

宮崎県衛生環境研究所年報

No.36 (2024)

Annual Report of
the Miyazaki Prefectural Institute for
Public Health and Environment

第36号(令和6年度)

宮崎県衛生環境研究所年報

第三十六号

令和六年度

宮崎県衛生環境研究所

宮崎県衛生環境研究所年報（第 36 号）

2026（令和 8）年 1 月

編集・発行 宮崎県衛生環境研究所

〒889-2155

宮崎市学園木花台西 2 丁目 3 - 2

TEL 0985-58-1410

FAX 0985-58-0930

<http://www.pref.miyazaki.lg.jp/contents/org/fukushi/eikanken/>

目次

I 事業概要

1 組織別業務の状況	1
企画管理課	1
食品衛生検査管理監	2
微生物部	3
衛生化学部	14
環境科学部	17
2 講師派遣及び研修指導	21
3 研究発表会	21
4 調査研究課題の外部評価	23

II 発表

1 誌上発表	
○ <i>The High Prevalance of Orientia tsutsugamushi Among Wild Rodents and the Identification of Its Major Serotypes in Yamaguchi Prefecture, Japan, Where Scrub Typhus Patients Are Rarely Identified</i>	
〔Microbiology and Immunology, 2024;1-8〕	25
2 学会及び研究発表会	
○宮崎県における光化学オキシダント濃度の推移と環境基準超過の原因に関する考察	
〔宮崎大学 研究・産学地域連携推進機構第31回技術・研究発表交流会（令和6年9月13日）〕	26

III 調査研究

○ 感染症発生動向調査事業における宮崎県の患者発生状況	
- 2024年（令和6年） -	27
○ 宮崎県の感染症発生動向調査事業におけるウイルス検出報告	
（2024年）	37
○ NGS解析で判明したマダニとSFTSVの関係	42
○ 宮崎県における環境放射能調査（第37報）	45
○ チョウセンアサガオの誤食による健康危機事案を想定した模擬訓練	49
○ 精白米及び玄米のカビ毒一斉分析法の検討および含有実態調査	53
○ 宮崎県流通の水産食品におけるヒスタミン産生菌汚染状況調査及び柑橘精油（へべす及び日向夏）によるヒスタミン食中毒予防効果の検討	67
○ 本県に流通する水産食品のアニサキスによる汚染状況調査	73
○ CWT法による宮崎県の光化学オキシダントの解析	76

IV 組織機構の概要

1 沿革	91
2 組織機構と業務	92
3 職員配置表	93
4 予算の概要	94
5 庁舎の概要	94

I 事業概要

- 1 組織別業務の状況
 - 企画管理課
 - 食品衛生検査管理監
 - 微生物部
 - 衛生化学部
 - 環境科学部
- 2 講師派遣及び研修指導
- 3 研究発表会
- 4 調査研究課題の外部評価

1 組織別業務の状況

企画管理課

企画管理課の主な業務は、予算管理、庁舎管理、宮崎県感染症情報センターの運営、調査研究の企画調整及び保健衛生・環境保全に関する情報の収集・解析・提供等である。

1 宮崎県感染症情報センターの運営

感染症発生動向調査事業は、感染症の発生予防及び蔓延防止を目的として、国や都道府県等が主体となり、感染症の発生情報を正確に把握・分析し、その結果を的確に提供・公開するもので、1981（昭和56）年度に開始された。

当研究所は、1994（平成6）年度から情報解析の拠点として、調査事業で集められた情報の解析と還元を行ってきた。新感染症法が施行された2000（平成12）年4月からは宮崎県感染症情報センターとして、県内保健所から報告された患者情報、疑似症情報及び病原体情報を、全国情報とあわせて保健所や医療機関、マスコミ、教育委員会等県内の関係機関に提供するとともに、当研究所のホームページ<http://www.pref.miyazaki.lg.jp/contents/org/fukushi/eikanke> に、感染症週報として掲載している。

(1) 週報

県内全ての医療機関から報告される全数把握対象疾患及び指定届出機関（定点医療機関：県内71所）から報告される定点把握対象疾患の患者情報等を集計・分析し、その結果とともに当研究所微生物部で分離同定された病原体の検出状況を、保健所や指定届出機関を含む医療機関、マスコミ等に毎週1回提供した。

(2) 月報

指定届出機関（県内20所）から毎月報告される定点把握対象疾患の5類感染（STD及び薬剤耐性菌感染症）の患者情報等を集計・分析し、その結果を保健所や医療機関等に毎月1回提供した。

2 調査研究課題の企画調整

当研究所で実施する調査研究課題の公平性・客観性・透明性を確保するため、外部有識者で構成する調査研究評価委員会を開催するなど、調査研究課題の企画調整を行った。

3 病原微生物検出情報

厚生労働省及び国立感染症研究所を主体に運用されている病原体検出情報システムに、当研究所微生物部で分離同定された病原体のデータをオンライン報告するとともに、このデータの解析を行い、保健所、指定届出機関を含む医療機関、マスコミ等に、各種感染症について病原体に関する情報を提供した。

4 情報通信システムの活用

業務専用ネットワークや県庁LAN システム等を活用し、試験検査や調査研究を円滑に推進するため、情報化推進リーダーが中心となって適切な情報管理を行った。

また、ホームページを適宜更新・充実し、保健衛生及び環境保全に関する情報の提供に努めた。

食品衛生検査管理監

食品衛生検査業務管理としての試験検査の適正管理運営基準（Good Laboratory Practice：GLP）は、食品衛生法に基づく試験検査を適正に実施し、試験検査結果の信頼性の確保を図る目的で導入されている。

本県では、1998（平成10）年度に県の食品衛生検査施設である当研究所と8保健所及び5食肉衛生検査所を対象にGLPが導入され、検査部門と独立した信頼性確保部門責任者として食品衛生検査管理監が当研究所に配置された。

（信頼性確保部門責任者の主な業務）

- ・食品衛生検査等の業務管理について、食品衛生検査施設の内部点検の定期的実施
- ・食品衛生検査施設の内部精度管理
- ・食品衛生検査施設の外部精度管理調査に関する計画調整

2024（令和6）年度の業務内容は、次のとおりである。

1 内部点検

2024年7月から8月に第1回目の内部点検を、2025年1月から2月に第2回目の内部点検を実施した。標準作業書をはじめ各種記録簿等を確認するとともに、試薬等の管理、検査等の実施、検査結果の通知等について詳細に点検した。また、5月に、県内登録検査機関1施設に対して、宮崎県監視指導計画に基づく精度管理実施状況の確認調査を行った。

内部点検の結果、文書による是正を要する施設はなかった。

2 内部精度管理

当研究所、食肉衛生検査所及び県内登録検査機関1施設に対して、次の検査項目に関する模擬試料を作製・配付して精度管理を実施した。

- ・細菌同定検査（サルモネラ属菌）
 - ・残留動物用医薬品定量検査（スルファジミジン）
- その結果、両検査において、全検査機関が正しく同定できた。

3 外部精度管理調査

一般財団法人食品薬品安全センターが実施する精度管理調査に、当研究所および5食肉衛生検査所が参加した。業務管理要領に基づき調査結果を取りまとめた。

(1) 微生物学的検査

- ・衛生環境研究所
 - 一般細菌数測定検査
 - 細菌同定検査
（腸内細菌科菌群、黄色ブドウ球菌、サルモネラ属菌）
- ・食肉衛生検査所（都城・高崎・小林・都農・日向）
 - 細菌同定検査（サルモネラ属菌）

(2) 理化学的検査

- ・衛生環境研究所
 - 食品添加物定量検査（ソルビン酸）
 - 残留農薬定性定量検査（クロルピリホス、チオベンカルブ、フルトラニル）
 - 残留動物用医薬品定量検査（スルファジミジン）
 - 特定原材料検査（卵）

検査報告書による所見

微生物学的検査は、細菌数測定検査、細菌同定検査のいずれも「満足」の評価であった。

理化学的検査では、食品添加物定量検査、残留農薬定性定量検査、特定原材料検査のいずれも「満足」の評価であった。

4 その他

毎年、本県の「食品衛生検査施設等における検査等の業務管理要綱」に基づき、検査部門責任者協議会の開催と検査部門責任者、検査区分責任者に対する研修会、検査担当者に対する研修会を実施しており、2024年度もTeamsによるオンラインで開催した。

微生物部

微生物部は、モニタリング業務（感染症流行予測調査、感染症発生動向調査、GLPに基づく食品収去検査及び食中毒菌汚染実態調査、宮崎県蚊媒介感染症モニタリング事業）、危機管理業務（感染症の集団発生や食中毒発生時の検査・解析、新興再興感染症対応等）、行政依頼検査、保健所や食肉衛生検査所の検査担当者に対する研修指導、検査結果の信頼性確保のための精度管理に加え、調査研究を実施している。また、特定感染症検査や土呂久地区住民観察検診も実施している。

2024（令和6）年度の業務の概要は、次のとおりである。

[ウイルス、リケッチア]

1 感染症流行予測調査

厚生労働省は、流行の予測や抗体保有状況の把握を目的として、国立感染症研究所、各都道府県衛生研究所等の協力を得て、予防接種対象疾患の感受性調査及び感染源調査を行っている。本県では、本事業の一環として、日本脳炎感染源調査及び麻疹感受性調査を実施した。

(1) 日本脳炎感染源調査

前年の夏季に日本脳炎ウイルスに曝露する機会がなかった生後5～8カ月の、と畜場に搬入されるブタを対象に、ブタ血清中の日本脳炎ウイルスに対するHI抗体価を測定し、1:40以上のHI抗体価を示す検体について、2-ME（2-Mercaptoethanol）感受性抗体を測定した。なお、2-ME処理を行った血清のHI抗体価が未処理の血清のHI抗体価と比較して8倍（3管）以上低かった場合を2-ME感受性抗体陽性（新鮮感染）と判定した。

採血場所は、日向食肉衛生検査所、高崎食肉

衛生検査所及び都城食肉衛生検査所の3か所とし、6月上旬と下旬の2回を日向食肉衛生検査所、7月上旬と下旬の2回を高崎食肉衛生検査所、8月上旬と下旬と9月上旬と下旬の4回を都城食肉衛生検査所が採血し、計8回、1回あたり11頭を検査した。

7月上旬に11頭中1頭がHI抗体陽性となり、HI抗体陽性率は9%となった。その後、7月下旬と8月下旬に9%、9月中旬に18%を示したものの、いずれも2ME感受性抗体陰性であり、2024年度の調査では新鮮感染は確認されなかった（表1）。

(2) 麻疹感受性調査

県内の1地区を選定し、11年齢群219名（0～5か月：4名、6～11か月：13名、1歳：10名、2～3歳：25名、4～9歳：28名、10～14歳：28名、15～19歳：23名、20～24歳：22名、25～29歳：22名、30～39歳：22名、40歳以上：22名）から同意を得て、2024年7月から9月に収集した血清を対象に、市販の麻疹ウイルス抗体価測定キット（EIA法 ウイルス抗体EIA「生研」麻疹IgG：デンカ）を用いてEIA抗体価を測定し、抗体保有率を算定した。

EIA法で陽性とされるEIA抗体価4以上の抗体保有率は調査対象者全体で77.2%であった。年齢別抗体保有率をみると、0～5か月では50.0%、6～11か月では7.7%、1歳では80.0%、2～3歳では88.0%、4～9歳では89.3%、10～14歳では78.6%、15～19歳では47.8%、20～24歳では81.8%、25～29歳では81.8%、30～39歳では90.9%、40歳以上では100%となり、2歳以上の年齢区分の中では10～20代が比較的低い抗体保有率であった（表2）。

表1 と畜場豚の日本脳炎HI抗体保有状況（2024年度）

採血 月日	検査 頭数	HI抗体価							陽性数	陽性率 (%)	2-ME感受性 抗体保有率 (%)
		<10	10	20	40	80	160	320			
6.10	11	11							0	0	0
6.24	11	11							0	0	0
7.8	11	10				1			1	9	0
7.22	11	10	1						1	9	0
8.05	11	11							0	0	0
8.26	11	10	1						1	9	0
9.2	11	11							0	0	0
9.9	11	9			1			1	2	18	0

抗体陰性とされる EIA 抗体価 2 未満および判定保留とされる EIA 抗体価 2.0~3.9 の者は 50 名存在した。このうち、定期接種対象年齢に達していない 0 歳は 14 名（抗体陰性者の 28.0%）であった。

国立感染症研究所は、修飾麻しんを含めた麻しん発症予防可能レベルとして PA 抗体価 1:128 以上の保有が望まれるとしている。PA 法による麻しん PA 抗体価の測定結果と EIA 法による麻しん IgG 抗体価(EIA 抗体価)および感染性ウイルスを用いた中和試験法による抗体価は一定程度相関することが知られているが、PA 抗体価から EIA 抗体価への読み換え方法などは十分に検討されておらず、国立感染症研究所から EIA 法に関して発症予防の目安となる抗体価は発表されていない。なお、令和 3 年度感染症流

行予測調査報告書によると、EIA 抗体価 \geq 12.0 は PA 抗体価 1:256 以上あるいは 1:512 以上に近いことが推測されたとしており、今回の検体を EIA 抗体価 \geq 12.0 で区分してみると、2 歳以上の年齢では 2~3 歳は 64.0%、4~9 歳は 46.4%、10~14 歳では 35.7%、15~19 歳では 17.4%、20~24 歳では 27.3%、25~29 歳では 36.4%となり EIA 抗体価 \geq 4.0 の年齢別抗体保有率と同様に 10~20 代の年齢群では低い割合を示した。特に 10 代は予防接種率が比較的高いにも関わらず抗体保有率が低値を示した。これらの若い年齢群の抗体保有率が低い理由として、麻しん流行の減少に伴い自然感染によるブースター効果を受ける機会が減少していることが考えられており、今後は、この年齢群の抗体保有率の推移を監視していく必要がある。

表 2 年齢別麻疹 EIA 抗体保有状況 (2024 年度)

EIA抗体価	累 積 抗 体 保 有 率 (%)										
	年 齢 群										
	0-5M	6-11M	1	2-3	4-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-39	40-
\geq 2	75.0	61.5	90.0	100.0	100.0	92.9	95.7	100.0	100.0	100.0	100.0
\geq 4	50.0	7.7	80.0	88.0	89.3	78.6	47.8	81.8	81.8	90.9	100.0
\geq 6	25.0	7.7	80.0	72.0	89.3	50.0	30.4	68.2	81.8	81.8	100.0
\geq 8	25.0	7.7	80.0	72.0	71.4	42.9	26.1	50.0	68.2	81.8	90.9
\geq 12	0.0	0.0	70.0	64.0	46.4	35.7	17.4	27.3	36.4	54.5	86.4
検体数	4	13	10	25	28	28	23	22	22	22	22

2 感染症発生動向調査事業

県内で発生しているウイルス感染症の原因ウイルスを特定することを目的に、2024 年 4 月から 2025 年 3 月までの 1 年間に、病原体定点医療機関から当研究所に提出された 118 検体についてウイルス検索を行ったところ、67 件のウイルスを分離・検出した。

2024 年度の臨床診断名別のウイルス検査依頼受付状況を表 3 に、臨床診断名別ウイルス分離・検出状況を表 4 に示す。受付件数は、インフルエンザ、上下気道炎、麻疹及び無菌性髄膜炎の順に多かった。

ウイルス分離・検出状況では、インフルエンザからインフルエンザウイルス AH1pdm09 亜型が多く分離・検出され、上下気道炎からパラインフルエンザウイルス 3 型が多く検出された。また、麻疹や手足口病といった発疹性疾患でコクサッキーウイルス A6 型が検出された。

2024 年の感染症発生動向調査事業におけるウイルス検出状況の詳細については、調査研究の項に掲載した。

表3 臨床診断名別ウイルス検査依頼受付状況（2024年度）

疾患名	月												計
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
インフルエンザ	5		1			1	2	2	6	6	5	2	30
上下気道炎	2	1	3	1		1	1	4	2	2	6	4	27
麻疹		6			3	3			3				15
無菌性髄膜炎				3	3	2	1						9
脳炎・脳症								4			4		8
弛緩性麻痺			4										4
発疹性疾患	1		1		1		1						4
手足口病	2						1						3
筋炎	3												3
風疹	3												3
デング熱・ジカ熱		3											3
肝機能障害				2									2
MERS						1						1	2
MPOX			2										2
新型コロナウイルス感染症					1								1
感染性胃腸炎（ロタウイルス）												1	1
その他						1							1
計	16	10	11	6	8	9	6	10	11	8	15	8	118

表4 臨床診断名別ウイルス分離・検出状況（2024年度）

疾患名	検査件数	検出件数	検出ウイルス名（検出数）
インフルエンザ	30	30	Influenza virus AH1pdm09(20), Influenza virus AH3(3), Influenza virus B(Victoria lineage)(6), Rhinovirus(1)
上下気道炎	27	12	Parainfluenza virus 1(1), Parainfluenza virus 3(5), Rhinovirus(1), Parvovirus B19(1), Human herpes virus 7(HHV 7)(1), Human coronavirus OC43(1), Respiratory syncytial virus(RSV) B(1), RSV not typed(1)
麻疹	15	4	Coxsackievirus A6(2), Human herpes virus 6(HHV 6)(2)
無菌性髄膜炎	9	2	Coxsackievirus B2(2)
脳炎・脳症	8	5	Adenovirus 31(2), HHV 6(1), Rhinovirus(2)
弛緩性麻痺	4	4	HHV6(2), Rhinovirus(2)
発疹性疾患	4	3	Cytomegalovirus (CMV)(1), Parainfluenza virus 3(1), Adenovirus 1(1)
手足口病	3	3	Coxsackievirus A6(1), Coxsackievirus A16(1), CMV(1)
筋炎	3	1	HHV 6(1)
風疹	3	0	
デング熱・ジカ熱	3	0	
肝機能障害	2	1	Rhinovirus(1)
MERS	2	0	
MPOX	2	0	
新型コロナウイルス感染症	1	1	SARS-CoV-2(1)
感染性胃腸炎（ロタウイルス）	1	1	Rotavirus group A G3e(1)
その他	1	0	
計	118	67	

3 つつが虫病及び紅斑熱群リケッチア症

県外を含む91名の患者について検査依頼を受けた（表5）。*Orientia tsutsugamushi*

（Karp、Kato、Gilliam、Kawasaki、Kuroki株）を抗原とした間接蛍光抗体法による血清診断及びPCR法による遺伝子検査で、25名がつつが虫病と判定された。

25名の患者のうち1名（4.0%）がKawasaki株に、3名（12.0%）がKuroki株に高い血清抗体価を示した。県内での感染が推定された25名の患者発生は県中部、県南部お

よび県西部を中心に2024年11月から2025年3月にかけてみられ、ピークは12月であった（表6）。

また、*Rickettsia japonica*（患者由来株）を抗原とした間接蛍光抗体法による血清診断およびPCR法による遺伝子検査で、91名中19名が日本紅斑熱と判定された。このうち3名は県外からの依頼であった。感染時期は2024年4月、5月、8月から11月及び2025年3月であった（表7）。

表5 リケッチア症依頼件数及び検出件数 2020～2024年度

年度	依頼件数	日本紅斑熱	つつが虫病						
			Karp	Kato	Gilliam	Kawasaki	Kuroki	その他※	血清型不明
2020	120	17	0	0	0	14	3	3	29
2021	140	24	0	0	0	21	12	1	19
2022	123	22	0	0	0	19	3	5	10
2023	135	21	0	0	0	14	11	1	6
2024	91	19	0	0	0	1	3	10	11

※複数の株に高抗体価を示す。

表6 つつが虫病患者発生状況 2024年度

感染推定地域	2024年		2025年			合計
	11月	12月	1月	2月	3月	
高千穂町			1			1
延岡市					1	1
都農町		1				1
西都市			1			1
国富町		2				2
宮崎市		5		1		6
日南市		1				1
串間市		1				1
都城市	1	4				5
高原町		1				1
小林市	1	3				4
えびの市	1					1
合計	3	18	2	1	1	25

表7 日本紅斑熱患者発生状況 2024年度

推定感染地域	2024年						2025年	合計
	4月	5月	8月	9月	10月	11月	3月	
延岡市	1							1
木城町						1		1
西都市	2							2
宮崎市	1	1	1	1	1			5
国富町							1	1
日南市			1					1
都城市					2			2
小林市			1	1	1			3
県外		1			1	1		3
合計	4	2	3	2	5	2	1	19

4 食中毒（疑い）事例及び集団感染症事例におけるウイルス検査

急性胃腸炎の集団発生16事例、計164検体について検査依頼があった。全ての事例で検体として便が採取され、リアルタイムPCR法を用いてノロウイルスの検査を実施し、1事例でノロウイルスGI、13事例でノロウイルスGIIが検出された。

また、呼吸器症状を呈する集団感染事例が2事例あった。1事例は教育施設でのインフルエンザウイルスによる集団感染事例であった。1事例は高齢者施設での発熱や呼吸器症状を呈する集団感染事例であり、呼吸器症状を起こすウイルスを検索したがウイルスは検出されなかった。

5 重症熱性血小板減少症候群

重症熱性血小板減少症候群（SFTS）は、2012（平成24）年に第1例が確認され、2024年度まで117例（うち1例は届出無）の発生が確認された（表8）。

2024年度は8例の発生があり、発生時期は4月、5月、6月及び11月であり、患者発生地域は県北（2例）、県央（3例）、県西（1例）、県南（2例）となった（表9）。

表8 SFTS 検査依頼件数及び保健所別検出件数 2012～2024年度

年度	依頼件数	SFTS	保健所								
			中央	日南	都城	高鍋	日向	延岡	高千穂	宮崎市	
2012 [※]	4	1		1							
2013	37	10		1	2				3	4	
2014	47	8		2			1		2	3	
2015	47	9		3		1			3	2	
2016	41	9							5	4	
2017	52	14		4		2	1		3	4	
2018	57	12		1	1	2	2		1	5	
2019	36	8		2		3	2		1		
2020	36	8	1		1	1	1		2	2	
2021	53	11		1		3	1		1	5	
2022	54	10		3	1	1			1	4	
2023	72	9		1		1	2			2	3
2024	50	8		2	1				2		3
合計	586	117	1	21	6	14	10		24	2	39

※本疾患は2013年3月4日から届出対象

6 その他

(1) レプトスピラ症

2024年度はレプトスピラ症を疑われた症例5例のうち1例がレプトスピラ症と確認された。この1例は血清診断及び遺伝子検査により陽性と診断され、血清型 Canicola、Castellonis、Kremastos または Poi と診断された。主な臨床症状は発熱、下痢、血便、黄疸、腎機能障害及び眼球結膜充血であった。

(2) 蚊のモニタリング調査

薬務感染症対策課の依頼により、「宮崎県蚊媒介感染症対策行動計画」に基づいて、2024年6月から9月の4ヵ月間、高千穂神社、

表9 SFTS 患者発生状況 2024年度

届出保健所	月				合計
	4月	5月	6月	11月	
日南		1	1		2
都城	1				1
延岡			1	1	2
宮崎市	1	2			3
合計	2	3	2	1	8

神柱公園及び宮崎市中央公園の3ヵ所を定点と定めて各月1回蚊を採取し、発生状況を調査した。採取した蚊についてヒトスジシマカの同定と雌雄の鑑別を行い、デングウイルス、ジカウイルス及びチクングニアウイルスの遺伝子検査を実施した結果、採取したヒトスジシマカからウイルスは検出されなかった（表10）。

表10 蚊のモニタリング調査結果 2024年度

	6月		7月		8月		9月	
	ヒトスジシマカ	その他	ヒトスジシマカ	その他	ヒトスジシマカ	その他	ヒトスジシマカ	その他
高千穂神社	0	1	4	1	3	1	4	0
神柱公園	2	0	3	0	0	0	1	0
宮崎市中央公園	3	0	2	0	26	0	46	0

[細菌]

1 感染症発生動向調査

2024年度に病院から送付された検体及び依頼機関で分離された菌株、計130件を検査した。

その結果、下痢原性大腸菌53件、サルモネラ属菌29件、劇症型溶血性レンサ球菌12件等、計95件が検出された（表11）。

表 11 感染症発生動向調査 2024 年度

検出菌名	2024年										2025年			合計
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
下痢原性大腸菌														
腸管出血性大腸菌		31	2			1	5		3					42
腸管毒素原性大腸菌														0
腸管病原性大腸菌		1	1	2	1	1	3	1			1			11
腸管凝集付着性大腸菌														0
<i>E. albertii</i>							1							1
サルモネラ属菌	1	3	2	2	3	3	6	6	1	1	1			29
劇症型溶血性レンサ球菌		1	1		2	1	1	3	1	1	1			12
検出数合計	1	36	6	4	6	6	16	10	5	2	3	0		95
検体数合計	8	46	6	5	7	13	21	12	5	2	4	1		130

(1) 下痢原性大腸菌

下痢原性大腸菌の検出状況を表12に示す。2024年度は、県内で40例の腸管出血性大腸菌（EHEC）感染症の発生届出があり、このうち当研究所に搬入された42株について分離同定、血清型別及び毒素試験を実施した。集団発生は中央保健所管内で1例（血清型はO111）、都城保健所管内で3例（血清型はO26が2例、O111が1例）であった。都城保健所管内で発生した3例のうち、O26の2例は近隣の保育施設で発生していた。この2例の12株について、MLVA法（反復配列多型解析）による遺伝子解析を行った結果、すべての株が24m2023を示した。腸管出血性大腸菌に伴う保健所別接触者調査検体数を表13に示す。腸管病原性大腸菌（EPEC）は11株、いずれも散发事例であった。

(2) カルバペネム耐性腸内細菌目細菌

保健所及び医療機関から依頼のあったカルバペネム耐性腸内細菌目細菌（CRE）検査は4件であった。これらの菌株からカルバペネマーゼ遺伝子を有する菌は確認されなかった。

(3) サルモネラ属菌

サルモネラ属菌の検出状況を表14に示す。感染症発生動向調査では患者29名から9種類のサルモネラが血清型別された。血清型別では、*S. Thompson*が7株と多く検出された。

2 給食従事者定期健康診断等

健康保菌者から分離されたサルモネラ属菌株の血清型別依頼があり、15種類41株の血清型が確認された。血清型別では、*S. Corvallis*が7株と多く検出された。

表 12 下痢原性大腸菌の検出状況 2024 年度

	血清型	病原因子	株数
腸管出血性大腸菌 (EHEC)	EHEC O26: H11	VT1& <i>eae</i>	30
	EHEC O111: HNM	VT1& <i>eae</i>	7
	EHEC O157: H7	VT1&VT2& <i>eae</i>	4
	EHEC O157: H7	VT2& <i>eae</i>	1
	計		42
腸管病原性大腸菌 (EPEC)	EPEC O26: H11	<i>eae</i>	1
	EPEC OUT: H7	<i>eae</i>	1
	EPEC OUT: H18	<i>eae</i>	1
	EPEC OUT: H21	<i>eae</i>	2
	EPEC OUT: H34	<i>eae</i>	1
	EPEC OUT: HUT	<i>eae</i>	5
	計		11

表 13 腸管出血性大腸菌感染症発生に伴う保健所別接触者調査検体数 2024 年度

保健所	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
中央(1事例)							7						7
日南(1事例)								2					2
都城(3事例)		171	9						58				238
合計(5事例)		171	9				7	2	58				247

表 14 サルモネラ属菌分離状況 2024 年度

血清型名	抗原構造	分離総数	感染症発生	食中毒	給食従事者	食品
			動向調査 (患者)	有症苦情等 (患者・食品等)	定期健康診断等 (保菌者)	(収去調査等)
<i>S. Stanley</i>	O4:d:1,2					
<i>S. Schwarzengrund</i>	O4:d:1,7	6	1		5	
<i>S. Agona</i>	O4:f,g,s:-	2			2	
<i>S. Typhimurium</i>	O4:i:-	1	1			
<i>S. Braenderburg</i>	O4:l,v:e,n,z15	1			1	
<i>S. Haifa</i>	O4:z10:1,2	10	4		6	
<i>S. Braenderup</i>	O7:e,h:e,n,z15	2			2	
<i>S. Thompson</i>	O7:k:1,5	13	7		6	
<i>S. Oranienburg</i>	O7:m,t:-	1			1	
<i>S. Infantis</i>	O7:r:1,5	1	1			
<i>S. Mbandaka</i>	O7:z10:e,n,z15	2			2	
<i>S. Manhattan</i>	O8(O6):d:1,5	1			1	
<i>S. Hadar</i>	O8(O6):z10:e,n,x	3			3	
<i>S. Pakistan</i>	O8:l,v:1,2	1			1	
<i>S. Corvallis</i>	O8:z4, z 23:-	12	5		7	
<i>S. Miyazaki</i>	O9:l,z13:1,7	5	4		1	
<i>S. Cerro</i>	O18:z4,z23:-	1			1	
<i>S. Soumbedioune</i>	O28:b:e,n,x	1	1			
<i>Salmonella</i> spp.	血清型不明	7	5		2	
合計		70	29		41	

[食品・環境・水質・検診]

1 細菌性食中毒検査

2024年度に県内（他県関連を含む）で発生した17事例の食中毒（疑い）等に関する199検体について細菌検査を実施した。うち1事例では、鶏の生食が原因として疑われたカンピロバクター属食中毒で、患者9名から*Campylobacter jejuni*または*C. coli*が検出された。うち1名は*C. jejuni/C. coli*の複合感染であった。

2 食品関連検査

食品関連検査の概要は、次のとおりである（表15）。

(1) 定期収去検査等

定期収去検査として、牛乳・乳飲料14検体、

乳酸菌飲料3検体、清涼飲料水8検体、そうざい42検体、冷凍食品26検体、食肉製品12検体、魚肉練り製品14検体、生菓子7検体、生食用食鳥肉6検体、一夜漬け8検体、ゆでめん6検体、はちみつ4検体の計150検体について、398項目の検査を実施した。

その結果、生食用食鳥肉から糞便系大腸菌群4検体、生菓子から大腸菌群1検体が陽性となった。

(2) 精度管理

GLP（食品衛生検査施設の業務管理要領）に基づき食品検査を行い、内部精度管理として細菌同定検査（サルモネラ属菌）を、外部精度管理として細菌同定検査（腸内細菌科菌群、一般細菌数、黄色ブドウ球菌、サルモネラ属菌）を実施した。

表 15 食品関連検査の概要 2024年度

食品名	検体数 合計	項目数 合計	細菌数	乳酸 菌数	大腸菌群	大腸菌	糞便系 大腸菌群	サルモネラ属 菌	黄色ブドウ 球菌	リステリア 属菌	腸炎 ヒフリオ	カンピロ バクター属	ホツリ ヌス
定期収去検査等													
牛乳・乳飲料	14	28	14		14								
乳酸菌飲料	3	6		3	3								
清涼飲料水	8	8			8								
そうざい	42	168	42			42		42	42				
冷凍食品	26	52	26		19	7							
食肉製品	12	38				12		12	12	2			
魚肉練り製品	14	14			14								
生菓子	7	22	7		7 (1)			1	7				
生食用食鳥肉	6	24					6 (4)	6	6			6	
一夜漬け	8	16				8					8		
ゆでめん	6	18	6		6				6				
はちみつ	4	4											4
小計	150	398	95	3	71 (1)	69	6 (4)	61	73	2	8	6	4
苦情品等収去検査													
苦情品	0	0											
苦情品関連	0	0											
小計	0	0											
合計	150	398	95	3	71 (1)	69	6 (4)	61	73	2	8	6	4

() = 陽性検体数

3 事業場排水及び水浴場の水質検査

事業場排水及び水浴場について大腸菌関連検査を実施した（表16）。

(1) 事業場排水

「水質汚濁防止法」及び「みやざき県民の住みよい環境の保全等に関する条例」に基づき、117事業場の350検体について大腸菌群数の検

査を行ったところ、6事業場の7検体が排水基準に適合していなかった。

(2) 水浴場

環境省水・大気環境局水環境課長通知「令和6年度水浴に供される公共用水域の水質等の調査について」に基づき、県内12か所の海水浴場について、開設前（2日間の午前と午後の計4

回)及び開設中(開設前と同様に計4回)に、ふん便性大腸菌群数148件及び腸管出血性大腸菌(O157等)24件の水質検査を行い、4か所の環境定点については大腸菌数(特定酵素基質寒天培地XM-G法)16件の水質検査を実施した。

4 その他の水質関連検査

管内1保健所からの行政依頼検査が合計4検体あり、大腸菌群数(用水・排水中の大腸菌群試験法)検査を実施した。また、環境省から公共用水域における大腸菌に関する調査の実施依頼が20検体あり、大腸菌数検査(特定酵素基質寒天培地XM-G法)を実施した。

表 16 事業場排水及び水浴場の水質検査件数 2024 年度

検査項目	中央 保健所	日南 保健所	都城 保健所	小林 保健所	高鍋 保健所	日向 保健所	延岡 保健所	高千穂 保健所	合計
排水									
大腸菌群数	15	37	84	56	54	54	40	10	350
水浴場									
ふん便性 大腸菌群数		40			12	56	40		148
腸管出血性 大腸菌 O157 等		8			2	8	6		24
大腸菌数 (XM-G 法)		12				4			16
合計	15	97	84	56	68	122	86	10	538

5 特定感染症検査

「特定感染症対策事業対策実施要領」に基づき、県内各保健所のHIV即日検査を行った。HIVスクリーニング検査は、免疫クロマトグラフィー法(ダイナスクリーンHIV Combo、アボッ

トダイアグノスティックスメディカル株式会社)を用いて抗HIV抗体及びHIV-1p24抗原の検査を実施した。HIV即日検査数は298件で、スクリーニング検査陽性例はなかった(表17)。

表 17 保健所別 HIV 即日検査件数 2024 年度

保健所	中央	日南	都城	小林	高鍋	日向	延岡	高千穂	合計
検体数	39	22	91	22	20	29	75	0	298

6 結核菌分子疫学的検査

2012(平成24)年10月に「宮崎県結核菌検査実施要領」が施行され、結核の発生予防、発生動向及び原因の調査のため、分子疫学的手法(VNTR法)を用いた感染源・感染経路の究明が可能となった。検査は、結核菌VNTRハンドブック第1版(2012年10月編)に準じ、地研協議会保健情報疫学部会マニュアルに基づいて実施している。2024年度は、県内の保健所から48件の検査依頼があった。検査の結果、同一VNTRパターン(18領域)を示す事例は7事例あり、このうち1事例

は同一患者からの検体提出であった。残りの6事例については疫学的な関連がなく、同一菌株由来による感染の可能性は低いと推測された。

7 土呂久地区住民健康観察検診(大検診)

2024年度は5月(開設1日)に臨床検査として尿定性、尿沈渣を実施し、外注検査項目である尿細胞診、生化学・血液検査の検体前処理を行った。6月(開設2日)は5月と同様の検査に加え、肺機能検査を行った。7月(開設2日)は心電図検査を行った(表18)。

表18 土呂久地区住民観察検診 2024年度

検査項目	5月	6月	7月	計
尿定性	42	41		83
尿沈渣	19	18		37
呼吸機能検査		15		15
心電図			48	48
尿細胞診（前処理）	67	71		138
血液検査（前処理）	41	10		51

衛生化学部

衛生化学部は、食品中に含まれる残留農薬や残留動物用医薬品等の化学物質の検査、食品添加物の検査、環境中の放射能測定、医薬品や家庭用品等の理化学的試験等を行うとともに、保健所及び食肉衛生検査所職員に対する分析技術研修指導、検査結果の信頼性確保のための精度管理に加え、調査研究を行っている。

2024(令和6)年度の業務概要は、次のとおりである。

1 食品の収去検査

本検査は、衛生管理課の年間計画に基づき、県保健所が収去した食品を検査するもので、その概要は、次のとおりである。

(1) 残留農薬検査

県内で収去された農畜産食品13品目計60検体について残留農薬(有機塩素系農薬、有機リン系農薬、カルバメート系農薬等)延べ13,232項目の検査を行ったところ、いずれの検体からも残留基準値を超える農薬は検出されなかった(表1-1)。

(2) 残留動物用医薬品検査

県内で収去された畜水産食品14品目計94検体について残留動物用医薬品(抗生物質、合成抗菌剤及びその他の動物用医薬品)延べ4,994項目の検査を行ったところ、いずれの検体からも残留基準値を超える動物用医薬品は検出されなかった(表1-2)。

(3) 食品添加物検査

県内で収去された加工食品8品目計47検体について食品添加物(甘味料、着色料、保存料、発色剤)延べ507項目の検査を行ったところ、いずれの検体もすべて使用基準を満たしていた(表1-3)。

(4) 牛乳規格試験

県内で製造され、収去された牛乳10検体について、無脂乳固形分等延べ40項目の検査を行ったところ、すべて基準を満たしていた。

(5) アレルギー検査

県内で収去された加工食品計24検体について、卵の検査を行ったところ、いずれの検体も表示どおりであった(表1-4)。

(6) カビ毒検査

県内で収去された米6検体についてカビ毒(アフラトキシンB1、B2、G1、G2)延べ24項目の検査を行ったところ、いずれの検体もすべて基準を満たしていた(表1-5)。

2 精度管理

当研究所では、検査結果の信頼性を確保するため、GLP(食品衛生検査施設の業務管理)に従って食品検査を行っており、分析技術の進歩や分析項目の増加等に併せて、逐次SOP(標準作業書)の改定や追加を行い、適切な分析手法による検査に努めている。

また、検査のつど添加回収及び陰性対照試験を実施するとともに、内部精度管理として、残留動物用医薬品検査(スルファジミジンの定量)、さらに、外部精度管理として、食品添加物検査(ソルビン酸の定量)、特定原材料検査(卵の定量)、残留農薬検査(一斉試験、定性及び定量)及び残留動物用医薬品検査(スルファジミジンの定量)に参加した。

3 苦情食品等の検査

1件の苦情食品の検査依頼が都城保健所からあり、原因究明のための検査を行った(表2)。

4 環境放射能水準調査(原子力規制委員会原子力規制庁委託)

本県における平常時の環境放射能レベルを把握するため、1988(昭和63)年度より調査を実施している。2024年度もこれまでと同様、降水について全β放射能測定、大気浮遊じん、降下物、蛇口水、土壌、精米、野菜、茶及び牛乳についてγ線核種分析を行うとともに、モニタリングポストにより空間放射線量率測定を行った。

また、2011(平成23)年3月11日に発生した東日本大震災による福島第一原子力発電所事故後のモニタリング強化項目の測定について、前年度に引き続き実施した。

なお、空間放射線量率の情報については、ホームページ「放射線モニタリング情報共有・公表システム」(原子力規制委員会)によ

り、リアルタイムで公表している。

表 1-1 食品収去検査(農畜産食品の残留農薬)の概要 2024 年度

検査対象	検体数	検査項目数
きゅうり	10	2,148
トマト	9	1,929
とうもろこし	2	448
なす	5	1,074
にんじん	5	1,071
ピーマン	4	858
ソラマメ	1	223
かんしょ	6	1,434
ぶどう	2	468
日本なし	4	936
みかん	9	2,043
その他のかんきつ類	2	400
レモン	1	200
合計	60	13,232

表 1-2 食品収去検査(畜水産食品の残留動物用医薬品)の概要 2024 年度

検査対象	検体数	検査項目数
牛肉	8	360
豚肉	8	360
鶏肉	19	1,095
鶏レバー	11	600
鶏卵	15	720
はちみつ	4	176
牛乳	10	610
ニジマス	3	144
ヤマメ	1	48
ヒラメ	1	65
カンパチ	4	264
タイ	3	198
ブリ	1	66
アユ	6	288
合計	94	4,994

表 1-3 食品収去検査(加工食品の食品添加物)の概要 2024 年度

検査対象	検体数	検査項目数			
		甘味料	着色料	保存料	発色剤
清涼飲料水	8	16		56	
乳酸菌飲料	3	6	12	21	
食肉製品	12	24		84	12
魚肉練り製品	14	28	48	98	
漬物	5	10	12	35	
醤油	3	6		21	
みそ	1	2		7	
ソース	1	2		7	
合計	47	94	72	329	12

表 1-4 食品収去検査(加工食品中のアレルギー物質)の概要 2024 年度

検査対象	検体数	検査項目数
		卵
そうざい、弁当、調理パン	24	24

表 1-5 食品収去検査(カビ毒)の概要 2024 年度

検査対象	検体数	検査項目数			
		アフラトキシン	アフラトキシン	アフラトキシン	アフラトキシン
		B1	B2	G1	G2
米	6	6	6	6	6

表 2 苦情食品等の検査 2024 年度

No.	検査期間	検体名	検体数	検査項目	分析装置	分析結果	苦情内容	依頼者
1	11月27日 ～30日	切り身、 おじや、 血清(3名)	7	パトリキシン	LC-MS/MS	不検出	横紋筋融 解症	都城保健所

5 放射能分析比較試料による精度管理

環境放射能測定信頼性を確保するため、環境放射能水準調査を実施する都道府県の分析機関と公益財団法人日本分析センターが実施する精度管理事業に参加した。

この事業は、日本分析センターが調製した3種類の分析比較試料(粉末試料、模擬土壌、模擬牛乳)のγ線核種分析を各分析機関で実施する「標準試料法」と呼ばれる方法で相互比較分析(いわゆるクロスチェック)を行うものである。

2024年度の測定結果については、分析を行ったすべての種類及び核種で検討基準の範囲内であり、核種同定や解析方法が適正であると判断された。

6 医薬品試験

ダイエット用食品等健康被害防止事業に基づき、痩身用健康食品及び強壯用健康食品の5検体について医薬品成分延べ125項目を分析したところ、全検体とも医薬品成分等は検出されなかった。

7 家庭用品の検査

「有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律」に基づき、繊維製品や住宅用洗剤等についてホルムアルデヒド等の検査を行ったところ、全検体とも基準値以下であった(表3)。

表3 家庭用品検査の概要 2024年度

品目	検査項目	検体数
繊維製品	ホルムアルデヒド(出生後24月以内の乳幼児用のもの)	22
	ホルムアルデヒド(出生後24月以内の乳幼児用のものを除いたもの)	8
住宅用洗剤	塩化水素又は硫酸	3
家庭用洗剤	水酸化カリウム又は水酸化ナトリウム	3

