

福岡市保健環境研究所報

第 5 0 号

令和 6 年度

福岡市保健環境研究所

はじめに

福岡市保健環境研究所は、福岡市民の健康と快適で良好な生活環境を守るため、昭和 45 年 10 月に衛生試験所として発足、平成 9 年 5 月に保健環境研究所として組織再編されました。以来、本市における保健・環境行政の科学的・技術的中核機関として試験研究等に取り組んでまいりました。

当研究所では、感染症や食中毒の原因究明やまん延防止、食品の安全性確保、大気や水質の汚染防止など、保健・環境分野に関する様々な試験検査及び調査研究を実施しております。また、地域、市民に開かれた施設となるよう、併設された保健環境学習室「まもる一む福岡」において、市民の皆様への情報の発信、NPO 等の交流拠点としての活動等に取り組んでおります。

昨今、保健分野においては、パンデミック後の人流回復に伴う新興・再興感染症をはじめとした健康危機の発生、有害物質を含む健康食品による健康被害の発生、環境分野においては、海洋プラスチックや PFAS、気候変動等様々な問題が顕在化しております。当研究所では、これらの問題に対応するために市保健・環境行政部門はもちろん国や九州ブロック地方衛生環境研究所等とも緊密に協力・連携を取りつつ、新たな検査法の確立や体制整備に日々取り組んでいるところです。

今後も社会のニーズ及び変化に柔軟に対応しながら、様々な行政課題の解決に貢献するため、科学的基礎データの収集と調査研究に取り組み、当研究所に課せられた使命を果たすべく努めてまいります。また、感染症、食中毒、環境事故等への健康危機管理体制の強化はもとより、地域に根差した調査研究、情報発信にも引き続き取り組み、地方における中核的な試験研究機関としての役割をしっかりと果たしていく所存です。

このたび、令和 6 年度の業務の成果を所報に取りまとめましたので、ご高覧のうえ、ご指導、ご助言をいただければ幸いに存じます。

令和 7 年 12 月

福岡市保健環境研究所
所長 石井 美栄

目 次

I	施設・機構	
1	沿 革	1
2	施 設	2
3	組織及び事務分掌・職員定数	3
4	職員配置表	4
5	予算（令和7年度当初予算）	4
6	福岡市保健環境研究委員会	5
7	福岡市保健環境研究所倫理委員会	5
8	令和6年度事業実績一覧	6
II	定期業務	
1	微生物（保健科学課）	
1)	細菌担当	9
2)	ウイルス担当	11
3)	感染症担当	11
2	理化学（保健科学課）	
1)	食品化学担当	13
2)	微量分析担当	14
3	環境科学（環境科学課）	
1)	水質担当及び生物担当	28
2)	大気担当	31
4	危機管理	33
III	非定期業務	
1	微生物（保健科学課）	
1)	細菌担当	35
2)	ウイルス担当	35
3)	感染症担当	38
2	理化学（保健科学課）	
1)	食品化学担当	39
2)	微量分析担当	39
3	環境科学（環境科学課）	
1)	水質担当及び生物担当	40
2)	大気担当	41
IV	情報発信・提供事業	
1	保健環境学習室「まもる一む福岡」	43
2	体験学習，出前講座等	46
3	施設見学・視察の受け入れ	47
4	広報誌等における情報の発信	47
5	調査研究等報告会	47

V	技術研修等	
1	指導研修	49
2	学会，研修等（WEB 等を含む）	49
VI	報告・ノート	
1	福岡市における RS ウイルスのゲノム解析（2024 年度）	55
	讃井武蔵 ほか	
2	パルスフィールドゲル電気泳動法の迅速・簡便化の検討	59
	阿部有利 ほか	
3	しょう油のパラオキシ安息香酸エステル類一斉試験法の妥当性確認	64
	栗屋真紀 ほか	
4	紅麹サプリメントによる健康被害の原因物質であるプベルル酸の HPLC 測定	68
	佐多建一 ほか	
5	ツキヨタケの遺伝子検出試験のための DNA 抽出法比較	71
	近藤芳和子 ほか	
6	野菜中のジクワット・パラコート等分析におけるミックスモード型イオン交換固相を用いた精製方法	75
	増田栞 ほか	
7	博多湾におけるトリブチルアミンの分析	80
	嶋田誠 ほか	
8	化学物質の網羅的簡易迅速測定法を用いた福岡市内河川水の分析（2024 年度）	85
	井戸下風花 ほか	
9	福岡市内河川の底生動物を用いた環境評価－那珂川，2024 年－	93
	有本圭佑 ほか	
10	福岡市における光化学オキシダント環境基準超過時の流跡線解析	104
	島田友梨	
11	福岡市における光化学オキシダント高濃度事例の発生要因解析	110
	辻井温子 ほか	

VII 資 料

1	令和 6 年度 食中毒・相談等に伴う保健所からの依頼検査	119
2	令和 6 年度 感染症発生動向調査事業関連のウイルス検査結果	123
3	SARS-CoV-2 ゲノム解析結果（2024 年度）	125
4	令和 6 年度 ノロウイルス遺伝子型解析結果	128
5	令和 6 年度 三類感染症発生状況	129
6	令和 6 年度 薬剤耐性菌の分子疫学解析結果	132
7	食品に関する相談事例（令和 6 年度）	139
8	令和 6 年度 主要食品添加物の検出状況	143
9	ICP-MS による食品中の金属に関する試験法の妥当性確認	144
10	健康危機管理対応模擬訓練における自然毒（アトロピン及びスコポラミン）の分析	149
11	令和 6 年度 水質関係相談処理等依頼検査一覧	154
12	飲用井戸水の水質検査における全有機炭素（TOC）試験法の妥当性評価	155
13	公共用水域における PFOS, PFOA 及び PFHxS の一斉分析	157
14	フェニル誘導体化-GC-MS 法による地下水中のアルキル水銀のスクリーニング分析法	160
15	博多湾における環境 DNA 技術を用いた魚類モニタリング調査（令和 6 年度）	163
16	PM _{2.5} 成分組成（令和 6 年度）	166
17	令和 6 年度 福岡市の酸性雨調査結果	170
18	熱中症リスク把握のためのメッシュ農業気象データの有用性評価	176

VIII 学会等発表抄録

1	令和 6 年度 学会誌等論文発表	179
2	令和 6 年度 学会等口頭発表（WEB 等を含む）	180

I 施 設 ・ 機 構

1 沿 革

昭和 45 年 10 月	保健所検査室を統合し、1 所（課）、3 係（職員数 13 名）で衛生試験所発足。
昭和 48 年 4 月	部長を新設。1 所（部）、1 次長（課）、3 係（職員数 29 名）となる。
昭和 50 年 4 月	1 所（部）、2 課、3 係（職員数 36 名）となる。
昭和 58 年 4 月	1 所（部）、2 課、4 係（職員数 36 名）となる。
昭和 61 年 4 月	1 所（部）、2 課、4 係、1 主査（職員数 36 名）となる。
平成 元年 4 月	1 所（部）、2 課、4 係、2 主査（職員数 36 名）となる。
平成 2 年 3 月	旧第一病院の仮庁舎に移転。
平成 4 年 4 月	1 所（部）、2 課、4 係、4 主査（職員数 39 名）となる。
平成 5 年 4 月	1 所（部）、2 課、4 係、4 主査（職員数 41 名）となる。
平成 7 年 4 月	1 所（部）、2 課、4 係、5 主査（職員数 42 名）となる。
平成 8 年 4 月	1 所（部）、2 課、5 係、6 主査（職員数 43 名）となる。
平成 9 年 4 月	1 所（部）、3 課、5 係、6 主査（職員数 43 名）となる。
平成 9 年 5 月	保健環境研究所として新たに発足。「まもる一む福岡」オープン。
平成 11 年 4 月	1 所（部）、3 課、5 係、5 主査（職員数 42 名）となる。
平成 12 年 4 月	保健福祉局から環境局へ移管、1 所（部）、3 課、1 係、9 主任研究員（職員数 43 名）となる。 （技術職の係長、主査制を廃止。主任研究員制とする。）
平成 12 年 10 月	廃棄物試験研究センターが課長制で発足。保健環境研究所の所属となる。1 所（部）、3 課、1 所（課）、1 係、12 主任研究員（職員数 52 名）となる。
平成 13 年 4 月	スタッフ制導入（課長制を廃止し、主席研究員制とする）。1 所（部）、3 主席研究員、1 所（課）、1 係、12 主任研究員（職員数 49 名）となる。
平成 15 年 4 月	環境局環境啓発課の環境情報係及び主査（有害汚染物質専任）を保健環境研究所に移管し、企画調整課を新設。1 所（部）、1 課、2 主席研究員、1 所（課）、2 係、1 主査、12 主任研究員（職員数 53 名）となる。
平成 19 年 4 月	企画調整課を廃止。企画調整係を総務係に名称変更し、環境情報係・主査（有害汚染物質専任）を環境対策推進部環境保全課に移管。また、環境科学部門の博多湾担当を廃止し、環境生物担当は水質担当に名称を変更。1 所（部）、2 主席研究員、1 所（課）、1 係、11 主任研究員（職員数 46 名）となる。
平成 20 年 4 月	主席研究員を廃止し、環境科学課と保健科学課を設置。総務係を管理係とし、環境科学課に移管。1 所（部）、2 課、1 所（課）、1 係、11 主任研究員（職員数 46 名）となる。
平成 23 年 4 月	廃棄物試験研究センターの工場担当と埋立場担当を統合し、処理施設担当とする。1 所（部）、2 課、1 所（課）、1 係、10 主任研究員（職員数 46 名）となる。
平成 24 年 4 月	新設の環境監理部に環境科学課及び保健科学課を統合。保健環境研究所長を同部長が兼任、また、廃棄物試験研究センターを廃止し、主任研究員以下を環境科学課に統合。保健環境研究所は、2 課、1 係、10 主任研究員（職員 43 名）体制となる。
平成 26 年 4 月	環境監理部より分離。所長は同部長が兼任。副所長を新設（環境科学課長が事務代理）。保健環境管理課を新設し、環境科学課の管理係、資源化担当及び処理施設担当を移管。1 所（部）、3 課、1 係、10 主任研究員（職員 44 名）体制となる。
平成 27 年 4 月	環境科学課環境化学担当、水質担当を環境水質担当、博多湾担当に名称を変更。
平成 28 年 4 月	保健環境管理課管理係を 1 名増員し、職員 45 名体制となる。
平成 29 年 4 月	環境科学課環境水質担当を水質担当に、博多湾担当を生物担当に名称を変更。
平成 30 年 4 月	副所長を廃止。保健環境管理課を廃止し、管理係及び主任研究員以下を環境科学課に統合。保健環境研究所は、2 課、1 係、10 主任研究員（職員 44 名）体制となる。
平成 31 年 4 月	環境科学課管理係を 1 名減員し、職員 43 名体制となる。
令和 3 年 4 月	保健科学課ウイルス担当を 1 名増員し、職員 44 名体制となる。
令和 3 年 10 月	保健科学課ウイルス担当主任研究員を 1 名増員し、職員 45 名体制となる。
令和 4 年 4 月	保健医療局を新設。保健環境研究所は環境局から保健医療局へ移管。環境科学課資源化担当及び処理施設担当は環境局に残置し、廃棄物試験研究センターとして環境監理部に課長制で発足。保健環境研究所長は専任とし、保健科学課ウイルス担当を 1 名減員。1 所（部）、2 課、1 係、9 主任研究員（職員 36 名）体制となる。
令和 5 年 4 月	保健科学課ウイルス担当主任研究員 1 名及び環境科学課管理係 1 名を減員し、職員 34 名体制となる。
令和 6 年 4 月	保健科学課健康危機管理担当主任研究員 1 名を増員し、職員 35 名体制となる。

2 施 設

敷地面積：2,725.65m²

延床面積：7,384.41m²（うち、まもる一む福岡 550m²）

高 さ：28.4m

構造規模：鉄骨鉄筋コンクリート造地上5階

1階 まもる一む福岡

2階 会議室・技術研修室

3階 所長室・情報資料室

環境科学課（管理係）

保健科学課（微生物）

〔細菌担当，ウイルス担当，感染症担当，健康危機管理担当〕

4階 保健科学課（理化学）

〔食品化学担当，微量分析担当〕

5階 環境科学課（環境科学）

〔水質担当，生物担当，大気担当〕

3 組織及び事務分掌・職員定数

(令和7年5月1日現在)

所長 (35)	保健科学課 (22)	主任研究員 【細菌担当】	(4)
		1 食中毒及び食品の細菌検査並びに調査研究	
		2 環境衛生及び環境保全関係の細菌検査並びに調査研究	
		主任研究員 【ウイルス担当】	(3)
		1 ウイルス検査及び調査研究	
		2 感染症発生動向調査事業検査	
		主任研究員 【感染症担当】	(3)
		1 感染症の細菌検査及び調査研究	
		2 感染症発生動向調査事業検査	
		主任研究員 【健康危機管理担当】	(1)
		1 健康危機管理に関する企画、計画及び訓練等	
		主任研究員 【食品化学担当】	(6)
	環境科学課 (12)	1 食品及び添加物の化学検査並びに調査研究	
		2 食中毒・相談の化学検査及び調査研究	
		3 家庭用品及びその他衛生化学検査並びに調査研究	
		主任研究員 【微量分析担当】	(4)
		1 食品の残留農薬・動物用医薬品・カビ毒等の検査及び調査研究	
		2 食品及び血液中のPCB等汚染物質の検査及び調査研究	
		管理係	(2)
		1 所の所掌事務に関わる連絡調整・予算・決算・経理及び一般庶務	
		2 保健環境研究所の庁舎管理	
		3 保健環境学習室の運営管理	
		主任研究員 【水質担当】	(3)
		1 水質理化学検査（飲用水，地下水等）	
		2 微量化学物質の検査及び調査研究	
		主任研究員 【生物担当】	(3)
		1 水質理化学検査（特定事業場排水，浄化槽放流水等）	
		2 博多湾の調査研究	
		3 環境生物の調査研究	
		主任研究員 【大気担当】	(3)
		1 大気汚染物質の検査及び大気等に係る調査研究	

*他に会計年度任用職員（検査員等）11名を配置

4 職員配置表

(令和7年5月1日現在)

課 \ 職 種	技術職					事務職	会計 年度 任用 職員	計
	医師	衛生 管理	獣医 師	臨床 検査 技師	化学			
所 長 (部 長)	1							1
保 健 科 学 課 (微 生 物)		10※	1	1			(4)	12 (4)
保 健 科 学 課 (理 化 学)		8	2				(2)	10 (2)
環 境 科 学 課 (管 理 係)		1※				2	(2)	3 (2)
環 境 科 学 課 (環 境 科 学)		8			1		(3)	9 (3)
計	1	27	3	1	1	2	(11)	35 (11)

※保健科学課長は微生物、環境科学課長は管理係でそれぞれ計上

5 予 算 (令和7年度当初予算)

1) 歳入

(単位：千円)

科 目	保 健 社 会 福 祉 施 設 使 用 料	保 健 研 究 所 手 数 料	感 染 症 対 策 費 金	環 境 民 生 受 入 金	雇 用 保 険 料	厚 年 生 金 保 険 料	衛 生 施 設 整 備 事 業 に 充 当 す る 起 債	そ の 他 の 雑 入	計
金 額	250	1,265	6,000	2,871	216	3,334	67,000	419	81,355

2) 歳出

(単位：千円)

区 分	保 健 生 衛 生 総 務 費	感 染 症 対 策 費 (健康危機管理課・感染症対策課令達分)	保 健 衛 生 総 務 費 ・ 環 境 衛 生 費 (医薬務・衛生推進課令達分)	保 健 所 費 (地域医療課令達分)	食 品 衛 生 費 (食品安全推進課令達分)	動 物 園 費 環 境 対 策 費 (他局令達分)	計
報 酬	22,814						22,814
給 料	2,379						2,379
職 員 手 当 等	9,808						9,808
共 済 費	9,819						9,819
報 償 費	456						456
旅 費	4,960	199	56	62	460		5,737
需 用 費	印刷消耗品費	11,756	21,468	3,800	19,358	26,470	82,852
	被 服 費	52					52
	光 熱 水 費	24,183					24,183
	修 繕 料	393					393
役 務 費	6,807	183					6,990
委 託 料	92,752	609				2,572	95,933
自 動 車 借 上 料	0						0
借 損 料	115,647					6,036	121,683
工 事 請 負 費	90,000						90,000
機 械 器 具 等	24,587						24,587
諸 会 議 費 負 担 金	1,002	21			42		1,065
計	417,415	22,480	3,856	62	19,860	35,078	498,751

6 福岡市保健環境研究委員会

市民の健康を守り生活環境を保全するため、保健環境研究所が実施する調査研究に対して、専門的・客観的な立場から指導・助言を得ることを目的として、学識経験者と行政の委員からなる研究委員会を設置している。

1) 所掌事務

- ・調査研究に関する提言
- ・調査研究に関する指導・助言
- ・調査研究に関する評価
- ・その他調査研究に関し必要な事項

2) 委員（定員 20 人以内）

- ・学識経験を有する者（8 人）
- ・市職員（3 人）

3) 令和 6 年度の開催状況

- ・開催日時 令和 6 年 7 月 26 日（金）10：00～12：00
- ・場 所 保健環境研究所会議室
- ・議 題
 - (1) 調査研究実施計画（新規調査研究）について（3 件）
3 層固相ミニカラムを用いた農産物中の残留農薬迅速一斉分析法の開発
新規妥当性確認ガイドラインに対応した食品添加物一斉分析法の開発
博多湾における環境 DNA を用いた魚類のモニタリング
 - (2) 調査研究最終報告について（3 件）
環境 DNA 技術を用いた魚類のモニタリング調査手法の検討
福岡市における光化学オキシダントの長期的な推移と高濃度要因の検討
薬剤耐性菌の分子疫学解析法（PFGE 法）の検討

7 福岡市保健環境研究所倫理委員会

保健環境研究所で実施する研究について、「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」（令和 3 年 3 月 23 日 文部科学省・厚生労働省・経済産業省告示第 1 号）に基づき意見収集を行うため、福岡市保健環境研究所倫理委員会を設置している。

1) 目的

次に掲げる事項について、参考となる意見を収集する。

- ・研究計画（変更を含む）に関すること
- ・不服申し立てに関すること
- ・研究報告に関すること
- ・試料及び情報の外部提供に関すること
- ・その他研究の実施に関して必要な事項

2) 委員（定員 7 人以内）

- ・医学、医療の専門家等自然科学の有識者（2 人）
- ・倫理学、法律学の専門家等人文、社会学の有識者（1 人）
- ・研究対象者の観点も含めて一般の立場から意見を述べることができる者（2 人）
- ・研究所に所属する者（1 人）

3) 令和 6 年度の開催状況

- (1) 福岡市保健環境研究所倫理委員会設置要綱第 7 条に基づく迅速な意見収集（令和 6 年 5 月 14 日）
研究の名称：「血中 PCB 分析における低温アルカリ分解法の検討」

8 令和6年度事業実績一覧

1) 試験・検査, 信頼性確保等事業

	部門 (担当課)	項 目 名	検体数	項目数	
(1) 試験・検査等	微生物 (保健科学課)	定期業務 食品収去検査	906	2,471	
		環境衛生関係検査（プール、浴場水等）	385	449	
		環境保全関係検査（事業場排水）	27	27	
		井戸水等細菌検査	1,207	2,085	
		HIV検査	2,423	2,459	
		蚊のウイルス検査	0	0	
		感染症発生動向調査事業（ウイルス検査）	129	235	
		感染症発生動向調査事業（細菌検査）	40	86	
		腸内病原菌検査（赤痢、チフス、O157等）	1,865	5,595	
		梅毒検査	2,181	4,362	
		結核菌遺伝子型別検査	41	41	
		非定期業務 行政からの依頼検査（細菌）	511	2,479	
		行政からの依頼検査（ウイルス）	479	1,361	
		行政からの依頼検査（新型コロナウイルス関連）	676	1,221	
		感染症発生動向調査ウイルス検査（全数把握）	180	550	
		感染症法に基づく細菌検査	395	395	
		行政からの依頼検査（感染症）	137	144	
		小 計	11,582	23,960	
	理化学 (保健科学課)	定期業務 食品等行政収去検査	451	13,290	
		家庭用品試買検査	30	42	
		非定期業務 行政からの依頼検査（食品衛生法関係）	23	38	
		行政からの依頼検査（その他）	11	72	
		委託事業（血中PCB）	34	34	
		小 計	549	13,476	
	環境科学 (環境科学課)	定期業務 公共用水域及び地下水等の水質検査	180	1,812	
		公共用水域の底質調査	17	34	
		特定事業場検査	31	248	
		生活衛生関係検査	80	327	
		井戸水等検査	989	8,157	
		保健環境研究所排水検査	4	120	
		博多湾プランクトン調査	96	96	
		大気検査	322	8,298	
		非定期業務 行政からの依頼検査	90	600	
		環境省委託調査	4	14	
		その他の調査	68	100	
		小 計	1,881	19,806	
		計	14,012	57,242	
	(2) 信頼性確保等	微生物 (保健科学課)	外部精度管理	38	39
			内部精度管理	233	268
			機器日常検査等	13,400	13,400
			小 計	13,671	13,707
		理化学 (保健科学課)	外部精度管理	35	85
			内部精度管理	176	5,203
機器日常検査等			2,653	2,653	
妥当性評価			349	29,221	
小 計			3,213	37,162	
環境科学 (環境科学課)		外部精度管理	7	38	
		内部精度管理	153	1,074	
		妥当性評価	32	52	
		小 計	192	1,164	
計		17,076	52,033		
総 計		31,088	109,275		

2) 情報提供, 技術研修, 研究発表等

区	分	件数(回数)	人数
情報提供・啓発	まもる一む福岡による講座・イベント等	229	5,244
	体験学習，講座等	9	149
	施設見学・視察の受け入れ	5	28
	広報誌等における情報提供	4	-
	調査研究等報告会	7	81
	計	254	5,502
技術研修等	研修生受入	6	35
	講師派遣	-	-
	学会，研修等派遣	99	257
	計	105	292
調査・研究	紙上発表		
	学会誌等	1	-
	所報	18	-
	小　計	19	-
	口頭発表等		
	学会・協議会等	7	-
小　計	7	-	
計	26	-	
総　　計		385	5,794

3) 調査研究等一覧

部門 (担当課)	タイトル	概要	実施計画期間
微生物 (保健科学課) 4件	浴槽水等の細菌群集構造（細菌叢）解析	レジオネラ属菌対策に資するため、レジオネラ属菌を検出した複数の浴槽水等の細菌群集構造（細菌叢）を解析し、共通して存在する菌等に関する知見を得、その知見からレジオネラ属菌汚染の指標への活用の可能性を検討する。	R4年度～R6年度
	次世代シーケンサーを用いた臨床検体中の病原ウイルスの探索	感染症発生時において、その後の感染拡大を防止するために、迅速かつ網羅的に病原体を探索し、特定することが求められている。次世代シーケンサーを活用した手法により、迅速かつ網羅的に病原ウイルスを探索することを目的とする。	R5年度～R7年度
	パルスフィールドゲル電気泳動法の迅速・簡便化の検討	分子疫学解析法として有用なパルスフィールドゲル電気泳動（PFGE）法について、検査の簡便化と迅速化を図るため、改良非酵素法及び溶菌酵素処理方法の改良と改良非酵素法を組み合わせた迅速法の適用菌種の検討を行い、マニュアルを作成して検査体制を整備する。	R6年度
	EMA-qPCR法による浴槽水中レジオネラ属菌の分析	レジオネラ属菌を迅速に検出するため、レジオネラ属菌の検出のために採取された浴槽等の検体を使用し、EMA-qPCR法について検討する。	R6年度～R9年度
理化学 (保健科学課) 2件	3層固相ミニカラムを用いた農産物中の残留農薬迅速一斉分析法の確立	農産物中の残留農薬検査の迅速化及び有機溶媒使用量削減を目的として、3層固相ミニカラムを用いた農産物中の残留農薬迅速一斉分析法を確立する。	R5年度～R7年度
	新規妥当性確認ガイドラインに対応した食品添加物一斉分析法の開発	当所で実施する食品添加物分析の大部分を占めている保存料、甘味料及び酸化防止剤について、一斉試験法を開発する。測定には、精密質量による定性能力に優れた高速液体クロマトグラフ-四重極/飛行時間型質量分析計（LC-Q/TOFMS）を使用する。	R6年度～R8年度
環境科学 (環境科学課) 5件	災害時等における化学物質の網羅的簡易迅速測定法を活用した緊急調査プロトコルの開発	災害時等における有害化学物質漏洩等の危機管理事案に対し、迅速に原因物質の推定を行う網羅的簡易迅速測定法を活用したプロトコルの開発を行う（Ⅱ型共同研究）。	R4年度～R6年度
	福岡市における環境水中の抗菌薬の実態調査	環境水に対する影響評価を目的として、当所で実施したヒト用医薬品の実態調査から10年が経過した。そこで、現在の福岡市において、既存の医薬品のうち使用量が多く難分解性の抗菌薬に着目し、LC-MS/MSによる水環境中の抗菌薬の実態調査を行う。	R5年度～R7年度
	海域における気候変動と貧酸素水塊（DO）/有機物（COD）/栄養塩に係る物質循環との関係に関する研究	博多湾の環境保全に資するため、課題となっている貧酸素水塊や気候変動が及ぼす影響把握などに関する調査研究を行う。（Ⅱ型共同研究）	R5年度～R7年度

博多湾における環境DNAを用いた魚類のモニタリング	博多湾の環境基準点において各季節ごとに採水，DNA分析及び解析を行い，魚類のモニタリングに適切な地点や時季及び地点数の検討を行う。	R6年度～R8年度
光化学オキシダント等の変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み	光化学オキシダントの高濃度化因子解明のため，高濃度となる気象条件や，Ox生成に寄与する物質の解析を行う（II型共同研究）。	R4年度～R6年度

4) 研究協力等一覧

部門 (担当課)	概要
微生物 (保健科学課) 4件	EHECの検出状況解析への協力及びMLVA・PFGEの精度管理に参加した。（厚生労働科学研究費 新興・再興感染症及び予防接種政策推進研究事業） SFTS疑いの検体及びSFTS陽性検体の提供，病原体の解析手法の共有並びにアンケート調査の協力（厚生労働科学研究費 新興・再興感染症及び予防接種政策推進研究事業 国内の野生動物等における動物由来感染症サーベイランス等のワンヘルス・アプローチの推進のための調査研究 分担研究課題：九州地域における動物由来感染症サーベイランス体制の強化のための研究） 福岡市におけるHIV発生動向分析のためHIV陽性検体を提供した。（厚生労働科学研究補助金 エイズ対策政策研究事業 日本におけるHIV感染症の動向把握に関する研究） 急性呼吸器症状を呈する患者から採取された検体からの病原体の検出を担当し，結果を報告した。（日本医療研究開発機構研究費 RSウイルス感染症サーベイランスシステムの整備・流行動態解明および病態形成・重症化因子の解明に関する開発研究）
環境科学 (環境科学課) 1件	全国の一般居住住宅の室内空気汚染実態を明らかにすることを目的とした全国実態調査に参加した。（国立医薬品食品衛生研究所依頼）

Ⅱ 定 期 業 務

1 微生物（保健科学課）

定期業務として、食品衛生法、感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律（以下、「感染症法」とする。）及び感染症発生動向調査に基づく細菌及びウイルスの検査を行った。

1) 細菌担当

食品衛生法及び環境衛生・環境保全関係の法令に基づき、行政収去による各種細菌検査及び市民等からの依頼による井戸水等の細菌検査を実施した。

表 1 検体数総括

区 分	検体数	項目数
食品収去検査	906	2,471
環境衛生関係検査	385	449
環境保全関係検査	27	27
井戸水等検査	1,207	2,085
計	2,525	5,032

(1) 食品収去検査

食品収去検査は 906 検体、2,471 項目実施した。食品分類別検体数及び項目数を表 2 に示す。

(2) 環境衛生関係検査

環境衛生関係検査はプール水及び公衆浴場等浴槽水の細菌検査を実施した。検体数及び項目数を表 3 に示す。

(3) 環境保全関係検査

環境保全関係検査は、事業場排水の細菌検査（大腸菌群）を 27 検体実施した。

(4) 井戸水等検査

井戸水等の細菌検査は 1,207 検体実施した。検体数及び項目数を表 4 に示す。

表 4 井戸水等検査検体数及び項目数

区 分	検体数	項目数	項目	
			一般細菌数	大腸菌
細菌検査	1,207	2,085	895	1,190

(5) 精度管理

検査の信頼性を確保するための精度管理の実施状況総括を表 5 に示す。

外部精度管理として「2024 年度食品衛生外部精度管理調査」11 検体、「レジオネラ属菌検査の精度管理の調査研究」2 検体、国立感染症研究所が行う外部精度管理事業「腸管出血性大腸菌の遺伝子検査」4 検体及びパルスネット九州ブロック精度管理における「腸管出血性大腸菌（EHEC）の反復配列多型解析法（MLVA 法）」4 検体について実施した。

内部精度管理として、食品収去検体と並行して実施する陽性対照確認試験 78 検体及び市内の食品衛生検査施設間比較による精度管理 14 検体実施した。

機器の日常検査は 5,385 件実施した。

表 5 精度管理の実施状況総括

区分	検体数	項目数
外部精度管理	21	22
内部精度管理	92	92
機器日常検査	5,385	5,385
計	5,498	5,499

表 3 環境衛生関係検体数及び項目数

区 分	検体数	項目数	項目					
			一般細菌数	大腸菌群	黄色ブドウ球菌	大腸菌	レジオネラ属菌	官能検査
プール水	68	119	51			51	17	
公衆浴場等浴槽水	313	313					313	
飲用温泉水	1	2	1	1				
リネンサプライ等	3	15	3	3	3			6
計	385	449	55	4	3	51	330	6

表 2 食品収去検査食品分類別検体数及び項目数

食品分類	検体数	検査項目数計	生菌数	大腸菌群	黄色ブドウ球菌	サルモネラ属菌	E. coli	カンピロバクター	乳酸菌	腸炎ビブリオ	恒温試験	細菌試験	リステリア・モノサイトゲネス
牛乳・加工乳・乳飲料	2	6	2	2	2								
乳製品	2	3		1					1				1
アイスクリーム類	54	155	53	54	48								
氷雪	3	6	3	3									
清涼飲料水	58	116	58	58									
魚介類	136	272	136	45						91			
卵類	6	6				6							
肉類	7	14				4		10					
食肉製品類	6	18			6	6	6						
鯨肉製品類	1	1		1									
冷凍食品	6	12	6	5			1						
菓子類	125	408	125	125	125	33							
めん類	36	108	36	16	36		20						
豆腐類	13	26	13	13									
漬物類	12	19					12			7			
弁当及びそうざい	430	1,280	430	412	428	10							
容器包装詰加圧加熱殺菌食品	6	12									6	6	
その他	3	9	3	3	3								
計	906	2,471	865	738	648	59	39	10	1	98	6	6	1

2) ウイルス担当

早期発見のために保健所が受け付けた HIV の血清検査及び調査業務として感染症発生動向調査に関わるウイルス検査を行った。各試験検査の検体数及び項目数を表 6 に示す。

表 6 検体数総括

区分	検体数	項目数
市民からの依頼検査		
HIV 検査	2,423	2,459
調査業務		
感染症発生動向調査 (定点把握・ウイルス)	129	235
計	2,552	2,694

(1) HIV 検査

昭和 62 年 10 月から HIV (HIV-1, HIV-2) 検査を保健所で受け付け、当所で検査を実施している。

令和 6 年度は 2,423 検体のスクリーニング検査を実施し、このうちスクリーニング検査陽性の 18 検体について、確認検査（抗体検査 18 件、抗原検査 18 件）を行った結果、14 検体が陽性（0.58%）であった。

(2) 感染症発生動向調査（定点把握・ウイルス）

感染症発生動向調査は、8 医療機関に 9 つの病原体定点が指定されており、当所で検査を実施している。

令和 6 年度は患者 112 名から採取された 129 検体について、ウイルス分離等を行った（詳細は「Ⅶ 資料」に掲載）。

(3) 精度管理

検査の信頼性を確保するための精度管理の実施状況を表 7 に示す。

外部精度管理は、厚生労働省が行う外部精度管理事業「麻しん・風しんウイルスの遺伝子解析」2 検体及び国立感染症研究所が行う「インフルエンザウイルス分離培養・亜型同定技術に関する実態調査（iTips 2024）」5 検体について実施した。

内部精度管理として、検査に使用する培養細胞のマイクプラズマ汚染否定試験を 1 回 4 検体実施した。また、PCR によるウイルス遺伝子検出確認試験を 13 回 120 検体実施した。

機器の日常検査は 4,133 検体実施した。

表 7 精度管理の実施状況総括

区分	検体数	項目数
外部精度管理	7	7
内部精度管理	124	159
機器の日常検査	4,133	4,133
計	4,264	4,299

3) 感染症担当

保健所が受け付けた市民等から依頼検査として、公衆衛生上必要な場合等の腸内病原菌検査及び早期発見のための梅毒検査を行った。また、サーベイランス業務として結核菌遺伝子型別検査及び感染症発生動向調査に関わる細菌検査を行った。検査区分ごとの検体数及び項目数を表 8 に示す。

表 8 検体数総括

区分	検体数	項目数
腸内病原菌検査	1,865	5,595
梅毒検査	2,181	4,362
結核菌遺伝子型別検査	41	41
感染症発生動向調査（細菌）	40	86
計	4,127	10,084

(1) 腸内病原菌検査

腸内病原菌検査は 1,865 検体実施し、赤痢菌、サルモネラ属菌（チフス・パラチフス含む）及び腸管出血性大腸菌の 3 菌種について、それぞれ病原菌の検索を行った。陽性はサルモネラ属菌が 4 検体（0.2%）であった。

(2) 梅毒検査

梅毒検査は 2,181 検体について、TP 抗体検査及びカルジオリピン抗体検査を実施した。陽性は 192 検体（8.8%）であった。

(3) 結核菌遺伝子型別検査

「福岡市結核菌病原体サーベイランス事業」に基づき、当所に搬入された結核菌 41 株について、結核菌遺伝子型別検査（VNTR 法）を実施した。

(4) 感染症発生動向調査（細菌）

感染症発生動向調査は、全数把握対象五類感染症の薬剤耐性菌感染症 40 検体について、薬剤耐性遺伝子検査及び

ディスク法等による薬剤感受性試験を実施した。検体数及び項目数を表 9 に示す。

表 9 感染症発生動向調査（細菌）実施状況

区分	検体数	項目数
全数把握対象五類感染症		
カルバペネム耐性腸内細菌目細菌	40	86
計	40	86

(5) 精度管理の実施状況

検査の信頼性を確保するための精度管理の実施状況を表 10 に示す。

外部精度管理として、結核菌遺伝子型別外部精度評価における「結核菌 VNTR 解析」3 検体、パルスネット九

州ブロック精度管理における「腸管出血性大腸菌 PFGE 解析」4 検体、厚生労働省が行う外部精度管理事業における「コレラ菌の同定検査」3 検体について実施した。

内部精度管理として、PCR による陽性対照確認試験を 17 回実施した。

機器の日常検査は 3,882 件実施した。

表 10 精度管理の実施状況総括

区分	検体数	項目数
外部精度管理	10	10
内部精度管理	17	17
機器日常検査	3,882	3,882
計	3,909	3,909

2 理化学（保健科学課）

定期業務として、食品衛生法、食品表示法及び家庭用品規制法に基づき、市内で製造及び流通している食品中の食品添加物、成分規格、残留農薬、動物用医薬品、その他の理化学検査及び家庭用品等の検査を実施した。

検査区分ごとの検査実施状況総括を表1に、項目分類ごとの検査実施状況総括を表2に示す。

食品等の行政収去検査については、食品分類ごとの検査実施状況を表3に示す。

また、検査の信頼性を確保するため、食品衛生法に基づき実施した精度管理の実施状況総括を表4に示す。

表1 検査区分ごとの検査実施状況総括

区分	検体数	項目数
食品等行政収去検査 (うち項目間の重複)	451 (28)	13,290
家庭用品試買検査	30	42
計	481	13,332

(項目間の重複 28 検体を除く合計は 453 検体)

表2 項目分類ごとの検査実施状況総括

区分	検体数	項目数
食品添加物	221	1,974
成分規格	33	131
残留農薬	39	9,820
動物用医薬品	28	1,222
カビ毒	2	2
遺伝子組換え食品	2	2
特定原材料	60	60
その他	66	79
家庭用品	30	42
計	481	13,332

(項目間の重複 28 検体を除く合計は 453 検体)

表4 精度管理の実施状況総括

区分	検体数	項目数
外部精度管理		
食品衛生外部精度管理調査	19	58
国等の調査研究	16	27
小計	35	85
内部精度管理		
日常的添加回収	151	5,124
濃度未知試料分析	25	79
小計	176	5,203
機器日常検査	2,653	2,653
妥当性評価	349	29,221
計	3,213	37,162

1) 食品化学担当

食品化学担当では試験検査業務として、食品添加物、成分規格、その他の理化学検査及び家庭用品等の検査を表5及び表6のとおり実施した。

(1) 食品の検査

食品中の食品添加物検査として、保存料、甘味料、酸化防止剤、漂白剤、発色剤、着色料等の検査を実施した。いずれも違反事例は確認されなかった。

成分規格等の検査は、清涼飲料水（ミネラルウォーター類）、米、乳、乳製品、おもちゃ等について実施した。いずれも基準に適合していた。

主要食品添加物の検出状況は「Ⅶ 資料（令和6年度主要食品添加物の検出状況）」に掲載する。

(2) 家庭用品の検査

家庭用繊維製品 24 検体及び家庭用接着剤 3 検体について、ホルムアルデヒドの検査を実施した。また、家庭用洗剤 3 検体について、水酸化ナトリウム・水酸化カリウム及び容器試験（圧縮・変形試験、耐酸・耐アルカリ試験、落下試験及び漏水試験）を実施した。いずれも基準に適合していた。

表5 家庭用品検査実施状況

家庭用品分類	検体数	項目数
家庭用繊維製品		
よだれかけ	2	2
帽子（24月以内）	2	2
寝具（24月以内）	1	1
おしめ	2	2
下着（24月以内）	5	5
寝衣（24月以内）	5	5
靴下（24月以内）	2	2
外衣（24月以内）	1	1
中衣（24月以内）	2	2
手袋（24月以内）	1	1
おしめカバー	1	1
家庭用化学製品		
家庭用接着剤	3	3
家庭用洗浄剤	3	15
計	30	42
違反件数	0	0

2) 微量分析担当

微量分析担当では試験検査業務として食品中の残留農薬、動物用医薬品等の検査を実施した。

(1) 農薬の検査

穀類、豆類、野菜及びこれらの加工品の計 39 検体について農薬の検査を実施した。検体数、項目数を表 7 に示す。それぞれの検査項目は表 8 に示す。その結果、表 9 に示す農薬を検出した。検出した農薬はいずれも基準値以内であった。

表7 農薬検査実施状況

検体名	検体数	項目数
穀類※	16 (4)	3,516 (1,168)
豆類	3 (3)	804 (804)
野菜※	20 (10)	5,500 (2,750)
計	39 (17)	9,820 (4,722)

※加工品を含む () 内は輸入品 (内数)

表9 農薬の検出状況

食品名	原産国	農薬名	検出数/ 検体数※	検出率 (%)	検出値		残留 基準値 (ppm)
					平均 (ppm)	範囲 (ppm)	
小麦	アメリカ 合衆国	マラチオン	1/5	20	0.01	0.01	10
玄米	国産	エトフェンブロックス	1/7	14	0.01	0.01	0.3
玄米	国産	ジノテフラン	2/7	29	0.05	0.03～0.06	2
玄米	国産	フェリムゾン	2/7	29	0.02	0.01～0.03	2
玄米	国産	フルトラニル	1/7	14	0.01	0.01	4
きゅうり	国産	ジノテフラン	2/5	40	0.10	0.07～0.13	2
こまつな	中国	クロルフェナピル	1/1	100	0.03	0.03	5
こまつな	中国	メトキシフェノジド	1/1	100	0.13	0.13	30
だいこんの根	国産	ジノテフラン	1/1	100	0.01	0.01	0.5
チンゲンサイ	中国	シペルメトリン	1/1	100	0.02	0.02	5
チンゲンサイ	中国	メタラキシル	1/1	100	0.02	0.02	2
未成熟いんげん	タイ	アセタミプリド	1/1	100	0.05	0.05	3

※同一の食品分類の検体のうち、当該農薬が検出された検体の割合

(2) 動物用医薬品の検査

乳，肉類，卵類，魚介類及び養殖魚介類の計 28 検体について動物用医薬品の検査を実施した。検体数及び項目数を表 10 に示す。それぞれの検査項目は表 11 に示す。その結果，表 12 に示す動物用医薬品を検出した。検出した動物用医薬品は基準値以内であった。

表 10 動物用医薬品検査実施状況

検体名	検体数		項目数	
乳	2	(0)	98	(0)
肉類	10	(0)	420	(0)
卵類	6	(0)	264	(0)
魚介類	3	(1)	132	(44)
養殖魚介類	7	(0)	308	(0)
計	28	(1)	1,222	(44)

() 内は輸入品 (内数)

(3) カビ毒の検査

乳 2 検体についてアフラトキシン M1 の検査を実施した結果，いずれも定量下限 (0.05 µg/kg) 未満であった。

表 12 動物用医薬品の検出状況

食品分類名	原産国	動物用医薬品名	検出数/ 検体数※	検出率 (%)	検出値		残留 基準値 (ppm)
					平均 (ppm)	範囲 (ppm)	
豚肉	国産	スルファメトキサゾール	1/3	33	0.02	0.02	0.02

※同一の食品分類の検体のうち，当該動物用医薬品が検出された検体の割合

表 3 食品等行政収去検査実施状況（総括）

検体分類名	検体数	総検査項目数	食品添加物							残留農薬	動物用医薬品等	P C B	カビ毒	オカダ酸	成分規格				その他		
			保存料	甘味料	酸化防止剤	漂白剤	発色剤	着色料	品質改良剤等						食品添加物製剤等	乳理化学	金属類	器具容器包装・おもちゃ	食品理化学	遺伝子組換え食品	特定原材料
検体分類名	検査件数合計 （輸入品）	423 (87)	13,290 (5,579)	330 (72)	202 (48)	343 (251)	25 (8)	42 (1)	996 (420)	36	9,820 (4,722)	1,222 (44)	2			19	84	28 (12)	79	2 (2)	60
	基準等違反件数 （輸入品）																				
	魚介類 （輸入品）	49 (1)	482 (45)				3 (1)				440 (44)								39		
	魚介類加工品 （輸入品）	78	585	54	34	54		37	384										10		12
	肉卵類及びその加工品 （輸入品）	24	721	18	12			5			684										2
	乳・乳製品及びその加工品 （輸入品）	5	120 (5)	6	4						98	2				10					
	アイスクリーム類・氷菓 （輸入品）	6	51	18	12				12						9						
	穀類及びその加工品 （輸入品）	54 (5)	3,680 (1,189)	16	8	1	1		81 (21)	36	3,516 (1,168)					7			4		11
	野菜類・果物及びその加工品 （輸入品）	64 (14)	4,144 (1,156)	93	50	11	21		126 (42)		3,829 (1,079)								6	2 (2)	6
	菓子類 （輸入品）	61 (16)	291 (191)	47	30	108 (108)			63 (63)										18		25
	清涼飲料水 （輸入品）	10 (2)	130 (52)	6	4				42 (42)							77					1
	酒精飲料 （輸入品）	12	262 (216)	36	24	10			192 (168)												
	冷凍食品 （輸入品）	9 (9)	2,475 (2,475)								2,475 (2,475)										
	かん詰・びん詰食品 （輸入品）	24 (24)	186 (186)	12	8	124 (124)			42 (42)												
	添加物及びその製剤 （輸入品）																				
	器具及び容器包装 （輸入品）																				
	おもちゃ （輸入品）	10 (4)	28 (12)															28 (12)			
その他（上記以外） （輸入品）	17 (3)	135 (52)	24 (6)	16 (4)	36				54 (42)										2		3

表6 食品等収去検査実施状況 (詳細) 1/4

検体分類名	食品添加物 検体数	食品添加物 項目合計	保存料				甘味料				酸化防止剤												
			検体数	項目数	ソルビン酸	デヒドロ酢酸	安息香酸 安息香酸エステル類	パラオキシ安息香酸メチル パラオキシ安息香酸エステル	プロピオン酸	検体数	項目数	サッカリンナトリウム カルリウム	アセスルファムカリウム ステビア ズルチン サイクラミン酸	検体数	項目数	T o t a l	ジブチルヒドロキシルエン	ブチルヒドロキシアニソール	二酸化硫黄	エリソルビン酸 アスコルビン酸	没食子酸プロピル 没食子酸ベンゼン	没食子酸ラウリル 没食子酸オクチル 没食子酸ステアリン酸	
検体分類名	検査件数合計 (輸入品)	221 (66)	1,974 (799)	103 (24)	330 (72)	102 (24)	102 (24)	102 (24)	10 (4)	101 (24)	202 (48)	101 (24)	101 (24)	101 (24)	101 (24)	343 (251)	7 (7)	36 (26)	12 (10)	36 (26)	36 (26)	36 (26)	36 (26)
	基準等違反件数 (輸入品)																						
	魚介類 (輸入品)	3 (1)	3 (1)																				
	魚介類加工品 (輸入品)	58	563	18	54	18	18	18	6	17	34	17	17	6	6	12	54	6	6	6	6	6	6
	肉卵類及びその加工品 (輸入品)	6	35	6	18	6	6	6															
	乳・乳製品及びその加工品 (輸入品)	2 (1)	10 (5)	2 (1)	6 (3)	2 (1)	2 (1)	2 (1)	2	2	4	2	2	2	2								
	アイスクリーム類・氷菓 (輸入品)	6	42	6	18	6	6	6		6	12	6	6										
	穀類及びその加工品 (輸入品)	25 (1)	142 (21)	5	16	4	4	4	2	4	8	4	4										
	野菜類・果物及びその加工品 (輸入品)	43 (10)	301 (75)	25 (3)	93 (9)	25 (3)	25 (3)	25 (3)	9	25	50	25	25	25	25	4	11 (11)	1 (1)	2 (2)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)
	菓子類 (輸入品)	27 (16)	248 (191)	15 (4)	47 (12)	15 (4)	15 (4)	15 (4)	2	15	30	15	15	15	15	24 (24)	108 (108)	12 (12)	12 (12)	12 (12)	12 (12)	12 (12)	12 (12)
	清涼飲料水 (輸入品)	2 (2)	52 (52)	2 (2)	6 (6)	2 (2)	2 (2)	2 (2)		2	4	2	2	2	2								
	酒精飲料 (輸入品)	12 (8)	262 (216)	12 (8)	36 (24)	12 (8)	12 (8)	12 (8)		12	24	12	12	12	12	10 (8)							
	冷凍食品 (輸入品)																						
	かん詰・びん詰食品 (輸入品)	24 (24)	186 (186)	4 (4)	12 (12)	4 (4)	4 (4)	4 (4)	4	4	8	4	4	4	4	33 (33)	124 (124)	7 (7)	13 (13)	13 (13)	13 (13)	13 (13)	13 (13)
	添加物及びその製剤 (輸入品)																						
器具及び容器包装 (輸入品)																							
おもちゃ (輸入品)																							
その他(上記以外) (輸入品)	13 (3)	130 (52)	8 (2)	24 (6)	8 (2)	8 (2)	8 (2)	8	8	16 (4)	8	8	8	8	8	36	4	4	4	4	4	4	

表 6 食品等収去検査実施状況（詳細） 2/4

検体分類名	漂白剤			発色剤			品質改良剤・製造助剤			着色料										指定外タール色素									
	検体数	項目数	二酸化硫黄	検体数	項目数	重硝酸銀	検体数	項目数	ミョウバン	正リン	総リン	プロピレングリコール	水分含量	流動パラフィン	シリコーン樹脂	着色料		法定タール色素											
検査件数合計 （輸入品）	25 (8)	25 (8)	25 (8)	42	42	42	18	36		18	18					88 (40)	996 (420)	食用赤色 2 号	食用赤色 3 号	食用赤色 4 号	食用赤色 1 号	食用赤色 2 号	食用赤色 3 号	食用赤色 4 号	食用黄色 5 号	食用緑色 3 号	食用青色 1 号	食用青色 2 号	
基準等違反件数 （輸入品）																													
魚介類 （輸入品）	3 (1)	3 (1)	3 (1)																										
魚介類加工品 （輸入品）				37	37	37										32	384	食用赤色 1 号	食用赤色 2 号	食用赤色 3 号	食用赤色 4 号	食用赤色 5 号	食用赤色 6 号	食用赤色 1 号	食用赤色 2 号	食用赤色 3 号	食用赤色 4 号	食用赤色 5 号	
肉卵類及びその加工品 （輸入品）				5	5	5																							
乳・乳製品及びその加工品 （輸入品）																													
アイスクリーム類・氷菓 （輸入品）																1	12	食用赤色 1 号	食用赤色 2 号	食用赤色 3 号	食用赤色 4 号	食用赤色 5 号	食用赤色 6 号	食用赤色 1 号	食用赤色 2 号	食用赤色 3 号	食用赤色 4 号	食用赤色 5 号	
穀類及びその加工品 （輸入品）	1	1	1				18	36								7 (2)	81 (21)	食用赤色 6 号	食用赤色 7 号	食用赤色 8 号	食用赤色 9 号	食用赤色 10 号	食用赤色 11 号	食用赤色 12 号	食用赤色 13 号	食用赤色 14 号	食用赤色 15 号	食用赤色 16 号	
野菜類・果物及びその加工品 （輸入品）	21 (7)	21 (7)	21 (7)													11	126 (42)	食用赤色 17 号	食用赤色 18 号	食用赤色 19 号	食用赤色 20 号	食用赤色 21 号	食用赤色 22 号	食用赤色 23 号	食用赤色 24 号	食用赤色 25 号	食用赤色 26 号	食用赤色 27 号	
菓子類 （輸入品）																6	63 (6)	食用赤色 28 号	食用赤色 29 号	食用赤色 30 号	食用赤色 31 号	食用赤色 32 号	食用赤色 33 号	食用赤色 34 号	食用赤色 35 号	食用赤色 36 号	食用赤色 37 号	食用赤色 38 号	
清涼飲料水 （輸入品）																4	42 (4)	食用赤色 39 号	食用赤色 40 号	食用赤色 41 号	食用赤色 42 号	食用赤色 43 号	食用赤色 44 号	食用赤色 45 号	食用赤色 46 号	食用赤色 47 号	食用赤色 48 号	食用赤色 49 号	
酒精飲料 （輸入品）																18 (16)	192 (168)	食用赤色 50 号	食用赤色 51 号	食用赤色 52 号	食用赤色 53 号	食用赤色 54 号	食用赤色 55 号	食用赤色 56 号	食用赤色 57 号	食用赤色 58 号	食用赤色 59 号	食用赤色 60 号	
冷凍食品 （輸入品）																													
かん詰・びん詰食品 （輸入品）																4 (4)	42 (42)	食用赤色 61 号	食用赤色 62 号	食用赤色 63 号	食用赤色 64 号	食用赤色 65 号	食用赤色 66 号	食用赤色 67 号	食用赤色 68 号	食用赤色 69 号	食用赤色 70 号	食用赤色 71 号	
添加物及びその数計 （輸入品）																													
器具及び容器包装 （輸入品）																													
おもちゃ （輸入品）																													
その他（上記以外） （輸入品）																5 (4)	54 (42)	食用赤色 72 号	食用赤色 73 号	食用赤色 74 号	食用赤色 75 号	食用赤色 76 号	食用赤色 77 号	食用赤色 78 号	食用赤色 79 号	食用赤色 80 号	食用赤色 81 号	食用赤色 82 号	

表 6 食品等収去検査実施状況（詳細） 3/4

検体分類名	成分規格 検体数	成分規格 項目合計	食品添加物製剤			乳・理化学			金属等										材質試験・溶出試験									
			検体数	項目数	検体数	項目数	比重	酸度	乳糖	乳糖	乳糖	乳糖	乳糖	乳糖	乳糖	乳糖	乳糖	乳糖	乳糖	乳糖	乳糖	乳糖	乳糖	乳糖	乳糖	乳糖	乳糖	乳糖
検査件数合計 （輸入品）	33 (4)	131 (12)			9	19	2	2	6	3	5	1																
基準等違反件数 （輸入品）																												
魚介類 （輸入品）																												
魚介類加工品 （輸入品）																												
肉卵類及びその加工品 （輸入品）																												
乳・乳製品及びその加工品 （輸入品）	4	10			4	10	2	2	2	3	1																	
アイスクリーム類・氷菓 （輸入品）	5	9			5	9			4		5																	
穀類及びその加工品 （輸入品）	7	7																										
野菜類・果物及びその加工品 （輸入品）																												
菓子類 （輸入品）																												
清涼飲料水 （輸入品）	7	77			7	77																						
酒類飲料 （輸入品）																												
冷凍食品 （輸入品）																												
かん・餅・びん詰食品 （輸入品）																												
添加物及びその製剤 （輸入品）																												
器具及び容器包装 （輸入品）																												
おもちや （輸入品）	10 (4)	28 (12)																										
その他（上記以外） （輸入品）																												

表 6 食品等取去検査実施状況 (詳細) 4/4

検体分類名	その他 検体数	その他項目合計	食品理化学						遺伝子組換え食品			特定原材料												
			検体数	項目数	シアン化合物	V B N	ヒスタミン	水分	水分活性	塩分	P H	酸価	過酸化物質価	検体数	項目数	遺伝子組換え大豆（定量）	検体数	項目数	卵	乳	小麦	そば	落花生	えび・かに
検査件数合計 （輸入品）	128 (2)	141 (2)	66	79	2	49	1	3	12	12	ダニ	2 (2)	2 (2)	2 (2)	60	60	12	4	1	1	11	15	9	
基準等適応件数 （輸入品）																								
魚介類 （輸入品）	39	39	39			39																		
魚介類加工品 （輸入品）	22	22	10	10		10									12	12	4	1	1	6				
肉卵類及びその加工品 （輸入品）	2	2													2	2		2						
乳・乳製品及びその加工品 （輸入品）																								
アイスクリーム類・氷菓 （輸入品）																								
穀類及びその加工品 （輸入品）	13	15	2	4					2	2					11	11	2	1	3	5				
野菜類・果物及びその加工品 （輸入品）	13 (2)	14 (2)	5	6	2		1	3				2 (2)	2 (2)	2 (2)	6	6	2	2	1	1				
菓子類 （輸入品）	34	43	9	18					9	9					25	25	3	11	7	4				
清涼飲料水 （輸入品）	1	1													1	1	1							
酒精飲料 （輸入品）																								
冷凍食品 （輸入品）																								
かん詰・びん詰食品 （輸入品）																								
添加物及びその製剤 （輸入品）																								
器具及び容器包装 （輸入品）																								
おもちゃ （輸入品）																								
その他（上記以外） （輸入品）	4	5	1	2					1	1					3	3			1	2				

3 環境科学（環境科学課）

定期業務として、河川等公共用水域、事業場排水水及び井戸水等の水質検査並びに大気環境中の大気汚染物質等の検査を行った。

また、検査の信頼性を確保するために精度管理を実施した。

1) 水質担当及び生物担当

(1) 公共用水域及び地下水等の水質検査

環境局環境保全課依頼により行った水質検査の検体数及び項目数を表1に示す。

表1 公共用水域及び地下水等の水質検査状況

区分	検体数	項目数
河川調査	16	90
博多湾調査	109	770
地下水調査	51	740
ゴルフ場農薬調査	4	212
計	180	1,812

①河川調査

環境基準の類型指定がなされている5河川（唐の原川、多々良川、須恵川、宇美川、御笠川）の5地点（環境基準点）で年1回、要監視項目の水生生物保全項目である4-*t*-オクチルフェノール及び2,4-ジクロロフェノールについて検査を行った。また、全環境基準点16地点で年1回、令和2年5月に要監視項目に指定されたペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）及びペルフルオロオクタン酸（PFOA）について検査を行った。調査地点を図1に示す。いずれも指針値を超過したものはない。

②博多湾調査

博多湾の環境基準点のうち東部、中部、西部海域各1地点（E-2、C-4、W-3）で年12回、環境基準の水生生物保全項目であるノニルフェノール、直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩（LAS）の検査を行った。さらに、東部海域の環境基準点2地点（E-2、E-6）で年1回、要監視項目の水生生物保全項目である4-*t*-オクチルフェノール及び2,4-ジクロロフェノールの検査を行った。また、環境基準点2地点で年1回、ペル

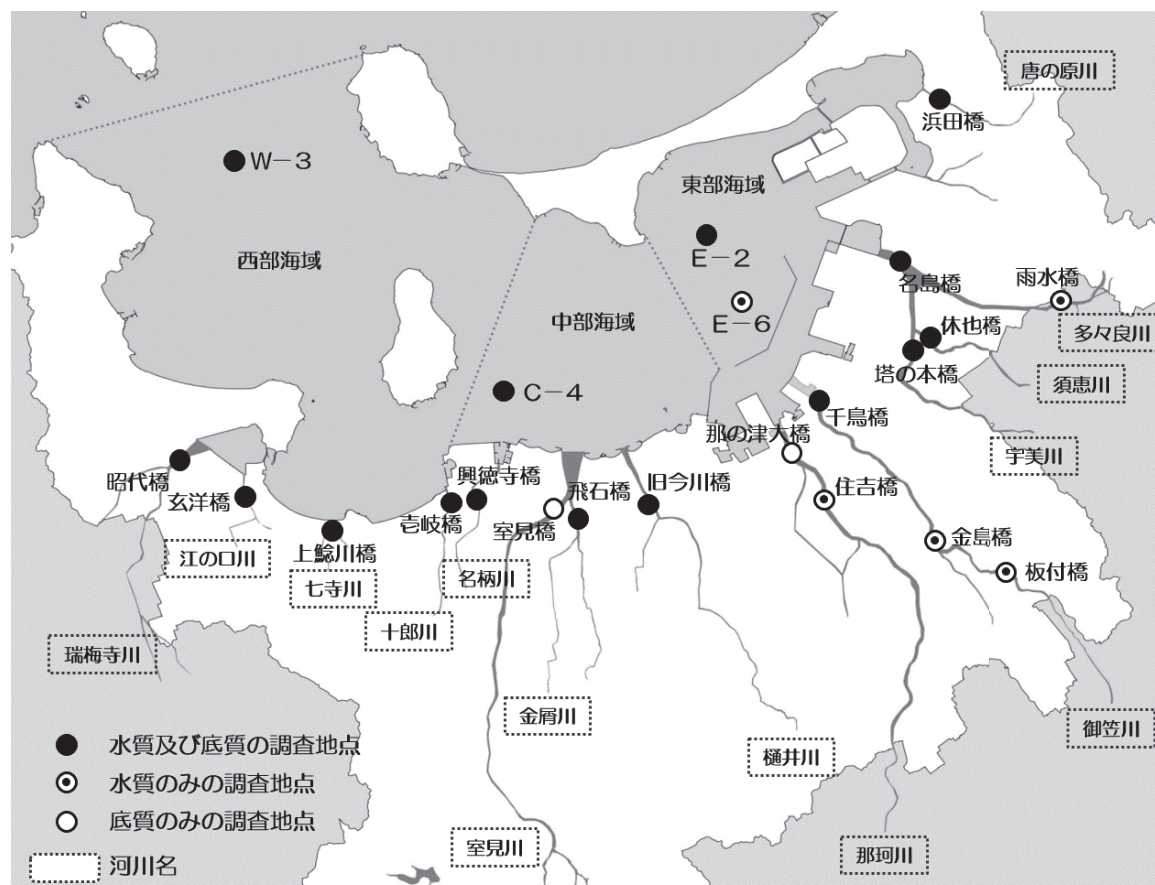


図1 河川及び博多湾調査地点

フルオロオクタンスルホン酸 (PFOS) 及びペルフルオロオクタン酸 (PFOA) について検査を行った。調査地点を図 1 に示す。いずれも基準値又は指針値を超過したものはなかった。

③地下水調査

市内の地下水汚染状況を調べる概況調査において、12 地点で主に環境基準項目の検査を年 1 回行った。うち 1 地点において、総水銀が環境基準値を超過した。また、継続監視調査として、クリーニング所の周辺井戸等 17 地点で地下水環境基準を超えたテトラクロロエチレン及びその分解生成物であるジクロロエチレン

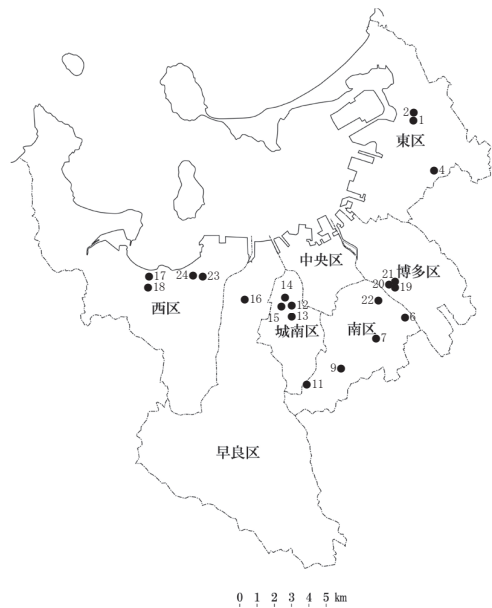
等の低沸点有機塩素化合物の検査を、六価クロムによる土壤汚染が判明した土地の周辺井戸 3 地点で六価クロムの検査を年 2 回行った。それらの検査項目を表 2 に示す。また、継続監視調査の地点を図 2 に示す。

④ゴルフ場農薬調査

市内の 3 ゴルフ場の排水等について、「福岡県ゴルフ場農薬適正使用指導要綱」に基づき、ゴルフ場で使用されている農薬 51 種類の検査を年 1 回行った。いずれも指針値を超過したものはなかった。

表 2 地下水検査項目

<環境基準項目>		
カドミウム	1,1-ジクロロエチレン	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素
全シアン	1,2-ジクロロエチレン	ふっ素
鉛	1,1,1-トリクロロエタン	ほう素
六価クロム	1,1,2-トリクロロエタン	1,4-ジオキサン
砒素	トリクロロエチレン	<一般項目及びその他の項目>
総水銀	テトラクロロエチレン	
アルキル水銀	1,3-ジクロロプロペン	
PCB	チウラム	
ジクロロメタン	シマジン	
四塩化炭素	チオベンカルブ	
1,2-ジクロロエタン	ベンゼン	
クロロエチレン	セレン	



No.	測定地点
1	東区香椎駅前 No.1
2	東区香椎駅前 No.2
4	東区土井
5	南区井尻
6	南区中尾
8	南区花畑 No.2
10	南区桧原
11	城南区田島 No.1
12	城南区田島 No.2
13	城南区茶山 No.1
14	城南区茶山 No.2
15	早良区南庄
16	西区今宿駅前
17	西区今宿東
18	博多区博多駅南 No.1
19	博多区博多駅南 No.2
20	博多区博多駅南 No.3
21	南区那の川
22	西区下山門 No.1
23	西区下山門 No.2

※No. 3、7、9は採水ができなかったため調査なし

図 2 地下水継続監視地点図

(2) 公共用水域の底質調査

環境局環境保全課依頼により、図 1 に示す河川及び博多湾の 17 地点の底質について、環境基準及び要監視項目の水生生物保全項目であるノニルフェノール及び 4-*t*-オクチルフェノールの調査を年 1 回行った。検体数及び項目数を表 3 に示す。

区分	検体数	項目数
河川調査	14	28
博多湾調査	3	6
計	17	34

(3) 特定事業場検査

環境局環境保全課依頼により水質汚濁防止法に定める特定事業場（24 施設）の排水について BOD 等の生活環境項目、重金属等の有害物質の検査を行った。検体数及び項目数を表 4 に示す。いずれも排水基準を満たしていた。

区分	検体数	項目数
特定事業場排水	31	248

(4) 生活衛生関係検査

各区衛生課依頼による遊泳用プール水（29 施設）及び各区生活環境課依頼による浄化槽放流水（29 浄化槽）の水質検査を行った。検体数及び項目数を表 5 に示す。

区分	検体数	項目数
遊泳用プール水	51	153
浄化槽放流水	29	174
計	80	327

(5) 井戸水等検査

市民依頼の井戸水等の水質検査を行った。飲用井戸等衛生対策要領に基づく検査のうち、依頼が最も多かったのは簡易項目（pH、濁度、色度、臭気、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、塩化物イオン、カルシウム、マグネシウム等（硬度）、有機物（全有機炭素（TOC）の量）、鉄及びその化合物）であり、その他、味等の定性試験項目や相談の内容に応じて分析を行う任意項目の依頼があった。また、建築物における衛生的環境の確保に関する法律に基づくビル管項目の依頼があった。検体数及び項目数を表 6 に示す。

表 6 井戸水等検査状況

区分	検体数	項目数
簡易項目	772	7,720
定性試験項目	201	217
任意項目	3	3
ビル管項目	13	217
計	989	8,157

(6) 保健環境研究所排水検査

下水道法に定める特定事業場である保健環境研究所の下水排水について、重金属等の有害物質の検査を年 4 回行った。検体数及び項目数を表 7 に示す。いずれも下水道の排除基準を満たしていた。

区分	検体数	項目数
保健環境研究所排水	4	120

(7) 博多湾プランクトン調査

環境局環境調整課依頼により博多湾の環境基準点 E-6、C-10、C-4、W-7 において月 1 回、植物プランクトン出現数の計測を実施した。調査地点を図 1 に、検体数及び項目数を表 8 に示す。

区分	検体数	項目数
植物プランクトン	96	96

(8) 精度管理

精度管理の実施状況を表 9 に、外部精度管理の実施状況内訳を表 10 に示す。

表 9 精度管理の実施状況総括

区分	検体数	項目数
外部精度管理	4	10
内部精度管理 （日常的添加回収）	83	234
妥当性評価	32	52
計	119	296

表 10 外部精度管理の実施状況内訳

区分	調査項目
水道水質検査	全有機炭素 (TOC)
環境測定分析 (模擬水質試料)	シマジン チオベンカルブ フェニトロチオン
(模擬排水試料)	全燐 ほう素 カドミウム 鉛 鉄

2) 大気担当

環境局環境保全課依頼により大気検査を行った。検体数及び項目数を表 11 に示す。

表 11 大気検査状況

区分	検体数	項目数
降下ばいじん	12	144
酸性雨	92	1,004
フロン類	6	18
有害大気汚染物質 (一般環境)	52	572
特定悪臭物質	0	0
PM _{2.5} 成分分析	160	6,560
計	322	8,298

(1) 降下ばいじん

デポジットゲージ法により、博多区の 1 地点で測定を行った。

測定項目は、捕集液総量、降下ばいじん総量、不溶性物質 (総量、タール性物質、タール性物質以外の可燃性物質、灰分)、溶解性物質 (総量、灰分、強熱減量)、pH、イオン成分 (SO₄²⁻、Cl⁻) である。

(2) 酸性雨

早良区の曲淵ダム、城南区の城南区役所の 2 地点で雨水を採取し測定を週 1 回行った。

曲淵ダム、城南区役所における測定項目は、湿性沈着物の降水量、pH、電気伝導率、イオン成分 (SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻、NH₄⁺、Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺) である。

(3) フロン類

オゾン層破壊物質であるフロン 11、フロン 12、フロン 113 の大気環境濃度の測定を年 2 回行った。

(4) 有害大気汚染物質 (一般環境)

大気汚染防止法に基づき、一般環境中の有害大気汚染物質の測定を月 1 回行った。

測定項目は、国において定められた優先取組物質 23 物質のうちベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン、ジクロロメタン、1,3-ブタジエン、塩化メチル、トルエンの 11 物質である。環境基準値又は指針値が定められている 10 物質について、超過しているものはなかった。

(5) 特定悪臭物質

悪臭防止法に基づき規制の対象とされている 22 物質について検査を行っている。令和 6 年度は依頼がなかった。

(6) PM_{2.5} 成分分析

春吉局及び元岡局において、季節毎に各 2 週間連続で毎日採取した PM_{2.5} の成分分析を行った。

測定項目は、イオン成分 (SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻、NH₄⁺、Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺)、無機元素成分 (Na、Al、Si、K、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、As、Se、Rb、Mo、Sb、Cs、Ba、La、Ce、Sm、Hf、W、Th、Ta、Pb)、炭素成分 (有機炭素、無機炭素) 及び質量濃度である。

(7) 精度管理

精度管理の実施状況を表 12 に、外部精度管理の実施状況内訳を表 13 に示す。

表 12 精度管理の実施状況総括

区分	検体数	項目数
外部精度管理	3	28
内部精度管理	70	840
計	73	868

表 13 外部精度管理の実施状況内訳

区分	調査項目
酸性雨 (模擬降水試料)	pH EC イオン成分 8 項目 (SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+})
有害大気汚染物質 (模擬大気試料)	クロロエチレン ジクロロメタン テトラクロロエチレン トルエン ベンゼン トリクロロエチレン 1,3-ブタジエン 四塩化炭素

