

熊本県
保健環境科学研究所報
令和3年度（2021年度）

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

No.51 2021

熊本県保健環境科学研究所

はじめに

2020年1月に日本国内で新型コロナウイルス感染症第一例目が検知され、それから遅れること1か月、熊本県内での同感染症第一例目が検知されました。それから3年が経ちましたが、その間、収束しては新たな変異株が出現する、いたちごっこのようなウイルスとの戦いの中で、当研究所は県民の皆様の安全・安心を確保するため、職員一丸となり検査研究機関としての役割を果たしてきました。

そのような中、令和5年1月27日、政府は、5月8日に感染症法に基づく現在の「2類相当」から季節性インフルエンザなどと同じ「5類」に移行する方針を決定しました。ようやくウイルスとの長い戦いの出口が見えてきたようにも思われますが、患者を受け入れる医療機関をどうするかや、今は自己負担がない医療費負担をどうするかなど、議論すべき点は多く残されています。以前のような日常を取り戻すのはまだまだ先のようです。

さて、この所報は、日々新型コロナウイルス検査に追われる中で令和3年度に進めてきた調査研究の成果等を取りまとめています。一例を挙げますと、衛生分野では、熊本県におけるカルバペネム耐性腸内細菌目細菌(CRE)の解析及びLC-MS/MSによる嘔吐毒セレウリドの迅速分析法の開発、環境分野では都市域バックグラウンドデータを用いたPM2.5に対する地域変動寄与の簡易推定、などです。関係者の皆様には、是非とも御高覧いただき、御活用いただくとともに、忌憚のない御意見を頂戴できれば幸いです。

最後に、今後も他機関等とも連携・協力しながら、地域保健、公衆衛生、環境保全に関する科学的・技術的中核として専門的な技術や知識を駆使しつつ、県民の健康及び地域の環境を守るための調査研究に取り組んで参ります。

引き続き、関係各位の御支援及び御協力を賜りますようお願いいたします。

令和5年2月

熊本県保健環境科学研究所

所長 廣畑 昌章

目 次

1 運 営

1・1 沿革・組織機構	1
1・2 職員の構成	2
1・3 職員一覧表	2
1・4 施設及び主要備品	3
1・5 学会・研修等	5
1・6 調査研究に対する外部評価	7

2 業 務 実 績

2・1 微生物科学部	8
2・2 生活化学部	10
2・3 大気科学部	13
2・4 水質科学部	16

3 調査研究

3・1 報文	
1) 熊本県内で検出されたカルバペネム耐性腸内細菌目細菌(CRE)の解析について	19
2) LC/MS/MS によるセレウリドの迅速分析法の開発	23
3) 都市域バックグラウンドデータを用いた PM _{2.5} に対する地域変動寄与の簡易推定	28
4) 旧下益城郡市町村の湧水の水質について	32
3・2 資料	
1) 感染症発生動向調査に伴う病原体検査 (2021 年度)	46
2) 日本脳炎調査 (2021 年度)	49
3) 当研究所における新型コロナウイルス検査状況	51
4) 9 農産物を用いた “LC/MS (/MS) による農薬等の一斉試験法 I (農産物)” の 40 農薬への適用の妥当性評価	57
5) 熊本県内における放射能調査 (2021 年度)	63
6) 熊本県の酸性雨長期モニタリング調査結果 (2021 年度)	68
3・3 誌上発表論文抄録	73
3・4 学会・研究会発表抄録	
1) 所外における学会・研究会	75

Annual Report of Kumamoto Prefectural Institute
of Public-Health
and Environmental Science
No. 51 2021
Contents (Research)

Regular Articles

- 1) Analysis of carbapenem resistant Enterobacteriales (CRE) detected in Kumamoto Prefecture
Rika MAEDA, Seiya HARADA, Atsumi OBARA, Misato MORI and Shunsuke YAHIRO

- 2) Development of rapid analytical method for cereulide by LC-MS/MS
Kazuma YAGI, Naho YAMAGUCHI ^{*1}, Masahide KOBAYASHI^{*2} and Hironobu FUKUSHIMA^{*3}
^{*1} Public Hygiene and Pharmaceutical Division, Health Bureau, Department of Health and Welfare
^{*2} Meat Safety Inspection Office
^{*3} Environmental Conservation Division, Environmental Affairs Bureau, Department of the Environment and Residential Life

- 3) Simple estimation of local PM_{2.5} contribution in urban sites of Kumamoto based on measurement at an urban background site.
Hosei TSUNODA, Yusuke YAMAMOTO* and Satoshi TOYONAGA
* Environmental Education and Intelligence Center

- 4) Quality of Spring Water in the former Shimomashiki-gun municipalities
Masaaki HIROHATA, Tomoyuki SANADA, Taisei SERIKAWA and Tatsuya MATSUZAKI

Reports

- 1) Epidemiological Surveillance of Infection Diseases in Kumamoto Prefecture (2021)
Yukie INOUE, Rika MAEDA, Mami SATO*, Seiya HARADA, Takaaki HIRANO, Atsumi OBARA, Misato MORI and Shunsuke YAHIRO
*Former member of Kumamoto Prefectural Institute of Public-Health and Environmental Science

- 2) Surveillance of Japanese Encephalitis Virus Infection in Kumamoto Prefecture (2021)
Takaaki HIRANO and Shunsuke YAHIRO

- 3) Summary of COVID-19 tests in Kumamoto Prefectural institute
Shunsuke YAHIRO, Takaaki HIRANO, Ichiro IZU, Misato MORI, Atsumi OBARA, Rika MAEDA, Yukie INOUE, Seiya HARADA, Mami SATO^{*1}, Shoichiro GEJIMA^{*2}, Kazutoshi MATSUMOTO^{*3}, Takashi SAKAI^{*4}, Masahide KOBAYASHI^{*3}, Haruka NISHIJIMA^{*5} and Hiroki SAITO^{*6}
^{*1} Former member of Kumamoto Prefectural Institute of Public-Health and Environmental Science
^{*2} Public Health Emergency Management Division, Department of Health and Welfare
^{*3} Meat Safety Inspection Office
^{*4} Public Hygiene and Pharmaceutical Division, Health Bureau, Department of Health and Welfare

*5 Department of Health, Welfare and the Environment, Tamana Area Promotion Bureau

*6 Recycling and Sustainability Promotion Division, Environmental Affairs Bureau, Department of the Environment and Residential Life

- 4) Validation for 40 Pesticide Residues in 9 Agricultural Products by LC-MS/MS using Japanese Official Multiresidue Method.(2021)

Norifumi UKAJI, Kazuma YAGI, Masahide KOBAYASHI^{*1}, Hirobnobu FUKUSHIMA^{*2}

*1 Meat Safety Inspection Office

*2 Environmental Conservation Division, Environmental Affairs Bureau, Department of the Environment and Residential Life

- 5) Radioactivity Survey Data in Kumamoto Prefecture (2021)

Hiromichi KITAOKA, Kazunori UENO, Satoshi TOYONAGA, Housei TSUNODA and Noriyuki YOSHIKAWA^{*1}

*1 Department of Health, Welfare and the Environment. Kamimashiki Area Development Bureau. Central Kumamoto Administrative Headquarters

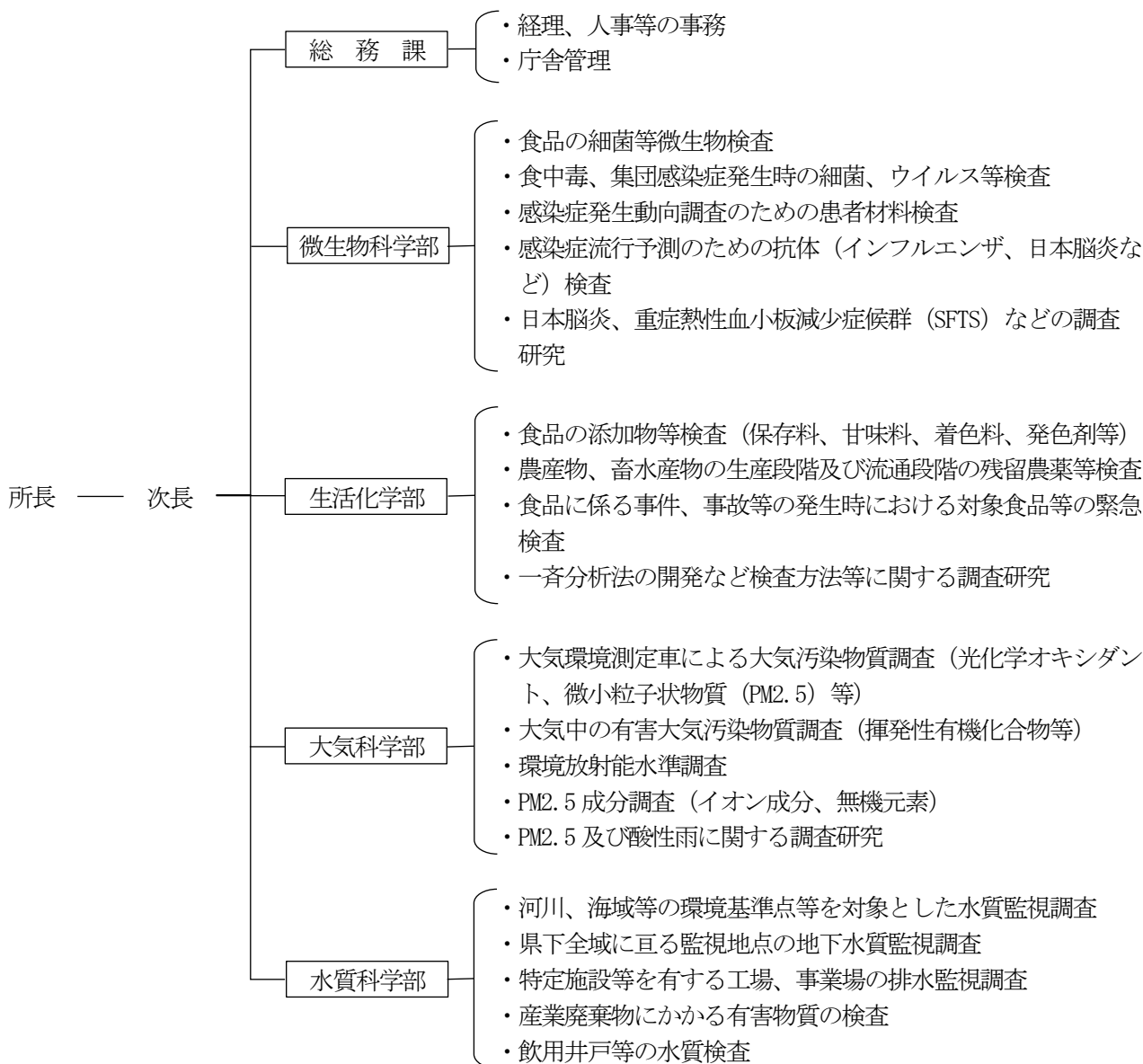
- 6) Long-Term Monitoring of Acid Deposition in Kumamoto Prefecture(2021)

Kazunori UENO, Housei TSUNODA and Ai SAWADA

1 運 営

1・1 沿革・組織機構

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



1・2 職員の構成

(令和4年5月1日現在)

組 織	職 員 数								合 計	
	事務系	技 術 系						技能 吏員		
		医師	獣医師	薬剤師	理工系 技師	農学系 技師	検査技師			小計
所 長					1			1		1
次 長	1							1		1
総務課	2							2		2
微生物科学部			3	4				7		7
生活化学部			1	3		1		5		5
大気科学部				1	4			5		5
水質科学部				4	2			6		6
合 計	3	0	4	12	7	1	0	27	0	27

1・3 職員の一覧表

(令和4年5月1日現在)

職		氏 名	職		氏 名
所 長		廣畑 昌章	大気科学部	大気科学部長	木野 世紀
次 長		久保園 一誠		研究参事	豊永 悟史
総務課	総務課長(兼務)	久保園 一誠		研究主任	角田 朋生
	主 幹	稲葉 智裕	研究員	上野 一憲	
微生物科学部	主任主事	西村 幸子	〃	北岡 宏道	
	研究主幹 (微生物科学部長)	八尋 俊輔	水質科学部	水質科学部長	松崎 達哉
	研究主幹	平野 孝昭		研究参事	出納 由美子
	〃	伊豆 一郎		研究主任	澤田 愛
	研究員	佐藤 磨美		研究員	眞田 知征
	〃	前田 莉花		〃	芹川 大成
〃	井上 祐希江	〃		小原 彬生	
生活化学部	〃	原田 誠也			
	研究主幹 (生活化学部長)	中原 優子			
	研究参事	森 美聡			
	研究主任	宇梶 徳史			
	〃	島 絵里子			
研究員	八木 一真				

1・4 施設及び主要備品

1・4・1 施設

		(単位 m ²)
敷地		22,998.78
庁舎概要		
本館	鉄筋コンクリート造3階建(平成7年2月20日)	5,436.08
1F	総務課 微生物科学部 テレメーター室	1,880.82
2F	生活化学部 大気科学部 会議室 講堂	1,735.38
3F	水質科学部 図書室 教養室	1,735.38
RF		84.50
排水処理室	鉄筋コンクリート造	9.90
車庫	鉄骨造	113.14
動物舎	鉄筋コンクリート造	158.40
危険物等倉庫	鉄筋コンクリート造・一部鉄骨造	50.00
計		5,767.52

施設の建物別面積

		(単位 m ²)	
区 分	面 積	備 考	
管 理 部 門	109.20		
研 修 部 門	230.50	図書室 会議室 教養室	61.0 149.2 20.3
技 術 部 門	4,316.96		
倉 庫	326.64		
ボイラー・機械室等	316.80		
その他・共通部門	135.98		
小 計	5,436.08		
その他	排水処理室	9.90	
	車 庫	113.14	
	動 物 舎	158.40	
	危険物等倉庫	50.00	
計		5,767.52	

1・4・2 主要備品

(注：300万円以上の機器を掲載、令和4年4月1日現在)

品名	メーカー名 / 型式等	購入年月	配置先
大気環境測定車 (みどりV世)	トヨタ/3BF-TRY230	R4.3	大気科学部
自動電気泳動装置	島津製作所/MCE-202MultiNA	H29.2	微生物科学部
自動核酸抽出装置	QIAGEN/QIAcube connect	R2.3	微生物科学部
DNAシークエンサー	Applied Biosystems/3500GeneticAnalyzer	H23.7	微生物科学部
DNAシークエンサー	イルミナ/iSeq 100	R2.3	微生物科学部
DNAシークエンサー	イルミナ/iSeq 100	R3.11	微生物科学部
シークエンス解析システム	Filgen/CLC Workbench	R3.10	微生物科学部
煙道排ガス試料採取装置	マルニサイエンス/M2-700DS	H26.3	大気科学部
気象観測装置	小笠原計器製作所/	H26.2	大気科学部
ガスクロマトグラフ	島津製作所/GCMS QP-2010	H16.10	生活化学部
ガスクロマトグラフ	島津製作所/GC-2010 Plus	H26.9	水質科学部
ガスクロマトグラフ	Agilent/8890GC	R3.3	水質科学部
ガスクロマトグラフ質量分析装置	Agilent/5973 inertMSD	H16.3	生活化学部
ガスクロマトグラフ質量分析装置	島津製作所/GCMS-TQ8040	H27.3	大気科学部
ガスクロマトグラフ質量分析装置	島津製作所/GCMS-TQ8040	H27.3	水質科学部
ガスクロマトグラフ質量分析装置	島津製作所/GCMS-QP2020NX	R3.3	水質科学部
液体クロマトグラフ	島津製作所/PROMINENCE	H17.9	生活化学部
液体クロマトグラフ質量分析計	島津製作所/LCMS-8030、Nexera	H23.5	水質科学部
イオンクロマトグラフ	ダイオネクス/ICS-1600	H25.1	大気科学部
イオンクロマトグラフ	サーモフィッシャー・サイエンティフィック/Integriion RfIC	R2.3	水質科学部
クロマトグラフ関連機器	GLサイエンス/AQUALoaderIII、G-PrepELUTE8060	H23.5	水質科学部
マイクロ波試料分解装置	パーキンエルマー/Multiwave3000	H24.12	大気科学部
マイクロウェーブ試料消処理装置	マイルストーンゼネラル/ETHOSTC	H14.9	生活化学部
マイクロウェーブ試料消処理装置	アントンパール/Multiwave PRO 60Hz	H29.12	水質科学部
リアルタイムPCR装置	ロシュ・ダイアグノスティクス/LightCycler 480System II	R2.10	微生物科学部
リアルタイムPCR装置	ロシュ・ダイアグノスティクス/LightCycler 480System II	R2.12	微生物科学部
リアルタイムPCR装置 (全自動)	BD/全自動核酸抽出増幅検査システム BDマックス	R3.2	微生物科学部
気中水銀分析装置	日本インスツルメンツ/WA-5A	H26.3	大気科学部
オートアナライザー	ビーエルテック/SWAAT5CH型	H18.12	水質科学部
オートアナライザー	ビーエルテック/SWAAT28 2ch+UV	H29.10	水質科学部
電気泳動装置	大塚電子/CAPI-3200	H9.3	微生物科学部
電気泳動装置	日本バイオイメージ/Gel Print 2000i	H10.1	微生物科学部
ICP質量分析装置	Agilent/7900	H28.12	水質科学部
蛍光顕微鏡	ニコン/VFD-TR	S58.11	微生物科学部
安全キャビネット	日立冷熱/SCV1303EC IIB	S63.3	微生物科学部
PM _{2.5} 成分分析用サンブラ	ムラタ計測器サービス/MCAS-SJA	H25.7	大気科学部
超臨界流体抽出装置	島津製作所/Nexera UCオンラインSFEシステム	H29.2	生活化学部
超臨界流体質量分析装置	島津製作所/Nexera UCオンラインSFE/SFC-LCMS8050	H29.2	生活化学部
原子吸光分光光度計	パーキンエルマー/PinAAcle 900Z	H30.12	水質科学部
ガスクロマトグラフ (ECD)	島津製作所/GC-2010 Plus	H29.1	生活化学部
ガスクロマトグラフ (FID)	島津製作所/GC-2010 Plus	H29.1	生活化学部
恒温恒湿器	ヤマト科学/FCCZ-150	H31.3	大気科学部
放射能検出装置	日立アロカメディカル/NaI (II)シンチレーションスペクトロメータ	H24.3	生活化学部

1・5 学会・研修等

1・5・1 出席した主要な学会・研究会等

年月	名称	場所・方法	氏名
3年 4月	Ⅱ型共同研究「光化学オキシダントおよびPM2.5汚染の地域的・気象的要因の解明」会議	Web	豊永
5月	大気環境学会関東支部講演会	Web	豊永、角田
6月	Ⅱ型共同研究「光化学オキシダントおよびPM2.5汚染の地域的・気象的要因の解明」会議	Web	豊永
7月	第1回地下水の勉強会	熊本市	廣畑、木野、 出納、小原（彬）
8月	日本エアロゾル学会	Web	豊永
9月	第62回大気環境学会年会*	Web	豊永、角田
9月	日本水環境学会シンポジウム	Web	木野
9月	第2回地下水の勉強会	Web	出納、小原（彬）
10月	第32回廃棄物資源循環学会研究発表会併設集会	Web	出納
10月	獣医学術九州地区学会*	Web	森
10月	第46回九州衛生環境技術協議会	Web	角田、出納
10月	第3回地下水の勉強会	熊本市	出納、小原（彬）
11月	「船舶からの硫黄酸化物及び粒子状物質の排出規制」に関するシンポジウム	Web	豊永、角田
11月	全国大気汚染防止連絡協議会*	Web	豊永、角田
12月	Ⅱ型共同研究「光化学オキシダントおよびPM2.5汚染の地域的・気象的要因の解明」会議*	Web	豊永
4年 1月	大気環境学会中部支部講演会	Web	豊永、角田
2月	全国環境研究所交流シンポジウム	Web	豊永、角田
3月	アジア域の化学輸送モデルの現状と今後の展開に関する研究集会	Web	豊永、角田
3月	大気環境学会九州支部研究発表会	Web	豊永、角田
3月	第95回日本細菌学会総会*	Web	八尋

*職員が発表した学会等

1・5・2 出席した技術研修等

年月	名称	場所・方法	氏名
3年 4月	第3種放射線取扱主任者講習	大阪市	小原 (彬)
6月	衛生微生物技術協議会第41回研究会	Web	森、佐藤、前田
10月	オキシダント計校正研修	福岡県	豊永
10～2月	環境省環境調査研修所遠隔参加型分析実習Aコース農薬 (GC/MS)	Web	小原 (彬)
10～2月	環境省環境調査研修所遠隔参加型分析実習BコースPFOS, PFOA (LC/MS/MS)	Web	出納
12月	石綿対策技術講習会	Web	角田
4年 1月	化学物質環境実態調査環境科学セミナー	Web	吉川、小原 (彬)
1月	石綿飛散防止対策研修	Web	角田
2月	実験動物管理者等研修会	Web	前田
2月	令和3年度希少感染症診断技術研修会	Web	八尋、森

1・6 調査研究に対する外部評価

当所で実施する調査研究について、県民ニーズに合致した効率的・効果的な業務の遂行とその透明性の確保を図るため、研究計画や成果に関する外部評価委員会による評価を行った。

- 1 開催日
令和4年（2022年）2月22日（火）
- 2 委員
学識経験者等5名
- 3 評価対象
成果評価（調査研究の目的の達成度、行政施策への寄与度等）・・・なし
中間評価（調査研究の進捗状況、継続の妥当性等）・・・なし
計画評価（計画段階で調査研究の目的、内容の妥当性等）・・・2件
- 4 評価方法
項目別評価、総合評価とも次の5段階で評価する。
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。
- 5 評価結果

【1】計画評価

(1) 調査研究課題 SFE-GC/MS/MSによる農産物中農薬の一斉分析法に関する研究（H30～R1）			
(2) 項目別評価			
①研究目的の達成度	5	④県民ニーズへの波及効果	4
②衛生行政・環境行政施策への寄与度	5	⑤今後の発展性	5
③学術的意義又は技術開発への寄与度	5		
(3) 総合評価		5	
(4) 委員のコメント			
<ul style="list-style-type: none"> ・ 県民の健康被害拡大防止や食に対する不安軽減に寄与する価値のある研究である。 ・ 本分析法は汎用性が高く、前処理の効率化により、結果が得られるまでの時間短縮や分析にかかる操作の工数が低減できるなど高く評価できる。 ・ 分析法の開発は県民ニーズに沿っており、県民や他県へアピールするためにも、その公開方法について工夫改善が必要である。 ・ 分析法の開発に当たっては、分析に伴う消耗品等のコストだけでなく、GC/MS/MSという分析機器そのものの価格や機器のメンテナンスに要する経費等も含めて議論すべきである。 			
(1) 調査研究課題 動物由来感染症病原微生物保有状況調査			
(2) 項目別評価			
①研究目的の達成度	4	④県民ニーズへの波及効果	4
②衛生行政・環境行政施策への寄与度	5	⑤今後の発展性	4
③学術的意義又は技術開発への寄与度	4		
(3) 総合評価		4	
(4) 委員のコメント			
<ul style="list-style-type: none"> ・ 野生動物の薬剤耐性菌の保有状況調査は、ジビエ処理や保護動物譲渡の安全に繋がり、衛生環境行政への寄与度が大きいことから、継続して実施していく必要がある。 ・ 今後は、他県と比べてどうか、地域別の保有率はどうか、など俯瞰することで新たな成果に繋がるものと思われる。 ・ 今回の成果を広く県民に伝えることで、保護動物の飼養やジビエ食材による感染リスクについて、広く啓発する必要がある。 ・ 寄生虫検査において、鞭虫卵はホルマリン・エーテル法等の遠心沈殿法が良いので検討のこと。 			

2 業務実績

2・1 微生物科学部

令和3年度は、行政依頼検査として感染症の検査、食中毒・有症苦情の原因微生物検査、食品の微生物規格基準検査、豚肉の残留抗生物質の検査、ツツガムシ病・日本紅斑熱患者の血清学的検査、健康福祉部職員のB型肝炎(HBs抗原・抗体)検査等を行った。また、国庫委託事業として、感染症流行予測調査事業(日本脳炎の感染源調査)、感染症発生動向調査事業等を行った。その他、これらの試験・検査業務に加え、さまざまな課題について調査研究を行った。

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

2・1・1 試験検査

1) 感染症検査

感染症発生届に基づき、保健所等から依頼された検体(細菌163検体、ウイルス・リケッチア59検体)について、検査を行った。検出された病原体は腸管出血性大腸菌、日本紅斑熱リケッチア、ツツガムシ病リケッチア、SFTSV等であった。

2) 食中毒・有症苦情検査

食中毒・有症苦情関連のウイルス検査79検体、細菌検査91検体について、原因微生物の検索及び同定検査を行った。その結果、原因微生物としてノロウイルス、カンピロバクター等が検出された。

3) 食品中の微生物検査

魚肉練り製品等12検体の微生物規格検査等を行った。

4) 新型コロナウイルス検査

新型コロナウイルス感染症の流行に伴い、保健所から搬入された検体について、検査を実施した。通常のコロナ検査30,158検体、N501Y変異スクリーニング検査972検体、L452R変異スクリーニング検査1,636検体、ゲノム解析1,049検体等を実施した。

5) その他微生物検査

健康福祉部職員のうち希望のあった72名の血清についてHBs抗原及びHBs抗体検査を行った。

6) 感染症流行予測調査

日本脳炎の感染源調査を、7月中旬～9月中旬にかけて、生後4～6ヶ月のブタ80頭についてJEVに対するHI抗体

及び2-ME感受性抗体を測定した。詳しくは3・2資料の項に掲載した。

7) 感染症発生動向調査事業に伴う検査

令和3年4月から令和4年3月までに、検査定点医療機関等において採取された155検体について、A549、RD-A、VeroE6等による組織培養法、遺伝子学的検査法等を用いて病原体の検査を行った。詳しくは3・2資料の項に掲載した。

2・1・2 調査研究

1) 熊本県内におけるカルバペネム耐性腸内細菌目細菌(CRE)の検出状況

2017年度から2021年度までにカルバペネム耐性腸内細菌目細菌(CRE)感染症として届出された18名患者由来菌株19株について、耐性遺伝子及びカルバペネマーゼ産生等の確認試験を行った。その結果、カルバペネマーゼ産生株(CPE)は2株(10.5%)であり、*Enterobacter cloacae*、*Klebsiella oxytoca*それぞれ1株からIMP型カルバペネマーゼ遺伝子を検出した。IMP型は日本国内で最も多く検出される遺伝子型に該当し、本県においても存在することが判明した。

詳しくは3・1報文の項に掲載した。

2) 熊本県における新型コロナウイルス検出状況

2019年度から始まった新型コロナウイルス感染症は、当研究所において、過去に例がないほどの業務量をもたらし、職員は対応に追われた。現在も、対応は継続しているが、今後の新興・再興感染症対応の一助となるよう、流行期間(第1波から第8波)それぞれにおける検査状況や対応状況をまとめた。

詳しくは3・2資料の項に掲載した。

微生物科学部業務実績表

分類	事業名	業務	令和3年度		令和2年度	
			件数	延項目数	件数	延項目数
行政検査	(1) 感染症病原体検査	細菌	163	278	323	545
		ウイルス・リケッチア・その他	59	172	17,993	18,054
	(2) 食中毒・有症苦情検査	原因物質検査	170	850	253	1,006
	(3) 食品中の微生物検査	からし蓮根等	0	0	5	25
		魚肉練り製品等	3	3	3	3
		生カキ・海水	0	0	8	12
		その他	9	27	36	108
		小計	404	1,330	18,621	19,753
	(4) 新型コロナウイルス検査	通常検査	30,158	30,158	(1)に含む	
		N501Y スクリーニング	972	972		
		L452R スクリーニング	1,636	1,636		
		ゲノム解析	1,049	1,049		
	(5) その他の微生物検査 (B型肝炎検査等)		72	72	77	77
	合計	34,291	35,217	18,701	19,833	
国庫委託調査	(6) 感染症流行予測調査 (感染源)		80	80	90	180
	(7) 感染症発生動向調査		155	1,550	174	1,740
	合計		235	1,630	264	1,920
調査研究	SFTS ウイルスの調査研究		1	1	0	0
	薬剤耐性細菌に係る調査研究		0	0	21	42
	動物由来感染症に関する調査研究		0	0	7	7
	その他		15	15	0	0
	合計		16	16	28	49
	総計		34,542	36,863	18,993	23,771

2・2 生活化学部

令和3年度は、行政依頼検査として農産物の残留農薬検査、食品中の食品添加物等の規格基準検査、畜水産食品中の動物用医薬品等残留検査のほか、熊本県食の安全安心推進条例に基づく県産農林水産物中の農薬・動物用医薬品等の出荷前残留検査を実施した。

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

2・2・1 試験検査

1) 食品・食品添加物等の規格基準検査

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

2) 魚介類の水銀検査

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

令和3年度は該当する検査はなかった。

3) 畜水産食品中の動物用医薬品等残留検査

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

4) 食品中の残留農薬検査

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

5) 特定アレルギー物質検査

食品中の特定アレルギー物質（えび・かに、そば、落花生）の表示確認試験を実施した結果、表示違反はなかった。

6) 家庭用品中有害物質含有検査

「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、試買した繊維製品中のホルムアルデヒド、ディルドリン等について検査を実施することとしている。

令和3年度は該当する検査はなかった。

7) 医薬品等に関する試験検査

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

令和3年度は後発医薬品の医薬品収去検査事業の検体（ミグリトール錠）の確認試験を実施した結果、該当する成分が含有していることを確認した。

8) 薬事に関する業務

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

令和3年度は該当する検査はなかった。

9) 器具、容器包装の規格基準検査

食品の調理、製造加工、運搬及び保存等に用いられる器具及び容器包装については、食品衛生法によってその材質毎に規格基準が定められている。

令和3年度は該当する検査はなかった。

10) おもちゃの規格基準検査

おもちゃについては、食品衛生法によってその材質毎に規格基準が定められている。

令和3年度は該当する検査はなかった。

11) 松くい虫特別防除薬剤残留検査

球磨郡あさぎり町において、例年5月中旬から6月中旬に松くい虫防除の影響調査のため、必要に応じて流域の河川水における使用薬剤の残留試験を実施している。

令和3年度は該当する検査はなかった。

12) GLPに関する精度管理試験

(GLP: Good Laboratory Practice)

内部点検作業書（SOP: Standard Operating Procedure）に基づき、信頼性確保部門責任者による内部点検を実施しているが、その一環として食品衛生外部精度管理調査に参加した。

調査項目は、食品添加物（ソルビン酸）、残留農薬（ダイアジノン、クロルピリホス、フルトラニル）、残留動物用医薬品（スルファジミジン）であり、結果は全て良好であった。

13) 衛生検査施設における医薬品外部精度管理

令和3年度は、厚生労働省が実施する外部精度管理試験に参加し、クロラムフェニコールについて試験検査を行い、結果は良好であった。

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

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

15) 有症苦情に関する検査

令和3年度は該当する検査はなかった。

16) 一般依頼試験

令和3年度は該当する検査はなかった。

2・2・2 調査研究

1) LC-MS/MSによる畜水産物中の残留農薬一斉分析に関する研究

近年、柑橘類の皮等の農産物を家畜や養殖魚の飼料に添加して生育させることで、商品のブランド化を図る動きが広がっている。今後、その食品としての安全性を確認する目的で畜水産物中の農薬を分析する必要性が増すと考えられることから、LC-MS/MSを用いた一斉分析法を検討した。

2) LC-MS/MSによるセレウリドの迅速分析法の開発

これまで、食中毒の原因となるセレウス菌が産生する毒素（セレウリド）の分析は1週間程度を要し、迅速性に欠けるという問題があった。本調査研究ではセレウリドによる食中毒の原因特定にかかる時間を短縮するため、LC-MS/MSを用いた迅速分析法を検討、得られた分析法にて妥当性評価試験を実施し、評価基準を満たす良好な結果が得られた。また、過去に本県で発生したセレウス食中毒実検体（便・吐しゃ物）を分析した結果、当時PCR陽性だった検体全てからセレウリドが検出され、本分析法の有効性を確認することができた。定性確認であれば分析開始後4時間程度で結果が判明するなど、迅速性に優れた分析法であり、さらに比較的操作も簡便であり、熟練した手技を必要とせず突発的に生じる食中毒に対応できることから、非常に有用な手法であることが示された。

3) LC-MSによる農薬等の一斉試験法Ⅰ（農産物）妥当性評価試験（厚生労働省 残留農薬等試験法妥当性検証事業）

厚生労働省は、ポジティブリスト制度の導入に伴う規制対象農薬の増加や対象品目拡大に対応するため、国立医薬品食品衛生研究所を中心に、各地方衛生研究所等の協力を得て、試験法の開発に取り組んでいる。今回この妥当性評価試験検証事業に参加し、LC-MS/MSを用いて40農薬の一斉分析の検討を行ったところ、マトリックスの影響が見られたオレンジを除いて結果は概ね良好だった。また、多くの農産物で回収率が妥当性評価ガイドラインの真度に達しなかったオルトフェニルフェノール、フルチアセットメチル及びプロシミドンについては、本通知法による分析法では課題が残った。

生活化学部業務実績表

分類	事業名	業務	令和3年度		令和2年度	
			検体数	延項目数	検体数	延項目数
行政検査	(1) 食品・添加物等の規格基準検査	(イ) 清涼飲料水成分規格	0	0	0	0
		(ロ) 人工甘味料	5	5	3	3
		(ハ) 合成着色料	5	60	0	0
		(ニ) 合成保存料	5	5	3	3
		(ホ) 発色剤 亜硝酸ナトリウム	0	0	0	0
		(ヘ) 漂白剤 二酸化硫黄等	0	0	0	0
		(ト) プロピレングリコール	0	0	0	0
		(チ) 米(玄米)中のCd	0	0	4	4
		(リ) 酸化防止剤	0	0	0	0
		(ス) 防かび剤	2	6	0	0
		(セ) メラミン	0	0	0	0
	小計	17	76	10	10	
	(2) 魚介類の水銀検査		0	0	0	0
	(3) 畜水産食品中の動物用医薬品残留検査		33	2,425	46	3,701
	(4) 食品中の残留農薬検査	(イ) 野菜,果実,米穀,茶	17	5,295	15	4,591
		(ロ) 輸入・国産食肉	0	0	0	0
		(ハ) 牛乳	0	0	0	0
		小計	17	5,295	15	4,591
	(5) 特定アレルギー物質検査		16	24	14	22
	(6) 家庭用品中有害物質含有検査	(イ) 繊維製品	0	0	0	0
		(ロ) 家庭用洗剤等	0	0	0	0
小計		0	0	0	0	
(7) 医薬品等に関する試験検査	後発医薬品等	1	1	0	0	
(8) 薬事に関する業務	健康食品等	0	0	0	0	
(9) 器具・容器包装規格基準検査	材質及び溶出試験	0	0	7	14	
(10) おもちゃの規格基準検査		0	0	7	14	
(11) 松くい虫特別防除薬剤残留検査		0	0	0	0	
(12) GLPに関する精度管理試験	合成保存料,重金属	1	1	1	1	
	残留農薬,合成抗菌剤	2	4	2	4	
(13) 衛生検査施設における医薬品外部精度管理試験		1	1	1	1	
(14) 熊本県食の安全安心推進条例に基づく出荷前農薬等検査	(イ) 野菜,果実,穀類,茶	20	5,744	22	6,424	
	(ロ) 畜水産物	21	1,462	35	2,481	
	小計	41	7,206	57	8,905	
(15) 有症苦情に関する検査		0	0	1	1	
合計		129	15,033	161	17,264	
(16) 一般依頼試験		0	0	0	0	
総計		129	15,033	161	17,264	

2・3 大気科学部

令和3年度は、大気環境測定車による大気環境調査、有害大気汚染物質調査及びアスベスト環境調査等を実施した。また、微小粒子状物質（PM_{2.5}）については成分調査を行った。その他、統計手法を用いた大気汚染物質の濃度分布の予測に関する調査研究を行った。

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

主な試験検査及び調査研究の概要は次のとおりである。業務実績を別表に示す。

2・3・1 試験検査

1) 大気環境測定車による大気環境調査

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

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

令和3年度は地域の光化学オキシダント濃度上昇に影響を与える各種要因の寄与を明らかにするため、草地畜産研究所敷地（阿蘇市）において5月から12月にかけて延べ175日間の調査を行った。（2.3.2.4）参照。（令和5年度まで実施予定）

2) 酸性雨長期モニタリング調査

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

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

3) 微小粒子状物質（PM_{2.5}）成分調査

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

令和3年度は原則として国（環境省）が統一した日程に基づき、県央の宇土市1地点において春季、夏季、秋季及び冬季の計4回にわたり試料を採取し、イオン成分及び無機元素並びに炭素成分を測定した。なお、炭素成分の分析については民間分析機関に委託した。

4) 有害大気汚染物質調査

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

令和3年度は、一般環境調査として玉名市の1地点で毎月1回、年12回試料を採取し、重金属類、アルデヒド類及び揮発性有機化合物類（VOCs）等を測定した。なお、VOCsのうち6項目の分析は民間分析機関に委託した。

5) アスベスト環境調査

アスベストモニタリングマニュアル（第4.1版 平成29年7月環境省）に基づき、一般環境中の総繊維濃度を測定している。なお、分析走査電子顕微鏡法によるアスベスト繊維数の計測は民間分析機関に委託している。令和3年度は山鹿市の2地点において調査を行った。

また、平成30年10月より解体工事現場等における蛍光顕微鏡を用いたアスベスト漏えい監視調査を行っており、令和3年度は17件の調査を行った。

6) 九州新幹線鉄道騒音調査

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

令和3年度は計6地点において実施した。

7) 環境放射能水準調査（原子力規制庁委託）

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

令和3年度の調査結果を3・2資料の項に掲載した。

8) 化学物質環境実態調査（環境省委託）

令和3年度はモニタリング調査（11物質対象）として、1地

点で試料採取を行った。

2・3・2 調査研究

1) 酸性雨広域大気汚染調査

日本全域における酸性沈着による広域大気汚染実態の把握を目的とした全国環境研協議会による共同調査であり、当研究所は平成3年度から参加している。令和3年度は、平成28年度に開始された第6次調査を継続し、酸性雨長期モニタリング調査(2.3.1.2)参照)のデータについて共同解析を実施した。

2) 光化学オキシダント及びPM_{2.5}汚染の地域的・気象的要因の解明(国立環境研究所とのⅡ型共同研究)

令和2年度における光化学オキシダント(Ox)の環境基準達成率は全国が0.2%、県内が0%であり、依然として非常に低い状況が続いており、令和元年5月には県内で光化学スモッグ注意報が10年ぶりに発令されている。

また、微小粒子状物質(PM_{2.5})による大気汚染は、近年全国規模で改善傾向にあるが、依然として環境基準達成率の低い地域がある。

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

当研究所はオキシダント&二次生成粒子グループ(OxPM)及びPM_{2.5}高濃度気象解析グループ(PM高濃度)に参画し、令和3年度はVOCs集中観測やアルデヒド類の分析を行った。

