

熊本県  
保健環境科学研究所報  
令和6年度（2024年度）

Annual Report  
of  
Kumamoto Prefectural Institute  
of Public-Health and Environmental Science

No.54 2024

熊本県保健環境科学研究所



## はじめに

冬の冷たさがようやく和らぎ、春を実感する季節となりました。今年も、年間の業務を所報として取りまとめる時期となりました。私自身、所長としての着任から2年目を迎え、日々の業務へ向き合う姿勢を新たにできる機会でもあり、この1年間でどれだけ社会に役立ったかを顧みる時期でもあります。

当研究所では、県内の保健・衛生分野および環境分野における中核的な試験研究機関として、感染症、食品、環境に関する試験検査や調査研究に取り組んでいます。新型コロナウイルス感染症の対応が落ち着きを見せる中、これまで中断や縮小を余儀なくされていた業務を一つひとつ再開しつつ、最近、注目が高まっている薬剤耐性菌（AMR）や有機フッ素化合物（PFAS）など新たな課題へも対応しています。業務再開には依然として道半ばの部分はあるものの、本来の姿をかなり取り戻しつつあると感じています。

また、団塊世代の大量退職に伴う技術伝承、専門性の維持向上などの課題も引き続き存在しています。当研究所では「研究推進プロジェクトチーム」による若手職員の育成や研究活動の活性化に加え、国の研究機関や他県及び県内試験研究機関との連携強化に取り組み、より質の高い研究体制に繋がるよう努めています。

近年、社会状況の変化等に伴い、リスクやハザードが不明であるとか、規制するほどのリスクがあるのかどうか必ずしも明らかでないような事柄に対し、県として、どう向き合っていくのかといったことが問われてきています。科学的根拠に基づく施策の展開や県民の皆様への適切な情報発信に向け、当所の果たすべき役割は、今後も一層重要性を増してくるものと考えているところです。

本所報は、主に令和6年度（2024年度）に職員が取り組んだ試験検査および調査研究の成果をとりまとめたものです。今後も、県民の皆様の声に応えられるよう、引き続き、関係各位の心からのご指導、ご助言を賜りますようお願い申し上げます。

令和8年（2026年）3月

熊本県保健環境科学研究所  
所長 榮田 智志



# 目次

## 1 運 営

1・1 沿革・組織機構	1
1・2 職員の構成	2
1・3 職員の一覧表	2
1・4 施設及び主要備品	3
1・5 学会・研修等	5

## 2 業 務 実 績

2・1 微生物科学部	11
2・2 生活化学部	13
2・3 大気科学部	16
2・4 水質科学部	19

## 3 調 査 研 究

### 3・1 報文

1) 過去 10 年間の熊本県内における下痢症ウイルス検出状況について	22
2) LC-MS/MS による血清中テトロドトキシシン分析法の検討	29
3) 2021 年春季に発生した光化学オキシダント高濃度事例の特徴	33
4) 特定酵素基質寒天培地法による事業場排水中の大腸菌数の測定	37

### 3・2 資料

1) 感染症発生動向調査に伴う病原体検査（2024 年度）	41
2) 日本脳炎調査（2024 年度）	46
3) LC-MS/MS による水稻中の農薬分析法の検討及び育苗箱施用剤の施用時期の違いによる移植後農薬濃度の推移調査	48
4) マイクロウェーブ分解装置を用いた玄米及び清涼飲料水中の重金属分析法の検討	53
5) 熊本県における放射能調査（2024 年度）	56
6) 熊本県の酸性雨長期モニタリング調査結果（2024 年度）	61

3・3 誌上発表論文抄録	66
--------------	----

### 3・4 学会・研究会発表抄録

1) 所外における学会・研究会	68
-----------------	----



Annual Report of Kumamoto Prefectural Institute  
of Public-Health  
and Environmental Science  
No. 54 2024  
Contents (Research)

Regular Articles

- 1) Detection of diarrheal viruses in Kumamoto Prefecture over the past 10 years  
Sumika RYU, Seiya HARADA, Shunsuke YAHIRO<sup>\*1</sup>, Takashi SAKAI<sup>\*2</sup>, and Eisuke TOKUOKA  
<sup>\*1</sup> Public Sanitation and Pharmaceutical Division  
<sup>\*2</sup> Department of Health, Welfare and the Environment, Kikuchi Area Promotion Bureau, Northern Kumamoto Administrative Headquarters
- 2) Study on analytical method of Tetrodotoxin by LC-MS/MS in Serum  
Eriko SHIMA, Kana TAMURA, Kentaro MONDA, Ai AOKI, and Asami IMATSUJI
- 3) Characteristics of high photochemical oxidant concentration episodes in the spring of 2021  
Koki MITSUI and Satoshi TOYONAGA
- 4) Escherichia Coli Measurement Using Enzyme Substrate Medium in Industrial Effluent  
Takefumi NAGATA and Yasunori NAKAHORI

Reports

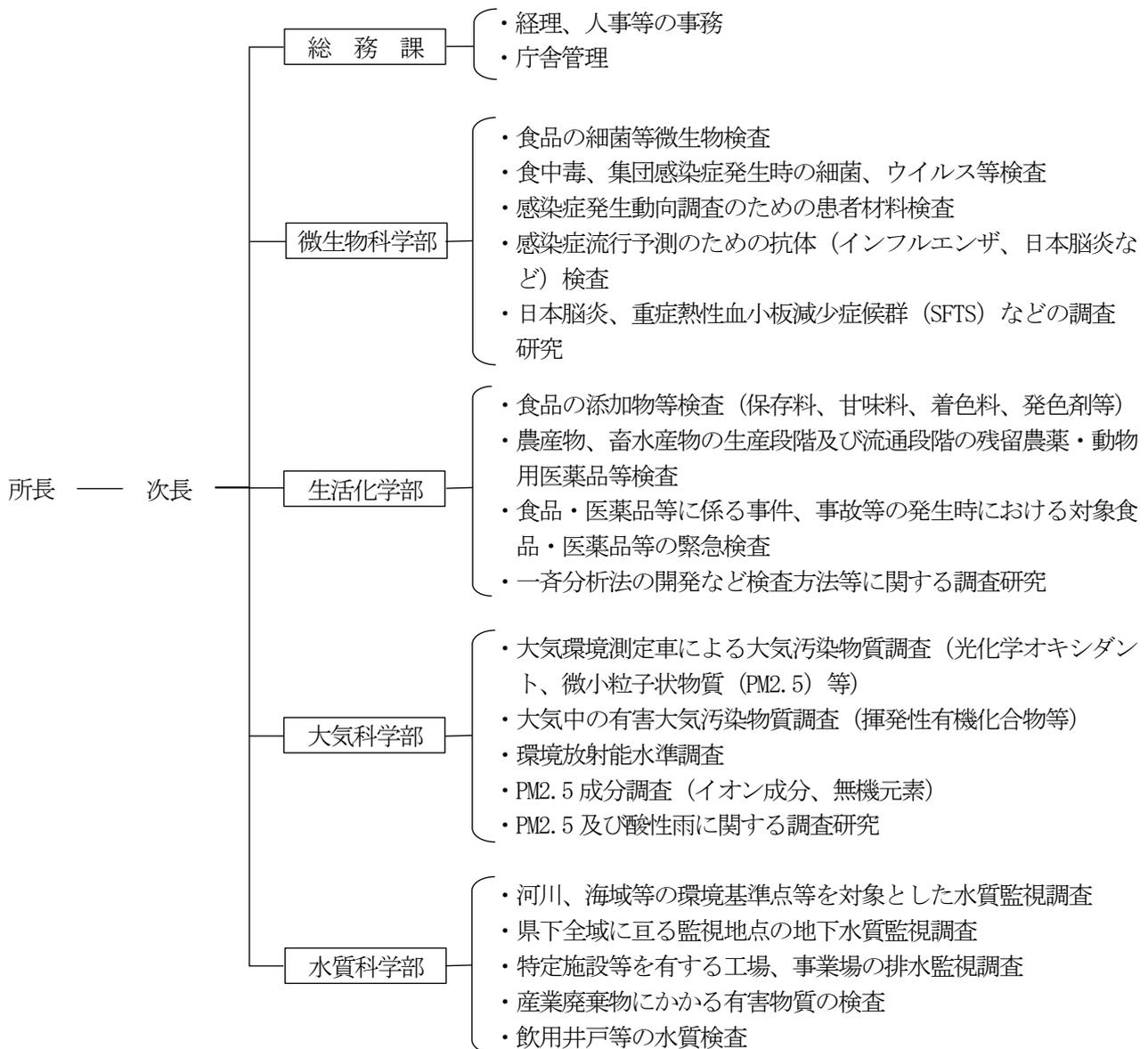
- 1) Epidemiological Surveillance of Infection Diseases in Kumamoto Prefecture (2024)  
Eisuke TOKUOKA, Yukie INOUE<sup>\*1</sup>, Sumika RYU, Takaaki HIRANO<sup>\*2</sup>, Seiya HARADA, Misato MORI<sup>\*3</sup>, and Ichiro IZU  
<sup>\*1</sup> Department of Health Welfare and the Environment, Hitoyoshi Area Development Bureau, Southern Kumamoto Administrative Headquarters  
<sup>\*2</sup> Johoku Livestock Hygiene Office  
<sup>\*3</sup> Meat Inspection Office
- 2) Surveillance of Japanese Encephalitis Virus Infection in Kumamoto Prefecture (2024)  
Sumika RYU, Yukie INOUE<sup>\*1</sup>, and Eisuke TOKUOKA  
<sup>\*1</sup> Department of Health Welfare and the Environment, Hitoyoshi Area Development Bureau, Southern Kumamoto Administrative Headquarters
- 3) LC-MS/MS Analysis of Pesticides in Rice Plants: Method Development and Post-Transplantation Residue Dynamics Under Different Application Timings  
Kentaro MONDA, Ai AOKI, Eriko SHIMA, Kana TAMURA, and Asami IMATSUJI
- 4) Study on Analytical Method for Heavy Metals in Brown Rice and Soft Drinks by Microwave Digestion  
Kana TAMURA, Eriko SHIMA, Kentaro MONDA, Ai AOKI, and Asami IMATSUJI

- 5) Radioactivity Survey Data in Kumamoto Prefecture (2024)  
Kazunori UENO, Yumiko SUITOU, Satoshi TOYONAGA, Shoei FURUSAWA, and Koki MITSUI
  
- 6) Long-term monitoring of acid deposition in Kumamoto Prefecture(2024)  
Kazunori UENO and Shoei FURUSAWA

# 1 運 営

## 1・1 沿革・組織機構

昭和 23 年 12 月	厚生省 3 局長通達に基づき、細菌検査所と衛生試験所を統合し、熊本市に「熊本県衛生研究所」として発足
26 年 10 月	熊本県衛生研究所条例（現熊本県保健環境科学研究所条例）公布
45 年 7 月	熊本県衛生研究所に公害部を増設
46 年 9 月	「熊本県衛生公害研究所」と改称（生物科学部、理化学部、公害部）
52 年 4 月	公害部の組織改編（生物科学部、理化学部、大気部、水質部）
平成 7 年 4 月	宇土市に新築移転、「熊本県保健環境科学研究所」と改称（微生物科学部、生活化学部、大気科学部、水質科学部、地下水科学室（水質科学部部内室））
21 年 4 月	地下水科学室を廃止し、水質科学部に統合（微生物科学部、生活化学部、大気科学部、水質科学部）



## 1・2 職員の構成

(令和7年6月1日現在)

組 織	職 員 数								合 計	
	事務系	技 術 系						技能 吏員		
		医師	獣医師	薬剤師	理工系 技師	農学系 技師	検査技師			小計
所 長					1			1		1
次 長	1							1		1
総務課	2							2		2
微生物科学部			3	4				7		7
生活化学部				3		1	1	5		5
大気科学部				1	3			4		4
水質科学部				2	5			7		7
合 計	3	0	3	10	9	1	1	27	0	27

## 1・3 職員の一覧表

(令和7年6月1日現在)

職		氏 名		職		氏 名	
所 長		榮 田 智 志		大 気 科 学 部	大気科学部長	出 納 由美子	
審議員兼次長		松 岡 和 美			研究参事	豊 永 悟 史	
総務課	総務課長(兼務)	松 岡 和 美			〃	古 澤 尚 英	
	主 幹	稲 葉 智 裕		研究員	三 井 浩 揮		
微 生 物 科 学 部	研究主幹 (微生物科学部長)	徳 岡 英 亮		水 質 科 学 部	研究主幹 (水質科学部長)	中 堀 靖 範	
	研究主幹	伊 豆 一 郎			研究参事	永 田 武 史	
	研究参事	富 永 洋 平			研究主任	勢 田 一 史	
	研究主任	大仁田 寛 和			研究員	芹 川 大 成	
	研究員	笠 純 華			〃	遠 山 ち は る	
	〃	畑 中 雅 柚 子			〃	奥 村 美 紘	
〃	原 田 誠 也		〃	上 野 一 憲			
生 活 化 学 部	研究主幹 (生活化学部長)	今 辻 麻 美					
	研究参事	島 絵 里 子					
	研究主任	田 村 香 菜					
	〃	門 田 健 太 郎					
	研究員	青 木 愛					

## 1・4 施設及び主要備品

### 1・4・1 施設

		(単位 m <sup>2</sup> )
敷地		22,998.74
庁舎概要		
本館	鉄筋コンクリート造3階建(平成7年2月20日)	5,436.08
1F	総務課 微生物科学部 テレメーター室	1,880.82
2F	生活化学部 大気科学部 会議室 講堂	1,735.38
3F	水質科学部 図書室 教養室	1,735.38
RF		84.50
排水処理室	鉄筋コンクリート造	9.90
車庫	鉄骨造	113.10
動物舎	鉄筋コンクリート造	158.40
危険物等倉庫	鉄筋コンクリート造・一部鉄骨造	50.00
感染性廃棄物保管庫	軽量鉄骨造	23.85
屋外検体受付室	軽量鉄骨造	9.78
計		5,801.11

### 施設の建物別面積

		(単位 m <sup>2</sup> )	
区 分	面 積	備 考	
管 理 部 門	109.20		
研 修 部 門	230.50	図書室 会議室 講堂 教養室	61.0 149.2 20.3
技 術 部 門	4,316.96		
倉 庫	326.64		
ボイラー・機械室等	316.80		
その他・共通部門	135.98		
小 計	5,436.08		
その他	排水処理室	9.90	
	車 庫	113.10	
	動 物 舎	158.40	
	危険物等倉庫	50.00	
	感染性廃棄物保管庫	23.85	
	屋外検体受付室	9.78	
計	5,801.11		

## 1・4・2 主要備品

(注：300万円以上の機器を掲載、令和7年4月1日現在)

品名	メーカー名 / 型式等	購入年月	配置先
大気環境測定車 (みどりV世号)	トヨタ/3BF-TRY230	R4.3	大気科学部
自動電気泳動装置	島津製作所/MCE-202MultiNA	H29.2	微生物科学部
自動核酸精製装置	QIAGEN/QIAcube connect	R2.3	微生物科学部
自動核酸抽出装置	Maxwell RSC 48 System AS8500	R5.3	微生物科学部
DNAシークエンサー	Applied Biosystems/3500GeneticAnalyzer	H23.7	微生物科学部
DNAシークエンサー	イルミナ/iSeq 100	R2.3	微生物科学部
DNAシークエンサー	イルミナ/iSeq 100	R3.11	微生物科学部
DNAシークエンサー	サーモフィッシャー SEQ8FLEX230-D-BA01	R5.3	微生物科学部
シークエンス解析システム	Filgen/CLC Workbench	R3.10	微生物科学部
煙道排ガス試料採取装置	マルニサイエンス/M2-700DS	H26.3	大気科学部
気象観測装置	小笠原計器製作所/	H26.2	大気科学部
ガスクロマトグラフ	島津製作所/GCMS QP-2010	H16.10	生活化学部
ガスクロマトグラフ	Agilent/8890GC	R3.3	水質科学部
ガスクロマトグラフ質量分析装置	Agilent/6890N/5973 inertMSD	H16.3	生活化学部
ガスクロマトグラフ質量分析装置	島津製作所/GCMS-TQ8040	H27.3	水質科学部
ガスクロマトグラフ質量分析装置	島津製作所/GCMS-QP2020NX	R3.2	水質科学部
ガスクロマトグラフ質量分析装置	島津製作所/加熱脱着装置付きGCMS-QP2020NX-	R5.3	大気科学部
液体クロマトグラフ	島津製作所/PROMINENCE	H17.9	生活化学部
液体クロマトグラフ質量分析計	島津製作所/LCMS-8030, Nexera	H23.5	水質科学部
液体クロマトグラフ質量分析装置	島津製作所/LCMS-8060, NexeraXR	R6.1	水質科学部
液体クロマトグラフ	島津製作所/Nexera	R6.12	大気科学部
イオンクロマトグラフ	サーモフィッシャー・サイエンティフィック/Integrion	R5.3	大気科学部
イオンクロマトグラフ	サーモフィッシャー・サイエンティフィック/Integrion RFIC	R2.3	水質科学部
クロマトグラフ関連機器	GLサイエンス/アクアローダーAL898, TurboVap LV	R5.2	水質科学部
マイクロウェーブ試料前処理装置	アントンパール/Multiwave PRO 60Hz	H29.12	水質科学部
マイクロウェーブ試料前処理装置	アントンパール/Multiwave5000	R6.3	大気科学部
マイクロウェーブ試料前処理装置	アントンパール/Multiwave GO PLUS 60Hz 131070	R6.11	生活化学部
リアルタイムPCR装置	ロシュ・ダイアグノスティクス/LightCycler480System II	R2.10	微生物科学部
リアルタイムPCR装置	ロシュ・ダイアグノスティクス/LightCycler480System II	R2.12	微生物科学部
リアルタイムPCR装置	サーモフィッシャー PCR装置 QuantStudio5	R5.3	微生物科学部
リアルタイムPCR装置 (全自動)	BD/全自動核酸抽出増幅検査システム BDマックス	R3.2	微生物科学部
気中水銀分析装置	日本インスツルメンツ/WA-5A	H26.3	大気科学部
オートアナライザー	ビーエルテック/SWAAT28 2ch+UV	H29.10	水質科学部
ICP質量分析装置	Agilent/7900	H28.12	水質科学部
蛍光顕微鏡	ニコン/Ni-L	R6.3	微生物科学部
バイオセーフティー実験室	日本エアテック/BSL(P3)ABR-83P3S	R6.3	微生物科学部
PM <sub>2.5</sub> 成分分析用サンブラ	ムラタ計測器サービス/MCAS-SJA	H25.7	大気科学部
超臨界流体抽出装置	島津製作所/Nexera UCオンラインSFEシステム	H29.2	生活化学部
超臨界流体質量分析装置	島津製作所/Nexera UCオンラインSFE/SFC-LCMS8050	H29.2	生活化学部
原子吸光分光光度計	パーキンエルマー/PinAAcle 900Z	H30.12	水質科学部
ガスクロマトグラフ (ECD)	島津製作所/GC-2010 Plus	H29.1	生活化学部
ガスクロマトグラフ (FID)	島津製作所/GC-2010 Plus	H29.1	生活化学部
恒温恒湿器	ヤマト科学/FCCZ-150	H31.3	大気科学部
放射能検出装置	日立アロカメディカル/NaI (II)シンチレーションスペクトロメータ	H24.3	生活化学部
温風式棚加熱真空乾燥機	東京理化学器械/PVO-450	R5.2	生活科学部
破砕機	安井器械/MB3200(S)-	R6.11	微生物科学部
ガスクロマトグラフ	島津製作所/GCMS-TQ8040NX	R7.1.	水質科学部
水質分析計	日東精工エアナリテック/FLA300	R7.3	水質科学部

## 1・5 学会・研修等

### 1・5・1 出席した主要な学会・研究会等

年月	名称	場所・方法	氏名
6年4月	エアロゾルシンポジウム	Web	豊永
6月	都市大気エアロゾル分科会講演会	Web	豊永
6月	大気環境学会 科学コミュニケーション部会講演会	Web	豊永
7月	II型共同研究「光化学オキシダント等の変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み」リーダー会合	茨城県	豊永
7月	衛生微生物技術協議会第44回研究会	東京都	柴田、徳岡
8月	II型共同研究「光化学オキシダント等の変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み」行政支援グループRK法サブグループ会合および勉強会	茨城県	豊永、古澤
9月	環境科学会2024年会*	東京都	豊永
9月	第65回大気環境学会年会*	神奈川県	豊永、古澤、三井
9月	第35回廃棄物資源循環学会及び全国環境研協議会研究発表会併設集会	茨城県	芹川
10月	第50回九州衛生環境技術協議会	宮崎県	今辻、田村、伊豆、井上、永田、奥村、三井
10月	地下水学会2024年秋季講演会	新潟県	中堀
11月	2024年度環境情報科学研究発表大会*	東京都	豊永
11月	ウイルス性下痢症研究会第35回学術集会及び第71回日本ウイルス学会学術集会*	愛知県	笠
11月	第61回全国衛生化学技術協議会年会	大阪府	田村、門田、青木
11月	第120回日本食品衛生学会学術講演会	愛知県	田村、井上
11月	II型共同研究「災害時等における化学物質の網羅的簡易迅速測定法を活用した緊急調査プロトコルの開発」全体会合、「法学及び工学的アプローチの連携による災害・事故時における化学的物質の環境リスク管理制度並びに情報基盤に関する研究」机上演習会合	茨城県	永田
12月	全国大気汚染防止連絡協議会第69回全国大会*	埼玉県	豊永
12月	水・大気環境連携セミナー2024	Web	豊永
12月	大気環境学会中部支部講演会	Web	豊永
7年1月	令和6年度化学物質環境実態調査環境科学セミナー 同上	東京都 Web	小原(彬)、奥村 出納、上野
1月	第36回日本臨床微生物学会学術総会	愛知県	原田
2月	全国環境研究所交流シンポジウム	Web	豊永
2月	希少感染症診断技術研修会	Web	徳岡、平野、伊豆

3月	令和6年度環境化学会九州・沖縄地区部会講演会	福岡県	豊永
3月	大気環境学会九州支部第25回研究発表会*	福岡県	豊永
3月	Ⅱ型共同研究「光化学オキシダント等の変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み」全体会合	東京都	豊永、古澤、三井 豊永、古澤
3月	令和6年度環境放射能水準調査に係る技術検討会	東京都	上野
3月	第59回日本水環境学会年会	北海道	中堀、芹川、 小原(彬)、奥村

\*職員が発表した学会等

## 1・5・2 出席した技術研修等

年 月	名 称	場所・ 方法	氏 名
6年6月	日本分析センター「環境放射能分析及び測定（第2回）」	千葉県	三井
9月	JASIS 2025	千葉県	島、森
10月	令和6年度国立保健医療科学院短期研修（細菌研修）	東京都	森
10月	地域保健総合推進事業 地域専門家会議（九州ブロック）：食品中の食品添加物分析法妥当性確認ガイドラインについて	福岡県	島
11月	ボツリヌス症の細菌学的検査に関する講習会	東京都	笠
12月	全ゲノム解析技術研鑽会	福岡県	森、井上
12月	令和6年度水質分析研修	埼玉県	奥村
7年1月	令和6年度指定薬物分析研修	神奈川県	島、田村
1月	地域保健総合推進事業 第1回職員の試験検査技術の啓発に関する取組（理化学系現場の会）	東京都	田村
1月	令和6年度クリプトスポリジウム初心者研修会	東京都	中堀
2月	令和6年度動物由来感染症リファレンスセンター研修会	東京都	笠
2月	地域保健総合推進事業（九州ブロック）模擬訓練事業結果検討会	福岡県	田村
2月	佐賀県製薬協会研修	佐賀県	今辻
3月	アジレントテクノロジー PFAS分析（飲料水・環境水・農作物編）	大阪府	榮田、島

### 1・5・3 所で行った発表・研修

年 月	研修名又は対象者等	人 員	期 間	研修内容等
6年6月	研究計画の作り方	16	1日	座学（研究推進プロジェクトチーム主催研修）
7月	熊本大学薬学部早期体験学習	24	1日	業務説明及び施設見学
7月	宇土高校 SSH 未来体験学習	12	1日	施設見学及び模擬実験
7月	調査研究・試験検査等担当職員の人材育成とキャリア支援研修（第1回・内部研修）	13	1日	座学（微生物分野・理化学分野共通）
8月	熊本県インターンシップ実習生受入	4	1日	業務説明及び施設見学
8月	熊本県薬剤師インターンシップ実習生受入	1	1日	業務説明及び施設見学
8月	論文の調べ方	12	1日	座学（研究推進プロジェクトチーム主催研修）
9月	獨協医科大学実習生受入	4	1日	業務説明及び施設見学
9月	Rの基礎	12	1日	座学及び実習（研究推進プロジェクトチーム主催研修）
10月	Rによる作図入門 論文等で使える作図方法	11	1日	座学及び実習（研究推進プロジェクトチーム主催研修）
11月	調査研究・試験検査等担当職員の人材育成とキャリア支援研修（第2回・内部研修）	12	1日	座学及び実技研修（理化学分野）
11月	Rによるレポート作成の基礎	5	1日	座学及び実習（研究推進プロジェクトチーム主催研修）
12月	調査研究・試験検査等担当職員の人材育成とキャリア支援研修（第3回・内部研修）	12	1日	座学及び実技研修（微生物分野）
7年2月	九州看護福祉大学保健医療福祉行政論演習受入	20	1日	業務説明及び施設見学、実験
2月	研究発表会	約30	1日	研究成果発表
3月	医薬品検査に関する研修会	28	1日	外部講師による研修
3月	Rを用いたプログラミング実践入門	5	1日	座学及び実習（研究推進プロジェクトチーム主催研修）

## 1・5・4 所内抄読会

部 名	年 月	タイトル	氏 名
微生物科学部	6年 12月	ウイルス性下痢症研究会第35回学術集会及び 第71回日本ウイルス学会学術集会の復命	笠 純華
	7年 1月	細菌研修の復命	森 美聡
	7年 3月	患者清拭用木綿製タオルの電子レンジ処理による殺菌効果	徳岡 英亮
	3月	熊本県における日本脳炎に関する知見	井上 祐希江
生活化学部	6年 9月	スイセンによる食中毒疑い事例発生時の遺伝子による鑑別法	島 絵里子
	12月	チョウセンアサガオに接木したナスによる食中毒事例	青木 愛
	7年 2月	超臨界流体抽出およびGC-MS /MSによる畜水産物中残留農薬一斉分析法の検討	門田 健太郎
	2月	ミネラルウォーター類中における農薬類の検出状況	田村 香菜
大気科学部	6年 6月	研究計画の作り方*	豊永 悟史
	6年 8月	論文の調べ方*	豊永 悟史
	6年 9月	熊本県内における 2021 年春季の光化学オキシダント高濃度事例の解析	三井 浩揮
	9月	Rの基礎*	古澤 尚英
	6年 10月	Rによる作図入門 論文等で使える作図方法*	古澤 尚英
	6年 11月	Rによるレポート作成の基礎*	古澤 尚英
	7年 3月	Rを用いたプログラミング実践入門*	古澤 尚英
水質科学部	6年 11月	PFOS・PFOAの規制の変遷と定量分析方法及び留意点等	中堀 靖範
	12月	(論文紹介) 地下水硝酸汚染研究における最新トレンドと今後の方向性：熊本地域の事例を通して	小原 彬生
	7年 2月	AIQS-GCについて	永田 武史
	2月	LC/MS/MSによるシマジン・チオベンカルブ分析法の検討	奥村 美紘
	3月	底質水銀分析～SOPの改定等について～	小原 敦美

\* 研究推進プロジェクトチーム主催研修として実施

## 1・5・5 研究発表会

### 「第21回 熊本県保健環境科学研究所研究発表会」

○日時：令和7年（2025年）2月28日（金）13:30～17:00

○会場：熊本県保健環境科学研究所 2階講堂

#### 研究発表

「微生物科学部」（座長：食肉衛生検査所 精密検査課長 松本一俊）

1 過去10年間の熊本県内における下痢症ウイルス検出状況について 笠 純華

「生活化学部」（座長：食肉衛生検査所 精密検査課長 松本一俊）

2 畜水産物中残留農薬一斉分析法の検討 門田 健太郎

3 食品中の残留農薬検査結果（2016年度～2023年度） 田村 香菜

「大気科学部」（座長：環境保全課 主幹 山崎文雅）

4 熊本県内における2021年春季の光化学オキシダント高濃度事例の解析 三井 浩揮

「水質科学部」（座長：環境保全課 主幹 山形 卓）

5 特定酵素基質寒天培地法による事業場大腸菌数の測定 永田 武史

6 土地利用情報を活用した河川水質の把握の検討 小原 彬生

#### ポスターセッション

・ワンヘルス・アプローチに基づく市中におけるヒトの薬剤耐性菌腸管内保菌調査 伊豆 一郎

・Regression Kriging法を用いた九州地域におけるPM2.5濃度の空間分布推定 豊永 悟史

・時間-空間スケールデータのクラスタリング手法の検討 古澤 尚英

一気象・大気環境データにおける活用を目指してー

## 2 業務実績

### 2・1 微生物科学部

令和6年度は、行政検査依頼として感染症の検査、食中毒・有症苦情の原因微生物検査、食品の微生物規格基準検査、HIVの確認検査、健康福祉部職員のB型肝炎（HBs抗原・抗体）検査等を行った。また、国庫委託事業として、感染症流行予測調査事業（日本脳炎感染源調査）、感染症発生动向調査事業等を行った。その他、これらの試験・検査業務に加え、様々な課題について調査研究を行った。