表8 農薬検査項目及び定量下限一覧

No.	項目	定量下限				試験法
		穀類	豆類	野菜	小麦粉	
(1)	1,1-ジクロロ-2,2-ビス(4-エチルフェニル)エタン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(2)	2-(1-ナフチル)アセタミド	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(3)	BHC	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(4)	DDT	0.01	—	0.01	—	GC/MS/MS
(5)	EPN	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(6)	XMC	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(7)	アイオキシニル	0.01	—	0.01	—	LC/MS/MS
(8)	アクリナトリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(9)	アザコナゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(10)	アザメチホス	0.01	—	—	—	LC/MS/MS
(11)	アジメスルフロシ	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(12)	アジンホスメチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(13)	アセタミプリド	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(14)	アセフェート	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(15)	アゾキシストロビン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(16)	アトラジン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(17)	アニロホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(18)	アメトリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(19)	アラクロール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(20)	アラマイト	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(21)	イサゾホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(22)	イソキサジフェンエチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(23)	イソキサチオン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(24)	イソフェンホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(25)	イソプロカルブ	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(26)	イソプロチオラン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(27)	イプロバリカルブ	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(28)	イプロベンホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(29)	イマザキン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(30)	イマザリル	0.01	—	0.01	—	LC/MS/MS
(31)	イマゾスルフロシ	—	0.01	—	—	LC/MS/MS
(32)	イミダクロプリド	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(33)	インダノファン	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(34)	エスプロカルブ	0.01	—	0.01	—	LC/MS/MS
(35)	エタメツルフロシメチル	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(36)	エタルフルラリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(37)	エチオン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(38)	エディフェンホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(39)	エトキサゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(40)	エトキシスルフロシ	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(41)	エトフェンブロックス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(42)	エトプロホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(43)	エトリムホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(44)	エンドスルファン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(45)	エンドリン	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(46)	オキサジアゾン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(47)	オキサジキシル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(48)	オキサジクロメホン	—	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(49)	オキサミル	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(50)	オキシカルボキシ	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(51)	オキシフルオルフェン	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(52)	オメトエート	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(53)	オリサストロビン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(54)	カズサホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(55)	カフェンストロール	—	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(56)	カルバリル	—	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(57)	カルフェントラジンエチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(58)	キナルホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(59)	キノキシフェン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(60)	キノクラミン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(61)	キントゼン	0.01	—	0.01	—	GC/MS/MS

表 8 農薬検査項目及び定量下限一覧

No.	項目	定量下限				試 験 法
		穀類	豆類	野菜	小麦粉	
(62)	クマテトラリル	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(63)	クミルロン	—	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(64)	クレソキシムメチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(65)	クロキントセツトメキシル	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(66)	クロジナホップ酸	—	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(67)	クロゾリネート	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(68)	クロチアニジン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(69)	クロフェンテジン	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(70)	クロプロップ	0.01	—	—	—	LC/MS/MS
(71)	クロマゾン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(72)	クロマフェノジド	0.01	—	0.01	—	LC/MS/MS
(73)	クロランスラムメチル	—	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(74)	クロリダゾン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(75)	クロリムロンエチル	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(76)	クロルスルフロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(77)	クロルタールジメチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(78)	クロルデン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(79)	クロルピリホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(80)	クロルピリホスメチル	0.01	0.01	0.01	0.01	GC/MS/MS
(81)	クロルフェナピル	0.01	—	0.01	—	GC/MS/MS
(82)	クロルフェンソン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(83)	クロルフェンビンホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(84)	クロルブファム	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(85)	クロルプロファム	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(86)	クロルベンシド	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(87)	クロロネブ	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(88)	クロロベンジレート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(89)	シアゾファミド	—	0.01	—	—	LC/MS/MS
(90)	シアナジン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(91)	シアノホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(92)	ジウロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(93)	ジエトフェンカルブ	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(94)	ジオキサチオン	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(95)	シクラニリド	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(96)	ジクロシメット	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(97)	ジクロスラム	—	0.01	—	—	LC/MS/MS
(98)	シクロスルファムロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(99)	ジクロトホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(100)	ジクロフェンチオン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(101)	ジクロホップメチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(102)	ジクロラン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(103)	ジコホール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(104)	ジスルホトン	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(105)	ジチオピル	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(106)	シニドンエチル	0.01	—	0.01	—	GC/MS/MS
(107)	シノスルフロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(108)	ジノテフラン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(109)	シハロトリン	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(110)	シハロホップブチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(111)	ジフェナミド	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(112)	ジフェノコナゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(113)	シフルトリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(114)	シフルフェナミド	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(115)	ジフルフェニカン	0.01	—	0.01	—	GC/MS/MS
(116)	シプロコナゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(117)	シプロジニル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(118)	シベルメトリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(119)	ジベレリン	0.01	—	—	—	LC/MS/MS
(120)	シマジン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(121)	シメコナゾール	—	0.01	—	—	LC/MS/MS
(122)	ジメタメトリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS

表8 農薬検査項目及び定量下限一覧

No.	項目	定量下限				試験法
		穀類	豆類	野菜	小麦粉	
(123)	ジメチリモール	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(124)	ジメチルビンホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(125)	ジメテナミド	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(126)	ジメトエート	0.01	—	—	—	LC/MS/MS
(127-1)	ジメトモルフ	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(127-2)	ジメトモルフ	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(128)	シメトリン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(129)	ジメピペレート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(130)	シラフルオフェン	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(131)	シロマジン	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(132)	スピロキサミン	—	—	0.01	—	GC/MS/MS
(133)	スルフェントラゾン	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(134)	スルプロホス	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(135)	スルホスルフロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(136)	ゾキサミド	—	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(137)	ターバシル	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(138)	ダイアジノン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(139)	ダイアレート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(140)	ダイムロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(141)	チアクロブリド	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(142)	チアベンダゾール	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(143)	チアメトキサム	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(144)	チオベンカルブ	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(145)	チジアズロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(146)	チフェンスルフロンメチル	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(147)	チフルザミド	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(148)	デスメディファム	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(149)	テトラクロルビンホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(150)	テトラコナゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(151)	テトラジホン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(152)	テニルクロール	—	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(153)	テブコナゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(154)	テブチウロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(155)	テブフェンピラド	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(156)	テフリルトリオン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(157)	テフルトリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(158)	テフルベンズロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(159)	デメトン-S-メチル	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(160)	テルブトリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(161)	テルブホス	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(162)	トリアジメノール	0.01	—	—	—	LC/MS/MS
(163)	トリアジメホン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(164)	トリアスルフロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(165)	トリアゾホス	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(166)	トリアレート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(167)	トリクロルホン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(168)	トリシクラゾール	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(169)	トリブホス	0.01	—	0.01	—	GC/MS/MS
(170)	トリフルスルフロンメチル	0.01	—	0.01	—	LC/MS/MS
(171)	トリフルラリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(172)	トリフロキシストロビン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(173)	トリフロキシスルフロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(174)	トリベヌロンメチル	0.01	—	0.01	—	LC/MS/MS
(175)	トルクロホスメチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(176)	トルフェンピラド	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(177)	ナブタラム	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(178)	ナブロアニリド	—	0.01	—	—	LC/MS/MS
(179)	ナブロパミド	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(180)	ニトロタールイソプロピル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(181)	ノバルロン	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(182)	パクロブトラゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS

表 8 農薬検査項目及び定量下限一覧

No.	項目	定量下限				試験法
		穀類	豆類	野菜	小麦粉	
(183)	パラチオン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(184)	パラチオンメチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(185)	ハルフェンブロックス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(186)	ハロキシホップ	—	0.01	—	—	LC/MS/MS
(187)	ハロスルフロンメチル	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(188)	ピコリナフェン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(189)	ピテルタノール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(190)	ビフェノックス	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(191)	ビフェントリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(192)	ピペロニルブトキシド	0.01	0.01	0.01	0.01	GC/MS/MS
(193)	ピペロホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(194)	ピラクロストロビン	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(195)	ピラクロニル	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(196)	ピラクロホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(197)	ピラゾスルフロンエチル	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(198)	ピラゾホス	0.01	—	0.01	—	GC/MS/MS
(199)	ピラゾリネート	0.01	—	—	—	LC/MS/MS
(200)	ピラフルフェンエチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(201)	ピリダフェンチオン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(202)	ピリダベン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(203)	ピリフェノックス	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(204)	ピリフタリド	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(205)	ピリプチカルブ	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(206)	ピリプロキシフェン	—	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(207)	ピリミカーブ	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(208-1)	ピリミジフェン	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(208-2)	ピリミジフェン	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(209)	ピリミノバックメチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(210)	ピリミホスメチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(211)	ピリメタニル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(212)	ピロキロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(213)	ピンクロゾリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(214)	ファモキサドン	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(215-1)	フィプロニル	—	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(215-2)	フィプロニル	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(216)	フェナリモル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(217)	フェニトロチオン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(218)	フェノキサニル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(219)	フェノキシカルブ	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(220)	フェノチオカルブ	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(221)	フェノトリン	—	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(222)	フェノプカルブ	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(223)	フェリムゾン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(224)	フェンアミドン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(225)	フェンクロルホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(226)	フェンスルホチオン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(227)	フェントエート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(228)	フェントラザミド	—	0.01	—	—	LC/MS/MS
(229)	フェンバレレート	0.01	0.01	0.01	0.01	GC/MS/MS
(230)	フェンピロキシメート	0.01	—	—	—	LC/MS/MS
(231)	フェンブコナゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(232)	フェンプロパトリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(233)	フェンプロピモルフ	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(234)	フェンメディファム	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(235)	フサライド	0.01	—	0.01	—	GC/MS/MS
(236)	ブタクロール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(237)	ブタフェナシル	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(238)	ブタミホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(239)	ブピリメート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(240)	ブプロフェジン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(241)	フラザスルフロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS

表8 農薬検査項目及び定量下限一覧

No.	項目	定量下限				試験法
		穀類	豆類	野菜	小麦粉	
(242)	フラムプロップメチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(243)	フラメトビル	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(244)	プリミスルフロンメチル	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(245)	フリラゾール	—	0.01	—	—	GC/MS/MS
(246)	フルアクリピリム	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(247)	フルキンコナゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(248)	フルジオキシニル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(249)	フルシトリネート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(250)	フルシラゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(251)	フルチアセットメチル	—	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(252)	フルトラニル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(253)	フルトリアホール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(254)	フルバリネート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(255)	フルフェノクスロン	0.01	—	—	—	LC/MS/MS
(256)	フルフェンピルエチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(257)	フルミオキサジン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(258)	フルミクロラックベンチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(259)	フルメツラム	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(260)	フルリドン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(261)	プレチラクロール	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(262)	プロシミドン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(263)	プロスルフロン	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(264)	プロチオホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(265)	プロバキザホップ	0.01	—	—	—	LC/MS/MS
(266)	プロバジン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(267)	プロパニル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(268)	プロパホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(269)	プロパルギット	—	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(270)	プロピコナゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(271)	プロピザミド	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(272)	プロヒドロジャスモン	0.01	—	0.01	—	GC/MS/MS
(273)	プロフェノホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(274)	プロポキスル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(275)	プロメトリン	0.01	—	0.01	—	GC/MS/MS
(276)	プロモキシニル	0.01	—	—	—	LC/MS/MS
(277)	プロモプロピレート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(278)	プロモホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(279)	プロモホスエチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(280)	ヘキサコナゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(281)	ヘキサジノン	—	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(282)	ヘキサフルムロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(283)	ヘキシチアゾクス	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(284)	ペナラキシル	0.01	—	0.01	—	GC/MS/MS
(285)	ペノキサコール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(286)	ペノキスラム	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(287)	ヘブタクロール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(288)	ペンコナゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(289)	ペンシクロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(290)	ペンスルフロンメチル	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(291)	ベンゾビシクロン	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(292)	ベンゾフェナップ	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(293)	ベンダイオカルブ	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(294)	ペンディメタリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(295)	ペントキサゾン	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(296)	ペンフルラリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(297)	ペンフレセート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(298)	ホサロン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(299)	ボスカリド	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(300)	ホスチアゼート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(301)	ホスファミドン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(302)	ホスメット	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS

表 8 農薬検査項目及び定量下限一覧

No.	項目	定量下限				試 験 法
		穀類	豆類	野菜	小麦粉	
(303)	ホメサフェン	—	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(304)	ホラムスルフロン	—	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(305)	ホルクロルフェニユロン	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(306)	ホレート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(307)	マラチオン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(308)	ミクロブタニル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(309)	メカルパム	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(310)	メソスルフロンメチル	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(311)	メタベンズチアズロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(312)	メタミドホス	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(313)	メタラキシル及びメフェノキサム	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(314)	メチダチオン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(315)	メトキシクロール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(316)	メトキシフェノジド	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(317)	メトスラム	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(318)	メトスルフロンメチル	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(319)	メトミノストロビン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(320)	メトラクロール	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(321)	メビンホス	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(322)	メフェナセット	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(323)	メフェンビルジエチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(324)	メブロニル	—	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(325)	モノクロトホス	0.01	0.01	—	—	GC/MS/MS
(326)	モノリニユロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(327)	ラクトフェン	—	0.01	—	—	LC/MS/MS
(328)	リニユロン	—	0.01	—	—	LC/MS/MS
(329)	レスメトリン	—	0.01	—	—	GC/MS/MS
(330)	レナシル	0.01	—	0.01	—	LC/MS/MS

※ 単位は全てppm

表 11 動物用医薬品検査項目及び定量下限一覧

No.	項目	定量下限				試験法
		食肉	魚介類	乳	卵	
(1)	2-アセチルアミノ-5-ニトロチアゾール	0.01	—	0.01	0.01	LC/MS/MS
(2)	エトパペート	—	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(3)	エリスロマイシン	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(4)	オキシサリシン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(5)	オキシテトラサイクリン	—	0.02	—	—	LC/MS/MS
(6)	オキシテトラサイクリン、クロルテトラサイクリン及び テトラサイクリン	0.02	—	0.02	0.02	LC/MS/MS
(7)	クロルテトラサイクリン	—	0.02	—	—	LC/MS/MS
(8)	テトラサイクリン	—	0.02	—	—	LC/MS/MS
(9)	オキシペンダゾール	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(10)	オルビフロキサシン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(11)	オルメトブリン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(12)	キシラジン	0.01	—	0.01	0.01	LC/MS/MS
(13)	クロピドール	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(14)	ケトプロフェン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(15)	サラフロキサシン	—	—	—	0.01	LC/MS/MS
(16)	ジアベリジン	0.01	0.01	—	0.01	LC/MS/MS
(17)	ジクロキサシリン	0.01	—	0.01	—	LC/MS/MS
(18)	スルファエトキシビリダジン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(19)	スルファキノキサリン	—	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(20)	スルファクロルビリダジン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(21)	スルファジアジン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(22)	スルファジミジン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(23)	スルファジメトキシ	—	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(24)	スルファセタミド	—	—	0.01	0.01	LC/MS/MS
(25)	スルファチアゾール	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(26)	スルファドキシ	—	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(27)	スルファトロキサゾール	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(28)	スルファニトラン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(29)	スルファビリジン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(30)	スルファプロモメタジンナトリウム	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(31)	スルファベンズアミド	—	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(32)	スルファメトキサゾール	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(33)	スルファメトキシビリダジン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(34)	スルファメラジン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(35)	スルファモノメトキシ	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(36)	スルフィソミジン	0.01	—	0.01	0.01	LC/MS/MS
(37)	タイロシン	—	—	—	0.01	LC/MS/MS
(38)	チアベンダゾール	0.01	—	0.01	0.01	LC/MS/MS
(39)	トリベレナミン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(40)	トリメトブリン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(41)	ナリジクス酸	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(42)	ピリメタミン	0.01	—	0.01	—	LC/MS/MS
(43)	ピロミド酸	0.01	—	0.01	—	LC/MS/MS
(44)	ファムフル	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(45)	フェノキシメチルペニシリン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(46)	フェノブカルブ	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(47)	ブラジクアンテル	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(48)	ブリフィニウム	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(49)	フルベンダゾール	—	0.01	—	0.01	LC/MS/MS
(50)	フルメキン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(51)	プロマシル	—	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(52)	マホブラジン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(53)	メロキシカム	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(54)	メンブトン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(55)	リンコマイシン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(56)	レバミゾール	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS

※ 単位は全てppm

4 危機管理

生物剤及び化学剤によるテロ、感染症・食中毒、災害に伴う環境汚染等の危機発生時に、的確な検査を行う等検査体制を強化するため、各種研修・訓練を行った。保健科学課の理化学部門では、健康危機発生時における検

査体制の確立及び関係機関との連携・協力体制の検証を目的とした地方衛生研究所全国協議会九州ブロック実施の模擬訓練を行い、事前に、関係機関との研修を実施した。令和6年度に実施した危機管理に関する研修・訓練を表1に示す。

表1 危機管理に関する研修・訓練

研 修 ・ 訓 練 名	内 容	日 程	参 加 者
防護服着脱訓練	・ 防護服着脱訓練	5/31	保健科学課 15名
農薬分析訓練	・ 環境水質事故時の農薬分析を想定した訓練	6/13～14	環境科学課 3名
ストリキニーネ分析訓練	・ ストリキニーネによる食中毒を想定した検査	6/26～28	保健科学課 7名
ECD付きGCによる残留農薬分析訓練	・ ハロゲンを含む農薬による健康危機管理事案を想定した検査（GC-ECD）	7/18～19	保健科学課 4名 環境科学課 1名
消防局保健医療局保健環境研究所合同訓練	・ B 災害等対応連携強化に向けた消防局との合同訓練	9/17, 1/29	保健科学課 4名
放射線モニタリング訓練	・ 放射線の基礎（座学） ・ 防護服の着脱，放射線測定（実技）	10/9	環境科学課 5名
NAGINATA訓練	・ 環境水質事故時の原因物質推定を想定した訓練	10/16～11/15	環境科学課 3名
有害物質の探索訓練	・ LC-QTOFMS を使用した有害物質の探索訓練	10/23, 30～31	保健科学課 7 名
重金属等混入事案訓練	・ 重金属による食中毒を想定した検査（ICP-MS）	10/25	保健科学課 7名
健康被害原因物質分析訓練	・ 地方衛生研究所全国協議会九州ブロックが実施する模擬訓練（チョウセンアサガオの根の喫食によるトロパンアルカロイド食中毒）を想定した事案）	11/5～7	保健環境研究所長 保健科学課 17名 環境科学課 4名
新興再興感染症に対する検査対応初動訓練	・ 新規H5亜型高病原性鳥インフルエンザウイルス（H5HA遺伝子clade 2.3.4.4b）の検査系構築	11/24	保健科学課 4名
試薬漏洩訓練	・ 試薬漏洩事案に対し防毒マスクやスピルキットによる対応を想定した訓練	12/5	保健科学課 12名 環境科学課 5名
油種分析訓練	・ 火災発生時の火災原因物質推定の訓練	12/10～13	環境科学課 2名
下痢性貝毒食中毒を想定した健康危機管理訓練	・ 下痢性貝毒（オカダ酸群）による食中毒を想定した検査	12/17～18	保健科学課 5名
異臭事案訓練	・ 異臭発生時を想定した大気のスAMPLING ・ GC-MS測定，解析	12/19	環境科学課 4名
炭疽菌検査訓練	・ 炭疽菌検査	12/26	保健科学課 6名
金属関連定性分析操作訓練	・ 水路が白濁した原因を迅速に特定する訓練	3/17	環境科学課 4名
実践型訓練（新型インフルエンザ等訓練）	・ 新型コロナウイルス検査（150検体）及び講義	3/28	保健科学課 10名 環境科学課 3名 健康危機管理課 2名 感染症対策課 1名

Ⅲ 非 定 期 業 務

1 微生物（保健科学課）

非定期業務として、行政からの依頼検査、感染症発生動向調査に関わるウイルス検査及び感染症法に基づく細菌検査を行った。検体数及び項目数を表1に示す。

表1 非定期業務総括

区 分	検体数	項目数
1) 細菌担当		
行政からの依頼検査（細菌）	511	2,479
2) ウイルス担当		
行政からの依頼検査（ウイルス）	362	1,091
感染症発生動向調査事業 （全数把握・ウイルス）	180	550
3) 感染症担当		
感染症法に基づく細菌検査	395	395
行政からの依頼検査	137	144
計	1,585	4,659

1) 細菌担当

食品衛生法に基づく保健所からの依頼検査等を実施した。細菌検査の検体数の総括を表2に示す。

表2 検体数総括

区 分	検体数	項目数
食品衛生法に基づく 保健所からの依頼検査	461	2,429
その他	50	50
計	511	2,479

(1) 食品衛生法に基づく保健所からの依頼検査

細菌担当では、43事例、461検体、2,429項目について検査を行った。これらのうち、保健所により病因物質が断定又は推定されたものの内訳は、カンピロバクター・ジェジュニ/コリ5事例、サルモネラ1事例、腸管出血性大腸菌1事例、ウェルシュ菌1事例、クドア・セブテンブクタータ2事例であった。項目数の内訳を表3に、詳細を「Ⅶ 資料（令和6年度 食中毒・相談等に伴う保健所からの依頼検査）」に示す。

(2) その他の依頼検査

その他の依頼検査の内訳を表4に示す。

表4 その他の依頼検査の内訳

区 分	検体数	検査項目	(項目数)
施設調査	50	レジオネラ属菌	(50)
計	50		(50)

2) ウイルス担当

保健所から依頼される食中毒、集団胃腸炎及び感染症発生動向調査において全数把握の対象となる感染症のウイルス検査を実施した。

表5 検体数総括

区分	検体数	項目数
食品衛生法に基づく保健所からの依頼検査	220	400
感染症法に基づく保健所からの依頼検査	142	501
ノロウイルス遺伝子型解析	190（再掲）	190
感染症発生動向調査事業 （全数把握・ウイルス）	180	550
他局からの依頼検査	117	270
計	659	1,911

(1) 食品衛生法に基づく保健所からの依頼検査

ウイルス担当では、食品衛生法に基づく保健所からの依頼37事例、220検体についてノロウイルス、ロタウイルス及びアデノウイルスの検査を行った。25事例、114検体からノロウイルスを検出した。月別の検出事例数を表6に、詳細を「Ⅶ 資料（令和6年度 食中毒・相談等に伴う保健所からの依頼検査）」に示す。

(2) 感染症法に基づく保健所からの依頼検査

感染症法に基づく保健所からの依頼（集団胃腸炎）43事例、142検体について、ノロウイルス、ロタウイルス及びアデノウイルスの検査を行い、32事例、80検体からノロウイルス、4事例、10検体からロタウイルス、4事例、6検体からアデノウイルスを検出した。月別の検出事例数を表6に示す。さらに追加検査を依頼された事例の検体について、アストロウイルス及びサポウイルスの検査を行い、4事例、10検体からアストロウイルス、5事例、15検体からサポウイルスを検出した。

(3) ノロウイルス遺伝子型解析

保健所から依頼された食中毒及び集団胃腸炎の検体のうち、ノロウイルスが検出された57事例、190検体について遺伝子型解析を行った。21検体がGI.1型、3検体がGI.2型、2検体がGI.7型、1検体がGII.2型、1検体がGII.3型、39検体がGII.4型、7検体がGII.6型、36検体がGII.7型、66検体がGII.17型であった。詳細を「Ⅶ 資料（令和6年度 ノロウイルス遺伝子型解析結果）」に示す。

(4) 感染症発生動向調査事業（全数把握・ウイルス）

感染症発生動向調査事業における全数把握対象疾患（54 症例，180 検体）のウイルス検査結果を実施した．対象疾患ごとの検査状況を表 7 に示す．

(5) 新型コロナウイルスゲノム解析

国の通知に基づき，民間検査機関から提供を受けた 676 検体の SARS-CoV-2 陽性検体のうち 545 検体について

ゲノム解析を実施した．なお，これらの SARS-CoV-2 陽性検体は，リアルタイム PCR により Ct 値を確認したのち，ゲノム解析に供した．月別のゲノム解析実施数を表 8 に示す．

(6) 他局からの依頼検査

保健医療局外の他局から依頼のあった 117 検体について 270 項目のウイルス検査を実施した．

表 3 食中毒・相談等に伴う保健所からの依頼検査項目内訳

	ヒト便・吐物	菌株	食品(残物・参考品)	ふきとり	その他	計
検体数	292	2	96	71	0	461
検査項目数計	2,098	2	96	233	0	2,429
検査項目	サルモネラ属菌		25	61		357
	コアグラージェ陽性ブドウ球菌			59		321
	腸炎ビブリオ					165
	腸管出血性大腸菌	2	14	6		65
	その他の病原性大腸菌	7				7
	ウェルシュ菌		57			233
	セレウス菌					165
	エルシニア					165
	カンピロバクター			36		226
	ビブリオ・フルビアリス					165
	エロモナス・ハイドロフィラ					0
	エロモナス・ソブリア					0
	プレシオモナス・シゲロイデス					0
	NAG ビブリオ	165				165
	ブドウ球菌エンテロトキシン					0
	クドア・セプテンプリンクタータ	11				11
	コレラ菌					0
	大腸菌群	280		71		351
	その他	33				33

表 6 食品衛生法及び感染症法に基づく依頼検査の事例数及び検体数（月別）

		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
食品衛生法 に基づく依 頼検査	事例数	1	2	2		5			3	3	4	6	11	37
	（検出事例数）	(1)	(1)			(3)			(3)	(1)	(3)	(5)	(8)	(25)
	検体数	18	23	6		14			21	18	20	58	42	220
感染症法に 基づく依頼 検査	事例数	1	2	1	2	1	1	3	6	2	5	10	9	43
	（検出事例数）	(1)	(2)		(2)	(1)			(4)	(2)	(4)	(8)	(8)	(32)
	検体数	5	5	1	9	4	1	17	20	14	12	25	29	142

表 7 感染症発生動向調査事業（全数把握・ウイルス）の検査状況

対象疾患	検体数	検査項目（項目数）	陽性数
A 型肝炎	5	遺伝子型別検査（5）	5
E 型肝炎	6	遺伝子型別検査（6）	3
デング熱・チクングニア熱・ジカ熱	5	デングウイルス（3）	1
		チクングニアウイルス（3）	0
		ジカウイルス（5）	0
エムポックス	4	エムポックスウイルス（4）	4
リケッチア症・ 重症熱性血小板減少症候群（SFTS）	59	SFTS ウイルス（38）	0
		紅斑熱群リケッチア（19）	6
		つつがむし病リケッチア（19）	0
		日本紅斑熱抗体（4）	0
		つつがむし病抗体（4）	0
麻しん・風しん	52	麻しんウイルス（52）	7
		風しんウイルス（52）	0
急性脳炎	47	麻しんウイルス（41）	0
		風しんウイルス（41）	0
		エンテロウイルス（47）	1
		ライノウイルス（29）	2
		アデノウイルス（41）	1
		ロタウイルス（41）	0
		インフルエンザウイルス（41）	0
		単純ヘルペスウイルス（41）	0
鳥インフルエンザ	2	ヒトヘルペスウイルス（12）	3
		インフルエンザウイルス（2）	2
計	180	(550)	35

表 8 ゲノム解析実施数（月別）

	令和 6 年										令和 7 年			計
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
Ct 値確認のための SARS-CoV-2 検査数	24	44	74	285	80	24	18	12	22	36	42	15	676	
ゲノム解析	44	30	49	85	141	41	19	8	13	22	36	57	545	

3) 感染症担当

感染症法に基づく細菌検査（健康診断）及び保健所等からの依頼検査を実施した。検査区分ごとの検体数及び項目数を表 9 に示す。

表 9 検体数総括

区分	検体数	項目数
感染症法に基づく細菌検査	395	395
行政からの依頼検査	137	144
計	532	539

(1) 感染症法に基づく細菌検査

感染症法に基づく細菌検査（健康診断）を 395 検体実施した。それらの病原菌別検体数及び項目数を表 10 に、詳細を「Ⅶ 資料（令和 6 年度 三類感染症発生状況）」に示す。

表 10 病原菌別検査状況

区分	検体数	項目数
腸管出血性大腸菌	393	393
赤痢菌	2	2
計	395	395

(2) 行政からの依頼検査

行政からの依頼検査内訳を表 11 に、薬剤耐性菌の分子疫学解析（PFGE）の詳細を「Ⅶ 資料（令和 6 年度 薬剤耐性菌の分子疫学解析結果）」に示す。

表 11 行政からの依頼検査内訳

区分	検体数	検査項目（項目数）
病原菌同定検査	75	腸管出血性大腸菌（74） 赤痢菌（1）
レジオネラ症患者検査	8	レジオネラ属菌（8）
分子疫学解析（PFGE）	28	薬剤耐性菌（25） サルモネラ属菌（3）
腸内病原菌検査	23	腸管出血性大腸菌（9） サルモネラ属菌（21）
病原菌遺伝子検査	3	クラミジア属特異遺伝子（2） コレラ菌関連遺伝子（1）
計	137	（144）

2 理化学（保健科学課）

非定期業務として、食品衛生法に基づく行政からの依頼検査、その他の依頼検査、血中 PCB の検査を実施した。検体数及び項目数を表 1 に示す。

表 1 非定期業務総括

区分	検体数	項目数
食品衛生法に基づく行政からの依頼検査	23	38
その他の依頼検査	11	72
血中 PCB の検査	34	34
計	68	144

1) 食品化学担当

(1) 食品衛生法に基づく行政からの依頼検査

食品衛生法に基づく行政からの依頼検査では、表 2 のとおり 23 検体、38 項目の検査を実施した。

表 2 食品衛生法に基づく行政からの依頼検査内訳

No.	依頼日	依頼元	検体	主な検査項目	検体数	項目数
1	4月3日	博多	豚足の骨、イカの軟骨及び口	検鏡, SEM, EDS	2	6
2	4月3日	博多	仕出し弁当混入異物	検鏡, SEM, EDS	3	9
3	8月14日	南	寿司中の異物	検鏡, FT-IR, ヨウ素デンプン反応	1	3
4	8月28日	博多	鶏皮唐揚げ中の異物	検鏡, FT-IR	3	6
5	11月5日	南	給食の検食及び残品	ヒスタミン	3	3
6	11月18日	東	ディスペンサー清涼飲料水中の異物	検鏡	1	1
7	1月30日	食品衛生検査所	ヤズ	ヒスタミン	10	10
計					23	38

表 3 その他の依頼検査内訳

No.	依頼日	依頼元	検体	主な検査項目	検体数	項目数
1	7月11日	教育委員会小学校教育課	お茶	CE, 官能検査（臭い）	1	2
2	12月10日	（保医）医薬務・衛生推進課	いわゆる健康食品	医薬品成分	10	70
計					11	72

(2) その他の依頼検査

その他の依頼検査では、表 3 のとおり 11 検体、72 項目の検査を実施した。

2) 微量分析担当

(1) 血中 PCB の検査

福岡県油症一斉検診に参画し、検診受診者の血液 30 検体及び対照血液（ポジティブコントロール 1 検体及びネガティブコントロール 3 検体）について血中 PCB の検査を実施した。

3 環境科学（環境科学課）

非定期業務として、行政からの依頼検査及び環境省委託調査を行った。検体数及び項目数を表 1 に示す。

表 1 非定期業務総括

区分	検体数	項目数
行政からの依頼検査	90	600
環境省委託調査	4	14
その他の調査	68	100
計	162	714

1) 水質担当及び生物担当

(1) 行政からの依頼検査

行政依頼検査の検体数及び項目数を表 2 に示す。

表 2 行政からの依頼検査状況

区分	検体数	項目数
水質関係相談等依頼検査	36	308
地下水汚染井戸周辺調査等	16	160
埋却地周辺の水質調査	4	28
計	56	496

①水質関係相談等依頼検査

市民からの相談を受けた行政部局から、臨時に依頼されたもの等である。検体数及び項目数を表 3 に、詳細を「Ⅶ 資料（令和 6 年度 水質関係相談処理等依頼検査一覧）」に示す。

表 3 水質関係相談等依頼検査状況

区分	検体数	項目数
環境局環境保全課	23	285
各区生活環境課	6	10
その他	7	13
計	36	308

②地下水汚染井戸周辺調査等

環境局環境保全課の依頼で、地下水概況監視調査地点である西区野方周辺の井戸について、同井戸周辺の地下水調査を実施した。検体数及び項目数を表 4 に示す。

表 4 地下水汚染井戸周辺調査等状況

地区	検体数	項目数
西区野方	16	160
計	16	160

③埋却地周辺の水質調査

農林水産局農業振興課依頼により、高病原性鳥インフルエンザの埋却処理地周辺の水質調査（硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、COD、T-N、SS、pH、電気伝導率、陽イオン界面活性剤）を実施した。検体数及び項目数を表 5 に示す。

表 5 埋却地周辺の水質調査状況

区分	検体数	項目数
公共用水域	4	28
計	4	28

(2) 環境省委託調査

環境省が化学物質の環境中の残留状況を調べるために実施している化学物質環境実態調査について、本市では令和 6 年度に、初期環境調査、詳細環境調査及びモニタリング調査の 3 つの調査を受託した。

初期環境調査、詳細環境調査及びモニタリング調査では、博多湾の水質（1 検体）及び底質（3 検体）のサンプリング並びに基礎項目の分析を行った。さらに、初期環境調査では、トリブチルアミンの分析を行った。詳細を「Ⅶ 報告・ノート（博多湾におけるトリブチルアミンの分析）」に示す。調査状況を表 6 に示す。

表 6 化学物質環境実態調査状況

項目	水質	底質	計
pH	1	0	1
濁度	1	0	1
電気伝導率	1	0	1
COD	1	0	1
DO	1	0	1
SS	1	0	1
塩化物イオン	1	0	1
トリブチルアミン	1	0	1
水分含有量	0	3	3
強熱減量	0	3	3
計	8	6	14

(3) その他の調査

那珂川の環境評価のための底生動物及び水質の調査を年 1 回 4 地点で行った。また、博多湾の魚類相を明らかにするため、環境 DNA 調査を環境基準点で行った。検体数及び項目数を表 7 に示す。

表 7 その他の調査状況

区分	検体数	項目数
河川の底生動物調査	4	36
環境 DNA 調査	64	64
計	68	100

表 8 行政からの依頼検査状況

区分	検体数	項目数
アスベスト（空气中濃度）	14	84
二酸化窒素濃度調査	20	20
計	34	104

2) 大気担当

(1) 行政からの依頼検査

環境局環境保全課からの依頼により行った大気検査の検体数及び項目数を表 8 に示す。

IV 情報発信・提供事業

1 保健環境学習室「まもるーむ福岡」

保健や環境に関する情報の提供と学習の場として、子どもから大人まで楽しく学べる保健環境学習室「まもるーむ福岡」を保健環境研究所に併設している。

映像クイズや実験など体験しながら学ぶ「体験学習ゾーン」とタッチパネルでの学習クイズや展示物を見て学ぶ「展示学習ゾーン」を開設しており、保健や環境に関する書籍・DVD 等教材の無料貸出を行っているほか、週末には、専門家による講座や体験型イベント等を開催している。

また、環境保全活動に取り組む NPO 団体や個人等の交流・連携の支援も行っており、福岡市の活動者たちが情報交換しあう交流会等を開催している。

令和 6 年度来館者数は 6,617 人であった。前年度（6,120 人）に比べると、来館者数はやや増加した。

来館者 人数	大人・子ども別内訳		団体・一般別内訳	
	大人	子ども	団体	一般
6,617 人	3,041 人	3,576 人	2,104 人	4,513 人

書籍・DVD 等 の貸出	利用者数	貸出数
	434 人	1,179 冊

1) 企画イベント

環境や保健衛生、生物多様性をテーマに、子どもから大人までを対象とした講座や観察会等を実施した。

講座名	対象	回数	参加者数	プログラム
特別講座	小学生～ 大人	13 回	353 人	薬屋さんを体験してみよう ナメクジの凄い能力を知ろう 等
実験教室	小学生	10 回	303 人	楽しい昆虫標本作り 極低温の世界を体験しよう 等
ラボ体験	子ども～ 大人	9 回	227 人	暗闇で光るスライムを作ろう シュワシュワと泡がでる入浴剤を作ろう 等
カブトガニ観察会	子ども～ 大人	6 回	119 人	「生きている化石」カブトガニを間近で観 察してみよう
市企画・企業との 連携	子ども～ 大人	3 回	78 人	骨の成長に大切なことを考えよう～バター 作り体験も～ 等



薬屋さんを体験してみよう



ナメクジの凄い能力を知ろう



楽しい昆虫標本作り



極低温の世界を体験しよう

2) 常設体験プログラム

クイズを中心に保健や環境について学ぶ映像シアター「ガイア」や、実験や工作などを通して学ぶミラクルラボ体験教室を随時実施した。

	実施回数	利用者数	プログラム
映像シアター「ガイア」	101 回	2,219 人	海の色のみみつ、私たちの吸っている空気 等
ミラクルラボ体験教室	79 回	1,860 人	色を分離してみよう、アルソミトラグライダー 等

3) NPO 等との共働・連携

環境保全活動推進のための連携体制の構築を目指し、環境保全活動に取り組む NPO 団体や個人、事業者等が、交流や情報交換を行う場として、「パワーアップ交流会」及び「活動発表会プラス1」を開催した。

講座名	回数	参加者数	プログラム
パワーアップ交流会	3 回	64 人	捨てずにアップサイクル！、身近な自然体験 ～観察スポットと生き物の探し方～、草の根 炭焼きで脱炭素
活動発表会プラス1	1 回	21 人	みんなの学び場 福岡の環境学習施設



パワーアップ交流会
「捨てずにアップサイクル！」



活動発表会プラス1
「みんなの学び場 福岡の環境学習施設」

4) 環境活動 NEWS の発行

環境活動を行う NPO 団体や個人，事業者等の交流や連携を支援する取組みについて，情報発信を行った．

No.	発行月
環境活動 NEWS 11 号	R7. 3 月

5) まもる一む福岡の紹介

まもる一む福岡の紹介を，福岡市防災センターで行った．

- 防災センターミニイベント
- 出展ブース名 出張まもる一む
- 日時 令和 6 年 8 月 25 日（日）
- 場所 福岡市防災センター 1 階



防災センターミニイベント

まもる一む福岡の紹介のため，イベントへのブース出展を行った．

- 環境フェスティバルふくおか 2024
- 出展ブース名 出張まもる一む ～いつでもどこでも環境を学ぼうよ～
- 日時 令和 6 年 10 月 26 日（土）
- 場所 福岡市役所西側ふれあい広場



環境フェスティバルふくおか 2024

まもる一む福岡の紹介を，福岡市博物館で行った．

- 博物館で「来て！見て！体験！消防たい（隊）」
- 出展ブース名 出張まもる一む
- 日時 令和 6 年 11 月 24 日（日）
- 場所 福岡市博物館 1 階エントランス部分



博物館で「来て！見て！体験！消防たい（隊）」

2 体験学習，出前講座等

1) ほかんけん研究者体験

福岡市保健環境研究所（通称「ほかんけん」）の検査等を体験する講座（中学生～高校生向け）を，保健環境学習室「まもる一む福岡」や5階実験室で実施した．

講座名	対象	参加者数
ミクロな世界の研究隊～発酵食品の微生物を顕微鏡でのぞいてみよう～	中学生	8人
化学の力で，川に流れた油を突き止める！	中学生～高校生	13人

(1) 保健科学課

講座名 ミクロな世界の研究隊～発酵食品の微生物を顕微鏡でのぞいてみよう～
 日時 令和6年8月16日（金）13：30～15：30
 場所 福岡市保健環境学習室 まもる一む福岡
 対象 中学生
 人数 8名
 内容 身の回りの発酵食品に用いられる微生物について学び，ヨーグルト，パン酵母などの標本を作成し，顕微鏡を使って微生物の形態を観察した．



(2) 環境科学課

講座名 化学の力で，川に流れた油を突き止める！
 日時 令和6年8月23日（金）13：30～16：30
 場所 5階実験室
 対象 中学生，高校生
 人数 13名
 内容 川に油が流出した水質事故を想定し，分液ロートによる抽出やガスクロマトグラフを用いた実践的な分析を体験した．



2) 出前講座

福岡市では，平成13年11月から市の担当職員が地域に出向いて，市の取組みや暮らしに役立つ情報などを説明する「出前講座」を行っており，令和6年度は以下のテーマで実施した．

令和6年度テーマ	実施回数	参加者数
食品添加物の話	3回	39人
川の生物を見てみよう	3回	89人

3) 環境に関するイベントへの出展

環境関連情報の発信のため，イベントへのブース出展を行った．

- 生きものと私たちの暮らし展
- 出展ブース名 川の生きものによる水質調査
- 日時 令和6年5月21日（火）～27日（月）
- 場所 福岡市役所1階多目的スペース



生きものと私たちの暮らし展

3 施設見学・視察の受け入れ

区分	回数	延べ人数
学校関係	3 回	13 人
行政関係	2 回	15 人

4 広報誌等における情報の発信

1) 関係機関が発行する広報誌及び WEB による情報提供

広報誌「Chikatabi 春号」及び福岡市のホームページ（https://www.city.fukuoka.lg.jp/hofuku/shokuhinanzan/life/syokuhinanzan-ansin/kurashijouzu_vol13.html）を通して、広く市民に保健に関する情報の提供を行った。

広報誌（紙）名	投稿記事	発行者
暮らし上手のヒント Vol.13	夏野菜のユウガオ、強い苦みには要注意！	保健医療局保健所地域衛生部
Chikatabi 春号（1.2 8）	見て学び、知って楽しむ 体験型の学習施設	福岡市交通局

2) マスコミを通じた情報提供

テレビ、新聞等を通して、広く市民に保健や環境に関する情報の提供を行った。

期 日	内 容	取材機関
R7.2.8	まもる一む福岡特別講座「もっと知りたい動物園のこと～ヒトと生き物と動物園の関係～」	読売新聞
R7.2.22	まもる一むラボ体験「SDGs の取組み！身近なもので消臭剤を作ろう！」	J-COM チャンネル福岡

5 調査研究等報告会

1) 保健科学課業務報告会

(1) 細菌・食品化学・微量分析担当

業務上関連のある所属の職員を対象に、保健科学課で実施した各種検査、危機管理訓練についての報告及びポスターセッション形式で個別の質問・相談会を行った。

○開 催 日 令和 7 年 2 月 13 日（木）

○参加者数 11 名

○プログラム

①食中毒発生時の検査業務の流れ

②調理器具洗浄方法の違いによる卵アレルギー残存量の検討

③福岡市における植物性自然毒食中毒事例と検査体制について

④ポスター形式の質疑応答（自由参加）

(2) ウイルス・感染症担当

業務上関連のある所属の職員を対象に、保健科学課で実施した各種検査及び調査研究の報告会を開催した。

○開 催 日 令和 7 年 2 月 7 日（金）

○参加者数 13 名

○プログラム

①急性呼吸器感染症（ARI）サーベイランスに向けた検査系の検討について

②行政検査を依頼する感染症について（細菌）

- ③福岡市保健環境研究所における健康危機対処計画（感染症）について

2) 環境科学課業務報告会

業務上関連のある所属の職員を対象に、環境科学課で実施した各種検査及び調査研究の報告会を開催した。

(1) 生物担当

- 開催日 令和6年7月25日（木）、令和7年1月10日（木）
- 参加者数 9名（延べ数）
- プログラム
- 令和6年7月25日（木）
- ①環境DNA技術を用いた魚類の網羅的モニタリング調査の検討
- ②博多湾における環境DNAを用いた魚類のモニタリング
- 令和7年1月10日（木）
- ①常時監視地点における環境DNA調査結果（春季～秋季までの速報）報告
- ②環境DNA調査・実験マニュアルが改訂されたことに伴う対応

(2) 大気担当

- 開催日 令和7年1月22日（水）
- 参加者数 9名
- プログラム
- ①Pythonによる流跡線一括解析
- ②メッシュデータを用いた気象データの解析

(3) 水質担当

- 開催日 令和7年1月31日（金）
- 参加者数 5名
- プログラム
- ①水質事故等における油種分析事例について
- ②新規分析法の検討結果（アルキル水銀、有機ふっ素化合物（PFHxS））

3) 県内保健環境研究所合同発表会

福岡県保健環境研究所及び北九州市保健環境研究所とともに、令和6年度は北九州市の担当により水環境に関する合同成果発表会を開催した。

- 開催日 令和6年11月22日（金）
- 参加者数 34名
- プログラム
- ①水質事故等における油種分析事例について（福岡市）
- ②LC-ICP-MSを用いた環境水・排水中の六価クロムの調査（福岡県）
- ③福岡流域圏及び筑後流域圏の河川における魚類を対象とした季節別環境DNA分析（福岡県）
- ④よみがえった洞海湾 ～洞海湾の今と昔～（北九州市）
- ⑤北九州市保健環境研究所におけるGC/MSを用いた中揮発性化学物質一斉分析法開発の歴史（北九州市）
- ⑥北九州市内河川におけるマイクロプラスチックの調査結果と考察（北九州市）

V 技 術 研 修 等

1 指導研修

1) 研修生受入

研修・実習内容	日程	研修生・実習生	対応課
インターンシップ研修	8/7～8/9	九州産業大学生命科学部 生命科学科学生 2名	保健科学課 環境科学課
新任食品衛生監視員技術研修会（理化学部門）	8/22	新任食品衛生監視員 14名	保健科学課
新任食品衛生監視員技術研修会（微生物部門）	8/23	新任食品衛生監視員 14名	保健科学課
職場体験研修	8/27, 29	市職員（技術職） 2名	環境科学課
インターンシップ研修	8/28～30	九州産業大学付属 九州産業高等学校学生 1名	保健科学課 環境科学課
職場体験研修	9/19～20	市職員（技術職） 2名	保健科学課

2 学会，研修等（WEB 等を含む）

1) 学会等

用務	日程	主催	開催都市	参加職員数
第33回感染研シンポジウム	5/21	国立感染症研究所	WEB 参加	保健科学課 2 名
II型共同研究「光化学オキシダント等の変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み」第1回グループ会合	5/28	国立環境研究所及び 地方環境研究所	WEB 参加	環境科学課 3 名
講演会「植物起源揮発性有機化合物（BVOC）の大気への放出とその後」	6/3	大気環境学会近畿支部他	WEB 参加	環境科学課 4 名
研究フォーラム「変化する社会の中で大気環境の知見や資源を生かす取組と発信を考える」	6/7	大気環境学会関東支部	WEB 参加	環境科学課 4 名
第 35 回酸性雨東京公演会	6/11	大気環境学会関東支部大気沈着部会	WEB 参加	環境科学課 4 名
II型共同研究「海域における気候変動と貧酸素水塊（DO）/有機物（COD）/栄養塩に係る物質循環との関係に関する研究」令和6年度全体会議（第1回）	6/25	国立環境研究所及び 地方環境研究所	名古屋市 （一部 WEB 参加）	環境科学課 3 名
レジオネラ・レファレンスセンター会議	6/26	国立感染症研究所	WEB参加	保健科学課 3 名
インフルエンザ・レファレンス等関連会議	6/27	国立感染症研究所	WEB 参加	保健科学課 3 名
第 3 回環境化学物質合同大会	7/2～5	日本環境化学会及び 日本環境毒性学会	広島市	環境科学課 1 名
第 4 回地研現場の会・研究会	7/9	地方衛生研究所全国協議会（感染症対策部会）	東京都新宿区	保健科学課 1 名
衛生微生物技術協議会第 44 回研究会	7/10～11	地方衛生研究所全国協議会	東京都江戸川区	保健科学課 2 名

用務	日程	主催	開催都市	参加職員数
Ⅱ型共同研究「光化学オキシダント等の変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み」第2回グループ会合	8/7	国立環境研究所及び地方環境研究所	WEB 参加	環境科学課 3 名
第 65 回大気環境学会年会	9/11～13	大気環境学会	横浜市	環境科学課 1 名
第 50 回九州衛生環境技術協議会	10/3～4	九州衛生環境技術協議会	宮崎県宮崎市	保健科学課 6 名 環境科学課 3 名
Ⅱ型共同研究「災害時等における化学物質の網羅的簡易迅速測定法を活用した緊急調査プロトコルの開発」全体会合及び環境研究推進費 1-MF-2301 机上演習	10/30	国立環境研究所	茨城県つくば市	環境科学課 1 名
第 120 回日本食品衛生学会学術講演会	11/7～8	日本食品衛生学会	愛知県春日井市	保健科学課 2 名
令和 6 年度地域レファレンスセンター連絡会議	11/8	地方衛生研究所全国協議会	北九州市	保健科学課 1 名
第 47 回農薬残留分析合同研究会	11/11～12	日本農薬学会 農薬残留分析研究会	徳島県徳島市	保健科学課 1 名
第 17 回日本カンピロバクター研究会	11/18～19	日本カンピロバクター研究会	茨城県つくば市	保健科学課 1 名
第 26 回腸管出血性大腸菌感染症研究会	11/18～19	農研機構	茨城県つくば市	保健科学課 1 名
第 61 回全国衛生化学技術協議会年会	11/21～22	全国衛生化学技術協議会	堺市	保健科学課 2 名
Ⅱ型共同研究「光化学オキシダント等の変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み」第3回グループ会合	11/21	国立環境研究所及び地方環境研究所	WEB 参加	環境科学課 4 名
県内保健環境研究所合同発表会	11/22	北九州市保健環境研究所	北九州市	保健環境研究所長 保健科学課 4 名 環境科学課 8 名
令和 6 年度地方衛生研究所全国協議会近畿支部 自然毒部会研究発表会	11/29	地方衛生研究所全国協議会 近畿支部	神戸市	保健科学課 1 名
第 7 回環境 DNA 学会つくば大会	12/1～3	一般社団法人環境 DNA 学会	茨城県つくば市	環境科学課 1 名
ARI サーベイランスの地衛研との意見交換会	12/18	国立感染症研究所	WEB 参加	保健科学課 3 名
Ⅱ型共同研究「光化学オキシダント等の変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み」第4回グループ会合	12/23	国立環境研究所及び地方環境研究所	WEB 参加	環境科学課 4 名
大気環境学会 中部支部オンライン講演会	12/26	大気環境学会中部支部	WEB 参加	環境科学課 4 名
山口大学・環境 DNA 研究センターシンポジウム	1/14	山口大学 環境 DNA 研究センター	WEB 参加	環境科学課 3 名

用務	日程	主催	開催都市	参加職員数
第 63 回日本環境化学会講演会	1/16	一般社団法人日本環境化学会及び NPO 法人環境測定品質管理センター	WEB 参加	環境科学課 5 名
感染症サーベイランスオフィサープログラムキックオフミーティング	1/27	国立感染症研究所	WEB 参加	保健科学課 1 名
第 40 回全国環境研究所交流シンポジウム	2/19～20	国立環境研究所	WEB 参加	環境科学課 7 名
令和 6 年度九州ブロック模擬訓練事業結果検討会	2/20	地方衛生研究所全国協議会 九州支部	北九州市	保健科学課 3 名
II 型共同研究 AIQS-GC ラウンドロビン報告会	2/21	国立環境研究所	WEB 参加	環境科学課 3 名
令和 6 年度地方感染症情報センター担当者会議	2/28	地方衛生研究所全国協議会	WEB 参加	保健科学課 1 名
地方衛生研究所におけるゲノム検査等に係る人員体制及び人材育成法を確立するための研究班—2024 年度成果報告—	2/28	地方衛生研究所全国協議会	WEB 参加	保健科学課 1 名
第 25 回大気環境学会九州支部研究発表会	3/7	大気環境学会九州支部	福岡市	環境科学課 3 名
II 型共同研究「光化学オキシダント等の変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み」全体会合	3/10～11	国立環境研究所及び地方環境研究所	WEB 参加	環境科学課 4 名
第 59 回日本水環境学会年会	3/17～19	公益社団法人日本水環境学会	札幌市	環境科学課 1 名

2) 研修等

用務	日程	主催	開催都市	参加職員数
PathoGenS 使用説明会	4/2	国立感染症研究所	WEB 参加	保健科学課 1 名
地方衛生研究所サーベイランス業務従事者オンライン研修	4/11	国立感染症研究所	WEB 参加	保健科学課 2 名
地衛研 Web セミナー第 4 回 Mini	4/30	地方衛生研究所全国協議会	WEB 参加	保健科学課 1 名
令和 6 年度水生生物講座	5/8	福岡県	福岡県那珂川市	環境科学課 2 名
第 3 回エアロゾル学会若手会基礎講習会	5/24	日本エアロゾル学会	WEB 参加	環境科学課 3 名
令和 6 年度特定機器分析研修I (ICP-MS)	6/3～7	環境省環境調査研修所	埼玉県所沢市	環境科学課 1 名
Python によるメッシュ農業気象データ利用講習会予備講習	6/4	農林水産省	WEB 参加	環境科学課 2 名
令和 6 年度第 1 回地方衛生研究所等を対象とした微生物分野の基礎的な研修	6/5	地方衛生研究所全国協議会	WEB 参加	保健科学課 2 名
感染症サーベイランスシステムオンライン研修会	6/12	厚生労働省	WEB 参加	保健科学課 2 名
第 48 回環境研究合同発表会	6/12	神奈川県市環境研究機関協議会	WEB 参加	環境科学課 5 名
令和6年度食品衛生検査施設信頼性確保部門責任者等研修	6/13	厚生労働省健康・生活衛生局食品監視安全課	東京都港区	保健科学課 1 名
令和 6 年度病原体等の包装・運搬講習会	6/14	厚生労働省	福岡市	保健科学課 6 名
Python によるメッシュ農業気象データ利用講習会本講習	6/19	農林水産省	WEB 参加	環境科学課 2 名
環境測定分析統一精度管理調査結果説明会	6/26	環境省	WEB 参加	環境科学課 5 名
レファレンス会議「大腸菌」	7/3	国立感染症研究所	WEB参加	保健科学課 3 名
Python によるメッシュ農業気象データ利用講習会グループ実習	7/4～5	農林水産省	茨城県つくば市	環境科学課 1 名
第 15 回 FDSC 食品衛生精度管理セミナー	7/26	一般財団法人食品薬品安全センター	東京都大田区	保健科学課 1 名
第 62 回分析化学講習会	8/6～8	日本分析化学会九州支部	福岡市	保健科学課 1 名
日本質量分析学会第 176 回質量分析関西談話会	8/24	日本質量分析学会	大阪市	環境科学課 1 名
2023 年度技術セミナー	8/26	一般社団法人環境 DNA 学会	WEB 参加	環境科学課 3 名
令和 6 年度検査能力向上講習会	9/5	国立感染症研究所	WEB 参加	保健科学課 1 名

用務	日程	主催	開催都市	参加職員数
九州大学うみつなぎ講演会	9/10	九州大学大学院工学 研究院附属環境工学 研究教育センター	福岡市	環境科学課 2 名
全国環境研協議会研究発表会	9/11	全国環境研協議会	WEB 参加	環境科学課 2 名
令和 6 年度薬剤耐性菌の検査に関する研 修 基本コース	9/25～27	国立感染症研究所	東京都武蔵村山 市	保健科学課 1 名
新興再興感染症技術研修	10/7～11	国立保健医療科学院	東京都武蔵村山 市	保健科学課 1 名
令和6年度薬剤耐性菌の検査に関する研 修 アップデートコース	10/8	国立感染症研究所	WEB 参加	保健科学課 3 名
令和 6 年度貝毒分析研修会	10/8～11	国立研究開発法人 水産研究・教育機構	横浜市	保健科学課 1 名
令和 6 年度環境測定分析統一精度管理調 査九州ブロック会議	10/18	福岡市	WEB 参加	保健環境研究所 長 環境科学課 7 名
LAMP 法キットによるヒアリの簡易同定 研修会	10/18	国立環境研究所	福岡市	環境科学課 4 名
溶存有機物（DOM）蛍光スペクトルス キャンニング（EEM-PARAFAC）分析オン ライン講習	10/22	国立環境研究所	WEB 参加	環境科学課 3 名
令和 6 年度地域保健総合推進事業（九州 ブロック）地域専門家会議	10/24	北九州市保健環境研 究所	北九州市	保健科学課 2 名
2024 年度日本環境化学会大気環境部会 講演会	10/25	一般社団法人日本環 境化学会大気環境部 会	WEB 参加	環境科学課 5 名
令和 6 年度光化学オキシダント自動計測 器の校正に係る研修	10/25	環境省	福岡県太宰府市	環境科学課 1 名
OceanDNA テック 2024	11/6	東京大学	WEB 参加	環境科学課 2 名
地方衛生研究所等職員セミナー（初任者 向け）	11/14	地方衛生研究所全国 協議会	WEB 参加	保健科学課 1 名
地衛研Webセミナー第5回 Mini	11/19	地方衛生研究所全国 協議会	WEB 参加	保健科学課 3 名
第 22 回食品安全フォーラム	12/6	日本薬学会レギュラ トリーサイエンス部 会	東京都渋谷区	保健科学課 1 名
令和 6 年度水質分析研修（GC-MS）	12/9～13	環境省環境調査研修 所	埼玉県所沢市	環境科学課 1 名
研究小班会議（全ゲノム解析技術研鑽会 ）	12/10～13	福岡県保健環境研究 所	福岡県太宰府市	保健科学課 2 名
水・大気環境連携セミナー	12/11	日本水環境学会及び 大気環境学会	WEB 参加	環境科学課 4 名
福岡県アライグマ防除講習会	12/13	福岡県	福岡市	環境科学課 1 名

用務	日程	主催	開催都市	参加職員数
2024 年度 JEAS 第 20 回技術交流会	12/13	一般社団法人日本環境アセスメント協会 (JEAS)	WEB 参加	環境科学課 1 名
生物学的調査研究推進のための研修会	12/16	全国環境研協議会	WEB 参加	環境科学課 3 名
令和 6 年度希少感染症診断技術研修会	12/18～19	国立感染症研究所	WEB 参加	保健科学課 5 名
令和 6 年度茨城県霞ヶ浦環境科学センター研究成果発表会	12/20	茨城県霞ヶ浦環境科学センター	WEB 参加	環境科学課 4 名
第 1 回 職員の試験検査技術の啓発に関する取組（理化学系現場の会）	1/17	地方衛生研究所全国協議会 理化学部会	東京都中央区	保健科学課 2 名
令和 6 年度化学物質環境実態調査環境科学セミナー	1/27	環境省	WEB 参加	環境科学課 4 名
腸管出血性大腸菌の反復配列多型解析法 (MLVA 法) 研修会	1/28, 30～31	国立感染症研究所	東京都武蔵村山市 (一部 WEB 参加)	保健科学課 1 名
令和 6 年度残留農薬等研修会	1/31	一般財団法人食品衛生登録検査機関協会	東京都中央区	保健科学課 1 名
令和 6 年度大気分析研修	2/3～7	環境省環境調査研修所	埼玉県所沢市	環境科学課 1 名
令和 6 年度動物由来感染症レファレンスセンター研修会	2/5～6	国立感染症研究所	東京都武蔵村山市	保健科学課 1 名
地方衛生研究所全国衛生協議会理化学部会衛生理化学分野研修会	2/13	地方衛生研究所全国衛生協議会	WEB 参加	保健科学課 3 名 環境科学課 4 名
食中毒疫学調査研修	2/18～19	保健医療局地域衛生部食品安全推進課	福岡市	保健科学課 1 名
2024 年度愛知県環境調査センター研究発表会	3/4	愛知県環境調査センター	WEB 参加	環境科学課 3 名
ISO/IEC 17025:2017 規格解釈セミナー	3/4	一般財団法人日本品質保証機構	WEB 参加	保健科学課 1 名
令和 6 年度環境化学会九州・沖縄地区部会講演会 公害の歴史に学ぶ	3/6	環境化学会九州・沖縄地区部会	WEB 参加	環境科学課 3 名
令和 6 年度食品苦情技術研修会	3/10	地方衛生研究所全国協議会 保健情報疫学部	WEB 参加	保健科学課 1 名
令和 6 年度地方衛生研究所全国協議会精度管理部会研修会	3/11	地方衛生研究所全国協議会	WEB 参加	保健科学課 3 名
令和 6 年度水道水質検査精度管理に関する研修会	3/13	環境省	WEB 参加	環境科学課 3 名
環境大気モニタリング分科会 第 56 回研究会	3/28	大気環境学会環境大気モニタリング分科会	WEB 参加	環境科学課 4 名

VI 報 告 ・ ノ ー ト

福岡市における RS ウイルスのゲノム解析 (2024 年度)

讃井武蔵・宮本道彦

福岡市保健環境研究所保健科学課

Genome Analysis of Respiratory Syncytial (RS) Virus in Fukuoka City (2024)

Musashi SANUI and Michihiko MIYAMOTO

Health Science Section, Fukuoka city Institute of Health and Environment

要約

RS ウイルスは、約 15,200 塩基から成る 1 本のマイナス鎖 RNA をゲノムとして有する呼吸器疾患起因ウイルスである。A 型及び B 型のサブグループに大別され、G 遺伝子の塩基配列から複数の遺伝子型に分類されるが、ゲノム解析を行うことでタンパク質中のアミノ酸変異検出及び系統 (Clade) 判定といったより詳細な解析が可能になる。ゲノム解析のためのライブラリー調製を検討し、次世代シーケンサーにより取得したデータについて解析を実施するため、Windows Subsystem for Linux 及び Ubuntu を利用した情報解析環境を構築した。構築した手法により、令和 6 年度福岡県結核・感染症発生動向調査事業において分離した RS ウイルスについて、サブグループごとに収集した参照配列に対してマッピングし、コンセンサス配列を作成した。Web アプリケーションである Next Clade にコンセンサス配列をアップロードし、解析したところ、16 株中 13 株について Clade の判定を行うことができた。さらに当所で得られた配列及び GISAID で収集した国内の配列を用いて系統樹を作成したところ、Next Clade 解析の結果と同様に分類された。

Key Words : RS ウイルス Respiratory syncytial virus, 次世代シーケンサー next generation sequencer, 情報解析 data analysis, ゲノム解析 genome analysis, 系統解析 phylogenetic analysis

1 はじめに

RS ウイルス (Respiratory syncytial virus) は、*Pneumovirus* 科 *orthopneumovirus* に属しており、ゲノムとして約 15,200 塩基から成る 1 本のマイナス鎖 RNA を持つウイルスである。

成人では重篤な呼吸器症状を呈することは少ないが、小児におけるウイルス性気道感染症の主要な病原体であり、特に生後 6 ヶ月未満の乳児が罹患すると、呼吸困難を伴う細気管支炎、肺炎等を発症することがある。

RS ウイルスは、表面膜タンパク質である G タンパク質の抗原性の違いから 2 つのサブグループ (A 型及び B 型) に大別され、さらに G 遺伝子の塩基配列から複数の遺伝子型に分類される。昨今、次世代シーケンサー (NGS) により得られたゲノム情報を元に、より詳細な系統 (Clade) に分類する方法が検討されている (<https://github.com/rsv-lineages>)。特定の遺伝子領域を対象とした遺伝子型分類と比較し、ゲノム解析を行うことで、詳細な解析が可能とな

ることが期待される。

本稿では、令和 6 年度福岡県結核・感染症発生動向調査事業における検査で分離した RS ウイルスについて、検討したゲノム解析手法及び得られた結果等について報告する。

2 実験方法

2.1 解析対象

福岡県結核・感染症発生動向調査事業において、令和 6 年度に小児科病原体定点等から搬入された臨床検体 (鼻咽頭ぬぐい液、鼻汁等) について、Hep-2 細胞等によるウイルス分離を行った。RS ウイルス分離陽性となった表 1 に示す分離株をゲノム解析の対象とした。

また、ウイルス分離陽性となった 16 株について、「病原体検出マニュアル ヒトオルソニューモウイルス (RS ウイルス) 第 4.0 版¹⁾」記載のサブグループ検出法を実施したところ、A 型が 15 株で、B 型が 1 株であった。

表1 解析の対象としたRSウイルス分離株

番号	サブグループ	分離前検体採取年月	診断名
No.1	A型	2024 May	RSウイルス感染症
No.2	A型	2024 May	RSウイルス感染症
No.3	A型	2024 May	RSウイルス感染症
No.4	A型	2024 Jun	RSウイルス感染症
No.5	A型	2024 Jun	RSウイルス感染症
No.6	A型	2024 Jun	RSウイルス感染症
No.7	A型	2024 Jul	RSウイルス感染症
No.8	A型	2024 Jul	RSウイルス感染症
No.9	A型	2024 Aug	RSウイルス感染症
No.10	A型	2024 Aug	RSウイルス感染症
No.11	A型	2024 Aug	RSウイルス感染症
No.12	A型	2024 Oct	RSウイルス感染症
No.13	A型	2024 Jan	RSウイルス感染症
No.14	B型	2024 Feb	無菌性髄膜炎
No.15	A型	2024 Feb	咽頭結膜熱
No.16	A型	2024 Mar	咽頭結膜熱

2.2 試薬・装置等

RSウイルス分離株からの核酸抽出は、QIAamp Viral RNA mini kit (QIAGEN) を用いて行った。抽出したRNAは、LunaScript RT SuperMix Kit (NEB) により逆転写を行い、逆転写産物 (cDNA) の増幅は、Q5 Hot Start High-Fidelity DNA Polymerase (NEB) を用いた。得られたcDNAは、Xiaominらの報告²⁾を参考に、RSウイルスゲノムを6つのセグメントに分割するよう設計されたプライマーを用いて増幅し、各セグメントの増幅産物を1本のチューブにプールした。ライブラリー調製は、QIAseq FX DNA Library CDI Kit (QIAGEN) により、断片化、アダプター付加及びライブラリー増幅反応を行い、ライブラリーの精製は、Agencourt

AMPure XP (BECKMAN COULTER) を用いた。調製したライブラリーは、iSeq 100 (illumina) でシーケンシングを行い、塩基配列 (fastq ファイル) を取得した。

2.3 情報解析

2.3.1 ゲノム解析

NGS から得られたデータは、Windows Subsystem for Linux (以下、「WSL」とする。) で解析を行った。ディストリビューションはUbuntu 24.04 LTS を用いた。

インストールしたコマンド等で図1のとおりにスクリプトを作成した。WSL上でスクリプトを実行し、参照配列へのマッピング、参照配列からの変異検出及びコンセンサス配列の作成を行った。なお、ゲノム Coverage (depth) が0であった部分は「N」としてコンセンサス配列を作成している。マッピング用の参照配列は、A型をNC_038235、B型をNC_001781とし、NCBI (National Center for Biotechnology Information : <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>>) から塩基配列 (fasta ファイル) を取得した。

2.3.2 Clade 解析

2.3.1 で得られた配列を NextClade (<https://clades.nextstrain.org/>) にアップロードし、ゲノム解析の精度、Clade 等を確認した。

なお、この解析に用いた「reference dataset」は、A型が「A/England/397/2017」、B型が「B/Australia/VIC-RCH056/2019」である。

2.3.3 系統樹解析

GISAID (Global Initiative on Sharing Avian Influenza Data : <<https://gisaid.org>>) に登録されている2024年の4月から8月までに国内で採取されたRSウイルス (A型) の配列データを取得した。当該データ及び2.3.1で得られた配列のうち、ウイルス分離前検体が同時期に採取されているもの (No.1~No.11 (No.2は除く)) と合わせて系統樹を作成した (近隣結合法, Boot Strap 値 : 1000)。

なお、系統樹作成には塩基配列解析ソフトウェアMEGA (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) version10を用いた。

```
fastp -i [分離株名]_R1.fastq -I [分離株名]_R2.fastq -o [分離株名]-R1(trim).fastq -O [分離株名]-R2(trim).fastq -q 30 --cut_mean_quality 30 -l 20 --detect_adapter_for_pe
-h report.html -j report.json --cut_front --cut_tail --cut_right
bwa index [参照配列].fasta
bwa mem [参照配列].fasta [分離株名]-R1(trim).fastq [分離株名]-R2(trim).fastq > [分離株名].sam
samtools view -bS [分離株名].sam > [分離株名].bam
samtools sort [分離株名].bam -o [分離株名].sorted.bam
samtools index [分離株名].sorted.bam
samtools depth -a [分離株名].sorted.bam | awk '$3 == 0 {print $1, $2-1, $2}' > uncovered_regions.bed
bcftools mpileup -Ou -f [参照配列].fasta [分離株名].sorted.bam | bcftools call -mv -Oz -o [分離株名]variants.vcf.gz
bcftools index [分離株名]variants.vcf.gz
bcftools consensus -f [参照配列].fasta -m uncovered_regions.bed [分離株名]variants.vcf.gz > [分離株名]consensus.fasta
sed -i '1s/./N/' [分離株名]consensus.fasta
```

図1 ゲノム解析 (マッピング) 実行コマンド

3 実験結果及び考察

ゲノム解析を実施した 16 件の分離株について、Next Clade の解析結果を表 2 に示す。ゲノム coverage (%) が 90% 以上かつ混合塩基 (N を除く) が 10 以下のものを系統の判定に使用できるものとし、解析を行った 16 株のうち、13 株以上が 90% 以上のゲノム coverage (%) を示した。また、混合塩基 (N を除く) も 15 株が 10 以下であった。

しかし、サブグループ検出法 (リアルタイム RT-PCR) において、Ct 値が 30 を超えた株は、塩基の欠損 (N) が多く、Clade が判定されなかった。Ct 値が高くなった原因として、ウイルス分離時の増殖が不十分であったことが考えられる。

解析した分離株の Clade は、「A.D (A.3.1.1)」が 3 株、

「A.D」から G タンパク質の「L142S」変異等を獲得した「A.D.1」及びその下位系統「A.D.1.4」がそれぞれ 1 株、F タンパク質の「T12I」、G タンパク質の「T113I」変異等を獲得した「A.D.3」が 4 株並びに L タンパク質の「N1723G」変異等を獲得した「A.D.5」の下位系統「A.D.5.2」が 2 株確認できたが、採取時期による系統の偏りは認められなかった。

また、2.3.3 で作成した系統樹を図 2 に示す。分離株及び GISAID に登録されている RS ウイルス配列は、Next Clade で解析した結果と同様に分類された。2024 年の 4 月から 8 月までの GISAID 登録配列には、「A.D」系統はなかったが、福岡市のみ「A.D」が検出されている。しかし、本系統は過去に国内で既に検出されている系統であった。

表 2 Next Clade 解析結果

	Ct 値 (PCR)	ゲノム Coverage (%)	混合塩基 (N を除く)	N	Clade
No.1	14.6	99.8	6	53	A.D.3
No.2	30.5	82.2	29	2676	—
No.3	13.0	99.8	3	32	A.D
No.4	14.6	99.6	6	53	A.D.3
No.5	14.1	99.6	7	53	A.D.3
No.6	14.1	99.6	4	53	A.D
No.7	13.3	99.7	5	46	A.D.5.2
No.8	14.6	99.8	3	32	A.D
No.9	15.6	88.7	5	1715	—
No.10	14.7	99.7	6	46	A.D.5.2
No.11	12.3	99.8	5	32	A.D.3
No.12	11.8	99.8	4	32	A.D.1
No.13	14.6	99.6	2	60	A.D.5.2
No.14	13.4	100	3	0	B.D.E.1
No.15	13.9	99.8	3	30	A.D.1.4
No.16	34.2	4.4	4	14549	—