また2011~2018年度の中国・四国・九州地方常時監視局データを用いて光化学オキシダント濃度の経年変化や空間分布を解析した。

3) 空間統計解析手法を用いた県内の光化学オキシダント濃度予測

熊本県内の光化学オキシダントによる大気汚染の状況について、大気汚染物質の空間濃度分布予測手法であるRegression Kriging法により、県内全域の詳細な濃度分布の予測を試みた。

4) 二次生成大気汚染物質(光化学オキシダント(Ox)、微小粒子状物質(PM_{2.5}))の発生要因調査

発生源から直接排出されるガスなど(一次大気汚染物質)から大気中での化学反応を経て生成し、光化学オキシダント(Ox)及び微小粒子状物質(PM_{2.5})の濃度上昇の原因とされる二次生成大気汚染物質について、周辺の発生源の影響がない熊本県農業研究センター草地畜産研究所(阿蘇市、標高930m地点)において、大気環境測定車による調査を開始した。VOCs等の測定は熊本大学戸田敬教授の協力のもとで行った。

測定データを基に、因子分析などの統計手法も活用しながら、発生要因を詳細に解析した。

5) アスベスト解体工事の効果的監視に向けた立入支援システムの検討

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

そこで建物の情報、周辺の土地利用状況及び立入調査結果による施工事業者の情報等から飛散リスクを基準として、半自動的に解体工事に対する立入優先度を設定する方法を検討した。更に建物の情報からアスベストの存在可能性を推定する方法も検討し、無届解体等の監視に活用することを試みた。

大気科学部業務実績表

分類	事業名	業務	令和3年度		令和2年度	
			件数	延項目数	件数	延項目数
行政検査	(1) 大気環境測定車による大気環境調査		175	2,387	275	3,438
	(2) 酸性雨調査		42	462	88	968
	(3) 微小粒子状物質 (PM _{2.5})成分調査	(イ) イオン成分	64	512	60	480
		(ロ) 無機元素	64	832	60	780
		小計	128	1,344	120	1,260
	(4) 有害大気汚染物質調査	(イ) 重金属類	26	78	26	65
		(ロ) VOCs, アルデヒド類	53	117	53	104
		小計	79	195	79	169
	(5) アスベスト環境調査	(イ) 一般環境	6	6	6	6
		(ロ) 解体現場等	17	39	32	32
小計		23	45	38	38	
(6) 九州新幹線鉄道騒音調査		6	6	7	7	
合計			453	4,439	607	5,880
国庫委託調査	(7) 環境放射能水準調査 (原子力規制庁委託)	(イ) 空間放射線量率	2,202	2,202	2,202	2,202
		(ロ) 全ベータ放射能	80	80	80	80
		(ハ) ガンマ線核種分析	26	118	26	118
		小計	2,308	2,400	2,308	2,400
	(8) 化学物質環境実態調査 (環境省委託)		6	33	6	33
合計			2,314	2,433	2,314	2,433
総計			2,767	6,872	2,921	8,313

2・4 水質科学部

令和3年度は「公共用水域及び地下水水質測定計画」に基づく公共用水域や地下水の水質調査，水生生物を指標とした川の水環境調査，水俣湾環境調査等を行った。これらの結果は「水質調査報告書（公共用水域及び地下水）」及び「熊本県環境白書」等として公表される。

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

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

2・4・1 試験検査

1) 公共用水域水質測定計画に係る調査

公共用水域監視調査として，河川水及び河川底質を対象として県内 53 河川 128 調査地点（国，県，市の合計）で行っている。うち熊本県分 34 河川 53 地点の河川水計 338 検体について生活環境項目及び健康項目等として延べ 2,843 項目，底質については 3 検体延べ 23 項目の分析を行った。

また海域では 4 海域の健康項目について，海水 13 検体延べ 162 項目，底質 16 検体延べ 100 項目の分析を行った。

2) 地下水質測定計画に係る調査

県内各地域の地下水質の概況を把握するため，県内の地下水位観測井戸を対象として計6検体延べ162項目の分析を行った。

また，荒尾地域硝酸性窒素削減計画に定められた指標井戸の地下水質動向調査（特定地点調査）として，35検体延べ175項目の分析を行った。

3) 特定事業場等排水監視調査

水質汚濁防止法及び県生活環境の保全等に関する条例に係る特定事業場や指定工場等の排水について，主要 6 工場 48 検体延べ 258 項目，一般工場 94 検体延べ 449 項目の分析を行った。

4) 水俣湾環境調査

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

5) 産業廃棄物に係る調査

廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行前の自社最終処分場周辺等における有害物質の監視調査として，27 検体延

べ 171 項目の分析を行った。

6) 荒尾浦川流域化学物質汚染対策調査

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

7) 飲用井戸等の行政検査

飲用井戸等衛生対策要領により飲用井戸等の衛生の確保を図るため，水道水質基準の一部項目（セレン，鉛，亜鉛，アルミニウム，鉄，マンガン，ひ素，ふっ素，ほう素等）について，24検体延べ312項目の分析を行った。

8) 研究所排水等自主検査

当研究所の排水は宇土市終末処理場で処理されているが，当該排水の水質が下水道法に定める下水排除基準に適合しているか確認するための自主検査を年 4 回実施し，4 検体延べ 95 項目の分析を行った。

併せて，当研究所敷地内の井戸水についても年 2 回 2 検体延べ 46 項目の分析を行った。

9) 精度管理調査

環境測定分析の精度の向上を図り，環境測定データの信頼性の確保に資することを目的に環境省が実施する標記調査に参加し，2検体延べ7項目の分析を行った。

その他，分析機器メーカーが主催する精度管理調査にも参加し，2検体延べ8項目の分析を行った。

10) 苦情・水質事故に係る調査

事業場等排水への苦情及び公共用水域における魚へい死事故等発生時の重金属や農薬類の緊急調査のため，10 検

体延べ 87 項目の分析を行った。

11) 化学物質環境実態調査

環境省委託化学物質環境実態調査モニタリング調査として緑川（平木橋）で1検体、また詳細環境調査として合志川（藤巻橋）で1検体、八代海で2検体を採取し、調査担当機関に送付した。

併せて、当研究所においても採取直後の水質について生活環境項目等延べ24項目の分析を行った。

2・4・2 調査研究

1) 熊本県内河川の水生生物を用いた環境評価

平成 2 年度から、環境基準点を含む県内河川 35 地点において、県独自の水生生物指標生物 25 種の出現状況等を調査することにより環境評価を行っている。

今回は球磨川等計 6 地点で調査を実施した。

2) 県内各地の湧水水質特性

湧水の位置を詳細に確認、記録し、定期的に湧出の状況及び水質の変化を把握し、湧水の水量及び水質に影響を及ぼす要因について考察する。

今回は下益城地域の湧水について調査した。結果を3・1報文の項に掲載した。

3) 砂川の水質特性

砂川のpH(水素イオン濃度指数)が県内の他の河川と比べて高いことから、この原因を調べるため砂川の河川としての特性を調査し、pHが高い要因について考察する。

水質科学部業務実績表

分類	事業名	業務	令和3年度		令和2年度	
			件数	延項目数	件数	延項目数
行政 検査	(1) 公共用水域 監視調査	(イ) 河川調査（河川+河川底質）	341	2,866	343	3,456
		(ロ) 海域調査（海水+海域底質）	29	262	23	258
		(ハ) 委託クロス調査	4	12	8	24
		小計	374	3,140	374	3,738
	(2) 地下水質測 定計画に係る調 査	(イ) 概況調査，特定地点調査	41	337	61	339
		(ロ) 委託クロス調査	2	3	3	4
		小計	43	340	64	343
	(3) 特定事業場 排水監視調査	(イ) 主要工場	48	258	49	262
		(ロ) 一般工場	94	449	111	542
		(ハ) 有害工場	39	382	20	20
		小計	181	1,089	180	824
	(4) 地下水保全 条例に係る調査	(イ) 井戸水	20	70	0	0
		(ロ) 排出水	16	85	0	0
		小計	36	155	0	0
	(5) 水生生物を指標とした川の水環境調査	6	12	11	11	
	(6) 水俣湾水域環境調査	15	27	15	35	
	(7) 産業廃棄物に係る調査	27	171	23	113	
	(8) ゴルフ場で使用する農薬の分析	0	0	0	0	
	(9) 荒尾浦川流域化学物質汚染対策調査	4	4	8	111	
	(10) 飲用井戸等の行政検査	24	312	28	336	
(11) その他の行政検査	2	8	18	35		
(12) 研究所排水自主検査	6	141	6	168		
(13) 環境測定分析統一精度管理調査	4	15	3	16		
(14) 苦情・水質事故に関する分析	10	87	7	126		
(15) グリーン農業に係る地下水質調査	0	0	0	0		
(16) 調査研究等に係る分析	0	0	19	266		
委託 調査	(17) 化学物質環境実態調査	4	24	3	18	
総 計			736	5,525	759	6,140

3 調査研究

3・1 報 文

1) 熊本県内で検出されたカルバペネム耐性腸内細菌目細菌 (CRE) の 解析について

前田莉花 原田誠也 小原敦美 森 美聡 八尋俊輔

要 旨

2017 年度から 2021 年度までにカルバペネム耐性腸内細菌目細菌 (CRE) 感染症として届出された 18 名患者由来菌株 19 株について、耐性遺伝子及びカルバペネマーゼ産生等の確認試験を行った。その結果、カルバペネマーゼ産生株 (CPE) は 2 株 (10.5%) であり、*Enterobacter cloacae*, *Klebsiella oxytoca* それぞれ 1 株から IMP 型カルバペネマーゼ遺伝子を検出した。IMP 型は日本国内で最も多く検出される遺伝子型に該当し、本県においても存在することが判明した。2017 年度から 2021 年度までに本県 (熊本市除く) で CRE 感染症として届出された 40 株に対し検査実施率が 47.5%にとどまることから、今後、より積極的に菌株を収集し、耐性遺伝子及びカルバペネマーゼ産生等の確認試験を行う必要がある。

キーワード : CRE, CPE, 薬剤耐性

はじめに

カルバペネム耐性腸内細菌目細菌 (carbapenem resistant Enterobacteriales ; CRE) 感染症は、メロペネムなどのカルバペネム系抗菌薬及び広域β-ラクタム剤に対して耐性を示す*Escherichia coli*などの腸内細菌目細菌による感染症の総称である。CREは院内感染の原因菌となり、かつ、近年、増加傾向にあり、その対策が国際社会の重要な課題となっている。このまま何も対策をとらなければ、2050 年には 100 万人が薬剤耐性菌感染症で死亡するとの予測¹⁾もあり、世界保健機関 (WHO) が 2015 年 5 月に薬剤耐性に関わる国際行動計画²⁾を採択し、これにより、我が国でも「薬剤耐性 (Anti-microbial resistance ; AMR) 対策アクションプラン」(2016~2020 年)³⁾を策定した。

アクションプランの中で 6 つの項目について目標が設定され、その一つである「動向調査・監視」の一環として、平成 29 年 3 月 28 日厚生労働省健康局結核感染症課長通知 (健感発 0328 第 4 号) により、「カルバペネム耐性腸内細菌目細菌感染症」の届出があった際には、地方衛生研究所等で分離菌株の検査を行い、結

果を感染症サーベイランスシステムの病原体検出情報システムを通じて厚生労働省に報告することとされた。これを受け、当所では「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」(平成 10 年法律第 114 号) により届出のあった CRE について、保健所及び医療機関の協力のもと菌株の収集を行い、詳細な解析を行った。

検査材料

2017 年度から 2021 年度までに CRE 感染症として届出されたもののうち、当所に搬入された菌株 19 株 (患者 18 名) を検査対象とした。

方 法

1. マルチプレックス PCR 法による β-ラクタマーゼ遺伝子の検出

PCR 法により ESBL (Extended spectrum β-lactamase) 遺伝子 6 種 (TEM 型, SHV 型, CTX-M-1 group, CTX-M-2 group, CTX-M-8/25 group, CTX-M-9 group)⁴⁻⁸⁾, カルバペネマーゼ遺伝子 6 種 (NDM 型, IMP 型, VIM

表 1 目的とする遺伝子型

ESBL	カルバペネマーゼ	AmpC
クラス A β-ラクタマーゼ遺伝子 (KPC 型を除く)	クラス B β-ラクタマーゼ遺伝子 (KPC 型⇒ClassA, OXA-48 型⇒ClassD)	クラス C β-ラクタマーゼ遺伝子
TEM 型	NDM 型	MOX 型
SHV 型	IMP 型	CIT 型
CTX-M-1 group	VIM 型	DHA 型
CTX-M-2 group	KPC 型	ACC 型
CTX-M-8/25 group	OXA-48-like 型	EBC 型
CTX-M-9 group	GES 型	FOX 型

型, KPC 型, OXA-48-like 型, GES 型)⁸⁻¹¹⁾ 及びβ-ラクタマーゼ AmpC β-ラクタマーゼ (以下「AmpC」という。) 遺伝子 6 種 (MOX 型, CIT 型, DHA 型, ACC 型, EBC 型, FOX 型)^{8,12)}をそれぞれ検出した (表 1)。

2. ディスク法による表現型の確認

2.1 阻害剤を用いた β-ラクタマーゼ産生性の確認

β-ラクタマーゼ産生性の確認は, 国立感染症研究所薬剤耐性研究センター第一室作成の薬剤耐性菌検査研修資料¹³⁾及び国立感染症研究所病原体検出マニュアル「カルバペネム耐性腸内細菌科細菌感染症」(以下「病原体検出マニュアル」という。)¹⁴⁾に準拠し実施した。クラス A β-ラクタマーゼ阻害剤であるアモキシシリン/クラブリ酸 (AMPC/CVA) 及びアンピシリン/スルバクタム (ABPC/SBT), クラス B メタロ-β-ラクタマーゼ阻害剤であるメルカプト酢酸ナトリウム (SMA), KPC 型カルバペネマーゼ及びクラス C β-ラクタマーゼ阻害剤である 3-アミノフェニルボロン酸 (APB) を用いたディスク法による β-ラクタマーゼ産生のスクリーニングを行った。

AMPC/CVA 及び ABPC/SBT を用いた試験では, 抗菌薬ディスクと AMPC/CVA ディスク又は ABPC/SBT ディスクとの間に, ディスクが並ぶ水平方向と垂直な方向に, 抗菌薬ディスク自体の阻止円径より大きく阻止円直径が拡張した場合に, 陽性と判定した。SMA を用いた試験では, 抗菌薬ディスクと SMA ディスクの中心を結ぶ線に対して垂直方向の阻止円径拡張が認められた場合に, 陽性と判定した。APB を用いた試験では, APB 添加により, カルバペネム系抗菌薬であるメロペネムの阻止円直径の拡張 (5 mm 以上) を認めた場合, 陽性と判定した。

2.2 カルバペネマーゼ産生性の確認

病原体検出マニュアルに従い, mCIM (modified Carbapenem Inactivation Method) によりカルバペネマー

ゼ産生の有無を調べた。

2.3 薬剤感受性試験

薬剤感受性試験は, 米国臨床検査標準協会 (Clinical and Laboratory Standards Institute ; CLSI) 標準ディスク拡散法)¹⁵⁾に従って実施し, 阻止円の直径により感性 (S), 中間 (I), 及び耐性 (R) と判定したが, 解析時には I は R とみなして集計した。供試薬剤は, ストレプトマイシン (SM) またはカナマイシン (KM), テトラサイクリン (TC), ナリジクス酸 (NA), シプロフロキサシン (CPFX), ホスホマイシン (FOM), 及びスルファメトキサゾール・トリメトプリム合剤 (ST) の 6 剤とした。

結 果

1. 菌株

供試菌株が分離された臨床材料は尿が 26.3%で最も多く, 次いで喀痰及び血液がそれぞれ 21.1%, その他胆汁, ドレーン排液等であった。また, 患者の年齢は 44 歳から 90 歳で 80 歳代が 50%と最も多く, 次いで 70 歳代が 27.8%であり, 70 歳以上で 8 割以上を占めた。性別は男性 12 名, 女性 6 名と男性が女性の 2 倍であった。菌種は *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella aerogenes* が最も多く, その他 *Serratia marcescens* 等であった (表 2)。

2. カルバペネマーゼ産生性の確認

菌株の β-ラクタマーゼ遺伝子検査結果を表 2 に示す。ESBL 遺伝子はどの菌株からも検出されなかった。カルバペネマーゼ遺伝子は *Enterobacter cloacae* 及び *Klebsiella oxytoca* それぞれ 1 株から検出され, どちらも IMP 型であった。AmpC 遺伝子は *Enterobacter cloacae* 3 株から検出され, いずれも EBC 型であった。

なお, カルバペネマーゼ遺伝子の PCR 法とディスク法の結果は矛盾がないことを確認した。また, EBC 型

遺伝子が検出された菌株 3 株のうち 2 株 (C36 及び C50) では APB を用いた試験においても陽性と判定されたが、残りの 1 株 (C44) については陽性と判定されなかった。一方、プラスミド性 AmpC や KPC 型遺伝子が検出されなかった菌株 11 株 (C29, C30, C37, C38, C40, C40-2, C41, C42, C43, C46 及び C49) が APB を用いた試験において陽性と判定された。

3. 薬剤感受性試験結果

NA, CPFX, SM, FOM の 4 剤, NA, KM, ST の 3 剤, SM, TC, FOM の 3 剤, NA, SM の 2 剤, NA, SM, ST それぞれ単剤に菌株が 1 株ずつ耐性を示した。また, FOM 単剤に 2 株耐性を示した (表 2)。

考察とまとめ

CRE はカルバペネム耐性機序により大きく二つに分けられる。カルバペネマーゼを産生するカルバペネマーゼ産生腸内細菌目細菌 (以下「CPE」という。),

カルバペネマーゼ産生によらず ESBL や AmpC などの β -ラクタマーゼの過剰産生や外膜透過性の低下などによるものが多いとされる CRE (non-CPE) である¹⁶⁾。カルバペネマーゼは一般的にカルバペネム系も含むほとんどの β -ラクタム剤を加水分解する。また, カルバペネマーゼ遺伝子はプラスミド上に存在するため菌種間を水平伝播することができ, かつ, 同じプラスミド上に別の耐性遺伝子も存在することが多い。そのため, CPE はカルバペネマーゼ非産生菌にくらべ, β -ラクタム剤やそれら以外の複数の抗菌薬に対して耐性をもつ多剤耐性となる傾向が強く, プラスミド上のカルバペネマーゼ遺伝子や別の耐性遺伝子を他の菌に水平伝播することにより, 拡散伝播経路も複雑になる。このことから, CPE なのか, non-CPE なのか確認することは薬剤耐性菌の院内感染の対策を行う上で重要となる。今回, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella oxytoca* それぞれ 1 株のカルバペネマーゼ産生が確認された。また, それら 2 株から IMP 型カルバペネマーゼが検出され, こ

表 2 届出された菌種及び β ラクタマーゼ検出状況

菌株番号	菌種	β -ラクタマーゼ遺伝子			阻害剤を用いた β -ラクタマーゼ産生性			カルバペネマーゼ産生性	薬剤感受性
		ESBL	カルバペネマーゼ	AmpC	AMPC/CVA 又は ABPC/SBT	SMA	APB	mCIM	薬剤耐性パターン
C24	<i>Enterobacter ludwigii</i>	-	-	-	-	-	-	-	NA, CPFX, SM, FOM
C29	<i>Klebsiella aerogenes</i>	-	-	-	-	-	+	-	
C30	<i>Klebsiella aerogenes</i>	-	-	-	-	-	+	-	
C31	<i>Serratia marcescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	SM
C32	<i>Enterobacter cloacae</i>	-	-	-	-	-	-	-	
C36	<i>Enterobacter cloacae</i>	-	-	EBC	-	-	+	-	NA
C37	<i>Enterobacter cloacae</i>	-	-	-	-	-	+	-	
C38	<i>Enterobacter cloacae</i>	-	-	-	-	-	+	-	ST
C39	<i>Klebsiella oxytoca</i>	-	IMP	-	-	+	-	+	NA, KM, ST
C40	<i>Klebsiella aerogenes</i>	-	-	-	-	-	+	-	
C40-2	<i>Klebsiella aerogenes</i>	-	-	-	-	-	+	-	
C41	<i>Enterobacter cloacae</i>	-	-	-	-	-	+	-	
C42	<i>Klebsiella aerogenes</i>	-	-	-	-	-	+	-	
C43	<i>Serratia marcescens</i>	-	-	-	-	-	+	-	
C44	<i>Enterobacter cloacae</i>	-	IMP	EBC	-	+	-	+	NA, SM
C45	<i>Serratia marcescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	SM, TC, FOM
C46	<i>Klebsiella aerogenes</i>	-	-	-	-	-	+	-	FOM
C49	<i>Klebsiella aerogenes</i>	-	-	-	-	-	+	-	
C50	<i>Enterobacter cloacae</i>	-	-	EBC	-	-	+	-	FOM

これは日本国内で多く検出される遺伝子型に該当し、県内でも CPE が存在していることが確認された。

2019 年の全国での CRE のカルバペネマーゼ遺伝子陽性率は 17.6%¹⁷⁾であり、当所の検査結果においては 10.5%と全国に比べ低い傾向が見られた。2017 年度から 2021 年度までに熊本県(熊本市除く)において届出された CRE 40 株(39 名)のうち 19 株(18 名)が検査のため当所に搬入され、検査実施率は菌株で 47.5%(40 株中 19 株)にとどまっている。全体の傾向をより正確に把握するためには、より多くの菌株を収集し、耐性遺伝子及びカルバペネマーゼ産生等の確認試験を行う必要があると考えられる。

また、EBC型遺伝子が検出された菌株3株のうち APB を用いた試験において陽性と判定されなかった1株については、EBC型セファロsporinase 遺伝子が活性化していないため APB を用いた試験において陽性とならなかったものと考えられた。

今後も保健所や医療機関の協力のもと、菌株を収集し、解析を行い、薬剤耐性の変化や拡大の予兆の把握を行っていくことが必要である。

文 献

- 1) Antimicrobial Resistance Chaired by Jim O'Neil. AMR Review Paper : Tackling a crisis for the health and wealth of nations (2014).
- 2) Global action plan on antimicrobial resistance . <https://www.who.int/publications/i/item/978924150976> (2022 年 10 月閲覧)
- 3) 厚生労働省 : 薬剤耐性(AMR)対策アクションプラン 2016-2020. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900-000-Kenkoukyoku/0000120769.pdf> (2022 年 10 月閲覧)
- 4) Yagi T et al., FEMS Microbiol Lett., 184, 53-56 (2000).
- 5) Shibata N et al. , J Clin Microbiol., 41 (12), 5407-13 (2003).
- 6) Poirel L et al., Antimicrob Agents Chemother., 48 (1), 15-22 (2004).
- 7) Le QP et al., Foodborne Pathog., 12 (8), 719-725 (2015).
- 8) AMED 日本医療研究開発機構(新興・再興感染症に対する革新的医薬品等開発推進研究事業)「薬剤耐性菌サーベイランスの強化及びゲノム解析の促進に伴う迅速検査法開発に関する研究班」開発によるカルバペネマーゼ・ESBL・AmpC 遺伝子スクリーニング用マルチプレックス PCR 法
- 9) Shibata N et al., Antimicrob Agents Chemother., 50 (2), 791-795 (2006).
- 10) 荒川宜親 : 厚生労働省科学研究費補助金「新型薬剤耐性菌等に関する研究」平成 22 年度研究報告書(我が国における新たな薬剤耐性菌の実態に関する研究), p.11-27 (2011 年)
- 11) Watahiki M et al., JJID, 73, 166-172 (2020) .
- 12) Pérez-Pérez F.J et al., J Clin. Microbiol., 40 (6), 2153-2162 (2002) .
- 13) 松井真理 : 国立感染症研究所薬剤耐性研究センター : 2015 年度研修資料
- 14) 国立感染症研究所 : 病原体検出マニュアル カルバペネム耐性腸内細菌科細菌感染症 (2020 年 6 月改訂版 ver2.0).
- 15) CLSI:VET01 Performance Standards for Antimicrobial Disk and Dilution Susceptibility Tests for Bacteria Isolated From Animals, 5th Edition,
- 16) Nordmann P. et al., Clin Microb Infect., 18 (5), 432-438 (2012) .
- 17) IASR Vol. 42 p123-124: 2021 年 6 月号

2) LC-MS/MS によるセレウリドの迅速分析法の開発

八木一真 山口奈穂*¹ 小林将英*² 福島宏暢*³

要 旨

セレウス菌による嘔吐型食中毒の原因毒素であるセレウリドについて、LC-MS/MS による迅速分析法の開発を行った。本分析法について、食品を用いた妥当性評価ガイドラインに準拠した妥当性評価試験、及び人工吐しゃ物を用いた添加回収試験を実施したところ、双方とも良好な結果が得られた。このことから、本分析法は食品のみならず生体試料においても有効な手法であることが示された。

キーワード：セレウリド、LC-MS/MS、妥当性評価、人工吐しゃ物、生体試料

はじめに

セレウス菌の食中毒は、臨床症状により下痢型と嘔吐型に分類され、国内で発生する食中毒の大半が嘔吐型である。この嘔吐型食中毒を引き起こすとされる原因毒素がセレウリド（以下「CER」という。）であり、原因食品として穀物類や複合調理食品が大部分を占め、中でもチャーハンやピラフ等での報告が最も多い¹⁾。市場に流通する加工食品、調理食品等の汚染状況を調べた報告²⁾によると、セレウス菌による汚染率は 10.2%、うち CER 産生株は 4.9%とセレウス菌は食品中に広く分布し、そのうちの数%が CER 産生能を持つことが明らかとなっている。

全国におけるセレウス菌による食中毒は、過去 10 年間（2012 年から 2021 年）で 56 件、患者数 774 名³⁾であり、頻発する食中毒ではないが、本県においては、2001 年に保育所主催の餅つき大会で提供されたあん入り餅を原因とし、総患者数 300 名を超える大規模な食中毒⁴⁾が発生、また期間を置いて 2016 年にも飲食店で提供された昼食が原因で発生している。

代表的な CER の検査法として、Hep-2 細胞空胞化試験⁵⁾が挙げられるが、この試験の問題点は結果判定までに時間を要し、熟練者による手技が必要であることに加え、再現性が悪い点等が挙げられる。

近年、Hep-2 細胞空胞化試験の代替法として高感度かつ、高選択性の LC-MS/MS を用いた CER の分析法の報告⁶⁻⁹⁾がなされている。そこで、本県においても今後発生しうるセレウス菌による食中毒を見据え、検査体制強化を目的に LC-MS/MS を用いた CER の迅速分析法の構築を行った。また、本法について、「食品中に残留する

農薬等に関する試験法の妥当性評価ガイドライン」¹⁰⁾（以下「ガイドライン」という。）に基づく妥当性評価試験を行い、加えて、患者検体として吐しゃ物を分析することを想定し、人工吐しゃ物を用いて添加回収試験を実施したところ、双方とも良好な結果が得られたので報告する。

実験方法

1. 試薬等

CER 標準液（50 µg/mL メタノール溶液）は、富士フィルム和光純薬（株）製を用いた。

固相カラムは、GL Sciences 社製の InertSep HLB FF (200 mg/20 mL) を用いた。

メタノール（以下「MeOH」という。）（HPLC 用）、アセトニトリル（以下「ACN」という。）（HPLC 用）、酢酸アンモニウム、ペプシン（1:10000、豚胃粘膜由来）、塩酸（特級）：富士フィルム和光純薬（株）製

塩化ナトリウム（特級）：関東化学（株）製

0.1%ペプシン含有人工胃液：塩化ナトリウム 2.0 g、塩酸 7.0 mL、ペプシン 1.0 g に水を加えて 1,000 mL としたもの。

2. 検用試料

市販のチャーハン及びあん入り餅をフードプロセッサで細切したもの。チャーハンは冷凍食品を電子レンジで加熱したものをを用いた。いずれの食品も CER 不検出の試料（以下「ブランク試料」という。）である。

結果と考察

*¹ 現健康福祉部健康局薬務衛生課 *² 現熊本県食肉衛生検査所 *³ 現環境生活部環境局環境保全課

1. LC-MS/MS の測定条件の検討

まず、MS 部の測定条件を決定するため、CER 標準溶液をインフュージョンにより直接 MS 部に導入し、イオン化条件を検討した。ポジティブイオンモードで優位に観測されたアンモニウム付加体である m/z 1170.9 をプリカーサーイオンとし、プロダクトイオンは、感度及び選択性の高い m/z 1125.7 を定量イオンとして設定し、また定性イオンは 3 つ選択し、条件を最適化した (表 1)。

続いて、LC 部の条件設定を行った。移動相に用いる溶媒は、既報^{6)~9)}では MeOH を用いていたが、溶出力が強く、分析時間の短縮及び感度上昇が見込まれる ACN にて検討を行った。また、CER が ODS カラムにより保持されることが既報^{6)~9)}により報告されていることから、分離用カラムは Waters 社製の ACQUITY UPLC BEH C18 (2.1×50 mm, 1.7 μm) を用いることとし、グラジエント条件、移動相中の酢酸アンモニウム濃度及び注入量等の検討を行った。

以上の検討から最適条件を探索し測定した結果、グラジエント条件を表 2 とし、LC-MS/MS 測定条件を表 3 にしたところ、保持時間約 5.5 分付近に良好なピークが認められた (図 1)。

表 1 CER の MS/MS 最適化条件

Compound	Precursor ion (m/z)	Product ion (m/z)	Cone Voltage (V)	Collision Energy (V)
Cereulide (C ₅₇ H ₉₆ N ₆ O ₁₈)	1170.9	1125.7	66	38
		698.4	66	52
		741.4	66	48
		940.5	66	46

表 2 グラジエント条件

Time (min)	A液 (%)	B液 (%)	C液 (%)
0	75	10	15
1	75	10	15
6	99	1	0
10	99	1	0
10.1	75	10	15
15	75	10	15

表 3 LC-MS/MS 測定条件

LC 部	ACQUITY UPLC H-Class Plus (Waters 社製)
Analytical Column	ACQUITY UPLC BEH C18 (2.1×50 mm, 1.7 μm) (Waters社製)
Temperature	60°C
Mobile Phase	A : ACN B : 100 mM 酢酸アンモニウム含有水 C : 水
Gradient	表2参照
Flow Rate	0.4 mL/min
Injection Volume	3 μL
MS/MS 部	Xevo TQ-XS (Waters 社製)
Capillary Voltage	0.5 kV
Source Temperature	150°C
Desolvation Temperature	400°C
Cone Gas Flow	150 L/hr
Desolvation Gas Flow	800 L/hr
Ionization	ESI(positive)
MRM	表1参照

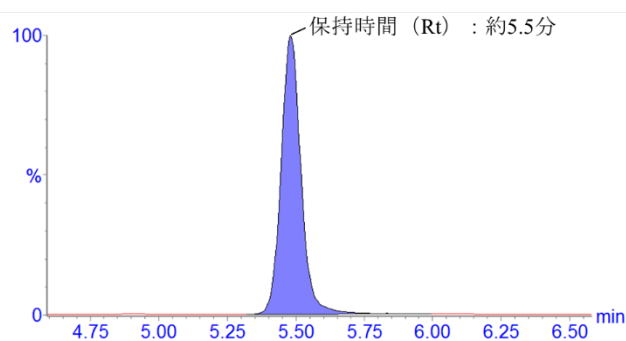


図 1 CER のクロマトグラム

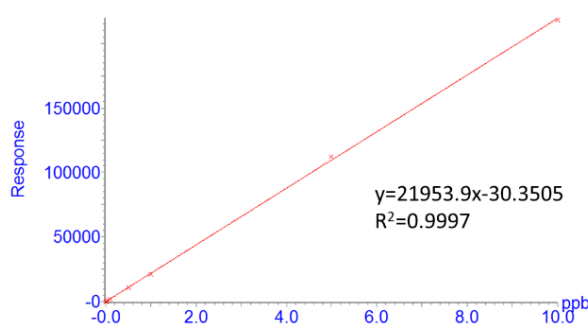


図 2 CER の検量線

2. 検量線の評価

定量範囲を確認するため、CER 標準溶液を 100%ACN で希釈して調製した 0.005~10 ng/mL の検量線用標準溶液を本条件で測定し、得られた検量線を図 2 に示した。測定範囲 0.005~10 ng/mL の範囲において良好な相関 ($R^2 \geq 0.999$) 及び直線性が得られ、定量限界に対応する

濃度 (0.005 ng/mL, 以下「下限値」という。) から得られるピークの S/N 比を求めたところ、ガイドラインで示されている定量限界の指標値 (S/N 比 ≥ 10) を満たしていたため、0.005~10 ng/mL の範囲において定量可能であることを確認した。

3. 前処理法の検討

食品試料を対象として前処理法の検討を行った。用いる抽出溶媒は既報^{6)~9)}を参考とし、MeOHを用いることにした。

試料 1.00g を採取し、MeOH 10 mL を加え、振とう後 (5 min) 遠心 (3,000 rpm, 5 min) し、上清をガラスロート (11G2) でろ過し回収した。さらに、残渣に MeOH 5 mL を加えて、同様の操作を行い、上清を合わせて MeOH で 15 mL に調製したものを抽出液とした。

続いて、精製法の検討を行った。LC-MS/MS による分析では、試料中に含まれる夾雑成分の影響で分析対象成分のイオン化が促進又は抑制される (以下「マトリックス効果」という。) ことにより、測定値に影響を与える可能性があるため、マトリックス効果を見逃す程度の精製が必要である。当所においては、危機管理検査時に希釈法¹¹⁾を選択する機会が多いが、試料中に含有する CER の濃度は数 ppb~数 ppm 程度と低い傾向にある³⁾。希釈法を用いると 10,000 倍程度の希釈が必要であり、試料中の CER 濃度が下限値を下回るおそれがあることから、希釈法は選択せず、操作も比較的簡便である固相抽出を選択し、精製法の構築を行った。

食品試料の前処理法としてポリマー系カートリッジの Oasis HLB を用いた報告^{6)~9)}がされているが、油脂分の多い検体の場合、目詰まりを生じることがある。そこで、充填剤の粒子径が大きく、通液性が改善された目詰まりの生じにくい GL Sciences 社製の InertSep HLB FF (200 mg/20 mL) で精製条件の検討を行った。

まず、負荷する際に用いる溶媒及びその組成を検討した。既報によると CER は HLB カラムにおいて、MeOH 濃度 50~80% の範囲で保持されることが確認されている⁶⁾。また、MeOH 試料抽出液を濃縮乾固後、70% 以下の MeOH 濃度で再溶解させると油脂分の多い試料では不溶物が目詰まりの原因となったことが報告されている⁸⁾。そこで、試料抽出液を濃縮乾固及び再溶解等の操作は行わず、また試料中に含有する CER 濃度がわずかであることを想定し、抽出液全量をカラムに負荷することとした。これらを考慮した結果、負荷する際の溶媒組成は 75%MeOH に設定し、MeOH 抽出液 15mL に水を 5 mL 添加し、20 mL 全量を負荷することとした。なお、n=5 で 0.5 ng/mL 標準溶液 (溶媒: 75%MeOH) を 20 mL 負荷し、溶出挙動を確認したところ、CER は溶出しなかった。

続いて、洗浄液及び溶出液に用いる溶媒及びその組成を検討した。LC 移動相に用いる溶媒と試験溶液を統一するため、洗浄液及び溶出液は ACN で検討した。事前に 75%MeOH 10 mL でコンディショニングした固相カ

ラムに 0.5ng/mL 標準溶液 (溶媒: 75%MeOH) を 20 mL 負荷後、段階的に濃度割合を変化させた ACN 液を 10 mL 通過した際の各々の溶出挙動を図 3 に示した。CER が全く溶出しない濃度は 50%ACN 以下であり、80%ACN で回収率が 97.3% となり、80% 以上でほぼ全量溶出できることが明らかとなった。そこで、洗浄液を 50%ACN 10mL、溶出液を 100%ACN 10 mL とし、100%ACN で 10 mL に定容し、フィルターろ過 (0.2 μm) したものを試験溶液とした。図 4 に詳細な分析フローを示す。

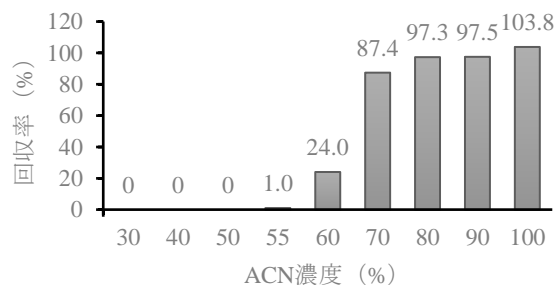


図 3 ACN 濃度に対する CER の溶出挙動

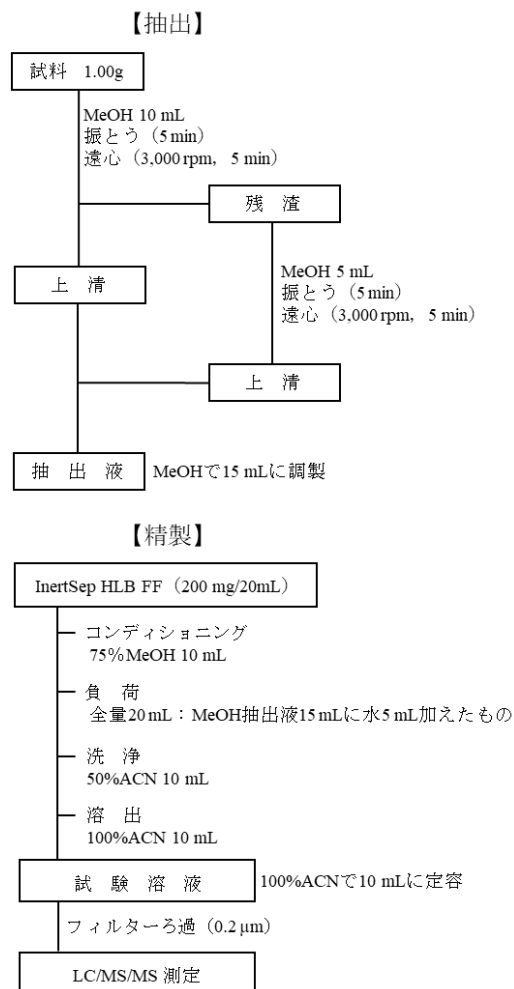


図 4 CER の分析フロー

また、固相抽出は固相と対象物質との相互作用を利用する手法であり、通液速度が速いと対象物質が保持されずに固相を通過することがあり、再現性不良の原因となる。そこで、負荷時は 1 mL/min、洗浄及び溶出時は 2 mL/min を超えない速度で通液することとした¹²⁾。