主な試験検査及び調査研究の概要は次のとおりである。なお、業務実績表を別表に示す。

#### 2・1・1 試験検査

##### 1) 感染症検査

感染症発生届に基づき、保健所等から依頼された検体（細菌316検体、ウイルス・リケッチア86検体）について、検査を行った。検出された病原体は腸管出血性大腸菌、日本紅斑熱リケッチア、ツツガムシ病リケッチア、SFTSV等であった。

##### 2) 食中毒・有症苦情検査

食中毒・有症苦情関連の185検体について、原因微生物の検索及び同定検査を行った。その結果、原因微生物としてノロウイルス、カンピロバクター等が検出された。

##### 3) 食品中の微生物検査

魚肉練り製品等72検体の微生物規格検査等を行った。

##### 4) 新型コロナウイルスのゲノム解析

新型コロナウイルス感染症の変異株の発生动向を把握するため、県内の医療機関等で検出された新型コロナウイルスの検体計1,028件について、ゲノム解析を実施した。

##### 5) その他微生物検査

健康福祉部職員のうち希望のあった85名の血清についてHBs抗原及びHBs抗体検査を行った。

##### 6) 感染症流行予測調査

日本脳炎の感染源調査を、6月下旬～8月下旬にかけて、生後4～6ヶ月のブタ95頭についてJEVに対するHI抗体及び2-ME感受性抗体を測定した。詳しくは3・2資料の項に掲載した。

##### 7) 感染症発生动向調査事業に伴う検査

令和6年4月から令和7年3月までに、検査定点医療機関等において採取された93検体について、A549、RD-A、VeroE6等による組織培養法、遺伝子学的検査法等を用いて病原体の検査を行った。詳しくは3・2資料の項に掲載した。

#### 2・1・2 調査研究

動物由来感染症に関する研究及び薬剤耐性細菌に関する研究として、昨年度から引き続き調査研究を実施している。

また、国立医薬品食品衛生研究所並びに各地衛研による「腸管毒素原性大腸菌の汚染実態調査」に当所も参画した。

微生物科学部業務実績表

分類	事業名	業務	令和6年度		令和5年度	
			件数	延項目数	件数	延項目数
行政検査	(1) 感染症病原体検査	細菌	316	540	159	223
		ウイルス・リケッチア・その他	82	200	107	207
	(2) 食中毒・有症苦情検査	原因物質検査	185	1327	77	1246
	(3) 食品中の微生物検査	からし蓮根・馬刺・魚肉練り製品等	40	40	35	35
		野生鳥獣肉等	25	25	26	26
		生カキ・海水	7	7	8	8
	(4) 新型コロナウイルス検査	通常検査	0	0	23	23
		ゲノム解析	1028	1028	832	832
	(5) その他の微生物検査 (B型肝炎検査等)		85	170	88	176
	合計			1768	3337	1355
国庫委託調査	(6) 感染症流行予測調査 (感染源)		95	95	92	92
	(7) 感染症発生動向調査		93	930	105	1050
	合計		188	1025	197	1142
調査研究	動物由来感染症に関する調査研究		647	1311	634	1134
	薬剤耐性細菌に係る調査研究		190	380	129	258
	腸管毒素原性大腸菌の汚染実態調査		390	390	0	0
合計			1227	2081	763	1392
総計			3183	6443	2315	5310

## 2・2 生活化学部

令和6年度は、行政依頼検査として農産物の残留農薬検査、食品中の食品添加物等の規格基準検査、畜水産食品中の動物用医薬品等残留検査のほか、熊本県食の安全安心推進条例に基づく県産農林水産物中の農薬・動物用医薬品等の出荷前残留検査を実施した。また、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律に基づく医薬品の検査を実施した。

主な試験検査及び調査研究の概要は次のとおりである。なお、業務実績を別表に示す。

### 2・2・1 試験検査

#### 1) 食品・食品添加物等の規格基準検査

食品中の添加物検査として、保存料、甘味料等の検査を実施した結果、基準を超えるものはなかった。

#### 2) 魚介類の水銀検査

県内で漁獲され、県内に流通している魚介類の総水銀検査は、平成13年度から八代保健所試験検査課で行い、当所では同課の検査の結果、総水銀の値が暫定的規制値を超えた検体について有機水銀検査を実施することとしている。

令和6年度は該当する検査はなかった。

#### 3) 畜水産食品中の動物用医薬品等残留検査

生産段階で使用される動物用医薬品、飼料添加物等が、食肉・魚介類等の畜水産食品中に残留している実態を把握するため、食肉、養殖魚介類、牛乳等について、動物用医薬品の検査を実施した結果、基準値超過はなかった。

また、食肉衛生検査所から依頼のあった病畜疑いの牛肉及び豚肉の検査を計2検体実施した。

#### 4) 食品中の残留農薬検査

輸入食品を含む穀物、野菜、果実等の農作物について、残留農薬試験を実施した結果、基準値超過はなかった。

#### 5) 特定アレルギー物質検査

食品中の特定アレルギー物質（小麦、乳、卵）の表示確認試験を実施した結果、小麦（検体：冷凍食品）で混入疑いが1件あった。

#### 6) 医薬品等に関する試験検査

GMP（医薬品及び医薬部外品の製造管理及び品質管理の基準）調査要領に基づき、組織や品質マニュアル等を整備し公的認定試験検査機関として、平成24年10月1日認定を受けた。

令和6年度は、スワブスティック ポビドンヨード M60 包入の確認試験及び定量試験を実施した結果、製造販売承

認書の規格に適合していることを確認した。

#### 7) 薬事に関する業務

医薬品的な効能効果を表示した食品（いわゆる健康食品）による健康被害が疑われる場合などに、本庁担当課からの依頼を受け、含有成分等の分析を行うこととしている。

令和6年度は該当する検査はなかった。

#### 8) 器具、容器包装の規格基準検査

食品の調理、製造加工、運搬及び保存等に用いられる器具及び容器包装について、食品衛生法で定められた規格基準（カドミウム、鉛）の検査を実施した結果、基準値超過はなかった。

#### 9) おもちゃの規格基準検査

おもちゃについては、食品衛生法で定められた規格基準（重金属、ひ素、着色料）の検査を実施した結果、基準値超過はなかった。

#### 10) GLPに関する精度管理試験

（GLP：Good Laboratory Practice）

内部点検作業書（SOP：Standard Operating Procedure）に基づき、信頼性確保部門責任者による内部点検を実施しているが、その一環として、一般財団法人食品医薬品安全センター秦野研究所が実施する食品衛生外部精度管理調査に参加した。

調査項目は、食品添加物（ソルビン酸）、残留農薬（アトラジン、クロルピリホス、チオベンカルブ、フェントエート、フルトラニル、マラチオンの6種類中の3種）、残留動物用医薬品（スルファジミジン）であり、結果は残留農薬の繰り返し精度に関する項目で不満足な結果となり、それ以外の項目については、全て良好であった。

#### 11) 衛生検査施設における医薬品外部精度管理

医薬品医療機器法に規定する登録試験検査機関については、その試験成績の信頼性の確保及び検査技術の向上を

図るため、「医薬品の試験検査機関における試験検査の実施の基準」において、必要に応じて外部精度管理を受ける機会を設けることとされている。

令和6年度は、外部精度管理試験を実施しなかった。

#### 12) 熊本県食の安全安心推進条例に基づく出荷前農林水産物中の残留農薬等検査

熊本県産の主要な農林水産物について農薬、動物用医薬品等の出荷前における残留検査を実施した結果、食品衛生法の基準値を超えるものはなかった。

#### 13) 有症苦情に関する検査

令和6年度は該当する検査はなかった。

#### 14) 地方衛生研究所九州ブロック模擬訓練

健康危機発生時における検査体制の確立と関係機関との連携・協力体制の検証を目的に、原因不明の健康危機事案を想定した毒性物質の定性・定量検査の模擬訓練に参加した。想定シナリオ及び送付試料の LC-MS/MS 分析により、対象物質はチョウセンアサガオ類に含まれるアトロピンとスコポラミンであることを推定した。

### 2・2・2 調査研究

#### 1) 食品中の特定アレルギー物質検査における確認検査法の体制整備

当所では、食品中の特定アレルギー物質検査において、スクリーニング検査である定量検査法（ELISA 法）のみ実施しており、確認検査を実施する体制がないことが課題であった。令和5年に特定原材料「くるみ」の表示が義務化されたが、「くるみ」は定量検査法において交差反応が報告されていることから、今後検査を実施する際に確認検査が必要な状況が想定されるため、検査体制の整備に取り組んだ。原材料にくるみが含まれる加工食品を試料として、消費者庁次長通知「アレルギーを含む食品の検査方法」に沿って DNA 抽出精製を実施し、リアルタイム PCR 法により

「くるみ」陽性となることを確認した。今後は、PCR-核酸クロマト法を検討するとともに、県内に流通する加工食品に含まれる「くるみ」の実態調査を実施する予定である。

#### 2) LC/MS/MS によるテトロドトキシン分析法の構築

本県では、例年、フグ毒（テトロドトキシン）による食中毒が発生している。フグによる食中毒は致死率が高く、迅速な検査が求められているが、フグ毒の検査は、食品衛生検査指針に示されているマウス検定法であり、当所ではマウスを常備していないため、迅速な対応は困難である。

当所では、分析機器の変更に伴い、マウスを使用せず LC/MS/MS を用いた機器分析法の検討を行い、令和5年度に、LC/MS/MS による食品中のテトロドトキシン分析法を報告したが、今回、血清中のテトロドトキシン分析法について検討し、最適な分析条件を構築した。

### 2・2・3 その他

#### 1) 保健環境科学研究所検体分析システムの運営・保守

R5 年度から本格稼働した搬入票の入力から分析データの保存及び成績書の発行まで一元的に管理できる当該システムの運営及び保守を行った。令和6年度は、熊本県情報セキュリティ監査を受け、電子情報保全対策実施要領等の改正、ID・パスワードの変更確認、ログ確認に関する改善を行った。

#### 2) 調査研究・試験検査等担当職員の人材育成とキャリア支援

健康福祉部政策調整事業費を活用し、専門的な調査研究・試験検査等の業務を行う職員で構成するプロジェクトチームを設置、職種や所属を超えてそれぞれの技術や知見を共有するとともに、現状把握や課題、問題点を明らかにし、専門性や年齢、経験年数に応じて必要となるスキルや知見を整理した「調査研究・試験検査担当職員のキャリア支援及びトレーニング計画」を策定した。

生活化学部業務実績表

分類	事業名	業務	令和6年度		令和5年度	
			検体数	延項目数	検体数	延項目数
行政検査	(1) 食品・添加物等の規格基準検査	甘味料	37	111	20	60
		着色料	37	703	20	280
		保存料	37	296	20	140
		酸化防止剤	37	222	20	120
		防かび剤	37	111	4	12
		発色剤 亜硝酸ナトリウム	2	2	1	1
		清涼飲料水成分規格	7	21	6	16
		米（玄米）中のCd	0	0	0	0
		小計	194	1,466	91	629
	(2) 魚介類の水銀検査		0	0	0	0
	(3) 畜水産食品中の動物用医薬品残留検査	通常収去分	61	5,856	61	5,856
		食検からの依頼検査	2	192	4	384
		小計	63	6,048	65	6,240
	(4) 食品中の残留農薬検査	野菜,果実,米穀等	45	22,725	37	18,685
	(5) 特定アレルギー物質検査		24	48	24	48
	(6) 医薬品等に関する試験検査	確認試験・定量試験	1	3	1	1
	(7) 薬事に関する業務	健康食品等	0	0	0	0
	(8) 器具・容器包装規格基準検査	溶出試験	3	3	4	8
	(9) おもちゃの規格基準検査	溶出試験	3	4	2	6
	(10) GLPに関する精度管理試験	保存料,重金属	1	1	1	1
残留農薬,合成抗菌剤		2	4	2	3	
小計		3	5	3	4	
(11) 衛生検査施設における医薬品外部精度管理試験		0	0	0	0	
(12) 熊本県食の安全安心推進条例に基づく出荷前農薬等検査	野菜,果実,穀類,茶	21	9,942	22	8,457	
	畜水産物	12	984	12	1,152	
	小計	33	10,926	34	9,609	
(13) 有症苦情に関する検査		0	0	0	0	
(14) 地方衛生研究所九州ブロック模擬訓練		1	2	1	1	
(15) その他の行政依頼検査		0	0	1	1	
国委託事業	(16) 農薬等の試験法開発・検証事業		0	0	1	0
	総計		370	41,230	264	35,232

## 2・3 大気科学部

令和6年度は、大気環境測定車による大気環境調査、有害大気汚染物質調査及びアスベスト環境調査等を実施した。また、微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）については成分調査を行った。その他、二次生成大気汚染物質（光化学オキシダント（Ox）、微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>））の発生要因等についての調査研究を行った。

試験検査の結果は、別途「大気・化学物質・騒音等環境調査報告書」及び「環境白書」として公表される。

主な試験検査及び調査研究の概要は次のとおりである。業務実績を別表に示す。

### 2・3・1 試験検査

#### 1) 大気環境測定車による大気環境調査

熊本県では、県内35か所に設置した大気汚染常時監視測定局（以下「測定局」という。）における大気汚染物質（二酸化イオン、二酸化窒素及び光化学オキシダント等）濃度の常時監視を実施している。

このほか大気環境測定車により、既存の測定局だけでは捉えられない局地的な事象や常時監視における高濃度あるいは環境基準達成率の低い項目等の調査を機動的に実施している。

令和6年度は菊陽町における一般環境大気の状態把握のため、延べ321日間の調査を行った。（2.3.2.3参照）。引き続き測定を行った。なお、この調査は半導体関連企業集積に伴う大気環境モニタリングの一環として令和5年9月から実施している。

（令和7年度も調査を継続している。）

また、9月からは半導体関連企業集積に伴う大気環境モニタリングの一環として、菊陽町において一般環境大気の状態把握のため、測定を行った。

#### 2) 酸性雨長期モニタリング調査

県内では酸性雨による被害は顕在化していないが、東アジアの経済発展に伴う酸性物質排出量の増加による影響が懸念される。そこで、昭和63年10月から酸性雨の実態を把握するための調査を行っている。

令和6年度は宇土市及び阿蘇市一の宮の2地点で調査を実施した。1週間毎に回収した降水について、pH、電気伝導率及びイオン成分を測定した。得られたデータを用いて湿性沈着量等の算出と解析を行い、結果を3・2資料の項に掲載した。

#### 3) 微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）成分調査

微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）には多種の物質が含まれるが、それらの科学的情報が不明であることから、平成25年7月に本調査を開始した。

令和6年度は原則として国（環境省）が統一した日程に基づき、県央の宇土市1地点において春季、夏季、秋季及び冬季の計4回にわたり試料を採取し、イオン成分及び無機元素並びに

炭素成分を測定した。なお、炭素成分の分析については民間分析機関に委託した。

#### 4) 有害大気汚染物質調査

低濃度であっても長期的に暴露されると発がん性等の健康影響の可能性があるとされる「有害大気汚染物質」による汚染を把握するため、平成9年10月から本調査を行っている。

令和6年度は、一般環境調査として玉名市の1地点、発生源周辺調査として菊陽町の1地点で毎月1回、年12回試料を採取し、重金属類、アルデヒド類及び揮発性有機化合物類（VOCs）等を測定した。なお、VOCsのうち6項目の分析は民間分析機関に委託した。

#### 5) アスベスト環境調査

アスベストモニタリングマニュアル（第4.1版平成29年7月環境省）に基づき、一般環境中の総繊維濃度を測定している。なお、分析走査電子顕微鏡法によるアスベスト繊維数の計測は民間分析機関に委託している。令和6年度は山鹿市の2地点において調査を行った。

また、平成30年10月より解体工事現場等における蛍光顕微鏡を用いたアスベスト漏えい監視調査を行っており、令和6年度は6件の調査を行った。

#### 6) 九州新幹線鉄道騒音調査

九州新幹線鉄道の平成16年3月部分開業及び平成23年3月全線開業に伴い、沿線の騒音及び振動について環境基準値または指針値の超過状況を把握し、沿線住民の生活環境を保全するための調査を行っている。

令和6年度は計8地点において騒音調査を実施した。

#### 7) 半導体関連企業集積に伴う大気環境モニタリング調査（金属類）

県内で半導体関連企業の集積が進む中で、規制外の金属類等による環境影響を心配する意見が県に寄せられている。こうした意見に応え、県民の不安解消を図るために、工場の稼働前か

ら大気環境モニタリングを行い、企業の集積による環境の変化を客観的かつ科学的に把握することを目的に、令和5年9月から調査を開始した。

令和6年度は、菊陽町の1地点で季節毎に1回、年4回試料を採取し、大気環境中の金属類を測定した。また、比較対象地点として宇土市の1地点でも同時に調査を実施した。

#### 8) 環境放射能水準調査 (原子力規制庁委託)

平常時及び緊急時における放射能の分布状況を把握し、影響について正確な評価に資することを目的に、平成元年度から国の委託により環境等試料の放射性核種分析、定時降水中の全ベータ放射能測定及びモニタリングポストによる空間放射線量率測定調査を行っている。

令和6年度の調査結果を3・2資料の項に掲載した。

#### 9) 化学物質環境実態調査 (環境省委託)

令和6年度はモニタリング調査(8物質対象)として、1地点で試料採取を行った。また、初期環境調査(1物質対象)として1地点で試料採取を行った。

### 2・3・2 調査研究

#### 1) 酸性雨広域大気汚染調査

日本全域における酸性沈着による広域大気汚染実態の把握を目的とした全国環境研協議会による共同調査であり、当研究所は平成3年度から参加している。令和6年度も継続して調査を実施し、酸性雨長期モニタリング調査(2.3.1.2参照)のデータについて共同解析を実施した。

#### 2) 光化学オキシダント等の変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み (国立環境研究所とのII型共同研究)

光化学オキシダント(Ox)の環境基準達成率は全国的にも依然として非常に低い状況が続いており、令和元年5月には県内で光化学スモッグ注意報が10年ぶりに発令されている。また、微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)による大気汚染は、近年全国規模で改善傾向にあるが、依然として環境基準達成率の低い地域がある。

これらの物質による大気汚染は高い地域依存性を持つと同時に広域的な汚染の影響を受けるため、全国の地方環境研究所と国立環境研究所による共同研究が進められている。

当研究所は行政支援グループに参画し、空間濃度分布予測手法を行政支援に活用する手法の検討を行った。

熊本県内の光化学オキシダントによる大気汚染の状況について、大気汚染物質の空間濃度分布予測手法であるRegression Kriging法等により、県内全域の詳細な濃度分布の予測を試みた。また、この手法を簡易に使用できるツールの開発を国立環境研究所と共同で進めた。報告書の作成を進めるとともに関連する学会発表等を複数実施した。

#### 3) 連続観測データ等を用いたPM<sub>2.5</sub>等への道路交通及び野焼きの影響評価

熊本県内の測定局や大気環境測定車のデータを用いて、PM<sub>2.5</sub>等に道路交通や野焼きが与える影響の評価を試みた。画像データや統計的な手法等を組み合わせることで、簡易的にこれらの影響を分離し、評価する手法を検討した。

#### 4) アスベスト解体工事の効果的監視に向けた立入支援システムの検討

大気汚染防止法の改正により、解体工事におけるアスベストの排出規制対象がレベル3まで拡充された。これに伴い、県の指導権限が広がり立入等の業務量が大幅に増加することが見込まれ、効率的な立入計画の策定や無届(無報告)による解体工事に対する監視の強化が重要となる。

これまで建物の情報や解体等工事業者の情報等から、各工事の立入優先度を設定する手法を検討しており、公害関係届出等台帳システムに組み込む形で実用化されている。令和6年度はさらに実用性を高めるため、これらの内容を県で定めるアスベスト関係の要領に反映させる改定を行った。また、専門誌に関連する論文を掲載した。

#### 5) 地方環境研究所の研究成果の活用に関する研究

地方環境研究所で実施された研究成果の自治体の政策等への活用状況や活用に至るメカニズム等をインタビュー調査等により明らかにすることを試みた。

これまでの調査結果の総合的な分析から、研究成果が活用に至るメカニズム及び研究の種類等が明らかになっており、その成果について、専門誌と機関紙に計3報の論文等が掲載された。

## 大気科学部業務実績表

分類	事業名	業務	令和6年度		令和5年度	
			件数	延項目数	件数	延項目数
行政検査	(1) 大気環境測定車による大気環境調査		321	4,785	303	4503
	(2) 酸性雨調査		44	484	45	495
	(3) 微小粒子状物質 (PM <sub>2.5</sub> )成分調査	(イ) イオン成分	64	512	64	512
		(ロ) 無機元素	64	832	64	832
		小計	128	1,344	128	1,344
	(4) 有害大気汚染物質 調査	(イ) 重金属類	52	156	40	120
		(ロ) VOCs, アルデヒド類	130	234	80	180
		小計	182	390	120	300
	(5) アスベスト環境 調査	(イ) 一般環境	6	6	6	6
		(ロ) 解体現場等	17	17	29	29
小計		23	23	35	35	
(6) 九州新幹線鉄道騒音調査		8	8	7	7	
(7) 半導体関連企業集積に伴う大気環境モニタリング 未規制金属類		4	72	4	72	
合計			710	7,106	642	6756
国庫委託 調査	(8) 環境放射能水準調査 (原子力規制庁委託)	(イ) 空間放射線量率	2,190	2,190	2,148	2,148
		(ロ) 全ベータ放射能	87	87	100	100
		(ハ) ガンマ線核種分析	25	113	26	118
		小計	2,302	2,390	2,274	2,366
	(9) 化学物質環境実態調査 (環境省委託)		9	15	6	12
合計			2,311	2,405	2,280	2,378
総計			3,021	9,511	2,922	9,134

## 2・4 水質科学部

令和6年度は「公共用水域及び地下水水質測定計画」に基づく公共用水域や地下水の水質調査、水俣湾環境調査等を行った。これらの結果は「水質調査報告書（公共用水域及び地下水）」及び「熊本県環境白書」等として公表される。

また、水質汚濁防止法に基づく特定事業場等排水監視調査、熊本県地下水保全条例に基づく対象事業場の排水及び地下水調査のほか、産業廃棄物最終処分場や不法投棄箇所周辺の地下水・公共用水域の調査を行った。この他、飲用井戸の水質検査等を行った。

主な試験検査及び調査研究の概要は次のとおりである。なお、業務実績を別表に示す。

### 2・4・1 試験検査

#### 1) 公共用水域水質測定計画に係る調査

公共用水域監視調査として、河川水及び河川底質を対象として県内 53 河川 128 調査地点（国，県，市の合計）で行っている。うち熊本県分 34 河川 53 地点の河川水計 104 検体について生活環境項目及び健康項目等として延べ 984 項目、底質については 3 検体延べ 23 項目の分析を行った。

また海域では 4 海域の健康項目について、海水 21 検体延べ 168 項目、底質 16 検体延べ 100 項目の分析を行った。

#### 2) 地下水質測定計画に係る調査

地域の全体的な地下水質の概況を把握するため、新規概況調査（G点）、定点継続調査（T点）並びに基準超過井戸周辺調査（S点）として計117検体延べ595項目の分析を行った。

また、荒尾地域硝酸性窒素削減計画に定められた指標井戸の地下水質動向調査（特定地点調査）として、18検体延べ126項目の分析を行った。

#### 3) 特定事業場等排水監視調査

水質汚濁防止法及び県生活環境の保全等に関する条例に係る特定事業場や指定工場等の排水水について、主要 6 工場 46 検体延べ 237 項目、一般工場 96 検体延べ 593 項目の分析を行った。

#### 4) 水俣湾環境調査

水俣湾における水質等の状況を把握することを目的として、海水 8 検体、地下水 4 検体、底質 3 検体について総水銀、濁度、塩化物イオン等延べ 27 項目の分析を行った。

#### 5) 産業廃棄物に係る調査

廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行前の自社最終処分場周辺等における有害物質の監視調査等として、169 検

体延べ 450 項目の分析を行った。

#### 6) 荒尾浦川流域化学物質汚染対策調査

荒尾市浦川流域における化学物質汚染に係る調査として、ペンタクロロフェノール等について4検体延べ4項目の分析を行った。

#### 7) 飲用井戸等の行政検査

飲用井戸等衛生対策要領により飲用井戸等の衛生の確保を図るため、水道水質基準の一部項目（セレン、鉛、亜鉛、アルミニウム、鉄、マンガン、ひ素、ふっ素、ほう素等）について、32検体延べ321項目の分析を行った。

#### 8) 研究所排水等自主検査

当研究所の排水は宇土市終末処理場で処理されているが、当該排水の水質が下水道法に定める下水排除基準に適合しているか確認するための自主検査を年 2 回実施し、2 検体延べ 45 項目の分析を行った。

併せて、当研究所敷地内の井戸水についても年 2 回 2 検体延べ 40 項目の分析を行った。

#### 9) 精度管理調査

環境測定分析の精度の向上を図り、環境測定データの信頼性の確保に資することを目的に環境省が実施する標記調査に参加し、3検体延べ8項目の分析を行った。

#### 10) 化学物質環境実態調査

環境省委託化学物質環境実態調査モニタリング調査として緑川（平木橋）で1検体、また詳細環境調査として緑川（平木橋）と水無川（産島橋）で各1検体を採取し、調査担当機関に送付した。

併せて、当研究所においても採取直後の水質について

生活環境項目等延べ8項目の分析を行った。

## 2・4・2 調査研究

### 1) 地下水中硝酸性窒素の変動要因の検討

過去の地下水質測定結果や土地の利用状況等を用いて、熊本地域における地下水の硝酸性窒素等の濃度と窒素負荷量の空間的・経時的な変動を比較、解析し、地下水の硝酸性窒素の濃度と窒素負荷量との関係について検討した。

水質科学部業務実績表

分類	事業名	業務	令和6年度		令和5年度	
			件数	延項目数	件数	延項目数
行政 検査	(1) 公共用水 域監視調査	(イ) 河川調査（河川+河川底質）	107	1,007	460	3,436
		(ロ) 海域調査（海水+海域底質）	37	268	30	264
		(ハ) 委託クロス調査	4	12	4	12
		小計	148	1,287	494	3,712
	(2) 地下水質 測定計画に 係る調査	(イ) 概況調査，特定地点調査	135	721	60	200
		(ロ) 委託クロス調査	1	2	2	8
		小計	136	723	62	208
	(3) 特定事業 場排水監視 調査	(イ) 主要工場	46	237	46	268
		(ロ) 一般工場	96	593	79	477
		(ハ) 有害工場	74	586	70	537
		小計	216	1,416	195	1,282
	(4) 地下水 保全条例に 係る調査	(イ) 井戸水	45	156	47	142
		(ロ) 排水	72	182	52	156
		小計	117	338	99	298
	(5) 水生生物を指標とした川の水環境調査	0	0	1	2	
	(6) 水俣湾水域環境調査	15	27	19	33	
	(7) 産業廃棄物に係る調査	169	450	23	117	
	(8) ゴルフ場で使用する農薬の分析	0	0	0	0	
	(9) 荒尾浦川流域化学物質汚染対策調査	4	4	9	9	
	(10) 飲用井戸等の行政検査	32	321	30	350	
(11) その他の行政検査	40	347	19	132		
(12) 研究所排水自主検査	4	85	4	92		
(13) 環境測定分析統一精度管理調査	3	8	3	18		
(14) 苦情・水質事故に関する分析	0	0	0	0		
(15) グリーン農業に係る地下水質調査	0	0	0	0		
(16) 調査研究等に係る分析	372	2,769	107	1,313		
委託 調査	(17) 化学物質環境実態調査	2	8	3	14	
総計			1,324	8,573	1,068	7,580

### 3 調査研究

#### 3・1 報文

##### 1) 過去 10 年間の熊本県内における下痢症ウイルス検出状況について

笠 純華 原田誠也 八尋俊輔\*1 酒井 崇\*2 徳岡英亮

#### 要 旨

下痢症の原因となるウイルスは、ノロウイルス、サポウイルス、アデノウイルスなど様々である。熊本県内において、過去 10 年間に感染症発生動向調査（小児科定点）では全部で 9 種類、集団発生（有症苦情・食中毒）事例では全部で 4 種類の下痢症ウイルスが検出されたが、ともに最も多かったのはノロウイルスであった。また、ノロウイルス及びサポウイルスについては遺伝子型の同定を行い、その動向を調査した結果、小児科定点と有症苦情・食中毒事例で異なる傾向がみられた。

