所長（保健所長）からの依頼により、不快動物等の同定検査を実施している。令和 4 年度は 1 件の同定検査を実施した。

表 3 令和 4 年度ウイルス検査件数

検査項目	検体数
感染症発生動向調査事業	
分離培養	58
同定検査	3
PCR	31
HI 試験	17
事案発生時対応	
新型コロナウイルス疑い検査	119
新型コロナウイルス変異株検査	3,082
合計	3,320

ウイルス（表 3）

感染症発生動向調査事業等

病原体定点より送付された 58 検体について、ウイルス分離を主体とした検査を実施した。

事案発生時対策

「麻しんに関する特定感染症予防指針」および「風しんに関する特定感染症予防指針」により、麻しん・風しん検査を行った。令和 4 年度は、2 事例を検査した結果、風しん、麻しんはすべて陰性であった。

急性脳炎では 3 事例（8 検体）でウイルス検査を実施し、すべて陰性であった。

令和 4 年度の新型コロナウイルス疑いの検査では、119 の疑い事例の検査を実施した結果、3 4 事例が陽性であった。新型コロナウイルス変異株検査（ゲノム解析）では、3,082 検体の検査を実施した。

特定感染症

保健所（中核市を含む）で実施した HCV 迅速検査（凝集法）により要確認と判定された検体について、検査を実施している。令和 4 年度は検査を実施した事例はなかった。

Ⅲ 調査研究

【総説】大気マイクロプラスチックの観測研究に関する動向

齊藤由倫 熊谷貴美代 飯島明宏*

Review on Observation Research of Atmospheric Micro Plastics

Yoshinori SAITOH, Kimiyo KUMAGAI, Akihiro IJIMA*

大気中に存在するマイクロプラスチック（AMP）と、AMP の一つとされるタイヤと道路面との相互作用によって生じる摩耗粉じん（TRWP）に関して、最近の大気観測研究の動向を調査した。AMP の研究では、かつて主流であったパッシブ法による降下物採取から、アクティブ法による粒径別採取へと徐々に移行している状況がうかがえた。しかし、詳細な採取条件、その後の前処理・計測・同定に関して統一された大気観測手法がなく、文献値どうしの比較が難しい現状が分かった。TRWP に関して、少なくとも大気観測手法は未だ確立されていない状況にあった。今後、AMP と TRWP それぞれの大気観測手法の統一化に向けた動きが予想されるが、これに対し、地方環境研究所の持つ試料採取と GC/MS を用いた大気環境研究のリソースが貢献する可能性が考えられた。

Key words : 文献調査 Literature review, 大気輸送 Atmospheric transport

1. 背景と目的

海洋を中心としたプラスチックごみ（以下、「プラごみ」）が、現代を代表する世界的な環境問題の一つとなっている。2019 年の「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」では、プラごみの削減が国際的な目標に位置付けられ、日本では「プラスチック資源循環法（2021 年）」が制定された。この機運は自治体にも広がりを見せ、例えば、「栃木県プラスチック資源循環推進条例（2020 年）」や「プラごみゼロ」を謳った「2050 年に向けた『ぐんま 5 つのゼロ宣言』実現条例（2022 年）」が制定されている。

当研究所ではこうした動きをいち早く捉え、河川や湖沼等の水環境に関して、地方環境研究所（以下、「地環研」）として対応可能な役割を検討した（田子及び宇野, 2020）。そして、健康影響が危惧されている大きさが 5 mm 未満のマイクロプラスチック（以下、「MP」）に焦点を当て、河川の実態把握に務めているところである（宇野ら, 2022）。水環境中の MP に関し

ては、今日では全国規模の共同研究も行われるようになり（国立環境研究所, 2021）、特に高い関心を集めている。

一方、最近では大気中を浮遊する大気 MP（以下、「AMP」(Atmospheric MP)）にも関心が集まりつつある。その存在を示唆する研究報告が世界各国から出されるようになり、とりわけ大気輸送を通じた全球規模の MP 循環と、吸入暴露による健康リスクの観点に注意が向けられている。後述する通り、車の走行中にタイヤと道路面との摩擦によって発生する摩耗粉じん（Tire and Road Wear Particles: TRWP）も、MP の一つとして注目されている。しかし、TRWP も含め AMP の大気観測研究はまだ発展途上にあり、水環境中の MP に比べて知見が不足する。これに対し全国に存在する地環研の多くは、水質汚染に加えて大気汚染に関する調査研究にも従事しているため、各地域における AMP の実態把握の分野においても貢献できる可能性が考えられる。そこで、地環研の大気観測研究のリソースに立脚して、どのような貢献が可能かを探るため、最新の AMP 研究に関する文献調査を行ったので報告する。

* 高崎経済大学

2. 文献調査の方針

大気輸送を通じた、AMP の全球規模での汚染を示す証拠として、人間活動がほとんどない北極圏やスイス・アルプスの氷雪からも MP が検出されている (Bergmann et al., 2019)。日本でも、富士山山頂で採取された PM_{2.5} (大河内ら, 2022) や、鹿児島県霧島山系の標高 1500～1700m で採取された氷雪 (永淵ら, 2022) から、MP の検出報告が出ている。これらに加え AMP の大気輸送を定量的に示した研究結果も示されている。例えば、Allen et al. (2020) は海洋中の MP が波しぶきと共に大気に放出され、年間 14 万トンもの MP が陸域へ輸送されることを推計した。また、同じ Allen の研究チームは、フランスのピレネー山脈における MP の大気観測とトラジェクトリー解析から、都市部から山岳部までの 95 km を MP が輸送される可能性を報告した (Allen et al., 2019)。

このように一定の知見が集まりつつある AMP だが、海洋や河川等の水環境に比べてまだ観測データの蓄積は不十分である。この要因を、AMP の観測研究をレビューした Zhang et al. (2020) は 2 点指摘した。一つはサンプリング手法が確立していないこと、もう一つは、水環境よりもさらに微小な MP を扱わなければならないことである。PM_{2.5} のように、長期間大気中に滞留し得る小さいサイズを対象にする必要があるが、その計測・同定技術は追いついていない。同じ指摘を K. Liu, et al. (2019a) や大河内ら (2022) も述べ、Andersson-Sköld (2020) は、特に世界共通のサンプリング手法が確立していないことを問題視した。詳細は次節以降で述べるが、たしかに今回の文献調査からも、採取方法と計測・同定方法が文献によりまちまちである状況が分かった。それぞれ独自の手法によって得られた文献値を比較するのは難しく、それゆえ AMP の理解は深まらない。しかし、これから知見が蓄積されていく中で、重視すべき観測手法はある程度絞られていくと予想される。その中には地環研の大気観測研究のリソースが生かせる方法もあるかもしれない。そこで、この文献調査の基本的な方針は、近年の AMP に関する観測手法の傾向を概観して、今後、重

要性が高まり且つ地環研でも実施可能な大気観測手法を考察することとした。

3. 文献調査の方法

表 1 に示す 3 つの文献検索サイトを利用して、ここに挙げた検索ワードに当てはまる論文を収集した。その際、最新の情報を効率的に取得するため、総説論文を中心に掲載年が直近 5 年以内のものを優先した。総説論文だけでは、引用元の採取方法や計測・同定方法の詳細が不明であった場合は引用元の論文を収集した。そのため、引用文献には一部古いものも含まれる。

表 1 の条件で得られた論文を概観したところ、PET や PP などの一般的なプラスチック素材を対象にした論文と、TRWP に焦点を当てた論文に大別された。両方を対象にした論文はほとんど無かった。その理由は、発生源の絞り込みが難しい MP に対し、TRWP はタイヤ由来であることが明確な点、及び後述する MP の主たる分析法 (赤外分光分析) が、カーボンブラックを含む TRWP には適用困難である点が挙げられる。そのため本論も AMP と TRWP に関する論文を表 2 と表 3 に分けて整理した。ただし、大気環境試料としての採取方法は共通する部分が多いため、5.1 節で一緒に論じた。

表 1 文献調査の方法

検索サイト	A) Science Direct B) Springer Link C) J-Stage
検索ワード	1) Atmospheric /大気 2) Microplastic/マイクロプラスチック 3) Vehicle/Car/自動車 4) Road/道路 5) Tyre/Tire/タイヤ (「/」は「又は」を意味する。英単語は検索サイト A) と B) に、日本語は C) に用いた。1) と 2) は常に検索に使用し、3) ～5) は適宜組み合わせた)
条件	・総説論文を優先 ・掲載年が直近 5 年以内を優先
主な総説論文	・AMP: Zhang et al. (2020) ・TRWP: Harrison & Alghamdi (2023)

4. MP と TRWP の認識

前述の通り、調査した論文では MP と TRWP を分けて論じられることが多かったが、一方で、

TRWP は MP の一部であると言う認識がなされていることが確認できた。まず、MP は一般に一次 MP と二次 MP に分けられ (Boucher & Friot, 2017)、前者は製品段階で既に 5 mm 未満であったもの (例えばプラスチックビーズ)、または使用中に摩耗して 5 mm 未満のサイズで環境中に排出されたもの (例えば繊維くず) と認識されることが多い。後者の二次 MP は、環境中に排出された後に風化等の作用によって 5 mm 未満に断片化したものと認識される。図 1 は国際自然連合 (IUCN) が試算した、一次 MP の海洋放出の発生源寄与割合 (Boucher & Friot, 2017) であるが、これを見ると 2 番目の寄与にタイヤ (28%) が存在する。すなわちタイヤ由来の TRWP は一次 MP の一つとして認識されていることが分かる。この認識は欧州委員会も同じであり、新しい自動車排出基準として 2022 年 11 月に発表した Euro 7 規則案にも「**microplastics from tyres**」と明記されている。また、タイヤ素材を主成分とする TRWP のポリマー構造、物理特性、水への不溶性等を理由に、多くの研究者が MP の一種として扱う状況を、Baensch-Baltrusch et al. (2020) も自身のレビューの中で述べている。

そして、前述した通り海洋 MP は波しぶきと共に大気に放出される可能性がある (Allen et al., 2020)。このことを踏まえれば、図 1 は AMP の発生源情報にとっても重要な視座を与えてお

り、したがってタイヤ由来の TRWP は、AMP の観測研究を進める上で重要な意義を持つと考えられる。そのため本論においても TRWP を文献調査の範囲に含めた。一方、TRWP と共に自動車由来の非排ガス粒子として注目されるブレーキ摩耗粉じんは、プラスチック以外にもスチールやセラミック等を多く含み、MP の一種と言う認識は現状で見られない。そのため、本論でも対象とはしなかった。

5. AMP と TRWP の観測手法

5.1 AMP と TRWP の採取方法

AMP の採取方法は、降下物をバルク採取する方法 (本論ではこれを、調査した文献に倣って「パッシブ法」と言う) が現状では比較的多い (表 2)。道路沿道や室内のホコリを採取して MP を分析するという、より簡便な方法もあった (Dehghani et al., 2017; C. Liu et al., 2019; P. Liu et al., 2022)。また、降雨ごとに試料を採取したり (Dris et al., 2016)、乾性沈着と湿性沈着を取り分けたりといった方法 (Brahney et al., 2020) も確認された。

これに対し、吸引ポンプを用いてろ紙上に AMP を捕集する方法 (本論ではこれを、調査した文献に倣って「アクティブ法」と言う) による研究報告は増えつつあるものの、まだ少ない状況である (大河内ら, 2022; K. Liu et al., 2019b; Zhang et al., 2020)。そのため、大気中を浮遊する AMP の存在量を比較できる文献値は少なく、環境動態の議論が進まないことを多くの研究者が指摘している。そのため、アクティブ法を中心とした観測研究が今後も増えていくことが予想されるが (大河内ら, 2022; Zhang et al., 2020)、他方、MP の物質循環を包括的に考察する場合には、パッシブ法によって得られる大気沈着量も貴重な知見と言える。

アクティブ法に関しては、Dris et al. (2017)、Allen et al. (2020)、K. Liu et al. (2019b) が TSP を、Abbasi et al. (2023) が PM₁₀ を、そして大河内ら (2022) (講演抄録のため詳細不明) は PM_{2.5} を採取している (表 2)。他には AMP を対象に PM_{2.5} 採取を行った論文は見られなかった。実際の AMP の個数濃度にもよるが、K. Liu

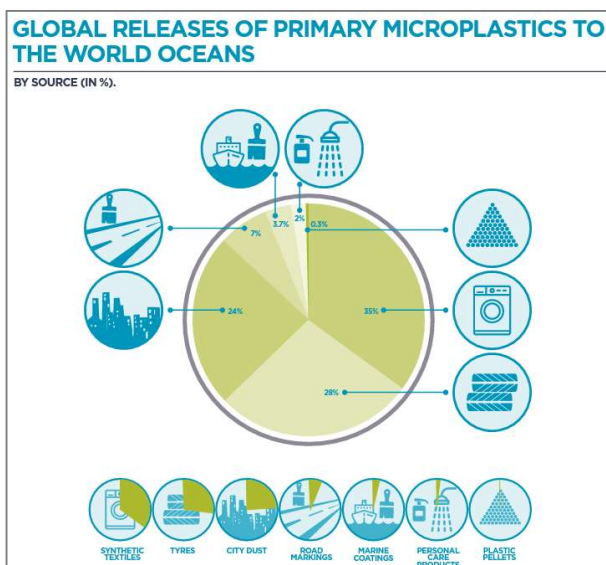


図 1 一次 MP の海洋流出に対する発生源別寄与割合 (© IUCN「Boucher & Friot (2017)」より転載)

et al. (2019b) はアクティブ法における大気吸引量との関係を調べ、吸引量が 70m^3 より少ないと、AMP を過大評価するリスクを指摘している。よって、アクティブ法を行う場合には、吸引量に注意する必要があると考えられる。

表3にはTRWPを対象とした試料採取方法を示した。引用文献は少ないが、すべてアクティブ法であった点は特徴的であり(表3)、これはさらに古い文献を対象としたレビュー(Baensch-Baltrusch et al., 2020; Harrison &

表2 AMP 観測研究に関する論文の概要

地域	地点 特性	採取方法		分析方法		分析結果			出典
		P/A	期間/試料	前処理	分析	個数濃度(降水量)・形状	サイズ	組成	
フランス・パリ近郊	都市 郊外	P	降水量に応じて都度	無し	M+F	都市: 110 ± 96 個/ $\text{m}^2/\text{日}$, 郊外: 53 ± 38 個/ $\text{m}^2/\text{日}$ (Mean $\pm$ SD)	主要繊維長: 200~600 μm	天然繊維: 人工繊維 $\approx 1:1$	Dris et al., 2016
フランス・パリ近郊	屋内/ 屋外	P+A-TSP/ A-TSP	4-7h/ 10-40h	D(ZnCl_2)	M+F	屋外 $0.3 \sim 1.5$ 個/ m^3 , 屋内 $1.0 \sim 60$ 個/ m^3 , 降下物 $1600 \sim 11000$ 個/ m^2 (コンタミの疑い)	主要繊維長: 50~450 μm	PPが主 天然繊維66%, 人工繊維33%	Dris et al., 2017
イギリス・ロンドン	都市	P	3-4d	C(H_2O_2) + N	M+F	繊維状 712 ± 162 個/ m^2/d , ほか 59 ± 32 個/ m^2/d (破片状>フィルム状>顆粒状>泡状) (Mean $\pm$ SD)	主要繊維長: 20~25 μm (Min 5 μm , Max 75 μm)	繊維状: PAN 67%, PET 19%, PA 9% ほか: PS 19%, その他 PP, PE, PET, PUR, PVC	Wright et al., 2020
中国・広東省	屋外	P	1m	無し	M+F+S	$175 \sim 313$ 個/ m^2/d (繊維状が92%)	主要繊維長: 200~700 μm	繊維状の23%が合成繊維 非繊維 (フィルム, 破片, 発泡体) の85%がプラスチック	Cai et al., 2017
ドイツ・ハンブルク	都市 郊外	P	2w	C(NaClO) + N	M+R	都市: $29.1 \sim 66.4$ 個/ m^2/d , 郊外: $70.9 \sim 109.4$ 個/ m^2/d (破片状89~97%, 繊維状3~11%,)	主要サイズは63 μm 未満 (300 μm 超, 300~63 μm , 63 μm 未満の分画で個数計測)	PE 48.8%, EVAC 22.0%が主要	Klein & Fischer, 2019
フランス・ピレネー山脈	山間	P	12-41d	C(H_2O_2) + D(ZnCl_2)	M+R+S	破片状 249 個/ m^2/d , フィルム状 73 個/ m^2/d , 繊維状 44 個/ m^2/d	主要繊維長: 100~200 μm	主要成分はPS, PE, PP	Allen et al., 2019
フランス・アトランティック海岸	海岸	A-TSP + 霧	8d	C(H_2O_2)	R	大気: 約 $2 \sim 19$ 個MP/ m^3 , 霧: 約 $0.02 \sim 0.18$ 個MP/ m^3	大気: $5 \sim 38$ μm , 霧: $8 \sim 140$ μm	PE約60%, PET約10%, PS約10%, PVC約10%, PP約5% (大気と霧の組成差なし)	Allen et al., 2020
鹿児島県・霧島	山間/ 都市	樹氷+積雪/ P	都度/ 1d(降水)	C(H_2O_2) + D(SPT)	F	樹氷: $10.8 \times 1.0\text{E}6$ 個/ m^3 , 積雪: $1.34 \times 1.0\text{E}6$ 個/ m^3 , 降水(都市): $2.59 \times 1.0\text{E}6$ 個/ m^3 (断片状>繊維状)	100 μm 以下が90% (樹氷と積雪は区別なし)	主成分はPEで樹氷では81~98%, 積雪では80%	永淵 et al., 2022
アメリカ	国立公園	P	wet: 1w, dry: 1~2m	無し	F	$48 \sim 435$ 個/ m^2/d (wet+dry) (wet<dry)	主要繊維長: wet 500~1000 μm , dry 100~250 μm (主要粒子サイズ10~25 μm で共通)	検出されたもの: 綿, PES, NL, PO, PTFE, PE, PP	Brahney et al., 2020
イラン・アフワーズ	工業地帯 住宅街	A-PM ₁₀	1d	C(H_2O_2) + D(ZnCl_2)	M(ホットニードル)+S+R	工業地帯: n.d.~約 0.017 個/ m^3 (Median 0.0065 個/ m^3), 住宅街: n.d.~約 0.015 個/ m^3 (Median 0.0065 個/ m^3)	主要サイズ: 500~1000 μm (サイズに地点差なし)(10 μm 超も存在)	R結果: PET, PP5個, NL3個, PE2個 S結果: 主要な15~35 μm の繊維に土壤成分 (Al, Ca, Na, Si) の付着を確認	Abbasi et al., 2023
中国・上海	都市	A-TSP	1h	無し	M+F	$0 \sim 4.18$ 個/ m^3 (繊維状>破片状>顆粒状)	平均 582.2 μm (計測下限23 μm , 1mm以下が全体の87%)	PETが主, 他はPE, PES, PAN, PAA, RY	K. Liu, Wang, Fang, et al., 2019
中国・上海	都市	A-TSP	10m-24h	無し	M+F	$0.05 \sim 0.07$ 個/ m^3 (繊維状<破片状>マイクロビーズ)	平均 246.52 μm (繊維状 428.81 μm >破片状 121.44 μm >ビーズ 36.59 μm)	PET 51%, EP 19%, PE 12%, ALK 8%,	K. Liu, Wang, Wei, et al., 2019
日本・新宿	都市	A-多段	13d		F	5.22 ± 1.27 個/ m^3	主要サイズ: $3.3 \sim 7.0$ μm	PET 31%, PP 16%, PS 16% (他共重合体も検出)	大河内ら, 2022 (抄録のため詳細不明)
カンボジア・シェムリアップ	都市	A-多段	上記同等(詳細記載なし)	詳細記載なし	F	48.8 ± 13.0 個/ m^3	主要サイズ: $0.65 \sim 1.1$ μm 及び $3.3 \sim 7.0$ μm	PP, PE, EPR, PETが検出	
日本・富士山頂	山間	A-PM _{2.5}	詳細記載なし		R	4.91 ± 0.54 個/ m^3 (破片状66%で繊維状はなし)	実粒径 $5 \sim 70$ μm	PP 31% (他には生分解性プラスチック, PURも検出)	
【P/A】P:パッシブ法, A:アクティブ法 【分析】M: Microscope, F: μFTIR , R: μRaman , S: SEM/EDX, X: XRF, ICP: ICP-MS, IC: Ion Chromatography, py-GC/MS: pyrolysis GC/MS, ATOFMS: Aerosol Time-Of-Flight Mass Spectrometry 【前処理】C: 化学消化, D: 密度分離, E: 酵素消化, N: 蛍光染色 PAN = polyacrylonitrile; PES = polyester, PA = polyamide; PP = polypropylene; PVC = polyvinylchloride; PE = polyethylene; PET = polyethylene terephthalate; PS = polystyrene; PUR = polyurethane; EVAC = ethylene vinyl acetate copolymer; EP = epoxy resin; ALK = alkyd resin; NL = nylon; PO = polyolefin; PTFE = polytetrafluoroethylene; EPR = ethylene propylene rubber; Rayon = RY.									

Alghamdi, 2023)でも同様に見られた。TRWPの研究はAMPの研究より以前から行われており、例えば、世界経済人会議のプロジェクトでは、2006年からTRWPの調査・研究が続いている(柴田, 2022)。このプロジェクトは「暴露×ハザード」というリスクアセスメントが目的とされたため(柴田, 2022)、健康リスクの高い微小サイズの粒子に対する関心が特に高く、それゆえアクティブ法が一般化しているものと推察される。ただし、タイヤ走行シミュレーターやダイナモメーターを活用した室内実験は多く行われているが、Oroumiyeh & Zhu (2021)とHarrison & Alghamdi (2023)も指摘するように、実大気における観測研究の報告はあまり見られなかった。Mennekes & Nowack (2022)も、2000年以降のTRWPに関する14文献のレビューから同じように指摘し、TRWPの健康リスクを評価するには、実大気におけるデータ取得が急務と訴えている。

アクティブ法で用いられる捕集用ろ紙は、AMPとTRWPともに、プラスチック素材やゴム素材の分析に干渉しない、石英繊維ろ紙が多かった(Zhang et al., 2020; Panko et al., 2019)。一部、AMPではガラス繊維ろ紙(K. Liu et al., 2019b)が、TRWPではPTFEろ紙の使用

(Harrison et al., 2012)も確認された。どのろ紙を選択するかは、その後の前処理・計測・同定を考慮する必要がある。まず、次節に述べる前処理を行う場合、石英繊維ろ紙とガラス繊維ろ紙はバラバラに分解され、分光学的手法におけるポリマー同定(5.4.1節で詳述)を妨害する(大河内ら, 2023)。そのため、テフロンバインダーガラス繊維ろ紙やPTFEろ紙がサンプリングの使用が推奨されるが(大河内ら, 2023)、しかしPTFEの同定は勿論あきらめざるを得ない。またこのろ紙を5.4.2節に述べる熱分解-GC/MS法の分析にかけると、加熱に伴って有害なフッ化水素が発生する点にも注意を要する(大河内ら, 2023)。そのため、熱分解-GC/MS法を採用する場合は、石英繊維ろ紙やガラス繊維ろ紙が良いと思われる。

5.2 前処理方法

水環境MPの測定では、ポリマーの同定や個数密度の計測に対して、試料に共存する有機物や土壌等の無機粒子が干渉を与える場合がある。そのため、これらを除く・分離する前処理が行われることが多い。本節では一般的な前処理方法を概説した上で、AMPの研究において採られていた方法について整理する。ただし、予め断っておくが、全ての論文で前処理が行われて

表3 TRWP 観測研究に関する論文の概要

地域	地点特性	採取方法		分析方法		分析結果			出典
		P/A	期間/試料	前処理	分析	質量濃度・個数濃度	形状・サイズ	組成	
フランス, アメリカ, 日本の各地	住宅街, 商業地域, 工業地域, 郊外	A-PM ₁₀	24~48h	無し	py-GC/MS	PM ₁₀ へのTRWPの寄与: 0.14~2.80% (0.11~1.34 μg/m ³)		マーカー: ビニルシクロヘキセン(SBR, BRの指標), ジベンテン(NRの指標)	Panko et al., 2013
ロサンゼルス, ロンドン, 東京首都圏	沿道	A-PM _{2.5} +PM ₁₀	72h	無し	py-GC/MS	TRWPの寄与: PM _{2.5} に対し0.68%以下(0.29 μg/m ³ 以下), PM ₁₀ に対し0.45~2.48% (0.095~1.91 μg/m ³)		マーカー: ビニルシクロヘキセン(SBR, BRの指標), ジベンテン(NRの指標)	Panko et al., 2019
京都, 滋賀, USAコロンビア	沿道	A-PM ₁₀ (滋賀の1試料のみ)	24h	無し	py-GC/MS	PM ₁₀ へのタイヤ摩耗粉じんの寄与: 0.26%(0.16 μg/m ³) (素材別: SBR + BR 0.13%, NR <0.0063%)		マーカー: ビニルシクロヘキセン(SBR, BRの指標), ジベンテン(NRの指標)	Unice et al., 2012
ロンドン	沿道, 公園(BG)	A-多段	1か月間/年@2007, 2009~2011	酸分解(ICP)	ICP (2007, 2009年) + X (2010, 2011年) + IC	PM _{0.9-11.5} に対するタイヤ摩耗粉じんの寄与は10.7% (再飛散38.1%, プレーキダスト55.3%)	粒径: 沿道>BG	マーカー: Zn. その他元素の沿道/BG比: Fe, Cu, Sb, Baは概ね4, 他は概ね1.5	Harrison et al., 2012
ロンドン	沿道, 公園(BG)	A-PM _{2.5} +PM ₁₀	1h(オンライン分析)	無し(分析はPM ₁₀ のみ)	Xact Model 625 Xact Model 625i	PM ₁₀ へのタイヤ摩耗粉じんの寄与: Cov-19Lockdown前後で変わらず5.8% (1.0 μg/m ³), (ブレーキ粉じんの寄与は15%→9%)		マーカー: Zn(他マーカー: プレーキ摩耗粉じんBa, 再飛散Si)	Hicks et al., 2021
ロンドン, バルセロナ	沿道	A-100nm~3 μm	都度	無し	ATOFMS	3 μm以下の個数濃度に対するTRWPの寄与: ロンドン2.5%, バルセロナ2.0%	粒子数サイズ分布: 約35 nmと85 nmの二山ピーク	Li, Na, Ca, Fe, Ti, リン酸塩	Dall'Osto et al., 2014