4. マトリックス効果検証

田口らの手法¹³⁾を参考に、ブランク試料を用いてマトリックス効果の検証を行った。前処理後の試験溶液に標準溶液を加え、1 ng/mL に調整したものをマトリックス標準溶液とし、同濃度の溶媒標準溶液とピーク面積値を比較し、溶媒標準溶液のピーク面積値に対するマトリックス標準溶液のピーク面積値の比率を百分率で示したものをマトリックス効果 (%) とした。分析は、並行 2 日間、各日 5 回行い、ピーク面積値の平均を使用した。その結果、チャーハン は 1 日目 95.4%、2 日目 94.9%、あん入り餅 は 1 日目 107.9%、2 日目 108.9% となり、前処理後の試験溶液のマトリックス効果は無視できる程度であると判断した。

5. 食品試料を用いた妥当性評価試験

本法の妥当性を評価するために、ブランク試料を用いて、ガイドラインに基づいた妥当性評価試験を実施した。分析者 3 名による 2 併行 2 日間の添加回収試験を行い、選択性を評価するとともに真度、併行精度及び室内精度を算出した。濃度は 1 濃度とし、添加量は CER のヒト最小発症量 1 µg⁴⁾を考慮し、原因食品 100 g を摂取すると仮定した濃度 10 ng/g となるように標準溶液を添加後、30 分静置させた。

まず、図 5 に示すとおり、ブランク試料には CER の保持時間付近に妨害ピークは確認されなかった。

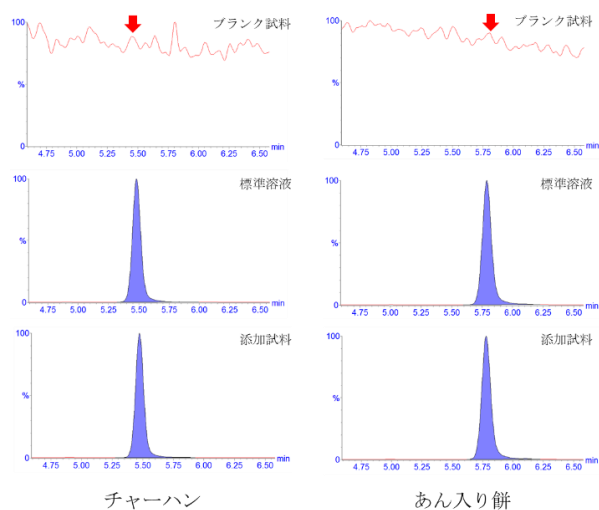


図 5 選択性の評価

次に、真度及び精度に関する結果を表 4 に示す。2 食品とも真度及び精度がガイドラインの目標値 (0.001 µg/g<添加濃度 ≤ 0.01 µg/g のとき : 真度 70~120%, 併行精度 < 25%, 室内精度 < 30%) を満たす良好な結果が得られたことから、本法の食品試料への有効性が示された。

表 4 妥当性評価試験結果

食品	真度 (%)	併行精度 (RSD%)	室内精度 (RSD%)
チャーハン	90.2	2.6	2.8
あん入り餅	94.1	1.8	1.8

6. 人工吐しゃ物を用いた添加回収試験

本法の吐しゃ物への適用可否を評価するため、人工吐しゃ物を用いた添加回収試験を実施した。安藤らの報告¹⁴⁾を参考に、嘔吐型食中毒事例の原因食品として報告の多いチャーハンを用いて人工吐しゃ物の作成を行った。試料 10.0 g に 0.1% ペプシン含有人工胃液 50 mL を加え、恒温槽で 37°C に保ち、振とうさせながら反応させた。セレウス菌による嘔吐型食中毒の潜伏期間は 30 分~6 時間⁴⁾であり、ヒトにおける食物の胃内滞留時間は、平均して 2~3 時間、脂溶性食品等の消化しにくい食品は、4~5 時間程度である¹⁵⁾。これらのことを考慮し、反応開始後 3 時間後と 5 時間後の十分反応させた人工吐しゃ物に本法を適用し、添加回収試験による評価を行った。なお、山下らの吐しゃ物分析事例⁹⁾によると吐しゃ物中の CER 濃度は 0.070 µg/g 及び 0.091 µg/g と比較的低濃度での報告がなされているため、添加量は報告値よりもさらに低い 10 ng/g となるよう人工吐しゃ物に標準溶液を添加した。

結果は表 5 に示したとおり、回収率及び相対標準偏差も良好であったことから、胃液成分や食品分解物による著しい定量妨害はなく、吐しゃ物も適用できることが示唆された。

表 5 人工吐しゃ物を用いた添加回収試験結果

経過時間	回収率 (%)	回収率平均 (%)	相対標準偏差 (%)
3 時間	97.2, 97.5, 93.1	95.9	2.0
5 時間	96.0, 96.0, 96.4	96.1	0.1

7. 食中毒実試料を用いた分析

2016 年に本県で発生した事案について、冷凍保存 (-20°C) されていた患者検体 (吐しゃ物及び便) を本法により分析した。PCR 法で CER 合成酵素遺伝子陽性となった検体の分離培養菌は、Hep-2 細胞空胞化試験で陽性

と判定されており CER 産生株と判明している。保管する検体量がすべて 1 g 以下であったことから、検査時の採取量を 1 g 未満で設定し、本法により分析を行った。

結果を表 6 に示す。PCR 法で陽性となった検体全てから CER が検出された。定量値については、菌の培養検査時にペプトン加生食等で希釈した検体もあり、実際はより高濃度で CER が含有されると推測される。また、本法は検体量が 0.1 g 程度と微量であっても検査可能であることが明らかとなった。

表 6 食中毒実試料分析結果

種類	採取量	PCR結果	CER定量値 (ppb)	相対標準偏差 (%)
便	100 μL	陽性	0.5 (n=1)	-
便	0.1 g	陽性	104.4* (n=3)	17.4
吐しゃ物	100 μL	陽性	59.7* (n=3)	2.8
吐しゃ物	0.6 g	陽性	1.1 (n=1)	-
便	0.1 g	陰性	-	-
便	100 μL	陰性	-	-

*n=3の平均値を示した

ま と め

セレウス菌による嘔吐型食中毒の原因毒素である CER の検出を目的として、MeOH による振とう抽出後、固相カラムにより精製し、LC-MS/MS で測定する迅速分析法の開発を行った。

本法の有用性を確認するために食品で妥当性評価試験を実施したところ、ガイドラインの基準を満たしその妥当性が確認された。また、患者検体として吐しゃ物を分析することを想定し、人工吐しゃ物に本法を適用したところ良好な結果が得られ、さらに食中毒実試料にも適用した結果、吐しゃ物及び便においても本法の有用性を示すことができた。

Hep-2 細胞空胞化試験は、結果判明までに最低 3 日以上時間を要するが、本法では検体の前処理から測定、解析までおよそ 2 時間程度と短時間で迅速性に優れ、さらに比較的操作も簡便であり、熟練した手技を必要とせず突発的に生じる食中毒に対応できることから、非常に有用な手法であることが示された。

文 献

- 1) 上田成子：THE CHEMICAL TIMES, 228 (2), 11-18 (2013) .
- 2) 新井輝義, 千葉隆司, 秋場哲哉, 門間千枝, 仲真晶子, 甲斐明美：東京都健康安全研究センター年報, 63, 173-179 (2012) .
- 3) 厚生省：令和 3 年食中毒発生状況, p29-32.
- 4) 国立保健医療科学院：健康被害危機管理事例データベース, No.457 あん入り餅を原因とする嘔吐型セレウス菌による食中毒事例－熊本市で初めて健康危機管理対策部が設置された事例－.
<https://www.niph.go.jp/h-crisis/archives/83323/> (2021 年 4 月閲覧) .
- 5) 公益社団法人 日本食品衛生協会：食品衛生検査指針微生物編2004, p266-282.
- 6) 梶田弘子, 岩渕香織, 藤井伸一郎, 畠山えり子：岩手県環境保健研究センター年報, 7, 75-78 (2007) .
- 7) 南谷臣昭, 野田万希子, 原 信行, 菅原吉規, 白木康一, 中村昌司, 永井宏幸, 小林香夫, 大塚公人：岐阜県保健環境研究所報, 19, 24-29 (2011) .
- 8) 八津川洋一, 飯田華子, 永田和子, 宮本雅史, 松田高博, 伊藤裕信, 中村宗知, 藤田和弘：食品衛生学雑誌, 52(5), 287-293 (2011) .
- 9) 山下清佳, 上村晃秀, 本田俊郎, 二石大介, 下島浩幸：鹿児島県環境保健センター所報, 21, 78-83 (2020) .
- 10) 「食品中に残留する農薬等に関する試験法の妥当性評価ガイドラインについて」(平成 19 年 11 月 15 日付け食安発第 1115001 号厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知) .
- 11) 西名武士, 飛野敏明, 宇梶徳史, 濱本 愛, 松本理世, 増永ミキ, 野田康平, 村川 弘：熊本県保健環境科学研究所, 44, 57-66 (2014) .
- 12) 日本ウォーターズ株式会社：「他では聞けないサンプル前処理の基礎と実践」.
https://www.waters.com/webassets/cms/library/docs/japan_jasis2014_1409051530_prep.pdf (2021 年 5 月閲覧) .
- 13) 田口貴章, 山下涼香, 成島純平, 岸 美紀, 赤星千絵, 岡部信彦, 穂山 浩：日本食品化学学会誌, 27 (1), 33-39 (2020) .
- 14) 安藤尚子, 村上友規, 立本行江：奈良県保健研究センター年報, 53, 48-51 (2018) .
- 15) 山下 光雄：調理科学, 23 (3), p.242-253 (1990) .

3) 都市域バックグラウンドデータを用いた PM_{2.5} に対する 地域変動寄与の簡易推定

角田朋生 山本裕典* 豊永悟史

要 旨

県内の都市域（熊本市内）で PM_{2.5} の濃度レベルが相対的に高い要因を明らかにするため、都市域バックグラウンド地点で PM_{2.5} 等の大気環境調査を行った。また、調査データの解析によって空間的スケールの異なる濃度変動を切り分け各変動の寄与を評価することで、都市域の PM_{2.5} 濃度に対する地域的な濃度変動の寄与を簡易的に推定した。

都市域 3 地点での推定結果は 24～39%であり、地域的な濃度変動は、都市域の PM_{2.5} 濃度に対し一定の寄与があり、都市域で PM_{2.5} の濃度レベルが相対的に高い要因になっていると考えられた。

キーワード：PM_{2.5}, 地域汚染, 都市域, 寄与割合の推定

はじめに

熊本県の PM_{2.5} 濃度の状況は、県全体では概ね環境基準を達成している（達成率 83%：平成 30 年度）ものの、都市域（熊本市内）では濃度レベルが相対的に高く環境基準非達成の地点が点在している。

PM_{2.5} の濃度変動は、異なる空間的スケールで生じる変動の影響を受けていると考えられている¹⁾。PM_{2.5} は東アジアからの越境移流の影響を受ける一方で、地域発生源等の影響も受ける²⁾。これらの影響の空間的スケールに着目すると、前者は主に広域的に生じる濃度変動（以下「広域変動」）であり、後者は主に地域的に生じる濃度変動（以下「地域変動」）と解釈することが出来る。したがって、空間的スケール別に濃度変動を切り分け、各変動の寄与を評価することで、都市域で濃度レベルが高い要因を詳細に明らかにできる可能性がある。

本研究では、都市域バックグラウンド（BG）地点での PM_{2.5} 等の測定データを活用することで、都市域の濃度変動を広域変動と地域変動に切り分けて評価することを試みた。

調査方法

1. 調査内容

都市域 BG 地点として熊本市河内グラウンド（以下「河内」）に移動監視局の大気環境測定車を設置し、調査を行った。

調査期間は、2018 年 4 月～2019 年 2 月とした。

2. 使用データ

都市域 BG 地点として河内を設定した。なお、都市域 BG 地点としての妥当性は、結果及び考察にて検証を行った。また、県内 BG 地点として常時監視局（測定局）2 地点（天草高浜、苓北志岐）を設定し、都市域地点として測定局 3 地点（京町、水道町（自排局）、中島）を設定した。

各地点の PM_{2.5} 濃度と NO_x 濃度を解析に使用した。なお、全地点の PM_{2.5} データについて、測定日数が少ないため 4 月の月平均値は使用しなかった。また、河内の NO_x データについて、欠測の影響により 2018 年 10 月～2019 年 2 月の期間のみを使用した。

各調査地点の位置を図 1²⁾ に示す。

河内は、都市域近傍の高地（標高約 360 m）に位置しており周辺に事業所、幹線道路等の発生源もない地点であり、人為的な地域汚染の影響を受け難いと考えられる。

県内 BG 地点として設定した天草高浜及び苓北志岐は、東シナ海に面する天草西海岸に位置し、周辺に事業所、幹線道路等の発生源がほとんどない地点である。PM_{2.5} の濃度レベルは相対的に低く、地域汚染の影響は小さいと考えられる^{3) 4)}。

都市域地点として設定した水道町、京町及び中島は、中心市街地や幹線道路等の周辺に位置し、PM_{2.5} の濃度

*現環境センター

レベルが相対的に高い地点であり、人為的な地域汚染の影響を受けていると考えられる^{3), 4)}。

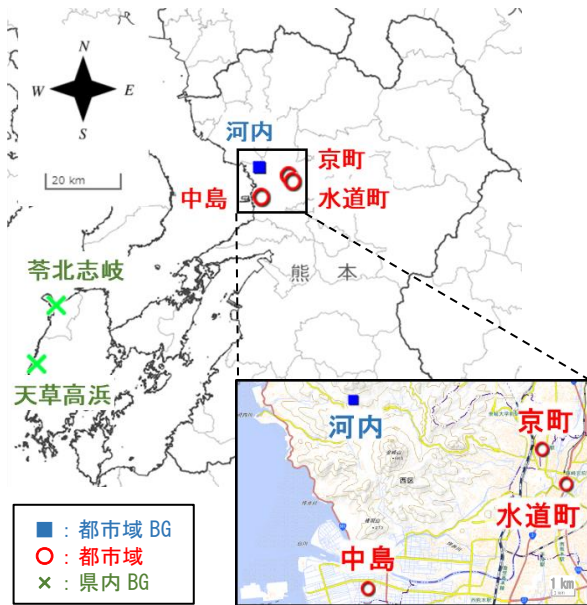


図 1 調査地点

3. 地域変動の寄与割合の推定方法

都市域 BG 地点と都市域地点の PM_{2.5} データを用いて、地点間の濃度差による算出法（以下「差分法」）と回帰分析による算出法（以下「回帰分析法」）の 2 手法で地域変動の寄与割合を簡易的に推定した。

3.1 差分法

都市域 BG 地点と都市域地点の PM_{2.5} 濃度の差から、地域変動の寄与割合を簡易的に推定した。

都市域 BG 地点における PM_{2.5} 濃度は広域変動に相当すると仮定し、都市域地点における PM_{2.5} 濃度は広域変動と地域変動の合計に相当すると仮定した（図 2）。この仮定に基づき、地域変動に相当する PM_{2.5} 濃度（ $\Delta PM_{2.5}$ ）を都市域地点と都市域 BG 地点の PM_{2.5} 濃度の差から算出した（Eq.1）。

$$\Delta PM_{2.5 ij} = C_{ij} - C_{kj} \quad (1)$$

ここで、 $\Delta PM_{2.5 ij}$ は都市域 i 地点における調査開始から j 番目の月の $\Delta PM_{2.5}$ の月平均値、 C_{ij} は都市域 i 地点における調査開始から j 番目の月の月平均値、 C_{kj} は都市域 BG 地点における調査開始から j 番目の月の月平均値である。

また、調査期間平均の地域変動の寄与割合を都市域濃度に占める $\Delta PM_{2.5}$ の割合から算出した（Eq.2）。

$$R_{di} = \frac{100}{m} \times \sum_{j=1}^m \frac{\Delta PM_{2.5 ij}}{C_{ij}} \quad (2)$$

ここで、 R_{di} は都市域 i 地点における調査期間平均の地域変動の寄与割合、 m は C_{ij} の算出月数である。

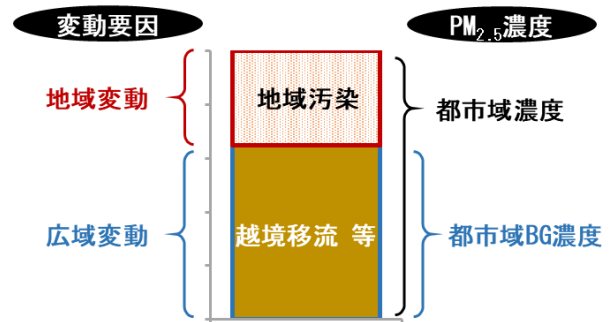


図 2 PM_{2.5} 濃度と変動要因の関係

3.2 回帰分析法

都市域 BG 地点と都市域地点の PM_{2.5} 濃度に対する回帰分析を用いて地域変動の寄与割合を簡易的に推定した。

散布図の y 軸を都市域 BG 濃度とし、x 軸を都市域濃度とした場合には、回帰直線 $y=ax+b$ の傾き a は都市域濃度に対する都市域 BG 濃度（広域変動）の寄与に相当すると仮定した（図 3）。この仮定に基づき、地域変動の寄与割合を各都市域地点の回帰直線の傾きを用いて算出した（Eq.3）。

$$R_{ii} = (1 - a_i) \times 100 \quad (3)$$

ここで、 R_{ii} は都市域 i 地点における地域変動の寄与割合、 a_i は都市域 i 地点の回帰直線の傾きである。

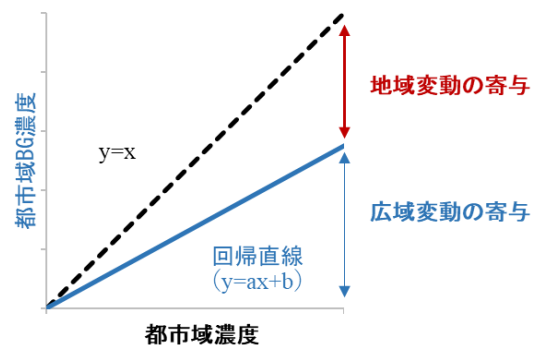


図 3 回帰直線と PM_{2.5} の各変動寄与の関係

結果及び考察

1. 都市域 BG の妥当性評価

河内について、都市域 BG 地点としての妥当性評価

を、都市域・県内 BG 地点の測定データと比較することで行った。

PM_{2.5}の濃度レベルについて、月平均値で比較した結果、河内は都市域3地点よりも常に低く、県内BG2地点と同水準だった(図4)。また、濃度挙動の類似性について、日平均値で確認したところ、河内は都市域3地点全てと高い相関(R²>0.8)を示し、類似性があった(図5)。

以上の結果から、河内のPM_{2.5}データは、都市域BGデータとして妥当性があると考えられた。

なお、燃焼由来の地域発生源の寄与の指標となるNO_xデータ³⁾についても、濃度レベルを河内と都市域・県内BGの各地点で比較した。その結果、河内と各地点との濃度レベルの関係性はPM_{2.5}の結果と同様であった(図6)。

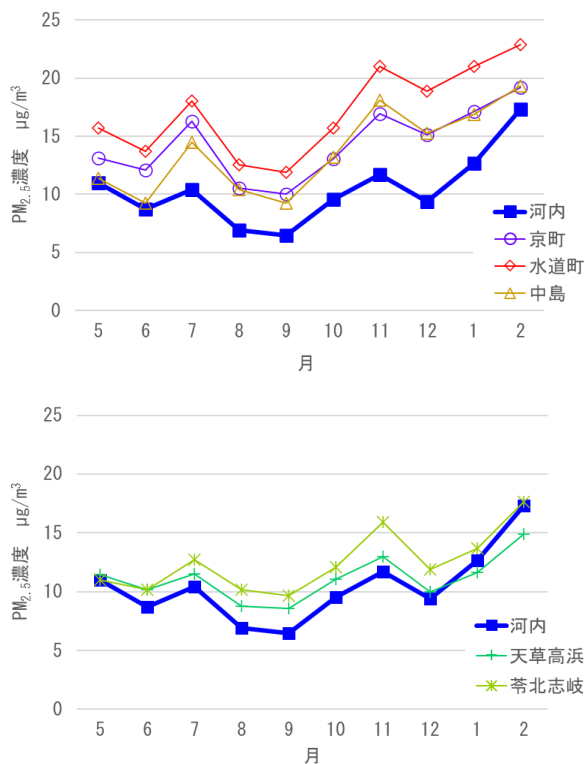


図4 都市域地点(上段)と県内BG地点(下段)とのPM_{2.5}濃度レベルの比較

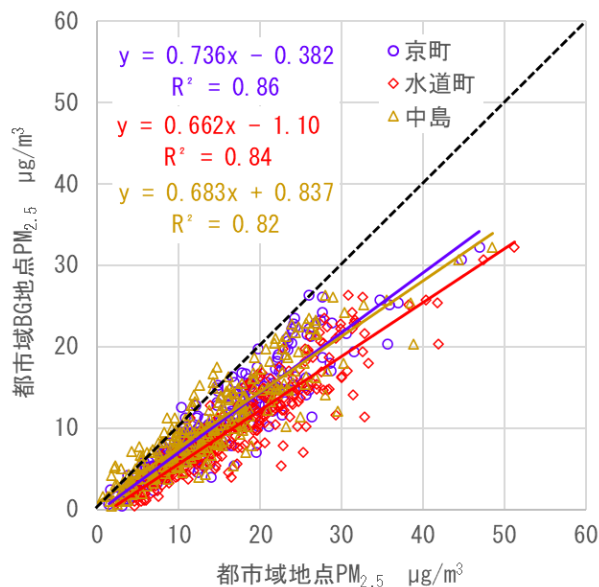


図5 都市域BG地点と都市域地点のPM_{2.5}濃度の回帰分析

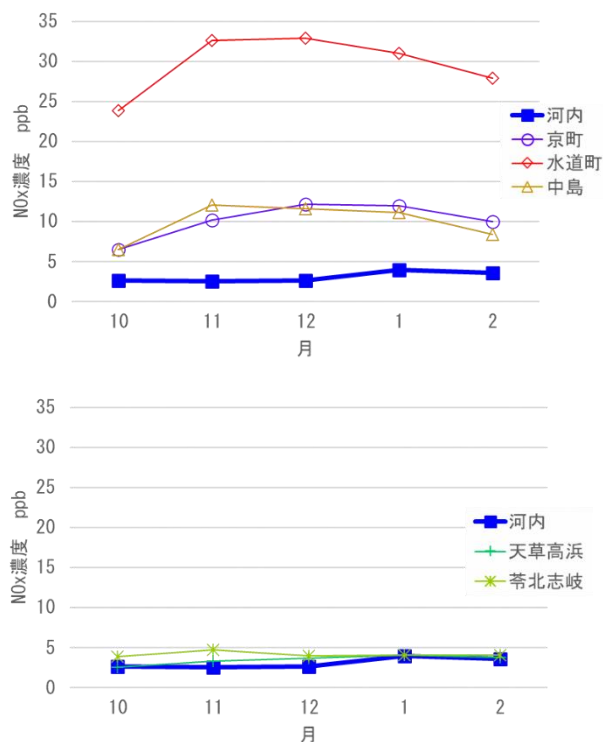


図6 都市域地点(上段)と県内BG地点(下段)とのNO_x濃度レベルの比較

2. 地域変動の寄与割合の推定

都市域3地点における差分法と回帰分析法による手法別の推定結果を表1に示す。

ま と め

河内の PM_{2.5} データについて、都市域 BG データとしての妥当性評価を、都市域・県内 BG のデータと比較することで行った。

濃度レベルについて、河内は都市域 3 地点よりも常に低く県内 BG2 地点と同水準であり、濃度挙動の類似性について、河内は都市域 3 地点全てと高い相関を示した。以上の結果から、河内は、都市域 BG 地点としての妥当性があると考えられた。

都市域における地域変動の寄与割合の簡易推定について、都市域 BG 及び都市域の PM_{2.5} データを用いて、差分法と回帰分析法の 2 手法で行った。都市域 3 地点の寄与割合は 24~39%であり、地点別の推定結果に手法による大きな相違はなかった。

以上の結果から、地域変動は都市域の PM_{2.5} 濃度に対し一定の寄与があり、都市域で PM_{2.5} の濃度レベルが相対的に高い要因になっていると考えられた。

謝 辞

河内グラウンドを調査場所として提供していただいた熊本市経済観光局スポーツ・イベント部スポーツ振興課に感謝申し上げます。

文 献

- 1) 久恒邦裕, 山神真紀子: 大気環境学会誌, 50(2), 107-116, (2015).
- 2) 国土交通省国土地理院: 地理院地図.
<https://maps.gsi.go.jp/#9/32.583849/130.850189/&base=blank&ls=blank&disp=1&vs=c0g1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f2&d=m> (2022 年 8 月閲覧).
- 3) 豊永悟史, 出納由美子, 北岡宏道, 村岡俊彦: 大気環境学会誌, 52(5), 150-165, (2017).
- 4) 山本裕典, 豊永悟史, 出納由美子, 松崎達哉: 熊本県保健環境科学研究所報, 47, 56-62, (2017).

表 1 地域変動の寄与割合の推定結果

測定局名称	地域変動の寄与割合(%)	
	【差分】	【回帰分析】
京町	27	26
水道町	39	34
中島	24	32

都市域 3 地点の地域変動の寄与割合は、差分法で 24~39%、回帰分析法で 26~34%であり、地点別の推定結果に手法による大きな相違はなかった。また、どちらの手法による結果でも地域変動の寄与が最も大きい地点は水道町であった。

以上の結果から、地域変動は、都市域の PM_{2.5} 濃度に対し一定の寄与があり、都市域で PM_{2.5} の濃度レベルが相対的に高い要因になっていると考えられた。

なお、NO_x 濃度と ΔPM_{2.5} を比較したところ、水道町の R² 値 (0.59) は他の都市域地点と比較して高かった (図 7)。このことから、地点によっては地域変動に燃焼由来の発生源が寄与している可能性が考えられた。

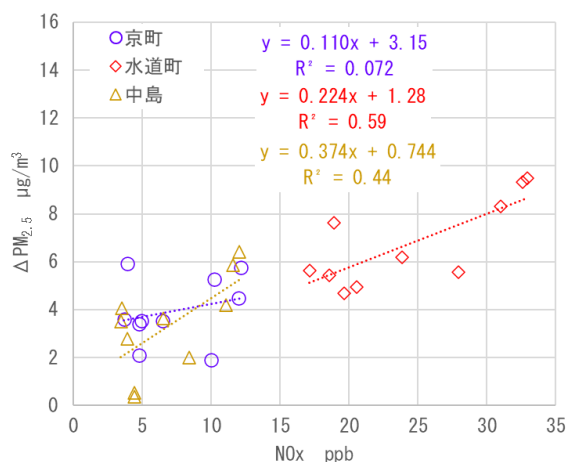


図 7 ΔPM_{2.5} と NO_x 濃度の相関

4) 旧下益城郡市町村の湧水の水質について

廣畑昌章 眞田知征 芹川大成 松崎達哉

要 旨

旧下益城郡市町村（熊本市南区富合町及び城南町、宇城市松橋町、小川町及び豊野町並びに下益城郡美里町）の湧水94地点の位置（緯度経度）を特定し、73地点において実際に湧出を確認した。うち66地点について水質を調査した結果、大部分がCa-HCO₃型を示し、一部にはより極端なCa-HCO₃型の地点もみられた。30年余前の調査結果と比較すると、陽イオンの組成は全体的に変化が小さかったが、陰イオンの組成は約3割の地点が10ポイント以上の大きな変化を示した。

キーワード：湧水，水質，緯度経度，湧出機構

はじめに

湧水は、水量、水質ともに周辺の地下水を代表するものと考えられる。そのため湧水の分布状況やその水量及び水質の変化を継続的に把握することによって、地下水涵養量の変化や化学物質による地下水汚染の状況を捉えることが可能である。

県内各地の湧水の水質や利用状況、湧水に関する伝承等については既に書籍¹⁾にまとめられている。しかし、各々の詳細な位置情報は示されておらず、また、その調査から30年余が経過しており、県内の湧水の状況が把握されているとはいえない状況である。

そのため、定期的な湧出の状況及び水質の変化の把握が可能となるよう、湧水的位置を改めて詳細に確認、記録することが必要である。

今回、熊本県央に位置する旧下益城郡市町村（現、熊本市南区富合町及び城南町、宇城市松橋町、小川町及び豊野町並びに下益城郡美里町（旧中央町及び旧砥用町））の湧水の状況について調査したので、その結果について報告する。

調査地域

図1に調査地域及び調査地点を示す。当該地域は、地形的に東部と西部で大きく異なる²⁾。まず、東部は、中央を東西に横切る臼杵一八代構造線（後述する図2に記載）を挟んで、その南北で山地の標高や山容が大きく異なる。臼杵一八代構造線の南側は急峻な山地からなり、緑川水系と球磨川水系の分水嶺がほぼ東西に連なる。南及び東に向かって標高は高くなり、京丈山（1473m）や目丸山（1341m）がある。これらの山々

の谷筋を緑川の支流が南から北に向かって臼杵一八代構造線に直交するように流れ下っている。一方、臼杵一八代構造線の北側は、最も高いところでも甲佐岳の標高753mであり、なだらかな地形を緑川の支流が流れている。次に、当該地域の西部は、九州山地に接する山稜地から西方に向かって徐々に低くなり、熊本平野及び八代平野に繋がるなだらかな地形を緑川の支流が流れている。

次に、図2に地質概略図を示す。地形同様、東部と西部では大きく異なる²⁾。まず、東部について、臼杵一八代構造線の南側はジュラ紀堆積岩コンプレックス（シャルスタイン、砂岩からなる層及びチャート）、ペルム紀堆積岩コンプレックス（スランプ砂岩からなる層）、前期白亜紀堆積物である砥用層、ジュラ紀変成岩、蛇紋岩メランジュからなる。一方、臼杵一八代構造線の北側は先後期白亜紀の竜峰山層群（竜峰山変成岩類及び結晶質石灰岩）、肥後変成岩類及び肥後深成岩類や後期白亜系の御船層群が分布する。これらの地質体を、主に阿蘇火山噴出物からなる第四系が覆っている。なお、肥後変成岩類を構成する大きな石灰岩起源の岩体は侵食に対する抵抗力が高く、水晶山（334m）及び甲佐岳のように岩峰を作っている。次に、西部では、阿蘇火山噴出物や低地・段丘堆積物からなる第四系が御船層群や肥後変成岩類を覆っている。

調査方法

図1に調査地点を改めて示す。荒牧ら³⁾が示した96地点に行政資料³⁾から得られた15地点、現地調査でその存在に関する情報が得られた3地点を加えた計114地点

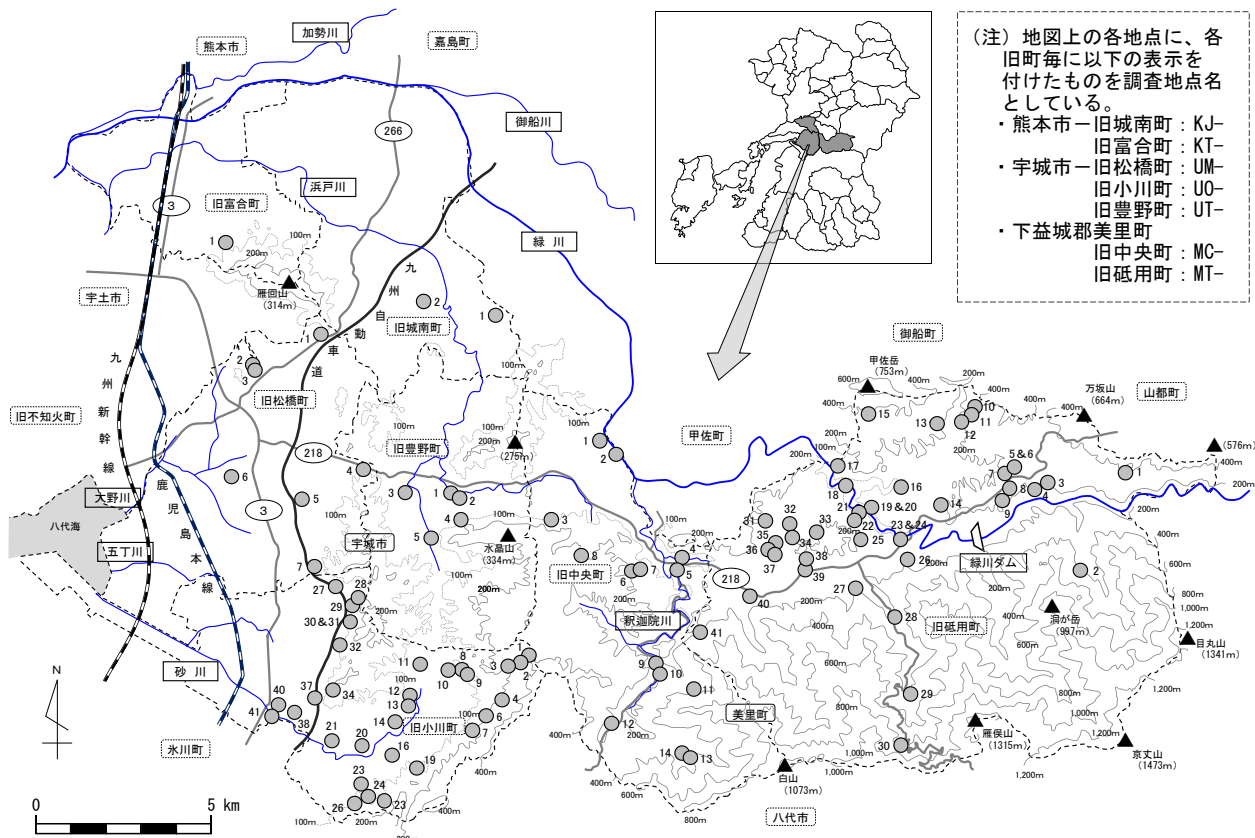


図1 調査地域及び調査地点

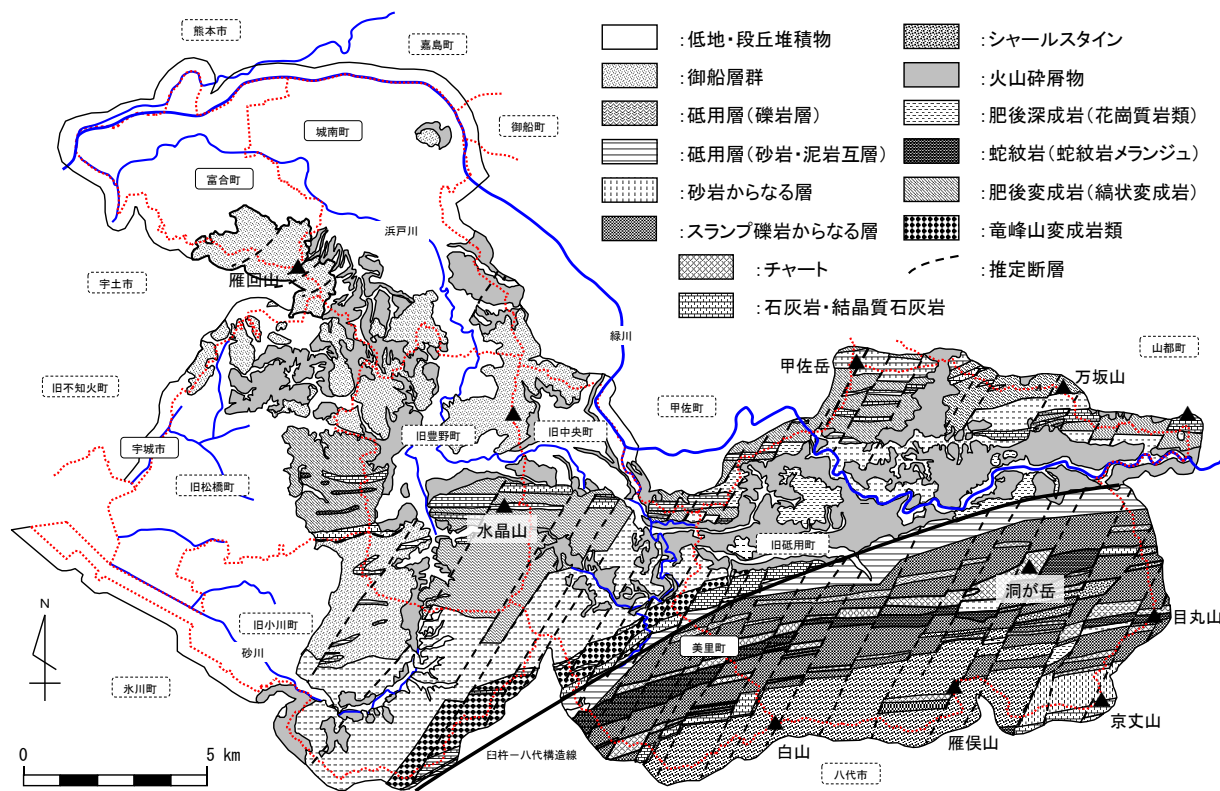


図2 地質概略図

(熊本県環境基本計画環境特性図³⁾を基に作成)

である。これらについて、令和3年2月から令和4年5月にかけて現地調査を実施し、位置が特定できた地点については、Google Mapによる表示値から位置情報（緯度経度）を入手した。さらに、湧出を確認した66地点については、令和4年4月17日から6月29日にかけて採水した。

分析項目は、pH、EC（電気伝導率）、陽イオン（Na⁺、NH₄⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺）、陰イオン（F⁻、Cl⁻、NO₂⁻、Br⁻、NO₃⁻、PO₄³⁻、SO₄²⁻、HCO₃⁻）及びSiO₂である。分析項目のうち、pH、EC（電気伝導率）は電極法、HCO₃⁻を除く各イオン成分はイオンクロマトグラフ法、HCO₃⁻は硫酸滴定法によるpH4.8アルカリ度から算出し、SiO₂はモリブデン黄法で測定した。

クラスター解析にはウォード法を利用し、距離のタイプはユークリッド距離を用い、標準化せずに実施した。

結果及び考察

1. 湧水の状況について

表1に調査地点の名称、詳細位置（緯度経度）及び湧水の状況を示した。なお、調査地点114地点の内訳は湧水が110地点、井戸が4地点である。うち94地点で実際に位置を特定することができたが、残り20地点についてはその位置に関する資料中の情報に乏しく、地元の方への聞き取りなどを行っても位置の特定には至らなかった。

位置が特定できた94地点のうち、5地点（MT-5、8、36及び41並びにUO-6）については、今回の現地調査で涸渇あるいは埋没していることが判明した。これらを除く89地点のうち73地点において湧出（時季的な湧出を含む。）が確認できた。井戸4地点を除く残り12地点のうち7地点（MT-22、MC-4及び7、UO-9,11,13及び16）は、調査時点において湧出を確認できず、5地点については湧出自体は確認できたものの湧出箇所を確認できなかった。

2. 各項目について

表2に各調査地点別の水質に関する調査結果を示した。また表3には所在市町別（旧町を含む。）に分けて求めた各項目の平均値、標準偏差及び変動係数、表4に他地域調査事例との比較表を示した。