キーワード：ウイルス性下痢症、感染症発生動向調査、食中毒、有症苦情、遺伝子型

#### はじめに

下痢症の原因となるウイルスには様々なものがあり、当所で行っている感染症発生動向調査においてはノロウイルス (NV)、サポウイルス (SV)、アデノウイルス (AdV)、ロタウイルス (RV)、エンテロウイルス (EntV)、アストロウイルス (AstV) など多様なウイルスが検出されている。さらに、集団食中毒や保育施設・社会福祉施設等における下痢症の集団発生事例においても、NV をはじめとするいくつかの種類のウイルスが検出されている。これらの検査では NV が多く検出されているが、実際の検出割合は不明である上、その遺伝子型も様々であると予想される。

また、NV と同じカリシウイルス科の SV も複数の検出例がある。2007 年にはそれまで熊本県内で検出されていなかった GIV が大規模に発生した例があり<sup>1)</sup>、遺伝子型の動向を継続して調査することは重要であると考えられる。

本研究は、過去 10 年間の感染症発生動向調査（小児科定点）及び集団発生（有症苦情・食中毒）事例をまとめ、熊本県内で発生した下痢症ウイルスの発生動向の特徴をつかむことを目的として行った。なお、下痢症発生事例において、当所では細菌検査も同時に行うことがあるが、本研究はウイルスのみに焦点を当てて行った。

#### 材 料

2014 年 1 月から 2023 年 12 月までに、熊本県内の小児科定点医療機関を受診した急性胃腸炎患者の糞便 409 検体

と、集団発生（有症苦情・食中毒）事例のうちウイルス検査を行った 204 事例の糞便、吐物、ふき取り及び食品材料 2,425 検体を対象として検査を行った。

#### 方 法

##### 1. 検体の前処理

糞便及び吐物検体は、PBS (-) で 10% 乳剤を作製し、10,000 rpm で 10 分間遠心後の上清を試料液とした。拭き取り検体は、検液 4 mL に 7.5% Beef Extract 水溶液 0.5 mL を加えたものを、食品検体は、食品 10 g に PBS (-) 50 mL 加えて 15 分間超音波処理を行い、 $\alpha$ -アミラーゼ溶液を 1 mL 添加し、37°C で 1 時間消化した後 10,000 rpm で 20 分間遠心した上清を用いて、厚生労働省通知<sup>2)</sup> に準じた方法で試料液を作製した。

##### 2. 遺伝子抽出と cDNA 作製

RNA の抽出には、QIAamp Viral RNA キット (QIAGEN) を用いた。その後、糞便、吐物、拭き取り検体由来の RNA に対して、PrimeScript RT reagent Kit (Perfect Real Time) (TaKaRa) を使用して cDNA を合成した。食品検体由来の RNA に対しては、Recombinant DNase I (RNase-free) (TaKaRa) を使用して DNase 処理を行った後、糞便検体等由来 RNA と同様の方法で cDNA を合成した。

##### 3. リアルタイム PCR 法による NV の検出

NV の検査は、既報<sup>3)</sup> の方法を使用した。ただし、PCR の機械は LightCycler 480 II (Roche) を使用した。

\*1 現健康福祉部健康局薬務衛生課 \*2 現県北広域本部保健福祉環境部

4. リアルタイム PCR 法による SV, AstV, AdV, RV 及び EntV の検出

SV 及び AstV は単独でそれぞれ検査を行った。PCR 反応液は Premix Ex Taq (Perfect Real Time) (TaKaRa) : 10 µL, 各 4 µM に調製したプライマー・プローブミックス溶液 : 2 µL, Nuclease Free Water : 3 µL に cDNA : 5 µL を加え, 全量を 20 µL とした。

AdV と A 群 RV, EntV と C 群 RV は, それぞれ同時に検出可能な系を構築し, 検査を行った。PCR 反応液は Premix Ex Taq (Perfect Real Time) (TaKaRa) : 10 µL, 各 4 µM に調製したプライマー・プローブミックス溶液 : 各 2 µL, Nuclease Free Water : 2 µL に cDNA : 4 µL を加え, 全量を 20 µL とした。

使用したプライマー, プローブは表 1 のとおりである。反応条件は, 95°C, 30 秒加熱後, 熱変性 (95°C, 5 秒) とアニーリング・伸長反応 (60°C, 30 秒) を 45 サイクル行い, 最後に 40°C, 30 秒で冷却した。

5. コンベンショナル PCR 法によるパレコウイルス, ボカウイルス, アイチウイルスの検出

パレコウイルス (PeV), ボカウイルス (BoV) 及びアイチウイルス (AiV) は, 表 2 に示すプライマーを用いた PCR によりそれぞれ検出した。PCR の反応液は 10 × PCR Buffer (TaKaRa) : 2.5 µL, dNTPs (2.5 mM) : 2 µL, 20 µM に調製した目的ウイルスのプライマー: 各 0.5 µL, Ex Taq enzyme (2.5 U/µL) : 0.125 µL, Nuclease Free Water : 16.875 µL に cDNA : 2.5 µL を加え, 全量を 25 µL とした。PeV のみ追加で Nested PCR を行い, 反応液は 10 × PCR Buffer (TaKaRa) : 2.5 µL, dNTPs (2.5 mM) : 2 µL, 20 µM に

調製した目的ウイルスのプライマー: 各 0.5 µL, Ex Taq enzyme (2.5 U/µL) : 0.125 µL, Nuclease Free Water : 18.375 µL に 1<sup>st</sup> PCR 産物 : 1 µL を加え, 全量を 25 µL とした。反応条件は, 94°C, 3 分加熱後, 熱変性 (94°C, 30 秒), アニーリング (50°C, 30 秒), 伸長反応 (72°C, 1 分) を 40 サイクル行い, 最後に 72°C, 7 分反応後, 4°C で保存した。

6. ダイレクトシーケンス法による NV 及び SV の遺伝子型決定

前述のリアルタイム PCR で NV あるいは SV が陽性となった検体について, シークエンス解析を行い, 遺伝子型を決定した。

初めに, 病原体検出マニュアル<sup>4, 5)</sup> 記載のコンベンショナル PCR で NV は VP1 領域もしくは RdRp-VP1 領域を, SV は VP1 領域を増幅し, その産物を Wizard SV Gel and PCR Clean-Up System (Promega) または ExoSAP-IT (ThermoFisher Scientific) を使用して精製した。次に, BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (ThermoFisher Scientific) を使用しシーケンス反応を行った後, BigDye Xterminator Purification Kit (ThermoFisher Scientific) で Dye と塩を除去精製し, 3500 ジェネティックアナライザ (Applied Biosystems) または SeqStudio 8 Flex ジェネリックアナライザ (Applied Biosystems) で塩基配列を決定した。最後に MEGA 11 (<https://www.megasoftware.net/>) で配列を整え, Blast (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) あるいは Norovirus Genotyping Tool (<https://www.rivm.nl/mpf/typingtool/norovirus/>) を用いて Capsid 領域の遺伝子型を判定した。

表 1 SV, AstV, AdV, RV 及び EntV の検出に用いたプライマー・プローブ

ウイルス	プライマー (F)	プライマー (R)	プローブ
SV <sup>6)</sup>	SaV124F, SaV1F, SaV5F	SaV1245R	SaV5TP, SaV124TP
AstV <sup>7)</sup>	HuAstV2140, HuAstV2240, HuAstVf2239T4	HuAstVr4123	HuAstV1-8/TP
AdV <sup>8)</sup>	AdV-F	AdV-R	AdV-P
A 群 RV <sup>9)</sup>	NVP3F	NVP3R	NVP3P
EntV <sup>10)</sup>	EnteroPrimer1F	EnteroPrimer1R	EnteroTaqman1
C 群 RV <sup>9)</sup>	VP6F	VP6R	VP6P

表 2 PeV, BoV 及び AiV の検出に用いたプライマー

ウイルス	プライマー (F)	プライマー (R)
PeV <sup>11)</sup>	1 <sup>st</sup> ) HPeV253 2 <sup>nd</sup> ) HPeV313	1 <sup>st</sup> ) HPeV583 2 <sup>nd</sup> ) HPeV556
BoV <sup>12)</sup>	188F	542R
AiV <sup>13)</sup>	C6261	C6779

結 果

1. 小児科定点由来検体の検査結果

表 3 に, 小児科定点由来検体から病原体が検出された数を年次ごとに示す。搬入された全 409 検体の 61.4%を占める 251 検体から何らかの病原体が検出された。検出されたウイルスの種類は, NV, SV, AstV, AiV, RV, AdV, EntV, PeV, BoV の 9 種類であり, 最も検出数が多かったのは NV (GII) であった。

次に, 表 4 に, 月別の検出数を示す。NV (GII) は冬季に検出数が増加していた一方で, 同じカリシウイルス科の SV は明確な季節性が無く, 7 月や 8 月といった夏季にも検出された。また, A 群 RV は春季に, EntV は夏季から秋季にかけて検出されやすい特徴があった。

続いて, 1 検体から 2 種類以上の病原体が検出された混合感染の検体数を表 5 にまとめた。NV (GII) とほかのウイルスの混合感染が多くみられたが, 単独感染事例と比べて異なる特徴は認められなかった。

最後に, NV と SV 陽性検体について, Capsid 領域に基づく遺伝子型の検出状況を表 6 にまとめた。NV (GI) は GI.3, NV (GII) は GII.4, SV は GI.1 が最も多く検出された。

2. 集団発生 (有症苦情・食中毒) 事例検体の検査結果

表 7 に, 集団発生事例のうちウイルス検査の依頼があ

った事例件数と, その中でウイルスが検出された事例を年次ごとに示す。事例件数は全部で 204 件であり, その中の 52.9%にあたる 108 件でウイルスが検出された。検出されたウイルスの種類は, NV, SV, A 群 RV, EntV の 4 種類と少なく, 特に NV (GII) が 96 件と大部分を占めていた。また, 2 種類のウイルスが検出された事例が 4 例存在した。

次に, 月別の事例件数を表 8 に示す。NV (GII) の件数が 11 月から 2 月の冬季に多かったため, 全体の陽性件数も冬季に増加した。一方で, 陽性事例が発生しなかった月はなく, 件数は少ないものの夏季にもウイルスの集団感染が発生している。

最後に, NV と SV 陽性事例について, 遺伝子型の検出状況を表 9 にまとめた。NV (GI) については事例数が少なく傾向をつかむことはできなかったが, GI.2, GI.3, GI.5, GI.7 の 4 種類の遺伝子型が検出された。NV (GII) は GII.2, GII.3, GII.4, GII.6, GII.13, GII.17 の 6 種類の遺伝子型が検出され, 特に GII.2, GII.4, GII.17 が多く検出された。また, GII.4 は毎年検出されているのに対して, GII.2 は 2016 年から 20 年にかけて, GII.17 は 2015 年から 16 年, 2018 年から 19 年にかけて特に集中して検出されていた。SV については, 小児科定点では検出されなかった GI.2 が集団発生事例では検出された。

表 3 下痢症ウイルス年次検出数 (小児科定点)

年	検体数	陽性数	NV (GI)	NV (GII)	SV	AstV	AiV	RV (A)	RV (C)	AdV	EntV	PeV	BoV	細菌	陰性
2014	68	36		12	3	3		7	1	1	7		3	3	32
2015	52	31	5	17			1	2		2	3	1		7	21
2016	65	42	3	14	8	1		11		5	2			2	23
2017	46	24	1	17	2			1		2	1			1	22
2018	40	34		10	12	4		1		6	2			6	6
2019	76	53	1	33	4	4		2		4	7	6	1	2	23
2020	29	19	1	12	1					1		5			10
2021	12	7		3						1		4			5
2022	10	4			2					2					6
2023	11	1		1											10
合計	409	251	11	119	32	12	1	24	1	24	22	16	4	21	158

表 4 下痢症ウイルス月別検出数 (小児科定点)

月	検体数	陽性数	NV (GI)	NV (GII)	SV	AstV	AiV	RV (A)	RV (C)	AdV	EntV	PeV	BoV	細菌	陰性
Jan	59	42	4	32	4	2		2				2	1	1	17
Feb	43	23		16				4		4		2			20
Mar	36	24		11		3		8	1	1			2	1	12
Apr	25	13		3		2		7		1		1			12
May	25	16	2	8	4			1		4				3	9
Jun	38	20	3	6	2	1	1	2		2	2		1	2	18
Jul	23	7			2	1					4			1	16
Aug	18	9			1					1	4	1		3	9
Sep	26	12		1	4					3	5				14
Oct	17	14		4						2	3	3		4	3
Nov	44	27		11	4	3				2	4	2		3	17
Dec	55	44	2	27	11					4		5		3	11
合計	409	251	11	119	32	12	1	24	1	24	22	16	4	21	158

表 5 下痢症ウイルス混合感染検出数 (小児科定点)

	NV (GI)	NV (GI)	NV (GI)	NV (GII)	SV	SV	SV	RV (A)	RV (A)	AstV	AdV							
	RV (A)	AstV	PeV	SV	AdV	AstV	RV (A)	PeV	PeV	細菌	細菌	AdV	EntV	PeV	BoV	細菌	細菌	AiV
2014				1	1								1		1			
2015	1				1					4								1
2016		1					1						1			1		
2017												1						
2018					2					2	1	1						
2019				2	1		1	2	1				1	1			1	
2020			1															
2021								1										
2022																		
2023																		
合計	1	1	1	2	5	1	2	3	1	6	1	2	3	1	1	1	1	1

表 6 NV, SV 遺伝子型別検出数 (小児科定点)

年	(a) NV (GI)					(b) NV (GII)								
	NV (GI)	GI.2	GI.3	GI.4	GI.6	NV (GII)	GI.2	GI.3	GI.4	GI.6	GI.12	GI.13	GI.17	NT
2014						12		3	1	6	1	1		
2015	5		5			17		8	5	1			3	
2016	3	1	2			14			5	6			3	
2017	1				1	17	5		8					4
2018						10	4	1		3				2
2019	1			1		33	10		14	3				6
2020	1			1		12	2		5					5
2021						3			3					
2022														
2023						1			1					
合計	11	1	7	2	1	119	21	12	42	19	1	1	6	17

(c) SV

年	SV	GI.1	GI.3	GI.1	GI.3	GV.1
2014	3			1	2	
2015						
2016	8	6			2	
2017	2		2			
2018	12	9		2		1
2019	4	2		1		1
2020	1	1				
2021						
2022	2	2				
2023						
合計	32	20	2	4	4	2

表 7 下痢症ウイルス年次事例件数 (集団発生)

年	事例件数	陽性件数	2 種類のウイルスが検出された事例									
			NV (GI)	NV (GII)	SV	RV (A)	EntV					
2014	15	7		5	1	1	1					
2015	17	9	2	6		1						
2016	27	15		15	1							
2017	20	11		11								
2018	29	17	1	16		1						
2019	45	23	3	19	2							
2020	13	8	1	7								
2021	17	9		8	1							
2022	8	2		2								
2023	13	7		7								
合計	204	108	7	96	5	3	1					

表 8 下痢症ウイルス月別事例件数 (集団発生)

年	事例件数	陽性件数	NV (GI)	NV (GII)	SV	RV (A)	EntV
Jan	30	22	1	22			
Feb	19	17	2	15			
Mar	21	10	1	9			
Apr	12	6	1	5			
May	16	9	1	6		2	1
Jun	13	4	1	3			
Jul	9	1			1		
Aug	12	1		1			
Sep	10	2		2			
Oct	12	4		4	1		
Nov	23	12		11	1		
Dec	27	21		18	2	1	
合計	204	108	7	96	5	3	1

表 9 NV, SV 遺伝子型別検出事例数 (集団発生)

年	(a) NV (GI)						(b) NV (GII)							
	NV (GI)	GI.2	GI.3	GI.5	GI.7	NT	NV (GII)	GII.2	GII.3	GII.4	GII.6	GII.13	GII.17	NT
2014							5			3	2	1		
2015	2		2				6			1			5	
2016							15	4		2	2		7	
2017							11	6		5				
2018	1				1		16	6		1	1		7	1
2019	3	1		1		1	19	9		3			5	2
2020	1			1			7	3		2				2
2021							8	1		7				
2022							2			1				
2023							7	1	2	4				
合計	7	1	2	2	1	1	96	30	2	29	5	1	25	5

(c) SV

年	SV	GI.2	GII.1	NT
2014	1			1
2015				
2016	1	1		
2017				
2018				
2019	2	1	1	
2020				
2021	1			1
2022				
2023				
合計	5	2	1	2

## 考 察

過去 10 年間に熊本県内で最も多く検出された下痢症ウイルスは、小児科定点・集団発生事例ともに NV (GII) であった。しかしながら、小児科定点と集団発生事例ではそれぞれの検出状況に異なる特徴がみられた。散発事例である小児科定点で NV (GII) が検出されたのは陽性検体 251 件中 119 件 (47.4%) にとどまり、その他にも NV (GI), SV, AstV, AiV, RV, AdV, EntV, PeV, BoV と様々なウイルスが検出された。一方で、集団発生事例では全 108 事例中 96 件 (88.9%) で NV (GII) が検出され、他に検出されたのは NV (GI), SV, RV, EntV のみであった上、それぞれのウイルスが検出された事例数は 10 年間で 10 件未満であった。このことから、NV (GII) は特に集団感染につながりやすく、遺伝子型の動向を把握していく必要があると考えられる。

また、小児科定点と集団発生事例で検出された NV, SV の遺伝子型を比較すると、異なる傾向がみられた。例えば、NV (GII) は、小児科定点と集団発生事例で検出される型に大きな違いは無く、どちらも GII.4 や GII.2 が多く検出されていた。一方、小児科定点では 119 件中 6 件 (5.0%) しか検出されなかった GII.17 が集団発生事例では 96 件中 25 件 (26.0%) を占めていた。今回、本県で検出された GII.17 は 2014 年に神奈川県川崎市が初めて検知したが<sup>14)</sup>、本県でも 2015 年以降に検出が増加した。ヒトは小児のうちに様々な遺伝子型の NV に感染しながら免疫を獲得していくため、成長するにつれて NV に感染しにくくなるとされているが<sup>15)</sup>、新型の GII.17 は当時感染の経験が無い人が多数であった。そのため全国的に成人にも感染が拡大し<sup>14)</sup>、本県でも同様であったと考えられる。

SV についても、小児科定点では全 32 件中 20 件が GI.1 であったが、集団発生事例では GI.1 は検出されず、GI.2 や GII.1 が検出された。横山らの研究<sup>16)</sup>によると、GI.1 の VP1 領域の配列は 40 年以上保持されているため、GI.1 は一度感染して獲得した免疫が長年機能でき、再度感染を起こしづらくなっていると考えられる。そのため、GI.1 は免疫を獲得していない小児に多く見られた可能性がある。

## ま と め

今回の調査によって、散発事例は多様なウイルスが下痢症の原因となる一方で、集団発生事例では限られた種類のウイルス（主に NV）が下痢症を引き起こしていたことが明らかになった。また、散発事例と集団発生事例どちらも NV (GII) が最も多く発生していたが、その型別には異なる特徴があることも判明した。

本調査を行うためには小児科病原体定点医療機関からの検体提供が不可欠である。しかしながら、新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) の感染拡大を境にその数が大幅に減少しており、2020 年度から 2023 年度の感染症発生動向調

査で、下痢症検体の平均受付数は 15.5 検体であった。今年度より急性呼吸器感染症 (ARI) サーベイランスが始まり、呼吸器感染症については医療機関から多くの検体を提供いただいているが、下痢症についても、検体の輸送方法等を再検討し、ご協力頂くことができるような工夫が必要である。

## 文 献

- 1) 原田誠也, 八尋俊輔, 松尾 繁, 宮坂次郎, 中島龍一, 島田 康, 上野剛彦, 池澤 滋 : IASR, 29, 46-48, 2008.
- 2) 厚生労働省 : 「ノロウイルスの検出方法について」 (平成 15 年 11 月 5 日, 食安監発第 1105001 号厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課長通知) (平成 19 年 5 月 14 日, 一部改正, 食安監発第 0514004 号)
- 3) 原田誠也, 松尾 繁, 濱洲大輔, 中島龍一 : 熊本県保健環境科学研究所報, 36, 25-30, 2006.
- 4) NIID 国立感染症研究所 : 「病原体検出マニュアル ノロウイルス (第 1 版) 令和元年 6 月」
- 5) NIID 国立感染症研究所 : 「病原体検出マニュアル サポウイルス (第 1 版) 2021 年 7 月」
- 6) Oka T, Katayama K, Hansman GS, Kageyama T, Ogawa S, Wu FT, White PA, Takeda N. : J Med Virol, 78, 1347-1353, 2006.
- 7) 横井 一, 北橋智子 : 感染症学雑誌, 83, 120-126, 2009.
- 8) Damen M, Minnaar R, Glasius P, van der Ham A, Koen G, Wertheim P, Beld M : J Clin Microbiol 46, 3997-4003, 2008.
- 9) 田所健一, 山口敏和, 篠原美千代 : 臨床と微生物, 36, 251-256, 2009.
- 10) Nijhuis M, van Maarseveen N, Schuurman R, Verkuijlen S, de Vos M, Hendriksen K, van Loon AM. : J Clin Microbiol, 40, 3666-3670, 2002.
- 11) Harvala H, Robertson I, McWilliam Leitch EC, Benschop K, Wolthers KC, Templeton K, Simmonds P. : J Clin Microbiol 46, 3446-3453, 2008.
- 12) Allander T, Tammi MT, Eriksson M, Bjerkner A, Tiveljung-Lindell A, Andersson B. : Proc Natl Acad Sci USA 102, 12891-12896, 2005.
- 13) Yamashita T, Sugiyama M, Tsuzuki H, Sakae K, Suzuki Y, Miyazaki Y : J Clin Microbiol, 38, 2955, 2000.
- 14) Matsushima Y, Ishikawa M, Shimizu T, Komane A, Kasuo S, Shinohara M, Nagasawa K, Kimura H, Ryo A, Okabe N, Haga K, Doan Y H, Katayama K, Shimizu H : Euro Surveill, 20, 21173, 2015.
- 15) 左近直美, 駒野 淳 : 日本食品微生物学会雑誌, 33, 97-106, 2016.
- 16) Yokoyama M, Doan YH, Motomura K, Sato H, Oka T : Biochem Biophys Res Commun, 710, 149878, 2024.

## 2) LC-MS/MS による血清中テトロドトキシン分析法の検討

島 絵里子 田村香菜 門田健太郎 青木 愛 今辻麻美

### 要 旨

フグによる食中毒は、他の食中毒に比べ致死率が高く、迅速で的確な検査が求められる。しかし、従来の分析法であるマウス検定法<sup>1)</sup>は、マウス管理の煩雑さや動物愛護の観点に課題があり、高感度かつ迅速な機器分析法の検討が各地で進められている<sup>2~6)</sup>。食中毒発生時には、原因究明のために食品残品だけでなく、血清等の生体試料の分析も必要となる。当所では、既に LC-MS/MS による食品中のテトロドトキシン分析法について報告しており<sup>7)</sup>、今回、新たに血清中の分析法を構築したので報告する。

キーワード：LC-MS/MS, テトロドトキシン, 血清, フグ毒, 食中毒

#### はじめに

フグによる食中毒は、食後 20 分から 3 時間程度の短時間で現れるとされ<sup>8)</sup>、重症の場合は呼吸困難を起こし、他の食中毒に比べ致死率（患者数のうちの死亡者数の割合）が高いことが特徴である。そのため、迅速かつ的確な検査体制の構築が求められている。しかし、食品衛生検査指針に示されているフグ毒（テトロドトキシン）の分析法はマウス検定法<sup>1)</sup>であり、マウス管理の煩雑さや動物愛護の観点に加え、高感度や迅速化の面からも、機器分析法の導入が各地でなされている<sup>2~6)</sup>。

当所では、LC-MS/MS の機種変更に伴い、令和 5 年度所報において、マウスを使用しない LC-MS/MS を用いた食品中のテトロドトキシン分析法を報告した<sup>7)</sup>。一方で、実際の食中毒発生時には、食品残品が得られない場合や原因究明の精度向上のため、血清等の生体試料を分析する必要が生じる。そこで、本研究では、血清中のテトロドトキシン分析法について新たに検討を行った。

#### 分析方法

##### 1. 試薬等

###### 1.1 標準品

テトロドトキシン（生化学用）は富士フィルム和光純薬（株）製を用いた。

###### 1.2 その他試薬等

酢酸（試薬特級）、アセトニトリル（HPLC 用）、ギ酸（LC/MS 用）は富士フィルム和光純薬（株）製を用いた。

###### 1.3 標準溶液等の調製

標準原液は、標準品 1 mg を水で 10 mL に定容し、100 µg/mL とした。添加回収試験用標準溶液は、標準原液を水

で適宜希釈した。検量線用標準溶液は、0.05, 0.1, 0.5, 1, 2 及び 10 ng/mL となるよう標準原液を 0.1%酢酸で適宜希釈した。

##### 2. 添加回収試験

フグによる食中毒患者の血清中テトロドトキシン濃度の報告<sup>9~11)</sup>を参考に、健康な人の血清に 10 ng/mL となるよう添加回収試験用標準溶液を添加し、30 分放置したものを試料とした。試料に 0.1%酢酸を加えて 40 倍希釈し、ボルテックスミキサーで十分に攪拌して限外ろ過を行った。限外ろ過は報告<sup>4, 12)</sup>を参考に Amicon Ultra-4 10kDa（Merk 社製）を用いた。ろ液を 0.2 µm のシリンジフィルター（Agilent Technologies 社、水系/非水系（兼用））に通し、試験溶液とした。試験は 5 併行で実施した。

##### 3. 装置

Waters 社製の LC-MS/MS 装置にて分析を行った。

LC: ACQUITY UPLC H-Class Plus

MS/MS : Xevo TQ-XS

#### 結果及び考察

##### 1. 分析条件の検討

###### 1.1 測定イオン等

既報<sup>7)</sup>のとおり測定した。条件を表 1 に示す。

###### 1.2 カラム

既報<sup>7)</sup>と同様に HILICpak VC-50 2D 用いて検討を行った。

なお、当該カラムを血清分析に連続使用すると、徐々にピークがブロードしていき、カラムへの汚れの付着が疑われた。そのため、0.5%アンモニア水/アセトニトリル (9:1)

で75分洗浄を行ったところ、ピーク形状が改善し、当該洗浄方法は有効であることが確認された。

### 1.3 移動相

既報<sup>7)</sup>のとおり、まずA液0.1%ギ酸、B液アセトニトリルの比率を60:40としてアイソクラティック分析を行ったが、血清中テトロドトキシンのピークはブロードであった。ピーク形状の改善を目的として、A液のギ酸濃度について検討した。装置への負荷を考慮し、ギ酸を0.1~0.5%の範囲で変更したところ、ギ酸濃度が高いほど良好な形状が得られ、0.5%ギ酸で最も良好なピークが得られた。

次に、この条件を用いてA:Bの比率を70:30に変更したところ、ピーク形状はさらにシャープになったが、溶出時間が早まり、テトロドトキシンの前に夾雑物のピークが出現し、定量が困難となった。以上の結果から、A液を0.5%ギ酸、B液をアセトニトリルとし、A:Bの比率を60:40とする条件を採用した。

決定したLC-MS/MSの条件を表2に示す。

### 1.4 遠心条件

当部では検討開始当初、高速遠心機を保有していなかったため、3,500 rpm・10分間で限外ろ過の検討を行った。しかし、この条件ではろ液の回収率が不十分であったため、遠心時間を10分ずつ延長したところ、40分間の遠心でろ液を80%以上回収することができた。一方、添加したテトロドトキシンの回収率は60%程度と低く、限外ろ過では可能な限り全量のろ液を回収する必要があると考えられた。なお、40分以上遠心してもろ液量に大きな変化は認められなかった。

その後、高速遠心機を導入し、7,500 G・20分間で遠心を行ったところ、ほぼすべてのろ液を回収できた。そこで、これ以降の操作はこの条件で実施することとした。

### 1.5 試料の希釈

マトリックスの影響により、限外ろ過によるろ液量の低下や分析時の溶出時間の若干の遅延が見られたため、試料を限外ろ過する前の希釈溶液及び希釈倍率について検討した。希釈溶液については、0.1%及び2%酢酸を用いて比較したが、酢酸濃度によるピーク形状や回収率への影響はほとんど認められなかった。そのため、既報<sup>7)</sup>と同様に0.1%酢酸を用いることにした。希釈倍率については、0.1%酢酸で10、20及び40倍に希釈したものを分析し、比較した。その結果、10倍希釈ではテトロドトキシンのピークの前に夾雑ピークが出現して定量が困難となった。20倍以上の希釈では夾雑ピークの影響をほとんど受けなかったが、ベースライン改善及びマトリックスの影響を低減させるために、40倍希釈することとし、S/N比10以上の十分な感度のピークを得られた。