環境科学部

環境科学部は、大気・水質等の行政依頼検査、調査研究を主な業務としている。

大気関係では、テレメータシステムによる大気汚染常時監視、工場・事業場のばい煙発生施設及び水銀排出施設から排出されるばいじん等の排出量測定、さらには酸性雨のモニタリング調査等を行っている。

水質関係では、公共用水域、地下水等の水質測定や工場・事業場の排水の測定、死魚事故等の水質汚濁事故の原因調査、県内主要河川における水生生物調査等を行っている。

2024(令和6)年度の業務の概要は、次のとおりである。

1 大気汚染常時監視

大気汚染防止法の規定により、県内の大気環境の状況を把握するため、県内の一般環境大気測定局、自動車排出ガス測定局で大気汚染物質の測定を行っている。また、大気汚染物質の情報については、Web ページ「みやぎの空」(宮崎県)及び「そらまめくん」(環境省)により、リアルタイムで県民に提供している。

2024(令和6)年度における環境基準が定められている物質等の県内の大気汚染常時監視結果は、表1のとおりであった。

2 酸性雨モニタリング調査

1991(平成3)年度から当研究所屋上において降雨を採取し、pH、EC及び硝酸イオン、硫酸イオン等のイオン成分のモニタリング調査を実施している。さらに、2000(平成12)年度からは環境省委託事業として、えびの市に設置されている国設酸性雨測定所においてモニタリング調査を実施している。

当研究所屋上において採取した降雨の2024(令和6)年度の年平均pH値は4.98で、月平均pH値の経月変化は最小値が4.32(2月)、最大値が5.36(9月)であった。なお、12月は降水量が少なかったためpH値は欠測となった(図1)。2020(令和2)年度以降の年平均pH値の経年変化を図2に示す。また、雨の酸性化に係る硫酸イ

オンと硝酸イオンの2024(令和6)年度の年平均値は、それぞれ10.7 $\mu\text{mol/L}$ と6.7 $\mu\text{mol/L}$ であった。2020(令和2)年度以降の年平均値の経年変化を図3及び図4に示す。

3 大気立入検査測定

大気汚染防止法の規定により、ばい煙発生施設及び水銀排出施設を設置している工場・事業場2か所の排出ガスについて立入測定を行った。

4 化学物質環境実態調査(環境省委託調査)

残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約(POPs条約)対象物質及び化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律における第1種、第2種特定化学物質等の環境汚染実態を経年的に把握するために、試料の採取等を行った。

モニタリング調査として、大気については、PCB類、ヘキサクロロベンゼン、PFOS、PFOA、ペンタクロロベンゼン、ヘキサクロロブタ-1,3-ジエン、短鎖塩素化パラフィン(炭素数が10~13のもの)及びペルフルオロヘキサンスルホン酸(PFHxS)の8物質群を対象に当研究所屋上で、水質及び底質についてはPCB類、ヘキサクロロベンゼン、PFOS、PFOA、ペルフルオロヘキサンスルホン酸(PFHxS)、デクロランプラス、メトキシクロル及びUV-328の8物質群を対象に大淀川河口(宮崎市)で、それぞれ試料を年1回採取した。

初期環境調査として、アリルアルコールを対象とし、大気について延岡保健所(延岡市)で試料を年1回採取した。

詳細環境調査として、水質については、広渡川河口海域パルプ工場排水口東600m(日南市)でアルキル硫酸(アルキル基の炭素数が8から18までのもの)及びその塩類を対象とし、底質については、大淀川河口(宮崎市)でアルカノール(アルキル基が直鎖で炭素数が10から16までのもの)を対象とし、それぞれ試料を年1回採取した。

なお、水質のモニタリング調査及び詳細環境調査では、pH、BOD等の12項目、底質のモニタ

表1 大気汚染常時監視結果 2024年度

市町村	測定局名	二酸化硫黄			一酸化窒素	二酸化窒素		光化学オキシダント		浮遊粒子状物質			微小粒子状物質		一酸化炭素		
		年平均値 (ppm)	1時間値の最高値 (ppm)	年間の日平均値の2%除外値 (ppm)	年平均値 (ppm)	年平均値 (ppm)	日平均値の年間98%値 (ppm)	昼間の日最高1時間値の年平均値 (ppm)	昼間の1時間値の最高値 (ppm)	年平均値 (mg/m ³)	1時間値の最高値 (mg/m ³)	年間の日平均値の2%除外値 (mg/m ³)	年平均値 (μg/m ³)	日平均値の年間98%値 (μg/m ³)	年平均値 (ppm)	8時間平均値が20ppmを超えた回数	年間の日平均値の2%除外値 (ppm)
高千穂町	高千穂保健所	0.002	0.080	0.007				0.044	0.098				8.5	21.0			
延岡市	延岡商業高校	0.001	0.024	0.003	0.001	0.001	0.003	0.044	0.085								
	延岡保健所	0.002	0.023	0.004	0.002	0.004	0.008	0.045	0.093	0.015	0.141	0.048	8.6	21.7			
	延岡青朋高校	0.001	0.022	0.005	0.000	0.003	0.006			0.014	0.081	0.033					
	新延岡自排局	0.002	0.020	0.005	0.003	0.005	0.009			0.015	0.093	0.037	10.2	23.5	0.2	0	0.4
日向市	大王谷小学校	0.001	0.034	0.005	0.001	0.002	0.004	0.045	0.083								
	日向市立図書館	0.001	0.033	0.004	0.001	0.003	0.005			0.015	0.102	0.041	10.4	22.4			
	細島公民館	0.002	0.025	0.005	0.001	0.005	0.009	0.047	0.087								
西米良村	西米良村健康増進広場							0.041	0.095				7.5	19.2			
高鍋町	高鍋町健康づくりセンター	0.001	0.040	0.006	0.001	0.003	0.007	0.047	0.088	0.014	0.087	0.030	9.9	23.7			
小林市	小林保健所	0.001	0.043	0.003				0.043	0.098	0.013	0.080	0.031	8.4	20.0			
都城市	都城高専	0.001	0.123	0.006	0.001	0.004	0.009	0.041	0.093	0.015	0.073	0.036	10.7	22.0			
	都城自排局	0.002	0.140	0.007	0.002	0.006	0.013			0.009	0.054	0.024	11.2	24.6	0.2	0	0.3
日南市	日南保健所	0.002	0.080	0.009	0.001	0.003	0.006	0.044	0.091	0.014	0.082	0.032	9.1	20.2			
	油津小学校	0.001	0.054	0.006	0.001	0.003	0.006	0.045	0.089	0.015	0.091	0.038					
宮崎市	佐土原	0.001	0.027	0.002				0.045	0.085	0.013	0.178	0.033	8.4	20.2			
	祇園	0.001	0.043	0.004	0.001	0.003	0.007	0.041	0.093	0.012	0.105	0.027	8.4	20.8			
	田野	0.001	0.154	0.005						0.010	0.065	0.025	8.4	21.3			
	大宮小学校自排局				0.001	0.003	0.007			0.014	0.107	0.036	8.7	19.9	0.2	0	0.4
	南宮崎自排局				0.003	0.005	0.010*			0.014	0.151	0.032					
	生目小学校自排局							0.037	0.082				8.4	19.9			

※は、環境基準の長期的評価のための年間測定時間が6,000時間未満であることを示す。

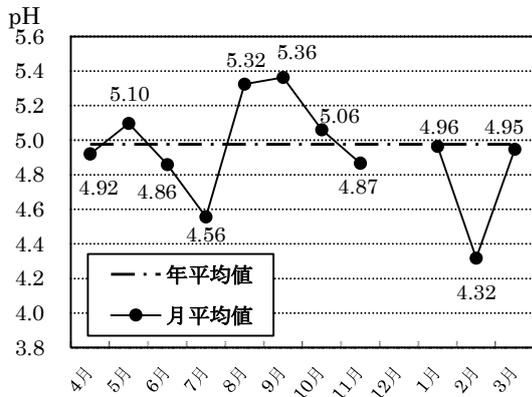


図1 降水の月平均pH値の経月変化

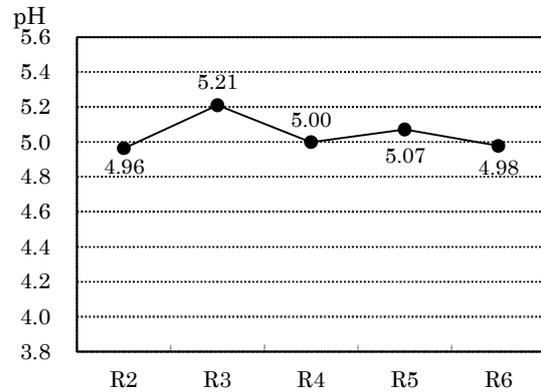


図2 降水の年平均pH値の経年変化

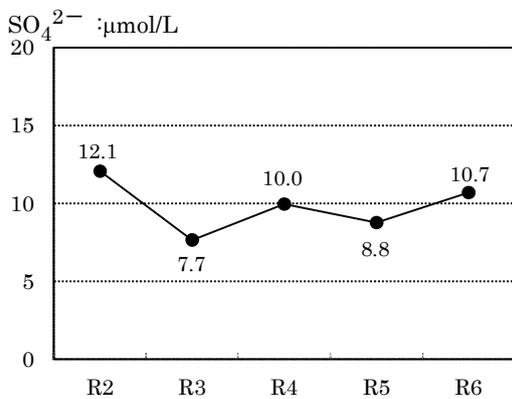


図3 硫酸イオンの経年変化

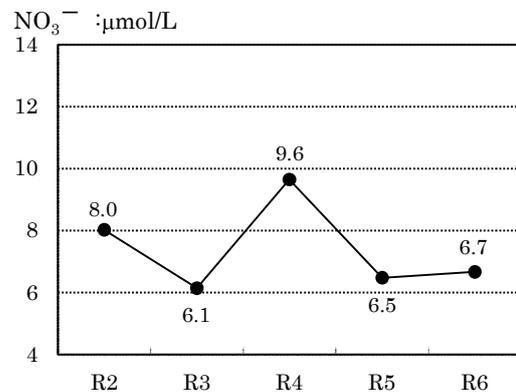


図4 硝酸イオンの経年変化

リング調査では水分含有量、強熱減量等の11項目について、当研究所で測定を行った。

5 精度管理調査

(1) 水道水質検査精度管理のための統一試料調査

水質検査の技術水準の把握と技術の向上を図るため、環境省が実施している当該精度管理調査に参加した。クロロ酢酸、ジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸及びTOCについて測定を行い、いずれも良好な精度を示した。

(2) 環境測定分析統一精度管理調査

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を確保するため、全国の測定機関を対象として環境省が実施している当該精度管理調査に参加した。模擬水質試料として全燐、ほう素、カドミウム、鉛及び鉄について測定を行い、いずれも良好な精度を示した。

(3) 酸性雨測定精度管理調査

酸性雨モニタリング精度の向上を図るため、環境省が実施している精度管理調査に参加した。高濃度と低濃度の2試料について、pH、EC、硫酸イオン、硝酸イオン、塩化物イオン、アンモニウムイオン、ナトリウムイオン、カリウムイオン、カルシウムイオン及びマグネシウムイオンの測定を行い、いずれも良好な精度を示した。

6 公共用水域の水質測定

水質汚濁防止法の規定により県が策定した「令和6年度公共用水域の水質測定計画」に基づき、河川水及び海水の測定を行った。

河川水については、3河川各1地点で表2に示

表2 要監視項目

クロロホルム、イソキサチオン、ダイアジノン、フェニトロチオン、イソプロチオラン、オキシ銅、クロロタロニル、プロピザミド、E P N、ジクロロボス、フェノブカルブ、イプロベンホス、クロルニトロフェン (13項目)
--

す要監視項目を年2回、延べ78項目の水質測定を行ったところ、全て指針値以内であった。

海水については、12海水浴場でCOD、pH、DO及び油分のうち2～4項目を開設前と開設中の年2回、各々延べ108項目の水質測定を行ったところ、開設前の水質はいずれも「AA」又は「A」であった。

7 地下水調査

県内の地下水について、トリクロロエチレン等の揮発性有機化合物による汚染状況を把握するため、88本の井戸から採取した地下水108検体について、年1～4回、延べ1,236項目の水質測定を行った。また、都城盆地硝酸性窒素削減対策に係る検査として、都城地区の52本の井戸から採取した地下水203検体について、年2～12回硝酸性窒素、亜硝酸性窒素等延べ812項目の水質測定を行った。

8 事業場排水の水質測定

水質汚濁防止法等の規制対象の工場及び事業場133か所の排水について、表3の水質測定項目のうち、工場又は事業場ごとに規制を受ける延べ2,127項目の水質測定を行った。

なお、基準を超過した事業場に対しては、管轄保健所が改善指導を行った。

表3 事業場排水の水質測定項目

有害物質	T-Hg、R-Hg、As、Cd、Cr(VI)、CN、Pb、Se、B、F、ジクロロメタン、四塩化炭素、1,2-ジクロロエタン、1,1-ジクロロエチレン、シス-1,2-ジクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ベンゼン、アンモニア・アンモニウム化合物・亜硝酸化合物及び硝酸化合物 (21項目)
その他の項目	pH、BOD、COD、SS、T-N、T-P、油分、Zn、T-Cr、Cu、フェノール、Mn、Fe (13項目)

9 水質汚濁事故に伴う測定調査

住民等から保健所に通報のあった河川等の水質汚濁事故について、原因を究明するための調査を実施しているが、令和6年度は調査の実施はなかった。

1.0 水道水質検査精度管理

水道水質検査は、水質基準に関する省令の改正が行われるたびに検査項目が著しく増加するとともに、極めて微量レベルの測定が必要になってきている。このため、県内で水道水質検査を実施している測定機関の検査技術の向上を図る目的で、水道水質検査精度管理を実施した。

2024(令和6)年度は、六価クロム化合物並びにヒ素及びその化合物の2項目について、共通試料を当研究所で調製し、参加4機関(宮崎市上下水道局、一般財団法人宮崎県公衆衛生センタ

一、株式会社東洋環境分析センター及び当研究所)で精度管理を実施した。六価クロム化合物並びにヒ素及びその化合物のいずれも全機関が良好な精度を示した。

1.1 一般依頼検査

水道原水等10検体についてクロロピクリンの測定を実施した。

1.2 その他

(1) 行政上必要と判断された公共用水域や地下水等の水質に関する臨時的検査の依頼が10件あり、22検体について、pH、BOD等延べ144項目の測定を行った。

(2) 県が業務委託している民間測定機関の精度管理の一環として、河川水中のAsについて12検体を測定し、クロスチェックを実施した。

2 講師派遣及び研修指導

内容	対象	期間	受講者数	
施設見学	宮崎大学農学部獣医学科	5月24日	28	
所 全 体 ・ 複 数 部	宮崎大学医学部附属病院 臨床研修医	8月20日 10月18日	4	
	宮崎生協病院臨床研修医	12月19日		
	宮崎県立日南病院臨床研修医			
	県庁インターンシップ実習 (化学職採用対象)	宮崎大学学生 他		8月23日
公衆衛生学実習	宮崎大学医学部3年生	12月12日 ～12月13日	4	
環 境 科 学 部	水辺環境調査指導者育成研修	保健所職員、市町村職員、 小学校教職員	5月10日、 8月23日	13
G L	食品衛生検査施設の業務管理に係る食品 衛生検査部門責任者協議会及び検査区分 責任者会議(オンライン)	食品衛生検査部門責任者 検査区分責任者	7月24日	25
P	食品衛生検査施設の業務管理に係る検査 担当者研修会(オンライン)	食品衛生検査担当者	7月24日	39
			117	

3 研究発表会

日 時：2025年2月7日（金）午後1時30分から午後4時まで
場 所：宮崎県総合保健センター 5階大研修室

発表

I 調査研究の成果

	発表演題	発表者	
微 生 物 部	・NGS解析で判明したマダニと SFTSV の関係	主任技師	成田 翼
衛 生 化 学 部	・本県流通の水産食品のヒスタミン産生菌汚染状況調査	主任技師	恒益知宏
	・本県に流通する水産食品のアニサキスによる汚染状況調査	主査	高山清子
環 境 科 学 部	・光化学オキシダントにおける長期的な変動の解析	主査	下池正彦

II 今後の調査研究

	発表演題		発表者
微生物部	・試験管内培養が困難な病原体の腸オルガノイドを用いた分離培養法の検討	主任技師	水流奈己
	・NGSによる原因不明疾患の病原体検索法の確立	主任技師	成田 翼
	・原因不明疾患の病原体検索（ウイルス）	主任技師	新田真依子
	・原因不明疾患の病原体検索（細菌）	技師	津路優菜
	・カンピロバクター食中毒における検査体制の拡充に向けた取組	主査	福留智子
衛生化学部	・LC-MS/MSによるアニサキスアレルゲン検出法の検討	主査	高山清子
環境科学部	・本県の大気環境と大気シミュレーションの比較調査	主査	下池正彦

4 調査研究課題の外部評価

(1) 調査研究評価委員会による評価

当研究所が行う調査研究課題の公平性・客観性・透明性を確保するため、2007（平成19）年度から「宮崎県衛生環境研究所調査研究課題評価実施要綱」に基づいて、外部の専門家を委員とする調査研究評価委員会（表1）による課題の評価を実施している。

2024（令和6）年度は、新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止のため、書面開催にて実施した委員会において、2023（令和5）年度に終了した調査研究課題3課題、2024年度に継続して実施する3課題及び2024年度及び2025年度から新たに実施する7課題の計13課題について評価を受けている。

(2) 評価結果と今後の対応

13 課題に対する評価（5段階評価）は、いずれも4（高く評価できる）又は3（評価できる）であった。

委員会では出された意見等を参考に、実際に課題に取り組む中で実施計画の見直し等を行った。

委員会の評価は表2のとおりである。

今後とも、評価制度の趣旨を踏まえ、研究所業務の活性化に取り組んでいくとともに、保健衛生・環境保全分野における県内の科学的・技術的中核機関としての職務の遂行に努めていく。

表1 宮崎県衛生環境研究所調査研究評価委員会

氏名	役職	職	○委員長
○南嶋洋一	古賀総合病院	臨床検査部長（宮崎大学名誉教授）	
大倉正道	九州医療科学大学	薬学部薬学科 薬学部教授	
峰松俊夫	宮崎県医師会	理事	
三澤尚明	宮崎大学農学部	産業動物防疫リサーチセンター 特別教授	
土手 裕	宮崎大学工学部	社会環境システム工学科教授	

表2 調査研究課題に対する評価点一覧

課題番号1 県内における腸管病原性大腸菌の実態調査 (令和5年度～令和7年度)	中間 県 評価 単	調査研究の進捗状況	3.6
		調査研究体制及び調査研究内容変更の必要性の無さ	3.4
		継続の妥当性	4.0
総合評価			3.6
課題番号2 試験管内培養が困難な病原体の 腸オルガノイドを用いた分離培養法の検討 (令和6年度～令和8年度)	研究 県 計画 単 画	調査研究目的の適切性・妥当性	3.2
		調査研究体制、調査研究内容の適切性・妥当性	3.2
		保健衛生行政・環境保全行政施策への寄与度	3.8
		学術的意義や技術開発への寄与度	4.2
		県民ニーズへの対応状況	3.2
総合評価			3.4
課題番号3 原因不明疾患の病原体検索法の確立 (令和7年度～令和9年度)	研究 県 計画 単 画	調査研究目的の適切性・妥当性	4.0
		調査研究体制、調査研究内容の適切性・妥当性	3.6
		保健衛生行政・環境保全行政施策への寄与度	4.0
		学術的意義や技術開発への寄与度	4.0
		県民ニーズへの対応状況	3.8
総合評価			4.0
課題番号4 原因不明疾患の病原体検索（ウイルス） (令和7年度～令和9年度)	研究 県 計画 単 画	調査研究目的の適切性・妥当性	3.6
		調査研究体制、調査研究内容の適切性・妥当性	3.4
		保健衛生行政・環境保全行政施策への寄与度	4.0
		学術的意義や技術開発への寄与度	3.8
		県民ニーズへの対応状況	3.6
総合評価			3.8
課題番号5 原因不明疾患の病原体検索（細菌） (令和7年度～令和9年度)	研究 県 計画 単 画	調査研究目的の適切性・妥当性	3.6
		調査研究体制、調査研究内容の適切性・妥当性	3.6
		保健衛生行政・環境保全行政施策への寄与度	3.8
		学術的意義や技術開発への寄与度	3.6
		県民ニーズへの対応状況	3.8
総合評価			3.8
課題番号6 カンピロバクター食中毒における 検査体制の拡充に向けた取組 (令和7年度～令和9年度)	研究 県 計画 単 画	調査研究目的の適切性・妥当性	3.6
		調査研究体制、調査研究内容の適切性・妥当性	3.2
		保健衛生行政・環境保全行政施策への寄与度	4.0
		学術的意義や技術開発への寄与度	3.2
		県民ニーズへの対応状況	4.0
総合評価			3.6
課題番号7 本県流通の水産食品のヒスタミン産生菌 汚染状況調査 (令和3年度～令和5年度)	成果 県 評価 単 画	調査研究目的の達成度	4.2
		保健衛生行政・環境保全行政施策への寄与度	4.2
		学術的意義や技術開発への寄与度	3.6
		県民ニーズへの波及効果	4.0
		今後の発展性	4.0
総合評価			4.2
課題番号8 本県に流通する水産食品のアニサキスによる 汚染状況調査 (令和3年度～令和5年度)	成果 県 評価 単 画	調査研究目的の達成度	3.8
		保健衛生行政・環境保全行政施策への寄与度	3.8
		学術的意義や技術開発への寄与度	3.2
		県民ニーズへの波及効果	4.0
		今後の発展性	3.8
総合評価			3.8
課題番号9 LC-MS/MSによる食物アレルギー中の 特異的配列ペプチドの一斉分析 (令和5年度～令和7年度)	中間 県 評価 単	調査研究の進捗状況	3.2
		調査研究体制及び調査研究内容変更の必要性の無さ	3.6
		継続の妥当性	3.8
総合評価			3.6
課題番号10 食品中のアニサキスアレルギーに関する 調査研究 (令和6年度～令和8年度)	研究 県 計画 単 画	調査研究目的の適切性・妥当性	3.8
		調査研究体制、調査研究内容の適切性・妥当性	3.4
		保健衛生行政・環境保全行政施策への寄与度	3.8
		学術的意義や技術開発への寄与度	3.2
		県民ニーズへの対応状況	3.8
総合評価			3.8
課題番号11 光化学オキシダントにおける 長期的な変動の解析 (令和3年度～令和5年度)	成果 県 評価 単 画	調査研究目的の達成度	3.8
		保健衛生行政・環境保全行政施策への寄与度	4.0
		学術的意義や技術開発への寄与度	3.4
		県民ニーズへの波及効果	3.8
		今後の発展性	3.8
総合評価			3.8
課題番号12 都城盆地の地下水中の硝酸性窒素の 動向に係る調査 (令和5年度～令和7年度)	中間 県 評価 単	調査研究の進捗状況	4.0
		調査研究体制及び調査研究内容変更の必要性の無さ	3.4
		継続の妥当性	4.2
総合評価			3.8
課題番号13 本県の大気環境と大気シミュレーションの 比較調査 (令和7年度～令和9年度)	研究 県 計画 単 画	調査研究目的の適切性・妥当性	4.0
		調査研究体制、調査研究内容の適切性・妥当性	3.8
		保健衛生行政・環境保全行政施策への寄与度	4.2
		学術的意義や技術開発への寄与度	3.8
		県民ニーズへの対応状況	4.0
総合評価			4.0

*5：非常に高く評価できる、4：高く評価できる、3：評価できる、2：あまり評価できない、1：評価できない

II 発表

1 誌上発表

○ *The High Prevalance of Orientia tsutsugamushi Among Wild Rodents and the Identification of Its Major Serotypes in Yamaguchi Prefecture, Japan, Where Scrub Typhus Patients Are Rarely Identified*

[Microbiology and Immunology, 2024;1-8]

2 学会及び研究発表会

○ 宮崎県における光化学オキシダント濃度の推移と環境基準超過の原因に関する考察

[宮崎大学 研究・産学地域連携推進機構

第31回技術・研究発表交流会 (令和6年9月13日)]

<誌上発表>

The High Prevalance of *Orientia tsutsugamushi* Among Wild Rodents and the Identification of Its Major Serotypes in Yamaguchi Prefecture, Japan, Where Scrub Typhus Patients Are Rarely Identified

Abdelrahman Ahmed, Supriyono, Kazuki Kiuno, Nozomi Kurihara, Shohei Minami, Kenzo Yonemitsu, Ryusei Kuwata, Hiroshi Shimoda, Tsubasa Narita, Alice C.C. Lau, Ai Takano, Ken Maeda

Microbiology and Immunology, 2024;1-8

DOI: <https://doi.org/10.1111/1348-0421.13188>

宮崎県における光化学オキシダント濃度の推移と環境基準超過の原因に関する考察

宮崎県衛生環境研究所 環境科学部 ○下池正彦, 山田和史, 田中智博

【はじめに】

大気汚染物質の一つである光化学オキシダント（以下、Ox）は、大気中に放出された窒素酸化物や揮発性有機化合物が空気中の酸素と光化学反応を起こすことによって発生するオゾンを中心とした酸化性物質の総称である。Oxの環境基準は「1時間値が60 ppb以下であること」と定められており、高濃度のOxは生物の粘膜を刺激し、呼吸器への影響を及ぼすほか、農作物など植物にも悪影響をもたらす。現在、本県は大気汚染防止法第22条の規定に基づき、県内14か所の測定局でOxの常時監視を行っている。しかし、直近の令和5年度も全測定局において環境基準は達成されていない状況である。また、令和元年5月23日から25日にかけては、注意報発令の基準である120 ppbを超過するOxが観測され、県は観測を開始した昭和49年度以降で初となる注意報を県内各地に発令した。目や喉の痛みなどの症状が出る恐れがあるため、関係機関は学校の部活動を中止とするなどの措置をとった。

本県の大気汚染の中央監視局である当研究所においては、40年以上にわたるOxの観測データを保有しており、本県のOx濃度の長期的な推移を解析することが可能である。また、窒素酸化物等の原因物質の観測データもあわせて解析することにより環境基準超過の原因を推定することも可能であると考え、調査研究を行ったので、その結果を報告する。

【調査研究の主な方法】

Oxについては、40年間継続して測定を行っている延岡、日向、日南地区の6局の常時監視データを使用し、環境省が推奨する指標値及びDPOx（Oxの昼間濃度と前日夜間濃度の差として定義される指標値）等を算出した。原因物質については、Oxの環境基準超過発生日と平常日に分けて濃度を集計し、比較を行った。また、広域的な大気汚染の状況を推定するため、CWT法による後方流跡線解析を行うとともに、大気塊の流入経路に存在する中国の大気汚染の状況等を調査した。

【結果と考察】

昭和59年度から令和5年度までの40年間のOx濃度の推移はほぼ横ばいであり、顕著な増減の傾向は認められなかった。また、古い年代ほど測定値のばらつきが大きくなる傾向があり、Oxの測定法の変遷や校正精度の向上が背景にあると思われる。なお、国内の都市部や工業地帯に比べて本県は低い濃度で推移しており、最大で60 ppb程度の差が認められたものの、近年は差が小さくなる傾向にあり、原因物質の排出規制等の施策が一定の効果を発揮しているものと考えられる。

Oxの日中生成量として捉えることができるDPOxについては、平常日が約7 ppb、環境基準超過発生日が約19 ppbであり、日差しの強い8月が極大となった。光化学反応は夏場に活発になると予想し、環境基準超過発生日の月別出現頻度を求めた結果、夏場は月に1回程度の頻度に留まった。本県の場合、4～5月に3日に1回程度の頻度で基準超過が発生し、1～5月頃にかけては夜間のOx濃度が増加する傾向が認められた。また、原因物質の濃度についても平常日と比べて環境基準超過発生日の方が高いとは言えず、これらのことは地域内における光化学生成以外に基準超過の原因がある可能性を示唆するものである。

CWT法による後方流跡線解析を毎月に行った結果、1～5月頃にかけてユーラシア大陸方向から大気塊が流入する傾向が認められた。一方、夏場は九州の南方海上からの流入となり、10月頃から再び大陸よりに変化した。同大陸に存在し、経済発展の著しい中国の大気汚染状況を調査した結果、北京をはじめとする都市部において高濃度のオゾンが観測されており、北京エリアの極大は6月であった。ただし、年間を通して濃度が高い状態ではなく、本県と同様に季節性的変動が認められた。また、公表されている約9年間の濃度推移はほぼ同じ水準を維持し、経済成長との相関は認められなかった。

季節性的変動について、オゾン層を含む大気全層に存在するオゾン全量を調査した結果、大気循環により北半球の中高緯度のオゾンは毎年冬から春に増加する傾向を示した。また、後方流跡線の終点高度（3日前）を毎月集計した結果、冬から春にかけては3000 m以上の高層の大気塊が5割程度の頻度で下降して流入してくることが確認され、成層圏オゾンの降下も地上オゾンの濃度に影響をもたらしているものと考えられる。地球温暖化により成層圏オゾンの降下量が増加するとの試算もあり、原因物質の排出抑制とともに、ひとりひとりが地球温暖化対策に取り組むことがOx濃度の低減につながる可能性がある。

Ⅲ 調査研究

- 感染症発生動向調査事業における宮崎県の患者発生状況
- 2024年(令和6年)-
- 宮崎県の感染症発生動向調査事業におけるウイルス検出報告
(2024年)
- NGS解析で判明したマダニとSFTSVの関係
- 宮崎県における環境放射能調査(第37報)
- チョウセンアサガオの誤食による健康危機事案を想定した模擬訓練
- 精白米及び玄米のカビ毒一斉分析法の検討および含有実態調査
- 宮崎県流通の水産食品におけるヒスタミン産生菌汚染状況調査及び
柑橘精油(へべす及び日向夏)によるヒスタミン食中毒予防効果の
検討
- 本県に流通する水産食品のアニサキスによる汚染状況調査
- CWT法による宮崎県の光化学オキシダントの解析

感染症発生動向調査事業における宮崎県の患者発生状況 — 2024 年 (令和 6 年) —

山口凌 恒益知宏¹⁾ 矢野浩司 藤崎淳一郎²⁾ 野中勇志

Summary of the 2024 Annual Report According to the National Epidemiological Surveillance of Infectious Diseases in Miyazaki Prefecture

Yamaguchi Ryo, Tsunemasu Tomohiro, Yano Koji, Fujisaki Junichiro, Nonaka Yuji

要旨

2024 年に県内では全数把握対象 91 疾患中、23 疾患が報告された。疾患別では結核 (105 例)、梅毒 (162 例)、百日咳 (59 例) の報告が多かった。梅毒は 2023 年の過去最多に次ぐ報告数となった。また、劇症型溶血性レンサ球菌感染症も、過去最も多い報告数 (21 例) となった。

定点把握対象疾患のうちインフルエンザ及び小児科対象疾患については、報告総数が前年の 0.9 倍、例年³⁾と同程度、全国の約 1.3 倍であった。眼科定点対象疾患の報告総数は、前年の約 0.7 倍、例年の約 0.3 倍、全国の約 1.3 倍であった。基幹定点対象疾患の報告総数は、前年の 55 倍、例年の約 1.3 倍、全国の約 0.6 倍であった。月報告対象疾患の性感染症の報告総数は、前年と同程度、例年の約 1.3 倍、全国の約 0.7 倍であった。薬剤耐性菌感染症の報告総数は、前年及び例年の約 1.1 倍、全国と同程度であった。

キーワード：感染症発生動向調査事業、宮崎県、全数把握、定点把握

はじめに

当研究所では、1994 年 (平成 6 年) から感染症発生動向調査事業に基づいて感染症情報の収集と解析を行ってきた。解析した情報は週報や月報として医療機関や県民に情報提供し、感染症の発生及び拡大の防止並びに公衆衛生の向上に努めている。

今回、本県における 2024 年 (令和 6 年) の患者発生状況をまとめたので報告する。

指定届出医療機関 (以下「定点」という。) は、感染症発生動向調査事業実施要綱^{※文献 1)}に基づき選定した (表 1)。

表 1 保健所別指定届出医療機関 (定点数)

保健所名	定点種別				
	インフルエンザ 新型コロナ	小児科	眼科	基幹	STD
宮崎市	16	10	3	1	4
都城	10	6	2	1	2
延岡	7	4	1	1	2
日南	5	3		1	1
小林	4	3		1	1
高鍋	6	4		1	2
高千穂	2	1			
日向	6	4		1	1
中央	2	1			
計	58	36	6	7	13

調査方法

1 対象疾患及び定点医療機関

「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律」 (以下「感染症法」という。) で定められた 116 疾患を調査対象とした。

企画管理課 ¹⁾ 現県立延岡病院 ²⁾ 元衛生環境研究所

³⁾ 新型コロナウイルス感染症流行前の過去 5 年間 (2015 年～2019 年) の平均

2 調査期間

全数把握対象疾患，定点把握対象疾患については 2024 年 1 週から 52 週まで，インフルエンザについては 2024/2025 年シーズンの 2024 年 41 週から 2025 年 14 週までをそれぞれ調査期間とし，診断日をもとに集計した。

結果

1 全数把握対象疾患の発生状況

1) 一類感染症

報告はなかった。

2) 二類感染症

結核 105 例が報告された。

a) 結核 Tuberculosis

報告数は 105 例で，前年と同数であった。病型は，肺結核が 41 例，その他の結核（結核性胸膜炎，結核性リンパ節炎等）が 23 例，肺結核及びその他の結核（結核性胸膜炎，粟粒結核，結核性リンパ節炎）が 4 例，無症状病原体保有者が 37 例であった。宮崎市（67 例），都城，延岡（各 12 例）保健所からの報告が多く，性別では男性が 55 例，女性が 50 例であった。年齢別では 60 歳以上が全体の約 7 割を占め，20 歳代が全体の約 2 割を占めた。

3) 三類感染症

腸管出血性大腸菌感染症 45 例が報告された。

a) 腸管出血性大腸菌感染症

Enterohemorrhagic Escherichia coli infection

報告数は 45 例で，前年（27 例）の約 1.7 倍であった。患者が 27 例（うち HUS 発症：1 例（O157）），無症状病原体保有者が 18 例であった。O 血清型別では，O26 が 15 例，O157 が 9 例，O111 が 7 例，O115 が 3 例，O8，O91，O112，O168 が各 1 例，不明が 7 例であった（表 2）。宮崎市（20 例），都城（17 例），日南（4 例），中央（3 例），小林（1 例）保健所からの報告であった。年齢別では 0～4 歳が全体の約 3 割と多く，発生月別では，5 月が全体の約 3 割を占めた。また，3 件の集団発生事例が報告された。

表 2 O 血清型別報告数

O 血清型	報告数
O26	15
O157	9
O111	7
O115	3
O8	1
O91	1
O112	1
O168	1
不明	7
計	45

4) 四類感染症

E 型肝炎 4 例，A 型肝炎 1 例，重症熱性血小板減少症候群（SFTS）8 例，つつが虫病 35 例，日本紅斑熱 16 例，レジオネラ症 16 例及びレプトスピラ症 1 例が報告された。

a) E 型肝炎 Hepatitis E

報告数は 4 例で，宮崎市（2 例），都城，日南（各 1 例）保健所からの報告であった。年齢は 60 歳代が 2 例，40 歳代，70 歳代が各 1 例であった。主な症状として発熱，全身倦怠感，肝機能異常等がみられた。

b) A 型肝炎 Hepatitis A

報告数は 1 例で，都城保健所からの報告であった。年齢は 40 歳代で，主な症状として全身倦怠感，発熱，食欲不振，肝機能異常がみられた。遺伝子型は不明で，推定感染経路は経口感染であった。

c) 重症熱性血小板減少症候群

SFTS (Severe Fever with

Thrombocytopenia Syndrome)

報告数は 8 例で，宮崎市（4 例），延岡（2 例），都城，日南（各 1 例）保健所からの報告であった。性別は男性が 2 例，女性が 6 例で，年齢は 80 歳代が 4 例，70 歳代が 3 例，90 歳代が 1 例であった。主な症状として発熱，頭痛，筋肉痛，神経症状，腹痛，下痢，嘔吐，食欲不振，全身倦怠感，血小板・白血球減少，リンパ節腫脹，出血傾向，紫斑，消化管出血等がみられた。患者の発症時期は，4～11 月であった。

d) つつが虫病

Scrub typhus (Tsutsugamushi disease)

報告数は 35 例で前年 (33 例) とほぼ同程度であった。宮崎市, 小林 (各 9 例), 日南 (8 例), 都城 (7 例), 高鍋 (2 例) 保健所からの報告で, 性別は男性が 19 例, 女性が 16 例, 年齢別では 70 歳代が全体の約半数を占めた。主な症状として頭痛, 発熱, 刺し口, リンパ節腫脹, 発疹等がみられた。患者の発症時期は例年どおり冬季で, 12 月 (20 例), 11 月 (9 例), 1 月 (5 例), 10 月 (1 例) の報告であった。

e) 日本紅斑熱 Japanese spotted fever

報告数は 16 例で, 宮崎市 (7 例), 都城, 小林 (各 3 例), 延岡, 日南, 高鍋 (各 1 例) 保健所からの報告であった。性別は男性が 6 例, 女性が 10 例, 年齢は 80 歳代が 8 例と多く, 次いで 70 歳代が 5 例, 40 歳代, 60 歳代, 90 歳代が各 1 例であった。主な症状として発熱, 頭痛, 刺し口, 発疹, DIC, 肝機能異常等がみられた。患者の発症時期は 4 月から 11 月であった。

f) レジオネラ症 Legionellosis

報告数は 16 例で, 病型は肺炎型 15 例, ポンティアック熱型 1 例であった。宮崎市 (9 例), 都城, 日南 (各 2 例), 延岡, 高鍋, 日向 (各 1 例) 保健所からの報告であった。性別はいずれも男性で, 年齢は 70 歳代が 7 例, 60 歳代が 4 例, 50 歳代, 80 歳代が各 2 例, 30 歳代が 1 例であった。主な症状として発熱, 咳嗽, 呼吸困難, 下痢, 意識障害, 肺炎, 多臓器不全等がみられた。

g) レプトスピラ症 Leptospirosis

報告数は 1 例で, 宮崎市保健所からの報告であった。性別は男性で, 年齢は 60 歳代であった。主な症状として発熱, 筋肉痛, 結膜充血, 黄疸, 腎不全がみられた。

5) 五類感染症

アメーバ赤痢 5 例, ウイルス性肝炎 3 例, カルバペネム耐性腸内細菌目細菌感染症 4 例, 急性脳炎 1 例, クロイツフェルト・ヤコブ病 4 例, 劇症型溶血性レンサ球菌感染症 21 例, 後天性免疫不全症候群 3 例, 侵襲性インフルエンザ菌感染症 4 例, 侵襲性肺炎球菌感染症 16 例, 水痘 (入院例) 5 例, 梅毒 162 例, 播種性クリプトコックス症 6

例, 破傷風 2 例及び百日咳 59 例が報告された。

a) アメーバ赤痢 Amebic dysentery

報告数は 5 例で, 病型はいずれも腸管アメーバ症で, 宮崎市 (4 例), 高鍋 (1 例) 保健所からの報告であった。性別は男性が 3 例, 女性が 2 例で, 年齢は 50 歳代が 3 例, 20 歳代, 30 歳代が各 1 例であった。主な症状として下痢, 粘血便, 腹痛, しぶり腹, 大腸粘膜異常所見等がみられた。

b) ウイルス性肝炎 Viral hepatitis

報告数は 3 例で, 原因病原体は B 型肝炎ウイルスが 1 例, サイトメガロウイルスが 1 例, EB ウイルスが 1 例であった。宮崎市, 日南, 高千穂 (各 1 例) 保健所からの報告で, 性別は男性が 2 例, 女性が 1 例であった。年齢は 40 歳代が 2 例, 10 歳代が 1 例であった。主な症状として全身倦怠感, 嘔吐, 発熱, 肝機能異常, 黄疸等がみられた。

c) カルバペネム耐性腸内細菌目細菌感染症

Carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* infection

報告数は 4 例であった。原因病原体は *Klebsiella oxytoca* が 1 例, 不明が 3 例で, 延岡 (2 例), 宮崎市, 都城 (各 1 例) 保健所からの報告であった。年齢は 50 歳代, 60 歳代, 70 歳代, 90 歳代が各 1 例で, 主な症状として胆管炎, 尿路感染症, 肺炎がみられた。

d) 急性脳炎 Acute encephalitis

報告数は 1 例で, 原因病原体は不明であった。宮崎市保健所からの報告で, 年齢は 10~14 歳であった。主な症状として発熱, 頭痛, 項部硬直, 意識障害, 髄液細胞数の増加がみられた。

e) クロイツフェルト・ヤコブ病**Creutzfeldt-Jakob disease**

報告数は 4 例で, 病型はいずれも古典型クロイツフェルト・ヤコブ病であった。宮崎市 (3 例), 都城 (1 例) 保健所からの報告で, 性別は男性が 1 例, 女性が 3 例であった。年齢は 70 歳代が 2 例, 40 歳代, 60 歳代が各 1 例であった。主な症状として進行性認知症, ミオクローヌス, 錐体路症状, 小脳症状, 視覚異常, 無動性無言状態, 記憶障害, 精神・知能障害, 異常感覚, 筋強剛等がみられた。

f) 劇症型溶血性レンサ球菌感染症

Severe invasive streptococcal infection

報告数は 21 例で、血清群は A 群が 13 例、B 群、G 群が各 4 例、C 群が 1 例であった(※同一人から 2 種類検出が 1 例あった)。宮崎市(14 例)、都城、延岡(各 3 例)、日南(1 例)保健所からの報告であった。年齢は 80 歳代が 6 例、70 歳代が 4 例、30 歳代、60 歳代が各 3 例、90 歳代が 2 例、0~4 歳、40 歳代、50 歳代が各 1 例であった。主な症状としてショック、肝不全、腎不全、急性呼吸窮迫症候群、DIC、軟部組織炎、全身性紅斑性発疹、中枢神経症状等がみられた。

g) 後天性免疫不全症候群

Acquired immunodeficiency syndrome

報告数は 3 例であった。病型は AIDS が 2 例(指標疾患：ニューモシスティス肺炎、カンジダ症)、無症候性キャリアが 1 例であった。いずれも宮崎市保健所からの報告で、性別は男性であった。年齢は 20 歳代、30 歳代、40 歳代が各 1 例であった。感染経路は同性間性的接触 2 例、性的接触(異性間同性間不明)が 1 例であった。

h) 侵襲性インフルエンザ菌感染症

Invasive *Haemophilus influenzae* disease

報告数は 4 例で、宮崎市(3 例)、延岡(1 例)保健所からの報告であった。年齢は 80 歳代が 2 例、0~4 歳、20 歳代が各 1 例で、主な症状として発熱、意識障害、ショック、肺炎、菌血症等がみられた。ワクチン接種歴は接種有りが 1 例、不明が 3 例であった。

i) 侵襲性肺炎球菌感染症

Invasive pneumococcal disease

報告数は 16 例で、宮崎市(10 例)、延岡(5 例)、日南(1 例)保健所からの報告であった。性別は男性が 9 例、女性が 7 例で、年齢は 80 歳代が 7 例、0~4 歳、60 歳代、70 歳代が各 3 例であった。主な症状として頭痛、発熱、咳、全身倦怠感、痙攣、意識障害、項部硬直、肺炎、菌血症等がみられた。ワクチン接種歴は接種有りが 3 例、無しが 5 例、不明が 8 例であった。

j) 水痘(入院例) **Chickenpox**

報告数は 5 例で、病型は検査診断例が 1 例、臨床診断例が 4 例で、日南(3 例)、宮崎市(2 例)保健所からの報告であった。年齢は 0~4 歳、10

歳代、20 歳代、30 歳代、50 歳代が各 1 例であった。主な症状として発熱、発疹、膿痂疹、肺炎、免疫不全がみられ、2 例が他疾患入院中の発症であった。ワクチン接種歴は、有りが 1 例、無しが 3 例、不明が 1 例であった。

k) 梅毒 **Syphilis**

報告数は 162 例で、前年(166 例)とほぼ同程度であった。病型は先天梅毒が 1 例、早期顕症 I 期が 72 例、早期顕症 II 期が 44 例、晩期顕症が 4 例、無症状病原体保有者が 41 例であった。宮崎市(94 例)、都城(38 例)、延岡(9 例)保健所管内からの報告が多く、性別は男性が 76 例、女性が 86 例で、年齢は 20 歳代が全体の約 4 割と最も多く、次いで 30 歳代が約 2 割を占めた。感染経路は異性間性的接触が 117 例、同性間性的接触が 2 例、性的接触(異性間・同性間不明)が 19 例、不明が 23 例、母子感染が 1 例であった。主な症状として初期硬結、硬性下疳、鼠径部リンパ節腫脹、梅毒性バラ疹、丘疹性梅毒疹、扁平コンジローマ等がみられた。