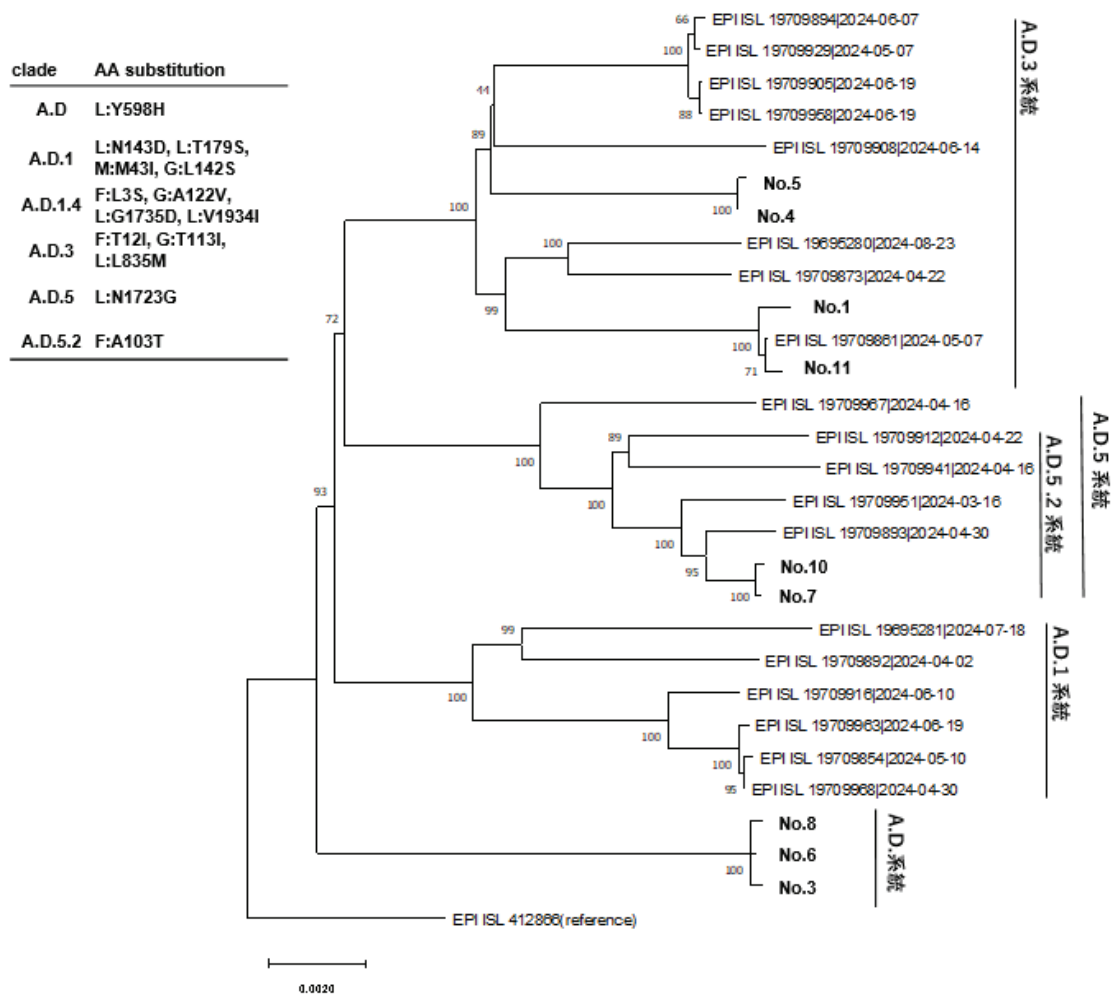


図2 RSウイルスの系統樹解析結果

4 まとめ

当所では、NGS を活用するため、昨年度から新型コロナウイルス以外のウイルスについて、ゲノム解析手法の検討を行っており³⁾、インフルエンザウイルス及びRSウイルスの分離株について、ゲノム解析を実施し、従来の遺伝子型別よりも詳細な系統の判定を行うことができた。国内におけるRSウイルスのGISAID等の登録数が少ないことが課題として挙げられるが、新型コロナウイルスやインフルエンザウイルスと同様に全国的にデータを集積することで、正確な流行把握が可能となることが期待される。

令和7年度からは、新たに急性呼吸器感染症サーベイランスが開始されるが、本市は、呼吸器系ウイルスによる流行が近隣の県市町村に先行するケースがこれまで多く、新規変異株の探知等につながるため、ゲノム解析による病原体の詳細な把握を継続することは重要である。

今後は、ゲノム解析結果の迅速性を向上させるため、

分離株を用いたゲノム解析と並行して急性呼吸器感染症のPCR陽性検体の抽出RNAからダイレクトにゲノム解析を行う方法を検討したい。また、本市における感染症サーベイランスに広く貢献するため、ゲノムを活用した解析等の結果を保健所、市民、医療機関等へ適切な形で情報発信していく必要がある。

文献

- 1) 国立感染症研究所インフルエンザ・呼吸器系ウイルス研究センター：病原体検出マニュアル ヒトオロソニューモウイルス（RSウイルス）第4.0版，令和5年8月
- 2) Xiaomin Dong, et.al : A simplified, amplicon-based method for whole genome sequencing of human respiratory syncytial viruses, Journal of Clinical Virology, 161, 105423, April 2023
- 3) 讃井武蔵，他：福岡市におけるインフルエンザウイルスのゲノム解析，福岡市保健環境研究所報，49，80～85，2024

パルスフィールドゲル電気泳動法の迅速・簡便化の検討

阿部有利・新宮聡美・廣野未来

福岡市保健環境研究所保健科学課

Examination of Rapid and Simplified Protocol for Pulsed-Field Gel Electrophoresis

Yuri ABE, Satomi SHINGU and Miku HIRONO

Health Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

要約

分子疫学解析法として有用なパルスフィールドゲル電気泳動（PFGE）法について，検査の簡便化と迅速化を図るため，プラグ作製及び溶菌酵素処理方法の改良を行った．福岡市において検査需要の高い疾病の病原体のうち 8 疾病 13 菌種を対象とし，グラム陰性菌は改良非酵素法，グラム陽性菌は改良した溶菌酵素処理方法と改良非酵素法を組み合わせた迅速法で PFGE 解析を行い，適用菌種の確認を行った．その結果，全ての対象菌種で明瞭なバンドが得られ，従来の方法と比較して検査工程の簡便化と時間短縮が可能となり，危機事案発生時により迅速に解析結果を還元できるようになった．

Key Words : 分子疫学解析 Molecular epidemiological analysis, パルスフィールドゲル電気泳動法 Pulsed-field gel electrophoresis protocol, 非酵素法 Nonenzymatic protocol, DNA 抽出 DNA extraction

1 はじめに

パルスフィールドゲル電気泳動（PFGE）法は細菌の分子疫学解析法の一つで，福岡市保健環境研究所では薬剤耐性菌の院内感染疑い事例や腸管出血性大腸菌（EHEC）感染症等の集団事例が発生した際，分離菌株の異同や菌株間の関連性を調べるために実施している．

PFGE 法は，識別能が高く，汎用性が高いという利点がある一方，検査工程が煩雑で，結果が得られるまでに時間（4～5 日間）を要するという問題点がある．近年，煩雑な工程の一つである DNA 抽出に酵素（プロテナーゼ K 等）を使用せず，高濃度の尿素と界面活性剤を使用する非酵素法が開発され¹⁾，一部の菌種で適用が報告されている²⁾．また，この非酵素法を改良し，より簡便で迅速化された方法（改良非酵素法）が開発され，PFGE 法の問題点である検査時間の長さ，検査工程の煩雑さの改善が期待されているが，適用の報告は，グラム陰性菌の一部菌種に限定されている³⁾．

そこで，分子疫学解析が必要な危機事案発生時に備え，

福岡市において検査需要の高い薬剤耐性菌感染症や感染性胃腸炎等の病原体のうち，グラム陰性菌について改良非酵素法が適用可能であるか確認を行った．また，グラム陽性菌について，従来の溶菌酵素処理方法の改良を行い，改良非酵素法と組み合わせた迅速法が適用可能であるか検討を行ったので報告する．

2 方法

2.1 供試菌株

薬剤耐性菌感染症 6 疾病の病原体（カルバペネム耐性腸内細菌目細菌：CRE，薬剤耐性緑膿菌：MDRP，薬剤耐性アシネトバクター：MDRA，バンコマイシン耐性腸球菌：VRE，バンコマイシン耐性黄色ブドウ球菌：VRSA，メチシリン耐性黄色ブドウ球菌：MRSA），腸管出血性大腸菌（EHEC）感染症及び感染性胃腸炎の病原体を対象とし，当所の保存菌株及び標準菌株の 13 菌種 39 株を供試菌株とした．菌種の内訳を表 1 に示す．

表1 供試菌株

疾病	菌種	株数
CRE 感染症	<i>Enterobacter cloacae</i>	4
	<i>Klebsiella aerogenes</i>	3
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	3
	<i>Serratia marcescens</i>	3
	<i>Citrobacter freundii</i>	3
	<i>Klebsiella oxytoca</i>	3
MDRA 感染症	<i>Acinetobacter baumannii</i> (標準菌株)	3
MDRP 感染症	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (標準菌株)	3
EHEC 感染症	<i>Escherichia coli</i>	4
感染性胃腸炎	<i>Salmonella Stanley</i>	3
VRE 感染症	<i>Enterococcus faecium</i>	2
	<i>Enterococcus faecalis</i> (標準菌株)	2
MRSA 感染症	<i>Staphylococcus aureus</i>	3
VRSA 感染症		

2.2 改良非酵素法の適用菌種の確認（グラム陰性菌）

2.2.1 検査手順

PFGE 法はグラム陰性菌 10 菌種を対象とし、既報^{3, 4)}に準じて実施した。検査プロトコルを表 2、検査条件を表 3 に示す。

2.3 溶菌酵素処理方法の改良及び迅速法の適用菌種の確認（グラム陽性菌）

2.3.1 プラグ作製及び溶菌酵素処理方法の改良

グラム陽性菌 3 菌種を対象とし、プラグ作製及び溶菌酵素処理の方法は国立感染症研究所の研修配布資料^{5, 6)}を参考にして改良した。

2.3.2 迅速法の適用菌種の確認

PFGE 法は対象 3 菌種について、2.3.1 で改良した溶菌酵素処理方法と改良非酵素法を組み合わせた方法(迅速法)で実施した。検査プロトコルを表 4、検査条件を表 5 に示す。

表2 改良非酵素法の検査プロトコール

工程	改良非酵素法
1 日目	菌株の準備 - 供試菌を MH 寒天培地に塗抹し、36℃で 12～18 時間培養する。 菌液調整及びプラグ作製 - 菌を滅菌 TE(pH8.0)に懸濁し、マクファーランド 3～4 程度に菌液を調整する。 - 菌液を 1%Seakem Gold Agarose (Lonza)ゲル液に等量加えて混和後、プラグモールド (Bio-Rad)に入れ、氷上で固化させる。 菌体処理 - 菌体処理液 (5 M 尿素, 1% Triton X-100 in 0.1 M EDTA(pH8.0), 121℃ 15 分間オートクレーブ) 1 mL にプラグを入れ、80℃で 1 時間静置する。(振盪不可)
2 日目	洗浄 - チューブを氷冷後、プラグを泳動用の大きさにカットする。 - カットしたプラグを TE(pH8.0) 1 mL に入れ、途中チューブを 1 回転倒混和し、室温で 5 分間洗浄する。 制限酵素処理 - FastDigest 制限酵素 (Thermo Fisher Scientific) 溶液 50 µL (酵素量 5 µL) にプラグを入れ、37℃で 15 分間反応させる。 泳動 - プラグをコームに貼付け、1%Seakem Gold Agarose in 0.5×TBEで固めて泳動用ゲルを作製し、各菌種の泳動条件で泳動する。
3 日目	染色及び撮影 ゲルを 0.3 µg /mL エチジウムブロマイド溶液で 30 分間染色後、UV 下で撮影する。

表3 グラム陰性菌の PFGE 検査条件

疾病	菌種	制限酵素の条件※		泳動条件	
		制限酵素	反応温度 (°C)	スイッチング時間 (sec)	泳動時間 (h)
CRE 感染症	<i>Enterobacter cloacae</i>	FastDigest BcuI	37	12.6～40.1	19
	<i>Klebsiella aerogenes</i>	FastDigest XbaI			
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	FastDigest XbaI			
	<i>Serratia marcescens</i>	FastDigest BcuI			
	<i>Citrobacter freundii</i>	FastDigest XbaI			
	<i>Klebsiella oxytoca</i>	FastDigest XbaI			
MDRA 感染症	<i>Acinetobacter baumannii</i>	FastDigest ApaI	37	1.79～21.79	19
MDRP 感染症	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	FastDigest BcuI	37	2.98～30.82	19
EHEC 感染症	<i>Escherichia coli</i>	FastDigest XbaI	37	12.6～40.1	19
感染性胃腸炎	<i>Salmonella</i> Stanley	FastDigest XbaI	37	12.6～40.1	19

表4 迅速法の検査プロトコール

工程		迅速法
1 日目	菌株の準備	・ 供試菌を MH 寒天培地に塗抹し, 36°C で 18～24 時間培養する.
	菌液調整	・ 菌を滅菌 TE(pH8.0) に懸濁し, マクファーランド 4～5 程度に菌液を調整する.
2 日目	プラグ作製及び 溶菌酵素処理	<i>E. faecium</i> / <i>E. faecalis</i> ・ 菌液 200 μL にリゾチーム液 (20 mg/mL in TE(pH8.0)) を 10 μL 加え, 50°C で 15 分間振盪する.
		<i>S. aureus</i> ・ 菌液 300 μL にリゾスタフィン溶液 (1mg/mL in TE(pH8.0)) を 4 μL 加える.
	菌体処理	・ 1.2% Seakem Gold Agarose ゲル液に菌液を等量加えて混和後, プラグモールド (Bio-Rad) に入れ, 氷上で固化させる.
		・ 溶菌酵素用 buffer (0.1 M NaCl, 0.5% N-lauroylsarcosine in 0.1 M EDTA(pH8.0)) 1 mL にプラグを入れ, 37°C で 1 時間振盪する.
	洗浄	・ チューブを氷冷後, プラグを泳動用の大きさにカットする.
	制限酵素処理	・ FastDigest 制限酵素 (Thermo Fisher Scientific) 溶液 50 μ L (酵素量 5 μ L) にプラグを入れ, 37°C で 15 分間反応させる.
3 日目	泳動	・ プラグをコームに貼付け, 1% Seakem Gold Agarose in 0.5×TBE で固めて泳動用ゲルを作製し, 各菌種の泳動条件で泳動する.
	染色及び撮影	・ ゲルを 0.3 μ g/mL エチジウムブロマイド溶液で 30 分間染色後, UV 下で撮影する.

表5 グラム陽性菌の PFGE 検査条件

疾病	菌種	制限酵素の条件※		泳動条件	
		制限酵素	反応温度 (°C)	スイッチング時間 (sec)	泳動時間 (h)
VRE 感染症	<i>Enterococcus faecium</i>	FastDigest SmaI	37	2.98～17.33	20
	<i>Enterococcus faecalis</i>			2.16～26.29	21
VRSA 感染症 MRSA 感染症	<i>Staphylococcus aureus</i>	FastDigest SmaI	37	2.98～35.38	19

3 実験結果

3.1 改良非酵素法の適用菌種の確認（グラム陰性菌）

対象 10 菌種について改良非酵素法で解析したところ、全ての株で明瞭なバンドが認められた。各菌種の泳動像を図 1 に示す。

3.2 溶菌酵素処理方法の改良及び迅速法の適用菌種の確認（グラム陽性菌）

対象 3 菌種について、溶菌酵素処理方法を改良し、改良非酵素法と組み合わせた迅速法で解析したところ、全ての株で明瞭なバンドが認められた。各菌種の泳動像を図 2 に示す。

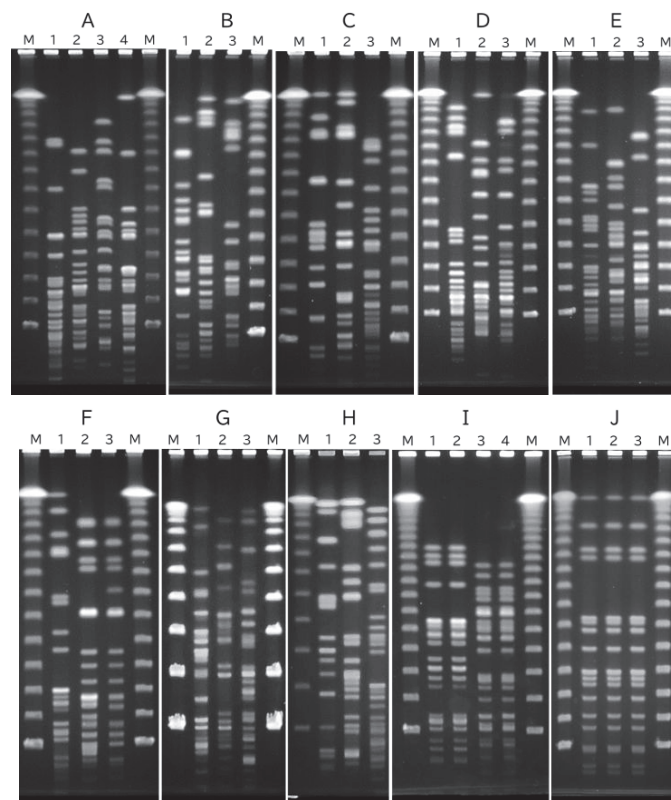


図1 PFGE 泳動像（グラム陰性菌）

A : *Enterobacter cloacae* (1～4), B : *Klebsiella aerogenes* (1～3), C : *Klebsiella pneumonia* (1～3),
D : *Serratia marcescens* (1～3), E : *Citrobacter freundii* (1～3), F : *Klebsiella oxytoca* (1～3),
G : *Acinetobacter baumannii* (1～3), H : *Pseudomonas aeruginosa* (1～3),
I : *Escherichia coli* (1～4), J : *Salmonella Stanley* (1～3),
M : Lambda Ladder (Bio-Rad)

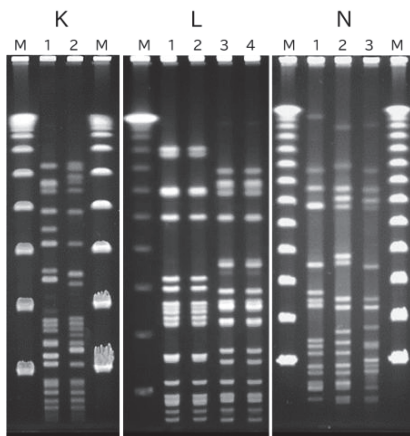


図2 PFGE 泳動像（グラム陽性菌）

K : *Enterococcus faecium* (1~2),

L : *Enterococcus faecalis* (1~4),

N : *Staphylococcus aureus* (1~3),

M : Lambda Ladder (Bio-Rad)

4 まとめ

薬剤耐性菌の院内感染事例発生時には、感染状況把握や伝播経路解明等のため迅速な PFGE 検査対応が求められる。また、患者等からの菌分離が長期間にわたることが多く、煩雑な検査工程で時間がかかる従来の方法では、これらに逐次対応することは困難であった。今回、検査需要が高い疾病の病原体を対象として、改良非酵素法及び改良した溶菌酵素処理方法と組み合わせた迅速法が適用可能であるか検討を行った。その結果、全ての菌種について明瞭なバンドが得られ、これらの検査法が適用可能であることが確認された。

今回検討した方法を導入することで、従来の方法では結果が得られるまでにグラム陰性菌で4日間、グラム陽性菌で5日間要していたが、今回検討した方法ではいずれも3日間で結果が得られ、検査工程の簡便化と時間短縮により、連日でも迅速な検査対応が可能となった。また、プロティナーゼ K 等の高価な試薬や有害性のあるプロティナーゼ不活化剤 (Pefabloc SC) を使用しないため、従来の方法より低コストで安全な検査が可能となった。今後も危機事案発生時に備えて、必要に応じて適用菌種の確認を行い、検査体制の強化に努めていきたい。

文献

- 1) 西海弘城, 他: パルスフィールドゲル電気泳動のためのグラム陰性菌からの非酵素法による DNA 抽出, 兵庫県立健康環境科学研究所紀要, 4, 40~43, 2007
- 2) 野田万希子, 他: 非酵素法で行うパルスフィールド・ゲル電気泳動の適用菌種の検討, 岐阜県保健環境研究所報, 19, 5~10, 2011
- 3) 白木豊: 非酵素法の改良による迅速・簡便なパルスフィールドゲル電気泳動法の開発, 獣医公衆衛生研究, 22, 71~74, 2019
- 4) 下田由布子, 他: パルスフィールドゲル電気泳動法による薬剤耐性菌の分子疫学解析法の検討, 福岡市保健環境研究所報, 49, 86~90, 2024
- 5) 国立感染症研究所: 令和元年度 薬剤耐性菌の検査に関する研修タイピングコース I 配布資料, 2019年9月25日
- 6) 国立感染症研究所: 平成22年度 薬剤耐性菌解析機能強化技術研修 配布資料, 2010

しょう油のパラオキシ安息香酸エステル類一斉試験法の 妥当性確認

栗屋真紀・大木望・吉田聖*・佐多建一・
近藤芳和子・江副サハラ・坂本智徳

福岡市保健環境研究所保健科学課

*博多区地域整備部生活環境課

Validation of an Analytical Method for Parahydroxybenzoic Acid Esters in Soy Sauce

Maki AWAYA, Nozomi OKI, Kiyoshi YOSHIDA, Kenichi SATA,
Kanao KONDOU, Sahara EZOE and Tomonori SAKAMOTO

Health Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

*Living Environment Section, Hakata Ward Regional Development Department

要約

食品中の食品添加物分析法については、「食品中の食品添加物分析法について」（平成 12 年 3 月 30 日付け衛化第 15 号厚生省生活衛生局食品化学課長通知）の別添「第 2 版 食品中の食品添加物分析法」により定められている。今般、「食品中の食品添加物分析法の妥当性確認ガイドライン」（令和 6 年 3 月 8 日付け健生食基発 0308 第 1 号・健生食監発 0308 第 1 号 厚生労働省健康・生活衛生局食品基準審査課長・食品監視安全課長通知）が策定され、各試験所で導入している試験法についても、当該ガイドラインに示される性能の基準を満たせば、「第 2 版 食品中の食品添加物分析法」に定められた分析法の代わりに用いることができるとされた。そこで、福岡市保健環境研究所で実施している、カレー抽出によるしょう油のパラオキシ安息香酸エステル類一斉試験法（指定添加物 5 成分）について、当該ガイドラインに基づき妥当性確認を実施した結果、選択性は良好であり、真度、併行精度及び室内精度は、すべてガイドラインの性能基準を満たし、本試験法の妥当性が確認された。

Key Words : パラオキシ安息香酸エステル類 parahydroxybenzoic acid esters, しょう油 soy sauce, 妥当性確認 validation

1 はじめに

厚生省告示において、パラオキシ安息香酸エチル（以下、「PHBA-Et」とする。）、パラオキシ安息香酸プロピル（以下、「PHBA-Pr」とする。）、パラオキシ安息香酸イソプロピル（以下、「PHBA-iPr」とする。）、パラオキシ安息香酸ブチル（以下、「PHBA-Bu」とする。）、パラオキシ安息香酸イソブチル（以下、「PHBA-iBu」とする。）はしょう油の保存料として使用が認められており、その使用基準は、「パラオキシ安息香酸として、しょう

油にあつてはその 1 L につき 0.25 g 以下でなければならない。」と定められている¹⁾。

使用基準への適合を判定するための分析法については、平成 12 年 3 月 30 日付け衛化第 15 号厚生省生活衛生局食品化学課長通知「第 2 版 食品中の食品添加物分析法」（以下、「通知分析法」とする。）²⁾により定められている。ただし、令和 6 年 3 月 8 日付け健生食基発 0308 第 1 号・健生食監発 0308 第 1 号 厚生労働省健康・生活衛生局食品基準審査課長・食品監視安全課長通知「食品中の食品添加物分析法の妥当性確認ガイドライン」³⁾（以

下, 「ガイドライン」とする。) が策定されたことにより, ガイドラインに基づき妥当性が確認された分析法については, 通知分析法の代わりに用いることのできる同等以上の性能を有する試験法とみなすこととされた。

パラオキシ安息香酸エステル類の通知分析法は, 高タンパク食品及び高脂肪食品以外の食品では, 水蒸気蒸留法が採用されている²⁾ が, 福岡市保健環境研究所では, しょう油の保存料として使用が認められている5成分を対象とした一斉分析を, カレーズ抽出により実施している⁴⁾。本報告では, 当該ガイドラインに基づき, カレーズ抽出を用いた試験法の妥当性確認を行った結果について報告する。

2 実験方法

2.1 試料

性能評価には, 分析対象物質を含まないしょう油(以下, 「ブランク試料」とする。)を用いた。

2.2 標準品及び試薬

標準品: p-ヒドロキシ安息香酸エチル(特級)及びp-ヒドロキシ安息香酸ブチル(特級)は富士フイルム和光純薬(株)製を用いた。

p-ヒドロキシ安息香酸プロピル(特級), p-ヒドロキシ安息香酸イソプロピル(特級)及びp-ヒドロキシ安息香酸イソブチル(特級)は東京化成工業(株)製を用いた。

標準原液(検量線及び定量下限値相当添加用): 標準品各250 mgをエタノールに溶解し, 正確に100 mLとした(2,500 µg/mL)。

混合標準溶液(検量線及び定量下限値相当添加用): 標準原液(検量線及び定量下限値相当添加用)各10 mLを混合し, 蒸留水で正確に250 mLとした(100 µg/mL)。

検量線標準溶液: 混合標準溶液(検量線及び定量下限値相当添加用)(100 µg/mL)を蒸留水で希釈し, 0.025 µg/mL, 0.05 µg/mL, 0.1 µg/mL, 0.2 µg/mL, 0.5 µg/mL及び1 µg/mLの溶液を調製した。

標準原液(基準値相当添加用): 標準品各625 mgをエタノールに溶解し, 正確に50 mLとした(12,500 µg/mL)。

混合標準溶液(基準値相当添加用): 標準原液(基準値相当添加用)各10 mLを混合した。(2,500 µg/mL)。

10%炭酸ナトリウム水溶液: 炭酸ナトリウム(特級)100 gを蒸留水に溶解して1 Lとした。

15%フェロシアン化カリウム水溶液: ヘキサシアニド鉄(II)酸カリウム三水和物(特級)172 gを蒸留水に溶

解して1 Lとした。

30%硫酸亜鉛水溶液: 硫酸亜鉛七水和物(特級)534 gを蒸留水に溶解して1 Lとした。

10 mmol/L リン酸二水素カリウム緩衝液: リン酸二水素カリウム1.09 gを蒸留水で800 mLに溶解し, リン酸272 µLを蒸留水で400 mLに溶解した溶液でpH2.7に調整した。

エタノール: 関東化学(株)高速液体クロマトグラフ用を用いた。

アセトニトリル: 富士フイルム和光純薬(株)高速液体クロマトグラフ用を用いた。

2.3 器具及び装置

蒸留水製造装置: RFD240ND アドバンテック東洋(株)製

pHメーター, 電極: HORIBA, Ltd.製

メンブランフィルター: DISMIC-13HP, 0.20 µm アドバンテック東洋(株)製

ろ紙: No.5A, 18.5 cm アドバンテック東洋(株)製
高速液体クロマトグラフ(HPLC): Vanquish Duo UHPLC システム 送液ポンプ; Dual Pump C, オートサンプラー; Dual Split Sampler FT, カラム恒温槽; Column Compartment C, フォトダイオードアレイ検出器; Diode Array Detector CG (すべて Thermo Fisher Scientific 社製)

2.4 試験溶液の調製

試料20 mLを200 mLのベースなし共栓付シリンダーにホールピペットで採取後, 蒸留水を加えて全体を120 mLとした。これを転倒混和(上下反転20回以上)し, 10%炭酸ナトリウム水溶液を加えてpH8~9に調整後, 再度転倒混和し, 1時間静置した。静置後, 15%フェロシアン化カリウム水溶液を5 mL加えて, 転倒混和し, さらに30%硫酸亜鉛水溶液を5 mL加え, 再度転倒混和した後, 20分間静置した。静置後, 蒸留水を加えて200 mLに定容し, 転倒混和後, ろ紙ろ過し, ろ液を蒸留水で10倍希釈した。これをメンブランフィルターでろ過したものを試験溶液とした。また, 採取した試料に標準溶液を添加せずに同様の操作をしたものをブランク試料の試験溶液とした。

添加試料溶液は使用基準値相当0.25 g/Lとなるようにブランク試料20 mLに, 混合標準溶液(基準値相当添加用)を2 mL添加した。また, 定量下限値相当添加用試料溶液は, 定量下限値相当0.005 g/Lとなるようにブランク試料20 mLに, 混合標準溶液(定量下限値相当添加用)を1 mL添加した。

2.5 測定方法

フォトダイオードアレイ検出器付き高速液体クロマトグラフで測定を行った。LC 条件を表 1 に示す。

表 1 HPLC-PDA の測定条件

カラム	Inertsil Ph 2.1×150 mm, 5 μm
カラム温度	30℃
移動相	アセトニトリル：10 mmol/L リン酸二水素カリウム緩衝液（3：7）（pH3.1）（アイソクラティック）
流速	0.2 mL/min
注入量	4 μL
サンプル温度	4 ℃
測定波長	270 nm

2.6 妥当性確認の方法

ガイドラインに基づき妥当性確認を実施した。検査員 5 名が、1 日 2 併行で添加回収試験を行ったデータを用いて、選択性、真度、併行精度及び室内精度を求め、試験法の性能を評価した。

3 結果及び考察

3.1 検量線

検量線標準溶液を測定したところ、すべての成分で決定係数 (R^2) 0.999 以上の良好な直線性を示した。検量線を図 1 に示す。

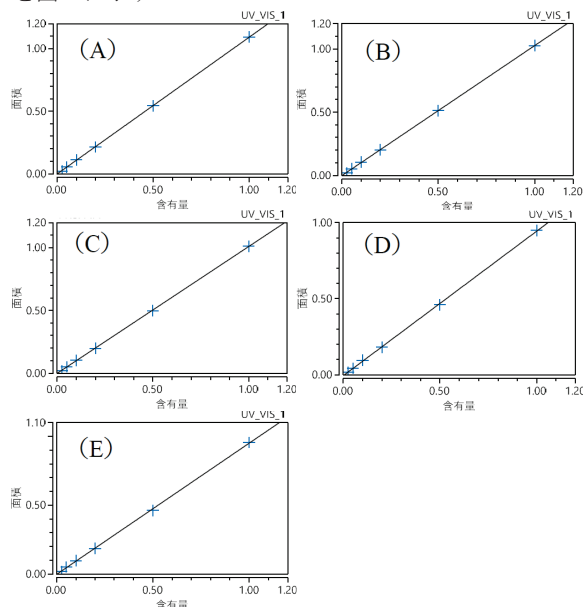


図 1 検量線

- (A) PHBA-Et (B) PHBA-Pr (C) PHBA-iPr
(D) PHBA-Bu (E) PHBA-iBu

3.2 選択性

高速液体クロマトグラフによる測定において、ブランク試料の各成分のクロマトグラム上の保持時間付近に、分析対象物質以外に由来するピークがないことを確認した。クロマトグラムを図 2 に示す。

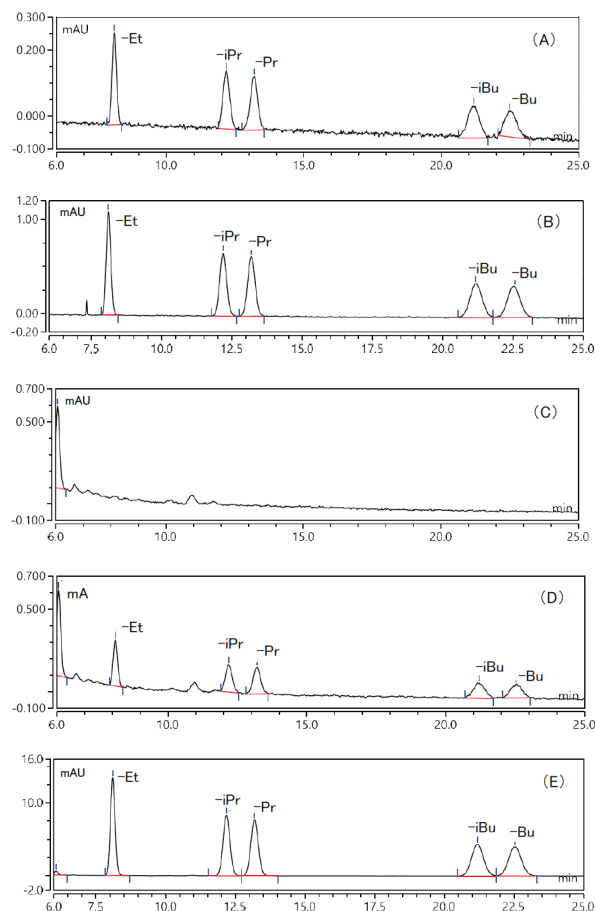


図 2 検量線標準溶液及び各試料のクロマトグラム

- (A) 0.05 μg/mL 検量線標準溶液
(B) 0.2 μg/mL 検量線標準溶液
(C) ブランク試料
(D) 添加試料（定量下限値相当）
(E) 添加試料（基準値相当）

3.3 真度

妥当性確認の結果を表 2 に示す。基準値相当及び定量下限相当を添加した試料において添加濃度と比較した真度はすべての成分で、ガイドラインの目標範囲である 70～120%を満たしており、良好な結果であった。

3.4 精度

表 2 に示すとおり、基準値相当及び定量下限相当を添加した試料において、すべての成分で、ガイドラインの

目標範囲である併行精度 10RSD%未満及び室内精度 15RSD%未満を満たしており，良好な結果であった．選択性，真度及び精度の結果から，本試験法の妥当性が確認された．

表 2 性能評価結果

評価パラメーター		検査結果					目標値
		PHBA-Et	PHBA-Pr	PHBA-iPr	PHBA-Bu	PHBA-iBu	
真度 (%)	基準値相当濃度	97	97	97	90	91	70~120
	定量下限値相当濃度	103	103	97	106	96	
併行精度 (RSD%)	基準値相当濃度	0.6	0.4	0.6	1.3	0.7	<10
	定量下限値相当濃度	2.2	5.1	1.1	5.7	2.9	
室内精度 (RSD%)	基準値相当濃度	1.4	1.0	1.0	6.3	5.0	<15
	定量下限値相当濃度	2.1	6.1	1.4	5.7	7.2	

4 まとめ

ガイドラインに基づき，カレージ抽出法によるしょう油のパラオキシ安息香酸エステル類一斉試験法（指定添加物 5 成分）の妥当性を確認した．その結果，ガイドラインに示された選択性，真度及び精度の目標値を満たしており，本試験法の妥当性が確認された．

文献

1)厚生省告示第 370 号：食品，添加物等の規格基準，昭和 34 年 12 月 28 日

- 2)厚生省生活衛生局食品化学課長通知 衛化第 15 号：食品中の食品添加物分析法について 別添「第 2 版 食品中の食品添加物分析法」，平成 12 年 3 月 30 日
- 3)厚生労働省健康・生活衛生局食品基準審査課長及び厚生労働省健康・生活衛生局食品監視安全課長通知 健生食基発 0308 第 1 号及び健生食監発 0308 第 1 号：「食品中の食品添加物分析法の妥当性確認ガイドライン」，令和 6 年 3 月 8 日
- 4)坂本智徳，他：キャピラリー電気泳動による食品中のパラオキシ安息香酸エステル類の分析,福岡市保健環境研究所報，32，74-77，2007

紅麹サプリメントによる健康被害の原因物質である プベルル酸の HPLC 測定

佐多建一・大木望・坂本智徳

福岡市保健環境研究所保健科学課

Report on HPLC Measurement of Puberulic Acid, a Substance Responsible for Health Hazards Caused by Red Yeast Rice Supplements

Kenichi SATA, Nozomi OKI and Tomonori SAKAMOTO

Health Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

要約

令和6年3月に紅麹サプリメントによる健康被害が報告された。当初は原因物質が不明であったが、9月に紅麹サプリメントの製造段階で混入した青カビが産生したカビ毒であるプベルル酸が原因物質であると断定された。そこで、福岡市内で新たな健康被害が発生した場合の検査体制確立を目指し、高速液体クロマトグラフによる分析法の検討を行った。分析機器はフォトダイオードアレイ検出器付き高速液体クロマトグラフを用いることとし、公知情報を参考に、溶離液及び試験溶液の調製方法の検討を行った。その結果、検量線は0.25～50 µg/mLの範囲で良好な直線性が得られ、健康食品検体を用いたプベルル酸の添加回収試験でも約75%の回収率が得られた。

Key Words : プベルル酸 puberulic acid, 青カビ *Penicillium. adametzioides*, 機能性表示食品 functional labeling food, 高速液体クロマトグラフ high performance liquid chromatograph (HPLC)

1 はじめに

令和6年3月、紅麹を原料とする機能性表示食品について健康被害が報告された¹⁾。当初は原因物質が不明であったが、4月に厚生労働省から、紅麹サプリメントの製造段階で混入した青カビが産生したカビ毒であるプベルル酸が原因である可能性が高いと発表され、9月に原因物質であると断定された²⁾。

プベルル酸は、昭和7年に最初の報告がされた比較的古い物質であるが、学術情報³⁾が少なく、健康被害が報告された当初は標準品も市販されておらず、分析は困難な状況であった。令和6年6月に国内の企業からプベルル酸の標準品が発売されたことを受け、福岡市内で新たな健康被害が発生した場合の検査体制確立を目指し分析法の検討を行ったので、その結果を報告する。

2 方法

2.1 標準品・試薬等

プベルル酸標準品：長良サイエンス（株）製

プベルル酸標準原液：プベルル酸標準品をメタノールで希釈し標準原液（1000 µg/mL）を調製した。

メタノール：富士フイルム和光純薬（株）製 LC/MS 用を用いた。

エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム二水和物：（株）同仁化学研究所製

リン酸二水素ナトリウム無水物：富士フイルム和光純薬（株）製

ギ酸：富士フイルム和光純薬（株）製 LC/MS 用を用いた。

超純水：水道水を超純水製造装置で処理したもの（比抵抗>18.2 MΩ・cm, TOC<5 ppb）を用いた。

1 mmol/L EDTA+24 mmol/L NaH₂PO₄ 水溶液：エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム二水和物を 372.24 mg, リン酸二水素ナトリウム無水物を 2.88 g 量り、超純水に溶解し 1000 mL とした。

1%ギ酸含有メタノール：ギ酸 2 mL をメタノールに溶解し 200 mL とした。

2.2 装置・器具等

超純水製造装置：オルガノ（株）製 PURELAB flex-UV

蒸留水製造装置：アドバンテック東洋（株）製 RFD240NA

HPLC-PDA：Thermo Fisher Scientific 社製 Vanquish Duo HPLC

分析カラム：GLサイエンス社製 Inertsil ODS-SP, 2.1 $\phi \times 150$ mm, 5 μ m

2.3 測定条件の検討

長良サイエンス（株）から提供された測定条件を基に溶離液の水系：溶媒系の割合を検討した。フォトダイオードアレイ検出器付き高速液体クロマトグラフ（以下、「HPLC-PDA」とする。）で測定した測定条件を表1及び表2に示す。プベルル酸標準原液をメタノールで希釈した標準溶液（10, 50, 100 μ g/mL）を試験溶液とした。

表1 測定条件1

カラム温度	40℃
移動相 A	1 mmol/L EDTA + 24 mmol/L NaH ₂ PO ₄ 水溶液
移動相 B	メタノール
移動相混合比率	A液：B液＝95：5
流速	0.2 mL/min
注入量	2 μ L
サンプル温度	4℃
測定波長	270 nm

表2 測定条件2

カラム温度	40℃
移動相 A	1 mmol/L EDTA + 24 mmol/L NaH ₂ PO ₄ 水溶液
移動相 B	メタノール
移動相混合比率	A液：B液＝50：50
流速	0.2 mL/min
注入量	2 μ L
サンプル温度	4℃
測定波長	270 nm

2.4 抽出条件の検討

本市内を流通していた、いわゆる健康食品（錠剤）を粉砕し、均質化したものを添加ブランク試料とした。1%ギ酸含有メタノールで抽出した試験溶液を作製し、表1の条件を使用しHPLC-PDAにて測定した。

2.4.1 試料試験溶液

試料 100 mg を 15 mL 遠沈管に採取し、1%ギ酸含有メタノール 5 mL を加え、5 分間超音波抽出後、1%ギ酸含有メタノールで 10 mL に定容した。さらに 5 分間超音波抽出後、3000 $\times$ g で 10 分間遠心分離した。上清をメタノールで 20 倍希釈後、メンブランフィルターでろ過したもの

のを試験溶液とした。フローチャートを図1に示す。

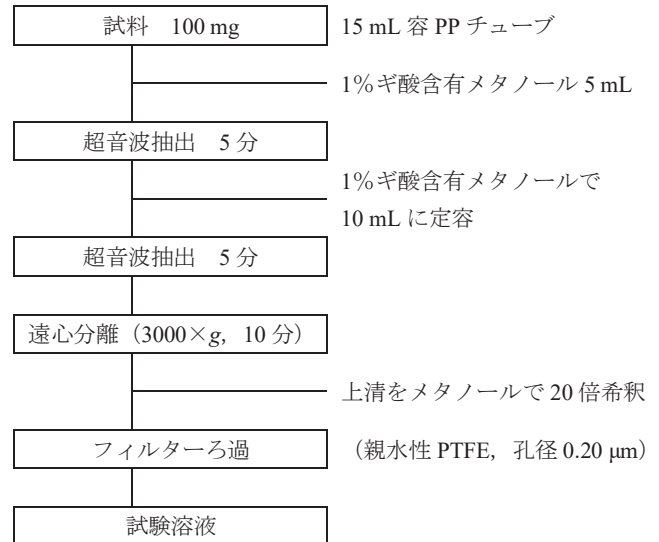


図1 抽出操作のフローチャート

2.4.2 添加回収試験溶液

試料 100 mg に 2 μ g/mg 相当（測定値として 1 μ g/mL 相当）となるようにプベルル酸標準溶液（1000 μ g/mL）を 200 μ L 添加した試料を作製し、2.4.1 に従い試料試験溶液と同様に操作したものを添加回収試験溶液とし、2 併行で実施した。

2.4.3 検量線の作成及び定量

プベルル酸標準溶液 0.25, 0.5, 1, 5, 10, 50 μ g/mL を HPLC で測定し、得られたクロマトグラムのピーク面積を用いて、絶対検量線法により検量線を作成し定量値を算出した。

2.4.4 測定方法

HPLC-PDA の測定条件は表1のとおりである。

3 結果及び考察

3.1 測定条件の検討

はじめは水と有機溶媒のみで移動相を検討したが、テリングが非常に大きく適切なピークにならなかった。原因として、プベルル酸は構造中に水酸基を多く有するため、分析系中の金属イオンへの吸着が考えられた。プベルル酸の構造式を図2に示す。そこで、移動相を酸性にし、EDTA を加えて金属イオン吸着の抑制を試みた。表1、表2の測定条件で HPLC 測定した結果をそれぞれ

示す(図3, 図4)。

表1の測定条件では、保持時間5.2分付近にピークが検出され、表2の測定条件では、保持時間2.3分付近にピークが検出された。表1の測定条件が保持時間も長く、安定して測定できると考えられた。

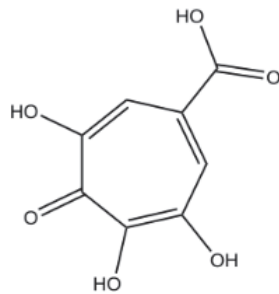


図2 プベルル酸の構造式

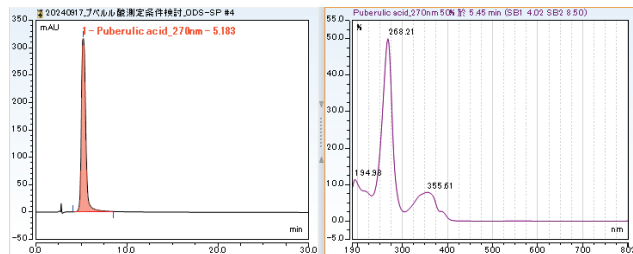


図3 水系：溶媒系=95：5クロマトグラム(100 ppm)及びスペクトル

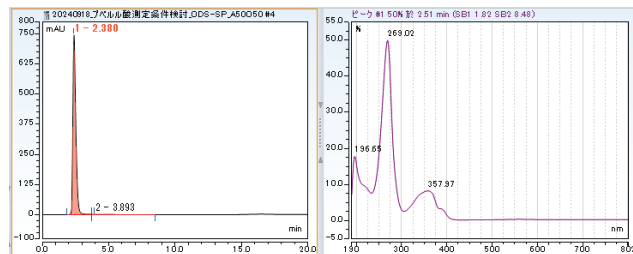


図4 水系：溶媒系=50：50クロマトグラム(100 ppm)及びスペクトル

3.2 抽出条件の検討

はじめにメタノールのみで抽出を試みた結果、プベルル酸のピークは検出されなかった。原因として3.1と同様に試料中の金属イオンの影響が考えられたため、抽出液にギ酸を添加することとした。

2.4.1に従い作製した試験溶液で添加回収試験を行った結果、保持時間5.1分にプベルル酸のピークが検出さ

れ、回収率は74.5%及び75.9%であった。得られたクロマトグラムを図5に示す。また、検量線については、決定係数0.99以上の良好な直線性が得られた(図6)。

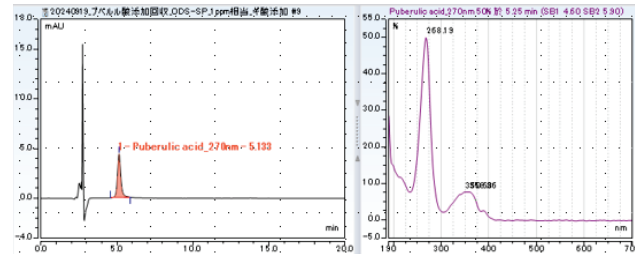


図5 1%ギ酸含有メタノールで抽出した試験溶液のクロマトグラム

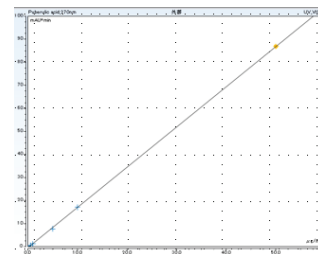


図6 検量線

4 まとめ

本市内においてプベルル酸による新たな被害疑いが発生した場合の検査体制確立に向け、HPLC-PDAによる測定を行った。その結果、移動相にEDTAを添加することで検量線は0.25~50 µg/mLの範囲で良好な直線性が得られ、ギ酸を加えたメタノールで抽出することにより健康食品検体を用いたプベルル酸の添加回収試験で約75%の回収率が得られた。

文献

- 1) 健生食監発 0326 第6号：紅麹を含むいわゆる健康食品の取扱いについて、令和6年3月26日
- 2) 厚生労働省公表資料：小林製薬社製の紅麹を含む食品の事案に係る取組について、令和6年9月18日
- 3) 木村 真, 他：紅麹サプリメントから検出されたプベルル酸に関する学術情報, *JSM Mycotoxins*, 74 (2), 59~64, 2

ツキヨタケの遺伝子検出試験のための DNA 抽出法比較

近藤芳和子・坂本智徳

福岡市保健環境研究所保健科学課

Comparison of DNA Extraction Methods for *Omphalotus guepiniformis* Genetic Detection Test

Kanako KONDOU and Tomonori SAKAMOTO

Health Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

要約

福岡市内におけるツキヨタケによる食中毒疑い事例に備え、リアルタイム PCR を用いたプローブ法によるツキヨタケとシイタケの同時検出法の開発を行い、2012 年に報告した。その際の DNA 抽出方法は、液体窒素を用いて試料を凍結後粉碎し、シリカゲル膜タイプの抽出キットを用いるものであり、安全性等に課題があった。そこで、作業の簡便性及び安全性を考慮して液体窒素を用いない DNA 抽出法を検討した結果、十分な量の DNA を抽出することができた。また、得られた DNA についてリアルタイム PCR で測定したところ、ツキヨタケ遺伝子の有無を正しく判定できており、検討した抽出法が適用できることが確認できた。

Key Words : ツキヨタケ *Omphalotus guepiniformis*, 食中毒 food poisoning, DNA 抽出 DNA extraction

1 はじめに

ツキヨタケは、キシメジ科ツキヨタケ属のキノコであり、ブナやイタヤカエデなどに重なり合って発生する毒キノコである。毒成分として、イルジン S、イルジン M 及びネオイルジンを有し、誤って喫食すると食後 30 分から 1 時間程で嘔吐、下痢、腹痛等の消化器系の中毒症状が現れる。毒キノコによる食中毒は、毎年全国で発生しており、その中でもツキヨタケを原因とする食中毒事例は過半数を占める。厚生労働省の食中毒統計 (https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryoku/shokuhin/syokuchu/04.html) によると令和元年から令和 5 年までの 5 年間で毒キノコを原因とする食中毒件数は 92 件であり、そのうちツキヨタケを原因とする食中毒は 51 件であった。

福岡市保健環境研究所（以下、「当所」とする。）では健康危機管理体制整備の一環として、リアルタイム PCR を用いたプローブ法によるツキヨタケの遺伝子検出試験法を開発し 2012 年に報告¹⁾した。しかし、抽出法は液体窒素を用いて試料を凍結乾燥させ、粉碎後にシリカゲル膜タイプの抽出キットを用いる方法であり、液体窒素を常備しておく必要があること、液体窒素の扱い

に危険が伴うこと、DNA 量が少量しか得られない場合があることといった課題があった。そこで、液体窒素を用いずに抽出可能なタカラバイオ（株）製 Plant DNA Isolation Reagent による抽出法（以下、「塩化ベンジル法」とする。）及び福岡県衛生研究センター年報²⁾を参考にした抽出法（以下、「福岡県法」とする。）の 2 種類を比較したので、その結果を報告する。

2 実験方法

2.1 試料

市販のシメジ及びエリンギ並びに当所で乾燥させデシケーター内で保管していたツキヨタケ及びクサウラベニタケを使用した。

2.2 試薬及び装置

2.2.1 試薬

DNA 抽出キット：タカラバイオ（株）製 Plant DNA Isolation Reagent

トリス（ヒドロキシメチル）アミノメタン：富士フイルム和光純薬（株）製分子生物学用トリス（ヒドロキシ

メチル) アミノメタン

2 mol/L 塩酸：富士フイルム和光純薬（株）製容量分析用 2 mol/L 塩酸

EDTA(2Na)：富士フイルム和光純薬（株）製試験研究用エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム二水和物

塩化ナトリウム：富士フイルム和光純薬（株）製試薬特級塩化ナトリウム

ドデシル硫酸ナトリウム：富士フイルム和光純薬（株）製生化学用ドデシル硫酸ナトリウム

Proteinase K：富士フイルム和光純薬（株）製遺伝子研究用 Proteinase K

2-プロパノール：富士フイルム和光純薬（株）製分子生物学用 2-プロパノール

エタノール：富士フイルム和光純薬（株）製分子生物学用エタノール (99.5)

1 mol/L Tris-HCl (pH8.0) 溶液：トリス（ヒドロキシメチル）アミノメタン 2.42 g を滅菌超純水 70 mL に溶解し、2 mol/L 塩酸で pH8.0 に調整後、滅菌超純水を加えて 100 mL とした。

100 mmol/L エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム二水和物溶液：EDTA(2Na) 930.6 mg を滅菌超純水 25 mL に溶解した。

2 mol/L 塩化ナトリウム溶液：塩化ナトリウム 3.5 g を滅菌超純水 30 mL に溶解した。

1.5%SDS 溶液：ドデシル硫酸ナトリウム 450 mg を滅菌超純水 30 mL に溶解した。

20 mg/mL Proteinase K 溶液：Proteinase K 200 mg を 0.5%SDS 10 mL に溶解した。

溶解液：1 mol/L Tris-HCl (pH8.0) 溶液 1 mL, 100 mmol/L エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム二水和物溶液 2.5 mL, 2 mol/L 塩化ナトリウム溶液 10 mL, 1.5% SDS 溶液 10 mL, 20 mg/mL Proteinase K 溶液 0.5 mL を混合し、滅菌超純水で 50 mL にメスアップした。

マスターミックス：サーモフィッシャーサイエンティフィック（株）製 PowerUp SYBR Green Master Mix

TE buffer:（株）ニッポンジーン製遺伝子工学研究用 TE (pH8.0)

超純水：アドバンテック東洋（株）製 RFU666HA で製造した超純水を用いた。

2.2.2 装置

qPCR 装置：サーモフィッシャーサイエンティフィック（株）製 QuantStudio5

冷却遠心機：久保田商事（株）製 6200, 久保田商事（株）製 3780, （株）トミー精工製 CAX-571

分光光度計：サーモフィッシャーサイエンティフィック（株）製 NanoDrop One

超純水製造装置：アドバンテック東洋（株）製

RFU666HA

ハンディーホモジナイザー：（株）QIAGEN 社製 Tissue Ruptor

ペンシルホモジナイザー：アズワン（株）製ペンシルホモジナイザー

2.3 分析方法

2.3.1 DNA 抽出法

1) 塩化ベンジル法

DNA 抽出キット付属の説明書を参考に一部を改変し、抽出を行った。すなわち、1.5 mL チューブに細切した試料を 50 mg 入れ、ペンシルホモジナイザーで 2 分間すりつぶし、Extraction Solution 1 を 400 μ L 加え、ボルテックスミキサーで混合し、Extraction Solution 2 を 80 μ L 加え混合した。Extraction Solution 3 を 150 μ L 加え混合し、50°C で 15 分間インキュベートした後、16,000 $\times$ g, 4°C, 15 分間遠心分離した。上層を 1.5 mL チューブに移し、移した上層液と同量の 2-プロパノールを加え転倒混和後、16,000 $\times$ g, 4°C, 10 分間遠心分離した。上清を除去し、エタノールを 1 mL 加え、16,000 $\times$ g, 4°C, 3 分間遠心分離した。上清を除去後、沈殿を乾燥させ、TE buffer を 80 μ L 加えて溶解させ、DNA 溶液を 80 μ L 得た。

2) 福井県法

15 mL のチューブに細切した試料 200 mg 及び溶解液 2 mL を加え、ボルテックスミキサーで混合した後、ハンディーホモジナイザーで 2 分間粉碎した。55°C で 1 時間インキュベートした後、95°C で 5 分間インキュベートし、3,000 $\times$ g, 4°C, 10 分間遠心分離した。上層を新しい 1.5 mL チューブに移し、DNA 溶液を 1,700 μ L 得た。

2.3.2 純度、濃度の確認及び調製

分光光度計を用いて DNA 溶液の 260 nm の吸光度から DNA 濃度を確認し、TE buffer を用いて DNA 溶液の濃度が 20 ng/ μ L となるよう調製した。また、280 nm に対する 260 nm 吸光度の比（以下、「A260/A280」とする。）及び 230 nm に対する 260 nm 吸光度の比（以下、「A260/A230」とする。）から純度を確認した。

2.3.3 プライマー

キノコを含む菌類共通の DNA 配列³⁾ 検出（以下、「菌類検出系」とする。）プライマーの配列

ITS1: 5'-TCC GTA GGT GAA CCT GCG G-3'

ITS2: 5'-GCT GCG TTC TTC ATC GAT GC-3'

2.3.4 リアルタイム PCR

1) 反応液調製

qPCR に供する試薬は、PowerUp SYBR Green Master Mix 12.5 μ L に 20 μ mol/L のプライマー溶液を各 0.8 μ L, 20 ng/ μ L の DNA 溶液を 2.5 μ L 加え、滅菌超純水で全量が 25 μ L となるように調製した。

2) 反応条件

50°Cで2分, 95°C 10分間保持した後, 95°C 15秒間及び60°C 1分間を1サイクルとして45サイクル繰り返した。

3) 判定方法

qPCRの増幅曲線のThreshold line及びbaselineをAuto analyzeにして, 解析を行った。Amplification plot上でThreshold lineと増幅曲線との交点におけるサイクル数をCt値とし, 40未満のCt値及び指数関数的増幅が観察される場合に陽性とした。

3 実験結果及び考察

3.1 DNA抽出法の検討

キノコ等の菌類の細胞壁は, キチン及びグルカンを主として構成されるため, DNAを抽出することが難しい。そこで, 細胞壁を溶解する試薬を用いた塩化ベンジル法及び福井県法を用いて抽出した。

鮮度がよいキノコを試料として用いるために, 市販のシメジ及びエリンギを用いた。2.3.1の1)及び2)に従って, シメジ試料及びエリンギ試料からDNA溶液を得た。結果を表1に示す。

表1 抽出法ごとのDNA収量及び純度の比較

抽出法	試料	試料採取量 (mg)	DNA収量 (μg)	A260/A280	A260/A230
塩化ベンジル法	シメジ	50	25.3	2.1	2.0
	エリンギ	50	56.5	2.1	2.2
福井県法	シメジ	200	655.0	1.9	0.8
	エリンギ	200	844.4	2.0	1.2

試料採取量は, 塩化ベンジル法 50 mg, 福井県法 200 mg とした。塩化ベンジル法では, シメジ試料 50 mg から 25.3 μg の DNA が抽出され, A260/A280 は 2.1, A260/A230 は 2.0 であった。エリンギ試料 50 mg からは, 56.5 μg の DNA が抽出され, A260/A280 は 2.1, A260/A230 は 2.2 であった。一方, 福井県法では, シメジ試料 200 mg から 655.0 μg の DNA が抽出され, A260/A280 は 1.9, A260/A230 は 0.8 であった。エリンギ試料 200 mg からは, 844.4 μg の DNA が抽出され, A260/A280 は 2.0, A260/A230 は 1.2 であった。

塩化ベンジル法にて得られた DNA 溶液は, 鋳型として十分な収量があり, A260/A280 及び A260/A230 のどちらも 1.8 以上あるものの, 毒物である塩化ベンジルを使用する部分で課題が残った。福井県法にて得られた DNA 溶液は, 鋳型として十分な収量があり, A260/A280 は 1.8 以上であったが, 塩を取り除いていないため A260/A230

が 0.8~1.2 と低かった。抽出に要する時間は塩化ベンジル法では約 3 時間, 福井県法では約 2 時間であった。

3.2 インターカレーター法による菌類検出系の確認

DNA の抽出が適切に行われたことを確認するために, 菌類検出系について SYBR Green を用いたインターカレーター法を行った。塩化ベンジル法及び福井県法を用いて, シメジ及びエリンギ試料それぞれから抽出した DNA 溶液 4 検体及びネガティブコントロールについて菌類検出系を行った。DNA 溶液は, TE buffer を用いてそれぞれ 20 ng/μL に調整し, 2.3.4の1) に従い反応液を調製し, 2) の反応条件に従って増幅を行った。結果を表 2 に示す。

表2 抽出 DNA の Ct 値 (n=2)

抽出遺伝子		菌類検出系 PCR Ct値
抽出法	試料	
塩化ベンジル法	シメジ	14.1/13.9
	エリンギ	13.8/13.8
福井県法	シメジ	19.3/19.0
	エリンギ	19.8/22.3
—	ネガティブコントロール	no Ct

全検体において, Ct 値は 40 未満となり菌類検出系陽性であったため, 菌類 DNA の抽出が適切に行われたことを確認した。

福井県法は, 簡便かつ短時間であり塩化ベンジル等の毒物を使用しない方法である。そして, 福井県法により得られた DNA 溶液は, 十分な収量であり, A260/A230 は低いものの, 判定に関わる影響はないと判断した。以上のことから, ツキヨタケの遺伝子検出試験のための抽出法としての第一選択は福井県法とした。

3.3 ツキヨタケ及びクサウラベニタケを用いた確認

当所で保管していたツキヨタケ及びクサウラベニタケを試料として, 福井県法にて DNA 溶液を得た後, 菌類共通系の確認を行った。

ツキヨタケ及びクサウラベニタケは乾燥状態で長期間保存していたため, 湿潤試料の 1/4 量である 50 mg の乾燥試料を採取し, 2.3.1の2) に従って DNA 溶液を得た。結果を表 3 に示す。

表3 抽出 DNA の収量及び純度

試料	試料採取量 (mg)	DNA収量 (μg)	A260/A280	A260/A230
ツキヨタケ	50	1686.9	1.6	1.0
クサウラベニタケ	50	2180.3	1.7	1.0

ツキヨタケ試料 50 mg からは, 1686.9 μg の DNA が得られ, A260/A280 は 1.6, A260/A230 は 1.0 であった. クサウラベニタケ試料 50 mg からは, 2180.3 μg の DNA が得られ, A260/A280 は 1.7, A260/A230 は 1.0 であった.

菌類検出系遺伝子の確認は, 3.2 と同様に行った. 結果を表 4 に示す.

表4 ツキヨタケ及びクサウラベニタケの Ct 値(n=2)

抽出遺伝子 試料	菌類検出系 PCR Ct値
ツキヨタケ	34.4/35.9
クサウラベニタケ	24.3/24.3
ネガティブコントロール	no Ct

ツキヨタケの Ct 値は 34.4/35.9, クサウラベニタケの Ct 値は 24.3/24.3 であり, いずれも 40 未満で菌類検出系陽性となり, 菌類 DNA の抽出が適切に行われたことを確認した.

3.4 ツキヨタケの遺伝子検出試験

福井県法にて抽出したシメジ, エリンギ, ツキヨタケ及びクサウラベニタケの DNA 溶液について, 鶴田らによる報告¹⁾ のとおりリアルタイム PCR を用いたプローブ法によるツキヨタケの遺伝子検出試験を行った. 結果は, シメジ, エリンギ及びクサウラベニタケは陰性, ツキヨタケは陽性であり, ツキヨタケのみから遺伝子検出を確認した.

4 まとめ

福岡市内におけるツキヨタケによる食中毒疑い事例に備え, 液体窒素を用いない DNA 抽出法を検討するため, 塩化ベンジル法及び福井県法を比較した. 収量は, 試料採取量 200 mg に換算すると塩化ベンジル法では 101.2~226.0 μg, 福井県法では 655.0~844.4 μg となり, 福井県法の方が塩化ベンジル法よりも多かった. 純度は A260/A280 は両抽出法ともに 1.8 以上で, A260/A230 は塩化ベンジル法では 1.8 以上, 福井県法では 0.8~1.2 であった. 得られた DNA 溶液を鋳型として菌類共通系のプライマーを使用しインターカレーター法にて菌類共通系の遺伝子を確認した. 全検体において Ct 値が 40 未満で, 菌類検出系遺伝子陽性であり, 菌類 DNA の抽出が適切に行われたことを確認した. 福井県法は, 簡便かつ短時間であり, 塩化ベンジル等の毒物を使用しない方法である. そして, 福井県法により得られた DNA 溶液は, 十分な収量であり, A260/A230 は低いものの, 判定に関わる影響はないと判断し, ツキヨタケの遺伝子検出試験のための抽出法としての第一選択は福井県法とした. 福井県法にて得られた DNA 溶液についてツキヨタケ遺伝子検出試験を行い, ツキヨタケのみ陽性を示すことを確認した.

以上のことから, 福井県法をツキヨタケの遺伝子検出試験のための DNA 抽出法とした.