2.1 水温、pH及びEC

水温は12.1℃（MT-30）～22.6℃（MC-13）の範囲にあり、平均値は17.0℃であった。特に16.5～17.5℃の範囲にある地点が全体の1/3を占めた。また、水温の分布に大きな地域性は認められなかった。平均値は、平成8年から平成10年にかけて実施した調査¹⁰時とほぼ同じであった。さらに県内他地域の調査データ（平均値）と比較すると、熊本市及び上益城郡の一部に比べて低く、阿蘇地域、御船町や山都町より高い値を示した。このことは、涵養域等の標高差すなわち外気温を反映しているものと考えられる。ただし、今回は各調査地点の標高と水温の間に明確な関係性は見いだせなかった。

pHは6.4（MT-32、MT-34）～8.3（MC-13）の範囲にあり、平均値は7.3であった。6.8～7.0の範囲に15地点、7.4～7.6の範囲に13地点（7.4～7.8の範囲では22地点）が集中する二峰性分布を示したが、その分布に地域性は認められなかった。平均値は、県内他地域に比べて若干高かった。

ECは、76 μS/cm（MT-30）～434 μS/cm（UM-5）の範囲にあり、平均217 μS/cmであった。特に100～200 μS/cmの範囲に全体の半数に近い31地点が集中した。平均値は、前回調査¹⁰時とほぼ同じであったが、県内他地域に比べ高かった。各調査地点を地域毎に比較すると、宇城市の旧3町は熊本市（旧城南町及び旧富合町）及び美里町に比べて高い値を示した。

廣畑⁴⁾は、宇土半島（宇土市並びに宇城市三角町及び不知火町）の湧水について、標高が高くなるに伴いECが低下する傾向があることを報告している。そこで、同様に標高に対してECをプロットしたが、相関は

表3 旧市町別各項目の平均値、標準偏差及び変動係数

市・地域名 (旧町名)	宇城市								美里町		全体
	熊本市 (城東町・富合町)	旧松橋町	旧小川町	旧豊野町	全地点	旧中央町	旧砥用町	全地点			
地点数	2	5	20	5	30	6	28	34	66		
水温 (°C)	17.2 ± 0.8 (0.05)	17.1 ± 1.3 (0.08)	17.8 ± 0.8 (0.04)	17.4 ± 1.2 (0.07)	17.7 ± 2.6 (0.15)	16.5 ± 1.6 (0.10)	16.7 ± 1.8 (0.11)	17.0 ± 1.6 (0.09)	17.0 ± 1.6 (0.09)		
pH	7.3 ± 0.5 (0.07)	7.5 ± 0.4 (0.06)	7.1 ± 0.4 (0.06)	7.4 ± 0.5 (0.06)	7.4 ± 0.5 (0.07)	7.1 ± 0.5 (0.07)	7.2 ± 0.5 (0.07)	7.3 ± 0.5 (0.07)	7.3 ± 0.5 (0.07)		
EC (μS/cm)	158 ± 260 ± 123 (0.47)	236 ± 63 (0.27)	276 ± 104 (0.38)	246 ± 80 (0.33)	223 ± 82 (0.37)	189 ± 81 (0.43)	195 ± 81 (0.41)	217 ± 84 (0.39)	217 ± 84 (0.39)		
Na ⁺ (mg/L)	9.8 ± 1.9 (0.23)	7.5 ± 1.8 (0.24)	8.0 ± 3.3 (0.41)	7.7 ± 2.0 (0.27)	10.7 ± 6.7 (0.63)	7.5 ± 2.9 (0.39)	8.1 ± 3.9 (0.49)	7.9 ± 3.1 (0.40)	7.9 ± 3.1 (0.40)		
NH ₄ ⁺ (mg/L)	<0.01(全地点)	<0.01(全地点)	<0.01(全地点)	<0.01(全地点)	<0.01(全地点)	<0.01(全地点)	<0.01(全地点)	<0.01(全地点)	<0.01(全地点)		
K ⁺ (mg/L)	4.5 ± 2.1 ± 2.8 (1.33)	1.2 ± 1.2 (1.00)	4.0 ± 3.5 (0.88)	1.8 ± 2.2 (1.21)	2.4 ± 2.8 (1.16)	3.2 ± 2.4 (0.73)	3.1 ± 2.4 (0.78)	2.5 ± 2.5 (0.96)	2.5 ± 2.5 (0.96)		
Mg ²⁺ (mg/L)	5.1 ± 5.8 ± 2.6 (0.46)	5.9 ± 2.5 (0.42)	3.7 ± 0.9 (0.23)	5.5 ± 2.4 (0.43)	4.3 ± 3.0 (0.70)	3.8 ± 1.6 (0.42)	3.9 ± 1.9 (0.48)	4.7 ± 2.2 (0.48)	4.7 ± 2.2 (0.48)		
Ca ²⁺ (mg/L)	11.0 ± 35.5 ± 27.2 (0.76)	31.1 ± 12.5 (0.40)	40.4 ± 30.4 (0.75)	33.4 ± 18.6 (0.56)	26.5 ± 21.4 (0.81)	22.8 ± 17.6 (0.77)	23.5 ± 18.0 (0.77)	27.6 ± 18.8 (0.68)	27.6 ± 18.8 (0.68)		
F ⁻ (mg/L)	0.06 ± 0.10 ± 0.04 (0.42)	0.13 ± 0.04 (0.34)	0.07 ± 0.03 (0.49)	0.11 ± 0.05 (0.42)	0.131 ± 0.09 (0.71)	0.092 ± 0.07 (0.75)	0.099 ± 0.07 (0.75)	0.105 ± 0.06 (0.60)	0.105 ± 0.06 (0.60)		
Cl ⁻ (mg/L)	4.2 ± 4.6 ± 0.7 (0.15)	5.0 ± 4.2 (0.84)	4.7 ± 1.1 (0.22)	4.9 ± 3.4 (0.70)	3.7 ± 1.7 (0.46)	3.6 ± 1.4 (0.38)	3.6 ± 1.4 (0.38)	4.2 ± 2.6 (0.61)	4.2 ± 2.6 (0.61)		
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0.01(1地点のみ)	<0.01(全地点)	0.02(1地点のみ)	<0.01(全地点)	0.02(1地点のみ)	<0.01(全地点)	<0.01(全地点)	<0.01(全地点)	0.015(2地点のみ)		
Br ⁻ (mg/L)	0.03 ± 0.02 ± 0.01 (0.38)	0.05 ± 0.08 (1.64)	0.04 ± 0.03 (0.64)	0.04 ± 0.07 (1.55)	0.04 ± 0.04 (1.01)	0.02 ± 0.01 (0.40)	0.02 ± 0.02 (0.83)	0.03 ± 0.05 (1.59)	0.03 ± 0.05 (1.59)		
NO ₃ ⁻ (mg/L)	8.1 ± 3.0 ± 1.7 (0.57)	5.2 ± 3.6 (0.69)	8.2 ± 5.8 (0.71)	5.3 ± 4.0 (0.75)	13.8 ± 18.8 (1.36)	4.6 ± 2.1 (0.46)	6.2 ± 8.3 (1.34)	5.9 ± 6.6 (1.13)	5.9 ± 6.6 (1.13)		
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	13.4 ± 10.0 ± 4.6 (0.46)	9.4 ± 3.2 (0.34)	8.5 ± 2.3 (0.27)	9.4 ± 3.3 (0.37)	7.5 ± 3.4 (0.45)	7.3 ± 2.5 (0.34)	7.4 ± 2.6 (0.36)	8.5 ± 3.5 (0.42)	8.5 ± 3.5 (0.42)		
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	0.15 ± 0.11 ± 0.05 (0.50)	0.12 ± 0.14 (1.12)	0.12 ± 0.06 (0.53)	0.12 ± 0.12 (0.97)	0.07 ± 0.04 (0.53)	0.16 ± 0.10 (0.60)	0.15 ± 0.10 (0.66)	0.13 ± 0.11 (0.78)	0.13 ± 0.11 (0.78)		
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	53.6 ± 139 ± 80 (0.57)	116 ± 43 (0.37)	140 ± 82 (0.58)	124 ± 56 (0.45)	106 ± 67 (0.64)	91.8 ± 53 (0.57)	94.2 ± 55 (0.58)	107 ± 57 (0.53)	107 ± 57 (0.53)		
SiO ₂ (mg/L)	58.8 ± 34.6 ± 25 (0.73)	25.6 ± 16 (0.63)	43.6 ± 29 (0.67)	30.1 ± 21 (0.68)	36.5 ± 23 (0.63)	46.5 ± 27 (0.59)	44.7 ± 27 (0.59)	38.5 ± 25 (0.65)	38.5 ± 25 (0.65)		

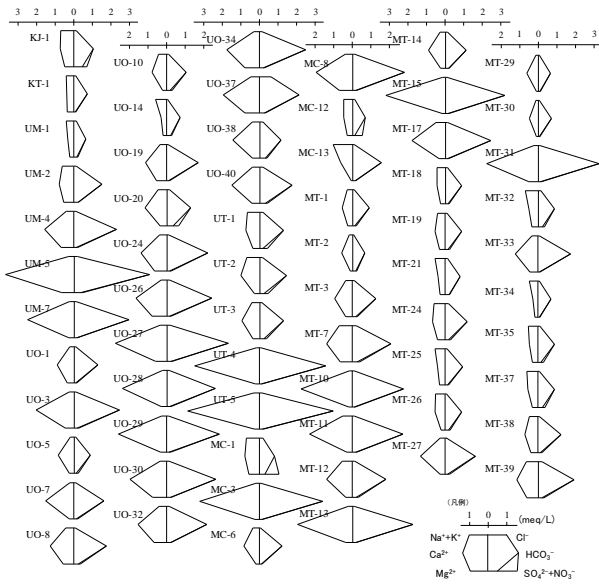


図4 ヘキサダイアグラム (全地点)

においても石灰岩が分布していることから、その影響を強く受けたものと考えられる。

一方、9地点 (KT-1, UM-1, UO-14, MC-13, MT-25, MT-32, 34, 35及び37) はNa-HCO₃型であったが、MC-13を除き溶存成分量は比較的少なかった。

2.5 水質の変化

荒牧ら¹⁾により水質が記載されている59地点のうち今回採水できた45地点について、荒牧ら¹⁾による水質(平成2年(1990年))と今回の水質について比較した。

各測定項目について、横軸に平成2年(1990年)の値、縦軸に今回(2022年)の値をとり散布図として図5に示した。まず、水温は、大部分の地点が今回の方が高く、5地点が5℃以上、特にMC-13では10℃以上高かった。これは荒牧ら¹⁾の調査時期が3月であるのに対して、今回の調査時期が4~6月であることを考慮すると、外気温の影響を受けている可能性が考えられる。特に、MC-13については後述のとおり、採水地点と湧出口の間には、荒牧らの報告¹⁾によれば1.5kmの距離があることから、貯水槽等での外気温の影響が考えられる。

次に、pHは、2地点を除く多くの地点が今回の調査の方が低く、12地点が0.5以上、特にMT-21では1.1低かった。平均値を比較すると荒牧ら¹⁾の調査時に比べ今回は0.3ほど低い、その理由として測定法の違いなどが考えられる。しかし、荒牧ら¹⁾の報告には測定法が記載されておらず、詳細については不明である。一方、ECは、3地点が50 μS/cmの差を示したが、他の地点では大きな差は見られなかった。

イオン成分のうち陽イオンについては、Na⁺のMC-13のように今回の方が非常に高い地点も見られたが、全体的には4項目全て大きな差は見られなかった。一方、

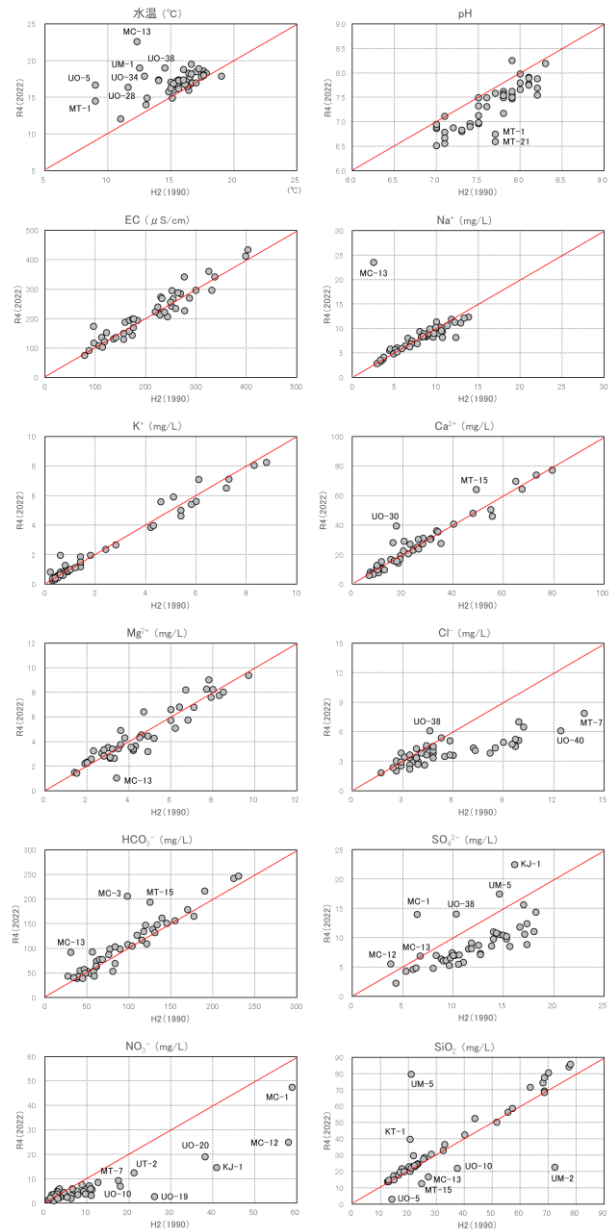


図5 平成2年(1990年)と今回の測定値の比較

陰イオンのうちHCO₃⁻は、MC-3, MC-13及びMT-13を除き概ね大きな差は見られなかったが、他の3項目は大半の地点において今回の方が低く、荒牧らの調査¹⁾で濃度が高かった地点ほど今回との差が大きい傾向を示した。

次に、トリリニアダイアグラムにより水質を比較した。陽イオンは全体的にNa⁺+K⁺, Ca²⁺及びMg²⁺の組成の変化が小さく、約6割の26地点が2ポイント以下の変化にとどまり、5ポイント以下まで含めると約9割の39地点に達した。一方、10ポイント以上の大きな変化を示した地点が3地点(UO-24, UO-30及びMC-13)あり、中でもMC-13はNa⁺+K⁺が50ポイント弱の増加を示した。一方、陰イオンは全体的にCl⁻, HCO₃⁻及びSO₄²⁻+NO₃⁻の組成の変化が大きく、約4割の17地点が5

～10ポイントの変化, また約3割の14地点は10ポイント以上の変化を示した。特に2地点 (UO-14及びMC-13) は25ポイント以上の大きな変化を示した。

ここで、陽イオン、陰イオンともに特に大きな水質変化を示したMC-13について、当該湧水は1.5km離れた滝にある湧水を寺院の参道に設置された手洗い場まで引かれているものである。荒牧ら¹⁾の報告同様、今回も直接湧出箇所を確認できていないことから、水質変化の可能性だけでなく、別の湧水から導水あるいは別の湧水も合わせて導水している可能性も考えられるので注意を要する。

平成2年(1990年)¹⁾と今回(2022年)を比較して、イオン成分の組成に10ポイント以上の差を示した16地点について、平成2年(1990年)、同9年(1997年)¹⁰⁾及び今回のトリリニアダイアグラム及びヘキサダイアグラムをそれぞれ図6及び図7に示す。

図6を見ると、KJ-1, UO-20及びMC-12はⅢ型→Ⅰ型へ、UO-14はⅣ型→Ⅱ型へ、MC-13はⅠ型→Ⅱ型へ大

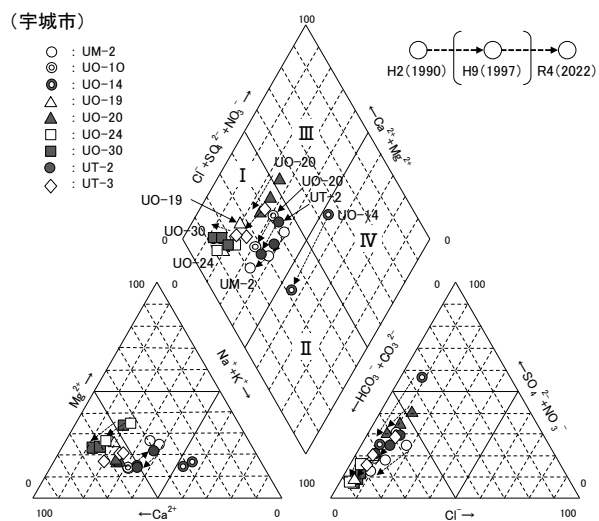
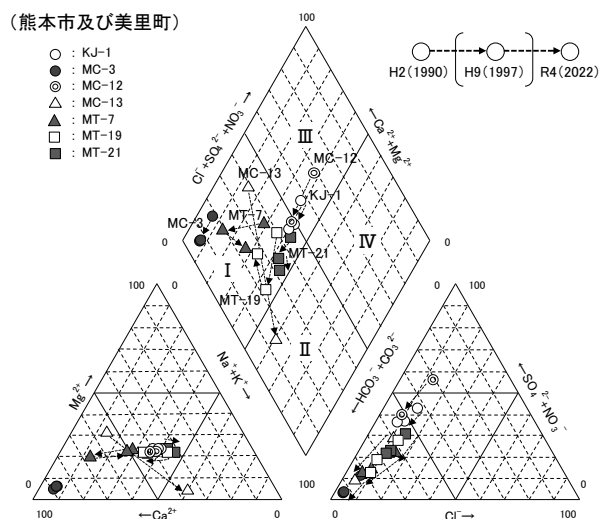


図6 水質の変化 (トリリニアダイアグラム)

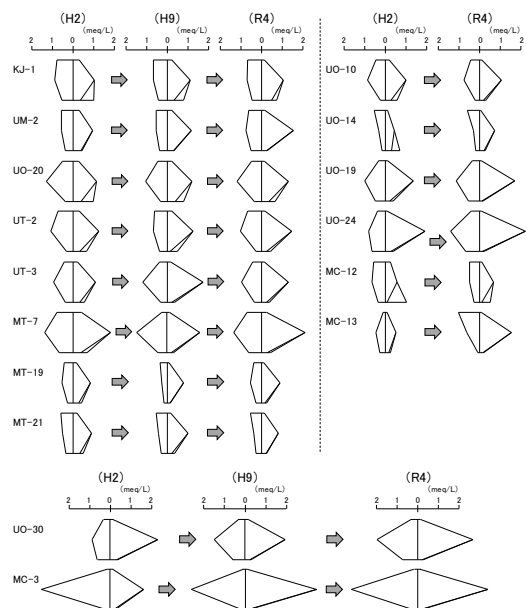


図7 水質の変化 (ヘキサダイアグラム)

きく水質が変化したことが分かる。ただし、変化の内容は、KJ-1, UO-20, UO-14及びMC-12が陰イオンのみの大きな変化であるのに対して、MC-13は陽イオン、陰イオン(特に陽イオン)ともに大きく変化している。なお、MC-3について、荒牧ら¹⁾によるイオン濃度では陰イオン/陽イオン=0.51(今回0.99)となりイオンバランスが大きく崩れている。そのため当時陰イオン、特にHCO₃⁻を過少に算出したことによって今回大きな水質変化として捉えた可能性がある。

ここで、荒牧ら¹⁾の調査時にNO₃-N濃度が高めの値(8.0mg/Lを超過)を示していた5地点についてその後のNO₃-N濃度の変化を表6に示した。うち水道法に定める水質基準10mg/Lを超過していた3地点について、MC-1は今回も依然として水道法に定める水質基準10mg/Lを超過していたが、MC-12では平成2年(1990年)の半分以下の濃度であった。なお、UO-11については、今回湧出が確認できず水質分析を行うことができなかった。また、同水質基準を超過していないもの高めの値を示していたKJ-1及びUO-20についても同様に半分以下の濃度であった。

表6 NO₃-N高濃度地点の濃度変化 (mg/L)

No.	H2(1990) ¹⁾	H9(1997) ¹⁰⁾	R4(2022)
KJ-1	9.23	6.7	3.3
UO-20	8.60	5.6	4.3
UO-11	11.0	-	-
MC-1	13.3	10.4	10.7
MC-12	13.1	-	5.6

NO₃-Nは周辺の土地利用等との関連が大きいと考えられる。そこで、国土地理院他^{12,13)}による航空写真等(1970年代, 2000年代後半及び2022年度)により、そ

それぞれの地点の涵養域と推測される地域の土地利用状況を確認した。MC-1の周辺では、地形等から涵養域と推測される北～西側一帯には1970年代から畑地が広がり、その状況は現在も変わっていない。一方、MC-12の周辺では、涵養域と推測される西側の畑地の面積は1970年代から2009年にかけて半分程度に減少し、現在さらに面積が減少している。また、KJ-1の周辺についても涵養域と推測される北～東側の段丘一帯は、1970年代には一面畑地であったが、2008年までに徐々に雑草地あるいは林地へと変化したことがうかがえる。さらに、UO-20では、涵養域と推測される北～西側の小丘は、1970年代は一面果樹園であったが、2009年にかけて半分程度に減少し、現在は果樹園としての利用はなく、一部畑地に転換されているものの、その面積は大きくない。

KJ-1を除けば周辺に住宅等の密集地等他に影響する要素がないことから、NO₃-N濃度の低下は、畑地や果樹園の面積の変化、すなわち作物の栽培面積や施肥量の変化等によるものと考えられる。

2.6 クラスタ解析

今回の調査で濃度を測定した13項目のうち、不検出地点が多い項目(NH₄⁺及びNO₂⁻)を除いた11項目(Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, F⁻, Cl⁻, Br⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻及びHCO₃⁻)を使用し、クラスタ解析を行った。その結果得られたデンドログラムを図8に示す。樹形図の距離を50に定めると8つのグループ(A～H)に分類された。各グループ間で、特にpH, EC, Ca²⁺, HCO₃⁻及びNO₃⁻濃度に違いが見られたことから、それらの項目の平均値と併せてヘキサダイアグラム(代表例)及び水質の特徴を表6に示した。今回は非常に類似した水質毎に分類することができており、Ca²⁺及びHCO₃⁻濃度が高いほどECが大きく、かつpHが高くなる一方で、NO₃⁻濃度が低くなる傾向がうかがえた。ここで、図9に各地点のCa²⁺及びHCO₃⁻濃度とクラスタ分類との関係を示した。Ca²⁺及びHCO₃⁻濃度がグループ分けに影響を及ぼしていることが分かる。

なお、廣畑ら⁴⁾は宇土半島(宇土市並びに宇城市三角町及び不知火町)の湧水の水質について、標高との関係を報告しているが、今回は各グループ内の標高にばらつきが大きく、関連性を見出すことはできなかった。

3. 湧出機構

図10に、溶存イオン成分総量に対するCa²⁺量とHCO₃⁻濃度の和の比率とSiO₂濃度の関係図を示した。溶存イオン成分総量に対するCa²⁺量とHCO₃⁻濃度の和の比率が大きいほどSiO₂濃度が低いことが分かる。

今回の調査地域(湧水が確認されている地域)の地

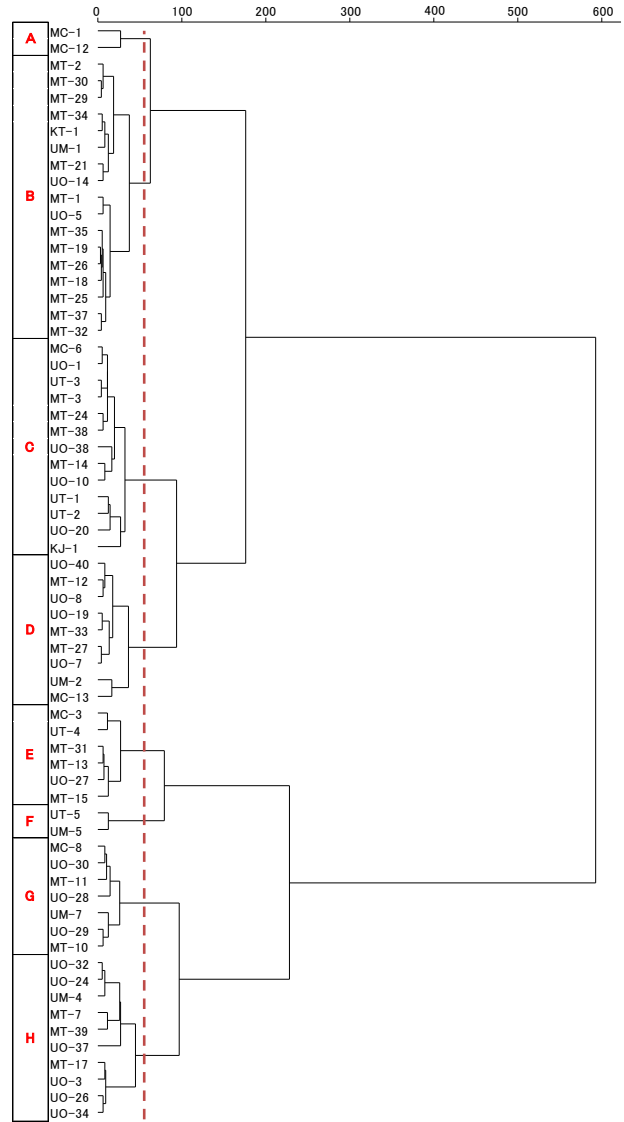


図8 デンドログラム

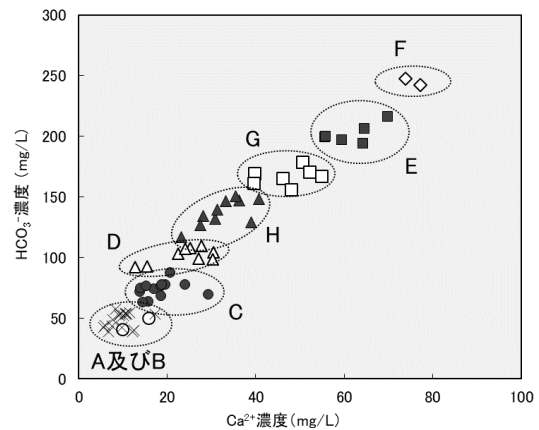


図9 Ca²⁺及びHCO₃⁻濃度とクラスタ分類との関係図

質構造及び2.6のクラスタ解析結果を踏まえ当該地域での湧出機構を考察し、模式図として図11に示し

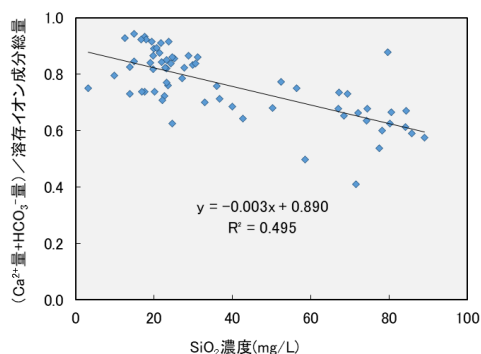


図10 溶存イオン成分総量に対するCa²⁺量とHCO₃⁻濃度の和の比率とSiO₂濃度の関係図

た。当該地域の湧水の水質は調査地域に点在する石灰岩地質の影響を大きく受けており、涵養域での石灰岩地質の有無が水質を大きく左右している。

なお、今回は水質の点からの推察にとどまっており、湧出機構をより明確にするには今後、様々なアプローチによるより詳細な調査が必要である。

まとめ

旧下益城郡市町村（熊本市南区富合町及び城南町、宇城市松橋町、小川町及び豊野町並びに下益城郡美里町）の湧水について詳細位置（緯度経度）、現在の状況及び水質を調査した。

- 1) 調査114地点中、94地点の位置を特定し、うち73地点において湧出を確認した。しかし5地点は湧水の涸渇あるいは埋没していることが判明した。
- 2) 溶存成分の差はあるが、大部分がCa-HCO₃型の水質

を示し、一部にはUT-4及びMT-15のようにより極端なCa-HCO₃型を示す地点が見られた。

- 3) 今回の水質と30年余前の水質とを比較した結果、陽イオンの組成は全体的に変化が小さかった一方、陰イオンの組成は、約3割の地点が10ポイント以上の大きな変化を示した。
- 4) クラスタ解析により8つの型に分類されたが、Ca²⁺及びHCO₃⁻濃度に大きく依存する分類となった。
- 5) 今回の調査地域では、涵養域での石灰岩地質の有無が湧水の水質を大きく左右していた。

謝辞

本調査の実施に当たり、調査対象の湧水及び井戸の所有者並びに快く聞き取り調査に応じていただきました皆様に深く感謝いたします。また、ヘキサダイアグラム及びトリリニアダイアグラム作成プログラムは、2003年度末に本県を退職された塘岡穰氏が作成されたものでありここに謝意を表します。

文献

- 1) 荒牧一利, 田中浩二, 古江研也, 米田正: “水は伝える 熊本の湧泉”, (2004), (熊本の湧水研究会).
- 2) 斎藤 眞, 宮崎一博, 利光誠一, 星住英夫: 地域地質研究報告 5万分の1地質図幅 鹿児島(15)第41号 NI-52-12-1 砥用地域の地質, (2005), (独立行政法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター).
- 3) 熊本県環境公害部: 熊本県環境基本計画環境特性図(地図集)-宇城・上益城地域 西部版-, (1995).
- 4) 廣畑昌章, 西島 遥, 眞田知征, 小原彬生, 木野世紀: 熊

表7 各グループのヘキサダイアグラム、各平均値及び水質の特徴

グループ	地点数	ヘキサダイアグラム代表例	平均値						水質の特徴
			pH	EC (μS/cm)	Ca ²⁺ 濃度 (mg/L)	HCO ₃ ⁻ 濃度 (mg/L)	NO ₃ ⁻ 濃度 (mg/L)	SiO ₂ 濃度 (mg/L)	
A	2		7.2	183	12.7	45.4	36.2	65.1	溶存イオン成分はさほど多くないが、他グループに比べてNO ₃ ⁻ 濃度が非常に高く、またSiO ₂ 濃度も高い。
B	17		7.0	123	9.7	48.6	4.3	52.6	溶存イオン成分の少ないCa-HCO ₃ 型またはNa-HCO ₃ 型。他グループに比べてSiO ₂ 濃度が高い。最も多い1/4の地点が含まれた。
C	13		7.0	180	18.4	74.0	8.3	46.6	Bグループよりも溶存イオン成分の多いCa-HCO ₃ 型。Bグループ同様他グループに比べてSiO ₂ 濃度が高い。Bに次いで多い1/5の地点が含まれた。
D	9		7.4	204	23.9	101.7	4.3	26.2	B及びCグループよりも溶存成分が多いCa-HCO ₃ 型。E～Hグループに比べてCa及びHCO ₃ の比率が小さく、他グループに比べてSiO ₂ 濃度が低い。
E	6		7.6	345	61.5	202.4	2.9	18.3	より極端なCa-HCO ₃ 型。ただし、FグループよりもCa及びHCO ₃ の比率が小さい。SiO ₂ 濃度が最も低い。
F	2		7.4	424	75.5	244.7	4.0	48.8	より極端なCa-HCO ₃ 型。EグループよりもさらにCa及びHCO ₃ の比率が大きい。SiO ₂ 濃度は平均値としては他グループに比べて高いが、17.9mg/L及び79.7mg/Lと2地点間で大きく分かれた。
G	7		7.8	297	47.2	167.1	3.5	23.1	Ca-HCO ₃ 型。E及びFグループに比べてCa及びHCO ₃ の比率が小さい。Eグループに次いでSiO ₂ 濃度が低い。
H	10		7.5	270	32.5	137.1	4.5	30.7	Ca-HCO ₃ 型。GグループよりもさらにCa及びHCO ₃ の比率が小さい。

本県保健環境科学研究所報,50,45-58 (2020).

- 5) 永田武史,藤本貴大: 熊本県保健環境科学研究所報,43,101-107 (2013) .
- 6) 永田武史,小笹康人,廣畑昌章: 熊本県保健環境科学研究所報,41,102-206 (2011) .
- 7) 廣畑昌章: 熊本県保健環境科学研究所報,25,54-58 (1995) .
- 8) 廣畑昌章: 熊本県保健環境科学研究所報,26,64-69 (1996) .
- 9) 廣畑昌章,小笹康人: 熊本県保健環境科学研究所報,35,117-122 (2005) .

- 10) 廣畑昌章,小笹康人: 熊本県保健環境科学研究所報,36,68-73 (2006) .
- 11) 廣畑昌章,松崎達哉,藤田一城,松下 裕,松岡良三: 熊本県保健環境科学研究所報,28,60-65 (1998).
- 12) 地理院地図 / GSI Maps (国土地理院).
<https://maps.gsi.go.jp/#5/36.104611/140.084556/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1g1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>
 (2022年8月閲覧) .
- 13) Google Map.
<https://www.google.co.jp/maps/> (2022年8月閲覧) .