略字は表2の脚注を参照のこと

いたわけではない（表2）。また、TRWPの研究（表3）では、そもそも前処理が不要な熱分解-GC/MSや蛍光X線分析が多かった（Harrison & Alghamdi, 2023）点に留意されたい。

5.2.1 有機物分解

有機物の除去は、酸・アルカリ溶液やタンパク質分解酵素を用いた分解が行われる（中嶋及び山下, 2020）。水環境試料の前処理には過酸化水素（ H_2O_2 ）による酸化が広く採られているが（中嶋及び山下, 2020）、ポリアミド等の一部のプラスチックは耐性が低く、酸化処理の過程で細分化されることがある（亀田, 2020; 環境省, 2021）。酵素分解ならばその心配がなく、取り扱いも容易だが、長時間を要することが難点である（中嶋及び山下, 2020）。

AMPの有機物分解では、 H_2O_2 の利用が多く、一部、次亜塩素酸ナトリウム（ NaClO ）の使用も確認された（表2）。 H_2O_2 の浸漬時間は2日間という報告（大河内ら, 2023）もあったが、多くは10~14日間（Abbasi et al., 2023; Allen et al., 2019; 永淵ら, 2022）と、河川MPのそれ（3~4日間（環境省, 2021））よりも長く設定されていた。ただし、70℃未満で加温すれば1日未満に短縮できるという（Allen et al., 2019）。なお、その浸漬時間と有機物残量の関係を示した研究は見られなかった。

以上、一部のAMPの前処理は長時間を要し、またAMP自体が細分化されるリスクが残る。しかし、大河内ら（2022）は特にマトリックスの多い都市大気を対象にする場合、有機物の除去が必須になると述べている。

5.2.2 比重分離

土壌等の無機粒子を比重分離するための溶液は、飽和塩化ナトリウム溶液（ NaCl , 1.2 g/cm³）や塩化カルシウム溶液（ CaCl_2 , 2.15 g/cm³）など様々提案されている。水環境MPの分析では、やや高価だが比重が高く安全なヨウ化ナトリウム溶液（ NaI , ≤ 1.8 g/cm³）が選択されることが多い（中嶋及び山下, 2020; 環境省, 2021）。

AMPでは比重の高い塩化亜鉛溶液（ ZnCl_2 , 2.0 g/cm³）の利用がほとんどで（表2）、浸漬時間は1時間であったり（Abbasi et al., 2023）、7日間であったり（Allen et al., 2019）と大幅な差があった。一部、さらに比重の高いポリタンゲ

ステン酸ナトリウム溶液（SPT, 2.2 g/cm³）を使用した事例も見られた（永淵ら, 2022）。これはMPの中でも比重の大きいPET（1.3~1.7 g/cm³）や、フッ素樹脂（1.8~2.2 g/cm³）の分離に有効だが、他の試薬に比べて高価なのが欠点となる（中嶋及び山下, 2020）。

表2に示した通り、比重分離は必ずしも行われているわけではない。しかしながら、大気サンプリングでは、強風による土壌の巻き上げの影響により、土壌粒子が採取試料に混入する場合がある。これを踏まえれば、有機物分解と併せて比重分離も重要になると考えられた。

5.3 視覚・顕微鏡観察による計測方法

表2に「M」で示した通り、目視または実態顕微鏡下でMPをピックアップして、形状観察や個数を計測するといった、従来の手法は今でも多く行われていた。これに、ホットニードル法（溶けるか否か）により有機物や無機物から選別する方法（Zhang et al., 2020）や、蛍光色素のNile Red（樹脂に吸着）により染色して判定する方法（鳥村, 2020）を組み合わせた報告も見られた。ただし、Nile Red染料の溶媒に用いられるクロロホルムが、PSを溶解させる点は注意を要する（Klein & Fischer, 2019）。

こうした顕微鏡観察による計測では、顕微鏡の解像度と手動のピックアップによる限界から、分析可能な最小サイズは50 μm （Dris et al., 2016）、または300 μm （亀田, 2020）とも言われる。一方、顕微鏡にPCを接続し、画像処理ソフト（例えばImage J）によって5 μm のAMPを計測したとの報告もあった（Allen et al., 2020; Wright et al., 2020）。ただし、いずれの方法であっても、観察するだけではPPやPETなどの組成同定は困難である。その一方でZhang et al.（2020）によれば、次に示す通り、観察から得られるAMPの形と色の情報から、その発生源情報のある程度推察することも可能という。

まず形状に関しては、例えば表面構造が滑らかであれば、環境中に排出されてからの経過時間が長いことが考えられる。また、都市域で繊維状のAMPが多いのならば、人口密集という都市特有の事情を考慮して、衣類や室内のカーペット等が原因ではないかといった推察が可能となる（Dris et al., 2016, 2017）。また、破片状

であれば、元々は大きかったプラスチック製品が、環境中で風化等により 5 mm 未満にまで破碎されたものと考えることができる。フィルム状であれば、より遠方へと効率的に輸送されやすい特性を考慮に加えることが可能となる。

AMP の形状に関する報告例として、Abbasi et al. (2023) は PM₁₀ を採取した試料から顕微鏡下で 100 μm 以上の繊維状物質が半数以上も計測されたことを報告した。この結果から、空気動力学的特性が繊維状と粒子状では異なる可能性を述べている。

つぎに色に関しては、透明なら PP、白色なら PE、不透明なら低密度 PE と、ある程度の見当がつけられる (Zhang et al., 2020)。また、実験環境に由来するコンタミネーションの有無を判断するのに色の情報は役に立つと言う。一方、注意すべき点は、青や赤などの明るい色は目につきやすく、結果として存在割合が過大評価されやすいこと、有機物分解の酸化処理によっては脱色が起こることなどが挙げられる。Cai et al. (2017) は走査電子顕微鏡 (SEM) によって得られた視覚情報 (表面摩耗) に、FT-IR (フーリエ変換赤外分光法) から得られた化学情報 (カルボニル基と水酸基) を加えることで、AMP の風化を評価できることを提案している。

5.4 分析機器を用いた計測・同定方法

5.4.1 分光学的手法—FT-IR、ラマン分光分析

現在、MP の組成同定には、操作の簡便さとライブラリーの豊富さから FT-IR が広く用いられている (Zhang et al., 2020)。この分析可能な最小サイズは、光学顕微鏡を組み合わせた $\mu\text{FT-IR}$ (顕微 FT-IR と呼ばれることもある) において 10 μm 程度だと言う (Zhang et al., 2020)。ただし、結局は分析者が目視や実体顕微鏡観察下で、MP と思しき候補粒子をピックアップする必要がある、現実的な分析可能サイズは前述の通り 50~300 μm となる。

これに対し、IR の検出素子を二次元で複数配した、アレイ型 IR 検出器が開発されている (横山, 1998)。これは IR スペクトルの面的なイメージマッピングを作ることができ、粒子数や粒子の縦横比等の形状に加えて、20 μm 程度の MP の組成情報も得ることができる。さらに

ごく最近の技術開発によって 2 μm 程度の計測も可能になったと言う (大河内ら, 2023)。したがって、微小な MP の定量評価にとっては最も有効な手法と期待されるが、まだ AMP への適用は限られる (大河内ら, 2022; 大河内ら, 2023; 永淵ら, 2022)。

μ ラマン分光分析は、原理上、 $\mu\text{FT-IR}$ よりも小さい 1 μm 程度の MP を同定することが可能であり (鳥村, 2020)、前述のイメージマッピングのアプリケーションも用意されている。しかし、 μ ラマン分光分析の技術は $\mu\text{FT-IR}$ よりも新しいためライブラリーが不足すること、導入コストが $\mu\text{FT-IR}$ よりも高いことを理由に、研究事例は乏しい状況にある (Zhang et al., 2020)。たしかに今回のレビューでも大気試料に対する適用事例は $\mu\text{FT-IR}$ よりも少なかった (表 2)。しかし、ライブラリーの問題が解決し、さらに 0.1 μm 程度までの分析が可能となるアプリケーション開発 (亀田, 2020) が進めば、AMP の調査研究に適用可能かもしれない。

5.4.2 熱分解-GC/MS

加熱炉型熱分解装置を GC/MS に組み合わせた測定システムでは、試料を加熱分解するため、サイズや形状、個数の計測は難しくなる。しかし、プラスチックやゴムの素材情報とその存在量の情報が得られることに加えて、発生源のヒントとなる添加剤の情報も得られる期待が持てる (Andersson-Sköld, 2020)。また、従来の多くの成分分析法とは異なり、煩雑な溶媒抽出や前処理等の工程を必要とせず、最小限の試料前処理で済むことも利点である (Panko et al., 2013)。

この分析アプリケーションは、発生ガス分析法や熱脱着分析法など様々開発されている (渡辺及び寺前, 2017) が、熱分解 (Pyrolysis) を組み合わせた GC/MS (以下、「py-GC/MS」) が、TRWP を対象とした研究で多く用いられている (Andersson-Sköld, 2020; Baensch-Baltrusch et al., 2020)。この背景には ISO 測定法の存在が考えられる (ISO/TS 21396:2017 「ゴム—土壌および堆積物中のタイヤおよび路面摩耗粒子 (TRWP) の質量濃度の測定—熱分解-GC/MS 法」)。この方法では、タイヤトレッドの主要なポリマー素材である天然ゴム (ポリイソプレン) と合成ゴム (スチレンブタジエンゴム、ブタジ

エンゴム)を熱分解して、発生するガス中の各マーカ成分(天然ゴム:ジペンテン、合成ゴム:ビニルシクロヘキセン)が利用される(柴田, 2022)。また、定量結果の頑健性を向上させる目的で、ポリスチレン d5 を内部標準物質に使用することもある(萩野, 2023)。これらのマーカ成分は、タイヤ製品に特異的であり、環境中でも安定して存在する。そのため、Zn やベンゾチアゾール誘導体等の他のマーカ成分を利用した機器分析手法に対し優位性があると言われる(Harrison & Alghamdi, 2023)。ただし、タイヤ中のマーカ成分の含有量が一定でない点は、寄与推計における今後の重要な課題となるだろう。例えばビニルシクロヘキサンの含有量は、タイヤのブランドやモデルによって 0.05%未満から 28%と幅が大きく、そのため日本独自のタイヤの流通状況に応じた、新たな評価指標の開発が求められている(萩野, 2023)。

py-GC/MS には、さらに熱脱着の機能を組み合わせた二段階分析の方法も開発されている。この第一段階では、300°C程度の加熱によって難燃剤や可塑剤等の添加剤(フタル酸エステル類など)を熱脱着し、続く第二段階で 600°C程度の加熱によりポリマー素材を熱分解して、各段階で発生するガスを GC/MS 分析する(今泉, 2011)。この手法では、有用情報の効率的な取得が期待されるが、工業製品の品質評価への応用がほとんどで、まだ環境試料に対する適用事例は無いようである。

近年、PP や PET 等の MP を対象とした py-GC/MS 分析の試みが、海水(中嶋及び山下, 2020)、血液(Leslie et al., 2022)、河川堆積物(Bouazid et al., 2022)、及び海洋生物の多毛類(Anuar et al., 2022)といった様々な試料を対象に報告されているが、AMP への適用はまだ見られない(Zhang et al., 2020; 大河内ら, 2022)。しかし、この手法は AMP における PP や PET、或いは TRWP についての総合的な存在量を得られる期待があり(Andersson-Sköld, 2020)、今後は重要かつ現実的な測定手法になるかもしれない。

5.4.3 その他の機器分析方法

AMP の主な機器分析法は、ここまでに紹介した分光学的手法と py-GC/MS 法である。他方、

TRWP に限ってはその他の機器分析も見られたので、ここで簡単に触れておく。

ICP-MS や蛍光 X 線分析を用いた元素分析では、タイヤに特異的に多く含有される、加硫助剤の Zn がマーカとして利用される(Baensch-Baltrusch et al., 2020)(表 3)。ただし Harrison & Alghamdi (2023) は、大気中 Zn はタイヤ以外にも、金属加工の過程またはエンジンオイルや工業用潤滑油などの燃焼からも発生することに注意を促している。その反面、Zn のマーカとしての利用実績は豊富で知見が充実しているため、他の分析法による発生源情報を補完するのに有用とも述べている。

ごく一部だが大気エアロゾルを直接導入して、リアルタイムで化学組成の分析ができる ATOFMS を利用した報告もあった(表 3)。ATOFMS は煩雑な化学処理なしに、粒径約 100 nm から数 μm のエアロゾル粒子を対象に、短時間で化学組成とサイズ分布が測定できる利点を持つ(古谷, 2011)。化学組成は無機元素、元素状炭素(EC)、有機物など多岐にわたるが、その定量性にはまだ課題があり(古谷, 2011)、実用例が少ないようである。

5.5 大気観測研究における汚染防止の工夫

調査した文献のほとんどで、試料採取や前処理における汚染防止の留意が記されていた。それら多くに共通したのは、実験器具だけでなく実験者の手袋や衣服もプラスチックフリーにする点であった。また、K. Liu, et al. (2019a) は、試料採取時の汚染を防止するため、大気吸引ポンプの開始を 1 分間遅らせ、その間に実験者が現場から離れる工夫もしていた。他に、空気中を浮遊する繊維くずの影響を防ぐため、実験室を加湿して静電気対策を行った事例もあった(Klein & Fischer, 2019)。ただし、以上の工夫がどれだけ汚染を軽減するかについて、評価まで行っている文献はほぼ見られなかった。それゆえ Klein & Fischer (2019) は厳密なブランク(BL)実験を行い、プラスチック製品を用いることの影響を明らかにした点でユニークである。彼らはパッシブ法による大気観測に PE 製の器具を用いて、サンプリング BL、実験室 BL、前処理 BL を評価した。その結果、MP 個数にして実試料の約 10%が BL 由来であったという。

この実験で注目すべきは、繊維状 MP の含有率が実試料では 5%であったのに対し、実験室 BL の試料では 51%と明らかに高値になった点である。この結果は、実験者の衣服等をプラスチックフリーにするなど、実験環境を整備することの重要性を示唆している。

6. 大気観測研究によるこれまでの知見

6.1 AMP の観測研究結果(個数濃度と組成)

本節では、今後、重要性が増すと予想されるアクティブ法を中心に、これまでの大気観測研究によって得られたデータを概観して、AMP についてどのような知見が得られているかを論じる。なお、健康リスクの観点からは $PM_{2.5}$ と同等の微小サイズの AMP を計測・同定する必要がある (Zhang et al., 2020; 大河内ら, 2022)、それに着手し始めた研究チームは一部存在する (例えば大河内ら (2023))。しかし、繰り返すように現状ほとんどの知見は、最小サイズが数十 μm 程度の TSP に関するものであり、以下で述べる AMP のデータもサイズは数十 μm 以上の分画であることを予め断っておく。

AMP の個数濃度に関しては、表 2 に示した通り、最も低いのが上海の $0.05 \sim 0.07$ 個/ m^3 (K. Liu, et al., 2019a) で、最も高いのがフランスの海岸沿いにおける約 $2 \sim 19$ 個/ m^3 (Allen et al., 2020) であった。TSP ではなく PM_{10} にはなるが、Abbasi et al. (2023) は工業地帯と住宅地の AMP 個数濃度がどちらも 0.0065 個/ m^3 であったと報告した (5.3 節で述べた通り、 $100 \mu m$ 以上のサイズが多い)。このように AMP の個数濃度の報告値には大きな差がある。もちろん採取時期も場所も異なるため、まさに真値がそうであっただけかもしれない。しかしながら、多くの研究者が指摘するように、観測手法が違う点には注意を払う必要があるだろう。

他方、同一の観測手法で得られた、同じ文献内の観測結果は比較可能と考えられる。例えば Dris et al. (2017) は、屋外と屋内における AMP を調査し、繊維状物質は屋外 ($0.3 \sim 1.5$ 個/ m^3) よりも、屋内 ($1.0 \sim 60$ 個/ m^3) の方が多かったことを示した。この結果をもとに、都市部で屋外の AMP が高濃度となるのは、屋内空

気由来であると考察したが、この場合の比較は妥当と考えられる。また、同一の手法によって得られた AMP の観測結果から、小さいサイズほど数が多いという報告が多く見られたが (Klein & Fischer, 2019; K. Liu, et al., 2019a; K. Liu, et al., 2019b; Wright et al., 2020)、これらの知見も合理性が考えられる。

AMP の組成として検出例が多かったのは、表 2 の通り PP、PE、PET であった。この組成情報に AMP の形状情報、すなわち繊維状が多いことをもって、衣類やカーペットなどから発生する繊維くずが原因だとする論文が多く見られた。また、パッシブ法にはなるが、Brahney et al. (2020) は、アメリカの国立公園で採取した大気降下物を $\mu FT-IR$ 分析して、その組成情報から PP と PTFE は公園利用者の衣類 (フリース)、テント、登山用ロープなどに由来し、綿、PES、Nylon は衣類製品由来、PO はカーペット由来等と考察している。

以上のように、PP や PE 等の組成割合の情報から、発生源をある程度推定できることが考えられた。しかし、その定量的な寄与を見積もるには、やはり個数濃度に関する定量情報が必要となるが、そもそも観測手法が異なるため文献値の比較は難しかった。改めて、統一的な大気観測手法の確立が待たれるところである。

6.2 TRWP の観測研究結果

TRWP に関しては 5.1 節で述べた通り、実環境で得られたデータがまだ少ないことが課題となっている。そのため観測研究を行った文献は限られるが、以下にそれらの観測結果を示した。

Panko et al. (2013) はフランス、日本、アメリカの一般環境において PM_{10} を採取し、py-GC/MS 分析の結果から、 PM_{10} の質量濃度に対して TRWP の寄与が $0.14 \sim 2.80\%$ だったと評価した (表 3)。同じ Panko et al. (2019) らの研究チームは、ロサンゼルス、ロンドン、東京における TRWP が、 PM_{10} の質量濃度に対して $0.45 \sim 2.48\%$ の寄与を持ち、 $PM_{2.5}$ に対してはそれが最大 0.68% と低かったことを報告した (表 3)。ただし、TRWP は図 2 の通りタイヤトレッドとアスファルト等の混合物であるが、Panko et al. (2013) 及び Panko et al. (2019) は、TRWP の 25% がタイヤトレッド由来のゴムであるという

仮定に基づき前述の寄与推計を行っている。一方、Unice et al. (2012) の寄与推計は、これと異なる仮定に基づいている。彼らは、TRWPではなくタイヤトレッドに占めるゴムの割合を50%と仮定して、PM₁₀に対するタイヤ自体の寄与を0.26%と見積もった。これと同じ仮定のもと算定された、静岡県と埼玉県におけるPM₁₀に対する寄与が0.074~1.7%であったことをもって、整合的と結論付けている。なお、Unice et al. (2012) の結果は、大気試料の採取期間が僅か1日のみであった点に注意する必要がある。以上、AMPの個数濃度ほどのばらつきではないにせよ、PM₁₀の質量濃度に対する、TRWPの寄与推計でもやはり文献値には幅があり、そもそも寄与推計のための仮定条件も統一されていない状況がうかがえた。

研究事例は少ないが、ATOFMSを用いた観測を行った Dall'Osto et al. (2014) によれば、TRWPの3 µm未満の粒子に対する寄与は約2%であったという。また、タイヤトレッドに含まれるZnをトレーサーに利用した観測研究では、粒径0.9~11.5 µmの浮遊粒子状物質に対する寄与が10.7%だったり (Harrison et al., 2012)、PM₁₀への寄与が5.8%だったり (Hicks et al., 2021) と、前述の寄与よりも高い。5.4.3 節で述べた通り、Znの発生源が多岐にわたることを踏まえれば、過大評価をしている可能性は否めない。

以上、TRWPについても、少なくとも実環境において統一された観測方法は存在せず (Harrison & Alghamdi, 2023)、文献値の比較が難しくなっている状況がうかがわれた。一方、Baensch-Baltrusch et al. (2020) はその文献レビューの中で、PM₁₀に対する現状のTRWPの大気中濃度はNOAEC (No Observed Adverse Effect Concentration: 無毒性量) より低いと結論付けている。ただし、タイヤトレッドには水生生物への毒性を有するZnが含まれている。また、酸化防止剤として添加される「6PPD」(N-(1,3-ジメチルブチル)-N'-フェニル-1,4-フェニレンジアミン) は、環境中で毒性のある「6PPD キノン」に変成し、アメリカにおけるギンザケの大量死に繋がっているとの指摘もある (Tian et al., 2021)。したがって、環境中にお

けるTRWPの動態を理解することの社会的意義は高く、大気観測を通じて特にその存在量に関するデータを蓄積することは重要と考えられる。

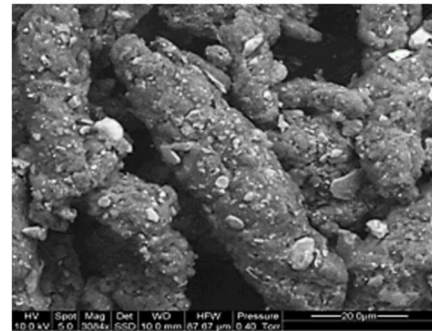


図2 トレッドゴムとアスファルト舗装由来の鉱物が混合したTRWPのSEM画像(「Panko et al. (2019)」より転載)

7. まとめ—地環研の大気観測研究の展望

AMPとTRWPの観測研究について、直近5年の文献を中心に世界の動向を調査した。AMP観測はパッシブ法による降下物のバルク採取が多く、分析干渉を起こす有機物や無機物を除去する前処理も行っていない研究も多かった。そのため、品質のそろったデータが蓄積されず、AMPの存在量や環境動態、健康リスクに関する議論が進まない状況にあることが分かった。しかし、近年はアクティブ法によって粒径別のAMPの存在量を評価したり、前処理を行ったりする観測研究が少しずつ増えている。まだ統一的な観測手法の確立には遠い状況だが、今後はアクティブ法を中心に、観測手法の統一化に向けた活動が盛り上がりを見せるかもしれない。事実、大河内ら (2023) のように、アクティブ法による観測手法の統一化を目指した、具体的な動きも既に見られるようになっている。こうした動きに対して、これまでアクティブ法によるTSPやPM_{2.5}等の試料採取を行ってきた地環研のリソースが役に立つかもしれない。MPの前処理もそれほど難しい技術ではなく、地環研においても十分実施可能と考えられる。

一方でAMPに限らず、MP自体の分析経験を持った地環研はまだ少ないと思われ、この点は外部委託が現実的かもしれない。ただし、現在広く普及しているµFT-IRでも、分析可能サイズは10 µm程度にとどまる。仮にラマン分光

分析のイメージマッピングが実用可能になれば、0.1 μm 程度までの分析ができると言われているが、不確実である。したがって、AMP の健康リスクという観点では現状の組成同定の技術では不十分だが、しかし大気輸送を通じた MP の物質循環を考える上では一定の知見が得られるものと期待できる。TRWP の研究は AMP よりも歴史が古い。しかし、実大気における観測データは少なく、観測手法の確立もまだである。近年、自動車排ガスに由来する粒子の環境負荷が低下するなか、相対的に TRWP を含む非排ガス粒子への関心が高まっている。現状、TRWP の代表的な分析手法は py-GC/MS であったが、このうち GC/MS は多くの地環研が環境分析に利用している。そして、熱脱着・熱分解を担う部分は、既存の GC/MS に後付けできるタイプが市販されており、価格帯も数百万円と、新たに $\mu\text{FT-IR}$ 一式を導入するよりかは安価である。最近では AMP 以外の様々な環境試料中の PP や PE 等の同定に、py-GC/MS を応用させる挑戦も始まっている。繰り返すが、この方法では AMP、TRWP の形状、個数計測はできない。しかし、この方法によって、例えば $\text{PM}_{2.5}$ 中の AMP と TRWP に関するマスの情報が日本各地で得られれば、この分野の研究推進に地環研のリソースが役立つことに繋がるかもしれない。

文献

- Abbasi, Sajjad, Neamatollah Jaafarzadeh, Amir Zahedi, Maryam Ravanbakhsh, Somayeh Abbaszadeh, and Andrew Turner. 2023. Microplastics in the Atmosphere of Ahvaz City, Iran. *Journal of Environmental Sciences (China)* **126**:95–102.
- Allen, Steve, Deonie Allen, Kerry Moss, Gaël Le Roux, Vernon R. Phoenix, and Jeroen E. Sonke. 2020. Examination of the Ocean as a Source for Atmospheric Microplastics. *PLoS ONE* **15** (5) .
- Allen, Steve, Deonie Allen, Vernon R. Phoenix, Gaël Le Roux, Pilar Durántez Jiménez, Anaëlle Simonneau, Stéphane Binet, and Didier Galop. 2019. Atmospheric Transport and Deposition of Microplastics in a Remote Mountain Catchment. *Nature Geoscience* **12** (5) :339–344.
- Andersson-Sköld, Yvonne. 2020. Microplastics from Tyre and Road Wear A Literature Review Göta Älv Utredningen View Project Effekter Av Samhällets Säkerhetsåtgärder View Project.
- Anuar, Sabiqah Tuan, Raad Shaher Altarawnah, Ahmad Ammarluddin Mohd Ali, Bai Qin Lee, Wan Mohd Afiq Wan Mohd Khalik, Ku Mohd Kalkausar Ku Yusof, and Yusof Shuaib Ibrahim. 2022. Utilizing Pyrolysis–Gas Chromatography/Mass Spectrometry for Monitoring and Analytical Characterization of Microplastics in Polychaete Worms. *Polymers* **14** (15) .
- Baensch-Baltruschat, Beate, Birgit Kocher, Friederike Stock, and Georg Reifferscheid. 2020. Tyre and Road Wear Particles (TRWP) - A Review of Generation, Properties, Emissions, Human Health Risk, Ecotoxicity, and Fate in the Environment. *Science of the Total Environment* **733**.
- Bergmann, Melanie, Sophia Mützel, Sebastian Primpke, Mine B. Tekman, Jürg Trachsel, and Gunnar Gerdt. 2019. White and Wonderful? Microplastics Prevail in Snow from the Alps to the Arctic. *Science Advances* **5** (8) .
- Boucher, Julien, and Damien Friot. 2017. *INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE a Global Evaluation of Sources Primary Microplastics in the Oceans*.
- Bouزيد, Nadia, Christelle Anquetil, Rachid Dris, Johnny Gasperi, Bruno Tassin, and Sylvie Derenne. 2022. Quantification of Microplastics by Pyrolysis Coupled with Gas Chromatography and Mass Spectrometry in Sediments: Challenges and Implications. *Microplastics* **1** (2) :229–239.
- Brahney, Janice, Margaret Hallerud, Eric Heim, Maura Hahnenberger, and Suja Sukumaran. 2020. Plastic Rain in Protected Areas of the