文献

- 1) Sayuri Tsuruda, et al, Multiplex real-time PCR assay for simultaneous detection of *Omphalotus guepiniformis* and *Lentinula edodes*, Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, 76(7), 1343-1349, 2012
- 2) 野田拓史, 毒キノコによる食中毒の検査体制の構築 (第 2 報), 福井県衛生研究センター年報, 18 54-57, 2019
- 3) 野村 千枝, 他: リアルタイム PCR 法によるオオシロカラカサタケの同定, 日本食品化学学会誌, 26(1), 56~62, 2019

野菜中のジクワット・パラコート等分析における ミックスモード型イオン交換固相を用いた精製方法

増田 葉・常松 順子・木下 誠

福岡市保健環境研究所保健科学課

Purification Method using Mixed-Mode Ion Exchange Solid-Phase for Analysis of Diquat, Paraquat, etc. in Vegetables

Shiori MASUDA, Junko TSUNEMATSU and Makoto KINOSHITA

Health Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

要約

ジクワット、パラコート等の高極性農薬は、食品中の残留農薬分析で用いられる LC-MS/MS による多成分一斉分析が困難である。福岡市においても測定に対応できておらず、農薬の適正使用を確認するためには、迅速且つ簡便な分析法の確立が急がれる。そこで今回、野菜中に残留する高極性農薬の一斉分析法の開発を目的として、ミックスモード型イオン交換固相を用いた精製方法を検討した。抽出方法は個別試験法を参考に水を用いた抽出を選択し、水のみでは遠心分離の際に固形物が沈殿しなかったためアセトニトリルを添加した。分離精製はミックスモード型弱陽イオン交換固相カラムである WCX FF を選択し、アセトニトリル/水/ギ酸 (5:4:1) を溶出溶媒にすることで良好な回収が得られた。水を用いた抽出液における精製方法の検証として、ブロッコリー抽出液への低濃度 (0.01 ppm: 一律基準値相当) 及び高濃度 (0.1 ppm 相当) の添加回収試験を行った結果、検討した 7 成分中 6 成分で選択性、真度及び併行精度が目標値を満たした。

Key Words: 農薬 pesticides, ジクワット diquat, パラコート paraquat, ミックスモード型弱陽イオン交換固相 mixed-mode weak cation exchange solid-phase, 高速液体クロマトグラフ-タンデム型質量分析計 LC-MS/MS

1 はじめに

ジクワット及びパラコートは、強塩基性を持つ極性農薬であり、水溶解度が非常に高いのが特徴である¹⁾。非選択性除草剤として野菜で登録があり、作物を枯らしにくく安価であることから広く使用されている。ジクワット、パラコート等の高極性農薬は通常の食品中の残留農薬分析で用いられる LC-MS/MS による多成分一斉分析が困難なため、福岡市においても測定に対応できておらず、出荷前の青果物における農薬の適正使用を確認するためには、迅速且つ簡便な分析法の確立が急がれる。そこで今回、野菜中に残留するジクワット、パラコート等の高極性農薬の一斉分析法の開発を目的として、ミックスモード型イオン交換固相を用いた精製方法を検討した。

2 実験方法

2.1 試料

市販品 (輸入冷凍野菜) のブロッコリーを用いた。

2.2 標準品・試薬等

標準品: メルク社製アシュラム標準品, 富士フィルム和光純薬社製 CPMF 標準品, 富士フィルム和光純薬社製フロニカミド標準品, 関東化学社製ニテンピラム標準品を用いた。

混合標準品: 富士フィルム和光純薬社製 農薬混合標準液水質-7 (イミノクタジン, ジクワット, パラコート 各 20 µg/mL) を用いた。

標準原液：標準品及び混合標準品をアセトニトリルに溶解し，適宜希釈した。

検量線用混合標準溶液：各標準原液を混合し，超純水：アセトニトリル（8:2）で希釈して 1～1000 ng/mL の溶液を調製した。

アセトニトリル：LC-MS 用を用いた。

メタノール：LC-MS 用を用いた。

酢酸アンモニウム：LC-MS 用を用いた。

ギ酸：LC-MS 用を用いた。

蒸留水：アドバンテック東洋社製 RFD240 により製造した蒸留水を用いた。

超純水：アドバンテック東洋社製 RFU666HA により製造した超純水を用いた。

2.3 装置・器具等

ホモジナイザー：IKA 社製 T18 digital UL-TRA-TURRAX®

振とう機：タイテック社製 RECIPRO SHAKER SR-2w

遠心機：トミー工業（株）製 冷却遠心機 CAX-571

ろ紙：ADVANTEC®東洋濾紙（株）製定量ろ紙 5 種 A

固相カラム：ジーエルサイエンス社製 InertSep WCX FF（500 mg /20 mL）

窒素吹付式濃縮装置：Biotage 社製 TurboVap LV

0.2 μ m メンブレンフィルター：アドバンテック東洋社製 13HP020AN

PP 製遠沈管：エッペンドルフ社製コニカルチューブ（50 mL 容，15 mL 容）

バイアル：ジーエルサイエンス社製 1.5 mL 褐色目盛り付き PP 製バイアル

LC-MS/MS：

LC 部；エービー・サイエックス社製 EXION LC AD SYSTEM

MS 部；エービー・サイエックス社製 QTRAP6500+

2.4 測定条件

LC-MS/MS の測定条件を表 1 に，対象化合物の測定イオン等を表 2 に示す。MS/MS 条件は，MRM 条件を最適化し，イオン強度の強い MS/MS トランジション，DP 及び CE の組み合わせを測定条件として選定した。

2.5 試験溶液の調製

抽出フローを図 1 に，精製フローを図 2 に示す。試料 10 g に蒸留水を 25 mL 加え，10000 rpm で 1 分間ホモジナイズした。その後アセトニトリルを 10 mL 加え，1 分間横振とうし，10000×g で 5 分間遠心分離を行った。

表 1 LC-MS/MS 測定条件

分析カラム	GLサイエンス株式会社製 InertSustain AX-C18 (150 mm×2.1 mm I.D., 3 μ m)
流速	0.2 mL/min
注入量	20 μ L
カラム温度	40 $^{\circ}$ C
移動相	A 液：20 mM 酢酸アンモニウム in（水/アセトニトリル（1:1）） B 液：0.5% ギ酸
グラジエント条件	B 液：98%（0 min）→98%（2 min）→50%（5 min） →50%（10.00 min）→98%（10.10 min）→98%（16 min）
測定モード	MRM
イオン化モード	ESI（ポジネガスイッチング）
カーテンガス（CUR）	35 psi
脱溶媒温度（TEM）	300 $^{\circ}$ C
ネブライザーガス（GSI）	70 psi
ターボガス（GS2）	70 psi
コリジョンガス（CAD）	9 psi
イオンスプレー電圧（IS）	4,500 V

表 2 対象化合物の測定イオン等

No.	化合物名	保持時間 (min)	Q1(m/z)	定量イオン			確認イオン		
				Q3(m/z)	DP(V)	CE(V)	Q3(m/z)	DP(V)	CE(V)
1	アシュラム	8.1	231.0	92.0	61	31	155.9	61	17
2	CPMF	2.4	212.0	126.0	36	31	99.1	36	59
3	ジクワット	1.3	182.9	157.0	86	31	130.1	86	45
4	フロニカミド	8.6	227.9	80.9	-45	-12	146.0	-45	-30
5	イミノクタジン	2.4	178.6	100.0	81	21	69.0	25	8
6	ニテンピラム	6.8	271.0	126.0	60	37	237.2	60	23
7	バラコート	1.3	186.1	171.0	46	27	77.0	46	51

DP：Declustering Potential

CE：Collision Energy

上層を 5A ろ紙でろ過し，ろ液を蒸留水で 50 mL に定容したものを抽出液とした。抽出液 5 mL を分取して溶媒除去し，蒸留水で 10 mL に定容したものを精製用抽出液とした。WCX FF は，メタノール 5 mL 及び蒸留水 10 mL で予めコンディショニングして使用した。精製用抽出液 10 mL を WCX FF に負荷し，固相を超純水 2 mL で洗浄した。アセトニトリル/水/ギ酸（5:4:1）5 mL で溶出し，窒素吹付濃縮装置で 5.5 mL まで濃縮した後，超純水で 10 mL に定容したものを 0.2 μ m フィルターでろ過し，WCX 処理試験溶液とした。

2.6 定量

検量線用混合標準溶液 100 μ L に，試料から調製した WCX 処理試験溶液 900 μ L を加え，マトリックス添加混合標準溶液とした。低濃度（0.01 ppm：一律基準値相当）添加（以下，「低濃度」とする。）は 0.5～5 ng/mL の範囲で，高濃度（0.1 ppm 相当）添加（以下，「高濃度」とする。）は 1～15 ng/mL の範囲でマトリックス添加混合標準溶液を調製した。マトリックス添加混合標準溶液及び試験溶液 20 μ L を LC-MS/MS へ注入し，ピーク面積値を用いた絶対検量線法で各成分を定量した。

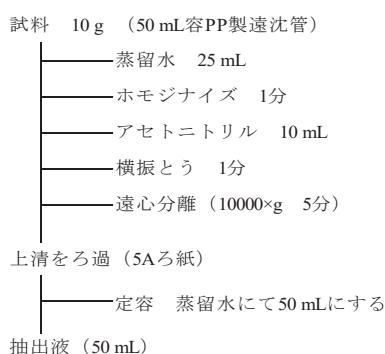


図1 抽出フロー

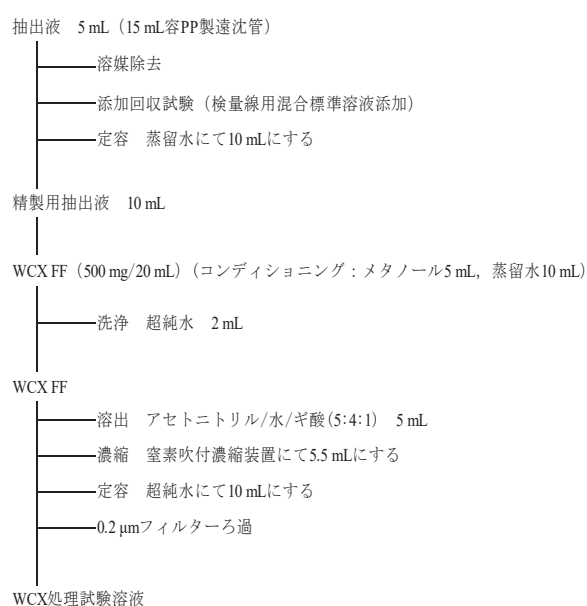


図2 精製フロー

2.7 抽出液への添加回収試験

抽出液 5 mL を分取して溶媒を除去し、低濃度は 100 ng/mL 検量線用混合標準溶液を、高濃度は 1000 ng/mL 検量線用混合標準溶液を各 100 μ L 添加後、蒸留水で 10 mL に定容したものを精製用抽出液とした。精製用抽出液を 10 mL 分取し、図 2 に示す方法で精製した。低濃度は 5 併行、高濃度は 3 併行で操作を行い、調製した WCX 処理試験溶液を LC-MS/MS で測定した。

3 結果及び考察

3.1 LC 条件の検討

分析カラムは InertSustain AX-C18 を用いた。シリカゲルに C18 基と第三級アミノ基を化学結合させたミックスモードの逆相カラムであり、疎水性相互作用と陰イオ

ン交換の両方の保持機構が働くため、通常の C18 カラムでは保持が難しい高極性化合物の分析が可能であった。検量線用混合標準溶液を水：アセトニトリル (8:2) で調製したところ、0.5 ng/mL マトリックス添加混合標準溶液の全ての対象成分においてピーク形状が良好なクロマトグラムが得られた。表 1 の測定条件における適切な注入量を、20 μ L と 40 μ L で検討した結果、注入量 20 μ L で良好な形状かつ S/N 比が 10 以上の十分な感度のピークが得られた。マトリックス効果低減のためにも、今回検討した最小量である 20 μ L を注入量とした。

3.2 前処理方法の検討

3.2.1 抽出方法

ジクワット及びパラコートはガラスに吸着することが報告されているため¹⁾、試験器具はポリプロピレン製を用いた。

抽出方法は、ジクワット、パラコート等の個別試験法を参考に、水を用いた抽出を選択した。水のみでは遠心分離の際に固形物が沈殿しなかったため、佐々野らの方法²⁾を参考にアセトニトリルを添加した。固相抽出への影響を考慮し、抽出液 5 mL から精製用抽出液を調製する際に窒素吹付濃縮装置で溶媒を除去することとした。

3.2.2 精製方法

小林らの報告¹⁾を参考に、前処理に用いる固相カラムとして WCX FF (500 mg /20 mL) を用いた。WCX FF は弱陽イオン交換及び逆相分配の 2 つの保持能を併せ持つミックスモード固相カラムであり、第四級アンモニウム等の強塩基性化合物の選択的抽出に適しているとされている。精製用抽出液の負荷溶液量について、10 mL と 25 mL で検討した結果、負荷量が多い方が回収率は低かったため、10 mL を選択した。溶出溶媒について、小林らはアセトニトリル/ギ酸 (9:1) で検討している。当所の操作フローでは固相カラム通過後の溶出液を濃縮する工程があるため、濃縮時間短縮のために小林らの検討よりも溶出溶媒中のアセトニトリル量を減らし、アセトニトリル/水/ギ酸で溶出することとした。溶出溶媒の比率について、アセトニトリル/水/ギ酸 (5:4:1) と (2:7:1) で検討したところ、(2:7:1) ではイミノクタジンが回収できなかったため、(5:4:1) を採用した。溶出溶媒量について、5 mL と 3.5 mL で比較したところ、5 mL で回収率が向上したため、5 mL を採用した。

以上のことから、固相カラム WCX FF に 10 mL の精製用抽出液を負荷し、アセトニトリル/水/ギ酸 (5:4:1) 5 mL で溶出することとした。

3.3 検量線

全ての対象成分において、低濃度範囲（0.5～5 ng/mL）及び高濃度範囲（1～15 ng/mL）で直線性が確認でき、決定係数は 0.99 以上であった。ジクワット及びパラコートの低濃度範囲での検量線を図 3 に示す。

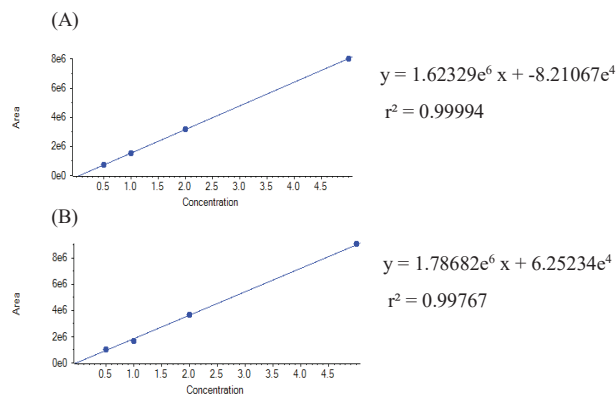


図 3 検量線

(A) ジクワット (B) パラコート

3.4 抽出液への添加回収試験結果

「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」における性能パラメーター³⁾に準じて、表 3 に示すとおり選択性、真度（回収率）及び併行精度を設定し、評価した。添加濃度は、他の野菜への適用も考慮し、0.01 ppm（一律基準値相当）と 0.1 ppm の 2 濃度とした。結果を表 4 に、添加回収試験により得た試験溶液のクロマトグラムを図 4 に示す。

表 3 性能評価パラメーターの目標値等

選択性	添加濃度に相当するピークの面積の 1/3未満
真度（回収率）	70～120%
併行精度	25 RSD%未満

表 4 抽出液への添加回収試験結果

No.	化合物名	選択性	0.01ppm (n=5)		0.1ppm (n=3)	
			真度 (%)	併行精度 (RSD%)	真度 (%)	併行精度 (RSD%)
1	アシュラム	○	<50	7.9※	77	3.6
2	CPMF	○	95	3.7	99	1.9
3	ジクワット	○	87	2.9	94	5.6
4	フロニカミド	○	88	6.9	99	4.1
5	イミノクタジン	○	85	15.6	76	1.9
6	ニテンピラム	○	80	3.9	89	13.7
7	パラコート	○	78	2.2	97	2.2

※ 面積値で算出

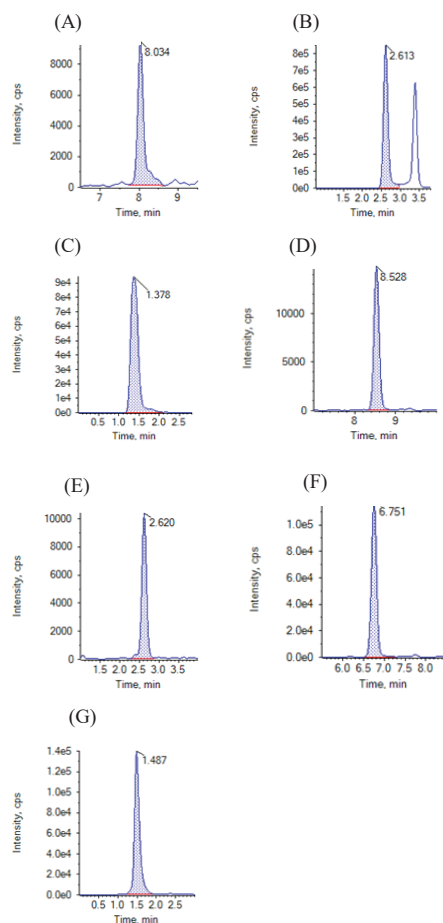


図 4 抽出液への 0.01 ppm 添加回収試験における各成分のクロマトグラム

(A) アシュラム (B) CPMF
(C) ジクワット (D) フロニカミド
(E) イミノクタジン (F) ニテンピラム
(G) パラコート

試料については、全ての成分において定量を妨害するピークは認められなかった。いずれの添加回収試験でも 7 成分中アシュラムを除く 6 成分において、選択性、真度及び併行精度いずれも目標値等を満たした。アシュラムについては、低濃度では真度が目標値を満たさなかったが、高濃度では目標値を満たした。

4 まとめ

野菜中に残留するジクワット、パラコート等の高極性農薬の一斉分析法の開発を目的として、水を用いた抽出液に対してミックスモード型弱陽イオン交換固相である WCX FF を用いた精製方法を検討した。ブロッコリー抽出液への低濃度及び高濃度の添加回収試験を行った結果、

選択性では妨害するピークは認められず，低濃度では 7 成分中ジクワット，パラコートを含む 6 成分で，高濃度では全ての成分で選択性，真度及び併行精度いずれも目標値を満たした．以上の結果から，今回検討した WCX FF を用いた精製方法はジクワット，パラコート等の一斉分析法の検討に対し有効な方法であることが確認できた．今後，試験法の妥当性を検証するため，野菜試料への添加回収試験等について検討予定である．

文献

- 1) 小林憲弘，他：水道水中のイミノクタジン・ジクワット・パラコートの LC/MS/MS 一斉分析法の開発，環境科学会誌，28(2)，117～125，2015
- 2) 佐々野僚一，他：グリホサートおよびグルホシネートの分析の自動化の検討 -第 2 報-，第 42 回農薬残留分析研究会講演要旨集，117～124，2019
- 3) 厚生労働省通知食安発 1224 第 1 号：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

博多湾におけるトリブチルアミンの分析

嶋田誠・宮崎悦子・井戸下風花

福岡市保健環境研究所環境科学課

Analysis of Tributylamine in Hakata Bay

Makoto SHIMADA, Etsuko MIYAZAKI and Fuka IDOSHITA

Environmental Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

要約

福岡市では、環境省が一般環境中における化学物質の残留状況を把握することを目的に実施する化学物質環境実態調査（エコ調査）に開始当初から参加してきた。令和6年度は、毒物及び化管法第一種指定化学物質であり、薬原料、防腐剤等に使用されているトリブチルアミンを分析対象物質とした。環境省から参考として提示された分析法（LC-MS/MS法）では、配管への吸着、キャリアオーバーがあったことから、LCの分離条件について検討を行った。改良した条件で、装置検出下限値（IDL）及び分析法検出下限値（MDL）を算出し、環境省による要求下限値を満足していること、分析の精度に問題がないことを確認した。本分析条件により、博多湾中部海域 C-4 地点におけるトリブチルアミンの分析を行ったところ検出下限値未満であった。

Key Words : 博多湾 Hakata Bay, トリブチルアミン tributylamine, 液体クロマトグラフ質量分析計 LC-MS/MS, コアシェルカラム coreshell column, アダマンチル基 adamantyl group

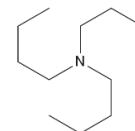
1 はじめに

福岡市では、環境省が実施している化学物質環境実態調査（以下、「エコ調査」とする。）に開始当初から毎年参加してきた。エコ調査は、一般環境中における化学物質の残留状況を把握することを目的に実施されており、分析法開発調査、初期環境調査、詳細環境調査及びモニタリング調査から構成されている¹⁾。そのうち、初期環境調査において、令和6年度は環境リスクが懸念される化学物質について11物質群が調査対象とされた²⁾。調査対象物質の一つであるトリブチルアミンは、薬原料や防錆剤等に使用されており、化学物質排出把握管理促進法（以下、「化管法」とする。）においては第一種指定化学物質として、毒物及び劇物取締法においては毒物として指定をうける化学物質である³⁾。表1にトリブチルアミンの構造及び物理化学的性状を示す³⁾。本物質は、昭和61年以降全国的な実態調査がなされていなかったことから、本市では博多湾における分析対象物質として選定した。福岡市保健環境研究所で条件検討を行い、分析を実施したため、その詳細について報告する。

2 方法

表1 トリブチルアミンの構造及び物理化学的性状

分子式	C ₁₂ H ₂₇ N
分子量	185.35
CAS 番号	102-82-9
沸点	216~217℃
融点	-70℃
水溶解度	0.3 g/100mL (20℃)
蒸気圧	0.040~0.093 kPa (20℃)
logP _{ow}	4.46
pKa	10.86
ヘンリー定数	1.60×10 ⁻⁴ atm・m ³ /mol



2.1 試薬等

2.1.1 標準品

標準品はトリブチルアミン：富士フイルム和光純薬製特級（純度98%）、サロゲート内標準物質はトリブチルアミン-*d*₂₇：C/D/N Isotopes Inc.製（純度98%）を使用した。

2.1.2 その他試薬

ギ酸：富士フィルム和光純薬製 LC/MS 用
 10%アンモニア水：富士フィルム和光純薬製
 1 mol/L ギ酸アンモニウム溶液：富士フィルム和光純薬製 液体クロマトグラフ用
 アセトニトリル：富士フィルム和光純薬製 LC/MS 用
 メタノール：富士フィルム和光純薬製 LC/MS 用
 精製水：富士フィルム和光純薬製 超純水 LC/MS 用
 固相カートリッジ：Waters 製 OasisHLB Plus 225 mg

2.1.3 標準液の調製

標準原液：トリブチルアミン 10 mg を量り取り，アセトニトリルで 10 mL とし，1000 $\mu\text{g/mL}$ の標準原液とした。

サロゲート内標準原液：トリブチルアミン- d_{27} 10 mg を量り取り，アセトニトリルで 10 mL とし，1000 $\mu\text{g/mL}$ の標準原液とした。標準原液をアセトニトリルで希釈し，0.5 $\mu\text{g/mL}$ のサロゲート内標準液を調製した。

検量線用標準液：トリブチルアミンについてはトリブチルアミン標準原液をギ酸/アセトニトリル/精製水（2：20：78，v/v）で順次希釈し，0.1～100 ng/mL の検量線用標準液となるよう調製した。また，検量線用標準液にはサロゲート内標準液が 100 ng/mL 含まれるよう加えた。

2.2 装置

LC-MS/MS の LC 部は島津製作所 LC-40DXR，MS 部は AB SCIEX 製 QTRAP 4500 を使用した。

2.3 測定条件

測定条件については，当所使用機器での最適条件を検討し，決定した（表 2）。

2.4 分析方法

分析方法は，令和 4 年度化学物質分析法開発調査報告書³⁾（以下，「報告書」とする。）に準拠して行った。水質試料 100 mL にサロゲート内標準液（0.5 $\mu\text{g/mL}$ ）を 100 μL 添加した後，十分に混和した。その全量をアセトニトリル 5 mL，精製水 10 mL でコンディショニングした固相カートリッジに 10 mL/min の流速で通水した。通水後，固相カートリッジを精製水 10 mL で洗浄し，注射器で空気を 10 mL 通気して固相中の水分を除去した。その後，ギ酸/アセトニトリル（2：98，v/v）溶液 5 mL で溶出した。溶出液は 40℃以下の窒素雰囲気流下で 1 mL まで濃縮した後，精製水で 5 mL に定容した。分析フローを図 1 に示す。

表 2 LC-MS/MS 測定条件

MS 条件	
イオン化法	ESI-positive
イオン源温度	650℃
イオンスプレー電圧	2500 kV
ドリフト電圧	トリブチルアミン 60 V トリブチルアミン- d_{27} 75 V
検出モード	MRM
モニターイオン	トリブチルアミン (定量) m/z 186 > 130 (確認) m/z 186 > 74 トリブチルアミン- d_{27} (定量) m/z 213 > 149
LC 条件	
分析カラム	OSAKASODA 製 CAPCELL CORE ADME (2.1 mm × 150 mm, 2.7 μm)
移動相	A 液：0.1% (v/v) ギ酸水溶液 B 液：0.1% (v/v) ギ酸アセトニトリル溶液
アイソクラティック条件	0 → 10 min A : B = 60 : 40
流量	0.2 mL/min
カラム温度	40℃
注入量	1 μL

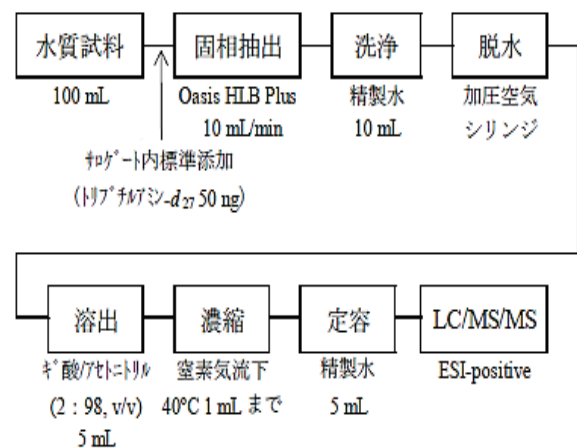


図 1 分析フロー

2.5 調査日及び調査地点

調査は令和 6 年 12 月 11 日に実施した。調査地点は博多湾の環境基準点のうち中部海域 C-4 地点を選定し，表層水のサンプリングを行った。調査地点を図 2 に示す。

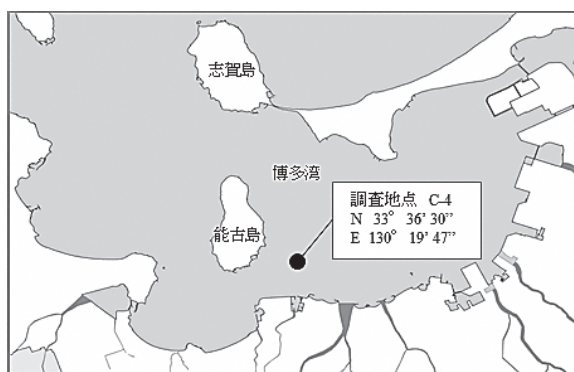


図2 調査地点図 (博多湾中部海域 C-4)

3 結果と考察

3.1 測定条件の検討

MS 測定条件は、2.3 に記載のとおり当所使用機器において最適化を行い、表 2 に示す条件とした。

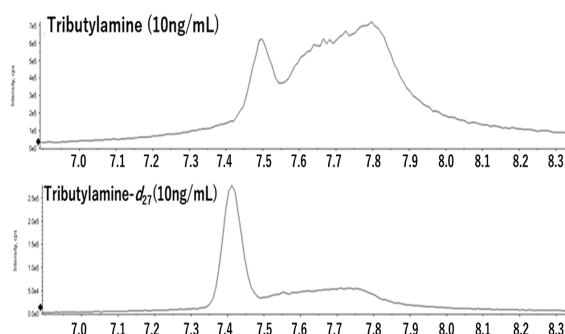
LC 条件については、まず、報告書³⁾で提示された条件 (表 3) を用いて、トリブチルアミンの検量線用標準溶液 (10 ng/mL) の分析を行った。得られた結果のクロマトグラムを図 3 に示す。

表 3 報告書記載の LC-MS/MS (LC) 測定条件

LC 条件	
分析カラム	GL Science 製 InertSustain AQ-C18 PEEK (2.1 mm × 100 mm, 3 μm)
移動相	A 液 : 0.1% (v/v) ギ酸水溶液 B 液 : 0.1% (v/v) ギ酸アセトニトリル溶液
グラジエント	0 → 3 min A : 80 B : 20
条件	3 → 11 min A : 80 → 5 B : 20 → 95 11 → 18 min A : 5 B : 95 18 → 28 min A : 80 B : 20
流量	0.2 mL/min
カラム温度	40℃
注入量	1 μL

トリブチルアミン及びトリブチルアミン-*d*₂₇ いずれも良好なピークは検出されなかった。原因として、まず、装置由来の疑似ピークの可能性が考えられたため、装置由来の成分との分離に用いられるディレイカラムを使用して見たが改善は見られず装置由来の疑似ピークの影響ではないと確認された。報告書³⁾の底質のトリブチルアミンの分析法によると、トリブチルアミンは LC 装置内の金属部分への吸着があり、ポンプからカラムに至るまでの配管をステンレス製から PEEK 製へ替えることで改

善を図ったとの記載があり、トリブチルアミンの配管への吸着により、図 3 のようなテーリングが起きていると推測された。

図3 表 3 の LC 測定条件での MRM クロマトグラム (トリブチルアミン・トリブチルアミン- *d*₂₇ : 10 ng/mL)

また、一般的に複数成分の一斉分析と比較して、一成分の分析では、移動相条件をグラジエントよりアイソクラティックとした方の分離が優れていることから、移動相条件をアイソクラティックとし、配管への吸着及びキャリアオーバーを可能な限り低減できる条件の検討を行った。底質のトリブチルアミンの分析において提示されていた分析条件として、移動相 A : 0.1 % ギ酸水溶液, B : 0.1% ギ酸アセトニトリル溶液の割合が 60 : 40 であったことから、本条件で標準溶液を測定したところ、トリブチルアミンの保持時間が約 2.7 分と短いものであった。

そこで、カラムへの保持の改善を目的として、当所において分析を行っている化合物で、対象物質と分子構造が似た塩化ジデシルジメチルアンモニウム (DDAC) の分析法を参照し、分析カラムをコアシェルカラムである OSAKA SODA 製 CAPCELL CORE ADME (2.1 mm × 150 mm, 2.7 μm) に変更し、検討を行った。コアシェルカラムは無孔性の核の表面に多孔質層が存在する粒子で充填され、分離能を高めたものである。加えて、CAPCELL CORE ADME カラムでは、アダマンチル基を導入することで疎水性を持たせながら大きな表面極性を持つよう設計されており、C18 カラムで保持が小さいトリブチルアミンのような極性化合物についても、より大きな保持が期待できる^{4, 5)}ことから選択した。移動相条件 A : B = 60 : 40 において、InertSustain AQ-C18 PEEK カラム使用時と CAPCELL CORE ADME カラム使用時の保持時間を比較したクロマトグラムを図 4 に示す。CAPCELL CORE ADME カラム使用時には、保持時間は長くなり、トリブチルアミンの保持、分離の向上が見られた。次に、CAPCELL CORE ADME カラム使用時のアイソクラティックでの移動相割合の条件を検討したクロマトグラムを図 5 に示す。移動相の割合についてはアセトニトリルの

比率が低くなるとトリブチルアミンの配管等への吸着の影響が見られ、ブランクピークの増大と、ピーク形状が悪化し、分離能が低下していることが確認された。トリブチルアミンの配管等への吸着及びカラム保持・分離能が最適かつ、ブランクピークのS/N比が5未満となるよう、移動相の条件についてはA:B=60:40とした。これらから、当所におけるトリブチルアミンのLC条件は表2のように決定した。

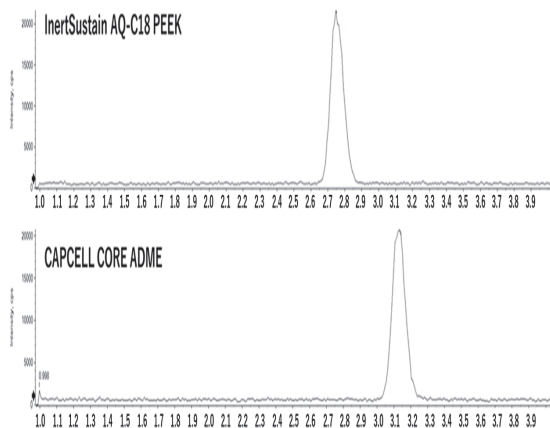


図4 LC用カラム別のトリブチルアミン標準溶液 (1 ng/mL) のMRMクロマトグラム

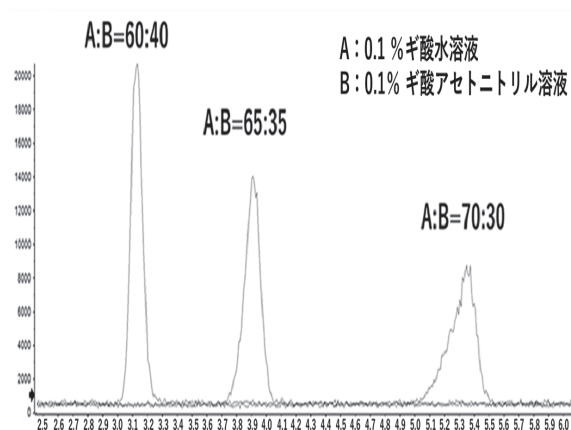


図5 移動相割合別の対象物質のMRMクロマトグラム (トリブチルアミン: 1 ng/mL)

3.2 検量線

3.1で決定した条件で測定したトリブチルアミンとサロゲート内標準の濃度比及びピーク面積比から得られた検量線を図6に示す。決定係数は $R^2 = 0.9999$ で直線性は良好であった。

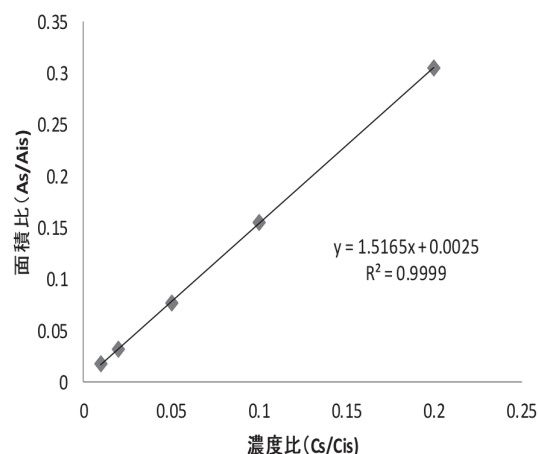


図6 トリブチルアミンの検量線 (0.1~2 ng/mL)

3.3 装置検出下限値 (IDL) 及び定量下限値

化学物質環境実態調査実施の手引き (令和2年度版)⁶⁾ (以下, 「手引き」とする。) に準拠し, トリブチルアミン標準液 0.1 ng/mL を10回繰り返し測定して, 装置検出下限値 (IDL) を算出した結果を表4に示す。当所のトリブチルアミンのIDLは0.0030 ng/Lであり, 報告書³⁾におけるIDL 1.1 ng/Lより低い値であった。

表4 装置検出下限値(IDL)

平均値 (ng/mL)	変動係数 (%)	IDL (ng/mL)	IDL 試料換算値 (ng/L)	S/N 比
0.1065	0.8	0.0030	0.15	10

3.4 測定方法の検出下限値 (MDL) 及び定量下限値 (MQL)

手引き⁶⁾に準拠し, トリブチルアミンが検出されないことを確認した海水を環境試料とし, トリブチルアミン標準物質を10 ng/Lとなるように添加し, 試料の前処理操作, 試験液の調製及びLC-MS/MSによる10試料の繰り返し測定を行い, 検出下限値 (MDL) 及び定量下限値 (MQL) を算出した。結果を表5に示す。当所のMDLは0.59 ng/L, MQLは1.6 ng/Lであり, 報告書³⁾のMDL 2.6 ng/L, MQL 6.6 ng/Lより低い値であった。

表 5 測定方法の検出下限値(MDL)及び
定量下限値(MQL)

平均値 (ng/L)	変動 係数 (%)	MDL (ng/L)	MQL (ng/L)	サロゲート 回収率 (%)
10.2	1.6	0.59	1.6	89

3.5 試料測定結果

博多湾中部海域 C-4 地点でサンプリングを行った環境試料について分析を行った結果、トリブチルアミンは定量下限値 1.6 ng/L 未満であった。トリブチルアミンの検量線下限濃度 0.1 ng/mL と C-4 環境試料の測定結果を比較した、定量イオンのクロマトグラムを図 7 に示す。

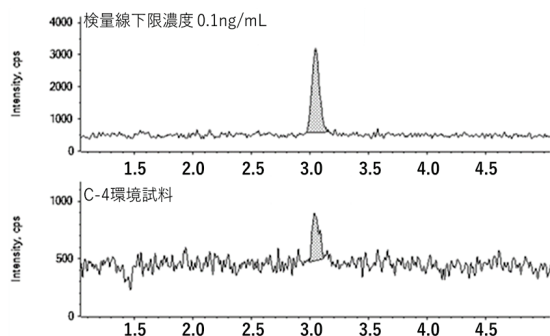


図 7 検量線下限濃度 (0.1 ng/mL) と C-4 環境試料の
クロマトグラム比較 (定量イオン $m/z = 186 > 130$)

4 まとめ

公共用水域における薬原料や防錆剤等に使用されるトリブチルアミンの分析の検討を行った。その際、環境省より提示された報告書³⁾の機器分析条件は、当所の LC-MS/MS に適さなかったことから、分析機器の最適化条件を検討し、分析条件を決定した。この条件で博多湾中部海域 C-4 地点におけるトリブチルアミンの分析を行った結果、定量下限値未満であった。

この調査は令和 6 年度化学物質環境実態調査委託業務として実施したもので、結果については、環境省で取りまとめ、今後の施策検討に活かされる。

文献

- 1) 環境省大臣官房環境保健部環境安全課：令和 5 年度版化学物質と環境，令和 6 年 3 月
- 2) 環境省大臣官房環境保健部環境安全課：令和 6 年度化学物質環境実態調査詳細要領，令和 6 年 7 月
- 3) 環境省大臣官房環境保健部環境安全課：化学物質と環境令和 4 年度化学物質分析法開発調査報告書，令和 5 年 2 月
- 4) 長江徳和，他：コアシェルカラム：コアシェル充填剤による高性能化，ぶんせき，7，322～328，2021
- 5) 西山尚秀：アダマンチル基を有する逆相系カラムの特長と分離性能，ぶんせき，4，148～153，2023
- 6) 環境省大臣官房環境保健部環境安全課：化学物質環境実態調査実施の手引き（令和 2 年度），令和 3 年 3 月

化学物質の網羅的簡易迅速測定法を用いた 福岡市内河川水の分析 (2024 年度)

井戸下風花・嶋田誠・宮崎悦子

福岡市保健環境研究所環境科学課

A Study of Non-Target Screening of Chemicals from River Water in Fukuoka City (2024)

Fuka IDOSHITA, Makoto SHIMADA and Etsuko MIYAZAKI

Environmental Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

要約

昨年度に引き続き、自動同定・定量データベースシステム (AIQS-GC) を用いて、福岡市内 16 地点の河川水における平常時に検出される化学物質の実態調査、さらに災害時等に環境中の事故水の対照となるデータの蓄積を目的としたスクリーニング分析を行った。その結果、昨年度と同様の化学物質が自動検出された。自動検出された化学物質は、フタル酸ジエチル等の可塑剤、香料、医薬品、農薬類、フェノール類、界面活性剤、アルカン類等であった。また、Ⅱ型共同研究において、精度管理を目的としたラウンドロビンテストに参加した結果、河川水に添加した 66 種の農薬のうち 62 種の自動検出が可能であり、64 種の回収率が 50~200% の範囲内であった。

Key Words : 河川水 river water, 農薬 pesticides, AIQS Automated Identification and Quantification System, ガスクロマトグラフ質量分析 Gas Chromatograph Mass Spectrometry: GC-MS

1 はじめに

2010 年代以降、全国では地震、異常気象に伴う集中豪雨等の自然災害が多く発生している。福岡市は活断層である警固断層帯付近に位置し、将来的にこの断層が活動した場合、甚大な被害が生じるおそれがある。このような大規模な災害に伴い事業場等からの流出事故が生じた際には、公共用水域等への化学物質漏洩が懸念される。現在、国内で使用される化学物質の種類は膨大で多岐にわたるため、災害時の迅速な対応には、標準品を入手せずともデータベースにより、定性・定量する分析方法が有効であると考えられる。その中でも、自動同定・定量データベースシステム (AIQS-GC) を用いたスクリーニング分析が注目されており、福岡市保健環境研究所では、国立環境研究所と地方環境研究所との AIQS-GC を用いた共同研究 (以下、「Ⅱ型共同研究」とする。) に令和元年度から参加している。

また、当所では、昨年度に市内 16 地点の河川水を対象に、AIQS-GC を活用し、当所で保有する 2 つのデータベ

ースであるⅡ型 AIQS 及び NAGINATA を用いて、平常時に検出される化学物質の実態調査及び災害時等に環境中の事故水の対照とすることを目的としたスクリーニング分析を行った¹⁾。令和 6 年度においても、化学物質の実態調査及び事故水の対照となるデータの蓄積を目的として、引き続き同様のスクリーニング分析を行ったため、その結果を報告する。

また、令和 6 年度にⅡ型共同研究の「災害時における化学物質の網羅的簡易迅速測定法を活用した緊急調査プロトコルの開発」の一環として、地方環境研究所間における分析精度の検証を目的とし、同一の試料を各地方研究所で分析を行い、その定量値及び添加回収率を比較する試験 (以下、「ラウンドロビンテスト」とする。) に参加したため、その結果についても併せて報告する。

2 実験方法

2.1 試料

2.1.1 河川水質試料

令和6年10月に市内環境基準点16地点の河川から採取した水を水質試料とした。採水地点は、本市の東部から順に浜田橋、名島橋、雨水橋、休也橋、塔の本橋、千鳥橋、金島橋、板付橋、住吉橋、旧今川橋、飛石橋、興徳寺橋、壱岐橋、上鯉川橋、玄洋橋及び昭代橋とした。図1に概略地図を示す。



図1 採水地点図
(河川名及び●で採水地点を示す)

2.1.2 ラウンドロビンテスト水質試料

国立環境研究所から送付された茨城県土浦市霞ヶ浦の河川水をラウンドロビンテスト水質試料とした。

2.2 標準品・試薬等

ジクロロメタン：関東化学製残留農薬・PCB 試験用（5000倍濃縮）を用いた。

河川試験用内部標準溶液：林純薬工業製 NAGINATA 内部標準 Mix II (4-クロロトルエン- d_4 , 1,4-ジクロロベンゼン- d_4 , ナフタレン- d_8 , フェナントレン- d_{10} , アセナフテン- d_{10} , クリセシン- d_{12} 及びベリレン- d_{12} が各 50 $\mu\text{g/mL}$ 含まれる n -ヘキサン溶液) を用いた。

ラウンドロビンテスト用内部標準溶液：林純薬工業 NAGINATA 内部標準 Mix (4-クロロトルエン- d_4 , 1,4-ジクロロベンゼン- d_4 , ナフタレン- d_8 , フェナントレン- d_{10} , アセナフテン- d_{10} , クリセシン- d_{12} 及びベリレン- d_{12} が各 10 $\mu\text{g/mL}$ 含まれる n -ヘキサン溶液) を用いた。

装置性能評価用標準液：林純薬工業製 AIQS/NAGINATA クライテリア Mix III 標準品 (2,4-ジクロロアニリン, 2,4-ジニトロアニリン, 2,6-ジクロロフェノール, 2,6-ジメチルアニリン, 2,6-ジメチルフェノール, キャプタホール, クロルピリホス, クロルピリホスメチル, フェントロチオン, イソキサチオン, シマジン, 1-オクタノール, ベンゾチアゾール, フタル酸ジエチル, リン酸トリブチル, ペンタクロロフェノール, リン酸トリス (2-ク

ロロエチル), DFTPP, フタル酸ベンジル, ノナン (C9), デカン (C10), ウンデカン (C11), ドデカン (C12), トリデカン (C13), テトラデカン (C14), ペンタデカン (C15), ヘキサデカン (C16), ヘプタデカン (C17), オクタデカン (C18), ノナデカン (C19), エイコサン (C20), ヘンエイコサン (C21), ドコサン (C22), トリコサン (C23), テトラコサン (C24), ペンタコサン (C25), ヘキサコサン (C26), ヘプタコサン (C27), オクタコサン (C28), ノナコサン (C29), トラコンタン (C30), ヘントリアコンタン (C31), ドトリアコンタン (C32), トリトリアコンタン (C33), 4-クロロトルエン- d_4 , 1,4-ジクロロベンゼン- d_4 , ナフタレン- d_8 , フェナントレン- d_{10} , アセナフテン- d_{10} , クリセシン- d_{12} 及びベリレン- d_{12} が各 1 $\mu\text{g/mL}$ 含まれるジクロロメタン溶液) を用いた。

アセトン：関東化学製残留農薬・PCB 試験用（5000倍濃縮）を用いた。

n -ヘキサン：関東化学製残留農薬・PCB 試験用（5000倍濃縮）を用いた。

塩化ナトリウム：富士フィルム和光純薬製残留農薬・PCB 試験用を 600°C, 3 時間加熱したものを用いた。

無水硫酸ナトリウム：富士フィルム和光純薬製残留農薬・PCB 試験用を 600°C, 3 時間加熱したものを用いた。

精製水：アドバンテック製 RFU666HA で精製した超純水を用いた。

ラウンドロビンテスト添加標準溶液：66 種農薬混合標準液 (ジクロロボス (DDVP), ジクロベニル (DBN), エトリジアゾール, クロロネブ, イソプロカルブ, モリネート, フェノブカルブ, トリフルラリン, ベンフルラリン, ペンシクロン, ジメトエート, シマジン, アトラジン, プロピザミド, ピロキロン, ダイアナジン, クロロタロニル, ジスルホトン, イプロベンホス, テルブカルブ, プロモブチド, トルクロホスメチル, アラクロー, シメトリン, メタラキシル, ジチオピル, フェントロチオン, エスプロカルブ, マラチオン, クロルピリホス, チオベンカルブ, フェンチオン, フサライド, ペンディメタリン, ジメタメトリン, イソフェンホス, メチルダイムロン, フェントエート, キャプタン, プロシミドン, ジメピペレート, メチダチオン, ブタミホス, ナプロパミド, フルトラニル, プレチラクロー, イソプロチオラン, ブプロフェジン, イソキサチオン, メプロニル, クロルニトロフェン, エディフェンホス, プロピコナゾール (異性体 1 及び異性体 2), テニルクロール, プリブチカルブ, プリダフェンチオン, イプロジオン, EPN, ピペロホス, アニロホス, ビフェノックス, ピリプロキシフェン, メフェナセット, カフェンストロール, エトフェンブロックス及びトリクロホン (DEP)) を

用いた。

2.3 装置・器具等

振とう器：宮本理研製シェーカーMW-DRV

分液ろ紙：ADVANTEC 2S

ガスクロマトグラフタンデム質量分析計：Agilent7000D

2.4 試験溶液の調製

2.4.1 河川試料試験溶液

2.1.1 の河川水質試料 0.5 L を 1 L 分液ロートに分取し、pH が 6～8 であることを確認後、塩化ナトリウム 15 g を添加、溶解した後、ジクロロメタン 50 mL を加えて 10 分間の振とう抽出を 2 回繰り返す、静置した。その後、ジクロロメタン層を分液ろ紙に無水硫酸ナトリウムを重層して脱水し、5 mL 程度に減圧濃縮した。ガラス製試験管に移し、窒素気流下で 0.5 mL に濃縮し、河川試験用内部標準溶液を 10 μ L 添加し河川試料試験溶液とした。精製水を同様に操作したものを河川空試験溶液とした。

2.4.2 ラウンドロビンテスト試験溶液

2.1.2 のラウンドロビンテスト水質試料 0.5 L にラウンドロビンテスト添加標準溶液 500 μ L を添加したものを、2.4.1 と同様に操作し、ラウンドロビンテスト用内部標準溶液を 50 μ L 添加しラウンドロビンテスト試験溶液とした。精製水を同様に操作したものをラウンドロビンテスト空試験溶液とした。

2.4.3 ラウンドロビンテスト標準溶液

ラウンドロビンテスト添加標準溶液 200 μ L にラウンドロビンテスト用内部標準溶液を 20 μ L 添加したものをラウンドロビンテスト標準溶液とした。

2.5 分析条件

GC-MS の測定条件を表 1 に示す。

表 1 GC-MS 条件

項目	測定条件
GC	Agilent7890B
MS	Agilent7000D
カラム	DB-5ms (Agilent製) 30 m×0.25 mm, 0.25 μ m
温度	40°C (2min) -8°C/min-310°C (5min)
注入口	250°C
トランスファーライン	300°C
イオン源	200°C
注入方法	スプリットレス
注入量	1 μ L
キャリアガス	He
イオン化	EI法
スキャン範囲	45amu-600amu
スキャン速度	0.3 s/スキャン

2.6 解析条件

2.5 GC-MS 条件で分析したデータを II 型 AIQS 及び NAGINATA の 2 つの方法で解析を行った。自動定性解析の結果、点数化された判定が 5 点以上となった化学物質を検出（以下、「自動検出」とする。）とした。ただし、自動検出された場合でも空試験結果と比較して、定量値が空試験以下である化学物質及びライブラリサーチの一致率が低い化学物質については不検出と判断した。

II 型 AIQS : AXEL for NAGINATA ver1.2.8 II 型共同研究用 No.36

NAGINATA : NAGINATA2 GC-MS 相対定量・精度管理支援ソフトウェア ver.2.03.05

3 実験結果及び考察

3.1 河川水の分析結果

3.1.1 河川空試験

精製水を 2.4.1 の方法で前処理を行い GC-MS による分析を行った。そのデータ解析を II 型 AIQS 及び NAGINATA による方法で行った。II 型 AIQS による解析では河川空試験溶液からフタル酸ジイソブチル (DIBP)、フタル酸ジエチル、アルカン類等が自動検出された。同様に、NAGINATA による解析ではフタル酸ジブチル、フタル酸ジエチルヘキシル、フタル酸ジシクロヘキシル及びアルカン類が自動検出された。これらのフタル酸エステル類については、試験室由来であり、アルカン類については装置性能評価用標準液由来であると考えられた。

3.1.2 河川試料試験溶液

市内環境基準点 16 地点における河川水を 2.4.1 の方法で前処理を行い GC-MS による分析を行った。II 型 AIQS による結果を表 2 に、NAGINATA による結果を表 3 に示す。II 型 AIQS では 43 物質、NAGINATA では 21 物質が河川水から自動検出され、昨年度の河川における検出数である II 型 AIQS の 50 物質、NAGINATA の 14 物質と大差はなかった。自動検出された化学物質は、フタル酸ジエチル等の可塑剤、香料、医薬品、農薬類、フェノール類、界面活性剤、アルカン類等であり、作年度と同様の傾向であった。特に、昆虫忌避剤のジエチルトルアミドは、II 型 AIQS で 6 地点から自動検出され、昨年度の 6 地点と同様の傾向を示した。また、そのうち 2 地点で NAGINATA でも同程度の化学物質が自動検出された。平成 25 年度に今回と同一河川を対象として実施した調査において、ジエチルトルアミドはほぼ全ての地点で検出され、年間を通して検出頻度が高かったとの報告があった²⁾ことから、虫よけスプレー等に広く使用されて

いるジエチルトルアミドは、10年以上の長期間に渡り継続的に広く使用されていると推察された。一方で、令和6年度に昨年度よりも自動検出地点が増加した化学物質として防腐剤の2-フェノキシエタノールがあった。令和6年度における2-フェノキシエタノールは、II型AIQSで8地点、NAGINATAで9地点から自動検出されたが、昨年度はII型AIQSの1地点からのみであった。逆に、令和6年度の方が昨年度よりも自動検出地点が減少した化学物質として酸化防止剤の2-*tert*-ブチル-4-メトキシフェノール及びジブチルヒドロキシトルエン（BHT）、除草剤のジメタメトリン、香料成分の3,5-ジブチル-4-ヒドロキシベンズアルデヒド、アゾ染料の1-ナフチルアミンがあった。これらの5物質は、令和6年度のII型AIQS及びNAGINATAにおいていずれの地点からも自動検出されなかったが、昨年度のII型AIQSで2-*tert*-ブチル-4-メトキシフェノールが13地点、ジメタメトリンが8地点、NAGINATAではジブチルヒドロキシトルエン（BHT）が3地点、3,5-ジブチル-4-ヒドロキシベンズアルデヒドが2地点、1-ナフチルアミンが1地点から自動検出されていた。このように、一部の化学物質については、II型AIQS及びNAGINATAの検出状況に年度による差が生じたことから、引き続きデータの蓄積が必要であると考えられた。

3.1.3 同一河川における地点ごとの比較

御笠川の採水地点である板付橋、金島橋及び千鳥橋の3地点のうち、金島橋及び千鳥橋の2地点で自動検出された化学物質の種類及び濃度が同様の傾向を示しており、他の調査地点と比べて高濃度で検出された。これらの2地点においては、II型AIQSでは可塑剤のフタル酸ジエチル、リン酸トリス（2-クロロエチル）、フタル酸ジメチル、難燃剤のTCPP、昆虫忌避剤のジエチルトルアミド、殺虫剤や日焼け止めに使用されるベンゾフェノン、かゆみ止めのクロタミトン、香料成分のガラクソリド、 δ -ダマスコン等が自動検出され、NAGINATAでは、フタル酸ジエチル、クロタミトン、ジエチルトルアミド等が自動検出された。さらに、金島橋は、下流に位置する千鳥橋よりも化学物質の自動検出数が多く、検出濃度が高い傾向が認められた。平成25年度の調査結果²⁾においても同様の報告がされており、両地点が下水処理場の下流に位置していることから、下水の影響を受けていると考えられた。

一方で、多々良川の採水地点である雨水橋及び名島橋の2地点間においては、他の調査地点との間で自動検出数及び検出濃度に大きな差が認められなかったものの、II型AIQSでは上流の雨水橋よりも下流の名島橋の方が

化学物質の自動検出数が多く、検出濃度が高い傾向が認められ、名島橋が下水放流口の下流にあり下水の影響を受けていると考えられた。

3.1.4 II型AIQS及びNAGINATAとの比較

3.1.2で示したとおり、II型AIQSの方がNAGINATAよりも多くの化学物質が自動検出された。II型AIQS及びNAGINATAの両ソフトで共通して自動検出された化合物は可塑剤のフタル酸エステル類、医薬品のクロタミトン、防腐剤の2-フェノキシエタノール、香料成分のベンゾチアゾール、界面活性剤の4-ノニルフェノール、難燃剤のTCPP、昆虫忌避剤のジエチルトルアミド及び消毒剤等を使用されるフェノールであった。また、定量値に関しては大半の物質において、II型AIQS及びNAGINATAの両ソフトによる定量結果が一致していた。

3.2 ラウンドロビンテストの分析結果

3.2.1 ラウンドロビンテスト空試験

2.4.3で得られた試験溶液をGC-MSで3回測定し、そのデータをII型AIQSで解析を行った結果、空試験液からフタル酸類、アルカン類及びアルコール類が自動検出された。

3.2.2 ラウンドロビンテスト標準溶液

3.2.1同様に測定・解析を行ったラウンドロビンテスト標準溶液結果を表4に示す。ラウンドロビンテスト標準溶液の66種の農薬のうち62種が自動検出され、ビフェノックス、トリクロロホン、イプロジオン及びプロピコナゾール異性体1の4種が自動検出されなかった。

3.2.3 ラウンドロビンテスト試験溶液

3.2.1同様に測定・解析を行ったラウンドロビンテスト試験溶液結果を表5に示す。3.2.2の結果と同様に、添加した66種の農薬のうち62種が自動検出され、ビフェノックス、トリクロロホン、イプロジオン及びプロピコナゾール異性体1の4種が自動検出されなかった。これらの結果から、実際の環境水等でマトリクスが存在していたとしても標準溶液と同等の結果が得られることが分かった。回収率については66物質中64物質が、50～200%の範囲内であり、AIQS-GCによるスクリーニング分析法暫定マニュアル³⁾（以下、「暫定マニュアル」とする。）の基準を満たした。ただし、ジチオピルについては回収率が200%を超過し、プロピコナゾール異性体2においては回収率が50%未満であり、暫定マニュアルの基準の範囲外であった。これらの結果から、II型AIQSによる自動同定及び定量は、標準品を用いない場合でも、一定の精度で河川水中の化学物質の把握が可能であることが示唆された。

表 2 市内環境基準点 16 地点における河川水の II 型 AIQS による自動同定・半定量結果

検出された物質	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	浜田橋	名島橋	雨水橋	休也橋	原の本橋	千鳥橋	金島橋	板付橋	住吉橋	田今川橋	飛石橋	興徳寺橋	恵岐橋	上杉川橋	玄洋橋	昭代橋
フタル酸ジブチル (DBP)	-	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
フタル酸ジエチルヘキシル	-	0.37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
フタル酸ジエチル	-	0.04	0.04	0.06	0.07	0.10	0.15	0.06	0.04	0.06	0.11	0.04	0.04	0.06	0.05	0.19
ジブチルヒドロキシトルエン (BHT)	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,5-ジ- <i>tert</i> -ブチル-4-ヒドロキシベンズアルデヒド	-	0.03	-	-	-	-	0.05	0.12	-	-	0.13	-	-	0.07	-	-
ベンゾチアゾール	0.04	0.08	0.05	0.05	0.04	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	-	0.04	0.04	0.05	0.04
TCPP Tris(1-chloro-2-propyl)phosphate1	-	0.12	-	-	-	0.28	0.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-
オクタデカン	0.06	0.04	-	0.05	-	-	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-
フェノール	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.23	-	-	-	-	-	-
ヘプタデカン	0.19	0.05	0.04	0.10	-	0.19	-	0.42	0.10	-	0.06	-	-	0.04	-	-
ノナデカン	0.06	-	-	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-
アニリン	0.03	-	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3- <i>tert</i> -ブチルフェノール&4- <i>tert</i> -ブチルフェノール	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
リン酸トリエチル	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
リン酸トリス (2-クロロエチル)	0.21	0.10	-	-	-	0.24	0.48	0.04	-	-	0.02	-	-	-	0.08	-
L-メントール	-	-	0.03	0.03	0.04	-	-	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	-	-	0.04
2,6-ジ- <i>tert</i> -ブチル-1,4-ベンゾキノン	-	-	-	-	-	0.04	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-	-
1-ノナノール	0.08	-	-	0.09	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
キノリン	-	-	-	-	-	0.04	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ジエチルトルアミド	-	0.02	-	0.02	0.04	0.05	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02
クロタミトン	-	0.24	0.05	0.07	0.09	0.48	1.2	-	0.06	-	-	-	-	-	-	0.15
ガラクソリド	-	0.03	-	-	-	0.21	0.83	-	-	-	-	-	-	-	-	-
トナリド	-	0.03	-	-	-	-	0.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ベンジルアルコール	0.08	-	-	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-フェノキシエタノール	0.28	-	-	0.18	-	-	-	-	-	0.17	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.18
2-ヒドロキシベンゾチアゾール	-	-	-	0.07	-	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
カフェイン	-	-	-	-	-	-	-	0.15	-	-	-	-	0.36	-	0.17	-
医薬品	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
塗料、アルカン	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
燃料、アルカン	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
合成樹脂可塑性	0.02	-	-	0.03	0.02	0.03	0.05	-	-	0.02	-	-	-	0.02	-	0.02
ビス (2-クロロエチル) エーテル	-	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ベンタメルベンゼン	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ベンゾフェノン	-	0.03	0.04	0.04	-	0.09	0.11	-	0.03	-	0.05	0.03	-	0.05	-	0.05
ベンタデカン	-	-	-	0.02	0.04	0.03	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-
2-(メチルチオ)ベンゾチアゾール	-	-	-	0.02	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-ニルフェノール	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	-	-	0.02	-	0.02
2,4-ジクロロ-p-ターフェニル&2,5-ジクロロ-p-ターフェニル総線油	-	-	-	-	1.0	-	1.4	-	-	-	0.05	-	-	-	-	0.34
α-ダマスコン	-	-	-	-	0.53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
香料	-	-	-	-	-	-	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
δ-ダマスコン	-	-	-	-	-	0.17	0.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,6-ジクロロフェノール	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
有機合成原料	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
合成繊維樹脂原料	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	-	-	-
カプロラクタム	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ジメチアミド	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
除草剤	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.10	-	-	-
プロピザミド	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05

単位：μg/L. 半定量による定量値0.01μg/L以上を表示

表3 市内環境基準点 16 地点における河川水の NAGINATA による自動同定・半定量結果

検出された物質	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
用途	浜田橋	名島橋	雨水橋	休也橋	塔の本橋	千鳥橋	金島橋	坂付橋	住吉橋	旧今川橋	飛石橋	真徳寺橋	恵岐橋	上鯉川橋	玄洋橋	昭代橋
フタル酸ジブチル	0.66	-	0.41	0.41	2.8	3.4	3.2	3.9	1.2	0.94	3.3	0.41	-	2.7	0.41	5.5
フタル酸ジエチルヘキシル	0.70	-	0.42	0.70	0.82	0.60	0.61	1.1	0.66	0.62	0.61	0.49	0.50	-	0.48	0.61
フタル酸ジシタロヘキシル	-	0.11	0.14	-	0.30	-	0.22	0.34	0.24	0.22	-	-	-	0.13	-	0.22
フタル酸ジイソブチル	0.06	-	-	0.06	0.12	0.09	0.11	0.09	-	-	0.07	0.05	-	0.07	-	0.13
フタル酸ジエチル	-	-	0.04	0.05	0.07	0.10	0.15	0.06	0.04	0.05	0.10	0.04	0.04	0.05	0.05	0.18
3,5-ジ- <i>tert</i> -ブチル-4-ヒドロキシベンズアルデヒド 不明	-	-	-	-	-	-	-	0.12	-	-	0.13	-	-	-	-	-
ベンゾチアゾール	-	0.08	-	-	-	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-ノニルフェノール	-	-	-	-	0.99	-	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
クロタミトン	-	0.24	-	-	-	0.48	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TCPP Tris(1-chloro-2-propyl)phosphate1	-	-	-	-	-	-	0.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ペンタコサン	0.60	-	-	-	0.51	0.43	0.35	0.59	0.34	0.40	0.42	-	-	-	-	-
テトラコサン	0.54	-	-	-	0.34	-	0.35	-	-	-	0.36	-	-	-	-	-
トリコサン	0.44	-	-	0.25	0.22	-	0.18	0.26	0.17	0.18	0.26	0.22	0.22	0.20	0.21	0.21
ヘプタコサン	-	-	-	-	-	-	-	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-
2-フェノキシエタノール	-	-	-	0.17	-	0.11	0.11	-	-	-	0.16	0.14	0.14	0.14	0.16	0.19
ヘプタデカン	-	-	-	-	-	0.18	-	0.41	-	-	-	-	-	-	-	-
ジエチルトリアルアミド	-	-	-	-	-	0.05	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TCPP Tris(1-chloro-2-propyl)phosphate2	-	-	-	-	-	-	0.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
テルブカルブ	-	-	-	-	-	-	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
フェノール	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.24	-	-	-	-	-	-
ドコサン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.19	-	-	-	-	-

単位: µg/L, 半定量による定量値0.01µg/L以上を表示

表4 ラウンドロビンテスト標準溶液結果

66種農薬混合標準液	STD1	STD2	STD3		STD1	STD2	STD3
ジクロロボス	0.80	0.89	0.90	ペンディメタリン	0.66	0.62	0.65
ジクロベニル	1.0	1.1	1.1	ジメタメトリン	0.90	0.89	0.92
エトリジアゾール	0.71	0.77	0.79	イソフェンホス	0.86	0.87	0.88
クロロネブ	1.1	1.1	1.1	メチルダイムロン	0.94	0.94	0.96
イソプロカルブ	0.74	0.78	0.79	フェントエート	0.82	0.88	0.90
モリネート	1.1	1.1	1.1	キャプタン	0.79	0.76	0.76
フェノブカルブ	0.77	0.82	0.83	プロシミドン	1.3	1.2	1.3
トリフルラリン	0.67	0.69	0.71	ジメピペレート	0.87	0.87	0.92
ベンフルラリン	0.66	0.72	0.74	メチダチオン	0.76	0.79	0.82
ベンシクロン	1.1	1.1	1.1	ブタミホス	0.66	0.62	0.64
ジメトエート	0.65	0.70	0.74	ナプロパミド	0.84	0.88	0.90
シマジン	1.0	1.1	1.1	フルトラニル	0.73	0.73	0.76
アトラジン	0.96	1.0	1.0	イソプロチオラン	0.92	0.92	0.94
プロピザミド	0.74	0.78	0.81	プレチラクロール	1.4	1.4	1.4
ピロキロン	0.83	0.85	0.82	ブプロフェジン	0.81	0.84	0.88
ダイアジノン	1.1	1.1	1.1	イソキサチオン	0.45	0.44	0.44
クロロタロニル (TPN)	0.68	0.65	0.63	メプロニル	0.65	0.69	0.68
ジスルホトン	1.1	1.1	1.1	クロロニトロフェン (CPN)	0.89	0.88	0.92
イプロベンホス	0.67	0.69	0.72	エディフェンホス	0.87	0.88	0.96
テルブカルブ	0.87	0.88	0.92	プロピコナゾール異性体 2	0.31	0.31	0.30
プロモブチド	0.97	0.99	1.0	テニルクロール	0.86	0.91	0.92
アラクロール	0.80	0.82	0.83	ピリプチカルブ	0.66	0.69	0.70
トルクロホスメチル	1.3	1.3	1.3	ピリダフェンチオン	0.66	0.64	0.64
シメトリン	0.94	0.96	0.97	EPN	0.68	0.72	0.74
メフェノキサム (メタラキシルM)	1.3	1.3	1.3	ピペロホス	0.82	0.91	0.87
メタラキシル	0.88	0.89	0.90	アニロホス	0.67	0.70	0.71
ジチオピル	2.5	2.5	2.6	ビフェノックス	0.78	0.83	0.89
フェニトロチオン	0.76	0.74	0.79	ピリプロキシフェン	0.61	0.64	0.66
エスプロカルブ	1.2	1.2	1.2	メフェナセット	0.70	0.67	0.67
マラチオン	0.75	0.76	0.79	カフェンストロール	0.46	0.50	0.50
クロルピリホス	1.0	0.99	1.0	エトフェンプロックス	0.57	0.57	0.55
チオベンカルブ	1.1	1.0	1.1	トリクロルホン	0.11	0.18	0.16
フェンチオン	1.4	1.3	1.4	イプロジオン	0.40	0.43	0.41
フサライド	1.1	1.1	1.0	プロピコナゾール異性体 1	0.55	0.54	0.56

単位: µg/L

表5 ラウンドロビンテスト試験溶液結果

66種農薬混合標準液	Sample1	Sample2	Sample3		Sample1	Sample2	Sample3
ジクロルボス	0.88	0.96	1.0	ベンディメタリン	0.78	0.86	0.87
ジクロベニル	0.85	0.87	0.86	ジメタメトリン	1.1	1.1	1.1
エトリジアゾール	0.87	0.93	0.94	イソフェンホス	0.96	0.94	0.99
クロロネブ	1.8	1.9	1.9	メチルダイムロン	0.77	0.76	0.77
イソプロカルブ	0.91	0.94	0.95	フェントエート	0.88	0.90	0.91
モリネート	0.90	0.92	0.91	キャプタン	0.94	0.97	0.94
フェノブカルブ	0.99	1.0	1.0	プロシミドン	1.2	1.1	1.1
トリフルラリン	0.89	0.95	0.98	ジメピペレート	0.94	0.94	0.95
ベンフルラリン	0.76	0.85	0.86	メチダチオン	0.99	1.0	1.0
ペンシクロン	1.3	1.3	1.4	ブタミホス	0.81	0.88	0.93
ジメトエート	0.96	1.0	1.0	ナプロバミド	1.0	1.0	1.0
シマジン	1.0	1.1	1.0	フルトラニル	0.97	1.0	1.0
アトラジン	1.0	1.0	1.0	イソプロチオラン	0.94	0.94	0.94
プロビザミド	0.98	1.1	1.1	ブレチラクロール	1.4	1.3	1.4
ピロキロン	0.88	0.91	0.91	ブプロフェジン	0.92	0.92	0.91
ダイアジノン	1.2	1.2	1.2	イソキサチオン	0.68	0.77	0.84
クロタロニル (TPN)	0.75	0.79	0.79	メブロンル	0.95	1.0	1.1
ジスルホトン	1.1	1.1	1.1	クロロニトロフェン (CPN)	0.93	0.99	1.0
イプロベンホス	1.0	1.1	1.2	エディフェンホス	1.4	1.4	1.5
テルブカルブ	1.1	1.1	1.1	プロピコナゾール異性体 2	0.42	0.46	0.45
プロモブチド	1.1	1.2	1.2	テニルクロール	0.93	0.91	0.93
アラクロール	0.86	0.89	0.91	ピリプチカルブ	0.78	0.77	0.80
トルクロホスメチル	1.3	1.3	1.3	ピリダフェンチオン	0.84	0.91	0.94
シメトリン	1.1	1.1	1.1	EPN	0.72	0.76	0.79
メフェノキサム (メタラキシルM)	1.5	1.5	1.6	ビペロホス	1.1	1.1	1.2
メタラキシル	1.0	1.0	1.0	アニロホス	0.86	0.86	0.91
ジチオビル	2.4	2.4	2.3	ビフェノックス	0.88	0.95	0.98
フェニトロチオン	0.99	1.1	1.0	ピリプロキシフェン	0.85	0.87	0.90
エスプロカルブ	1.2	1.2	1.2	メフェナセット	0.84	0.86	0.90
マラチオン	0.93	1.0	1.0	カフェンストロール	0.81	0.86	0.86
クロルピリホス	1.0	1.1	1.1	エトフェンプロックス	0.93	0.96	0.99
チオベンカルブ	1.0	1.0	1.0	トリクロルホン	0.54	0.54	0.58
フェンチオン	1.4	1.4	1.4	イプロジオン	0.55	0.56	0.63
フサライド	1.1	1.1	1.1	プロピコナゾール異性体 1	0.81	0.86	0.88

単位: µg/L

4 まとめ

昨年度に引き続き、AIQS-GC による市内 16 地点の河川水の実態調査を行った。その結果、II 型 AIQS 及び NAGINATA で共通して自動検出された化合物は可塑剤のフタル酸エステル類、医薬品成分のクロタミトン、防腐剤の 2-フェノキシエタノール、香料成分のベンゾチアゾール、界面活性剤の 4-ノニルフェノール、難燃剤の TCPP、昆虫忌避剤のジェチルトルアミド及び消毒剤等に含まれるフェノールであった。自動検出された化学物質には若干の違いは見られたものの、全体的には昨年度と同様の傾向であった。

また、II 型共同研究において農薬 66 種のラウンドロビンテストに参加した。その結果、66 種中 62 種が自動検出され、64 種の回収率が AIQS-GC による暫定マニュアルの基準である 50~200%の範囲内であった。AIQS-GC によるスクリーニング分析は標準品を用いない場合で

も、一定の精度で河川水中の化学物質の把握が可能であることが示唆された。

今後も平常時に検出される化学物質の実態調査に加え、災害時等における環境中の事故水の対照とすることを目的としたスクリーニング分析を継続し、データの蓄積を行っていく。

文献

- 1)宮崎悦子, 他: 化学物質の網羅的簡易迅速測定法を用いた福岡市内河川水の分析, 福岡市保健環境研究所報, 49, 131~136, 2024
- 2)宇野映介, 他: 福岡市における水環境中の PPCPs の存在実態と季節変動および生態リスク初期評価, 福岡市保健環境研究所報, 39, 51~57, 2014
- 3)環境省水・大気環境局水環境課: AIQS-GC によるスクリーニング分析法暫定マニュアル, 令和 5 年 (2023 年) 3 月

福岡市内河川の底生動物を用いた環境評価 — 那珂川, 2024 年 —

有本圭佑・三戸谷勇樹・大平良一

福岡市保健環境研究所環境科学課

Evaluation of River Environment by Bottom Fauna in Fukuoka City (Naka River, in 2024)

Keisuke ARIMOTO, Yuki MITOYA and Ryoichi OHIRA

Environmental Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

要約

福岡市内河川の水環境について水質検査だけでは捉えにくい総合的・長期的な環境の実態を把握することを目的として、福岡市保健環境研究所では河川底生動物を指標とした水質評価を、1992 年より 5 河川においてそれぞれ 5 年毎に実施している。2024 年は那珂川の淡水域について上流から、リバーパーク、轟橋、警弥郷橋及び番托井堰下の計 4 地点で底生動物の調査を実施し、ASPT (Average score per taxon)、水生生物による水質判定を用いて環境評価を行った。ASPT はリバーパークが 7.6、轟橋が 7.6 で「とても良好」、警弥郷橋が 7.0、番托井堰下が 6.0 で「良好」となった。水生生物による水質判定によると、全ての調査地点で「きれいな水」とであると評価された。

Key Words: 淡水域 freshwater area, 底生動物 bottom fauna, 那珂川 Naka River, ASPT average score per taxon

1 はじめに

河川の水環境について総合的・長期的な環境の実態を把握するため、福岡市保健環境研究所では 1992 年から市内に流入する 5 河川（多々良川、那珂川、御笠川、樋井川及び室見川）の底生動物調査を 1 年に 1 河川ペースで実施し、これを用いた水質評価を行っている。2024 年は市の中心部を流れる那珂川について調査した。那珂川は福岡市早良区板屋字伊津浦 207 番地先の砂防堰堤を起点とし、博多湾を終点とする延長 34.03 km の二級河川である¹⁾。

2 調査方法

2.1 調査地点

2024 年 4 月 18 日に那珂川上流からリバーパーク、轟橋、警弥郷橋及び番托井堰下の計 4 地点で調査を実施した。調査地点を図 1 に示す。



図 1 調査地点

2.2 採取及び検査方法

底生動物の採取方法は環境省の「水生生物による水質評価法マニュアルー日本版平均スコア法ー」（以下、「水質評価マニュアル」とする。）²⁾に従った。採取は各調査地点で3回ずつ行い、タモ網に入った底生動物を250 mL 管瓶に入れ、直ちに70%エチルアルコールで固定し持ち帰った。同定は「河川生物の絵解き検索」³⁾、「滋賀の水生昆虫・図解ハンドブック」⁴⁾、「日本産水生昆虫検索図説」⁵⁾及び「神奈川県版河川生物の絵解き検索」⁶⁾に従い、科（一部は綱）まで行った。流れの速さの測定は電磁流速計（KENEK 社 LP2100）を用いて行った。流れの速さの判定は「川の生き物を調べよう」⁷⁾を参考に流れの速さが30 cm/s 以下の場合には「おそい」、30～60 cm/s の場合には「ふつう」、60 cm/s 以上の場合には「はやい」とした。

また河川水を採取し、持ち帰った後水質検査を行った。pH（水素イオン濃度）は JIS K 0102 12.1 ガラス電極法、DO（溶存酸素）は JIS K 0102 32.1 よう素滴定法、BOD（生物化学的酸素消費量）は JIS K 0102 21 及び JIS K 0102 32.3 隔膜電極法、SS（浮遊物質質量）は昭和 46 年環境庁告示第 59 号 付表 9、T-N（全窒素）は JIS K 0102 45.2 紫外線吸光度法、T-P（全りん）は JIS K 0102 46.3.1 ペルオキシ二硫酸カリウム分解法、EC（電気伝導率）は JIS K 0102 13 電気伝導率に従い測定した。