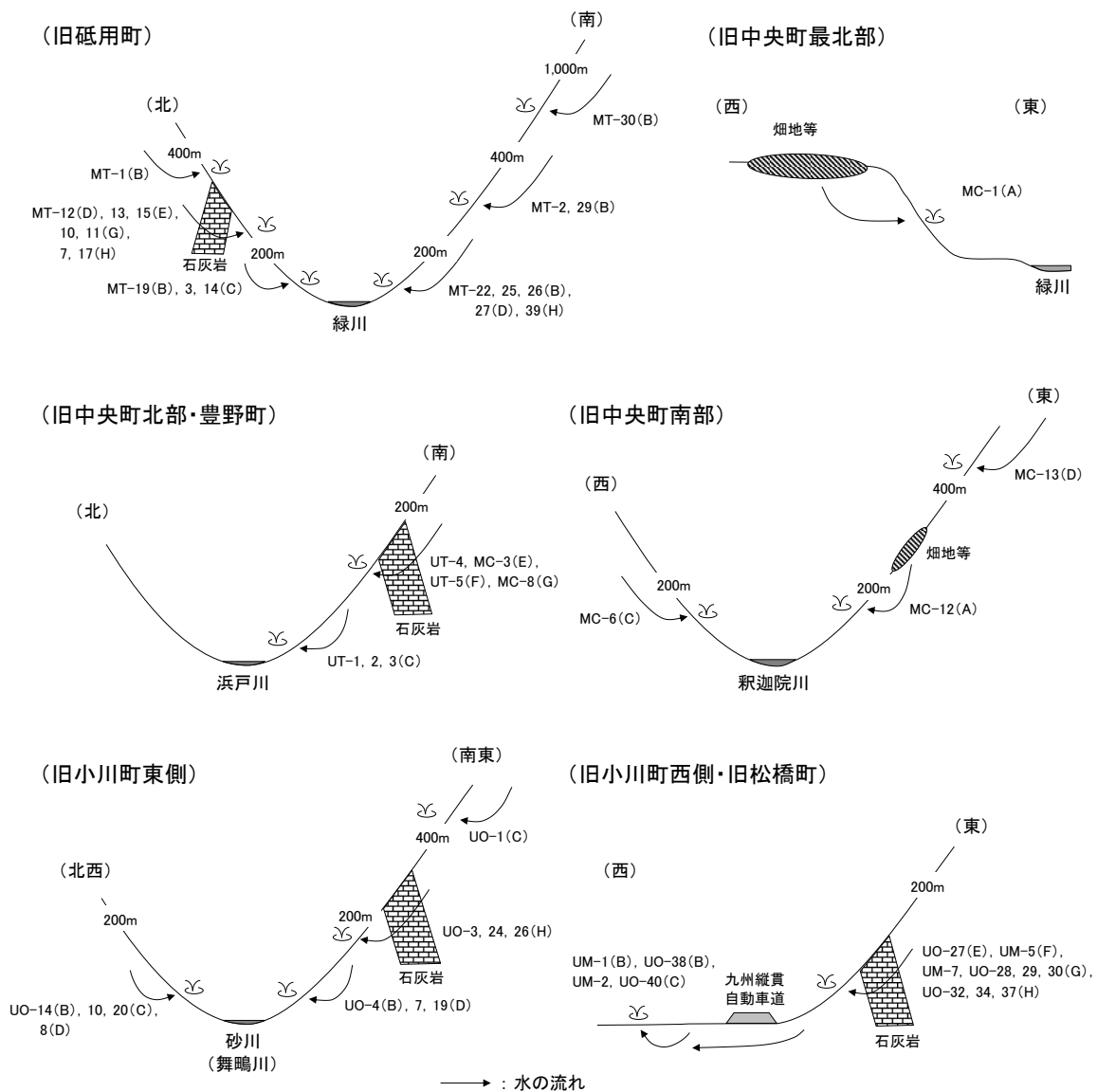


図11 湧出機構 (模式図 (断面))
 ※ 地点No. の () 内はクラスター解析結果におけるグループ名

表1 調査地点の名称及び詳細位置並びに湧出の状況

No.	名称	分類	所在地	文献等	名水百選選定	緯度 経度	状況			採水日 (2022年)
							調査日	湧出	詳細	
KJ-1	平井戸	湧水	熊本市南区城南町鶴瀬土鹿野	1), 2)	昭和	32.68212 130.76709	2021/12/12	湧出あり	文献1)の調査当時に比べ、湧水池周辺が公園として整備されるなど周囲の状況に変化あり。	4/17
KJ-2	増田家の湧水	井戸	熊本市南区城南町塚原	1)	—	32.68514 130.74736	2021/12/19	—	石積みのしっかりした作りの掘り抜き井戸であるが、十数年前から利用されておらず。	—
KJ-3	美少年の湧水	湧水	熊本市南区城南町隈庄	1)	—	—	2021/12/19	—	文献1)による情報だけでは位置を特定できず。	—
KJ-4	川入れ場	湧水	熊本市南区城南町宮地	1)	—	—	2021/12/19	—	文献1)による情報だけでは位置を特定できず。	—
KJ-5	水野家の湧水	湧水	熊本市南区城南町	1)	—	—	2021/12/19	—	文献1)による情報だけでは位置を特定できず。	—
KT-1	下園簡易水道水源	湧水	熊本市南区富合町平原	1)	—	32.69792 130.68988	2021/12/19	湧出あり	現在、水道水源として利用されていないが、農業用水等としての利用の可能性あり。	6/17
UM-1	杉の谷	湧水	宇城市松橋町古保山	1), 2)	—	32.67725 130.71777	2021/4/22	湧出あり	以前と比べて水量は変わらず、水量の季節的変化も少ない。	6/17
UM-2	天満宮の水	湧水	宇城市松橋町古保山	1), 2)	—	32.66937 130.69877	2021/4/7	湧出あり	文献1)の調査当時と周囲の状況に変化はないが、水量は減少しているようにうかがえる。	6/17
UM-3	井川元の水	湧水	宇城市松橋町古保山	1), 2)	—	32.66834 130.69970	2021/9/9	湧出あり	水量が減り、平成28年熊本地震後に濁るようになったため現在は特に利用されていない。	—
UM-4	吹上の水	湧水	宇城市松橋町浦川内字吹上	1), 2)	—	32.64529 130.72900	2021/9/19	湧出あり	松橋町史(S54.12)に「町内三大湧泉の一つ」として紹介されている。文献1)の調査当時と周囲の状況に変化なし。	6/17
UM-5	弁天さんの水	湧水	宇城市松橋町内田	1), 2)	—	32.63754 130.71308	2021/4/8	湧出あり	松橋町史(S54.12)に「町内三大湧泉の一つ」として紹介されている。以前に比べて水量は減少したが、梅雨の時期には水量が増加する。現在も夏場に水遊び場として利用。	6/17
UM-6	早水の水	湧水	宇城市松橋町久具	1), 2)	—	32.64284 130.69246	2021/4/20	湧出あり	松橋町史(S54.12)に「町内三大湧泉の一つ」として紹介されている。湧出しているが以前に比べて水量は大きく減少。	—
UM-7	妙見水源	湧水	宇城市松橋町竹崎	1), 2)	—	32.62117 130.71555	2021/4/14	湧出あり	文献1)の調査当時と周囲の状況に変化なし。湧水量として宇城市を代表する湧水の一つ。	4/24
UO-1	峠の岩清水	湧水	宇城市小川町東海東字藤野	1)	平成	32.59986 130.77749	2021/9/19	湧出あり	水汲み場として整備されるとともに、隣接して駐車場やトイレが設置されている。	4/24
UO-2	東藤野の湧水	湧水	宇城市小川町東海東字藤野	1), 2)	—	32.59794 130.77463	2021/5/8	湧出あり	隣家の雑用水として利用されている。	—
UO-3	烏山の湧水	湧水	宇城市小川町東海東字藤野	1), 2)	—	32.59784 130.77207	2021/5/8	湧出あり	文献1)の調査当時と周囲の状況が変わっており、芭蕉を手掛かりに位置が特定できた。	6/12
UO-4	吐合の水	湧水	宇城市小川町東海東字二津野	1)	—	—	2021/9/26	—	文献1)による情報だけでは位置を特定できず。	—
UO-5	舞鶴簡易水道水源	湧水	宇城市小川町東海東字舞鶴	1), 2)	—	—	2021/9/19	湧出あり	文献1)による情報ではこの場所のことと思われる。砂防ダムから取水しているとの情報あり。貯水槽の位置は、北緯:32.58924、東経:130.76847。	6/12
UO-6	砂居迫の水	湧水	宇城市小川町東海東字砂居迫	1)	—	32.58580 130.76385	2021/9/26	埋没	水害時に土砂の流入により埋没。利用がないためそのままの状態。特に湧出も見られず。	—
UO-7	大谷	湧水	宇城市小川町東海東字石神	1), 2)	—	32.57895 130.76182	2021/9/26	湧出あり	湧水量として宇城市を代表する湧水の一つ。現在の主な湧出口は以前の10m程上流側である。	6/29
UO-8	岡崎家の湧水	湧水	宇城市小川町東海東字鳩ノ平	1), 2)	—	32.59543 130.76107	2021/5/8	湧出あり	文献1)ではUO-9を「岡崎家の湧水」として写真が掲載されているが、当該湧水が「岡崎家の湧水」である。	6/12
UO-9	鳩ノ平の湧水	湧水	宇城市小川町東海東字鳩ノ平	1)	—	32.59501 130.76044	2021/5/8	湧出確認できず	文献1)では「岡崎家の湧水」として写真が掲載されているが、実際は当該湧水は「集落内のもう一つの湧水」である。現在はほとんど湧出しておらず。	—
UO-10	井川さん(平原)	湧水	宇城市小川町北海東字杉園	1), 2)	—	32.59639 130.75429	2021/5/3	季節的な湧出の可能性あり	湧出口のあるマスには石板による側壁及び屋根が設置されている。2021.5.3には湧出は見られなかったが、2022.6.17には湧出あり。	6/17
UO-11	湯の平の湧水	湧水	宇城市小川町北海東字湯ノ平	1), 2)	—	32.59609 130.74655	2021/5/8	湧出確認できず	文献1)の調査当時と周囲の状況に変化なし。以前に比べて水量減少。現在、特に利用されておらず。	—
UO-12	中村家の湧水	湧水	宇城市小川町北海東字大野	1)	—	—	2021/9/19	—	現在、家は解かれ更地になっている。隣家に尋ねるも湧出箇所は分ならず。旧中村家敷地は、北緯:32.58688、東経:130.74217。	—
UO-13	天神さん	湧水	宇城市小川町北海東字大野	1)	—	32.58552 130.74231	2021/6/14	湧出確認できず	2つの湧水池に水が溜まっているが、明確な湧出は確認できず。	—
UO-14	脇の湧水(鶴松山弘福寺山門の湧水)	湧水	宇城市小川町西海東	1)	—	32.58331 130.73968	2021/6/14	湧出あり	以前に比べて水量減少。現在は水田用水としての利用のみ。	6/12
UO-15	みかん園の下	湧水	宇城市小川町西海東	1)	—	—	2021/6/14	—	文献1)による情報だけでは位置を特定できず。	—
UO-16	井川さん(小園)	湧水	宇城市小川町南海東字小園	1)	—	32.57605 130.73882	2021/5/8	湧出確認できず	そばの太木が枯れるとともに湧出量減少。時季的な湧出の可能性が残るがほぼ枯渇状態。	—
UO-17	磯田家の裏の崖下の湧水	湧水	宇城市小川町南海東	1)	—	—	2021/5/8	—	文献1)による情報だけでは位置を特定できず。	—
UO-18	磯田家裏の崖下の湧水	湧水	宇城市小川町南海東	1)	—	—	2021/5/8	—	文献1)による情報だけでは位置を特定できず。	—
UO-19	出水さん(柱山)	湧水	宇城市小川町南海東字柱山	1), 2)	—	32.57259 130.74462	2021/5/4	湧出あり	水量・水質、地元の方による保全の取組み状況からみて宇城市を代表する湧水の一つといえる。	4/24

No.	名称	分類	所在地	文献等	名水百選選定	緯度 経度	状況		採水日 (2022年)	
							調査日	湧出		詳細
UO-20	井川さん(鬮迫)	湧水	宇城市小川町西海東字鬮迫	1), 2)	—	32.57867 130.72839	2021/5/3	湧出あり	集落内道路の脇にあり非常に分かりにくい。水量は少ないが、現在2~3軒での利用あり。	6/29
UO-21	岡本水源	湧水	宇城市小川町東小川	1)	—	32.57831 130.71995	2021/9/19	湧出あり	以前は越流していたが現在は水量が大きく減少。しかし、漏れてはならず現在1軒のみ利用あり。	—
UO-22	水口さん	湧水	宇城市小川町南海東	1), 2)	—	—	2021/9/19	—	文献1)による情報だけでは位置を特定できず。	—
UO-23	長迫の湧水	井戸	宇城市小川町東小川字長迫	1), 2)	—	32.56817 130.72879	2021/5/4	—	小屋及び手押しポンプは撤去され、現在利用されていない。隣にあった榎の大木も無くなっている。	—
UO-24	井川さん(引上)	湧水	宇城市小川町東小川字引上	1), 2)	—	32.56568 130.73041	2021/5/4	雨季に湧出あり	湧出口のあるマスに鉄骨製の小屋が掛けられるなど文献1)の調査当時と周囲の状況に変化あり。	6/12
UO-25	木島家の湧水	湧水	宇城市小川町東小川	1)	—	—	2021/5/4	—	文献1)による情報だけでは位置を特定できず。	—
UO-26	西山の湧水	湧水	宇城市小川町東小川字西山	1)	—	32.56215 130.72668	2021/9/19	湧出あり	平成28年熊本地震でコンクリートマスの一部が破損。現在、特に利用されておらず。	6/12
UO-27	井川(北小野)	湧水	宇城市小川町北小野	1), 2)	—	32.61557 130.72218	2021/6/8	雨季に湧出あり	九州縦貫自動車道の法面の下に湧出口がある。文献1)の調査当時と周囲の状況に変化なし。	6/29
UO-28	馬食(ばしよく)の水	湧水	宇城市小川町中野	1), 2)	—	32.61230 130.72507	2021/9/19	湧出あり	九州縦貫自動車道沿いの杉林の中に湧出口がある。	4/24
UO-29	長谷寺の水	湧水	宇城市小川町中野	1), 2)	—	32.61333 130.72750	2021/9/19	湧出あり	十一面観音堂の裏、杉林の中に湧出口がある。文献1)の調査当時と周囲の状況に変化なし。	4/24
UO-30	御手洗水源	湧水	宇城市小川町南小野	1), 2)	昭和	32.60624 130.72265	2021/4/27	湧出あり	文献1)のH6.7調査当時と周囲の状況に変化なし。宇城市を代表する湧水の一つ。	4/24
UO-31	御手洗水源そばの道を挟んだ右側の湧水	湧水	宇城市小川町南小野	1)	—	—	2021/4/27	—	文献1)の記載内容によりある程度の位置は特定できるが、直接湧出口を確認できず。	—
UO-32	清水ごう	湧水	宇城市小川町北小野	1), 2)	—	32.59898 130.71872	2021/9/19	湧出あり	文献1)の調査当時と周囲の状況に変化なし。地域の方による清掃が行き届いている。	4/24
UO-33	九万迫の湧水	湧水	宇城市小川町	1)	—	—	—	—	文献1)による情報だけでは位置を特定できず。	—
UO-34	妙見水源(日岳中腹)	湧水	宇城市小川町南部田	1), 2)	—	32.59225 130.71906	2021/12/28	湧出あり	現在は農業用水としての利用のみ。水害によりコンクリートマスが破損し、そのままになっている。	6/29
UO-35	集落内の洗い場	湧水	宇城市小川町南部田	1)	—	—	—	—	文献1)による情報だけでは位置を特定できず。	—
UO-36	小川中学校近くの家	湧水	宇城市小川町南部田	1)	—	—	—	—	文献1)による情報だけでは位置を特定できず。	—
UO-37	妙見水源(小川中学校裏)	湧水	宇城市小川町南部田字出来村	1)	—	32.58869 130.71557	2021/12/28	湧出あり	湧出口は竹林の奥にあるため直接確認できず。3段のマスにより貯水されている。	4/24
UO-38	出水地蔵水源	湧水	宇城市小川町西北小川字寺町	1), 2)	昭和	32.58668 130.70974	2021/4/23	湧出あり	文献1)の調査当時と周囲の状況に変化なし。以前よりも水量減少。	4/24
UO-39	東納野の湧水	湧水	宇城市小川町南小川	1)	—	—	—	—	文献1)による情報だけでは位置を特定できず。	—
UO-40	田中	湧水	宇城市小川町西北小川	1), 2)	—	32.58709 130.70549	2021/12/28	湧出あり	池を含め数ヶ所で湧出。水位の季節変動あり。平成28年熊本地震の後、水量減少。	4/24
UO-41	柳	井戸	宇城市小川町南小川字井手口	1)	—	32.58521 130.70341	2021/12/28	—	現在も周辺の7軒で使用。水位は地下20cmにあり、以前と大きな変化なし。	—
UT-1	清水の元	湧水	宇城市豊野町糸石	1), 2)	—	32.63913 130.75531	2021/12/12	湧出あり	現在特に利用されておらず、3つのマスには土砂が流入し、落ち葉が堆積している状況。	4/17
UT-2	寺ん下	湧水	宇城市豊野町糸石	1), 2)	—	32.63832 130.75732	2021/4/15	湧出あり	以前に比べて水量が減少している。現在、特に利用されておらず。	4/17
UT-3	御手洗水源(豊野村)	湧水	宇城市豊野町下郷	1), 2)	昭和	32.63964 130.74110	2021/4/9	湧出あり	以前に比べて水量が減少している。現在隣家が庭の散水用に利用しているのみ。	4/17
UT-4	西川水源	湧水	宇城市豊野町糸石	1), 2)	—	32.63165 130.75681	2021/12/12	湧出あり	西川(にじごう)ため池の水源である。池の周辺は公園として整備されている。	4/17
UT-5	鬼迫水源	湧水	宇城市豊野町下郷	1), 2)	—	32.62844 130.74908	2021/4/13	湧出あり	小龍野川の川岸の杉の大木の根元にある湧水である。石垣の下から音を立てて湧出している。	4/17
MC-1	中蓮寺の井川さん	湧水	美里町中郡字下原	1), 2)	—	32.65215 130.79781	2021/8/7	湧出あり	文献1)の調査当時と比べ、湧水池周辺が公園として整備されるなど周囲の状況に変化あり。	4/17
MC-2	崖下の湧水	湧水	美里町中郡字高木	a)	—	32.64902 130.80191	2021/2/14	湧出あり	以前の当研究所による調査において確認された湧水。台地側面の岩の割れ目から湧出。	—
MC-3	麩川水源	湧水	美里町中小路	1), 2)	昭和	32.63302 130.78344	2021/8/7	湧出あり	清流に生息する淡水性川苔の一種であるカワベニマダラで有名であるが、20年ほど前の調査時よりは少なくなりました。	4/17
MC-4	(下)佐俣地区簡易水道水源	湧水	美里町佐俣	1), 2)	—	32.62357 130.82129	2021/9/19	湧出確認できず	水源地はコンクリートマス状になっており、越流水等も見当たらず、明確な湧出を確認できず。	—
MC-5	深谷橋下の湧水	湧水	美里町小筵	1)	—	—	2021/8/29	—	文献1)による情報だけでは位置を特定できず。深谷橋の位置は、北緯: 32.62424、東経: 130.81117。	—
MC-6	くすり水	湧水	美里町小筵	1), 2)	—	32.62107 130.80896	2021/8/7	湧出あり	小屋が建て替えられているが、文献1)の調査当時と比べ周囲の状況に大きな変化は見られない。	4/17
MC-7	小筵上水道水源	湧水	美里町小筵	1)	—	32.62112 130.80906	2021/8/7	湧出確認できず	文献1)では水槽に関する記載のみで具体的な湧出箇所に関する記載はなく、湧出箇所を特定できず。	—
MC-8	幸の井	湧水	美里町中郡	2)	—	32.62429 130.79257	2021/8/7	湧出あり	湧水量は少ないが、レンガで囲まれており、近代的な雰囲気を感じ出している。	4/17
MC-9	県道20号線棒バス停近くの杉林	湧水	美里町棒	1)	—	—	2021/8/29	—	文献1)による情報だけでは位置を特定できず。	—
MC-10	中央南小学校近くの湧水	湧水	美里町弘川	1), 2)	—	—	2021/8/29	—	文献1)による情報だけでは位置を特定できず。	—

* a) は現地調査により確認された地点

No.	名称	分類	所在地	文献等	名水百選選定	緯度 経度	状況			採水日 (2022年)
							調査日	湧出	詳細	
MC-11	ささん谷	湧水	美里町下草野	1), 2)	—	—	2021/12/19	—	文献1)による情報だけでは位置を特定できず。近くの砂防ダムの位置は、北緯: 32.59256、東経: 130.82461。	—
MC-12	岩本家の湧水	湧水	美里町弘川	1), 2)	—	32.58382 130.80292	2021/8/7	湧出あり	現在、家は解かれ更地になっている。跡地入口隣の岩の下から湧出している。	6/12
MC-13	親孝行の水	湧水	美里町坂本	1), 2)	昭和	湧出箇所未確認	2021/12/19	—	現在もなお、文献1)の調査当時と同じ「親孝行の滝」から取水しているかどうかは不明。「お手水」の位置は、北緯: 32.57618、東経: 130.82253。	6/29
MC-14	三島家の湧水	湧水	美里町坂本	1)	—	湧出箇所未確認	2022/1/10	(湧出あり)	三島家他1軒で現在も生活用水として利用されている。水量に変化なし。三島家の庭の位置は、北緯: 32.57633、東経: 130.82155。	—
MT-1	井川さん(萱野)	湧水	美里町大井早字萱野	1), 2)	—	32.64303 130.95109	2021/4/11	湧出あり	3本の大木の根元から湧出している。現在、特に利用されておらず。	5/1
MT-2	ぬるごん水	湧水	美里町洞岳字山出	1), 2)	—	32.62014 130.93723	2021/6/13	湧出あり	大木の根元にある石仏の横から湧出している。現在、特に利用されておらず。	5/1
MT-3	そうずの井川	湧水	美里町遠野字興正寺	2)	—	32.64263 130.92868	2021/11/28	湧出あり	水害時にポンプ小屋の周囲が流出。現在は農業用水としての利用のみ。	5/1
MT-4	下岩上の井川	湧水	美里町遠野字岩上	2)	—	32.63975 130.92531	2021/4/11	湧出あり	大木の根元にあるが湧出量は非常に少ない。現在、特に利用されておらず。	—
MT-5	姥原家の湧水	湧水(真)	美里町畝野字金木	1), 2)	—	32.64420 130.91797	2021/4/11	涸渇	姥原家は既に空き家になっており、貫には土砂が流入し、水も溜まっていない。	—
MT-6	姥原家のもう一つの真	湧水(真)	美里町畝野字金木	1)	—	—	2021/4/11	—	文献1)による情報だけでは位置を特定できず。	—
MT-7	井川さん(金木)	湧水	美里町畝野字金木	1), 2)	—	32.64265 130.91648	2021/4/11	湧出あり	水田横の小川の脇にある。現在、特に利用されておらず。	5/1
MT-8	井川さん(菰田)	湧水	美里町畝野字三本松	1), 2)	—	32.64012 130.91689	2021/4/11	消滅	湧出していたが、子どもの安全のため15年以上前に埋め戻された。現在跡形もなし。	—
MT-9	水上の井川	湧水	美里町畝野字水上	2)	—	32.63679 130.91380	2021/4/11	湧出あり	湧出量は非常に少ない。現在、特に利用されておらず。	—
MT-10	みつちの水源	湧水	美里町川越字小崎	1), 2)	—	32.65924 130.90569	2021/11/28	湧出あり	杉・広葉樹の林の斜面から大量に湧出。「小崎の棚田」を潤す水源の一つ。	5/1
MT-11	妙見さんの水(小崎)	湧水	美里町川越字小崎	1), 2)	—	32.65684 130.90621	2021/6/7	湧出あり	小崎妙見神社横の杉林の斜面から湧出。現在、特に利用されておらず。	5/1
MT-12	すげんごの井川さん	湧水	美里町川越字小崎	1), 2)	平成	32.65598 130.90449	2021/6/7	湧出あり	水量は以前に比べて変わっており、現在、特に利用されておらず。	5/1
MT-13	小津峰の井川	湧水	美里町川越字小津峰	2)	—	32.65666 130.89676	2021/8/29	湧出あり	以前に比べて水量が減少している。現在3軒のみで利用されている。	5/22
MT-14	井川さん(時原)	湧水	美里町涌井字時原	1), 2)	—	32.63745 130.89601	2021/4/11	湧出あり	湧出量は非常に少ない。現在、特に利用されておらず。	6/12
MT-15	くだすの水	湧水	美里町甲佐平	1), 2)	—	32.65858 130.87543	2021/8/29	湧出あり	由緒ある福城寺の集落下の杉林の斜面から大量に湧出。現在も生活用水として利用。	5/22
MT-16	今村の井川	湧水	美里町豊富字今村	2)	—	32.64021 130.88736	2021/11/28	湧出あり	湧水マスからの越流は確認できなかったが、水質から湧出しているものと判断。現在、特に利用されておらず。	—
MT-17	井川さん(中村)	湧水	美里町甲佐平字中村	1), 2)	—	32.64523 130.86680	2021/6/13	湧出あり	以前と比べて水量は変わらず。現在、特に利用されておらず。	5/22
MT-18	塚瀬の湧水	湧水	美里町古閑字塚瀬	a)	—	32.64011 130.86963	2022/5/22	湧出あり	水量は非常に少ない。降雨時に増えるが少し濁りがある。現在、特に利用されておらず。	5/22
MT-19	井川さん(福良)	湧水	美里町豊富字福良	1), 2)	—	32.63503 130.87643	2021/6/7	湧出あり	文献1)の調査時同様、少し濁りが見られた。現在、特に利用されておらず。	5/1
MT-20	吉住家の湧水	湧水	美里町豊富字福良	1)	—	32.63510 130.87603	2021/6/13	湧出あり	2022.5.1調査時には家が解かれ更地となっていたが、湧出口と湧水マスはそのまま残されていた。	—
MT-21	井川さん(柑子野)	湧水	美里町栗崎字柑子野	1), 2)	—	32.63456 130.87370	2021/10/10	湧出あり	杉林の中、岩の割れ目から湧出している。現在、特に利用されておらず。	5/22
MT-22	井川さん(宇曾口)	湧水	美里町栗崎字柑子野	1), 2)	—	32.63202 130.87093	2021/10/10	湧出確認できず	文献1)の調査時は1軒で利用と記載されているが、湧出を確認できず、特に利用もされておらず。	—
MT-23	いわみ養魚園その他	湧水	美里町清水	1), 2)	—	—	2021/6/7	—	文献1)による情報だけでは位置を特定できず。	—
MT-24	西部地区水道水源	湧水	美里町清水	1)	—	32.62834 130.88674	2021/6/7	湧出あり	緑川川岸の岩壁面の割れ目から湧出。	5/1
MT-25	井川迫	湧水	美里町栗崎	1)	—	32.62779 130.87421	2021/6/13	湧出あり	文献1)の調査時より後に、安全のため湧水池周囲に金網フェンスが設置されている。	6/12
MT-26	光岸寺の湧水	湧水	美里町清水字桑木野	1), 2)	—	32.62247 130.88830	2021/6/7	湧出あり	水量は以前と比べて変わらず。近所の方のお話では光岸寺と当該湧水とは無関係とのこと。	6/12
MT-27	みょうじ	湧水	美里町永富	1), 2)	—	32.61582 130.87251	2021/6/7	湧出あり	水害等の影響と思われるが、文献1)の調査当時に比べ周囲の状況に変化あり。	6/12
MT-28	雁俣荘の湧水	湧水	美里町安部	1)	—	湧出箇所未確認	2021/12/12	—	砂防ダム工事により周囲が大きく掘削されており、湧出箇所を確認することができず。近所の方のお話では、近年はほとんど湧いていなかったのではないかとのこと。32.6085 130.8842(大まかな位置)	—
MT-29	しおでの湧泉	湧水	美里町早楠字下津留	2)	—	32.58886 130.88881	2021/8/29	湧出あり	砂防ダム横の岩壁面の割れ目から湧出している。現在も生活用水として利用あり。	6/12
MT-30	七郎次水源	湧水	美里町早楠	1), 2)	昭和	32.57662 130.88730	2021/4/18	湧出あり	山林の中の斜面から大量に湧出。現在も美里町簡易水道水源として利用されている。	6/12
MT-31	お池さん	湧水	美里町名越谷字本村	2)	—	32.63294 130.84594	2021/6/7	雨季に湧出あり	時季的な湧出ではあるが、県内でも珍しい「砂踊り」が見られる湧水である。	5/22

* a) は現地調査により確認された地点

No.	名称	分類	所在地	文献等	名水百選選定	緯度 経度	状況			採水日 (2022年)
							調査日	湧出	詳細	
MT-32	太刀の井川	湧水	美里町名越谷字太刀	2)	—	32.63186 130.85320	2021/5/2	湧出あり	道路下に位置する非常に珍しい湧水。隣接するお堂前の広場にある階段を降りた先にある。	5/22
MT-33	高江の井川	湧水	美里町名越谷字高江	2)	—	32.62937 130.86128	2021/10/10	湧出あり	3つのマスを覆う小屋が設置されており、昔ながらの井川といった風情がある。	5/22
MT-34	大野の井川	湧水	美里町名越谷字大野	2)	—	32.62817 130.85337	2021/6/13	湧出あり	湧出口のあるマスはレンガで円形に囲まれており近代的な印象を受ける。	5/22
MT-35	下田の井川	湧水	美里町三加字下田	2)	—	32.62744 130.84834	2021/5/2	湧出あり	お堂横の湧水。お堂横の銀杏の大木、前を流れる小川とともに非常に良い景色となっている。	5/1
MT-36	田中の井川	湧水	美里町三加字田中	2)	—	32.625801 130.847298	2021/10/10	埋没	天神川に架かる石橋のそばにあったが、水害等の際の土砂の流入による川底の上昇により埋没。	—
MT-37	平田の湧水	湧水	美里町三加	a)	—	32.62425 130.84923	2021/10/10	湧出あり	現地聞き取りによりその存在を確認。農業用水として利用あり。	5/22
MT-38	小長野の井川	湧水	美里町二和田字小長野	1), 2)	—	32.62231 130.85873	2021/6/13	雨季に湧出あり	集落道の脇にある。水量は少なく、少し濁りがある。現在、特に利用されておらず。	6/12
MT-39	二和田の湧水	湧水	美里町二和田字小夏	1), 2)	—	32.620264 130.858483	2021/12/12	湧出あり	文献1)では「小夏の井川」と記載されている。杉の大木の下から湧出。以前と比べて水量に変化なし。現在、3軒で散水等に利用あり。	6/12
MT-40	目磨(めとぎ)の井川	井戸	美里町境字目磨	2)	—	32.61353 130.84452	2021/11/28	埋没	津留川に隣接した井戸だったが、水害時に井戸状の構造物が破損し埋没。	—
MT-41	下組の井川	湧水	美里町岩野字	2)	—	32.60834 130.82862	2021/8/7	涸渇	杉の大木の根元にあるが、湧出確認できず。現在、特に利用されておらず。	—

* a) は現地調査により確認された地点

表2 水質調査結果

No.	KJ-1	KT-1	UM-1	UM-2	UM-4	UM-5	UM-7	UO-1	UO-3	UO-5	UO-7	UO-8	UO-10	UO-14	UO-19	UO-20	UO-24	UO-26
地点名	平井戸水源	下園簡易水道水源	杉の谷	天満宮の水	吹上の水	弁天さん水	妙見の水(妙見水源)	峠の岩清水	鳥山の湧水	舞鶴簡易水道水源	大谷	岡崎家の湧水	井川さん(平原)	脇の湧水	柱山の出水(壺が泉)	井川さん(鬮迫)	井川さん(引上)	西山の湧水
採水日(2022年)	4/17	6/17	6/17	6/17	6/17	6/17	4/24	4/24	6/12	6/12	6/29	6/12	6/17	6/12	4/24	6/29	6/12	6/12
水温(°C)	19.5	14.9	19.0	18.5	17.3	17.8	17.0	13.8	16.8	16.7	15.8	18.2	17.4	18.8	16.3	18.9	16.9	16.3
pH	7.1	7.6	7.5	6.5	7.9	7.3	7.5	7.6	7.6	7.7	7.9	7.5	6.9	7.0	7.3	6.9	6.9	7.5
EC(μS/cm)	207	108.4	104	194.1	269	434	297	156	268	149.8	199	224	157.7	123	200	222	240	272
Na ⁺ (mg/L)	11.1	8.5	9.0	10.3	8.3	6.5	5.7	5.4	5.9	4.9	4.9	9.1	9.6	10.0	7.5	10.6	9.0	7.3
NH ₄ ⁺ (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
K ⁺ (mg/L)	8.2	0.8	0.3	7.1	1.4	1.0	0.8	0.5	0.9	0.4	0.4	1.0	0.6	5.9	0.7	1.2	0.6	0.5
Mg ²⁺ (mg/L)	5.8	4.3	2.6	6.4	8.3	8.2	3.4	4.5	5.7	3.2	2.8	6.8	2.7	2.3	6.6	4.5	8.2	9.7
Ca ²⁺ (mg/L)	14.4	7.5	6.7	15.4	31.2	73.9	50.5	18.5	40.8	17.2	30.3	25.2	15.7	6.0	22.5	24.0	28.1	33.2
F ⁻ (mg/L)	0.03	0.09	0.11	0.05	0.16	0.08	0.09	0.07	0.16	0.09	0.08	0.18	0.17	0.06	0.14	0.12	0.10	0.16
Cl ⁻ (mg/L)	4.5	3.9	4.4	5.2	4.1	5.4	3.8	2.9	3.4	3.4	3.7	3.4	3.7	2.2	2.7	4.8	2.9	4.9
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0.011	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Br ⁻ (mg/L)	0.04	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	<0.01	0.01	0.02	0.04	0.01	0.07	0.35	0.02	0.02
NO ₃ ⁻ (mg/L)	14.7	1.4	2.5	1.1	3.7	5.6	2.2	3.7	4.9	6.0	4.8	7.3	7.0	2.8	3.8	19.0	3.5	4.4
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	22.5	4.3	8.2	11.1	7.1	17.5	6.2	4.2	8.6	5.4	6.6	11.8	8.8	11.0	5.5	15.7	7.1	7.2
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	0.13	0.17	0.19	0.13	0.06	0.08	0.07	0.04	0.05	0.05	0.07	0.05	0.28	0.20	0.06	0.20	0.11	0.04
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	63.4	43.8	38.9	92.7	139.3	247.3	178.8	76.6	148.1	53.7	98.6	107.6	64.0	43.9	103.5	78.0	134.2	146.4
SiO ₂ (mg/L)	77.6	39.9	24.7	22.6	24.2	79.7	21.8	19.7	19.8	3.2	14.9	23.1	22.1	85.8	27.7	42.6	30.6	19.0
標高*(m)	25.7	16.7	51.4	16.5	45.9	29.2	27.0	267.0	195.3	163.3	157.1	93.1	71.3	38.6	79.3	27.9	51.0	90.6

No.	UO-27	UO-28	UO-29	UO-30	UO-32	UO-34	UO-37	UO-38	UO-40	UT-1	UT-2	UT-3	UT-4	UT-5	MC-1	MC-3	MC-6	MC-8
地点名	井川(北小野)	馬食の水	長谷寺の水	御手洗水源(小川町)	清水ごう	妙見水源(日岳中学校裏)	妙見水源(小川中学校裏)	出水地蔵水源	田中	清水の元	寺ん下	御手洗水源	西川水源	鬼迫水源	中蓮寺の井川	いや川水源	くすり水	幸の井
採水日(2022年)	6/29	4/24	4/24	4/24	4/24	6/29	4/24	4/24	4/24	4/17	4/17	4/17	4/17	4/17	4/17	4/17	4/17	4/17
水温(°C)	18.4	16.4	15.9	17.0	18.0	17.9	15.6	19.0	17.9	18.0	18.3	18.1	16.5	18.3	18.6	16.2	16.0	16.1
pH	7.6	8.2	8.2	7.8	8.0	7.8	8.0	6.9	7.5	6.7	6.7	7.0	7.6	7.5	6.8	7.8	7.1	7.1
EC(μS/cm)	349	295	306	296	256	288	318	170	235	196	213	195	361	413	221	342	153	302
Na ⁺ (mg/L)	7.5	5.3	5.7	6.9	8.4	6.3	9.7	8.2	8.2	11.0	11.3	8.5	3.6	5.9	11.9	4.2	8.0	8.6
NH ₄ ⁺ (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
K ⁺ (mg/L)	1.4	0.6	0.7	1.5	1.0	1.1	1.0	2.0	2.0	7.4	8.1	2.7	0.5	1.3	7.1	0.6	0.4	1.0
Mg ²⁺ (mg/L)	7.6	3.8	4.1	9.0	8.0	9.4	9.4	4.9	5.1	4.6	3.6	4.6	2.6	3.3	6.8	3.1	2.4	9.0
Ca ²⁺ (mg/L)	55.8	48.1	52.1	39.5	30.9	35.4	38.9	29.2	30.4	15.2	20.6	19.4	69.8	77.2	15.7	64.5	16.9	39.6
F ⁻ (mg/L)	0.15	0.10	0.12	0.16	0.25	0.11	0.15	0.13	0.13	0.02	0.06	0.09	0.06	0.12	0.04	0.09	0.16	0.16
Cl ⁻ (mg/L)	5.4	4.3	3.7	4.5	5.1	4.6	22.2	6.1	6.1	6.1	5.1	4.1	3.4	5.0	7.0	3.0	2.4	3.5
NO ₂ ⁻ (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Br ⁻ (mg/L)	0.05	<0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.11	0.11	0.07	0.03	0.07	0.01	0.02	0.09	<0.01	<0.01	0.03
NO ₃ ⁻ (mg/L)	4.0	3.8	4.9	2.9	2.0	2.2	4.0	6.0	6.0	15.1	12.6	8.5	2.2	2.5	47.4	2.4	2.0	3.8
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	10.3	7.0	7.2	9.8	10.3	10.8	12.8	14.1	14.4	8.5	10.6	10.5	4.9	8.1	14.0	6.1	4.7	7.8
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	0.06	0.06	0.06	0.04	0.04	0.05	0.04	0.48	0.49	0.15	0.20	0.10	0.03	0.11	0.14	0.03	0.06	0.06
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	200.2	156.4	170.9	161.4	131.8	150.8	129.3	69.5	104.6	76.8	87.8	78.0	216.5	242.1	50.0	206.3	74.3	169.4
SiO ₂ (mg/L)	21.4	19.9	20.6	23.2	22.9	21.9	17.6	33.0	23.6	74.3	74.4	36.7	14.8	17.9	71.6	17.5	23.1	31.1
標高*(m)	31.2	48.4	111.0	28.9	19.9	77.4	47.5	9.2	6.5	39.3	43.5	48.9	57.7	58.8	45.0	77.5	110.9	176.8

No.	MC-12	MC-13	MT-1	MT-2	MT-3	MT-7	MT-10	MT-11	MT-12	MT-13	MT-14	MT-15	MT-17	MT-18	MT-19	MT-21	MT-24	MT-25
地点名	岩本家	親孝行の水	井川さん(萱野)	ぬるごん水	そうずの井川	井川さん(金木)	みつくち水源	妙見さんの水(小崎)	すげんこの井川	小津峰の井川	井川さん(峠原)	くだすの水	中村の井川	塚瀬の湧水	井川さん(福良)	井川さん(柑子野)	西部地区水道水源	井川道
採水日(2022年)	6/12	6/29	5/1	5/1	5/1	5/1	5/1	5/1	5/1	5/22	6/12	5/22	5/22	5/22	5/1	5/22	5/1	6/12
水温 (°C)	16.8	22.6	14.5	14.0	16.2	17.4	15.8	17.2	16.8	16.5	18.7	14.9	17.4	17.0	16.0	17.3	18.0	17.3
pH	7.6	8.3	6.8	7.2	6.9	6.9	7.8	7.7	7.0	7.6	7.8	7.6	7.6	6.9	6.8	6.6	6.8	6.6
EC (μS/cm)	144.3	174	117.2	92.4	168.6	270	296	297	227	340	152.5	342	274	130.9	131.6	130.4	182	137.1
Na ⁺ (mg/L)	8.3	23.5	6.1	3.8	6.1	12.4	3.2	10.3	9.4	5.4	5.6	3.3	11.4	8.0	7.0	9.0	10.1	9.4
NH ₄ ⁺ (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
K ⁺ (mg/L)	4.6	0.8	0.8	0.5	3.0	6.5	0.5	2.4	5.0	0.7	1.6	0.9	0.9	4.1	3.8	5.6	5.6	5.6
Mg ²⁺ (mg/L)	3.4	1.0	3.3	1.5	4.2	7.8	2.3	3.6	4.3	4.4	3.2	2.2	4.3	3.3	3.4	3.3	4.8	3.5
Ca ²⁺ (mg/L)	9.8	12.7	11.6	12.1	18.7	27.5	54.9	46.0	27.7	59.4	18.5	64.2	36.3	9.0	10.9	7.7	13.7	8.3
F ⁻ (mg/L)	0.06	0.29	0.09	0.05	0.10	0.07	0.07	0.30	0.14	<0.02	0.11	0.06	0.34	0.09	0.07	0.04	0.06	0.05
Cl ⁻ (mg/L)	3.8	2.6	3.0	1.9	3.5	7.9	3.5	3.6	4.4	2.8	3.5	3.0	3.8	3.6	3.5	4.4	6.5	3.7
NO ₂ ⁻ (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Br ⁻ (mg/L)	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01
NO ₃ ⁻ (mg/L)	24.9	2.1	5.3	3.6	5.1	9.4	3.8	3.2	6.4	2.6	2.0	3.2	3.2	3.3	5.1	3.2	7.2	4.1
SO ₄ ⁻ (mg/L)	5.6	6.9	4.9	7.5	8.7	12.5	5.1	8.9	10.7	7.6	7.8	7.1	5.9	6.4	7.3	9.8	8.8	6.4
PO ₄ ⁻ (mg/L)	0.09	0.06	0.06	0.11	0.19	0.35	0.08	0.16	0.22	0.06	0.12	0.04	0.06	0.18	0.17	0.23	0.23	0.20
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	40.8	82.4	54.9	39.0	78.0	126.8	167.3	165.2	109.7	197.0	68.6	194.5	147.2	52.4	53.7	48.8	72.0	57.4
SiO ₂ (mg/L)	58.6	16.8	20.1	13.7	36.0	69.4	16.7	28.7	52.5	19.4	27.1	12.6	24.7	67.0	50.2	84.3	72.2	80.6
標高* (m)	183.1	273.0	295.2	294.3	207.5	206.9	250.0	200.9	190.2	200.6	155.7	396.9	75.6	82.9	90.8	110.1	90.7	173.3

No.	MT-26	MT-27	MT-29	MT-30	MT-31	MT-32	MT-33	MT-34	MT-35	MT-37	MT-38	MT-39
地点名	光岸寺の井川	みょうじ	しおでの湧泉	七郎次水源	お池さん	太刀の井川	高江の井川	大野の井川	下田の井川	平田の湧水	小長野の井川	二和田の湧水
採水日(2022年)	6/12	6/12	6/12	6/12	5/22	5/22	5/22	5/22	5/1	5/22	6/12	6/12
水温 (°C)	17.8	17.0	13.6	12.1	16.5	17.2	15.6	16.3	16.8	19.7	17.4	17.1
pH	6.8	7.9	8.1	7.5	7.4	6.4	7.1	6.4	6.9	6.6	6.5	7.0
EC (μS/cm)	136.4	188.2	91.9	76.1	337	165	192.7	108.9	137.2	148.6	166	242
Na ⁺ (mg/L)	8.3	5.5	2.7	2.9	4.8	12.1	7.0	7.8	8.4	9.0	8.4	12.2
NH ₄ ⁺ (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
K ⁺ (mg/L)	5.4	1.9	0.5	0.2	1.1	7.1	0.6	4.8	5.5	7.4	4.1	4.0
Mg ²⁺ (mg/L)	2.6	3.5	1.4	1.4	6.3	4.2	5.4	2.1	3.5	3.5	4.7	7.6
Ca ²⁺ (mg/L)	10.6	27.1	12.5	9.8	55.6	10.1	24.1	5.6	9.2	10.6	13.9	23.1
F ⁻ (mg/L)	0.06	0.08	0.05	0.06	0.10	0.06	0.12	0.05	0.06	0.03	0.10	0.10
Cl ⁻ (mg/L)	2.7	2.6	2.4	2.0	2.9	4.6	2.5	2.9	4.0	3.1	3.1	6.5
NO ₂ ⁻ (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Br ⁻ (mg/L)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02
NO ₃ ⁻ (mg/L)	5.8	4.5	2.6	2.1	3.1	7.7	2.6	2.3	8.4	7.5	4.3	7.6
SO ₄ ⁻ (mg/L)	9.1	7.0	3.8	2.3	5.1	10.1	3.7	3.4	7.6	11.9	7.0	8.6
PO ₄ ⁻ (mg/L)	0.13	0.09	0.06	0.11	0.06	0.29	0.09	0.27	0.45	0.19	0.16	0.20
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	53.9	99.1	40.0	42.7	199.7	52.5	107.3	42.7	53.7	53.7	75.2	117.2
SiO ₂ (mg/L)	68.5	29.8	9.9	13.7	23.8	89.1	25.1	84.4	80.2	78.3	67.3	56.5
標高* (m)	162.8	154.3	427.9	797.3	153.6	146.9	162.0	152.6	137.3	147.0	158.8	143.0

* 標高は「地理院地図/GSIMaps/国土地理院」上で、現地調査で得た緯度経度を入力することにより表示された標高を示している。

3・2 資 料

1) 感染症発生動向調査に伴う病原体検査 (2021 年度)

井上祐希江 前田莉花 佐藤磨美* 原田誠也 平野孝昭
小原敦美 森 美聡 八尋俊輔

はじめに

熊本県感染症発生動向調査事業に基づき、2021 年度に検査依頼のあった検体について病原体検査を実施した結果を取りまとめたので報告する。

調査方法

1. 検査材料

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

2. 検査方法

検査方法については、既報¹⁾²⁾及び国立感染症研究所が定めるマニュアル³⁾に準じ、PCR 法、マイクロプレートによる細胞培養法で検査を実施した。分離ウイルスの同定は PCR 法ならびにシーケンス法を用いた。

結 果

2021 年度は、臨床検体 160 件の検査依頼があり、116 件から病原微生物が分離、あるいは遺伝子が検出された。疾患別ウイルス検出数を表 2 に示す。

1. 呼吸器系ウイルス (インフルエンザ、その他呼吸器系ウイルス)

呼吸器系ウイルスは上気道炎、下気道炎、その他呼吸器疾患と診断された患者検体のうち、混合感染を含め 60 検体から分離、あるいは遺伝子が検出された。その内訳は、ヒトライノウイルスが 35 件、ヒトボカウイルスが 3 件、ヒトコロナウイルス OC43 型が 6 件、パラインフルエンザウイルス 3 型が 7 件、RS ウイルスが 10 件であった。

2. 下痢症ウイルス (ノロウイルス)

検出された検体はなかった。

3. アデノウイルス

アデノウイルスはその他結膜炎等と診断された患者

検体のうち、11 検体から分離、あるいは遺伝子が検出された。その内訳は、37 型が 8 件、53 型が 2 件、型別不明 (NT) が 1 件であった。

また、上気道炎と診断された患者検体からもアデノウイルス型別不明 (NT) が 1 件、感染性胃腸炎からも型別不明 (NT) が 1 件、不明熱から 2 型が 1 件、さらにその他の疾患からも 1 型が 1 件検出された。

4. その他の病原微生物

ヘルパンギーナ、手足口病、発疹症、突発性発疹、流行性耳下腺炎、感染性胃腸炎、その他ウイルス感染症と診断された患者検体から、混合感染を含め 44 検体から分離、あるいは遺伝子が検出された。その内訳はコクサッキーウイルス A6 型が 10 件、A16 型が 8 件、エンテロウイルス型別不明 (NT) が 4 件、ヒトボカウイルスが 2 件、ヒトライノウイルスが 2 件、パレコウイルスが 5 件、RS ウイルスが 7 件であった。また、手足口病、その他ウイルス感染症と診断された患者検体からヘルペスウイルスが 16 件検出された。

ま と め

2021 年度は、2020 年度に続き新型コロナウイルス感染症の流行が継続しており、その他の感染症は例年と比べ少なかった。特にインフルエンザウイルス及びノロウイルスについては、今回検出された検体はなかった。

今後も本検査を継続し、経年的なデータを蓄積しつつ広く公表することにより、県民に向けた感染症の注意喚起につながると考えられる。

文 献

- 1) 西村浩一, 松尾繁, 田端康二, 甲木和子: 熊本県保健環境科学研究所報, **30**, 49 (2000) .
- 2) 松尾繁, 田端康二, 西村浩一, 甲木和子: 熊本県保健環境科学研究所報, **31**, 71 (2001) .
- 3) 国立感染症研究所: 病原体検出マニュアル.
<https://www.niid.go.jp/niid/ja/labo-manual.html> (2022 年 10 月閲覧).