- United States. *Science* **368** (6496) :1257–1260.
- Cai, Liqi, Jundong Wang, Jinping Peng, Zhi Tan, Zhiwei Zhan, Xiangling Tan, and Qiuqiang Chen. 2017. Characteristic of Microplastics in the Atmospheric Fallout from Dongguan City, China: Preliminary Research and First Evidence. *Environmental Science and Pollution Research* **24** (32) :24928–24935.
- Dehghani, Sharareh, Farid Moore, and Razegheh Akhbarizadeh. 2017. Microplastic Pollution in Deposited Urban Dust, Tehran Metropolis, Iran. *Environmental Science and Pollution Research* **24** (25) :20360–20371.
- Dris, Rachid, Johnny Gasperi, Cécile Mirande, Corinne Mandin, Mohamed Guerrouache, Valérie Langlois, and Bruno Tassin. 2017. A First Overview of Textile Fibers, Including Microplastics, in Indoor and Outdoor Environments. *Environmental Pollution* **221**:453–458.
- Dris, Rachid, Johnny Gasperi, Mohamed Saad, Cécile Mirande, and Bruno Tassin. 2016. Synthetic Fibers in Atmospheric Fallout: A Source of Microplastics in the Environment? *Marine Pollution Bulletin* **104** (1–2) :290–293.
- 古谷浩志. 2011. 単一微粒子質量分析法による粒径・化学組成の同時実時間計測と物質混合状態. エアロゾル研究 **26** (3) :183–194.
- 萩野浩之, 2023. 自動車交通に由来するブレーキ摩耗粒子, タイヤ摩耗粒子, 道路摩耗粒子の大気中マイクロプラスチック研究の現状と課題. エアロゾル研究 **38** (3) :160–172.
- Harrison, Roy M., and Mansour A. Alghamdi. 2023. Measurement of Tyre Dust Particles in the Atmosphere Using Chemical Tracers. *Atmospheric Environment* **298**.
- Harrison, Roy M., Alan M. Jones, Johanna Gietl, Jianxin Yin, and David C. Green. 2012. Estimation of the Contributions of Brake Dust, Tire Wear, and Resuspension to Nonexhaust Traffic Particles Derived from Atmospheric Measurements. *Environmental Science and Technology* **46** (12) :6523–6529.
- Hicks, William, Sean Beevers, Anja H. Tremper, Gregor Stewart, Max Priestman, Frank J. Kelly, Mathias Lanoisellé, Dave Lowry, and David C. Green. 2021. Quantification of Non-Exhaust Particulate Matter Traffic Emissions and the Impact of COVID-19 Lockdown at London Marylebone Road. *Atmosphere* **12** (2) .
- 今泉茂巳. 2011. 廃プラスチックの再資源化技術の開発 (第 1 報) . 岐阜県産業技術センター研究報告 (5) :1–4.
- 亀田豊. 2020. 環境試料中マイクロプラスチックの調査分析方法の整理と課題. *EICA* **24** (4) :30–34.
- Klein, Malin, and Elke K. Fischer. 2019. Microplastic Abundance in Atmospheric Deposition within the Metropolitan Area of Hamburg, Germany. *Science of the Total Environment* **685**:96–103.
- 環境省. 2021. 河川マイクロプラスチック調査ガイドライン.
- 国立環境研究所. 2021. 河川プラスチックごみの排出実態把握と排出抑制対策に資する研究. 2023年8月17日アクセス (https://www.nies.go.jp/subjects/2021/25903_fy2021.html) .
- Leslie, Heather A., Martin J. M. van Velzen, Sicco H. Brandsma, A. Dick Vethaak, Juan J. Garcia-Vallejo, and Marja H. Lamoree. 2022. Discovery and Quantification of Plastic Particle Pollution in Human Blood. *Environment International* **163**.
- Liu, Chunguang, Jia Li, Yilei Zhang, Lei Wang, Jie Deng, Yuan Gao, Lu Yu, Junjie Zhang, and Hongwen Sun. 2019. Widespread Distribution of PET and PC Microplastics in Dust in Urban China and Their Estimated Human Exposure. *Environment International* **128**:116–124.

- Liu, Kai, Xiaohui Wang, Tao Fang, Pei Xu, Lixin Zhu, and Daoji Li. 2019b. Source and Potential Risk Assessment of Suspended Atmospheric Microplastics in Shanghai. *Science of the Total Environment* **675**:462–471.
- Liu, Kai, Xiaohui Wang, Nian Wei, Zhangyu Song, and Daoji Li. 2019a. Accurate Quantification and Transport Estimation of Suspended Atmospheric Microplastics in Megacities: Implications for Human Health. *Environment International* **132**.
- Liu, Pengju, Longyi Shao, Yaowei Li, Tim Jones, Yaxin Cao, Cheng Xue Yang, Mengyuan Zhang, M. Santosh, Xiaolei Feng, and Kelly Bérubé. 2022. Microplastic Atmospheric Dustfall Pollution in Urban Environment: Evidence from the Types, Distribution, and Probable Sources in Beijing, China. *Science of the Total Environment* **838**.
- M. Dall'Osto, David C.S. Beddows, Johanna K. Gietl, Oluremi A. Olatunbosun, Xiaoguang Yang, Roy M. Harrison. 2014. Characteristics of tyre dust in polluted air: Studies by single particle mass spectrometry (ATOFMS), *Atmospheric Environment*, **94**:224-230.
- Menekes, David, and Bernd Nowack. 2022. Tire Wear Particle Emissions: Measurement Data Where Are You? *Science of the Total Environment* **830**.
- 永淵修, 中澤暦, 篠塚賢一. 2022. 都市域から離れた高山で検出されたマイクロプラスチック. 日本雪氷学会誌 **84** (1) :29–37.
- 中嶋亮太, 山下麗. 2020. 海洋マイクロプラスチックの採取・前処理・定量方法. 海の研究 **29** (5) :129–151.
- 大河内博, 吉田昇永, 趙鶴立, 藤川真智子, 谷悠人, 勝見尚也, 宮崎あかね, 高田秀重, 板谷庸平, 緒方裕子, 新居田恭弘, 梅澤直樹, 小林華栄, 浦山憲雄. 2022. 大気中マイクロプラスチックの現状と課題. 大気環境学会誌 **57** (3) :A66–72.
- 大河内博, 谷悠人, 小野塚洋介, 王一澤, 速水洋, 竹内政樹, 反町篤行, 藤井佑介, 竹中規訓, 宮崎あかね, 須永奈都, 羽山伸一, 徳長ゆり香, 山口高志, 勝見尚也, 松木篤, 池盛文数, 梶野瑞王, 足立光司, 石原康宏, 岩本洋子, 新居田恭弘, 2023. プラスチック大気汚染の現状と課題. エアロゾル研究, **38** (3) :145-159.
- Oroumiyeh, Farzan, and Yifang Zhu. 2021. Brake and Tire Particles Measured from On-Road Vehicles: Effects of Vehicle Mass and Braking Intensity. *Atmospheric Environment: X* **12**.
- Panko, Julie M., Jennifer Chu, Marisa L. Kreider, and Ken M. Unice. 2013. Measurement of Airborne Concentrations of Tire and Road Wear Particles in Urban and Rural Areas of France, Japan, and the United States. *Atmospheric Environment* **72**:192–199.
- Panko, Julie M., Kristen M. Hitchcock, Gary W. Fuller, and David Green. 2019. Evaluation of Tire Wear Contribution to PM2.5 in Urban Environments. *Atmosphere* **10** (2) .
- 柴田唯志. 2022. タイヤ摩耗粉じんの環境や人体に与える影響に関する調査・研究. 廃棄物資源循環学会誌 **33** (5) :386–391.
- 鳥村政基. 2020. マイクロプラスチック計測の新たなソリューション構築. 工業材料 **68** (11) :20–22.
- 田子博, 宇野悠介. 2020. プラスチック汚染問題への対応—地方環境研究所の立場から—. 群馬県衛生環境研究所年報 **52**:21–34.
- Tian, Zhenyu, Haoqi Zhao, Katherine T. Peter, Melissa Gonzalez, Jill Wetzel, Christopher Wu, Ximin Hu, Jasmine Prat, Emma Mudrock, Rachel Hettinger, Allan E. Cortina, Rajshree Ghosh Biswas, Flávio Vinicius Crizóstomo Kock, Ronald Soong, Amy Jenne, Bowen Du, Fan Hou, Huan He, Rachel Lundeen, Alicia Gilbreath, Rebecca Sutton, Nathaniel L. Scholz, Jay W. Davis, Michael C. Dodd, Andre Simpson, Jenifer K. McIntyre, and Edward P. Kolodziej. 2021. A

- Ubiquitous Tire Rubber-Derived Chemical Induces Acute Mortality in Coho Salmon. *Science* **371** (6525) :185–189.
- Unice, Kenneth M., Marisa L. Kreider, and Julie M. Panko. 2012. Use of a Deuterated Internal Standard with Pyrolysis-GC/MS Dimeric Marker Analysis to Quantify Tire Tread Particles in the Environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **9** (11) :4033–4055.
- 宇野悠介, 田子博, 梅澤真一. 2022. 利根川における河川水中マイクロプラスチックの調査. 群馬県衛生環境研究所年報 **54**:34-39.
- 渡辺 竜, 寺前紀夫. 2017. 加熱炉型熱分解装置とガスクロマトグラフ／質量分析計を用いる汎用ゴムの分析. 日本ゴム協会誌 **90** (12) :550–556.
- Wright, S. L., J. Ulke, A. Font, K. L. A. Chan, and F. J. Kelly. 2020. Atmospheric Microplastic Deposition in an Urban Environment and an Evaluation of Transport. *Environment International* **136**.
- 横山 達. 1998. FT-IRの新しい技術とその応用－2次元アレイ IRセンサーによるFT-IRスペクトルイメージ. 日本赤外線学会誌 **8** (2) :62–69.
- Zhang, Yulan, Shichang Kang, Steve Allen, Deonie Allen, Tanguang Gao, and Mika Sillanpää. 2020. Atmospheric Microplastics: A Review on Current Status and Perspectives. *Earth-Science Reviews* **203**.

【短報】 2022 年夏季の群馬県における暑さ指数と 熱中症救急搬送者数の状況

熊谷貴美代

Heat Index and Number of Emergency Transported Patients with Heat Stroke in Gunma Prefecture in Summer of 2022

Kimiyo KUMAGAI

2022 年夏季における群馬県内の暑さ指数（WBGT）と熱中症救急搬送者数について解析した。WBGT は 6～9 月において嚴重警戒以上（28 以上）の値となり、特に 7～8 月においては県東部及び県央部を中心に危険レベルに到達する日数が多かった。県内の熱中症救急搬送者は、WBGT が嚴重警戒レベルを超えるとともに増加する傾向が見られた。2022 年 6 月下旬の記録的な高温となった時期には、WBGT はその年で初めて危険レベルに到達し、熱中症救急搬送者数の増加が顕著に多かった。熱中症救急搬送者の半数は高齢者が占めており、また高齢者は成人よりも低い WBGT 値から搬送者数が増える傾向にあった。

Key words : WBGT Wet Bulb Globe Temperature, 熱中症 Heat illness,
猛暑日 Hot Summer day

1. はじめに

気候変動の影響による気温上昇傾向に加え、都市化によるヒートアイランド現象の影響もあり、日常の生活環境における熱ストレスが増加している（環境省、2020；文部科学省及び気象庁、2020）。このような状況の中、熱中症による救急搬送人員、死亡者数は増加傾向にあり、全国的な問題となっている（小野、2009；環境省、2022）。環境省では熱中症対策の一環として、「環境省熱中症予防情報サイト」にて、全国各地における暑さ指数（WBGT）の予測値・実況値等、熱中症予防情報の提供を行っている。また環境省と気象庁は、令和 3 年度から全国を対象に暑さ指数に基づく熱中症警戒アラートの発出も開始された。

関東平野の内陸に位置する群馬県では、内陸性気候のため夏季には高温多湿となりやすく、県内平野部における夏場の過酷な暑さは全国トップレベルである。前橋では猛暑日の年間日数が 10 年あたり約 1.3 日増加しており、将来予測では 21 世紀末にはさらに 5 日／22 日（2℃上昇

シナリオ／4℃上昇シナリオ）増えることが予想されている（東京管区气象台、2022）。2022 年には、6 月にもかかわらず 40℃を超える異例の暑さとなり、そのような環境下では熱中症のリスクが大いに懸念され、暑熱対策は本県にとって喫緊の問題である。そこで、気候変動適応策に資する基礎的知見の取得を目的に、2022 年 5～9 月について、群馬県における暑さ指数と熱中症救急搬送者数の状況についてとりまとめた。

2. 方法

2.1. 暑さ指数（WBGT）について

暑さ指数（WBGT；Wet Bulb Globe Temperature, 湿球黒球温度）とは、人体と外気との熱収支に着目した指標であり、その熱収支に対して影響の大きい気温、湿度、輻射熱の 3 要素を取り入れた温度の指標である（環境省）。WBGT の値をもとに、日常生活における熱中症予防指針が表 1 のように設定されている（日本生気象学会、2022）。

本研究で使用した WBGT データは、熱中症予

防情報サイト（環境省）より取得した。WBGT のデータは 1 時間値で提供されている。解析期間は 2022 年 5 月 1 日～9 月 30 日とした。なお、群馬県内のデータは、いずれも実況推定値（気象要素の実測値から算出される推定値）である。データが提供されている地点は、気象庁の気温観測地点と同じ 13 地点である（表 2）。表 2 には各地点の標高も参考に掲載した。また解析には気温データも利用した（気象庁）。

表 1 日常生活における熱中症予防指針
（日本生気象学会, 2022）

WBGTによる温度基準域		注意すべき生活活動の目安
危険	31以上	すべての生活活動でおこる危険性
嚴重警戒	28以上31未満	
警戒	25以上28未満	中等度以上の生活活動でおこる危険性
注意	21以上25未満	強い生活活動でおこる危険性

表 2 気温観測地点（気象庁）と地域区分

地点	市町村	標高[m]	本研究の地域区分
藤原	利根郡みなかみ町	700	県北部
みなかみ	利根郡みなかみ町	524	
草津	吾妻郡草津町	1223	
田代	吾妻郡嬭恋村	1230	
沼田	沼田市	390	
中之条	吾妻郡中之条町	354	県西部
西野牧	甘楽郡下仁田町	375	
神流	多野郡神流町	357	
上里見	高崎市	183	
前橋	前橋市	112	
伊勢崎	伊勢崎市	64	県中部
桐生	桐生市	117	県東部
館林	館林市	23	

表 3 本研究における救急搬送データの地域区分

本研究の地域区分	消防本部管轄地域
県中部	前橋、伊勢崎、渋川
県東部	桐生、太田、館林
県西部	高崎、多野藤岡、富岡甘楽
県北部	利根沼田、吾妻

2.2. 熱中症救急搬送者数について

本研究では県内の分布状況を調べるため、県内の消防本部単位の熱中症救急搬送者数データ（群馬県総務部消防保安課）を用いて、表 3 に示す地域区分で分類した。なお、搬送者数データは 2022 年 4 月 25 日～10 月 2 日の期間で集約されているが、本研究では 2.1 節と同様に 5 月 1 日～9 月 30 日の期間を解析対象にした。年齢区分は、新生児（生後 28 日未満）、乳幼児（生後 28 日以上 7 歳未満）、少年（7 歳以上 18 歳未満）、成人（18 歳以上 65 歳未満）、高齢者（65 歳以上）である。

3. 結果と考察

3.1 2022 年夏季の気象概況

2022 年夏季の平均気温は全国的に高く、群馬県でも平年に比べて高い傾向であった。特に 6 月下旬から 7 月初旬には、強い太平洋高気圧に覆われ、記録的な高温となり、桐生及び伊勢崎で 40℃を超える気温が観測された（桐生 7/1 40.4℃；伊勢崎 6/25 40.2℃、6/29 40.0℃、7/1 40.3℃）。このとき一旦梅雨明けが発表されたが、その後雨天が続いたため、この年の関東地方の梅雨明け確定日は 7 月 23 日頃であった（気象庁）。

図 1 に群馬県内の気象観測地点における 2022 年の猛暑日日数（日最高気温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ ）を示す。猛暑日は 6～8 月に集中しており、5 月は 1 日、9 月は 0 日であった。県東部、県中部の地域で日数が多かった。月間日数では館林 7 月及び 8 月、桐生 7 月、伊勢崎 8 月が 9 日間と多く、年間日数では館林の 25 日が最も多く、次いで桐生 23 日、伊勢崎 22 日であった。県北部では猛暑日はほとんど観測されなかった。

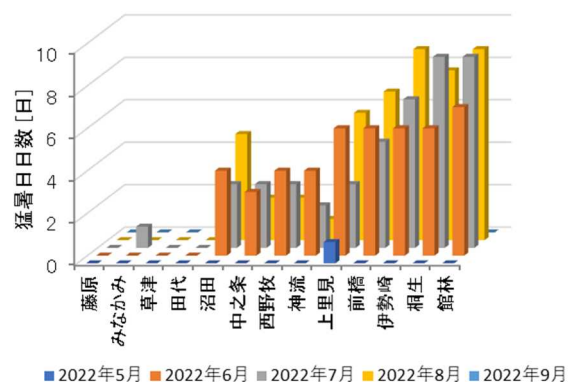


図 1 群馬県内の各地点における猛暑日日数

3.2 各地の WBGT の状況

図 2 に各地点における日最高 WBGT のランク別頻度を示す。

5 月は平野部の地点で警戒レベルになった日が数日あった程度で、それ以上のレベルに達した日はなかった。6 月以降は WBGT が上昇し、県中部、県東部の地点を中心に危険レベルに到達した日があった。6 月の危険レベルになった日は、前述した記録的な暑さになった期間が該当している。7、8 月は、草津と田代を除く地点で、各月の大部分が警戒以上のレベルであった。

また県東部を中心に危険レベルに到達した日が多く、桐生や館林では、実に月の半分が危険レベルであった。このように平野部の WBGT が高くなるのは猛暑日日数（図 1）の結果からも予想されることであるが、沼田やみなかみなど山間地の地点でも WBGT の値は警戒以上の日数が多いという結果も注視すべき点である。群馬県では平野部に限らず広い地域で熱中症への対策が必要であると言える。一方で、標高 1200m 以上の高地にある草津や田代では、盛夏季であっても WBGT はそれほど高くならなかった。

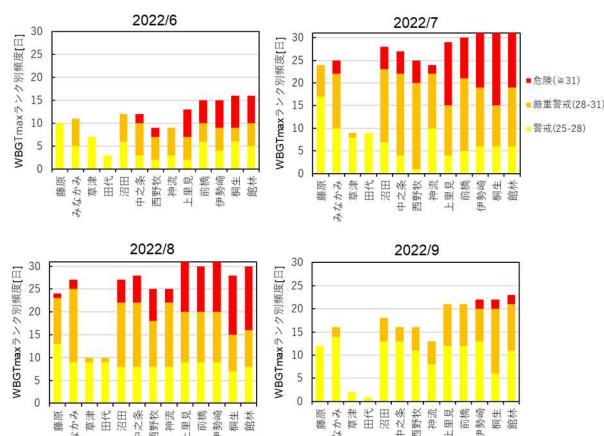


図 2 各地点の日最高 WBGT (WBGT_{max}) のランク別頻度

3.3 WBGT と熱中症救急搬送者数の関係

表 3 に 5～9 月における各地域の熱中症救急搬送者数を示す。県全体の搬送者数は 1400 人であった。県中部、県西部、県東部の搬送者数は 427～472 人であり、県北部は 67 人と全体の 5% 以下だった。年齢構成に地域差はなく、いずれの地域も高齢者が最も多く 49～57% を占めており、次いで成人が 30% 程度となっていた。また表には示さないが、男女別人数は男性 903 人 (65%)、女性 497 人 (35%) と男性の方が多かった。

表 3 群馬県内の熱中症救急搬送者数と年齢構成
集計期間(2022/5/1～9/30)

	県中部		県西部		県東部		県北部		全体	
	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合	人数	割合
新生児	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
乳幼児	5	1%	4	1%	3	1%	1	1%	13	1%
少年	76	16%	61	14%	34	8%	3	4%	174	12%
成人	158	33%	125	29%	150	35%	25	37%	458	33%
高齢者	233	49%	237	56%	247	57%	38	57%	755	54%
不明	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
合計	472		427		434		67		1400	

図 3 に日最高 WBGT と熱中症救急搬送者数の推移を地域毎に示す。ここで日最高 WBGT は、その地域内に複数ある気象観測地点の日最高 WBGT の平均値とした。図 3 から熱中症救急搬送者数が多い日は、日最高 WBGT は高く、厳重警戒や危険レベルとなっていた。特に 6 月下旬から 7 月初旬の記録的な高温期間における搬送者数の増加が顕著であった。この期間、県北部を除く地域で WBGT は危険レベルに到達し、かつその状況が数日間続いた。日最高気温が 40℃ 超を記録した 7 月 1 日の搬送者数は県東部で 27 人、県西部で 26 人と非常に多かった。初夏で体の暑熱順化が進まず、より熱中症のリスクが高かったものと考えられる。

7 月中旬には日最高 WBGT は若干減少したが、7 月下旬の梅雨明け後には WBGT が再び上昇して 28℃ 以上となり、危険レベルの日が連続した。このとき猛暑日の多かった県東部では日最高 WBGT は 33～34℃ であった。この間、県東部、中部、西部の地域とも救急搬送者数は増加傾向が見られたが、6 月下旬ほど多くはなかった。暑熱順化が進んだことと各個人が熱中症対策を講じるようになったことで人数が抑えられたのではないかと推察される。なお、県中部で 8 月上旬に少年の搬送者数が突出している日があるが、これには部活動中における集団発生が含まれる。

8 月下旬以降は、日最高 WBGT は上下変動しながらも減少し、搬送者数も減少した。県北部地域では、日最高 WBGT は概ね 25～30℃ で県東南部よりも全体的に低い値で推移し、1 日あたりの搬送者数は多い日でも 4～5 人であった。

図 4 に日最高 WBGT と高齢者及び成人の熱中症救急搬送者数の関係を示す。図 4 のプロットは、図 3 で求めた地域毎の集計値を元としている。この図から日最高 WBGT が増加するほど搬送者数は増えることがわかる。一方で WBGT が高くても搬送者数が低いプロットも一定程度あった。暑熱順化が進んでいる場合などがこれに該当すると推察される。年齢別に見ると、成人では WBGT が 28℃ 以上の領域で搬送者数が増加する傾向であるのに対し、高齢者ではそれよ

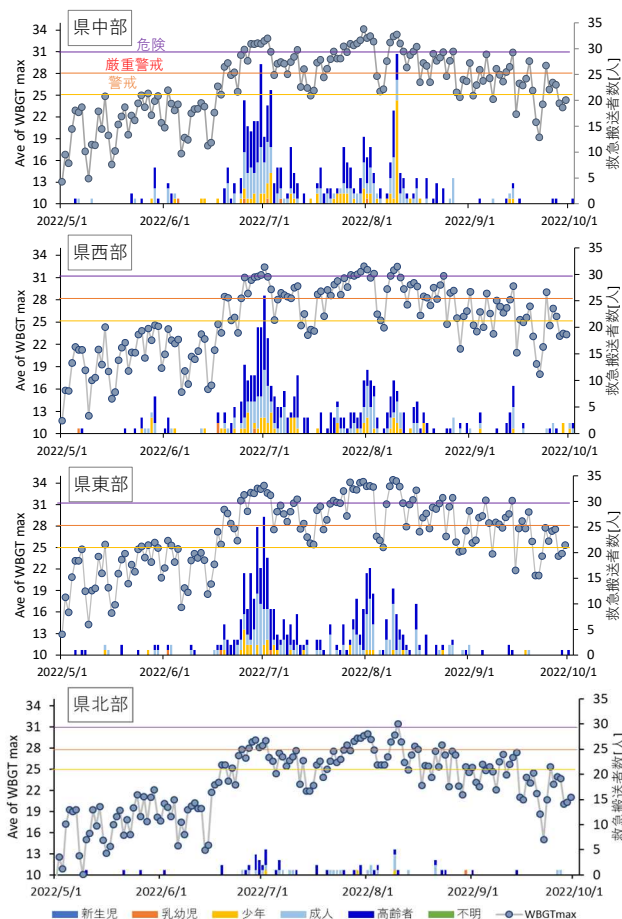


図3 地域別の日最高 WBGT と熱中症救急搬送者

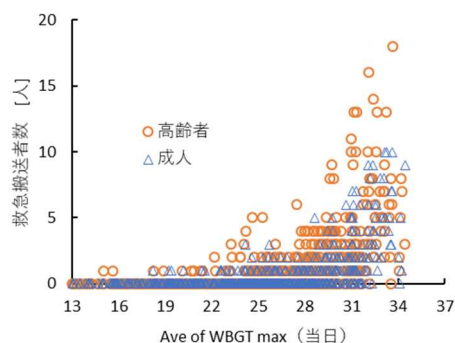


図4 日最高 WBGT と熱中症救急搬送者数の関係

りも低い WBGT が 25℃ 付近（警戒レベル）から搬送者数が増え、成人よりも搬送者数は多くなっていた。群馬県の年齢別人口を考えると、成人 102 万人に対し高齢者 58 万人なので（令和 4 年 10 月、群馬県総務部統計課、2022）、人口あたりの発症率で考えれば、高齢者の方がよりリスクは高いといえる。日最高 WBGT と年齢別熱中症発症率の関係は、小野（2009）、松本（2022）でも同様の傾向であった。

高齢者は暑さに対する感覚機能や体の調節機能の低下、体内の水分量の低さなどから特に注意が必要とされるが、図 4 の結果からも高齢者

は若年層に比べて熱中症リスクが高く、十分な注意が必要と言える。

4. まとめ

2022 年夏季における群馬県内の暑さ指数 WBGT と熱中症救急搬送者数の状況についてまとめた。群馬県内では標高の高い地点を除き、WBGT は 6～9 月において厳重警戒以上（28℃以上）となる日数があり、特に 7、8 月においては危険レベル（31℃以上）に到達する日数が多かった。県内の熱中症救急搬送者は、日最高 WBGT が厳重警戒レベルを超えるとともに増加する傾向が見られた。特に 2022 年 6 月下旬から 7 月初旬の記録的に高温となった時期には、WBGT はその年で初めて危険レベルに到達し、熱中症救急搬送者数の増加が顕著に多かった。熱中症救急搬送者の半数は高齢者が占めており、また高齢者は成人よりも低い WBGT 値から搬送者数が増える傾向にあった。暑熱順応していない初夏の気温上昇や高齢者は十分注意が必要であると考えられた。

本研究では 2022 年を対象にしたが、今後は複数年について同様の解析を行い、群馬県における暑さ指数と熱中症発症率の傾向について把握していく予定である。

謝 辞

本報は、群馬県気候変動適応センター（知事戦略部グリーンイノベーション推進課・健康福祉部衛生環境研究所の共同設置）の調査研究として実施した。執筆にあたり担当者の皆様にご協力いただいた。また県内の熱中症救急搬送者数は、群馬県総務部消防保安課からデータを提供いただいた。ここに謝意を表す。

参考文献

- 環境省，熱中症予防情報サイト，<https://www.wbgt.env.go.jp/>（2023 年 6 月 1 日閲覧）
- 環境省，2020. 気候変動影響評価報告書総説，pp 42-63.
- 環境省，2022. 熱中症環境保健マニュアル 2022
- 気象庁，過去の地点気象データ・ダウンロード，<https://www.jma.go.jp/jma/menu/menurepor>

t.html (2023 年 7 月 28 日閲覧)

群馬県総務部総務課, 2022. 群馬県年齢別人口
統計調査結果 (令和 4 年 10 月 1 日現在),
<https://toukei.pref.gunma.jp/nbj/index.html>

(2023 年 9 月 21 日閲覧)

文部科学省及び気象庁, 2020. 日本の気候変動
2020 - 大気と陸・海洋に関する観測・予測
評価報告書 -

日本生気象学会, 2022. 日常生活における熱中
症予防指針 Ver.4, <https://seikishou.jp/cms/wp-content/uploads/20220523-v4.pdf> (2023 年 6
月 1 日閲覧)

小野雅司 2009. 地球温暖化と熱中症, 地球環
境, **14**, 263-270.