2.3 評価方法

底生動物の同定により得られた結果から、ASPT（Average score per taxon）の算出や水生生物による水質判定を行った。

ASPT は水質状況に周辺環境も合わせた総合的河川環境の良好性を相対的に表す指数で、水質評価マニュアル²⁾に従い、スコア表^{2, 8)}を用いて算出する。底生動物の科ごとに決められたスコアが1から10まであり、出現した底生動物のスコアの合計（以下、「TS」とする。）を出現した底生動物の科の総数で割った値で示される。ASPT は小数点第2位を四捨五入し、小数点第1位までとした。ASPT の範囲と河川水質の良好性を表1に示す。水環境は ASPT と TS で評価した。

水生生物による水質判定は、水質階級を4段階（Ⅰ～Ⅳ）の階級毎に定められた指標生物を基に定める手法である。水質階級と水のきれいさの程度を表2に示す。水質階級の判定は「川の生きものを調べよう」⁷⁾に従った。

また、多様性指数は表3に示す Shannon-Wiener の多様性指数（ H' ）の式を用いて算出した。 H' は採取された底生動物の種数が多く、かつ均等に採取されると高い値となり、多様性に富んでいると評価される。

表1 ASPT の範囲と河川水質の良好性

ASPT の範囲	河川水質の良好性
7.5 以上	とても良好
6.0 以上 7.5 未満	良好
5.0 以上 6.0 未満	やや良好
5.0 未満	良好とはいえない

表2 水質階級と水のきれいさの程度

水質階級	水のきれいさの程度
Ⅰ	きれいな水 (水が透明で川底まで見えるところ)
Ⅱ	ややきれいな水 (周りに田んぼがあって、水がやや濁っているところ)
Ⅲ	きたない水 (排水路が川につながっていたり、周りには多くの人家が見られたりするところ)
Ⅳ	とてもきたない水 (周りには工場なども多く、人がたくさん住んでいるようなところ)

表3 Shannon-Wiener の多様性指数

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \cdot \log_2 P_i \quad (0 \leq H')$$

S = 種数（科数）

P_i = 種 i が全体に含まれる割合（ ni/N ）

ni = 種 i の個体数

N = 総個体数

3 結果及び考察

3.1 各調査地点における底生動物出現状況

那珂川における各調査地点の様子を図2～5、底生動物の出現状況を表4、優占科を表5、TS、ASPT 及び H' を表6、水質階級を表7に示す。

3.1.1 リバーパーク

五ヶ山ダムと南畑ダムの間にあり、調査地点の中で最も上流部に位置する。山間部の公園内に位置し、周辺は山林である。頭大の石やこぶし大の石等の生物の生息に適した浮石が多く見られた。採取場所の水深は20～33 cm、流れの速さは24～96 cm/s と「おそい」又は「はやい」であった。

出現科数は28科で、総個体数は845であった。その

うちスコア 6 のユスリカ科（腹鰓無）が 348 で最も多く、次いでスコア 6 のコカゲロウ科が 122 となり上位 2 種で全体の約半数を占めていた。

ASPT は 7.6 で「とても良好」、水質階級は I の「きれいな水」、 H' は 3.1 であった。

3.1.2 轟橋

リバーパークよりも下流に位置する。那珂川市役所の近くの地点であり、市の中心部に位置する。近隣には人家や商業施設等が多数存在する。コンクリート護岸で、こぶし大の石、小石及び砂が多く見られた。採取場所の水深は 18～20 cm、流れの速さは 47～64 cm/s と「ふつう」又は「はやい」であった。

出現科数は 28 科で、総個体数は 884 であった。そのうちスコア 6 のコカゲロウ科が 319 で最も多く、次いでスコア 6 のユスリカ科（腹鰓無）が 247 となり上位 2 種で約 6 割を占めていた。

ASPT は 7.6 で「とても良好」、水質階級は I の「きれいな水」、 H' は 3.0 であった。

3.1.3 警弥郷橋

轟橋よりも下流に位置する。近隣には人家や商業施設等が多数存在する。川の両岸はコンクリート護岸で、小石や砂が多くみられた。採取場所の水深は 20～35 cm、流れの速さは 15～80 cm/s と「おそい」、「ふつう」又は「はやい」であった。

出現科数 25 科で、総個体数は 1148 であった。そのうち、スコア 6 のコカゲロウ科が 631 で、次いでスコア 6 のユスリカ科（腹鰓無）が 238 となり上位 2 種で約 8 割を占めていた。

ASPT は 7.0 で「良好」、水質階級は I の「きれいな水」、 H' は 2.2 であった。

3.1.4 番托井堰下

警弥郷橋よりも下流に位置する。2015 年に堰の改修工事が完了しており、堰の位置が 2009 年の調査時と比べて移動している。コンクリート護岸であり、小石と砂が多くみられた。採取場所の水深は 25～50 cm、流れの速さは 0～5 cm/s と「おそい」であった。

出現科数は 7 科で、総個体数は 239 であった。そのうちスコア 6 のユスリカ科（腹鰓無）が 217 で、1 種で全体の 9 割を占めていた。

ASPT は 6.0 で「良好」、水質階級は I の「きれいな水」、 H' は 0.6 であった。指標生物の出現数が 2 種のみであり、それぞれ階級 I、IV であったため「川の生きものを調べよう」⁷⁾ に従い数字が小さい水質階級とした。

3.2 全地点における底生動物出現状況

各調査地点で 7 科～28 科の底生動物が出現し、TS は 42～213、ASPT は 6.0～7.6、水生生物による水質判

定における水質階級はいずれの地点も I、 H' は 0.6～3.1 であった。リバーパークは山間部の公園内に位置し、生物の生息に適した浮石があるため、ASPT が 7.6 で最も高く、TS が 213、検出した科が 28、 H' は 3.1 と最も高いことから、生物の生息に適した環境で多様性に富んでおり、水環境は良好な状態であると考えられた。

轟橋是那珂市の中心部に位置し、コンクリート護岸であるが、生物の生息に適した浮石があるため、ASPT が 7.6、TS が 212、検出した科が 28、 H' は 3.0 であり、リバーパークと同程度に生物の生息に適した環境で多様性に富んでおり、水環境は良好な状態であると考えられた。

警弥郷橋は ASPT が 7.0、TS が 174、検出した科が 25 と水環境は良好であると考えられた。しかし H' は 2.2 と上流 2 地点と比べるとやや低かった。警弥郷橋は上流 2 地点と比較すると生物の生息に適した浮石等が少なくなっており、出現科数は多いものの上位 2 種で約 8 割を占めるなど生物種が寡占化している傾向がみられたことから、生物の生息環境は上流 2 地点と比較すると劣っていると考えられた。

番托井堰下は ASPT が 6.0 で「良好」、TS が 42、検出した科が 7、 H' は 0.6 であった。ASPT は「良好」であるものの、上位 1 種が約 9 割を占め生物種が寡占化しており、TS、検出した科数や H' が他の地点と比べて最も低かった。流速が遅く、大半が砂地であり浮石が少ないことが多様な生物が生息できない要因であると考えられた。また「とても汚い水」の指標生物であるセスジユスリカ（ユスリカ（腹鰓有））が那珂川での調査開始以降初めて確認された。個体数は 1 個体のみであり貯水池や雨水側溝からの流入の可能性も考えられた。

今回 ASPT、 H' は下流に向かうほど低くなる傾向が見られた。

3.3 各地点の水質分析結果

水質分析結果を表 8 に示す。pH、BOD、SS、T-N 及び T-P については採水地点による値の大きな差は認められなかった。

3.4 過去的那珂川のデータとの比較

3.4.1 ASPT

各調査地点 ASPT の推移を図 6 に示す。過去のデータは福岡市保健環境研究所報^{9)～14)}を引用した。1994 年、1999 年、2004 年及び 2009 年は秋も調査を行っているが、今回の調査に合わせて春のデータを引用した。

2014 年は五ヶ山ダム建設ダム建設工事等の河川工

事による調査変更のため轟橋のみ比較を行った。リバーパークは 2019 年に新たに調査した地点であり、ASPT は 7.0 以上で推移しており、水環境は非常に良好な状態を維持できていると考えられた。轟橋において、ASPT は 2009 年から 7.0 以上で推移しており、水環境は良好な状態を維持できていると考えられた。警弥郷橋と番托井堰下において、多少の変動はあるものの経年的に ASPT は上昇後、近年は横ばいに推移しており、近年は水環境を維持されていると考えられた。

3.4.2 水質分析結果

各調査地点の BOD、T-N 及び T-P の推移を図 7 に示す。BOD については、警弥郷橋、番托井堰下については減少傾向であった。採水地点による値の大きな差は認められなかった。本市では水質汚濁防止法に基づく公共用水域の常時監視を福岡県が定めた水質測定計画に基づき行っており、今回の調査地点の警弥郷橋において、月に 1 回水質測定を行っている¹⁵⁾。図 8 に、1992 年以降の警弥郷橋における BOD 年間平均値の推移を示す。1994 年をピークに経年的には減少傾向を示しており、その後は横ばいの傾向であることから、長期的には水環境は改善傾向であると考えられ、ASPT の結果と同じく近年は水環境が良好な状態を維持できていると考えられた。T-N については警弥郷橋と番托井堰下では 2019 年の調査から減少傾向が見られた。そのほかの地点の T-N 及び T-P については大きな差が見られなかった。

3.5 市内を流れる他の河川との比較

2019 年以降に調査を行った市内を流れる他の河川（以下、「他の河川」とする。）のデータとの比較を行った。調査地点及び ASPT を図 9 に示す。他の河川の ASPT は福岡市保健環境研究所報^{16~19)}を引用した。

いずれの河川においても ASPT は上流域から下流域へ向かい低くなる傾向が見られ、那珂川でも同様の傾向が見られた。最下流調査地点の番托井堰下は ASPT が 6.0 で他の河川の淡水域最下流調査地点の ASPT 5.9~7.0 とほぼ同値を示した。最上流調査地点であるリバーパークの ASPT は 7.6 で、他の河川の上流調査地点の ASPT 7.1~8.0 と比較すると中央値付近を示した。以上のことから、那珂川は他の河川と同等に水環境が良好な状態であると考えられた。

4 まとめ

那珂川の淡水域について底生動物調査を実施し、ASPT 及び水生生物による水質判定を用いて環境評価を行った。ASPT は 6.0~7.6 で、上流域になるにつれて高くなり、リバーパーク、轟橋が「とても良好」、警弥郷橋、番托井堰下が「良好」と評価された。水生生物による水質判定によると全ての調査地点で「きれいな水」と評価された。また、過去の調査結果と比較したところ、全ての地点で ASPT は横ばいの傾向であり、良好な水環境が維持されていると考えられた。また H' は昨年度の多々良川における調査結果では ASPT と異なる変動を示し、生息環境の良好さを反映する指標であることが示唆¹⁹⁾されていたが、今回の調査においては、 H' は ASPT と同様に下流に向かって低下する傾向が見られた。この傾向は、下流部での生物の生息に適した浮石の減少といった環境変化に起因するものと考えられ、 H' が生物群集の変化を通じて生息環境を反映する指標として機能していると考えられた。



図2 リバーパーク



図3 轟橋



図4 警弥郷橋



図5 番托井堰下

表 4 那珂川における底生動物出現状況 (2024 年)

科名	スコア	個体数			
		リバーパーク	轟橋	警弥郷橋	番托井堰下
フタオカゲロウ科	<i>Siphonuridae</i>	8		1	
チラカゲロウ科	<i>Isonychiidae</i>	8	4	4	
ヒラタカゲロウ科	<i>Heptageniidae</i>	9	35	45	56
コカゲロウ科	<i>Baetidae</i>	6	122	319	631
トビイロカゲロウ科	<i>Leptophlebiidae</i>	9		1	13
マダラカゲロウ科	<i>Ephemerellidae</i>	8	45	40	25
ヒメシロカゲロウ科	<i>Caenidae</i>	7		1	
カワカゲロウ科	<i>Potamanthidae</i>	8		3	
モンカゲロウ科	<i>Ephemeridae</i>	8	1	1	
サナエトンボ科	<i>Gomphidae</i>	7	3	14	3
アミメカワゲラ科	<i>Perlodidae</i>	9	1	1	
カワゲラ科	<i>Perlidae</i>	9	22	5	
ヘビトンボ科	<i>Corydalidae</i>	9	13		
ヒゲナガカワトビケラ科	<i>Stenopsychidae</i>	9	1		18
クダトビケラ科	<i>Psychomyiidae</i>	8	8	7	
シマトビケラ科	<i>Hydropsychidae</i>	7	84	20	5
ナガレトビケラ科	<i>Rhyacophiidae</i>	9	14	22	5
ヤマトビケラ科	<i>Glossosomatidae</i>	9	11	16	5
ヒメトビケラ科	<i>Hydroptilidae</i>	4		1	
コエグリトビケラ科	<i>Apataniidae</i>	9	2	6	12
クロツツトビケラ科	<i>Uenoidae</i>	10	18	1	3
ニンギョウトビケラ科	<i>Goeridae</i>	7		12	2
カクツツトビケラ科	<i>Lepidostomatidae</i>	9	1		
ケトビケラ科	<i>Sericostomatidae</i>	9	2	2	
ツトガ科	<i>Crambidae</i>	7		1	
ガムシ科	<i>Hydrophilidae</i>	4		2	
ヒラタドロムシ科	<i>Psephenidae</i>	8		3	1
ヒメドロムシ科	<i>Elmidae</i>	8	16	36	99
ガガンボ科	<i>Tipulidae</i>	8	6	22	2
ブユ科	<i>Simuliidae</i>	7	28	24	1
ユスリカ科 (腹鰓有)	<i>Chironomidae</i>	2			1
ユスリカ科 (腹鰓無)	<i>Chironomidae</i>	6	348	247	238
ヌカカ科	<i>Ceratopogonidae</i>	7		5	
サンカクアタマウズムシ科	<i>Dugesidae</i>	7	23	25	6
モノアラガイ科	<i>Lymnaeidae</i>	3			1
シジミガイ科	<i>Corbiculidae</i>	3	24	2	20
ミミズ綱 (その他)	<i>Oligochaeta</i>	4	2		3
ヒル綱	<i>Hirudinea</i>	2		1	
ヨコエビ科	<i>Gammaridae</i>	8	9	1	
ミズムシ科	<i>Asellidae</i>	2	1		6
サワガニ科	<i>Potamidae</i>	8	1		
総個体数		845	884	1148	239
出現科数		28	28	25	7

表 5 那珂川における優占科 (2024 年)

調査地点		優占科 1	優占科 2
上	リバーパーク	ユスリカ (腹鰓なし)	コカゲロウ
流	轟橋	コカゲロウ	ユスリカ (腹鰓なし)
↓	警弥郷橋	コカゲロウ	ユスリカ (腹鰓なし)
下	番托井堰下	ユスリカ (腹鰓なし)	コカゲロウ

表 6 那珂川における TS, ASPT 及び H' (2024 年)

調査地点	TS	n	ASPT	H'
リバーパーク	213	28	7.6	3.1
轟橋	212	28	7.6	3.0
警弥郷橋	174	25	7.0	2.2
番托井堰下	42	7	6.0	0.6

ASPT=TS/n

TS:検出された科のスコアの合計

n:検出した科の総数

表 7 那珂川における水質階級 (2024 年)

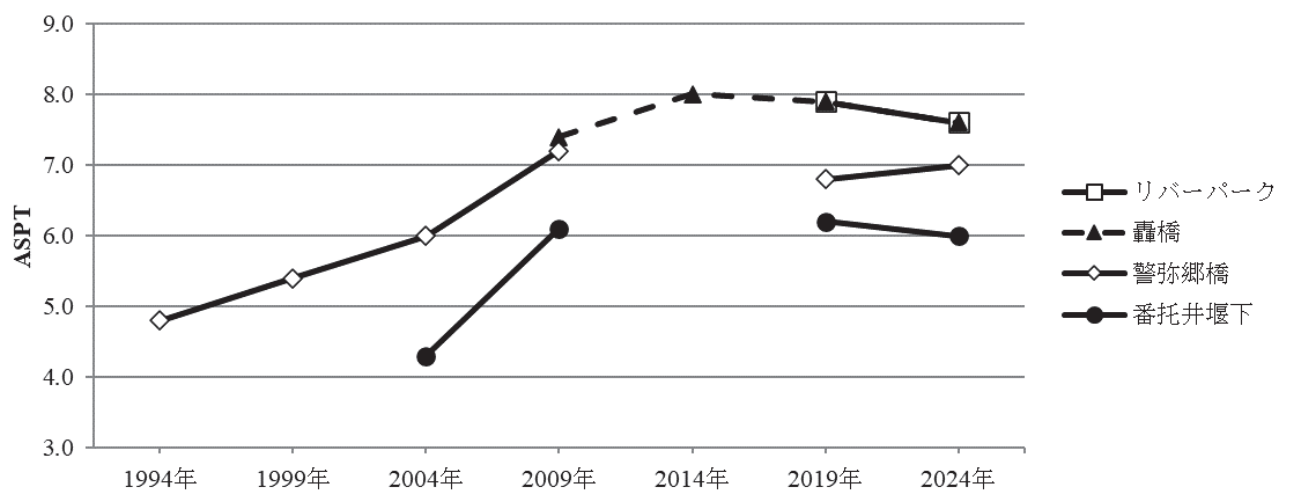
水質階級	指標生物	リバーパーク				轟橋				警弥郷橋				番托井堰下			
I きれいな水	カワゲラ	22	○			5	○			5	○			4	●		
	ナガレトビケラ	14	○			22	○			5	○						
	ヤマトビケラ	11	○			16	○			5	○						
	ヒラタカゲロウ	35	●			45	●			56	●						
	ヘビトンボ	13	○														
	ブユ	28	○			24	○			1	○						
	アミカ																
	ウズムシ	23	○			25	●			6	○						
	サワガニ	1	○														
	ヨコエビ	9	○			1	○										
II やや きれいな水	コガタシマトビケラ	84	●			20	○			5	○						
	オオシマトビケラ																
	ヒラタドロムシ					3	○			1	○						
	ゲンジボタル																
	コオニヤンマ																
	カワニナ																
	ヤマトシジミ	24	○			2	○			20	●						
III きたない水	イシマキガイ																
	ミズムシ	1	○							6	○						
	ミズカマキリ																
	ヒル									1	○						
	タニシ																
IV とても きたない水	イソコツブムシ																
	ニホンドロソコエビ																
	セスジユスリカ													1	●		
	チョウバエ																
	エラミミズ																
水質階級の判定	サカマキガイ																
	アメリカザリガニ																
	水質階級	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
	○と●の数	9	2	1	0	7	3	0	0	5	3	2	0	1	0	0	1
	●の数	1	1	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1
その地点の水質階級	合計(1欄+2欄)	10	3	1	0	9	3	0	0	6	4	2	0	2	0	0	2
		I				I				I				I			

見つかった指標生物の欄に○印, そのうち, 数の多い2種類(3種類が同じくらいの数であれば3種類)に●印をつける。

印の横に個体数を示す。

表 8 那珂川における水質分析結果（2024 年）

調査場所	リバーパーク	轟橋	警弥郷橋	番托井堰下
調査日	2024年4月18日	2024年4月18日	2024年4月18日	2024年4月18日
調査時刻	10:30	11:50	13:45	14:50
気温(℃)	18.8	22.8	20.3	21.5
水温(℃)	13.0	17.0	22.0	19.1
流速(cm/s)	24~96	47~64	15~80	0~5
pH	6.9	7.3	7.2	7.3
DO(mg/L)	10	10	9.5	9.7
BOD(mg/L)	<0.5	0.6	0.5	0.7
SS(mg/L)	1	3	9	11
T-N(mg/L)	0.38	0.48	0.61	0.68
T-P(mg/L)	0.005	0.016	0.024	0.028
EC(mS/m)	5.6	8.9	11	17
ASPT	7.6	7.6	7.0	6.0
H'	3.1	3.0	2.2	0.6
水質階級	I	I	I	I



ASPT は 1994 年，1999 年，2004 年及び 2009 年は旧スコア表⁸⁾，
2014 年，2019 年及び 2024 年は新スコア表¹⁾ によって算出した。

図 6 那珂川における ASPT の推移

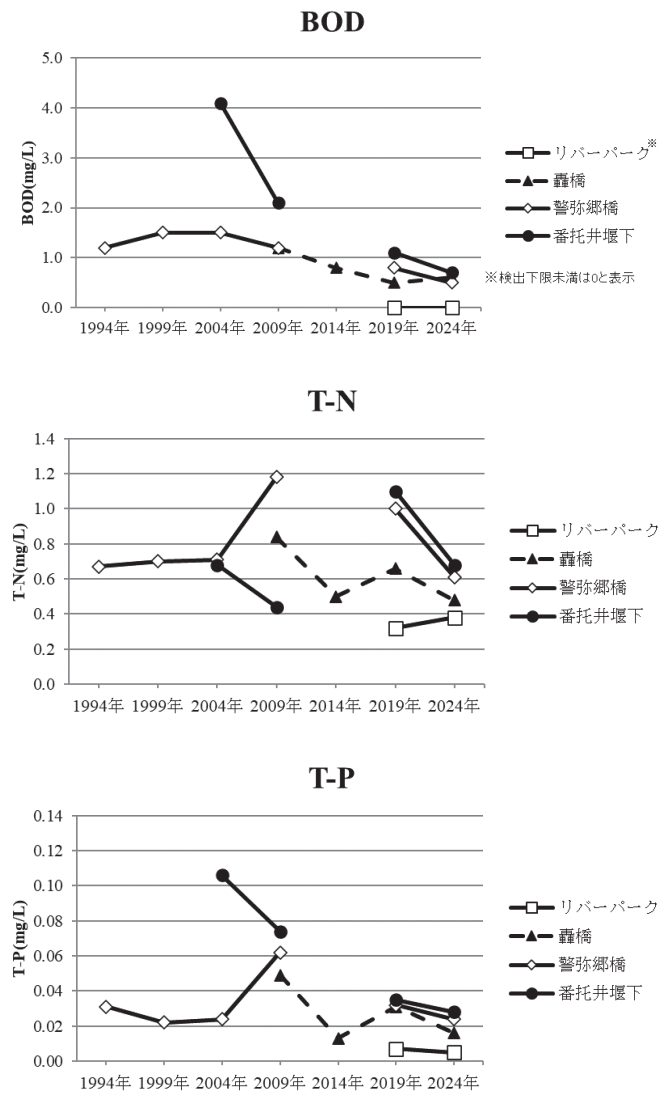


図 7 那珂川における BOD, T-N 及び T-P の推移

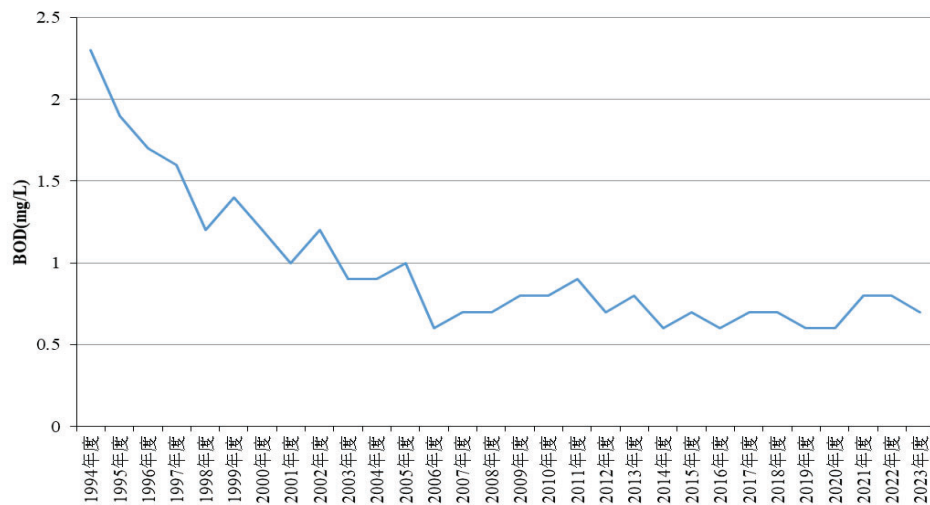


図 8 1994 年以降の警弥郷橋における BOD 年間平均値の推移



図9 市内を流れる河川のASPT

文献

- 1) 福岡市総務企画局企画調整部統計調査課編：福岡市統計書令和6年版，2025
- 2) 環境省水・大気環境局：水生生物による水質評価法マニュアルー日本版平均スコア法ー，2017
- 3) 環境省水・大気環境局：河川生物の絵解き検索，2017
- 4) 滋賀の理科教材研究委員会編：滋賀の水生昆虫・図解ハンドブック，2016
- 5) 川合禎次編：日本産水生昆虫検索図説，東京大学出版会，1985
- 6) 神奈川県環境科学センター：神奈川県版河川生物の絵解き検索，2021
- 7) 環境省水・大気環境局，国土交通省水管理・国土保全局編：川の生きものを調べよう 水生生物による水質判定，日本水環境学会，2012
- 8) 山崎正敏，他：河川の生物学的な水域環境評価基準の設定に関する研究ー全国公害研協議会環境生物部会共同研究成果報告ー，全国公害研誌，21，114～145，1996
- 9) 石松一男：福岡市内河川の水生底生動物に関する調査研究（那珂川の水生底生動物）（1994年），福岡市衛生試験所調査研究報告書，1995
- 10) 濱本哲郎，他：福岡市内河川の水生底生動物に関する調査研究ー那珂川，1999年ー，福岡市保健環境研究所報，25，91～100，2000
- 11) 廣田敏郎，他：福岡市内河川の底生動物をもちいた環境評価ー那珂川，2004年ー，福岡市保健環境研究所報，30，148～157，2005
- 12) 岩佐有希子，他：福岡市内河川の底生動物をもちいた環境評価ー那珂川，2009年ー，福岡市保健環境研究所報，35，46～53，2010
- 13) 清水徹也，他：福岡市内河川の底生動物を用いた環境評価ー那珂川，2014年ー，福岡市保健環境研究所報，40，103～109，2015
- 14) 益尾実希，他：福岡市内河川の底生動物を用いた環境評価ー那珂川，2019年ー，福岡市保健環境研究所報，45，108～116，2020
- 15) 福岡市環境局：福岡市水質測定結果報告書
- 16) 有本圭佑，他：福岡市内河川の底生動物を用いた環境評価ー御笠川，2020年ー，福岡市保健環境研究所報，46，47～55，2021
- 17) 有本圭佑，他：福岡市内河川の底生動物を用いた環境

- 評価－樋井川，2021 年－，福岡市保健環境研究所報，
47，75～83，2022
- 18) 有本圭佑，他：福岡市内河川の底生動物を用いた環境
評価－室見川，2022 年－，福岡市保健環境研究所報，
48，89～98，2023
- 19) 有本圭佑，他：福岡市内河川の底生動物を用いた環境
評価－多々良川，2023 年－，福岡市保健環境研究所
報，49，149～158，2024

福岡市における光化学オキシダント環境基準超過時の 流跡線解析

島田友梨

福岡市保健環境研究所環境科学課

Trajectory Analysis of Photochemical Oxidants Exceeding Environmental Quality Standards in Fukuoka City

Yuri SHIMADA

Environmental Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

要約

光化学オキシダント（Ox）高濃度の要因の一つとして中国大陸からの越境移流による影響が指摘されている。今回、越境移流による影響を評価するため、流跡線解析に Python を用い、元岡局に到達する気塊の輸送経路を解析した。2011～2020 年度における Ox 環境基準を超過した日のうち、各日で最初に超過した時間を開始時刻とした。さらに、元岡局に到達した気塊が通過した地域に基づき、東アジア由来（EA）、東南アジア由来（SA）、太平洋由来（PO）、本州由来（HO）、瀬戸内由来（SE）、九州由来（KY）の 6 区分に分類した。元岡局では春 81.6%、夏 52.2%、秋 75.0%、冬 97.1%の流跡線が EA 由来であり、夏季には EA 由来の割合が他の季節と比較して減少する傾向がみられた。この結果から、Ox 環境基準超過時の元岡局における流跡線の多くが EA 由来であり、中国大陸からの越境移流の影響を強く受けていることが示唆された。

Key Words : 光化学オキシダント photochemical oxidant, 環境基準 environmental quality standard, 流跡線解析 trajectory analysis, 越境移流 transboundary movement, Python Python

1 はじめに

光化学オキシダント（以下、「Ox」とする。）は、窒素酸化物や揮発性有機化合物から光化学反応によって生成するオゾンを中心とする酸化性物質の総称である。Ox の環境基準は「1 時間値が 0.06 ppm 以下であること」とされているが、福岡市の環境基準達成率は全国同様に極めて低く¹⁾、測定開始以来、一度も達成していない。この要因の一つとして、大陸からの越境移流が指摘されている^{2, 3)}が、本市で環境基準を超過した際の気塊がどの程度中国大陸から越境移流してきているかについては、個別の高濃度事例に着目したエピソード解析によるものが主である。そこで本報では、10 年間の環境基準超過時における越境移流の影響を評価するため、流跡線解析に Python を用いて本市に到達する気塊の輸送経路を解析した。なお、本解析は、II 型共同研究「光化学オキシダント等の変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み」の一環として実施したものを含む。

2 方法

2.1 解析データ

2.1.1 解析地点

解析地点を図 1 に示す。解析地点として、本市の一般環境測定局である元岡局（北緯 33 度 35 分 10 秒，東経 130 度 15 分 10 秒）を選定した。

本測定局の周辺は住宅と田畑が広がる地域であり¹⁾、大規模な発生源は存在しない。国土交通省による令和 3 年度一般交通量調査によると、付近に通る一般国道 202 号（観測地点名：福岡市西区横浜 1 丁目）の 24 時間交通量は 16,301 台（推定値）と、幹線道路ではあるが交通量は比較的少ない（https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/census_visualizationR3/webmap.html#14/33.5829/130.2437, 2025.2.10 アクセス）。



図1 解析地点

2.1.2 解析期間及び使用データ

1) 常時監視測定局データ

2011～2020 年度の Ox データを解析対象とした。解析には、国立環境研究所「環境展望台」(<https://tenbou.nies.go.jp/download/>) で公開されている大気汚染常時監視結果(確定値)を使用した(2023.10.18 アクセス)。

2) 気象データ

気象データは、流跡線解析で使用するためにフォーマットされたものを FTP サーバー(<ftp://ftp.arl.noaa.gov/pub/archives/gdas1/>) を経由し、2011～2020 年度における各週のデータをダウンロードした(2024.9.27 アクセス)。

3) 地理情報データ

世界の行政境界データとして広く用いられている「グローバル行政区画(GADM: Global Administrative Areas)」の地理情報データセットを、GADM 公式ウェブサイト(<https://gadm.org/>) からダウンロードした(2024.9.27 アクセス)。

GADM は、国・州・郡などの階層的な行政区分をグローバルに整備した GIS データベースであり、研究や政策評価における空間解析に頻繁に利用されている。本解析では、全世界の行政区画を一括して処理可能とするため、GADM が提供する GeoPackage 形式の単一データベースファイルを使用した。GeoPackage は空間情報と属性情報を一つのファイルに格納できるオープンフォーマットであり、空間照合や解析の効率性に優れる。

この GeoPackage ファイルを用いて、気塊の通過地点(緯度・経度)に対応する行政区画との空間照合を実施し、通過地域の特定に利用した。

2.2 解析手法

気塊の解析地点への到達経路を推定するため、後方流

跡線解析を実施した。アメリカ海洋大気局(NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration)が提供する HYSPLIT4 (Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory) モデル(<https://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>)を使用した。デスクトップ版の HYSPLIT を導入し、既報⁴⁾を参考に Python を用いて解析を実施した。

2.3 解析条件

2011～2020 年度において Ox 濃度が環境基準を超過した日のうち、各日で最初に 60 ppb を超過した時刻を解析の開始時刻とした。追跡時間を 120 時間(5 日間)、開始高度を海拔 1,000 m (AGL: Above Ground Level) に設定した。

流跡線の作成及び解析には、Python 環境構築ツールである Miniforge を用いて環境を構築し、Python (3.10.14) 及び PySPLIT (0.3.6) を使用した。その他使用した主なライブラリについては表 1 に示す。

表 1 主なライブラリのバージョン

ライブラリ名	バージョン
pandas	2.2.2
Numpy	1.26.4
Matplotlib	3.8.4
GeoPandas	1.0.1
Shapely	2.0.6
Tqdm	4.66.2

2.4 通過経路区分の設定

気塊の通過経路区分を図 2 に示す。各流跡線について、後方 120 時間(5 日間)にわたり 1 時間間隔でサンプリングを行い、1 本あたり 120 点の通過地域(緯度・経度)を取得した。これらの通過点に対して、2.1.2.3 で取得した GADM データセットを用いて空間照合を行い、各点を行政区画ポリゴンに帰属させた。

GADM のポリゴンを基に、図 2 に示す 6 地域——東アジア(EA: East Asia)、東南アジア(SA: Southeast Asia)、太平洋(PO: Pacific Ocean)、本州(HO: Honshu)、瀬戸内(SE: Setouchi)、九州(KY: Kyushu)——を定義した。九州については、移流の影響を解析するため、本県を除外した。照合の結果がいずれの領域にも含まれなかった点は“other”として一時的に保持したが、発生源が少ないことが明らかな海域は PO として独立に定義しており、大気汚染物質の発生源との関連が不明確な“other”は解析対象から除外した。こうして得られた各流跡線の通過カウントは、地域別の通過時間(1 時間=1

カウント)として数値化された。これにより、流跡線の統計的特徴を通過地域別に把握可能となり、通過地域ごとの地域特性の解析に使用した。

3 結果及び考察

3.1 流跡線の誤差評価

流跡線の終点を新たな起点とする逆解析を実施し、逆解析の終点と元の流跡線を比較することで誤差を評価した。具体的には、流跡線の相対誤差を算出し、標準偏差の2倍以上となる流跡線を「Bad」と判定し、解析対象から外した。「Bad」と判定された流跡線の一例を図3に示す。誤差評価の結果、解析対象の992本中49本(4.9%)が誤差の大きい流跡線に該当した。

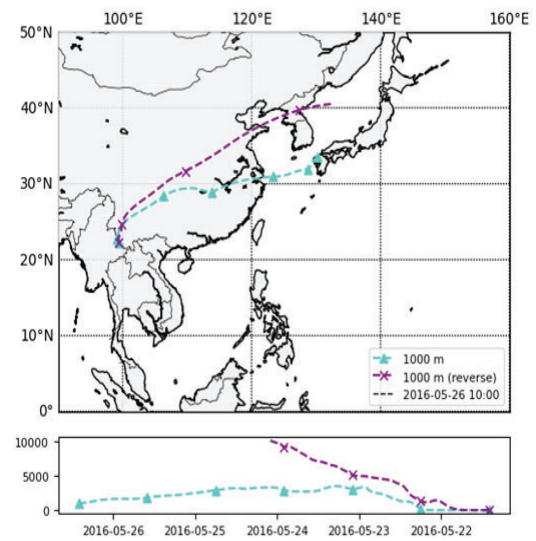


図3 「Bad」と判定された流跡線の一例

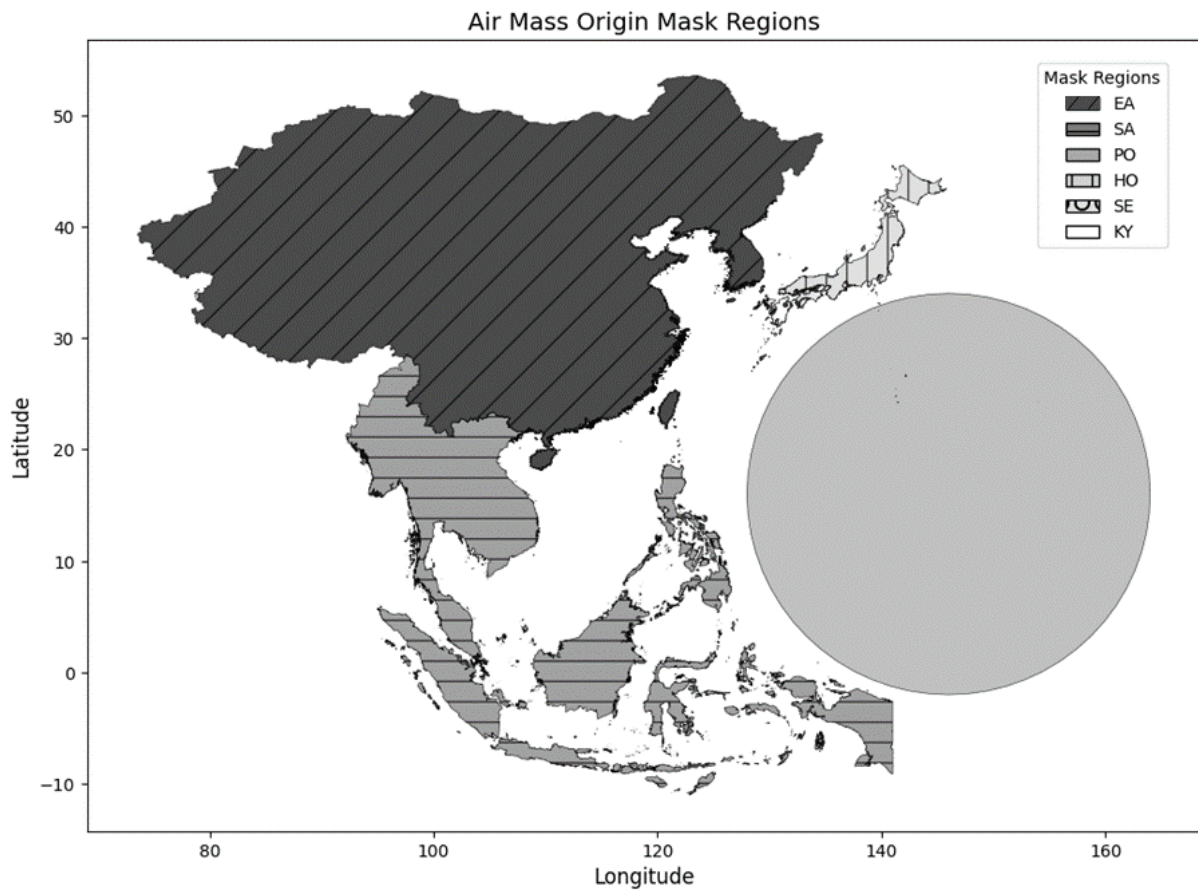


図2 通過経路区分

3.2 流跡線

環境基準超過時における月別の流跡線解析画像を図 4 に示す。3～5 月において Ox が環境基準を超過した日が多く、特に中国大陸を通過する流跡線が多いことが確認された。さらに、通過カウント値に基づく季節別の流跡線通過地域割合を図 5 に示す。季節区分は、春(3～5 月)、夏(6～8 月)、秋(9～11 月)、冬(12～2 月)とした。

元岡局における EA 由来の流跡線割合は、春 81.6%、夏 52.2%、秋 75.0%、冬 97.1%であった。夏季には他の季節と比較して EA 由来の割合が減少する傾向がみられたものの、全体の半数以上が EA 由来であった。この夏季の割合の低下は、太平洋高気圧に支配されることにより、海洋の清浄な空気が流入した⁵⁾ことが一因と考えられる。さらに、EA を経由した通過カウント値及び通過割合の経年変化を図 6 に、季節別の経年変化を図 7 に示す。EA を通過したカウント値及び割合ともに、経年的に大きな変化は見られなかった。この傾向は、季節別でも同様であった。これらの結果から、 Ox 濃度が環境基準を超過した時の流跡線の多くが EA 由来であり、本市が中国大陸からの越境移流の影響を強く受けていることが示唆された。

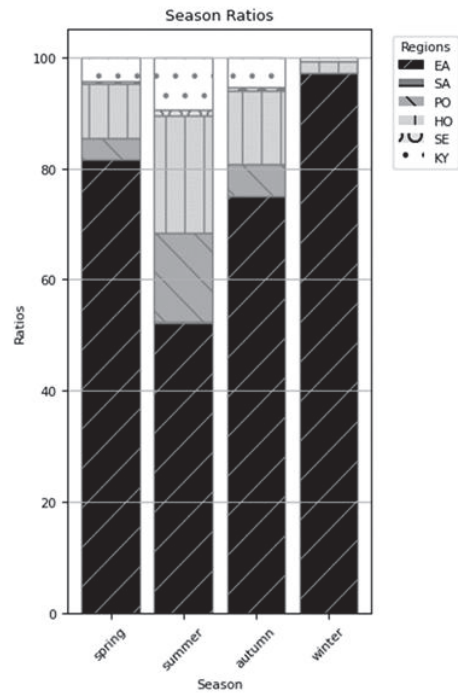


図 5 季節別の流跡線通過地域割合

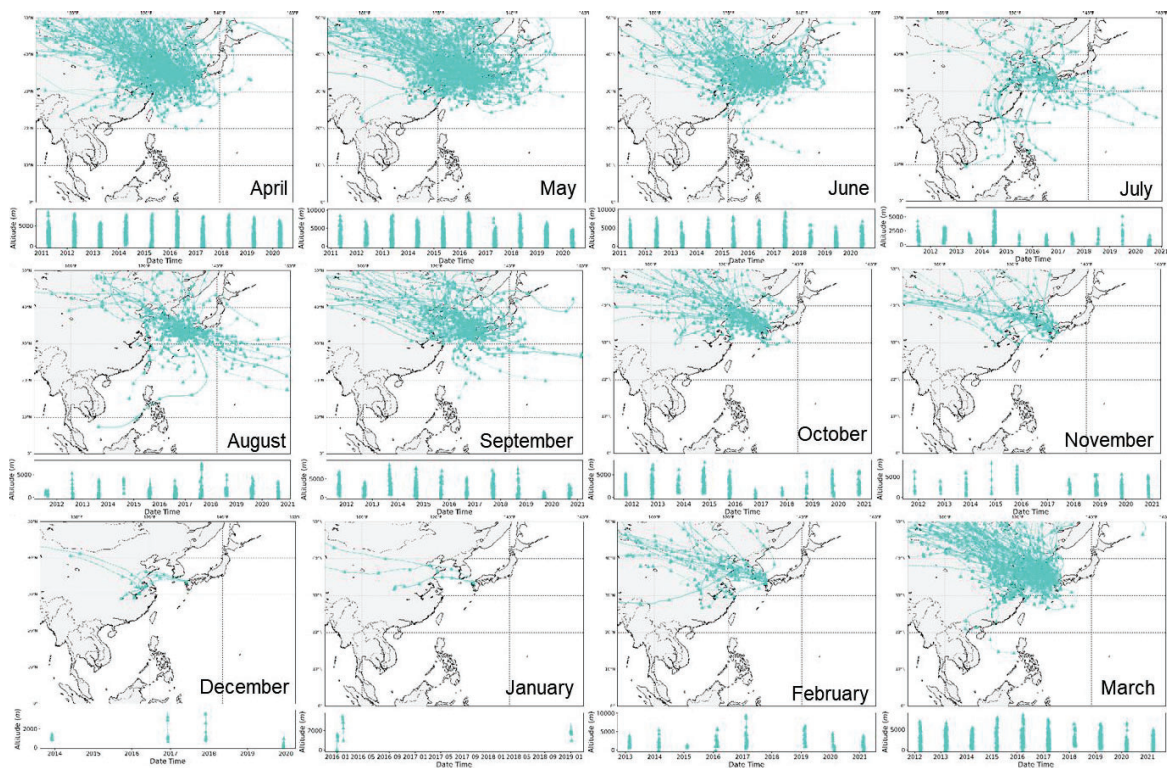


図 4 環境基準超過時における月別の流跡線解析画像

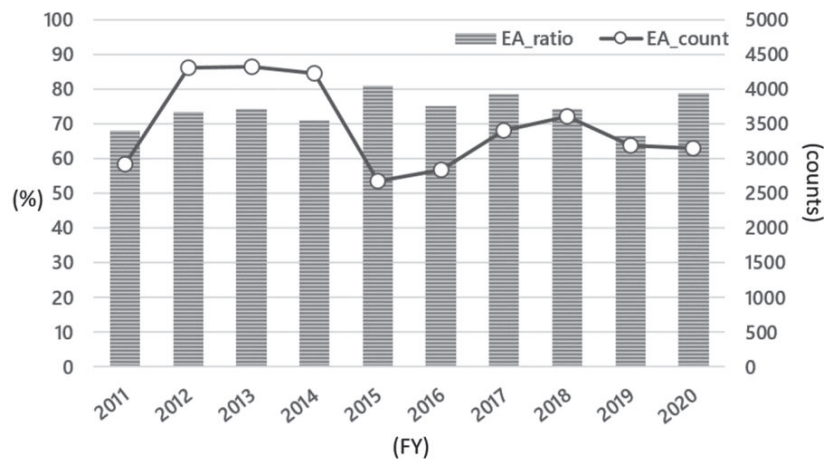


図6 EAを経由した通過カウント値及び通過割合の経年変化

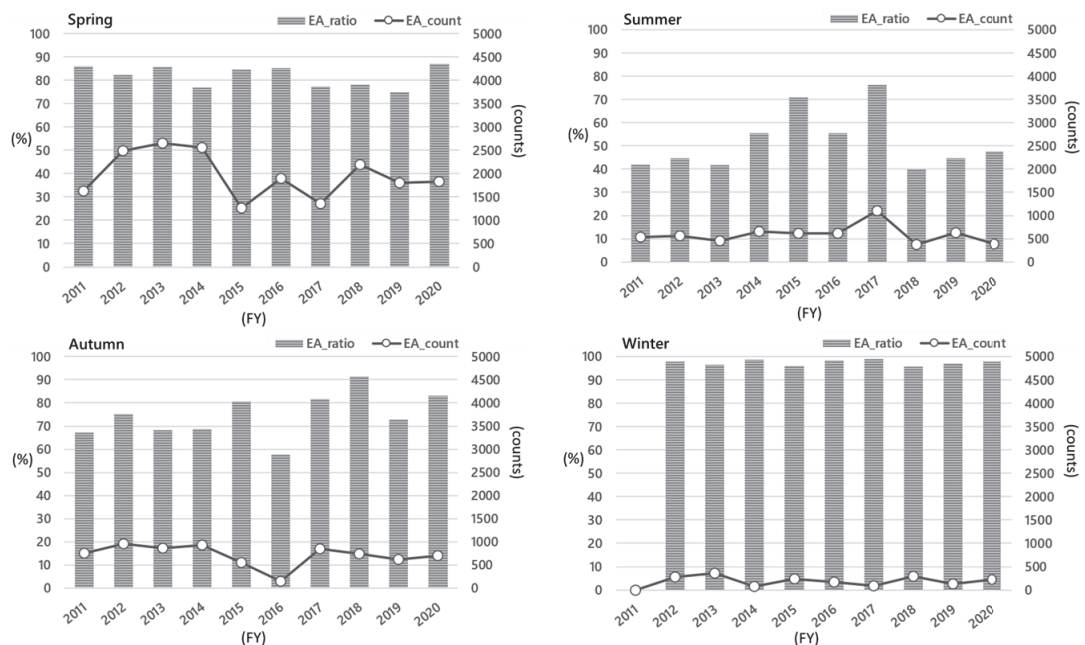


図7 EAを経由した通過カウント値及び通過割合の季節別経年変化

4 まとめ

2011～2020年度における元岡局のOx環境基準超過時の気塊は、大部分がEA由来であり、中国大陸からの影響を強く受けていることが改めて確認された。また、10年間その影響の強さは変化していないことが示唆された。

また、Pythonを用いたことにより、これまで時間と労力を要するため不可能であった長期間に及ぶ流跡線解析が短時間で実施可能となった。

今後は、環境基準値未満の濃度帯を含むOx濃度帯別

の通過経路の解析を実施し、低濃度時の移流経路を把握して高濃度時と比較する。

謝辞

本解析を行うにあたり、ご助言を賜りました沖縄県衛生環境研究所田崎盛也様をはじめ、Ⅱ型共同研究関係者の皆様に心より感謝申し上げます。

文献

- 1) 福岡市環境局：福岡市大気測定結果報告書令和4年度（2022年度）版, 81, 2023
- 2) 岩本真二, 他：福岡県における光化学オキシダントの高濃度要因の分類, 大気環境学会誌, 43, 173～179 (2008)
- 3) 大原利真編：光化学オキシダントと粒子状物質等の汚染特性解明に関する研究－国立環境研究所と地方環境研究所とのC型共同研究最終報告（平成19～21年度）, 国立環境研究所研究報告第203号, 55～61 (2010)
- 4) 田崎盛也：Pythonによる流跡線解析, 沖縄県衛生環境研究所報, 56, 78～101, 2022
- 5) 大気環境学会：大気環境の事典, p158～159, 2019

福岡市における光化学オキシダント 高濃度事例の発生要因解析

辻井温子・中島亜矢子・富濱大介・島田友梨

福岡市保健環境研究所環境科学課

Analysis of Factors Contributing to High Photochemical Oxidant Concentration Cases in Fukuoka City

Atsuko TSUJII, Ayako NAKASHIMA, Daisuke TOMIHAMA and Yuri SHIMADA

Environmental Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

要約

福岡市の光化学オキシダント (Ox) 濃度はすべての測定局で環境基準を達成していない状況である。そこで Ox 濃度低減のため、本市における Ox 高濃度事例を解析し要因を把握することを目的として、2017 年度から 2021 年度までの過去 5 年間の Ox 高濃度事例の解析を行った。高濃度事例として Ox 濃度が環境基準を超過した事例のうち 1 時間値が 80 ppb を超えたものを抽出し、常時監視局データ (Ox, NO, NOx, NMHC)、気象データ (天気図, 日射量, 風向・風速等)、環境省 PM_{2.5}成分自動測定機データ (PM_{2.5}, 炭素成分)、大気予測・観測データ (後方流跡線, CFORS) を用いて解析した。事例解析の結果、5 年間の Ox 高濃度日の約 4 割で、本市の Ox ピーク濃度が、同一気塊とみられる対馬局及び五島局のピーク濃度を 5 ppb 以上上回っており、越境移流をベースとして地域生成の上乗せがあると考えられた。NO タイトレーション効果の違いにより都市部と郊外部で Ox 高濃度日の出現日数に差がみられた。また、本市の Ox 濃度は海陸風の影響を受け、風向が海風から陸風へ変化する時間帯に Ox 日最高値を示す可能性が示唆された。

Key Words : 光化学オキシダント Photochemical Oxidant, 週末効果 weekend effect, 窒素酸化物 nitrogen oxides, NO タイトレーション NO-titration, 海陸風 land and sea breeze

1 はじめに

光化学オキシダント (以下, 「Ox」とする。) の環境基準の全国達成率は、2022 年度で一般局 0.1%, 自排局 0 %と他の大気汚染物質と比較して極めて低く¹⁾、本市でも同様にすべての測定局で環境基準を達成していない状況である²⁾。Ox は、窒素酸化物 (以下, 「NOx」とする。) と揮発性有機化合物 (以下, 「VOC」とする。) を前駆物質として、光化学反応により生成されるオゾン を主成分とする酸化性物質の総称である。これまでの大気汚染対策により、NOx 濃度及び VOC の指標である非メタン炭化水素 (以下, 「NMHC」とする。) 濃度は減少してきた一方で、Ox には明確な減少傾向が見られていない³⁾。Ox 高濃度化には、地域で発生する前駆物質による生成、大陸からの移流、さらには成層圏オゾン降下など、複数の要因が挙げられる⁴⁾。また、既報³⁾では、

本市の測定局を対象にクラスター分析を実施したところ、NOx 濃度の違いにより、都市部及び郊外部の 2 つのクラスターに分類されることが示されている。そこで、本研究では、本市における Ox 高濃度発生要因を明らかにすることを目的として、2017 年度から 2021 年度までの 5 年間に於ける Ox 高濃度事例の解析を行った。

2 方法

2.1 解析地点及び使用データ

解析地点は、本市の大気常時監視測定局のうち一般環境大気測定局 8 局を対象として解析を行った。また、海陸風の影響を見るために太宰府局も対象とした。解析地点を図 1 に示す。黒丸は都市部、白丸は郊外部を示す。大気汚染物質の測定データは、選定局の Ox, NOx, 一酸

化窒素（以下、「NO」とする．），NMHC 濃度の 1 時間値を使用した（ただし NMHC 濃度は一部の測定局のみが測定している）．また，地域汚染の影響が少ない地点として，長崎県の対馬局及び五島局を選定した．対馬局及び五島局の Ox 濃度は当該常時監視局の 1 時間値を使用した．PM_{2.5} 質量濃度及び炭素成分は福岡大学に設置されている環境省の PM_{2.5} 成分自動測定機（ACSA-14, APC-710）のデータを使用した．気象解析には気象庁の天気図及び福岡管区気象台のデータを，移流経路等の解析には国立環境研究所地球環境研究センター開発の METEX（<https://db.cger.nies.go.jp/ged/metex/ja/index.html>）及び化学天気予報システム CFORS（<https://www-cfors.nies.go.jp/~cfors/index-j.html>）を使用した．

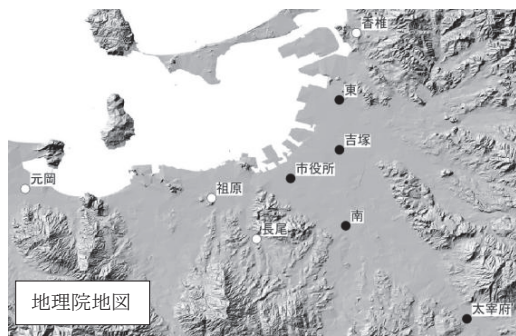


図 1 解析地点（黒丸：都市部，白丸：郊外部）

2.2 高濃度事例の抽出

Ox 濃度が環境基準（1 時間値が 60 ppb 以下）を超過した事例のうち，本市測定局で 1 局でも 80 ppb を超過した日を「高濃度日」と定義し事例を抽出した．また，ほぼ同一の要因と考えられる場合は 1 事例とした．なお対象期間は 2017 年度から 2021 年度の 5 年間とした．

2.3 解析手法

抽出した高濃度事例について，その発生要因を総合的に評価するため，以下に示す複数の解析手法を組み合わせ実施した．

天気図及び後方流跡線解析により，広域的な気象場と汚染物質の輸送経路を把握した．後方流跡線は，市役所上空 1500 m を起点とし，対象日の 6 時から遡及時間を

72 時間とし，3 次元法を用いた．特に，対馬局及び五島局は大陸と九州の中間に位置し，大きな発生源が存在しないことから，大陸からの影響を評価する指標地点となる⁵⁾．このため，越境移流が想定される事例においては，経路上にある対馬局又は五島局の Ox 濃度と，本市測定局の Ox 濃度を比較し，地域生成による上乗せの有無を判定した．

また，気象データ，各測定局の常時監視データ及び環境省の PM_{2.5} 成分自動測定機データを用いて，Ox 濃度の地域差の要因を検討した．

さらに，事例に応じて，CFORS による広域の汚染物質分布の把握を行った．

3 結果及び考察

3.1 Ox 高濃度事例解析

5 年間の高濃度事例解析の結果，本市の Ox 高濃度日は 124 日で，そのうち 104 日の後方流跡線は大陸由来であることを示していた．また本市の Ox 濃度が，同一気塊と考えられる対馬局及び五島局の Ox ピーク濃度を 5 ppb 以上上回った日が 48 日あり，全体の約 4 割を占めたことから，越境移流をベースとして地域生成の上乗せがあることが示唆された．越境移流が要因と考えられる高濃度事例は，春季の大陸からの移動性高気圧の東進に伴う場合が多く，光化学オキシダント注意報（1 時間値が 120 ppb 以上）が発令されることもある．越境移流の事例として光化学オキシダント注意報が本市に発令された 2019 年 5 月 21 日から 25 日の事例，地域生成の上乗せがあった事例を地域汚染事例として 2020 年 8 月 19 日から 24 日の解析結果を示す．

3.1.1 越境移流事例（2019 年 5 月 21 日～25 日）

本事例は，大陸由来の越境移流を主要因として，日中の海風の影響により Ox の高濃度域が市内に広がったと考えられた事例である．

1) 概要及び Ox 注意報の発令状況

2019 年 5 月 22 日から 27 日にかけて，全国的に高濃度 Ox が観測され注意報が発令された地域が多数あった⁶⁾．

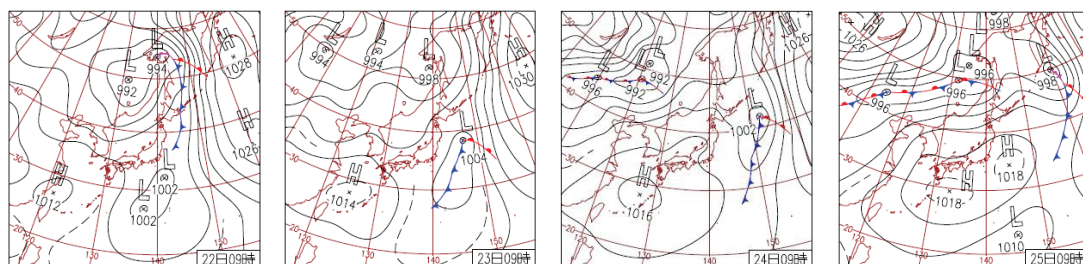


図 2 天気図（5/22～5/25）

本市では23日及び24日に注意報が発令された。

2) 総観気象と広域スケールの移流

高濃度Oxが観測された5月22日から25日の天気図を図2に示す。期間中は、大陸からの移動性高気圧が東進し、九州を広く覆っていた。このような広域的な気圧配置は、総観規模の気象場に分類される。22, 23日は高気圧が九州の西海上に停滞していた。後方流跡線を図3に示す。後方流跡線解析の結果から、大陸北西部からの移流が確認された。図4にCFORSデータを示す。気象庁の観測では黄砂は確認されなかったが、大陸からの土壌性ダスト及び硫酸エアロゾルの移流がみられ越境移流の影響が示唆された。気象データを図5に示す。22日より徐々に気温が上昇し、24日及び25日には本市で真夏日を記録した。上空と異なり地上付近では気圧傾度が小さく、海陸風が卓越していた。

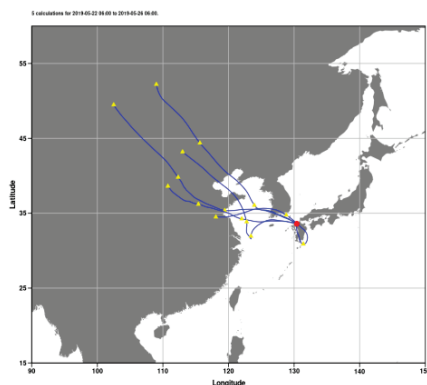


図3 後方流跡線（5月22日～25日）

3) 観測データ及び海陸風の影響

都市部の代表地点として東局及び市役所局、郊外部の代表地点として香椎局、長尾局、元岡局を選定し、各地

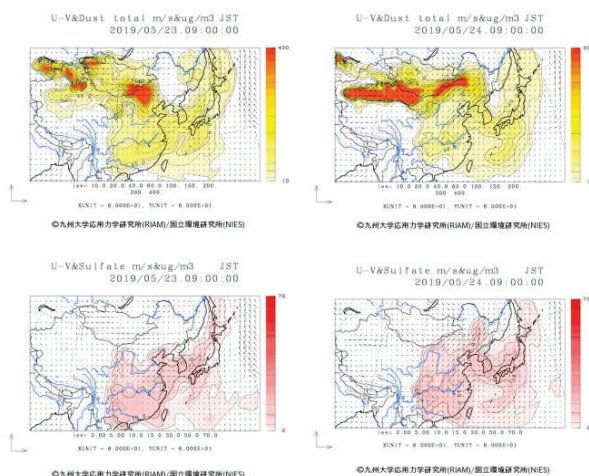


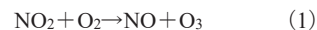
図4 CFORSデータ（上：土壌性ダスト，下：硫酸塩エアロゾル）

点のOx濃度（対照として対馬局を含む）、NOx、NO、NMHC濃度を図6のa)～d)に示す。また、本市及び対馬局のPM_{2.5}濃度を図6e)、本市測定局の炭素成分データを図6f)に示す。対馬局のOx濃度は21日12時から継続的に上昇し、24日5時に144 ppbの最大値を示し、その後減少した。図6e)から、PM_{2.5}濃度は、対馬局と本市測定局両方で、Ox濃度と類似した変動を示した。

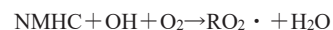
本市測定局におけるOx濃度は、海陸風の影響を受け、海風が到達する時間帯に最大値を示す日周変動を示した。日中は海陸風循環の一環として海風が卓越し、海上の冷たい空気が陸上へと流れ込む。海風は重力流として振る舞い、その先端部が渦状となり閉鎖系の気流場を形成する。このため大気汚染物質がその中に閉じ込められ高濃度が生じる⁷⁾。期間中、北西系の風により大陸から上空に運ばれたOxが日中の気温が高い時間帯に地上付近で混合層が発達し鉛直混合を繰り返し海風前線とともにOx高濃度域が拡大していた。

4) NOx濃度とOx生成の関係

都市部の東局及び市役所局では、平日でNOx濃度が高かった。Ox濃度が最も高かった24日の郊外部の香椎局Ox濃度は132 ppbで、市役所局では115 ppbであった。これは「NOタイトレーション効果」によるものと考えられ、17 ppbの最高値の差が生じた。O₃（OxとO₃を同義とする）とNO、NO₂の関係は次式で示される。NOx発生源付近でNOが多く存在する場合は式(1)の逆反応でO₃の分解が進みO₃が減少する。



NMHCが多く存在する場合は



となり、Oxが継続的に生成される。香椎局や長尾局では、

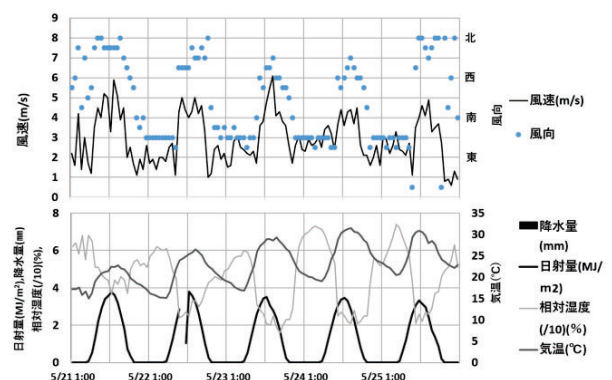


図5 気象データ（上段：風向・風速，下段：気温・降水量・相対湿度・日射量）

午前中の通勤時間帯は自動車排ガスの影響と考えられる NOx 上昇に伴い NO も検出されるが、午後からは NO は検出されなかった。一方、東局や市役所局では午後の Ox が生成される時間帯も NO が検出され NO タイトレーション効果の影響で Ox 濃度に差がみられたと考えられた。NMHC が高濃度に存在する場合、(2) 式のように NMHC 由来の過酸化ラジカルが NO と反応し Ox が生成されるが、都市部では NO タイトレーション効果の影響と考えられる Ox 濃度低下がみられたため、Ox 生成に影響しないと考えられた。図 6 f) から OC (有機炭素) は

高かったが二次生成の指標となる WSOC (水溶性有機炭素)⁸⁾ の割合は低かったため地域内での二次生成の影響は小さいと思われる。

5) 成層圏オゾンの影響

春の Ox 高濃度時は成層圏オゾンの降下の影響も考えられる。成層圏オゾンの下降を示す要因として流跡線の起点高度が高いこと、Ox 高濃度時に比湿の低下があることとされる⁵⁾ が、Ox が最高値を示した 5 月 24 日の後方流跡線解析の結果、起点高度が 3 km 以下であることから影響は小さいものと考えられた。

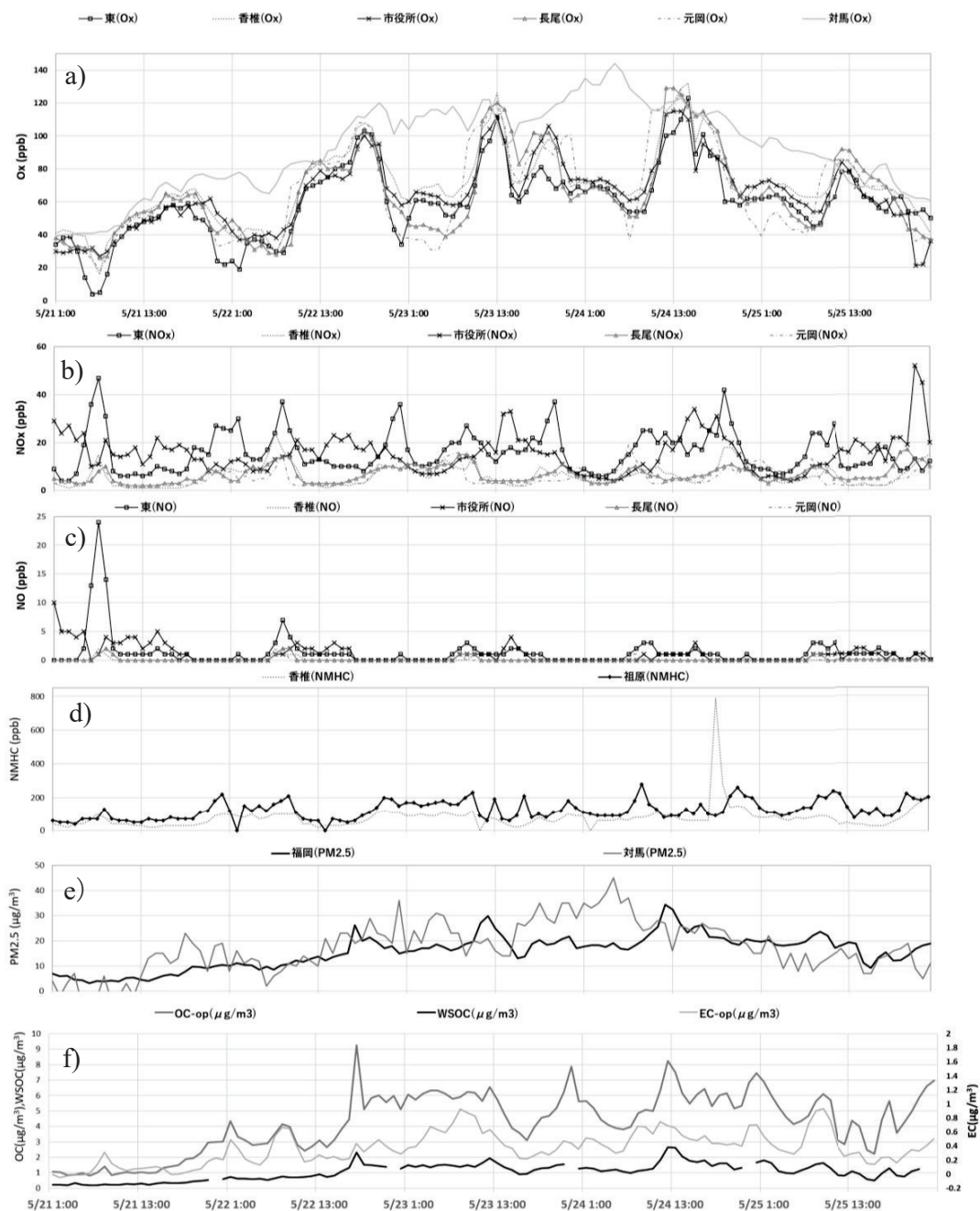


図 6 本市及び対馬局における観測データ (a) : Ox 濃度 (b) : NOx 濃度 (c) : NO 濃度 (d) : NMHC 濃度 (e) : PM_{2.5} 濃度 (f) : OC (有機炭素), WSOC (水溶性有機炭素), EC (元素炭素))

3.1.2 地域汚染事例（2020年8月19日～8月24日）

本事例は越境移流に加え、連日の好天による強い日射や日射に伴う海陸風循環の影響、気温の上昇、前駆物質の濃度上昇等の要因により地域生成が上乘せされた事例である。

1) 概要及び気象状況

2020年8月19日から24日にかけて福岡県の広い範囲で高濃度のOxを観測した。特に19日から21日及び24日に高濃度が顕著であった。当該期間の天気図を図7に、気象データを図8に示す。この期間は連日30℃を超える夏日が続き、19、20日は九州の西海上に高気圧が停滞し、猛暑日を記録した。強い日射と高気温、そして弱風という気象条件が重なり、光化学反応が活発になりやすい状況であった。また、日中の風向の変化から、海陸風循環が示唆された。

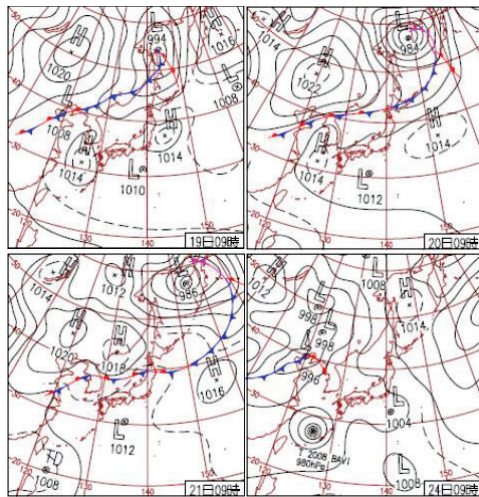


図7 天気図（8/19～8/21, 8/24）

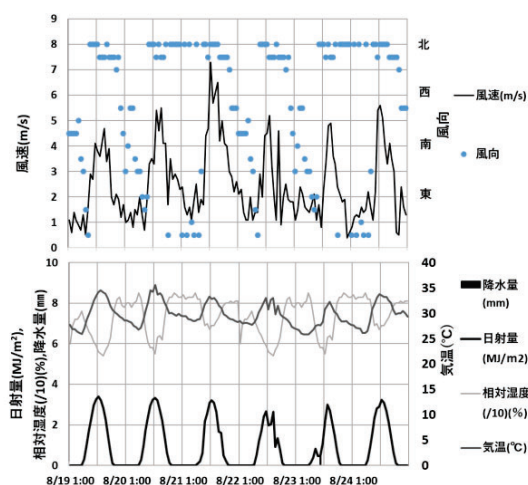


図8 気象データ（上段：風向・風速，下段：気温・降水量・相対湿度・日射量）

2) 広域スケールの移流

後方流跡線を図9に示す。19、20日の気塊は東シナ海から朝鮮半島を経由し本市へ到達しており、越境移流の影響が示唆された。また、福岡では20日13時から21日13時は北寄りの風が継続しており、この間も大陸からの影響が及んでいたと考えられる。