*元保健環境科学研究所職員

表 1 検体受付数

病原体定点種別	検体数	検体種別					
		咽頭ぬぐい液	結膜ぬぐい液	便	尿	血液	不明
小児科	139	128	-	8	-	-	3
眼科	16	-	16	-	-	-	-
その他	5	1	-	-	2	2	-
合計	160	129	16	8	2	2	3

表 2 疾患別ウイルス検出数 [令和 3 年 (2021 年) 4 月 1 日~令和 4 年 (2022 年) 3 月 31 日]

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
		インフルエンザ	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
インフルエンザ様疾患	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
RS ウイルス感染症	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
上気道炎	検体受付数	13	5	4	0	14	5	0	5	7	8	0	1	62
	Adeno NT										1			1
	Human boca	2		1										3
	Human corona OC43		3			3								6
	Human rhino	10	2			5	1		3	6			1	28
	Parainfluenza 3					4	2							6
	RSV	1		2							5			8
	RSV+Human rhino							1	1					2
	陰性			1		2	2		1		2			8
	検査中													0
下気道炎	検体受付数	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Human rhino	1												1
	陰性			1										1
	検査中													0
百日咳	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
ヘルパンギーナ	検体受付数	0	0	3	0	0	0	1	1	3	1	0	0	9
	Coxsackie A6							1						1
	Enterovirus NT									1				1
	RSV			2					1	1				4
	RSV+Human rhino										1			1
	RSV+Parecho NT			1										1
	陰性									1				1
	検査中													0
手足口病	検体受付数	0	3	0	0	2	7	7	3	5	2	0	0	29
	Coxsackie A6							2						2
	Coxsackie A16					1	2	1						4
	Cytomegalo							1						1
	Enterovirus NT									3				3
	HHV-6		1											1
	HHV NT										1			1
	Human boca								1					1
	Coxsackie A6+HHV-6							1	2	1				4
	Coxsackie A6+HHV NT									1				1
	Coxsackie A16+HHV-5							2						2
	Coxsackie A16+HHV-6						2							2
	HHV-6+Parecho NT		1											1
	陰性		1			1	3				1			6
	検査中													0
発疹症	検体受付数	1	0	0	0	0	0	2	1	0	2	0	0	6
	Human rhino										1			1
	陰性	1						2	1		1			5
	検査中													0
突発性発疹	検体受付数	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
	Human boca					1								1
	RSV								1					1
	陰性													0
	検査中													0
咽頭結膜熱	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10	11	12	1月	2月	3月	計
	検査中													0
伝染性紅斑	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
麻疹	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
	陰性												3	3
	検査中													0
風疹	検体受付数	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
	陰性						2							2
	検査中													0
水痘	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
心筋炎	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
無菌性髄膜炎	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
細菌性髄膜炎	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
脳炎・脳症等	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
流行性耳下腺炎	検体受付数	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Parecho NT			1										1
	陰性	1	1											2
不明熱	検体受付数	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Adeno 2							1						1
	陰性													0
検査中	検査中													0
	検体受付数	1	0	1	0	2	0	2	0	0	0	0	2	8
	Adeno NT			1										1
検査中	検査中	1						1						2
	陰性					2		1					2	5
	検査中													0
検査中	検査中	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	陰性													0
	検査中													0
その他結膜炎等	検体受付数	2	7	0	1	2	0	2	1	0	1	0	0	16
	Adeno 37	1	5			1		1						8
	Adeno 53	1			1									2
	Adeno NT								1					1
	陰性		2			1		1			1			5
	検査中													0
その他呼吸器	検体受付数	1	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	5
	Human rhino	1								3				4
	Parainfluenza 3						1							1
	陰性													0
	検査中													0
その他	検体受付数	0	0	0	0	6	1	3	0	1	0	0	1	12
	Adeno 1					1								1
	Coxsackie A6							2						2
	HHV-6									1				1
	HHV-7					2								2
	陰性					3	1	1					1	6
	検査中													0
検体受付総数		20	16	10	1	27	16	18	12	19	14	0	7	160
陽性		18	12	8	1	18	8	13	10	18	9	0	1	116
陰性		2	4	2	0	9	8	5	2	1	5	0	6	44
検査中・検査不能		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2) 日本脳炎調査 (2021 年度)

平野孝昭 八尋俊輔

はじめに

日本脳炎 (以下「JE」という。) は、JE ウイルス (以下「JEV」という。) を保有している蚊 (主にコガタアカイエカ) によって媒介される感染症で、典型的なヒトの臨床像は急性髄膜脳炎である。数十年前には全国で年間 1,000 人を超える患者が発生していた JE だが、ワクチンの普及により患者数は激減した。1992 年以降は一桁台が続いていたが、2016 年は 25 年ぶりに 10 人を超える患者が報告された¹⁾。本県では 2013 年に 2 名、2014 年に 1 名の発生が報告されて以降、発生は報告されていない。JE は、発症すると致死率 (20~40% 程度) が高く、回復後も半数近くに後遺症がみられることから、ワクチンの積極的接種が推奨されている。

本県では例年、厚生労働省の感染症流行予測事業の一環として JEV のヒトにおける感受性調査及び飼育ブタの感染源調査を行っていたが、熊本地震が発生した 2016 年度以降は、飼育ブタの感染源調査のみを実施している。

調査方法

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

2021 年 6 月 21 日から 2021 年 9 月 28 日の間 (8 月 2 日から 9 月 10 日及び 9 月 20 日から 24 日の週は未実施) の計 6 日間にわたって、県内の養豚場から熊本県畜産流通センター (菊池市七城町) に搬入された飼育ブタ (原則として飼育業者別に 5 検体ずつ) の放血血液を各日 10 から 15 検体、計 80 検体採取した。採取した血液は血清を分離後、常法²⁾により HI 抗体価と新鮮感染の指標である 2ME 感受性抗体価を測定した。

2. ブタ血清中の JEV 遺伝子検出

HI 抗体価測定に用いたブタ血清を用いて、Real time PCR 法³⁾で JEV の特異遺伝子を検出する遺伝子検査を実施した。

結 果

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

飼育地別のブタ血清中の HI 抗体保有状況を表 1 に示

す。2021 年度は 6 月から検査を開始したところ、開始当初から熊本市及び菊池市で HI 抗体を保有しているブタが散見された。

次に、HI 抗体価及び 2ME 感受性抗体保有数を表 2 に示す。2021 年度は、7 月 26 日の熊本市の検体 (HI 抗体陽性) から初めて 2ME 感受性抗体が確認され、県の JE 注意報発令基準 (ブタ血清から 2ME 感受性抗体を保有するブタが 1 頭でも検出された場合又は JEV 遺伝子を保有するブタが 1 頭でも検出された場合) に従い 7 月 28 日に JE 注意報が発令された。

2. ブタ血清中の JEV 遺伝子検出

HI 抗体価測定に用いたブタの全血清を用い、JEV の特異遺伝子を検出する Real time PCR 法を実施したが JEV 特異遺伝子は検出されなかった。

考 察

6 月中旬から HI 抗体を保有するブタが複数確認されたが、いずれも抗体価が 10 倍と低く移行抗体と考えられた。7 月 26 日に 1 頭の 2ME 感受性抗体を持つブタが確認されたことから、JEV が活動した時期は、例年どおり (2017 年 : 8 月 4 日, 2018 年 : 8 月 15 日, 2019 年 7 月 25 日), 7 月下旬から 8 月と推察された。また、今年 JEV の特異遺伝子が確認されなかったが、これは、新型コロナウイルス (デルタ株) の感染拡大により、同検査を最優先する必要性から、最も JEV が活動する時期である 8 月に本調査を継続して実施することができなかったことによると考えられる。

ま と め

ここ数年、本県での JE 患者の届出はないが、2021 年度は、全国的には山口県で 1 人、長崎県で 1 人、大分県で 1 人と九州、中国地域で合計 3 名の JE 患者が報告されている⁴⁾。また、本県における豚の飼養頭数は約 30 万頭 (全国第 11 位) と多く、加えて県内において、毎年夏期に JEV を保有する蚊の活動が示唆されていることから、今後も調査を継続し注意を促していく必要があると思われる。

文 献

- 1) 多屋馨子：臨床と微生物, 44, 193 (2017).
- 2) 厚生労働省：感染症流行予測調査事業検査術式 (2002).
- 3) 高崎智彦：厚生労働科学研究費補助金(新興・再興感染症研究事業)平成 20 年度分担研究報告書, 81-84 (2009).
- 4) IDWR 感染症発生動向調査週報 2021 年第 52 週, (2021).

表1 飼育地別ブタのHI抗体保有状況

採血年月日	飼育地		HI抗体保有率 (%)
	熊本市	菊池市	
2021年6月21日	8/10	1/5	60
2021年6月28日	1/10	2/5	20
2021年7月5日	8/10	5/5	87
2021年7月26日	10/10	5/5	100
2021年9月15日	5/5	5/5	100
2021年9月28日	5/5	5/5	100

※HI抗体陽性数/検査頭数

表2 ブタのHI抗体価及び2ME感受性抗体保有数

採血年月日	検査頭数	抗体価							2ME感受性抗体保有数
		<10	10	20	40	80	160	≥320	
2021年6月21日	15	6	9	0	0	0	0	0	0
2021年6月28日	15	12	3	0	0	0	0	0	0
2021年7月5日	15	2	8	4	1	0	0	0	0
2021年7月26日	15	0	0	0	14	1	0	0	1
2021年9月15日	10	0	0	1	6	3	0	0	0
2021年9月28日	10	0	2	8	0	0	0	0	0

3) 当研究所における新型コロナウイルス検査状況

八尋俊輔 平野孝昭 伊豆一郎 森 美聡 小原敦美 前田莉花 井上祐希江 原田誠也
佐藤磨美*1 梶島翔一郎*2 松本一俊*3 酒井 崇*4 小林将英*3 西島 遥*5 齊藤弘毅*6

はじめに

2019 年末に中国の武漢で発生した急性肺炎の情報を耳にしてから、既に 3 年近くが経過した。後に疾患名 COVID-19 と呼ばれるようになった SARS-CoV-2 を原因ウイルスとするパンデミックは、現在も続いており、ウイルスが変異を繰り返しながら、爆発的に感染者を増加させ続けている。2023 年 1 月現在、世界では 6 億人を超える感染者が報告され、日本国内でも約 3,000 万人、熊本県内では 50 万人を超える感染者が報告されている。死者も世界では 600 万人、国内では、6 万人、県内では 1,000 人を超え、過去に類をみない状況にある。

国内初の感染者は 2020 年 1 月 16 日に報告され、熊本県（熊本市を除く、以下同じ）では、2020 年 2 月 22 日に初めて陽性を確認した。その後、アルファ株、デルタ株、オミクロン株の流行など、一定の流行期間とともに特徴的な流行株が確認された。状況の把握のため、国内では、最初の感染者の発生後からはじまった波が第 1 波と呼び、それ以降感染の流行が来るたびに、その期間を第 2 波、第 3 波と呼称して、対応を行ってきた。執筆時（2023 年 1 月）には第 8 波が到来している。

今回の報告では、過去に例がなかったこのような事例への対応状況を示す貴重な資料として、感染の波ごとに当時の所内の状況や浮上した問題点等を報告する。なお、各波の期間は、第 1 波：～2020 年 5 月 31 日、第 2 波：2020 年 6 月 1 日～2020 年 9 月 26 日、第 3 波：2020 年 9 月 27 日～2021 年 2 月 20 日、第 4 波：2021 年 2 月 21 日～2021 年 7 月 7 日、第 5 波：2021 年 7 月 8 日～2021 年 12 月 31 日、第 6 波：2022 年 1 月 1 日～2022 年 6 月 11 日、第 7 波：2022 年 6 月 12 日～2022 年 10 月 13 日、第 8 波：2022 年 10 月 14 日～とした。

検査方法

1. 通常検査

通常の新型コロナウイルス検出の検査（以下「通常検査」という。）は、国立感染症研究所（以下「感染研」という。）が示したマニュアル（病原体検出マニュアル 2019-nCoV Ver.2.9.1¹⁾（以下「マニュアル」という。）等に準じて作成した当所の手順書に従い実施した。すなわち、鼻咽頭ぬぐい液、唾液等の検体から、QIAamp Viral

RNA Mini Kit（QIAGEN 社）を用いて RNA を抽出後、マニュアルに示された N2 primer 及び One Step PrimeScript™ RT-PCR Kit（Perfect Real Time）（タカラバイオ株式会社）を用いて、One-Step による real-time RT-PCR 法で検査を実施した。機器は、RNA 抽出は、QIACube（QIAGEN 社）、PCR は、LightCycler 480II 及び LightCycler96（ロシュ・ダイアグノスティクス株式会社）を主に使用した。RNA 抽出は、QIACube を使用した自動抽出と人手による抽出を併用して行った。最初の陽性が確認されるまでは、conventional PCR も並行して実施した。また、初期は、マニュアルに示された N1 primer を併用し、その後は、感度や特異度を保つため、必要に応じ、「感染研・地衛研専用」SARS-CoV-2 遺伝子検出・ウイルス分離マニュアル²⁾ に示された S2 プライマー等を併用するなどして、検査を実施した。全自動検査機（BD-マックス、日本ベクトン・ディッキンソン株式会社）が導入された以降は、BD マックス™ SARS-CoV-2 及び BD マックス™ SARS-CoV-2/Flu（ともに日本ベクトン・ディッキンソン株式会社）の試薬を使用して、一部の検査を実施した。

2. 変異検査

各変異株をスクリーニングする目的で実施した real-time RT-PCR 検査（以下「変異検査」という。）は、アルファ株のスクリーニングのための N501Y 変異検査は感染研が示した primer³⁾ を、デルタ株やオミクロン株の L452R 変異検査は、Primer/Probe L452R（SARS-CoV-2）（タカラバイオ株式会社）を主に用いて実施した。そのほか、必要に応じ、E484K、G339D、ins214EPE 等の変異を検出する primer を用いて、変異検査を実施した。

3. ゲノム検査及び MST 解析

次世代シーケンサーを用いたフルゲノム解析（以下「ゲノム検査」という。）は、感染研が示すマニュアル（新型コロナウイルスゲノム解析マニュアル 2022 年 2 月版⁴⁾）に準じて、Seq 100 Sequencing System（illumina 社）を用いて実施し、SNP に基づいた Minimum Spanning Tree による系統樹解析（以下「MST 解析」という。）は、Ridom SeqSphere+（フィルジェン株式会社）を用いて実施した。

*1 元保健環境科学研究所職員 *2 現健康福祉部健康危機管理課 *3 現食肉衛生検査所

*4 現健康福祉部健康局薬務衛生課 *5 現玉名地域振興局保健福祉環境部 *6 現環境生活部環境局循環社会推進課

各波における対応状況

第 1 波から第 8 波の検査状況を図 1 及び表 1 に、PANGO Lineage の変遷を図 2 に、第 1 波から第 7 波の MST 解析を図 3 に示す。

1. 第 1 波（～2020 年 5 月 31 日）

県での最初の検査は 1 月 30 日であった。検査は陰性であったが、感染研から試薬が配布されたとほぼ同時に検査が行われるなど、過去に例がない異例の速さでの対応となった。その後、10 数件の検査（陰性）の後、県で最初の陽性者が 2 月 21 日採取の検体で確認された。当時の通常検査は、real-time RT-PCR 及び conventional RT-PCR で確認した後、conventional RT-PCR での増幅産物をダイレクトシーケンスで塩基配列を決定し、陽性確定することとしていたため、検査開始から深夜まで続けて検査を行い、翌日の早朝に結果を本庁宛てに報告することとなった。なお、後のゲノム検査の結果、県の最初の事例の Lineage 系統は、B.12 であった。

第 1 波は、国内では緊急事態宣言等で騒然としていたが、県内の感染者発生は稀で、検査の結果陰性と判定される検体が数多く搬入された。第 1 波の検査検体数（2020 年 3～5 月平均：約 700 検体／月）も、コロナ検査開始から現在までのピーク時の検査数（2022 年 2 月：6,333 検体／月）に比べるとかなり少ないが、緊急対応により検査が深夜に及ぶことが多かった。また、検査資材（検体採取用スワブや RNA 抽出キット等）が不足したことや、2020 年 4 月の定期人事異動により人員が大きく入れ替わったこと、多検体の検査に慣れていないことなどもあり、想定外の問題が多く発生した時期であった。検査体制は、新型コロナウイルス検査に関しては通常とは異なり、微生物科学部長（1 人）と部員（6 人）の計 7 人全員で検査を担当した。これに加えて、微生物科学部以外の所内の応援職員として、主に 3 人の職員を割り当て、所の体制としては、10 人での検査を基本とした。これ以降の検査も所内の人数は約 10 人体制で、業務量に応じ、所内及び所外から追加された応援職員とともに検査を実施した。

2. 第 2 波（2020 年 6 月 1 日～9 月 26 日）

県内では、7 月末から 8 月上旬にかけて、大規模クラスターが 2 件発生した。それに先行して、令和 2 年 7 月豪雨に係る避難所関連の検査があり、業務量が一気に増加して、対応が困難な状況に陥った。当時の 1 日に処理できる量の限界以上の検体が持ち込まれ、24 時間体制を取り入れるなど、深夜まで検査して対応した。当時はまだ外部委託の検査がほとんど行われていない状況であったため、当所に検体が集中し、職員の疲労度は高

かった。熊本市環境総合センターへ検査を依頼するなど、所内、所外の多くの応援を借りながらなんとか対応したが、検査に追われながら効率的な検査体制を採することは困難で、苦慮した時期であった。

3. 第 3 波（2020 年 9 月 27 日～2021 年 2 月 20 日）

年明けの検体数増加が激しく、1 月は非常に多くの検体を処理した。外部にも検査を委託することで、県全体として検査能力は大幅にあがっていたため、深夜まで検査をするということは少なくなったが、依然として休みなく検査対応を行った。また、冬場は食中毒疑い事例や他の感染症の原因究明のための検査依頼が多く、その対応にも人員が必要で、慢性的な人員不足に陥っていた。

4. 第 4 波（2021 年 2 月 21 日～7 月 7 日）

アルファ株と呼ばれた英国由来の変異株が、強い感染力とともに全国的に流行した。当県での最初のアルファ株感染者は、3 月 29 日に確認された。既に 1 月中旬からアルファ株の早期発見のための N501Y の変異検査を実施しており、業務がひとつ増加した状態であった。また、感染研に送付して実施していたゲノム検査を各自自治体で実施することとなりつつあり、その整備にも時間を割かれることとなったが、人員は、4 月から 2020 年度に比べ 1 人減となり（部長 1 人、部員 5 人の計 6 人体制）、さらに厳しい検査体制を余儀なくされた。

5. 第 5 波（2021 年 7 月 8 日～12 月 31 日）

第 4 波で流行したアルファ株に比べ、さらに感染性や免疫逃避が高いとされたデルタ株が侵入し、一気に流行株が置き換わった。この時期から感染研で実施されていたゲノム検査を当所で本格的に実施することとなり、業務量がまた増加することとなった。全自動検査機を併用した検査体制が確立できたことで、第 5 波では、検査体制は混乱しなかったが、通常検査、変異検査、ゲノム検査等いつまで続くかわからない検査に、徐々に精神的な疲労が蓄積されていた時期であった。

6. 第 6 波（2022 年 1 月 1 日～2022 年 6 月 11 日）

今までの流行株と違いスパイクタンパクへの変異が多く入ったオミクロン株（B.1.1.529）が侵入し、症状は比較的軽いが感染力が大幅に増大したことから、爆発的に感染が拡大した。デルタ株が県内から姿を消し、感染が比較的落ち着いていた時期での流入であったことも影響し、その感染力は過去の株とは比較にならないほどであった。当所にも今までで想定していない数の

検体が搬入されたため、検査体制の再整備が必要となり、その対応に迫られた。再整備後は、各工程（前処理、RNA 抽出、PCR 等）をほぼ専属にすることにより、迅速に検査が実施できた。これは、現在も続く検査体制であり、当所が採用する現在の検査方法では、これ以上の効率化は難しい状況にある。

7. 第 7 波（2022 年 6 月 12 日～2022 年 10 月 13 日）

第 7 波では、オミクロン派生株 BA.5 が感染をさらに拡大した。通常検査は、衛生研究所がすべて担う状況ではなくなっており、当所に以前のように多くの検体が搬入されている状況ではなく、中心の業務はゲノム検査による変異株等の流行状況の把握へと移行している状況であった。また、BA.5 の感染拡大は速く、抑え込むことが難しいことから、多くの感染者を生み出し、県内の感染経路の足跡を正確にたどることは困難となった。

8. 第 8 波（2022 年 10 月 14 日～）

第 7 波の感染拡大が収束せず、BA.5 系統の派生株（BF.7, BQ.1 等）や BA.2 系統の派生株（BA.2.75）など様々な変異をもった株が流行し、2022 年は、年間を通して流行期が続いている状態にある。保健所が実施する通常検査は、施設や病院等に限定されたが、感染者が多く、当所への検体も多く搬入されている。

課 題

第 1 波から第 8 波を検証すると、当所における課題は、その流行期間ごとに異なることもあったが、検査開始から常に存在した問題を大きく分類すると、人の問題、施設や機器の問題、組織の問題の 3 点である。

(1) 人の問題

当初は経験や技術の不足も問題となったが、多くの検体を処理することで、比較的早い段階で、技術的な問題は解消された。しかし、絶対的な人員不足は最後まで解消されなかった。全庁的な問題でもあるが、検査等の専門的な業務は、急な応援職員では補充・対応できないことから、人員の増員及び教育訓練は今後の大きな課題といえる。また、検査を支える試薬等の消耗品の購入の事務にも人員と時間を多く割かれたことから、人員配置を見直す必要があったと考えられた。

(2) 施設や機器の問題

使用頻度の増加や老朽化により、施設の付属設備や機器の故障が頻繁に発生し、業務を著しく妨害した。施設や機器が使用不可能になるだけでなく、その修理対応に人員が必要となるためである。計画的な機器や施

設の更新や保守は、検査の根幹となりうるものであるため、予算の確保等の措置が必要であると考えられた。

(3) 組織の問題

業務に圧迫され、必ずしも信頼性確保への取組みが十分であったとはいえない。検査における信頼性確保については、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（平成 10 年法律第 114 号）及び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施行規則（平成 10 年厚生省令第 99 号）により作成された熊本県保健環境科学研究所における病原体等検査の業務管理要綱を運用するよう定めてあったが、業務過多や人員不足、規定の周知不足等で十分に運用できなかった。検査全体で、信頼性に大きな問題はなかったが、要綱等に規定される各管理者、責任者がその責務を果たすことができるよう、人員の配置や規定の周知が必要であったと考えられた。

また、本庁や保健所との連携にも問題を残した。検査全般の責任を持つ衛生研究所として、当所が何を求められ、どの業務を行うことで最も貢献ができるかを話し合う会議等の機会があれば、通常検査に忙殺されるのみではなく、もっと重要な成果を出すことができたと考えられる。

上記 (1) ～ (3) 以外にも多くの問題が発生したが、再びこのような事態が起こっても対応ができるよう、継続的に課題の改善をしていくことが必要である。

謝 辞

共同執筆者として名前を記載した微生物科学部以外の方々以外にも、所内、所外（特に農林水産部や環境生活部の皆様、熊本市環境総合センターの皆様等）、その他（国立感染症研究所、他県衛生研究所等）の多くの方々に検査の御支援をいただきました。ここに感謝いたします。

当研究所としての検査の沿革

2020 年 1 月末	検査体制確立
2020 年 1 月 30 日	県内初の検査（陰性）
2020 年 2 月 21 日	初の陽性例
2020 年 4 月 24 日	3 回/日の検査体制に移行
2020 年 5 月	保健所から当所への検体搬送の外部委託開始
2020 年 7 月初旬	令和 2 年 7 月豪雨避難所検査対応
2020 年 7 月下旬	大規模クラスター（2 件）対応
2020 年 8 月 1 週	24 時間体制試行
2020 年 8 月～	外部委託業務開始
2020 年 12 月	2 回/日の検査体制に移行

2021年2月 全自動検査機 (BD-MAX) 導入
 2021年3月 アルファ株検出
 2021年7月~ 当所でゲノム検査開始
 2021年7月 デルタ株検出
 2022年1月 BA.1株 (オミクロン株) 検出
 2022年3月 BA.2株検出
 2022年6月 BA.5株検出

- 2) 「感染研・地衛研専用」SARS-CoV-2 遺伝子検出・ウイルス分離マニュアル Ver 1.1
https://www.niid.go.jp/niid/images/lab-manual/SARS-CoV2_gene_detect_and_isolation_manual_Ver1_1.pdf
- 3) リアルタイム one-step RT-PCR 法による SARS-CoV-2 Spike N501Y 変異の検出 (国立感染症研究所作成)
- 4) 新型コロナウイルスゲノム解析マニュアル 2022年2月版
https://www.niid.go.jp/niid/images/lab-manual/SARS-CoV2_genome_analysis_manual_QIASEQFX_ver_1_4_220127.pdf

文 献

- 1) 病原体検出マニュアル 2019-nCoV Ver.2.9.1
<https://www.niid.go.jp/niid/images/lab-manual/2019-nCoV20200319.pdf>

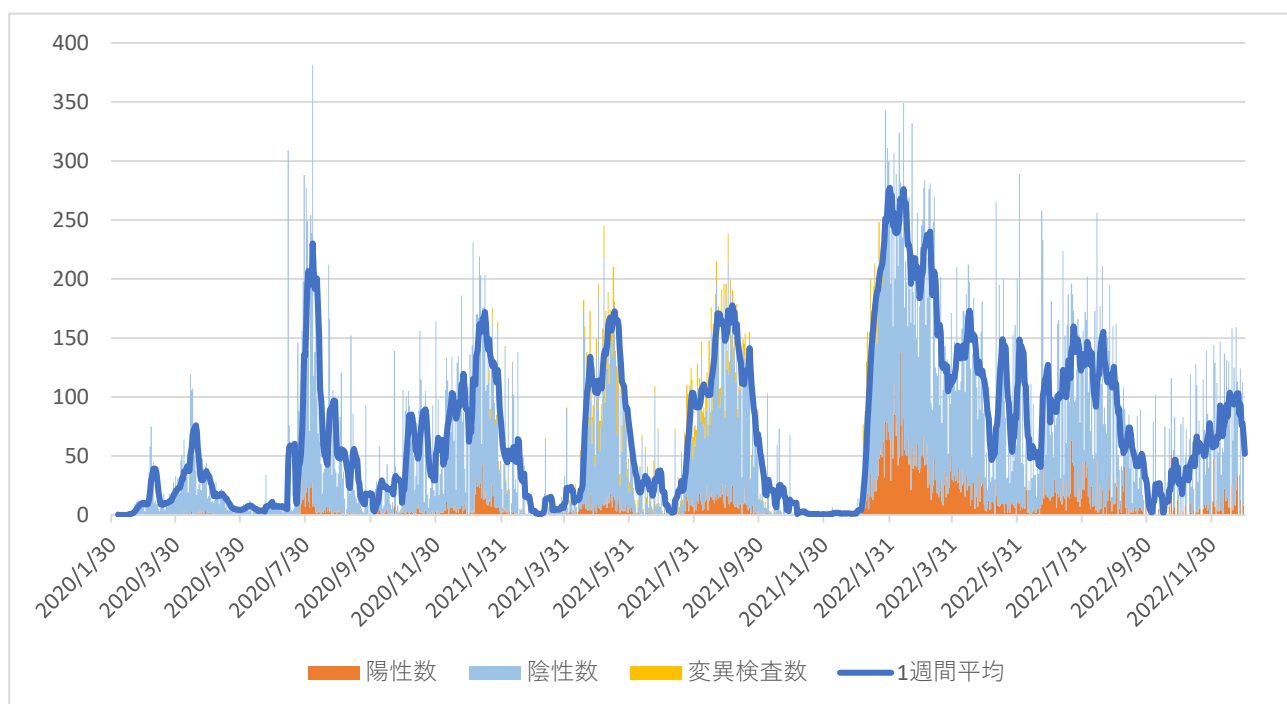


図 1 熊本県保健環境科学研究所における新型コロナウイルス検査数 (2020年1月~2022年12月)

表 1 熊本県保健環境科学研究所における新型コロナウイルス検査数 (2020 年 1 月~2022 年 12 月)

検査月		通常 検査	変異 検査	ゲノム 検査	検査月		通常 検査	変異 検査	ゲノム 検査
2019 年度	1 月	1	0	0	2021 年度	4 月	1,674	257	0
	2 月	108	0	0		5 月	3,319	588	0
	3 月	580	0	0		6 月	771	102	0
	小計	689	0	0		7 月	953	263	96
2020 年度	4 月	1,265	0	0		8 月	3,532	575	116
	5 月	335	0	0		9 月	3,241	257	96
	6 月	193	0	0		10 月	508	15	120
	7 月	1,899	0	0		11 月	35	0	95
	8 月	3,202	0	0		12 月	41	0	92
	9 月	906	0	0		1 月	4,615	589	122
	10 月	720	0	0		2 月	6,333	0	120
	11 月	1,936	0	0		3 月	5,153	0	192
	12 月	2,462	0	0	小計	30,175	2,646	1,049	
	1 月	3,846	59	0	2022 年度	4 月	4,097	0	216
	2 月	950	15	0		5 月	2,802	0	158
	3 月	207	13	0		6 月	2,545	0	97
	小計	17,921	87	0		7 月	3,750	0	228
						8 月	3,726	0	128
						9 月	1,511	0	76
						10 月	648	0	36
				11 月		1,582	0	39	
				12 月		2,562	0	113	
				小計		23,223	0	1,091	
				合計		72,008	2,733	2,140	

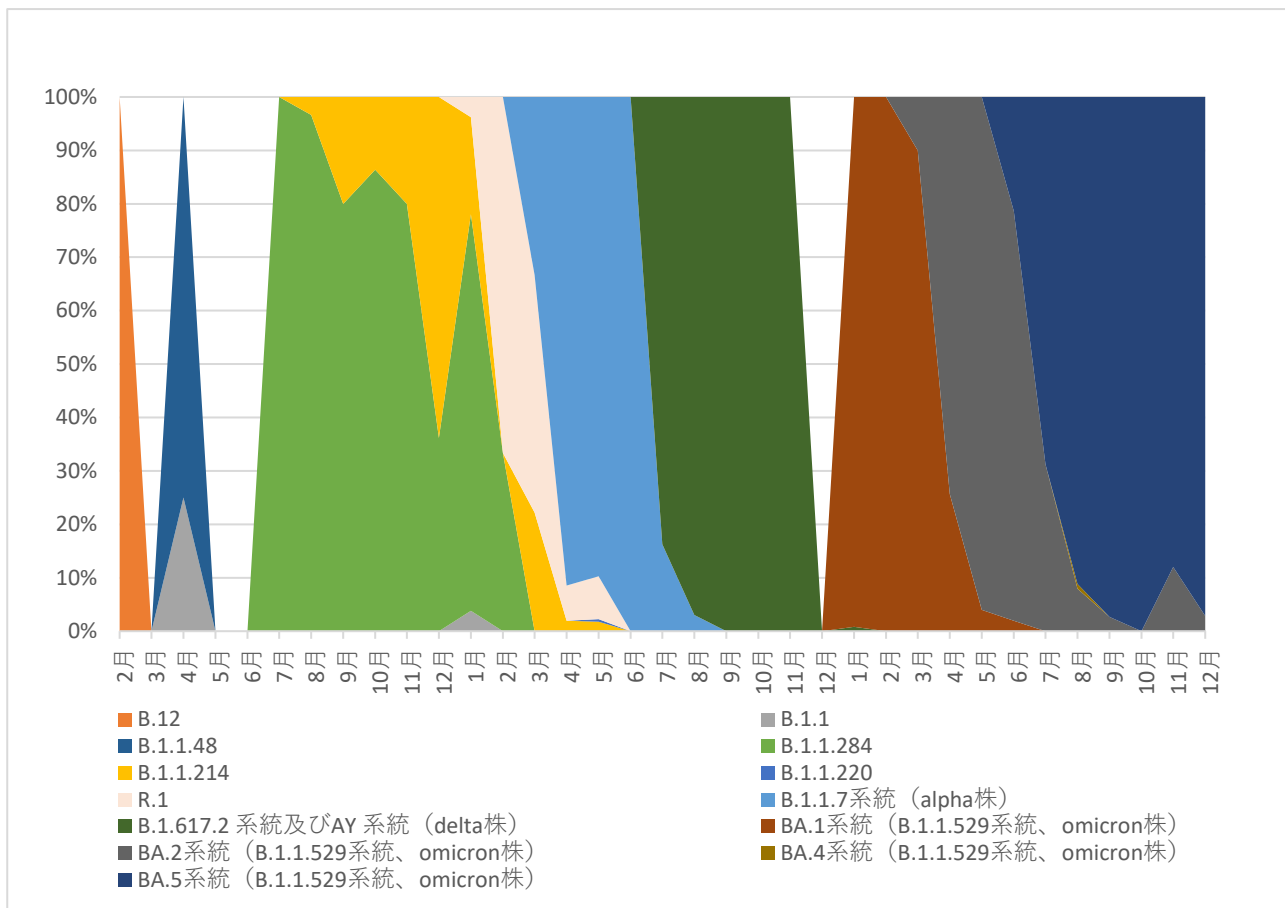


図 2 熊本県で検出された新型コロナウイルスの PANGO lineage の推移 (2020 年 1 月～2022 年 12 月)



図 3 第 1 波～第 7 波の MST 解析

9 農産物を用いた“LC/MS (/MS) による農薬等の一斉試験法 I (農産物) “の 40 農薬への適用の妥当性評価

宇梶徳史 八木一真 小林将英*1 福島宏暢*2

はじめに

農産物における残留農薬等の一斉分析は、農薬の誤使用等による健康被害から消費者を守るため、各自治体や JA などの生産者団体により広く一般に実施されている。特に農薬の不適正使用に端を発した平成 18 年施行のポジティブリスト制度により、残留基準が設定されていない農産物について 0.01 ppm の一律基準が採用されたことから、検査対象農薬が大幅に拡大し、多成分一斉分析法の確立や分析精度の向上が求められた。