### 1.6 試験溶液

試料溶液の組成については、移動相の組成に近づけた方がピーク形状が改善されるとの報告<sup>13)</sup>から、既報<sup>7)</sup>では、試験溶液及び検量線用標準溶液を水:アセトニトリル(1:1)で希釈して調製していた。しかし、血清試料については、1.3で述べたように移動相中のギ酸濃度を高めた条件を用いたため、試験溶液にアセトニトリルを含めると、カラム保持に影響が生じ、標準溶液に比べて溶出時間が遅くなった。そこで、最終溶液にはアセトニトリルを加えず、0.1%酢酸のみで希釈したところ、このような溶出遅延は認められなかった。そのため、試験溶液の調製には0.1%酢酸を用いることとした。なお、検量線用標準溶液についても、同様に0.1%酢酸で希釈して調製した。

決定した分析フローを図1に示す。

### 1.7 注入量

2~10 µLの範囲で注入量を検討したところ、注入量を5 µL以上にした場合、これより少ない注入量と比べてピーク形状に大きな違いはなかったが、試験溶液の溶出時間が標準溶液よりも若干遅れた。そこで、注入量は5 µL未満とし、S/N比10以上の十分な感度が得られたことから、マトリックスの影響を低減させるため、注入量を3 µLとした。

決定したLC-MS/MSの測定条件を表2に示す。

## 2. 検量線

マトリックスによるイオン化阻害等の影響を確認するために、マトリックスとなる血清を試験溶液と同様に調製し、このマトリックスを添加したテトロドトキシシ 10 ng/mL 標準溶液と添加していない 10 ng/mL 標準溶液を測定した。その結果、マトリックス添加標準溶液において顕著なイオン化阻害等は認められなかったため、絶対検量線法を用いた。検量線を図2に示した。

検量線は0.05~10 ng/mLの範囲において良好な直線性を示し、決定係数0.9999以上であった。

## 3. 添加回収試験

試料中濃度 10 ng/mL となるよう血清にテトロドトキシシ 標準溶液を添加し、添加回収試験を5併行で実施したところ、平均回収率は101.1%、標準偏差0.007、併行精度2.6 RSD%であった。

添加回収試験におけるテトロドトキシシ標準溶液及び試験溶液のクロマトグラムを図3に示す。なお、試験溶液中のテトロドトキシシのピークは、S/N比が10以上あり、十分な感度が得られた。

表1 測定イオン等

Ch	Compound name	Precursor ion (m/z)	Product ion (m/z)	Cone Voltage (V)	Collision Energy (eV)
1	Tetrodotoxin	320.01	162.02	62	36
2	Tetrodotoxin	320.01	301.65	62	22

表2 LC-MS/MS 測定条件

LC	ACQUITY UPLC H-Class Plus (Waters社製)
Analytical Column	HILICpak VC-50 2D (2.0 mm i.d.×150 mm, 5 μm, Shodex)
Temperature	40°C
Mobile Phase	(A) 0.5%HCOOH aq: (B) CH <sub>3</sub> CN=60 : 40
Flow Rate	0.2 mL/min
Injection Volume	3 μL
MS/MS	Xevo TQ-XS (Waters社製)
Ionization	ESI(positive)
Analysis Mode	MRM
Capillary Voltage	0.5 kV
Source Temperature	150°C
Desolvation Temperature	400°C
Cone Gas Flow	150 L/hr
Desolvation Gas Flow	800 L/hr



図1 分析フロー

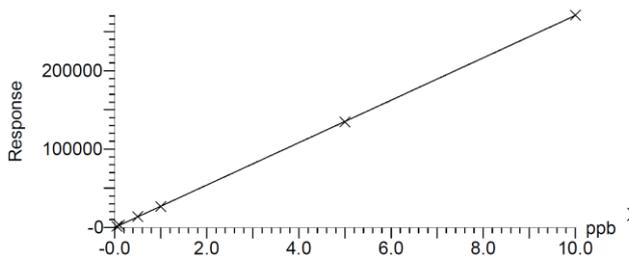


図2 検量線

まとめ

今回、フグ毒テトロドトキシンによる食中毒発生を想定して、血清中のテトロドトキシン分析条件を検討し、新たな分析条件を確立した。既報<sup>7)</sup>と同じカラムを使用し、同一条件から検討を開始したが、血清はフグ筋肉に比べてマトリックスの影響が大きく、移動相条件、希釈倍率、試験溶液の組成等複数の要因について再検討が必要であった。

確立した条件を用いて血清を対象に添加回収試験を実

施したところ、平均回収率は101.1%、併行精度2.6RSD%と良好な結果が得られ、当該分析法が患者血清中のテトロドトキシン定量分析に適用可能であることが示唆された。

実際のフグ毒による食中毒発生時には、本法を用いることで、患者血清からフグ毒の有無を迅速に確認することが可能になると考えられる。食品残渣が入手できない食中毒事例においても原因究明の重要な手がかりとなり、食中毒調査の迅速化及び精度向上に寄与することが期待される。

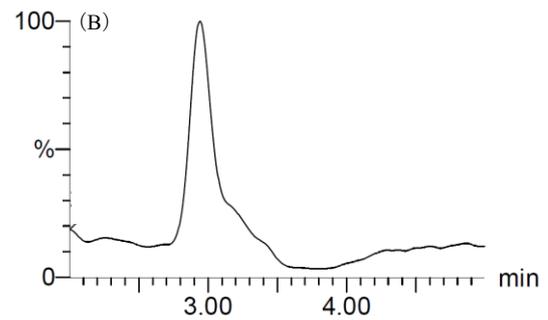
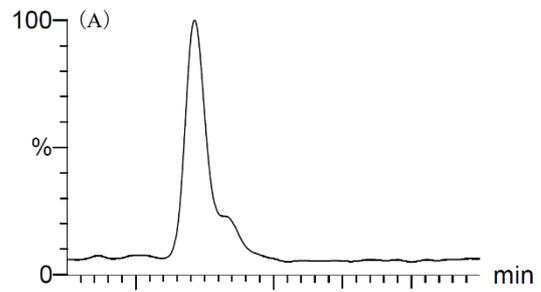


図3 テトロドトキシンのクロマトグラム

(A) 標準溶液 0.5 ng/mL, (B) 添加回収試験溶液

文献

- 1) 公益社団法人日本食品衛生協会：“食品衛生検査指針・理化学編”，p.813-820 (2015)，(公益社団法人日本食品衛生協会)。
- 2) 立野幸治，敷田行雄，藤原美智子，吹屋貞子：山口県環境保健センター所報，50，47-49 (2007)。
- 3) 下堂菌栄子，西村修一，大小田修司，福司山郁恵，岩屋あまね，榎元清美，佐久間弘匡：鹿児島県環境保健センター所報，11，98-101 (2010)。
- 4) 浦山豊弘，肥塚加奈江，赤木正章，北村雅美，大島律子，石井 学：岡山県環境保健センター年報，37，133-136 (2013)。
- 5) 古井真理子，藤井愛実，松渕亜希子：秋田県健康環境センター年報，17，34-37 (2021)。
- 6) 増田 葉，佐藤秀樹，常松順子，矢野智也，松永美樹：

福岡市保健環境研究所報, 48, 69-74 (2023).

- 7) 島 絵里子, 八木一真, 中原優子, 青木 愛, 門田健太郎, 田村香菜, 今辻麻美: 熊本県保健環境科学研究所報, 53, 57-59 (2023).
- 8) 厚生労働省: 自然毒のリスクプロファイル: 魚類: フグ毒  
[https://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/poison/animal\\_det\\_01.html](https://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/poison/animal_det_01.html) (2026 年 1 月閲覧).
- 9) 吉元秀和, 飛野敏明, 濱田寛尚, 吉田達雄, 村川 弘: 熊本県保健環境科学研究所報, 40, 50-53 (2010).
- 10) 志岐寿子, 森脇尚乃, 坂元俊介, 大窪かおり, 吉村博文: 佐賀県衛生薬業センター所報, 40, 17-20 (2018).
- 11) 辻村和也, 松尾広伸, 谷口香織, 吉村裕紀: 食品衛生学雑誌, 63(5), 182-189 (2022).
- 12) 大藤升美, 土田貴正, 野澤真里奈, 茶谷祐行: 京都府保健環境研究所年報, 58, 41-46 (2013).
- 13) Shodex HPLC Columns: アプリケーションデータ, 糖分析における試料溶解液の分離への影響 (NH2P-50 4E).  
<https://www.shodex.com/ja/dc/03/02/45.html> (2026 年 1 月閲覧).

### 3) 2021 年春季に発生した光化学オキシダント高濃度事例の特徴

三井浩揮 豊永悟史

#### 要 旨

大気汚染常時監視測定局の観測データを用いて、2021 年春季に観測された光化学オキシダントの高濃度事例の発生要因と日内変動の特徴を解析した。解析の結果、高濃度期間の前半には越境移流によって広域的に濃度が上昇し、後半には地域内生成の寄与が増大して地点間の濃度差が拡大したことが示唆された。また、県内の一部の地点では通常と異なる光化学オキシダント濃度の日内変動が確認された。

キーワード：光化学オキシダント，越境移流，地域内生成，日内変動

#### 1. はじめに

光化学オキシダント（以下「Ox」）は、窒素酸化物や揮発性有機化合物を前駆物質として大気中で二次的に生成される代表的な大気汚染物質であり、人体への影響が懸念されている<sup>1)</sup>。しかしながら、国内では環境基準の達成率が極めて低い状況が続いており<sup>2)</sup>、大気環境行政上の重要な課題の一つとなっている。

熊本県においても環境基準達成率は長期にわたり 0% となっており<sup>3)</sup>、2019 年 5 月には県内で 10 年ぶりとなる光化学スモッグ注意報が発令されている<sup>4)</sup>。これらのことから、高濃度事例の発生要因を把握し、対策検討につなげていくことが重要である。

そこで本研究では、2021 年春季に観測された Ox の高濃度事例に着目し、大気汚染常時監視測定局（以下「常時監視局」）のデータおよび気象データを用いて、高濃度事例の発生要因と日内変動の特徴について解析を行った。

#### 2. 調査方法

##### 2.1 Ox 濃度経時変化

解析対象は、Ox の観測を実施している熊本県内の 24 地点の常時監視局で測定された Ox 濃度の 1 時間値（確定値）とした。図 1 に調査対象地点の位置関係を示した。

解析対象期間は、2021 年 5 月 29 日から 6 月 1 日とした。このうち、5 月 29 日から 30 日を「期間前半」、5 月 31 日から 6 月 1 日を「期間後半」と定義し、次節以降の解析を行った。

##### 2.2 気象解析

気象解析には、熊本県内の常時監視局で測定された風向・風速データおよび気象庁が公開する天気図<sup>5)</sup>を用い

た。さらに、広域的な輸送の影響を評価するため、米国海洋大気庁（NOAA）が提供する大気輸送・拡散モデル HYSPLIT<sup>6)</sup>を用いて後方流跡線解析を行った。解析条件は、熊本市の中心部に位置する京町局を起点とし、起点高度を 1,500m、遡及時間を 72 時間、時間間隔を 3 時間に設定した。

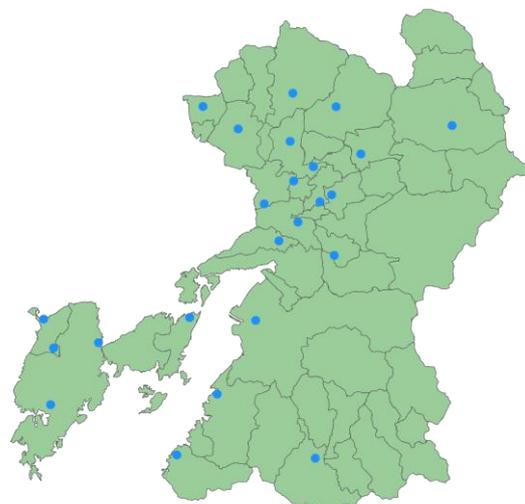


図 1 熊本県における Ox 測定局の配置図<sup>3)</sup>  
(●は解析対象とした 24 地点を示す)

##### 2.3 日内変動の特徴

九州地域における Ox の観測を実施している常時監視局 146 地点の Ox 日最大値の観測時刻を基に、日内変動の特徴を解析した。具体的には、各観測地点における 1 時間値のうち、日最大値が観測された時刻を抽出し、解析対象期間のうち特に濃度が高かった期間後半の 2 日間（5 月 31 日と 6 月 1 日）について比較を行った。

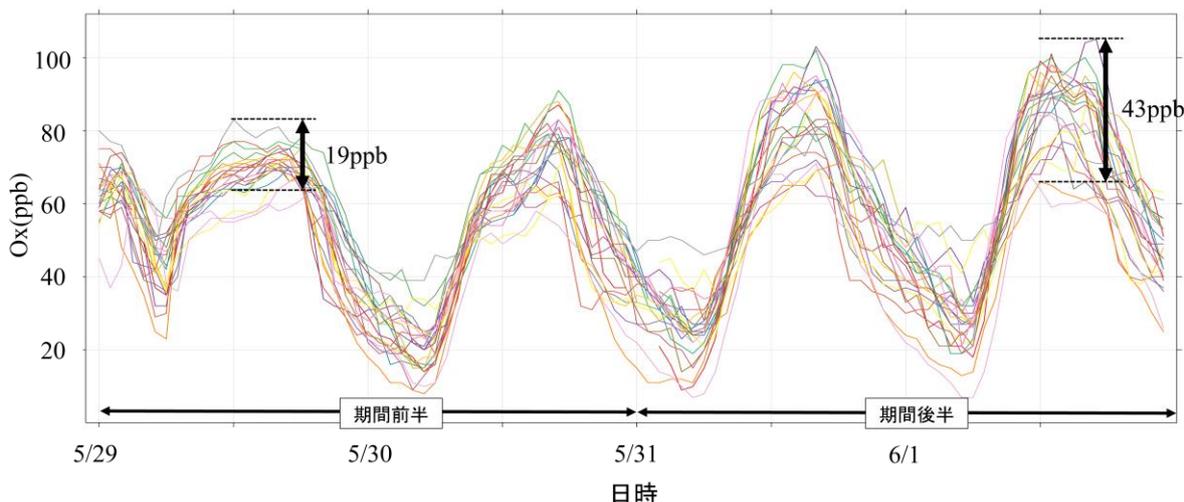


図 2 2021 年 5 月 29 日から 6 月 1 日における熊本県内の Ox 濃度の経時変化

### 3. 結果と考察

#### 3.1 Ox 濃度経時変化

2021 年 5 月 29 日から 6 月 1 日の熊本県内測定局における Ox 濃度の経時変化を図 2 に示す。期間中には各地点における最高値が 83~109ppb に達し、広域的な Ox 濃度の上昇が確認された。

また、期間前半から期間後半にかけて、地点間の濃度差が拡大していることも確認された (図 2)。期間前半の 5 月 29 日について見ると、最小値 (64ppb: 人吉保健所局) と最大値 (83ppb: 苓北志岐局) の差は 19ppb であった。一方で、期間後半の 6 月 1 日には、最小値 (66ppb: 河浦局) と最大値 (109ppb: 山鹿健康福祉センター局) の差は 43ppb まで拡大した。これは、地域内の Ox 生成が県内各地点の Ox 濃度変動に影響していたことを示していると考えられた。

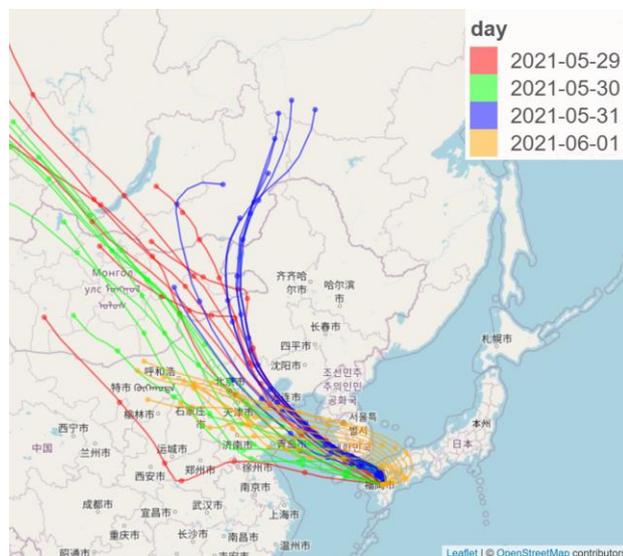


図 4 解析対象期間中の後方流跡線

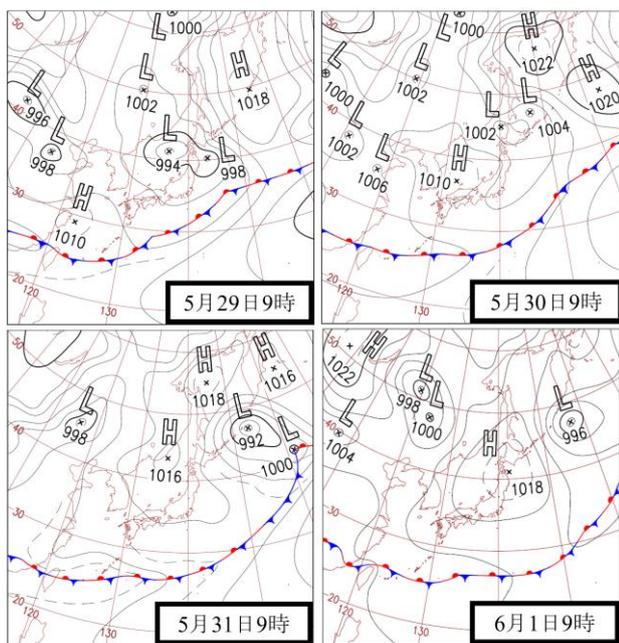


図 3 2021 年 5 月 29 日~6 月 1 日の天気図

#### 3.2 気象条件

地上天気図から、5 月 29 日ごろに高気圧が九州に接近し、その後 6 月 1 日まで停滞していたことが確認された (図 3)。この期間は、西日本から東日本を中心に高気圧に覆われ、6 月 1 日頃まで晴天が続いていた<sup>5)</sup>。後方流跡線解析の結果から、期間全体を通じて主に大陸方向からの気塊が影響していたことが示された (図 4)。なお、期間後半は、後方流跡線が九州付近を右回りに周回するような動きを示しており、高気圧の周辺流の動きに対応したもの<sup>7)</sup>と考えられた。

地上の風向風速は、期間前半と後半で異なる挙動が確認された (図 5)。期間前半 (5 月 29 日) の風向風速は午前 2 時と午後 5 時に同一方向を示し、一日を通じて風向の変化が小さかったことから、高気圧の接近に伴い、一般風が卓越していた<sup>8)</sup>と考えられる。期間後半 (6 月 1 日) は、午

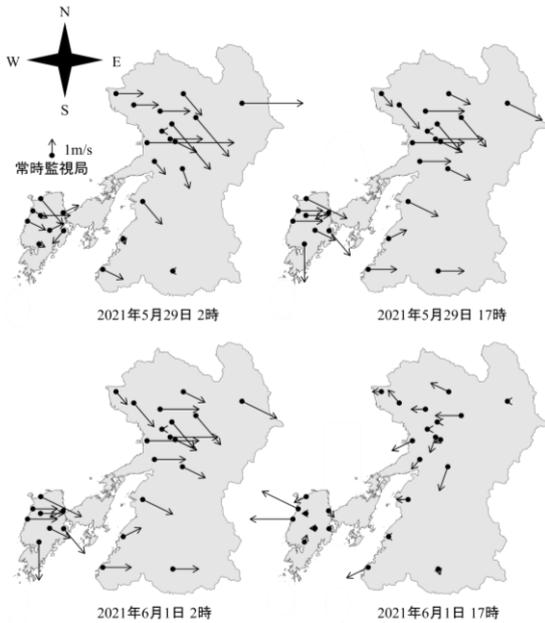


図5 風向・風速の変化

前2時には陸から海へ吹く陸風、午後5時には海から陸に吹く海風が確認された。この風向の変化は、海陸間の熱的不均一によって生じる局地風<sup>8)9)</sup>(海陸風)に対応したものと考えられる。一般風が強い場合、海陸風は形成されにくい<sup>10)</sup>ことが知られているため、この期間の海陸風の発達は、一般風の影響が弱く局地風が支配的であったことを示唆している。

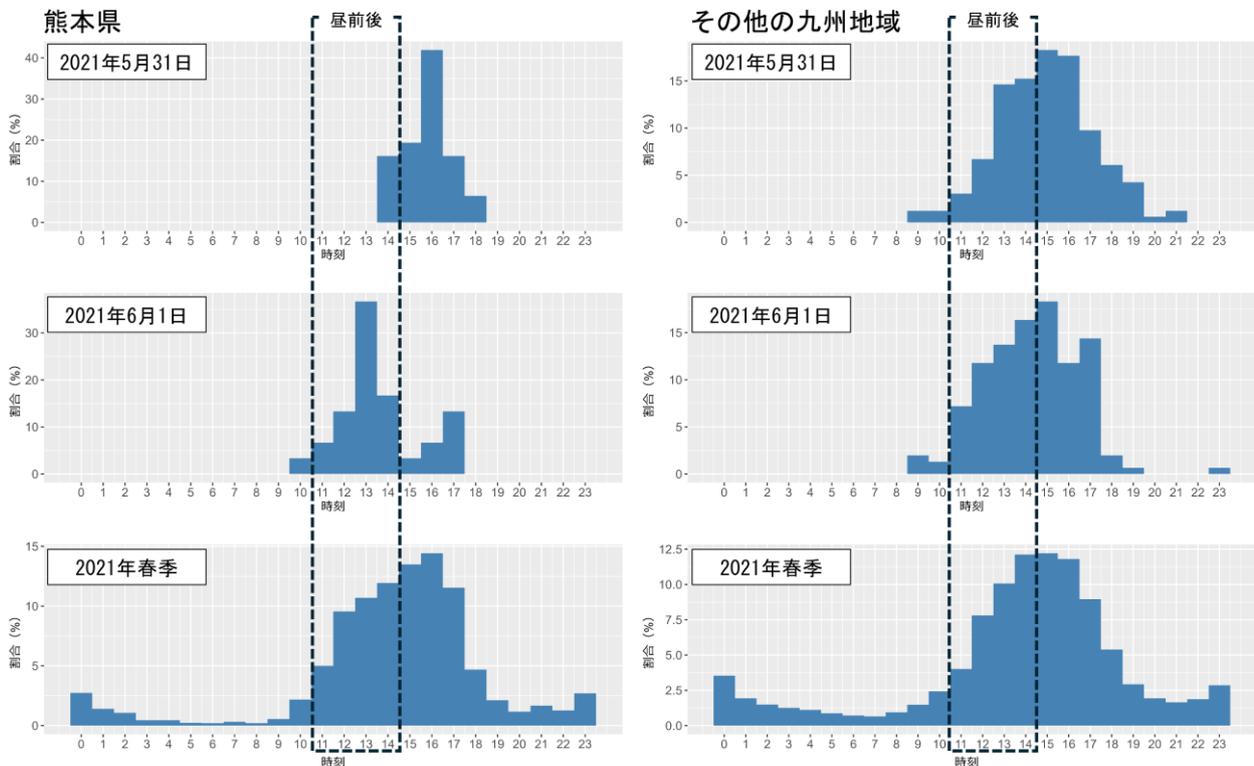


図6 熊本県(左)およびその他の九州地域(右)におけるOx日最大値観測時刻の頻度分布

以上より、期間前半は移動性高気圧の東進に伴い、大陸からの越境移流が支配的であった<sup>11)</sup>と考えられる。期間後半は越境移流の影響に加え、局地風の卓越が見られ、汚染物質が滞留しやすい気象場<sup>12)</sup>が形成された。こうした移動性高気圧の影響下では、晴天・弱風となり、大気下層で汚染物質が滞留し、光化学生成が進行しやすくなることが報告されている<sup>13)</sup>。本事例の期間後半も上記のメカニズムが同様に作用した可能性が高く、地域内でのOx生成が進行し、前節で述べた地点間の濃度差の拡大に寄与したと考えられる。したがって、本事例の高濃度メカニズムは、越境移流と局地的要因が複合的に作用した結果であると結論づけられる。

### 3.3 日内変動の特徴

期間後半の2日間(2021年5月31日および6月1日)と2021年春季(4-6月)における九州地域の常時監視局で、Ox濃度の日最大値が観測された時刻を集計し、熊本県とその他の九州地域での比較を行った(図6)。熊本県では5月31日には最頻値が16時に出現していた。一方、6月1日には16時ごろに最大値を示す局は大きく減少し、約73%が昼前後(11-14時)に日最大値を示すなど、日最大値の出現時刻が昼前後にシフトしていた。これに対し、同期間の他の九州地域ではこのような日最大値観測時刻の変化は明瞭でなく、熊本県に特徴的な事象であったと考えられる。さらに、2021年春季の最大濃度

観測時刻の最頻値は熊本県およびその他の九州地域いずれも15-16時であったことから、6月1日に観測された昼前後の日最大値は春季全体の傾向とは異なる特徴的な日内変動を示したものであると考えられる。

### ま と め

2021年5月29日から6月1日の熊本県におけるOx高濃度事例は、期間前半は大陸からの越境移流による広域的な寄与が支配的であったのに対し、期間後半は安定した気象条件下で汚染物質の滞留が強まり、地域内生成が加わることで高濃度が持続したことが明らかとなった。

さらに、日内変動の解析から、6月1日には日最大値の発生が昼前後に集中し、熊本県の地点で特に多く確認された。このことから、通常より早期に光化学反応が進行したことが示唆された。以上より、本事例の高濃度化メカニズムは、越境移流と局地的要因が複合的に作用した結果であると結論づけられる。

今回の解析では日内変動の特徴的なパターンを把握することができた。今後はほかの事例についても同様の解析を行い、得られたパターンを比較することで共通のメカニズムを明らかにすることが課題として挙げられる。

### 文 献

- 1) 環境省：光化学オキシダントの健康影響に係る科学的知見の収集・整理結果の概要について。  
<https://www.env.go.jp/content/000200562.pdf> (2025年9月閲覧)
- 2) 環境省：令和5年度大気汚染物質（有害大気汚染物質等を除く）に係る常時監視測定結果。  
<https://www.env.go.jp/content/000315455.pdf> (2025年9月閲覧)
- 3) 熊本県環境生活部：大気・化学物質・騒音等環境調査報告書(第58報)(2022).  
<https://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/attachment/239493.pdf> (2025年9月閲覧)
- 4) 環境省：令和元年光化学大気汚染の概要 -注意報等発令状況, 被害届出状況。  
<https://www.env.go.jp/content/900404472.pdf> (2025年9月閲覧)
- 5) 気象庁HP：日々の天気図。  
<https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/index.html> (2025年9月閲覧)
- 6) 米国海洋大気庁(NOAA) . HYSPLIT: Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model.  
<https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php> (2025年2月閲覧)
- 7) 兼保直樹, 高見昭憲, 佐藤 圭, 畠山史郎, 林 政彦,

原 圭一郎, Chang Lim-Serok, Ahn Joon-Young:九州北部における春季の高濃度PM2.5と長距離輸送,大気環境学会誌,45(5),227-234(2010).

- 8) 森口 實,千秋 鋭夫,小川 弘: 環境汚染と気象—大気環境アセスメントの技術.p.33,p.93-94 (1990) (朝倉書店) .
- 9) 岩槻秀明: 図解入門 最新気象学のキホンがよーくわかる本 [第3版] . p.418 (2017) (秀和システム) .
- 10) 吉門 洋: 大気環境の気象学—第2講 領域規模大気汚染の気象学 (国内) —, 大気環境学会誌, 53(4), A61-A70 (2018).
- 11) 岩本真二, 大石興弘, 田上四郎, 力 寿雄, 山本重一: 福岡県における光化学オキシダントの高濃度要因の分類, 大気環境学会誌, 43(3), 173-179 (2008).
- 12) 近藤裕昭: 局地循環と大気汚染 II, 大気環境学会誌, 30(6), A87-A96 (1995).
- 13) 鶴野伊津志, 村野健太郎, 若松伸司: 春季の移動性高気圧通過時の二次大気汚染物質の長距離輸送と変質過程の数値解析, 大気環境学会誌, 33(3), 164-178 (1998).