1) 播種性クリプトコックス症

Disseminated cryptococcosis

報告数は 6 例で、宮崎市(3 例)、日南(2 例)、延岡(1 例)保健所からの報告であった。年齢は 80 歳代が 4 例、70 歳代が 2 例で、主な症状として発熱、意識障害、痙攣、項部硬直、呼吸器症状、胸部異常陰影、真菌血症がみられた。

m) 破傷風 **Tetanus**

報告数は 2 例で、宮崎市、都城保健所からの報告であった。年齢はいずれも 80 歳代であった。主な症状として筋肉のこわばり、開口障害、嚥下障害、発語障害、痙攣、呼吸困難(痙攣性)がみられた。

n) 百日咳 **Pertussis**

報告数は 59 例で、昨年(5 例)の 11.8 倍と増加した。宮崎市(32 例)、高鍋(14 例)、日向(6 例)、延岡、日南(各 3 例)、中央(1 例)保健所からの報告で、性別は男性が 29 例、女性が 30 例であった。年齢は 0~4 歳が 19 例、5~9 歳が 13 例、10~14 歳が 9 例、15 歳以上が 18 例で、ワクチンの接種歴は有りが 38 例、無しが 2 例、不明が 19 例であった。主な症状として持続する咳、夜

間の咳き込み, 呼吸苦, スタッカート, 嘔吐, 白血球数増多, 無呼吸発作等がみられた。

2 定点把握対象疾患の発生状況

1) インフルエンザ, 新型コロナウイルス感染症及び小児科対象疾患

報告総数は 54,735 人, 定点当たりの報告数は 1312.4, 前年の 0.9 倍, 新型コロナウイルス感染症流行前の過去 5 年間 (2015 年~2019 年) の平均 (以下, 「例年」という.) と同程度, 全国の約 1.3 倍であった。(いずれも新型コロナウイルス感染症は除いた数値)

各疾患の発生状況の概要は表 3, 経時的発生状況は図 2 のとおりで, その概略を次に示す。

a) インフルエンザ Influenza

2024/2025 年シーズンの報告総数は 19,741 人, 定点当たりの報告数は 340.4 で, 前シーズンの約半数, 例年の約 0.9 倍, 全国の約 1.3 倍であった。延岡 (481.6), 中央 (383.0), 日南 (372.2) 保健所からの報告が多く, 年齢別では 15 歳未満が全体の約 66% を占めた。

b) 新型コロナウイルス感染症

Corona-Virus Disease-2019

報告総数は 21,851 人, 定点当たりの報告数は 376.7 で, 全国の約 1.2 倍であった。延岡 (582.9), 高千穂 (521.0), 中央 (432.5) 保健所からの報告が多く, 年齢別では 15 歳未満が全体の 38% を占めた。

c) R S ウイルス感染症

Respiratory syncytial virus infection

報告総数は 2,449 人, 定点当たりの報告数は 68.0 で, 前年及び例年と同程度で, 全国の約 1.7 倍であった。中央 (119.0), 宮崎市 (98.6), 日南 (58.7) 保健所からの報告が多く, 年齢別では 3 歳以下が全体の 90% を占めた。

d) 咽頭結膜熱 Pharyngoconjunctival fever

報告総数は 1,769 人, 定点当たりの報告数は 49.1 で, 前年の約 0.8 倍, 例年の約 1.2 倍, 全国の約 1.6 倍であった。中央 (103.0), 宮崎市 (68.0), 日南 (57.7) 保健所からの報告が多く, 年齢別では 1 歳から 4 歳が全体の 66% を占めた。

e) A 群溶血性レンサ球菌咽頭炎

Group A streptococcal pharyngitis

報告総数は 8,803 人, 定点当たりの報告数は 244.5 で, 前年の約 2.2 倍, 例年の約 2.1 倍, 全国の約 1.5 倍であった。日南 (428.0), 宮崎市 (341.9), 延岡 (280.5) 保健所からの報告が多く, 年齢別では 4 歳から 7 歳が全体の 44% を占めた。

f) 感染性胃腸炎 Infectious gastroenteritis

報告総数は 11,087 人, 定点当たりの報告数は 308.0 で, 前年の約 0.8 倍, 例年の約 0.7 倍, 全国の約 1.5 倍であった。小林 (473.7), 中央 (453.0), 日南 (434.3) 保健所からの報告が多く, 年齢別では 1 歳から 2 歳が全体の 25% を占めた。

g) 水痘 Chickenpox

報告総数は 260 人, 定点当たりの報告数は 7.2 で, 前年の約 1.4 倍, 例年の約 0.3 倍, 全国の 0.8 倍であった。宮崎市 (11.6), 中央 (10.0), 延岡 (7.8) 保健所からの報告が多く, 年齢別では 6 歳から 9 歳が全体の 44% を占めた。

h) 手足口病 Hand, foot and mouth disease

報告総数は 7,689 人, 定点当たりの報告数は 213.6 で, 前年の約 2.5 倍, 例年の約 1.6 倍で, 全国と同程度であった。宮崎市 (285.5), 延岡 (273.8), 小林 (222.0) 保健所からの報告が多く, 年齢別では 1 歳から 3 歳が全体の 64% を占めた。

i) 伝染性紅斑 Erythema infectiosum

報告総数は 239 人, 定点当たりの報告数は 6.6 で, 前年の約 11.4 倍, 例年の約 0.3 倍, 全国の約 0.7 倍であった。延岡 (32.3), 宮崎市 (7.5), 日南 (3.3) 保健所からの報告で, 年齢別では 3 歳から 6 歳が全体の 56% を占めた。

j) 突発性発しん Exanthem subitum

報告総数は 744 人, 定点当たりの報告数は 20.7 で, 前年の約 0.8 倍, 例年の約半数, 全国の約 1.6 倍であった。延岡 (28.3), 宮崎市 (27.3), 都城 (20.3) 保健所からの報告が多く, 年齢別では 1 歳が全体の 58% を占めた。

k) ヘルパンギーナ Herpangina

報告総数は 1,879 人, 定点当たりの報告数は 52.2 で, 前年の約 0.6 倍, 例年と同程度, 全国の約 2.2 倍であった。日南 (94.0), 延岡 (64.0), 中央 (62.0) 保健所からの報告が多く, 年齢別では 1 歳から 4 歳が全体の 69% を占めた。

1) 流行性耳下腺炎 Mumps

報告総数は75人, 定点当たりの報告数は2.1で, 前年と同程度, 例年の約0.1倍, 全国と同程度であった. 中央(6.0), 延岡(4.5), 宮崎市, 日南, 高鍋(2.0) 保健所からの報告が多く, 年齢別では4歳から6歳が全体の51%を占めた.

2) 眼科及び基幹定点対象疾患

眼科定点対象疾患の報告総数は242人, 定点当たりの報告数は40.3で, 前年の0.7倍, 例年の約0.3倍, 全国の約1.3倍であった.

基幹定点対象疾患の報告総数は220人, 定点当たりの報告数は31.4で, 前年の55倍, 例年の約1.3倍, 全国の約0.6倍であった.

a) 急性出血性結膜炎

Acute hemorrhagic conjunctivitis

報告総数は2人, 定点当たりの報告数は0.3で, 前年及び例年の半数で, 全国の約0.3倍であった. 年齢はいずれも40歳代であった.

b) 流行性角結膜炎

Epidemic keratoconjunctivitis

報告総数は240人, 定点当たりの報告数は40.0で, 前年の0.7倍, 例年の約0.3倍, 全国の約1.4倍であった. 年齢別では10歳未満が全体の25%, 30歳代が全体の約26%を占めた.

c) 細菌性髄膜炎 Bacterial meningitis

報告はなかった.

d) 無菌性髄膜炎 Aseptic meningitis

報告総数は1人, 定点当たりの報告数は0.1で, 前年の半数で, 例年及び全国の約0.1倍であった. 年齢は0~4歳で, 原因菌は, **Enterovirus** であった.

e) マイコプラズマ肺炎

Mycoplasma pneumoniae

報告総数は216人, 定点当たりの報告数は30.9で, 前年の216倍, 例年の約2.8倍, 全国の約0.7倍であった. 日向(90.0), 宮崎市(50.0), 高鍋(41.0) 保健所からの報告が多かった. 年齢別では15歳未満が全体の約94%を占めた.

f) クラミジア肺炎 Chlamydial pneumonia

報告はなかった.

g) 感染性胃腸炎 (ロタウイルスに限る)

Infectious gastroenteritis (only by Rotavirus)

報告総数は3人, 定点当たりの報告数は0.4で, 例年の0.04倍, 全国の約0.6倍であった(前年の報告はなかった). 年齢別は0~4歳が2人, 5~9歳が1人であった.

3) 月報告対象疾患

性感染症の報告総数は496人, 定点当たりの報告数は38.2で, 前年と同程度, 例年の約1.3倍, 全国の約0.7倍であった.

薬剤耐性菌感染症の報告総数は252人, 定点当たりの報告数は36.0で, 前年及び例年の約1.1倍, 全国と同程度であった.

a) 性器クラミジア感染症

Genital chlamydial infection

報告総数は273人, 定点当たりの報告数は21.0で, 前年と同程度, 例年の約1.1倍, 全国の約0.7倍であった. 都城(35.5), 宮崎市(24.3), 延岡(24.0) 保健所からの報告が多かった. 性別は男性が約4割, 女性が約6割で, 年齢別では20歳代が全体の63%を占めた.

b) 性器ヘルペスウイルス感染症

Genital herpes simplex virus infection

報告総数は105人, 定点当たりの報告数は8.1で, 前年の約1.3倍, 例年の約2.0倍で, 全国の約0.8倍であった. 日南(57.0), 高鍋(8.0), 日向(6.0) 保健所からの報告が多かった. 性別は男性が約1割, 女性が約9割で, 年齢別では20歳代から40歳代が全体の61%を占めた.

c) 尖圭コンジローマ **Condyloma acuminatum**

報告総数は40人, 定点当たりの報告数は3.1で, 前年の約1.4倍, 例年の約1.9倍, 全国の約半数であった. 宮崎市(8.3), 日南(3.0), 都城, 高鍋(1.0) 保健所からの報告であった. 性別は男性が1割, 女性が9割で, 年齢別では20歳代が全体の73%を占めた.

d) 淋菌感染症 Gonorrhoea

報告総数は78人, 定点当たりの報告数は6.0で, 前年の約0.9倍, 例年の約1.2倍, 全国の約0.7倍であった. 都城(14.0), 延岡(11.0), 宮崎市(4.5) 保健所からの報告が多かった. 性別は男性が約7割, 女性が約3割で, 年齢別では20歳代が全体

の 55%を占めた。

e) メチシリン耐性黄色ブドウ球菌感染症

Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection

報告総数は 245 人, 定点当たりの報告数は 35.0 で, 前年と同程度, 例年及び全国の約 1.1 倍であった。年齢別では 70 歳以上が全体の 69%を占めた。

f) ペニシリン耐性肺炎球菌感染症 **Penicillin-resistant *Streptococcus pneumoniae* infection**

報告総数は 7 人, 定点当たりの報告数は 1.0 で, 例年の約 1.1 倍, 全国の約半数であった (前年は報告なし)。年齢別では, 70 歳以上が 5 人, 0~4 歳, 60 歳代が各 1 人ずつであった。

g) 薬剤耐性緑膿菌感染症

Multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* infection

報告はなかった。

まとめと考察

全数把握対象疾患のうち, 結核は 20 歳代から 90 歳代まで幅広い年齢層で報告された。病型で比較すると, 肺結核が全体の約 4 割を占め, 年齢別では 60 歳以上が全体の約 7 割を占めた。また, 腸管出血性大腸菌感染症は前年の約 1.7 倍と増加した。保育所での集団発生事例が 3 例報告され, 年齢別では 0~4 歳が全体の約 3 割を占めた。劇症型溶血性レンサ球菌感染症は過去最多となった。梅毒は 2023 年の過去最多に次ぐ報告数となった。全国, 県内共に多い状況が続いているため, 今後とも動向に注意する必要がある。

定点対象疾患のインフルエンザ及び小児科対象疾患の定点当たりの報告数は, 前年の 0.9 倍, 例年と同程度, 全国の約 1.3 倍であった。インフルエンザは前年の約半数, 例年の約 0.9 倍であった。また, A 群溶血性レンサ球菌咽頭炎は前年の約

2.2 倍となり, 例年の約 2.1 倍, 全国の約 1.5 倍であった。

眼科定点対象疾患のうち, そのほとんどの報告数を占める流行性角結膜炎は, 前年の 0.7 倍, 例年の約 0.3 倍と少なかったが, 全国の約 1.4 倍と多く, 例年通りの傾向であった。

基幹定点対象疾患の報告数は前年の 55 倍, 例年の約 1.3 倍, 全国の約 0.6 倍であった。特に, マイコプラズマ肺炎が前年の 216 倍, 例年の約 2.8 倍, 全国の約 0.7 倍で, 流行の年となった。

月報告対象疾患の性感染症の報告数は前年と同程度, 例年の約 1.3 倍, 全国の約 0.7 倍であった。性器ヘルペスウイルス感染症は 20 歳代から 40 歳代に多く, それ以外の疾患は 20 歳代に多く認められた。また, 薬剤耐性菌感染症は前年及び例年の約 1.1 倍, 全国と同程度であった。

本調査結果から, 疾患によって流行発生時期や地域差, 年齢差等があることが分かった。今後も引き続き, 感染症情報の収集と解析を的確・迅速に行い, 感染症の発生動向に細心の注意を払うとともに, 幅広い世代に適切な情報の提供と感染予防の啓発を行っていく必要があると考えられる。県内だけではなく, 全国や世界の感染症流行状況にも意識する必要がある。公衆衛生対策を立案や起動出来るように関係機関と日々連携し今後も事業に励んでいきたい。

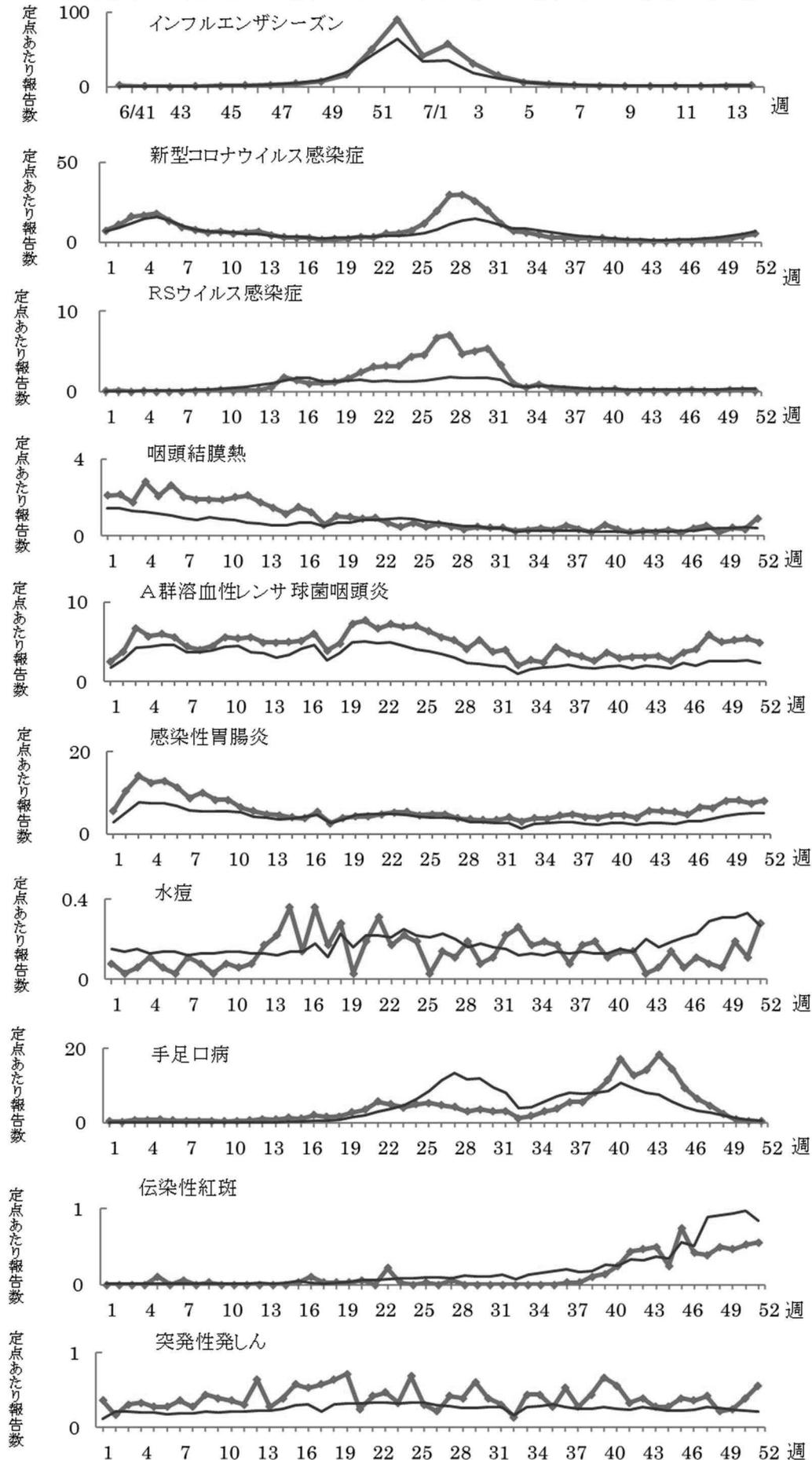
備考)

感染症発生動向調査事業は, 患者情報と病原体情報から構成されており, 当研究所の微生物部では病原体情報を得ている。

文献

- 1) 厚生労働省保健医療局長通知:感染症の予防及び感染症患者に対する医療に関する法律の施行に伴う感染症発生動向調査事業の実施について, 平成 11 年 3 月 19 日健医発第 458 号。

図 2 定点把握対象疾患（週報告対象）の定点あたり報告数の週推移（経時発生状況）



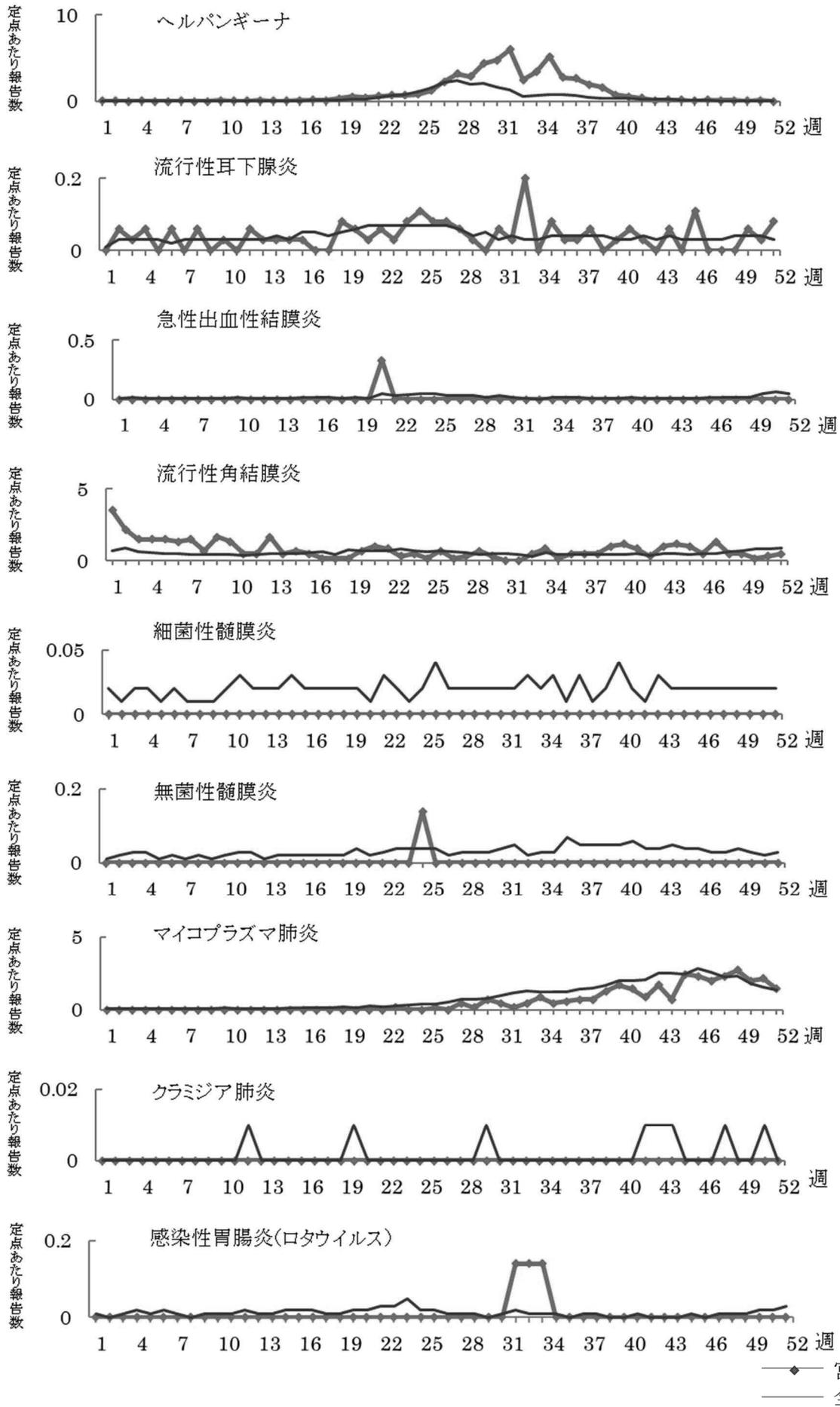


表 3 定点把握対象疾患の発生状況の概要 (宮崎県, 2024 年)

疾患名	報告総数	定点あたり 報告数	年齢群別報告数の割合		昨年比 (県内2023年) (%)	2015~2019年 平均との比 (%)	全国比 (2024年) (%)
			好発年齢群	報告総数に 占める割合 (%)			
インフルエンザ	19,741	340.4	15歳未満	66	54	93	125
新型コロナウイルス感染症	21,851	376.7	15歳未満	38	—	—	117
RSウイルス感染症	2,449	68.0	3歳以下	90	97	97	173
咽頭結膜熱	1,769	49.1	1歳~4歳	66	84	119	155
A群溶血性 レンサ球菌咽頭炎	8,803	244.5	4歳~7歳	44	218	211	154
感染性胃腸炎	11,087	308.0	1歳~2歳	25	82	65	147
水痘	260	7.2	6歳~9歳	44	144	28	80
手足口病	7,689	213.6	1歳~3歳	64	254	162	101
伝染性紅斑	239	6.6	3歳~6歳	56	1138	29	65
突発性発しん	744	20.7	1歳	58	84	47	157
ヘルパンギーナ	1,879	52.2	1歳~4歳	69	55	101	219
流行性耳下腺炎	75	2.1	4歳~6歳	51	97	5	102
急性出血性結膜炎	2	0.3	40歳代	100	50	50	32
流行性角結膜炎	240	40.0	10歳未満 30歳代	25 26	70	29	137
細菌性髄膜炎	0	0.0	—	—	0	0	0
無菌性髄膜炎	1	0.1	0歳~4歳	100	50	11	9
マイコプラズマ肺炎	216	30.9	15歳未満	94	21600	277	66
クラミジア肺炎	0	0.0	—	—	0	0	0
感染性胃腸炎 (ロタウイルスに限る)	3	0.4	10歳未満	100	—	4	61
性器クラミジア感染症	273	21.0	20歳代	63	97	109	69
性器 ヘルペスウイルス感染症	105	8.1	20歳代~40歳代	61	127	203	79
尖圭コンジローマ	40	3.1	20歳代	73	143	185	47
淋菌感染症	78	6.0	20歳代	55	92	119	67
メチシリン耐性 黄色ブドウ球菌感染症	245	35.0	70歳以上	69	104	114	107
ペニシリン耐性 肺炎球菌感染症	7	1.0	70歳以上	71	—	109	52
薬剤耐性緑膿菌感染症	0	0.0	—	—	0	0	0

宮崎県の感染症発生動向調査事業におけるウイルス検出報告 (2024 年)

新田真依子 水流奈己 成田翼 鬼塚咲良 矢野浩司 山口凌¹⁾

Infectious Agents (viruses) Surveillance Report in Miyazaki Prefecture, 2024

Shinden Maiko, Tsuru Nami, Narita Tsubasa, Onitsuka Sakura,
Yano Kouji, Yamaguchi Ryo

要旨

2024 年に県内の医療機関等より感染症発生動向調査の検体が 135 件搬入され、79 件のウイルスが分離・検出された。新型コロナウイルスのゲノム解析の検体が 486 件搬入され、311 件が系統分類された。2024/2025 シーズンに検出されたインフルエンザウイルスは、AH1pdm09 が 21 件、AH3 亜型が 5 件、B 型が 11 件の計 37 件であった。

キーワード：新型コロナウイルス，インフルエンザウイルス

はじめに

本県では 1981 年 7 月から感染症発生動向調査事業を開始し、感染症の発生状況の正確な把握と解析を行い、その結果を速やかに県民や医療関係者に提供・公表するなど、感染症の発生及びまん延の防止に努めている。当研究所は、感染症発生動向調査事業実施要領に基づき搬入された検体について、ウイルスの検索を行っており、2024 年の病原体検出状況を取りまとめたので報告する。

材料と方法

2024 年 1 月から 12 月にウイルスの検索を目的として搬入された 135 検体、新型コロナウイルスのゲノム解析を目的として搬入された 486 検体を検査材料とした。

1 分離材料

- 1) 髄液、血漿及び血清検体は、そのまま分離材料とした。
- 2) 咽頭ぬぐい液、鼻咽頭ぬぐい液、鼻汁、気管内吸引液、喀痰及び唾液は、細胞培養用維持培地

[1%牛胎児血清加 Eagle's MEM (日水製薬) にペニシリン及びストレプトマイシンをそれぞれ 100 単位、100 γ /mL の割合で加えたもの] に浮遊させ 3,000rpm 10 分間遠心した上清を分離材料とした。

3) 尿は 1,500rpm 10 分間遠心した沈渣細胞を、2~3mL の細胞培養用維持培地に再浮遊させたものを分離材料とした。

4) 便は、細胞培養用維持培地で 10%乳剤とした後、3,000rpm 20 分間遠心し、遠心上清をさらに 12,000rpm 10 分間遠心した後、必要に応じてフィルター (ポアサイズ 0.45 μ m) を通し分離材料とした。

5) 唾液 (サリベット:ザルスタット) は、1,000g 2 分間遠心したものを分離材料とした。

なお、検体は接種時まで -80°C で保存した。

2 細胞

Caco-2, Vero, HEp-2, RD-18S 及び RD-A 細胞の 5 種類を常時使い、麻疹が疑われる場合には Vero/hSLAM 細胞を、インフルエンザウイルスが疑われる場合には MDCK 細胞を、パレコウイルスが疑われる場合には LLC-MK2 細胞をそ

れぞれ併用した。

3 分離

細胞培養によるウイルス分離は 96 穴マイクロプレート法で行った。単層培養した Caco-2, Vero, HEp-2, RD-18S 及び RD-A 細胞に検体を 1 穴あたり 30 μ L ずつ接種して 35°C 約 30 分間吸着後、維持培地を 100 μ L ずつ加え、CO₂ インキュベーターで 1 週間培養した。1 週間培養しても細胞変性効果 (CPE) が出現しなかった検体については、3 回凍結融解を行い、新しい細胞に継代した。4 代継代しても CPE が出現しなかったものはウイルス分離陰性とした。CPE が出現した検体については 3 回凍結融解後、3,000rpm 10 分間遠心した上清をウイルス液として同定を行った。

4 同定および検出

分離ウイルスの同定は、遺伝子検査、中和試験及び直接蛍光抗体法で行った。ウイルス分離出来なかった検体は、検査材料より遺伝子検査を行った。

インフルエンザウイルスについては、国立感染症研究所のインフルエンザ診断マニュアル (第 5 版, 令和 5 年 8 月) に従いリアルタイム RT-PCR 法で型別を行った。

ノロウイルスについては、ノロウイルス病原体検出マニュアル (第 1 版, 令和元年 6 月) に従いリアルタイム PCR 法で検査を行った。

サポウイルスについては、岡らのリアルタイム PCR 法¹⁾で検査を行った。

麻疹ウイルスの同定と遺伝子型別は麻疹診断マニュアル (第 4 版, 令和 4 年 10 月) に従い、N 遺伝子をターゲットとしたリアルタイム RT-PCR 法で行った。

検査材料からのエンテロウイルスの遺伝子検査は、篠原らの報告²⁾に従い RT-PCR 法で行った。分離されたエンテロウイルスについては、国立感染症研究所の手足口病病原体検査マニュアルに従って RT-PCR 法を行った。

パレコウイルスについては、吉富らの報告³⁾に従い RT-PCR 法で行った。

ヒト RS ウイルス、ヒトメタニューモウイルス、ヒトライノウイルス、パラインフルエンザウイルス 1 型~4 型、ヒトコロナウイルス OC43

及び 229E の 9 種類の呼吸器 RNA ウイルスの遺伝子検査は、Bellau-Pujol らの方法⁴⁾を参考に、multiplex RT-PCR 法で行った。

ヘルペスウイルスについては、VanDevanter らの方法⁵⁾を参考に、nested PCR 法で行った。

分離・検出されたウイルスの一部について、ダイレクトシーケンス法で塩基配列を決定し、NCBI の BLAST を用いて相同性検索を行い、MEGA を利用して系統樹解析を実施した。

新型コロナウイルスは、国立感染症研究所の新型コロナウイルス検出・分離マニュアル (令和 3 年 2 月 8 日版) に従い、リアルタイム one-step RT-PCR 法で SARS-CoV-2 遺伝子検出を行った。ゲノム解析は、国立感染症研究所病原体ゲノム解析研究センター作成の新型コロナウイルスゲノム解読プロトコル (Qiagen 社 QiaSEQ FX 編 version 1.4(2022/01/27, NEB 社 ARTIC SARS-CoV-2 Companion Kit(ONT) 編 version 1.6(2022/01/27)で実施した。

結果および考察

搬入された 135 検体について検査した結果、79 件のウイルスが分離・検出された (表 1)。

このうち、インフルエンザウイルスが 38 件と最も多く、次いでライノウイルス、コクサッキーウイルス A6 型、ヘルペスウイルス 6 型及びパラインフルエンザウイルス 3 型が多かった。

1 インフルエンザウイルス

インフルエンザウイルスについては、流行期間の関係で 2024/2025 シーズンについて、解析を行った。

定点あたり患者報告数とウイルス検出数の推移を図 1 に示す。なお、2024 年第 15 週 (4 月 7 日) から急性呼吸器感染症 (ARI) サーベイランス開始に伴いこれまでのインフルエンザ/COVID-19 定点 (58 定点) から急性呼吸器感染症定点 (28 定点) へ変更され、同時に病原体定点及び調査の実施方法が変更になったため、単純に比較できない点に注意が必要である。

患者報告数は、2024 年第 45 週 (11 月初旬) から増え始め、2024 年第 50 週 (12 月中旬) に流行発生注意報基準値 (10.0) を超えた。その後、

第 52 週 (12 月下旬) と 2025 年第 2 週 (1 月初旬) に 2 峰生のピークとなった。第 5 週 (1 月下旬) には注意報基準値未満となった。

2024 年 9 月から 2025 年 6 月までに分離・検

出されたインフルエンザウイルスは AH1pdm が 21 件, AH3 が 5 件, B 型が 11 件の計 37 件であった。B 型は全てビクトリア系統であった。

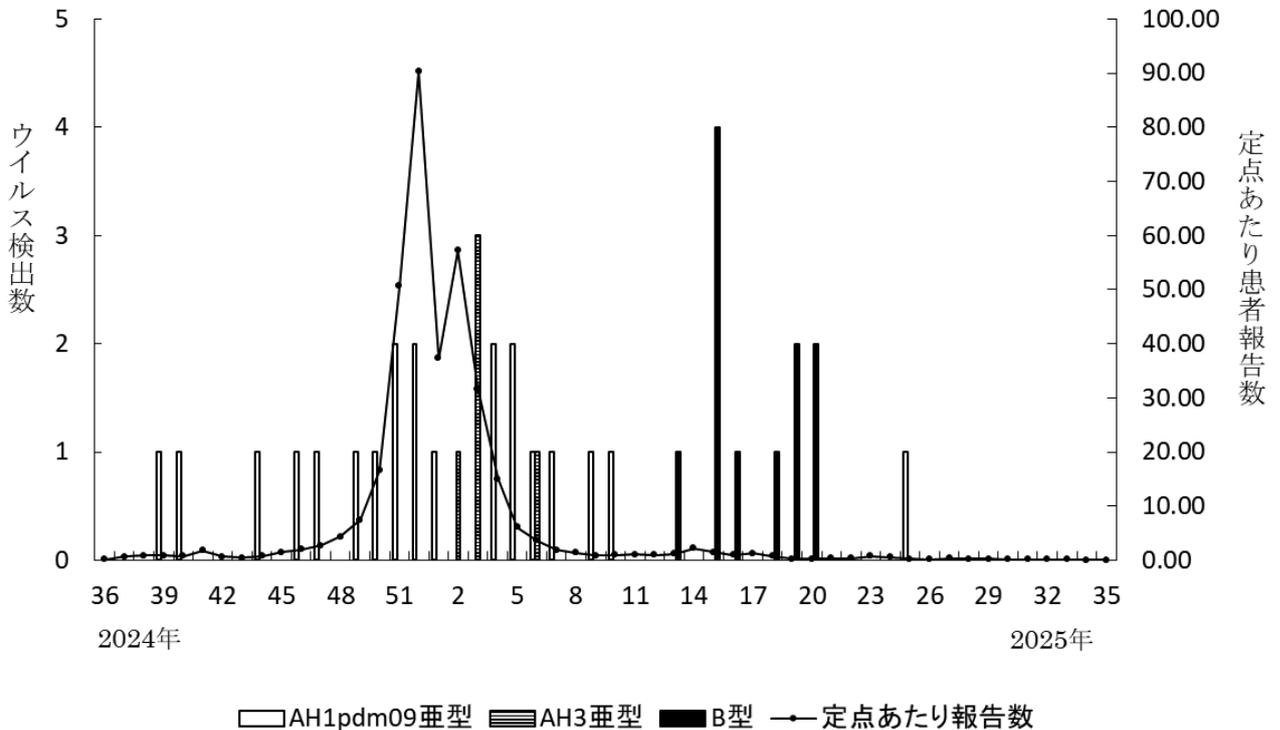


図 1 インフルエンザのウイルス分離・検出数と定点あたり患者報告数の推移

2 ヒトライノウイルス

3 月, 6 月, 7 月, 11 月及び 12 月に 1 例ずつ検出された。検出された 5 例のうち 2 例に上下気道炎の呼吸器症状があった。残りの 3 例は肝機能障害 2 例, 弛緩性麻痺 1 例であった。また, 1 例はヒトヘルペス 6 型との重複感染であった。

3 エンテロウイルス

2 月から 10 月にかけてコクサッキーウイルスが 7 例分離・検出された。A6 型が 5 例 6 件, A16 型が 1 例, B2 型が 1 例 2 件であった。

A6 型は, 全て発疹性疾患で 2 歳 2 例, 3 歳, 5 歳, 42 歳がそれぞれ 1 例であった。A16 型は発疹性疾患で 5 歳であった。B2 型は髄膜炎で 0 歳であった。

4 新型コロナウイルス (全ゲノム解析)

2024 年に検出された株は全てオミクロン株であった。1 月から 3 月までは, BA.2.86 系統, 及び XBB 系統の EG.5.1 系統が多く検出された。6 月から 8 月までは, BA.2.86 系統の KP.3 系統 (BA.2.86.1 系統) が主流となり感染が拡大した。(表 3)

謝辞

2024 年の感染症発生動向調査事業において検査材料を提供して下さった, 感染症発生動向調査事業定点医療機関並びに検体採取にご協力いただいた医療機関の先生方に深謝いたします。

参考文献

- 1) Oka T, Katayama K, Hansman GS, et al. Detection of Human Sapovirus by Real-Time Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction. Journal of Medical Virology 2006;78:1347-1353.
- 2) 篠原美千代, 内田和江, 島田慎一, 他. コクサッキーウイルス A16 型及びエンテロウイルス 71 型の検査法の検討. 感染症学雑誌 1999;73:749-757.
- 3) 吉富秀亮, 石橋哲也, 世良暢之. 福岡県におけるヒトパレコウイルス検出状況. 福岡県保健環境研究所年報 2012;39:99-100.
- 4) Bellau-Pujol S, Vabret A, Legrand L, et al. Development of three multiplex RT-PCR assays for the detection of 12 respiratory RNA viruses. Journal of Virological Methods 2005;126:53-63.
- 5) VanDevanter D.R, Warrener P, Bennett L, et al. Detection and Analysis of Diverse Herpesviral Species by Consensus Primer PCR. Journal of Clinical Microbiology 1996;34:1666-1671.