検査対象農薬は非極性（脂溶性）から極性（水溶性）まで化学的性質の幅が広いこと、残留農薬の一斉分析はガスクロマトグラフ質量分析計（GC-MS(/MS)）および液体クロマトグラフ質量分析計（LC-MS(/MS)）を併用するのが一般的である。実際、当所でも残留農薬分析は GC-MS/MS と LC-MS/MS の 2 系列で行っている^{1),2),3)}。その一方で、近年新たに開発された農薬は安全性の観点から水溶性が高い農薬が大半であることや分析手法の一本化を模索する動きから LC-MS/MS を用いた分析法に重心が移行しつつある傾向がある。

厚生労働省の「食品に残留する農薬等の試験法」（通称通知法）⁴⁾はいくつかの一斉分析法が示されているが、「LC-MS (/MS) による農薬等の一斉試験法 I（農産物）」（以下「通知 I 法」という。）⁵⁾は最も広く用いられている一斉分析法と言える。本研究では、厚生労働省の残留農薬等試験法開発事業に参加し、本一斉分析法の新たな 40 農薬への適用可能性について 9 農産物を対象に検討を行った。なお、この 40 農薬には新たに開発された農薬や現在 GC-MS による一斉分析法の対象農薬とされている成分が多く含まれている。

調査方法

1. 試料

無農薬栽培の 9 農産物（玄米、大豆、らっかせい、ほうれんそう、キャベツ、ばれいしょ、なす、オレンジ、りんご）を試料として用いた。

2. 分析対象農薬

分析対象農薬 40 成分及びその質量分析計における保

持時間、定量及び定性イオンを表 1 に示した。

3. 分析条件

質量分析計：Xevo TQ-XS（Waters 社製）

カラム：XTerra MS C18 3.5 μ m 2.1 x 150mm（Waters 社製）

A 液：5mM 酢酸アンモニウム溶液

B 液：5mM 酢酸アンモニウム・メタノール溶液

流量：0.2mL/min

注入量：2 μ L

カラム温度：40 $^{\circ}$ C

グラジエント条件：表 2 のとおり

4. 分析法

穀類（玄米、大豆、らっかせい）については、ミルサーで粉碎し、標準網ふるいにかけて後 10.0 g を秤量し、添加回収用試料については各作物の基準値相当量（基準値がない場合には一律基準の 0.01 ppm 相当量）を予め混合した農薬標準液を添加し 30 分間静置した後、20mL の蒸留水を加えさらに 30 分間静置した。通知 I 法に従い抽出を行い、Mega Bond Elut ODS（オクタデシルシリカゲル）ミニカラム（アジレント製）及び GG/NH₂ 積層ミニカラム（Supelco, MERCK 社製）で精製した後、メタノールで 4 mL に定容した。野菜類（なす、キャベツ、ばれいしょ、ほうれんそう、りんご、オレンジ）についてはフードプロセッサーで摩砕均一化後 20.0 g 採り、添加回収用試料については農薬標準液を添加し 30 分間静置した後、穀類と同様に抽出操作を行った。精製は GG/NH₂ 積層ミニカラムで行い、メタノール 4 mL 分析液とした。

分析は、2 併行 2 反復で行い、マトリックスを含まない絶対検量線法で添加濃度の 25%、50%、75%、100%、125%、150% に相当する濃度の農薬標準溶液でピーク面積法により検量線を作成し、回収率を計算した。

結果及び考察

質量分析計での測定条件を決定するため、分析対象農薬の最適化条件を検討した。各分析対象農薬における最もイオン強度が高いイオンを定量イオンとし、次にイオ

*1 現食肉衛生検査所 *2 現環境生活部環境局環境保全課

表 1 LC-MS/MS のパラメーター (保持時間, 定量イオン及び定性イオン)

No.	分析対象化合物	保持時間 (分)	分子量	定量イオン					定性イオン (m/z)				
				イオン化モード	プリカーサーイオン (m/z)	プロダクトイオン (m/z)	コーン電圧 (V)	CE ¹⁴ (eV)	イオン化モード	プリカーサーイオン (m/z)	プロダクトイオン (m/z)	コーン電圧 (V)	CE (eV)
1	イソキサジフェンエチル	16.99	295.1	+	296.0	232.1	14	15	+	296.0	263.1	14	9
2	イソフェタミド	16.05	359.2	+	360.1	210.0	24	9	+	360.1	125.0	24	27
3	イミベンコナゾール	19.16	410.0	+	411.0	125.0	30	29	+	411.0	171.0	30	19
4	インビルフルキサム	16.40	333.2	-	332.1	90.9	2	37	-	332.1	131.0	2	25
5	ウニコナゾールP	16.56	291.1	+	292.0	70.0	30	21	+	292.0	125.0	30	31
6	オキサチアピロリン	15.32	539.1	+	540.2	500.1	18	23	+	540.2	163.0	18	49
7	オリサストロビン	15.43	391.2	+	392.2	205.1	22	17	+	392.2	170.1	22	17
8	オリサストロビン5Z異性体	15.94	391.2	+	392.2	205.1	28	11	+	392.2	116.0	28	27
9	オルトフェニルフェノール	14.24	170.1	-	168.6	141.0	6	23	-	168.6	115.0	6	27
10	キノクラミン	9.67	207.0	+	207.7	172.0	30	19	+	207.7	89.0	30	29
11	キンクロラクク代謝物C	14.42	255.0	+	255.8	224.0	10	13	+	255.8	160.9	10	37
12	クロマゾン	14.14	239.1	+	239.8	125.0	24	20	+	239.8	89.2	24	20
13	シクラニプロール	16.49	598.9	+	599.9	283.9	2	15	+	599.9	112.0	2	79
14	ジクロトホス	5.16	237.1	+	237.9	72.0	28	27	+	237.9	112.0	28	7
15	シクロピリモレート	15.57	389.1	+	390.1	114.1	2	15	+	390.1	70.0	2	31
16	ジクロラン	13.50	206.0	-	204.7	174.9	4	17	-	204.7	168.9	4	19
17	シニドンエチル	19.16	393.1	+	394.0	348.0	2	19	+	394.0	366.0	2	13
18	テトラニプロール	13.69	544.1	+	545.1	356.0	2	11	+	545.1	376.1	2	27
19	トリフルメゾピリム	10.87	398.1	+	399.1	279.0	2	19	+	399.1	306.0	2	19
20	ピカルブトラゾクス	16.64	409.2	+	410.2	310.1	4	11	+	410.2	107.1	4	25
21	ピカルブトラゾクス代謝物B	16.46	409.2	+	410.2	310.1	16	13	+	410.2	107.1	16	23
22	ピラジフルミド	15.98	379.1	-	378.0	147.0	6	19	-	378.0	230.0	6	17
23	ピリミジフェン	19.44	377.2	+	378.2	184.0	18	23	+	378.2	150.0	18	31
24	ピロキロン	10.00	173.1	+	173.7	132.0	10	23	+	173.7	117.0	10	29
25	フェナザキン	20.82	306.2	+	307.1	161.1	18	19	+	307.1	57.1	18	19
26	フェノキサニル	16.60	328.1	+	329.0	302.1	16	9	+	329.0	86.0	16	19
27	フェノチオカルブ	16.85	253.1	+	253.9	72.0	14	21	+	253.9	160.1	14	9
28	フサライド	16.05	269.9	-	270.7	242.8	24	15	-	268.7	240.9	4	15
29	ピリメート	16.81	316.2	+	317.1	108.0	2	25	+	317.1	166.1	2	21
30	フルアクリピリム	18.19	426.1	+	427.2	145.0	2	23	+	427.2	205.0	2	7
31	フルキサメタミド	19.43	473.1	+	474.1	400.0	2	19	+	474.1	160.0	2	39
32	フルチアセットメチル	16.99	403.0	+	404.0	85.0	2	23	+	404.0	344.0	2	21
33	フルピリミン	10.66	301.0	+	316.0	126.0	14	17	+	316.0	90.1	14	37
34	プロシミドン	15.76	283.0	-	313.9	282.0	30	13	-	316.0	284.0	20	13
35	フロニカミド	4.73	229.0	+	229.8	203.0	12	17	+	229.8	174.0	12	17
36	フロメトキン	20.23	435.1	+	436.2	376.2	24	35	+	436.2	392.1	24	27
37	ベンゾピンジフルビル	17.21	397.1	-	396.0	91.0	26	39	-	396.0	368.0	26	21
38	メタミホップ	18.79	440.1	+	441.1	288.1	14	19	+	441.1	123.1	14	25
39	メトミノストロビン (E体)	13.66	284.1	+	285.0	238.0	14	9	+	285.0	166.1	14	29
40	メトリブジン	10.29	214.1	+	214.8	187.0	16	15	+	214.8	84.0	16	23

ン強度が高いイオンを定性イオン (表 1) としたが, ピリミジフェン及びフロメトキンについては, 今回の分析溶液が比較的高濃度の農薬を含有していたため, 作物に

表 2 分析における溶液のグラジエント条件の溶出検討

時間 (分)	A 液 (%)	B 液 (%)
0	85	15
1	60	40
3.5	60	40
6	50	50
8	45	55
17.5	5	95
35	5	95
35	0	100
45	0	100
45	85	15
60	85	15

よってはイオン強度が飽和してしまう場合があった。この場合には, その都度定量イオンを表 1 とは異なるイオン強度の低いイオン (ピリミジフェン: 378.2→150.0, フロメトキン: 436.2→198.1) に変更し定量を行った。

分析カラムにおけるグラジエント条件 (表 2) については, 厚生労働省から指定された条件で各分析対象農薬の保持時間 (表 1) を確認し, その前後で分析時間の設定を行った。

添加回収試験の実施に先立ち, 固相カラムからの溶出条件の検討を行った。抽出操作を行ったマトリックス溶液と 1 µg/mL となるように予め混合した農薬標準液とを混合し, Mega Bond Elut ODS ミニカラム又は GG/NH₂ 積層ミニカラムに添加し, 回収率を測定した。

表 4 に Mega Bond Elut ODS ミニカラムの回収率を示す。フラクション 1 (Fr.1) は通知 I 法で示されている画分 (20mL) であり, フラクション 2 (Fr.2) 及びフラクション 3 (Fr.3) はそれぞれ溶出液を 5mL さらに添加し

て溶出した画分である。なお、Mega Bond Elut ODS ミニカラムに添加した農薬標準溶液のマトリックスには玄米の抽出液を用いた。

表 3 Mega Bond Elut ODS ミニカラムにおける
40 農薬の回収率

No	分析対象化合物	≦70%			合計
		Fr.1	Fr.2	Fr.3	
1	イソキサジフェンエチル	104	0	0	104
2	イソフェタミド	93	0	0	93
3	イミベンコナゾール	93	3	0	96
4	インビルフルキサム	103	0	0	103
5	ウニコナゾールP	81	1	0	82
6	オキサチアピロリン	109	0	0	109
7	オリサストロビン	99	0	0	99
8	オリサストロビン5Z異性体	92	0	0	92
9	オルトフェニルフェノール	99	0	0	99
10	キノクラミン	91	0	0	91
11	キンクロラク代謝物C	100	0	0	100
12	クロマゾン	99	0	0	99
13	シクラニプロール	87	0	0	87
14	ジクロトホス	98	0	0	98
15	シクロピリモレート	96	0	0	96
16	ジクロラン	91	0	0	91
17	シニドンエチル	89	0	0	89
18	テトラニプロール	98	0	0	98
19	トリフルメゾピリム	85	1	0	86
20	ピカルブトラゾクス	91	0	0	91
21	ピカルブトラゾクス代謝物B	93	0	0	93
22	ピラジフルミド	97	0	0	97
23	ピリミジフェン	88	0	0	88
24	ピロキロン	97	0	0	97
25	フェナザキン	82	1	1	84
26	フェノキサニル	91	0	0	91
27	フェノチオカルブ	99	0	0	99
28	フサライド	100	0	0	100
29	プビリメート	96	0	0	96
30	フルアクリピリム	95	0	0	95
31	フルキサメタミド	100	0	0	100
32	フルチアセットメチル	96	0	0	96
33	フルピリミン	93	0	0	93
34	プロシミドン	14	0	0	14
35	フロニカミド	91	2	0	93
36	フロメキン	85	0	0	85
37	ベンゾピンジフルビル	100	0	0	100
38	メタミホップ	99	0	0	99
39	メミノストロビン(E体)	99	0	0	99
40	メトリブジン	92	0	0	92

分析対象農薬の回収率は、プロシミドンを除き Fr.1 で概ね 80%以上の高い回収率であったため、溶出量は通知法と同じ 20mL とした。

表 4 に GG/NH₂ 積層ミニカラムからの回収率を示す。Fr.1 は通知 I 法で示されている画分であり、Fr.2 及び Fr.3 はそれぞれさらに 5mL 添加して溶出した画分である。なお、GG/NH₂ 積層ミニカラムに添加した農薬標準溶液のマトリックスにはオレンジの抽出液を用いた。

農薬は概ね Fr.1 で溶出されたが、回収率が低い農薬も散見された。このため、本試験の前に玄米を試料として

表 4 GG/NH₂ 積層ミニカラムにおける
40 農薬の回収率

No	分析対象化合物	≦70%			合計
		Fr.1	Fr.2	Fr.3	
1	イソキサジフェンエチル	102	0	0	102
2	イソフェタミド	88	0	0	88
3	イミベンコナゾール	97	4	3	104
4	インビルフルキサム	99	0	0	99
5	ウニコナゾールP	83	0	0	83
6	オキサチアピロリン	85	0	0	85
7	オリサストロビン	58	0	0	58
8	オリサストロビン5Z異性体	60	0	0	60
9	オルトフェニルフェノール	111	0	0	111
10	キノクラミン	94	2	2	98
11	キンクロラク代謝物C	101	1	0	102
12	クロマゾン	100	0	0	100
13	シクラニプロール	94	0	0	94
14	ジクロトホス	100	0	0	100
15	シクロピリモレート	40	0	0	40
16	ジクロラン	101	0	0	101
17	シニドンエチル	93	5	2	100
18	テトラニプロール	97	0	0	97
19	トリフルメゾピリム	83	0	0	83
20	ピカルブトラゾクス	40	0	0	40
21	ピカルブトラゾクス代謝物B	106	0	0	106
22	ピラジフルミド	35	0	0	35
23	ピリミジフェン	30	49	21	100
24	ピロキロン	98	0	0	98
25	フェナザキン	98	1	0	99
26	フェノキサニル	72	0	0	72
27	フェノチオカルブ	100	0	0	100
28	フサライド	77	0	0	77
29	プビリメート	94	0	0	94
30	フルアクリピリム	98	1	0	99
31	フルキサメタミド	103	0	0	103
32	フルチアセットメチル	86	0	0	86
33	フルピリミン	99	0	0	99
34	プロシミドン	30	0	0	30
35	フロニカミド	96	1	0	97
36	フロメキン	95	0	0	95
37	ベンゾピンジフルビル	106	0	0	106
38	メタミホップ	97	0	0	97
39	メミノストロビン(E体)	100	0	0	100
40	メトリブジン	99	0	0	99

添加回収試験を実施したところ、大半の農薬で概ね 90%以上の回収率を示したため、通知 I 法と同じ 20mL で溶出することとした。なお、一部の農薬について合計でも低い回収率が見られたが、この要因については、後述するとおり GG/NH₂ 積層ミニカラムにより失われたのではなくオレンジマトリックスの影響と推測された。添加回収試験の結果を表 5 に示す。回収率は農薬や農産物の種類によって多少変動があるが、概ね 90%程度の高い回収率を示した。妥当性評価ガイドライン⁶⁾により、真度は 70~120%が目標値とされるが、多くの農薬がこの目標値を満たした。また検量線についてもほとんどすべての農薬で良好な直線性 (r²≧0.99) が得られた。

その一方でオルトフェニルフェノールについては、回

表5 9 農産物における回収率の平均と相対標準偏差 (RSD)

No	分析対象化合物	玄米		大豆		らっかせい		ほうれんそう		キャベツ		ばれいしよ		なす		オレソジ		りんご		
		平均値	RSD%	平均値	RSD%	平均値	RSD%	平均値	RSD%	平均値	RSD%	平均値	RSD%	平均値	RSD%	平均値	RSD%	平均値	RSD%	
1	イソキサゾジアセチル	98.7	19.1	108.2	14.1	93.6	19.5	78.0	5.0	91.9	4.1	96.9	5.1	97.8	6.6	98.6	9.7	105.1	5.4	
2	イソキサゾミド	96.9	1.9	91.4	4.1	93.6	11.1	93.6	2.3	93.7	2.9	96.7	2.9	93.9	2.9	78.6	2.8	102.3	2.2	
3	イミペニコサール	98.8	2.7	86.8	1.4	87.6	2.9	93.6	5.0	93.2	1.5	90.0	3.5	94.5	2.3	97.2	3.2	91.9	2.7	
4	インピルキサム	108.6	12.5	95.8	4.7	89.2	8.4	95.4	5.1	91.9	7.6	92.8	3.7	95.8	4.1	99.5	4.4	92.0	10.2	
5	ウニコナゾールP	96.9	4.4	33.5	13.3	40.1	10.6	93.1	1.6	90.8	2.6	93.2	2.7	98.4	4.1	77.1	3.6	96.1	4.4	
6	オキサアピロリン	93.7	3.5	86.1	5.0	59.7	46.7	95.5	2.1	92.1	2.9	91.7	3.6	93.7	1.0	81.5	9.9	97.7	3.1	
7	オリサストロピン	89.7	10.9	92.8	1.1	93.4	15.3	94.2	3.8	97.5	2.4	97.8	2.3	91.9	2.6	41.8	13.1	98.0	3.5	
8	オリサストロピン5Z異性体	83.8	3.0	90.5	2.2	98.8	14.9	92.8	2.2	95.5	2.7	102.8	2.5	92.7	3.2	43.5	2.9	109.7	14.2	
9	オルトフェニルフェノール	91.3	13.9	22.1	89.3	0.0	0.0	102.9	9.8	90.6	17.0	87.9	35.7	0.0	0.0	89.4	2.1	0.0	0.0	
10	キノクミン	95.1	4.9	73.6	4.4	87.9	6.6	73.6	4.5	80.8	0.7	91.1	2.0	94.6	5.8	93.3	3.4	92.6	1.5	
11	キンクロラクク代糖物C	94.4	0.7	89.4	7.2	87.1	3.3	95.1	2.1	95.1	1.8	97.5	4.0	95.3	7.8	100.3	0.6	98.1	2.1	
12	クロマニン	91.3	3.4	85.4	3.3	88.6	4.0	90.6	2.6	92.5	2.1	88.0	4.2	93.3	4.1	94.8	1.5	92.8	2.3	
13	シクラニプロール	94.6	20.0	88.2	4.3	101.6	13.5	99.5	4.1	94.2	2.4	100.8	4.9	95.1	1.5	92.7	3.5	96.4	1.5	
14	ジクロトホス	84.1	2.7	82.4	2.4	79.9	2.0	87.6	6.0	83.7	1.4	88.7	2.4	89.3	1.4	90.6	1.1	90.0	1.4	
15	シクロピリモレート	81.3	4.5	93.4	3.5	94.4	6.5	94.0	4.2	82.4	4.0	99.2	2.0	90.2	5.1	25.6	5.4	99.7	1.4	
16	ジクロラン	91.2	8.6	87.3	4.2	94.0	6.9	99.2	5.8	94.7	5.9	86.0	2.2	94.1	3.4	87.6	6.8	98.0	5.2	
17	シニドンエチル	93.3	1.5	87.1	4.3	76.2	8.5	92.1	6.6	89.2	1.9	85.1	3.4	88.2	5.2	94.5	2.3	88.6	2.0	
18	テトラニプロール	94.7	2.8	90.7	1.5	94.6	14.3	94.4	7.6	85.8	1.5	95.4	1.0	95.2	2.0	96.7	0.5	96.4	0.4	
19	トリアルメジリム	85.9	7.7	89.9	5.9	89.3	4.6	87.9	3.3	83.8	4.8	91.9	2.4	97.8	2.8	82.3	7.1	93.6	3.6	
20	ピカルプトラジクス	89.8	3.8	91.3	4.3	93.1	6.0	99.9	6.9	95.5	6.4	93.1	9.9	92.6	2.8	24.4	3.7	99.3	6.9	
21	ピカルプトラジクス代謝物B	104.4	9.4	88.3	5.0	98.0	12.9	94.3	8.5	90.7	5.3	99.5	2.6	92.9	2.2	102.8	3.4	98.5	2.2	
22	ピラジリミド	90.9	13.2	90.2	1.2	83.9	8.1	100.3	10.7	96.7	2.3	95.4	2.7	98.0	2.0	53.5	14.4	70.6	41.3	
23	ピリジフェン	45.3	26.9	40.1	18.0	23.6	12.5	88.1	4.4	20.3	47.3	13.5	39.1	15.5	61.1	33.7	42.2	3.4	528.7	
24	ピロキロン	91.9	3.5	87.4	5.3	82.1	3.3	88.7	4.4	91.3	4.0	97.6	9.4	89.6	6.7	96.1	3.6	92.7	1.1	
25	フェナザキン	90.7	4.7	77.7	3.0	72.9	5.1	73.2	3.8	87.9	5.6	88.9	2.6	86.1	2.0	96.7	3.6	94.8	1.7	
26	フェノキサニル	90.1	3.7	90.0	4.3	99.0	16.6	95.1	7.1	98.6	4.1	97.5	1.2	88.6	6.6	58.3	3.4	93.8	3.7	
27	フェノチカルブ	93.1	5.5	90.4	4.9	90.4	5.2	94.1	1.6	91.3	2.3	92.0	5.7	93.3	1.7	96.8	2.5	100.1	2.8	
28	フサライド	96.9	4.3	93.6	16.5	78.9	24.4	94.5	4.7	88.0	6.6	102.8	21.0	91.0	9.0	72.4	9.5	85.6	7.2	
29	ピリメート	101.4	5.2	89.3	3.8	82.1	7.8	91.5	1.8	80.4	3.6	96.8	2.7	88.0	4.2	82.2	3.7	98.5	1.2	
30	フルアクリピリム	100.9	1.5	87.1	1.6	90.6	8.9	88.7	2.1	90.2	5.1	99.9	2.1	88.6	1.3	101.5	4.5	96.3	2.0	
31	フルキサメタミド	99.5	8.3	80.2	3.3	84.2	15.5	92.3	6.4	85.7	2.2	93.3	4.4	93.2	2.2	91.8	6.1	89.4	1.5	
32	フルアセトメチル	65.2	13.7	79.4	3.8	22.6	22.5	65.8	3.2	69.4	6.5	63.0	10.3	42.8	29.5	81.6	3.1	91.5	4.8	
33	フルピリミン	96.0	3.3	94.6	5.1	87.2	3.0	93.6	4.5	86.4	3.3	97.0	1.6	94.1	1.5	99.6	3.5	86.6	0.5	
34	プロシミド	133.4	72.0	89.2	33.3	73.6	15.5	47.7	29.9	3.7	599.9	114.3	27.6	85.7	4.5	7.1	93.1	90.8	19.8	
35	プロニカミド	88.2	4.1	88.2	1.2	83.0	4.9	89.7	2.3	77.9	1.8	92.8	2.9	92.2	1.2	93.2	2.3	93.4	1.2	
36	フロトキシン	91.2	2.1	79.7	2.8	71.0	2.9	76.2	1.6	91.3	0.7	88.4	3.3	92.6	1.9	112.9	25.8	89.4	2.1	
37	ペンシベンジアルピル	92.1	9.9	94.6	3.2	91.7	1.0	92.6	5.2	86.6	2.8	97.5	3.2	96.6	1.0	89.9	4.3	98.0	3.3	
38	メタミホップ	90.6	2.8	84.1	2.0	90.6	11.0	87.9	3.5	88.3	1.4	87.8	5.0	89.1	1.8	95.7	2.3	86.2	5.2	
39	メトミノストロピン(L体)	97.8	3.2	91.7	6.7	91.4	6.3	94.6	3.3	96.6	4.5	103.5	3.7	94.1	3.8	91.9	2.0	96.7	1.3	
40	メトリブジン	93.7	1.8	90.4	0.2	88.1	5.4	93.2	4.7	89.0	2.3	90.7	2.2	90.7	0.9	92.3	2.4	91.6	1.5	

収率で良い結果が得られた農作物があるものの、感度が低く、十分なピーク強度が得られず、ピークが取れても S/N 比が 10 以下と低いなど、分析には課題が残った。また、フサライドは回収率は良かったが感度が低く、検量線の直線性も若干低めであった。さらにプロシミドンについては、RSD も高く、農産物間でも真度に差が見られた。検量線も高い直線性 ($r^2 \geq 0.99$) を得ることはできなかった。プロシミドンは、ESI ネガティブモードにおい

てメタノール付加分子イオンを測定分子とすることにより、ESI ポジティブモードでプロシミドンを測定するよりも感度が良いとされるため⁷⁾、本研究においてはメタノール付加分子イオンを測定分子としたが、感度は十分でなく、測定分析の精度にも課題が残った。

ピリミジフェンも上記 3 農薬と同様に真度が低かったが、ピリミジフェンは GG/NH₂ 積層ミニカラム精製の際の溶出速度が遅いことが原因であった(表 4)。このため、オレンジを試料に用いて GG/NH₂ 積層ミニカラム精製の際の溶出量を 20mL から 30mL に増やして回収率を検討したところ、回収率が 93%と大幅に改善したその一方で、カラム担体から溶出されにくい性質は C18 の分析カラムでも同様であり、分析時に連続して試料を打ち込むと、農薬を添加していないブランク試料にもピークが見られるいわゆるキャリーオーバーが見られた。このためピリミジフェンについては GG/NH₂ 積層ミニカラム精製の際の溶出量を改良しても、分析上の課題が残ると考えられる。

一方、オルトフェニルフェノール及びピリミジフェンが古くから利用されている農薬であるのに対し、回収率が低かったフルチアセットメチルについては、近年上市された除草剤である。特徴として、疎水性(脂溶性)が高い(LogPow=3.769)ため、LC-MS/MS での分析には不向きな農薬であると思われる。回収率が低かった原因は定かではないが、ミニカラムからの溶出は問題なかったため(表 3, 4) 今回の一斉分析法では疎水性相互作用により C18 の分析カラムから溶出しにくかった可能性が考えられる。

農産物別では、オレンジにおいて、オリサストロビン、オリサストロビン 5Z 異性体、シクロピリモレート、ピカルブトラゾクス、ピラジフルミド及びフェニキサニルの回収率が、他の農産物では見られなかった 70%を下回る低い値を示した。この低い回収率は、オレンジをマトリックスとして使用した GG/NH₂ 積層ミニカラムからの溶出検討の結果(表 4) やオレンジマトリックスと農薬標準液の混合液を用いた試料マトリックスの分析への阻害評価試験(表 5) も同様であったことから、これらの農薬は GG/NH₂ 積層ミニカラム操作等の前処理において消失したのではなく、オレンジに含まれるマトリックス成分に影響を受けて LC-MS/MS による分析において妨害等の何らかの影響を受けた結果と推測される。

ま と め

厚生労働省通知法の「LC/MS による農薬等の一斉試験法 I (農産物)」を用いて、既存の通知法には含まれない 40 農薬の妥当性評価を行った。マトリックスの影響が見

表 5 オレンジマトリックスを添加した農薬標準溶液における 40 農薬の回収率

No	分析対象化合物	回収率
1	イソキサジフェンエチル	100
2	イソフェタミド	82
3	イミベンコナゾール	104
4	インビルフルキサム	109
5	ウニコナゾールP	80
6	オキサチアピプロリン	71
7	オリサストロビン	36
8	オリサストロビン5Z異性体	44
9	オルトフェニルフェノール	97
10	キノクラミン	93
11	キンクロラック代謝物C	105
12	クロマゾン	105
13	シクラニプロール	95
14	ジクロトホス	102
15	シクロピリモレート	23
16	ジクロラン	103
17	シニドンエチル	107
18	テトラニプロール	95
19	トリフルメゾピリム	85
20	ピカルブトラゾクス	25
21	ピカルブトラゾクス代謝物B	107
22	ピラジフルミド	58
23	ピリミジフェン	110
24	ピロキロン	104
25	フェナザキン	101
26	フェノキサニル	58
27	フェノチオカルブ	102
28	フサライド	78
29	ブピリメート	84
30	フルアクリピリム	105
31	フルキサメタミド	101
32	フルチアセットメチル	93
33	フルピリミン	102
34	プロシミドン	33
35	フロニカミド	100
36	フロメトキン	108
37	ベンゾピンジフルビル	95
38	メタミホップ	102
39	メトミノストロビン (E体)	93
40	メトリブジン	102

られたオレンジを除いて回収率は多くの農薬で 80%から 100%の範囲であり妥当性評価試験の結果として概ね良好だった。多くの農産物で回収率が妥当性評価ガイドライン⁶⁾の真度(70%~120%)に達しなかったオルトフェニルフェノール, ピリミジフェン, フルチアセトメチル及びプロシドンについては, 本通知法による分析法では課題が残った。

本研究は「厚生労働省残留農薬等試験法開発事業」により実施した。

文 献

- 1) 飛野敏明, 松下 豪, 木庭亮一, 西名武士, 杉村千佳夫:熊本県保健環境科学研究所報, 31, 41-49(2001).
- 2) 西名武士, 村川 弘, 福島孝兵, 飛野敏明:熊本県保健環境科学研究所報, 35, 51-56 (2005).
- 3) 富永純司, 本田大輔, 松本理世, 中原優子, 小林将英, 山口奈穂, 西名武士, 福島宏暢:熊本県保健環境科学研究所報, 49, 19-27 (2019).
- 4) 「食品に残留する農薬、飼料添加物又は動物用医薬品の成分である物質の試験法について」(平成 17 年 1 月 24 日付け食安発第 0124001 号, 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知 (2005)).
- 5) 「食品に残留する農薬、飼料添加物又は動物用医薬品の成分である物質の試験法について (一部改正)」(平成 17 年 11 月 29 日付け食安発第 1129002 号 (2005), 平成 18 年 10 月 3 日付け食安発第 1003001 号 (2006), 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知).
- 6) 「食品中に残留する農薬等に関する試験法の妥当性評価ガイドラインの一部改正について」(平成 22 年 12 月 24 日付け食安発 1224 第 1 号, 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知).
- 7) 小林憲弘, 土屋裕子, 菊池秀樹, 増田潤一, 五十嵐良明:水環境学会誌, 42, 13-25 (2019).

5) 熊本県内における放射能調査 (2021 年度)

北岡宏道 上野一憲 豊永悟史 角田朋生 吉川宗志*

はじめに

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

本報では 2021 年度の調査結果を報告する。

調査方法

1. 調査地点

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



図 1 調査地点

2. 測定方法

測定方法は「環境放射能水準調査委託実施計画書令和 3 年度 原子力規制庁」及び文部科学省放射能測定法シリーズによる。

2.1 全ベータ放射能測定調査

宇土市(本研究所屋上)において、毎日 24 時間降水を捕集し、午前 9 時に回収した(定時降水)。この定時降水を濃縮、乾固し、午後 2 時にベータ線測定装置を用いてベータ線を測定した。

2.2 空間放射線量率調査

・モニタリングポストによる連続測定

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

測定地点：宇土市(本研究所屋上)

熊本市(県庁)

荒尾市(荒尾市役所)

水俣市(県環境センター)

天草市(県天草保健所)

八代市(八代東高校、2021 年 2 月までは八代市役所)

・サーベイメータによる測定

本研究所屋上のモニタリングポスト測定値と比較するため、近傍の露場において、地上高 1m の空間放

射線量率を毎月 1 回、年 12 回実施した。

2.3 ガンマ線放出核種分析調査

・大気浮遊じん

宇土市(本研究所屋上)において、毎月 3 日間、大気浮遊じんをろ紙に吸引採取した。そして、3 ヶ月分のろ紙を併せゲルマニウム半導体検出器を用いて核種分析を行った。この調査を 3 ヶ月に 1 回、年 4 回実施した。

・降下物

宇土市(本研究所屋上)において、1 ヶ月間、降下物を大型水盤に受け、午前 9 時に回収した。この降下物を濃縮し、核種分析を行った。この調査を毎月 1 回、年 12 回実施した。

・陸水(蛇口水)

宇土市(本研究所)において、年 1 回、蛇口から上水道水 100L を採取した。この水道水を濃縮し、核種分析を行った。

・土壌

宇土市(本研究所)において、年 1 回、上層(0~5 cm)と下層(5~20 cm)の土壌を採取した。2 層の土壌はそれぞれ乾燥、粉碎、ふるいわけし、核種分析を行った。

・精米、野菜類(ダイコン、ホウレンソウ)

合志市(熊本県農業研究センター生産環境研究所)

* 現県央広域本部上益城地域振興局保健福祉環境部

回入手した。精米はそのまま核種分析を行い、ダイコン及びホウレンソウはそれぞれ炭化、灰化し、核種分析を行った。

・牛乳

合志市(熊本県農業研究センター畜産研究所)で生産された原乳を年 1 回入手し、ただちに核種分析を行った。

・茶

御船町(熊本県農業研究センター茶業研究所)及びあさぎり町(熊本県農業研究センター球磨農業研究所)で生産された荒茶を年 1 回入手した。これら 2 地点の荒茶はそれぞれ炭化、灰化し、核種分析を行った。

3. 測定装置

3.1 全ベータ放射能測定調査

ベータ線測定装置：日立 JDC-5200

3.2 空間放射線量率調査

モニタリングポスト：アロカ MAR-22

サーベイメータ：アロカ TCS-171

3.3 ガンマ線放出核種分析調査

ゲルマニウム半導体検出器：キャンベラジャパン
GC-3018

調査結果

1. 全ベータ放射能測定調査

定時降水の調査結果を表 1 に示す。81 検体のうち 3 月の 1 検体から 1.6Bq/L (5.2MBq/km²) の全ベータ放射能が検出された。この結果は過去 5 年の年間値と同程度であった。

なお、例年の降水量は 6, 7 月が最大となるが、本年度は 8 月が最大であった。

2. 空間放射線量率調査

モニタリングポストによる連続測定結果の集計結果を表 2 に示す。各地点の平均値は過去 5 年の年間値と同程度であり、全地点における最大値、最小値及び平均値は、それぞれ 89, 26 及び 39nGy/h であった。

宇土市モニタリングポスト近傍露場地上高 1m におけるサーベイメータによる測定結果の最大値、最小値及び平均値は、それぞれ 53, 33 及び 39nGy/h であった。このサーベイメータ平均値は宇土市平均値 29 nGy/h より 10 nGy/h 高い。これは宇土市モニタリングポストの検出器が地上高 14.5m に設置されているのに対し、サーベイメータによる測定は地上高 1m で行うことから、土壌・地質等に由来する放射線量の影響を反映しているものと考えられた。

3. ガンマ線放出核種分析調査

ガンマ線放出核種分析調査結果を表 3 に示す。人工放射性核種 ¹³⁷Cs について、土壌 0~5cm は 1.2 Bq/kg 乾土 (39 MBq/km²)、土壌 5~20cm は 1.6 Bq/kg 乾土 (220 MBq/km²)、茶の最大値は 0.23 Bq/kg 乾物であった。これらの値は過去 5 年間の調査結果の範囲内であった。

なお、その他の人工放射性核種は検出されなかった。

まとめ

2021 年度の熊本県における環境放射能水準調査の全ベータ放射能測定調査、空間放射線量率調査及びガンマ線放出核種分析調査の結果に異常は認められなかった。

謝辞

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

文献

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

表 1 定時降水中の全ベータ放射能調査結果

(調査地点：宇土市)

採取年月	降水量 (mm)	検体数	降 下 量	
			最低値 (Bq/L)	最高値 月間降下量 (MBq/km ²)
2021年 4月	106.5	7	ND	ND
5月	390.2	10	ND	ND
6月	128.1	7	ND	ND
7月	171.0	9	ND	ND
8月	751.2	13	ND	ND
9月	59.0	9	ND	ND
10月	10.4	2	ND	ND
11月	139.9	8	ND	ND
12月	26.8	3	ND	ND
2022年 1月	68.3	3	ND	ND
2月	15.7	2	ND	ND
3月	125.8	8	ND	1.6
年間値	1992.9	81	ND ~	1.6 ~ 5.2
過去5年の年間値	2073.0	94	ND ~	2.3 ~ 15.0

ND：計数値がその計数誤差の3倍以下

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

表2 モニタリングポストによる空間放射線量調査結果

調査地点 (検出器の地上高)	熊本市 (1m)			八代市 (1m)			荒尾市 (1m)			水俣市 (1m)			宇土市 (14.5m)			天草市 (1m)		
	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値
2021年 4月	57	31	34	62	42	45	53	31	34	73	40	43	42	26	28	70	48	50
5月	72	31	35	74	42	45	73	31	35	80	39	43	52	26	29	84	46	51
6月	64	31	34	69	42	45	79	31	34	72	39	43	48	26	29	78	47	50
7月	57	31	33	64	42	44	64	31	34	65	38	42	44	26	28	67	47	50
8月	78	31	35	82	42	45	84	30	36	76	39	43	60	26	29	82	44	51
9月	53	31	34	61	42	45	55	31	34	59	39	43	46	26	28	76	47	50
10月	45	32	35	61	43	45	50	31	35	63	42	44	38	26	29	76	48	51
11月	58	32	35	89	42	46	85	31	35	78	40	44	69	26	29	78	48	52
12月	60	31	34	69	42	44	66	31	34	72	40	42	47	26	28	75	48	50
2022年 1月	59	32	34	88	42	45	63	32	34	70	40	43	53	26	29	85	48	51
2月	55	31	34	64	42	44	51	31	34	68	40	43	43	26	28	72	48	50
3月	60	31	34	74	42	45	61	31	35	78	40	43	45	26	29	76	47	51
年間値	78	31	34	89	42	45	85	30	34	80	38	43	69	26	29	85	44	51
過去5年の年間値	104	31	36	115	42	51	109	30	34	160	38	43	80	25	28	123	43	50

環境放射線データベースから検索・抽出・集計
 八代市：2021年度は八代東高校における測定結果、過去5年の年間値は主に八代市役所における測定結果

表3 ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線放出核種分析調査結果

試料名	調査地点	採取年月	検体数	¹³⁷ Cs			¹³⁴ Cs			¹³¹ I			⁴⁰ K			単位
				2021年度 最低値 最高値	過去5年 最低値 最高値	2021年度 最低値 最高値	過去5年 最低値 最高値	2021年度 最低値 最高値	過去5年 最低値 最高値	2021年度 最低値 最高値	過去5年 最低値 最高値	2021年度 最低値 最高値	過去5年 最低値 最高値			
大気浮遊じん	宇土市	2021年4月 ~2022年3月	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.075	ND	0.12	mBq/m ³		
降下物	宇土市	2021年4月 ~2022年3月	12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.6	ND	3.1	MBq/km ²		
陸水	蛇口水	宇土市	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	160	130	140	mBq/L		
土壌	0~5cm	宇土市	2021年10月	1	1.2	1.2	1.8	ND	ND	ND	190	150	240	Bq/kg乾土		
					39	43	64	ND	ND	ND	6100	5200	8000	MBq/km ²		
精米	5~20cm	宇土市	2021年10月	1	1.6	1.2	2.0	ND	ND	ND	170	160	260	Bq/kg乾土		
					220	74	270	ND	ND	ND	24000	17000	27000	MBq/km ²		
精米	合志市	2021年10月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	21	17	29	Bq/kg生		
野菜類	ダイコン ホウレンソウ	合志市	2021年11月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	77	70	80	Bq/kg生		
					ND	ND	ND	ND	ND	260	210	270				
茶	御船町 あさざり町	2021年5月 2021年4月	2	ND	0.23	ND	0.25	ND	ND	ND	500	450	710	Bq/kg乾物		
牛乳	合志市	2021年8月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	54	48	51	Bq/L		