## 4) 特定酵素基質寒天培地による事業場排水中の大腸菌数の測定

永田武史 中堀靖範

### 要 旨

水質汚濁防止法等における事業場排水の規制においては、ふん便性の汚染に係る項目として従来、大腸菌群数が用いられてきた。1980年代以降、ふん便性を示す大腸菌のみを検出することが可能な培地の開発が進んだことから令和7年度(2025年度)より大腸菌群数による規制が大腸菌数による規制に変更された。

これまで本研究所においては事業場排水を対象とした大腸菌数の測定実績がなかったことから、令和6年度(2024年度)に搬入された73事業場の排水について大腸菌と大腸菌群を測定し、国が実施した実態調査との比較を行った。大腸菌群数または大腸菌数の規制基準超過が見られた4事業場のうち、大腸菌数と大腸菌群数との比が国の報告と比較して極端に小さい事例がみられた。

**キーワード：大腸菌数，大腸菌群数，特定酵素基質培地，水質汚濁防止法**

#### はじめに

グラム陰性無芽胞桿菌の一種であり、動物の腸内に生息する大腸菌は、他のふん便性の細菌と比較して動物の体内からの排出後の生残期間が短く、排出後増殖しないことなどから公共用水域におけるふん便性の汚染の指標として適切であるとされている<sup>1)</sup>。しかしながら、本国において、水質汚濁に係る環境基準の設定(昭和46年12月28日環境庁告示第59号)及び、水質汚濁防止法(昭和45年法律第138号)に規定された特定事業場の排水基準の設定が行われた昭和45~46年(1970~1971年)時点では、大腸菌自体を簡便に測定する技術がなかったため、水環境におけるふん便性汚染の指標として比較的容易に測定できる大腸菌群数が採用された。ここで大腸菌群とは、大腸菌とよく似た性状の菌群であり、具体的にはグラム陰性無芽胞桿菌のうち、乳糖を分解して酸とガスを発生させる全ての菌を指す。大腸菌群に属する細菌類の中には、河川や土壌といった環境中に生息する種も多数存在することから、これまでも汚染実態を過大評価しているという問題が指摘されてきた<sup>1,2)</sup>。

1980年代から1990年代にかけて、微生物が特異的に代謝する基質に色原体(発色もしくは発光物質)を標識した特定酵素基質を含有した培地(特定酵素基質培地)の開発及び普及が進み、大腸菌についても選択的に発色する特定酵素基質が開発された<sup>3)</sup>。そのことから、公共用水域における環境基準は令和4年度(2022年度)から大腸菌のみを対象とした大腸菌数が大腸菌群数に代わって

水質汚濁の指標となった<sup>4)</sup>。その後、水質汚濁防止法に基づく工場・事業場の排水基準も見直され、令和7年(2025年)4月1日付けで従来の大腸菌群数による規制から大腸菌数による規制(大腸菌群数3,000個/cm<sup>3</sup>から大腸菌数800CFU/mLに変更)に見直され、その測定にあたっては5-ブロモ-4-クロロ-3-インドリル-β-D-グルクロニド(X-GLUC)を含む特定酵素基質寒天培地を使用することとされた<sup>4)</sup>。

工場・事業場の排水規制の見直しにあたり、環境省は平成29年度から令和元年度(2017年度から2019年度)にかけて、下水道終末処理施設や旅館業、畜産業に係る施設等の排水実態調査を実施し、大腸菌群数と大腸菌数の測定値から大腸菌数と大腸菌群数の比を0.28と算出した<sup>4)</sup>。また、国土交通省は下水道終末処理施設の放流水について同様の調査を行い、大腸菌群数100個/mL以上3000個/mL以下の範囲の検体においては大腸菌数と大腸菌群数の比を0.29と算出した<sup>5)</sup>。

本県においては、県内の河川水については大腸菌数と大腸菌群数の測定を実施しており、大腸菌数と大腸菌群数の比は0.0049~0.1285の範囲であったことを報告している<sup>7)</sup>。一方、事業場排水については本研究所ではこれまで大腸菌数の測定実績がなかった。今回、事業場指導への参考となる知見を得ることを目的とし、特定酵素基質培地を用いた大腸菌数及び大腸菌群数の測定を実施し、環境省及び国土交通省の結果との比較を行うとともに業種別の傾向について調査した。

### 測 定

令和 6 年 (2024 年) 5 月から 12 月にかけて搬入された水質汚濁防止法及び熊本県生活環境の保全等に関する条例の対象となる 73 事業場の排水水について、大腸菌及び大腸菌群の測定を実施した。

大腸菌数の測定は、環境大臣が定める排水基準に係る検定方法 (昭和 49 年 9 月環境庁告示第 64 号) で引用される下水の水質の検定方法等に関する省令 (昭和 37 年厚生省・建設省令第 1 号, 令和 7 年 4 月 1 日改正施行) に基づき混釈法により実施し、培地には島津ダイアグノスティクス株式会社製 XM-G 寒天培地 (以下、「XM-G 培地」という。) を使用した。XM-G 培地には特定酵素基質として X-GLUC が含まれており、大腸菌が特異的に保有・産生する酵素  $\beta$ -グルクロニダーゼにより分解される際に青色のコロニーが生成される。また、特定酵素基質として 5-ブロモ-6-クロロ-3-インドリル- $\beta$ -D-ガラクトピラノシド (MAGENTA-GAL) が含まれており、MAGENTA-GAL が、大腸菌群が特異的に保有・産生する酵素  $\beta$ -ガラクトシダーゼにより分解される際に赤色のコロニーが生成される。この青色のコロニー数を XM-G 培地による大腸菌数、赤色及び青色コロニーの合計数 XM-G 培地による大腸菌群数として測定した。

また、同一の検体について改正前の同省令に基づく大腸菌群数を測定した。培地には栄研化学株式会社製デソキシコレート培地を用いた。

### 測定結果及び考察

今回測定を実施した 73 検体を事業場の代表特定施設等で分類したものを表 1 に示す。73 検体のうち大腸菌または大腸菌群が有意 (検体 1mL あたり 10 コロニー以上) に検出されたのは 25 事業場であった。

表 1 測定した検体の施設種類の内訳等

施設種類 (水濁法特定施設、条例排水施設)	検体数	大腸菌または大腸菌群 が有意に検出された検 体数	
下水道終末処理施設	13	5	
し尿処理施設 (501人槽以上の浄化槽)	23	5	
小規模し尿処理施設 (201人槽以上500人槽以下の浄化槽)	8	3	
野菜又は果実を原料とする 保存食料品製造業	3	3	
豚房施設	2	2	
その他	旅館業	7	1
	その他	17	6
計	73	25	

XM-G 培地で検出された大腸菌群のコロニー数 (青色コロニー数と赤色コロニー数の合計) とデソキシコレート培地で検出されたコロニー数との関係を図 1 に示す。両者の相関係数は 0.85 であり、ほぼ一次関数に近い関係であった。25 検体のうち、17 検体において XM-G 培地のほうがデソキシコレート培地よりも多く検出され、その比の平均値は 2.54 であった。東京都健康安全研究センターの福井ら<sup>8)</sup>の報告によれば、XM-G 培地で培養した場合、同一試料をデソキシコレート培地で培養した場合と比較して大腸菌群数が 1.4~2.8 倍の比で計測される結果が示されており、本測定の傾向は福井らの報告に一致する。

XM-G 培地で検出された大腸菌数 (青色コロニー数) とデソキシコレート培地で検出された大腸菌群数の関係を図 2 に示す。相関係数は 0.87、大腸菌数と大腸菌群数との比の平均は 0.084 であった。本研究における測定結果全体では、大腸菌数と大腸菌群数との比は環境省及び国土交通省が実施した調査結果(0.28~0.29)と比較して小さい値となった。大腸菌数及び大腸菌群数の検出状況についての業種別の傾向については、検体数が少ないこともあり、顕著なものは見られなかった。

測定した 73 事業場の検体のうち、排水基準である大腸菌群数 3,000 個/cm<sup>3</sup> または大腸菌数 800 CFU/mL を超過したものは 4 検体であった。該当する事例について、図 2 上に記号 A~D を記し、事例の詳細について表 2 に示す。

4 事例のうち、大腸菌群数と大腸菌数の両方で排水基準不適合であったものは 1 事例(A)、大腸菌群数では基準不適合であったものの大腸菌数では適合であったものが 2 事例(B,C)、逆に大腸菌群数では適合だったものの大腸菌数では不適合であったものが 1 事例(D)であった。

事例 C については、大腸菌数と大腸菌群数との比が極端に小さかった (0.001)。当該事業場の立入時の野帳では、敷地境界の沢で採水し、沢水が排水経路に混入している可能性について記録されていた。このことから、事例 C については、敷地内の沢の土壌等に生息している大腸菌群が検出された可能性が示唆された。

### ま と め

本研究において、73 事業場の排水について、XM-G 培地による大腸菌数、及びデソキシコレート培地による大腸菌群数測定を実施し、うち 25 検体で有意に大腸菌または大腸菌群が検出された。

大腸菌数と大腸菌群数の比の平均は 0.084 であり、環境省及び国土交通省が実施した排水実態調査の結果 (0.28~0.29) と比較して小さな値であり、また、事例 C といった非常に低い値を示した検体もあった。その原因として

は事業場排水への沢水の混入によりふん便性ではない大腸菌群が検出された可能性が考えられた。なお、大腸菌数及び大腸菌群数の検出状況については、業種別の顕著な傾向は見られなかった。

令和 7 年 4 月の排水基準の変更によって、従来の大腸菌群数での規制では不適合とされた排水において、大腸菌数では基準適合となる事例、またはその逆の事例が現れる可能性もあることも判明した。

大腸菌数は対象となる菌種がふん便性由来のものに限定されることから、大腸菌数の測定は従来の大腸菌群数の測定よりも事業場排水の適切な水質の把握及び施設管理に資すると考えられる。

文 献

- 1) 鈴木祥広, 西山正晃, 糠澤桂, 石井聡: 水環境学会誌, 41, 19-26 (2018).
- 2) 和田桂子 辻内宏幸, 今村陸人, 立花和昭: 水環境学会誌, 48, 1-10 (2025).
- 3) E. W. Frampton, L Restaino, N. Blaszkoi: *J. Food. Prot.*,

51, 402-404 (1988).

- 4) 環境省: 水質汚濁に係る環境基準の見直しについて (お知らせ) <https://www.env.go.jp/press/110052.html> (2025 年 9 月時点).
- 5) 環境省: 令和 5 年度 大腸菌群数の排水基準の見直しに係る検討会会議資料 [https://www.env.go.jp/press/press\\_02036.html](https://www.env.go.jp/press/press_02036.html) (2025 年 9 月時点).
- 6) 国土交通省: 下水道における水系水質リスク検討会 会議資料 [https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo\\_sewerage\\_tk\\_000447.html](https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000447.html) (2025 年 9 月時点).
- 7) 藤本貴大, 永田武史, 小笹康人: 熊本県保健環境科学研究所報, 42, 103-108 (2012).
- 8) 福井理恵, 下島優香子, 西野由香里, 黒田寿美代, 山崎華恵子, 畠山薫, 鈴木淳, 貞升健志: 東京健安研七報, 71, 153-157 (2020).

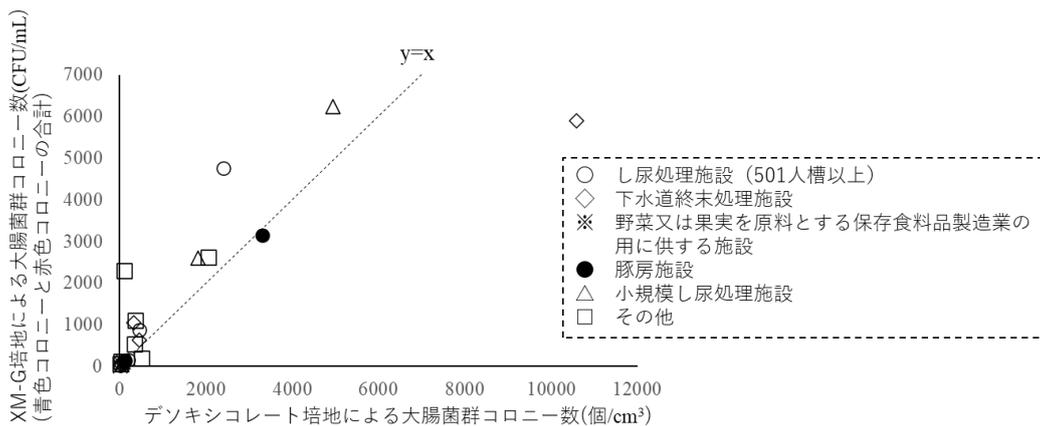


図 1 デソキシコレート培地と XM-G 培地における大腸菌群数の関係 (グラフ内の破線は両培地における大腸菌群数の比が 1:1 に対応)

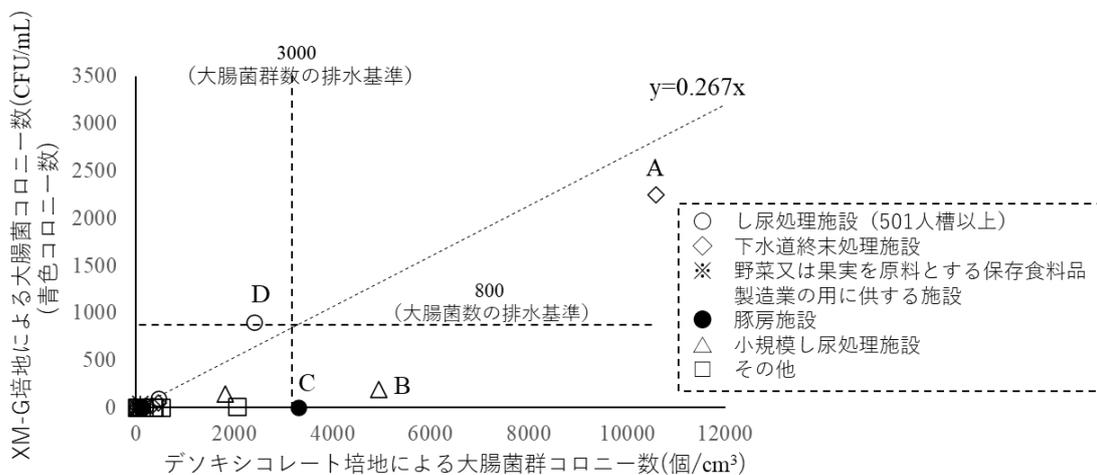


図 2 大腸菌群数 (デソキシコレート培地) と大腸菌数の関係 (図中 A~D は表 2 に示した事例の事業場の結果を示す。)

表 2 大腸菌群数が 3000 個/cm<sup>3</sup> または大腸菌数が 800 CFU/mL 以上検出された事例

事業場	施設種類	大腸菌群数		大腸菌数		大腸菌数/大腸菌群数
		測定結果 (個/cm <sup>3</sup> )	判定	測定結果 (CFU/mL)	判定	
A	下水道終末処理施設	10600	不適合	2250	不適合	0.212
B	小規模し尿処理施設 (201人槽以上500人槽以下の浄化槽)	4950	不適合	197	適合	0.040
C	豚房施設	3300	不適合	3	適合	0.001
D	し尿処理施設 (501人槽以上の浄化槽)	2400	適合	905	不適合	0.377

## 3・2 資料

### 1) 感染症発生動向調査に伴う病原体検査 (2024年度)

徳岡英亮 井上祐希江\*1 笠 純華 平野孝昭\*2  
原田誠也 森 美聡\*3 伊豆一郎

#### はじめに

熊本県感染症発生動向調査事業<sup>1)</sup>に基づき、2024年度に検査依頼のあった検体について病原体検査を実施した結果を取りまとめたので報告する。

流行性角結膜炎と診断された18検体から、15件の病原ウイルス、あるいは遺伝子が検出された。その内訳は、アデノウイルス1型が1件、3型が1件、8型が1件、54型が6件、115型が1件、NTが5件であった。

#### 調査方法

##### 1. 検査材料

県内の病原体定点やその他の医療機関で採取された咽頭ぬぐい液(鼻汁を含む)、結膜ぬぐい液(眼脂を含む)、髄液および便を検体とした。各種検体の受付数を表1に示した。なお、搬入された検体は、検査に供するまで4℃または-80℃で保存した。

##### 2. 検査方法

検査方法については、既報<sup>2),3)</sup>及び国立感染症研究所が定めるマニュアル<sup>4)</sup>に準じ、PCR法、マイクロプレートによる細胞培養法で検査を実施した。分離ウイルスの同定はPCR法ならびにシーケンス法を用いた。

#### 結果

2024年度は、臨床検体93件の検査依頼があり、そのうち75件から病原ウイルスが分離、あるいは遺伝子が検出された。疾患別に分類したウイルス検出数を表2に示した。

##### 1. 呼吸器系疾患の患者から検出されたウイルス

呼吸器系疾患と診断された患者検体の中で、上気道炎、クループ症候群などと診断された14検体から、混合感染を含め9件の病原ウイルス、あるいは遺伝子が検出された。その内訳は、ヒトラインフルエンザウイルスが8件、パラインフルエンザウイルス1型が1件であった。

##### 2. 下痢症疾患の患者から検出されたウイルス

感染性胃腸炎と診断された1検体について下痢症ウイルスは不検出であった。

##### 3. 眼関連疾患の患者から検出されたウイルス

##### 4. その他の疾患の患者から検出されたウイルス

ヘルパンギーナ、手足口病、発疹症、流行性耳下腺炎等と診断された60検体のうち、混合感染を含め51件の病原ウイルス、あるいは遺伝子が検出された。その主な内訳はエンテロウイルス71型が8件、コクサッキーウイルスA6型が17件、A10型が2件、A16型が6件、B4型が1件、ヒトラインフルエンザウイルスが7件、ヘルペスウイルスNTが1件、1型が1件、4型が2件、5型が9件、6型が15件、7型が3件、ムンプスウイルスが1件、パレコウイルスが4件、RSウイルスが1件、ボカウイルスが1件検出された。

#### 考察とまとめ

2024年度における本事業の総検査数は93件であり、2023年度の検査数とほぼ同じであった。また、検出された病原体の種類も2023年度と概ね同様であった。

2024年の本県の感染症発生動向調査に関し、手足口病については、2024年の患者の発生報告数が10,466人と2023年の2,580人の約4倍であった。

このうち当所に提供された50検体について検査したところ、主にコクサッキーウイルスA6型が16件検出され、近年、我が国の手足口病の病原ウイルスとして検出される傾向と同じであった<sup>5)</sup>。

次に、インフルエンザの患者の発生報告数は36,452人であった。特に52週には、定点あたりの患者数が、統計が残る2003年以降最大(一定点あたり92.56)を記録した。一方、インフルエンザの検体提供数は前年同様低迷であった。

この他、感染性胃腸炎に関してもインフルエンザと同様、患者報告数が15,006人と多い一方、検体提供数は低迷であった。

このように検体提供数が低迷すると、感染症の経年的なデータを蓄積することができず、地域内での感染症の

\*1 現県南広域本部球磨地域振興局保健福祉環境部, \*2 現城北家畜保健衛生所, \*3 現県食肉衛生検査所

流行やその程度を捉えることが困難であることから、引き続き検体の確保について関係課と連携し、医療機関に対し依頼を継続していく。

なお、2025年4月7日から開始された急性呼吸器感染症サーベイランスにより、インフルエンザを含む急性の上気道炎又は下気道炎の検体が当所に搬入されるため、以前と比較し、検体が確保しやすくなるのではないかと期待するところである。

最後に、感染症の発生情報の正確な把握と分析結果を迅速に、広く公表することにより、今後も県民に向けた感染症の注意喚起につなげていく。

文 献

- 1) 熊本県：熊本県感染症発生動向調査事業実施要領  
<https://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/attachment/247909.pdf1> (2023年4月閲覧)
- 2) 西村浩一, 松尾 繁, 田端康二, 甲木和子：熊本県保健環境科学研究所報, 30, 49 (2000)
- 3) 松尾 繁, 田端康二, 西村浩一, 甲木和子：熊本県保健環境科学研究所報, 31, 71 (2001).
- 4) 国立感染症研究所：病原体検出マニュアル  
<https://www.niid.go.jp/niid/ja/labo-manual.html> (2023年4月閲覧) .
- 5) 国立感染症研究所：IDWR 2024年27号

表1 検体受付数

病原体定点種別	検体数	検体種別			
		咽頭ぬぐい液	結膜ぬぐい液	便	髄液
小児科	74	73	0	1	0
眼科	18	0	18	0	0
基幹	1	0	0	0	1
合計	93	73	18	1	1

表2 疾患別ウイルス検出数 [令和6年(2024年)4月1日～令和7年(2025年)3月31日]

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
インフルエンザ	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
インフルエンザ様疾患	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
RSウイルス感染症	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
上気道炎	検体受付数	2	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	5
	Human rhino	2			1		1				1			5
	陰性													0
	検査中													0
下気道炎	検体受付数	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Parainfluenza 1		1											1
	陰性		2											2
	検査中													0
百日咳	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0

	検査中													0
ヘルパンギーナ	検体受付数	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	HHV-6				1									1
	陰性													0
	検査中													0
手足口病	検体受付数	0	3	3	18	7	5	5	7	0	1	1	0	50
	Coxsackie A6				6	1								7
	Cytomegalo					1	1							2
	Entero 71							1						1
	HHV-6				2				1					3
	HHV-7			1							1			2
	HHV NT						1							1
	Human rhino						1							1
	Parecho NT					1								1
	CoxsackieA6+Human boca+HHV-5				1									1
	Coxsackie A6+HHV-5				2	1								3
	CoxsackieA6+HHV-5+Human rhino				1	1								2
	Coxsackie A6+HHV-6				2									2
	Coxsackie A6+HHV NT					1								1
	Coxsackie A10+HHV-6			1										1
	Coxsackie A10+RSV			1										1
	Coxsackie A16+HHV-6								3					3
	Coxsackie A16+HHV-6+Human rhino								1					1
	Coxsackie A16+HHV-7								1					1
	Coxsackie A16+HHV NT								1					1
	Entero 71+HHV-4							1						1
	Entero 71+HHV-5							1						1
	Entero 71+HHV-6		1					1						2
	Entero 71+HHV NT						1							1
	Entero 71+Human rhino		1											1
	Entero 71+Parecho NT							1						1
	HHV-4+Parecho NT											1		1
	陰性		1		4	1	1							7
	検査中													0
発疹症	検体受付数	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Coxsackie A6+HHV-6				1									1
	陰性													0
	検査中													0
突発性発疹	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
	Human rhino								1			1		2
	陰性													0

	検査中													0
咽頭結膜熱	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
伝染性紅斑	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
水痘	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
心筋炎	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
無菌性髄膜炎	検体受付数	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Coxsackie B4					1								1
	陰性													0
	検査中													0
細菌性髄膜炎	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
脳炎・脳症等	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
流行性耳下腺炎	検体受付数	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	4
	HHV-6				1									1
	Mumps								1					1
	陰性						1		1					2
	検査中													0
不明熱	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
感染性胃腸炎	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	陰性												1	1
	検査中													0
流行性角結膜炎	検体受付数	0	3	3	0	2	1	1	7	1	0	0	0	18
	Adeno 1			1										1
	Adeno 3		1											1
	Adeno 8			1										1
	Adeno 115								5	1				6
	Adeno 54					1								1
	Adeno NT			1			1	1	2					5
	陰性		2			1								3
	検査中													0

その他結膜炎等	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
その他呼吸器	検体受付数	0	1	0	0	0	0	0	2	0	2	0	1	6
	Human rhino								2		1			3
	陰性		1								1		1	3
	検査中													0
その他	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	HHV-1+Parvco NT												1	1
	陰性													0
	検査中													0
検体受付総数		2	10	6	22	10	8	6	19	1	4	2	3	93
陽性		2	4	6	18	8	6	6	18	1	3	2	1	75
陰性		0	6	0	4	2	2	0	1	0	1	0	2	18
検査中・検査不能		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## 2) 日本脳炎調査 (2024 年度)

笠 純華 井上祐希江\* 徳岡英亮

### はじめに

日本脳炎 (以下「JE」という。) は, JE ウイルス (以下「JEV」という。) を保有している蚊 (主にコガタアカイエカ) によって媒介される感染症で, 典型的なヒトの臨床像は急性髄膜脳炎である。1970 年以前には全国で年間 1,000 人を超える患者が発生したこともある JE だが, ワクチンの普及により患者数は激減し, 近年は毎年全国で 10 人前後の報告数となっている。しかしながら, 本県では JE 患者が 2022 年に 3 名, 2023 年に 2 名, 2024 年に 1 名と 3 年連続で報告されており, 2022 年に報告された 3 名のうち 1 名は, 記録が残っている 2006 年以降, 本県では初めての死亡例となった。JE は, 発症すると致死率 (20~40%程度) が高く, 回復後も半数近くにパーキンソン様症状, 麻痺, 精神障害などの後遺症がみられることから, ワクチンの積極的接種が推奨されている。

本県では例年, 厚生労働省の感染症流行予測調査事業の一環として飼育ブタの感染源調査を実施している。

### 調査方法

#### 1. ブタ血清の赤血球凝集抑制 (HI) 抗体及び 2-メルカプトエタノール (2ME) 感受性抗体調査

2024 年 7 月 8 日から 2024 年 8 月 26 日の間 (7 月 15 日及び 8 月 12 日の週は未実施) の週 1 回, 計 6 日間にわたって, 県内の養豚場から熊本県畜産流通センター (菊池市七城町) に搬入された飼育ブタ (原則として飼育業者別に 5 検体ずつ) の放血血液を, 各日 15 検体を目安に, 計 97 検体採取した。採取した血液は血清を分離後, 常法<sup>1)</sup>により HI 抗体価を測定するとともに, 新鮮感染の指標である 2ME 感受性抗体価を測定した。

#### 2. ブタ血清中の JEV 特異遺伝子 (JEV 遺伝子) 検出

HI 抗体価測定に用いたブタ血清を検体として, リアルタイム RT-PCR 法<sup>2)</sup>による JEV 遺伝子を検出する検査を実施した。

### 結 果

#### 1. ブタ血清の赤血球凝集抑制 (HI) 抗体及び 2-メルカプトエタノール (2ME) 感受性抗体調査

飼育地別のブタ血清中の HI 抗体保有状況を表 1 に示す。2024 年は 7 月 29 日に採血した菊池市のブタから最初に HI 抗体が検出された。その後 8 月下旬にかけて HI 抗体保有率が上昇した。

次に, HI 抗体価及び 2ME 感受性抗体保有数を表 2 に示す。8 月 19 日の上天草市の検体 (HI 抗体陽性) から初めて 2ME 感受性抗体が確認され, 続く 8 月 26 日に採取した上天草市及び熊本市の検体からも確認された。

本県の JE 注意報発令基準 (ブタ血清から 2ME 感受性抗体を保有するブタが 1 頭でも検出された場合又は JEV 遺伝子を保有するブタが 1 頭でも検出された場合) に従い 9 月 4 日に JE 注意報が発令された。

#### 2. ブタ血清中の JEV 遺伝子検出

JEV 遺伝子検出状況を表 1 に併記した。ブタ血清中の JEV 遺伝子は, 8 月 19 日の上天草市の 2 検体から検出され, その遺伝子型はどちらも I 型であった。

### 考 察

2024 年は, 8 月 19 日に 1 頭の 2ME 感受性抗体を持つブタと, 2 頭の JEV 遺伝子を持つブタが検出されたことから, 熊本県において, JEV は 8 月中旬ごろから活動が活発化したと推察された。これは, 過去の JE 注意報発令時期 (2022 年 : 8 月 4 日, 2023 年 : 7 月 27 日) と比較するとやや遅い時期である。その理由として推測されることの 1 つに, 2024 年 6 月から 8 月の西日本の平均気温は平均と比べて 1.4℃も高く, 平均気温は夏として歴代 1 位の高温となった<sup>3)</sup> ことが挙げられる。同じイエカ属のアカイエカの幼虫は, 水温が上昇すると生存が困難になるとの報告があり<sup>4)</sup>, コガタアカイエカについても同様である可能性がある。このように, 2024 年は高温によりコガタアカイエカが 8 月上旬ごろまでは活発化しづらい環境であったと推測される。

### ま と め

2024 年は, 全国で 9 名の JE 患者が報告され<sup>5)</sup>, 本県でも 9 月 4 日の注意報発令の翌週に 1 名の感染が報告された。本県では 2006 年以降 15 名の感染が判明しているが, ほとんどの事例が 9 月から 10 月にかけて発生している。このことから, 夏期だけに限らず秋期も JEV 感染の恐れがあることを広く県民に周知し, 注意を促す必要がある。

また, 豚は JEV を増殖させることで知られるが, 本県は豚の飼養頭数が多く, 2024 年現在全国第 8 位の約 34 万頭<sup>6)</sup> であるという側面からも注意が必要である。

\*現県南広域本部球磨地域振興局保健福祉環境部

文 献

- 1) 厚生労働省：感染症流行予測事業検査術式, (2019).
- 2) 高崎智彦：厚生労働科学研究費補助金（新興・再興感染症研究事業）平成 20 年度分担研究報告書, 81 - 84 (2009).
- 3) 気象庁：2024 年夏（6 月~8 月）の天候 (2024).
- 4) 沢辺京子・小林睦生・二瓶直子・斉藤一三・津田良夫・鍼田龍星・駒形 修・Sudipta Roychoudhury：地球環境保全試験研究費（地球一括計上）平成 24 年度終了成果報告書, 1-21 - 37 (2013).
- 5) 国立健康危機管理研究機構：IDWR 感染症発生動向調査週報 2024 年第 52 週 (2024).
- 6) 農林水産省：畜産統計調査/確報 令和 6 年度畜産統計, (2024).