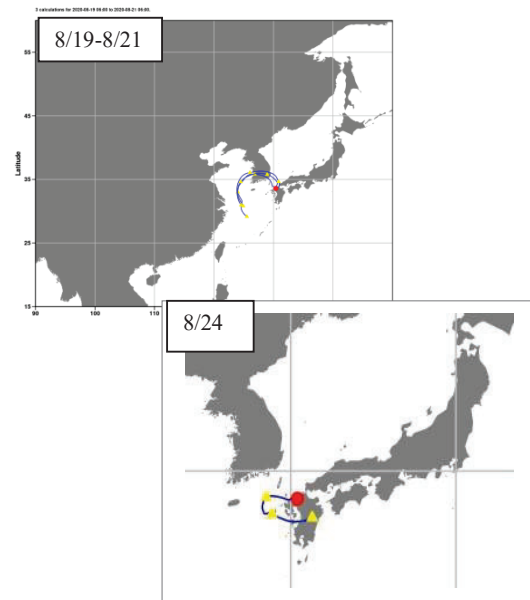


図9 後方流跡線（8/19～8/24）

3) 観測データ及び地域生成の寄与

5月の事例と同様に常時監視局の都市部の代表地点として東局及び市役所局を、郊外部の代表地点として香椎局、長尾局、元岡局を選定し、Ox濃度（対照として対馬局のOx濃度を示す）、NOx、NO、NMHC濃度を図10のa)からd)に示す。また、福岡及び対馬局のPM_{2.5}濃度を図10のe)、福岡の炭素成分データを図10のf)に示す。19日は本市全域で対馬局のOx濃度を超え、20日も長尾局のOx濃度が97 ppbを記録し、対馬局より高い値を示した。これらのことから、越境移流に加え、地域内でのOxの生成が上乘せされたと考えられた。

図10のf)からWSOCが日射の強い時間帯に高くなる日変動をしており、これは強い日射のもとで二次有機エアロゾルの生成が地域内で活発に生じていることを示唆する。24日は特にOxが高く、OC及びEC（元素炭素）の高濃度化がみられた。風速が弱く、気塊が滞留しやすい気象条件であったことから、前駆物質の蓄積とともに二次生成が起りやすい気象場が形成されていたと考えられる。また図10のe)からも、PM_{2.5}濃度が、越境移流時及び地域内の二次生成が示唆される時間帯に高くなっており、越境移流及び地域内の二次生成の両方の寄与が考えられた。

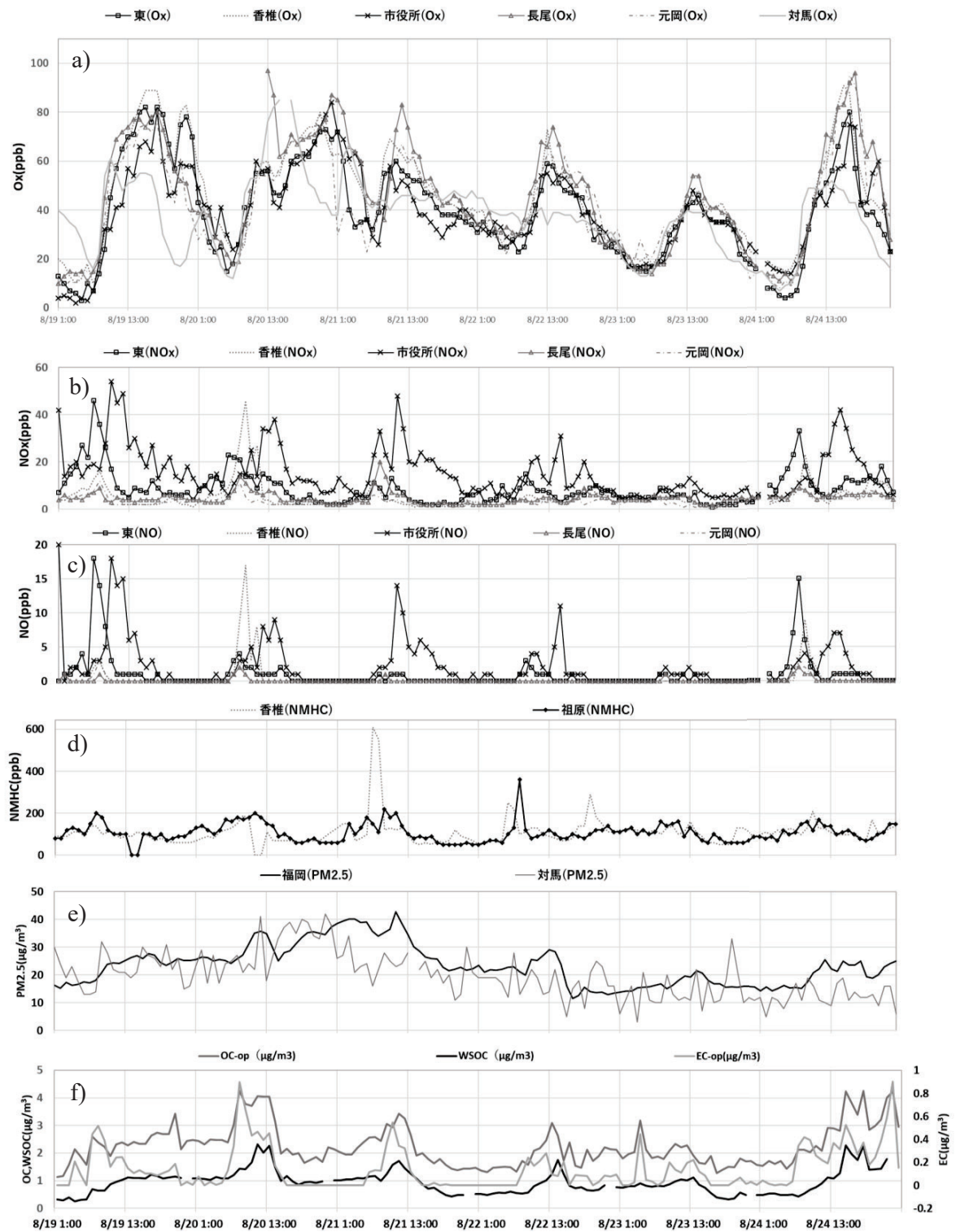


図 10 本市及び対馬局における観測データ (a) : Ox 濃度 b) : NOx 濃度 c) : NO 濃度 d) : NMHC 濃度 e) : PM_{2.5} 濃度 f) : OC (有機炭素), WSOC (水溶性有機炭素), EC (元素炭素))

4) NO タイトレーション効果及び週末効果

19 日～21 日及び 24 日は晴れて猛暑日や真夏日であったため、気温の上昇や強い日射があり、Ox が高濃度化しやすい気象条件が揃っていたが、都市部では、3.1.1.4 と同様に自動車排ガスが原因と推定される NO の影響で、NO タイトレーション効果が生じ、東局及び市役所局で Ox 濃度が低下していた。一方で、23 日は日曜日であり、都市部でも NOx が低く、NO タイトレーション効果が小さくなったため、都市部と郊外部の Ox 濃度に大きな差は見られなかった。NOx と Ox の関係について、NOx が低い日曜日に Ox が平日より増加する現象が、「週末効果」として関東地方を中心に報告されている^{9, 10)}が、本事例では平日よりも Ox 濃度が減少しており、週末に NOx が低下したことが Ox 生成の抑制につながった可能性を示唆している。この結果から、NO タイトレーション効果が弱まる一方で、NOx 削減対策が地域で生成される Ox 濃度の低減につながる可能性が考えられる。しかし、週末に NOx 濃度が低下し Ox 濃度が平日よりも上昇する事例もあるため、今後の解析で休日に Ox が上昇する事例と低下する事例を抽出し要因を調べる必要がある。

3.2 本市の Ox 高濃度時の特徴

5 年間の解析の結果、本市全域において海陸風が生じる際には風向が変化する時間帯に Ox が日最高値を示す傾向がみられた。2020 年 8 月 21 日から 24 日における本市及び太宰府の Ox 濃度と気象データを図 11 に示す。海風が吹く時間帯において、本市と太宰府局の Ox 日最高値のピークには 1 時間程度の時間差が認められ、太宰府局の Ox 濃度が都市部より Ox 濃度が高くなる傾向が示された。このことから、都市部で生成された Ox が海陸風の影響で内陸部へ輸送される過程で、前駆物質の存在下において二次生成を伴いながら濃度が上昇している可能性が示唆された。風向と Ox 濃度の関係を明確にするため、2011 年度から 2020 年度までの本市の Ox 濃度が環境基準を超えた日の最頻風向の解析結果を図 12 に示す。図より北寄りの風が平野部を本市から南方向へ向かってい

ることが分かる。福岡県の報告においても、海風が本市の都市部上空で生成された Ox の輸送と生成を促進し、南方向へ向かうことが示されている¹¹⁾。気圧傾度が高く一般風が卓越する時も気圧傾度が低く海陸風が卓越する時もどちらも海から内陸に向かって風が吹くが、地域生成が上乘せされ Ox が高濃度化するの日は日射が強く海陸風循環が生じる時と推察される。

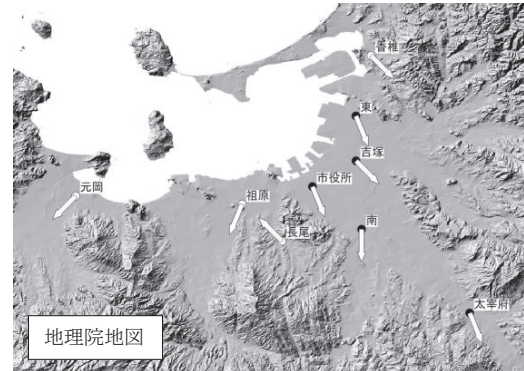


図 12 解析地点の最頻風向

Ox が 80 ppb を超過した日数を図 13 に示す。5 年間の解析の結果、香椎局及び長尾局で Ox 濃度が 80 ppb を超える頻度が高かった。この要因として、NOx が高い都市部と比較し、NO タイトレーション効果が低いことが挙げられる。さらに、都市部で生成した Ox 及び前駆物質が、強い日射に伴う海陸風循環や鉛直混合によって Ox 生成を伴い輸送されることが考えられる。また山や丘が付近にある等、地形的要因による大気の滞留も Ox 高濃度の発現に寄与していると推察された。

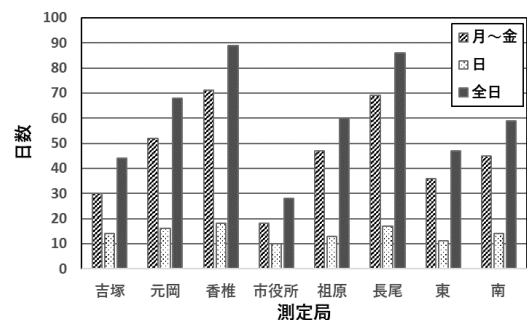


図 13 Ox 高濃度日 (80ppb 以上) の日数

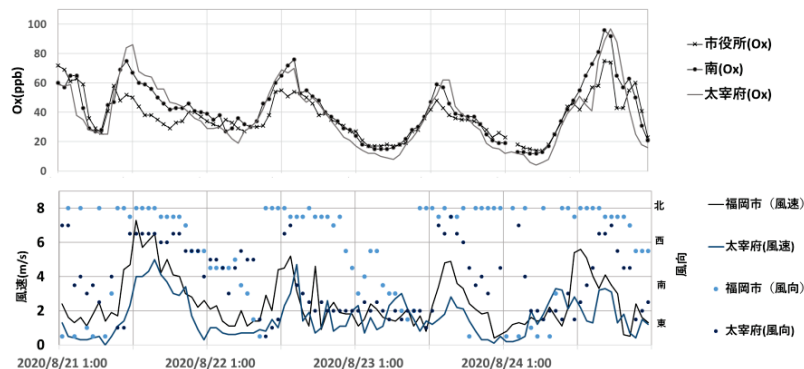


図 11 福岡市及び太宰府の Ox 濃度 (上段) と気象データ (下段)

4 まとめ

本市の Ox 高濃度化の要因として、対馬局及び五島局の濃度を上回る日があることから、越境移流に加えて地域内での Ox 生成が上乘せされていることが示唆された。また、本市のような比較的狭い地域においても、 NOx 濃度の違いにより NO タイトレーション効果が測定局で異なり、 Ox 濃度に差がみられた。

さらに、晴天かつ気圧傾度が低い気象条件下では、越境移流時も地域生成時も海陸風による輸送・混合の影響が Ox 濃度の時間変動に大きく関与していることが示唆された。

今後の課題として、シミュレーション解析等との比較を行うことにより越境移流による汚染とローカル由来の汚染を切り分けて評価することが挙げられる。

謝辞

本研究を行うにあたり、ご助言及びご指導いただいた福岡大学林政彦教授に御礼申し上げます。

文献

- 1) 環境省：環境・循環型社会・生物多様性白書令和 6 年度（2024 年度）版
- 2) 福岡市環境局：福岡市大気測定結果報告書令和 4 年度（2022 年度）版
- 3) 副田大介，他：福岡市における光化学オキシダントの長期的推移と高濃度要因の推定，福岡市保健環境研究所報，49，53～63，2024
- 4) 若松伸司：都市・広域大気汚染の生成機構解明に関する研究，大気環境学会誌，36（3），125～136，2001
- 5) 岩本真二，他：福岡県における光化学オキシダントの高濃度要因の分類，大気環境学会誌，43（3），173～179，2008
- 6) 久保智子，他：2019 年 5 月 24-26 日に兵庫県下で発生した広域的な高濃度光化学オキシダント事象の解析，兵庫県環境研究センター紀要，10 号，12～18，2019
- 7) 環境省：大気環境保全技術研修マニュアル第 4 章 気象・大気汚染物質濃度の変化と分析
- 8) 上野博之，他：東京都における夏季の $\text{PM}_{2.5}$ 及び水溶性有機炭素とオキシダント濃度との関係，大気環境学会誌，46（2），124～130，2011
- 9) 神成陽容：関東・関西地域における光化学オキシダント濃度の週末効果に関する解析 第 1 報 二種類の週末効果反転現象の発見，大気環境学会誌，41（4），209～219，2006
- 10) 神成陽容：関東・関西地域における光化学オキシダント濃度の週末効果に関する解析 第 2 報 ダイナミックに変化するオゾン生成レジームの検証，大気環境学会誌，41（4），220～233，2006
- 11) 山村由貴，他：福岡県における地域汚染由来の高濃度オゾンに対する NOx ， VOC 排出量削減の効果，全国環境研会誌，45（4），51～61，2020

VII 資 料

令和6年度 食中毒・相談等に伴う保健所からの依頼検査

保健科学課 細菌・ウイルス担当

1 結果一覧

No.	保健所 衛生課	受付日	食中毒 断定	検体 (陽性数/検体数)	検出病原体	備考
1	西	4/5	○	有症者便 (0/1)	—	長崎県依頼(長崎県の検査で有症者便及び従業員便からノロウイルス検出)長崎県の施設
2	博多 中央 西	4/23	○	有症者便 (0/12) 従業員便 (0/1) ふきとり (0/5) ウイルス有症者便 (9/9) ウイルス従業員便 (7/9)	— — — ノロウイルス (GI.1, GI.2, GII.4, GII.7, GII.NT) ノロウイルス (GI.2, GI.NT, GII.4, GII.7, GII.17, GII.NT)	
3	東 早良 中央	5/3	○	有症者便 (1/2) 従業員便 (0/2) ふきとり (0/4)	カンピロバクター・ジェジュニ — —	
4	西	5/5	○	有症者便(2/3) ウイルス有症者便 (0/3)	クドア・セブテンブクタータ —	福岡県依頼 (福岡県の施設)
5	東	5/15		有症者便(0/2) 従業員便 (0/6) ウイルス有症者便 (2/2) ウイルス従業員便 (0/6) ウイルスふきとり (0/6) ウイルス検食 (0/6)	— — ノロウイルス (GII.NT) — — —	
6	中央 博多 南	6/3	○	有症者便(4/7) 従業員便(1/5) ふきとり(0/4) 参考品(0/1) ウイルス有症者便 (0/3)	サルモネラ・ロンドン サルモネラ・ロンドン — — —	
7	南	6/4	○	有症者便(2/3) 従業員便(1/3) ウイルス有症者便 (0/1) ウイルス従業員便 (0/2)	カンピロバクター・ジェジュニ カンピロバクター・ジェジュニ — —	
8	中央	6/28	○	有症者便 (3/5)	クドア・セブテンブクタータ	
9	博多	7/14		ふきとり(0/3)	—	福岡県依頼(病院検便1検体からカンピロバクター検出)
10	東 早良	8/8		有症者便(0/5) ウイルス有症者便 (2/2)	— ノロウイルス (GII.17)	熊本県依頼
11	西 早良 中央 博多	8/9		有症者便 (0/3) 従業員便 (0/4) ウイルス有症者便 (3/3) ウイルス従業員便 (0/5)	— — ノロウイルス (GII.7) —	
12	南 城南	8/9	○	有症者便 (0/2) ウイルス有症者便 (1/1)	— ノロウイルス (GII.7)	福岡県依頼(大分県の施設)

No.	保健所 衛生課	受付日	食中毒 断定	検体 (陽性数/検体数)	検出病原体	備考
13	南 城南	8/11		有症者便 (1/2) ウイルス有症者便 (0/1)	カンピロバクター・ジェジュニ —	
14	東	8/28		有症者便 (0/2) ウイルス有症者便 (0/2)	— —	
15	中央	9/13		有症者便 (1/3) 従業員便 (0/4) ふきとり (0/3)	カンピロバクター・ジェジュニ — —	
16	城南	9/30		従業員便 (0/9) ふきとり (0/2) 参考品 (0/24)	— — —	
17	博多	10/9	○	有症者便 (2/2)	カンピロバクター・ジェジュニ	
18	城南 西 早良	11/6	○	有症者便 (0/7) 従業員便 (0/11) ふきとり (0/4) ウイルス有症者便 (5/5) ウイルス従業員便 (0/12)	— — — ノロウイルス (GII.17) —	
19	南	11/19		有症者便 (0/1) 従業員便 (0/2) ふきとり (0/5) ウイルス有症者便 (1/1) ウイルス従業員便 (0/1)	— — — ノロウイルス (GII.17) —	佐賀県の検査で有症者便から下痢原性大腸菌検出
20	南 中央	11/20	○	有症者便 (1/1) 従業員便 (0/1) ふきとり (0/5)	カンピロバクター・ジェジュニ — —	
21	博多 中央	11/27		有症者便 (0/2) 従業員便 (0/2) ふきとり (0/5) ウイルス有症者便 (1/2)	— — — ノロウイルス (GII.17)	
22	中央	12/5	○	菌株 (2/2) 従業員便 (0/5) ふきとり (0/6) 参考品 (0/14)	腸管出血性大腸菌O157 — — —	
23	城南 早良 中央	12/13	○	有症者便 (2/2) 従業員便 (0/3) ふきとり (0/4) ウイルス有症者便 (0/1)	カンピロバクター・ジェジュニ — — —	
24	博多	12/14	○	有症者便 (0/1) ウイルス有症者便 (0/1)	— —	福岡県依頼(福岡県の検査で有症者便からカンピロバクター・ジェジュニ検出)福岡県の施設
25	東 博多	12/19	○	有症者便 (0/15) 従業員便 (0/8) ウイルス有症者便 (9/9) ウイルス従業員便 (0/7)	— — ノロウイルス (GII.7, GII.17) —	
26	早良	1/11		有症者便(1/1) ウイルス有症者便 (0/1)	カンピロバクター・ジェジュニ —	東京都依頼
27	城南	1/25	○	有症者便 (0/2) ウイルス有症者便 (1/1)	ノロウイルス (GII.17)	岐阜県依頼

No.	保健所 衛生課	受付日	食中毒 断定	検体 (陽性数/検体数)	検出病原体	備考
28	西	1/29	○	ウイルス有症者便 (9/11) ウイルス従業員便 (1/2)	ノロウイルス (GII.4) ノロウイルス (GII.4)	
29	博多	1/30	○	有症者便 (0/16) 従業員便 (0/12) ウイルス有症者便 (9/10) ウイルス従業員便 (3/6)	— — ノロウイルス (GI.1, GI.1NT) ノロウイルス (GI.1)	
30	中央	2/4		有症者便(0/3) ウイルス有症者便 (3/4) ウイルス従業員便 (0/6) ウイルスふきとり (0/4)	— ノロウイルス (GII.7) — —	
31	城南 博多 中央	2/10	○	有症者便(2/7) 従業員便(0/2) ウイルス有症者便 (0/1)	カンピロバクター・ジェジュニ — —	
32	早良	2/17		有症者便(0/9) 従業員便(0/3) ふきとり(0/5) ウイルス有症者便 (9/9) ウイルス従業員便 (1/3) ウイルス検食 (0/2)	— — — ノロウイルス (GII.4) ノロウイルス (GII.4) —	
33	早良 南 東 中央	2/18		有症者便(0/3) 従業員便(0/3) ふきとり(0/4) ウイルス有症者便 (3/3) ウイルス従業員便 (0/3)	— — — ノロウイルス (GII.3, GI.17, GI.1NT) —	
34	博多 西 早良	2/19		有症者便(0/8) ウイルス有症者便 (7/7)	— ノロウイルス (GI.1, GI.1NT, GI.4, GI.7, GI.17)	
35	中央 南	2/20	○	有症者便(0/1) 従業員便(0/4) ふきとり(0/3) ウイルス有症者便 (2/2) ウイルス従業員便 (3/4)	— — — ノロウイルス (GII.17) ノロウイルス (GII.17)	福岡県依頼
36	東	2/26	○	有症者便(9/10) 従業員便(0/11) 検食(0/57)	ウエルシュ菌 — —	
37	中央	2/27		有症者便(0/1) ウイルス有症者便 (1/1)	— ノロウイルス (GII.17)	佐賀県依頼
38	中央	2/28		有症者便 (0/1)	—	
39	博多	3/7	○	ウイルス有症者便 (4/4)	ノロウイルス (GII.17)	大分県依頼
40	中央	3/8		有症者便 (0/1) ウイルス有症者便 (1/1)	— ノロウイルス (GII.17)	福岡県依頼
41	南	3/12		ウイルス有症者便 (0/3)	—	
42	早良	3/12		有症者便 (0/4) ウイルス有症者便 (4/4)	— ノロウイルス (GII.6)	
43	東西	3/19	○	ウイルス従業員便 (0/2)	—	熊本県依頼

No.	保健所 衛生課	受付日	食中毒 断定	検体 (陽性数/検体数)	検出病原体	備考
44	東	3/19	○	従業員便(0/5) ふきとり (0/5) ウイルス従業員便 (1/5) ウイルスふきとり (0/7)	— — ノロウイルス (GII.NT) —	福岡県依頼
45	中央 西	3/19	○	有症者便(0/3) 従業員便(0/3) ふきとり(0/4) ウイルス有症者便 (5/5) ウイルス従業員便 (1/2)	— — — ノロウイルス (GII.17, GII.NT) ノロウイルス (GII.17)	
46	博多 南	3/19	○	有症者便(0/6) 従業員便(0/7) ウイルス有症者便 (5/5)	— — ノロウイルス (GII.17, GII.NT)	
47	南	3/23		有症者便 (0/1) ウイルス有症者便 (1/1)	— ノロウイルス (GI.1, GII.17)	
48	博多	3/26	○	ウイルス有症者便 (0/1)	—	神奈川県依頼(神奈川県 の検査で有症者便 からノロウイルス検 出)

令和 6 年度 感染症発生動向調査事業関連のウイルス検査結果

保健科学課 ウイルス担当

福岡市保健環境研究所では平成 4 年から福岡県結核・感染症発生動向調査事業に参加しており、現在、6 医療機関 7 病原体定点を対象に検査を行っている。表 1 に臨床診断名別ウイルス検査結果を示す。

令和 6 年度、病原体定点より採取された検体は、112 名、129 検体であった。患者数、検体数ともに咽頭結膜熱が最も多かった。

表 1 令和 6 年度 臨床診断名別ウイルス検査結果

臨床診断名	患者数	検体数	陽性数	検体	検出ウイルス(株数)
咽頭結膜熱	33	33	19	咽頭ぬぐい液	RS ウイルス(1), アデノ 1 型(2), アデノ 2 型(9), アデノ 5 型(3), アデノ 6 型(1), アデノ 11 型(2), コクサッキー B3 型(1)
インフルエンザ	14	14	13	咽頭ぬぐい液	インフルエンザ A/H1pdm09 型(10) (Clade : C.1.9(4), C.1.9.3(6)), インフルエンザ A/H3 型(3) (Clade : J.2(3))
感染性胃腸炎	12	17	9	咽頭ぬぐい液 血液 糞便	アデノウイルス(3) アデノ 3 型(1), アデノ 41 型(2), コクサッキー B1 型(1), A 群ロタウイルス(2)
新型コロナウイルス感染症	1	1	1	咽頭ぬぐい液	新型コロナウイルス(1)
水痘	1	1	0	咽頭ぬぐい液	
手足口病	6	8	4	咽頭ぬぐい液 糞便	コクサッキー A6 型(2), コクサッキー A16 型(2)
突発性発しん	3	3	1	咽頭ぬぐい液	ヒトヘルペス 6 型(1)
ヘルパンギーナ	3	3	1	咽頭ぬぐい液	コクサッキー B5 型(1)
無菌性髄膜炎	11	21	10	咽頭ぬぐい液 血液 髄液 糞便	RS ウイルス(1), エンテロ 71 型(1), コクサッキー B3 型(2) アデノ 5 型(1), コクサッキー B2 型(1), コクサッキー B3 型(3) コクサッキー B3 型(1)
RS ウイルス感染症	28	28	21	咽頭ぬぐい液	RS ウイルス(21)
計	112	129	79		

表 2 に月別、検査法別ウイルス検出状況を示す。ウイルスの検出は細胞（RD-18S, VeroE6, HEp-2, Caco-2, MDCK）培養、遺伝子検査（PCR 等）で行った。その結

果、79 株のウイルスを検出した。検出率は 61.2%であった。

表 2 令和 6 年度 検体採取月別及び検査法別ウイルス検出状況

検出ウイルス	検体採取月別ウイルス検出状況												検出数	検査方法別 ウイルス検出状況					遺伝子検査
														組織培養法					
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		R	V	H	C	M	
アデノウイルス					1				1	1			3						3
アデノ 1 型								1			1		2	2	2	2	1		
アデノ 2 型				1			4					4	9	7	6	9	2		
アデノ 3 型					1								1	1	1	1	1		
アデノ 5 型					1	1					1	1	4	1	3	2	1		
アデノ 6 型				1									1	1		1			
アデノ 11 型							1		1				2	2	1	2	2		
アデノ 41 型										1	1		2	1	2	1			1
インフルエンザ A/H1pdm09 型				1					1	6	2		10					10	4
インフルエンザ A/H3 型							1				2		3					3	1
コクサッキーA6 型				1	1								2						2
コクサッキーA16 型							1		1				2				2		2
コクサッキーB1 型							1						1		1	1			
コクサッキーB2 型								1					1				1		
コクサッキーB3 型						1	3	3					7	7	3	6	5		3
コクサッキーB5 型											1		1		1				1
エンテロ 71 型									1				1				1		1
ヒトヘルペス 6 型								1					1						1
新型コロナウイルス					1								1						1
A 群ロタウイルス										1		1	2						2
RS ウイルス		4	3	3	5		3	1		2	2		23	3		3			23
計		4	4	7	9	6	12	9	8	9	5	6	79	25	20	28	16	13	45

※ 細胞名の略称 R: RD-18S, V: VeroE6, H: HEp-2, C: Caco-2, M:MDCK

SARS-CoV-2 ゲノム解析結果（2024 年度）

保健科学課 ウイルス担当

1 はじめに

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）は、新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）に起因し、咳、高熱、肺炎を主症状とする呼吸器系感染症である。COVID-19 は、2023 年 5 月 8 日以降、「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）に基づき、「五類感染症」に類別されている。

当所では、令和 3 年（2021 年）2 月 5 日付け健感発 0205 第 4 号「新型コロナウイルス感染症の積極的疫学調査におけるゲノム解析及び変異株 PCR 検査について（要請）¹⁾」に基づき、2021 年 12 月から SARS-CoV-2 陽性検体について、次世代シーケンサー（NGS）を用いたゲノム解析を開始し、現在に至るまで継続実施している。

本報では、2024 年度に当所で実施した SARS-CoV-2 ゲノム解析結果について報告する。

2 方法

2.1 解析対象

市内民間検査機関から当所に搬入された SARS-CoV-2 陽性検体（検体採取日：2024 年 2 月 19 日～2025 年 3 月 18 日、検体種別：鼻咽頭ぬぐい液又は唾液）720 検体について、RNA 抽出を行い、リアルタイム RT-PCR で Ct 値を確認した後、545 検体をゲノム解析の対象とした。

なお、搬入検体数の少なかった時期については、Ct 値の大小に関わらず、ゲノム解析の対象とした。

2.2 試薬・装置等

検体からの RNA 抽出、リアルタイム RT-PCR、ライブラリ調製及びシーケンシングは既報²⁾と同様に実施した。

2.3 ゲノム解析

NGS で取得した FASTQ データについて、国立感染症研究所インフルエンザ・呼吸器系ウイルス研究センターが提供する PathoGenS（[Pathogen Genomic data collection System](#)）を用いて解析を実施し、Pango Lineage を決定した。なお、解析に用いられた Nextclade のバージョンは、3.13.2 である。

3 結果

3.1 ゲノム解析結果

解析不能であった 97 検体を除く 448 検体の Pango Lineage について、過去に WHO が「監視下の変異株（Variants under Monitoring : VUMs）」や「注目すべき変異株（Variants of Interest : VOIs）」に指定した系統を参考とし、表 1 のとおり系統別に分類、集計した。なお、本報において「系統」と記載する場合は、単一の Pango Lineage のみではなく、原則、その亜系統まで含むものとする。単一の Pango Lineage を示す場合は、単に「Lineage」と記載する。

系統別の検出数は、BA.2.86 系統が 7 検体、JN.1 系統が 42 検体、XDQ 系統が 20 検体、KP.2 系統が 11 検体、KP.3 系統が 257 検体、KP.3.1.1 系統が 32 検体、LB.1 系統が 2 検体、XEC 系統が 49 検体、LP.8.1 系統が 8 検体、その他の系統が 20 検体であった。

系統別検出数の月次集計結果を表 2 に、検出した Lineage 及び検出数を表 3 に示す。

3.2 系統別検出割合の推移

月毎の系統別検出割合の推移を図 2 に示す。当初は JN.1 系統が主流であったが、5 月から KP.3 系統への置換が進み、夏季の主流株となった。また、9 月に市内で初めて確認した XEC 系統が徐々に KP.3 系統から置換し、冬季から春季の主流株となった。

表 1 本報における系統分類

系統	備考
BA.2.86 系統	JN.1 系統を除く
JN.1 系統	KP.2, KP.3, KP.3.1.1, LB.1, LP.8.1 系統を除く
KP.2 系統	
KP.3 系統	KP.3.1.1 系統を除く
KP.3.1.1 系統	
LB.1 系統	
LP.8.1 系統	
XDQ 系統	
XEC 系統	
その他の系統	

表2 系統別検出数（月別）

年月 系統	2024 年												2025 年			計
	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月		
BA.2.86 系統	1	6													7	
JN.1 系統	7	7	12	5	3	5			2				1		42	
XDQ 系統	3	4	5	5	3										20	
KP.2 系統			1	5	3	1	1								11	
KP.3 系統			1	23	50	99	52	15	9	3	3		2		257	
KP.3.1.1 系統						4	5	5	2	2	5		4	4	1	32
LB.1 系統						1	1									2
XEC 系統								1	1	4	7		13	16	7	49
LP.8.1 系統											1		4	3		8
その他の系統	2	8	1	1	1	2	2		1	1	1					20
解析不能	3	3	4	5	9	9	13	3	3	2	5		14	17	7	97
計	16	28	24	44	69	121	74	24	18	12	22		36	42	15	545

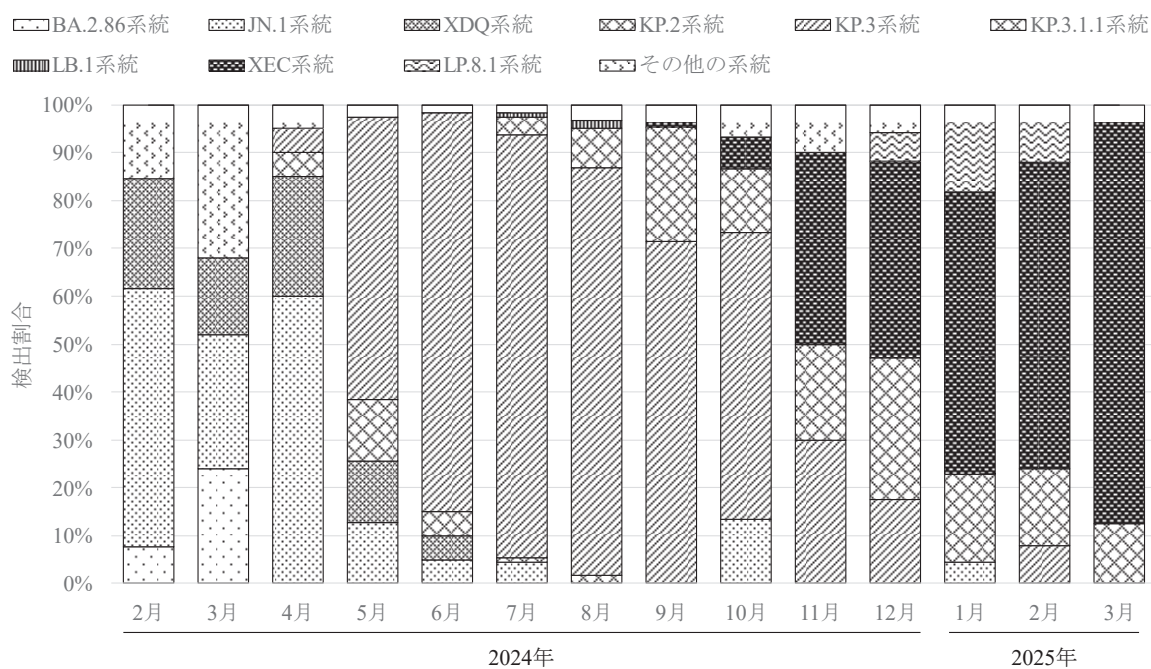


図1 系統別検出割合の推移

表3 検出した Lineage 及びその検出数

BA.2.86 系統 (7)						
BA.2.86 (1)	BA.2.86.1 (3)	JN.15 (2)	JN.19 (1)			
JN.1 系統 (42)						
JN.1 (6)	JN.1.1 (1)	JN.1.1.3 (1)	KR.1 (1)	JN.1.4 (5)	JN.1.4.5 (3)	JN.1.7 (2)
JN.1.11.1 (2)	KP.1.1.1 (2)	MG.1 (1)	KP.1.1.3 (4)	LP.5 (1)	LP.8.2 (1)	JN.1.16 (2)
NS.1.1 (1)	MT.1 (1)	JN.1.28 (1)	KU.2 (2)	JN.1.32 (1)	MV.1 (1)	JN.1.51.1 (1)
MD.1.1 (1)	JN.1.68 (1)					
XDQ 系統 (20)						
XDQ (6)	XDQ.1 (14)					
KP.2 系統 (11)						
KP.2.1 (2)	KP.2.2 (1)	KP.2.3 (3)	KP.2.3.8 (1)	KP.2.9 (3)	KP.2.16 (1)	
KP.3 系統 (257)						
KP.3 (7)	KP.3.1 (9)	KP.3.2.3 (1)	KP.3.3 (136)	KP.3.3.1 (9)	KP.3.3.3 (78)	ML.1 (7)
ML.2 (2)	KP.3.3.7 (6)	PB.1 (1)	KP.3.4 (1)			
KP.3.1.1 系統 (32)						
KP.3.1.1 (13)	MC.1 (8)	MC.1.2 (1)	MC.10 (1)	MC.10.1 (3)	MC.10.1.2 (1)	MC.11 (1)
MC.13 (1)	MC.15 (1)	MC.24 (2)				
LB.1 系統 (2)						
LB.1 (1)	LB.1.3.2 (1)					
XEC 系統 (49)						
XEC (19)	XEC.1 (1)	XEC.2 (9)	XEC.2.3 (1)	XEC.4 (8)	XEC.4.1 (1)	XEC.5 (2)
XEC.6 (2)	XEC.8 (2)	XEC.9 (2)	XEC.20 (1)	XEC.30 (1)		
LP.8.1 系統 (8)						
LP.8.1 (3)	LP.8.1.1 (1)	NY.1 (1)	LP.8.1.6 (1)	LP.8.1.7 (2)		
その他系統 (20)						
XBB (1)	JD.1.1.8 (1)	HK.3.2 (2)	JG.3.2 (1)	XDK (2)	XDS (1)	XDU (2)
XDV.1 (1)	XDV.1.3 (1)	XDV.1.7 (2)	XDW (1)	XDY (1)	XEK (2)	XEK.1 (1)
XEL.1 (1)						

(括弧) 内の数字は検出数

文献

1)厚生労働省健康局結核感染症課長通知健感発 0205 第 4 号：新型コロナウイルス感染症の積極的疫学調査におけるゲノム解析及び変異株 PCR 検査について(要請), 令和 3 年 2 月 5 日

2)宮本道彦, 他：福岡市における SARS-CoV-2 ゲノム解析 (2023 年度), 福岡市保健環境研究所報, 49, 72-79, 2024

令和6年度 ノロウイルス遺伝子型解析結果

保健科学課 ウイルス担当

令和6年度は、検査依頼のあった食中毒事例（疑いを
含む。）及び保育園等における集団胃腸炎事例について、
計80事例362検体のノロウイルス検査を実施した。

このうちノロウイルスが検出された57事例190検体
（GI：23検体、GII：159検体、GI及びGII：8検体）に

ついて、Capsid領域の一部を用いたダイレクトシーケン
スにより遺伝子型（Genotype）解析を実施した。遺伝子
群（Genogroup）別の月次検出数を表1に、遺伝子型
（Genotype）別の月次検出数を表2に、遺伝子型
（Genotype）別の月次事例数を表3に示す。

表1 遺伝子群（Genogroup）別の月次検出数

	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
GI	8			3					1	12	6	1	31
GII	15	3		5	9			18	14	9	50	44	167
計	23	3	0	8	9	0	0	18	15	21	56	45	198

GI及びGIIの両方を検出した検体はそれぞれに計上。

表2 遺伝子型（Genotype）別の月次検出数

	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
GI.1	5								1	11	3	1	21
GI.2	2			1									3
GI.7				2									2
GI.NT	1									1	3		5
GII.2	1												1
GII.3											1		1
GII.4	4			2						1	26	6	39
GII.6											3	4	7
GII.7	4	3		2	7				12	1	6	1	36
GII.17	1				2			18		6	12	27	66
GII.NT	5			1					2	1	2	6	17
計	23	3	0	8	9	0	0	18	15	21	56	45	198

NT：Not Typed

表3 遺伝子型（Genotype）別の月次事例数

	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
GI.1									1	1			2
GII.4										1	4	2	7
GII.6											1	1	2
GII.7	1	2		1	3				2	1	1	1	12
GII.17					1			7		3	3	10	24
混在	1			1							2	1	5
計	2	2	0	2	4	0	0	7	3	6	11	15	52

遺伝子型の決定に至らなかった事例は含まない。

令和 6 年度 三類感染症発生状況

保健科学課 感染症担当

1 細菌性赤痢

令和 6 年度は 1 事例発生した。発生状況を表 1 に示す。

表1 細菌性赤痢の発生状況

事例	発生届日	年齢	性別	血清型	参考情報
1	2024/9/2	55	M	<i>S. sonnei</i>	フィリピン渡航歴あり

2 腸管出血性大腸菌感染症

令和 6 年度は 69 事例 74 名の感染者が発生した。腸管出血性大腸菌感染症の月別感染者数を図 1 に、発生状況を表 2 に示す。血清型は O157 が 34 名（45.9%）、O26 が 6 名（8.1%）、O91、O111 がそれぞれ 5 名（6.8%）、OUT（O 型不明）がそれぞれ 4 名（5.4%）、O103 が 3 名（4.1%）、O128、O146、O149、O152 がそれぞれ 2 名（2.7%）、O5、O8、O43、O48、O76、O93、O130、O145、O174 がそれぞれ 1 名（1.4%）であった。また、無症状病原体保有者は 27 名（36.5%）であった。

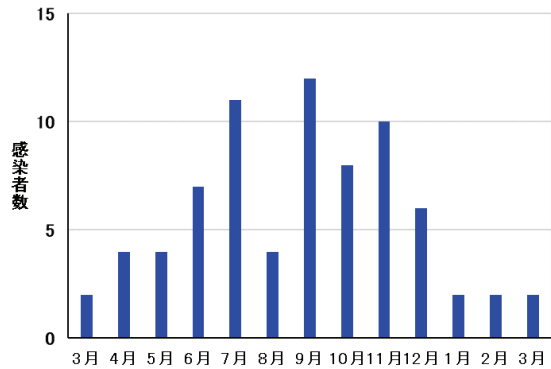


図 1 令和 6 年度腸管出血性大腸菌感染症の月別感染者数（令和 6 年度検査分）

表 2 腸管出血性大腸菌感染症の発生状況

事例	発生届日	年齢	性別	血清型	毒素型	参考情報
1	2024/3/27	22	M	O91:H-	VT1&2	無症 定期検便
2	2024/3/30	20	F	O103:H-	VT1	
3	2024/4/8	22	F	O157:H7	VT2	入院事例
4	2024/4/15	34	F	O91:H-	VT1&2	無症 定期検便
5	2024/4/18	35	M	O157:H7	VT2	
6-1	2024/4/27	49	M	O157:H7	VT2	入院事例 生レバー喫食
6-2	2024/5/1	54	F	O157:H7	VT2	無症 6-1 の家族 生レバー喫食
7	2024/5/13	26	M	O157:H7	VT1&2	焼肉、ユッケ喫食
8	2024/5/14	24	F	O157:H7	VT1&2	定期検便 もつ鍋、ハンバーグ、ステーキ喫食
9	2024/5/21	24	F	O146:H21	VT2	無症 定期検便
10	2024/6/3	21	M	O43:H-	VT1	定期検便

事例	発生届日	年齢	性別	血清型	毒素型	参考情報
11	2024/6/6	50	F	OUT:H19	VT1&2	無症
12	2024/6/7	71	F	O157:H7	VT1&2	入院事例
13	2024/6/17	24	F	O149:H8	VT2	定期検便
14	2024/6/17	35	M	O149:H8	VT2	無症 定期検便
15	2024/6/20	76	M	O157:H7	VT2	入院事例
16-1	2024/6/25	27	F	O26:H11	VT1	
16-2	2024/7/3	54	F	O26:H11	VT1	無症 16-1 の家族
17	2024/7/2	63	F	O157:H7	VT2	入院事例
18	2024/7/5	29	F	O111:H-	VT1	
19	2024/7/5	32	F	O157:H7	VT2	焼肉喫食
20	2024/7/12	21	F	O157:H7	VT2	入院事例 焼肉喫食
21	2024/7/18	11	F	O103:H2	VT1	レアステーキ喫食
22	2024/7/23	29	M	O157:H7	VT2	
23	2024/7/23	25	F	O145:H-	VT2	冷凍ハンバーグ喫食
24	2024/7/25	72	M	O157:H7	VT2	入院事例
25	2024/7/25	63	M	O157:H-	VT2	無症 定期検便
26	2024/7/26	56	F	O157:H7	VT2	入院事例
27	2024/8/1	72	F	O26:H11	VT1	無症 定期検便
28	2024/8/1	58	F	O111:H-	VT1	無症 定期検便
29	2024/8/26	9	M	O157:H-	VT1&2	
30	2024/8/28	21	F	O157:H7	VT1&2	
31	2024/9/2	8	M	O26:H11	VT1	
32	2024/9/2	35	F	O91:H-	VT1&2	無症 定期検便 焼肉喫食
33	2024/9/5	24	M	O157:H-	VT1&2	せんまい刺喫食
34	2024/9/5	27	F	OUT:H19	VT2	焼肉喫食
35-1	2024/9/11	25	F	O91:H14	VT1&2	無症
35-2	2024/9/13	26	M	OUT:H14	VT1&2	無症 35-1 の接触者
36	2024/9/12	24	F	O26:H11	VT1	生レバー喫食
37	2024/9/13	58	M	O111:H-	VT1	
38	2024/9/13	20	F	O26:H11	VT1	無症 定期検便
39	2024/9/17	27	F	O76:H7	VT1	
40	2024/9/20	75	M	O157:H7	VT1&2	入院事例
41	2024/9/26	26	M	O157:H7	VT2	ユッケ喫食

事例	発生届日	年齢	性別	血清型	毒素型	参考情報
43	2024/10/7	33	F	O157:H-	VT1&2	ユッケ喫食
44	2024/10/8	24	M	O157:H-	VT1&2	
45	2024/10/9	57	M	O157:H7	VT1&2	入院事例
46	2024/10/9	76	M	O157:H7	VT2	入院事例
47	2024/10/21	9	F	O5:H-	VT1	
48	2024/10/30	19	F	O152:H8	VT1	無症
49	2024/10/31	27	M	O128:H2	VT1&2	無症 定期検便
50	2024/11/1	20	F	O152:H-	VT1	無症
51	2024/11/3	12	M	O111:H-	VT1&2	入院事例
52-1	2024/11/3	1	M	O157:H7	VT1&2	
52-2	2024/11/8	62	M	O157:H7	VT1&2	52-1 の家族
52-3	2024/11/8	62	F	O157:H7	VT1&2	52-1 の家族
53	2024/11/6	41	M	O157:H-	VT1&2	焼肉, ユッケ喫食
54	2024/11/15	22	F	O157:H-	VT1&2	
55	2024/11/26	23	M	O157:H7	VT2	入院事例 ステーキ喫食
56	2024/11/27	41	F	OUT	VT 不明	無症
57	2024/11/29	55	F	O157:H7	VT2	入院事例 ステーキ, ホルモン喫食
58	2024/12/10	39	F	O103:H2	VT1	無症 定期検便
59	2024/12/13	44	F	O130:H11	VT1&2	無症 定期検便
60	2024/12/23	23	F	O174:H8	VT1&2	無症 定期検便
61	2024/12/27	19	M	O8:H19	VT1	無症 定期検便
62	2024/12/30	23	M	O128:H2	VT1&2	無症 定期検便
63	2024/12/30	23	F	O91:H-	VT1&2	無症 定期検便
64	2025/1/7	72	M	O146:H21	VT2	無症 定期検便
65	2025/1/18	24	F	O93:H28	VT2	無症 定期検便
66	2025/2/10	19	M	O157:H-	VT1&2	
67	2025/2/21	17	M	O157:H7	VT2	
68	2025/3/7	21	M	O48:H49	VT1&2	無症 定期検便
69	2025/3/13	22	M	O111:H-	VT1	

令和6年度 薬剤耐性菌の分子疫学解析結果

保健科学課 感染症担当

1 事例1

1.1 概要

令和6年4月から6月にかけて、福岡市内の医療機関Aから *Enterobacter cloacae* によるカルバペネム耐性腸内細菌目細菌 (CRE) 感染症の発生届出が4件あった。4名は全て同一病棟の患者で分離された菌種も同一であったことから、院内感染が疑われた。関連性を調べるため、患者及び施設から分離された菌株についてパルスフィールドゲル電気泳動 (PFGE) 法による分子疫学解析 (以下、「PFGE 解析」とする。) を実施した (解析1)。また、同年11月にも当該病棟から同一菌種による CRE 感染症の

発生届出があった。解析1との関連性を調べるため、患者から分離された菌株について PFGE 解析を実施した (解析2)。さらに、同時期の当該病棟内のスクリーニング検査により、保菌者2名と施設からカルバペネム耐性を示す同一菌種の菌株が分離された。解析1との関連性を調べるため、分離された菌株について PFGE 解析を実施した (解析3)。

1.2 解析1

PFGE 法は既報¹⁾に従って実施した。検体情報を表1に示す。また、泳動像を図1に、検体の類似度を表2に示す。分子疫学解析の結果、5検体全てのバンドパターンが一致した。

表1 検体情報

No.	検体名	菌種	薬剤耐性遺伝子		備考
			カルバペネム耐性遺伝子	AmpC遺伝子	
			検出せず	EBC型	
1	患者分離株①	<i>E. cloacae</i>	検出せず	EBC型	R6年4月分離
2	患者分離株②	<i>E. cloacae</i>	検出せず	EBC型	R6年5月分離
3	患者分離株③	<i>E. cloacae</i>	検出せず	EBC型	R6年5月分離
4	患者分離株④	<i>E. cloacae</i>	検出せず	EBC型	R6年6月分離
5	施設分離株①	<i>E. cloacae</i>	検出せず	EBC型	R6年5月シンク a から分離

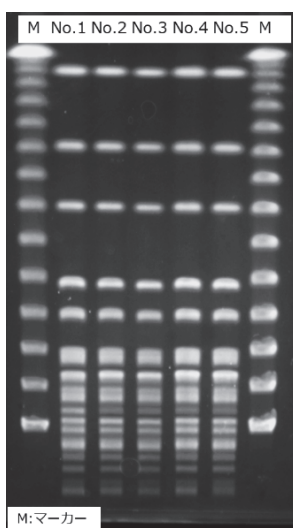


図1 PFGE 泳動

表2 検体の類似度 (Dice 法)

検体	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
No.1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
No.2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
No.3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
No.4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
No.5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

分子疫学解析結果：検体 No.1～5 は同一由来

1.3 解析2

PFGE 法は既報²⁾に準じて実施した。検体情報を表 3 に、検査条件を表 4 に示す。また、泳動像を図

2 に、検体の類似度を表 5 に示す。分子疫学解析の結果、2 検体全てのバンドパターンが一致した。

表 3 検体情報

No.	検体名	菌種	薬剤耐性遺伝子		備考
			カルバマペネマーゼ遺伝子	AmpC 遺伝子	
1	患者分離株⑤	<i>E. cloacae</i>	検出せず	EBC型	R6年11月分離
2	患者分離株①	<i>E. cloacae</i>	検出せず	EBC型	R6年4月分離

表 4 PFGE 検査条件

菌体処理	80℃, 1 時間
制限酵素	FastDigest Bcu I, 37℃, 15 分間
泳動条件	アガロース濃度: 1%, 電圧: 6 V/cm
	泳動 Buffer 温度: 14℃, 電圧角度: 120°
	スイッチング時間: 12.6 秒~40.1 秒
	泳動時間: 19 時間

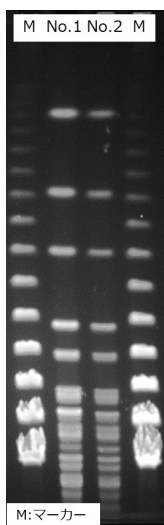


図2 PFGE泳動像

表 5 検体の類似度 (Dice 法)

検体	No.1	No.2
No.1	1.00	1.00
No.2	1.00	1.00

分子疫学解析結果: 検体No.1, 2は同一由来

1.4 解析 3

PFGE 法は既報²⁾に準じて実施した。検体情報を表 6 に、検査条件を表 7 に示す。また、泳動像を図

3 に、検体の類似度を表 8 に示す。分子疫学解析の結果、4 検体全てのバンドパターンが一致した。

表 6 検体情報

No.	検体名	菌種	薬剤耐性遺伝子		備考
			カルハ [△] ヘ [△] ネマーゼ [△] 遺伝子	AmpC 遺伝子	
1	保菌者分離株①	<i>E. cloacae</i>	検出せず	EBC型	R6年11月分離
2	保菌者分離株②	<i>E. cloacae</i>	検出せず	EBC型	R6年11月分離
3	施設分離株②	<i>E. cloacae</i>	検出せず	EBC型	R6年11月シンク b から分離
4	患者分離株①	<i>E. cloacae</i>	検出せず	EBC型	R6年4月分離

表 7 PFGE 検査条件

菌体処理	80℃，1 時間
制限酵素	FastDigest Spe I，37℃，15 分間
泳動条件	アガロース濃度：1%，電圧：6 V/cm
	泳動 Buffer 温度：14℃，電圧角度：120°
	スイッチング時間：12.6 秒～40.1 秒
	泳動時間：19 時間

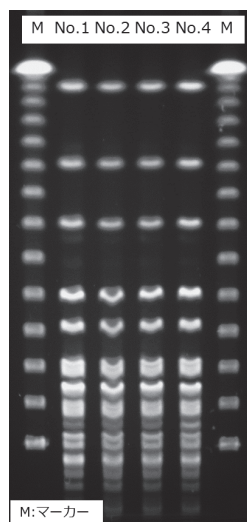


図3 PFGE泳動像

表 8 検体の類似度（Dice 法）

検体	No.1	No.2	No.3	No.4
No.1	1.00	1.00	1.00	1.00
No.2	1.00	1.00	1.00	1.00
No.3	1.00	1.00	1.00	1.00
No.4	1.00	1.00	1.00	1.00

分子疫学解析結果：検体No.1～4は同一由来

2 事例 2

2.1 概要

令和 6 年 8 月，市内の医療機関 B から *Klebsiella aerogenes* による CRE 感染症の発生届出があった．当該医療機関では，令和 6 年 2 月に当該患者と同一病棟からカルバペネム耐性を示す同一菌種の保菌者 1 名が確認されており，令和 6 年 8 月にも当該保菌者から，同様にカルバペネム耐性を示す同一菌種であるがコロニー形状の異なる 2 つの菌株が新たに分離された（保菌者 A）．患者と保菌者の関連性

を調べるために，分離された菌株について PFGE 解析を実施した．

2.2 解析 1

PFGE 法は既報²⁾に準じて実施した．検体情報を表 9 に，検査条件を表 10 に示す．また，泳動像を図 4 に，PFGE デンドログラムを図 5 に，検体の類似度を表 11 に示す．検体 No. 1 を基準とすると，検体 No. 2 は全てのバンドパターンが一致，検体 No. 3 は異なるバンド数が 1，検体 No. 4 は異なるバンド数が 3 であった．

表 9 検体情報

No.	検体名	菌種	薬剤耐性遺伝子		備考
			カルバペネム耐性遺伝子	その他	
1	患者分離株⑥	<i>K. aerogenes</i>	検出せず	検出せず	R6 年 8 月分離
2	保菌者分離株③	<i>K. aerogenes</i>	検出せず	検出せず	R6 年 2 月分離（保菌者 A）
3	保菌者分離株④	<i>K. aerogenes</i>	検出せず	検出せず	R6 年 8 月分離（保菌者 A）※
4	保菌者分離株⑤	<i>K. aerogenes</i>	検出せず	検出せず	R6 年 8 月分離（保菌者 A）※

※No.3 と No.4 はコロニー形状が異なる菌株

表 10 PFGE 検査条件

菌体処理	80℃，1 時間
制限酵素	FastDigest Xba I，37℃，15 分間
泳動条件	アガロース濃度：1%，電圧：6 V/cm
	泳動 Buffer 温度：14℃，電圧角度：120°
	スイッチング時間：12.6 秒～40.1 秒
	泳動時間：19 時間

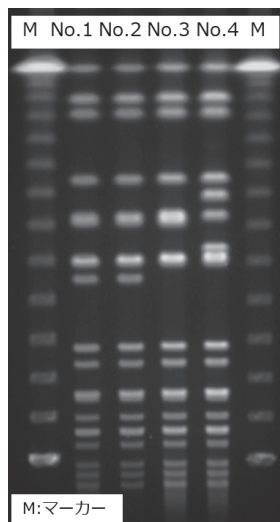


図 4 PFGE泳動像

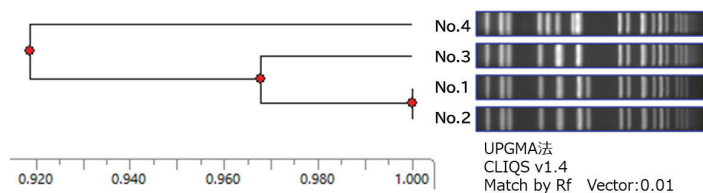


図 5 PFGE デンドログラム

表 11 検体の類似度（Dice 法）

検体	No.1	No.2	No.3	No.4
No.1	1.00	1.00	0.97	0.91
No.2	1.00	1.00	0.97	0.91
No.3	0.97	0.97	1.00	0.94
No.4	0.91	0.91	0.94	1.00

分子疫学解析結果：検体 No.1～No.4 は同一由来の可能性が高い

3 事例 3

ついて PFGE 解析を実施した。

3.1 概要

令和 6 年 8 月と 9 月に、市内の医療機関 C から *Enterobacter cloacae* による CRE 感染症の発生届出が 2 件あった。当該医療機関では令和 5 年 11 月にも同一菌種による CRE 感染症が 2 件発生しており、これらの関連性を調べるために、分離された菌株に

3.2 解析 1

PFGE 法は既報²⁾に準じて実施した。検体情報を表 12 に、検査条件を表 13 に示す。また、泳動像を図 6 に、PFGE デンドログラムを図 7 に、検体の類似度を表 14 に示す。検体 No. 1 を基準とすると、検体 No.2～4 は異なるバンド数が 7 以上あった。

表 12 検体情報

No.	検体名	菌種	薬剤耐性遺伝子		備考
			カルバペネマーゼ遺伝子	その他	
1	患者分離株⑦	<i>E. cloacae</i>	検出せず	検出せず	R6年8月分離
2	患者分離株⑧	<i>E. cloacae</i>	検出せず	検出せず	R6年9月分離
3	患者分離株⑨	<i>E. cloacae</i>	検出せず	検出せず	R5年11月分離
4	患者分離株⑩	<i>E. cloacae</i>	検出せず	検出せず	R5年11月分離

表 13 PFGE 検査条件

菌体処理	80℃, 1 時間
制限酵素	FastDigest Bcu I, 37℃, 15 分間
泳動条件	アガロース濃度: 1%, 電圧: 6 V/cm
	泳動 Buffer 温度: 14℃, 電圧角度: 120°
	スイッチング時間: 12.6 秒～40.1 秒
	泳動時間: 19 時間

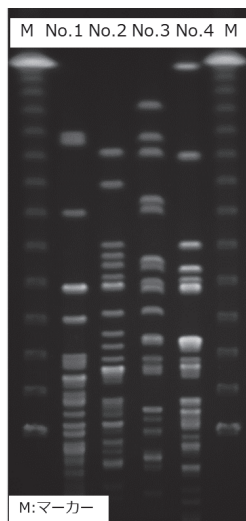


図 6 PFGE泳動像

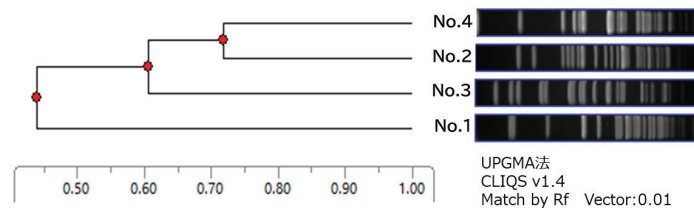


図 7 PFGE デンドログラム

表 14 検体の類似度 (Dice 法)

検体	No.1	No.2	No.3	No.4
No.1	1.00	0.43	0.40	0.49
No.2	0.43	1.00	0.62	0.72
No.3	0.40	0.62	1.00	0.59
No.4	0.49	0.72	0.59	1.00

分子疫学解析結果：検体 No.1～No.4 は異なる由来

4 事例 4

4.1 概要

令和 6 年 11 月, 市内の医療機関 D から *Klebsiella pneumoniae* による CRE 感染症の発生届出があった (患者 A)。分離された菌株はカルバペネマーゼ産生腸内細菌目細菌 (CPE) であり, カルバペネマーゼ遺伝子は KPC 型であった。当該医療機関では令和 5 年 6 月と 12 月にも KPC 型の同一菌種による CRE 感染症が発生しており (患者 B), これらの関連性を調べるために, 分離された菌株について PFGE 解析を実施した (解析 1)。その後, 令和 6 年

11 月に患者 A と同一病棟から KPC 型の同一菌種による CRE 感染症の発生届出があった (患者 C)。患者 A, 患者 B 及び患者 C との関連性を調べるために, 分離された菌株について PFGE 解析を実施した (解析 2)。

4.2 解析 1

PFGE 法は既報²⁾に準じて実施した。検体情報を表 15 に, 検査条件を表 16 に示す。また, 泳動像を図 8 に, 検体の類似度を表 17 に示す。検体 No.1 を基準とすると, 検体 No.2 は全てのバンドパターンが一致, No.3 は異なるバンド数が 2 であった。

表 15 検体情報

No.	検体名	菌種	薬剤耐性遺伝子		備考
			カルバペネマーゼ遺伝子	ESBL 遺伝子	
1	患者分離株⑪	<i>K. pneumoniae</i>	KPC型	CTX-M-9, TEM, SHV型	R6年11月分離 (患者A)
2	患者分離株⑫	<i>K. pneumoniae</i>	KPC 型	CTX-M-9, TEM, SHV型	R5年6月分離 (患者B)
3	患者分離株⑬	<i>K. pneumoniae</i>	KPC 型	CTX-M-9, SHV型	R5年12月分離 (患者B)

表 16 PFGE 検査条件

菌体処理	80℃, 1 時間
制限酵素	FastDigest Xba I, 37℃, 15 分間
泳動条件	アガロース濃度: 1%, 電圧: 6 V/cm
	泳動 Buffer 温度: 14℃, 電圧角度: 120°
	スイッチング時間: 12.6 秒~40.1 秒
	泳動時間: 19 時間

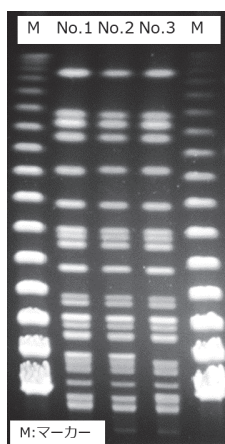


図8 PFGE泳動像

表 17 検体の類似度 (Dice 法)

検体	No.1	No.2	No.3
No.1	1.00	1.00	0.95
No.2	1.00	1.00	0.95
No.3	0.95	0.95	1.00

分子疫学解析結果: 検体 No.1~No.3 は同一由来の可能性が高い

4.3 解析 2

PFGE 法は 4. 2 と同じ方法で実施した。検体情報を表 18 に示す。また、泳動像を図 9 に、検体の

類似度を表 19 に示す。検体 No. 1 を基準とすると、検体 No.2 は全てのバンドパターンが一致、No.3 は異なるバンド数が 2 であった。

表 18 検体情報

No.	検体名	菌種	薬剤耐性遺伝子		備考
			カルバペネマーセ [®] 遺伝子	ESBL 遺伝子	
1	患者分離株⑭	<i>K. pneumoniae</i>	KPC型	CTX-M-9, TEM, SHV型	R6年12月分離（患者C）
2	患者分離株⑪	<i>K. pneumoniae</i>	KPC 型	CTX-M-9, TEM, SHV型	R6年11月分離（患者A）
3	患者分離株⑬	<i>K. pneumoniae</i>	KPC 型	CTX-M-9, SHV型	R5年12月分離（患者B）

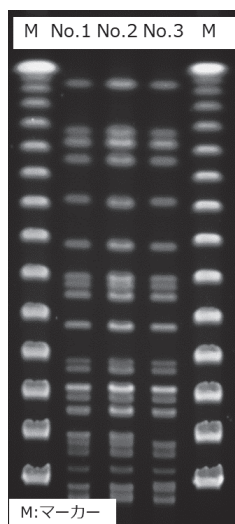


図9 PFGE泳動像

表 19 検体の類似度（Dice 法）

検体	No.1	No.2	No.3
No.1	1.00	1.00	0.95
No.2	1.00	1.00	0.95
No.3	0.95	0.95	1.00

分子疫学解析結果：検体 No.1～No.3 は同一由来の可能性が高い

文献

- 1) 下田由布子，他：パルスフィールドゲル電気泳動法による薬剤耐性菌の分子疫学解析法の検討，福岡市保健環境研究所報，49，86～90，2024
- 2) 白木豊：非酵素法の改良による迅速・簡便なパルスフィールドゲル電気泳動法の開発，獣医公衆衛生研究，22，71～74，2019

食品に関する相談事例（令和 6 年度）

保健科学課 食品化学担当

1 はじめに

福岡市保健環境研究所では、市内に流通している食品の収去検査だけでなく、各衛生課（以下、「保健所」とする。）に寄せられる食品に関する相談の解決のための分析も行っている。令和 6 年度における理化学分野の相談件数は 7 件であり、異物混入に関する事例が 5 件、その他に関する事例が 2 件であった（表 1）。異物混入に関する事例 5 件では、分析の結果、タンパク質を主成分とした物質が 1 件、デンプンを主成分とした物質が 1 件、金属片が 1 件、カビ等の微生物が 1 件、その他が 1 件と推察された（表 2）。

本報では、今後の対応の参考として、上記相談事例 7 件のうち、異物混入に関する事例 3 件について報告する。

表 1 相談内容別事例数（令和 6 年度）

相談内容	件数
異物混入に関する事例	5
その他に関する事例	2
合計	7

表 2 異物の分析結果別事例数（令和 6 年度）

異物の分類（推測）	件数
タンパク質を主成分とした物質	1
デンプンを主成分とした物質	1
金属片	1
カビ等の微生物	1
その他	1
合計	5

2 使用機器

実体顕微鏡：ニコン製 SMZ-10A
走査型電子顕微鏡（SEM）：日本電子製 JCM-7000
エネルギー分散型 X 線分析装置（EDS）：日本電子製 JED-2300
フーリエ変換赤外分光光度計（FT-IR）：島津製作所製 IRAffinity-1S

3 事例

3.1 仕出し弁当喫食中に発見された金属片様異物の事例

3.1.1 概要

配布された仕出し弁当を喫食したところ、金属片のような異物（以下、「金属異物」とする。）が入っていることに気づいた。

3.1.2 試料

金属異物、当該食品の製造所で使用されているそば揚（比較品 1）（以下、「そば揚」とする。）及びすくい網（比較品 2）（以下、「すくい網」とする。）（図 1）。

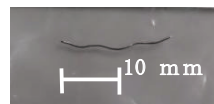
3.1.3 分析方法及び結果

実体顕微鏡観察の結果、金属異物、そば揚及びすくい網は、いずれも金属光沢を持ち、表面に筋状の凹凸がみられた。また、各々の太さを複数箇所測定したところ、異物は 0.13 mm～0.14 mm であり、そば揚の網部分は 0.13 mm、そば揚の取手部分は 0.22 mm～0.24 mm、すくい網の網部分は 0.23 mm～0.24 mm、すくい網の取手部分は 0.21 mm～0.22 mm であり、異物はそば揚の網部分と太さが一致した（図 2）。

エネルギー分散型 X 線分析装置（EDS）による元素組成分析の結果、質量比で、金属異物は、鉄 72%、クロム 19%、ニッケル 8%、マンガン 1% であり、ステンレス鋼であると推察された。そば揚の網部分の元素組成は鉄 71%、クロム 19%、ニッケル 8%、マンガン 1% であった（図 3）。

3.1.4 考察

分析の結果から、金属異物は鉄を主成分とする金属であり、そば揚の網部分と外観及び元素組成が類似していたことから、同一のものであると推察された。



金属異物



（比較品 1）そば揚



（比較品 2）すくい網

図 1 金属異物及びそば揚及びすくい網の写真

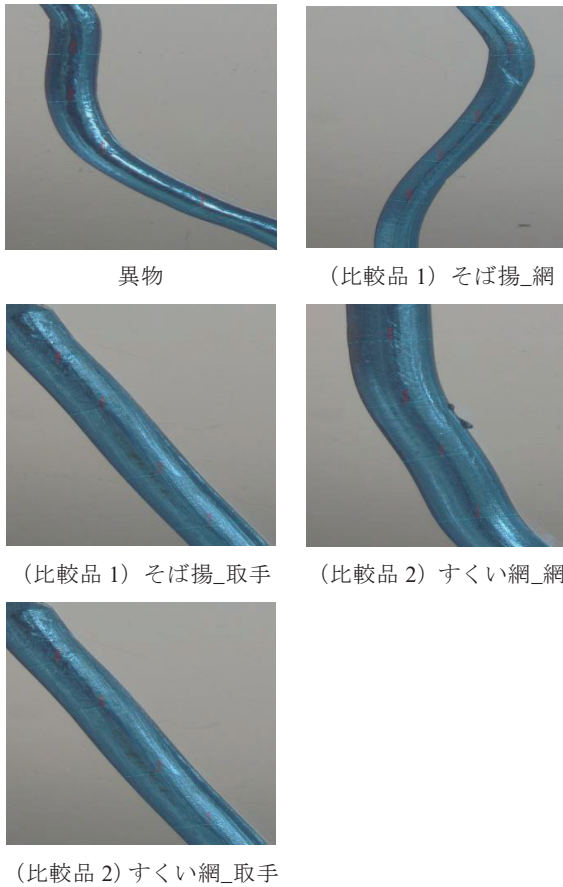


図 2 金属異物、そば揚及びすくい網の実体顕微鏡写真

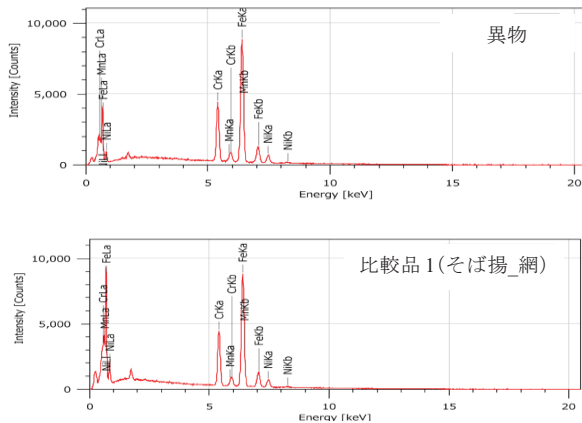


図 3 金属異物及びそば揚_網の EDS スペクトル

3.2 サーモン巻に混入したプラスチック片様異物の事例

3.2.1 概要

店舗で購入したサーモン巻を喫食したところ、米粒状のプラスチック片様異物が入っていることに気づいた。

3.2.2 試料

異物（図 4）、コンビニ弁当のご飯粒（80℃90 分乾燥）（比較品 1）及びポリエチレン（プラスチック片）（比較品 2）。

3.2.3 分析方法及び結果

実体顕微鏡観察の結果、異物、比較品 1 とともに無色～白色の固体で細かな凹凸がみられた（図 5）。

FT-IR により得られた異物の赤外吸収スペクトルからは、異物、比較品 1 のスペクトルは酷似しており、1700～1800、2300～2400、2800～3000、3300 cm^{-1} 付近に共通のスペクトルが検出された。なお、異物と比較品 2 のスペクトルは異なっていた。（図 6）