表 1 宮崎県における月別ウイルス検出数 (2024 年)

ウイルス名	月												計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Adenovirus 1						1							1
Adenovirus 3	1												1
Adeno virus 31											2		2
Coxsackievirus A6		1	2	1	2								6
Coxsackievirus A16										1			1
Coxsackievirus B2								2					2
Rhinovirus			1			2	1				1	1	6
Cytomegalovirus				2									2
Human herpes virus 6				1		2			2		1		6
Human herpes virus 7			1								1		2
Parvovirus B19										1			1
Influenza virus A H1pdm09	3	2				1			1	2	1	6	16
Influenza virus A H3	3		1										4
Influenza virus B	2	6	5	5									18
Parainfluenza virus 1				1									1
Parainfluenza virus 3				1	1	4							6
RS virus							1						1
Human metapneumovirus	1												1
SARS-CoV-2	1							1					2
Total	11	9	10	11	3	10	2	3	3	4	6	7	79

表 2 宮崎県における新型コロナウイルス系統別ゲノム解析数 (2024 年)

系統名	月												計												
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月													
BA.2																									
BA.2.86 (JN.1系統を除く)													13	16	7	3	39								
JN.1系統 (JN.1.11.1系統を除く)													23	13	3	3	6	1	1	50					
JN.1.11.1系統 (KP.3系統を除く)																	3	4	1	8					
KP.3系統 (KP.3.1.1系統を除く)																2	13	71	26	1	1	1	115		
KP.3.1.1系統																		2	1	2	2	1	2	10	
オミクロン株																									
XBB.1																	4							4	
XBB.1.5系統 (XBB.1.5.70系統を除く)																	2							2	
XBB.1.9系統																									
EG.5.1系統 (HK.3系統を除く)													17	2	11										30
HK.3系統													12	3											15
XBB.2	XBB.2.3	JE.1.1										5										5			
XDA													3	1										4	
XDD														1										1	
XDP																1								1	
XDQ系統															1	6	3	8		1				19	
XDR														1	2									3	
XEC																							2	3	5
Total													79	38	32	9	17	18	76	27	3	3	3	6	311

表 3 宮崎県におけるウイルス検出数の推移 (2015 年～2024 年)

ウイルス名											計
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Adenovirus 1	1		5	2	2		1	1	1	1	14
Adenovirus 2	2	1	4	2	2		1				12
Adenovirus 3	2	1	1		2	2			1	1	10
Adenovirus 5		1	2								3
Adenovirus 6			1		1		5				7
Adenovirus 31		1								2	3
Adenovirus 35				1							1
Adenovirus 54	2										2
Adenovirus NT		1			3						4
Coxsackievirus A2	1		3								4
Coxsackievirus A4				1	2	1					4
Coxsackievirus A5		1			1						2
Coxsackievirus A6	31	5	36	5	20			2	2	6	107
Coxsackievirus A9	25			2					2		29
Coxsackievirus A10	5		9		3				1		18
Coxsackievirus A16	5	22		2						1	30
Coxsackievirus B1			5								5
Coxsackievirus B2			1							2	3
Coxsackievirus B3				4	1						5
Coxsackievirus B4	7				4						11
Coxsackievirus B5		13			12				6		31
Echovirus 3	16								3		19
Echovirus 5			2								2
Echovirus 6		5	1				17				23
Echovirus 7			1								1
Echovirus 9		6	2	5		5					18
Echovirus 11				4							4
Echovirus 16	8	7									15
Echovirus 18	3	29	4	13							49
Echovirus 25	2	9	2								13
Echovirus 30					3	2					5
Parechovirus 1	3	4	2	1				1			11
Parechovirus 3		29	2	3	11			10			55
Parechovirus 6			1								1
Parechovirus NT					3						3
Enterovirus D68	7			2							9
Enterovirus 71			3	12							15
Rhinovirus	32	29	35	13	13	3	2	5	8	6	146
Herpes simplex virus 1	5	2	9	6	2	1	1				26
Herpes simplex virus 2			1								1
Varicella-zoster virus	3	3	2								8
Cytomegalovirus	4	3	1	1	1	1		2	1	2	16
Epstein-Barr virus				1							1
Human herpes virus 6	13	8	9	12	8	10	1	5	3	6	75
Human herpes virus 7	1	1	3	1		2		1		2	11
Hepatitis A virus			1	19		6					26
Parvovirus B19	1	7		6						1	15
Influenza virus A H1pdm09	1	26	36	18	55	32			19	16	203
Influenza virus A H3	25	17	84	32	31			2	80	4	275
Influenza virus B	1	20	50	42	2	7			3	18	143
Parainfluenza virus 1	1	9	4		4	1				1	20
Parainfluenza virus 3	3	13	7	4	4		1		2	6	40
Parainfluenza virus 4			1						1		2
RS virus	30	18	6	6	2	1	1	1	2	1	68
Human metapneumovirus	29	4	8	2	2	1			1	1	48
Human coronavirus	2		2	4							8
Measles virus			5		2						7
Mumps virus		4	2				1				7
Rubella virus				6	2						8
Rotavirus			2								2
Norovirus	5	6	4		1	1					17
Dengue virus 1	2				1						3
Dengue virus 3		2			1						3
Dengue virus NT					2						2
Chikungunya virus		1			2						3
SARS-CoV-2						362	1,260	3,836	5	2	5,465
Total	278	308	359	232	205	438	1,291	3,866	141	79	7,197

NGS 解析で判明したマダニと SFTSV の関係

成田翼 新田真依子 水流奈己 鬼塚咲良 矢野浩司
山本正悟¹⁾ 岡林環樹²⁾

Relationship between ticks and SFTSV revealed by NGS analysis

Narita Tsubasa, Shinden Maiko, Tsuru Nami, Sakura Onitsuka, Koji Yano
Seigo Yamamoto, Yoshino Shuji,

要旨

宮崎県は全国で最も重症熱性血小板減少症候群 (SFTS) の感染者数が多い。県内の SFTSV の遺伝学的特徴を調査する事は、疫学上重要である。

本研究では、SFTSV の全ゲノム解析の結果を用いて、マダニ叢と SFTSV の遺伝子型の関係を調べた結果、マダニ叢と SFTSV の間に一定の関係がある事が判明した。

キーワード : SFTS NGS Tick fauna Regionality

はじめに

重症熱性血小板減少症候群 (SFTS) は 2011 年に中国で発見されたフェヌイウイルス科バンヤンウイルス属の重症熱性血小板減少症候群ウイルス (SFTSV) によって引き起こされる感染症であり、マダニによって媒介される人獣共通感染症である。国内では 2013 年に SFTS 患者 1 例目が報告されてから 2024 年 10 月 31 日までに 1050 人の患者と 115 名の死亡 (発生届出時点での死亡者数) が確認されている。発症者及び死亡者は高齢者を中心に発生しており、致死率は 6.3%-30%と考えられている¹⁾。宮崎県は全国で SFTS 患者発生数が最も多く、2013 年の 1 例目から 2024 年 11 月 17 日までに 117 名の感染者と 30 名の死亡者 (発生届出後も含む) が確認されている。昨年、当所では、次世代シーケンサー (NGS) により、SFTSV の全ゲノム解析を行い、SFTSV ゲノムに強い地域性があることを示した。

蚊やマダニなどの感染症を媒介するベクターの一部は、自らが感染しないための防御機構が備わっている事が知られている²⁾。これらの防御機構は、マダニの種によって異なる可能性が

ある。本研究では、この防御機構に着目し、マダニ叢の違いと SFTSV ゲノムの地域性の関連性を調べた。

対象及び方法

1) 対象

2013 年から 2023 年の間に、当所の PCR 検査で SFTS 陽性が確定した検体 (血清) のうち、S・M・L 分節の塩基配列が確定した検体。

2013 年から 2016 年にかけて当所の山本らが宮崎県内の 6 地点採取したマダニ採取データ。

2) 方法

NGS によって確定した塩基配列を用いて、宮崎県内の SFTSV ゲノムの地域性を系統樹分析 (宮崎株・日本株・アジア株) により確認し、Popart を用いて、地域性の視覚化を行った。

また、遺伝子型毎の患者発症時期の比較を行った。

マダニ採取データを用いてクラスター解析を行い、地点同士のマダニ叢の類似性を

評価した。統計解析には統計解析ソフト R を用いた。

結果

S・M・L 分節の系統樹解析の結果、宮崎県内の株は、4 つの遺伝子型に分類できる事が確認された。これらは J1 と J3 に加え、宮崎県の北部に分布している J4、いずれにも属さない J-unclassified に分類した (図 1)。J-unclassified は、県外の株が多く、県外においてゲノム解析があまり行われていないため、今後、分岐が増えてくる可能性のある集団である。

また、今回、宮崎県内の株において、日本の株としては初となる遺伝子組換えと遺伝子再集合が確認された。

J1・J3・J4 の患者発生時期を比べた結果、遺伝子型によって患者発生時期が異なることが判明した (図 2)。

2013 年から 2015 年にかけて、県内 6 地点でマダニを採取した結果、4 属 13 種、計 10704 匹のマダニが採取された (図 3)。

J-unclassified 株は、県内において、数が少なく、地域性もあまり定まっていないため、今回の解析では 3 つのグループ (J1、J3、J4) に分けられると仮定し、マダニ叢を 3 つのグループに分けた結果、成虫の雌のマダニ叢と SFTSV 遺伝子の地域性の中に高い相同性 (マダニ叢と遺伝子型分布の一致率 83.3%) がある事が判明した。

考察およびまとめ

S・M・L 分節の系統樹解析の結果、宮崎の SFTSV は 4 つの遺伝子型に分類でき、その多くは局所的な地域性を持っている事が確認された。これは、マダニがイノシシやシカによって移動することとから、野生動物の行動範囲と SFTSV の遺伝子配列の間に関係性がある事が推測される。一方で、今回、日本の株としては初となる遺伝子組換えと遺伝子再集合が確認された。このことは、マダニが鳥などの長距離を移動する生物を介して移動し、SFTSV を運ぶ可能性があることを示唆している。

J1・J3・J4 の患者発生時期を調べた結果、患者発生時期のピークに違いがある事が確認さ

れた。このことは、これらの株が、別の季節的消長を持つマダニによって、媒介されている可能性を示唆している。実際、マダニ叢のクラスター解析により、マダニの分布と SFTSV の遺伝子型の分布には高い相同性がある事が確認された。

一方で、今回クラスター解析に用いたマダニの採取地点は、6 地点と少なく、今後、マダニと SFTSV の関係を調べていく上で、患者発生地域のマダニ調査が欠かせないものになると考えている。

参考文献

- 1) Canran Feng, Kyosuke Torimaru, Mandy Yu Theng Lim, et al. A novel eukaryotic RdRP-dependent small RNA pathway represses antiviral immunity by controlling an ERK pathway component in the black-legged tick. PLOS ONE, Public library of science 2023; 18(3).

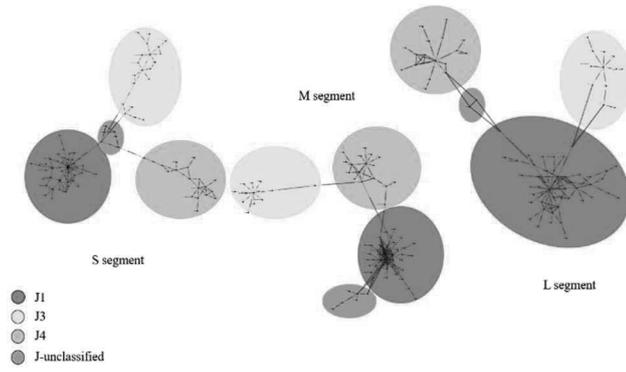
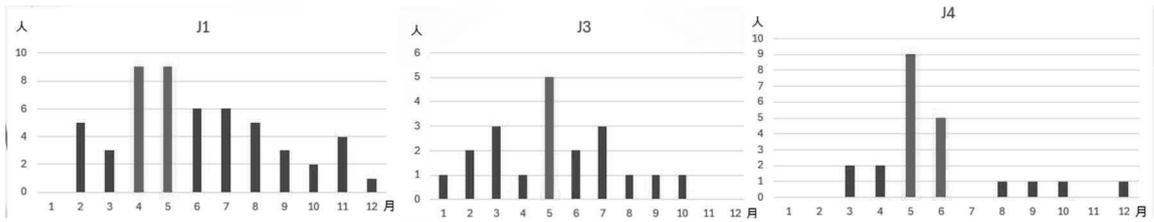


図 1: SFTSV のハプロタイプネットワーク図



赤：特に患者発生の多かった月

図 2: 遺伝子型毎の患者発生数

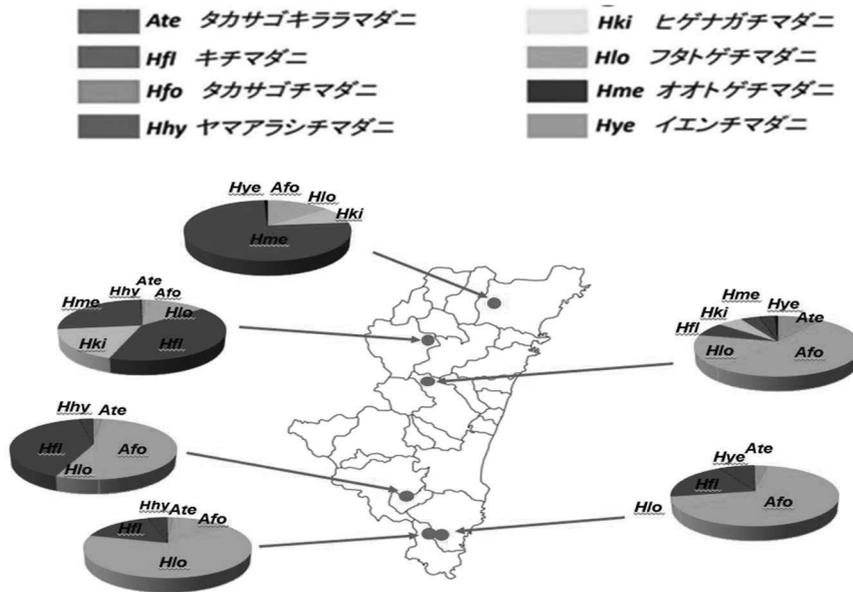


図 3: 宮崎県内のマダニ分布

宮崎県における環境放射能調査 (第 37 報)

野口辰美¹⁾ 中村麻羽 恒益知宏²⁾ 黒木麻衣³⁾ 野中勇志

Radioactivity Monitoring Data in Miyazaki Prefecture (X X X VII)

Noguchi Tatsumi, Nakamura Mau, Tsunemasu Tomohiro, Kurogi Mai, Nonaka Yuji

要旨

当研究所では、1988 年度から本県の環境及び食品中に含まれる放射性物質の調査を行っており、本報告では、2024 年 4 月から 2025 年 3 月までの調査結果について報告する。

全β放射能測定では、定時降水試料の全てにおいて検出限界値未満であった。γ線核種分析では、土壌 2 試料から Cs-137 がそれぞれ 1.2 Bq/kg、1.3 Bq/kg、野菜類 1 試料から Cs-137 が 0.031 Bq/kg、茶 1 試料から Cs-137 が 0.51 Bq/kg 検出された。いずれの試料も過去に検出された値と同程度の数値であった。その他のγ線核種分析試料の人工放射性物質の数値は検出限界値未満であった。モニタリングポストによる空間放射線量率は、過去に検出された値と同程度の数値であった。

なお、本調査は原子力規制委員会原子力規制庁からの受託事業として実施したものである。

キーワード：放射能、全β放射能測定、γ線核種分析、空間放射線量率

はじめに

本県では、1988 年度から国委託の全国調査の一環として平常時における環境放射能調査を続けており、このたび 2024 年度の調査結果を取りまとめたので、その概要を報告する。

方法

1 調査対象

1) 定時降水

当研究所の屋上に降水採取装置を設置し、降雨があった翌日（休日を除く）午前 9 時に降水を採取した。採取した降水に担体等 (I^- , Ag^+ , HNO_3) を添加した後、濃縮乾固し、全β放射能を測定した。

2) 大気浮遊じん

当研究所の屋上にハイボリュームエアサンプラーを設置し、大気浮遊じんをろ紙上に採取してγ線核種分析を行った。毎月 3 回採取し、3 か月分を併せて 1 測定とした。

3) 降下物

水を張った大型水盤を当研究所の屋上に設置し、降下する放射性物質を捕集した。捕集した降下物に担体等 (Sr^{2+} , HNO_3) を添加した後、濃縮乾固し、γ線核種分析を行った。毎日採取し、1 か月分を併せて 1 測定とした。

4) 陸水

当研究所の試験室内に宮崎市上下水道局から供給される蛇口水を 1 年に 1 回採取し、降下物と同様の方法で処理してγ線核種分析を行った。

5) 土壌

ほ場 1 か所から 1 年に 1 回採取した上層 (0~5 cm) 及び下層 (5~20 cm) の土壌を乾燥、粉碎及び分取し、γ線核種分析を行った。

6) 精米、牛乳

それぞれの生産地 1 か所から 1 年に 1 回採取した各試料を、前処理を行わずγ線核種分析を行った。

7) 野菜類

生産地 1 か所から 1 年に 1 回採取した野菜類(ダイコン、キャベツ)を乾燥、炭化及び灰化し、γ線核種分析を行った。

8) 茶

茶園 2 か所から生産された荒茶を 1 年に 1 回採取後、乾燥、炭化及び灰化し、 γ 線核種分析を行った。

9) 空間放射線量率

モニタリングポストを当研究所屋上及び県内 3 保健所(延岡、小林及び都城)に設置し、常時測定を行った。

2 使用機器

1) 全 β 放射能測定

全 β 放射能測定装置(日立製作所製 JDC-5200)

2) γ 線核種分析

ゲルマニウム半導体核種分析装置 (SEIKO EG&G 製 GEM25-70・MCA-7a)

3) 空間放射線量率測定

当研究所及び県内 3 保健所設置

モニタリングポスト (日立アロカメディカル製 MAR-22)

結果

まず、定時降水試料中の全 β 放射能測定結果を表 1 に示す。2024 年度は総量 3,040.9 mm の降水があり、全 β 放射能を測定した結果、全てにおいて検出限界値未満であった。

次に、ゲルマニウム半導体検出器による環境及び食品試料中の γ 線核種分析結果を表 2 に示す。

2024 年度は土壌 2 試料、野菜類 1 試料及び茶 1 試料から Cs-137 が検出された。土壌の上層 (0～

5 cm) 及び下層 (5～20 cm) については、過去 3 年間に検出された数値の範囲内であった。野菜については 1988 年度から 2023 年度までの検出値が N.D から 0.33 Bq/kg 生の範囲で推移しており、2024 年度の検出値が過去 3 年間の数値を上回ったものの、変動の範囲内であった。茶については過去 3 年間に検出された数値の範囲内であった。また、その他の試料については、人工放射性物質は検出限界値未満であった。

最後に、モニタリングポストによる空間放射線量率調査結果を表 3 に示す。4 か所の観測地点いずれの測定値においても、過去 3 年間の平均値と同程度であった。

まとめ

2024 年度における県内の降水、大気浮遊じん、降下物、陸水(蛇口水)、土壌、精米、牛乳、野菜類(ダイコン、キャベツ)及び茶の放射能並びに空間放射線量率について調査した。土壌 2 試料、野菜類 1 試料及び茶 1 試料から Cs-137 が検出されたが、過去の検出値と同程度であった。また、その他の試料についても過去の検出値と同程度であり、異常値は認められなかった。

文献

- 1) 野崎祐司, 平田泰久, 前田武. 宮崎県内の環境放射能レベルについて. 宮崎県衛生環境研究所年報 1990 ; 2 : 84-85.

表 1 定時降水試料中の全β放射能測定結果

採年	水月	降水量 (mm)	放射能濃度 (Bq/L)			月間降下量 (MBq/km ²)	
			測定数	最低値	最高値		
2024年	4月	328.8	14	N.D	N.D	N.D	
	5月	374.8	12	N.D	N.D	N.D	
	6月	725.8	14	N.D	N.D	N.D	
	7月	151.6	10	N.D	N.D	N.D	
	8月	110.4	4	N.D	N.D	N.D	
	9月	337.1	10	N.D	N.D	N.D	
	10月	618.3	17	N.D	N.D	N.D	
	11月	78.5	7	N.D	N.D	N.D	
	12月	0.9	1	N.D	N.D	N.D	
	2025年	1月	26.0	3	N.D	N.D	N.D
		2月	96.9	4	N.D	N.D	N.D
		3月	191.8	12	N.D	N.D	N.D
年間値		3,040.9	108	N.D	N.D	N.D	
過去3年間 (2021~2023年度)		—	291 ^{*1}	N.D ^{*2}	2.65 ^{*3}	N.D~25.5 ^{*4}	

(N.D : 計数値がその計数誤差の3倍以下)

*1 過去3年間の計 *2 過去3年間の最小値 *3 過去3年間の最大値

*4 過去3年間の最小及び最大値

表 2 ゲルマニウム半導体検出器による環境及び食品試料中のγ線核種分析結果

試料名	採取場所	採取年月	検体数	¹³⁷ Cs		2021~2023年度の		2024年度に検出 されたその他の 人工放射性核種	単位
				2024年度の値		過去3年間の値			
				最低値	最高値	最低値	最高値		
大気浮遊じん	宮崎市	2024.4~2025.3	4	N.D	N.D	N.D	N.D	なし	mBq/m ³
降下物	〃	2024.4~2025.3	12	N.D	N.D	N.D	0.062	なし	MBq/km ²
陸水(蛇口水)	〃	2024.6	1	N.D		N.D	N.D	なし	mBq/L
土壌	〃	2024.7	1	1.2		1.2	1.4	なし	Bq/kg乾土
				120		115	180	なし	MBq/km ²
				1.3		1.4	2.0	なし	Bq/kg乾土
				330		320	570	なし	MBq/km ²
精米	〃	2024.7	1	N.D	N.D	N.D	N.D	なし	Bq/kg精米
野菜 ^{*5}	根菜類	高鍋町	1	N.D		N.D	N.D	なし	Bq/kg生
	葉菜類	〃	1	0.031		N.D	N.D	なし	Bq/kg生
茶	川南町, 都城市	2024.4	2	N.D	0.51	0.16	0.63	なし	Bq/kg乾物
牛乳	高原町	2024.8	1	N.D		N.D	N.D	なし	Bq/L

(N.D : 計数値がその計数誤差の3倍以下)

*5 根菜類 : ダイコン (2021~2024年度)
葉菜類 : ホウレンソウ (2021~2022年度)
ハクサイ (2023年度)
キャベツ (2024年度)(最低値 : N.Dを除いた計数値の中で値が最も低いものとし、
N.Dのみの場合はN.Dを採用した)

表 3 モニタリングポストによる空間放射線量率測定結果

設置場所 (単位)	衛生環境研究所 (宮崎市) (nGy/h)			都城保健所 (都城市) (nGy/h)			小林保健所 (小林市) (nGy/h)			延岡保健所 (延岡市) (nGy/h)				
	測定年月	最低値	最高値	平均値	最低値	最高値	平均値	最低値	最高値	平均値	最低値	最高値	平均値	
2024年	4月	26	35	28	39	45	41	48	55	50	49	57	51	
	5月	25	32	27	39	46	41	48	55	50	49	55	51	
	6月	26	33	27	39	46	41	48	55	50	49	55	51	
	7月	25	31	26	39	45	40	48	56	49	50	58	51	
	8月	26	28	27	39	44	41	48	55	50	49	55	53	
	9月	25	29	26	39	42	40	48	51	49	49	54	51	
	10月	26	39	28	39	42	40	47	51	49	49	70	52	
	11月	26	32	27	40	42	40	47	55	50	50	54	51	
	12月	26	27	27	40	41	41	49	51	50	51	55	53	
	2025年	1月	26	29	27	40	43	41	49	52	50	52	57	54
		2月	26	36	27	40	46	41	48	55	50	51	67	52
		3月	26	38	28	40	49	41	49	57	50	50	58	52
年間値	25	39	27	39	49	41	47	57	50	49	70	52		
過去3年間 (2021~2023年度)	25	40	27	39	54	41	47	66	50	47	64	52		

チョウセンアサガオの誤食による健康危機事案を想定した模擬訓練

恒益知宏¹⁾ 細見葵 中村麻羽 河野雄介 木下和昭²⁾
高山清子 黒木麻衣³⁾ 野口辰美⁴⁾ 野中勇志

Training for A Health Crisis Caused by Mistaken Consumption of *Datura metel* L.

Tsunemasu Tomohiro, Hosomi Aoi, Nakamura Mau, Kawano Yusuke, Kishita Kazuaki,
Takayama Kiyoko, Kurogi Mai, Noguchi Tatsumi, Nonaka yuji

要旨

当研究所は、原因不明の健康危機事案を想定した自然毒等毒性物質の定性・定量検査を行う模擬訓練に参加している。2024 年度の模擬訓練は、ごぼうと間違えてチョウセンアサガオの根を喫食したことによる食中毒というシナリオであった。シナリオから原因物質の推論を行った後に LC-MS/MS を用いて検体中のアトロピン及びスコポラミンの定量検査を実施した。検体中のアトロピン及びスコポラミンの含有量及び中毒量について検証し、検査結果が妥当であることを確認した。

キーワード：健康危機管理、チョウセンアサガオ、アトロピン、スコポラミン、LC-MS/MS

はじめに

当研究所は、健康危機事案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自然毒等毒性物質の定性・定量検査を行う模擬訓練に参加している。この模擬訓練は、地方衛生研究所全国協議会九州支部会員のうち事務局を除く 11 地方衛生研究所が参加し、事務局が作成したシナリオを基に、原因究明のための検査を実施するシミュレーション形式の訓練である。

本稿では、当研究所における 2024 年度の結果を報告する。

対象

1 訓練内容

模擬訓練のシナリオ、検体及び標準品は、事務局が用意したものをを用いた。シナリオは原因物質の推論に、検体及び標準品は原因物質の定性・定量検査に用いた。訓練期間は 2024 年 11 月 2 日から 11 月 29 日までであった。

2 シナリオ概要

(第 1 報)

家族 3 名 (父, 母, 息子) が昼食にカレーライスを喫食し、30 分後にふらつき、意識混濁、散瞳

及び頻脈の症状を呈した。救急搬送された病院から食中毒疑いとして保健所に通報があり、保健所から地方衛生研究所に残品の検査依頼があった。残品はカレーのみで、ライスの残品はなかった。カレーの食材等は、患者の回復を待って聞き取り調査をする予定のため、残品に関する情報は不明であった。

(第 2 報)

息子の意識が回復し、残品に関する情報を得た。調理者は息子で、食材は、たまねぎ、ミンチ肉、トマト、ごぼう、カレールー、米及び水道水であった。食材の調達は母がしていたので、入手方法は不明であった。

家族の年齢、体重及び喫食量についての情報も得た。年齢及び体重は父 67 歳 65 kg, 母 69 歳 60 kg, 息子 35 歳 80 kg, 喫食量は父及び息子が約 300 g, 母が 200 g であった。

(第 3 報)

母の意識が回復し、食材の入手方法が明らかになった。たまねぎ、ミンチ肉、トマト、カレールー、米はスーパーで市販品を購入したもの、ごぼうは庭で採取したものであった。家庭菜園について聞き取りをしたところ、以前チョウセンアサガオを植えていたとのことであった。

3 検体

カレー約 30 g

衛生化学部 ¹⁾現県立延岡病院 ²⁾現工業技術センター ³⁾現高崎食肉衛生検査所 ⁴⁾現環境管理課

方法

1 対策会議

シナリオの開示ごとに部員全員で対策会議を行い、原因物質の推論等を行った後に検査方法について検討した。検査は、予備試験として定性検査を、本試験として定量検査を行った。検査は以下の方法により実施した。

2 pH 測定

pH 試験紙 (株三商) を検体に接触させて判定した。

3 揮発成分分析

高山らの方法¹⁾に従った。ただし、抽出溶媒はアセトンのほか、メタノール及びヘキサンをそれぞれ検討した (図 1)。

4 検査キット

ヒ素 (MQuant Arsenic Test, Merck Millipore)、シアン化物 (MQuant Cyanide Test, Merck Millipore) 及び有機リン系・カーバメート系殺虫剤・残留農薬 (Agri-Screen Ticket Pesticide Detection Kit, Neogen Food Safety) の検査キットを用いた。

5 植物性自然毒一斉分析

前処理は高山らの方法²⁾を一部変更して行った (図 2)。LC-MS/MS 分析条件は高山らの方法²⁾に従った。ただし、ニードル洗浄液を 50%メタノールから 0.5%ギ酸含有 50%メタノールに変更した。

結果及び考察

1 第 1 回対策会議

第 1 回対策会議においてシナリオ第 1 報を開示した。カレーライス喫食後 30 分にふらつき等の症状を呈した食中毒疑い事案であった。カレーの食材で誤食を含めて食中毒の原因となりうるものとして、じゃがいも、にんじん、たまねぎ、ごぼうが考えられ、発症時間及び症状からごぼうとチョウセンアサガオを間違えた可能性があるとの意見が多く出た³⁾。一方、現時点では原因物質を絞り込めず、スパイス、洗剤、農薬及びキノコ毒等を幅広く考える必要があるとの意見があった。

以上のことから、定性検査ではチョウセンアサ

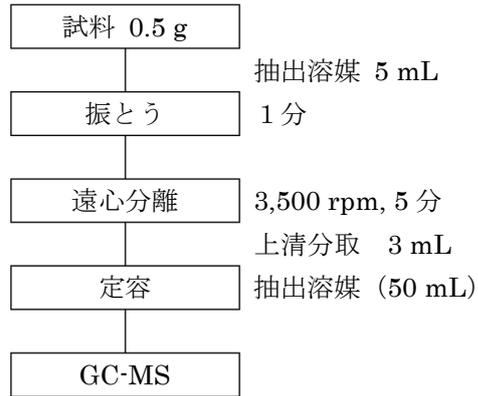


図 1 揮発成分分析

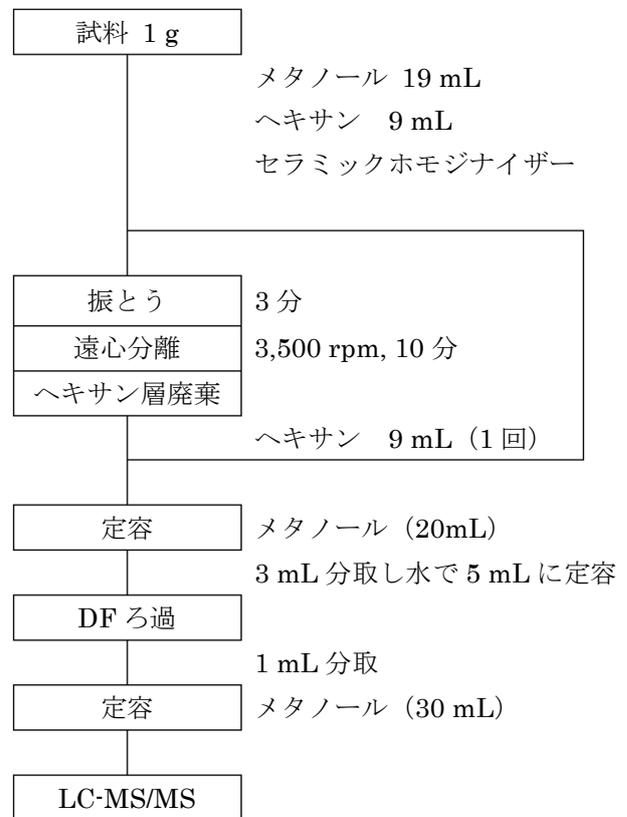


図 2 植物性自然毒一斉分析

ガオに含まれるアトロピン及びスコポラミンの検出を目標にする一方で、他の植物性自然毒の可能性を視野に植物性自然毒一斉分析を当研究所で所有している標準品を用いて行うこととした。さらに、植物性自然毒以外の可能性を視野に簡易的に実施可能な pH 測定、揮発成分分析及び検査キットを行う方針とした。

表 1 中毒量と摂取量の比較

	体重 [kg]	体重1 kgあたり中毒量 [µg/kg]	中毒量 [µg]	喫食量 [g]	検体中濃度 [µg/g]	摂取量 [µg]
アトロピン						
父	65		4,550	300		2,061
母	60	70	4,200	200	6.87	1,374
息子	80		5,600	300		2,061
スコポラミン						
父	65		910	300		2,472
母	60	14	840	200	8.24	1,648
息子	80		1,120	300		2,472

2 定性検査 (予備試験)

1) pH 測定

中性であった。

2) 揮発成分分析

検討した全ての抽出溶媒において、原因物質由来と思われるピークは得られなかった。

3) 検査キット

ヒ素及びシアン化物の検査キットは陰性であり、有機リン系・カーバメート系殺虫剤・残留農薬の検査キットは陽性を示した。有機リン系・カーバメート系殺虫剤・残留農薬の検査キットの取扱説明書には、コリンエステラーゼ阻害反応が生じれば陽性となることから、クルクミン等のカレーに使用されるスパイスにより偽陽性が生じた可能性が考えられた。クルクミン標準品 (関東化学株)、市販のウコン粉末及び原材料名にターメリックの記載がある市販のカレーを試料に検査キットの検証をしたところ陽性となり、カレーに含まれるスパイスにより偽陽性となることが明らかとなった。GC-MS での分析で農薬を疑うピークが得られていないことから、農薬を原因物質として推論することは困難であった。

4) 植物性自然毒一斉分析

アトロピン及びスコポラミンが検出された。摂取量を概算し中毒量と比較したところ、スコポラミンにより発症した可能性が考えられた。

3 第2回対策会議

第2回対策会議においてシナリオ第2報を開示した。ごぼうをカレーの食材にしていたことが明らかとなった。植物性自然毒一斉分析でアトロピン及びスコポラミンが検出され、スコポラミン

により発症したと考えられることから、チョウセンアサガオの根をごぼうと間違えて喫食した可能性が高いと判断した⁴⁾。

この段階で事務局が用意した標準品の情報開示があり、アトロピン (東京化成工業株) 約 20 mg 及びスコポラミン臭化水素酸塩三水和物 (東京化成工業株) 約 20 mg を用いて、定量検査を行うこととした。定量検査は検体中濃度のおおまかな把握を目的にまず1併行で行い、次に事務局への報告値を得ることを目的に5併行で行うこととした。添加回収試験は、アトロピン及びスコポラミンの 10 ppm 混合標準液 1 mL を検体に添加し、同様の操作を行うこととした。

4 第3回対策会議

定性検査での原因物質の推論が正しく、チョウセンアサガオを原因とする健康危機事案であると考えられることから、シナリオ第3報を開示した。家庭菜園で過去にチョウセンアサガオを植えており、原因物質としてチョウセンアサガオをさらに疑う結果となった。

5 定量検査 (本試験)

1 併行で実施した定量検査において検体中濃度は、アトロピンが 6.50 µg/g、スコポラミンが 8.00 µg/g であった。添加回収率は、アトロピンが 108 %、スコポラミンが 83.2 % であった。

5 併行で実施した定量検査において検体中濃度は、アトロピンが 6.87 ± 0.578 µg/g、スコポラミンが 8.24 ± 0.786 µg/g であった。添加回収率は、アトロピンが 105 %、スコポラミンが 87.7 % であった。

6 中毒量と摂取量の比較

中毒量⁵⁾と摂取量を比較した結果を表 1 に示す。アトロピンの摂取量は中毒量を下回ったものの、スコポラミンの摂取量が中毒量を上回ったことから、スコポラミンにより発症したと結論した。

7 訓練結果の開示

事務局が設定した検体中アトロピン濃度は 6 $\mu\text{g/g}$ 、スコポラミン濃度は 9 $\mu\text{g/g}$ であった。当研究所を含む参加した 11 機関の報告値平均は、アトロピンが 7 $\mu\text{g/g}$ (相対標準偏差 38.2%)、スコポラミンが 9 $\mu\text{g/g}$ (相対標準偏差 13.2%) であった。

まとめ

原因不明の健康危機事案を想定した模擬訓練において、シナリオから原因物質を推論し、LC-MS/MS によりアトロピン及びスコポラミンの定量検査を実施した。健康危機事案における原因物質は多岐にわたるので、原因不明の場合は特に的確な情報収集と精確な検査能力が求められる。今後も幅広い知識の収集と検査能力の向上に努め、当研究所における検査体制の強化を図っていく。

謝辞

令和 6 年度九州ブロック模擬訓練事業の事務局をしていただいた北九州市保健環境研究所に

感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 高山清子, 恒益知宏, 富山裕規 他. 原因不明の健康危機事案を想定した模擬訓練の結果 (2023 年度). 宮崎県衛生環境研究所年報 2023 ; 35 : 69-73.
- 2) 富山裕規, 高山清子, 木下和昭 他. LC-MS/MS による植物性自然毒の多成分一斉分析法の検討. 宮崎県衛生環境研究所年報 2023 ; 35 : 74-77.
- 3) 厚生労働省. 自然毒のリスクプロファイル : 高等植物 : チョウセンアサガオ類 1 (チョウセンアサガオ). <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000060246.html> (2024年11月28日アクセス可能)
- 4) 難波順子, 筒井みちよ, 池田和美 他. 岡山県で発生した植物性自然毒による食中毒事例への対応について (平成21~30年). 岡山県環境保健センター年報 2019 ; 43 : 135-143.
- 5) 日本保健医療科学院. No.20002 チョウセンアサガオの誤食による食中毒について. <https://h-crisis.niph.go.jp/archives/186961/> (2024年11月28日アクセス可能)

精白米及び玄米のカビ毒一斉分析法の検討および含有実態調査

木下和昭¹⁾ 高山清子 富山裕規²⁾

Simultaneous Determination of multi-mycotoxins in rice by LC-MS/MS

Kishita Kazuaki, Takayama Kiyoko, Tomiyama Yuki

要旨

カビ毒の食品汚染は穀物を中心に様々な農作物で報告されており、複数種のカビ毒による複合汚染も頻繁に確認されている。そのため、多種カビ毒を対象とした一斉分析は、食品の安全性確保における汚染実態の把握や、毒性評価へつなげる基礎データの提供という点で有用な分析手法である。本県では過去に県内生産米から高濃度のアフラトキシンが検出されているが、その他カビ毒を含めた詳細な含有実態は明らかとなっていない。そこで、県内に流通する米のカビ毒含有実態を把握することを目的として、高速液体クロマトグラフタンデム型質量分析計 (LC-MS/MS) を用いた一斉分析法の検討とカビ毒含有実態調査を行った。その結果、精白米では InertSep VRA-3 と Bond Elut Mycotoxin の併用、玄米では EMR-Lipid と MycoSpin 400 の併用がマトリックス効果の軽減と十分な回収率が得られる分析法として最適であった。また、含有実態調査の結果、精白米 43 試料中 17 試料から、玄米 11 試料中 9 試料からカビ毒が検出され、複合汚染も確認された。新興カビ毒であるアルテルナリオールメチルエーテルとビューベリシンの検出頻度が高く、モディファイドマイコトキシンであるゼアラレノン-14-サルフェートも検出された。これらの結果から、県内の流通米でも複合汚染が起こりうることや、検出されやすいカビ毒の特定等詳細な知見を得ることができた。

キーワード：カビ毒，モディファイドマイコトキシン，新興カビ毒，一斉分析，LC-MS/MS
含有実態調査

はじめに

カビ毒はカビの代謝産物のうち、ヒトや動物に有害な作用を示す物質の総称であり、これまでに数百種類のカビ毒が確認されているが、食品衛生上問題となるカビ毒は限られる。その中でも *Aspergillus* 属の一部のカビが産生するアフラトキシンは強い発がん性を有することが知られており、国内では全ての食品を対象に総アフラトキシンとして 10 µg/kg の基準値が設定されている。2011 年には本県で生産された米から基準値の 7 倍のアフラトキシンが検出され、国産米として初の汚染事例となった。この事例は、県内及び国内においても高濃度のカビ毒汚染が生じるリスクが

あることを示唆するものである。

また、近年では従来のカビ毒に加え、新興カビ毒や、食品加工や生体内異物代謝により生成されるモディファイドマイコトキシンのリスクが注目されている¹⁻³⁾。新興カビ毒にはエンニアチン (Enniatins) やビューベリシン (Beauvericin) などが含まれ、毒性や食品汚染の実態が十分に把握されていない⁴⁾。モディファイドマイコトキシンは、主に植物や微生物による代謝反応で生成するカビ毒であり、摂取後に消化管内で活性型に変換される可能性があるため、従来のリスク評価に新たな課題をもたらしている⁵⁾。

加えて、近年の研究では単一食品中に複数のカビ毒が同時に汚染 (複合汚染) することが明らか

衛生化学部 ¹⁾ 現工業技術センター ²⁾ 現食品開発センター

になっている^{6,7)}。複合汚染は、相加的または相乗的な毒性作用を引き起こす可能性があることから、カビ毒の一斉分析は毒性評価へのデータ提供という点において有用である。一方で、国内生産米における複合汚染の実態については、近年ほとんど調査が行われておらず、食の安全管理の観点からもカビ毒に関する包括的な情報が必要である。

カビ毒の一斉分析については、穀類を中心に dilute and shoot 法⁸⁾や、QuEChERS 法^{9, 10)}、SPE カラム精製^{11, 12)}などによる LC-MS/MS 分析が多数報告されており、当研究所においても米試料で dilute and shoot 法が様々な極性のカビ毒を対象とした一斉分析に適用可能であることを確認した。

しかしながら、これら一斉分析法の多くはマトリックス効果への対応として、マトリックス検量線を用いた定量が採用されているが、マトリックスの性質は試料ごとに異なる可能性があるため、再現性や適用範囲という点で一斉分析法に課題が残るのが現状である。

また、複合汚染に関する研究は対象穀類や測定項目に限られており、国産米に関する報告では包括的な実態調査は限定的である。加えて、新興カビ毒やモディファイドマイコトキシンを含む汚染状況についての情報が必要とされていることから、国産米のカビ毒リスクを正確に把握する上で知見のギャップが存在している。

食物におけるカビやカビ毒の汚染リスクは気候変動の影響を大きく受けると予測されており^{13, 14)}、九州南部に位置し、夏には高温多湿な気候となる本県においてカビ毒の汚染実態の把握の必要性は高いと考えられる。そこで、県内の食品安全性の確保をより一層推進するとともに、カビ毒の汚染実態の把握に資する基礎データの提供を目的として、(1) 米を対象とした多種カビ毒の LC-MS/MS による一斉分析法の検討・最適化、(2) 県内に流通する精白米及び玄米の包括的なカビ毒汚染実態調査を実施した。

今回、モディファイドマイコトキシンや新興カビ毒を含むカビ毒 27 種類について、LC-MS/MS を用いた一斉分析法と県内流通米の汚染実態について一定の知見を得たので報告する。

対象と方法

1 分析対象成分

農林水産省が優先的にリスク管理を進めているカビ毒及び国内での汚染実態に関する情報が不足しているカビ毒の計 27 成分 (表 1) を分析対象とした。

表 1 分析対象カビ毒と主な汚染食品

カビ毒	主な汚染食品例
Aflatoxin (AF) B1, B2, G1, G2	穀類, ナッツ類
トリコテセン系カビ毒	
Deoxynivalenol (DON)	
3-Acetyldeoxynivalenol (3-AcDON)	
15-Acetyldeoxynivalenol (15-AcDON)	
Deoxynivalenol-3-glucoside (DON-3-Glc)	
Nivalenol (NIV),	穀類
Fusarenon-X (FUS-X)	
T-2 toxin	
HT-2 toxin	
Neosolaniol (NEO)	
Diacetoxyscirpenol (DAS)	
ゼアラレノン類	
Zearalenone (ZEN)	
Zearalenone-14-glucoside (ZEN-14-Glc)	穀類
Zearalenone-14-sulfate (ZEN-14-S)	
α -Zearalenole (α -ZEL)	
β -Zearalenole (β -ZEL)	
Ochratoxin A (OTA)	穀類, コーヒー豆
Patulin (PAT)	リンゴ加工品
Sterigmatocystin (STC)	穀類
Enniatin (ENN) A, B	穀類
Beauvericin (BEA)	穀類
アルテルナリア毒素	
Alternariol (AOH)	穀類, 果実, 野菜
Alternariol-methyl-ether (AME)	