東京管区气象台, 2022. 群馬県の気候変動, <http://www.data.jma.go.jp/tokyo/shosai/chiiki/kikouhenka/leaflet2021/pdf/gumma-l2021.pdf> (2023 年 6 月 1 日閲覧)

松本太, 2022. 東京都における高齢者の熱中症
発生に関する地域的特徴, 日本生気象学会
雑誌, **59**, 67-77.

【短報】 拡散シミュレーションを利用した発生源周辺調査の効率的な VOC サンプルング手法の検討

友松瑛里 熊谷貴美代

Study of Effective VOCs Sampling Methods for Surveys around Emission Sources using Atmospheric Dispersion Simulation.

Eri TOMOMATSU, Kimiyo KUMAGAI

精度と効率を両立できる発生源周辺大気環境調査の手法の検討を行った。拡散シミュレーションモデルである METI-LIS（低煙源工場拡散モデル ver.3.4.2）を利用して県内 1 事業所を対象に 2019-2021 年度の気象データを用いて、大気中濃度の各年度の 24 時間 365 日の 1 時間値をシミュレーションした。その計算結果をもとに、一定の精度を担保しつつ最も採取回数の少ない頻度の検証を行った。その結果、1 週間採取を年 3 回行えば、24 時間採取を年 12 回実施する有害大気汚染物質調査の年平均推定値と同等以上の精度で年平均推定値を算出できると推察された。

Key word : PRTR 制度、METI-LIS、年平均値

1.はじめに

事業者による化学物質の自主的な管理の改善を促進し、環境保全上の支障を未然に防止することを目的として、PRTR（Pollutant Release and Transfer Register）制度が平成 13 年 4 月から施行されている。PRTR 制度では、事業者からの届出や推計資料等から水、大気、土壤中への有害物質の排出量等が集計、公表されているが、大気中への排出量は圧倒的に多い（環境省 a）。

群馬県ではトルエン、ジクロロメタン等の揮発性有機化合物（以下、VOC）を多量に大気中に排出している事業所を対象に 2004 年から周辺の大気環境調査（以下、PRTR 調査）を実施している。PRTR 調査では、対象事業所周辺で年 2～4 回、1 週間連続で試料採取を行い、測定値の算術平均を年平均推定値として評価している。健康リスクを評価するためには、通年の測定値から真の年平均値を算出することが理想的であることから、この PRTR 調査手法による年平均推定値と真の年平均値との差異が懸念される。調査回数を増やせば、真の年平均値に近い年平均推定値を得られるが、コストを考慮すると調査回数を抑える必要もある。そのため、各調査回数から算出する年平均推定値の精度の

検証が必要だが、通年の測定値での検証は非常に高コストで現実的ではない。

そこで、本研究では 365 日の実測値を得る代わりに低煙源の物質の拡散シミュレーションができる METI-LIS（低煙源工場拡散モデル ver.3.4.2）（経済産業省）を使用して、PRTR 調査の対象となった A 事業所周辺の VOC の大気中濃度のシミュレーション及び解析を行い、精度と効率を両立できる試料採取頻度を検討した。

2.調査方法

2.1 対象事業所及び PRTR 調査の概要

本研究で対象とした事業所（A 事業所）は、化学工業に分類され、大気への VOC の排出、特に塩化メチルの排出量が多い。PRTR 調査

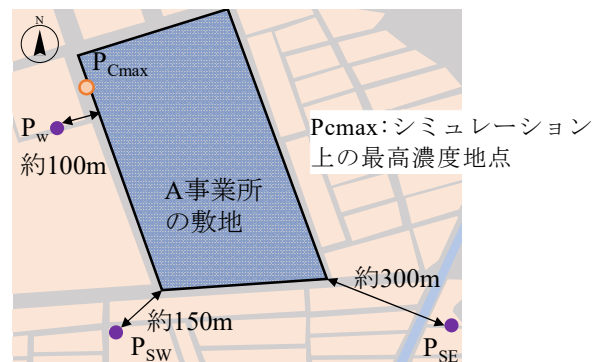


図 1 事業所と測定地点の位置図

(実測)は図1のとおり、A事業所の西、南東、南西の3地点(P_W、P_{SE}、P_{SW})で2021、2022年度に調査を実施した。P_Wは2021及び2022年度の夏・秋・冬に、P_{SW}とP_{SE}は2021年度の秋・冬に調査を実施した。試料採取は連続した一週間で、キャニスターを用いて実施し、分析は自動濃縮装置付GS/MS(Entech7200, Agilent 7890/5975)を用いて行った。

2.2 METI-LIS の計算条件

METI-LIS の設定条件は表1に示すとおりである。対象物質はA事業所で排出量が多い塩化メチルとした。なお、近隣の他事業所からは塩化メチルの排出はない。気象条件は近隣の常時監視測定局及びアメダス(気象庁)のデータを使用した。排出量はPRTR公開データ(環境省a)を用いて計算した。煙突の高さと建物情報は不明だったため、煙突の高さは10mと仮定し、建物情報は登録しなかった。バックグラウンド濃度は2020年度の一般環境の全国平均濃度(1.4 µg/m³)を使用した(環境省b、2022)。

表1 METI-LIS の設定条件

項目	設定条件
対象物質	塩化メチル
風向風速	太田自動車排ガス測定局
気温	太田一般環境大気測定局
日照時間(日照率)	アメダス館林
排出量	4.80 kg/h
建物情報	なし
煙突の高さ	10 m

2.3 試料採取頻度の検証

METI-LIS では、1年分の気象データを使用すれば、24時間365日の連続的な1時間値のシミュレーションも可能である。この連続的なデータがあれば、1年分の8760時間の平均値を真の年平均値と定義した場合、真の年平均値と任意の抽出データから算出した年平均推定値との差異等を解析でき、採取頻度による精度の検証ができる。具体的な解析は以下のとおりに行った。

地点P_W、P_{SE}、P_{SW}における1時間値をMETI-LISで2019-2021年度の気象データで計算した。次に、礪島ら(2021)の手法を参考に以下の手順で年度ごとに解析を行った。

まず、1週間連続採取(7日×24時間=168

時間)を年1~12回実施することを想定し、目的の採取回数[j]に合わせて表2の試料採取間隔(等間隔に設定)でデータを抽出し、その算術平均を年平均推定値(C_{j,i} i=1,2,...,n)とした。ここで、iは標本番号であり、「4月1日0:00開始は1、同日1:00開始は2、・・・」というように開始時刻を1時間ずつずらして年平均推定値(C_{j,1}, C_{j,2}, ..., C_{j,n})を算出し、各検証における年平均推定値の標本を作成した。また、比較のために有害大気汚染物質調査と同等の頻度である「1か月に1回、24時間採取(12d/y)」(環境省c、1997)の場合も同様の手順で年平均推定値の標本を作成した。

このようにして得られた標本のばらつきを評価するために各調査回数における標本の範囲と変動係数を算出した。

表2 検証名とその試料採取間隔

検証名	年間採取回数 [j]	平均化 時間[h]	試料採取間隔 (2020年度の場合)
1w/y	1		—
2w/y	2		4380時間(約6カ月)
3w/y	3		2920時間(約4カ月)
4w/y	3		2190時間(約3カ月)
5w/y	4	168	1752時間(約73日)
6w/y	6		1469時間(約2カ月)
8w/y	8		1095時間(約45日)
10w/y	10		876時間(約37日)
12w/y	12		730時間(1カ月)
12d/y	12	24	730時間(1カ月)

3.結果と考察

3.1 実測値とシミュレーション計算値の比較

まずMETI-LISによるシミュレーションの精度について検証した。A事業所での塩化メチル濃度の実測値とシミュレーション計算値を表3に示す。実測値と計算値は全体的に概ね一致したが、地点P_Wにおいて2021年度夏・冬、2022

表3 A事業所周辺の各調査期間における大気中塩化メチル濃度

	各地点における濃度[µg/m ³]					
	実測			シミュレーション		
	P _W	P _{SW}	P _{SE}	P _W	P _{SW}	P _{SE}
2021年度	夏	177	—	60	2.2	6.5
	秋	23	4.5	9.5	23	3.5
	冬	3.2	2.2	15	8.9	2.8
2022年度	夏	16	—	—	18	2.6
	秋	44	—	—	31	3.2
	冬	6.2	—	—	14	2.9

—:測定未実施

年度秋・冬でやや差が見られた。P_w は事業所に比較的近いと、事業所の稼働状況やその排出量の変化に影響を受けやすかったことが、差が生じた要因の1つとして推察される。若干の差異はあったものの、METI-LIS によるシミュレーションは概ね実環境濃度を反映できており、以降の検証に十分に使用できる精度があると考えられた。

3.2 試料採取頻度の検証

2019～2021 年度における各試料採取頻度の年平均推定値の箱ひげ図を図2に、2019～2021年度の各試料採取頻度における年平均推定値の変動係数を図3に示した。なお、12d/yの変動係数は破線で示した。

試料採取回数が増えると平均化する時間数が増加するため、年平均値推定値の範囲は狭小化傾向にあった(図2)。加えて図3の変動係数においても、採取回数が増えるほど減少傾向にあるが、5w/y以上ではほぼ横ばいになった。

シミュレーション結果から採取回数を増やせば年平均値のばらつきが小さくなることが確認できたが、費用対効果を考えることも重要であ

る。すなわち、一定の精度が確保されるのであれば、採取回数は少ない方が望ましい。有害大気汚染物質調査においては、1ヶ月に1回、24時間採取(12d/y)による年平均値が環境基準等の評価に使用されていることを考慮し、これと同等以上の精度であれば十分な精度が確保されていると考えた。これをふまえて結果を見ると、2019～2021年度では、どの年度においても3w/yは12d/yよりも範囲は狭く(図2)、加えて変動係数も12d/yより小さい(図3)。以上より、年3回の1週間試料採取(3w/y)を行うのが年平均推定値を算出する上で最大の費用対効果が期待できると推定された。櫛島ら(2021)は東京都のVOC連続観測データについて2、4、8、12、24週間隔で1週間採取を行った場合の解析を、姫野ら(2003)は神奈川県の高時監視データ(NMHC・SPM)を用いて1週間採取を年1、2、3、4、6、12回行った場合の解析を行い、両者ともに1週間採取を年4回行えば、12d/yの採取頻度よりも精度が高いと報告している。この点は本研究でも同様であったが、本研究では3w/yでも精度が期待できるという結

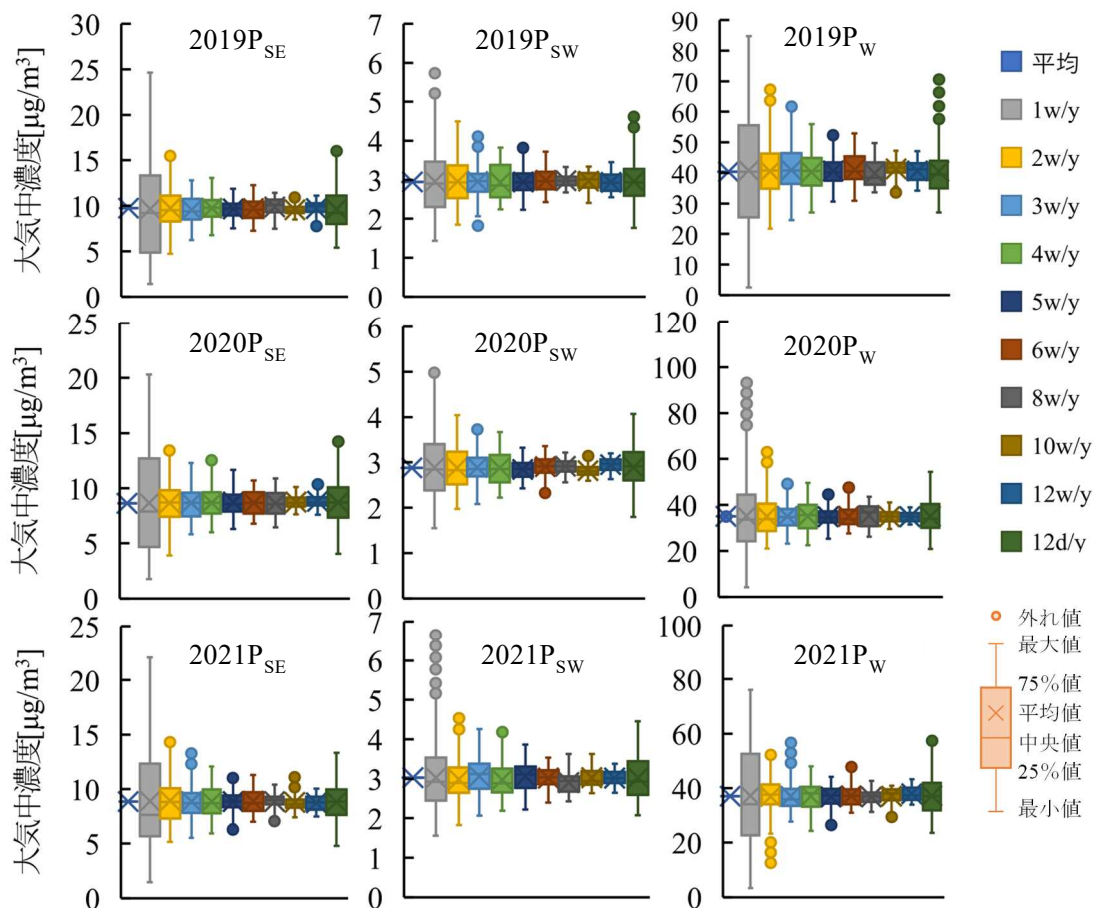


図2 2019～2021年度の各調査頻度(1w/y～12w/y・12d/y)における年平均推定値

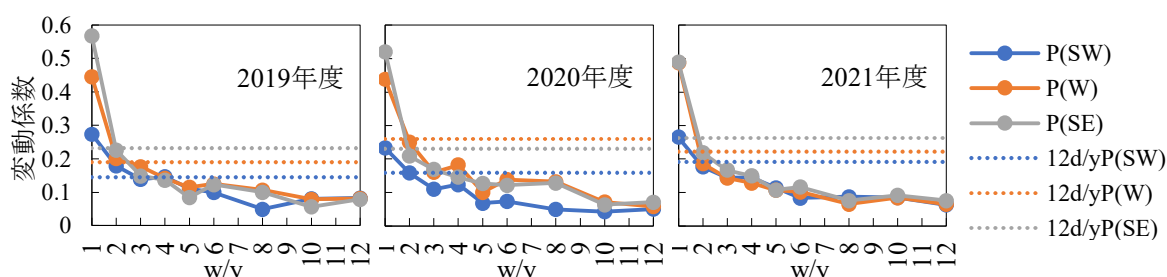


図3 各調査頻度における年平均推定値の変動係数 (1~12w/y : プロット、12d/y : 破線)

果であった。この理由の1つとして、A事業所が位置する地域の気象条件が考えられる。当該地域は関東平野の一部であり、夏は東平野内陸部まで到達する大規模な海風の影響を受けて南寄りの風の頻度が高い。一方、冬は季節風の影響で終日強い北寄りの風が吹くため、夏と冬では風配図は大きく異なる。特徴的な夏と冬の風配図であるのに対して、秋は同様な風配図であった(図4)。3w/yでは夏と冬の時期又はそれに準じる気象条件(例:晩夏の9月、晩秋の11月等)の時期を必ず含み、同様な気象条件で四季の中で中間的風な春と秋のどちらかの時期が含まれるため、年平均推定値の分散が小さくなったと考えられる。

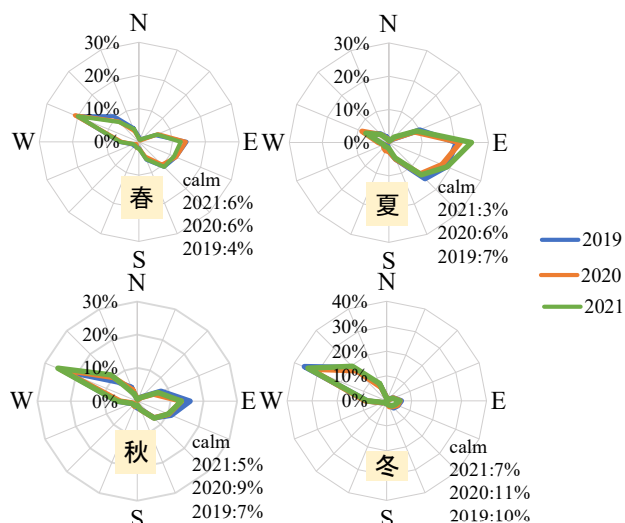


図4 季節別の風配図(太田自排局)

4. まとめ

METI-LISのシミュレーション結果を用いて試料採取頻度による年平均推定値の精度の検証を行った結果、採取回数を増やすほど変動係数及び範囲は小さくなるが、今回対象とした地域においては、年3回、1週間採取することによって有害大気汚染物質調査の調査頻度と同等以上の精度で年平均推定値を得られることが示唆された。これはこの地域が春と秋が同様の風配

図であり、年3回であれば夏と冬(またはそれに準じる季節)と春または秋で採取できることが一因と考えられた。

今回の検証では、事業所の稼働条件が一定と仮定しているため、結果は気象条件のみに支配されるが、実際には事業所の稼働は状況により異なる可能性がある。また、事業所の立地や使用物質によっても結果が異なる可能性があるため、今後は各事業所の稼働条件、立地等を踏まえた検証も行っていくことで、精度と効率を調査が可能になると考えられる。

文 献

- 環境省 a. PRTR インフォメーション広場. <https://www.env.go.jp/chemi/prtr/risk0.html>. (2022年12月23日アクセス)
- 経済産業省. METI-LIS モデルプログラム. <http://www.jemai.or.jp/tech/meti-lis/download.html>. (2022年12月23日アクセス)
- 気象庁. 過去の気象データ. <https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>. (2022年12月23日アクセス)
- 環境省 b. 令和2年度有害大気汚染物質等に係る常時監視結果. <https://www.env.go.jp/content/900403654.pdf>. (2022年12月23日アクセス)
- 環境省 c. 有害大気汚染物質モニタリング指針. <https://www.env.go.jp/hourei/04/000145.html>. (2022年12月23日アクセス)
- 櫛島智恵子、星純也、加藤みか、亀屋隆志. 2021. VOC 測定周期と頻度による大気環境濃度の年平均値の推定精度, 環境化学. **31**:64-74.
- 姫野修司、浦野紘平. 2003. 長時間捕集測定による年間平均濃度の推定精度の向上. 大気環境学会誌. **38**: 67-77.

IV 資 料

【資料】利根川における河川水中マイクロプラスチックの調査

宇野悠介 前原克憲* 八木千聖 田子博

Survey of River Surface Microplastics in Tone River

Yusuke UNO, Katsunori MAEHARA*, Chisato YAGI, Hiroshi TAGO

1.はじめに

マイクロプラスチック（以下「MP」という。）とは、一般に直径が5 mm未満の微細なプラスチック類と定義されている。MPには、プラスチック製品の原料となる樹脂ペレットのように、元々5 mm未満の大きさで製造されたものと、海洋プラスチックごみのように環境中のプラスチックが紫外線、熱、風波等によって劣化し、5 mm未満の大きさに細分化されて生じたものがある。これらのMPには、製造時に添加、あるいは海洋漂流中に吸着された有害な化学物質が含まれていることがある（Teuten ら、2009）。また、海洋生物や海鳥によるプラスチックの摂食事例が数多く確認されている（山下ら、2016）ことから、食物連鎖を通じて有害な化学物質が濃縮されることで、人間を含む生態系全体に悪影響を及ぼすことが懸念されている（Nava ら、2021）。

海洋プラスチックごみの多くは陸上で発生し、河川を經由して海洋へと流出している

（Jambeck ら、2015; Lebreton ら、2017）ことから、内陸県である本県においても、プラスチックごみやMPの削減は積極的に取り組むべき課題である。実際に本県では、プラスチックごみゼロ宣言（群馬県、2019）や群馬県海岸漂着物対策推進地域計画（群馬県、2022）の策定など、課題解決に向けた施策が講じられ始めている。こうした状況の中、当研究所においても県内河川のMPに関する実態把握を目的とした調査を行ったので、その結果を報告する。

2.方法

2.1.調査地点及び調査時期

群馬県を流下する利根川において、上流として月夜野橋、中流として利根橋、下流として古海及び昭和橋を選定し、調査を行った（図1）。なお、調査地点の詳細については既報に従った（宇野ら、2022）。

調査は、令和4年度の夏季（9月）と冬季（1月）に行った。

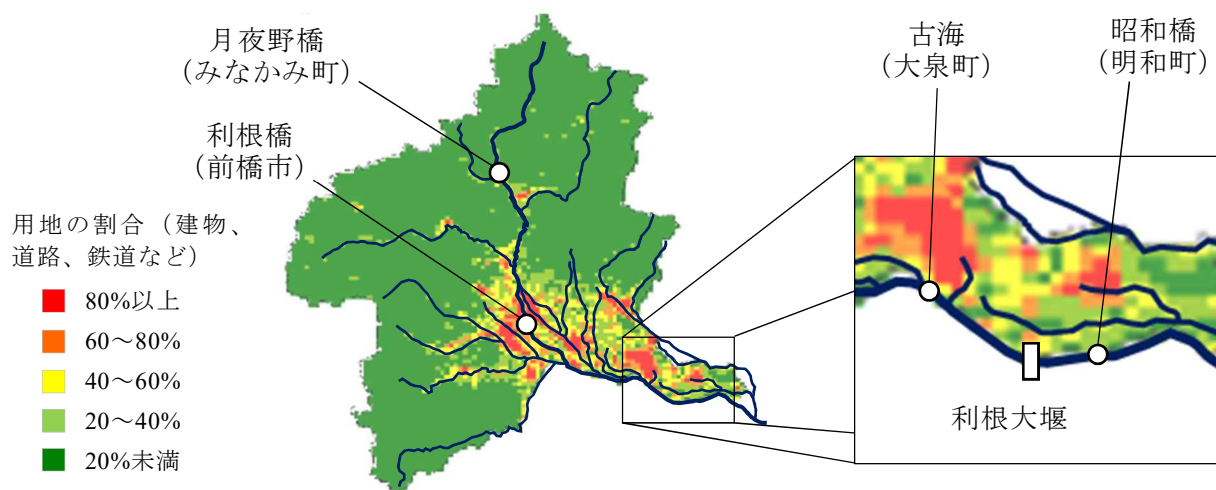


図1 調査地点

* 群馬県企業局水道課

2.2.調査方法

調査は、令和3年6月に環境省から公開された河川マイクロプラスチック調査ガイドライン（以下「ガイドライン」という。）を参考に行った。

2.2.1.試料採取

試料の採取には、目開き 0.3 mm (300 μ m)、口径 30 cm、側長 75 cm のプランクトンネットを用いた。ネットを開口部全体が浸水するように河川に沈め、自然通水によって河川水を一定時間ろ過し、その間に捕集された固形物を試料とした。ろ過した総水量（ろ水量）は、ネットの開口部に取り付けたる水計により計測した。また、一部の調査地点では、群馬県立東毛産業技術センターと共同開発した試料採取を補助するための治具（図2）を用いて採取を行った。この治具を用いることで、河川内に立ち入る際の安定性の向上、直立姿勢での採取による身体的負担の軽減、水中カメラによってろ水計のカウントをリアルタイムで確認することによる作業効率の向上等が期待される。