表 1 飼育地別ブタの HI 抗体保有状況及び JEV 遺伝子検出状況等

採血年月日	熊本市	菊池市	合志市	阿蘇市	小国町	大津町	芦北町	上天草市	天草市	HI 抗体保有率
2024 年 7 月 8 日					0/5			0/5	0/5	0%
2024 年 7 月 22 日	0/5					0/5			0/5	0%
2024 年 7 月 29 日		1/5	0/5	0/5						7%
2024 年 8 月 5 日	0/6			0/5			0/6			0%
2024 年 8 月 19 日	0/5				0/5			2/5 (2)	0/5	10%
2024 年 8 月 26 日	2/5				0/5			1/5		20%

HI 抗体陽性数/検査頭数 ( ) 内は JEV 遺伝子検出数

表 2 ブタの HI 抗体価及び 2ME 感受性抗体保有数

採血年月日	検査頭数	HI 抗体価								2ME 感受性抗体陽性数
		<10	10	20	40	80	160	320	640 ≤	
2024 年 7 月 8 日	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0
2024 年 7 月 22 日	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0
2024 年 7 月 29 日	15	14	1	0	0	0	0	0	0	0
2024 年 8 月 5 日	17	17	0	0	0	0	0	0	0	0
2024 年 8 月 19 日	20	18	1	0	0	0	1	0	0	1
2024 年 8 月 26 日	15	12	0	0	0	1	2	0	0	3

## 3) LC-MS/MS による水稻中の農薬分析法の検討 及び育苗箱施用剤の施用時期の違いによる移植後農薬濃度の推移調査

門田健太郎 青木 愛 島 絵里子 田村香菜 今辻麻美

### はじめに

米は日本人の食生活を支える主要な作物であり、水稻は本県農産物の作付け面積の 30%を占める重要な位置づけである<sup>1)</sup>。米の安定生産には、病虫害被害の抑制が不可欠であり、海外から飛来し水田内で急速に増殖するトビイロウンカは、本県における水稻の重要害虫に指定されており、多発生すると坪枯れを引き起こし、収量を大幅に減少させる要因となる<sup>2)</sup>。

トビイロウンカの防除には、育苗箱施用剤（以下「苗箱剤」という。）と本田防除を組み合わせた防除体系が推奨されている。苗箱剤の施用は、以前は移植時施用が多かったものの、近年では水稻栽培の大規模化に伴い移植時期の省力化が求められていることから、播種時施用も普及している<sup>3)</sup>。

しかし、播種から移植までの育苗期間はおよそ1か月あるため、播種時施用と移植時施用では移植後の農薬効果の持続期間に差が出ると考えられ、播種時施用は移植時施用と比較して早く水稻中の農薬濃度が減少することが先行研究<sup>4)</sup>で報告されている。この先行研究では、水稻の育苗方法として、散水装置を用いて1日に数回かん水する頭上散水と用水を揚げて一時的に湛水状態を維持して育苗箱の底面から吸水させる底面給水について検討されている。

本県では、水田育苗法という水田の一部に区画を設けて育苗する方法も生産現場では行われており、水田育苗法では常時湛水状態が維持されるため、先行研究での育苗条件より育苗箱中の土壌水分が高い状態が維持される。この土壌水分条件の違いにより、先行研究の播種時処理と本県の水田育苗法での播種時処理では、水稻中の農薬濃度の推移に差が生じる可能性が考えられた。そこで、水田育苗法で育苗した場合における、苗箱剤の播種時施用と移植時施用について、移植後の農薬濃度の推移を調査したので報告する。

### 調査方法

#### 1. 試料

試料は、熊本県農業研究センター生産環境研究所病虫害研究室より提供いただいた水稻を用いた。試料の耕種概要を表1に示す。

試料は、苗箱剤が施用されていない「無施用区」、苗箱

剤が播種時に施用された「播種時区」、移植時に施用された「移植時区」があり、播種時区と移植時区の苗箱剤の施用量は 50 g/箱であった。

試料は採取日に当所へ搬入され、分析当日まで-30°Cの条件で有姿のまま冷凍保管した。

表 1 耕種概要

供試作物（品種）	水稻（ヒノヒカリ）
播種日	令和 7 年（2025 年）5 月 19 日
移植日	同年 6 月 19 日

#### 2. 分析対象農薬

分析対象農薬は、トリフルメゾピリム、ペンフルフェン、クロラントラニプロールとした。なお、試料に施用された苗箱剤は、これらの農薬を含んでおり、苗箱剤中の含有率はトリフルメゾピリムとクロラントラニプロールが 0.75%、ペンフルフェンが 2.0%である。

#### 3. 試薬等

##### 3.1 標準品

トリフルメゾピリム標準品、ペンフルフェン標準品、クロラントラニプロール標準品は、富士フィルム和光純薬製の残留農薬試験用を用いた。

##### 3.2 その他の試薬

アセトニトリル（HPLC 用）、メタノール（HPLC 用）、メタノール（LC/MS 用）、ギ酸（LC/MS 用）、酢酸アンモニウム（試薬特級）は、富士フィルム和光純薬製を用いた。

##### 3.3 標準原液及び混合標準液の調製

各標準品を 10 µg/mL となるようにメタノールに溶解したものを標準原液とし、これらを混合し、0.4 µg/mL となるようアセトニトリルで希釈したものを混合標準液とした。

#### 4. 測定機器及び測定条件

Waters 製の LC-MS/MS を用いて測定した（表 2, 表 3）。

分析対象農薬の測定条件について、トリフルメゾピリムは既報<sup>5)</sup>をもとに定め、ペンフルフェン、クロラントラニプロールは、インフュージョン分析を行い、最適条件を求めた（表 4）。

5. 分析フロー

試料は、解凍後にハサミで細切りし、マルチビーズショッカー (MB3200 (S), 安井器械製) で均質化して分析に供した。

均質化後の抽出法は、既報<sup>6)</sup>を参考にしたが、均質化の方法をホモジナイズからマルチビーズショッカーでの粉碎に変更したため、既報では2回の超音波抽出のところを1回ずつのホモジナイズ抽出と超音波抽出に変更した (図1)。

表2 LC-MSMS 測定条件

LC 部		ACQUITY UPLC H-Class Plus (Waters 製)
分析カラム	ACQUITY UPLC BEH C18 (Waters 製)	粒径 1.7 μm, 内径 2.1 mm, 長さ 100 mm
カラム温度	40°C	
移動相	A 液	0.1%ギ酸/0.25 mM 酢酸アンモニウム含有水溶液
	B 液	0.1%ギ酸/0.25 mM 酢酸アンモニウム含有メタノール溶液
グラジエント	表3のとおり	
流速	表3のとおり	
MS/MS 部		Xevo TQ-XS (Waters 製)
イオン化法	ESI	
分析モード	MRM	
注入量	2 μL	

表3 グラジエント条件

Time (min)	A (%)	B (%)	Flow (mL/min)
0	85	15	0.3
13.5	30	70	0.3
28.5	5	95	0.3
28.6	0	100	0.4
35	0	100	0.4
35.1	85	15	0.3
45	85	15	0.3

6. 検量線

検量線は、混合標準液をメタノールで適宜希釈し、無施用区抽出液と水を添加したマトリックス添加検量線を用いた (無施用区抽出液 : 水 : 混合標準液 = 5 : 4 : 1)。いずれの農薬でも、検量線は 0.05~10 ng/mL の範囲において良好な直線性を示し、相関係数 0.99 以上であったことから、この範囲での定量が可能であると考えられた。

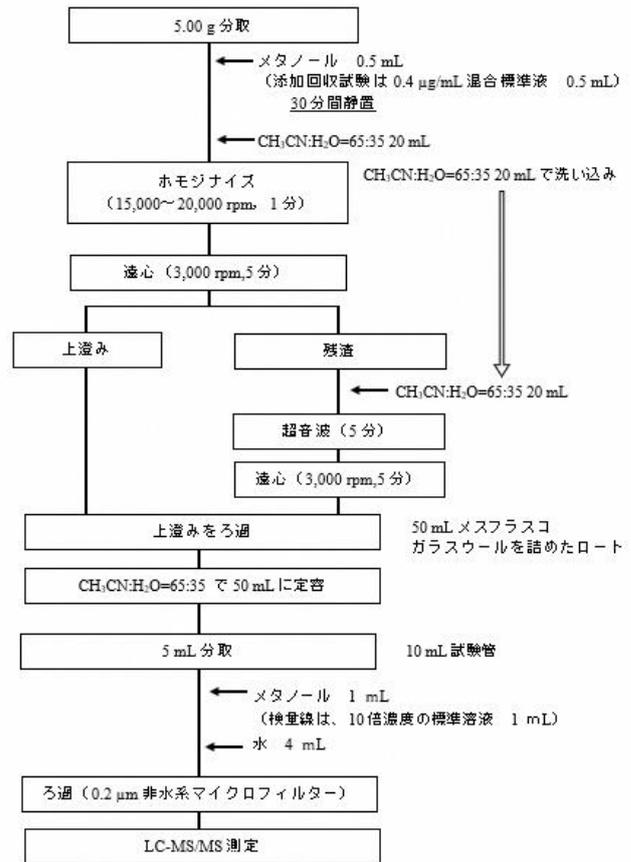


図1 分析フロー

表4 分析対象農薬と測定イオン等

農薬名	イオン化モード	保持時間 (min)	Q1 (m/z)	→	Q3 (m/z)	Cone (V)	Collision (eV)
トリフルメゾピリム	定量イオン	10.5	399.1	→	279.0	2	19
	定性イオン		399.1	→	306.0	2	19
ペンフルフェン	定量イオン	16.2	318.1	→	141.0	32	32
	定性イオン		318.1	→	234.0	32	16
クロラントラニプロール	定量イオン	13.1	484.0	→	112.0	12	68
	定性イオン		484.0	→	285.9	12	12

### 7. マルチビーズショッカーでの均質化の検討

マルチビーズショッカーは、専用チューブに試料と一緒に入れるメタルコーンによって破碎を行う。本研究では、50 mL の専用チューブ (ST5010PCR, 安井器械製) と 50 mL 粉碎チューブ用メタルコーン (MC-5038R, 安井器械製) を用いて、粉碎条件を検討した (表 5)。

表 5 マルチビーズショッカー検討条件

回転数	動作時間
2,500 rpm	15 秒
	20 秒
3,000 rpm	15 秒
	20 秒

### 8. 分析法の妥当性の評価

#### 8.1 妥当性の評価方法

本研究の分析法は、当所が食品に対して実施している分析法と均質化の方法が異なっており、実試料分析では一定期間冷凍保管後に分析したことから、分析法の妥当性について検討した。なお、分析法の妥当性は、無施用区を用いた添加回収試験の回収率によって確認し、「食品中に残留する農薬等に関する試験法の妥当性評価ガイドライン」<sup>7)</sup>の真度の項目を参考に、回収率が 70%~120% の場合を良好な結果として評価した。

#### 8.2 添加回収試験

均質化後の無施用区を 5.00 g はかり取り、試料中濃度が 0.04 µg/g となるように混合標準液を添加し、30 分静置後、抽出・測定した。

#### 8.3 均質化の影響評価試験

均質化前の無施用区に試料中濃度が 0.04 µg/g となるよう混合標準液を添加し、30 分静置後、均質化した。均質化後の試料を 5.00 g はかり取り、抽出・測定した。

また、均質化後の無施用区に混合標準液を添加した添加回収試験を併せて実施し、均質化の影響を評価した。

#### 8.4 冷凍保管による影響評価試験

均質化後の無施用区を 5.00 g はかり取り、試料中濃度が 0.04 µg/g となるように混合標準液を添加し、-30℃で 3 週間冷凍保管した後、解凍して抽出・測定した。

また、分析当日に混合標準液を添加した添加回収試験を併せて実施し、冷凍保管による影響を評価した。

### 9. 実試料分析

分析フローの方法により、無施用区、播種時区、移植時区の実試料分析を行った。分析した実試料の採取日及び分析日を表 6 に示す。

表 6 試料採取日及び分析日

試料採取日	分析日
6月24日 (5日)	7月10日
7月8日 (19日)	
7月22日 (33日)	8月12日
8月5日 (47日)	

※ ( ) 中の日数は、移植から採取までの日数を示す。

### 結果及び考察

#### 1. 均質化の検討

本研究を始めた時点では、均質化は当所で実施している農産物中の残留農薬分析と同様に、フードプロセッサーで細断後、ホモジナイザーによる均質化を試みた。しかし、今回の試料が水稻の茎葉であったため、フードプロセッサー及びホモジナイザーの刃に茎葉が巻き付き、均質化できなかった。そこで、均質化の方法をホモジナイズからマルチビーズショッカーでの破碎に変更した。

マルチビーズショッカーでの均質化は、均質化後のメタルコーンの発熱や処理時間を考慮して、回転数 3,000 rpm、処理時間 15 秒とした (図 2)。



図 2 均質化処理後の試料 (3,000 rpm, 15 秒)

#### 2. 分析法の妥当性の評価

##### 2.1 添加回収試験

均質化後の無施用区に対する添加回収試験の回収率はいずれの農薬も 70%~120% の範囲内であり、良好であった (表 7)。このことから、構築した分析フローで分析できることが示された。

表 7 添加回収試験の結果

農薬名	回収率 (%)
トリフルメゾピリム	85.2
ペンフルフェン	81.8
クロラントラニリプロール	81.6

##### 2.2 均質化による農薬への影響

均質化前の無施用区に混合標準液を添加して均質化した場合の添加回収試験の回収率は、いずれの農薬も 70%~120% の範囲内であり、良好であった (表 8)。また、均質化前に混合標準液を添加した場合の回収率は、均質化後

に混合標準液を添加した場合の回収率と比較して、すべての農薬で同程度であり、農薬は均質化時に分解されないと考えられた。

表 8 均質化の影響

農薬名	回収率 (%)	
	均質化前 農薬添加	均質化後 農薬添加
トリフルメゾピリム	81.6	78.7
ペンフルフェン	79.9	79.5
クロラントラニプロール	85.3	79.0

### 2.3 冷凍保管による農薬への影響

3 週間冷凍保管した場合の添加回収試験の回収率はいずれの農薬も 70%~120%の範囲内であり、良好であった(表 9)。また、3 週間冷凍保管した場合の添加回収試験の回収率は、分析当日に混合標準液を添加した場合の回収率と比較して、すべての農薬が同程度であり、農薬は 3 週間の冷凍保管中に分解されないと考えられた。

表 9 冷凍保管の影響

農薬名	回収率 (%)	
	冷凍保管	当日添加
トリフルメゾピリム	80.1	80.5
ペンフルフェン	82.7	81.1
クロラントラニプロール	82.2	80.1

### 3. 実試料分析の結果

実試料中のトリフルメゾピリム濃度の推移を表 10 に示す。6 月 24 日及び 7 月 8 日に採取した試料において、播種時区が移植時区より低く、水田育苗法により育苗した本試験の結果も先行研究と同様の結果となった。なお、7 月 22 日以降に採取した試料では定量下限値未達となり、その後の差は認められなかった。

ペンフルフェンもトリフルメゾピリムと同様に、播種時区が移植時区より低い試料中濃度で推移した(表 11)。

一方、クロラントラニプロールは、7 月 22 日採取試料を除いて播種時区が移植時区より高い試料中濃度で推移した(表 12)。

表 10 トリフルメゾピリムの推移

	各採取日の試料中農薬濃度(μg/g)			
	6/24	7/8	7/22	8/5
無施用区	ND	ND	ND	ND
播種時区	0.044	0.001	ND	ND
移植時区	1.252	0.018	ND	ND

※定量下限値:0.001 μg/g

表 11 ペンフルフェンの推移

	各採取日の試料中農薬濃度(μg/g)			
	6/24	7/8	7/22	8/5
無施用区	ND	ND	ND	ND
播種時区	0.368	0.077	0.014	0.003
移植時区	0.544	0.123	0.067	0.006

※定量下限値:0.001 μg/g

表 12 クロラントラニプロールの推移

	各採取日の試料中農薬濃度(μg/g)			
	6/24	7/8	7/22	8/5
無施用区	0.001	0.001	ND	ND
播種時区	0.734	0.303	0.035	0.018
移植時区	0.316	0.211	0.054	0.008

※定量下限値:0.001 μg/g

### ま と め

本研究では、水稻中の農薬分析において、マルチピーズショッカーによる試料の均質化を行い、ホモジナイズと超音波により溶媒抽出し、LC-MS/MS で測定する分析法を構築し、構築した分析法の妥当性について検討した。

さらに、構築した分析法を用いて、播種時または移植時に苗箱剤を施用し、水田育苗法により育苗した水稻を対象として、移植後の水稻中農薬濃度の推移を調査した。その結果、本県の重要害虫であるトビイロウンカに対する有効成分トリフルメゾピリムは、苗箱剤の施用が約 1 か月早い播種時施用では、移植時施用と比較して移植後の農薬濃度が低く推移することが確認できた。

このことは、本田防除の時期を決めるにあたって、有益な情報であると考えられ、熊本県農業研究センターでの病虫害の発生状況調査や薬効調査を合わせることで、実際の防除効果の評価及び効果的な防除技術の開発につながると思われる。

また、本研究で得られたような栽培期間中の農薬濃度の推移に関する知見は、当所が実施している農産物中の残留農薬に関する研究に生かすことができる。また、分析法の検討を通して、基準値超過や健康危機管理事案発生時の分析技術の向上にも資する。

今後も引き続き熊本県農業研究センターをはじめとした他部署との連携を強化し、生産から消費までの各段階における食の安全安心の確保に取り組んでいくことが期待される。

### 謝 辞

本調査にあたり、水稻のサンプルをいただいた熊本県農業研究センター生産環境研究所に感謝申し上げます。

文 献

- 1) 熊本県：令和 4～5 年度熊本県農業動向年報, 35-36 (令和 6 年度) .
- 2) 農林水産省：薬剤感受性が低下したイネウンカ類に対する防除対策  
[https://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/boujyo/pdf/250226\\_kumamoto.pdf](https://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/boujyo/pdf/250226_kumamoto.pdf) (2025 年 12 月閲覧) .
- 3) JA 全農ながさき：肥料農薬レポート, 2019 年 4 月号
- 4) 成富毅誌：植物防疫, 78 (8), 40-44 (2024 年) .
- 5) 宇梶徳史, 八木一真, 小林将英, 福島宏暢：熊本県保健環境科学研究所報, 51, 57-62 (2021) .
- 6) 福島宏暢, 澤田 愛, 富永純司, 本田大輔, 松本理世, 山口奈穂, 小林将英, 中原優子, 西名武士：熊本県保健環境科学研究所報, 50, 26-34 (2020) .
- 7) 「食品中に残留する農薬等に関する試験法の妥当性評価ガイドラインについて」(平成 19 年 11 月 15 日, 食安発第 1115001 号厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知) (平成 22 年 12 月 24 日, 一部改正, 食安発第 1224 第 1 号) .

## 4) マイクロウェーブ分解装置を用いた玄米及び清涼飲料水中の 重金属分析法の検討

田村香菜 島 絵里子 門田健太郎 青木 愛 今辻麻美

### はじめに

穀類及び豆類の成分規格における重金属については、昭和 34 年 12 月 28 日厚生省告示第 370 号（以下「告示」という。）により、米（玄米及び精米）はカドミウム及びその化合物をカドミウムとして 0.4 ppm を超えて含有するものであってはならないと定められている<sup>1)</sup>。清涼飲料水については、同告示により、ミネラルウォーター類以外の清涼飲料水はヒ素及び鉛を検出するものであってはならないと定められている。

これらの成分規格への適合を判定する際に用いる試験法の妥当性を確認するために、「食品中の有害物質等に関する分析法の妥当性確認ガイドライン」（以下「ガイドライン」という。）が策定されており<sup>2)</sup>、各機関において、開発した試験法の妥当性確認試験や性能評価が実施されている<sup>3-5)</sup>。

当所では、玄米中のカドミウム並びにミネラルウォーター類以外の清涼飲料水中のヒ素及び鉛について、マイクロウェーブ分解装置により試料を分解後、ICP-MS により分析を行っている。

今般、マイクロウェーブ分解装置を更新したため、分解条件の検討を行い、玄米中のカドミウム分析については妥当性確認試験を、ミネラルウォーター類以外の清涼飲料水中のヒ素及び鉛分析については定量試験法として性能評価を実施したので報告する。

### 方 法

#### 1. 試料

玄米及び市販の清涼飲料水（みかんジュース、緑茶飲料、甘酒）を使用した。玄米は、ミルサーにより粉碎し均一化した。

#### 2. 試薬

分析対象元素であるカドミウム、ヒ素及び鉛の標準液は、富士フィルム和光純薬（株）製（いずれも 1,000 mg/L）を用い、内部標準溶液として、SPEX 社製の ZSTC-538 を用いた。硝酸は関東化学（株）製の微量金属測定用を使用した。過酸化水素水は富士フィルム和光純薬（株）製の精密分析用を用いた。

水はメルク（株）製の Milli-Q IQ7003S により精製した

超純水を用いた。

#### 3. 装置・測定機器

マイクロウェーブ分解装置は Anton Paar 製の Multiwave GO Plus を使用した。ICP-MS は Agilent Technologies 製の Agilent 7900 を使用した。

#### 4. 試験溶液の調製

分解容器に、玄米は試料 0.5 g、清涼飲料水は試料 1 g を採取し、水 5 mL、硝酸 5 mL、過酸化水素水 2 mL を加えて混和した後、マイクロウェーブ分解装置で表 1 の条件により分解した。放冷後、PP 製の 50 mL メスフラスコに移して超純水で定容し、これをさらに超純水で 2 倍希釈したものを試験溶液とした。また、試料を採取せずに同様の操作で調製した溶液を空試験溶液とした。

表 1 マイクロウェーブ分解条件

ステップ	昇温 (min)	温度 (°C)	保持 (min)
1	20	180	10
2	-	70	-

#### 5. 標準溶液の調製

##### 5.1 標準原液

各標準液を 2%硝酸で希釈し、20 ppm 標準原液とした。

##### 5.2 検量線用標準溶液

玄米の分析ではカドミウム標準原液を空試験溶液で希釈し検量線用標準溶液とした。清涼飲料水の分析ではヒ素及び鉛の標準原液を混合したものを空試験溶液で希釈し検量線用混合標準溶液とした。いずれも濃度範囲を 0.1~10 ppb とした。

##### 5.3 添加用標準溶液

玄米の分析ではカドミウム標準原液を 2%硝酸で希釈し添加用標準溶液とした。清涼飲料水の分析ではヒ素及び鉛の標準原液を混合したものを 2%硝酸で希釈し添加用標準溶液とした。

#### 6. 測定

ICP-MS の測定条件は高周波出力 1,550 kW、プラズマガス流量 (Ar) 15 L/min、キャリアーガス流量 (Ar) 1.05 L/min、

セルガス流量 (He) 4.3 mL/min とし、内部標準法により測定した。各分析対象元素と内部標準元素の組合せは表 2 のとおりとした。標準溶液の各濃度における分析対象元素と内部標準元素の指示値の比から検量線を作成し、試験溶液中の濃度を求めた。

表 2 分析対象元素と内部標準元素の組合せ

試料	分析対象元素 (測定質量数)	内部標準元素 (測定質量数)
玄米	カドミウム (111)	インジウム (115)
清涼飲料水	ヒ素 (75)	イットリウム (89)
	鉛 (208)	タリウム (205)

### 7. 妥当性確認試験及び性能評価

ガイドラインに従い、玄米中のカドミウム分析においては妥当性確認試験を実施した。清涼飲料水中のヒ素及び鉛分析においては、当所で通常スクリーニング検査として定量試験を実施していることから、ガイドラインを参考に定量試験法としての性能評価を実施した。

試験は、玄米及び清涼飲料水それぞれについて、各試料を分析者 2 名が 1 日 2 併行で 3 日間分析する枝分かれ実験により行った。

使用する試料はあらかじめ測定対象元素が本法の定量下限値 (玄米: 0.02 ppm, 清涼飲料水: 0.01 ppm) 以下であることを確認したものを用い、清涼飲料水の試料には、みかんジュースを使用した。

添加濃度は、成分規格値あるいは告示で示された試験法の検出限度とした。玄米の場合、試料にカドミウムが成分規格値である 0.4 ppm となるようにカドミウム標準溶液を添加した。また、清涼飲料水の場合、試料にヒ素及び鉛が告示で示された試験法の検出限度 (ヒ素: 0.2 ppm, 鉛: 0.4 ppm) となるようにヒ素及び鉛の混合標準溶液を添加した。

目標値は、真度: 90~110%, 併行精度: 室内精度の目標以下、室内精度: 15%未満とした。なお、清涼飲料水の目標値は、ミネラルウォーター類の該当元素の目標値を参考に設定した。

### 8. 他の清涼飲料水試料への適用確認

試料として緑茶飲料及び甘酒を用いた。各試料にヒ素が 0.2 ppm, 鉛が 0.4 ppm となるように添加用標準溶液を添加して添加回収試験を実施した。

#### 結果及び考察

#### 1. 試験溶液の調製方法の検討

はじめに、玄米の試料量を 1 g とし、水 3 mL, 硝酸 6 mL, 過酸化水素水 1 mL を加えて混合後、分解を行ったと

ころ、容器内圧の上昇による容器上部からの溶液の吹きこぼれが発生した。このことから過剰反応が疑われたため、試料量を減らし、加える試薬のうち硝酸の割合を減らして水及び過酸化水素水の割合を増やすことで、容器内圧の上昇を緩和できないか試行した。検討の結果、試料 0.5 g に対して水 5 mL, 硝酸 5 mL, 過酸化水素水 2 mL を加えて混合後、分解を行ったところ、溶液の吹きこぼれは発生しなかった。また、試料量と試薬量を変更したことで、分解後の溶液の色調が薄い褐色から澄んだ淡黄色に改善された。

次に清涼飲料水の場合は、みかんジュース、緑茶飲料、甘酒を試料として、試料 1 g に対して硝酸 7 mL を加えて混合後、分解を行ったところ、容器内圧の上昇による溶液の吹きこぼれが発生した。玄米と異なり、清涼飲料水には様々な性状の試料があるため、採取量を減らすことにより均質な秤取りが困難になると考え、試料量は 1 g のまま、加える試薬の割合を変えることとした。その結果、試料 1 g に対して、加える試薬量を玄米と同様に水 5 mL, 硝酸 5 mL, 過酸化水素水 2 mL としたところ、溶液の吹きこぼれは発生しなかった。また、試薬量の変更前は、甘酒の分解後の溶液において薄い褐色の着色がみられていたが、変更後は澄んだ淡黄色に改善された。

以上の結果から、今回の手法を試験溶液の調製方法とした。

#### 2. 検量線

各元素の検量線は全ての試験において相関係数 0.999 以上となり、良好な直線性を示した。

#### 3. 性能評価

結果を表 3 に示す。試験した全ての元素で真度: 90~110%, 併行精度: 室内精度の目標以下、室内精度: 15%未満となり、ガイドラインの目標値を満たした。

表 3 妥当性確認試験及び性能評価結果

試料	元素	真度 (%)	併行精度 (RSD%)	室内精度 (RSD%)
玄米	カドミウム	103.7	3.6	3.6
清涼飲料水	ヒ素	103.3	2.9	2.9
	鉛	98.3	1.9	2.0

#### 4. 他の清涼飲料水試料への適用確認

結果を表 4 に示す。いずれの試料・分析対象元素においても回収率は 90~110% の範囲となり、良好な結果であった。なお、甘酒においては、添加用標準溶液を添加していない試料から、定量下限値である 0.01 ppm を超えるヒ素

が検出された。このため、回収率は検出された定量値を添加標準溶液を添加した試料の定量値から差し引いて算出した。

表 4 清涼飲料水の添加回収試験結果

試料	回収率 (%)	
	ヒ素	鉛
緑茶飲料	102.9	94.6
甘酒	100.1	99.4

(n=1)

### ま と め

玄米中のカドミウム並びに清涼飲料水中のヒ素及び鉛の分析法について、マイクロウェーブ分解装置を用いた試験溶液の調製方法を検討した。

構築した試験方法により、玄米及び清涼飲料水について、ガイドラインを参考に妥当性確認試験及び性能評価を実施した結果、目標値を満たす良好な結果が得られた。

また、清涼飲料水について、性能評価に使用したみかんジュース以外の試料への適用確認のため、緑茶飲料及び甘酒を試料として添加回収試験を実施したところ、回収率は良好であった。

以上のことから、本法は玄米及び清涼飲料水中の重金属分析に有用であると考えられる。

### 文 献

- 1) 「食品、添加物等の規格基準」(昭和 34 年 12 月 28 日, 厚生省告示第 370 号).
- 2) 「食品中の有害物質等に関する分析法の妥当性確認ガイドラインについて」(平成 26 年 12 月 22 日, 食安発 1222 第 7 号)(最終改正: 令和 7 年 11 月 14 日).
- 3) 山口瑞香, 栗津 薫, 野村千枝, 柿本 葉, 梶村計志: 大阪府立公衛研究所報, 53, 49-51 (1987).
- 4) 古賀敬興, 平川周作, 石橋融子, 堀 就英: 食品衛生学雑誌, 62(3), 100-104 (2021).
- 5) 増淵珠子, 岩越一之, 瀬川雪乃, 佐藤佑亮, 松野郁子, 新藤哲也, 貞升友紀: 東京都健康安全研究センター研究年報, 74, 175-178 (2023).