2 試薬等

1) 標準品

15-アセチルデオキシニバレノール (15-AcDON), 3-アセチルデオキシニバレノール (3-AcDON), フザレノン X (FUS-X), ネオソラニオール (NEO) 及びニバレノール (NIV) は関東化学(株)から購入した。ビューベリシン (BEA) 及びゼアラレノン-4-サルフェート (ZEN-14-S と同義) はコスモ・バイオ(株)から、エンニアチン A (ENN A) 及びエンニアチン B (ENN B) はシグマアルドリッチから購入した。その他の標準品はすべて富士フィルム和光純薬(株)から購入したものを使用した。

2) 標準溶液

各標準品を秤量後、アセトニトリル又はメタノールに溶解して標準原液を作成した。使用する溶媒は Kiseleva らの報告¹⁵⁾を参考に選択した。さらに標準原液を用いて、調製溶媒や濃度等から 6 グループの中間混合標準液を調製した。使用時に中間混合標準液を混合・希釈したものを試験に用いた。標準溶液はすべて-20°C以下で保存した。

3) その他の試薬等

アセトニトリル (HPLC 用, LC/MS 用), 酢酸 (試薬特級, LC/MS 用), メタノール (LC/MS 用), 2-プロパノール (LC/MS 用) は富士フィルム和光純薬(株)から購入した。精製用カラムは Oasis HLB, Oasis PRiME HLB (ウォーターズ社), InertSep VRA-3 (ジーエルサイエンス社), MultiSep 226, MultiSep 228, MultiSep 229,

MycoSpin 400 (レゾナック社), ISOLUTE ENV+, ISOLUTE Myco (バイオタージ社), Bond Elut Mycotoxin, EMR-Lipid (アジレント・テクノロジー社) を用いた。

4) 装置

振とう器は NR-30 (タイテック社), 遠心分離機は 6200 (久保田商事社) を用いた。LC-MS/MS は ACQUITY PREMIER/Xevo TQ-XS (ウォーターズ社) を用いた。

3 LC-MS/MS 分析条件

分析カラムには ACQUITY UPLC BEH C18 column with VanGuard FIT (1.7 μm, 2.1×100 mm, ウォーターズ社) を用いた。移動相は (A) 1 mmol/L 酢酸アンモニウム含有 0.1%酢酸水溶液, (B) 0.1%酢酸メタノールを用いた。グラジ

表 2 分析対象カビ毒の MRM 条件

Analyte	Polarity	Cone voltage (V)	Precursor ion (m/z)	Quantifier		Qualifier	
				Collision energy (eV)	Product ion (m/z)	Collision energy (eV)	Product ion (m/z)
15-AcDON	+	2	356.2	14	137.1	16	261.0
3-AcDON	-	16	397.1	14	307.1	12	173.0
AFB1	+	12	313.2	22	284.9	38	241.1
AFB2	+	10	315.2	26	287.1	30	259.1
AFG1*	+	74	329.1	26	243.0	38	199.9
AFG2	+	10	331.2	30	245.0	42	189.1
α-ZEL	-	50	319.1	26	174.1	32	159.8
AOH*	+	32	259.0	28	244.0	42	127.9
AME	-	46	271.0	24	255.9	40	182.9
β-ZEL	-	50	319.1	26	174.1	32	159.8
BEA	+	100	784.5	64	134.0	26	244.1
DON	+	4	297.1	10	249.1	10	231.1
DON-3-Glc	+	14	476.3	14	297.2	22	249.1
DAS	+	36	384.3	10	307.1	12	247.1
ENN A	+	72	699.5	28	210.1	30	228.1
ENN B	+	82	640.6	64	86.1	28	196.1
FUS-X	+	14	355.2	12	247.0	16	229.1
HT-2	+	18	442.3	12	215.1	8	245.1
NEO	+	22	400.2	12	305.1	16	215.1
NIV	-	28	371.1	28	281.1		
		42	311.0			10	281.1
OTA	+	40	404.1	24	239.0	34	221.0
PAT	-	2	153.0	12	80.9	14	53.0
STC	+	70	325.1	30	310.0	60	115.0
T-2	+	30	484.3	14	305.2	20	185.1
ZEN	-	44	317.1	26	175.0	30	130.9
ZEN-14-Glc	+	18	498.2	12	319.1	20	301.1
ZEN-14-S	-	24	397.1	24	317.1	42	130.9

※玄米試料の分析時は、AFG1 と AOH のみ定量イオンと定性イオンを入れ替えて測定

エント条件は (B) % : 2% (0–1 min) –50% (8.5 min) –100% (12.5–16.5 min) –2% (16.6–19 min) とし、カラム温度は 40°C、注入量は 5 μ L、流速は 0.3 mL/min とした。ニードル洗浄液は水/メタノール/アセトニトリル/2-プロパノール/DMSO (11/20/30/30/9, v/v/v/v) 混液に 0.5% 濃度となるようにギ酸を添加したものをを用いた。MS 条件は、エレクトロスプレーイオン化法、キャピラリー電圧 0.6 kV、脱溶媒温度 450°C、脱溶媒ガス流量 900 L/hr とした。分析対象カビ毒の測定イオンを表 2 に示す。ただし、AFG1 と AOH は玄米試料測定時のみ定量イオンと定性イオンを入れ替えて測定した。

なお、キャリアオーバー対策として Waters のケーススタディを参考に、流速 0.3 mL/min で以下の洗浄メソッドを使用した。

1) 洗浄メソッド 1

移動相は (A) 0.1% ギ酸水溶液、(B) 0.1% ギ酸メタノール、グラジエント条件は (B) % : 50% (0 min) –100% (3.75 min) –50% (6.5 min) とし、ニードル洗浄液を 10 μ L 注入。

2) 洗浄メソッド 2

移動相は (A) 1 mmol/L 酢酸アンモニウム含有 0.1% 酢酸水溶液、(B) 0.1% 酢酸メタノール、グラジエント条件は (B) % : 2% (0–2 min) とし、抽出溶媒を 10 μ L 注入。

4 精製カラムの比較 (精白米)

試料はミルサーを用いて粉碎し、425 μ m のふるいに通して均一化したものをを用いた。試料 5.0 g を正確に 50 mL 遠沈管に採取し、抽出溶媒 (アセトニトリル/水/酢酸 (79/20/1, v/v/v)) 20 mL を加えて 200 rpm で 60 分間振とう抽出した。4,500 rpm で 5 分間遠心分離した後の抽出液を精製カラムの比較に用いた。精製カラムはパススルー型カラムとして MultiSep 226, MultiSep 228, MultiSep 229 及び InertSep VRA-3 を、保持型カラムとして Oasis HLB, Oasis PRiME HLB, ISOLUTE Myco 及び ISOLUTE ENV+ を用いた。

1) パススルー型カラム

ア) 回収率の確認

抽出液にカビ毒混合標準液を添加し、精製カラム負荷して通過液の 0–2 mL 及び 2–4 mL 画分を回収した。各通過液を超純水で 2.5 倍希釈し、

0.2 μ m フィルターでろ過したものを試験溶液とした。

イ) マトリックス効果の確認

ブランク抽出液を精製カラムに負荷し、通過液の 0–2 mL 及び 2–4 mL 画分を回収した。各通過液にカビ毒混合標準液を添加し、超純水で 2.5 倍希釈して 0.2 μ m フィルターでろ過したものを試験溶液とした。また、抽出溶媒を水で 2.5 倍希釈したものにカビ毒混合標準液を添加した溶媒標準溶液を調製し、以下の式によりマトリックス効果 (ME) を算出した。

$$ME(\%) = \left(\frac{\text{マトリックス添加標準溶液の面積平均}}{\text{溶媒標準溶液の面積平均}} - 1 \right) \times 100$$

評価は SANTE/11312/2021 に従い、 $\pm 20\%$ を参考基準とした。

2) 保持型カラムの回収率確認

抽出液にカビ毒混合標準液を添加し、精製カラムに負荷してカラムを洗浄後に溶出した。溶出液を 0.2 μ m フィルターでろ過したものを試験溶液とした。各カラムの精製は以下により行った。

ア) Oasis HLB, Oasis PRiME HLB

抽出液 2 mL を水で 16 倍希釈したものを負荷し、5 mL の水でカラムを洗浄した。シリンジでカラムを乾燥させ、5 mL のアセトニトリル/メタノール(9/1, v/v) で溶出した。溶出液 0.5 mL を窒素乾固し、0.5 mL の 0.1% 酢酸含有 20% メタノールで再溶解した。

イ) ISOLUTE Myco

抽出液を水で 16 倍希釈したものを 8 mL 負荷し、水 2.5 mL で 2 回洗浄した。シリンジでカラムを乾燥させ、0.1% ギ酸アセトニトリル 2 mL と 0.1% ギ酸メタノール 2 mL で順次溶出し、溶出液をアセトニトリルで 5 mL に定容した。定溶液 1 mL を窒素乾固し、0.25 mL の 0.1% 酢酸含有 20% メタノールで再溶解した。

ウ) ISOLUTE ENV+

抽出液 2 mL を水で 16 倍希釈したものを負荷し、5 mL の水でカラムを洗浄した。シリンジでカラムを乾燥させ、5 mL のアセトニトリル/メタノール(1/1, v/v) で溶出した。溶出液 0.5 mL を窒素乾固し、0.5 mL の 0.1% 酢酸含有 20% メタノールで再溶解した。

5 精製法の検討 (玄米)

試料 5.0 g を正確に 50 mL 遠沈管に採取し、抽出溶媒 20 mL を加えて 200 rpm で 60 分間振とう抽出した。4,500 rpm で 5 分間遠心分離した後の抽出液を EMR-Lipid に負荷し、初流 2 mL を回収した。精製法の比較として、さらに、MycoSpin 400 に流出液 750 μ L を加え、1 分間ボルテックスした後に 10,000 rpm で 1 分間遠心分離した上清を回収した。EMR-Lipid 負荷液、EMR-Lipid + MycoSpin 400 上清液をそれぞれ超純水で 2.5 倍希釈したものを試験溶液とし、回収率及びマトリックス効果を比較した。

6 添加回収試験

1) 精白米

試料 5.0 g を正確に 50 mL 遠沈管に採取し、抽出溶媒 20 mL を加えて 200 rpm で 60 分間振とう抽出した。4,500 rpm で 5 分間遠心分離した後の抽出液を、VRA-3 の下に Bond Elut Mycotoxin を連結した精製カラムに負荷した。初流 4 mL を廃棄し、続く 2 mL を回収後に超純水で 2.5 倍希釈し、0.2 μ m フィルターでろ過したものを試験溶液とした。

2) 玄米

抽出操作は精白米と同様に行い、遠心分離後に EMR-Lipid に抽出液を負荷し、初流 2 mL を回収した。回収した溶液を MycoSpin 400 に 750 μ L 添加し、1 分間ボルテックスした後に 10,000 rpm で 1 分間遠心分離した。上清を超純水で 2.5 倍希釈し、0.2 μ m フィルターでろ過したものを試験溶液とした。

各試料の添加濃度は表 3 に示す 2 濃度とし、5 併行で試験を行い、真度及び併行精度を評価した。回収率の評価基準は Codex のマニュアル¹⁶⁾を参考にした。

なお、上述 4、5 の回収率やマトリックス効果の確認試験については、高濃度で実施した。

7 定量下限 (LOQ) 及び検出下限 (LOD)

精白米及び玄米のブランク抽出液に、検量線の最低濃度となるように標準液を添加したものを 5 併行で測定した。得られた測定結果の S/N 比の平均から、S/N 比が 10 となる濃度を算出して LOQ とし、LOQ の 0.3 倍を LOD とした。

8 含有量調査

調査試料 (精白米、玄米) は県内のスーパー、米穀専門店及び直売所で購入した精白米 43 試料、玄米 11 試料を用いた。試料の生産地の内訳は、精白米が県北部 9 試料、県中部 6 試料、県西部 15 試料、県南部 1 試料、不明 (宮崎県内) 5 試料、県外 7 試料であり、玄米は県中部 3 試料、県西部 1 試料、不明 (宮崎県内) 1 試料、県外 5 試料、不明 (国産) 1 試料であった。

LOQ 以上の濃度が定量された場合に検出ありとした。

表 3 各カビ毒の添加濃度

	添加濃度 (μ g/kg)	
	低濃度	高濃度
15-AcDON	10	100
3-AcDON	10	100
AFB1	0.25	2.5
AFB2	0.25	2.5
AFG1	0.25	2.5
AFG2	0.25	2.5
α -ZEL	2	20
AOH	5	50
AME	0.5	5
β -ZEL	2	20
BEA	0.5	5
DON	10	100
DON-3-Glc	5	50
DAS	10	100
ENNA	0.5	5
ENNB	0.5	5
FUS-X	10	100
HT-2	10	100
NEO	5	50
NIV	10	100
OTA	0.5	5
PAT	5	50
STC	0.5	5
T-2	10	100
ZEN	10	100
ZEN-14-Glc	1	10
ZEN-14-S	1	10

結果

1 精製カラムの比較

本研究では高極性から低極性のカビ毒を対象としていることから、先行研究^{8, 17, 18)}を参考にアセト

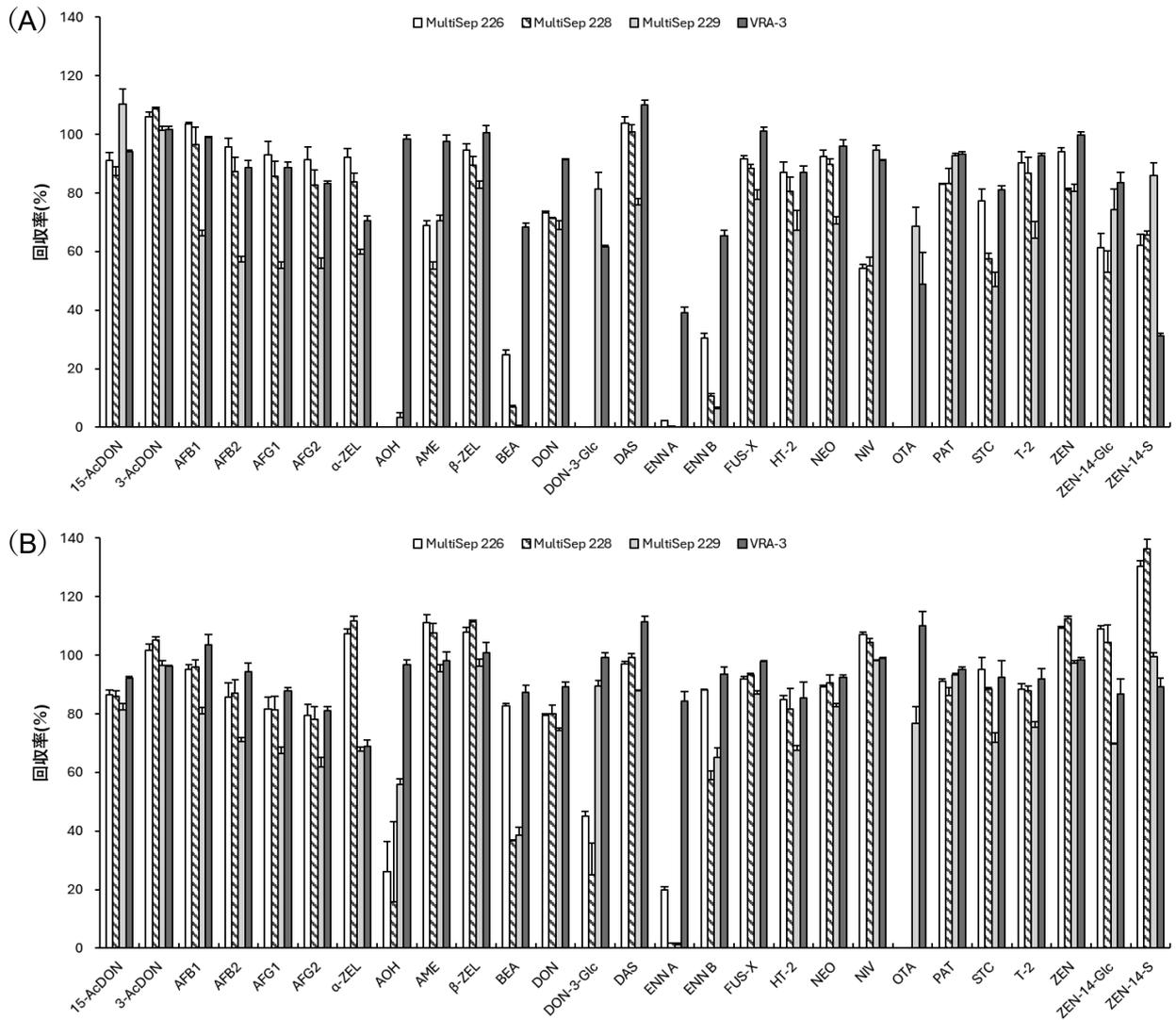


図 1 各精製カラムの回収率 (A) 0-2 mL 画分, (B) 2-4 mL 画分 (平均値 \pm SD (n=3))

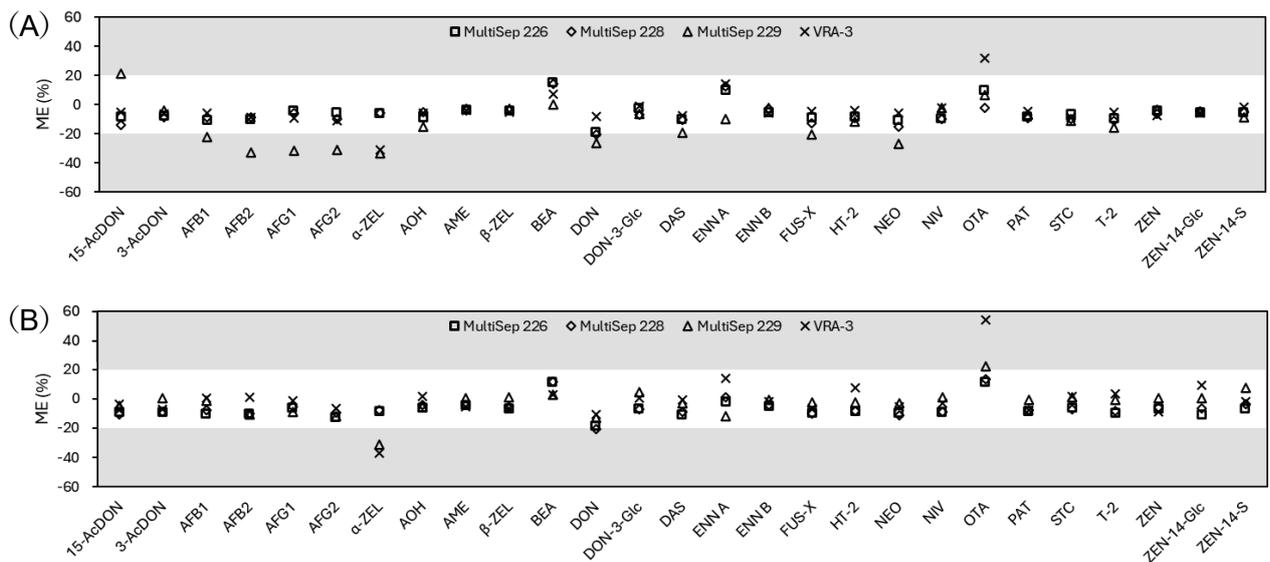


図 2 各精製カラム通過液のマトリックス効果 (A) 0-2 mL 画分, (B) 2-4 mL 画分

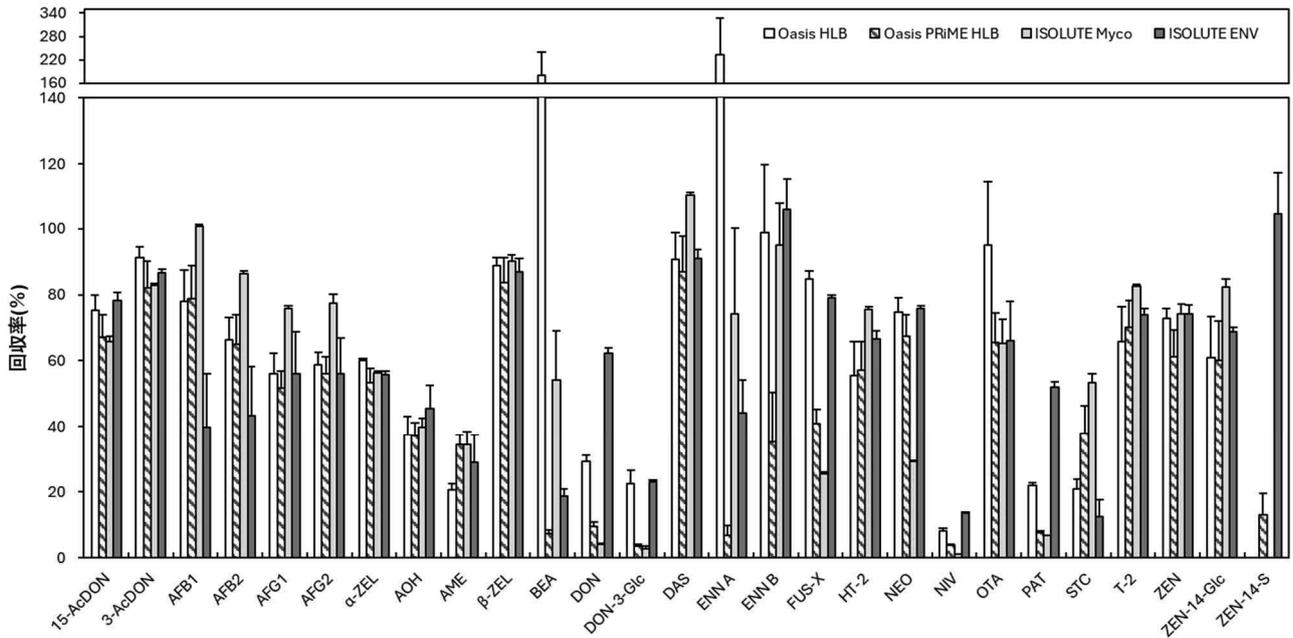


図 3 各保持型精製カラムの回収率 (平均値±SD (n=3))

ニトリル/水/酢酸 (79/20/1, v/v/v) を選択した。パススルー型カラムとして検討した MultiSep 226 では、AOH, DON-3-Glc, ENNA 及び OTA の回収率が低く、OTA は 0% であった。MultiSep 228 は AOH, BEA, DON-3-Glc, ENNA 及び OTA が低回収率であり、OTA は MultiSep 226 と同じく 0% であった。MultiSep 229 は BEA 及び ENNA で低回収率となった。VRA-3 の 2-4 mL 画分が最も回収率が良好であり、α-ZEL のみ 68.8% であった (図 1)。

マトリックス効果を確認したところ、MultiSep 226 及び 228 は概ね ±20% の範囲内にあり、DON のみ -20% であった。MultiSep 229 は 2-4 mL 画分でマトリックス効果が弱いものの、α-ZEL 及び OTA で ±20% の範囲を外れた。VRA-3 は α-ZEL 及び OTA のみ ±20% の範囲外であった (図 2)。

一方、保持型カラムではほとんどの項目で回収率が 50% 程度であった (図 3)。よって、一斉分

析法としてはパススルー型カラムが適していると判断し、最も回収率が良好であった VRA-3 を採用することとした。

VRA-3 では α-ZEL 及び OTA でマトリックス効果が確認されたため、穀類のマトリックス除去に用いられる Bond Elut Mycotoxin の追加精製に

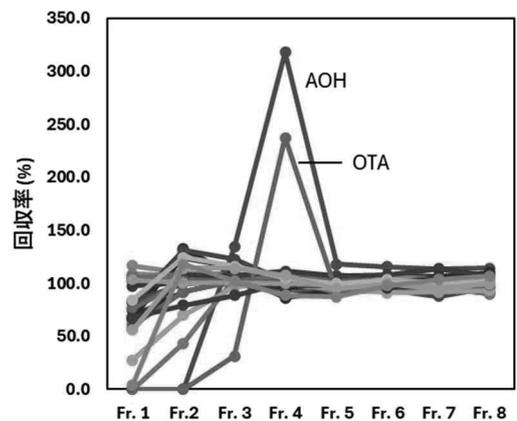


図 4 VRA-3 及び Bond Elut Mycotoxin 連結時の回収率 (n=1)

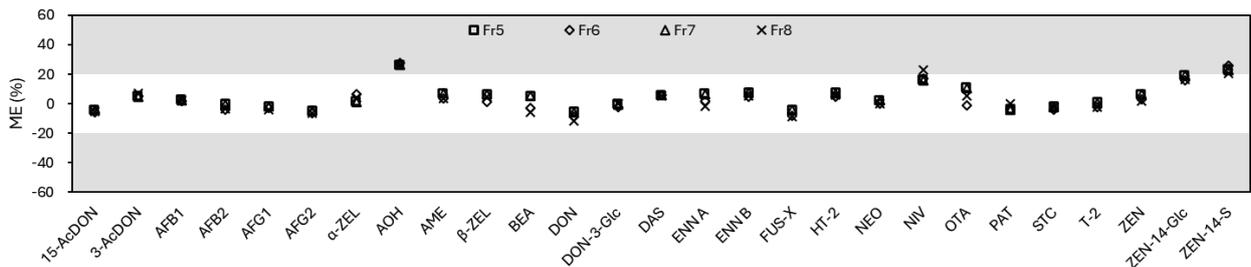


図 5 VRA-3 及び Bond Elut Mycotoxin 連結時の各フラクションにおけるマトリックス効果

より軽減できるか検討した。VRA-3 の下に Bond Elut Mycotoxin を連結したカラムを用いて、1 mL ずつ通過液を回収して回収率を確認したところ、フラクション (Fr.) 5 の画分以降から良好な回収率が得られた (図 4)。Fr.5 から Fr.8 までのマトリックス効果を確認したところ、 α -ZEL 及び OTA は改善されたが、AOH と ZEN-14-S でわずかに 20% を超過した (図 5)。しかし、回収率がおおむね良好であったことから、含有量調査の分析法としては使用できると判断し、VRA-3 と Bond Elut Mycotoxin の併用を精製法として採用し、Fr. 5-6 の 2 mL を試験に用いることとした。

2 精白米試料における添加回収試験

表 4 に精白米試料の添加回収試験結果を示す。低濃度では回収率 80.3–117.3%，高濃度では回収率 73.3–107.7% であり、併行精度はすべて 20% 以下であった。検量線の直線性はすべて良好であり、算出された LOQ は 0.25–2.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ であった。なお、ブランク試料を測定して選択性を確認したところ、定量を妨害するピークは見られな

かった。

3 玄米試料における添加回収試験およびマトリックス効果の確認

精白米と同様の分析法を試したところ、超純水で希釈した際に強く白濁したため精製不足が懸念された。玄米では精白米よりも脂質等の含有量が増えることから、脂質除去を目的に使用される EMR-Lipid とカビ毒一斉分析に使用される MycoSpin 400 が適用可能か検討した。

EMR-Lipid のみの精製法と EMR-Lipid 及び MycoSpin 400 併用時を比較した添加回収試験とマトリックス効果を表 5 及び図 6 に示す。EMR-Lipid の低濃度では α -ZEL, BEA, ENNA, ENN B, NEO, OTA が低回収率となり、高濃度では α -ZEL, BEA, ENNA, ENN B が低回収率であった。EMR Lipid と MycoSpin 400 併用時は、低濃度では α -ZEL, DON-3-Glc, OTA が、高濃度では α -ZEL, DON-3-Glc が低回収率となり、MycoSpin 400 を使用すると DON-3-Glc の回収率が著しく

表 4 精白米試料における添加回収試験結果

	低濃度			高濃度			R^2	LOQ ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	LOD ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
	評価基準 (%)	回収率 (%)	併行精度 (RSD%)	評価基準 (%)	回収率 (%)	併行精度 (%)			
15-AcDON	60–115	101.8	4.6	80–110	106.3	3.2	0.999	1.0	0.3
3-AcDON	60–115	98.8	6.1	80–110	100.8	2.0	1.000	1.0	0.3
AFB1	40–120	103.7	1.2	60–115	99.4	2.7	1.000	0.1	0.03
AFB2	40–120	100.2	0.8	60–115	99.0	1.7	1.000	0.1	0.03
AFG1	40–120	96.6	2.0	60–115	96.8	2.6	1.000	0.1	0.03
AFG2	40–120	100.3	5.6	60–115	97.5	1.4	1.000	0.1	0.03
α -ZEL	60–115	101.9	6.8	80–110	92.5	5.0	1.000	0.5	0.15
AOH	60–115	107.2	8.3	80–110	106.5	3.9	1.000	1.0	0.3
AME	40–120	116.7	2.0	60–115	91.6	2.4	1.000	0.1	0.03
β -ZEL	60–115	109.9	3.4	80–110	99.0	2.5	1.000	0.5	0.15
BEA	40–120	98.0	5.8	60–115	73.3	7.1	1.000	0.25	0.08
DON	60–115	80.4	8.9	80–110	101.1	3.0	0.999	2.0	0.6
DON-3-Glc	60–115	88.0	12.3	80–110	94.5	2.1	1.000	2.0	0.6
DAS	60–115	101.3	0.8	80–110	104.2	2.3	1.000	0.1	0.3
ENNA	40–120	89.7	5.0	60–115	79.7	2.9	0.999	0.1	0.3
ENN B	40–120	97.8	2.3	60–115	97.4	2.0	1.000	0.1	0.3
FUS-X	60–115	93.0	9.8	80–110	101.2	3.0	1.000	2.0	0.6
HT-2	60–115	110.2	2.4	80–110	101.5	2.5	1.000	1.0	0.3
NEO	60–115	93.5	2.3	80–110	101.2	2.3	1.000	0.5	0.15
NIV	60–115	105.5	4.1	80–110	91.6	4.1	1.000	2.0	0.6
OTA	40–120	90.5	8.1	60–115	107.7	6.0	1.000	0.5	0.15
PAT	60–115	89.5	5.9	80–110	90.5	2.0	1.000	5.0	1.5
STC	40–120	114.2	2.8	60–115	101.8	1.9	1.000	0.1	0.03
T-2	60–115	101.6	1.6	80–110	94.0	6.4	1.000	1.0	0.3
ZEN	60–115	117.3	2.3	80–110	105.2	3.5	1.000	1.0	0.3
ZEN-14-Glc	40–120	103.9	9.0	60–115	102.3	3.0	1.000	0.5	0.15
ZEN-14-S	40–120	80.3	3.4	60–115	79.3	3.3	1.000	0.5	0.15

表 5 玄米試料における添加回収試験結果

	低濃度					高濃度					R ²
	評価基準 (%)	EMR-Lipid		EMR-Lipid + MycoSpin 400		評価基準 (%)	EMR-Lipid		EMR-Lipid + MycoSpin 400		
		回収率 (%)	併行精度 (RSD%)	回収率 (%)	併行精度 (%)		回収率 (%)	併行精度 (RSD%)	回収率 (%)	併行精度 (%)	
15-AcDON	60-115	63.5	3.4	75.0	3.8	80-110	77.5	4.1	86.2	1.6	1.000
3-AcDON	60-115	75.5	4.8	100.3	5.0	80-110	82.6	1.7	104.6	2.0	1.000
AFB1	40-120	78.1	3.5	87.1	2.4	60-115	80.4	1.7	87.2	2.6	1.000
AFB2	40-120	85.3	3.7	92.2	4.0	60-115	78.5	2.3	85.7	1.6	1.000
AFG1	40-120	76.8	9.4	75.9	5.6	60-115	77.4	3.6	78.1	1.6	1.000
AFG2	40-120	76.5	10.2	80.6	4.0	60-115	72.3	2.3	75.4	2.6	1.000
α-ZEL	60-115	40.6	32.2	49.7	30.4	80-110	42.3	9.8	56.1	6.1	0.999
AOH	60-115	93.5	8.0	86.1	6.1	80-110	87.8	2.3	77.6	30.5	1.000
AME	40-120	78.9	5.2	82.7	6.5	60-115	80.6	1.6	79.0	13.8	1.000
β-ZEL	60-115	81.9	17.3	108.6	12.2	80-110	79.0	1.9	90.3	5.5	1.000
BEA	40-120	27.4	3.2	87.5	6.8	60-115	11.4	5.2	65.8	20.4	1.000
DON	60-115	65.7	6.5	75.3	4.1	80-110	83.0	2.2	88.4	1.7	1.000
DON-3-Glc	60-115	89.5	12.9	19.1	37.9	80-110	71.2	5.5	39.0	5.2	1.000
DAS	60-115	78.7	0.9	87.8	2.0	80-110	92.5	2.3	96.7	1.4	0.999
ENN A	40-120	31.4	2.4	76.0	1.7	60-115	16.0	4.2	57.8	7.9	0.999
ENN B	40-120	42.3	2.1	76.2	3.3	60-115	47.0	3.6	77.2	3.5	0.999
FUS-X	60-115	69.2	6.3	76.0	3.9	80-110	81.4	1.4	87.9	2.5	1.000
HT-2	60-115	90.1	4.7	106.4	4.3	80-110	91.2	1.9	98.3	1.7	1.000
NEO	60-115	53.8	3.0	70.9	1.0	80-110	76.7	3.3	86.8	1.0	0.999
NIV	60-115	62.2	4.7	85.2	8.5	80-110	81.0	1.5	87.1	1.9	1.000
OTA	40-120	43.3	29.9	30.4	43.5	60-115	85.0	2.1	61.6	9.8	1.000
PAT	60-115	106.5	2.7	108.9	3.3	80-110	88.0	2.0	100.7	0.5	1.000
STC	40-120	75.8	2.9	86.2	3.9	60-115	67.1	2.0	73.3	3.4	1.000
T-2	60-115	74.2	1.6	82.5	9.4	80-110	82.6	1.1	88.3	5.3	1.000
ZEN	60-115	68.1	4.9	83.1	3.4	80-110	82.9	2.2	97.1	1.8	1.000
ZEN-14-Glc	40-120	97.4	6.8	109.8	7.5	60-115	90.4	3.3	97.2	2.9	1.000
ZEN-14-S	40-120	92.2	3.0	105.6	3.6	60-115	101.6	1.4	106.5	4.5	1.000

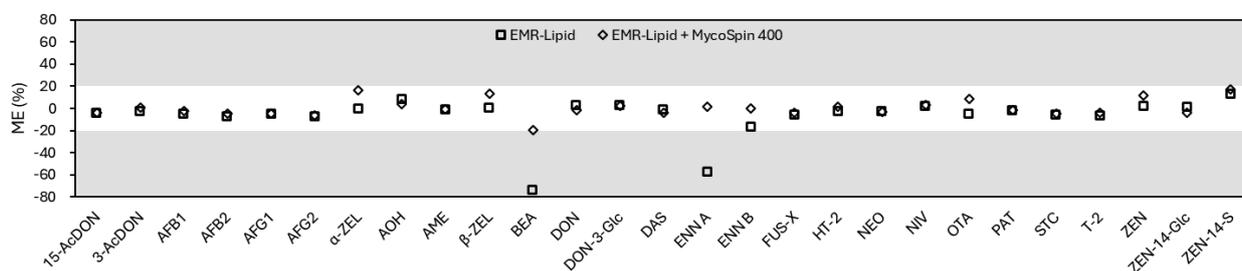


図 6 玄米試料における各精製法のマトリックス効果

低くなった。併行精度は低回収率の項目を除いておおむね良好であったが、EMR-Lipid + MycoSpin 400 併用時の高濃度で AOH が 1 試料低回収率となり (回収率: ①99.7%, ②80.1%, ③75.9%, ④38.9%, ⑤93.3%), 併行精度が 30.5% となった。

マトリックス効果に関しては、EMR-Lipid では BEA と ENN A で強いイオン化抑制が確認された。一方で EMR-Lipid + MycoSpin 400 併用時は、すべてのカビ毒で強いマトリックス効果は見られなかった。そのため、回収率及びマトリックス効果の結果から EMR-Lipid + MycoSpin 400 を併用した精製法を採用した。なお、算出された LOQ は 0.25–5.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ であり (表 6)、選択性も問題はなかった。

4 含有実態調査

表 7 に LOQ 以上の濃度で検出されたカビ毒を示す。複数試料から検出されたカビ毒は、精白米では AME, BEA, DAS, ZEN 及び ZEN-14-S, 玄米では AME, BEA, DAS, STC, ZEN 及び ZEN-14-S であった。高頻度で検出されたカビ毒は、精白米では BEA が 32.6% (14/43 試料) から、玄米では AME, BEA, STC が 54.5% (6/11 試料) から検出された。検出濃度は精白米と玄米ともに、ZEN が最も高く、精白米では 3.44–33.67 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (平均 18.55 $\mu\text{g}/\text{kg}$), 玄米では 10.42–287.34 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (平均 148.88 $\mu\text{g}/\text{kg}$) であった。ZEN が検出された試料では、ZEN の硫酸抱合体である ZEN-14-S も検出された。

表 6 玄米分析法の推定 LOQ 及び LOD

	LOQ ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	LOD ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
15-AcDON	1.0	0.3
3-AcDON	1.0	0.3
AFB1	0.1	0.03
AFB2	0.1	0.03
AFG1	0.1	0.03
AFG2	0.1	0.03
α -ZEL	1.0	0.30
AOH	2.5	0.75
AME	0.1	0.03
β -ZEL	1.0	0.3
BEA	0.25	0.08
DON	2.0	0.6
DON-3-Glc	2.0	0.6
DAS	0.1	0.3
ENNA	0.1	0.3
ENNB	0.1	0.3
FusX	2.0	0.6
HT-2	1.0	0.3
NEO	0.5	0.15
NIV	5.0	1.5
OTA	0.5	0.15
PAT	5.0	1.5
STC	0.1	0.03
T-2	1.0	0.3
ZEN	2.0	0.6
ZEN-14-Glc	0.5	0.15
ZEN-14-S	0.5	0.15

1 試料あたりのカビ毒複合汚染に関しては、精白米で 2 種類 (7%, 3/43 試料), 3 種類 (2.3%, 1/43 試料), 7 種類 (2.3%, 1/43 試料) のカビ毒が検出され、玄米では 2 種類 (9.1%, 1/11 試料), 3 種類 (27.3%, 3/11 試料), 5 種類 (9.1%, 1/11 試料), 11 種類 (9.1%, 1/11 試料) と複数のカビ毒が検出された試料があった (図 7)。検出されたカビ毒の組み合わせは図 8 に示す。

考察

1 分析方法の検討及び添加回収試験

含有実態調査を実施するにあたり、マトリックス検量線を使用しない多種カビ毒の一斉分析法を検討した。InertSep GC と VRA-3 の併用による水産飼料の複雑なマトリックスの除去が報告されているが¹⁹⁾、グラファイトカーボンを使用す

ると AF 類や ZEN が低回収率となったため、その他のカラムで検討を進めた。その結果、精白米では VRA-3 と Bond Elut Mycotoxin の組み合わせにより、27 種類のカビ毒で良好な回収率が得られた。算出 LOQ も 0.25–2.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ であり、米を対象とした先行研究²⁰⁻²²⁾と比較しても包括的かつ高感度な分析法であると考えられる。ただし、AOH と ZEN-14-S でマトリックス効果が見られたという点においては検討の余地がある。

一方、玄米では超純水希釈時に著しく白濁することがあり、精製不足が疑われたため、脂質/マトリックスの除去に使用される EMR-Lipid をベースとして検討した。EMR-Lipid のみでは BEA や ENNA が低回収率となったが、MycoSpin 400 で追加精製することで回収率が改善した。BEA と ENNA は EMR-Lipid のみでは強いイオン化抑制が確認されたことから、低回収率の原因はマトリックス効果によるものと考えられた。MycoSpin 400 による追加精製は、マトリックス効果を改善できたが、DON-3-Glc の回収率が極めて低くなり、吸着等による損失が疑われた。

よって、EMR-Lipid のみの分析法と MycoSpin 400 による追加精製法の 2 種の分析法を用いることで相補的に多くのカビ毒を分析できると考えられるが、 α -ZEL や低濃度の OTA などはいずれも低回収率であるため更なる検討が必要である。

2 含有実態調査

実試料の含有実態調査では、精白米からは BEA、玄米からは AME、BEA、STC が最も検出頻度が高く、玄米では DAS の検出頻度も高かった。AME、BEA は新興カビ毒に該当し、本県の米にも含まれていることが明らかとなった。濃度は 0.12–44.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ であり、BEA については国立医薬品食品衛生研究所による調査 (2019–2021 年)²³⁾の 8.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (米・玄米の最大値) より高い値となった。他国での調査や他の穀物^{1, 23)}と比べても低濃度であったが、正確な実態把握のためにも継続的な調査が必要であると考えられる。AME に関しては、穀物での調査¹⁾と比較すると低濃度であった。

ZEN が検出された試料からは、モディファイドマイコトキシンである ZEN-14-S が検出されたが、

配糖体である ZEN-14-Glc は検出されなかった。一方で、DON が検出された玄米では DON-3-Glc が検出された。米ぬかを対象とした調査では 60% の試料から ZEN-14-Glc が検出されたとの報告²⁴⁾があるが、本調査では配糖体は検出されず一致する結果とはならなかった。ZEN-14-S は植物だけでなく、*Fusarium* 属や *Aspergillus* 属菌によっ

ても ZEN から変換されることが知られているが^{25, 26)}、今回の調査で検出された ZEN-14-S が稲由来なのか環境中の菌由来なのかは判断できない。

しかしながら、ZEN-14-S も酸や酵素により容易に ZEN に変換されるため^{3, 26)}、本県の米においては ZEN-14-S による汚染も起こりうるという実態の把握は重要な知見になったと考えられる。