採取後、目開き 0.1 mm のナイロンメッシュ（以下「メッシュ」という。）で河川水を別にろ過して夾雑物を除去した水でネットを洗い、

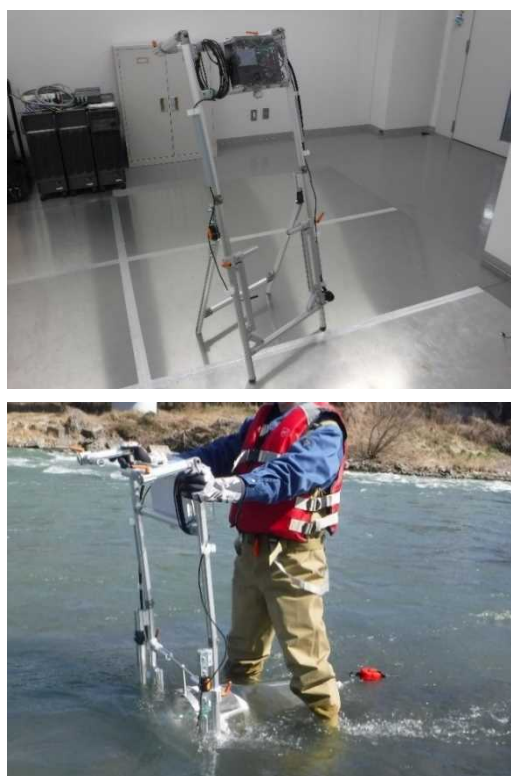


図2 MP採取用治具

試料を取出し口付近に集めた後、試料をガラス瓶に回収し、実験室に持ち帰った。

2.2.2.前処理

初めに、試料に含まれる植物片等の有機物を分解するため、過酸化水素溶液による酸化処理を行った。持ち帰った試料をメッシュでろ過して水分を除去した後、1L ビーカーに移し、30%過酸化水素溶液を適量加え、55℃の恒温水槽に静置した。分解中は試料の状態を適宜確認し、分解反応が弱まっている場合は過酸化水素溶液を追加した。過酸化水素溶液を加えてもほとんど反応が起こらなくなるまで、試料の有機物量に応じて3～5日間処理を行った。

次に、土粒子等の無機物を除去するため、ヨウ化ナトリウム溶液による比重分離を行った。酸化処理後の試料をメッシュでろ過して水分を除去し、5.3M ヨウ化ナトリウム溶液（比重約1.5）を加えて3時間静置した後、表層の固形物を回収した。沈殿物も別に回収して目視で観察し、プラスチック様の粒子があればピンセットで取り出して、表層と合わせて試料とした。

2.2.3.MP候補粒子の分取と同定

試料をシャーレに移し、実体顕微鏡で観察しながら、プラスチック様の粒子（MP候補粒子）をピンセットで別のシャーレに分取した。分取したMP候補粒子の拡大写真を撮影し、粒子の長径、形状、色を記録した後、フーリエ変換赤外分光光度計（FT-IR、株式会社島津製作所）を用いて粒子の材質を同定した。

なお、本調査では、ガイドラインに従い、1 mm未満の粒子の測定値等は参考値としており、以降では1 mm以上5 mm未満の粒子の測定値等について考察を行うこととした。

3.結果と考察

3.1.調査結果（数密度）

各地点で検出されたMP数、試料採取の際のろ水量、MP数をろ水量で割った数密度をそれぞれ表1に示す。調査の結果、夏季、冬季ともに上流から下流に向かうにつれて数密度が増大する傾向が見られたが、古海～昭和橋間では数密度が著しく減少した。

表 1 結果概要

調査地点	調査年月日	MP 数(個)	ろ水量(m ³)	数密度(個/ m ³)
月夜野橋 (上流)	2022/9/14	3	10.9	0.28
	2023/1/10	7	27.7	0.25
利根橋 (中流)	2022/9/14	24	10.8	2.22
	2023/1/10	33	29.0	1.14
古海 (下流①)	2022/9/15	48	10.8	4.44
	2023/1/13	62	12.4	5.00
昭和橋 (下流②)	2022/9/15	11	10.2	1.08
	2023/1/13	12	13.1	0.92

下流に向かうほど数密度が増大する傾向があることについては、2021 年度の調査（宇野ら、2022）でも確認された。この理由としては、①風や雨によって河川敷等の陸上の MP が河川に流入した、②5 mm 以上の大きなプラスチックが流下中に細分化され、新たな MP が生じた、③利根川本川よりも数密度の高い支川が合流したことが考えられる。

また、古海～昭和橋間で数密度が著しく減少したことについては、2 地点の間にある利根大堰の影響によるものと考えられる。堰等の上流側では河川の流速が大幅に低下することがあるため、MP の滞留時間が増加し、密度の高い MP が沈降しやすくなる。また、密度の低い MP についても、流下あるいは滞留中に微生物が形成する生物膜に覆われ、密度が増加したことで、同様に沈降した可能性がある（Wicaksono ら、2020）。これらの影響によって堰の下流側の MP 数が減少し、数密度の低下に繋がったと考えられる。この確認には、利根大堰の底質と一般的な河川の底質を調査・比較することが有効と考えられる。

なお、2021 年度の調査（宇野ら、2022）では、全ての調査地点において夏季の方が高い数密度を示したが、本調査では古海において冬季の方が高い数密度を示したことから、数密度の季節変動については、さらにデータを蓄積していく必要がある。

3.2.調査結果（種類別）

各地点で検出された MP を種類別に分類した結果を図 3 に示す。いずれの地点でも PE（ポリエチレン）及び PP（ポリプロピレン）が多く検出されており、身の回りで幅広く使用されているこ

れらのプラスチックが、MP としても広い範囲で多数存在することが確認された。なお、冬季の古海で検出された「その他」のプラスチック 17 個のうち、13 個が PE と PP の共重合体であった。他に複数検出された「その他」は、冬季の利根橋の EVA（エチレン・酢酸ビニル共重合体、4 個）、冬季の古海の PA（ポリアミド、3 個）のみで、それ以外は様々な種類のプラスチックが 1 個ずつ検出された。

夏季の利根橋と古海の結果を比較すると、利根橋では PE の方が PP より多く検出されたが、古海では PP が大幅に増加し、PE より多く検出された。冬季にも同様の傾向が見られるほか、2021 年度の調査（宇野ら、2022）でも同様の傾向が確認された。これらのことは、利根橋～古海間で大量の PP が継続的に利根川に流入していることを示唆しており、周辺に何らかの発生源の存在が疑われる。

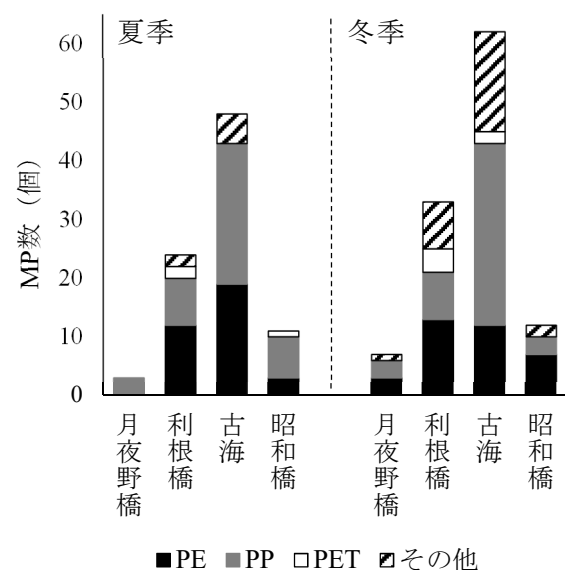


図 3 種類別の MP 数

また、古海と昭和橋の結果を比較すると、PE（比重 0.91～0.97）や PP（比重 0.90～0.91）など、比重の小さな MP も著しく減少していることから、前述のとおり、利根大堰の影響によってこれらの MP も沈降した可能性があることが示唆された。

4.まとめ

利根川を流れる MP について調査を行った結果、2021 年度の調査と同様に、下流に向かうにつれて数密度が増大する、利根橋（中流）～古海（下流）間で PP が大幅に増加する、などの傾向が確認された。PP の大幅な増加については、利根橋～古海間の調査地点数を増やすほか、2 地点の間で利根川本川に流入する支川の調査を行うことで、発生源の特定や、その先の排出抑制対策の実施に繋がることが期待される。

また、利根大堰の上流側（古海）と比較して、下流側（昭和橋）の数密度が著しく減少したことから、堰の上流側で MP が滞留・沈降している可能性があることが示唆された。したがって、今後、県内河川の MP に関する実態調査を行うにあたっては、県内での発生実態を把握したい場合は堰の上流側で、他県への流出実態を把握したい場合は堰の下流側で調査するなど、目的に応じた調査地点の選定が求められる。

謝辞

本調査を行うにあたって採取器具をご提供いただきました国立環境研究所の関係者の皆様、採取用治具の開発にご協力いただきました群馬県立東毛産業技術センターの関係者の皆様、FT-IR 測定にご協力いただきました群馬工業高等専門学校の関係者の皆様に感謝申し上げます。

文献

Jambeck, Jenna R., Roland Geyer, Chris Wilcox, Theodore R. Siegler, Miriam Perryman, Anthony Andrady, Ramani Narayan, and Kara L. Law. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, **347**: 768-771.

環境省水・大気環境局水環境課. 「河川・湖沼マイクロプラスチック調査ガイドライン」. 令和 5 年 3 月版. <https://www.env.go.jp/content/900543325.pdf>, （参照 2023 年 9 月 4 日閲覧）

Lebreton, Laurent C. M., Joost van der Zwet, Jan-Willem Damsteeg, Boyan Slat, Anthony Andrady and Julia Reisser. 2017. River plastic emissions to the world's oceans. *Nature Communications*, **8**: 15611.

Nava, Veronica and Barbara Leoni. 2021. A critical review of interactions between microplastics, microalgae and aquatic ecosystem function. *Water Research*, **188**: 116476.

Teuten, Emma L., Jovita M. Saquing, Detlef R. U. Knappe, Morton A. Barlaz, Susanne Jonsson, Annika Björn, Steven J. Rowland, Richard C. Thompson, Tamara S. Galloway, Rei Yamashita, Daisuke Ochi, Yutaka Watanuki, Charles Moore, Pham Hung Viet, Touch Sean g Tana, Maricar Prudente, Ruchaya Boonyatumanond, Mohamad P Zakaria, Kongsap Akkhavong, Yuko Ogata, Hisashi Hirai, Satoru Iwasa, Kaoruko Mizukawa, Yuki Hagino, Ayako Imamura, Mahua Saha, Hideshige Takada. 2009. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **364(1526)**: 2027-45.

宇野悠介、田子博、梅澤真一. 2022. 利根川における河川水中マイクロプラスチックの調査. 群馬県衛生環境研究所年報, **54**: 34-39.

Wicaksono, Ega A., Shinta Werorilangi, and Akbar Tahir. 2021. The influence of weirs on microplastic fate in the riverine environment (case study: Jeneberang River, Makassar City, Indonesia). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, **763**: 012054.

山下麗、田中厚資、高田秀重. 2016. 海洋プラスチック汚染：海洋生態系におけるプラスチックの動態と生物への影響. *日本生態学会誌*, **66(1)**: 51-68.

【資料】尾瀬沼水質調査およびコカナダモ繁殖状況観察結果

山崎生美恵 前原克憲* 宇野悠介 八木千聖 吉野有希菜 田子博

Water Quality Monitoring and Observation of *Elodea Nuttalli* in Lake Oze-Numa in 2022

Kimie YAMAZAKI, Katsunori MAEHARA, Yusuke UNO,
Chisato YAGI, Yukina YOSHINO, Hiroshi TAGO

1.はじめに

群馬県の代表的山岳湖沼である尾瀬沼は、群馬、福島両県にまたがって存在し、水質汚濁に係る湖沼環境基準 A 類型が設定されている。このため、群馬県と福島県が水質の常時監視を行っている。

また、尾瀬沼の生態系への影響が懸念されるコカナダモ（トチカガミ科カナダモ属、北米東部原産の帰化植物）については、1986 年から 1990 年にかけて試験駆除が実施された後、群馬県が継続して試験駆除の実施区域（試験区）における繁殖状況の観察を行っている。

今回は 2022 年に群馬県が実施した水質調査及びコカナダモ繁殖状況観察の結果を報告する。

2.調査方法

2.1. 水質調査



図 1 尾瀬沼湖心及び試験区内における採取地点

調査は 2022 年 6 月、7 月、9 月に実施し、湖心（図 1 中の星印：北緯 36° 55'32.03"、東経 139° 18'25.99"）において垂直 3 部位（測定深度：0.5、3、6 m）より採水した。分析項目は透明度、水温、pH、生物化学的酸素要求量（BOD）、化学的酸素要求量（COD）、溶存酸素量（DO）、浮遊物質質量（SS）、全亜鉛（T-Zn）、大腸菌数、クロロフィル a（chl-a）、全窒素（TN）、硝酸性窒素（NO₃-N）、亜硝酸

* 群馬県企業局水道課

性窒素（NO₂-N）、アンモニア性窒素（NH₄-N）、電気伝導度（EC）、全燐（TP）、有機体炭素（TOC）、底層 DO である。ただし、大腸菌数及び 7 月、9 月の TOC は 0.5 m でのみ、底層 DO は沼底付近でのみ測定している。分析は、昭和 46 年 12 月 28 日環告第 59 号及び JIS K 0102 に基づき実施した。

2.2. コカナダモ繁殖状況観察

尾瀬沼における試験区の位置を図 1 に示す。本試験区は、比較的水流が穏やかであり、付近の水質に直接影響を与えるものが存在しない区域として選定された。調査は 2022 年 9 月 28 日に実施した。繁殖状況の観察は、コカナダモが水面下に自生する沈水植物であるため（大森ら、1988）、錨による巻き採りと草丈採寸により実施した。

試験区内の A 点を基準点 0 m とし、B 点に向かって A-B 線上 5 m 毎にコカナダモの採取を試みた。具体的な操作内容としては、各採取地点においてボートの左右 3 m 程度の位置にそれぞれ 1 回錨を投げ入れ、沼底から錨を引き上げ、コカナダモを採取・採寸した。草丈の採寸においては、各調査地点で採取されたサンプルの中で最も草丈の長いものをその地点の代表値とした。

3.結果

3.1.水質調査

当県で行った分析結果を表 1 に示す。結果は各項目とも概ね例年並みであった。

また、分析項目のうち pH、COD、DO、SS、大腸菌数については、「尾瀬沼の水質の測定及びその評価に関する覚書（2022 年 4 月 1 日適用）」に基づいて尾瀬沼水質評価に用いる値を算出し、環境基準（環境省）への適合性を評価した（表 2）。

なお、本覚書において pH、DO、SS については福島・群馬両県の全層（湖心水深 0.5、3、6 m）値の年平均値を、COD については両県の全層値の 75% 値を、大腸菌数については両県の表層（湖心水深 0.5 m）値の 90% 値を用いて評価することと示されている。

上記の方法で算出した値から尾瀬沼の水質を評価すると、pH、DO、SS、大腸菌数は基準値内であったが、COD は 4.4 mg/L で、環境基準（3 mg/L 以下）を超過していた。尾瀬沼における COD は、

長期にわたり基準値を超過し続けている（図 2）。吉野ら（2020）、Tsugeki et al.（2012）によれば、尾瀬沼の COD 超過の原因は内部生産あるいは降雨の可能性が高く、その対策が難しいようである。

表 1 尾瀬沼水質分析結果（群馬県）

調査日・天候		6月8日：曇り			7月27日：晴れ			9月28日：曇り		
時刻		11:57 注1)			11:15			11:00		
気温	℃	8.2			20.5			14.0		
最大深度	m	8.6			8.0			8.3		
透明度	m	3.5			4.2			3.5		
調査深度	m	0.5	3	6	0.5	3	6	0.5	3	6
水温	℃	11.7	11.2	8.8	21.9	20.6	12.1	18.5	18.2	16.7
pH		7.6	7.4	7.2	7.4	7.4	7.1	7.4	7.4	7.1
BOD	mg/L	0.8	1.1	0.8	0.5	0.9	0.9	4.2	1.2	1.4
COD	mg/L	3.1	3.1	2.8	3.9	4.0	3.8	3.8	4.5	4.9
DO	mg/L	8.9	8.9	7.1	7.6	7.7	6.9	7.8	7.7	4.8
SS	mg/L	2	2	2	1	2	3	1	2	2
T-Zn	mg/L	0.015	0.014	0.007	0.001	0.007	0.01	<0.001	0.004	0.003
大腸菌数 注2)	CFU/100mL	<1	-	-	<1	-	-	1	-	-
chl-a	μg/L	3.1	4	2.9	2.2	2.8	5.2	4.1	7.6	6.3
TN	mg/L	0.25	0.26	0.31	<0.05	0.1	0.06	0.17	0.20	0.25
NO ₃ -N	mg/L	0.12	0.12	0.11	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
NO ₂ -N	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
NH ₄ -N	mg/L	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
EC	μs/cm	37	38	39	37	38	40	39	40	42
TP	μg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	7.0	10	11
TOC	mg/L	1.7	1.7	1.6	1.9	-	-	2.3	-	-
TN/TP	比	83.3	86.7	103.3	-	33.3	20.0	24.3	20.0	22.7
底層DO 注3)	mg/L	<0.5	-	-	0.7	-	-	<0.5	-	-

注1) 斜体値は群馬県環境保全課からデータ提供を受けた

注2) 2022 年より大腸菌群数から大腸菌数へ変更

注3) 底層 DO は沼底付近でのみ測定

表 2 尾瀬沼水質分析結果の環境基準適合性

項目		環境基準	水質評価に用いる値	評価
pH		6.5以上、8.5以下	7.1	基準値内
DO	mg/L	7.5 mg/L以上	7.8 mg/L	基準値内
COD	mg/L	3 mg/L以下	4.4 mg/L	基準値超過
SS	mg/L	5 mg/L以下	2 mg/L	基準値内
大腸菌数	CFU/100ml	300 CFU/100ml以下	15 CFU/100ml	基準値内



図2 各調査年のCOD（水質評価に用いる値）

3.2. コカナダモ繁殖状況観察

採取地点ごとのコカナダモの草丈の経年変化を図3及び図4に示す。試験区内におけるコカナダモは2007年から2010年にかけて顕著な減少を示し、2013年から2015年までの3年間は確認できなくなっていたが、2016年以降再び確認され始めた。2022年は2021年と同程度の12地点においてコカナダモが確認された（図4）。12地点のうち、最も長いコカナダモが採取されたのは25 m及び40 m地点で、全長110 cmであった。2021年と比較すると存在範囲、代表値（最長値）のいずれも低下していた。調査開始から2017年までは7月に実施していたが2018年以降は事情により9月に実施している。水生植物であることから、繁殖状況への調査時期による影響は大きいと考えられるため、2017年までのデータとは分けて考える方が妥当である。繁殖状況の動向が調査時期の違いによるものなのかはデータ数の不足からまだ明らかではないため、今後は9月期のモニタリングを継続してデータを蓄積し、繁殖状況を判断したい。

また、30 m地点において、最大220 cmのヒロハノエビモが採取された（図5）。ヒロハノエビモは県内の広範囲で確認され、尾瀬沼においてもコカナダモが繁殖する以前に確認された在来水生植物である。2015年度のコカナダモ繁殖状況観察においてもヒロハノエビモの存在が確認されており、以来コカナダモと共に草丈測定を実施している。

2022年の調査では、2015年から2022年の間で最も広範囲（10～75 m地点）にわたってヒロハノエビモが採取され、代表値（最長値）は増大した。しかし、コカナダモと同様に2017年までと調査

時期が異なるため、その繁殖状況の動向は不明である。なお、調査地点より岸に近い範囲では、ヒロハノエビモが湖面まで群生していることが目視で確認できた。

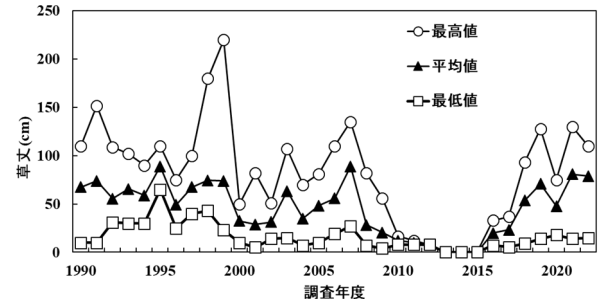


図3 コカナダモ草丈の平均値等の経年変化（2017年以前は調査時期が異なるため参考値）

4. まとめ

水質調査により、依然として尾瀬沼のCODが高いことが分かった。

また、尾瀬沼のコカナダモは2010年以降年々減少していたが、2016年からは増殖傾向にある（図3、図4）。2018年以降は調査時期が2017年までと異なるため、繁殖動向についての詳細は不明である。この点については今後もコカナダモ繁殖状況観察を継続していきたい。

文献

- 大森威宏, 生嶋功. 1988. 尾瀬沼の非結氷期における水生植物の生育状況. 陸水学雑誌, **49**: 279-285.
- 環境省 水質汚濁に係る環境基準 <https://www.env.go.jp/content/000077410.pdf> (2023) (2023年8月1日閲覧)
- 吉野有希菜, 梅澤真一, 中曽根佑一, 八木千聖, 田子博. 2020. 尾瀬沼水質調査およびコカナダモ繁殖状況観察結果. 群馬県衛生環境研究所年報, **52**: 73-78.
- Tsugeki, N.K., Agusa, T., Ueda, S. et al. 2012. Eutrophication of mountain lakes in Japan due to increasing deposition of anthropogenically produced dust. *Ecol Res* **27**: 1041-1052

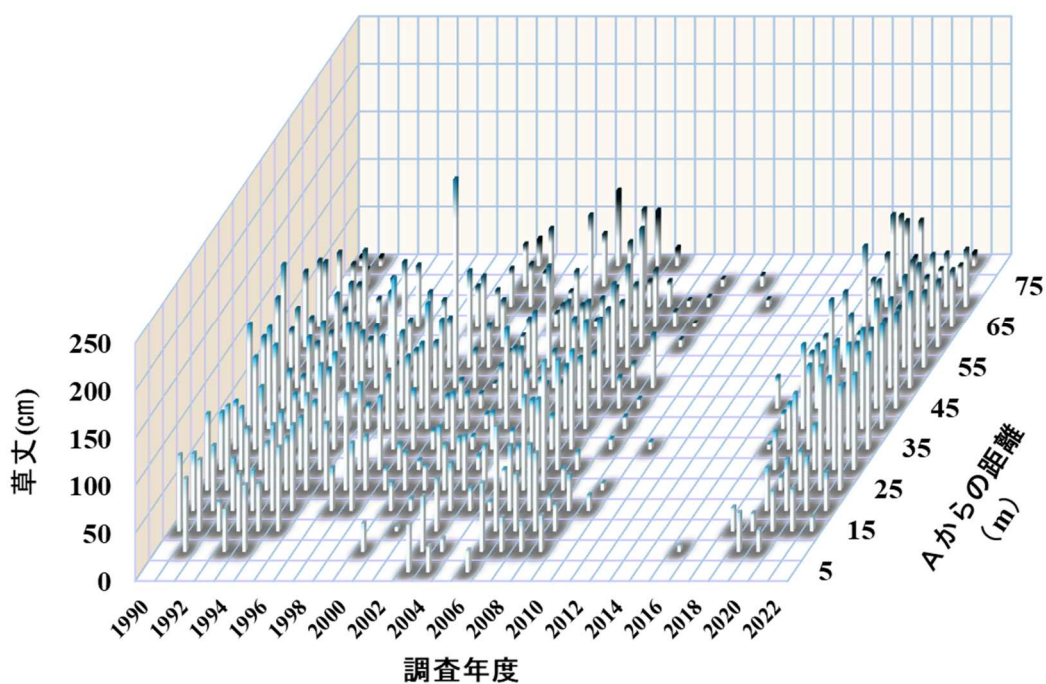


図4 コカナダモ草丈の経年変化 (A-B 縦断面上)
(2017 年以前は調査時期が異なるため参考値)

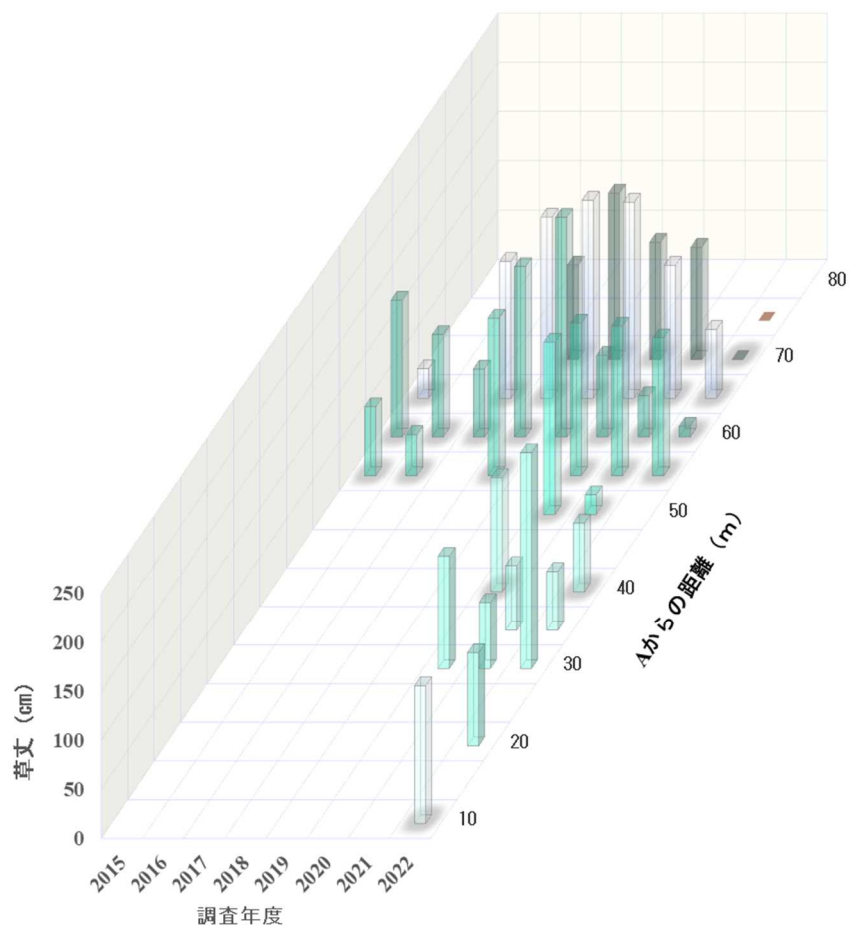


図5 ヒロハノエビモ草丈の経年変化 (A-B 縦断面上)
(2017 年以前は調査時期が異なるため参考値)