ヨウ素デンプン反応試験を行った。その結果、異物、比較品 1 はヨウ素溶液と反応し暗紫色を呈したが、比較品 2 は着色されなかった（図 7）。

3.2.4 考察

ヨウ素デンプン反応試験の結果から、混入した異物はデンプンを主成分とした物質と推察された。

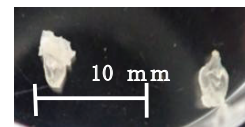


図 4 異物の写真

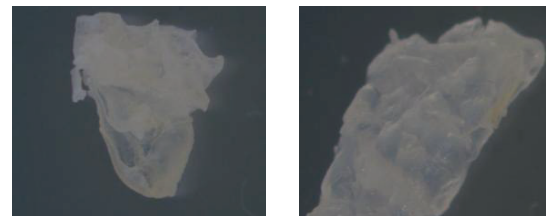


図 5 異物及び比較品の実体顕微鏡写真（最小倍率）

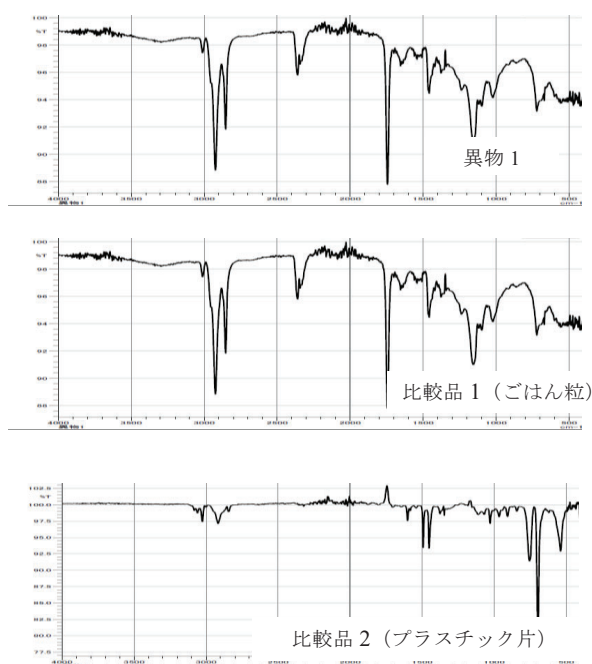


図 6 EVA, 異物及び比較品の FT-IR スペクトル

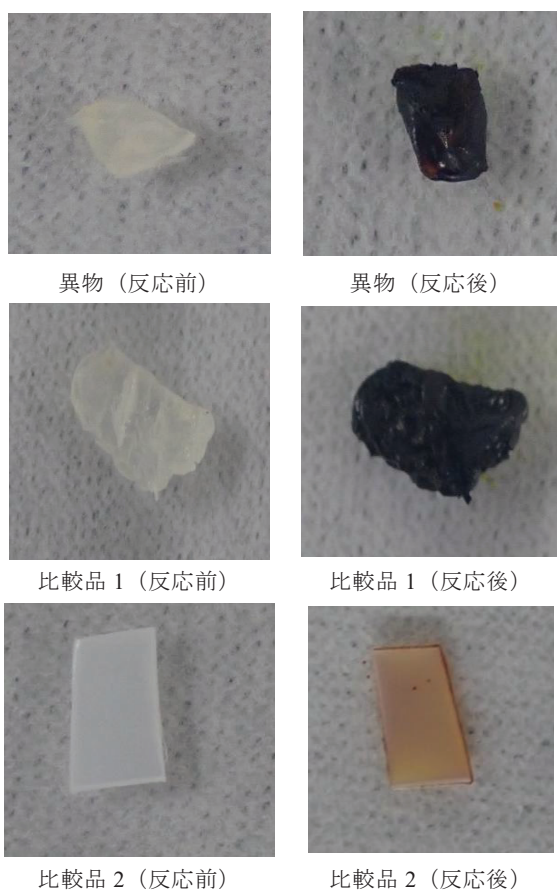


図 7 ヨウ素デンプン反応の結果

3.3 清涼飲料水内（ディスペンサー）の黒色異物事例

3.3.1 概要

店舗で保健所による清涼飲料水の収去時に黒い異物が入っていることに気づいた。

3.3.2 試料

異物 1：黒色の浮遊物（～0.5 mm）

異物 2：白色の浮遊物（～1 mm）（図 8）

3.3.3 分析方法及び結果

実体顕微鏡観察の結果、異物 1 は粒状の物体で構成されており白色の集団と黒色の集団が認められた。これはカビの一種である *Aureobasidium* 属（黒色酵母様菌）¹⁾²⁾ に形態が酷似していた。異物 2 は異物 1 とは形態の特徴が一致せず、また異物 1 が多数浮遊していたのに対し、異物 2 は 1 つしか認められなかった。また、細胞のような構造が認められた。（図 9）

3.3.4 考察

実体顕微鏡観察の結果から、混入した異物 1 はカビの一種である *Aureobasidium* 属（黒色酵母様菌）に形態が酷似しており、*Aureobasidium* 属は清涼飲料水等への混入による苦情や製造工場でも多く検出されているとの報告³⁾ もあることから、異物 1 は *Aureobasidium* 属によるものである可能性が高いと推察された（図 10）。異物 2 は細胞のような構造が認められたことから、金属やプラスチックのような人工物の破片等ではなく、生物由来のものであると推察された。

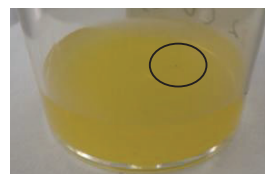
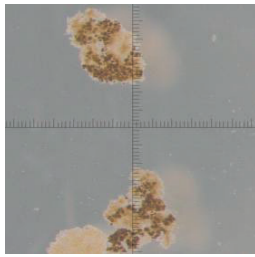
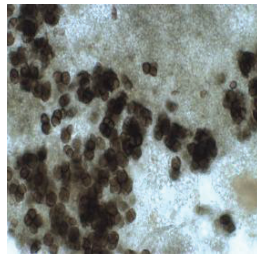


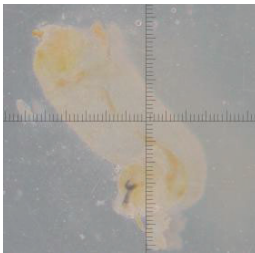
図 8 清涼飲料水中に発見された異物の写真



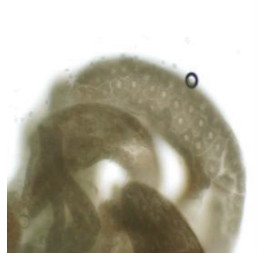
異物 1 (×10)



異物 1 (×400)

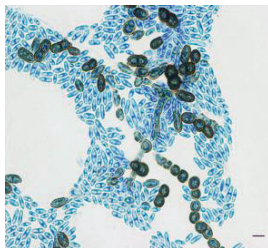


異物 2 (×10)



異物 2 (×400)

図 9 異物 1 及び異物 2 の SEM 写真



Aureobasidium pullulans 顕
微鏡写真¹⁾



Aureobasidium pullulans
顕微鏡写真²⁾

図 10 参考の顕微鏡写真

4 まとめ

令和 6 年度に依頼された食品に関する相談のうち、「仕出し弁当喫食中に発見された金属片様異物の事例」、「サーモン巻に混入したプラスチック片様異物の事例」、「清涼飲料水内（ディスペンサー）の黒色異物の事例」の 3 事例について報告した。なお、これらの調査は保健所と協力して実施したものである。

文献

- 1) Institut national de sante publique du Quebec(INSPQ) Moulds fact sheets
- 2) 千葉大学真菌医学研究センター 真菌・放線菌ギャラリー
- 3) 諸角他：「食品のカビ汚染と防止対策」，東京都健康安全研究センター年報，55 号，2004

令和6年度 主要食品添加物の検出状況

保健科学課 食品化学担当

用途	添加物名	食品名	依頼 件数	検出数	検出率%	検出濃度分布 (≧)											単位 (g/kg)
保 存 料	ソルビン酸	魚肉ねり製品	9	6	66.7	2.0	1.5	1.0	0.8	0.50	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01		
		果実酒	9	1	11.1					3			1				
		加熱食肉製品	5	1	20.0				1								
		塩漬	4	1	25.0						1						
		ニョッキ	1	1	100.0						1						
		酢漬	1	1	100.0							1					
		その他の漬物	1	1	100.0												
		その他	72	0	0.0												
		計	102	12	11.8	0	0	1	3	4	2	1	1	0	0		
		パラオキシ安息香酸エステル類 (パラオキシ安息香酸として)	6	5	83.3	0.25	0.20	0.10	0.050	0.020	0.012	0.01	0.005	0.002	0.001		
甘 味 料	サッカリンナトリウム	しょう油	4	0	0.0			1	4								単位 (g/L)
		その他	10	5	50.0												
		計				0	0	1	4	0	0	0	0	0	0		
		魚肉ねり製品	9	1	11.1	2.0	1.5	1.2	1.0	0.50	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01		単位 (g/kg)
		容器包装詰加圧加熱殺菌食品	6	1	16.7											1	
		しょう油	6	3	50.0						2	1					
		その他	80	0	0.0												
		計	101	5	5.0	0	0	0	0	0	2	1	0	2	0		
		塩漬	4	1	25.0	15	10	6	5	2.5	1	0.5	0.35	0.1	0.01		単位 (g/kg)
		清涼飲料水	2	1	50.0											1	
漂 白 剤	二酸化硫黄	しょう油	95	0	0.0												
		計	101	2	2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
		コンニャク粉	3	3	100.0	5.0	2.0	1.5	0.90	0.50	0.35	0.30	0.20	0.10	0.003		単位 (g/kg)
		あん類	3	1	33.3									3			
		えび	3	2	66.7											1	
		その他の野菜加工品	3	1	33.3											2	
		かんぴょう	1	1	100.0											1	
		その他	12	0	0.0												
		計	25	8	32.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	
		辛子明太子	30	18	60.0	0.070	0.060	0.050	0.040	0.030	0.020	0.010	0.005	0.002	0.001		単位 (g/kg)
発 色 剤	亜硝酸根	たらこ	5	5	100.0								1				
		加熱食肉製品	5	5	100.0						1		3	1			
		鰯肉ベーコン	2	2	100.0						1						
		計	42	30	71.4	0	0	0	0	2	0	4	2	11	11		
		生めん	15	7	46.7	2.0	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.60	0.10	0.05		単位 (%)
		ギョウザの皮	3	0	0.0						1		2				
		計	18	7	38.9	0	1	0	0	1	1	0	2	2	0		
改 品 良 質 剤	プロピレングリコール	しょう油	15	7	46.7												
		ギョウザの皮	3	0	0.0												
		計	18	7	38.9												
		しょう油	15	7	46.7												
		ギョウザの皮	3	0	0.0												
		計	18	7	38.9												
		しょう油	15	7	46.7												
		ギョウザの皮	3	0	0.0												
		計	18	7	38.9												
		しょう油	15	7	46.7												

ICP-MS による食品中の金属に関する試験法の妥当性確認

保健科学課 食品化学担当

1 はじめに

福岡市保健環境研究所では、機器の変更及びミネラルウォーター類の規格基準の改正¹⁾に伴い、「食品中の有害物質等に関する分析法の妥当性確認ガイドラインについて」²⁾及び「食品中の金属に関する試験法の妥当性評価ガイドラインについて」³⁾に基づき、米中のカドミウム試験法、ミネラルウォーター類中の元素類一斉試験法及び清涼飲料水中のスズ試験法について妥当性を確認したので、報告する。

2 使用機器

ヒートブロック式加熱分解システム：SCP SCIENCE 製 DigiPREP Jr.

誘導結合プラズマ質量分析装置（ICP-MS）：Agilent Technologies 社製 7850

超純水製造装置：オルガノ（株）製 PURELAB flex-UV

3 器具等

ガラス器具からの測定対象元素の溶出及び器具への吸着を防ぐため、標準溶液及び試験溶液の調製に使用する器具類はすべてポリテトラフルオロエチレン（以下、「PTFE」とする。）又はポリプロピレン製とした。いずれも硝酸（2→100）に一夜以上浸漬後に超純水で洗浄したものを使用した。

メンブランフィルター：アドバンテック東洋（株）製 DISMIC-13HP、親水性 PTFE、孔径 0.20 μm

4 米中のカドミウム試験法

4.1 方法

ガイドライン²⁾に従い、米中のカドミウム（Cd）について、妥当性確認を行った。

4.1.1 試料

令和5年度食品衛生外部精度管理調査における重金属検査用試料（玄米粉）を試料とした（付与値 0.331346 $\mu\text{g/g}$ 、標準偏差 0.024555）。また、本試験にはブランク試料がな

いため、操作ブランクを用意した。

4.1.2 試薬等

超純水：超純水製造装置により製造したもの（比抵抗 $>18.2 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 、TOC $<5 \text{ ppb}$ ）。

硝酸：標準原液の希釈に使用する硝酸（2→100）溶液の調製には関東化学（株）製 硝酸1.42 Ultrapur-100 を用いた。また、試験溶液の調製には関東化学（株）製 硝酸1.38 金属分析用を用いた。

硝酸（2→100）溶液：硝酸20 mLを超純水に加えて 1000 mL に定容した。

標準原液：関東化学（株）製標準液（Cd）（1000 $\mu\text{g/mL}$ ）

内部標準原液：関東化学（株）製標準液（インジウム（In））（1000 $\mu\text{g/mL}$ ）

過酸化水素：富士フイルム和光純薬（株）製（過酸化水素水（30%））

4.1.3 標準溶液の調製

Cd標準溶液：Cd標準原液を硝酸（2→100）溶液を用いて、0.2、0.4、0.8、2 及び4 ng/mL となるように希釈した。

内部標準溶液：In標準原液を硝酸（2→100）溶液を用いて、100 ng/mL となるように希釈した。

4.1.4 測定条件

ICP-MS の測定条件を表1に示す。測定対象元素をCd（ m/z 111）、内部標準元素をIn（ m/z 115）とした。

表1 ICP-MSの測定条件

ネブライザーガス（Ar）流量	0.99～1.02 L/min
He 流量	4.3 mL/min
RF パワー	1550 W
測定モード	He モード

4.1.5 試験溶液の調製

既報⁴⁾のとおりに調製した試験溶液を、ICP-MS 測定に供した。

4.1.6 定量

標準溶液の各濃度におけるCd及びInのイオン強度比から検量線を作成し、試験溶液中のCdの濃度を求めた。

4.1.7 妥当性確認の方法

ガイドライン²⁾に基づき、妥当性確認を実施した。検査員5名が、1日2併行で試験を行ったデータを用いて、選択性、真度、併行精度及び室内精度を求め、試験法の性能を評価した。

4.2 結果及び考察

4.2.1 検量線

5回全ての測定で決定係数 (R^2) 0.99 以上の良好な直線性が得られた。

4.2.2 選択性

操作ブランクの試験溶液を測定したところ、操作ブランクにおける測定対象元素の試料由来の信号強度は、試料の信号強度の 10 分の 1 未満であり、ガイドラインに記載の目標値を満たしていた。

4.2.3 真度及び精度

真度及び精度に係る本試験法の性能評価の結果を表2に示す。真度は 103%であり、目標値である 90~110%を満たしていた。また、併行精度は 1.4 RSD%、室内精度は 1.9 RSD%であり、いずれも目標値である 15 RSD%未満を満たしていた。

表2 妥当性確認結果

対象 元素	評価濃度 ($\mu\text{g/g}$)	真度 (%)	併行精度 (RSD%)	室内精度 (RSD%)	判定
Cd	0.331346	103	1.4	1.9	適合
目標値	—	90~110	15>	15>	—

5 ミネラルウォーター類中の元素類一斉試験法

5.1 方法

ミネラルウォーターの成分規格のうち、ICP-MSによる同時測定が可能な元素類（ホウ素 (B)、六価クロム (Cr) として)、マンガン (Mn)、銅 (Cu)、ヒ素 (As)、セレン (Se)、カドミウム (Cd)、アンチモン (Sb)、バリウム (Ba) 及び鉛 (Pb)) についてガイドライン³⁾に従い、妥当性確認を行った。

5.1.1 試料

超純水をブランク試料とした。

5.1.2 試薬等

超純水：超純水製造装置により製造したもの（比抵抗 $>18.2 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$, $\text{TOC} < 5 \text{ ppb}$ ）。

硝酸：関東化学（株）製 硝酸1.42, Ultrapur-100

硝酸 (1→100) 溶液：適量の超純水に硝酸10 mL を加え、超純水で1000 mL としたもの。

標準原液：関東化学（株）製標準液 (B, Cr, Mn, Cu, As, Cd, Sb, Pb) (各 1000 $\mu\text{g/mL}$)、富士フイルム和光純薬（株）製 (Se, Ba) (各 1000 $\mu\text{g/mL}$)

内部標準原液：関東化学（株）製標準液（ベリリウム (Be)、コバルト (Co)、ガリウム (Ga)、インジウム (In)、タリウム (Tl)、イットリウム (Y)) (各 1000 $\mu\text{g/mL}$)

5.1.3 標準溶液の調製

検量線用混合標準溶液は、各標準原液を硝酸 (1→100) 溶液を用いて、表3のとおり5段階の濃度レベルとなるように希釈した。鉛の基準改正に伴いPbの濃度範囲を0.25~5 ng/mLから0.5~10 ng/mLに変更し、Mn, Cu, Ba, Pbについてはイオン強度に合わせて濃度範囲を変更した。

混合内部標準溶液は、各標準原液を硝酸 (1→100) 溶液を用いて、表4のと通りの濃度となるように希釈した。

表3 検量線用混合標準溶液濃度

対象 元素	レベル 1	レベル 2	レベル 3	レベル 4	レベル 5
B	25	50	100	250	500
Cr	1	2	4	10	20
Mn	2.5	5	10	25	50
Cu	5	10	20	50	100
As	0.5	1	2	5	10
Se	0.5	1	2	5	10
Cd	0.25	0.5	1	2.5	5
Sb	0.25	0.5	1	2.5	5
Ba	5	10	20	50	100
Pb	0.5	1	2	5	10

単位：ng/mL

表4 混合内部標準溶液濃度

対象 元素	濃度 (ng/mL)
Be	1000
Co	10
Ga	10
In	1
Tl	10
Y	1

5.1.4 試験溶液の調製

既報⁵⁾のとおり調製した。添加試料溶液は、成分規格の基準値相当（表5）となるように、ブランク試料である超純水 20 mL に添加用混合標準溶液を 1 mL 添加した。また、試験溶液を変更した検量線濃度範囲で定量できるよう表6のとおり希釈し、ICP-MS 測定に供した。

表 5 成分規格の基準値及び添加用標準溶液濃度

対象 元素	成分規格 の基準値 (mg/L)	添加用混合標準 溶液濃度 ($\mu\text{g/mL}$)
B	≤ 5	100
Cr	≤ 0.02	0.4
Mn	≤ 0.4	8
Cu	≤ 1	20
As	≤ 0.01	0.2
Se	≤ 0.01	0.2
Cd	≤ 0.003	0.06
Sb	≤ 0.005	0.1
Ba	≤ 1	20
Pb	≤ 0.01	0.2

表 6 試験溶液の希釈倍率

対象元素	希釈倍率
B	20 倍
Cr	2 倍
Mn	20 倍
Cu	20 倍
As	2 倍
Se	2 倍
Cd	2 倍
Sb	2 倍
Ba	20 倍
Pb	2 倍

5.1.5 測定条件

ICP-MS の測定条件を表7に示す。測定対象元素及び内部標準元素の質量数を表8に示す。

表 7 ICP-MS 測定条件

ネブライザーガス (Ar) 流量	1.01 L/min
He 流量	4.8 mL/min
RF パワー	1550 W
測定モード	He モード

表 8 測定対象元素及び内部標準元素の質量数

対象元素	質量数 (m/z)	内部標準	質量数 (m/z)
B	11	Be	9
Cr	52	Co	59
Mn	55		
Cu	65	Ga	71
As	75	Y	89
Se	78		
Cd	111		
Sb	121	In	115
Ba	137		
Pb	208	Tl	205

5.1.6 定量

標準溶液の各濃度における測定対象元素及び内部標準元素のイオン強度比から検量線を作成し、試験溶液中の測定対象元素の濃度を求めた。

5.1.7 妥当性確認の方法

ガイドライン²⁾に基づき、妥当性確認を実施した。検査員5名が、1日2併行で添加回収試験を行ったデータを用いて、選択性、真度、併行精度及び室内精度を求め、試験法の性能を評価した。

5.2 結果及び考察

5.2.1 検量線

5 回全ての測定で決定係数 (R^2) 0.99 以上の良好な直線性が得られた。

5.2.2 選択性

ブランク試料の試験溶液を測定したところ、ブランク試料における測定対象元素の試料由来の信号強度は、標準溶液を添加した試料の信号強度の 10 分の 1 未満であり、ガイドラインに記載の目標値を満たしていた。

5.2.3 真度及び精度

真度及び精度に係る本試験法の性能評価の結果を表9に示す。真度は 95~100%であり、目標値である 90~110%を満たしていた。また、併行精度は 0.7~2.8 RSD%、室内精度は 1.1~2.8 RSD%であり、いずれも目標値である 15 RSD%未満を満たしていた。

表9 妥当性確認結果

対象 元素	評価濃度 ($\mu\text{g/mL}$)	真度 (%)	併行精度 (RSD%)	室内精度 (RSD%)	判定
B	5	100	2.8	2.3	適合
Cr	0.02	99	0.7	1.7	適合
Mn	0.4	98	0.8	1.1	適合
Cu	1	97	1.5	2.6	適合
As	0.01	100	2.4	2.5	適合
Se	0.01	95	2.0	2.8	適合
Cd	0.003	99	1.4	2.1	適合
Sb	0.005	99	2.1	2.3	適合
Ba	1	98	1.8	2.4	適合
Pb	0.01	100	0.8	1.2	適合
目標値	—	90～110	15>	15>	—

6 清涼飲料水中のスズ試験法

6.1 方法

ガイドライン³⁾に従い、金属製容器包装入り清涼飲料水中のスズ (Sn) について、妥当性確認を行った。

6.1.1 試料

市販の金属製容器包装入りのトマトジュースをブランク試料とした。

6.1.2 試薬等

超純水：超純水製造装置により製造したもの（比抵抗 $>18.2 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$, $\text{TOC} < 5 \text{ ppb}$ ）。

硝酸：関東化学（株）製 硝酸1.42, Ultrapur-100, 金属分析用

塩酸：富士フイルム和光純薬（株）製塩酸，有害金属測定用

1%硝酸添加 1 mol/L 塩酸：塩酸 90 mL 及び硝酸 10 mL に超純水を加えて 1000 mL としたもの。

標準原液：関東化学（株）製標準液 (Sn) (1000 $\mu\text{g/mL}$)

内部標準原液：関東化学（株）製標準液 (In) (1000 $\mu\text{g/mL}$)

6.1.3 標準溶液の調製

検量線用標準溶液：Sn 標準原液を1%硝酸添加1 mol/L 塩酸を用いて10, 20, 50, 100, 200 ng/mL となるように希釈した。

内部標準溶液：In 標準原液を1%硝酸添加1 mol/L 塩酸を用いて，100 ng/mL となるように希釈した。

6.1.4 試験溶液の調製

既報⁶⁾のとおりに調製した。添加試料溶液は，基準値相当 (150.0 $\mu\text{g/mL}$) となるように，ブランク試料であるトマトジュース 1 g に標準原液を 150 μL 添加した。

6.1.5 測定条件

ICP-MS の測定条件を表10に示す。測定対象元素をSn (m/z 118)，内部標準元素をIn (m/z 115) としたが，Snの天然同位体にSn (m/z 115) が存在するため，In (m/z 115) からSn (m/z 118) に補正係数を掛けて差し引いたものを内部標準とした。

表10 ICP-MS 測定条件

ネブライザーガス (Ar) 流量	0.99～1.01 L/min
He 流量	5.0 mL/min
RF パワー	1550 W
測定モード	He モード

6.1.6 定量

標準溶液の各濃度における測定対象元素及び内部標準元素のイオン強度比から検量線を作成し，試験溶液中のSn の濃度を求めた。

6.1.7 妥当性確認の方法

ガイドライン³⁾に基づき，妥当性確認を実施した。1日目1名，2日目4名が1日2併行で添加回収試験を行ったデータを用いて，選択性，真度，併行精度及び室内精度を求め，試験法の性能を評価した。

6.2 結果及び考察

6.2.1 検量線

5回全ての測定で決定係数 (R^2) 0.99 以上の良好な直線性が得られた。

6.2.2 選択性

ブランク試料の試験溶液を測定したところ，ブランク試料における測定対象元素の試料由来の信号強度は，標準溶液を添加した試料の信号強度の 10 分の 1 未満であり，ガイドラインに記載の目標値を満たしていた。

6.2.3 真度及び精度

真度及び精度に係る本試験法の性能評価の結果を表 11 に示す。真度は 103%であり，目標値である 90～110%を満たしていた。また，併行精度は 1.6 RSD%，室内精度は 1.6 RSD%であり，いずれも目標値である 10 RSD%未満を満たしていた。

表11 妥当性確認結果

対象 元素	評価濃度 ($\mu\text{g/mL}$)	真度 (%)	併行精度 (RSD%)	室内精度 (RSD%)	判定
Sn	150.0	103	1.6	1.6	適合
目標値	—	90～110	10>	15>	—

7 まとめ

米中のカドミウム試験法，ミネラルウォーター類中の元素類一斉試験法及び清涼飲料水中のスズ試験法について妥当性確認を実施した．選択性，真度及び精度を確認した結果，いずれもガイドラインに示された目標値を満たしており，これらの試験法の妥当性が確認された．

文献

- 1) 厚生食発1018第5号：食品，添加物等の規格基準の一部を改正する件について（清涼飲料水の規格基準の一部改正），令和5年10月18日
- 2) 平成26年12月22日付食安発1222第7号厚生労働省

通知「食品中の有害物質等に関する分析法の妥当性確認ガイドラインについて」

- 3) 平成20年9月26日付食安発第0926001号厚生労働省通知「食品中の金属に関する試験法の妥当性評価ガイドラインについて」
- 4) 保健学課食品化学担当：試料採取量変更に伴う米中のカドミウム試験法の妥当性確認，福岡市保健環境研究所報，46，115～116，2021
- 5) 保健科学課食品化学担当：新基準におけるミネラルウォーター類中の元素類一斉試験法の妥当性確認，福岡市保健環境研究所報，44，166～168，2019
- 6) 保健科学課食品化学担当：令和4年度金属製容器包入り清涼飲料水中のスズ試験法の妥当性確認，福岡市保健環境研究所報，48，116～117，2023

健康危機管理対応模擬訓練における 自然毒（アトロピン及びスコポラミン）の分析

保健科学課 微量分析担当・食品化学担当

1 はじめに

地方衛生研究所全国協議会地域保健総合推進事業の一環として、毎年九州ブロック内の地方衛生研究所を対象に未知試料を用いた模擬訓練が実施され、福岡市保健環境研究所も参加している。本訓練は、健康危機事案発生時における検査体制の整備を目的としており、健康被害発生時に病因物質を推定し、定性及び定量を行うものである。

当所では、令和6年11月5日から令和6年度模擬訓練を実施、所長以下検査担当職員が参加した。福岡市保健環境研究所危機管理対応要綱に基づき、危機対策調整会議を開催し、事務局が作成したシナリオをもとに情報収集を行った。患者症状等からトロパンアルカロイド食中毒によるものと推定、当所における自然毒一斉分析法¹⁾による試験溶液の調製方法に準じ、LC-MS/MSによる定量試験及び添加回収試験、並びにLC-QTOF-MSによる定性試験を実施した。定性試験の結果、チヨウセンアサガオ由来の毒成分であるアトロピン及びスコポラミンを検出、模擬訓練での患者情報を元に計算した中毒濃度と定量値を比較したので報告する。

2 分析方法

2.1 試料

模擬検体：模擬訓練事務局作製の未知試料（カレー）

添加回収用ブランク試料：市販のインスタントカレー

2.2 試薬等

標準品：東京化成工業社製のアトロピン及びスコポラミン臭化水素酸塩三水和物を用いた。

標準原液：標準品2 mgをメタノールで20 mLにメスアップし100 µg/mLとした。

メタノール：関東化学社製 LC-MS用

標準溶液：標準原液を水及びメタノール（1:9）混液で適宜希釈した。

検量線用標準溶液：標準溶液をメタノール（1:9）で希釈し、0.5～50 ng/mLの溶液を調製した。

ギ酸アンモニウム：富士フイルム和光純薬工業社製 1 mol/L ギ酸アンモニウム水溶液 HPLC用

水：前処理は蒸留水製造装置で処理した水、移動相及び標準

溶液は超純水製造装置で処理した水を使用した。

蒸留水製造装置：ADVANTEC 社製 RFD240NC

超純水製造装置：ADVANTEC 社製 RFU666HA

遠心分離器：TOMY 社製 CAX-571

メンブレンフィルター：ADVANTEC 社製 DISMIC 13HP PTFE（0.2 µm）

2.3 装置

LC-MS/MS: LC部; Agilent 社製 1260 InfinityII, MS部; Agilent 社製 6470 TripleQuad

LC-QTOF-MS: LC部; AB SCIEX 社製 ExionLC AC, TOF-MS部; AB SCIEX 社製 X500R QTOF System

2.4 測定条件

LC-MS/MSの測定条件を表1に、測定イオンを表2に示す。また、LC-QTOF-MSの測定条件を表3に示す。

表1 LC-MS/MSの測定条件

測定機器	LC部：1260 Infinity II MS部：Agilent 6470 TripleQuad
分析カラム	Imtakt製 Scherzo SM-C18 (100 mm×2 mm, 3 µm)
流速	0.2 mL/min
注入量	5 µL
カラム温度	40 °C
移動相	A液：10mMギ酸アンモニウム B液：メタノール
グラジエント条件	B液：1% (0 min) →99% (8 min) →99% (18 min) →1% (18.01 min) →1% (21 min)
測定モード	MRM
イオン化モード	ESI (+)
Gas Temp(°C)	300
Gas Flow(l/min)	10
Nebulizer(psi)	50
Sheath Gas Heater	400
Sheath Gas Flow	12
Capillary(V)	4000

表2 LC-MS/MSの測定イオン

	Prec Ion	Prod Ion	Frag(V)	CE(V)
Atropine	290.2	124.1	142	28
Atropine	290.2	93.1	142	36
Atropine	290.2	77.1	142	72
Atropine	290.2	51.1	142	128
	Prec Ion	Prod Ion	Frag(V)	CE(V)
Scopolamine	304.2	156.1	110	16
Scopolamine	304.2	138.1	110	24
Scopolamine	304.2	121.1	110	24
Scopolamine	304.2	110.0	110	36
Scopolamine	304.2	103.0	110	50
Scopolamine	304.2	98.0	110	28
Scopolamine	304.2	79.1	110	44

表3 LC-QTOF-MS の測定条件

測定機器	LC部: Sciex Exion LC AC MS部: Sciex X500R
分析カラム	Imtakt製 Scherzo SM-C18 (100 mm×2 mm, 3 μm)
流速	0.2 mL/min
注入量	5 μL
カラム温度	40 °C
移動相	A液: 10mMギ酸アンモニウム B液: メタノール
グラジエント条件	B液: 1% (0 min) →99% (8 min) →99% (18 min) →1% (18.01 min)→1% (21 min)
測定モード	SWATH
イオン化モード	ESI (+)
カーテンガス流量	30psi
ヒーター温度	550°C
ネブライザガス流量	50°C
ターボガス流量	60°C
イオンスプレー電圧	5500V
Decustering potential	80V
Collision energy	5V
TOFMSスキャン範囲	m/z 50-1100
TOFMS/MSスキャン範囲	m/z 20-1100

2.5 試験溶液の調製

LC-MS/MSでの定量分析フローを図1に示す。試験溶液の調製は3併行で実施した。試料1 gに水及びメタノール (1:9) 混液を10 mL加えたのち、10000 rpmで1分間ホモジナイズし、1928 ×gで5分間遠心分離を行ったものを5Aろ紙でろ過した。残渣を50 mL PP遠沈管に回収後、水及びメタノール (1:9) 混液を10 mL加え、振とう5分間、1928 ×gで5分間遠心分離を行い、5Aろ紙でろ過した。ろ液を合わせ50 mLに定容したものを出液とし、水及びメタノール (1:9) 混液で20倍希釈した抽出液を0.2 μm フィルターでろ過し、試験溶液とした。

LC-QTOF-MSの定性分析は、上記抽出液を水及びメタノール (1:9) 混液で2倍希釈後、0.2 μm フィルターでろ過したものを試験溶液とした。

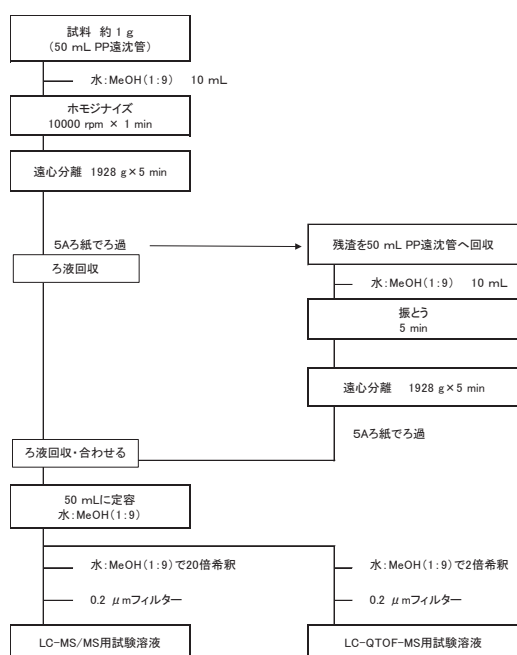


図1 試験溶液調製のフローチャート

2.6 検量線の作成及び定量

検量線用標準溶液をLC-MS/MSで分析して得られたMRMのクロマトグラムのピーク面積による絶対検量線法で定量した。

また、2.1に示したブランク試料を用いて調製した試験溶液について、試験溶液900 μLに100 ng/mL 検量線用標準溶液を100 μL添加し、10 ng/mLマトリックス添加標準溶液とした。同濃度の検量線用標準溶液に対するマトリックス添加標準溶液のピーク面積比を求めてマトリックス効果を算出した。

2.7 添加回収試験

模擬検体がカレーであったことから、性質の類似した市販のインスタントカレーをブランク試料とし、ブランク試料1 gに、50 μg/mLの標準溶液を100 μL添加し、30分間静置したものを添加回収試料とした。前処理は2.5の方法を用い3併行で実施した。

3 分析結果

3.1 検量線の直線性

検量線は、1000倍希釈相当となる試験溶液でおよその濃度を確認した後、検量線用標準溶液を使用し、2, 5, 10, 15, 20 ng/mLの5点で定量した。アトロピン及びスコポラミンどちらの検量線についても、決定係数は0.99以上であった (図2)。

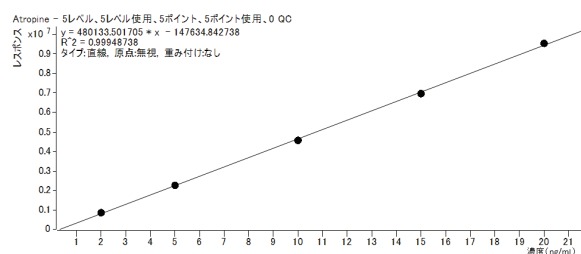


図2 検量線 (上図: アトロピン, 下図: スコポラミン)

3.2 添加回収試験

アトロピンではプロダクトイオン 124.1 を定量イオンとし、スコポラミンではプロダクトイオン 138.1 を定量イオンとして回収率を算出した。その際、(a) マトリックス添加標準溶液 10 ng/mL と (b) 標準溶液 10 ng/mL のピーク面積値の比を求め

た（計算式：ピーク面積比＝ $a \div b \times 100$ （％））ところ 105％となり、マトリックスによる測定結果への影響は少ないと判断し、標準溶液にて定量を行った（図 3）。併せて、併行精度の確認も行った。

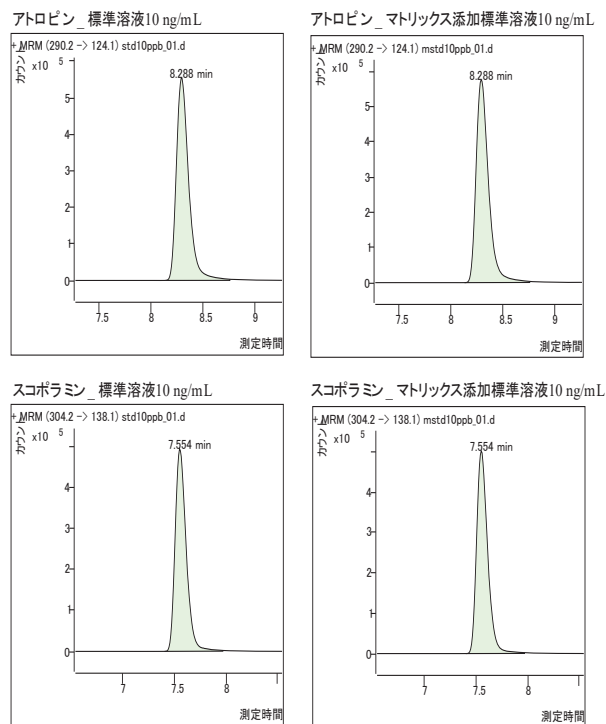


図3 標準溶液とマトリックス標準溶液の比較

3.3 アトロピン分析結果

標準溶液、模擬検体及び添加回収試料のクロマトグラムを図4に示す。

模擬検体の定量値は6.12 $\mu\text{g/g}$ となり、添加回収試料の回収率は113%となった。また、併行精度は3.49 RSD%となった。

3.4 スコポラミン分析結果

標準溶液、模擬検体及び添加回収試料のクロマトグラムを図5に示す。

模擬検体の定量値は9.28 $\mu\text{g/g}$ となり、添加回収試料の回収率は111%となった。また、併行精度は2.38 RSD%となった。

3.5 LC-QTOF-MS による定性試験結果

LC-QTOF-MS のノンターゲット分析結果を図6、図7に示す。

保持時間2.70分にアトロピンのピーク、2.50分にスコポラミンのピークが確認できた。

LC-QTOF-MS のスキャン分析で得られた精密質量は、解析ソフトが示す理論値と一致しており、プロダクトイオンスペクトルはライブラリサーチ結果と一致していた。

4 中毒量の考察

模擬訓練検体に含まれていたアトロピン及びスコポラミンについて、模擬訓練での患者情報を元に計算した中毒濃度と比較し、中毒症状を呈する量が含まれているか確認を行った（表4）。各毒性成分の中毒量について、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.20002 チョウセンアサガオの誤食による食中毒について（<https://h-crisis.niph.go.jp/archives/186961/>）を参考に、それぞれ70 $\mu\text{g/kg}$ 、14 $\mu\text{g/kg}$ と設定したところ、各毒性成分の中毒量から算出した中毒濃度はアトロピンで平均18.28 $\mu\text{g/g}$ 、スコポラミンで平均3.66 $\mu\text{g/g}$ となった。また、各毒性成分の定量値と中毒濃度を比較したところ、アトロピンは中毒濃度を下回っていたが、スコポラミンは中毒濃度を約2.5倍上回っており、模擬検体には中毒症状を呈する量の毒性成分が含まれていると考えられた。

5 まとめ

当所の自然毒一斉分析法に準じた試験法を用いた結果、アトロピン及びスコポラミンの定性、定量結果を求めることができた。1000倍希釈した試験溶液を使用したことが、マトリックス効果低減に繋がり、良好な結果となったと考えられる。

また、今回の模擬訓練検体がカレーであり、ブランク試料として活用できるインスタントカレーを保管していたため、スムーズに精度管理を実施し、結果を求めることができた。しかし、実際の危機管理事案発生時にはブランク試料を入手することが困難であると考えられるため、可能な限り多種類のブランク試料を保存しておく必要があると考えた。

文献

- 1) 佐藤秀樹，他：LC-TOF-MSによる植物性自然毒の迅速一斉分析法の確立，食品衛生学雑誌，65（1），7～14，2024

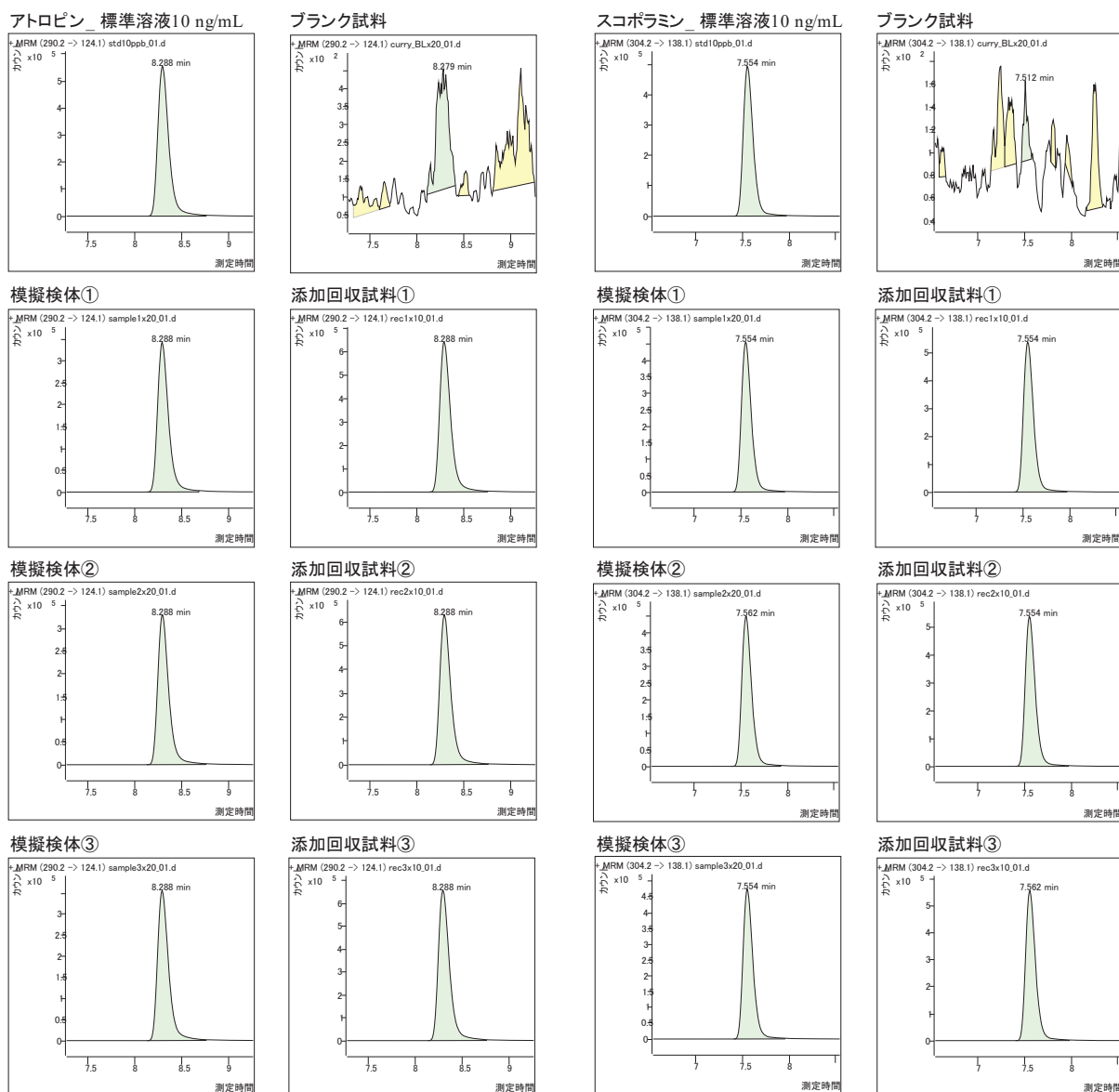


図4 標準溶液、模擬検体及び添加回収試験のクロマトグラム
(アトロピン)

図5 溶媒標準液、模擬検体及び添加回収試験のクロマトグラム
(スコポラミン)

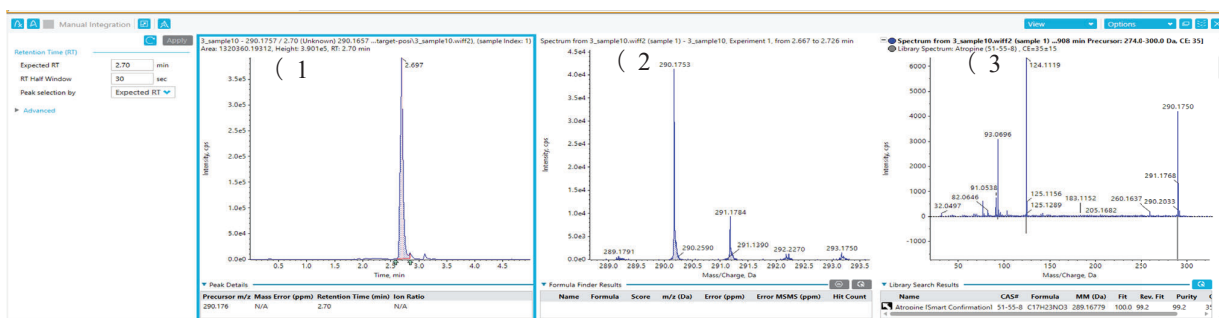


図6 LC-QTOF-MSによるノンターゲット分析結果 (アトロピン 10 倍希釈)
(1) 抽出イオンクロマトグラム, (2) MS スペクトル, (3) MS/MS スペクトル

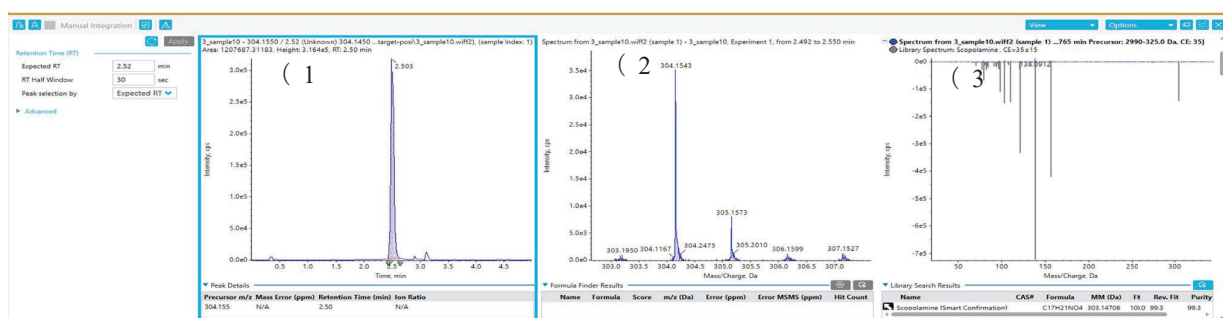


図7 LC-QTOF-MSによるノンターゲット分析結果（スコポラミン 10 倍希釈）
 (1) 抽出イオンクロマトグラム, (2) MS スペクトル, (3) MS/MS スペクトル

表4 中毒濃度と定量値の比較

毒性成分	発症者	中毒量 ($\mu\text{g/kg}$)	$\times$	体重 (kg)	$\div$	喫食量 (g)	$=$	中毒濃度 ($\mu\text{g/g}$)	定量値 ($\mu\text{g/g}$)	濃度比
アトロピン	患者 A			65		300		15.17 (平均)		
	患者 B	70		60		200		21.00	6.12	0.33
	患者 C			80		300		18.67		
スコポラミン	患者 A			65		300		3.03 (平均)		
	患者 B	14		60		200		4.20	9.28	2.54
	患者 C			80		300		3.73		

令和6年度 水質関係相談処理等依頼検査一覧

環境科学課 水質担当・生物担当

1 環境局

依頼日	件名	項目	検体数	項目数	依頼部局
7月16日	地下水の水質検査	カドミウム, 全シアン, 鉛, 六価クロム, ヒ素, 四塩化炭素, ふっ素等	4	92	環境保全課
7月18日	地下水の水質検査	ジクロロメタン, 四塩化炭素, クロロエチレン, 1,1-ジクロロエチレン等	12	128	環境保全課
10月1日	博多湾の水質調査	PFOS, PFOA 等	1	5	環境保全課
2月26日	地下水の水質検査	クロロエチレン, 1,1-ジクロロエチレン, シス-1,2-ジクロロエチレン, トランス-1,2-ジクロロエチレン等	6	60	環境保全課
合計			23	285	

2 各区生活環境課

依頼日	件名	項目	検体数	項目数	依頼部局
4月26日	水路白濁調査	元素分析	2	2	西区生活環境課
9月25日	水路の魚へい死調査	魚毒性試験	2	2	西区生活環境課
11月19日	水路の魚へい死調査	魚毒性試験, pH, 電気伝導度	2	6	西区生活環境課
合計			6	10	

3 その他

依頼日	件名	項目	検体数	項目数	依頼部局
7月2日	貯水池の水質検査	pH, 電気伝導度	1	2	農林水産局政策企画課
7月29日	貯水池の水質検査	pH, 電気伝導度	1	2	農林水産局政策企画課
8月9日	ため池の水質検査	pH, 電気伝導度	4	8	農林水産局農業施設課
12月10日	火災の焼損物の調査	油種分析	1	1	消防局予防課
合計			7	13	

飲用井戸水の水質検査における 全有機炭素（TOC）試験法の妥当性評価

環境科学課 水質担当

1 はじめに

福岡市飲用井戸衛生対策実施要領¹⁾において、飲用井戸の衛生確保を図るため、設置者等には自主的かつ適正な管理が求められている。水質検査については、「飲用井戸から給水される水については、おおむね1年以内ごとに1回、定期水質検査（水質基準項目のうち亜硝酸態窒素、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、塩化物イオン、有機物（全有機炭素（TOC）の量）、一般細菌、大腸菌、pH値、臭気、味、色度及び濁度並びにテトラクロロエチレン、トリクロロエチレン等に代表される有機溶剤その他ヒ素、水銀等に代表される有害物質のうち、水源及び周辺の状況から判断して必要となる事項について行う水質検査をいう。）を実施すること。」とされていることから、福岡市保健環境研究所では、市民からの依頼に基づき、各区における飲用井戸の水質検査を実施している。飲用井戸については、水道水質基準に関する省令における、水道水質基準に係る検査方法（告示法）²⁾に準じて検査を実施しており、水道水質検査方法の妥当性評価ガイドライン³⁾（以下、「ガイドライン」とする。）には、「妥当性評価された検査方法を水道水以外の水（河川水、井戸水、原水等）に適用する場合にも、本ガイドラインに示す方法を参考に妥当性評価を行うことが望ましい。」とされている。そこで、ガイドラインに基づき、当所における全有機炭素（TOC）（以下、「TOC」とする。）の試験法の妥当性評価を行った結果について報告する。

2 方法

2.1 試料

TOCを含まない井戸水を得ることが困難であるため、超純水を試料とした。

2.2 器具等

洗浄で用いる水道水に含まれるTOCによる影響を除くため、試験に使用するガラス器具類は、全て事前に超純水で洗浄したものを使用した。

2.3 装置等

TOC計：（株）島津製作所製 TOC-L（燃焼触媒酸化方式全有機体炭素計）

超純水製造装置：アドバンテック東洋（株）製 RFU666HA

2.4 試薬等

標準品：富士フイルム和光純薬（株）製フタル酸水素カリウム標準液（Cとして：1 mg/mL水溶液）を用いた。

超純水：アドバンテック東洋（株）製 RFU666HAにより製造したものをを用いた（比抵抗 $>18.2\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ 、TOC $<3\text{ppb}$ ）。

塩酸：富士フイルム和光純薬（株）製塩酸、2 mol/L塩酸

2.5 標準液の調製

標準液：フタル酸水素カリウム標準液（Cとして：1 mg/mL水溶液）を、100 mg/Lとなるよう超純水を用いて希釈した。

添加用標準液：フタル酸水素カリウム標準液（Cとして：1 mg/mL水溶液）を、10 mg/Lとなるよう超純水を用いて希釈した。

検量線用標準液：標準液を、0.3, 0.5, 1.0, 3.0 mg/Lになるよう超純水を用いて希釈した。

2.6 試験溶液の調製

2.6.1 添加試料

試料に、添加用標準液を定量下限値の0.3 mg/Lとなるよう添加したものを添加試料とした。超純水で同様に操作したものを空試験溶液とした。

2.7 測定方法

40 mLバイアル瓶を試料で共洗いした後、適量注ぎアルミ箔で栓をした。その後、オートサンプラーにセットし、TOC計を用いて燃焼酸化方式により自動分析を行った。TOC計の測定条件を表1に示す。

表1 TOC計 測定条件

装置	TOC-L ((株)島津製作所製)
燃焼温度	680℃
キャリアーガス	純空気
キャリアーガス流量	150 mL/min
通気時間	90 秒
酸添加率	1.5%
試料注入量	500 μ L
検出器	非分散型赤外線式ガス分析器 (NDIR)

2.8 妥当性評価の方法

ガイドラインに基づき、検量線の評価及び添加試料の評価を行った。検量線について、水道水質検査方法の妥当性評価ガイドライン質疑応答集 (Q&A) ⁴⁾ より、「通常の検査時において検量線の補正（直線の傾きはそのままで原点を通るように平行移動）をかけたものを使用している場合、各濃度点の真度及び精度の評価においては、検量線と同様の方法で補正をかけてから、又は検量線作成に用いた精製水の試験結果（濃度、面積等）を差し引いてから行う。」とされている。そのため、本報告では、検量線の各濃度点の面積値から空試験結果の面積値を差し引いた値を用いて定量を行った。これを3併行実施し、その結果をもとに妥当性評価を行った。添加試料については分析者3名が2日にわたり1日2併行で分析し、その結果をもとに妥当性評価を行った。

3 結果及び考察

3.1 検量線の評価

3.1.1 キャリーオーバー

最高濃度である3.0 mg/Lの検量線用標準液を測定後にブランク試料を測定した結果、検量線の濃度範囲の下限值である0.3 mg/Lを下回っていることを確認した。

3.1.2 真度

表2に示すとおり、真度は95～99%であり、ガイドラインの目標範囲である80～120%を満たしていた。

3.1.3 精度

表2に示すとおり、併行精度は0.1～4.6%であり、ガイドラインの目標値である20%未満を満たしていた。

表2 検量線の評価結果

評価パラメーター	結果	目標値
真度 (%)	95～99	80～120
併行精度 (RSD%)	0.1～4.6	<20

3.2 添加試料の評価

3.2.1 選択性

空試験溶液に定量を妨害するピークがないことを確認した。

3.2.2 真度

表3に示すとおり、真度は101%であり、ガイドラインの目標範囲である70～130%を満たしていた。

3.2.3 精度

表3に示すとおり、併行精度2.9%、室内精度3.1%であり、ガイドラインの目標値である併行精度20%未満及び室内精度25%未満を満たしていた。

表3 添加試料の評価結果

評価パラメーター	結果	目標値
真度 (%)	101	70～130
併行精度 (RSD%)	2.9	<20
室内精度 (RSD%)	3.1	<25

3.3 検量線及び添加試料の評価結果

3.1及び3.2の結果から、ガイドラインに示された検量線及び添加試料の評価の目標値を満たしていた。

4 まとめ

飲用井戸の水質検査について、告示法に準じて検査を行う場合は妥当性評価を行うことが望ましいとされていることから、ガイドラインに基づき、TOC試験法の妥当性評価を行った。その結果、ガイドラインに示された検量線及び添加試料の評価の目標値を満たしていた。今後は他の試験法についても妥当性評価を行っていく予定である。

文献

- 1) 福岡市飲用井戸衛生対策実施要領：昭和64年1月1日
- 2) 厚生労働省告示第261号：水質基準に関する省令の規定に基づき環境大臣が定める方法，平成15年7月22日
- 3) 厚生労働省健康局水道課長通知健水発0906第1号：水道水質検査方法の妥当性評価ガイドラインについて，別添水道水質検査方法の妥当性評価ガイドライン，平成24年9月6日
- 4) 環境省水道水質・衛生管理室国立医薬品食品衛生研究所：水道水質検査方法の妥当性評価ガイドライン質疑応答集 (Q&A)，平成30年3月27日

公共用水域における PFOS, PFOA 及び PFHxS の一斉分析

環境科学課 水質担当

1 はじめに

福岡市保健環境研究所では、2010 年代に、公共用水域における有機フッ素化合物の分析を行っていた^{1～6)}。しかし、当時は有機フッ素化合物に関する基準、検査法等は定められていない状況であったため、LC-MS/MS 由来の成分との分離に用いられるリテンションギャップカラムを使用しない等、分析法が現在とは異なる点があった。

令和 2 年（2020 年）5 月、環境省水・大気環境局長通知「水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準等の施行について」において、ペルフルオロオクタンスルホン酸（以下、「PFOS」とする。）及びペルフルオロオクタノ酸（以下、「PFOA」とする。）が人の健康の保護に関する要監視項目に追加され、PFOS 及び PFOA の暫定指針値 50 ng/L 並びに測定方法が示された⁷⁾。これを受け、当所ではこの PFOS 及び PFOA の測定方法に準じた方法を用いて令和 3 年度から公共用水域における PFOS 及び PFOA の常時監視を実施している。

一方、PFOS と同じスルホン酸を持つ有機フッ素化合物であるペルフルオロヘキサンスルホン酸（以下、「PFHxS」とする。）は、令和 3 年 3 月環境省水・大気環境局水環境課長通知「ペルフルオロヘキサンスルホン酸（PFHxS）について」において、人の健康に係る要調査項目に位置付けられ、令和 4 年には POPs 条約 附属書 A に、令和 6 年 2 月には第一種特定化学物質に指定された。そこで、当所で実施している PFOS 及び PFOA 分析法に PFHxS を追加して一斉分析が可能か検討を行ったので結果を報告する。

2 方法

2.1 試料

福岡市内の河川水及び博多湾の海水を樹脂製容器に 7 L 採取したものをを用いた。

2.2 試薬等

メタノール：富士フイルム和光純薬製 LC/MS 用
アセトニトリル：富士フイルム和光純薬製 LC/MS 用
1 mol/L 酢酸アンモニウム溶液：富士フイルム和光純薬製高速液体クロマトグラフ用

3 種有機フッ素化合物混合標準液（PFHxS, PFOS, PFOA 各 2 µg/mL メタノール溶液）：富士フイルム和光純薬製水質試験用

3 種有機フッ素化合物混合内部標準液（PFHxS-13C6, PFOS-13C8, PFOA-13C8 各 2 µg/mL メタノール溶液）：富士フイルム和光純薬製水質試験用

精製水：アドバンテック製 RFU666HA で精製した超純水を用いた。

固相抽出カラム：ウォーターズ製 Oasis HLB Plus Cartridge, 225mg

2.3 器具等

使用する器具は、基本的に樹脂製とし、アルカリ性洗浄剤を用いて洗浄後、メタノールで洗浄したものを使用した。

2.4 標準溶液の調製

標準溶液：3 種有機フッ素化合物混合標準液をメタノールで希釈して各 10 ng/mL とした。

サロゲート混合液：3 種有機フッ素化合物混合内部標準液をメタノールで希釈し、各 10 ng/mL とした。

検量線用標準溶液：サロゲート混合液濃度 1 ng/mL, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2 ng/mL となるよう標準溶液を 1 : 1 メタノール水溶液で希釈した。

2.5 試験溶液の調製

試料水 100 mL にサロゲート混合液を 100 µL 添加し各サロゲート濃度 10 ng/L とし、メタノール 10 mL、精製水 5 mL で活性化した固相抽出カラム（Oasis HLB Plus）に毎分 10 mL で全量を通液した。精製水 5 mL で 2 回洗浄し、脱水後、メタノール 6 mL で溶出したものを 0.5 mL まで濃縮し、精製水を用いて 1 mL とした。また、精製水を同様に操作したものをブランク試料とした。

2.6 装置及び測定条件

装置及び測定条件を表 1 に、モニターイオン条件を表 2 に示す。

表 1 装置及び測定条件

装置	Sciex 4500 QTrap system
分析カラム	GL サイエンス製 InertSustain C18HP 2.1×100 mm, 3 μm
リテンションギ	Waters 製 AtlantisT3
ヤップカラム	2.1×100 mm, 3 μm
移動相	A:2 mM 酢酸アンモニウム溶液 B:アセトニトリル B=35% (2min) -6 min-98% (4 min)
流速	0.2 mL/min
注入量	10 μL

表 2 モニターイオン条件

物質名	定量イオン	確認イオン
PFOS	499 > 80	499 > 99
PFOA	413 > 369	413 > 169
PFHxS	399 > 80	399 > 99
PFOS- ¹³ C ₈	507 > 80	-
PFOA- ¹³ C ₈	421 > 376	-
PFHxS- ¹³ C ₆	405 > 80	-

3 結果及び考察

3.1 検量線

検量線用標準溶液を測定した。PFHxS のクロマトグラムを図 1 に示す。直鎖体の前に分岐異性体のピークが検出された。分析法⁷⁾に基づき、直鎖体のみを用いて検量線を作成した。検量線を図 2 に示す。PFHxS の検量線は 0.1~2 ng/mL の範囲で決定係数 (R^2) 0.99 以上の良好な直線性を示した。また、ブランク試料から妨害ピークは認められなかった。

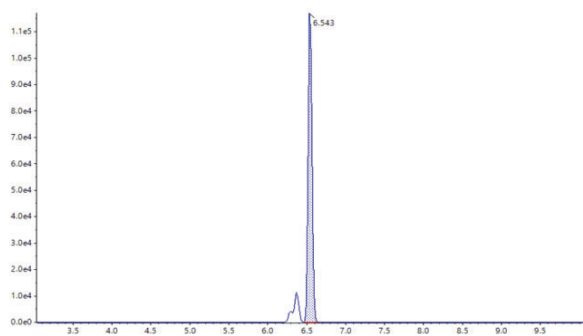


図 1 PFHxS 標準液 (2 ng/mL) のクロマトグラム

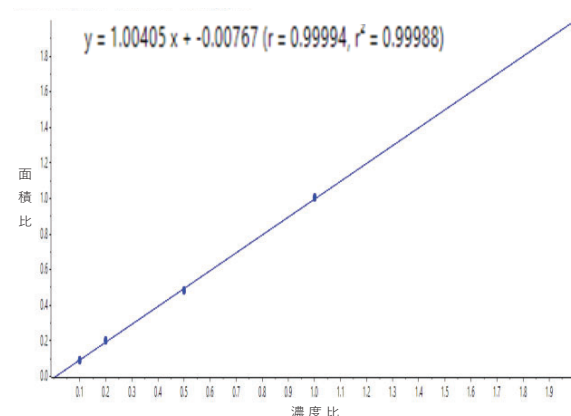


図 2 PFHxS の検量線

3.2 装置検出下限値及び装置定量下限値

化学物質環境実態調査実施の手引き⁹⁾ (令和 2 年度版) (以下、「手引き」とする。)に準拠し、装置検出下限値 (以下、「IDL」とする。)及び装置定量下限値 (以下、「IQL」とする。)を算出した。PFHxS の IDL は 0.03 μg/L (試料換算で 0.3 ng/L), IQL は 0.08 μg/L (試料換算で 0.8 ng/L) であった。

なお、同様にして算出した PFOS 及び PFOA の IDL はそれぞれ 0.03 μg/L (試料換算で 0.3 ng/L), IQL はそれぞれ 0.09 μg/L (試料換算で 0.9 ng/L) であった。

3.3 測定方法の検出下限値及び定量下限値

手引き⁹⁾に準拠し、精製水に混合標準液を 2 ng/L となるように添加した試料を 10 回併行分析して測定方法の検出下限値 (以下、「MDL」とする。)及び測定方法の定量下限値 (以下、「MQL」とする。)を算出した。その結果、MDL は 0.5 ng/L, MQL は 1.4 ng/L であった。同様に算出した PFOS 及び PFOA の MDL は、順に 0.6 ng/L, 0.3 ng/L であり、MQL は順に 1.7 ng/L, 0.9 ng/L であった。これらの結果から、従来の PFOS, PFOA と同様に PFHxS の定量下限値は 1 ng/L とすることとした。

3.4 試料の測定結果

令和 6 年度に公共用水域地点海域 3 地点及び河川 16 地点の試料水の PFOS 及び PFOA 並びに PFHxS を測定した。その結果、PFOS 及び PFOA は、いずれも暫定指針値以下であった。PFHxS の検出値の範囲は定量下限値未満 (<1 ng/L) から 2 ng/L であり、当所の過去のデータ^{1~6)}と比較して、増加している地点はなく、同等又は減少傾向が認められた。

3.5 まとめ

当所で実施している PFOS 及び PFOA 分析法に PFHxS

を追加して一斉分析が可能か検討を行った。その結果、PFHxS の検量線は 0.1～2 ng/mL の範囲で良好な直線性を示し、IDL は 0.03 µg/L, MDL は 0.5 ng/L であり、PFOS 及び PFOA と同様に定量下限値 1 ng/L として、一斉分析が可能であると考えられた。

文献

- 1) 小原浩史, 他: 福岡市内河川水及び博多湾の有機フッ素化合物に関する汚染実態調査, 福岡市保健環境研究所報, 35, 41～46, 2010
- 2) 宗かよこ, 他: 福岡市内水環境中における有機フッ素化合物の環境実態調査および排出実態調査, 福岡市保健環境研究所報, 36, 41～46, 2011
- 3) 平野真悟, 他: 福岡市内水環境中における有機フッ素化合物の環境実態調査および排出実態調査 (II), 福岡市保健環境研究所報, 38, 45～49, 2013
- 4) 平野真悟, 他: 宇美川および諸岡川における有機フッ素化合物の詳細調査, 福岡市保健環境研究所報, 38, 55～58, 2013
- 5) 山下紗矢香, 他: 福岡市の公共用水域における水質・底質中有機フッ素化合物調査, 福岡市保健環境研究所報, 40, 74～79, 2015
- 6) 高村範亮, 他: 福岡市における化審法関連物質の環境実態調査, 福岡市保健環境研究所報, 42, 57～61, 2017
- 7) 環境省水・大気環境局長通知環水大第2005281号・環水大土第2005282号: 水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準等の施行等について, 令和2年(2020年)5月28日
- 8) 環境省水・大気環境局水環境課長通知環水大発第2103262号: ペルフルオロヘキサンスルホン酸(PFHxS)について, 令和3年(2021年)3月26日
- 9) 環境省大臣官房環境保健部環境安全課: 化学物質環境実態調査実施の手引き(令和2年度版), 令和3年(2021年)3月

フェニル誘導体化-GC-MS 法による地下水中の アルキル水銀のスクリーニング分析法

環境科学課 水質担当

1 はじめに

地下水の水質汚濁に係る環境基準の水銀に関する基準は、総水銀及びアルキル水銀として定められている¹⁾。地下水質モニタリングの手引き²⁾では、総水銀が検出された場合にのみアルキル水銀を測定することとしてもよいとされている。2000年代までに福岡市内での地下水からの総水銀検出事例は複数ある^{3~5)}ものの、福岡市保健環境研究所では少なくとも過去5年は地下水からの総水銀の検出事例がなく、アルキル水銀の分析の実績はなかった。しかし、令和6年度地下水概況調査において、総水銀が定量下限値(基準値と同じ0.0005 mg/L)を超えて検出された事例があり、アルキル水銀の検査が必要となった。

地下水中のアルキル水銀の環境基準は、公共用水域告示付表3に掲げる方法⁶⁾(GC-ECD法)により、「検出されないこと」とされており、この検査方法の定量限界は0.0005 mg/Lとされている。GC-ECD法では、ピークと妨害ピークと分離できない可能性があることから、アルキル水銀が検出された場合には質量分析計での確認が必要であると考えられる。

そこで、地下水中のアルキル水銀のスクリーニング分析法として、伴らの報告⁷⁾及びJISの工業用水・工場排水試験方法のアルキル水銀(II)化合物のガスクロマトグラフィー質量分析法(JIS K 0102-3 25.3.2)(以下、「JISの分析法」とする。)を参考にして、フェニル誘導体化-GC-MS法の検討を行ったので、その結果を報告する。