表 7 調査試料中のカビ毒含有量

	精白米 (n=43)			玄米 (n=11)		
	検出濃度範囲 (µg/kg)	検出濃度平均 (µg/kg)	陽性率 (%)	検出濃度範囲 (µg/kg)	検出濃度平均 (µg/kg)	陽性率 (%)
15-AcDON	-	-	-	-	-	-
3-AcDON	-	-	-	-	-	-
AFB1	-	-	-	-	-	-
AFB2	-	-	-	-	-	-
AFG1	-	-	-	-	-	-
AFG2	-	-	-	-	-	-
α-ZEL	-	-	-	-	-	-
AOH	-	-	-	-	-	-
AME	0.12 - 0.17	0.15	9.3	0.16 - 1.33	0.59	54.5
β-ZEL	0.59	0.59	2.3	14.16	14.16	9.1
BEA	0.26 - 8.21	1.89	32.6	0.72 - 44.54	14.18	54.5
DON	-	-	-	69.50	69.50	9.1
DON-3-Glc	-	-	-	4.30	4.30 (8.63)	9.1
DAS	0.21 - 1.01	0.62	4.7	0.58 - 7.33	2.88	27.3
ENN A	-	-	-	-	-	-
ENN B	-	-	-	-	-	-
FUSX	-	-	-	35.49	35.49	9.1
HT-2	-	-	-	-	-	-
NEO	-	-	-	-	-	-
NIV	12.57	12.57	2.3	11.99	11.99	9.1
OTA	2.77	2.77	2.3	-	-	-
PAT	-	-	-	-	-	-
STC	0.13	0.13	2.3	0.17 - 1.06	0.40	54.5
T-2	-	-	-	-	-	-
ZEN	3.44 - 33.67	18.55	4.7	10.42 - 287.34	148.88	18.2
ZEN-14-Glc	-	-	-	-	-	-
ZEN-14-S	0.38 - 1.55	0.96	4.7	1.34 - 149.6	75.47	18.2

※ DON-3-Glcの括弧書きはEMR-Lipid精製のみの結果を意味する

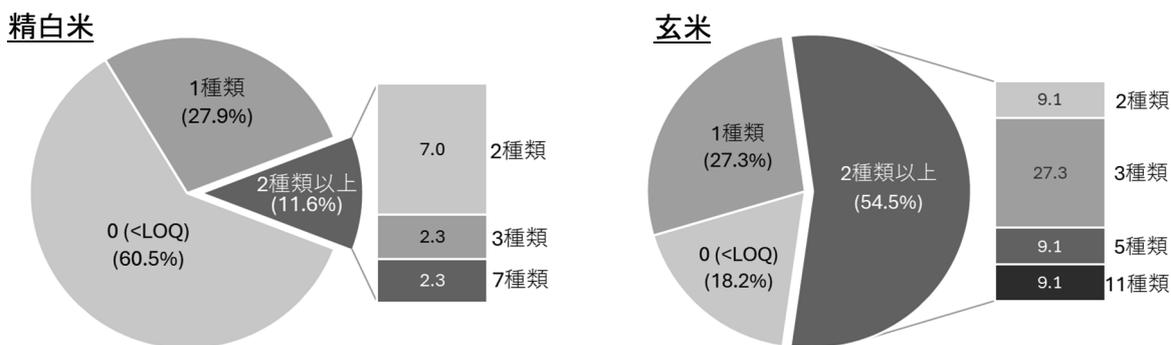


図 7 1 試料中から検出されたカビ毒項目数

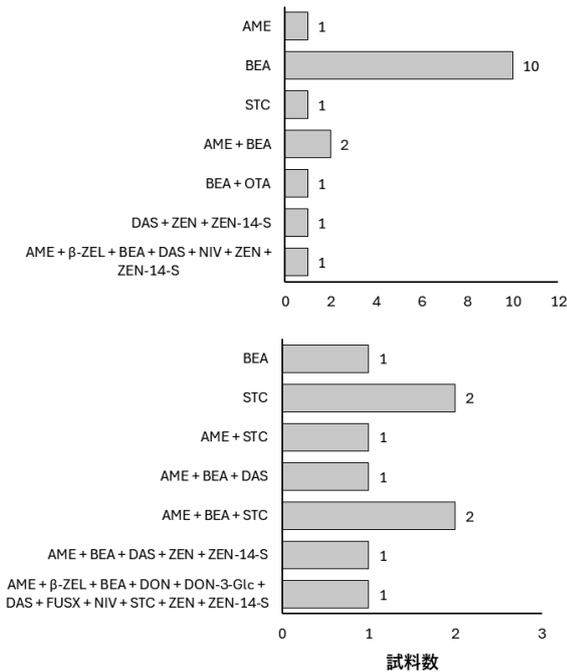


図 8 検出カビ毒項目別の試料数

また、DON-3-Glc が検出されたため、EMR-lipid 精製のみとの結果と比較したところ、4.30 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (EMR-Lipid + MycoSpin 400) と 8.63 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (EMR-Lipid) と約 2 倍の結果となった (表 7)。添加回収試験の結果 (表 5) では、EMR-lipid 精製の回収率が良好であることから、試料濃度は 8.63 $\mu\text{g}/\text{kg}$ の方がより実態に近いと考えられる。

複合汚染に着目すると、精白米では試料の 11%、玄米では 54% の試料が 2 種類以上のカビ毒に汚染されていた。特に精白米と玄米でそれぞれ 7 種類、11 種類の複合汚染が起きていた試料があり、複合汚染の種類が多い試料は検出濃度も高い傾向があった。

含有量調査の結果、本県においては、AME、BEA のような新興カビ毒、ZEN とその硫酸抱合体である ZEN-14-S、DAS や NIV などのトリコテセン系カビ毒、AF 類の前駆体である STC が精白米及び玄米から検出されやすいカビ毒であることが明らかとなった。

3 研究の限界

本研究では、精白米及び玄米を対象としたカビ毒一斉分析法の検討と実試料の含有実態調査により、本県での汚染実態に関する知見を得ることができた。しかし、本研究の内容には以下の限界が挙げられる。

(1) 分析方法の妥当性及び品種別の適用可能性

九州で主に生産される米はヒノヒカリであることから、本研究における分析法の検討はヒノヒカリを用いて実施した。そのため、コシヒカリやひとめぼれ等の別の品種で同等の回収率や精製効果が得られるかは不明である。

また、添加回収試験では日間変動について評価していないため、今後は分析法の妥当性や別品種への適用可能性についての検討が必要である。

(2) サンプルングの偏り及び年次変動

含有実態調査の試料数が精白米 43 試料、玄米 11 試料と少ないため、この結果が本県の状況を正確に反映したものとは考えにくい。とりわけ、栽培方法等による影響は大きいと予想されるため、より試料数を増やした調査が必要である。

また、カビ毒の汚染濃度は気候に強く影響を受け年次変動が大きいことが知られている。本調査の米試料は多くが 2024 年産であるため、詳細な汚染実態の把握には継続的な調査が必要である。

まとめ

精白米では VRA-3 と Bond Elut Mycotoxin を併用することで、モディファイドマイコトキシン及び新興カビ毒を含む 27 種のカビ毒一斉分析が可能となった。玄米においては、EMR-Lipid と MycoSpin 400 の併用によりマトリックス効果を軽減することができたが、 α -ZEL、OTA や DON-3-Glc など一部のカビ毒で回収率が低いため検討の余地がある。

県内の精白米及び玄米では、AME、BEA、STC の検出頻度が高かった。また、ZEN-14-S や DON-3-Glc が検出されたこと、頻度や濃度は低いものの複合汚染も確認されたことから、モディファイドマイコトキシン等を対象とした一斉分析法の重要性を示唆する結果となった。

今後は、他品種での分析法の適用可能性の確認や、年次変動の程度など詳細な汚染実態に関する情報が求められる。

文献

- 1) Fraeyman, S., Croubels, S., Devreese, M., Antonissen, G. Emerging Fusarium and

- Alternaria* Mycotoxins: Occurrence, Toxicity and Toxicokinetics. *Toxins* 2017; 9(7): 228.
- 2) Berthiller, F., Crews, C., Dall'Asta, C. et al. Masked mycotoxins: A review. *Molecular Nutrition Food Research* 2013; 57(1): 165-86.
 - 3) Kovač, M., Šubarić, D., Bulaić, M. et al. Yesterday masked, today modified; what do mycotoxins bring next? *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology* 2018; 69(3): 196-214.
 - 4) Gruber-Dorninger, C., Novak, B., Nagl, V., Berthiller, F. Emerging Mycotoxins: Beyond Traditionally Determined Food Contaminants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2017; 65(33): 7052-7070.
 - 5) EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Scientific Opinion on the risks for human and animal health related to the presence of modified forms of certain mycotoxins in food and feed. *EFSA Journal* 2014; 12(12): 3916.
 - 6) Palumbo, R., Crisci, A., Venâncio, A. et al. Occurrence and Co-Occurrence of Mycotoxins in Cereal-Based Feed and Food. *Microorganisms* 2020; 8(1): 74.
 - 7) Crudo, F., Varga, E., Aichinger, G. et al. Co-Occurrence and Combinatory Effects of *Alternaria* Mycotoxins and Other Xenobiotics of Food Origin: Current Scenario and Future Perspectives. *Toxins* 2019; 11(11): 640.
 - 8) Sulyok, M., Stadler, D., Steiner, D., Krska, R. Validation of an LC-MS/MS-based dilute-and-shoot approach for the quantification of > 500 mycotoxins and other secondary metabolites in food crops: challenges and solutions. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 2020; 412(11): 2607-2620.
 - 9) Pantano, L., La Scala, L., Olibrio, F. et al. QuEChERS LC-MS/MS Screening Method for Mycotoxin Detection in Cereal Products and Spices. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021; 18(7): 3774.
 - 10) Rodríguez-Cañás, I., González-Jartín, J. M., Alvariño, R. et al. Detection of mycotoxins in cheese using an optimized analytical method based on a QuEChERS extraction and UHPLC-MS/MS quantification. *Food Chemistry* 2023; 408: 135182.
 - 11) Nakhjavan, B., Sami Ahmed, N., Khosravi-fard, M. Development of an Improved Method of Sample Extraction and Quantitation of Multi-Mycotoxin in Feed by LC-MS/MS. *Toxins* 2020; 12(7): 462.
 - 12) Yang, Y., He, Z., Mu, L. et al. Simultaneous Determination of 23 Mycotoxins in Broiler Tissues by Solid Phase Extraction UHPLC-Q/Orbitrap High Resolution Mass Spectrometry. *Separations* 2021; 8(12): 236.
 - 13) Battilani, P., Toscano, P., Van der Fels-Klerx, H. J. et al. Aflatoxin B1 contamination in maize in Europe increases due to climate change. *Scientific Reports* 2016; 6: 24328.
 - 14) Jung, J. -Y., Kim, J. -H., Baek, M. et al. Adapting to the projected epidemics of *Fusarium* head blight of wheat in Korea under climate change scenarios. *Frontiers in Plant Science* 2022; 13: 104052.
 - 15) Kiselevva, M., Chalyy, Z., Sedova, I. et al. Stability of Mycotoxins in Individual Stock and Multi-Analyte Standard Solutions. *Toxins* 2020; 12(2): 94.
 - 16) Codex Alimentarius Commission. "General Criteria for the Selection of Single-Laboratory Validated Methods of Analysis". *Procedural Manual*, 27th edition 2019, p.77.
 - 17) Malachová, A., Sulyok, M., Beltrán, E. et al. Optimization and validation of a quantitative liquidchromatography-tandem mass spectrometric method covering 295 bacterial and fungal metabolites including all regulated mycotoxins in four model food matrices. *Journal of Chromatography A* 2014; 1362: 145-156.

- 18) Sulyok, M., Suman, M., Krska, R. Quantification of 700 mycotoxins and other secondary metabolites of fungi and plants in grain products. *NPJ Science of Food* 2024; 8(1): 49.
- 19) 佐野勇氣, 高橋洋武, 橋田 規 他. 水産飼料中のトリコテセン系カビ毒一斉分析法の開発. *日本水産学会誌* 2021; 87(6): 679-684.
- 20) Majeed, S., De Boevre, M., De Saeger, S. et al. Multiple Mycotoxins in Rice: Occurrence and Health Risk Assessment in Children and Adults of Punjab, Pakistan. *Toxins* 2018; 10(2): 77.
- 21) Troestch, J., Reyes, S., Vega, A. Determination of Mycotoxin Contamination Levels in Rice and Dietary Exposure Assessment. *Journal of Toxicology* 2022: 3596768.
- 22) Santos, A. R., Carreiró, F., Freitas, A. et al. Mycotoxins Contamination in Rice: Analytical Methods, Occurrence and Detoxification Strategies. *Toxins* 2022; 14(9): 647.
- 23) 吉成知也 他. 令和元～3 (2019～2021)年度厚生労働科学研究報告書「日本国内流通食品に検出される新興カビ毒の安全性確保に関する研究」
- 24) Siri-anusornsak, W., Kolawole, O., Mahakarnchanakul, W. et al. The Occurrence and Co-Occurrence of Regulated, Emerging, and Masked Mycotoxins in Rice Bran and Maize from Southeast Asia. *Toxins* 2022; 14(8): 567.
- 25) Borzekowski, A., Drewitz, T., Keller, J. et al. Biosynthesis and Characterization of Zearalenone-14-Sulfate, Zearalenone-14-Glucoside and Zearalenone-16-Glucoside Using Common Fungal Strains. *Toxins* 2018; 10(3): 104.
- 26) Plasencia, J., Mirocha, C. J. Isolation and Characterization of Zearalenone Sulfate Produced by *Fusarium* spp. *Applied and Environmental Microbiology* 1991; 57(1): 146-150.

宮崎県流通の水産食品におけるヒスタミン産生菌汚染状況調査及び 柑橘精油（へべす及び日向夏）によるヒスタミン食中毒予防効果の検討

恒益知宏¹⁾ 高山清子 福留智子²⁾ 引地恵一²⁾
成田翼²⁾ 黒木麻衣³⁾ 野中勇志

Survey of Histamine-producing Bacteria Contamination in Seafood Products Distributed in Miyazaki Prefecture and Examination of The Preventive Effect of Citrus Essential oils (‘Hebesu’ and ‘Hyuganatsu’) on Histamine Food Poisoning

Tsunemasu Tomohiro, Takayama Kiyoko, Fukudome Tomoko, Hikichi Keiichi,
Narita Tsubasa, Kurogi Mai, Nonaka Yuji

要旨

本県では2017年から2019年にかけてシイラを原材料としたヒスタミン食中毒が連続して発生した。ヒスタミン食中毒の発生を未然に防ぐためには、本県に流通する水産食品のヒスタミン産生菌汚染状況を明らかにすることが重要であり、また、その汚染状況に応じた対策が必要と考えられた。そこで本調査では柑橘精油の抗菌活性に着目し、本県特有の柑橘類であるへべす及び日向夏の精油がヒスタミン食中毒予防効果を有するか検討した。ヒスタミン産生菌汚染状況調査においてシイラ20尾を調べたところ、18尾から*Photobacterium damsela*, 2尾から*Enterobacter aerogenes* が検出された。*P. damsela* に対し、へべす精油及び日向夏精油をそれぞれ用いたところ、どちらの精油においても濃度依存性のヒスタミン産生菌増殖抑制効果及びヒスタミン蓄積抑制効果が得られた。本調査により、本県特有の柑橘類であるへべす及び日向夏の精油が*P. damsela* を原因とするヒスタミン食中毒の予防に有用である可能性が示された。

キーワード：ヒスタミン食中毒，ヒスタミン産生菌，食中毒予防，柑橘精油，へべす，日向夏

はじめに

ヒスタミン（以下「Hm」という。）食中毒は、Hmを高濃度に蓄積した食品を摂取することによりアレルギー様症状を呈する食中毒である¹⁾。本県においては、2017年から3年連続で発生しており、原因魚種は3年連続でシイラ、原因菌種は、2017年が*Raoultella planticola*、2018年及び2019年が*Photobacterium damsela*であった²⁾。Hm食中毒は全国的に発生し、Hm産生菌の特性などが広く研究されている³⁾ものの、本県に流通する水産食品のHm産生菌汚染状況等のHm食中毒リスクを調査した事例は少ない⁴⁾。そのため、本県におけるHm食中毒リスクの特徴を明らかにし、さらにHm食中毒予防に資する方法を検討することが

本県の食品衛生上重要と考えられる。

Hm食中毒予防のために温度管理は重要である²⁾が、温度管理以外の方法についても検討されている。山木らの報告⁵⁾では、電解水やpHコントロールなどが紹介されており、そのほかでは新田らがコロナ放電⁶⁾、保らが柑橘精油（文旦）⁷⁾によるHm産生菌の制御を報告している。

農林水産業の盛んな本県においては柑橘類の生産量が多く、その果実は生食だけでなく飲料等のさまざまな加工品の原材料にも使われているものの、果皮等加工残渣の有効活用が課題となっている。高橋らは、柑橘類の加工残渣の有効活用の一例として柑橘精油に着目し、その抽出方法について検討している⁸⁾。一方、本県にはへべすや日向夏など特有の柑橘類があるものの、それらの精油が

衛生化学部 ¹⁾現県立延岡病院 ²⁾微生物部 ³⁾現高崎食肉衛生検査所

文旦精油⁷⁾と同様にHm産生菌の制御に使用できるかなどの特性は未だ明らかにされていない。

以上の背景から、本県におけるHm食中毒リスク調査として、本県流通の水産食品におけるHm産生菌汚染状況を調査し、さらに本県特有の柑橘類であるへべす及び日向夏の精油がHm食中毒の予防に資するかを検討したので報告する。

対象

1 水産食品における Hm 産生菌汚染状況調査

1) 鮮魚

県内漁港で 2023 年 10 月に水揚げされたシイラ 20 尾を水産業者から購入し、内臓を検体とした。

2) 水産加工品

缶詰、冷凍食品等 24 品目を 2022 年 3 月に県内の小売店から購入し検体とした。

2 柑橘精油による Hm 食中毒予防効果の検討

1) Hm 産生菌

本調査において分離された株である *P. damsela* mi01-01 を用いた。

2) 柑橘精油

県内で菓子製造時等に派生するへべす及び日向夏の果皮を原材料に、 50 ± 5 °C の減圧水蒸気蒸留法により製造された精油を 2024 年 4 月に購入し使用した (合同会社 LC)。

方法

1 水産食品における Hm 産生菌汚染状況調査

1) 水産食品からの Hm 産生菌分離

通堂⁹⁾及び神吉ら¹⁰⁾の方法を参照し、一部改変して行った。すなわち、検体をホモジナイズした後に 5 g を量り取り、Histidine Broth (ハイポリペプトン (富士フィルム和光純薬株) 10 g, Bacto Yeast Extract (Gibco) 3 g, D(+)-グルコース (富士フィルム和光純薬株) 5 g 及び L-ヒスチジン塩酸塩一水和物 (富士フィルム和光純薬株) 5.47 g を 50%人工海水 (New Ocean, 株) ジャパンバイオケミカル) 1L に溶解後 pH 5 に調整) 45 mL を加え、ストマッカーで懸濁した。懸濁後、各懸濁液を 30°C 24 時間で増菌培養した。増菌培養後の各懸濁液を 30°C 24 時間で 0.1%グルコース添加

Niven's agar¹¹⁾で画線培養した。

なお、*Morganella morganii* NBRC3848 の菌液を Histidine Broth に添加したものを陽性対照として、Histidine Broth のみを陰性対照として増菌培養の操作からそれぞれ実施し、その後得られた液を 30°C 24 時間で 0.1%グルコース添加 Niven's agar で画線培養した。

2) DNA 抽出

アルカリ熱抽出法により行った。すなわち、0.1%グルコース添加 Niven's agar 上で周囲が紫変したコロニーをそれぞれ 1 白金耳かきとり、PBS 50 μ L に懸濁した。懸濁液 5 μ L を 25 mM NaOH (ナカライテスク株) 50 μ L に添加し、100 °C で 10 分間加熱し、冷却後に 80 mM Tris-HCL (株) ニッポンジーン) 50 μ L を添加し中和した。その後、4 °C、10,800 rpm で 10 分間遠心し、その上清を DNA 抽出液とした。

3) PCR による HDC 遺伝子検出

Takahashi らの方法¹²⁾を参照し、一部改変して行った。PCR 試薬に TaKaRa Ex Taq® Hot Start Version (タカラバイオ株) を用い、PCR 反応液組成はマニュアルに従った。ヒスチジン脱炭酸酵素 (Histidine decarboxylase, HDC) 遺伝子のプライマーセットである hdc-f (TCH ATY ARY AAC TGY GGT GAC TGG RG) 及び hdc-r (CCC ACA KCA TBA RWG GDG TRT GRC C) を DNA 抽出液を添加した PCR 反応液に添加し、サーマルサイクラー (Veriti, Applied Biosystems) を用いて HDC 遺伝子の増幅反応を行った。DNA 抽出操作の確認として、16S rRNA のプライマーセットである 10F (GTT TGA TCC TGG CTC A) 及び 800R (TAC CAG GGT ATC TAA TCC) を用いて 16S rRNA の増幅反応を併行して行った。HDC 遺伝子の PCR 反応は、94°C 5 分、40 cycle (94°C 30 秒-58°C 30 分-72°C 1 分) 及び 72 °C 4 分とした。16S rRNA の PCR 反応は、94°C 5 分、40 cycle (94°C 30 秒-55°C 30 分-72°C 1 分) 及び 72 °C 4 分とした。

PCR 産物は、画線培養で得られたコロニー数が少ない場合はアガロースゲル電気泳動、多い場合はマイクロチップ電気泳動でそれぞれ確認した。アガロースゲル電気泳動では、エチジウムブロマイド (富士フィルム和光純薬株) を 0.5 μ g/mL の濃度になるように添加した 2%アガロースゲル

(Prime Gel Agarose PCR - Sieve, タカラバイオ(株) 及び 1×TAE (富士フイルム和光純薬(株)) で、100V, 40 分間泳動した PCR 産物を紫外線照射により確認した。マイクロチップ電気泳動では、マイクロチップ電気泳動装置 (MultiNA MCE-202, (株)島津製作所) のマニュアルに従って操作し、PCR 産物を確認した。色素は GelStar® (ロンザ(株)) を用いた。

4) 16S rRNA 解析による菌種推定

第十八改正日本薬局方「遺伝子解析による微生物の迅速同定法」¹³⁾を参照し、一部改変して行った。16S rRNA の PCR 反応は方法 1-3) により行った。得られた PCR 産物を QIAquick PCR Purification Kit (QIAGEN) で精製後、BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems) によりサイクルシーケンスを行った。得られた産物を BigDye XTerminator™ Purification Kit (Applied Biosystems) により精製し、3500 Genetic Analyzer (Applied Biosystems) を用いてシーケンシングを行い、塩基配列を決定した。得られた塩基配列を MEGA 11 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) により処理し、National Center for Biotechnology Information の Nucleotide BLAST により菌種推定を行った。

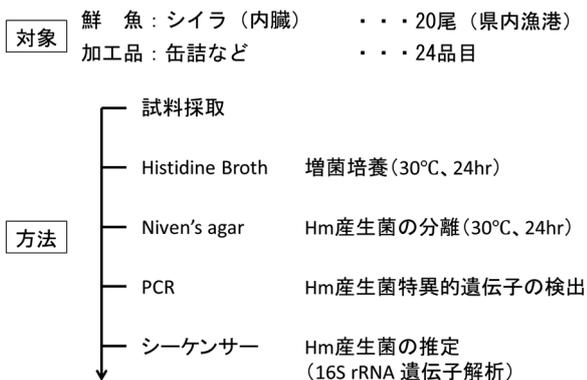


図 1 Hm 産生菌汚染状況調査の概要

2 柑橘精油による Hm 食中毒予防効果の検討

1) 精油成分の分析

高橋らの方法⁸⁾を参照し、一部改変して行った。すなわち、へべす精油及び日向夏精油 10 µL をアセトン (富士フイルム和光純薬(株)) で 1000 倍にそれぞれ希釈し、表 1 に示す条件により GC-MS

(AgilentGCMSD 7890AGC/5975C, Agilent) で分析した。得られたデータを NIST Mass Spectral Library (NIST 08) のデータベースと照合し成分同定を行った。

表 1 GC-MS 分析条件

装置	AgilentGCMSD 7890AGC/5975C
カラム	HP-5MS, Φ 0.25 mm×30 m, 膜厚 0.25 µm
昇温条件	70°C (5 min) -2°C/min - 230°C (5 min)
注入口温度	230°C
キャリアーガス	ヘリウム
注入方法	スプリットレス
注入量	1 µL

2) Hm 産生菌増殖抑制効果の検討

保らの方法⁷⁾を参照し、一部改変して行った。すなわち、0.5%L-ヒスチジン塩酸塩 (関東化学(株)) 及び 1.5%食塩 (関東化学(株)) を添加したトリプトソーヤブイヨン (日水製薬(株)) 5 mL に鮮魚のシイラから分離した *P. damsela* mi01-01 の菌液 10 µL (10⁸ cfu/mL) を接種した。接種後の培地を十分に攪拌し、直ちにへべす精油及び日向夏精油の 0.5, 1.0, 2.0, 4.0%量をそれぞれ培地に添加し攪拌した。以上の培地が入った試験管を振とう機にセットし、30°Cに設定した恒温槽に入れ、23 時間振とう培養した。振とう培養後、紫外可視近赤外分光光度計 (V-760, 日本分光(株)) を用いて培地の濁度 (O.D. 660 nm) を計測した。

3) Hm 蓄積抑制効果の検討

上原らの方法²⁾を参照し、一部改変して行った。すなわち、方法 2-2) で得られた菌液を 75°C¹⁴⁾ で 10 分間加熱し、4500 rpm で 5 分間遠心して得られた上清 100 µL を 10%トリクロロ酢酸溶液 900 µL と混和し、蒸留水で 10 mL に定容した後、50% アセトニトリル溶液でさらに 100 倍希釈し、0.2 µm フィルターろ過で得られた液を LC-MS/MS (Prominence, (株)島津製作所. API 3200QTRAP, AB SCIEX) で分析した。LC-MS/MS の分析条件は上原らの方法²⁾に従った。

4) 統計処理

方法 2-2) 及び 3) は 5 併行で実施し、平均値 ± 標準偏差で結果を示した。統計検定は、Tukey 検定を用い、有意水準を 1%とした。

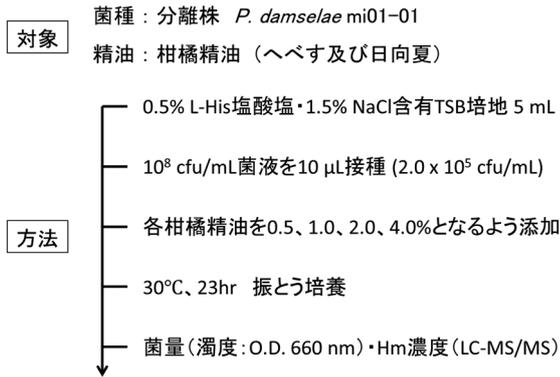


図 2 Hm 食中毒予防効果検討の概要

結果

1 水産食品における Hm 産生菌汚染状況

Hm 産生菌は、鮮魚 18 検体から *P. damsela*, 2 検体から *Enterobacter aerogenes* が分離された。水産加工品ではサバを原材料とする干物 1 検体から *R. planticola* が分離され、これを除く 23 検体から Hm 産生菌は分離されなかった (表 2)。

表 2 水産食品における Hm 産生菌汚染状況

鮮魚	検体数	菌種(検出数)
シイラ(内臓)	20	<i>Photobacterium damsela</i> (18) <i>Enterobacter aerogenes</i> (2)
水産加工品	検体数	菌種(検出数)
缶詰	11	検出しない
冷凍食品	8	検出しない
干物(サバ)	2	<i>Raoultella planticola</i> (1)
干物(アジ)	2	検出しない
だし(煮干)	1	検出しない

2 柑橘精油による Hm 食中毒予防効果

1) 精油成分

得られた成分組成を表 3 に示す。へべす精油及び日向夏精油において、含有率の最も高い成分が Limonene、次に高い成分が γ-Terpinene であった。一方、全ての成分がそれぞれの柑橘精油に共通して存在しているわけではなく、含有率も全ての成分で不一致であった。

2) へべす精油の Hm 食中毒予防効果

濃度依存性の Hm 産生菌増殖抑制効果及び Hm 蓄積抑制効果が観察された (図 3)。

3) 日向夏精油の Hm 食中毒予防効果

濃度依存性の Hm 産生菌増殖抑制効果及び Hm 蓄積抑制効果が観察された (図 4)。

4) へべす精油と日向夏精油の比較

へべす精油と日向夏精油の Hm 産生菌増殖抑制効果の比較を図 5 に、Hm 蓄積抑制効果の比較を図 6 に示す。比較するそれぞれの効果 (%) は、次式により算出した数値を用いた。

$$\text{効果(\%)} = \frac{\text{無添加群} - \text{柑橘精油添加群}}{\text{無添加群}} \times 100$$

表 3 柑橘精油成分組成

成分名	へべす		成分名	日向夏	
	0.5%	1.0%		0.5%	1.0%
Sabinen	0.08	0.09	γ-Terpinene	7.48	5.69
α-Pinene	1.42	1.05	α-Terpinolene	0.33	0.25
β-Phellandrene	0.15	-	Linalool	0.18	1.59
β-Pinene	0.65	0.67	α-Terpineol	-	0.18
β-Myrcene	1.68	1.48	Decanal	0.34	-
α-Phellandrene	1.38	-	β-Elementene	0.86	-
3-Carene	-	0.47	cis-β-Farnesene	2.64	0.36
Limonene	79.26	85.34	α-Selinene	0.28	-
D-sylvestrene	2.24	2.83	α-Farnesene	1.03	-
		合計(%)	100	100	

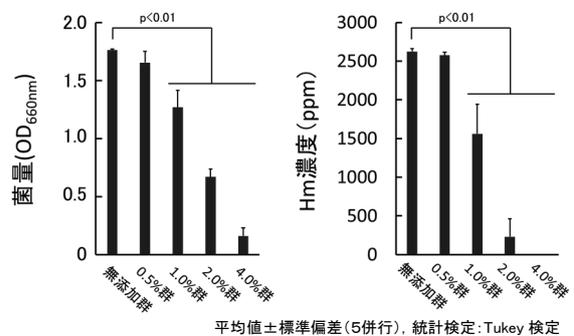


図 3 へべす精油の Hm 食中毒予防効果

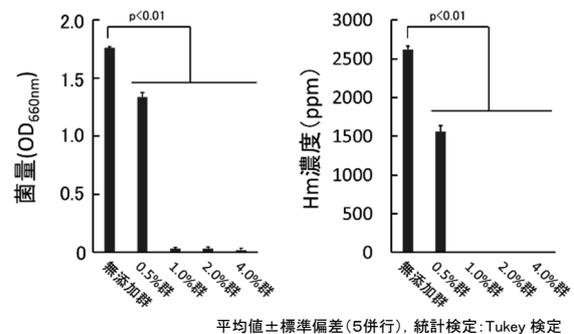


図 4 日向夏精油の Hm 食中毒予防効果

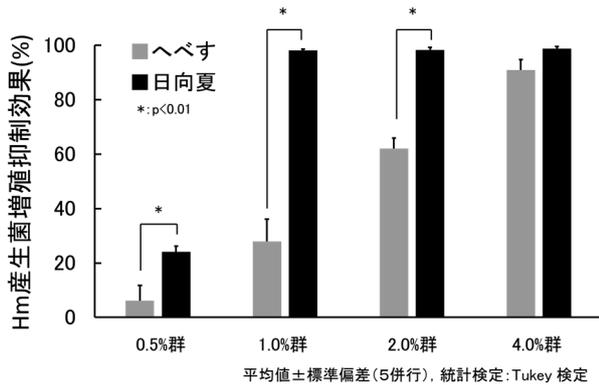


図 5 Hm 産生菌増殖抑制効果の比較

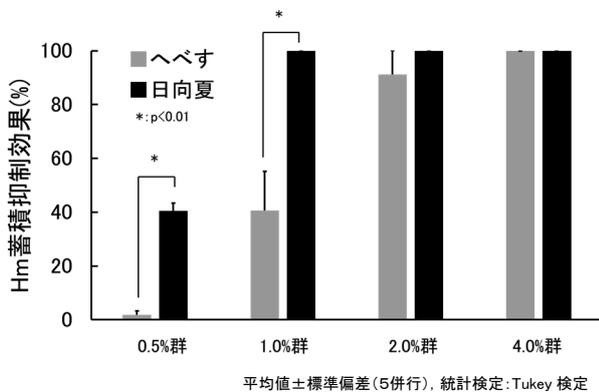


図 6 Hm 蓄積抑制効果の比較

考察

1 水産食品における Hm 産生菌汚染状況

本調査において、シイラ 20 尾のうち 18 尾から *P. damsela* が検出された。 *P. damsela* は、2018 年及び 2019 年の本県における Hm 食中毒の原因菌であった。このことから、シイラを原因魚種とする Hm 食中毒の予防策として、 *P. damsela* を制御することが重要と考えられた。

2 柑橘精油による Hm 食中毒予防効果

本調査では、本県特有の柑橘類であるへべす及び日向夏の精油が Hm 産生菌である *P. damsela* の増殖及び Hm の蓄積を濃度依存性に抑制することが示され、保ら 7) の報告を支持する結果となった。Limonene などの柑橘精油成分単独では Hm 産生菌に対して高い抗菌活性を示さない^{15,16)}ものの、精油成分を組み合わせることにより抗菌活性が向上することを示唆している報告¹⁷⁾があり、

本調査では保ら 7)と同様に精油成分の相互作用により Hm 産生菌に対して抗菌活性が示されたと考えられた。

本調査で購入し使用した柑橘精油の場合、日向夏精油がへべす精油と比べヒスタミン食中毒予防効果が高いという結果となった。一方、抽出条件により柑橘精油の成分組成が変化するという報告⁸⁾があることから、それぞれの柑橘精油について Hm 産生菌に対する抗菌活性を最大化する抽出条件の検討が必要と考えられる。また、本調査では柑橘精油の抽出条件だけでなく、検討した Hm 産生菌及び精油の種類が限定的であることから、Hm 食中毒リスクの低減化に向け今後幅広い種類での検討が重要と考えられる。さらに実用化を目指し、食品加工への応用を検討することで本県における Hm 食中毒リスク低減化のみならず、本県の食品産業振興に貢献できると考えられる。

まとめ

本調査により、本県における Hm 食中毒リスクの一つとして *P. damsela* による水産食品の汚染が考えられた。さらに、本県特有の柑橘類であるへべす及び日向夏の精油が *P. damsela* による Hm 食中毒を予防できる可能性が示された。今後は、柑橘精油の抽出条件の検討、Hm 産生菌及び精油の種類の組合せの調査、食品加工への応用等を検討し、本県における Hm 食中毒リスクの低減化や食品産業の振興に貢献する。

文献

- 1) 藤井建夫. アレルギー様食中毒. 日本食品微生物学会雑誌 2006 ; 23(2) : 61-71.
- 2) 上原直美, 保田和里, 前田智子 他. 鮮魚中のヒスタミン産生菌に与える温度管理の影響について. 宮崎県衛生環境研究所年報 2019 ; 31 : 69-71.
- 3) 都丸亜希子, 登田美桜, 工藤由起子. 日本のヒスタミン食中毒事例における魚種およびヒスタミン生成菌に関する文献情報解析. 食品衛生学雑誌 2022 ; 63(3) : 109-116.

- 4) 山本雄三, 中原藤正, 橋口玲子 他. 市販鮮魚, 魚肉加工食品における *Morganella morgamii* の分布ならびに本菌によるヒスタミン産生におよぼす温度と食塩濃度の影響. 食品と微生物 1991 ; 7 (3) : 159-165.
- 5) 山木将悟, 山崎浩司. 水産物におけるヒスタミン食中毒とヒスタミン生成菌. 日本食品微生物学会雑誌 2019 ; 36(2) : 75-83.
- 6) 新田陽子, 熊谷孝. ヒスタミン産生菌が誘発する食中毒の予防を目的としたコロナ放電の効果について. 日本食品微生物学会雑誌 2020 ; 37(2) : 75-80.
- 7) 保聖子, 里見正隆, 舊谷亜由美 他. うるめいわし丸干における柑橘精油添加によるヒスタミン蓄積抑制効果について. 日本水産学会誌 2017 ; 83(5) : 769-776.
- 8) 高橋克嘉, 永山志穂, 山田和史. 抽出温度によるヘベス精油組成の変化. 宮崎県工業技術センター・宮崎県食品開発センター研究報告 2016 ; 61 : 57-60.
- 9) 通堂裕子. 低温ならびに中温性ヒスタミン生成菌の挙動と迅速同定法に関する研究. 博士論文, 東京海洋大学, 東京. 2013.
- 10) 神吉政史, 吉田綾子, 塚本定三 他. 赤身魚およびその加工品からのヒスタミン生成菌の検出. 日本食品微生物学会雑誌 2000 ; 17(3) : 195-199.
- 11) Niven, C. F. Jr., Jeffrey, M. B., Corlett, D. A. Jr. Differential plating medium for quantitative detection of histamine-producing bacteria. APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY 1981; 41: 321-322.
- 12) Takahashi H, Kimura B, Yoshikawa M, et al. Cloning and sequencing of the histidine decarboxylase genes of gram-negative, histamine-producing bacteria and their application in detection and identification of these organisms in fish. APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY 2003; 69: 2568-2579.
- 13) 厚生労働省. 遺伝子解析による微生物の迅速同定法. 第十八改正日本薬局方 2021 ; 2600-2601.
- 14) 厚生労働省. 大量調理施設衛生管理マニュアル (平成 29 年 6 月 16 日) . <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11130500-Shokuhinanzendu/0000168026.pdf> (2025 年 2 月 19 日)
- 15) 上井恵理, 寺田岳, 秋山純基 他. 精油成分蒸気を用いたヒスタミン産生菌の制御. 食品衛生学雑誌 2011 ; 52(5) : 276-280.
- 16) 上井恵理, 寺田岳, 秋山純基 他. 好塩性ヒスタミン産生菌の天然由来抗菌物質等を用いた制御. 食品衛生学雑誌 2011 ; 52 (6) : 315-320.
- 17) 上村繁樹, 山口菜摘, 大久保努 他. 香りの抗菌活性の評価方法の改変と香り分子の組合せによる抗菌活性の向上. におい・かおり環境学会誌 2013 ; 44(6) : 397-404.

本県に流通する水産食品のアニサキスによる汚染状況調査

高山清子 木下和昭¹⁾ 恒益知宏²⁾ 松川浩子³⁾ 黒木麻衣⁴⁾ 落合克紀

Contamination Survey of Anisakis in Marine Food Distributed in Miyazaki Prefecture

Takayama Kiyoko, Kishita Kazuaki, Tsunemasu Tomohiro, Matsukawa Hiroko, Kurogi Mai, Ochiai Katsunori

要旨

アニサキスアレルギーより引き起こされるアニサキスアレルギーは、アナフィラキシーなど劇症型アニサキス症への関与や青魚喫食後の蕁麻疹の原因であることが明らかにされている。そこで、水産物加工食品へのアニサキスの混入状況を明らかにするため、リアルタイム PCR により水産物加工食品中のアニサキス DNA を確認した。その結果、市販の水産物加工食品 50 品のうち、サバ及びタラを原材料とした缶詰や干物、魚肉練製品、ふりかけ、スナック菓子、ベビーフード等 28 品からアニサキス DNA を検出した。

キーワード：アニサキス，DNA，リアルタイム PCR，水産物加工食品

はじめに

アニサキスによる食中毒は、平成 30 年以降、最も事件数が多い病因物質であり、令和 5 年は、総事件数の 42% を占めている¹⁾ (図 1)。これら食中毒として扱われるものは、生きたアニサキスが消化管に侵入し引き起こされる消化管アニサキス症であり、食品の冷凍や加熱で予防できる。一方、アニサキスアレルギーより引き起こされるアニサキスアレルギーは、アナフィラキシーなど劇症型アニサキス症への関与や青魚喫食後の蕁麻疹の原因であることが明らかにされてきた²⁾。アニサキスアレルギーは、凍結や加熱処理により死滅したアニサキスを摂取してもアレルギーを発症することが知られており、予防が困難である。

本研究では、アニサキスの水産物加工食品への混入状況を明らかにするため、リアルタイム PCR により水産物加工食品中のアニサキス DNA を確認した。

方法

1 対象

衛生化学部¹⁾ 現工業技術センター²⁾ 現県立延岡病院³⁾ 現都城食肉衛生検査所

⁴⁾ 現高崎食肉衛生検査所

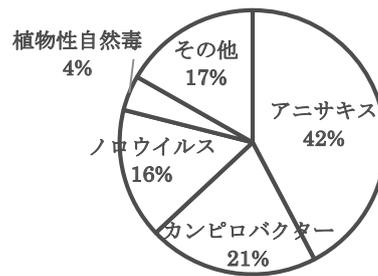


図 1 病因物質別食中毒発生状況
(令和 5 年：厚生労働省食中毒統計資料)

アニサキス虫体は、スーパーマーケットで購入したサバ、アジ及びイワシの内臓に付着していた虫体を採取し 1 隻ずつ冷凍保存した。

水産物加工食品は、サバ、タラ、イワシ、アジ、エビ、イカを原材料に含む市販品 50 試料をリアルタイム PCR の対象とした。乾物試料は粉碎機で粉碎し、ペースト状のベビーフードはそのまま用いた。その他の試料は、ドライアイスを用いて凍結粉碎を行った。

2 採取した虫体の判別

虫体の一部から Dneasy Blood & Tissue Kit

(Quiagen)を用いて DNA を抽出した. *Anisakis simplex* に特異的なプライマー³⁾を用いて PCR を行った.

3 水産物加工食品における

A. simplex DNA の検出

水産物加工食品 200 mg から NucleoSpin Food (MACHEREY-NAGEL) を用いて DNA を抽出した. C. Mossali らの方法⁴⁾を参考に, 主にアニサキス食中毒の原因虫とされる *Anisakis* 属及び *Pseudoterranova* 属に特異的な TaqManMGB プローブを用いた. CT 値 30 以下を検出とした.