【資料】 群馬県における PM_{2.5} 質量濃度（2021 年度）

田子 博

PM_{2.5} Mass Concentrations in Gunma, FY 2021

Hiroshi TAGO

1. はじめに

2021 年度における群馬県内 8 地点の自動測定機による PM_{2.5} 質量濃度（本報告では特に断りのない限り濃度は日平均値を指す）をとりまとめた。本報告では日平均の環境基準である 35 µg/m³ を超過した場合を「高濃度」と定義する。

2. 測定地点と測定機種

8 地点の PM_{2.5} の測定機種を表 1 に示した。また、測定地点周辺の概要については既報（田子と梅田、2016）のとおりで、周囲の状況に大きな変化はない。

表 1 測定機種一覧

測定局名	測定機器（メーカー、設置年度）
前橋	FPM-377（東亜DKK、2014）
桐生	PM712（紀本電子工業、2013）
太田	PM712（紀本電子工業、2019）
沼田	PM712（紀本電子工業、2020）
館林	PM712（紀本電子工業、2013）
富岡*	FPM-377（東亜DKK、2013） PM712（紀本電子工業、2021）
吾妻	FPM-377（東亜DKK、2013）
嬬恋	PM712（紀本電子工業、2013）

*2021/11/26 更新

3. 結果

3.1. PM_{2.5} 環境基準達成状況

2021 年度における PM_{2.5} の環境基準の達成状況を表 2 に示す。有効測定日数は 354～364 日であり、機器の不調等による欠測日数は少なく、良好な測定が行われていた。環境基準は 2016 年度以降、8 局全局で達成され、6 年連続で全局において基準達成となった。

年平均値について、最も高いのは館林であることは 2014 年度以来変わらないが、2020

年度の 11.9 µg/m³ からさらに低下し、10.1 µg/m³ となり、桐生とほぼ同じ値となった。高濃度日は出現せず、日平均値の 98% 値（以下、98% 値）の上位は桐生（21.3 µg/m³）、館林（20.4 µg/m³）および太田（20.4 µg/m³）と、いずれも人間活動が盛んな県東南部の市街地に設置された測定局であった。その他の地域は 20 µg/m³ を下回っていた。98% 値は 2020 年度と比較して低下幅が非常に大きかった。これは濃度上昇イベントがほぼ起こ

表 2 PM_{2.5} 濃度と環境基準達成状況（2021 年度）

測定局	有効測定日数	年平均値	日平均値の年間98%値	日平均値が35µg/m ³ を超えた日数とその割合		長期基準超過の有無	短期基準超過の有無	環境基準
	(日)	(µg/m ³)	(µg/m ³)	(日)	(%)	(有×・無○)	(有×・無○)	(達成○・非達成×)
前橋	361	7.1	19.9	0	0.0	○	○	○
桐生	363	10.0	21.3	0	0.0	○	○	○
太田	354	8.2	20.4	0	0.0	○	○	○
沼田	363	7.7	17.8	0	0.0	○	○	○
館林	363	10.1	20.4	0	0.0	○	○	○
富岡	364	6.3	16.9	0	0.0	○	○	○
吾妻	363	6.0	17.8	0	0.0	○	○	○
嬬恋	363	7.3	17.5	0	0.0	○	○	○

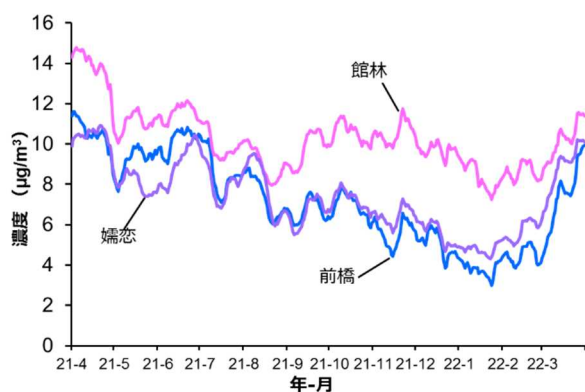


図 1 PM_{2.5} 濃度変化（30 日移動平均）

らなかったためと考えられる。

群馬県も含め全国的に環境基準の達成率は高くなっており、ともすれば PM_{2.5} に対する行政の関心が薄くなりがちである。しかしながら、粒子状物質をはじめとする大気汚染は依然としてヒトの健康に悪影響を与えているのは確かであり、COVID-19 の感染拡大や死亡率に重要な役割を果たしているという報告もある（Coccia, 2020; Wu et al., 2020; Han et al., 2023）ため、今後も監視の継続と合理的な低減策を考える必要があるだろう。

3.2. 年間濃度変化と高濃度事象

代表的な県内 3 地点における PM_{2.5} 濃度の変化を 30 日移動平均値として図 1 に示す。前橋、館林、嬬恋はそれぞれ群馬県内の郊外、市街地、バックグラウンド (BG) の代表である。

表 3 群馬県内 8 地点における PM_{2.5} 濃度分布状況

観測地点	3																																	観測地点
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
前橋	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	前橋
嬬恋	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	嬬恋
太田	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	太田
空沼	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	空沼
館林	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	館林
高崎	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	高崎
伊勢崎	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	伊勢崎
桐生	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	桐生
成田	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	成田

前橋と嬬恋についてはほぼ同じ動きをしており、暖候期に高く寒候期に低かった。一部期間においては前橋<嬬恋となっている。両地点の測定機器の違いも考慮する必要があるが（田子、2019）、群馬県内では郊外とバックグラウンド濃度レベルはほぼ差が無くなってきたのかもしれない。

市街地の館林は前橋や嬬恋ほど季節変動が明確ではなかった。暖候期は前橋や嬬恋と同様の挙動を示す一方、寒候期では首都圏を含む局地的な汚染の影響が上乗せされたと思われる。

県内 8 地点における PM_{2.5} 濃度分布状況を表 3 に示した。2021 年度は濃度上昇事象が認められなかった。ただし、前報（田子、2022）で触れたように、2021 年 3 月 30 日～4 月 1 日に高濃度事象が観測された。この期間の高濃度事象は全国的なもので、黄砂現象を伴っていた。一方で関東地方では地域汚染物質が滞留しやすい気象条件となっており、黄砂を含む越境汚染と地域汚染の複合汚染であった可能性が指摘されている（関東地方大気環境対策推進連絡会、2023）。

3.3. 経年変化

2014 年度から 2021 年度までの県内各地点における PM_{2.5} 濃度の年平均値と、98%値の推

数値は PM_{2.5} 濃度を整数値（小数第 1 位を四捨五入）で示したものの。空欄は欠測。高濃度日は白抜き文字で示してある。

文 献

- Coccia M. 2020. Factors determining the diffusion of COVID-19 and suggested strategy to prevent future accelerated viral infectivity similar to COVID, *Science of The Total Environment*, **729**: 138474.
- Han J., Yin J., Wu X., Wang D., Li C. 2023. Environment and COVID-19 incidence: A critical review, *Journal of Environmental Sciences*, **124**: 933-951.
- Jiang D., Wang X., Zhao R. 2022. Analysis on the Economic Recovery in the Post-COVID-19 Era: Evidence from China, *Frontiers in Public Health*, **9**: 787190.
- 関東地方大気環境対策推進連絡会. 2023. 令和3年度微小粒子状物質合同調査報告書. <https://kanto-spm.org/wp-content/uploads/2023/03/7cd53fe3ec944404a4951fbb9f5a5d89.pdf> (2023年6月28日アクセス)
- 田子博, 梅田真希. 2016. 群馬県における粒子状物質質量濃度測定結果と測定値の品質管理. 群馬県衛生環境研究所年報, **48**: 19-27.
- 田子博. 2019. 群馬県の微小粒子状物質質量濃度とその低濃度域における自動測定機の特性. 群馬県衛生環境研究所年報, **51**: 20-26.
- 田子博. 2022. 群馬県におけるPM_{2.5}質量濃度(2020年度). 群馬県衛生環境研究所年報, **54**: 40-44.
- Wu X., Nethery R. C., Sabath M. B., Braun D., Dominici F. 2020. Air pollution and COVID-19 mortality in the United States: Strengths and limitations of an ecological regression analysis, *Science Advances*, **6**: 4049.

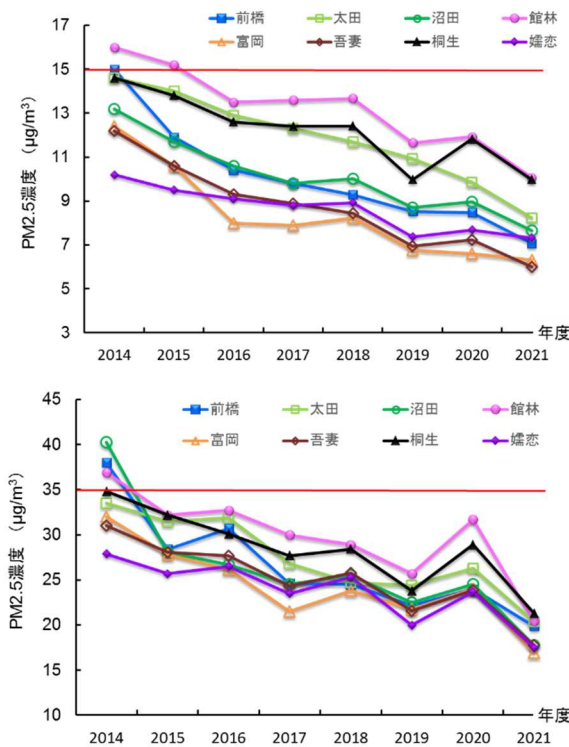


図2 PM_{2.5}濃度の推移

上段：年平均値、下段：日平均値の年間98%値
赤線は環境基準

移を図2に示した。2020年度と比較して両者とも低下しており、特に98%値の低下が大きく、特別に低いと思われた2019年度より多くの地点で低くなった。これまで、COVID-19の影響を含む中国の大気汚染との関連で考察してきたが(田子、2022)、中国は世界各国と比較してロックダウン等、COVID-19に対する強力な措置からの脱却も早く、2021年には大幅かつ急速に経済復興している(Jaing et al., 2022)ため、中国における大気汚染物質の排出は少なくとも2020年より多いことは明らかである。したがって、2021年度におけるPM_{2.5}の低濃度は気象条件に恵まれたためと考えるのが妥当かもしれない。

謝 辞

PM_{2.5}常時監視データは群馬県環境保全課が測定・公表しているものを利用した。また、機器の更新ならびに維持管理情報についても、同課から情報の提供を受けた。関係各位に感謝します。

【資料】 前橋における酸性雨調査（2012~2022 年度）

小池有理子 坂本祥一* 熊谷貴美代 田子博

Acid Deposition Monitoring in Maebashi (FY2012~2022)

Yuriko KOIKE, Shoichi SAKAMOTO*, Kimiyo KUMAGAI, Hiroshi TAGO

1. はじめに

酸性降下物は土壌や陸水の酸性化を引き起こすことで、森林の衰退等生態系へ悪影響を与えるほか、構造物の劣化・腐食等といった被害を引き起こすことが知られている（野内、1991）。1970 年代に関東地方の住民に目や皮膚の痛みといった健康被害が見られ（玉置、1995）、これを契機に「酸性雨」として社会問題化し、その後全国的に酸性雨調査が行われてきた。

地方環境研究所で組織する全国環境研究協議会では、1991 年から全国酸性雨調査を開始し、2016 年からは第 6 次調査が始まり（全国環境研究協議会、2022）、群馬県もこれに参加し継続して調査を行っている。

本報では、2008~2012 年度及び 2014~2018 年度についてとりまとめた既報（田子ら、2014、坂本ら、2019）に、2019~2022 年度の結果を加えた過去 10 年間の酸性沈着（湿性沈着及び乾性沈着）の経年変化や季節変動について報告する。

2. 調査方法

2.1. 調査地点

調査は群馬県前橋市にある群馬県衛生環境研究所（標高 103 m）の庁舎屋上（地上約 20 m）で行った。調査地点は前橋市郊外に位置し、周辺は田園及び住宅地である。

2.2. 湿性沈着モニタリング

2.2.1. 試料採取

降水は降水時開放型捕集装置（Wet-only サンプラー、小笠原計器製作所製 US-421）を用いて採取した。捕集期間は概ね 2 週間とした。

2.2.2. 測定方法

調査項目は、降水量、電気伝導率（EC）、pH

及びイオン成分（ SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 NH_4^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ ）とした。pH 計及び EC 計は東亜 DDK 社製 MM-60R を使用した。測定の詳細は、既報（坂本ら、2019）及び湿性沈着モニタリング手引き書（第 2 版）（環境省、2001）に従った。イオン成分の測定は、イオンクロマトグラフ（Dionex 社製 ICS1100）を使用し、イオン成分の濃度及び降水量から沈着量を算出した。分析カラムは、陽イオン IonPacCS-12A、陰イオン IonPacAS-18 を使用した。

2.3. 乾性沈着モニタリング

2.3.1. 試料採取

粒子状成分及びガス状成分は、既報（坂本ら、2019）に従い 4 段ろ紙法を用いて捕集を行った。捕集期間は概ね 2 週間とした。捕集には、1 段目に F0 フィルター（PTFE ろ紙）、2 段目に F1 フィルター（ポリアミドロ紙）、3 段目に F2 フィルター（6% K_2CO_3 /2%グリセリン/含浸セルローズろ紙）、4 段目に F3 フィルター（5% H_3PO_4 /2%グリセリン含浸セルローズろ紙）を使用した。大気の吸引流速は約 2 L/min とし、吸引量はマスフローメーターで測定した。約 2 週間の採取期間でおおよそ 50 m^3 の空気を捕集した。

2.3.2. 測定方法

試料採取後の F0、F1 フィルターに超純水 20 mL、F2 フィルターに 0.05%過酸化水素水 20 mL、F3 フィルターに超純水 40 mL を加え、超音波抽出に次いで振とう抽出を行った。抽出液をシリンジフィルター（PTFE、0.45 μm ）でろ過した後、イオンクロマトグラフでイオン成分を測定し、大気中濃度に換算した。イオン成分の測定項目及び条件は、湿性沈着モニタリングと同様である。 Ca^{2+} 及び SO_4^{2-} は、非海塩由来濃度（ nss-Ca^{2+} 及び nss-SO_4^{2-} ）に換算した。

* 環境保全課

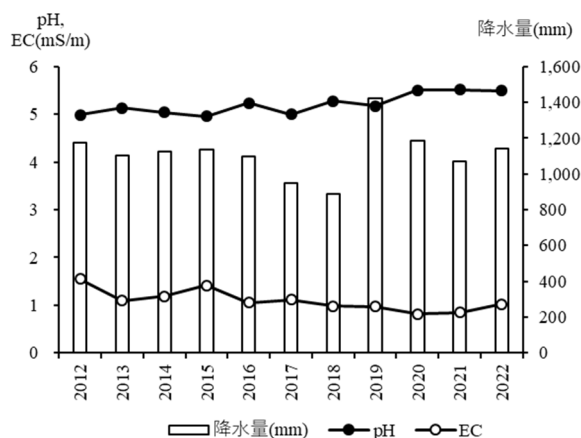


図 1. 降水量、加重平均 pH、EC の経年変化

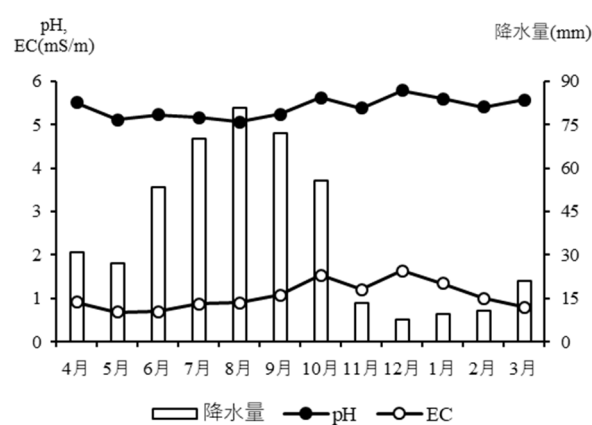


図 2. 降水量、加重平均 pH、EC の月別平均

3. 結果および考察

3.1. 湿性沈着の分析結果

降水量、降水量による加重平均 pH 及び EC の経年変化を図 1 に示す。加重平均 pH は 2012 年には 4.98 であったが、2022 年には 5.50 であり上昇傾向が見られた。EC も緩やかな低下傾向を示していた。降水量には大きな経年変化は見られなかった。2012～2022 年度における月別の平均降水量及び加重平均 pH、EC を図 2 に示す。降水量の少ない冬季に pH、EC 共に上昇する傾向が見られた。

降水の陽イオン沈着量の経年変化を図 3 に示す。沈着成分の組成に大きな変化なかった。前橋市は内陸部に位置するため、海塩由来成分である Mg^{2+} 、 Na^{+} 沈着量は少なかった。

降水の陰イオン沈着量の経年変化を図 4 に示す。湿性沈着の酸性化の指標となる NO_3^{-} 及び $nss-SO_4^{2-}$ 沈着量は、2012 年以降緩やかな減少傾向が見られた。中国での SO_2 排出量は 2006 年以降減少している事が報告（大原ら、2018）さ

れており、このことが $nss-SO_4^{2-}$ の減少傾向の一因となっている可能性がある。 $nss-SO_4^{2-}$ 及び NO_3^{-} 沈着量は、2019 年から 2020 年にかけて減少が確認された。図示していないが、この傾向は 7 月及び 8 月において顕著であった。沈着量減少の理由として、2020 年から船舶燃料の SOx 規制が強化されたこと及び新型コロナウイルス感染症拡大による社会経済活動の停止及び再開の影響（Jiang ら、2022）などが考えられるが、今後の推移を注視しながら検証していく必要がある。

3.2. 乾性沈着の測定結果

粒子状成分の大気中濃度の経年変化を図 5 に示す。粒子状成分には成分名に (p) を、ガス状成分には (g) を付記した。10 年間を通して濃度に大きな変化は見られなかった。 $NO_3^{-}(p)$ 濃度は 2017 年まで上昇傾向であったが、その後は減少傾向にある。 $nss-SO_4^{2-}(p)$ は緩やかに減少し続けていた。

粒子状成分濃度の月別平均値を図 6 に示す。

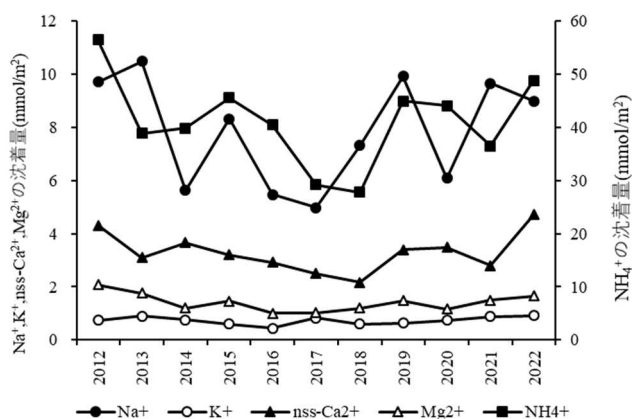


図 3. 降水の陽イオン沈着量の経年変化

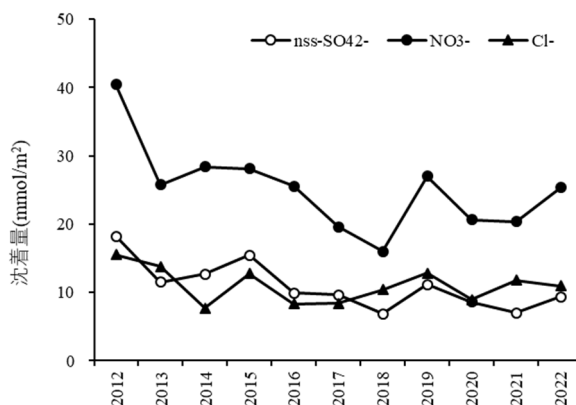


図 4. 降水の陰イオン沈着量の経年変化

$\text{NH}_4^+(\text{p})$ 及び $\text{NO}_3^-(\text{p})$ は冬季から春季にかけて気温低下による粒子化の影響を受け、濃度が上昇していたこと、さらに $\text{NH}_4^+(\text{p})$ 及び $\text{NO}_3^-(\text{p})$ は11月にも濃度上昇が見られる、二山型の季節変動が見られた。 $\text{nss-SO}_4^{2-}(\text{p})$ は春季に濃度が上昇する傾向が見られた。また、 $\text{nss-Ca}^{2+}(\text{p})$ は3月から5月にかけて高値を示していた。これは黄砂飛来の時期と一致するため、黄砂の影響が考えられた。

乾性沈着中のガス状成分の大気中濃度の経年変化を図7に示す。10年間で $\text{NH}_3(\text{g})$ 及び $\text{HNO}_3(\text{g})$ 濃度は上昇傾向に、 $\text{SO}_2(\text{g})$ 濃度は2015年に高値を示したものの概ね減少傾向に、 $\text{HCl}(\text{g})$ 濃度は概ね横ばいであった。 $\text{NH}_3(\text{g})$ 濃度は、前橋市においては農業や畜産業の寄与が大きいとされており、既報(田子ら、2014)では2013年までは減少傾向であることが報告されている。この10年間で群馬県における農耕地面積及び家畜飼育数は減少傾向(農林水産省)にあり、農業または畜産業由来の排出量増加は想定しがたい。 $\text{NH}_3(\text{g})$ 増加の原因は不明であるものの、今後も濃度推移を注視する必要がある。

ガス状成分濃度の月別平均値を図8に示す。 $\text{SO}_2(\text{g})$ は春季から夏季にかけてやや高値を示しており、暖候期の海風による関東広域汚染の影響を受けているものと考えられた(田子ら、2016)。ただし $\text{SO}_2(\text{g})$ の月別濃度の経年的な変化を見ると、年間を通して低濃度化しており、

さらに濃度の季節変動が鈍化している傾向が見られた。 $\text{NH}_3(\text{g})$ 、 $\text{HNO}_3(\text{g})$ 及び $\text{HCl}(\text{g})$ については、春季から夏季にかけてガス態にあるため高値を示し、逆に冬季には減少する顕著な季節変動が見られた。これは夏季の高温によりガス態が優位になることや光化学反応の活発化により NO_x から $\text{HNO}_3(\text{g})$ への生成量が増加するためと考えられた。図示していないが、 $\text{HNO}_3(\text{g})$ の月別濃度を詳しく見ると、暖候期の濃度の経年的な上昇が確認され、図7で述べた経年変化の上昇に影響していた。

硝酸のガス態と粒子態の分配状態を検証するため、全硝酸濃度(total- HNO_3)及び粒子化率の月別値を算出した(図9)。全硝酸濃度は $\text{HNO}_3(\text{g})$ と $\text{NO}_3^-(\text{p})$ の和を、粒子化率は全硝酸濃度に対する $\text{NO}_3^-(\text{p})$ の割合を示す。全硝酸濃度は春季から夏季にかけて高値となり、冬季に低下した。粒子化率は秋季から春季にかけて上昇していた。春季に $\text{NO}_3^-(\text{p})$ が高濃度化したのは、 $\text{HNO}_3(\text{g})$ が前橋に多量に存在する $\text{NH}_3(\text{g})$ と反応し、 NH_4NO_3 粒子が二次生成した結果と考えられる(熊谷ら、2010)。そのため、 $\text{NO}_3^-(\text{p})$ に連動する形で $\text{NH}_4^+(\text{p})$ も上昇したと考えられる(次式)。

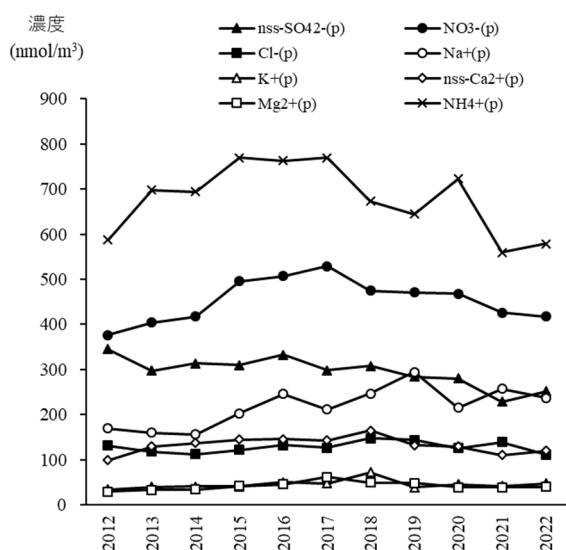
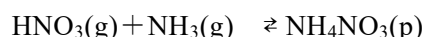