## 5) 熊本県における放射能調査 (2024 年度)

上野一憲 出納由美子 豊永悟史 古澤尚英 三井浩揮

### はじめに

熊本県では 1989 年 10 月科学技術庁(現原子力規制庁)の委託を受け、熊本市を拠点に環境放射能水準調査を開始し、1995 年度からは宇土市に拠点を移して調査を継続している。2012 年度にモニタリングポストを 1 地点から 6 地点に増設し、その 10 分間値等はインターネットを通じて公開されている<sup>1)</sup>。

本報では 2024 年度の調査結果を報告する。

### 調査方法

#### 1. 調査地点

試料採取地点及び測定地点を図 1 に示す。合志市、御船町及びあさぎり町は 1989 年度、宇土市は 1995 年度、熊本市、荒尾市、水俣市、天草市及び八代市は 2012 年度から調査を行っている。

#### 2. 測定方法

測定方法は「環境放射能水準調査委託実施計画書令和 6 年度 原子力規制庁」及び文部科学省放射能測定法シリーズによる。

##### 2.1 全ベータ放射能測定調査

宇土市(本研究所屋上)において、午前 9 時に定時降水を採取した。この試料を濃縮・乾固し、午後 2 時にベータ線測定装置を用いてベータ線を測定した。

##### 2.2 空間放射線量率調査

###### (1) モニタリングポストによる連続測定

以下の 6 地点において、モニタリングポストによる空間放射線量率を連続測定した。その 10 分間値は原子力規制庁に自動送信された。なお、検出器の地上高は宇土市が 14.5m、その他が 1m である。

測定地点：宇土市(本研究所屋上)

熊本市(県庁)

荒尾市(荒尾市役所)

水俣市(県環境センター)

天草市(県天草保健所)

八代市(八代東高校。2021 年 2 月までは八代市役所)

##### 2.3 核種分析調査

###### (1) 大気浮遊じん

宇土市(本研究所気象露場)において、3 カ月で 10,000m<sup>3</sup>の大気浮遊じんをろ紙に吸引採取した。採取



図 1 調査地点

したろ紙を合わせ核種分析を行った。この調査を年 4 回実施した。

###### (2) 降下物

宇土市(本研究所屋上)において、1 ヶ月間の降下物を大型水盤に受け、翌月の初めに回収した。この降下物試料を蒸発濃縮し、核種分析を行った。この調査を年 12 回実施した。

###### (3) 陸水(蛇口水)

宇土市(本研究所)において、水道蛇口から蛇口水 100L を採取した。この試料水を濃縮し、核種分析を行った。

###### (4) 土壌

宇土市(本研究所)において、深度 0~5 cm と 5~20 cm の土壌を採取した。2 層の土壌はそれぞれ乾燥・粉碎・ふるいわけをし、核種分析を行った。

###### (5) 精米、野菜類(ダイコン、ホウレンソウ)

合志市(熊本県農業研究センター生産環境研究所)で生産された精米及び野菜類を入手した。精米は前処理することなく核種分析を行った。野菜類は炭化と灰化を行い、核種分析を行った。

###### (6) 牛乳

合志市(熊本県農業研究センター畜産研究所)で生産された原乳を入手し、前処理することなく核種分析を行った。

(7) 茶

御船町(熊本県農業研究センター茶業研究所)及びあさぎり町(熊本県農業研究センター球磨農業研究所)で生産された荒茶を入手した。これらの荒茶は炭化と灰化を行い、核種分析を行った。

3. 測定装置

3.1 全ベータ放射能測定調査

ベータ線測定装置：日立 JDC-5200

3.2 空間放射線量率調査

モニタリングポスト：富士電機 NAH

3.3 核種分析調査

ゲルマニウム半導体検出器  
：キャンベラジャパン GC-3018

調査結果

1. 全ベータ放射能測定調査

定時降水の調査結果を表1に示す。87検体のうち2月の2検体から3.1Bq/L(3.9MBq/km<sup>2</sup>)及び1.5Bq/L(4.9MBq/km<sup>2</sup>)の全ベータ放射能が検出された。この結果は過去5年の年間値の0.72倍(月間降水量で0.63倍)であり、過去10年の年間値の範囲内であった。

なお、降水量は6月が最大であった。

2. 空間放射線量率調査

モニタリングポストによる連続測定結果の集計結果を表2に示す。各地点の平均値は過去5年の年間値と同程度であり、全地点における最大値、最小値及び平均値は、それぞれ103, 22及び34nGy/hであった。

3. 核種分析調査

ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線放出核種の測定結果を表3に示す。人工放射性核種<sup>137</sup>Csについて、土壌0~5cmは1.1Bq/kg乾土(39MBq/km<sup>2</sup>)、土壌5~20cmは1.4Bq/kg乾土(140MBq/km<sup>2</sup>)であった。土壌の値は過去5年間の調査結果の範囲内であった。また、茶の最大値は0.93Bq/kg乾物であった。茶は過去5年の調査結果の4倍であった(全国20調査地点のうち2019-2023年度の最大値は3.4Bq/kg)。

なお、その他の人工放射性核種は検出されなかった。

ま と め

2024年度の熊本県における環境放射能水準調査の全ベータ放射能測定調査、空間放射線量率調査及び核種分析調査の結果に異常は認められなかった。

謝 辞

本調査にあたり、試料提供に御協力いただきました熊本県農業研究センターの生産環境研究所、茶業研究所、球磨農業研究所及び畜産研究所の関係各位に謝意を表します。

文 献

- 1) 原子力規制庁：放射線モニタリング情報共有・公表システム  
<https://www.erms.nsr.go.jp/nra-ramis-webg/>  
原子力規制庁：環境放射線データベース  
<https://www.kankyo-hoshano.go.jp/data/database/>

表1 定時降水中の全ベータ放射能調査結果

(調査地点：宇土市)

採取年月	降水量 (mm)	検体数	降下量	
			最低値 (Bq/L)	最高値 月間降下量 (MBq/km <sup>2</sup> )
2024年 4月	182.0	12	ND	ND
5月	257.1	7	ND	ND
6月	417.1	11	ND	ND
7月	291.1	7	ND	ND
8月	138.5	7	ND	ND
9月	180.5	1	ND	ND
10月	221.8	11	ND	ND
11月	131.9	7	ND	ND
12月	23.3	3	ND	ND
2025年 1月	31.8	5	ND	ND
2月	88.5	6	ND 3.1	4.9
3月	127.4	10	ND	ND
年間値	2091.0	87	ND ~ 3.1	ND ~ 4.9
過去5年の年間値	1956.4	88	ND ~ 4.3	ND ~ 14

ND：計数値がその計数誤差の3倍以下

降水量及び検体数：年間値欄は各月の合計、過去5年の年間値欄は過去5年の平均値

表2 モニタリングポストによる空間放射線量調査結果

調査地点 (検出器の地上高)	熊本市 (1m)			八代市 (1m)			荒尾市 (1m)			水俣市 (1m)			宇土市 (14.5m)			天草市 (1m)		
	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値									
2024年 4月	66	28	31	61	35	38	66	26	29	68	34	38	41	22	25	69	38	42
5月	70	28	32	67	35	39	84	26	29	71	34	38	54	22	25	80	39	43
6月	64	29	32	71	36	39	64	27	30	72	34	38	47	22	25	69	39	43
7月	65	29	32	61	35	39	65	26	29	76	34	38	47	22	25	68	39	43
8月	72	28	33	71	37	41	103	28	31	62	36	41	52	23	26	65	41	45
9月	54	27	29	59	37	41	50	27	30	49	36	40	32	24	26	51	42	45
10月	54	25	28	53	37	40	60	27	30	57	36	40	45	24	26	62	42	45
11月	56	25	27	67	37	40	59	27	31	68	36	40	58	24	27	72	42	46
12月	37	25	29	51	35	38	43	26	29	56	34	38	38	22	25	67	39	42
2025年 1月	45	27	30	55	35	37	43	26	29	68	35	38	44	22	24	64	38	41
2月	48	27	29	66	35	37	69	26	29	64	34	38	41	22	24	63	38	41
3月	50	26	29	68	35	37	49	26	29	73	34	37	44	22	25	68	38	41
年間値	72	25	30	71	35	39	103	26	30	76	34	39	58	22	25	80	38	43
過去5年の年間値	110	28	35	115	35	47	120	26	34	160	34	43	80	19	28	116	38	50

環境放射線データベースから検索・抽出・集計  
 八代市：過去5年の年間値のうち、2019年度から2020年度は八代市役所における測定結果、2021年度以降は八代東高校における測定結果

表3 ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線放出核種分析調査結果

試料名	調査地点	採取年月	検体数	<sup>137</sup> Cs			<sup>134</sup> Cs			<sup>131</sup> I			<sup>40</sup> K			単位	
				2024年度		過去5年		2024年度		過去5年		2024年度		過去5年			
				最低値	最高値	最低値	最高値	最低値	最高値	最低値	最高値	最低値	最高値	最低値	最高値		
大気浮遊じん	宇土市	2024年4月 ~2025年3月	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.066	ND	0.086	mBq/m <sup>3</sup>	
降下物	宇土市	2024年4月 ~2025年3月	12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.8	ND	3.1	MBq/km <sup>2</sup>	
陸水 蛇口水	宇土市	2024年6月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	120	130	160	mBq/L	
土壌	宇土市	2024年11月	1	1.1	1.2	1.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	170	150	200	Bq/kg乾土	
				39	36	62	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6300	5200	7100	MBq/km <sup>2</sup>
				1.4	1.5	2.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	210	160	210	Bq/kg乾土
精米	宇土市	2024年11月	1	140	180	270	ND	ND	ND	ND	ND	21000	21000	27000	MBq/km <sup>2</sup>		
野菜類	合志市	2024年10月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	22	21	29	Bq/kg生	
	ダイコン	合志市	2024年11月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	90	70	77	Bq/kg生	
茶	合志市	2024年11月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	180	210	270	Bq/kg生	
	御船町 あさぎり町	2024年4月 2024年5月	2	ND	0.93	ND	0.23	ND	ND	ND	ND	ND	420	470	710	Bq/kg乾物	
牛乳	合志市	2024年8月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	52	48	55	Bq/L		

ND:測定値がその検出限界値未満 -:分析対象外核種

## 6) 熊本県の酸性雨長期モニタリング調査結果 (2024年度)

上野一憲 古澤尚英

### はじめに

熊本県では、1988年10月から県内における酸性雨の状況を把握するため、長期モニタリング調査<sup>1)</sup>を行っている。採取方法について、当初はろ過式採取装置を用いていたが、2004年4月から降水試料と非降水時における降下物を分けて捕集する降水時開放型採取装置に変更し<sup>2)</sup>、2008年からは降水試料のみ調査を行っている。なお、非降水時における降下物の結果(乾性沈着)については、既報<sup>3)</sup>を参照されたい。

本報では2024年度の宇土及び阿蘇一の宮の調査結果について報告する。

### 調査方法及び分析方法

#### 1. 調査地点及び降水採取方法

過去に実施した地点を含む酸性雨調査地点を図1に示した。

2024年度は宇土(熊本県保健環境科学研究所)及び阿蘇一の宮(熊本県阿蘇地域振興局)の2地点で引き続き調査を実施した。降水試料の採取は小笠原計器製降水採取器US-300型を用い、1週間ごとの回収を行った。

調査月の区切りと降水試料の回収日は、酸性雨全国調査実施要領<sup>4)</sup>の別表月割り表に従った。

#### 2. 分析方法

採取した降水試料についてpH、電気伝導度(以下「EC」という。)及びイオン成分を分析した。

pH測定は東亜ディーケーケー製HM-42Xを用い、複合電極はGST-5841Cを使用した。EC測定は東亜ディーケーケー製CM-42Xを用い、電導度セルはCT-58101Bを使用した。なお、pH及びECは恒温水槽を使用して25℃で測定した。

イオン成分分析はDionex Integriion HPICシステムを用い、イオンクロマトグラフ法で行った。分析条件として、カチオンについてはカラムにDionex IonPac<sup>TM</sup> CS16、溶離液に30 mmol/Lメタンスルホン酸溶液を用い、流速は1.0 mL/minに設定した。また、アニオンについてはカラムにDionex IonPac<sup>TM</sup> AS23、溶離液に4.5 mmol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>及び0.5 mmol/L NaHCO<sub>3</sub>の混合溶液を用い、流速1.0 mL/minに設定した。

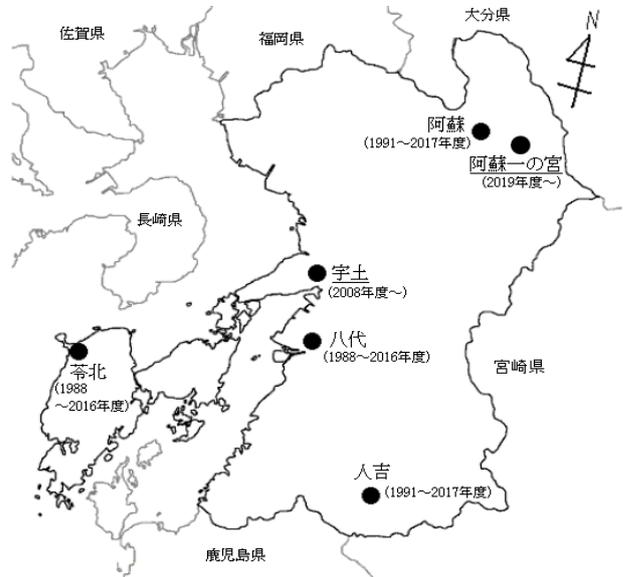


図1 酸性雨調査地点

### 調査結果及び考察

#### 1. 2023年度<sup>5)</sup>との比較

表1に2024年度の調査地点におけるpH、EC及びイオン成分総括表を示した。年間降水量は回収時の捕集量から算出した。各年平均値は月毎の降水量との加重平均により算出した。

年間降水量について、阿蘇一の宮においては2023年度と比べ336.6 mm減少した。また、宇土においては2023年度と比べ138.2 mm増加した。

pHの年平均値について、阿蘇一の宮においては2023年度と比べ0.01高かった。宇土においては2023年度と比べ0.01高かった。

ECの年平均値について、阿蘇一の宮においては2023年度と比べ0.02 mS/m高かった。宇土においては2023年度と比べ0.08 mS/m高かった。

イオン成分の年平均濃度について、阿蘇一の宮においては2023年度と比べそれぞれNa<sup>+</sup>及びSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>について1.3 μmol/L、2.2 μmol/L、1.8 μmol/L、1.7 μmol/L、0.6 μmol/L、0.4 μmol/L、0.3 μmol/L高かった。Cl<sup>-</sup>及びH<sup>+</sup>については、それぞれ1.0 μmol/L、0.7 μmol/L低かった。宇土においては主に海

表 1 pH, EC 及びイオン成分総括表 (2024 年度) 注 1)

調査地点		pH	EC mS/m	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> μmol/L	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> μmol/L	Cl <sup>-</sup> μmol/L	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> μmol/L	Na <sup>+</sup> μmol/L	K <sup>+</sup> μmol/L	Ca <sup>2+</sup> μmol/L	Mg <sup>2+</sup> μmol/L	H <sup>+</sup> μmol/L	年間降水量 <sup>注2)</sup> mm
阿蘇一の宮 n=47	平均	4.62	1.35	12.8	8.8	16.9	16.3	9.1	1.3	1.8	1.3	23.8	2122.5
	最高	4.61	1.33	10.6	7.0	17.9	14.6	7.8	0.7	1.4	1.0	24.5	
	最高	5.27	42.90	36.3	86.6	98.5	71.7	82.1	5.0	12.7	12.0	46.3	
	最低	4.33	4.23	4.0	1.7	4.1	3.8	3.4	0.5	0.8	0.5	5.4	
宇土 n=44	平均	4.80	1.12	9.2	10.0	19.6	12.8	15.7	1.0	1.8	2.1	15.8	2309.7
	最高	4.79	1.04	7.9	8.6	17.0	10.9	13.3	1.2	1.7	1.7	16.2	
	最高	5.32	5.62	41.9	129.6	126.4	114.4	105.3	4.3	17.1	12.4	52.6	
	最低	4.28	0.43	2.9	2.4	5.6	3.1	4.4	0.4	0.7	0.8	4.8	

注1) n: 検体数。平均は分析に供した雨水の降水量を基に加重平均により算出。表中の最高値及び最低値は、月平均(加重平均)値から抽出。  
イタリック体: 2023年度の成分加重平均濃度及び降水量。

注2) オーバーフローした週の降水量は雨量計の降水量を用いて年間降水量を算出。

表 2 pH 及び EC の月別平均 (加重平均) と月別イオン成分沈着量 (2024 年度)

調査地点	月	試料数	降水量 mm	pH	EC mS/m	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> meq/m <sup>2</sup>	nss-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> meq/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> meq/m <sup>2</sup>	Cl <sup>-</sup> meq/m <sup>2</sup>	nss-Cl <sup>-</sup> meq/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> meq/m <sup>2</sup>	Na <sup>+</sup> meq/m <sup>2</sup>	K <sup>+</sup> meq/m <sup>2</sup>	Ca <sup>2+</sup> meq/m <sup>2</sup>	Mg <sup>2+</sup> meq/m <sup>2</sup>	H <sup>+</sup> meq/m <sup>2</sup>	月別沈着量 meq/m <sup>2</sup>
阿蘇一の宮	4	6	314.6	4.39	1.95	11.3	11.1	4.5	6.6	4.4	8.1	1.9	0.5	1.5	0.7	12.8	47.9
	5	4	172.5	4.35	1.73	3.3	3.2	0.6	4.5	3.8	1.4	0.6	0.2	0.4	0.2	7.8	18.8
	6	4	412.5	4.86	0.67	5.0	4.7	2.3	3.0	0.6	3.4	2.0	0.2	0.7	0.6	5.7	23.0
	7	4	236.5	4.65	0.96	3.7	3.6	1.4	2.6	1.2	2.0	1.1	0.2	0.4	0.3	5.3	17.1
	8	4	99.7	4.33	2.27	5.4	5.3	1.3	1.0	0.5	3.0	0.5	0.1	0.5	0.2	4.6	16.5
	9	3	323.2	5.27	0.42	2.6	2.4	0.5	1.3	-0.1	1.2	1.2	0.3	0.6	0.3	1.8	9.8
	10	6	226.3	4.66	1.42	7.0	6.8	1.5	2.5	1.3	3.2	1.1	0.3	0.4	0.3	5.0	21.3
	11	4	54.2	4.72	2.61	2.1	1.6	0.7	5.3	0.3	1.3	4.3	0.1	0.6	1.0	1.0	16.6
	12	1	3.8	4.49	4.29	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	1.8
	1	4	58.5	4.79	1.96	1.8	1.6	1.3	2.8	0.6	2.0	1.9	0.2	0.7	0.4	1.0	12.0
	2	3	60.9	5.05	1.60	2.3	2.0	0.8	2.7	0.3	2.4	2.0	0.2	0.5	0.5	0.5	11.8
	3	4	159.7	4.51	2.48	9.6	9.3	3.4	3.3	0.4	6.3	2.4	0.5	1.5	0.7	4.9	32.6
	年間合計	47	2122.5	4.62	1.35	54.2	51.9	18.8	35.9	13.2	34.7	19.3	2.7	7.8	5.4	50.5	229.2
宇土	4	6	304.5	4.48	1.79	10.2	9.7	5.6	5.5	0.6	7.0	4.2	0.6	1.6	1.2	10.0	45.9
	5	3	256.0	4.93	0.55	2.8	2.7	0.9	1.4	0.1	0.9	1.1	0.2	0.4	0.4	3.0	11.2
	6	3	438.4	4.91	0.69	4.7	4.2	2.8	5.1	0.2	3.1	4.2	0.2	0.8	1.2	5.4	27.5
	7	4	290.5	5.05	0.54	1.9	1.7	1.9	2.7	0.3	1.8	2.1	0.1	0.4	0.6	2.6	14.2
	8	3	18.8	4.28	3.18	1.2	1.1	0.5	0.3	0.1	1.1	0.2	0.0	0.1	0.1	1.0	4.5
	9	3	318.8	5.32	0.43	1.9	1.6	0.8	2.9	0.0	1.0	2.5	0.1	0.4	0.6	1.5	11.7
	10	5	306.6	4.70	1.27	7.0	6.6	2.0	4.8	0.8	2.0	3.4	0.2	0.6	0.9	6.1	27.0
	11	2	80.9	4.97	2.65	2.8	1.8	1.4	10.2	0.2	1.9	8.5	0.2	1.1	2.0	0.9	29.1
	12	3	4.5	4.32	5.62	0.4	0.3	0.6	0.4	-0.1	0.5	0.4	0.0	0.2	0.1	0.2	2.8
	1	5	58.7	4.71	2.45	2.1	1.7	1.8	3.8	0.2	1.9	3.1	0.1	0.9	0.8	1.1	15.7
	2	3	92.9	4.85	1.82	2.8	2.3	1.2	4.9	0.2	2.3	3.9	0.2	0.7	1.0	1.3	18.3
	3	4	139.0	4.63	2.14	4.7	4.4	3.5	3.3	0.3	6.1	2.5	0.3	1.1	0.8	3.3	25.7
	年間合計	44	2309.7	4.80	1.12	42.6	38.2	23.1	45.3	2.8	29.5	36.2	2.3	8.3	9.6	36.5	233.4

塩由来成分である Cl<sup>-</sup>及び Na<sup>+</sup>並びに SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>及び Mg<sup>2+</sup>は 2023 年度と比べそれぞれ 2.6 μmol/L, 2.4 μmol/L, 1.3 μmol/L, 1.4 μmol/L, 1.9 μmol/L, 0.1 μmol/L, 0.4 μmol/L 高かった。K<sup>+</sup>及び H<sup>+</sup>はそれぞれ 0.2 μmol/L, 0.4 μmol/L 低かった。

2. 経月変化

表 2 に 2024 年度の阿蘇一の宮及び宇土における pH 及び EC の月別平均 (加重平均) と月別イオン成分沈着量を、図 2 に 2024 年度の月別沈着量に対する各イオン成分沈着量の占める割合を示した。pH 及び EC の月別平均は降水量との加重平均により算出し、イオン成分沈着量は各イオン成分濃度に降水量を乗じて算出した。

pH では、阿蘇一の宮で 8 月の 4.33 が最も低く、次いで 5 月の 4.35, 4 月の 4.39 の順であった。また、宇土で 8 月の 4.28 が最も低く、次いで 12 月の 4.32, 4 月

の 4.48 の順であった。

EC では、阿蘇一の宮で 12 月の 4.29 mS/m が最も高く、次いで 11 月が 2.61 mS/m, 3 月が 2.48 mS/m の順であった。また、宇土では 12 月の 5.62 mS/m が最も高く、次いで 8 月の 3.18 mS/m, 11 月の 2.65 mS/m の順であった。いずれの地点も降水量の少ない月に EC 値が高くなる傾向にあった。

月別イオン成分沈着量では、阿蘇一の宮では 4 月, 3 月, 6 月の順に高い値を示した。特に、4 月は非海塩性である nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>及び nss-Cl<sup>-</sup>が際立って高い値を示した。また、宇土では 4 月が最も高く、次いで 11 月, 6 月の順で高い値を示した。アニオン成分のうち nss-Cl<sup>-</sup>/nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>比で阿蘇一の宮では-0.39 (12 月) ~ 2.37 (5 月) の間で推移した。また、宇土では-0.33 (12 月) ~ 0.32 (7 月) の間で推移した。年間合計では nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>及び nss-Cl<sup>-</sup>とも阿蘇一の宮が高い沈着量を示した。

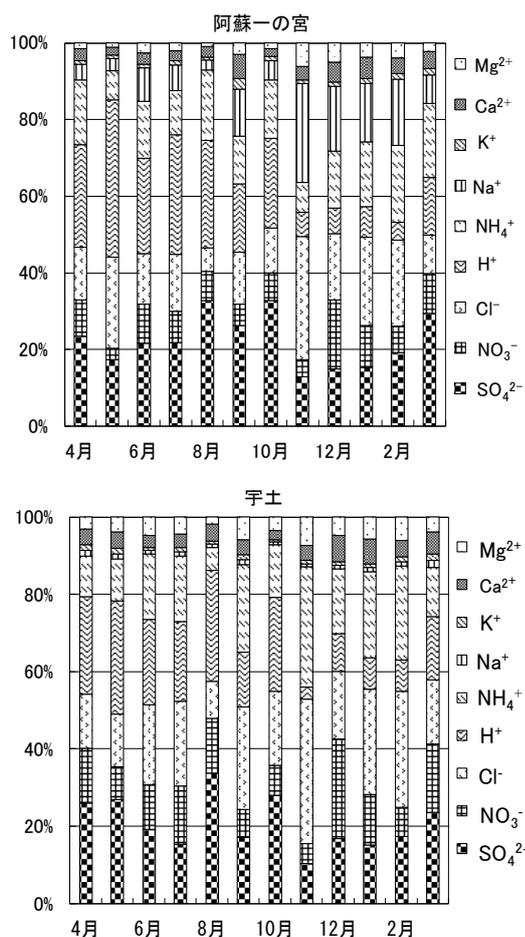


図2 月間沈着量に対する各イオン成分沈着量の割合

図3にH<sup>+</sup>に対するnss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>及びnss-Clの各成分の月別イオン成分沈着量間の相関を示した。阿蘇一の宮は対nss-Clが高い相関(r=0.873)を示した。また、宇土は対nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が高い相関を示した(r=0.965)。阿蘇一の宮はnss-Clが、宇土はnss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が降水の酸性化に寄与しているものと考えられた。

### 3. 経年変化

2008年度から2024年度までの平均pH、EC及びイオン成分年間沈着量の推移を表3に示した。なお、他の調査地点の調査開始(1989年度)からのデータは既報<sup>6)</sup>を参照されたい。

阿蘇一の宮については阿蘇山の火山活動が活発だった2014年度及び2019年度は宇土と比較してSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Cl<sup>-</sup>、H<sup>+</sup>の沈着量が際立って多かったが、2020年度以降はイオン種による差はあるものの同様のレベルで推移していた。

また、宇土におけるイオン成分については2023年度と比較して高いレベルであった。表2ではNa<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>とも高い一方で、nss-Clについては低いことから海塩

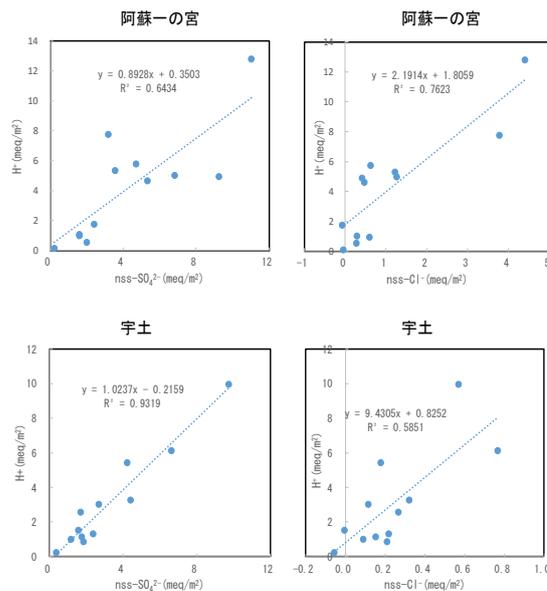


図3 H<sup>+</sup>に対するnss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>及びnss-Cl<sup>-</sup>

由来の影響によると考えられた。

### 4. 低pHの降水事例

表4に降水試料の低pHの事例を示した。宇土においては、pH4未満の降水試料は8月に1検体観測された。阿蘇においては、pH4未満の降水試料は8月に1検体、次いで低pHの降水試料が5月に観測された。8月の低pH降水試料は阿蘇一の宮、宇土とも8月19日の降水試料で観測されており、いずれの地点とも降水量が少なく、nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が高かった。

表5に阿蘇山の噴火警報・予報及び噴火警戒レベルの状況を示した<sup>7)</sup>。阿蘇山の火山活動は2023年3月23日以降噴火警戒レベルを1に引き下げられたが、2024年1月23日から4月26日までと5月15日から7月19日の間、噴火警戒レベル2に引き上げられた。この期間、表2に示した阿蘇一の宮の4月と5月は低pH、高nss-Cl沈着量が観測された。

火山活動に伴い噴気孔温度が高くなると火山ガス成分のHClが増加すると平林は述べている<sup>8)</sup>。阿蘇山でも火山活動の状況に応じてHCl濃度が増加することが観測されており<sup>7)</sup>、阿蘇一の宮でのnss-Cl/Cl<sup>-</sup>比が大きくなる原因が火山ガス中のHClであり、降水の低pH化に寄与していると推測された。

### まとめ

阿蘇一の宮における年平均pHは2019年度に4.10と極めて低いpHを示したが、それ以降は噴火活動も収まった状況の中4.6前後で推移している。また、宇土における年平均pHは4.7前後で推移しており、特