ND：測定値がその検出限界値未満
-：分析対象外核種等

6) 熊本県の酸性雨長期モニタリング調査結果 (2021 年度)

上野一憲 角田朋生 澤田 愛

はじめに

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

本報では 2020 年度の宇土及び阿蘇一の宮の調査結果について報告する。

調査方法及び分析方法

1. 調査地点及び降水採取方法

過去に実施した地点を含む酸性雨調査地点を図 1 に示した。

2021 年度は宇土(熊本県保健環境科学研究所)及び阿蘇一の宮(熊本県阿蘇地域振興局)の 2 地点で調査を実施した。降水試料の採取は小笠原計器製降水採取器 US-300 型を用い、1 週間ごとの回収を行った。

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

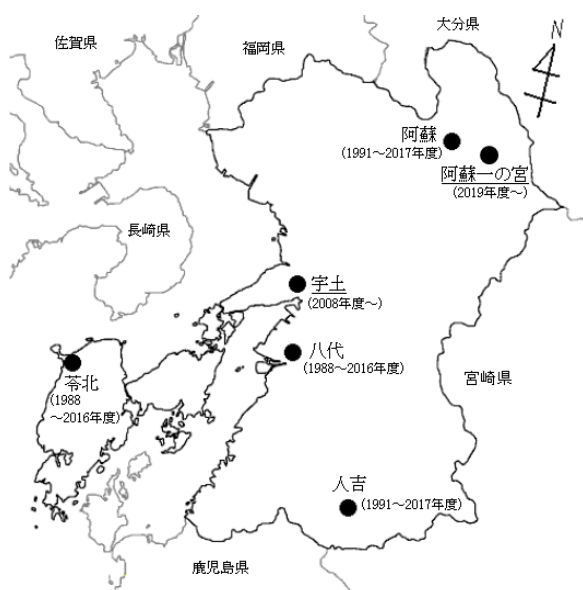


図 1 調査地点

2. 分析方法

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

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

イオン成分分析はダイオネクス製 ICS-1600 を用い、イオンクロマトグラフ法で行った。分析条件として、カチオンについてはカラムとして Dionex IonPacTM CS16、溶離液として 30mmol/L メタンスルホン酸溶液を用い、流速は 1.0mL/min に設定した。また、アニオンについてはカラムとして Dionex IonPacTM AS23、溶離液として 4.5mmol/L Na₂CO₃、0.5mmol/L NaHCO₃ 混合溶液を用い、流速 1.0mL/min に設定した。

調査結果及び考察

1. 2020 年度⁵⁾との比較

表 1 に 2021 年度の調査地点におけるイオン成分総括表を示した。年間降水量は回収時の捕集量から算出した。pH、EC 及びイオン成分濃度の各年平均値は月毎の降水量との加重平均により算出した。

阿蘇一の宮においては 2020 年度と比べ 277.0mm 減少した。また、宇土においては 2020 年度と比べ 260.5mm 減少した。

pH の年平均値について、宇土においては 2020 年度と比べ 0.09 高かった。また、阿蘇一の宮における pH の年平均値は 2020 年度と比べ 0.08 高かった。

EC の年平均値について、宇土においては 2020 年度と比べ 0.27mS/m 低かった。また、阿蘇一の宮においては 2020 年度と比べ 0.09mS/m 低かった。

イオン成分の年平均濃度について、宇土においては主に海塩由来成分である Cl⁻、Na⁺及び Mg²⁺は 2020 年度と比べそれぞれ 2.8µmol/L、2.2µmol/L、0.3µmol/L 低かった。また、SO₄²⁻、NO₃⁻及び NH₄⁺は 2.3µmol/L、2.0µmol/L、2.4µmol/L 低く、K⁺及び Ca²⁺は 0.2µmol/L、0.2µmol/L とわずかに低かった。また、阿蘇一の宮においては SO₄²⁻、NO₃⁻、NH₄⁺、Na⁺、K⁺、Ca²⁺及び Mg²⁺については、それぞれ 2.6µmol/L、1.4µmol/L、7.3µmol/L、

表 1 pH, EC 及びイオン成分総括表^{注1)}

調査地点		pH	EC mS/m	SO ₄ ²⁻ μmol/L	NO ₃ ⁻ μmol/L	Cl ⁻ μmol/L	NH ₄ ⁺ μmol/L	Na ⁺ μmol/L	K ⁺ μmol/L	Ca ²⁺ μmol/L	Mg ²⁺ μmol/L	H ⁺ μmol/L	年間降水量 ^{注2)} mm
阿蘇一の宮 n=39	平均	4.63	1.30	13.0	8.2	15.2	18.8	8.1	1.1	2.7	1.3	23.2	
		4.55	1.39	10.4	6.8	19.3	11.5	6.5	0.8	1.7	1.1	28.3	2151.6
	最高	5.05	3.46	49.7	24.2	75.3	89.5	50.6	7.0	14.3	10.2	101.3	2428.6
	最低	3.99	0.69	6.8	2.1	4.6	6.3	3.7	0.4	0.7	0.5	8.9	
宇土 n=42	平均	4.78	0.91	6.3	7.3	16.7	8.4	13.7	0.8	1.5	1.7	16.6	
		4.69	1.18	8.6	9.3	19.5	10.8	15.9	1.0	1.7	2.0	20.2	2289.5
	最高	5.01	2.56	27.8	15.6	61.6	23.6	52.7	1.8	5.7	6.2	54.9	2550.0
	最低	4.26	0.55	3.1	3.3	8.0	3.6	4.3	0.5	0.7	0.7	9.7	

注1) n: 検体数。平均は分析に供した雨水の降水量を基に加重平均により算出。表中の最高値及び最低値は、月平均(加重平均)値から抽出。
イタリック体: 2020年度の成分加重平均濃度及び降水量。

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

表 2 pH 及び EC の月別平均(加重平均)と月別イオン成分沈着量

調査地点	月	試料数	降水量 ¹⁾ mm	pH	EC mS/m	SO ₄ ²⁻ meq/m ²	nss-SO ₄ ²⁻ meq/m ²	NO ₃ ⁻ meq/m ²	Cl ⁻ meq/m ²	nss-Cl ⁻ meq/m ²	NH ₄ ⁺ meq/m ²	Na ⁺ meq/m ²	K ⁺ meq/m ²	Ca ²⁺ meq/m ²	nss-Ca ²⁺ meq/m ²	Mg ²⁺ meq/m ²	H ⁺ meq/m ²	月別沈着量 meq/m ²
阿蘇一の宮	4	2	35.0	4.52	1.74	1.4	1.4	0.3	0.7	0.3	0.9	0.3	0.0	0.2	0.2	0.1	1.1	5.0
	5	6	599.5	4.63	1.48	19.4	18.8	6.9	9.2	3.8	12.7	4.6	0.8	5.0	4.8	1.9	14.2	74.7
	6	4	97.4	4.85	1.31	3.0	2.9	1.4	1.2	0.1	2.8	0.9	0.1	1.0	1.0	0.3	1.4	12.2
	7	3	358.0	4.72	1.03	7.2	7.0	2.4	2.5	0.5	4.1	1.7	0.2	0.7	0.7	0.5	6.9	26.1
	8	4	551.4	4.80	0.69	7.5	7.2	1.1	2.5	0.1	3.5	2.1	0.2	0.8	0.7	0.5	8.7	26.9
	9	4	99.7	5.05	1.43	3.3	3.1	1.1	1.7	0.1	6.1	1.3	0.4	0.5	0.4	0.4	0.9	15.7
	10	2	29.6	4.77	3.18	2.9	2.8	0.7	1.8	0.0	2.7	1.5	0.2	0.8	0.8	0.6	0.5	11.8
	11	4	120.2	4.31	2.20	3.9	3.7	1.0	4.9	2.1	2.1	2.4	0.1	0.5	0.4	0.6	5.9	21.5
	12	2	28.7	4.14	2.91	1.1	1.0	0.2	1.5	1.0	0.6	0.4	0.0	0.2	0.1	0.1	2.1	6.2
	1	2	46.1	3.99	3.46	1.0	1.0	0.5	3.5	3.0	1.4	0.4	0.0	0.1	0.1	0.1	4.7	11.7
	2	2	20.0	4.61	2.28	1.0	0.9	0.4	1.2	0.2	0.8	0.8	0.0	0.3	0.3	0.2	0.5	5.2
	3	4	166.0	4.71	1.15	4.0	3.9	1.7	2.1	0.9	2.9	1.0	0.1	1.3	1.3	0.4	3.2	16.8
	合計 ^{注2)}	39	2151.6	4.63	1.30	55.7	53.6	17.7	32.8	12.2	40.6	17.5	2.3	11.6	10.8	5.7	50.0	233.9
宇土	4	2	29.1	4.48	1.76	1.0	1.0	0.2	0.7	0.2	2.0	0.4	0.1	0.7	0.7	0.2	1.7	7.1
	5	6	639.1	4.97	0.71	5.9	5.4	4.3	4.6	0.4	1.8	3.6	0.1	0.7	0.5	0.9	2.6	24.5
	6	4	77.0	4.74	1.14	1.7	1.2	0.9	4.6	0.4	1.8	3.6	0.1	0.7	0.5	0.9	2.6	16.9
	7	3	180.1	4.72	1.15	2.1	1.7	2.3	4.3	0.3	3.9	3.4	0.3	0.9	0.7	1.1	7.3	25.7
	8	4	870.2	5.01	0.55	5.4	4.9	2.8	4.8	0.6	3.1	3.6	0.2	0.9	0.8	1.0	5.1	26.9
	9	4	66.5	4.54	1.45	1.5	1.3	0.8	2.5	0.3	1.5	1.8	0.1	0.5	0.4	0.5	2.2	11.5
	10	1	8.8	4.55	1.30	0.2	0.1	0.1	2.7	1.5	0.5	1.0	0.1	0.3	0.2	0.3	4.7	10.0
	11	6	159.7	4.65	1.73	3.2	3.0	2.1	1.9	0.2	0.8	1.5	0.1	0.4	0.3	0.4	2.4	12.8
	12	3	30.4	4.28	2.27	1.1	0.7	0.4	4.0	0.7	1.5	2.9	0.1	0.6	0.5	0.7	5.3	16.6
	1	3	77.3	4.26	1.43	2.0	1.8	1.1	2.7	0.3	1.1	2.0	0.1	0.6	0.5	0.5	3.5	13.6
	2	2	18.8	4.27	2.56	1.0	0.8	0.3	3.2	0.3	2.4	2.4	0.2	0.5	0.4	0.6	4.6	15.4
	3	4	132.5	4.49	1.50	3.8	3.6	1.4	2.4	0.6	2.5	1.5	0.2	0.7	0.6	0.5	5.3	18.2
	合計 ^{注2)}	42	2289.5	4.78	0.91	28.9	25.1	16.8	38.3	1.4	19.3	31.4	1.8	6.9	5.5	7.8	38.0	189.2

注1) オーバーフローした週の降水量は雨量計の降水量を用いて年間降水量を算出

注2) pH及びECは加重平均値

1.6μmol/L, 0.3μmol/L, 1.0μmol/L, 0.2μmol/L と高かった。また, Cl⁻及び H⁺についてはそれぞれ 4.1μmol/L, 5.1μmol/L と低かった。

2. 経月変化

表 2 に 2021 年度の阿蘇一の宮及び宇土における pH 及び EC の月別平均(加重平均)と月別イオン成分沈着量を示した。pH 及び EC の月別平均は降水量との加重平均により算出し, イオン成分沈着量は各イオン成分濃度に降水量を乗じて算出した。

pH では, 阿蘇一の宮で 1 月の 3.99 が最も低く, 次いで 12 月の 4.14, 11 月の 4.31 の順であった。また, 宇土では 1 月の 4.26 が最も低く, 次いで 2 月の 4.27, 12 月の 4.28 の順であった。

EC では, 阿蘇一の宮で 1 月の 3.46mS/m が最も高く,

次いで 10 月が 3.18mS/m, 12 月が 2.91mS/m の順であった。また, 宇土では 2 月の 2.56mS/m が最も高く, 次いで 12 月の 2.27mS/m, 4 月の 1.76mS/m の順であった。いずれも降水量の少ない月に高くなる傾向を示した。

月別イオン成分沈着量では, 阿蘇一の宮では降水量の多かった 5 月, 8 月, 7 月の順に高い値を示した。特に, 5 月は非海塩性である nss-SO₄²⁻が際立って高かった。また, 宇土では降水量の多かった 8 月が最も高く, 次いで 7 月, 5 月の順に高い値を示した。

図 2 に 2021 年度の月別沈着量に対する各イオン成分沈着量の占める割合を示した。阿蘇一の宮ではアニオン成分のうち Cl⁻/SO₄²⁻比で 0.3 (7 月, 8 月) ~ 3.4 (1 月) の間で推移した。また, 宇土では 0.6 (11 月, 3 月) ~ 13.7 (12 月) の間で推移した。

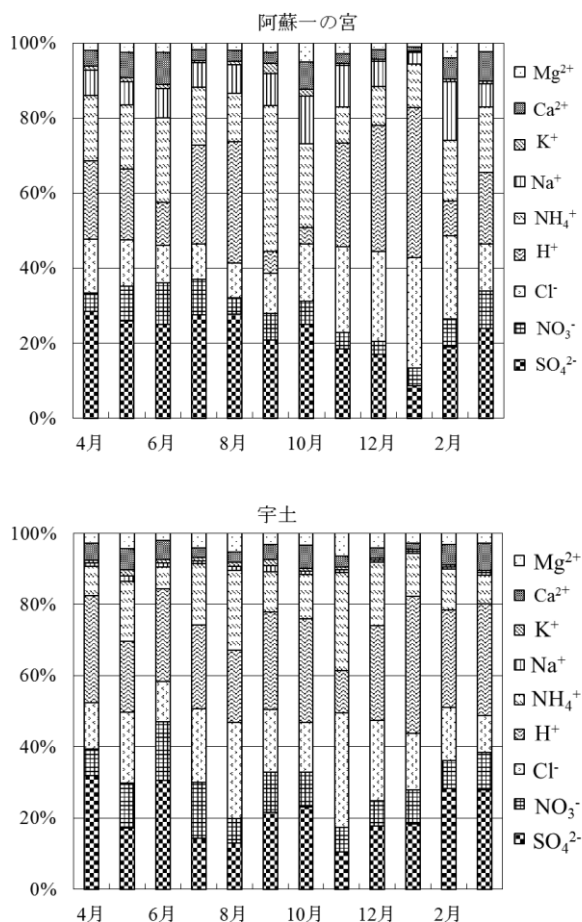


図 2 月別沈着量に対する各イオン成分沈着量の割合

図 3 に H^+ に対する SO_4^{2-} , Cl^- 及び $[SO_4^{2-}+Cl^-]$ の各沈着量間の相関を示した。宇土は対 SO_4^{2-} が高い相関を示し ($r=0.945$)、降水の酸性化に寄与しているものと考えられた。また、阿蘇一の宮は宇土と比べて対 Cl^- が高い相関を示し ($r=0.873$)、両イオンの合計沈着量である $[SO_4^{2-}+Cl^-]$ と H^+ との間でも高い相関を示した ($r=0.918$)。

3. 経年変化

2008 年度から 2021 年度までの平均 pH, EC 及びイオン成分年間沈着量の推移を表 3 に示した。なお、他の調査地点の調査開始 (1989 年度) からのデータは既報⁶⁾を参照されたい。

宇土におけるイオン成分については 2020 年度と比較して低いレベルであった。また、阿蘇一の宮については阿蘇山の火山活動が活発だった 2019 年度は宇土と比較して SO_4^{2-} , Cl^- , H^+ の沈着量が際立って多かったが、2021 年度はイオン種による差はあるものの 2020 年度と同様のレベルであった。

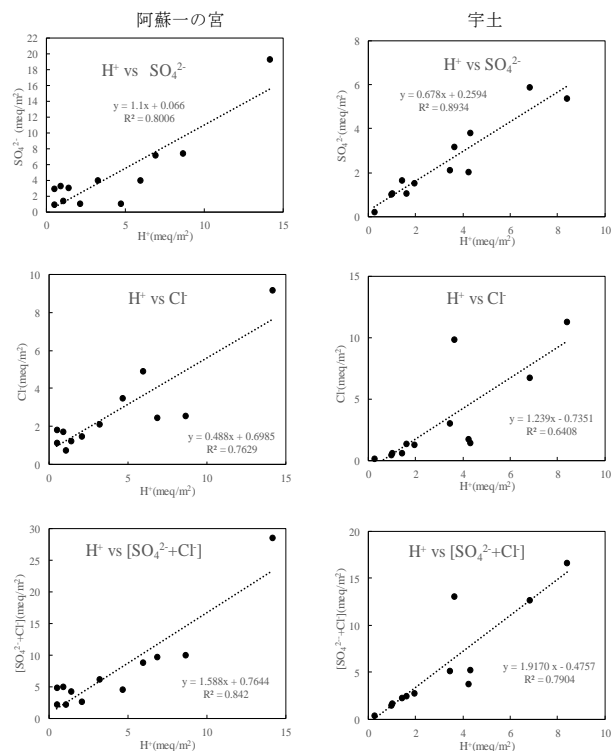


図 3 H^+ に対する SO_4^{2-} , Cl^- 及び $[SO_4^{2-}+Cl^-]$

4. 低 pH (pH4 未満) の降水事例

表 4 に降水試料の pH が 4 未満の事例を示した。宇土においては、pH4 未満の降水試料は 2020 年度の 3 検体から 5 検体に増加した。また、阿蘇一の宮においては、pH4 未満の降水試料は 7 検体から 3 検体に減少した。

表 5 に阿蘇山の噴火警報・予報及び噴火警戒レベルの状況を示した⁷⁾。阿蘇山の火山活動は 2019 年 8 月以降、5 月 2 日～6 月 9 日間に噴火警戒レベルが 2 に引き上げられた期間を除き噴火警戒レベル 1 で推移した。その後、10 月 13 日に噴火警戒レベルが 2 に引き上げられた中、10 月 20 日には噴火が発生して、11 月 18 日まで噴火警戒レベルは 3 に引き上げられた。以後、噴火警戒レベルは 2 月 24 日から 3 月 14 日の間、噴火警戒レベルが 3 に引き上げられた期間を除き噴火警戒レベル 2 で推移した。

これらの阿蘇山の火山活動の状況を踏まえ、阿蘇一の宮の $nss-SO_4^{2-}/SO_4^{2-}$ 比や $nss-Cl^-/Cl^-$ 比が大きいことから火山性ガスの影響によることが考えられた。また、宇土については $nss-SO_4^{2-}/SO_4^{2-}$ 比は大きい、 $nss-Cl^-/Cl^-$ 比は小さいことから、 $nss-SO_4^{2-}$ が降水の酸性化に寄

表3 イオン成分年間沈着量の推移

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

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

表4 低pH(pH4未満)観測事例

地点名	採取期間			降水量 mm	pH	EC mS/m	SO ₄ ²⁻ μmol/L	nss-SO ₄ ²⁻ μmol/L	NO ₃ ⁻ μmol/L	Cl ⁻ μmol/L	nss-Cl ⁻ μmol/L	NH ₄ ⁺ μmol/L	Na ⁺ μmol/L	K ⁺ μmol/L	Ca ²⁺ μmol/L	nss-Ca ²⁺ μmol/L	Mg ²⁺ μmol/L	H ⁺ μmol/L	
	月	週	開始日																
阿蘇一の宮	5	2	5/6	5/10	2.1	3.97	8.52	88.2	87.0	65.6	178.3	154.8	72.3	20.0	3.1	35.3	34.9	7.1	107.2
	9	2	9/6	9/13	5.9	3.92	6.36	88.7	87.8	33.6	37.7	21.8	107.9	13.5	10.0	8.6	8.3	3.0	120.2
	1	1	1/4	1/11	12.3	3.93	4.34	20.2	18.8	33.5	79.0	52.4	43.5	22.6	1.4	3.3	2.8	3.2	117.5
宇土	5	2	5/6	5/10	2.5	3.99	5.35	50.8	48.9	48.2	46.4	10.0	49.2	30.9	2.7	15.8	15.1	5.8	102.3
	9	4	9/21	9/27	3.9	3.93	4.87	39.1	37.7	24.3	52.1	26.7	22.3	21.6	1.0	5.8	5.3	4.0	117.5
	12	3	12/20	12/27	3.0	3.76	6.45	52.8	50.1	39.2	68.1	16.6	26.4	43.9	1.8	4.3	3.3	5.4	173.8
	12	4	12/27	1/4	1.2	3.95	5.59	32.2	27.9	91.6	86.0	2.7	63.7	70.9	3.4	7.4	5.8	8.6	112.2
	1	2	1/11	1/17	1.0	3.90	10.91	80.1	63.8	186.8	307.9	-8.1	219.8	268.7	9.9	15.0	9.0	31.1	125.9

表5 阿蘇山の噴火警報・予報及び噴火警戒レベルの状況(2021年発表履歴)⁷⁾

2019年8月18日~	噴火警戒レベルを1(活火山であることに留意)で推移
2021年5月2日 22時55分	噴火警戒レベルを2(火口周辺規制)に引き上げ
2021年6月9日 11時00分	噴火警戒レベルを1(活火山であることに留意)に引き下げ
2021年10月13日 17時10分	噴火警戒レベルを2(火口周辺規制)に引き上げ
2021年10月20日 11時48分	噴火が発生。火砕流が火口より1km以上に達したことから噴火警戒レベルを3(入山規制)に引き上げ
2021年11月18日 11時00分	噴火警戒レベルを2(火口周辺規制)に引き下げ
2022年2月24日 9時45分	噴火警戒レベルを3(入山規制)に引き上げ
2022年3月14日 11時00分	噴火警戒レベルを2(火口周辺規制)に引き下げ

与していると考えられる。

まとめ

阿蘇一の宮における年平均 pH は 2019 年度に 4.10 と極めて低い pH を示したが, その後の 2 年間は 4.6 前後で推移している。また, 宇土における年平均 pH は 4.7 前後で推移しており, 特異な pH の変化はなかった。

阿蘇一の宮は阿蘇山の火山活動の影響を受けやすいと考えられ, 今後も阿蘇一の宮での降水成分の情報を蓄積することにより阿蘇山の火山活動から排出される SO₄²⁻や Cl⁻の関係を検討していきたい。

謝辞

本調査の実施にあたり, 阿蘇一の宮における降水試

料の採取及び搬入に御協力いただきました阿蘇保健所に深謝いたします。

文 献

- 1) 今村 修, 久保 清: 熊本県衛生公害研究所報, 19, 53 (1989).
- 2) 緒方和博, 矢野弘道, 上野一憲, 今村 修: 熊本県保健環境科学研究所報, 35, 91 (2005).
- 3) 松本依子, 上野一憲, 今村 修: 全国環境研会誌, 33(4), 219 (2008).
- 4) 全国環境研協議会・酸性雨広域大気汚染調査研究部会: 酸性雨全国調査実施要領 (2021 年度).
- 5) 上野一憲, 小原大翼, 澤田 愛: 熊本県保健環境科学研究所報, 50, 69 (2020).
- 6) 宮本 俊, 古澤尚英: 熊本県保健環境科学研究所報, 44, 96 (2014).
- 7) 国土交通省気象庁ホームページ: 月間火山概況・火山活動解説資料/火山活動解説資料 (阿蘇山). http://www.data.jma.go.jp/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/monthly_vact_vol.php?id=503 (2022 年 5 月閲覧) .

3・3 誌上発表論文抄録

Antiviral susceptibilities of avian influenza A(H5), A(H7), and A(H9) viruses isolated in Japan

Jpn. J. Infect. Dis. 75, 4, 398-402 (2022)

E. Takashita*, Influenza Virus Surveillance Group of Japan (Mami Sato, et al.), et al.

*Center for Influenza and Respiratory Virus Research, National Institute of Infectious Diseases, Japan

Circulation of avian influenza A viruses in poultry is a public health concern because these viruses may cause severe disease in humans and have the potential to become more transmissible among humans. Genotypic methods that detect amino acid substitutions associated with antiviral resistance and phenotypic methods that assess viral susceptibility to drugs revealed that these avian influenza A viruses are susceptible to neuraminidase inhibitors and RNA polymerase inhibitors.

国内の *Campylobacter jejuni* 血清型別に対応した改良 Penner PCR 型別法

日食微誌 38, 3, 123-128 (2021)

今野貴之*, 森 美聡ら

*秋田県健康環境センター

我々はこれまで国内で行われてきた血清型別法に即して Poly らの方法を再編し、簡易で国内の *C. jejuni* の疫学解析に適した改良 Penner PCR 型別法を検討した。本研究で検討した改良 Penner PCR 型別法は、国内で疫学解析に利用されてきた主要な血清型を網羅しており、効率的に型別することが可能である。今後、本法を用いて *C. jejuni* の Penner 遺伝子型を把握することによって、*C. jejuni* の疫学解析や食中毒調査における感染源および感染経路の究明に役立つことが期待される。

地方自治体における PM_{2.5} 常時監視ネットワークの効率化の検討 (I)

-Regression Kriging 法による空間濃度分布予測-

大気環境学会誌 Vol57, No2, p.53-65 (2022)

小原 大翼*^{1,2}, 豊永 悟史*^{1,2}, 古澤 尚英*^{2,3}, 荒木 真*⁴, 山本 裕典*^{1,5},

矢野 弘道*^{2,6}, 山崎 文雅*^{1,6}

*¹ 熊本県保健環境科学研究所, *² 熊本県環境生活部環境局環境保全課, *³ 熊本県人吉保健所, *⁴ 大阪大学,

*⁵ 熊本県環境センター, *⁶ 熊本県環境生活部環境局循環社会推進課

近年、PM_{2.5} 濃度は全国的に減少傾向にあり、今後は効率的な測定局の配置への移行を検討する必要がある。本研究では、都道府県等によるPM_{2.5}測定局配置の効率化の検討に活用することを最終的な目的として、九州地域を対象に、Regression Kriging (RK) 法を用いた PM_{2.5} 濃度の空間分布予測を行った。また、越境汚染などの影響を強く受ける九州地域の特性を考慮するため、化学輸送モデルで出力されたPM_{2.5}中の硫酸イオン濃度を広域大気汚染の指標として説明変数に追加することを試みた。日平均値、年平均値及び高濃度平均値の3種類の値にRK 法を適用し、それぞれ交差検証法により予測精度を検証した結果、いずれの値を用いた場合も良好な結果が得られた。日平均値を用いた場合について広域汚染指標を追加しない条件との比較を行ったところ、統計的に有意な予測精度の改善が認められ、測定局ごとに見ても全体の 73% で指標値が改善していた。以上の結果から、いずれの平均値を用いた場合においても予測結果は十分な精度を有していたことが示された。また、地域の特性に応じた説明変数を導入することで、RK 法の予測精度の向上が可能であり、特に測定局の密度が低い地域でその効果が大きいことも示唆された。

地方自治体における PM_{2.5} 常時監視ネットワークの効率化の検討 (II)

—最適解の探索手法の構築—

大気環境学会誌 Vol57, No3, p.77-89 (2022)

豊永 悟史*^{1,2}, 古澤 尚英*^{1,3}, 小原 大翼*^{1,2}, 荒木 真*⁴,
山本 裕典*^{2,5}, 矢野 弘道*^{1,6}, 山崎 文雅*^{2,6}

*¹ 熊本県環境生活部環境局環境保全課, *² 熊本県保健環境科学研究所, *³ 熊本県人吉保健所, *⁴ 大阪大学,

*⁵ 熊本県環境センター, *⁶ 熊本県環境生活部環境局循環社会推進課

大気汚染物質の常時監視を適切かつ効率的に行うことは、それを担う都道府県等にとって重要な課題である。本研究では、PM_{2.5} を対象として、測定局数を減少させた場合に環境基準の評価に与える影響を把握し、最適な効率化配置を探索する手法を開発した。本手法は、次の3ステップで構成される。ステップ1では、既存の測定局配置（既存ネットワーク）と測定局数を減らした後の配置（サブネットワーク）について、前報で示したRegression Kriging法（RK法）による空間濃度分布の予測を行う。この結果に統計検定を適用し、環境基準の評価対象である年平均値等の空間分布に有意差が生じないサブネットワークを抽出する。ステップ2では、ステップ1で抽出されたサブネットワークについて、既存ネットワークから予測される空間濃度分布と比較した場合に、閾値を超える濃度差が生じる陸地面積に基づく指標値を算出した。この指標値が最小となるサブネットワークが最適解となる。ステップ3では、最適解でのRK法の予測結果を、予測に用いていない実測値と比較することで、最適解の妥当性を評価する。この手法を熊本県の実測データに適用したところ、現状より5局少ないサブネットワークにおける最適解が得られ、その妥当性も確認された。本手法は大気汚染常時監視の実務を担う都道府県等で活用可能な手法の一つとなることが期待される。

3・4 学会・研究会発表抄録

3・4・1 所外における学会・研究会

野良ネコのコロナバクテリウム・ウルセランス保有状況調査

令和3年度 獣医学術九州地区学会 令和3年10月22日～10月27日 Webオンデマンド

森 美聡、槐島翔一郎、原田誠也、松本一俊*、八尋俊輔

*現食肉衛生検査所

県内の野良ネコ208頭中7頭（3%）から*C.ulcerans*が検出された。分離株はジフテリア毒素遺伝子を保有し、毒素産生を示した。国内の疫学調査ではイヌ・ネコの保菌率は0～10%とされており、今回の結果もこれらと同様であった。また、今回の分離株のほとんどが同じST337を示したことから、県内にも均一なSTが浸潤していることが示唆された。*C.ulcerans*は動物間で水平伝播する可能性が示唆されていることから、複数頭を飼育する際には十分な対策を講じる必要がある。さらに、動物からヒトへの感染が危惧されており、他の人獣共通感染症と同様に適切な環境で飼育し、加えて飼育動物との過度な接触を避けるとともに、動物と触れ合った際は手指洗浄を励行する必要がある。また、日頃から飼育動物の健康状態を観察することも感染症の予防対策につながると考えられる。

熊本県で発生したC型ボツリヌス菌による食中毒事例について

第95回日本細菌学会総会 令和4年3月29日～3月31日 オンライン

八尋俊輔、森 美聡、前田莉花、原田誠也

ボツリヌス症は、ボツリヌス菌 (*Clostridium botulinum*) 等が産生するボツリヌス神経毒素によって起こる全身の神経麻痺を生じる神経中毒疾患である。2021年7月、医療機関から県内在住の夫婦が複視、言語障害等の症状を示したことから原因究明の検査の依頼があった。今回の事例では、症状や喫食状況からボツリヌス食中毒が疑われたにも関わらず、通常、検出されるA、B、E型のボツリヌス毒素が検出されなかったことから、検査に時間を要した。分離培地での菌の発育やマウスへの接種試験でのマウスの状態も、過去経験した事例と少し異なっており、それらも時間を要した原因となった。今後は、早期から毒素型を幅広く検査できる体制をとることが重要であると考えられた。

コロナ禍の自動車交通量変化を用いた交通由来PM_{2.5}の削減可能性の検討

第62回大気環境学会年会 令和3年（2021年）9月15日～17日 オンライン開催

豊永悟史*¹、小原大翼*^{1,2}、古澤尚英*^{2,3}、中島尚哉*²

*¹ 熊本県保健環境科学研究所, *² 熊本県環境生活部環境局環境保全課, *³ 熊本県人吉保健所

自動車交通（以下「交通」という。）はPM_{2.5}等の大気汚染物質の主要な排出源の一つである。そこで、本研究ではコロナ禍における緊急事態宣言の発令前後の期間を含む2年間の交通量と常時監視測定局における大気汚染物質濃度を用いて、熊本県内の道路沿道における交通由来PM_{2.5}の削減可能性を検討した。結果として、対象期間全体を通して平日（月・土）に比べて休日（日・祝日）の交通量が減少する週内変動が認められた。これに加えて、全国を対象に緊急事態宣言が発令された2020年4-5月に急激な交通量の減少が見られ、その後2020年度を通じて2019年度よりも交通量が減少する傾向が見られた。平日の平均交通量及び休日の平均交通量について、2019年度と2020年度で比較すると、いずれも2020年度は有意に減少していることが示された。交通由来PM_{2.5}濃度を簡易的に推定するために、道路沿道と都市域バックグラウンドの日平均PM_{2.5}濃度の差を求め、2019年度の水道町のPM_{2.5}濃度の年平均値と環境基準（長期基準）の差分を削減するために必要な平日と休日の交通量

の削減量を求めた。結果の妥当性については他の手法も併用して検証する必要があるが、本研究の手法は交通政策と連携した大気汚染対策への活用が期待される。

地方環境研究所の研究成果を行政的に活用していくためには何が必要なのか？

第62回大気環境学会年会 令和3年（2021年）9月15日～17日 オンライン開催

豊永悟史^{*1,2}、小原大翼^{*1,3}、宮崎康平^{*1,4}、古澤尚英^{*1,5}

^{*1} 九州環境政策研究会、^{*2} 熊本県保健環境科学研究所、^{*3} 熊本県環境生活部環境局環境保全課、

^{*4} 福岡県保健環境研究所、^{*5} 熊本県人吉保健所

地方環境研究所（以下「地環研」という。）は、環境行政を推進するための調査研究を行う自治体の機関である。地環研による調査研究の成果は、各自治体の環境政策の立案・実施に活用（以下「行政活用」という。）されるべきものであるが、どの程度行政活用されているのか、その実態を調査した例はない。そこで本研究は、全国的な環境政策課題の一つである PM_{2.5} に関する調査研究を対象に、アンケートによる実態調査を行い、行政活用の多寡に影響する主要な要因を明らかにすることを試みた。2013-2019 年に地環研で実施された調査研究について、研究成果の自治体政策への活用実績を尋ねたところ、「活用実績有」と答えた地環研は全体の 3 割以下であり、「活用実績無」と答えた地環研が 7 割以上を占める結果となった。活用実績と調査研究の実施件数の関係を調べたところ、「活用実績有」と回答した自治体では、調査研究の件数が多いという関係性が認められた。この結果に基づき、地環研をタイプ A（活用有・研究多）、タイプ B（活用無・研究多）、タイプ C（活用無・研究少）の 3 タイプに分類した。地環研のタイプとの関連が認められた要因の一例として、職員の平均在籍年数が挙げられた。

地方環境研究所の研究成果が行政活用されるための条件の探索

環境科学会2021年会 令和3年（2021年）9月10日～11日 オンライン開催

豊永悟史^{*1,2}、小原大翼^{*1,3}、宮崎康平^{*1,4}、古澤尚英^{*1,5}

^{*1} 九州環境政策研究会、^{*2} 熊本県保健環境科学研究所、^{*3} 熊本県環境生活部環境局環境保全課、

^{*4} 福岡県保健環境研究所、^{*5} 熊本県人吉保健所

地方環境研究所（以下「地環研」という。）は、自治体が適切に環境行政を推進するための調査研究を行う機関である。地環研で実施された調査研究の成果は、各自治体の環境政策の立案・実施に活用（以下「行政活用」という。）されることが求められるが、どの程度行政活用されているのか、その実態を調査した例はない。そこで本研究は、全国的な政策課題である PM_{2.5} に関する調査研究を対象に、アンケート調査による実態調査を行い、行政活用の多寡に影響する主要な要因を明らかにすることを試みた。2013-2019 年に実施された調査研究について、研究成果の自治体政策への活用の有無と調査研究の実施件数の関係を調べたところ、「活用有り」と回答した自治体では、調査研究の件数が多いという関係性が認められた。この結果に基づき、地環研をタイプ A（活用有・研究多）、タイプ B（活用無・研究多）、タイプ C（活用無・研究少）の 3 タイプに分類することができた。地環研のタイプと、(i)体制、(ii)行政部署との関係性、(iii)他の研究機関との関係性、(iv)リソースの 4 つの要因との関連を調べた。結果として、(i)と(ii)については研究の行政活用と関連性が認められたが、(iii)と(iv)については直接的には関連性を確認できなかった。

ダイヤルインシステムによる

各部室への直通電話のご案内

(市外局番 0964)

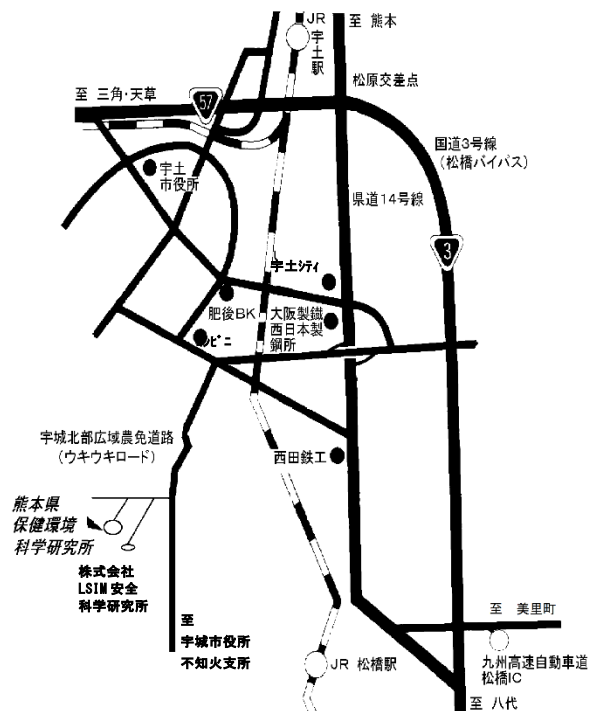
総務課 (代) 23-5771

微生物科学部 23-5794

生活化学部 23-5795

大気科学部 23-5924

水質科学部 23-5936



令和3年度版 所報編集委員会
委員長 廣畑 昌章
副委員長 久保園 一誠
委員 前田 莉花
角田 朋生

宇梶 徳史
出納 由美子

熊本県保健環境科学研究所報

令和3年度 第51号
2021

編集

熊本県保健環境科学研究所
〒869-0425
熊本県宇土市栗崎町 1240-1
TEL (0964) 23-5771 (代)
FAX (0964) 23-5260

熊本県保健環境科学研究所

〒 869-0425 熊本県宇土市栗崎町1240-1
TEL (0964) 23-5771(代) FAX (0964) 23-5260

Kumamoto Prefectural Institute
of Public-Health and Environmental Science

1240-1 Kurizaki-machi, Uto City
Kumamoto 869-0425, Japan

発行者	: 熊本県
所属	: 保健環境科学研究所
発行年度	: 令和4年度 (2022年度)