図5. 粒子状成分濃度の経年変化

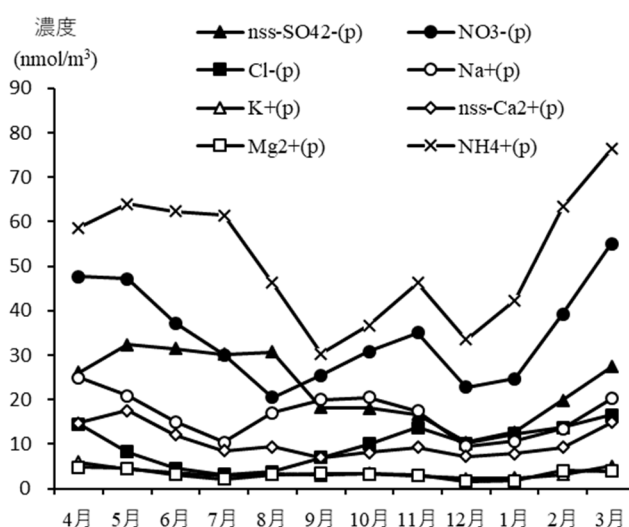


図6. 粒子状成分濃度の月別平均値

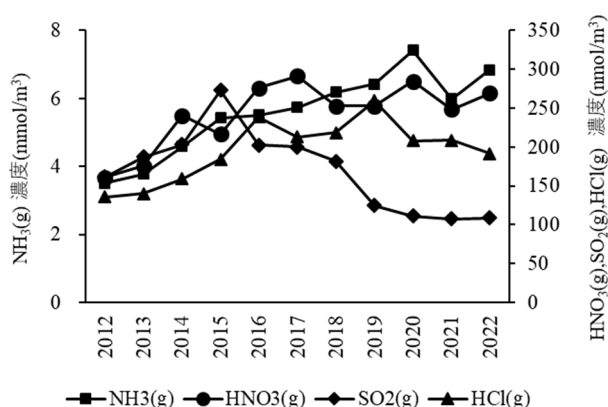


図 7. ガス状成分濃度の経年変化

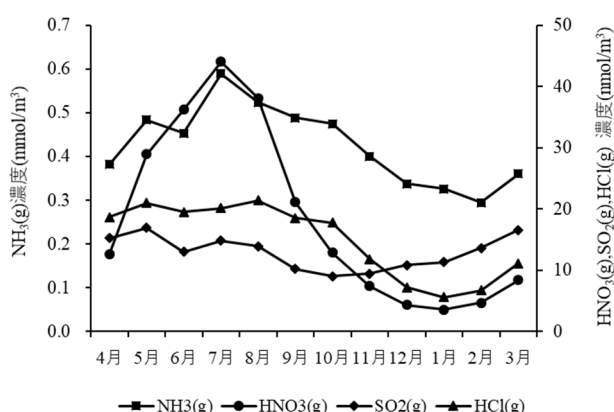


図 8. ガス状成分濃度の月別平均値

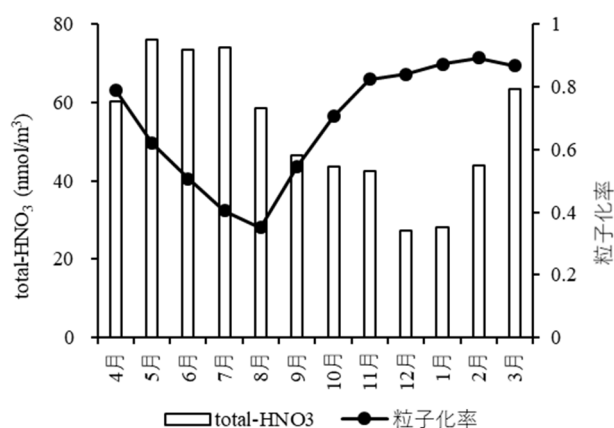


図 9. 全硝酸濃度及び粒子化率の月別変化

4. まとめ

2012 年以降、降水の pH は上昇傾向、EC は低下傾向である。降水量の少ない冬季に pH、EC は上昇する傾向であった。降水中の SO_4^{2-} 及び NO_3^- 沈着量は 10 年間で減少傾向であった。

10 年間に於いて、乾性沈着中の $\text{HNO}_3(\text{g})$ 及び $\text{NH}_3(\text{g})$ は上昇傾向に、 $\text{SO}_2(\text{g})$ は緩やかな減少傾向であった。乾性沈着中の $\text{SO}_4^{2-}(\text{p})$ 及び $\text{SO}_2(\text{g})$

は春季にやや高値を示す傾向が見られた。 $\text{HNO}_3(\text{g})$ 及び $\text{NH}_3(\text{g})$ は夏季に高値を示した。 $\text{NO}_3^- (\text{p})$ は春季及び 11 月に高くなる特徴的な変動を示しており、 $\text{HNO}_3(\text{g})$ 及び $\text{NH}_3(\text{g})$ から NH_4NO_3 粒子が多量に生成されていると考えられた。

5. 文献

野内勇. 1991. 酸性雨と植物被害. *J. Agr. Met*, **47**:165-175.

玉置元則. 1995. 酸性雨現象における影響の多様性と広域性. *環境技術*, **24**:622-627.

全国環境研協議会. 2022. 第 6 次酸性雨全国調査報告書 2020 (令和 2) 年度. 全国環境研究会誌, **47**:2-43.

環境省. 2001. 湿性沈着モニタリング手引き書 第 2 版.

田子博, 一条美和子. 2014. 前橋市における酸性雨調査. 群馬県衛生環境研究所年報, **46**:33-37.

坂本祥一, 田子博. 2019. 2014~2018 年度前橋における酸性雨調査. 群馬県衛生環境研究所年報, **51**:33-37.

大原利真, 黒川純一. 2018. アジア全域と中国・日本における大気エアロゾル関連物質排出量の長期変化. *エアロゾル研究*, **33**:95-101.

Jiang D., Wang X., Zhao R. 2022. Analysis on the Economic Recovery in the Post-COVID-19 Era: Evidence from China, *Frontiers in Public Health*, **9**: 787190.

農林水産省. 作物統計. <https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/> (2023 年 8 月 9 日閲覧)

農林水産省. 畜産統計調査. <https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tikusan/> (2023 年 8 月 9 日閲覧)

田子博, 木村慎也, 一条美和子, 齊藤由倫, 熊谷貴美代. 2016. 群馬県における無機ガス調査. 群馬県衛生環境研究所年報, **48**:38-43.

熊谷貴美代, 飯島明宏, 田子博, 小澤邦壽, 坂本和彦. 2010. 群馬県平野部および山岳部における微小粒子状物質の季節特性. *大気環境学会誌*, **45**:10.

【資料】令和4年度群馬県感染症流行予測調査結果

中澤景子 関亜佑美 青木恵美子* 池田美由紀** 兵藤杏花 小林美保 吉住正和

Annual Report: Gunma Epidemiological Surveillance of Vaccine-preventable Diseases, 2022

Keiko NAKAZAWA, Ayumi SEKI, Emiko AOKI*, Miyuki IKEDA**,
Kyoka HYODO, Miho KOBAYASHI, Masakazu YOSHIKAZUMI

1.はじめに

感染症流行予測調査事業は、厚生労働省、国立感染症研究所、都道府県及び地方衛生研究所等が協力し実施している調査事業であり、定期予防接種対象疾病について、国民の集団的な免疫状況の把握を目的とした感受性調査や、病原体の検索を目的とした感染源調査を行う。結果は疫学情報と併せて、疾病の流行予測及び予防接種事業の効果的な運用のために活用される。

当所では、令和4年度群馬県感染症流行予測調査において、感受性調査（3疾病）及び感染源調査（2疾病）を実施したので、その概要と結果を報告する。

2.対象及び方法

各調査における対象及び方法は以下のとおりとし、検査は感染症流行予測調査事業検査術式（厚生労働省、2020）に従い実施した。

2.1. 感受性調査

調査対象者は、令和4年5月から9月までの間に、各種健康診断あるいは医療機関受診時に採血された方のうち、本調査への協力について同意を得られた0歳から72歳までの男女計396名（表1）とした。自記式の個人調査票を用い、対象者の各疾病に対する予防接種歴を調査した。

調査実施項目は、麻しん、風しん及びインフルエンザ（4抗原）の3疾病とし、対象者の血清中の抗体価を測定した（表2）。抗体価測定は、麻しんはゼラチン粒子凝集法（PA法）、風しん及びインフルエンザは赤血球凝集抑制試験法（HI法）により実施した。

麻しんPA法では抗体価が1:16以上の場合に陽性と判定するが、発症予防のために望ましいとされる1:128以上の対象者の割合を抗体保有率とした。風しんHI法では抗体価が1:8以上の場合に陽性と判定するが、妊娠を希望する女性等、より確実に予防を行う必要がある人は1:8及び1:16では感染予防に不十分であると考えられるため、1:32以上の対象者の割合を抗体保有率とした。インフルエンザHI法では抗体価が1:10以上の場合に陽性と判定するが、1:40未満では重症化が予防できない可能性があると考えられるため、1:40以上の対象者の割合を抗体保有率とした。

なお、インフルエンザの調査については、国の実施要領に基づき、対象者の採血時期は、原則として当該シーズンのインフルエンザの流行前かつ同シーズンのインフルエンザワクチン接種前であることとした。また、今年度の調査株（2022/23シーズンのワクチン株）として、A/ビクトリア/1/2020（H1N1）、A/ダーウィン/9/2021（H3N2）、B/プーケット/3073/2013（山形系統）及びB/オーストリア/1359417/2021（ビクトリア系統）の4種類の抗原を使用した。

結果の集計においては、疾病ごとに国が実施要領（厚生労働省、2022）に示した年齢区分を用いた。なお、対象者396名のうち、検体量不足であった対象者は集計から除外した（表2）。また、予防接種歴においては接種歴不明者を除外し、麻しんについては262名、風しんについては266名、インフルエンザについては386名の接種歴を集計した。

2.2. 感染源調査

調査対象は県内のと畜場に搬入された県内産

* 館林保健福祉事務所

** 太田保健福祉事務所

肥育ブタとし、調査実施項目は日本脳炎及びインフルエンザの2疾病とした。

2.2.1. 日本脳炎

日本脳炎は令和4年6月から9月までの間に、各月中・下旬（8月のみ上・下旬）の計8回、1回につき10頭程度（全81頭）から血液を採取し、分離された血清中の抗体価を測定した。抗体価測定はHI法により実施し、抗体価が1:40以上の場合には、最近の感染であるかを判別するために、2-メルカプトエタノール（2-ME）感受性抗体を測定した。なお、抗体価が1:10以上の場合を抗体保有（陽性）とした。

2.2.2. インフルエンザ

インフルエンザは令和4年11月から令和5年2月までの間に、各月1回（1月のみ2回）の計5回、1回につき20頭程度（全101頭）から鼻腔ぬぐい液を採取し、Madin-Darby canine kidney（MDCK）細胞に接種した後、細胞変性効果を確認した。細胞変性効果が認められないものに関しては、盲継代を行い再度確認した。

表1 感受性調査対象者の年齢群及び人数

年齢区分	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-49	50-59	60-	合計
男	25	14	32	15	16	24	24	13	12	13	19	207
女	26	14	30	17	10	21	16	7	13	23	12	189
合計	51	28	62	32	26	45	40	20	25	36	31	396

表2 感受性調査実施項目及び概要

項目	対象	対象数	検体	検査方法	備考
麻しん	ヒト	394	血清	PA法	
風しん	ヒト	395	血清	HI法	
インフルエンザ	ヒト	395	血清	HI法	4抗原※

※ A/ビクトリア/1/2020 (H1N1) 株、A/ダーウィン/9/2021 (H3N2) 株、B/ブーケット/3073/2013 株(山形系統)、B/オーストリア/1359417/2021 株(ビクトリア系統)

3. 結果と考察

3.1. 感受性調査

3.1.1. 麻しん

1:128 以上の抗体保有率は全体の 80.2%であり、昨年度（85.7%）よりやや低い結果であった（図1）。年齢群別では、4-9歳で90%以上の抗体保有率を示した。抗体陰性者（抗体価が1:16未満）の割合は全体で4.8%であり、昨年度（3.9%）よりやや高い結果であった。年齢群別では0-1歳が最も多く50.0%であり、4-29歳では抗体陰性者が認められなかった。

麻しんワクチン（MR ワクチン、MMR ワクチンを含む）接種率は全体で 86.3%であり、昨年

度（87.7%）と同程度であった。年齢群別では4-9歳、10-14歳、25-29歳で100%の接種率であった。

0-1歳の年齢群ではまだ定期予防接種対象の年齢に至っていないこともあり、予防接種率と抗体保有率がともに低かった。2回以上接種群の抗体陰性率は0%で1回接種群（2.0%）、未接種群（36.1%）より低かったことから、ワクチンを2回以上接種することで抗体保有率が高くなると考えられる。麻しんの排除状態の継続には2回の予防接種率がそれぞれ95%以上になることが重要とされているため、予防接種の勧奨を通じて集団免疫を強固にすることが必要である。

3.1.2. 風しん

1:32 以上の抗体保有率は全体の 71.4%であり、昨年度（70.4%）と同程度であった（図2）。また、男性の保有率が68.6%、女性の保有率が74.5%で、男性よりも女性の保有率が約6%高かった。年齢群別では、40歳以上（男性:81.8%、女性:83.3%）の年齢群で最も高い保有率を示した。風しん含有ワクチン（MR ワクチン、MMR ワクチンを含む）接種率は全体で81.6%であり、昨年度（84.9%）よりやや低い割合を示した。男女別では男性83.5%（昨年度84.8%）、女性80.0%（昨年度84.9%）であった。年齢群別では、40歳以上（男女平均47.8%）が最も低い接種率であった。

日本では昭和37年4月2日生まれ～昭和54年4月1日生まれ（令和4年度末時点で44～60歳）の男性は過去に公的な予防接種を受ける機会がなく、厚生労働省は、風しんの追加的対策（対象世代の男性に対して抗体検査やワクチン接種を促す事業）を平成31年/令和元年度から開始した。当所が実施した本調査の過去4年間のデータを比較すると、40歳以上の男性の抗体保有率は平成31年/令和元年度（62.5%）、令和2年度（77.0%）、令和3年度（88.4%）、令和4年度（81.8%）と上昇傾向にあり、追加的対策の効果と考えられる。

流行を防ぐための集団免疫率は80～85%といわれており、引き続き予防接種率の向上を図る必要がある。

3.1.3. インフルエンザ

A/ビクトリア/1/2020 (H1N1) は、昨シーズ

ン（2021/22）からワクチン株の1つとして選定されている。本調査株に対する全体の抗体保有率は18.0%で（図3）、昨年度（9.3%）より高い結果であった。年齢群別では、10-14歳（49.2%）で最も高い保有率を示し、0-4歳では抗体保有者を認めなかった。

A/ダーウィン/9/2021（H3N2）は、昨シーズン（2020/2021）のA/タスマニア/503/2020から変更された。本調査株に対する全体の抗体保有率は5.1%であった（図4）。年齢群別では、40-49歳（12.0%）で最も高い保有率を示し、50-59歳の年齢群では抗体保有者を認めなかった。

B/プーケット/3073/2013（山形系統）は、2014/15シーズンに流行した山形系統の代表株であり、2015/16シーズンからワクチン株の1つとして選定されている。本調査株に対する全体の抗体保有率は51.9%で（図5）、4抗原の中で最も高く、昨年度（50.4%）と同程度であった。年齢群別では30-39歳（83.3%）で最も高い保有率を示し、最も低い保有率を示したのは0-4歳（17.6%）であった。

B/オーストリア/1359417/2021（ビクトリア系統）は、昨シーズン（2021/22）のB/ビクトリア/705/2018から変更された。本調査株に対する全体の抗体保有率は1.5%で（図6）、4抗原の中で最も低かった。年齢群別では、50-59歳（8.3%）で最も高い保有率を示し、多くの年齢群では抗体保有者を認めなかった。

昨シーズン（2020/21）におけるインフルエンザワクチン接種率は39.1%で、2019/20シーズン（46.5%）より低い割合であった。年齢群別では5-9歳（60.7%）で最も高く、40-49歳（20.0%）で最も低かった。本調査では抗体保有率と接種率の間に明確な相関は認められなかった。インフルエンザワクチンの効果が期待できるのは5か月程度とされている。検体は5月から9月の間に採取されたため、既接種者であっても時間の経過に伴い抗体価が減衰していると考えられた。

インフルエンザワクチンは、重症化を予防するだけでなく、発病を予防する効果が一定程度認められているため、抗体保有率の低かった年齢群を中心に、ワクチン接種の効果や重要性を周知することが重要である。

3.2. 感染源調査

3.2.1. 日本脳炎

全81検体のうち、4検体で陽性が確認された。1:40以上であった1検体について2-ME処理を実施し、2-ME感受性抗体（IgM抗体）陽性であることが確認されたため、直近で日本脳炎ウイルスに感染したと考えられる。

ブタの抗体保有調査は、県内における日本脳炎ウイルスの蔓延状況を把握するのに有用である。近県では同調査が行われていないことから、全国的なウイルスの蔓延状況を推測するためにも重要なデータであり、今後も継続して実施する必要がある。

3.2.2. インフルエンザ

全101検体のうち、インフルエンザウイルスが分離された検体は認められなかった。

この調査は、ブタのインフルエンザウイルス感染状況を把握し、新型インフルエンザウイルスの出現や国内への侵入を監視する目的で実施されているため、今後も継続的に調査を実施していく必要がある。

謝辞

感受性調査において、調査協力に同意し検体を御提供いただいた対象者の皆様、及び検体収集に御尽力いただいた各学校並びに公立藤岡総合病院、地域医療機能推進機構群馬中央病院、国立病院機構高崎総合医療センター、前橋赤十字病院、県立小児医療センター、公益財団法人群馬県健康づくり財団、一般財団法人全日本労働福祉協会、その他関係機関の皆様に厚く御礼申し上げます。

また、感染源調査において、検体採取に御協力いただいた株式会社群馬県食肉卸売市場及び群馬県食肉衛生検査所の皆様に心から感謝いたします。

文献

厚生労働省健康局結核感染症課、国立感染症研究所感染症流行予測調査事業委員会. 2020. 感染症流行予測調査事業検査術式. 22-55.
厚生労働省健康局結核感染症課. 2022. 令和4年度感染症流行予測調査実施要領. 10-20.

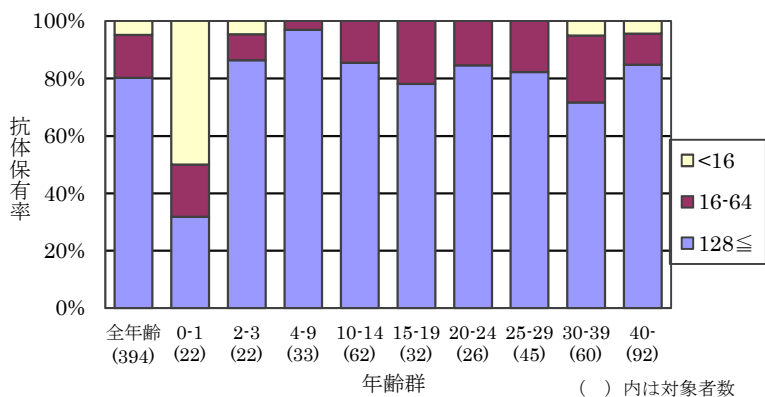


図 1 年齢群別麻疹 PA 抗体保有状況

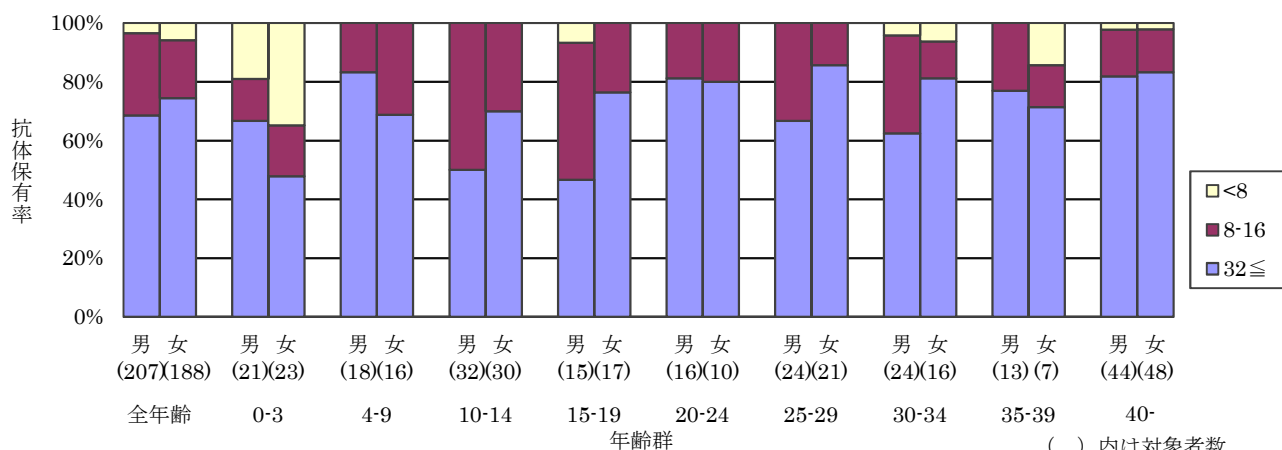


図 2 年齢群別男女別風しん HI 抗体保有状況

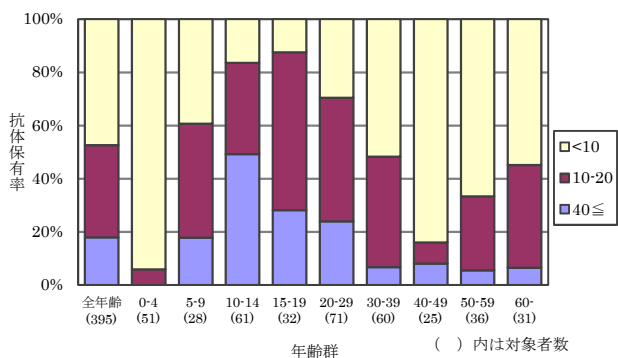


図 3 年齢群別インフルエンザ HI 抗体保有状況
A/ビクトリア/1/2020 (H1N1)

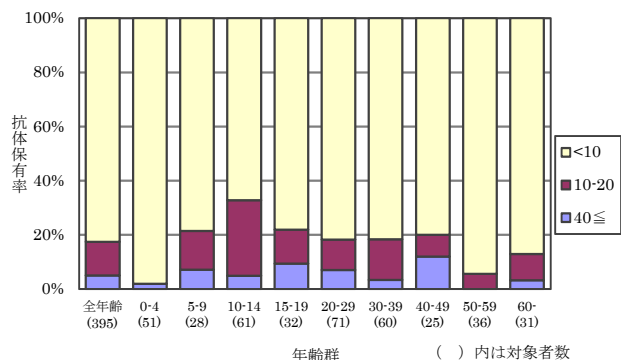


図 4 年齢群別インフルエンザ HI 抗体保有状況
A/ダーウィン/9/2021 (H3N2)

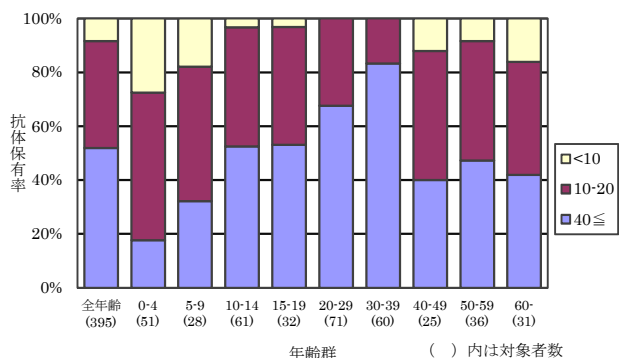


図 5 年齢群別インフルエンザ HI 抗体保有状況
B/プーケット/3073/2013 (山形系統)

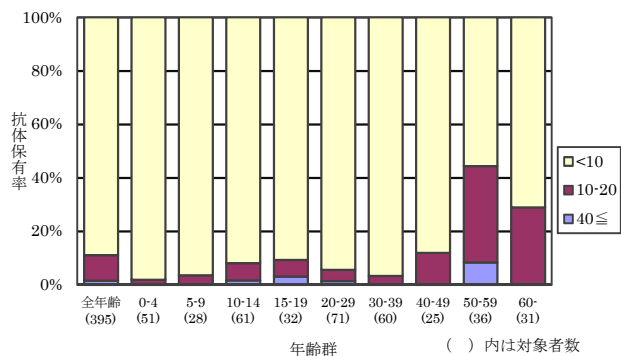


図 6 年齢群別インフルエンザ HI 抗体保有状況
B/オーストラリア/1359417/2021 (ビクトリア系統)

【資料】2022 年度に検出された新型コロナウイルスについて

島田 諒 久保田 莉菜 篠田大輔* 塚越博之

SARS-CoV-2 Surveillance Report in Gunma Prefecture from April, 2022 to March, 2023.