表3 イオン成分年間沈着量の推移

調査地点	年度	年間降水量 mm	pH	EC mS/m	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> meq/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> meq/m <sup>2</sup>	Cl <sup>-</sup> meq/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> meq/m <sup>2</sup>	Na <sup>+</sup> meq/m <sup>2</sup>	K <sup>+</sup> meq/m <sup>2</sup>	Ca <sup>2+</sup> meq/m <sup>2</sup>	Mg <sup>2+</sup> meq/m <sup>2</sup>	H <sup>+</sup> meq/m <sup>2</sup>	年間沈着量 meq/m <sup>2</sup>	
阿蘇	2008 <sup>注1)</sup>	2424.6	4.50	1.50	74.8	23.5	37.3	37.0	20.8	4.3	13.3	6.6	73.6	291.3	
	2009	2655.3	4.52	1.57	90.0	32.6	54.9	47.5	31.6	6.3	19.4	10.2	80.0	372.4	
	2010	2190.9	4.61	1.91	80.0	33.4	60.3	49.4	32.9	4.0	21.5	9.5	50.0	341.0	
	2011	2580.0	4.80	1.38	80.5	30.4	39.2	42.5	26.1	7.1	23.0	8.8	41.1	298.8	
	2012 <sup>注2)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2013	2455.9	4.54	2.26	99.5	44.1	87.9	67.1	48.3	8.9	28.9	15.5	69.9	470.2	
	2014 <sup>注3)</sup>	2339.9	4.27	3.38	110.5	28.4	123.5	43.3	29.5	4.2	35.8	15.8	124.9	515.8	
	2015	2728.4	4.60	1.83	84.4	22.9	62.5	38.8	26.4	4.4	21.1	11.2	69.1	340.7	
	2016	3802.1	4.61	1.56	116.0	40.5	59.0	61.2	33.3	3.4	14.8	9.5	94.2	431.9	
	2017	2655.3	4.74	1.21	66.6	24.2	33.5	32.9	25.0	2.0	11.6	7.0	48.8	251.7	
阿蘇一の宮	2019	2236.1	4.10	4.48	110.7	20.4	199.6	35.5	23.9	3.9	52.1	20.3	177.4	643.7	
	2020	2428.6	4.55	1.39	50.3	16.4	46.8	27.9	15.8	1.9	8.1	5.3	68.7	241.2	
	2021	2151.6	4.63	1.30	55.7	17.7	32.8	40.6	17.5	2.3	11.6	5.7	50.0	233.9	
	2022	1945.6	4.52	1.49	41.2	15.3	42.7	30.7	14.8	1.2	7.1	4.1	58.3	215.4	
	2023	2459.1	4.61	1.33	51.9	17.3	43.9	35.9	19.1	1.6	7.0	5.1	60.3	242.3	
	2024	2122.5	4.62	1.35	54.2	18.8	35.9	34.7	19.3	2.7	7.8	5.4	50.5	229.2	
	宇土	2008	2389.6	4.55	1.55	72.5	25.0	38.5	34.8	28.7	2.8	12.8	8.0	64.9	288.1
		2009 <sup>注4)</sup>	1446.2	4.44	1.92	51.7	23.5	35.8	28.6	29.4	1.6	10.6	7.7	52.7	241.6
2010		1744.1	4.69	1.57	50.9	22.1	31.2	32.0	24.7	1.6	11.3	6.6	35.7	215.9	
2011		2180.5	4.69	1.45	58.9	23.4	31.4	30.1	23.7	2.2	9.7	5.8	44.5	229.7	
2012		2106.8	4.71	1.56	59.9	22.6	43.5	33.7	35.8	2.6	10.8	8.7	41.5	259.2	
2013 <sup>注5)</sup>		1968.3	4.69	1.49	50.8	21.8	31.3	27.2	25.6	1.7	10.3	6.7	36.5	211.9	
2014		1775.1	4.62	1.71	57.5	21.4	27.9	25.5	22.7	1.9	10.1	6.4	42.2	215.5	
2015		2415.5	4.86	1.18	47.4	18.8	41.3	23.8	36.7	2.2	9.5	9.5	33.7	222.8	
2016		2649.6	4.85	1.11	55.2	27.5	39.8	33.4	31.8	2.3	11.9	8.6	37.8	248.5	
2017		2203.3	4.75	1.22	47.8	20.3	38.7	20.8	30.9	1.9	8.5	7.8	38.8	215.4	
2018		1996.5	4.69	1.35	49.6	20.0	29.5	21.6	21.7	1.5	8.8	6.3	40.7	199.8	
2019		2296.5	4.68	1.31	47.1	20.7	39.3	23.8	28.5	1.8	7.8	7.9	47.7	224.8	
2020		2550.0	4.69	1.18	43.8	23.7	49.7	27.6	40.7	2.5	8.7	10.5	51.6	258.8	
2021		2289.5	4.78	0.91	28.9	16.8	38.3	19.3	31.4	1.8	6.9	7.8	38.0	189.2	
2022	1817.5	4.77	1.03	27.8	17.8	28.6	22.0	23.8	1.3	7.5	6.0	30.9	165.6		
2023	2171.5	4.79	1.04	34.5	18.7	37.0	23.6	28.9	2.5	7.2	7.5	35.3	195.2		
2024	2309.7	4.80	1.12	42.6	23.1	45.3	29.5	36.2	2.3	8.3	9.6	36.5	233.4		

注1) 欠測月 (9月, 10月) を含む。 注2) 2012年7月2日から2013年2月24日まで欠測。 注3) 試料未回収週を含む。  
 注4) 欠測月 (2月, 3月) を含む。 注5) 2013年9月2日から2013年12月2日まで降水量のみ測定分, 2014年1月24日から2月10日までの欠測を含む。

表4 低 pH 観測事例

地点名	捕集		降水量 mm	pH	EC mS/m	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> μmol/L	nss-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> μmol/L	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> μmol/L	Cl <sup>-</sup> μmol/L	nss-Cl <sup>-</sup> μmol/L	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> μmol/L	Na <sup>+</sup> μmol/L	K <sup>+</sup> μmol/L	Ca <sup>2+</sup> μmol/L	nss-Ca <sup>2+</sup> μmol/L	Mg <sup>2+</sup> μmol/L	H <sup>+</sup> μmol/L	特記 事項
	開始日	終了日																
阿蘇一の宮	2024/5/7	2024/5/13	44.6	4.09	3.03	9.7	9.5	2.9	49.7	45.4	7.2	3.7	1.6	1.0	1.0	0.7	81.3	
	2024/8/13	2024/8/19	2.6	3.88	8.11	125.6	123.8	72.9	31.8	-2.7	138.4	29.3	5.9	21.4	20.7	5.9	131.8	
宇土	2024/8/13	2024/8/19	1.8	3.68	10.64	138.0	137.1	52.7	24.7	5.9	149.2	16.0	2.7	6.3	5.9	3.1	208.9	

異なる pH の変化はなかった。

阿蘇一の宮は阿蘇山の火山活動の影響を受けやすいと考えられ、今後も継続して阿蘇一の宮での降水成分の情報を蓄積することにより阿蘇山の火山活動から排出される SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>や Cl<sup>-</sup>の関係を検討していきたい。

謝 辞

本調査の実施にあたり、阿蘇一の宮における降水試料の採取及び搬入に御協力いただきました阿蘇保健所に深謝いたします。

文 献

- 1) 今村 修, 久保 清: 熊本県衛生公害研究所報, 19, 53 (1989).
- 2) 緒方和博, 矢野弘道, 上野一憲, 今村 修: 熊本県保健環境科学研究所報, 35, 91 (2005).
- 3) 松本依子, 上野一憲, 今村 修: 全国環境研会誌, 33(4), 219 (2008).
- 4) 全国環境研協議会・酸性雨広域大気汚染調査研究部会: 酸性雨全国調査実施要領 (2024 度).

表 5 阿蘇山の噴火警戒の状況(2024 年度発表履歴)<sup>7)</sup>

2024年1月23日 15時00分	噴火警戒レベルを2（火口周辺規制）に引き上げ。SO <sub>2</sub> 放出量はやや多い状況で推移
2024年4月26日 11時00分	噴火警戒レベルを1（活火山であることに留意）に引き下げ
2024年5月15日 15時00分	噴火警戒レベルを2（火口周辺規制）に引き上げ
2024年7月19日 11時00分	噴火警戒レベルを1（活火山であることに留意）に引き下げ
2024年11月以降	SO <sub>2</sub> ガス放出量は少ない状況で推移

- 5) 上野一憲, 古澤尚英: 熊本県保健環境科学研究所報, 53, 86 (2023).
- 6) 宮本 俊, 古澤尚英: 熊本県保健環境科学研究所報, 44, 96 (2014).
- 7) 国土交通省気象庁ホームページ: 月間火山概況・火山活動解説資料/各火山の月間火山概況火山活動解説資料 (阿蘇山).  
[https://www.data.jma.go.jp/vois/data/report/monthly\\_v-act\\_doc/monthly\\_vact\\_vol.php?id=503](https://www.data.jma.go.jp/vois/data/report/monthly_v-act_doc/monthly_vact_vol.php?id=503) (2025 年 5 月閲覧)
- 8) 平林順一: 京大防災研究所年報, 24B-1 (昭和 56.4), 11 (1981).

### 3・3 誌上発表論文抄録

#### 群集生態学的指標の試験的適用による解体・改修業者の特性解析：アスベスト対策への活用

環境情報科学論文集 Vol 38, p.13-18 (2024)

豊永悟史\*1, 2

\*1熊本県保健環境科学研究所 \*2熊本県環境生活部環境局環境保全課

アスベスト対策のための自治体による解体・改修工事への立入検査に活用することを最終的な目的として、解体・改修業者から報告される工事情報に対して群集生態学的指標を試験的に適用した特性解析を行った。その結果、解体業者では工事を実施する建物の種類が、改修業者では工事を実施する地理的な範囲が工事件数の増減と強く関連していることが示され、異なる特性を有していることが示唆された。また、解体業者間のニッチ重複度指数は法令違反と関連している可能性が示された。

#### 地方環境研究所における研究成果の政策活用メカニズム

##### -PM2.5 関連研究を例としたケーススタディ-

環境科学会誌 Vol 37, p.200-210 (2024)

豊永悟史\*1

\*1熊本県保健環境科学研究所

地方環境研究所（以下、「地環研」）は、都道府県や指定都市（以下、「都道府県等」）の環境行政を推進するための調査・研究を担う機関であり、その研究成果は各自治体の環境政策・施策への活用が想定される。地環研の研究成果の活用実態を明らかにすることを目的とした先行研究（以下、「既報」）のアンケート調査では、活用が十分に進んでいない状況やその主要因が示されたが、活用に至るメカニズム等の詳細は十分に解明されていない。そこで、既報で対象とされたPM2.5関連研究を担当する行政部署及び地環研の職員15名に対してインタビュー調査を実施することで、研究成果の活用メカニズムを明らかにすることを試みた。調査結果の総合的な分析の結果、活用に至った研究にはシーズ先行型研究とニーズ先行型研究の2種類が存在し、政策過程と研究過程の関係性が異なっていることが示された。シーズ先行型研究では、両過程は基本的に分離しており、研究成果を得た後で活用が検討され、活用の有無がタイミング等に依存する「機会的活用」が確認された。ニーズ先行型研究では、研究開始前の段階で両過程の接触があり、研究の開始時点で活用が計画されている「計画的活用」が確認された。また、活用頻度を増加させる観点でニーズ先行型研究の推進が重要であるが、従来地環研ではシーズ先行型研究が主として実施されてきたと推測され、活用が進まない要因の一つと考えられた。ニーズ先行型研究を推進するためには、政策及び研究の目的等に応じた両過程の境界の適切な設定が重要であり、継続的にニーズ先行型研究を実施するための仕組みや知識ブローカー等の人材を駆使していくことが必要と考えられる。

#### 研究で自治体政策を変える地方環境研究所

全国環境研会誌 Vol 49, p.194-203 (2024)

豊永悟史\*1

\*1熊本県保健環境科学研究所

地方環境研究所（以下「地環研」）において実施される研究の成果は、自治体の環境政策への活用が期待されるものであるが、十分に活用できていない場合も多いことが先行研究等で指摘されている。本

稿では筆者らの研究で明らかになった研究成果の活用メカニズム等を概説し、政策過程と研究過程を一体的に進めるニーズ先行型研究によって、計画的な研究成果の活用を推進していく必要性について述べる。また、熊本県で取り組んだニーズ先行型研究の実例を紹介し、活用を促進するための具体的な対応策等を提案する。さらに、研究成果の政策や施策への活用という「古くて新しい問題」の解決に貢献する地環研のポテンシャルについても議論する。

### 地方環境研究所のコア・コンピタンス

化学物質と環境 Vol 189, p.10-12 (2025)

豊永悟史\*1

\*1熊本県保健環境科学研究所

地方環境研究所（以下「地環研」）のコア・コンピタンス（他には真似できない中核的な力）について、筆者のこれまでの経験や研究成果に基づいて概説した。外部委託のしやすさを指標として検討した結果、地環研で主に行われている「定型業務」と「研究」を比較した場合には、後者のうち特に政策一体型研究がコア・コンピタンスになり得ることが示された。地環研の存在意義を高めるためには、自身のコア・コンピタンスを明確に見極め、戦略的にその方向を目指していくことが重要であると考えられた。

## 3・4 学会・研究会発表抄録

### 3・4・1 所外における学会・研究会

#### ワンヘルス・アプローチに基づくヒトの薬剤耐性菌腸管内保菌調査

令和6年度獣医学術九州地区学会 令和6年（2024年）11月1日 メルパルク熊本

伊豆一郎<sup>\*1</sup>, 森美聡<sup>\*2</sup>, 原田誠也<sup>\*1</sup>, 徳岡英亮<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>熊本県保健環境科学研究所, <sup>\*2</sup>熊本県食肉衛生検査所

我々は2015年4月からワンヘルス・アプローチに基づく「市中におけるヒトの薬剤耐性菌腸管内保菌調査」を開始しており、今回、2024年3月までの調査結果を報告する。

2015年4月～2024年3月間に食中毒や集団下痢症、あるいは腸管出血性大腸菌集団感染症の積極的疫学調査等で検査依頼のあった糞便2,342検体を検査材料とした。

結果は、糞便2,342検体中558検体（23.8%）から577株の薬剤耐性菌が分離された。内訳はPCase産生菌が93株（15.1%）、ESBL産生菌が471株（80.1%）及びAmpC産生菌が15株（1.0%）であり、カルバペネム耐性腸内細菌目細菌（CRE）は分離されなかった。菌種別では555株（95.2%）が大腸菌であり、120種以上の血清型に分類された。このうち292株（53.2%）は世界的拡散が報告されているパンデミック・クローンの大腸菌ST131（血清型O16:H5（57株）及びO25:H4（235株））であり、特に日本での流行拡大が報告されているCTX-M-27陽性O25:H4サブクレードC1-M27の分離率が高かったことから、本県でもこのサブクレードの増加が市中における薬剤耐性菌の増加に深く関与していると思われる。また、ST131は乳幼児施設や高齢者施設で高頻度に分離されたが、単一クレードではないことも多く、感染拡大メカニズムの一つとして、ヒトを介した家庭と施設の循環が考えられた。薬剤耐性菌の分離率は年々増加傾向にあったが、新型コロナ禍で減少傾向が見られたことから、感染管理の徹底が感染拡大阻止に有効であることが再確認された。

#### 過去10年間の熊本県内における下痢症ウイルス検出状況について

ウイルス性下痢症研究会第35回学術集会 令和6年（2024年）11月3日 ウィンクあいち

笠純華<sup>\*1</sup>, 原田誠也<sup>\*1</sup>, 酒井崇<sup>\*2</sup>, 八尋俊輔<sup>\*3</sup>, 徳岡英亮<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>熊本県保健環境科学研究所, <sup>\*2</sup>熊本県北広域本部保健福祉環境部, <sup>\*3</sup>熊本県健康福祉部健康局薬務衛生課

過去10年間の熊本県内において、感染症発生動向調査（小児科定点）と有症苦情・食中毒事例で検出された下痢症ウイルスについてまとめを行った。

小児科定点医療機関由来検体と有症苦情・食中毒事例で、ともに最も多かったのはノロウイルスであった。しかしながら、散発事例である小児科定点医療機関由来検体ではその他にもサポウイルス、アデノウイルス、エンテロウイルス、A群ロタウイルス、アストロウイルスなど多様なウイルスが検出されたのに対し、集団事例である有症苦情・食中毒で他に検出されたのはサポウイルス、エンテロウイルス、A群ロタウイルスのみであった。今後は特に集団発生につながりやすいノロウイルス、サポウイルス、ロタウイルスの遺伝子型の動向を調査していくことが重要であると考えられる。

#### 2011年度から2023年度に熊本県内の感染性胃腸炎患者から検出されたサポウイルス遺伝子型の推移

第71回日本ウイルス学会学術集会 令和6年（2024年）11月4日～11月6日 ウィンクあいち

笠純華<sup>\*1</sup>, 原田誠也<sup>\*1</sup>, 酒井崇<sup>\*2</sup>, 八尋俊輔<sup>\*3</sup>, 岡智一郎<sup>\*4</sup>, 徳岡英亮<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>熊本県保健環境科学研究所, <sup>\*2</sup>熊本県北広域本部保健福祉環境部,

<sup>\*3</sup>熊本県健康福祉部健康局薬務衛生課, <sup>\*4</sup>国立健康危機管理研究機構国立感染症研究所

サポウイルス (SaV) はノロウイルスと同様、カリシウイルス科に分類されるウイルス性胃腸炎の原因ウイルスである。熊本県では、2002年からRT-PCRによるSaVの検査を実施しており、2011年の本学会で2002年~2011年3月間の検出状況について報告した。本研究では、その後の2011年4月~2024年3月に検出されたSaVの遺伝子型検出動向を明らかにすることを目的とした。

調査期間に熊本県内の小児科定点医療機関を受診した急性胃腸炎患者の糞便798検体のうち、SaV陽性は60検体であり、そのうち57検体の遺伝子型を判定した。結果は、GI.1が30検体 (52.6%) で最も多く、他にGI.2, GI.3, GI.5, GII.1, GII.3, GIV.1, GV.1が検出された。GI.1は2011年から2022年までの幅広い期間で検出されており、そのVP1領域についてヌクレオチド配列とアミノ酸配列に基づいた系統樹をそれぞれ作成したところ、年によって配列が変化していることが判明した。

SaVは熊本県内だけでも8種類と多様な遺伝子型が検出されており、同一遺伝子型内でも配列の変化が起こっているため、一度感染しても別の型に再度感染する可能性があると考えられ、注意が必要である。

### アスベスト未報告工事検出手法の構築：廃棄物データを利用した基礎的検討

環境科学会2024年会 令和6年（2024年）9月9日~9月10日 東京大学本郷キャンパス

豊永悟史\*<sup>1,2</sup>

\*<sup>1</sup>熊本県保健環境科学研究所 \*<sup>2</sup>熊本県環境生活部環境局環境保全課

解体等工事におけるアスベスト（石綿）の飛散防止対策を最終的な目標として、産業廃棄物管理票の情報から解体等工事業者を特定する手法を検討した。石綿含有産業廃棄物を指標とする手法及びクラスター分析を用いた手法を比較したところ、前者の方がより有用性が高いことが示された。

### 産業廃棄物管理票データを用いたアスベスト未報告工事探知手法の基礎的検討

第65回大気環境学会年会 令和6年（2024年）9月11日~9月13日 慶応義塾大学日吉キャンパス

豊永悟史\*<sup>1,2</sup>

\*<sup>1</sup>熊本県保健環境科学研究所 \*<sup>2</sup>熊本県環境生活部環境局環境保全課

解体等工事におけるアスベスト（石綿）の飛散防止対策を最終的な目標として、産業廃棄物管理票の情報から解体等工事業者を特定する手法を検討した。石綿含有産業廃棄物を指標とする手法及びクラスター分析を用いた手法について検討を行い、石綿事前調査システムの報告データを用いて各手法の有用性の評価を行った。石綿含有産業廃棄物を指標とする手法がより有用性が高いことが示された一方で、産業廃棄物管理票などに含まれている業者の判別が困難であるといった課題も確認された。

### 機械学習モデルを用いた光化学オキシダント空間濃度分布予測に関する手法の検討

-GIS データを説明変数とした複数モデルの構築・予測精度の比較検証-

第65回大気環境学会年会 令和6年（2024年）9月11日~9月13日 慶応義塾大学日吉キャンパス

古澤尚英\*<sup>1</sup>, 豊永悟史\*<sup>1</sup>, 荒木真\*<sup>2</sup>, 曾我稔\*<sup>3</sup>, 菅田誠治\*<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup>熊本県保健環境科学研究所, \*<sup>2</sup>大阪大学, \*<sup>3</sup>国立環境研究所

光化学オキシダント (Ox) は、大気汚染物質の中で環境基準が達成されていない唯一の物質であり、Ox の挙動把握、解析、予測等が検討されている。筆者らのグループは、全国の Ox 常時監視データ及び土地利用や気象データ等のオープンデータを学習データとして Ox 空間濃度分布を予測するツールの開発を2024年3月に報告した。その後、このツールを用いて予測精度を向上させるための検討を進めており、最終的には Ox 注意報等発令地域区分や常時監視測定局配置の検討を行う

ことを目的としている。なお、この開発は国立環境研究所と地方環境研究所によるⅡ型共同研究「光化学オキシダント等の変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み」の一環として行った。

### 時間-空間スケールデータのクラスタリング手法の検討

-気象・大気環境データにおける活用を目指して-

第65回大気環境学会年会 令和6年(2024年)9月11日~9月13日 慶應義塾大学日吉キャンパス

古澤尚英\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>熊本県保健環境科学研究所

環境データ解析において、データを分類する手法としてクラスタリングが広く利用されている。代表的なクラスタリング手法として、k-means 法や Ward 法による非階層/階層的クラスタリングがある一方で、時系列データや空間属性を持つデータに対しては、これらの手法よりも時間-空間属性を考慮する手法を用いることが適切とされている。本検討では、時間-空間属性を持つデータである気象データ及び光化学オキシダント(Ox)空間濃度を分類する手法として ST-DBSCAN 法(Derya et. al., 2007)を用いた検討を行った。

### 熊本県内における2021年春季の光化学オキシダント高濃度事例の解析

第65回大気環境学会年会 令和6年(2024年)9月11日~9月13日 慶應義塾大学日吉キャンパス

三井浩揮\*<sup>1</sup>, 豊永悟史\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>熊本県保健環境科学研究所

本研究では2021年5月29日~6月1日にかけて熊本県で観測されたOxの高濃度事例を対象に、大気汚染常時監視測定局の観測データを用いて、Ox濃度の日内変動に着目して高濃度事例解析を行った。高濃度期間の気象条件は、九州全域が移動性高気圧に覆われて概ね晴れており、日中の最高気温は5月の平均気温よりも高くなっていた。地上の風向風速は、日中と夜間で風向が大きく異なり、日中は海から陸方向に向かう西風が、夜間は逆方向の風が卓越していたことから局地風である海陸風のパターンを示している地点が多く見られた。以上の結果から、移動性高気圧の東進に伴う越境移流が発生し、その後は高気圧の停滞によって安定した大気の状態が継続したことで地域内でのOx生成の影響が強くなり、地点間の濃度差が拡大した可能性が考えられた。

### モバイル端末等を活用したアスベスト立入支援システム

全国大気汚染防止連絡協議会第69回全国大会 令和6年(2024年)11月15日 ソニックシティ

豊永悟史\*<sup>1,2</sup>

\*<sup>1</sup>熊本県環境生活部環境局環境保全課 \*<sup>2</sup>熊本県保健環境科学研究所

熊本県で導入している現場でも立入記録の入力等が可能なモバイル端末を活用したアスベスト立入支援システムについて紹介した。このシステムは、各工事について立入優先度の自動判定を行うことができる等の特徴を有し、従来現場の感覚に依存しがちであった立入検査対象の選定について、科学的・定量的な評価や検討を行う試みとして今後の発展が期待されるものである。

## 群集生態学的指標の試験的適用による解体・改修業者の特性解析：アスベスト対策への活用

2024年度環境情報科学研究発表大会 令和6年（2024年）12月9日 日本大学会館

豊永悟史<sup>\*1,2</sup>

<sup>\*1</sup>熊本県保健環境科学研究所 <sup>\*2</sup>熊本県環境生活部環境局環境保全課

アスベスト対策のための自治体による解体・改修工事への立入検査に活用することを最終的な目的として、解体・改修業者から報告される工事情報に対して群集生態学的指標を試験的に適用した特性解析を行った。その結果、解体業者では工事を実施する建物の種類が、改修業者では工事を実施する地理的な範囲が工事件数の増減と強く関連していることが示され、異なる特性を有していることが示唆された。また、解体業者間のニッチ重複度指数は法令違反と関連している可能性が示された。

## 統計的手法を用いた大気汚染物質空間濃度分布計算支援パッケージの開発と検討

第25回大気環境学会九州支部発表会 令和7年（2025年）3月7日 アクロス福岡608会議室

古澤尚英<sup>\*1</sup>、曾我稔<sup>\*2</sup>、豊永悟史<sup>\*1</sup>、荒木真<sup>\*3</sup>、菅田誠治<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>熊本県保健環境科学研究所、<sup>\*2</sup>国立環境研究所、<sup>\*3</sup>大阪大学

2023年より、筆者らのグループはR言語を用いたRegression Kriging（以下、「RK法」という。）法を用いた大気汚染物質空間濃度分布の予測計算のための支援ツール「RKscripts」の開発を行ってきた。その後開発を継続し、計算用ライブラリ部分をパッケージ化して利用しやすく改良した。また、予測計算・解析用のテンプレートファイル群を以前より充実させることでユーザーの利便性を向上させた。ツールが充実することで、当初は利用できなかったPRTR、高層気象、自動車断面交通量などの空間・時間データが利用可能になり、これらのデータを利用した予測精度検証結果についてまとめた。なお、この開発は国立環境研究所と地方環境研究所によるⅡ型共同研究「光化学オキシダント等の変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み」の一環として行った。

## 熊本県における光化学オキシダント濃度変動への影響因子の解析

第25回大気環境学会九州支部発表会 令和7年（2025年）3月7日 アクロス福岡608会議室

三井浩揮<sup>\*1</sup>、豊永悟史<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>熊本県保健環境科学研究所

光化学オキシダント（Ox）濃度の上昇に影響する代表的な因子として、①アジア大陸からの越境移流、②成層圏オゾンの沈降、③地域内での光化学生成が挙げられるが、それぞれの具体的な寄与割合について定量的に評価した例は限られている。そこで本研究では、熊本県内の測定地点を対象に、Ox濃度と①-③の因子の指標となるデータの関連性を解析し、定量的に各因子の寄与割合を評価することを試みた。因子①の指標としては、後方流跡線のクラスタ解析を、因子②の指標としてボックスモデルで算出した成層圏オゾンの取り込み量を、因子③の指標として日射量を用いた。以上のデータを用いて、菊池市役所におけるPOの日最大値を目的変数、因子①-③の指標となる値を説明変数とする線形回帰モデルの構築を検討した。予測値と実測値の決定係数は $R^2=0.58$ であった。因子③の指標を標高約1,000mの高地（熊本県阿蘇市）に設置されていた大気環境測定車のデータを用いて推定した日内生成量に変更したところ、 $R^2=0.61$ となり、決定係数は若干改善した。

## GISを用いた地下水中の硝酸性窒素の汚染拡大における潜在的リスク評価の試み

第59回水環境学会年会 令和7年(2025年)3月17日~19日 北海道大学工学部

小原彬生<sup>\*1</sup>, 豊永悟史<sup>\*2</sup>, 中堀靖範<sup>\*2</sup>, 榮田智志<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>天草広域本部保健福祉環境部 <sup>\*2</sup>熊本県保健環境科学研究所

地下水中の硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素(以下、「硝酸性窒素」)は環境基準超過率の高さから全国的な政策課題となっている。対策が必要な地域では削減計画等が策定されているが、いずれも環基基準の超過が判明した後に対策が実施される場合が多い。しかし、基準超過後では土壤中に相当量の窒素負荷がかかっており、改善には長期間を有することが想定される。そのため予防的な観点から、今後、硝酸性窒素濃度が環境基準を超過する恐れがある地域(以下、「高リスク地点」)を把握することが求められる。

本研究では硝酸性窒素濃度と位置情報から高リスク地点を推定する方法を検討した。具体的には一段階目に各地点で硝酸性窒素濃度が5 mg/Lを超過しているかどうか、二段階目にその地点の周囲500 mに別の5 mg/Lを超過している地点が存在しているかという基準で判定した。これらの判定結果の妥当性を評価するため、地点周囲の土地利用や原単位法で求めた窒素負荷量の観点から、環境基準(10 mg/L)を超過した地点や5 mg/L以下の地点と比較した。

解析の結果、熊本県内全1877地点のうち、高リスク地点は374地点となった。また高リスク地点は5 mg/L以下の地点と比較して、窒素負荷量及び土地利用における「その他の農用地」、「市街地等」の割合で有意な差がみられた。また高リスク地点と環境基準を超過した地点の窒素負荷量は同レベルであり、高リスク地点が環境基準超過地点と同等の潜在的リスクを有していることが示唆された。