A. simplex
(486 bp)
真核生物
(139 bp)

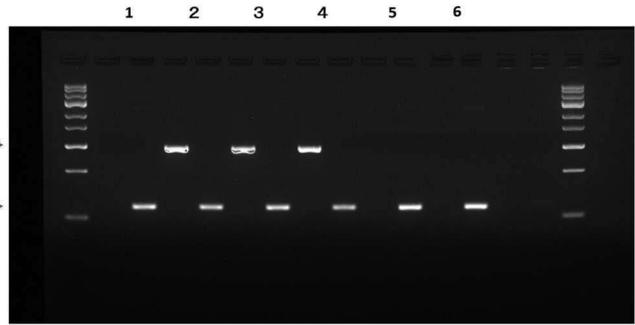


図 2 サバ, アジ及びイワシから採取した虫体の判別

Lane1, 2 : サバ Lane3, 4 : アジ Lane5, 6 : イワシ

結果及び考察

1 虫体の採取及び PCR による判別

サバ, アジ及びイワシの内臓に付着している虫体を約 400 隻採取した. *A. simplex* に特異的なプライマーによる PCR の結果, サバ (Lane2) 及びアジ (Lane3, 4) 由来の虫体は, *A. simplex* であり, サバ (Lane1) 及びイワシ (Lane5, 6) 由来の虫体は *A. simplex* 以外であった (図 2).

2 水産物加工食品中のアニサキス DNA の検出

市販の水産物加工食品 50 試料について調査した結果を表 1 に, リアルタイム PCR の増幅曲線を図 3 に示す.

サバ及びタラを原材料とした切り身や缶詰, 魚肉練製品, ふりかけ, 菓子, ベビーフード 28 試料からアニサキス DNA が検出された.

一方, イワシ, カツオ, アジ, エビ, イカを原材料とした食品からは検出されなかった.

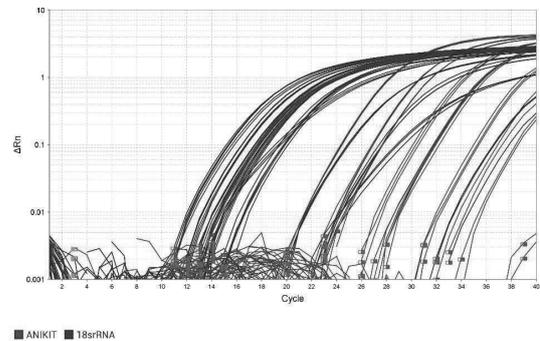


図 3 増幅曲線

赤 : アニサキス遺伝子 青 : 18S rRNA 遺伝子

まとめ

今回, 水産物加工食品におけるアニサキス混入の実態調査をおこなったところ, 市販の水産物加工食品 50 品のうち, サバ及びタラを原材料とした缶詰や干物, 魚肉練製品, ふりかけ, スナック菓子, ベビーフード等 28 品からアニサキス DNA を検出した.

表 1 アニサキス DNA が検出された水産物加工食品

	切身	缶詰	魚肉練製品	ふりかけ	乾物	菓子	ベビーフード	計
サバ	8(12)	8(8)		0(1)	1(1)	1(1)		18(23)
タラ			4(4)	1(1)		2(2)	3(3)	10(10)

() : 調査した試料数

謝辞

本研究は 2023 年度公益財団法人大同生命厚生事業団地域保健福祉研究助成により実施した。

参考文献

- 1) 厚生労働省 . 食中毒統計資料 .https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/syokuchu/04.html (2024 年 12 月 25 日アクセス可能)
- 2) 塩見一雄. 平成 30 年を終えて : アレルゲンから眺めたアニサキス症とアニサキスアレルギー. 食衛誌 2020 ; 61 : J-23-J-30.
- 3) 阿部仁一郎, 八木欣平. PCR 法によるアニサキス亜科幼線虫の同定. 生活衛生 2005 ; 49 : 168-171.
- 4) C. Mossali, S. Palermo, E. Capra et al. Sensitive Detection and Quantification of Anisakid Parasite Residues in Food Products. *FOODBORNE PATHOGENS AND DISEASE* 2010 ; 7: 391-398.

CWT 法による宮崎県の光化学オキシダントの解析

下池正彦

Analysis of Photochemical Oxidant in Miyazaki Prefecture Using the Concentration-Weighted Trajectory (CWT) Method

Shimoike Masahiko

要旨

本県は大気汚染防止法に基づき県内各地で大気常時監視を行っている。監視項目の一つである光化学オキシダントについては、2024（令和 6）年度も全測定局で環境基準を達成できておらず、当研究所はその原因に関する情報収集やデータ解析に取り組んでいる。その一つの手法として、本県に到達する大気塊の流れの傾向を捉える後方流跡線解析と測定局で観測された光化学オキシダント濃度を組み合わせる CWT（Concentration-Weighted Trajectory, 濃度重みづけ流跡線）法があり、この手法を用いて 2024（令和 6）年度の解析を行った。その結果、光化学オキシダント濃度が上昇する冬から春にかけては、ユーラシア大陸方向からの移流が寄与している可能性が示唆された。また、夏は本県の南方海上からの大気塊の流入に変化し、濃度上昇が起こりにくい一方で、国内外からの多様な移流が存在する可能性に関する知見が得られた。なお、解析には一般的な表計算ソフトを使用し、専門的なプログラミングの知識がなくても実行可能なものとなるよう努めた。

キーワード：光化学オキシダント，CWT 法，表計算ソフト

はじめに

光化学オキシダント（以下「Ox」という。）は排ガス中に含まれる窒素酸化物や揮発性有機化合物が空気中の酸素と光化学反応を起こすことによって発生するオゾンを中心とした酸化性物質の総称である。本県では 2019（令和元）年 5 月に注意報発令の基準である 120 ppb を超える Ox が観測され、県は対象となる地域に注意報を発令した。その後、同様の高濃度事象は確認されていないものの、特に冬から春にかけて環境基準を上回る濃度の Ox が毎年観測されており、直近の 2024（令和 6）年度も県内の全測定局で環境基準を達成できない状況が続いている。

本県は県土の約 7 割を森林が占め、都市部に比べて大規模な発生源が少ないことが特徴である。しかし、大規模な発生源が存在しない山間部の測定局においても Ox 濃度の上昇が認められることから、本県外部からの移流の可能性が示唆され、

このことに関する知見の蓄積が重要であると考えられる。汚染源地域を推定する一つの手法として、本県に到達する大気塊の流れの傾向を捉える後方流跡線解析があり、当研究所の過去の所報^{1,2)}においても利用されている。ただし、限られた期間の数本の流跡線で議論されている場合が多く、より多くの流跡線を用いて本県の状況を把握する必要があると考えられる。流跡線を増やすこと自体は専用のサイトにより比較的容易に行うことが可能であるが、流跡線同士の重なりによって傾向の把握が困難となることが欠点である。

この問題を解決する手段として、測定局で観測された Ox 濃度を用いて流跡線の重み付けを行う CWT（Concentration-Weighted Trajectory, 濃度重みづけ流跡線）法³⁾があり、汚染源地域の推定に利用されている。今般、表計算ソフト上で CWT 法を実行する方法について思案し、2024（令和 6）年度の観測結果に適用したので、その方法と結果について報告する。

解析方法

1 解析対象

県央に位置する高鍋町健康づくりセンター測定局（以下「高鍋局」という。）を解析の代表地点として選定し、2024（令和 6）年度に観測された O_x 濃度の 1 時間値を解析に用いた。欠測値については前後 1 時間の平均値で補間し、連続した欠測値については前日と翌日の同時刻のデータを含めた 3 値の平均値を算出して補間した。

2 後方流跡線解析

後方流跡線解析は国立環境研究所の地球環境データベース内の METEX^{4,5)} を使用して行った。解析は 1 か月単位で行い、計算負荷を減らすため、時間間隔は 3 時間を基本とした。解析条件を表 1 に示す。

表 1 後方流跡線の解析条件

時間帯	9 時間
複数計算間隔	3 時間
緯度	32.13°
経度	131.51°
高度	1500 m
トラジェクトリーの長さ	3 日
モデル	kinematic

3 CWT 法による解析

表計算ソフトとして Microsoft®Excel®for Microsoft 365（バージョン 2504）を使用し、解析は Eq.1³⁾ に従って行った。

$$C_{ij} = \frac{\sum_{l=1}^M C_l \cdot \tau_{ijl}}{\sum_{l=1}^M \tau_{ijl}} \quad (1)$$

ここで、 i, j は地図上の緯度と経度を一定間隔で区切って形成される格子のインデックス、 l （エル）は流跡線のインデックス、 M は流跡線の総数、 C_l は流跡線 l の観測点濃度、 τ_{ijl} は格子 i, j 内に存在する流跡線 l のエンドポイント（計算した遡行時間（=1 時間）毎の位置）の数である。算出される C_{ij} 値は格子 i, j を通過した流跡線が有する観測点濃度をエンドポイントの数に応じて加重平均した濃度である。CWT 法の概念図を図 1 に示す。

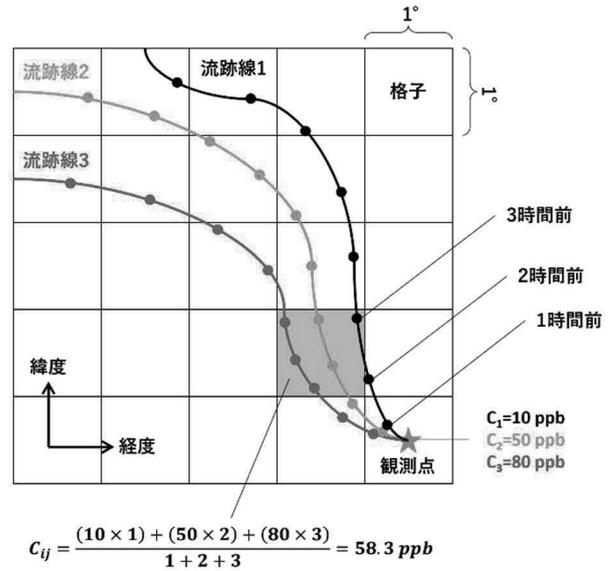


図 1 CWT 法の概念図

今回の解析では格子サイズを緯度 1° × 経度 1° とし、 C_{ij} 値は格子に含まれるエンドポイントの数 n_{ij} に応じて表 2 に示す係数⁶⁾ で補正を行った。

表 2 補正係数

W_{ij}	1.00	$n_{ij} > 3 \cdot Ave.$
	0.70	$Ave. < n_{ij} \leq 3 \cdot Ave.$
	0.42	$0.5 \cdot Ave. < n_{ij} \leq Ave.$
	0.17	$0 < n_{ij} \leq 0.5 \cdot Ave.$

ここで、 $Ave.$ は後方流跡線のエンドポイントの総数を解析領域の格子総数で除した単位格子あたりの平均エンドポイント数である。ただし、今回の解析では北緯 0°~90°、東経 0°~180° の範囲を解析領域（格子総数 16200）として設定し、エンドポイントを含まない格子が多数存在したため、エンドポイントを含む格子の総数で除して算出した。

4 表計算ソフトの操作

4-1 エンドポイントデータの整理

METEX で計算した後方流跡線を CSV 形式でダウンロードし、表計算ソフトのシート 1 に A~N 列を範囲選択してコピーした。後方 3 日間の流跡線 1 本は 103 行のデータからなり、その内、1 時間毎のエンドポイントデータは 31~103 行目である。2 本目以降のデータも 104 行目以降に等間

隔で並んでいるため、データに該当する行番号の数列を作成し、緯度 F 列、経度 G 列の列番号を付して、INDIRECT 関数で抽出した。操作例を図 2 に示す。なお、各月の日数の変化に対応できるように P 列の行番号は多めに設定した。

	P	Q	R	S	T	U
1	17522	G	F	17520	17520	
2	行番号	Long(deg)	Lat(deg)	Long(deg)	Lat(deg)	ROW
3	31	G31	F31	131.51	32.13	3
4	32	G32	F32	131.4593	32.2617	4
途中省略						
75	103	G103	F103	111.0992	26.0937	75
76	134	G134	F134	131.51	32.13	76
77	135	G135	F135	131.1666	32.335	77

- 経度の整理 (緯度は R, T 列にて同じ)
Q3 = Q\$1&\$P3
S3 = INDIRECT(Q3)
- データ最終行の抽出
U3 = IF(S3=0,"",ROW(S3))
P1 = MAX(U:U)
- データ総数の確認
S1 = COUNT(S3:INDIRECT("S"&P1))

図 2 操作例 1

4-2 格子番号配列の作成

北緯 0~90° , 東経 0~180° の範囲を格子サイズで区切り 1~16200 の格子番号の配列をシート 2 に作成した。格子の区切りは A° 以上 B° 未満と定義した。操作例を図 3 に示す。

	A	B	C	FX	FY	FZ
1	格子番号	0	1	178	179	180
2	0	1	91	16021	16111	
3	1	2	92	16022	16112	
途中省略						
90	88	89	179	16109	16199	
91	89	90	180	16110	16200	
92	90					

図 3 操作例 2

4-3 エンドポイントが含まれる格子の探索

シート 2 で作成した格子番号配列に基づき、INDEX 関数を用いてエンドポイントが含まれる格子を探索した。前述の格子の区切りによるズレを防ぐため、エンドポイントの緯度及び経度が自然数の場合は 0.001 を加算し、ROUNDUP 関数を用いて参照する行と列の番号を決定した。新規シート 3 で行った操作例を図 4 に示す。なお、

流跡線の解析範囲から緯度、経度が 0 になることはないものと仮定している。

	A	B	C	D	E	F
1	240					
2	流跡線No.	Long(deg)	Lat(deg)	列番号	行番号	格子番号
3	1	131.51	32.13	132	33	11823
4	1	131.4593	32.2617	132	33	11823
5	1	131.4063	32.3807	132	33	11823

- エンドポイントの端数処理 (緯度は C 列にて同じ)
B3 = IF(MOD(Sheet1!S3=0,"",
IF(MOD(Sheet1!S3,1)=0,Sheet1!S3+0.001,Sheet1!S3))
- 切り上げ処理 (緯度は E 列にて同じ)
D3 = ROUNDUP(B3,0)
- 格子番号の抽出
F3 = INDEX(Sheet2!\$B\$2:\$FY\$91,Sheet3!E3,Sheet3!D3)
- 流跡線の本数確認
A1 = COUNT(F:F)/73

図 4 操作例 3

上記の操作により F3 セルの格子番号は 11823 となり、シート 2 では図 5 のとおりである。

	A	EB	EC	ED	EE	EF
1	格子番号	130	131	132	133	134
33	31	11732	11822	11912	12002	12092
34	32	11733	11823	11913	12003	12093
35	33	11734	11824	11914	12004	12094
36	34	11735	11825	11915	12005	12095

図 5 シート 2 の確認

4-4 Ox 濃度データの準備

3 時間間隔で抽出した 1 か月分の Ox 濃度データをシート 4 の B 列にコピーし、シート 3 の A 列に付した流跡線番号に対応する番号を A 列に設定した。操作例を図 6 に示す。

	A	B	C	D	E
1	No.	Ox濃度			
2	1	34		データ数	240
3	2	29		平均濃度	43
4	3	24		最高濃度	75
5	4	40		最低濃度	12

図 6 操作例 4

4-5 Ox 濃度の流跡線への反映

XLOOKUP 関数を用いて Ox 濃度を対応する流跡線に反映させた。同関数の検索値は流跡線番号、検索範囲はシート 4 の A 列、戻り値は Ox 濃度とした。操作例を図 7 に示す。なお、流跡線の出発点 (=測定局) は固定されているため、IF 文を用いて出発点には濃度が反映されないように設定

した。また、出発点とエンドポイントを 0 と 1 で区別するための列を H 列に設けた。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	240							
2	流跡線No.	Long(deg)	Lat(deg)	列番号	行番号	格子番号	Ox濃度	count
3	1	131.51	32.13	132	33	11823		0
4	1	131.4593	32.2617	132	33	11823	34	1
途中省略								
75	1	111.0992	26.0937	112	27	10017	34	1
76	2	131.51	32.13	132	33	11823		0
77	2	131.1666	32.335	132	33	11823	29	1

G3 = IF(AND(B3=\$B\$3,C3=\$C\$3),"",
XLOOKUP(A3,Sheet4!A:A,Sheet4!B:B,""))
H3 = COUNT(G3)

図 7 操作例 5

4-6 格子番号リストの作成

シート 3 の F 列はエンドポイントが含まれる格子番号であり、UNIQUE 関数を用いて重複を除いた格子番号のリストを作成した。また、昇順となるように SORT 関数を組み合わせた。両関数ともにスピル機能に対応しているため、M3 セルに関数を入力するだけで、自動的に以降の行に結果が反映される。操作例を図 8 に示す。なお、式中のシャープ記号はスピル範囲演算子である。

	F	G	H	I	J	K	L	M
1						データ数		1280
2	格子番号	Ox濃度	count		B列	17520		格子番号リスト
3	11823		0		C列	17520		6526
4	11823	34	1		D列	17520		6616
5	11823	34	1		E列	17520		6617
6	11823	34	1		F列	17520		6706

- B~F列のデータ数の確認
K2 = COUNT(B:B) 等
- 格子番号リストの作成
M3 = SORT(UNIQUE(F3:INDIRECT("F"&K2+2)))
- エンドポイントを含む格子の総数
M1 = COUNT(M3#)

図 8 操作例 6

4-7 分母・分子の算出

ここまでの操作で、エンドポイントが含まれる格子が求められたため、次に、それぞれの格子に含まれるエンドポイントの数を算出した。これは Eq.1 の分母の算出に相当するものである。算出には SUMIF 関数を用い、検索範囲を F 列、検索条件を M 列の格子番号、合計範囲を H 列とした。また、合計範囲を G 列の Ox 濃度に換えて Eq.1 の分子を算出した。なお、格子番号リストは解析データ毎に出力が異なるが、スピル範囲演算子を利用することによって N,O 列は M 列に対応して

自動計算される。計算の正しさは、N 列の総和がデータ総数から出発点の数を差し引いたものとなっていることや、O 列の総和が G 列の総和と等しいことで確認することができる。操作例を図 9 に示す。

	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1						データ数		1280		
2	格子番号	Ox濃度	count		B列	17520		格子番号リスト	分母	分子
3	11823		0		C列	17520		6526	1	65
4	11823	34	1		D列	17520		6616	1	54
5	11823	34	1		E列	17520		6617	1	65
6	11823	34	1		F列	17520		6706	1	54
7	11823	34	1					6707	1	65
8	11733	34	1		流跡線数	240		6797	1	54
9	11733	34	1		N列総和	17280		6798	1	65
10	11733	34	1		計	17520		6887	1	54
11	11733	34	1					6888	1	65
12	11733	34	1		G列総和	746136		6895	1	28
13	11643	34	1		O列総和	746136		6978	1	54

- 分母の算出
N3 = SUMIF(F:F,M3#,H:H)
- 分子の算出
O3 = SUMIF(F:F,M3#,G:G)

図 9 操作例 7

4-8 C_{ij} 値の算出及び係数補正

算出した分母・分子より Eq.1 の C_{ij} 値を算出するとともに、表 2 の係数補正を行った。操作例を図 10 に示す。

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	1280							3Ave.	40.5
2	格子番号リスト	分母	分子	C _{ij}	補正係数	補正後C _{ij}		Ave.	13.5
3	6526	1	65	65	0.17	11.05		0.5Ave.	6.75
4	6616	1	54	54	0.17	9.18			
5	6617	1	65	65	0.17	11.05			

- C_{ij} 値の算出
P3 = O3#/N3#
- Ave. 値の算出
U2 = SUM(N3#)/M1 (※U1, U3は ×3, ×0.5)
- 補正係数の反映
Q3 = IFS(N3#>\$U\$1,1,N3#>\$U\$2,0.7,
N3#>\$U\$3,0.42,N3#>0,0.17)
- 係数補正後の C_{ij} 値
R3 = P3#*Q3#

図 10 操作例 8

4-9 数値データの並べ替え (1)

ここからは図を描画するため、全ての格子に対して算出したデータの反映を行った。具体的には W 列に 1~16200 の数列を作成し、XLOOKUP 関数を用いてそれぞれの格子番号に対応する算出結果を反映させた。操作例を図 11 に示す。

4-10 数値データの並べ替え (2)

1 列に並んだ算出結果を緯度、経度に対応する位置に並べ替えるため、シート 5 を作成した。まず、シート 3 の X~AA 列の希望するデータを反

映させるため、プルダウンを作成し、対応するデータがD列に反映されるように設定した。操作例を図 12 に示す。

	M	N	V	W	X	Y	Z	AA
1	1280				N列	P列	Q列	R列
2	格子番号リスト	分母	格子番号	分母	C _{ij}	補正係数	補正後C _{ij}	
3	6526	1	1	0	0	0	0	0
4	6616	1	2	0	0	0	0	0
5	6617	1	3	0	0	0	0	0

- 分母の算出結果の反映
X3 = XLOOKUP(W3,M\$3#,N\$3:INDIRECT("\$N\$"&\$M\$1+2),0)
(※以下、同様にNの部分をもP,Q,Rに置き換えれば良い。)

図 11 操作例 9

	A	B	C	D	E
1	↓ 選択	Max	1	0	
2	補正後C _{ij}	58.8	2	0	
3	AA	Ave	3	0	
4		16.0	4	0	
5	分母	Min	5	0	
6	C _{ij}	2.0	6	0	
7	補正係数		7	0	
8	補正後C _{ij}		8	0	

- プルダウン
A2: データの入力規則→リスト→元の値 [= \$A\$5:\$A\$8]
- 該当列の設定
A3 = SWITCH(A2,A5,"X",A6,"Y",A7,"Z",A8,"AA")
- データの反映
C1 = Sheet3!W3
D1 = INDIRECT("sheet3!"&\$A\$3&C1+2)

図 12 操作例 10

次に、F94 セル以降の空白を利用して、図 13 に示す数値を作成した。これは、北緯が降順 (90° → 0°) であるため、並べ替えが煩雑になることを防ぐための方策である。ここで、例えば G95 セルは格子番号 90 で北緯 89° 以上 90° 未満、東経 0° 以上 1° 未満を意味する。

	F	G	H	GC	GD	GE
94	格子番号	0	1	178	179	180
95	90	90	180	16110	16200	
96	89	89	179	16109	16199	
				途中省略		
183	2	2	92	16022	16112	
184	1	1	91	16021	16111	
185	0					

図 13 操作例 11

そして、並べ替え用の数値と INDIRECT 関数を組み合わせることにより D 列のデータの並べ替

えが可能となる。操作例を図 14 に示す。

	F	G	H	GC	GD	GE
1	格子番号	0	1	178	179	180
2	90	0	0	0	0	
3	89	0	0	0	0	
				途中省略		
90	2	0	0	0	0	
91	1	0	0	0	0	
92	0					

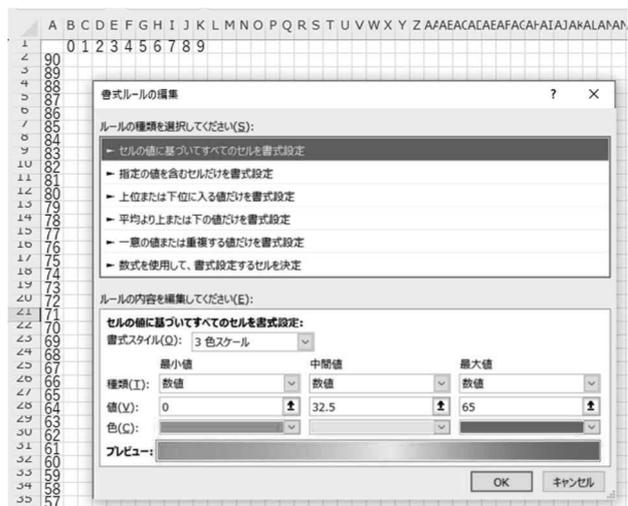
- D列データの並べ替え
G2 = INDIRECT("D"&G95) ... GD91 = INDIRECT("D"&GD184)

図 14 操作例 12

4-1-1 濃度分布図の作製

濃度分布図を作製するため、シート 6 を作成した。シート 5 の並べ替えデータをこのシートに反映し、セルの書式設定をユーザー定義の「;;;」とした。これによって、セルに数値が表示されなくなり、見かけ上、空白のセル群となる。そして、データ範囲に対して、条件付き書式を設定し、算出結果の大小に応じた色分けを行った。操作例を図 15 に示す。なお、シート 5 で選択した算出結果によって、条件付き書式の最大値等が異なってくるため、シート 7 以降で同様の操作を行い、算出結果に適した色分けを行う必要がある。

最後にデータ範囲全体をコピーし、図として貼り付けることによって濃度分布図となる。解析範囲と緯度・経度をあわせた地図と海岸線の輪郭画像を別途準備し、3 枚を重ね合わせて濃度分布図の完成形とした。概念図を図 16 に示す。



- シート 5 データの反映
B2 = IF(Sheet5!G2=0,"",Sheet5!G2) ...
FY91 = IF(Sheet5!GD91=0,"",Sheet5!GD91)

図 15 操作例 13

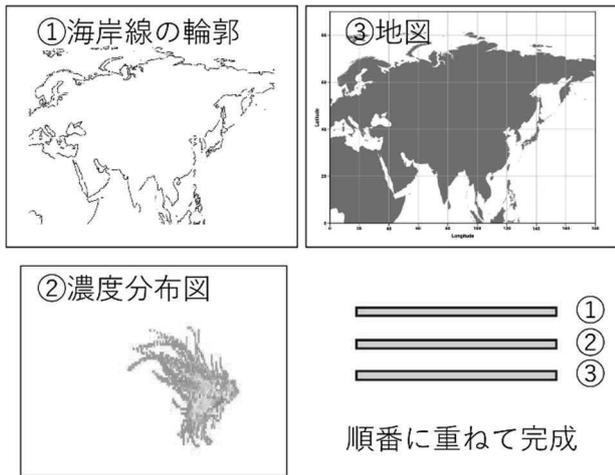


図 16 完成形のご概念図

結果と考察

1 Ox 濃度の解析結果

解析対象とした高鍋局で観測された 2024 (令和 6) 年度の Ox 濃度 (夜間を含む) の月間推移を図 17 に、10 ppb 間隔で階級分けを行った 1 時間値の出現頻度を図 18 に示す。平均濃度 (図 17 中の×印) は年間値が 33.0 ppb、最高値は 5 月の 43.6 ppb、最低値は 7 月の 16.3 ppb であった。平均濃度の推移は 6 月から低下を始め 7 月に最低となり、それ以降は徐々に増加する傾向が認められた。また、8 月と 9 月は平均値と中央値の差が特に大きく、30 ppb 未満の測定値が 6 割程度を占める一方で、時折、高濃度事象が発生したことを意味する。8 月については、CWT 法を用いて過去 5 年分の解析も行ったので後述する。なお、1 時間値の最高濃度は 2025 (令和 7) 年 3 月 23 日の 19~21 時に観測された 88 ppb であった。

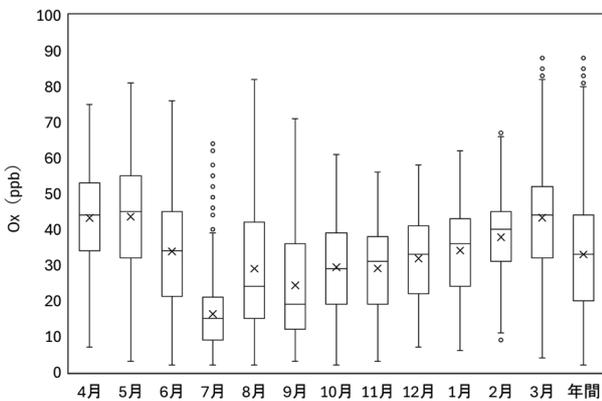


図 17 Ox 濃度の月間推移

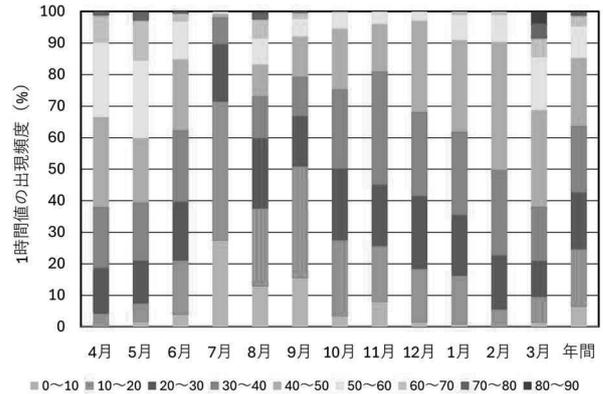


図 18 1 時間値の出現頻度

次に Ox の昼間濃度 (5 時~20 時までの平均値) と前日夜間濃度 (前日 20 時~5 時までの平均値) の差である DPOx (Daytime Production of Photochemical Oxidant⁷⁾) を算出した結果を図 19 に示す。算出の対象期間中に 5 時間以上の欠測がある場合は DPOx の算出を行わず、負値は 0 とせず、そのまま集計を行った。また、対象期間中に、環境基準を超過しなかった場合を平常日、超過した場合を超過発生日と定義し、両者を区別せずに集計したものを全日のデータとした。

平常日の DPOx は 8 月と 9 月に最大の 10.7 ppb となり、年平均値は 7.7 ppb であった。平常日は 304 日出現し、本県の光化学生成のポテンシャルは DPOx で 1 桁 ppb 程度の水準と考えられる。また、超過発生日の DPOx は 2 月を除いて概ね平常日と同様の月間推移を示し、年平均値は 16.5 ppb (全日は 9.0 ppb) であった。なお、11 月と 12 月は基準超過の発生が起こらず、7 月、10 月、2 月は発生日数が 1 日であるため、傾向を捉える上での信頼度は低いことに留意する必要がある。

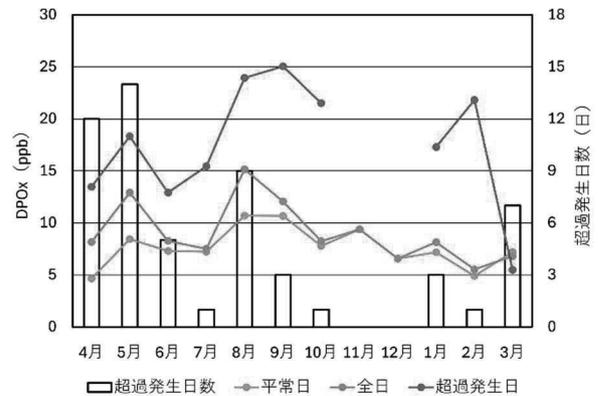


図 19 DPOx の月間推移

図 19 で特筆すべき点は 1 時間値の年間最高濃度を観測した 3 月であり、平常日や全日に比べて超過発生日の DPO_x が最も低いことである。これは 3 月の超過発生日の前日夜間濃度の平均値が 60.4 ppb と著しく高く、昼間濃度との差がほとんどなかったことに起因するものである。ここで、全日のデータを用いて前日夜間濃度と昼間濃度をプロットした結果を図 20 に示す。前日夜間濃度に着目すると、夏は低めに推移する傾向にあり、10 月頃から増加に転じ、春頃に最大となる傾向が認められた。また、両者の関係を線形近似すると、相関係数 (R) は約 0.94 となり、高い正の相関が認められた。なお、日没後に O_x が光化学生成することは考えられないため、夜間濃度が増加傾向にある 10 月～5 月頃にかけては本県外部からの移流が寄与している可能性が示唆された。

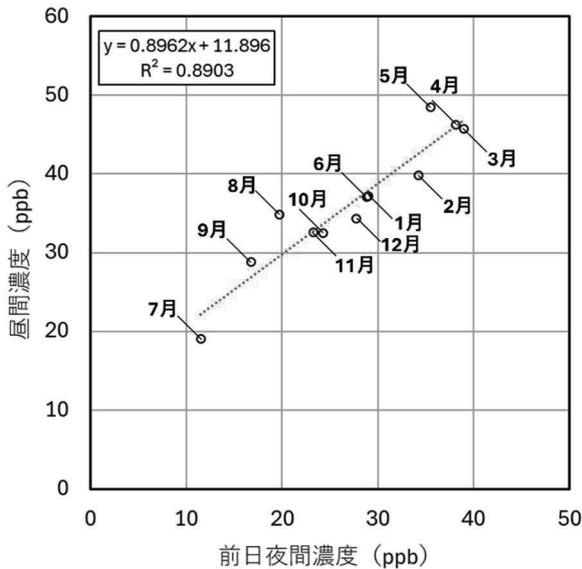


図 20 各月の前日夜間濃度と昼間濃度の関係

次に、気象庁が観測した高鍋の日照時間⁸⁾と DPO_x の関係をプロットした結果を図 21 に示す。この図では超過発生日をケース 1 (前日夜間にのみ超過を観測)、ケース 2 (昼間のみ超過を観測)、ケース 3 (両方で超過を観測) に分けてプロットを行っている。平常日を除いて最も発生頻度が高いケース 2 (延べ 43 日) に着目すると、日照時間に関係なく基準超過が発生しており、日照時間がゼロの場合であっても基準超過が発生することが分かった。続くケース 3 (延べ 10 日) については、概ね日照時間が長い場合に発生し、DPO_x はケース 2 の場合に比べて低く、負値となるケー

スも認められた。このことは前日夜間から O_x 濃度が高い状態で推移していることを意味し、本県外部からの移流の可能性を支持するものと考えられる。なお、3 月 23 日もケース 3 に該当し、前日夜間濃度 78.1 ppb、昼間濃度 80.8 ppb、DPO_x は 2.7 ppb であった。ケース 1 については延べ 3 日と発生自体は少なかったが、前日の昼間から基準超過が継続した事例は 1 件、それ以外は深夜にスポット的に基準超過が発生したものであった。

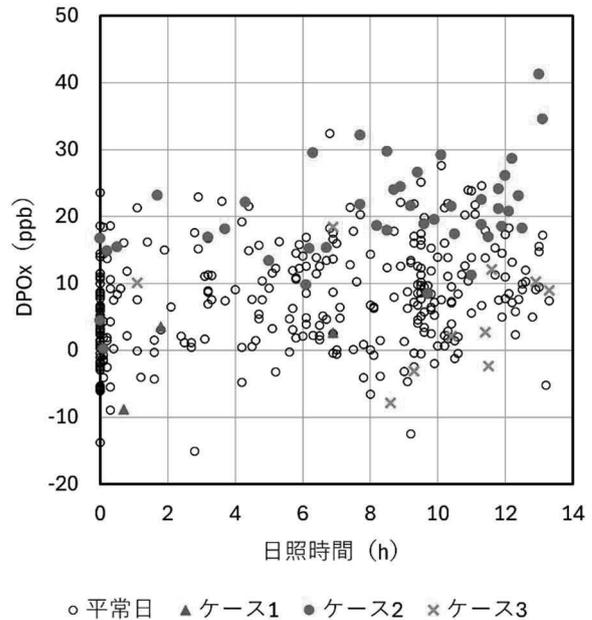


図 21 DPO_x と日照時間の関係

2 CWT 法による解析結果

2-1 表計算ソフトの出力結果

一例として 4 月の後方流跡線を図 22 に、CWT 法による解析結果を図 23～25 に示す。

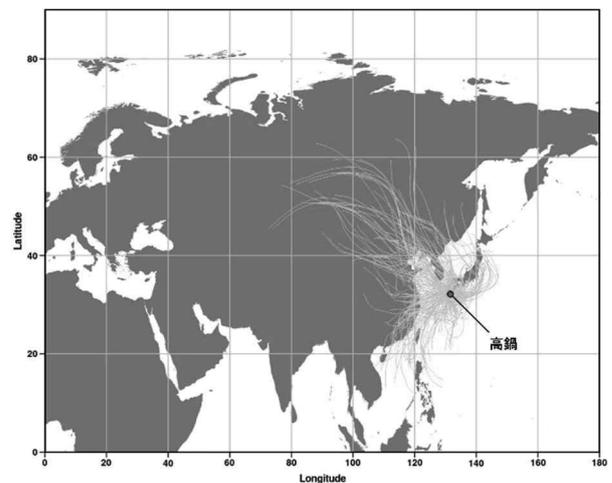


図 22 4 月の後方流跡線

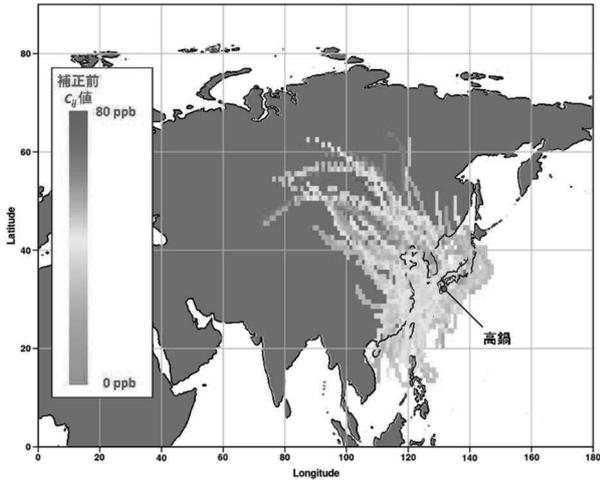


図 23 C_{ij} 値 (補正前)

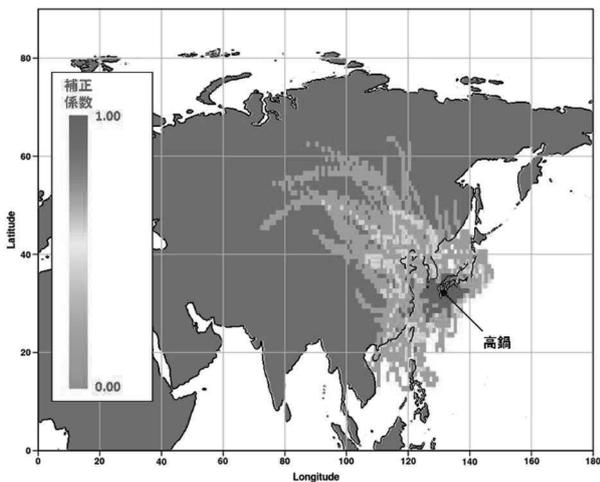


図 24 補正係数の分布

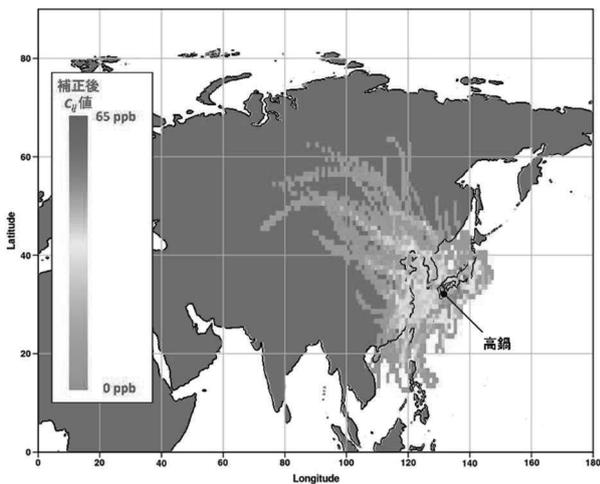


図 25 C_{ij} 値 (補正後)

補正前の C_{ij} 値は平均が 43.8 ppb であり、0～80 ppb のスケールでは中位色が多くを占めた。図 23 では特徴を捉えにくい反面、出発点から離れるほど格子に含まれるエンドポイントの数が減

少するため、出発点における O_x 濃度が直接反映されることになり、遡行最終地点が遠方に存在する高濃度事象発生時の流跡線を捉えやすい利点がある。補正係数については、重み 1.00 が出発点を中心に概ね等方的に分布しているのに対し、続く 0.70 や 0.42 の重みについては東シナ海やユーラシア大陸方向で卓越する傾向が認められた。 C_{ij} 値の補正によって濃度分布は捉えやすくなり、4 月については、遠方の大陸内部にも比較的濃度の高いエリアが広がっており、大陸方向からの移流の可能性を示唆する結果が得られた。

2-2 出発点高度の影響

今回の解析では出発点の高度を 1500 m に統一したが、500 m と 1000 m に設定した場合にどのような結果が得られるか、4 月を例として解析した結果を図 26, 27 に示す。

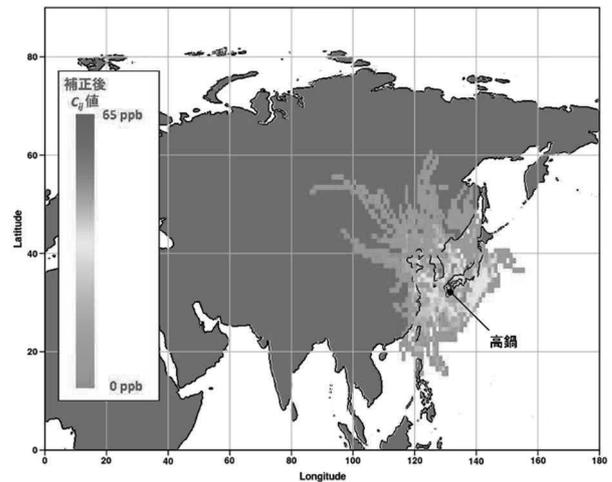


図 26 出発点高度 500 m の出力結果

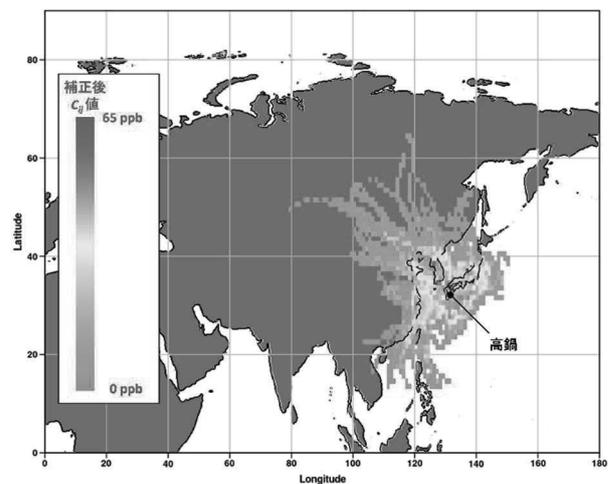


図 27 出発点高度 1000 m の出力結果

流跡線の概形はいずれも類似している一方、出発点高度が低いほど流跡線の広がりや抑えられる傾向が認められた。一つの格子に含まれるエンドポイントの平均値である Ave. 値は表 3 に示すとおり高度が低いほど大きくなった。一般的に、出発点の高度を低く設定した流跡線の信頼性は損なわれると言われており⁹⁾、計算と図の描画自体は可能であるものの、結果の解釈には注意を要するものと考えられる。