Ryo SHIMADA, Rina KUBOTA, Daisuke SHINODA, Hiroyuki TSUKAGOSHI

1. はじめに

2020 年のはじめから世界中に広がった新型コロナウイルス感染症（COVID-19）は、厚生労働省のオープンデータによると、2023 年 5 月 8 日までに全国で 33,803,572 人の陽性者と 74,694 人の死亡者が報告されている（厚生労働省）。

COVID-19 の起因病原体は、コロナウイルス科ベータコロナウイルス属の SARS-CoV-2（Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2）であり、ゲノムは約 3 万塩基のマイナス鎖 RNA を有する。SARS-CoV2 は、変異（進化）の速度は比較的遅い方に分類され、25.6 塩基変異/ゲノム/年（1 年間で平均 25.6 箇所の変異が見込まれる）と推定されている（Becares ら、2016）。SARS-CoV2 は、2019 年 12 月の出現以降、何度も変異することで抗原性や病原性を変化させ感染拡大を繰り返してきた。本邦においても、2022 年 8 月 19 日には 1 日の感染者数としては最大の 261,004 人を記録した。

群馬県衛生環境研究所では、2020 年 3 月から国立感染症研究所病原体ゲノム解析研究センターと協力して全ゲノム解析を行ってきた。本稿では、2022 年度に当所で実施した SARS-CoV-2 ゲノム解析の結果から、群馬県における SARS-CoV2 の PANGO lineage 変遷について報告する。

2. 対象および方法

2022 年第 13 週（2022 年 3 月 28 日から 2022 年 4 月 3 日）から 2023 年第 13 週（2023 年 3 月 27 日から 2022 年 4 月 2 日）の間に採取された検体のうち、SARS-CoV-2 のリアルタイム PCR 検査で陽性となったものから、Ct（cycle threshold）

値や集団発生などによる検体の偏りを排除するように選定した 2,606 検体を対象とした。ウイルス RNA の抽出には、QIAamp Viral RNA Mini kit（QIAGEN）を用い、ゲノム解析は「新型コロナウイルスゲノム解析マニュアル」（国立感染症研究所）に準じて行い、次世代シーケンサーは Miseq（Illumina）を使用した。解析には国立感染症研究所が提供する COG-JP および CLC Genomic work bench（QIAGEN）、NextClade（<https://clades.nextstrain.org/>）を用いて PANGO lineage を決定した。

3. 結果および考察

3.1. SARS-CoV-2 ゲノム解析結果

2,606 検体をゲノム解析した結果、2,414 検体で PANGO 分類が可能であった。2,414 検体は、すべて B.1.1.529 系統とその亜系統（オミクロン株）に分類された。検出されたオミクロン株は、BA.1 系統が多くみられていたが、4 月頃（14 週）から BA.2 系統に置き換わり、7 月頃（29 週）には BA.5 系統へ置き換わり大きな流行を引き起こした（図 1）。

さらに亜系統の分類では、BA.1 系統の中で BA.1.1.2 が最も多かった（表 1）。BA.2 系統では、BA.2 が最も多く、BA.2.3 や BA.2.3.1 も検出された。BA.5 系統では、BA.5.2 や BA.5.2.1 が多く検出された（表 1）。また、44 週目以降には、2022 年 9 月にナイジェリアで見つかった BQ.1 株が検出された。BQ.1 は BA.5 株からウイルスが細胞に侵入する際のスパイクたんぱく質に K444T、L452R、N460K、F486V に変異が見られワクチンに対する逃避性があると報告もあったが主流株とはならず 2023 年の 10 週目以降には検出されなかった（Kurhade ら、2023）。また、46 週目には BA.2.75 系統が検出

* 渋川保健福祉事務所

された。BA.2.75 系統は 2022 年 5 月にインドで検出され、特徴としてスパイクタンパク質に K147E、W152R、F157L、I210V、G257S、G339H、G446S、N460K の各変異が見られ中和抗体からの逃避への影響が示唆されていたが 2023 年 7 週目以降は検出されておらず主流株にはならなかった。さらに、49 週目には XBB が、51 週目には XBC が検出された。XBB は、2022 年 9 月にシンガポールや米国から BJ.1 系統 (BA.2.10 系統の亜系統) と BM.1.1.1 系統 (BA.2.75.3 系統の亜系統) の組換え体として報告され、スパイクタンパク質の受容体結合部位中の R346T、N460K、F486S などのアミノ酸変異を有していることから中和抗体からの逃避能が上昇する可能性が示唆されていた (Cao ら、2023)。XBC は、デルタ株と BA.2 系統の組換え体として報告された系統であったが、いずれも 2022 年度において主流株になることは無かった。

3.2. SARS-CoV-2 ゲノム解析と変異株の推移

2021 年 11 月 28 日に B.1.1.529 系統 (所謂オミクロン株) は懸念される変異株 (VOC) として位置付けられた。その後、国内外でオミクロン株の割合が増加し、デルタ株からの置き換わりが進行したことで世界的な主流株となった (WHO(a))。さらに、オミクロン株の中でも多くの亜系統が派生し、国内外でオミクロン株の亜系統間の組換え体も報告された (WHO(b))。世界的には、7 月頃に BA.2 から BA.5 への置き換わりが進み、その後、2023 年 2 月頃には XBB への置き換わりが見られた。国内においても、7 月頃に BA.5 へ置き換わったが、2023 年 1 月頃から新規感染者数が減少傾向となり、流行株の置き換わりは見られなかった。本県においても、国内の状況と同様に、7 月に BA.2 から BA.5 へ置き換わった後、主流株として 2023 年 1 月頃まで大きな流行を起こした。11 月の終わり (47 週目) からは BQ.1 系統 (BA.5.3 系統の亜系統) や BA.2.75 系統も検出されるようになったが、主流株とはならなかった。

4. まとめ

群馬県で検出された SARS-CoV-2 も系統も全国と同様の状況が見られた。ウイルスは絶えず

進化し、新たな変異株が出現している。ゲノム解析を実施することによって、ワクチンの効果や感染力などを推定することが可能となるため、ゲノム解析を継続しウイルスの動向を詳細に把握していくことは重要と考えられる。今後も SARS-CoV-2 は様々な亜型が出現と消失を繰り返していくと考えられるため、ゲノムサーベイランスを継続していく予定である。

謝辞

解析にご協力いただきました国立感染症研究所病原体ゲノム解析研究センター、検体採取及び調査にご協力いただきました県内医療機関並びに保健所の皆様に深謝致します。

文献

- 厚生労働省 データからわかる－新型コロナウイルス感染症情報－<https://covid19.mhlw.go.jp> (2023 年 6 月 1 日閲覧)
- Becares M, Pascual-Iglesias A, Nogales A, Sola I, Enjuanes L, Zuniga S. Mutagenesis of Coronavirus nsp14 Reveals Its Potential Role in Modulation of the Innate Immune Response. J Virol 2016; 90(11): 5399-414.
- Cao Y, Jian F, Wang J, et al. Imprinted SARS-CoV-2 humoral immunity induces convergent Omicron RBD evolution. Nature 614, 521–529 (2023).
- Kurhade C, Zou J, Xia H, et al. Low neutralization of SARS-CoV-2 Omicron BA.2.75.2, BQ.1.1 and XBB.1 by parental mRNA vaccine or a BA.5 bivalent booster. Nat Med. 2023;29(2):344-347.
- WHO(a). COVID-19 Weekly Epidemiological Update, Edition 84, published 22 March 2022. <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update-on-covid-19---22-march-2022>. (2023 年 6 月 1 日閲覧)
- WHO(b). COVID-19 Weekly Epidemiological Update, Edition 134, published 16 March 2023.

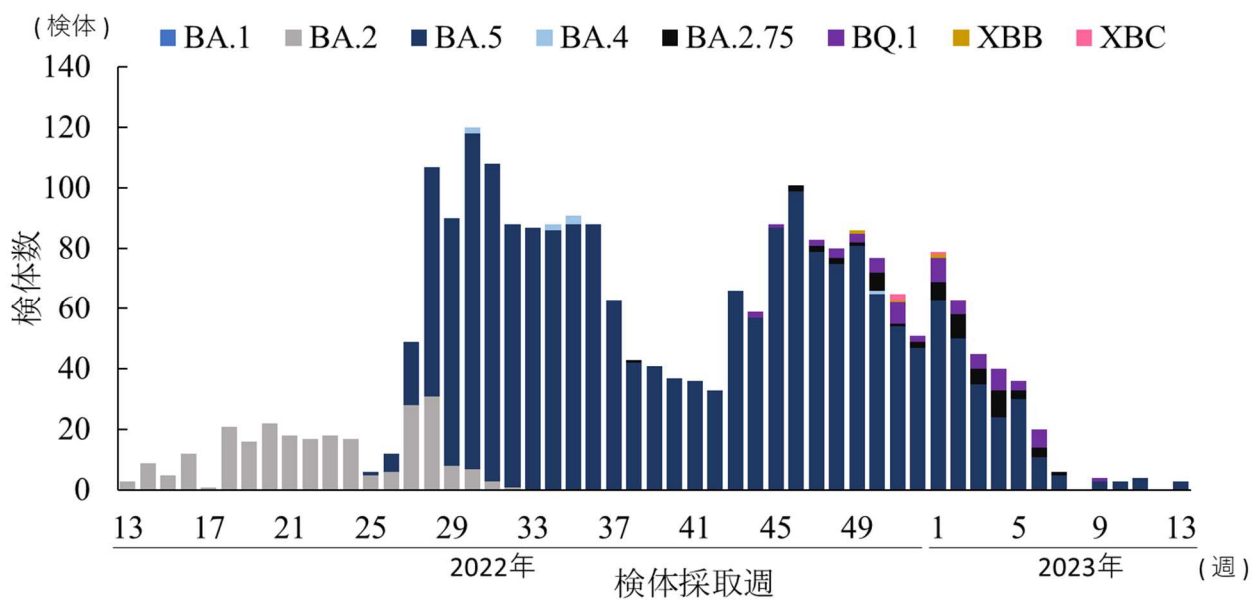


図1 SARS-CoV-2 ゲノム解析結果

表1 週別新型コロナウイルスとオミクロン株亜系統の発生状況

[illegible]

V 発表業績

1 学会誌等への投稿

※当研究所職員は下線で示した。

- 1 **A Closer Look at Effective Intervention Methods to Reduce Household Solid Waste Generation in Japan.**
Sustainability. 2022;14(22):14835.
Saitoh Y, Tago H, Kumagai K, Iijima I.
- 2 **Formation of secondary organic aerosol tracers from anthropogenic and biogenic volatile organic compounds under varied NO_x and oxidant conditions.**
Atmospheric Environment. 2022; X14:100169.
Sato K, Ikemori F, Ramasamy S, Iijima A, Kumagai K, Fushimi A, Fujitani Y, Chatani S, Tanabe K, Takami A, Tago H, Saito Y, Saito S, Hoshi J, Morino Y.
- 3 **Emissions of condensable organic aerosols from stationary combustion sources over Japan.**
Atmospheric Environment. 2022; 289: 119319.
Morino Y,* , Chatani S, Fujitani Y, Tanabe K, Murphy B.N, Jathar S.H, Takahashi K, Sato K, Kumagai K, Saito S.
- 4 **Size-segregated chemical compositions of particulate matter including PM_{0.1} in northern Vietnam, a highly polluted area where notable seasonal episodes occur.**
Atmospheric Pollution Research. 2022; 13:101478.
Kurotsuchi Y, Sekiguchi K, Konno S, Huyen T.T, Fujitani Y, Matsumi Y, Kumagai K, Dung N.T, Thuy L.B, Thuy N.T, Thuy P.C.
- 5 **Detection of respiratory viruses during the early phase of the COVID-19 pandemic in Ibaraki and Gunma Prefectures, Japan.**
Jpn J Infect Dis. 2022;75(5):530-532.
Shinoda D, Tsukagoshi H, Komuro K, Yoshida D, Yanaoka T, Saito M, Saruki N.
- 6 **2018 年夏季の関東郊外における人為起源・植物起源二次有機エアロゾルマーカースの挙動**
エアロゾル研究 Earozoru Kenkyu. 2022;37(2): 117-126
熊谷貴美代, 齊藤由倫, 田子博, 飯島明宏, 渡邊雅子, 佐藤圭, 森野悠
- 7 **関東平野部における気象要因を考慮した近年の光化学オキシダント濃度変化の解析**
大気環境学会誌. 2022;57(5): 109-118.
坂本祥一, 熊谷貴美代, 田子博, 菅田誠治
- 8 **群馬県において検出された SARS-CoV-2 デルタ株関連症例からみえた課題(2021 年 5 月 13 日～10 月 12 日)**
病原微生物検出情報 2022; 43(6):147-149.
塚越博之, 篠田大輔, 齋藤麻理子, 高橋裕子, 島田諒, 小川麻由美, 井上伸子, 塩野雅孝, 猿木信裕, 黒田誠 関塚剛史
- 9 **ESBL 産生腸管出血性大腸菌 O157:H7 による集団発生事例について**
病原微生物検出情報 2022; 43(12):293-294.
高橋裕子, 堀越絢乃, 小川麻由美, 黒川奈都子, 塚越博之, 塩野雅孝, 猿木信裕, 羽鳥徹, 浜村ひかり, 佐藤奏子, 戸部辰耶, 茂木望, 野本涼子, 藤田明弘, 大西一徳

2 学会等での発表

※当研究所職員は下線で示した。

- 1 関東地域の都市、郊外、森林地点における PM2.5 有機マーカの昼夜別観測
第 39 回エアロゾル科学・技術研究討論会（2022 年 8 月）
熊谷貴美代、齊藤由倫、田子博、飯島明宏、渡邊雅子、星順也、齊藤伸治、佐藤圭、森野悠
- 2 自治体のごみ減量担当部署が行う環境学習関連施策
日本環境教育学会第 33 回年次大会（2022 年 8 月）
齊藤由倫、田子博、飯島明宏
- 3 群馬県における光化学オキシダントとの関連に着目した揮発性有機化合物観測調査
第 63 回大気環境学会（2022 年 9 月）
坂本祥一、熊谷貴美代、田子博
- 4 全国における近年の光化学オキシダント経年変化傾向
第 63 回大気環境学会年会（2022 年 9 月）
熊谷貴美代、坂本祥一、田子博、高取惇哉、菅田誠治
- 5 生活系ごみ減量化のための自治体の普及啓発施策の実態調査と効果推定
第 33 回廃棄物資源循環学会研究発表会（2022 年 9 月）
齊藤由倫、田子博、飯島明宏
- 6 医療機関における ID NOW を用いた新型コロナウイルス検査の現状
令和 4 年度地方衛生研究所全国協議会 第 36 回関東甲信静支部ウイルス研究部会
（2022 年 9 月）
篠田大輔、島田諒、久保田莉菜、塚越博之、猿木信裕
- 7 疫学解析における PCR-DNA フラグメント多型解析法導入の検討
令和 4 年度獣医学術関東・東京合同地区学会（公衆衛生）（2022 年 9 月）
黒川奈都子、井上伸子、塩野雅孝
- 8 METI-LIS を利用した特定発生源における効果的な試料採取頻度の検討
令和 4 年度 全国環境研協議会関東甲信静支部大気専門部会（2023 年 2 月）
友松瑛里、熊谷貴美代
- 9 群馬県の医療機関における ESBL 産生菌分離状況
地方衛生研究所全国協議会関東甲信静支部 第 34 回細菌研究部会（2023 年 2 月）
高橋裕子、堀越絢乃、黒川奈都子、小川麻由美、塚越博之、猿木信裕
- 10 群馬県における腸管出血性大腸菌のベロ毒素遺伝子サブタイプ保有状況調査
地方衛生研究所全国協議会関東甲信静支部 第 34 回細菌研究部会（2023 年 2 月）
黒川奈都子、小川麻由美、高橋裕子、堀越絢乃、塚越博之、猿木信裕
- 11 PM2.5 成分データを用いた大気中シリカ濃度と特発性間質性肺炎の因果関係の検討
第 93 回日本衛生学会学術総会（2023 年 3 月）
古賀康彦、熊谷貴美代、木田節、西岡典宏、久田剛志、土橋邦生、上田佳代、石見拓
- 12 東イオンビーム分析技術による時分割捕集された大気中微粒子試料の特徴量解析
第 70 回応用物理学会春季学術講演会（2023 年 3 月）
加田渉、臼井洸貴、菊池涼太、張錦汕、熊谷貴美代、田子博、佐藤隆博、石井保行、花泉修

- 13 **2022 年に群馬県で分離された腸管出血性大腸菌について**
令和 4 年度（第 10 回）群馬県地域保健研究発表会（2023 年 3 月）
堀越絢乃, 高橋裕子, 小川麻由美, 黒川奈都子, 塚越博之, 猿木信裕
- 14 **C4-C5 dicarboxylic acids present in anthropogenic and biogenic secondary organic aerosol**
CIA2Korea2022（2022 年 5 月）
Kei Sato, Fumikazu Ikemori, Sathiyamurthi Ramasamy, Akihiro Fushimi, Kimiyo Kumagai, Akihiro Iijima, Yu Morino
- 15 **Four- and Five-Carbon Dicarboxylic Acids Present in Secondary Organic Aerosol Produced from Anthropogenic and Biogenic Volatile Organic Compounds**
JpGU2022（2022 年 5 月）
Kei Sato, Fumikazu Ikemori, Sathiyamurthi Ramasamy, Akihiro Fushimi, Kimiyo Kumagai, Akihiro Iijima, Yu Morino
- 16 **Characterization of hourly-collected air-borne particulate matters by in-air micro-PIXE analysis assisted by machine learning**
18th International Conference on Nuclear Microprobe Technology and Applications (ICNMTA2022)（2022 年 9 月）
Koki Usui, Ryota Kikuchi, Sota Nakatsu, Takahiro Imayoshi, Kimiyo Kumagai, Hiroshi Tago, Masashi Koka, Naoto Yamada, Ryohei Yamagata, Yasuyuki Ishii, Takahiro Satoh, Osamu Hanaizumi, and Wataru Kada

VI 研修・業績発表会

1 当所で実施した研修

名 称	研 修 内 容	研 修 対 象 者	研修期間	担 当 係
環境（森林）事務所 水質分析担当職員の 分析研修	水質検査方法等（pH、 BOD、SS、ノルマルヘキ サン抽出物質含有量、DO 計膜交換）	環境（森林）事 務所水質分析担 当職員	R4.5.19	水環境
保健所細菌検査新任 者等研修会	細菌検査（感染症）	保健所細菌新任者	R4.6.22～ 6.24 R4.7.20～ 7.22	保健科学
令和４年度保健所 感染症担当者疫学 研修会	「腸管出血性大腸菌によ る感染症発生時の対応に ついて」	保健所及び感染 症・がん疾病対 策課の感染症担 当者	R4.6.27	感染制御
令和４年度感染症業 務研修会	第１回 【演習】「搬送に 係る検体の取り扱い及び 梱包」	保健所及び感染 症・がん疾病対策 課の感染症担当者	R4.12.15	感染制御
令和４年度感染症業 務研修会	第２回 【演習】「感染症 研修会に役立つ吐物処理 等」	保健所及び感染 症・がん疾病対策 課の感染症担当者	R4.12.22	感染制御
令和４年度感染症業 務研修会	第３回 【演習】「麻しん 及び風しんの発生時対応 について」	保健所及び感染 症・がん疾病対策 課の感染症担当者	R5.1.18	感染制御
令和４年度感染症業 務研修会	第４回 【演習】「サー ベイランスと薬剤耐性感 染症の基礎」	保健所及び感染 症・がん疾病対策 課の感染症担当者	R5.1.20	感染制御
令和４年度 嗅覚測 定法研修会	嗅覚測定法による臭気検 査及び調査の講習会	県および市町村職 員	R5.1.25	大気環境

名 称	研 修 内 容	研 修 対 象 者	研修期間	担 当 係
令和４年度群馬県 感染症研修会	「国立感染症研究所 実地 疫学専門家養成コース （ FETP ） の活動」 「新型コロナウイルス感 染症とその流行に潜む注 意すべき感染症」	県内医療機関及び 県市町村の感染症 対策担当者	R5.2.1	感染制御
大気汚染及び水質汚 濁事故発生時の対応 に関する研修会	大気汚染及び水質汚濁事 故の講義及び実習	県 お よ び 市 町 村 職員	R5.2.10	大気環境 水環境

2 当所で受け入れた視察、研修

年月日	視察者・研修者	人数	目的
R4.6.6	群馬大学医学部医学科見学実習(3年生)	13	学生施設見学
R4.6.20～22	群馬大学医学部医学科地域保健実習	1	地域保健研修
R4.7.26～28	群馬大学公衆衛生学実習(医学部医学科5年生)	3	地域保健研修
R4.8.1	前橋高等学校施設見学	5	学生施設見学
R4.8.29～9.2	群馬工業高等専門学校インターンシップ	3	インターンシップ
R4.11.2	群馬大学医学部保健学科3年生施設見学	40	学生施設見学
R4.12.8	高崎東高等学校施設見学	40	学生施設見学
R5.2.8	群馬大学大学院保健学研究科(1年生)	1	学生施設見学
合計		106	

3 令和4年度 群馬県衛生環境研究所・食品安全検査センター 業績発表会

(令和5年3月20日開催)

<衛生環境研究所（環境）>

1. 群馬県内の河川中マイクロプラスチックの調査結果について

水環境係 八木 千聖

河川中のマイクロプラスチック（MP）について、利根川の上流・中流・下流（全4地点）で夏季と冬季に調査を行ったので、その結果を報告する。また、下流2地点間にある利根大堰が、MP数密度及びMPの種類に与える影響についても調査したので、併せて報告する。

2. 光化学オキシダントとの関連に着目した揮発性有機化合物調査について

大気環境係 坂本 祥一

群馬県では光化学オキシダント（Ox）が高濃度化しやすく健康被害が懸念される。原因物質のうち揮発性有機化合物（VOC）は工場などの他に植物からも放出され、その成分は様々でありOx生成のしやすさも成分ごとに異なる。そこでOx生成に寄与する成分を探るため、県内のVOC組成を調査した。

<衛生環境研究所（感染症・共同研究）>

3. 2022年に検出された新型コロナウイルス ゲノム解析結果について

保健科学係 久保田 莉菜

2019年に発生した新型コロナウイルス感染症は、何度も変異を繰り返し社会的に大きな影響を与えている。2022年には、世界中でオミクロン株が主流となり大きな流行を繰り返した。本発表では、2022年に群馬県で検出された新型コロナウイルスのゲノム解析結果について報告する。

4. 温浴施設における衛生管理方法に関する検討

株式会社 ヤマト 住谷 敬太

温浴施設の循環式浴槽で使用されているろ過器は、レジオネラ属菌の汚染源となりやすいことから、高濃度塩素による消毒が推奨されている。今回、高濃度塩素の代替となるものとして低濃度電解オゾン水に着目し、ろ過器を毎日1回消毒することによる効果を検証した。

<食品安全検査センター>

5. 群馬県内に流通している加工食品のアレルゲン「大豆」の表示及び含有量の実態調査

食品・医薬品検査係 大島 裕之

大豆は様々な食品に含まれている。アレルギー患者とその家族にとって、大豆を完全に除去するのは難しいため、食品中の含有量を知ることが重要となる。大豆のアレルゲン表示の実態が不明であったため、県内に流通する加工食品の表示及び含有量を調査した。

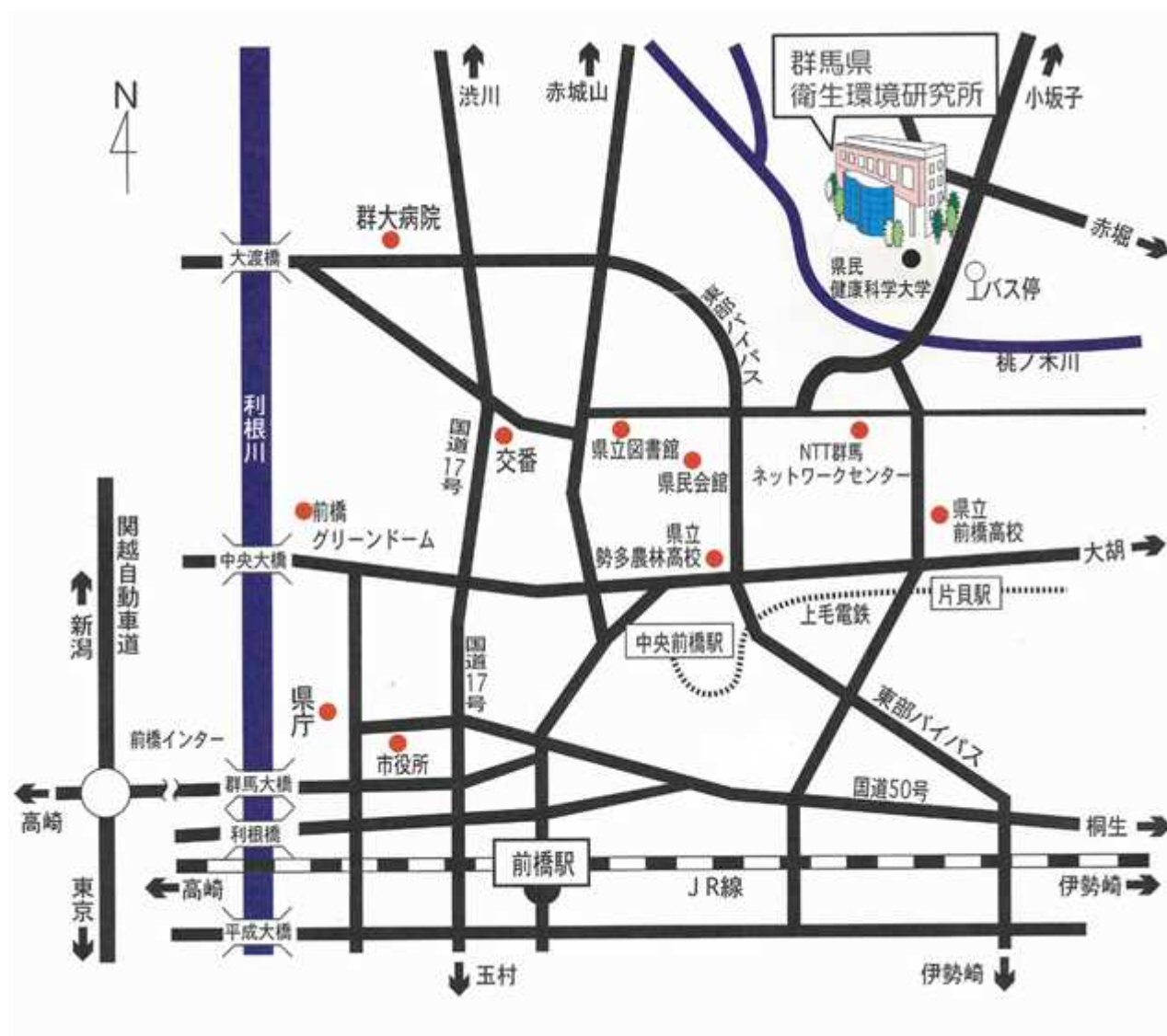
編 集 委 員

【研究・企画・評価委員】

猿 木 信 裕 (委員長)	田 子 博
田 邊 祐 介	太 田 正 徳
吉 住 正 和	熊 谷 貴 美 代
塚 越 博 之	佐 藤 ゆ り 恵

【学術部会員】

島 田 諒 (部会長)	松 本 理 沙
小 林 美 保	高 橋 裕 子
友 松 瑛 里	



群馬県衛生環境研究所 年報 第55号

I S S N 1 3 4 0 - 2 6 5 X
発 行 令和5年12月28日

編集発行 群馬県衛生環境研究所
前橋市上沖町378 (〒371-0052)
電 話 (027) 232-4881 (代)
F A X (027) 234-8438