表 3 Ave. 値

高度	500 m	1000 m	1500 m
Ave.	17.8	15.5	13.5

2-3 各月の解析結果

2024 (令和 6) 年度の各月の解析結果を図 28, 29 に示す。4 月に引き続き、5 月も遠方の大陸内部に比較的濃度の高いエリアが認められた。6 月からは本県の南方海上からの流入が増加し、7 月と 8 月はほぼ全ての流跡線がその傾向を示した。前述のとおり、7 月は平均濃度が最も低くなっており、清澄な海上の大気塊の流入が頻出することがその要因として考えられる。8 月と 9 月も同様に低濃度で推移することが期待され、図 17 で示したとおり、実際に平均濃度よりも中央値の方が低くなっている。その一方で、西日本付近に比較的高い C_{ij} 値のエリアが認められ、両月の高濃度事象は国内の他地域からの移流も考慮する必要があると考えられる。10 月以降は再び大陸方向からの流入に変化し、年間最高濃度を観測した 3 月は大陸方向からの寄与が特に大きかったことを示唆する結果となった。

次に、出発点を中心として、地図上の領域を十字に 4 分割して、エンドポイントの分布割合を求めた結果を図 30 に示す。西側の領域 1, 4 が 6 割以上を占める 4~6 月、領域 4 のみで約 7 割を占める 7 月、東側の領域 2, 3 が 6 割以上を占める 8~10 月、領域 1 が主となる 11~3 月と 4 つのタイプに分類された。なお、この分類では流跡線群の形状が異なっているように見える 8 月と 10 月がエンドポイントの分布としては同程度となっている。また、図 31 に示すとおり、Ave. 値については 7 月と 8 月が 30 以上と高く、このことは大気塊の流入が出发点に近い、一定のエリアに偏っていることを意味するものである。

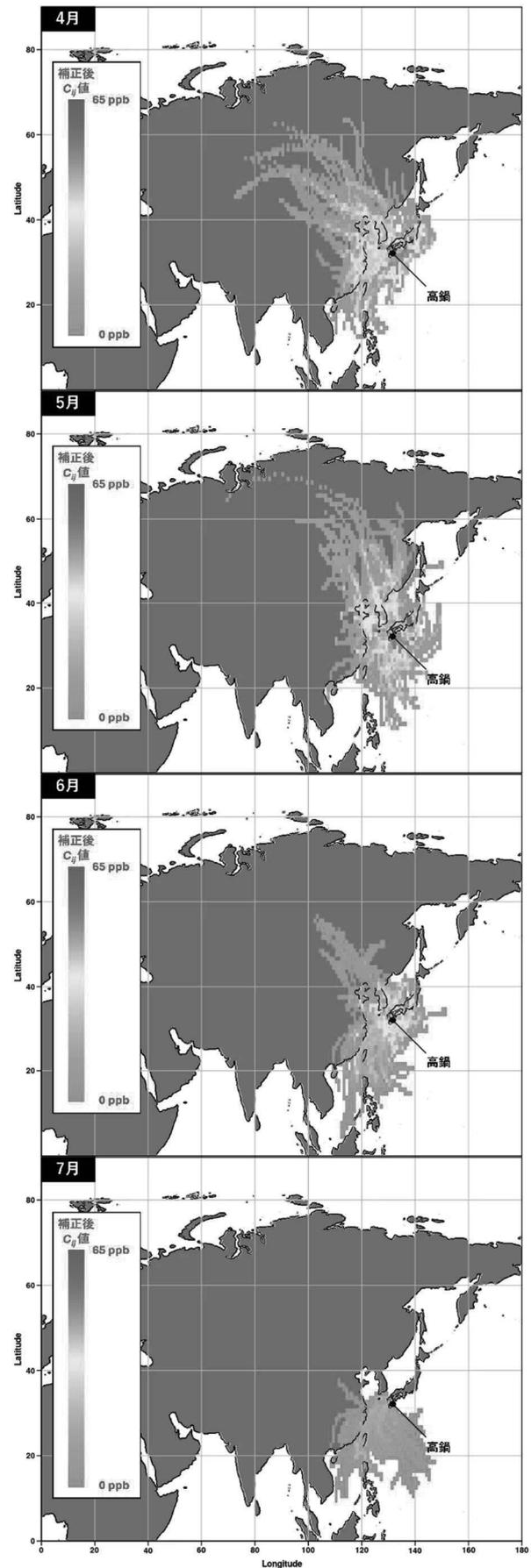


図 28 4~7月の解析結果

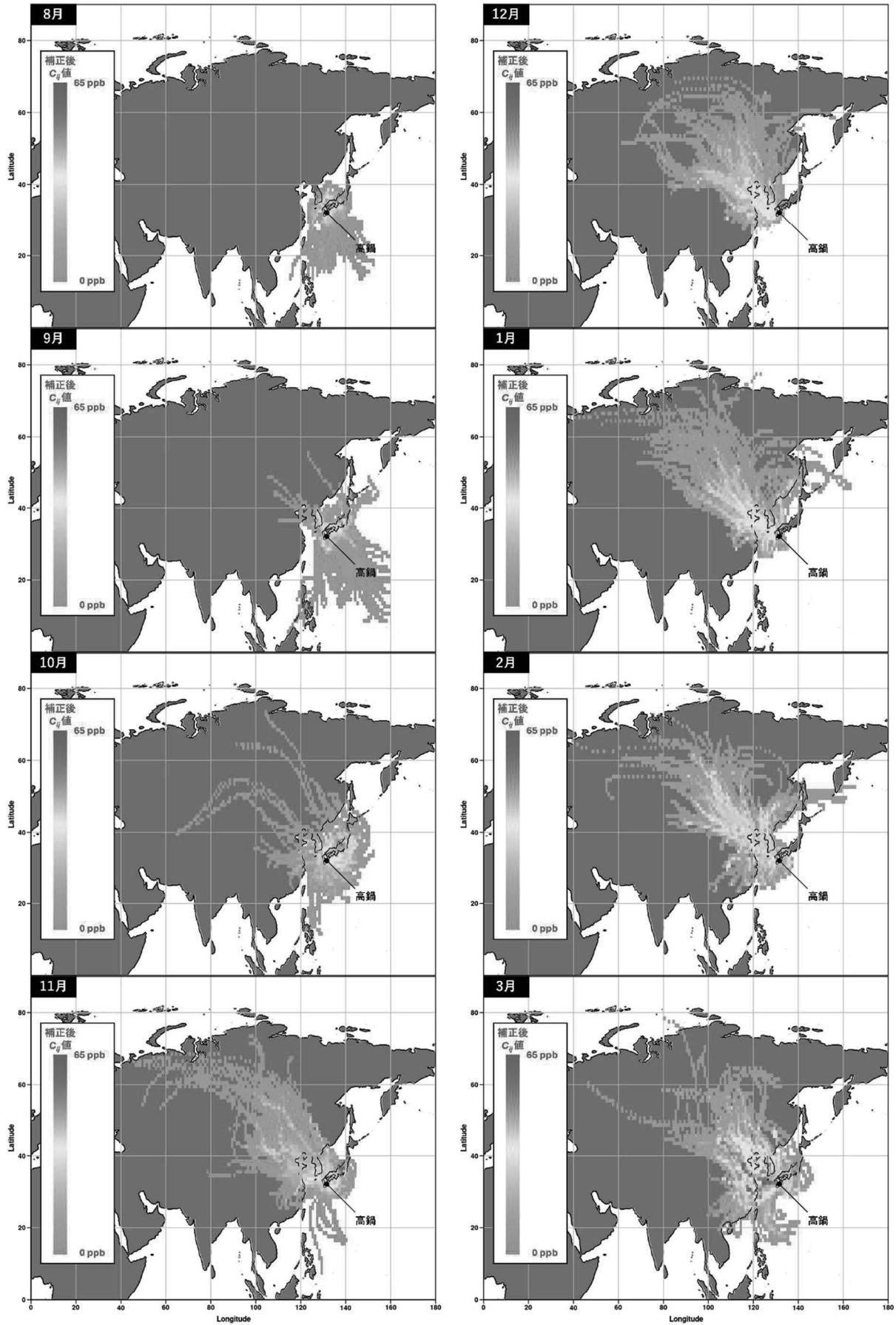


図 29 8～3 月の解析結果

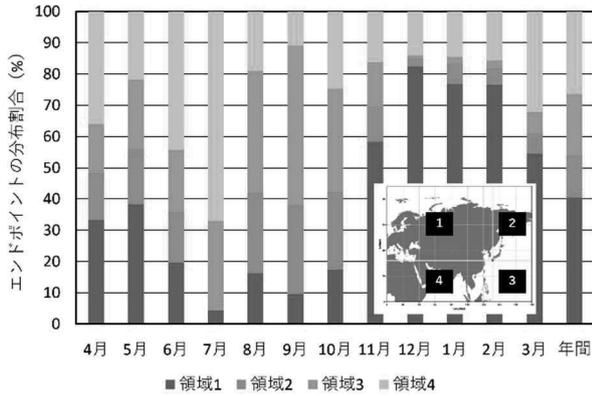


図 30 各月のエンドポイントの分布割合

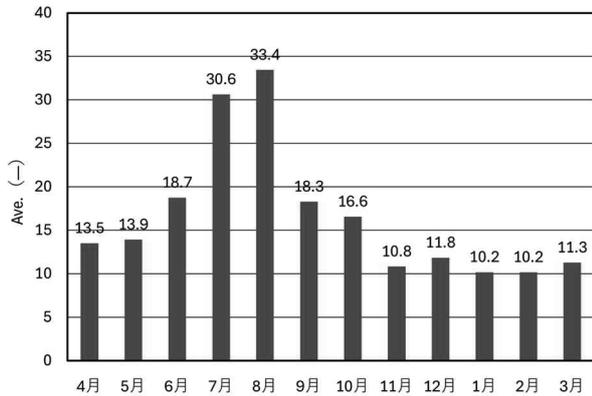


図 31 各月の Ave. 値

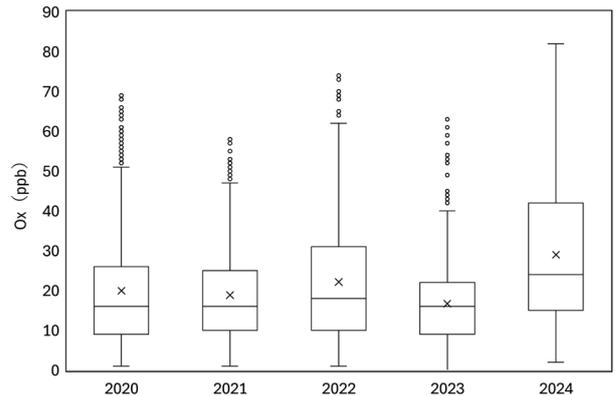


図 32 過去 5 年間の 8 月の Ox 濃度

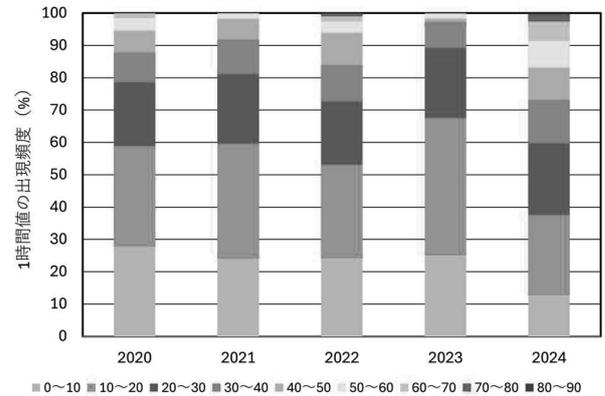


図 33 1 時間値の出現頻度

2-4 8月に着目した解析結果

前述のとおり、本県への大気塊の流入は夏に南方海上寄りに変化するため、清澄な海上の大気塊の流入によって Ox 濃度の上昇が抑制されと考えられ、過去 5 年間の濃度状況は表 4 及び図 32、33 に示すとおりである。いずれの年も環境基準を超える Ox 濃度が観測されているものの、2023 (令和 5) 年度までは箱ひげ図上で外れ値として扱われており、1 か月の中でも稀な事象であったと考えられる。一方、2024 (令和 6) 年度は過去 5 年間の中で平均濃度、環境基準超過の時間数ともに高く、61 ppb 以上の濃度が観測されても、外れ値とはならなかった。

表 4 61 ppb 以上を観測した時間数

年度	2020	2021	2022	2023	2024
時間(h)	12	1	17	3	53

過去 5 年間の CWT 法による解析結果を図 34 に示す。いずれの年度も本県の南方海上からの大気塊の流入が卓越する傾向が認められ、Ox 濃度

が低下する要因になっているものと考えられる。基準超過延べ 53 時間の 2024 (令和 6) 年度については、前述のとおり西日本とその周辺に比較的濃度の高いエリアが存在し、国内からの移流の可能性が示唆される結果となった。次いで、延べ 17 時間の 2022 (令和 4) 年度は他の年度と異なり大陸方向からの大気塊の流入も認められ、大陸を起源とする西方からの寄与が大きいことを示唆する結果となった。また、2020 (令和 2) 年度は図 35 に示すとおり九州北部にスポット的に濃度の高いエリアが認められた。これらのことから、本県の 8 月の高濃度事象は年度によって要因が異なる可能性が考えられる。なお、各年度の Ave. 値は表 5 に示すとおりであり、8 月に関しては流跡線の広がりが大きく、Ave. 値が小さいほど高濃度事象が起りにくい傾向にあることが確認された。

表 5 8 月の Ave. 値

年度	2020	2021	2022	2023	2024
Ave.	34.1	21.7	31.7	17.8	33.4

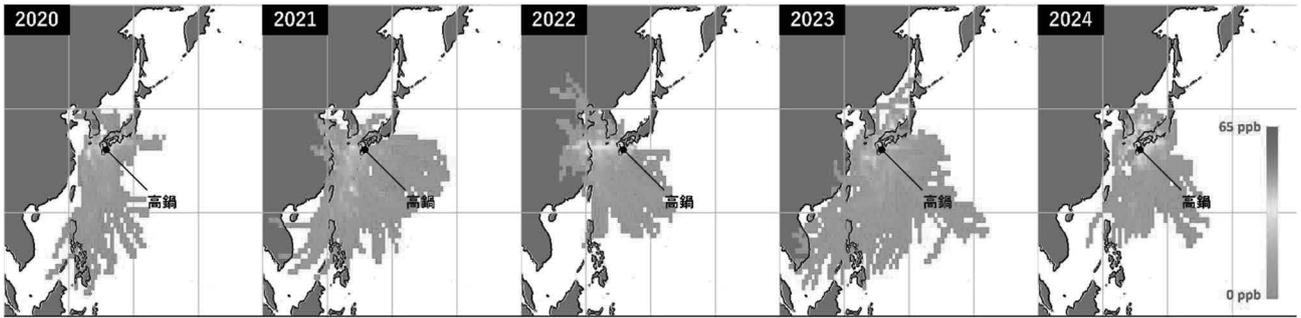


図 34 CWT 法による過去 5 年間の 8 月の解析結果

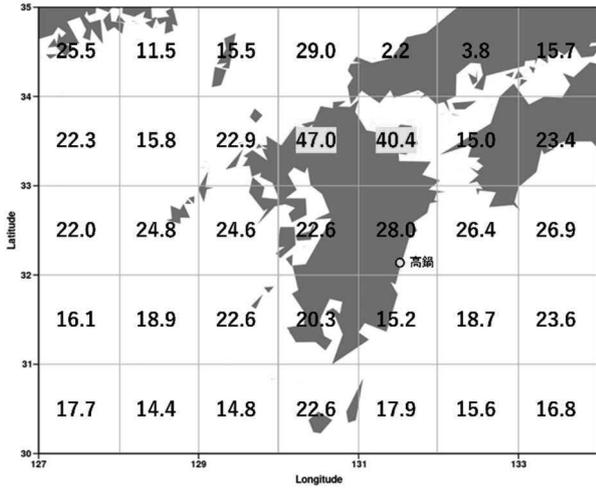


図 35 2020 年 8 月の補正後の C_{ij} 値の分布

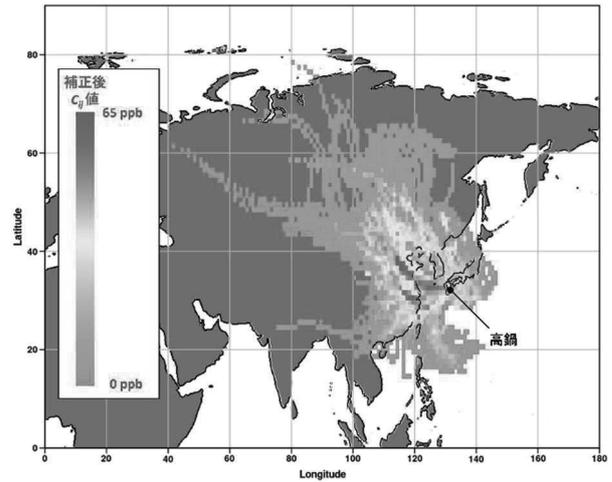


図 36 3 月の解析結果 (1 時間間隔)

2-5 3 月に着目した解析結果

令和 6 年度の最高濃度を観測した 3 月について、1 時間間隔で計算した後方流跡線を用いて解析を行った結果を図 36 に示す。図 29 と同様に、大陸方向に高い C_{ij} 値のエリアが広がっている様子を確認することができた。最高濃度を観測した 23 日を含む前後 1 週間の後方流跡線を図 37 に、この期間の Ox 濃度の推移を図 38 に示す。赤線で示した 23 日は 1 日分計 24 本の流跡線がばらつくことなく収束して同じエリアを通過していることが分かった。また、最高濃度を観測した 19~21 時以降に濃度は低下に転じたものの高止まりとなった。国立天文台の発表¹⁰⁾による 23 日の本県の日入り時刻は 18 時 28 分であり、地域内における Ox の光化学生成に高濃度の要因を求めることは困難であると考えられる。

次に、3 時間間隔で計算した後方流跡線の遡行最終地点の対地高度を 1 km 間隔で階級分けした結果を図 39 に示す。6~10 月にかけては、最終地点の高度が 3 km 未満の割合が多いが、それら以外の月では高高度からの大気塊の流入が発生し

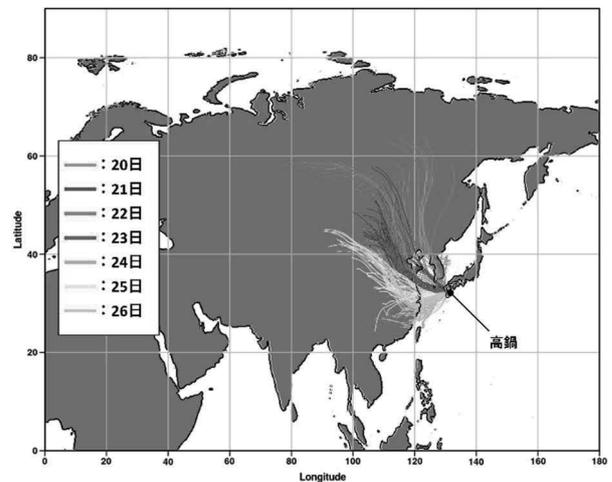


図 37 3 月 20 日~26 日の後方流跡線

やすい傾向が認められた。高層の大気の降下は成層圏オゾンを上層付近にもたらすと言われており¹¹⁾、高濃度事象に一定程度寄与している可能性が考えられる。但し、3 月 20 日~26 日にかけては図 40 に示すとおり、特筆すべき高高度からの流入は確認されず、成層圏オゾンの寄与について言及することは困難であった。

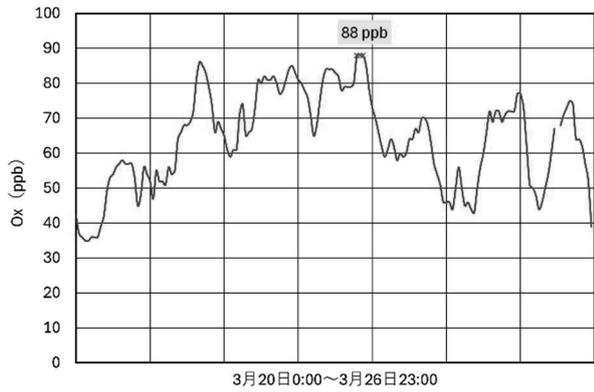


図 38 3月20日～26日のOx濃度の推移

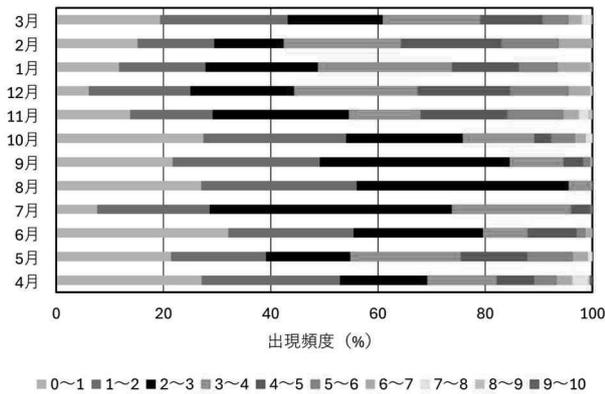


図 39 各月の遡行最終地点の対地高度

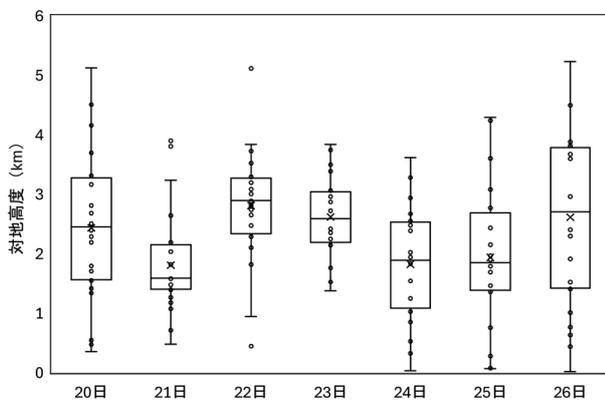
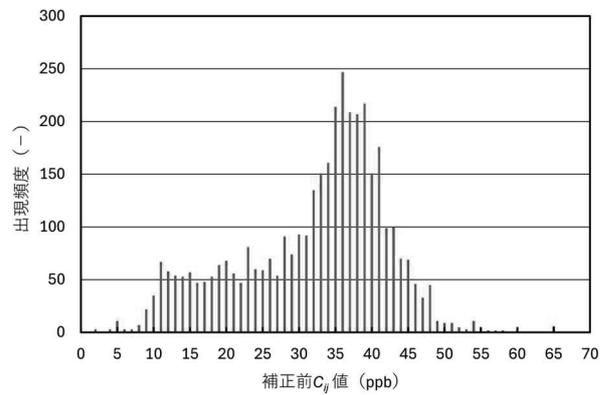


図 40 3月20日～26日の
遡行最終地点の対地高度

2-6 2024 (令和 6) 年度の解析結果

前節においてデータ数を増やしても CWT 法による解析が可能であったことから、3 時間間隔の各月のデータを 1 年分まとめ併せて解析した結果を図 41 に示す。流跡線の総数は 2920 本、エンドポイントの総数は 210240 点であったが、支障なく解析を行うことができた。補正前後の C_{ij} 値の出現頻度 (例えば 5 は 5 以上 6 未満を表す) は図 42 に示す分布となり、補正係数 W_{ij} によって分布

の形状は大きく変化した。また、エンドポイントは 3829 個の格子に分配され、一つの格子に含まれるエンドポイント数の分布は図 43 に示すものとなった。図中の破線は左から 0.5Ave., Ave., 3Ave. を表している。重み 1.00 で補正される格子は全体の約 7%, 最小の 0.17 で補正される格子はその 10 倍程度存在した。また、図 30 で示したとおりエンドポイントの約 7 割が領域 1 と 4 に分布し、本県は西方に位置するユーラシア大陸方向からの影響を受けやすいエリアに位置していることが明確となった。



↓ $\times W_{ij}$

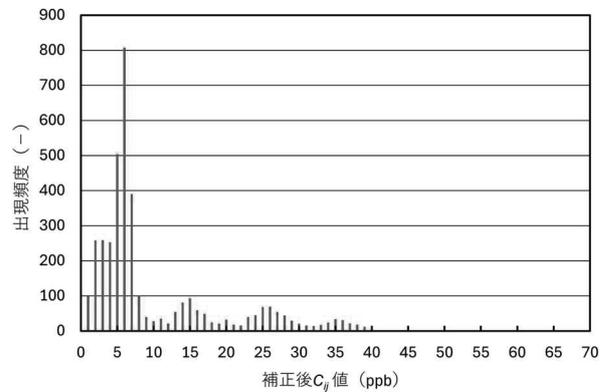


図 42 補正前後の C_{ij} 値の分布

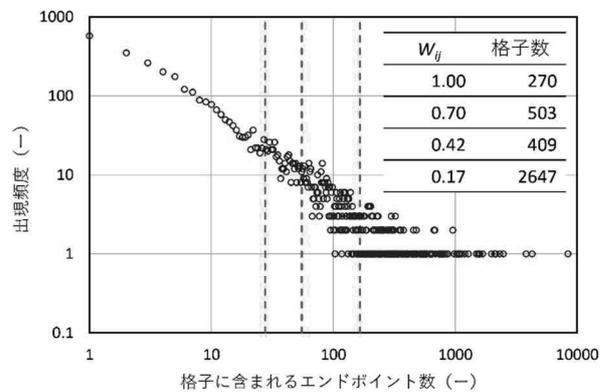


図 43 格子に含まれるエンドポイント数の分布

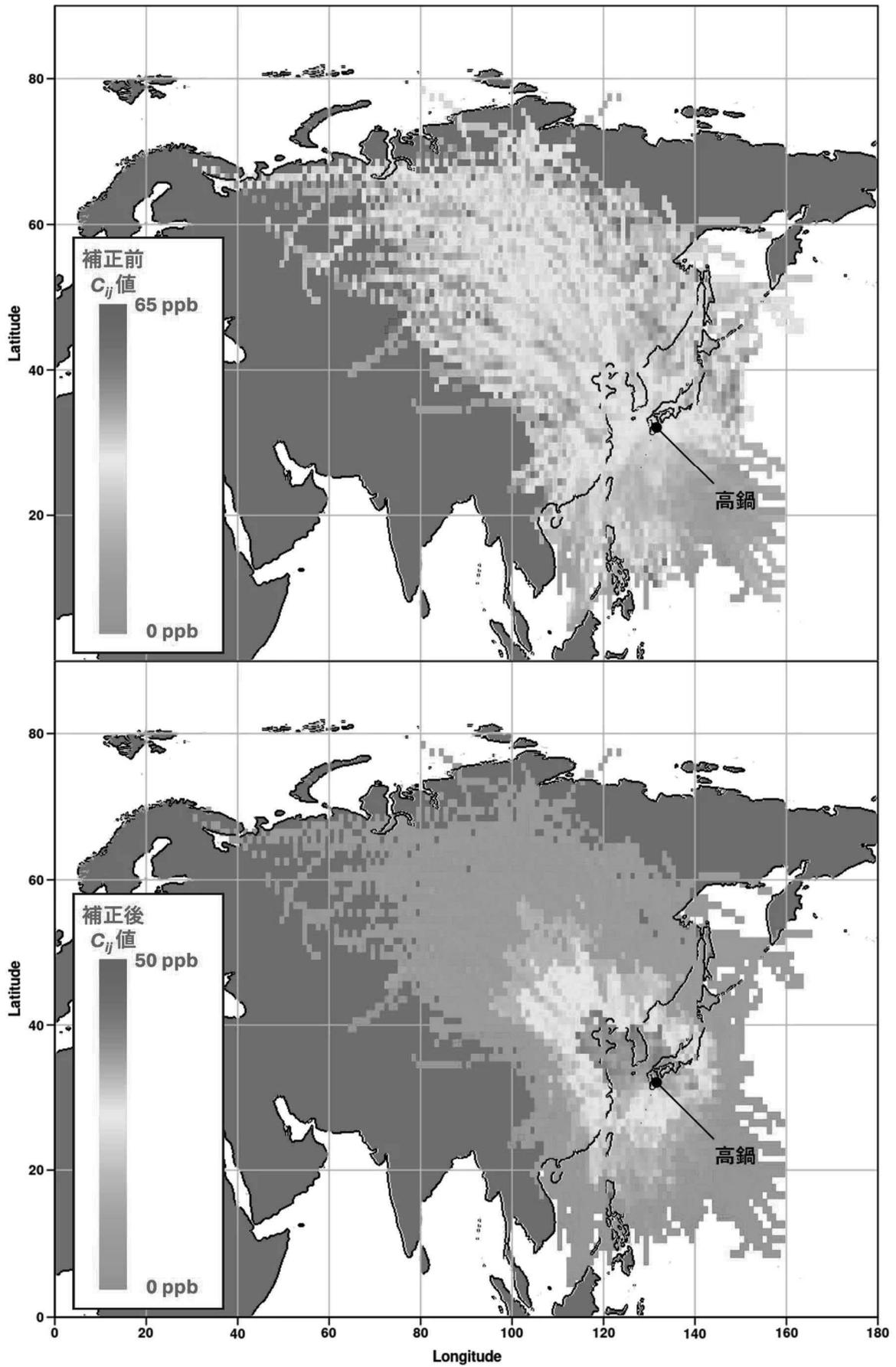


図 41 2024 (令和 6) 年度の解析結果

まとめ

表計算ソフトを使用して CWT 法を実施する方法を思案し、2024 (令和 6) 年度の高鍋局で観測された Ox 濃度に適用した結果、次のことが明らかとなった。

- 本県の Ox 濃度は冬から春にかけて高く、日差しの強い夏に低下する傾向が認められた。また、冬から春にかけては、前日夜間濃度も高く、本県外部からの移流が寄与している可能性が示唆された。
- 環境基準を上回る Ox 濃度は日照時間に関わらず観測され、地域内の光化学生成以外に要因がある可能性が支持された。
- DPOx を指標とした解析の結果、本県の光化学生成のポテンシャルは 1 桁 ppb 程度の水準であると推定された。
- CWT 法による各月の解析の結果、ユーラシア大陸方向からの大気塊の流入が卓越する時期と本県の Ox 濃度が上昇する時期が概ね一致する傾向が認められた。
- 夏は本県の南方海上からの大気塊の流入が卓越し、清澄な海上の大気塊の流入によって Ox 濃度が低下することが示唆された。
- Ox 濃度が低下する 8 月に発生する高濃度事象については、国内と国外に汚染源が存在する可能性が示唆され、年度によって要因が異なった。
- 1 時間値の最高濃度を観測した 3 月 23 日については、日没後の観測であることや夜間帯も濃度が高い状況が続いたことから、本県外部からの移流である可能性が強く示唆された。また、CWT 法による解析の結果もそれを支持するものとなった。
- 表計算ソフトを用いて 20 万点程度のエンドポイントの処理が可能であることが実証された。また、スパル機能を活用することによってデータ変動に柔軟に対応可能であることが明らかとなった。

以上のとおり、CWT 法を用いることによって Ox の濃度データの解析だけでは把握できない本県の大気環境に関する有益な知見を得ることができた。今後も毎月の解析を継続し、目には見えない本県の大気環境の本質を明らかにしていきたいと考えている。

謝辞

後方流跡線解析の場を提供いただいた国立研究開発法人国立環境研究所に感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 岩田龍祐, 十川隆博. 県内初の光化学オキシダント注意報について. 宮崎県衛生環境研究所年報 2020 ; 31 : 79-81.
- 2) 日岡一也, 山田和史, 田中智博. 光化学オキシダントにおける長期的な変動の解析. 宮崎県衛生環境研究所年報 2024 ; 34 : 74-77.
- 3) Hsu Y-K, Holsen TM, Hopke PK. Comparison of hybrid receptor models to locate PCB sources in Chicago. *Atmospheric Environment* 2003 ; 37 : 545-562.
- 4) 国立環境研究所. 地球環境データベース流跡線解析 (METEX). <https://db.cger.nies.go.jp/ged/metex/ja/index.html> (2025 年 7 月 30 日アクセス可能).
- 5) 米国 NCEP. NCEP Climate Forecast System Version 2 (CFSv2) 6-hourly Products. <https://rda.ucar.edu/datasets/d094000/> (2025 年 7 月 30 日アクセス可能).
- 6) Polissar AV, Hopke PK, Harris JM. Source regions for atmospheric aerosol measured at Barrow, Alaska. *Environmental Science & Technology* 2001 ; 35 : 4214-4226.
- 7) 若松伸司. 大気環境むかし・いまー第 2 講 大気環境常時監視データの活用に向けてー. *大気環境学会誌* 2023 ; 58 (6) : 154-181.
- 8) 気象庁. 過去の気象データ・ダウンロード. <https://www.data.jma.go.jp/risk/obsdl/> (2025 年 7 月 30 日アクセス可能)
- 9) 村尾直人. 大気モデルー第 6 講 流跡線解析ー. *大気環境学会誌* 2011 ; 46 (5) : A61-A67.
- 10) 国立天文台. 各地のこよみ. <https://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/dni/> (2025 年 7 月 30 日アクセス可能)
- 11) Ogawa T, Miyata A. Seasonal Variation of the Tropospheric Ozone : A Summer Minimum in Japan. *Journal of the Meteorological Society of Japan* 1985 ; 63 : 937-946.

IV 組織機構の概要

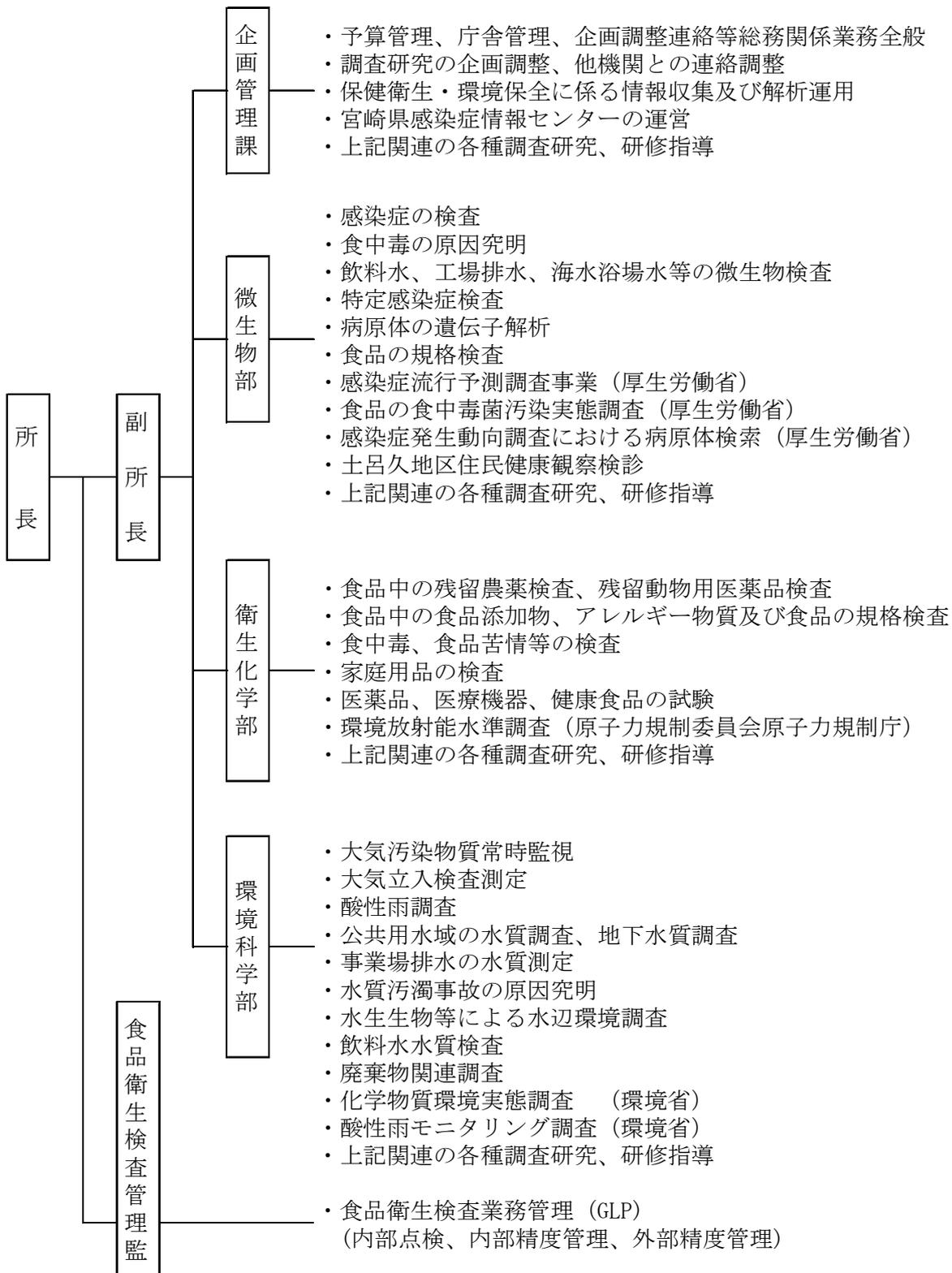
- 1 沿革
- 2 組織機構と業務
- 3 職員配置表
- 4 予算の概要
- 5 庁舎の概要

1 沿革

1949(昭和24).12.20	宮崎県衛生試験所を廃し、宮崎県衛生研究所発足 宮崎市清水町 65 番地 庶務課、細菌検査部、化学試験部、食品衛生検査部の 1 課 3 部を置く
1952(昭和27).9.2	臨床病理検査部を置く
1967(昭和42).3.29	新庁舎竣工 移転 宮崎市北高松町 5 番地 30 号 建物:鉄筋コンクリート 3 階建 敷地面積 1,823.44 m ² 建物面積 1,332.51 m ²
1968(昭和43).4.1	庶務課、微生物部、食品部、化学部、環境部の 1 課 4 部制となる
1971(昭和46).8.7	宮崎県公害センター設置 宮崎市北高松町 5 番地 30 号 (宮崎県衛生研究所敷地内) 庶務課、大気部、水質部の 1 課 2 部を置く
1972(昭和47).5.30	宮崎県公害センター庁舎建設、移転 宮崎市北高松町 5 番地 30 号 (宮崎県衛生研究所敷地内) 建物:鉄筋コンクリート 2 階建 延面積 163.89 m ²
1980(昭和55).10.1	宮崎県公害センター移転 (旧宮崎保健所を改修) 宮崎市清水 3 丁目 6 番地 31 号 建物:鉄筋コンクリート 2 階建 敷地面積 1,667.04 m ² 建物面積 1,156.84 m ²
1981(昭和56).4.1	公害センター別棟に宮崎県大気汚染中央監視局を設置 大気汚染監視テレメーター装置で県内 29 か所の大気汚染等を監視
1990(平成2).4.1	宮崎県衛生研究所と宮崎県公害センターを統合し、宮崎県衛生環境研究所発足 同時に、宮崎市学園木花台西 2 丁目 3 番地 2 号に新庁舎竣工移転 建物:鉄筋コンクリート 3 階建 敷地面積 10,735 m ² 建物面積 3,382 m ² 企画管理課、微生物部 (ウイルス科、細菌科)、衛生化学部 (食品科、化学科)、 環境科学部 (大気科、水質科) の 1 課 3 部 (6 科) を置く
1998(平成10).4.1	食品衛生検査管理監を置く
2007(平成19).4.1	科を廃止し、各部に「副部長」を置く
2009(平成21).4.1	中央保健所検査担当が衛生環境研究所に統合される
2010(平成22).4.1	都城保健所検査担当が衛生環境研究所に統合される
2011(平成23).3.31	微生物部附属棟を増設 271 m ²
2014(平成26).4.1	延岡保健所検査担当が衛生環境研究所に統合される

2 組織機構と業務

(2025年4月1日現在)



3 職員配置表

(令和7年(2025年)4月1日現在)

部・課	職種	事務職員				計	
		化学	獣医師	薬剤師	臨床検査技師		
所長		1				1	
副所長兼衛生化学部長		1				1	
食品衛生検査管理監				1		1	
企画管理課 課長		1				1	
企画管理課 専任主幹		1				1	
企画管理課 主任技師				1		1	
微生物部 部長						0	
微生物部 主任					1	1	
微生物部 主査					1	1	
微生物部 主任技師			1		5	6	
微生物部 技師					3	3	
衛生化学部 部長		兼務					
衛生化学部 専任主幹		1				1	
衛生化学部 主査		1				1	
衛生化学部 主任技師		1		1		2	
衛生化学部 技師		2		1		3	
環境科学部 部長		1				1	
環境科学部 専門主幹		1				1	
環境科学部 主査		3		1		4	
環境科学部 主任技師		1				1	
環境科学部 技師		1				1	
合計		2	14	1	5	10	32

4 予算の概要 2024(令和6)年度

(1)歳入 (単位:千円)	
予算科目	収入済額
使用料及び手数料	184
雑入	83
計	267

(2)歳出 (単位:千円)												
予算科目	一般管理費	人事管理費	公衆衛生総務費	予防費	衛生研究所費	食品衛生指導費	環境衛生指導費	環境保全費	薬務費	観光費	その他	計
報酬	2,332			1,748	2,069			3,261		2,424		11,834
職員手当	884		1,940	475	807			1,262		622		5,990
共済費	649			5	465			701		495		2,315
賃金												
報償費					50							50
旅費	257	126		811	289	279	3	409	205	170	1	2,550
需用費		34		30,205	15,785	8,316	480	9,303	440	283	898	65,744
役務費		70		461	1,268	470		1,693		36		3,998
委託料				2,884	26,119					4,540		33,543
使用料及び賃借料				12	5,852			5,212				11,076
工事請負費												
備品購入費					672			705				1,377
負担金補助及び交付金					130							130
公課費								8				8
計	4,122	230	1,940	36,601	53,506	9,065	483	22,554	645	8,570	899	138,615

(注) 四捨五入の関係で内訳と計が一致しないことがある。

5 庁舎の概要

●敷地面積	10,735㎡
●本館延床面積	3,382㎡
1階床面積	1,138㎡
2階 "	1,099㎡
3階 "	1,031㎡
R階 "	114㎡
●特殊化学物質分析施設	217㎡
●微生物部附属棟	271㎡
●車庫	99㎡