2 方法

2.1 試料

令和6年に福岡市内で採水され、総水銀が検出された地下水を用いた。

2.2 試薬等

塩化メチル水銀(II)：ジーエルサイエンス製、ガスクロ用

塩化エチル水銀(II)：片山化学工業製、ガスクロ用

テトラフェニルほう酸ナトリウム：富士フィルム和光純薬製、ガスクロマトグラフ用

テトラフェニルほう酸ナトリウム溶液(20 g/L)：テトラフェニルほう酸ナトリウム 2 g を精製水に溶かして100 mL とした。

2,4,6-トリクロロアニソール-*d*3 標準液：1 mg/mL メタノール溶液、富士フィルム和光純薬製、水質検査用

メタノール：関東化学製、残留農薬・PCB 分析用、5000 倍濃縮

トルエン：関東化学製、残留農薬・PCB 分析用、5000 倍濃縮

酢酸：富士フィルム和光純薬製、特級

水酸化ナトリウム：富士フィルム和光純薬製、特級

塩酸：富士フィルム和光純薬製、有害金属測定用

ポリエチレングリコール 300：富士フィルム和光純薬製一級

水酸化ナトリウム溶液(3 mol/L)：水酸化ナトリウム 12 g を精製水に溶かして100 mL とした。

酢酸緩衝液：精製水に酢酸 23 mL 及び水酸化ナトリウム溶液(3 mol/L)を8.5 mLを加え、200 mL とした。

PEG300 溶液(100 g/L)：ポリエチレングリコール 300 を1 g をトルエンで10 mL とした。

精製水：アドバンテック製 RFU666HA で精製した超純水を用いた。

2.3 器具等

ガラス器具は、アルカリ性洗浄剤を用いて洗浄後、アセトン及びヘキサンで洗浄したものを使用した。

2.4 標準溶液の調製

塩化メチル水銀(II) 標準原液(Hg として100 µg/mL)：塩化メチル水銀(II) 1.25 mg を秤量し、メタノールで10 mL とした。

塩化エチル水銀(II) 標準原液(Hg として100 µg/mL)：塩化エチル水銀(II) 1.32 mg を秤量し、メタノールで10 mL とした。

アルキル水銀混合標準液(Hg として各10 µg/mL)：塩化メチル水銀(II) 標準原液、塩化エチル水銀(II) 標準原液を各1 mL 採り、メタノールで10 mL とした。

2.5 試験溶液の調製

試料水 200 mL を 300 mL 平底フラスコに採り、3 mol/L 水酸化ナトリウム溶液又は塩酸 (1+1) で中性にし、酢酸緩衝液 10 mL を加えて、pH を 5.0 ± 0.1 とした。テトラフェニルほう酸ナトリウム溶液を 2 mL 加えて攪拌後、トルエン 10 mL を加えて密栓し、マグネティックスターラーで 60 分間激しく攪拌した。10 分間静置し、トルエン層の下部が平底フラスコの細口部に達するまで精製水を加え、トルエン層を試験管に採り、脱水、窒素ガス気流下で濃縮後、2 mL とした。次に PEG 溶液を 4 μ L 添加したものを試験溶液とした。また、精製水を同様に操作したものをブランクとした。検量線作成用標準試料溶液は、精製水 200 mL にアルキル水銀混合標準液を Hg として、0.0005, 0.001, 0.002, 0.005, 0.01 mg/L となるように添加して調製したものを同様に操作した。さらに、添加回収試験として、試料に Hg として各 0.002 mg/L となるように、アルキル水銀混合標準液を添加し同様に操作した。

2.6 装置及び測定条件

装置及び測定条件を表 1 に示す。

表 1 装置及び測定条件

GC/MS機器	: アジレント製 GC-MS/MS 7980B/7000D
使用カラム	: アジレント製 DB-5MS (30 m $\times$ 0.25 mm, 0.25 μ m)
カラム温度	: 100 $^{\circ}$ C (3 min) $\rightarrow$ 10 $^{\circ}$ C/min-280 $^{\circ}$ C $\rightarrow$ 30 $^{\circ}$ C/min $\rightarrow$ 300 $^{\circ}$ C (5 min)
注入口温度	: 250 $^{\circ}$ C
注入方法	: パルスドスプリットレス
試料注入液量	: 1 μ L
キャリアーガス	: ヘリウム (1.2 mL/min)
インターフェイス温度	: 280 $^{\circ}$ C
イオン源温度	: 230 $^{\circ}$ C
検出モード	: SIM
モニターイオン	: フェニルメチル水銀 (II) m/z 294, 292 フェニルエチル水銀 (II) m/z 308, 306

* ; 太字 : 定量イオン, 細字 : 確認イオン

3 結果及び考察

3.1 標準試料

フェニルメチル水銀 (II) 標準試料のクロマトグラム及び検量線を図 1 及び図 2 に示す。標準試料のピークにはテーリングが認められ、標準試料の保持時間の近接にピークが認められた。検量線については、試料換算 Hg として 0.0005 $\sim$ 0.01 mg/L の間で直線性があった。同様に、フェニルエチル水銀 (II) 標準試料のクロマトグラム及び検量線を図 3 及び図 4 に示す。フェニルメチル水銀と同様にピークのテーリング及び近接にピークが認められ

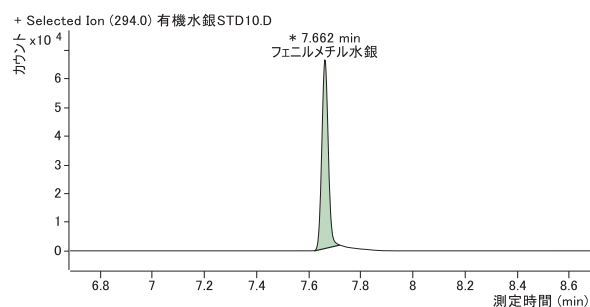


図 1 フェニルメチル水銀 (II) 標準試料のクロマトグラム

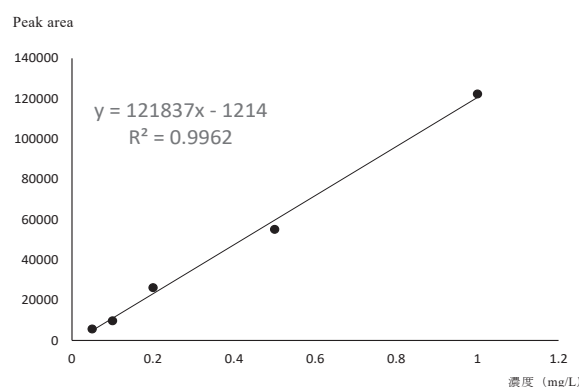


図 2 フェニルメチル水銀 (II) の検量線

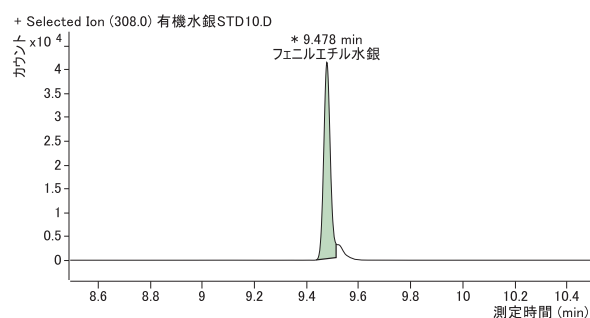


図 3 フェニルエチル水銀 (II) 標準試料のクロマトグラム

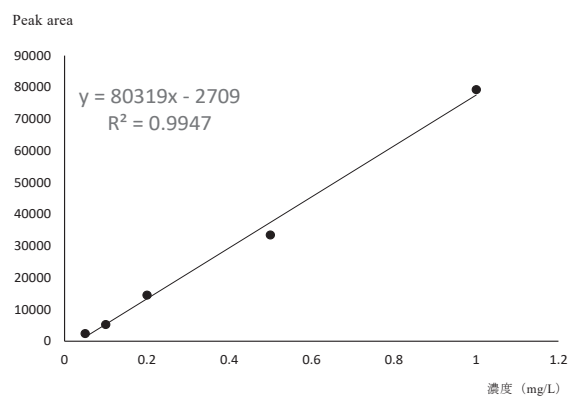


図 4 フェニルエチル水銀 (II) の検量線

た。しかしながら、試料換算 Hg として 0.0005 mg/L を確認できる感度であったことからアルキル水銀のスクリーニング分析には有用であると考えられる。

伴らは、当所と同じ微極性カラム (DB-5MS) から中極性の DB-17MS に変更してピークのテーリングを改善し⁷⁾、Shigeta らは、分析に無極性カラム (DB-1MS) を使用している⁸⁾ ことから、分離の改善のために、今後、分析カラムについて検討の余地がある。

また、JIS の分析法及び伴らの方法⁷⁾ では、分析の内部標準として、2,4,6-トリクロロアニソール-*d*3、フェナントレン-*d*10 を用いているが、今回の分析では、内部標準で補正した場合より、絶対検量線の直線性が良かったため、絶対検量線を採用した。内部標準のピークと同じ保持時間に SIM では検出されない妨害ピークが存在する可能性があり安定的に内部標準尾ピークが検出されないことが考えられた。内部標準の分析条件についても、カラム同様、今後検討の余地がある。

3.2 試料の分析結果

本市内の概況検査において、総水銀が 0.0007 mg/L 検出された地下水を分析した結果、フェニルメチル水銀及びフェニルエチル水銀のいずれも Hg として 0.0005 mg/L 未満であった。並行して実施した試料への添加回収試験の結果、フェニルメチル水銀が回収率 118%、フェニルエチル水銀が回収率 119% であった。内部標準補正又はサロゲートを用いない分析の際には、結果の信頼性確保のために、添加回収試験が重要である。

なお、この地下水の総水銀の環境基準値超過を受け実施された周辺調査の結果、地下水から検出された水銀は断層裂かに沿って地殻中の水銀蒸気が上昇し地下水に混入した自然的原因によるものであり、検出されたのは金属水銀か無機水銀化合物と判断された⁹⁾。

3.3 まとめ

地下水調査において総水銀が検出された場合における

フェニル誘導体化-GC-MS法によるアルキル水銀のスクリーニング分析法の検討を行った。このスクリーニング法でアルキル水銀が検出された場合は、公共用水域告示付表3に掲げる方法⁶⁾での判断を行うこととなる。今回検討した分析法については、ピーク形状等に改善の余地があるが、本市内ではこれまでも自然由来の地下水汚染事例が複数報告^{3~5)}されており、検出される水銀は自然由来の金属水銀か無機水銀化合物の可能性が高い^{3~5)} ことから、スクリーニング法としては有用であると考えられる。

文献

- 1) 環境庁告示第10号：地下水の水質汚濁に係る環境基準について、平成9年（1997年）3月13日
- 2) 環境省水・大気環境局地下水・地盤環境室：地下水質モニタリングの手引き、平成20年（2008年）8月
- 3) 中牟田啓子，他：金属水銀による地下水汚染機構の解明，水環境学会誌，21，875～878，1998
- 4) 宮原正太郎，他：早良区小田部地区における地下水水銀汚染，福岡市保健環境研究所報，27，61～65，2002
- 5) 上野祐子，他：城南区における地下水水銀汚染事例，福岡市保健環境研究所報，30，117～121，2005
- 6) 環境庁告示第59号：水質汚濁に係る環境基準について，昭和46年（1971年）12月28日
- 7) 伴聡美，他：フェニル誘導体化GC/MS法による環境水中のアルキル水銀の定量，日本環境衛生センター所報，47，70～75，2020
- 8) Shigeta, K et al, A Simple and Robust Method for Determination of Alkylmercury in Seawater and Industrial Wastewater by Phenylation Pretreatment Combined with GC-MS, Analytical Sciences, 34 (2), 227～233, 2018
- 9) 福岡市地下水・土壌汚染検討委員会：資料，令和6年度に判明した地下水汚染について，令和7年（2025年）1月29日

博多湾における環境 DNA 技術を用いた魚類モニタリング調査 (令和 6 年度)

環境科学課 生物担当

1 はじめに

福岡市では、博多湾環境保全計画を推進するための現状把握・施策評価の一環として、能古島及び志賀島のアマモ場において、地引網を用いた捕獲による魚類のモニタリング調査を行っている。福岡市保健環境研究所では近年注目を集めている環境中を漂う細胞片等に由来する「環境 DNA」に着目し、令和 3 年度～5 年度に能古島及び志賀島のアマモ場において捕獲調査と環境 DNA メタバーコーディング法による調査（以下、「環境 DNA 調査」とする。）を同時に行い、捕獲調査で確認された魚種と環境 DNA 調査で検出された魚種の比較をすることにより、環境 DNA 技術を用いた調査手法の検討を行ってきた¹⁾。

令和 6 年度は博多湾環境保全計画を推進するための現状把握の一環として、博多湾内 8 か所の環境基準点（以下、「常時監視地点」とする。）において環境 DNA 調査を行ったため結果を報告する。

2 方法

2.1 調査地点及び調査時期

本市では、毎月 1 回常時監視地点にて公共用水域の水質モニタリングを行っている（図 1）。本調査では、常時監視地点を調査地点とし、令和 6 年 6 月、8 月、11 月、令和 7 年 2 月の計 4 回環境 DNA 調査を行った。



図 1 調査地点（常時監視地点）

2.2 調査方法

2.2.1 採水

公共用水域の水質モニタリング時に調査船に同乗し、ステンレス製バケツを用いて表層（海面下 0.5 m）の海水を、バンドーン型採水器を用いて底層（海底上 1.0 m）の海水をポリエチレン製の容器に 1 L 採水し、実験室に持ち帰った後、Sterivex（孔径 0.45 μ m, Merck）を用いて、最大 1 L ろ過を行った。ろ過後は Sterivex 内の水分を除去し、RNAlater™ Solution（Thermo Fisher Scientific）を 2 mL 添加したものを試料とした。

2.2.2 分析

DNA 分析は一般社団法人環境 DNA 学会が公開している環境 DNA 調査・実験マニュアル²⁾（以下、「マニュアル」とする。）に基づき、メタバーコーディング法により行った。

Sterivex からの DNA 抽出・精製はマニュアルに従い行った。試料より DNA を抽出・精製した後、マニュアルに記載のプライマー MiFish-E, MiFish-U, MiFish-U2 の 3 種を 1 : 2 : 1 の比率で混合したものを用いて、1st PCR を実施した。1st PCR 産物を精製・濃縮し、2nd PCR に用いた。調整したライブラリーは iSeq100（illumina）を用いて、塩基配列情報を取得した。

取得した塩基配列情報について、PMiFish pipeline v2.4.1 を用いて判定された魚種のリストのうち塩基配列のリード数が 3 以下のもの及び塩基配列の一致率が 98.5 %未満のものは除外した。種名の精査は NCBI データベースでの BLAST 検索及び MiFish 法に係る誤同定チェックシート³⁾を用いて行った。淡水種及び明らかに生息域が違くと判断した種は結果から除外した。

なお、本研究で解析の対象としている 12S rRNA 遺伝子領域では種の識別が困難であった分類群については属名又は複合種群とした。

3 結果

表 1 に各月の環境基準点合計の検出種数を、表 2 に各月の検出された魚種名を、図 2～図 5 に常時監視地点で検出された種数を示す。令和 6 年度調査の累計では 69 種の魚種が検出された。表層と底層の比較では、いずれ

の時期も底層の検出種数が多かった。夏季は検出種数が多く、冬季は検出種数が少ない傾向がみられた。また、最も外洋に近い地点でトビウオ等外洋性の魚類が検出され、一部の魚種は季節毎に特異的に検出される傾向がみられたことから、結果の一部には地点特異性や季節特異性があることが示唆された。

また、過去にアマモ場で実施した環境 DNA 調査の結果¹⁾と比較すると、常時監視地点のみで検出された魚種は全体の約2割となる69種中15種であり、常時監視地点とアマモ場では生息環境の違い等で検出される魚種が一部異なっていた。

表1 令和6年度月別検出種数（種）

	6月	8月	11月	2月
表層	21	16	18	10
底層	23	42	20	14
計※	35	48	32	14

※表層底層で重複した種は1とカウントとした



図2 令和6年6月地点別検出種数（表層/底層）



図3 令和6年8月地点別検出種数（表層/底層）



図4 令和6年11月地点別検出種数（表層/底層）



図5 令和7年2月地点別検出種数（表層/底層）

4 まとめ

博多湾常時監視地点において年4回環境DNA調査を行ったところ、計69種の魚種が検出され、結果の一部には地点特異性や季節特異性があることが示唆された。

また、過去に実施したアマモ場で実施した環境DNA調査の結果と比較すると、常時監視地点とアマモ場では生息環境の違い等で検出される魚種が一部異なっていた。これらの特性に注視しながら引き続きデータの蓄積を行っていく。

文献

- 1) 有本圭佑，他：環境DNA技術を用いた魚類モニタリング調査手法の検討，福岡市保健環境研究所報，49，137～148，2024
- 2) 一般社団法人環境DNA学会：環境DNA調査・実験マニュアル Ver.3.0，38～110，2024年8月
- 3) 環境省自然環境局生物多様性センター：MiFishに係る誤同定チェックシート ver.1.2，2024年3月

表2 令和6年度博多湾常時監視地点調査結果

目	科	属	種	6月	8月	11月	2月
ウナギ目	ウミヘビ科	ニンギョウアナゴ属	セレベスヒレアナゴ		●		
カレイ目	ウシノシタ科	イヌノシタ属	アカシタビラメ ※		●	●	●
			イヌノシタ ※	●	●		
			ゲンコ	●	●		
			ササウシノシタ科	●			
スズキ目	ササウシノシタ科	ササウシノシタ属	ササウシノシタ	●			
			ガンゾウヒラメ属 ※	●			
			アイゴ科				
			アイゴ属			●	
	アジ科	ブリ属	ヒラマサ			●	
			ブリ			●	
			マアジ属		●	●	
			ムロアジ属	●	●	●	●
	イソギンボ科	イソギンボ属	イソギンボ			●	
			ナベカ属			●	
			ウミタナゴ属		●		
			オニオコゼ属			●	
	キス科	キス属	シロギス		●	●	
			コチ科	●	●	●	
			マゴチ/ヨシノゴチ	●	●	●	
			サバ属	●	●	●	●
	シマイサキ科	シマイサキ属	サワラ属		●		
			サワラ		●		
			シマイサキ		●		
			スズキ科	●	●	●	●
	タイ科	キチス属	キチス	●	●		
			クロダイ属	●	●		
			クロダイ	●	●		
			チダイ属		●		
	ヘダイ属	ヘダイ	ヘダイ			●	
			マダイ	●	●	●	
			タチウオ科	●	●	●	●
			タチウオ ※	●	●	●	●
	テンジクダイ科	ツマグロイシモチ属	テンジクダイ	●	●	●	
			シログチ属	●	●		●
			シログチ	●	●		●
			ハタタテスメリ	●	●		
	ネズボ科	ネズボ属	ネズミゴチ/ヌメリゴチ	●	●		
			アカハゼ属		●	●	
			アカハゼ		●	●	
			イトヒキハゼ属		●		
	キララハゼ属	キララハゼ	イトヒキハゼ	●	●	●	●
			モヨウハゼ	●	●	●	●
			チチブ属		●		
			チワラスボ属		●		
	チワラスボ属	チワラスボ ※	チワラスボ	●			
			ヒメハゼ属	●			
			ヒメハゼ	●			
			マハゼ属		●	●	
	ハチ科	ハチ属	ハチ ※		●		
			イトヒキヒイラギ属		●		●
			イトヒキヒイラギ		●		●
			ヒイラギ属	●	●	●	●
	フエダイ科	フエダイ属	ヨコスジフエダイ ※		●		
			ヘビギンボ科		●		
			ヘビギンボ属		●		
			ヘビギンボ		●		
	メジナ科	メジナ属	メジナ	●			
			メバル科	●			
			メバル属	●			
			カサゴ	●			
ダツ目	ダツ科	ダツ属	ダツ	●		●	
			トビウオ科	●			
			トビウオ科 ※	●			
			ツクシトビウオ属	●			
トウゴロウイワシ目	トウゴロウイワシ科	ギンイソイワシ属	ツクシトビウオ ※	●			
			ギンイソイワシ	●			
			トウゴロウイワシ	●	●		
			トウゴロウイワシ	●	●		
トビエイ目	アカエイ科	アカエイ属	アカエイ	●	●	●	
ナマズ目	ゴンズイ科	ゴンズイ属	ゴンズイ		●		
ニシン目	ウルメイワシ科	ウルメイワシ属	ウルメイワシ ※		●		●
			カタクチイワシ科		●		
			カタクチイワシ属	●	●	●	
			カタクチイワシ	●	●	●	
	キビナゴ科	キビナゴ属	タイワンアイノコイワシ属			●	
			タイワンアイノコイワシ ※			●	
			キビナゴ		●	●	
			コノシロ属	●	●	●	●
	ニシン科	サッパ属	サッパ	●	●	●	●
			カタボシイワシ	●	●	●	●
			マイワシ属	●	●		
			マイワシ	●	●		
ヒメ目	エソ科	アカエソ属	スナエソ ※		●		
			マエソ属		●		
			トカゲエソ		●		
			トカゲエソ		●		
フグ目	カワハギ科	アミメハギ属	アミメハギ			●	
			ウスバハギ属	●			
			ソウシハギ/ウスバハギ	●			
			カワハギ	●	●		
	フグ科	クサフグ属	クサフグ	●	●	●	●
			ショウサイフグ/ゴマフグ ※	●			
ボラ目	ボラ科	ボラ属	トラフグ属			●	
			ボラ	●	●	●	●

※は常時監視地点のみで検出された種

PM_{2.5} 成分組成（令和 6 年度）

環境科学課 大気担当

1 はじめに

福岡市では、平成 22 年 3 月 31 日に改正された「大気汚染防止法第 22 条の規定に基づく大気の汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準」¹⁾に基づき、平成 23 年秋季から PM_{2.5} の成分測定を市役所測定局（以下、「市役所局」とする。）で開始した。地域特性の把握のため、平成 25 年度からは元岡測定局（以下、「元岡局」とする。）を追加し、成分測定を行っている。また、令和 4 年度からは、市役所局の移設に伴い、春吉測定局（以下、「春吉局」とする。）での測定を開始した。

本報告では、令和 6 年度に実施した春吉局及び元岡局における PM_{2.5} 質量濃度並びに PM_{2.5} の主要成分であるイオン成分、炭素成分及び無機元素成分の測定結果について述べる。

2 方法

2.1 調査地点及び調査期間

調査地点である大気常時監視測定局の春吉局（北緯 33 度 35 分、東経 130 度 24 分）及び元岡局（北緯 33 度 35 分、東経 130 度 15 分）を図 1 に示す。春吉局は、本市の中心地である天神の南に位置する一般環境大気測定局である。用途区分は商業地域であり、隣接する春吉公園と春吉小学校の敷地周辺にはマンション等が立ち並んでいる。元岡局は、春吉局から西に約 14 km の場所に位置する一般環境大気測定局である。用途区分は市街化調整区域であり、周辺には住宅と田畑があり、付近の道路の交通量はさほど多くない。

調査は、以下の期間の午前 10 時から翌日の午前 9 時までとし、毎日実施した。

- ・ 春季（令和 6 年 5 月 9 日～5 月 23 日）
- ・ 夏季（令和 6 年 7 月 18 日～8 月 1 日）
- ・ 秋季（令和 6 年 10 月 17 日～10 月 31 日）
- ・ 冬季（令和 7 年 1 月 16 日～1 月 30 日）



図 1 調査地点

2.2 試料採取及び測定方法

試料採取及び測定方法は、「大気中微小粒子状物質（PM_{2.5}）成分測定マニュアル」²⁾に従った。

試料採取は、すべての地点でローバリウムエアサンプラー（Thermo Fisher scientific 製：FRM2000）を用いて行っ

た。フィルターは、サポートリング付き PTFE フィルター（Whatman 製）及び石英フィルター（Pall 製）を使用した。

PM_{2.5} 質量濃度は、捕集前後に PTFE フィルターを温度 21.5±1.5℃、相対湿度 35±5%の室内で 24 時間以上静置したものを秤量し、捕集前後の差によって求めた。

イオン成分は、石英フィルターの 1/4 片を超純水 10 mL で 20 分間超音波抽出し、孔径 0.45 µm の PTFE ディスクフィルターでろ過後、イオンクロマトグラフ（Thermo Fisher scientific 製：Integrion RFIC, Aquion）で測定した。測定項目は SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻、NH₄⁺、Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺ の 8 項目とした。

Si を除く無機元素成分は、PTFE フィルターの 1/2 片をマイクロウェーブ（Anton Paar 製：Multiwave Pro）で酸分解した後、ICP-MS（Agilent Technologies 製：Agilent 7850 ICP-MS）で測定した。測定項目は、Na, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Mo, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Sm, Hf, W, Ta, Th, Pb の 29 項目とした。Si は、捕集フィルターを蛍光 X 線分析装置（島津製作所製：EDX-7200）で測定した。

炭素成分は、石英フィルターの 1 cm² を使用し、カーボンアナライザー（Sunset Laboratory 製：ラボモデル）で IMPROVE プロトコルに従い測定した。測定項目は OC1, OC2, OC3, OC4, EC1, EC2, EC3, OCPyro とした。有機炭素（OC）は OC=OC1+OC2+OC3+OC4+OCPyro、元素炭素（EC）は EC=EC1+EC2+EC3+OCPyro で算出した。

3 結果

3.1 PM_{2.5} 質量濃度と各成分

PM_{2.5} 質量濃度、イオン成分、無機元素成分及び炭素成分の測定結果について、各季節及び年間の平均濃度を算出した。なお、イオン成分、無機元素成分及び炭素成分の濃度算出にあたり、検出下限値未満については検出下限値の 1/2 の値を使用した。

3.1.1 PM_{2.5} 質量濃度

PM_{2.5} 質量濃度の測定結果を表 1 に示す。年間平均濃度（濃度範囲）は、春吉局では 12 µg/m³（3.1～38 µg/m³）、元岡局では 11 µg/m³（2.8～41 µg/m³）であった。

表 1 PM_{2.5} 質量濃度

	春季	夏季	秋季	冬季	年間
春吉局	14	6.3	7.8	18	12
最小値	6.5	4.2	3.1	5.4	3.1
最大値	25	9.6	16	38	38
元岡局	13	5.4	7.8	18	11
最小値	5.7	2.8	2.8	5.4	2.8
最大値	26	9.6	16	41	41

（単位：µg/m³）

3.1.2 イオン成分

PM_{2.5} イオン成分の測定結果を表 2 に示す。各イオン成分合計の年間平均濃度（濃度範囲）は、春吉局で 5.9 µg/m³（1.3～26 µg/m³）、元岡局で 5.7 µg/m³（0.38～30 µg/m³）であった。

イオン成分中では SO₄²⁻ の割合が最も多く（年間平均濃度：春吉局 2.3 µg/m³、元岡局 2.2 µg/m³）、次いで NO₃⁻（年間平均濃度：春吉局 1.7 µg/m³、元岡局 1.7 µg/m³）であった。

表 2 PM_{2.5} イオン成分

		春季	夏季	秋季	冬季	年間
春吉局	SO ₄ ²⁻	2.7	1.7	1.7	3.1	2.3
	NO ₃ ⁻	0.99	0.22	0.41	5.0	1.7
	Cl ⁻	0.14	0.062	0.14	0.30	0.16
	NH ₄ ⁺	1.3	0.57	0.73	2.8	1.3
	Na ⁺	0.22	0.18	0.18	0.16	0.19
	K ⁺	0.11	0.038	0.058	0.20	0.10
	Ca ²⁺	0.24	0.054	0.056	0.077	0.11
	Mg ²⁺	0.037	0.037	0.040	0.040	0.038
	合計	5.7	2.9	3.3	12	5.9
	最小値	2.4	1.4	1.3	2.5	1.3
最大値	12	4.7	7.3	26	26	
元岡局	SO ₄ ²⁻	2.6	1.5	1.7	2.9	2.2
	NO ₃ ⁻	0.96	0.22	0.40	5.1	1.7
	Cl ⁻	0.17	0.082	0.15	0.27	0.17
	NH ₄ ⁺	1.4	0.55	0.73	2.7	1.3
	Na ⁺	0.19	0.17	0.19	0.12	0.17
	K ⁺	0.085	0.024	0.050	0.18	0.084
	Ca ²⁺	0.063	0.029	0.048	0.059	0.050
	Mg ²⁺	0.032	0.029	0.042	0.031	0.033
	合計	5.5	2.6	3.3	11	5.7
	最小値	2.0	1.4	1.5	0.38	0.38
	最大値	13	3.9	7.7	30	30

（単位：µg/m³）

3.1.3 無機元素成分

PM_{2.5}無機元素成分の測定結果を表3に示す。年間平均濃度（濃度範囲）は、春吉局で 690 ng/m³（190～

2900 ng/m³），元岡局で 650 ng/m³（120～2600 ng/m³）であった。

表3 PM_{2.5}無機元素成分

春吉局							元岡局						
	春季	夏季	秋季	冬季	年間		春季	夏季	秋季	冬季	年間		
Na	150	150	170	150	160	Na	130	140	190	220	170		
Al	110	20	32	58	56	Al	85	25	38	160	78		
Si	550	98	120	190	240	Si	460	80	140	170	210		
K	89	22	52	150	78	K	62	16	45	180	75		
Ca	130	37	47	55	66	Ca	39	26	34	45	36		
Sc	0.019	0.0033	0.0047	0.013	0.010	Sc	0.013	0.0035	0.0052	0.014	0.0091		
Ti	7.4	1.2	2.3	4.4	3.8	Ti	5.0	1.2	2.3	4.4	3.2		
V	1.8	1.5	1.4	1.6	1.6	V	1.1	0.50	0.61	0.90	0.77		
Cr	0.77	0.18	0.92	1.1	0.74	Cr	0.85	0.32	1.2	1.1	0.85		
Mn	3.8	1.2	2.9	5.7	3.4	Mn	2.1	0.50	2.7	5.2	2.6		
Fe	85	18	58	81	61	Fe	59	12	56	75	50		
Co	0.053	0.011	0.029	0.054	0.037	Co	0.045	0.010	0.026	0.054	0.034		
Ni	1.3	1.2	0.84	1.4	1.2	Ni	0.64	0.37	0.54	1.1	0.65		
Cu	1.2	0.58	1.5	2.4	1.4	Cu	2.5	0.31	1.3	2.2	1.6		
Zn	11	3.1	11	18	11	Zn	8.4	1.7	11	19	10		
As	1.3	0.19	0.63	1.5	0.91	As	1.4	0.16	0.73	1.7	1.0		
Se	0.48	0.16	0.42	0.76	0.45	Se	0.48	0.16	0.42	0.87	0.48		
Rb	0.34	0.063	0.20	0.36	0.24	Rb	0.19	0.032	0.14	0.37	0.19		
Mo	0.31	0.071	0.44	0.49	0.33	Mo	0.32	0.051	0.40	0.74	0.38		
Sb	0.33	0.18	0.47	0.75	0.43	Sb	0.51	0.16	0.43	0.78	0.47		
Cs	0.024	0.0025	0.023	0.028	0.020	Cs	0.017	0.0018	0.022	0.030	0.018		
Ba	1.7	1.0	1.4	3.6	1.9	Ba	1.1	0.56	0.91	3.2	1.4		
La	0.064	0.013	0.043	0.065	0.046	La	0.042	0.0076	0.053	0.068	0.043		
Ce	0.12	0.022	0.036	0.10	0.069	Ce	0.070	0.011	0.029	0.096	0.052		
Sm	0.0086	0.0010	0.0023	0.0045	0.0041	Sm	0.0051	0.00083	0.0023	0.0049	0.0033		
Hf	0.0085	0.0024	0.0059	0.0088	0.0064	Hf	0.0054	0.0019	0.0052	0.012	0.0061		
W	0.085	0.042	0.12	0.17	0.10	W	2.1	0.058	0.097	0.16	0.61		
Ta	0.0023	0.00038	0.00067	0.0021	0.0014	Ta	0.00085	0.00042	0.00048	0.0013	0.00076		
Th	0.017	0.0013	0.0041	0.011	0.0082	Th	0.011	0.0015	0.0038	0.010	0.0066		
Pb	3.2	0.41	2.2	5.8	2.9	Pb	3.5	0.25	2.6	5.8	3.0		
合計	1200	350	510	730	690	合計	870	310	520	900	650		
最小値	400	190	190	440	190	最小値	280	120	130	410	120		
最大値	2900	580	800	1600	2900	最大値	2000	460	770	2600	2600		

（単位：ng/m³）

3.1.4 炭素成分

PM_{2.5}炭素成分の測定結果を表4に示す。年間平均濃度（濃度範囲）は、春吉局でOC：3.2 μg/m³（0.98～7.7 μg/m³），EC：0.51 μg/m³（0.000057～1.7 μg/m³），元岡局でOC：2.4 μg/m³（0.040～6.7 μg/m³），EC：0.41 μg/m³（0.000063～1.6 μg/m³）であった。

表4 PM_{2.5}炭素成分

		春季	夏季	秋季	冬季	年間
春吉局	OC	4.2	2.5	2.7	3.6	3.2
	最小値	2.0	1.6	1.4	0.98	0.98
	最大値	7.7	4.1	4.8	6.2	7.7
	EC	0.63	0.18	0.37	0.87	0.51
	最小値	0.19	0.091	0.000057	0.17	0.000057
	最大値	1.7	0.33	0.92	1.7	1.7
元岡局	OC	3.3	1.8	1.9	2.7	2.4
	最小値	1.2	0.87	0.87	0.040	0.040
	最大値	6.7	3.5	3.7	5.5	6.7
	EC	0.55	0.11	0.32	0.68	0.41
	最小値	0.088	0.000063	0.025	0.0042	0.000063
	最大値	1.3	0.31	0.74	1.6	1.6

（単位：μg/m³）

表5 PM_{2.5}成分組成

		春季	夏季	秋季	冬季	年間
春吉局	SO ₄ ²⁻	19	27	22	17	20
	NO ₃ ⁻	7	4	5	27	14
	NH ₄ ⁺	9	9	9	15	12
	その他イオン	5	6	6	4	5
	OC	30	39	34	20	28
	EC	5	3	5	5	4
	無機元素	8	6	7	4	6
	その他	16	7	11	8	11
元岡局	SO ₄ ²⁻	20	28	22	16	20
	NO ₃ ⁻	7	4	5	29	15
	NH ₄ ⁺	10	10	9	15	12
	その他イオン	4	6	6	4	5
	OC	25	34	25	15	22
	EC	4	2	4	4	4
	無機元素	7	6	7	5	6
	その他	23	10	22	12	17

（単位：％）

3.2 PM_{2.5}成分組成

PM_{2.5}成分組成を表5に示す。年間平均でPM_{2.5}質量濃度に対する割合が高い成分は、春吉局ではOCが28%，SO₄²⁻が20%，元岡局ではOCが22%，SO₄²⁻が20%の順で多かった。

文献

- 1) 環管大第177号・環管自第75号：大気汚染防止法第22条の規定に基づく大気の汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準，令和5年11月9日
- 2) 環境省：大気中微小粒子状物質（PM_{2.5}）成分測定マニュアル，2019年5月

令和6年度 福岡市の酸性雨調査結果

環境科学課 大気担当

1 はじめに

酸性雨は大気中の汚染物質が地表に沈着することで土壌、湖沼などを酸性化する原因となる。環境省では越境大気汚染や酸性沈着の影響の把握や将来の影響を予測することを目的として、昭和58年度から酸性雨対策調査、平成13年度からは酸性雨長期モニタリングを実施している。近年のモニタリング（平成25～29年度）では、中国における硫黄や窒素の酸化物の排出量の減少がみられることから、日本の降水pHも近年は上昇の兆候がみられる¹⁾との報告がある。また、環境省の調査を面的及び项目的に補完するもの²⁾として、平成3年度から全国環境研協議会による酸性雨全国調査が実施されている。福岡市では、平成2年度から市内の酸性雨調査を実施しており、平成3年度からは本調査に参加している。

今回、本調査の一環として令和6年3月25日から令和7年3月31日までの間、城南区役所（城南区鳥飼）と曲漕ダム（早良区曲漕）の2地点で酸性雨（湿性沈着）調査を行った結果について報告する。

2 調査方法

2.1 調査地点

図1に調査地点を示す。城南区役所は、本市の中心部から南西約3kmに位置し、商業地域に属する。南東約130mに国道202号線が通り、周囲にはマンションが多く建ち並んでいる。

曲漕ダムは、本市の中心部から南西へ約13km、室見川上流の谷間標高約170m地点に位置し、市街化調整区域に属する。南側約300mに国道263号が通っているが、市街地に比べると交通量は少ない。

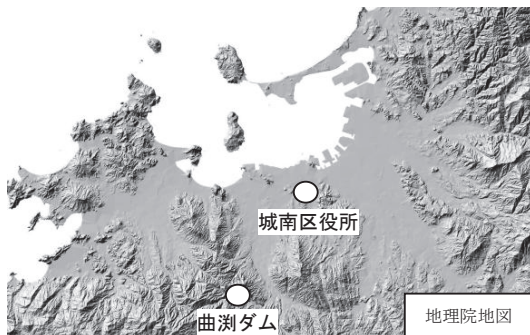


図1 調査地点

2.2 試料採取方法及び分析方法

降雨の採取は、通年で原則1週間毎に降雨時開放型自動雨水採取装置（ANEOS 株式会社（旧小笠原計器）製US-330H）を用いて行った。測定項目は、降水量、pH、電気伝導率（以下、「EC」とする。）及びイオン成分（ SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 NH_4^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ）である。

採取した試料は、貯水量を計量後、湿性沈着モニタリング手引き書（第2版）³⁾に準じて測定・分析した。

3 結果及び考察

3.1 令和6年度調査結果

令和6年度の城南区役所の調査結果を表1に、曲漕ダムの調査結果を表2に示す。pH及びECの平均値は、分析に供した降水量の加重平均により算出した。イオン成分沈着量は、各イオン成分に対し、分析に供した降水量を乗じて算出した。なお、城南区役所は6月10日～17日、7月29日～8月5日、8月5日～13日、9月2日～9日、9月24日～30日、1月20日～27日及び2月17日～25日が雨量0mLのため欠測、8月13日～19日が少雨のためpH及びECが欠測、曲漕ダムは6月10日～17日、7月29日～8月5日、8月5日～13日、9月2日～9日、9月24日～30日、1月20日～27日及び2月17日～25日が、雨量0mLのため欠測、5月13日～20日、7月16日～22日及び8月13日～19日が少雨のためpH及びECが欠測となった。また、8月26日～9月2日の曲漕ダムは大雨によるオーバーフローのため、降水量は曲漕ダム（水道局）雨量計の降水量を代替した。

年間降水量は、城南区役所で1861.8mm、曲漕ダムで2880.6mmであり、曲漕ダムの方が多かった。pHは、城南区役所では4.20～6.45の範囲で、年平均値が4.90であった。また、曲漕ダムでは4.25～6.45の範囲で、年平均値が5.03であった。環境省の令和5年度酸性雨調査結果（<https://www.env.go.jp/air/acidrain/monitoring/r05/index.html>）の全国の年平均値5.03と比較して、城南区役所は若干低い値、曲漕ダムは同程度の値であった。

2地点のイオン成分の年間沈着量は、海塩由来である Na^+ 、 Cl^- を除くと、 NH_4^+ 、 NO_3^- 、次いで SO_4^{2-} が多かった。また、イオン成分の年間沈着量は、曲漕ダムが城南区役所よりも多かった。

3.2 令和6年度経月変動

令和6年度の月毎の降水量、pH及びECを図2に示す。

2地点の降水量は、1年を通じて同様の変動を示し、10月に最も多く、城南区役所は8月次いで12月、曲淵ダムは12月、次いで8月に降水量が少なかった。2地点間の比較では、1年を通じて曲淵ダムの降水量が城南区役所の降水量より多い傾向であった。pHは城南区役所の8月が最も低く、2月が最も高かった。曲淵ダムは12月が最も低く、3月が最も高かった。8月を除いては、両地点とも同様の変動を示した。ECは2地点ともに夏季に低く、秋季から冬季に高い傾向を示しており、城南区役所は11月、曲淵ダムは1月が最も高かった。

酸性成分（ nss-SO_4^{2-} 、 NO_3^- ）及び塩基性成分（ NH_4^+ 、 nss-Ca^{2+} ）の月間沈着量を図3に示す。どの成分も11月から3月にかけて曲淵ダムが城南区役所より多い傾向であった。また、8月の nss-Ca^{2+} を除き、2地点ともに同様の変動を示した。

酸性成分及び塩基性成分の月間平均濃度の経月変化を図4に示す。曲淵ダムの8月の nss-Ca^{2+} を除き2地点ともに酸性成分、塩基性成分ともに夏季に低く、冬季に高い傾向を示した。

酸性成分及び塩基性成分の等量濃度比の経月変化を図5に示す。酸性成分比（ $\text{NO}_3^-/\text{nss-SO}_4^{2-}$ ）は、2地点ともに7月と12月にピークがあり、12月が最も大きく、8月が最も小さかった。塩基性成分比（ $\text{NH}_4^+/\text{nss-Ca}^{2+}$ ）は、7月が NH_4^+ の割合が最も大きかった。

8月は2地点とも1～2週目は降雨がなく、3週目は少雨、4週目にまとまった降雨があった。この雨により、大気中の沈着物が洗い流されたと考えられる。城南区役所では nss-SO_4^{2-} が多く、曲淵ダムは nss-SO_4^{2-} 、 nss-Ca^{2+} が多く検出された。このため、酸性物質の中和効果が小さい城南区役所のpHが低くなったと推察される。

表 1 城南区役所（湿性沈着物）

採取期間	降水量	pH	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺
	mm		mS/m	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²
3/25 - 4/1	36.3	4.98	1.9	0.43	0.68	2.27	0.88	1.97	0.08	0.10	0.21	0.38
4/1 - 4/8	73.8	4.64	1.7	1.25	1.25	0.53	2.05	0.37	0.12	0.16	0.08	1.70
4/8 - 4/15	41.9	4.41	2.6	1.06	0.73	1.81	0.89	1.54	0.05	0.16	0.18	1.63
4/15 - 4/22	37.9	4.59	1.5	0.54	0.56	0.31	0.56	0.16	0.03	0.10	0.04	0.98
4/22 - 4/30	18.9	4.31	3.0	0.51	0.44	0.53	0.40	0.42	0.02	0.05	0.05	0.94
4/30 - 5/7	7.0	4.76	2.8	0.13	0.35	0.53	0.27	0.47	0.02	0.06	0.06	0.12
5/7 - 5/13	32.8	4.83	1.0	0.26	0.30	0.30	0.33	0.23	0.02	0.04	0.03	0.48
5/13 - 5/20	1.5	5.46	24.8	0.17	0.13	2.76	0.17	2.36	0.05	0.08	0.25	0.01
5/20 - 5/27	49.6	5.25	0.4	0.24	0.15	0.17	0.14	0.14	0.02	0.06	0.04	0.28
5/27 - 6/3	31.6	5.17	0.7	0.19	0.39	0.21	0.50	0.15	0.01	0.06	0.03	0.21
6/3 - 6/10	29.6	4.62	1.6	0.55	0.32	0.17	0.60	0.13	0.02	0.06	0.02	0.71
6/10 - 6/17	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/17 - 6/24	149.1	5.09	0.5	0.73	0.69	0.18	0.97	0.12	0.03	0.09	0.05	1.22
6/24 - 7/1	65.9	5.50	0.5	0.18	0.81	0.39	0.97	0.29	0.02	0.09	0.05	0.21
7/1 - 7/8	49.7	5.42	0.3	0.07	0.23	0.19	0.23	0.15	0.02	0.01	0.02	0.19
7/8 - 7/16	108.8	5.29	0.5	0.29	0.97	0.44	1.20	0.32	0.04	0.05	0.05	0.56
7/16 - 7/22	3.3	5.18	0.9	0.02	0.07	0.05	0.08	0.05	0.00	0.01	0.00	0.02
7/22 - 7/29	23.8	4.41	2.5	0.57	0.48	0.28	0.46	0.20	0.02	0.11	0.03	0.93
7/29 - 8/5	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/5 - 8/13	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/13 - 8/19	0.7	-	-	0.04	0.12	0.03	0.08	0.04	0.00	0.02	0.01	-
8/19 - 8/26	28.7	4.38	2.5	0.64	0.46	0.69	0.52	0.45	0.05	0.05	0.05	1.20
8/26 - 9/2	196.1	5.42	0.6	0.64	0.55	5.35	0.62	4.49	0.14	0.28	0.47	0.74
9/2 - 9/9	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/9 - 9/17	42.3	4.76	1.1	0.52	0.45	0.26	0.41	0.25	0.03	0.11	0.05	0.74
9/17 - 9/24	85.4	5.27	0.6	0.18	0.26	1.90	0.13	1.57	0.05	0.07	0.17	0.46
9/24 - 9/30	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/30 - 10/7	41.2	4.70	2.7	0.78	0.92	3.91	1.07	3.45	0.07	0.14	0.36	0.82
10/7 - 10/15	32.4	5.32	0.8	0.17	0.21	1.10	0.29	0.94	0.03	0.03	0.10	0.16
10/15 - 10/21	26.1	5.00	0.8	0.15	0.23	0.25	0.25	0.22	0.02	0.02	0.03	0.26
10/21 - 10/28	46.4	4.52	1.8	0.69	0.54	1.09	0.38	0.88	0.03	0.06	0.09	1.39
10/28 - 11/5	261.1	4.75	1.0	2.27	0.74	4.16	0.63	3.26	0.14	0.14	0.37	4.64
11/5 - 11/11	16.5	4.82	0.9	0.12	0.17	0.09	0.16	0.07	0.01	0.01	0.01	0.25
11/11 - 11/18	2.6	4.20	10.4	0.20	0.26	1.07	0.27	0.95	0.03	0.06	0.10	0.16
11/18 - 11/25	1.5	5.20	6.3	0.05	0.08	0.55	0.07	0.48	0.01	0.02	0.06	0.01
11/25 - 12/2	80.2	5.41	7.7	3.14	2.64	38.84	3.02	34.10	0.73	1.47	3.60	0.31
12/2 - 12/9	4.1	4.70	3.3	0.10	0.26	0.39	0.25	0.34	0.01	0.03	0.04	0.08
12/9 - 12/16	5.9	4.96	6.0	0.26	0.63	1.46	0.55	1.25	0.03	0.15	0.15	0.07
12/16 - 12/23	18.0	5.43	3.4	0.27	0.26	3.85	0.31	3.21	0.06	0.10	0.36	0.07
12/23 - 12/27	1.9	4.24	8.9	0.10	0.32	0.54	0.23	0.47	0.02	0.04	0.06	0.11
12/27 - 1/6	11.8	5.20	3.5	0.26	0.43	1.97	0.38	1.72	0.04	0.11	0.20	0.07
1/6 - 1/14	9.3	4.78	9.0	0.51	1.10	4.11	1.09	3.53	0.09	0.22	0.38	0.15
1/14 - 1/20	2.8	6.35	12.8	0.28	1.27	0.83	1.05	0.74	0.05	0.36	0.11	0.00
1/20 - 1/27	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/27 - 2/3	37.0	5.20	5.6	1.20	0.53	13.30	0.95	11.08	0.27	0.43	1.28	0.23
2/3 - 2/10	2.5	6.39	10.4	0.17	0.17	1.51	0.28	1.32	0.04	0.07	0.14	0.00
2/10 - 2/17	8.4	5.45	2.4	0.16	0.26	0.79	0.34	0.71	0.02	0.07	0.08	0.03
2/17 - 2/25	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/25 - 3/3	57.9	5.31	1.8	0.67	0.71	4.79	1.16	4.22	0.12	0.17	0.45	0.28
3/3 - 3/10	25.5	5.03	1.4	0.32	0.39	0.57	0.42	0.47	0.04	0.06	0.06	0.24
3/10 - 3/17	33.2	5.91	1.7	0.54	0.81	1.43	1.12	1.26	0.07	0.26	0.16	0.04
3/17 - 3/24	12.0	6.45	7.7	0.57	0.51	5.67	0.80	4.95	0.12	0.20	0.53	0.00
3/24 - 3/31	8.9	4.60	4.9	0.46	0.84	0.54	1.30	0.47	0.08	0.13	0.07	0.22
合計	1861.8	-	167.3	22.66	24.70	112.16	28.82	95.97	2.99	6.20	10.75	23.31
平均	-	4.90	-	0.49	0.54	2.44	0.63	2.09	0.06	0.13	0.23	0.52
最大値	261.1	6.45	24.8	3.14	2.64	38.84	3.02	34.10	0.73	1.47	3.60	4.64
最小値	0.0	4.20	0.3	0.02	0.07	0.03	0.07	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00

表 2 曲淵ダム（湿性沈着物）

採取期間	降水量	pH	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺
	mm		mS/m	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²
3/25 - 4/1	64.3	5.09	1.5	0.57	0.73	3.41	0.94	2.97	0.12	0.14	0.32	0.52
4/1 - 4/8	93.6	4.81	1.2	1.07	1.32	0.61	1.85	0.48	0.18	0.16	0.10	1.46
4/8 - 4/15	61.3	4.69	1.7	1.01	0.82	1.89	0.95	1.66	0.09	0.19	0.21	1.26
4/15 - 4/22	40.9	4.65	1.4	0.50	0.53	0.30	0.40	0.14	0.08	0.12	0.05	0.91
4/22 - 4/30	26.6	4.54	2.4	0.54	0.54	1.22	0.59	1.06	0.05	0.07	0.12	0.76
4/30 - 5/7	20.4	4.70	2.4	0.40	0.63	1.07	0.60	0.99	0.09	0.09	0.12	0.40
5/7 - 5/13	48.1	4.99	1.0	0.32	0.35	1.02	0.39	0.82	0.05	0.07	0.11	0.49
5/13 - 5/20	0.9	-	-	0.11	0.10	1.63	0.12	1.41	0.03	0.05	0.15	-
5/20 - 5/27	56.1	5.19	0.4	0.22	0.15	0.11	0.14	0.10	0.02	0.06	0.04	0.37
5/27 - 6/3	38.3	5.14	0.7	0.21	0.41	0.20	0.47	0.15	0.02	0.07	0.04	0.28
6/3 - 6/10	27.5	4.54	1.8	0.54	0.42	0.20	0.55	0.13	0.03	0.08	0.03	0.80
6/10 - 6/17	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/17 - 6/24	156.6	5.09	0.5	0.68	0.73	0.23	1.03	0.17	0.05	0.08	0.06	1.27
6/24 - 7/1	120.4	5.35	0.5	0.41	1.05	1.20	1.04	0.98	0.07	0.11	0.13	0.54
7/1 - 7/8	60.1	5.83	0.2	0.08	0.22	0.23	0.46	0.19	0.04	0.02	0.03	0.09
7/8 - 7/16	213.4	5.28	0.3	0.40	1.05	0.51	1.35	0.43	0.06	0.06	0.09	1.11
7/16 - 7/22	0.3	-	-	0.02	0.04	0.03	0.04	0.05	0.01	0.00	0.00	-
7/22 - 7/29	1.5	4.61	2.9	0.05	0.02	0.11	0.03	0.09	0.00	0.01	0.01	0.04
7/29 - 8/5	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/5 - 8/13	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/13 - 8/19	0.5	-	-	0.02	0.05	0.02	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	-
8/19 - 8/26	45.6	5.34	1.3	0.77	0.38	1.57	0.34	0.61	1.14	0.59	0.17	0.21
8/26 - 9/2	515.0	5.46	0.3	0.98	1.02	4.07	1.17	3.36	0.29	0.30	0.49	1.78
9/2 - 9/9	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/9 - 9/17	32.3	4.63	1.3	0.39	0.35	0.13	0.29	0.12	0.03	0.05	0.03	0.77
9/17 - 9/24	143.1	5.26	0.7	0.40	0.45	4.27	0.41	3.51	0.11	0.11	0.35	0.79
9/24 - 9/30	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/30 - 10/7	128.7	4.92	1.2	0.98	1.09	4.74	1.01	4.05	0.12	0.15	0.42	1.57
10/7 - 10/15	89.8	5.20	0.8	0.37	0.81	2.49	0.25	2.64	0.08	0.08	0.27	0.57
10/15 - 10/21	27.6	4.68	3.1	0.50	0.46	3.91	0.43	3.34	0.08	0.09	0.37	0.58
10/21 - 10/28	63.7	4.67	1.3	0.70	0.62	1.01	0.47	0.86	0.05	0.05	0.10	1.35
10/28 - 11/5	327.3	4.83	1.1	2.70	0.76	9.63	0.77	8.05	0.23	0.22	0.82	4.89
11/5 - 11/11	25.2	4.75	1.5	0.24	0.61	0.80	0.46	0.74	0.03	0.05	0.09	0.45
11/11 - 11/18	15.8	4.44	8.3	0.92	1.10	6.10	1.27	5.37	0.13	0.20	0.62	0.57
11/18 - 11/25	1.9	5.28	10.9	0.10	0.10	1.39	0.07	1.25	0.03	0.05	0.13	0.01
11/25 - 12/2	87.5	5.37	6.0	2.78	2.55	33.04	2.81	28.48	0.66	1.48	3.32	0.37
12/2 - 12/9	5.0	4.30	6.8	0.22	0.55	1.12	0.47	0.97	0.03	0.06	0.12	0.25
12/9 - 12/16	6.4	4.90	8.1	0.33	0.85	2.41	0.62	2.14	0.06	0.19	0.26	0.08
12/16 - 12/23	19.7	5.10	3.9	0.41	0.82	4.06	0.71	3.50	0.08	0.15	0.40	0.16
12/23 - 12/27	3.9	4.25	7.0	0.15	0.49	0.85	0.30	0.76	0.03	0.06	0.09	0.22
12/27 - 1/6	16.5	5.13	4.2	0.45	0.81	3.48	0.51	3.14	0.08	0.21	0.37	0.12
1/6 - 1/14	21.2	4.66	10.9	1.38	2.57	11.65	2.33	10.40	0.28	0.53	1.10	0.47
1/14 - 1/20	4.8	6.29	10.9	0.40	2.01	0.91	1.78	0.81	0.08	0.45	0.13	0.00
1/20 - 1/27	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/27 - 2/3	49.7	5.13	5.5	1.67	0.93	16.66	1.52	14.08	0.33	0.58	1.65	0.37
2/3 - 2/10	5.0	6.43	10.0	0.32	0.33	2.95	0.46	2.66	0.07	0.12	0.28	0.00
2/10 - 2/17	15.0	5.13	1.9	0.25	0.27	0.88	0.29	0.80	0.03	0.07	0.09	0.11
2/17 - 2/25	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/25 - 3/3	75.1	5.40	1.2	0.64	0.79	2.88	1.03	2.60	0.11	0.14	0.28	0.30
3/3 - 3/10	36.5	5.11	2.3	0.50	0.50	3.59	0.43	3.14	0.09	0.13	0.33	0.28
3/10 - 3/17	52.5	5.90	1.6	0.71	1.02	2.92	1.56	2.57	0.16	0.30	0.28	0.07
3/17 - 3/24	15.9	6.45	5.3	0.60	0.63	4.55	1.04	3.98	0.12	0.25	0.47	0.01
3/24 - 3/31	19.2	5.07	2.2	0.52	0.96	0.46	1.41	0.41	0.13	0.19	0.10	0.16
合計	2880.6	-	138.5	27.54	32.98	146.5	35.18	126.1	5.65	8.31	14.71	26.81
平均	-	5.03	-	0.60	0.72	3.19	0.76	2.74	0.12	0.18	0.32	0.62
最大値	515.0	6.45	10.9	2.78	2.57	33.04	2.81	28.48	1.14	1.48	3.32	4.89
最小値	0.0	4.25	0.2	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00

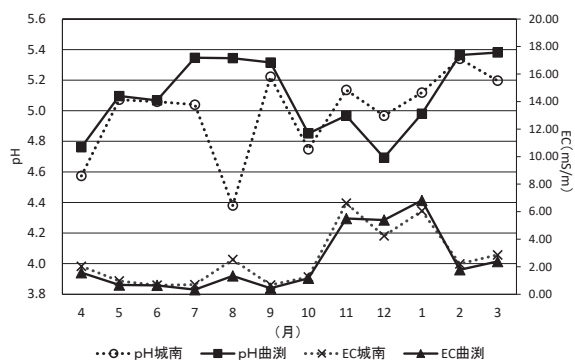
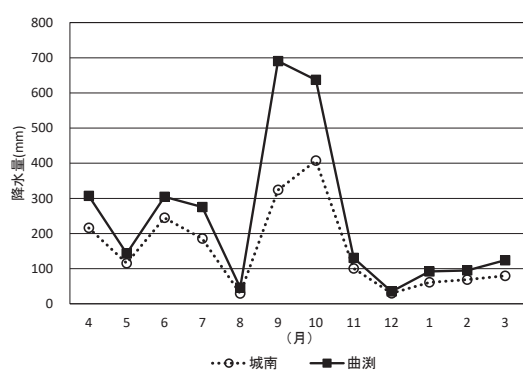


図2 令和6年度降水量, pH, ECの経月変化

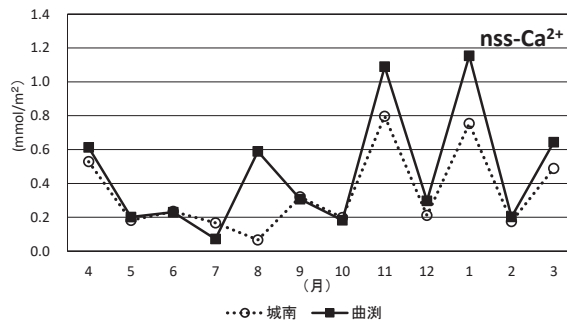
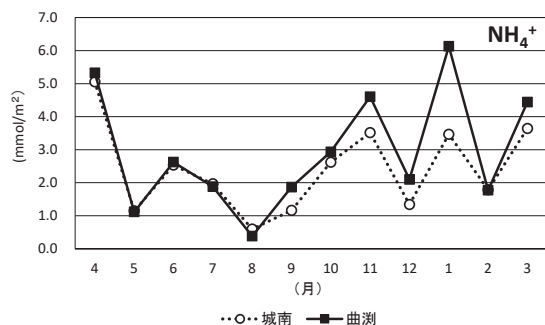
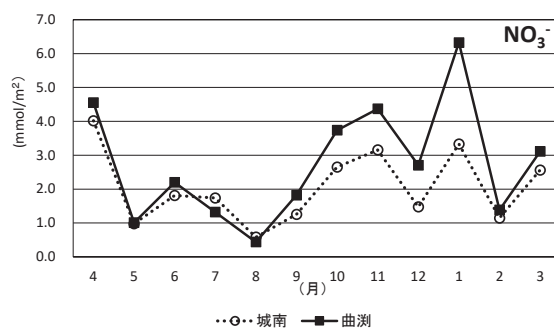
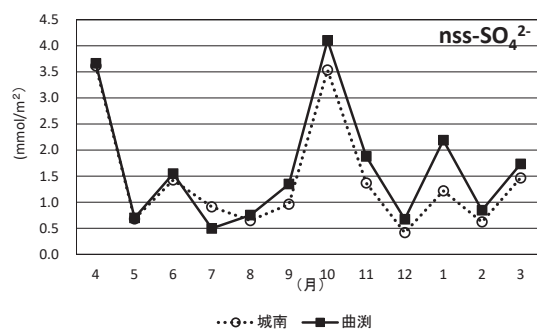


図3 令和6年度イオン成分月間沈着量の経月変化 (nss-SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, nss-Ca²⁺)

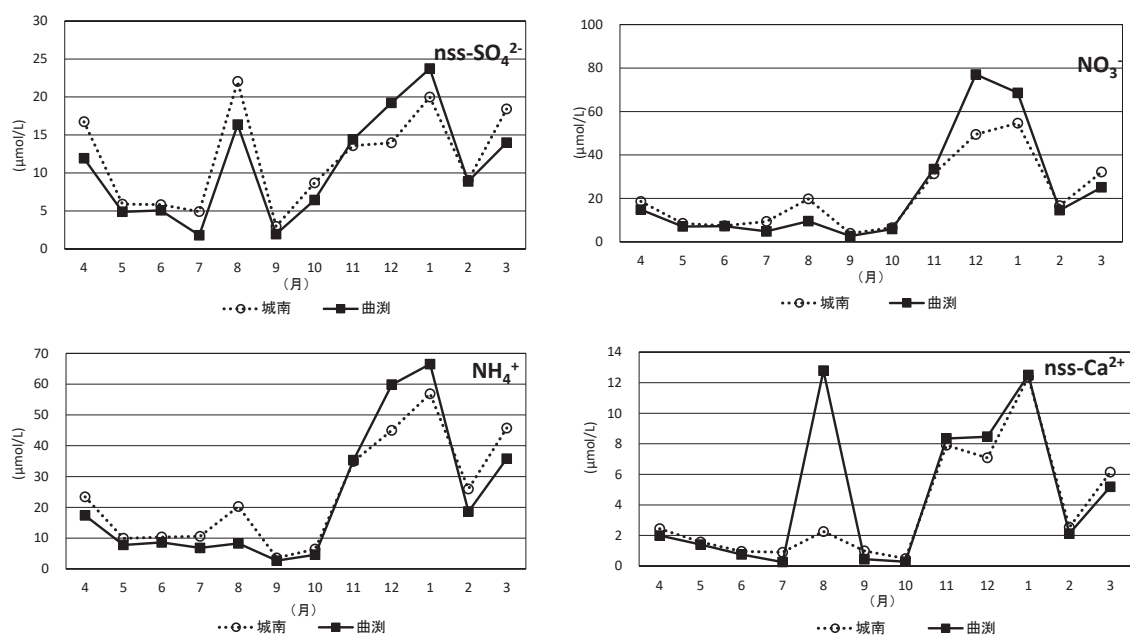


図4 令和6年度イオン成分月間加重平均濃度の経月変化 (nss-SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , nss-Ca^{2+})

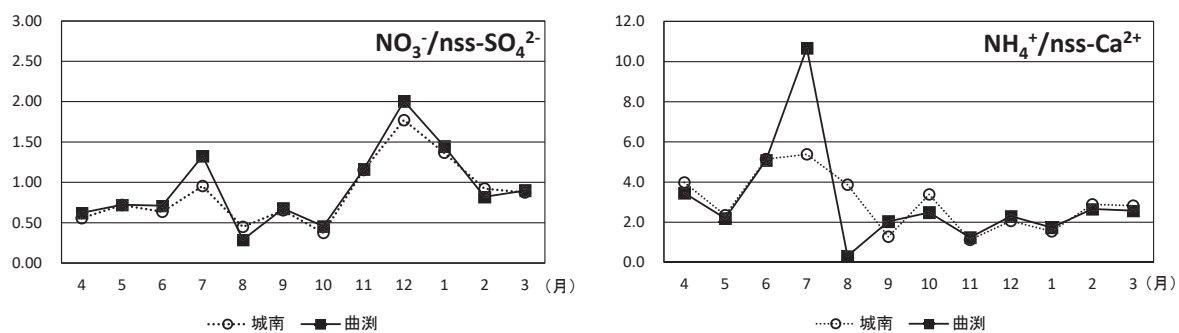


図5 令和6年度酸性成分及び塩基性成分の等量濃度比の経月変化

文献

- 1) 環境省：越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング報告書（平成25～29年度）
- 2) 全国環境研協議会：第6次酸性雨全国調査報告書2019

（令和元）年度

- 3) 環境省：湿性沈着モニタリング手引き書（第2版），2001

熱中症リスク把握のためのメッシュ農業気象データの有用性評価

環境科学課 大気担当

1 はじめに

気候変動やヒートアイランドによる気温上昇に伴い、地方公共団体における熱中症対策の重要性はますます高まっており、福岡市でも市民への熱中症予防に関する注意喚起として「福岡市熱中症情報」ホームページ (<https://heatstroke.city.fukuoka.lg.jp>) を通じ、環境省が提供する暑さ指数の掲載を行っている。しかし、公表している暑さ指数は市街地に位置する福岡管区気象台（以下、「気象台」とする。）の観測値を基に一地点で算出されたものであり、都市内の地形や土地利用の違い等による局地的な気象特性を十分に反映することが難しく、本市全域の熱中症リスクを面的に捉えるには限界がある。

熱中症リスクをより詳細に捉えるためには、面的に分解された気象情報、すなわちメッシュ化されたデータの活用が有効である。なかでも、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）が提供する「メッシュ農業気象データ」は、気象庁による地上気象観測データと数値予報データなど複数の気象データをもとに、地形の標高を考慮し作成された約1 km四方（基準地域メッシュ）単位の気象データ¹⁾である。このデータは気温、相対湿度、日射量などの複数の気象要素を提供しており、主に農業分野での活用が進んでいる²⁾。

今回、本市における熱中症リスクの詳細な把握に向けて、メッシュ農業気象データが局地的な気象特性をどの程度再現できるかを検証した。

2 調査方法

2.1 対象データ及び調査地点

本研究では、2020年7月における気温の特別値（毎正時の前10分間平均気温）を対象とし、以下の3種類のデータを用いた。

- ・気象台の実測気温
- ・福岡市南区桧原に設置した観測地点（以下、「桧原」とする。）の実測気温
- ・メッシュ農業気象データにおける、桧原地点の緯度・経度に対応するメッシュの推定気温

図1に、気象台及び桧原の位置を示す。桧原は気象台から約6.5 km離れた、市街地と山腹の中間に位置する地点であり、地形や土地利用の違いから、気象台とは異なる気象特性を示す可能性がある。

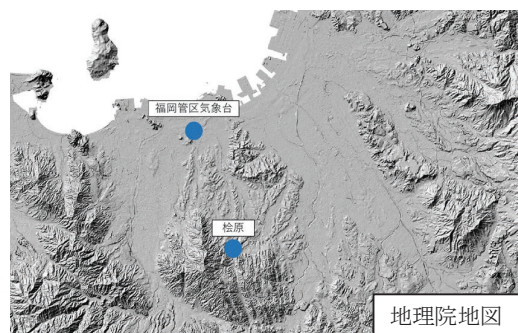


図1 調査地点

2.2 評価手法

初めに、桧原が気象台と異なる気象特性を有しているかを確認するため、両地点における同時刻の気温差を算出した。これにより、桧原が局地的な地形・環境条件の影響を受けた気温分布を示すことを把握した。次に、メッシュ農業気象データにおける桧原地点の緯度・経度に対応するメッシュの推定気温と、桧原で観測された実測気温との関係性を評価した。メッシュ農業気象データが桧原の気温をどの程度再現できるかを検証するため、評価指標として相関係数及び二乗平均平方根誤差（以下、「RMSE」とする。）を用いた。

3 結果

図2に気象台と桧原の気温差（気象台の実測気温 - 桧原の実測気温）を表した折れ線グラフを示す。両地点の間には日によって大きな差が見られ、最大で+3.4℃の乖離が確認された。これは、市街地と山腹の中間に位置する桧原では、市街地に位置する気象台とは異なる気象特性を示すことを意味している。

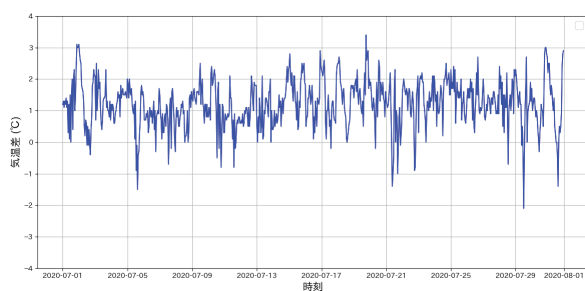


図2 気象台と桧原の気温差

図3に、メッシュ農業気象データに基づく推定気温と桧原の実測気温との関係を示す散布図を示す。これらの評価指標を表1に示す。推定気温は実測気温に対して、相関係数 0.975 と算出されたことから、非常に強い正の相関が認められた。また、RMSE も 0.785°C と 1°C 未満に収まっており、誤差は比較的小さいことが確認された。

以上の結果から、メッシュ農業気象データは、市内における気温分布を約 1 km 解像度で比較的精度高く推定できる可能性があることが示唆された。特に、今回のように局地的な地形の影響を受けやすい地点においても高い一致度が得られた事は、熱中症リスクを面的に評価する際の有用性を示している。

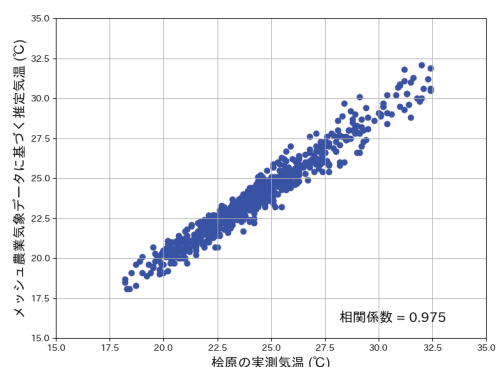


図3 推定気温と実測気温の散布図

表1 推定気温と実測気温の評価指標

評価指標	値
相関係数	0.975
RMSE	0.785°C

文献

- 1) 大野宏之，他：実況値と数値予報，平年値を組み合わせたメッシュ気温・降水量データの作成，生物と気象，16，71～79，2016
- 2) 伊藤昭彦：農業気象学分野で応用可能な広域気象データセットの現状と課題，生物と気象，18，53～69，2018

VIII 学会等発表抄録

1 令和6年度 学会誌等論文発表

演 題 名	氏 名	雑 誌 名	巻(号)・頁・年(西暦)	抄録 No.
LC-Q-TOFMS を用いる輸入食品中の指定外食品添加物一斉試験法	小出石千明 戸渡寛法 吉田聖 佐多建一 近藤芳和子 大木望 江副サハラ 宮崎悦子 坂本智徳 宮尾義浩 中牟田啓子 城戸裕子 近藤美由紀	分析化学	73(10, 11), 611-625, 2024	1)

学会誌等論文発表抄録

1) LC-Q-TOFMS を用いる輸入食品中の指定外食品添加物一斉試験法

小出石千明・戸渡寛法・吉田聖・佐多建一・近藤芳和子・大木望・江副サハラ・宮崎悦子・坂本智徳・宮尾義浩・中牟田啓子・城戸裕子・近藤美由紀

分析化学

我が国において使用が認められていない指定外食品添加物は、食品から検出された場合、その量にかかわらず食品衛生法違反となる。そのため、指定外食品添加物の試験法は確度の高い定性能力が求められる。さらに、令和6年3月に厚生労働省から示された「食品中の食品添加物分析法の妥当性確認ガイドライン」により、報告下限値における真度および精度の確認が必要となった。従来

の試験法は個別分析を基本としているため多成分の検査には複数の試験が必要であり、さらに質量分析による確認が必要な場合があり、多大な労力を要する。そこで、精密質量による確度の高い定性分析及び多成分の同時分析が可能な LC-QTOFMS を用いた試験法の開発を行った。食品試料からの抽出には含水アセトニトリルを用い、n-ヘキサンによる液液分配及び限外ろ過による精製を行った。報告下限値は公定法で規定されていないものについては 0.01g/kg と設定し、ガイドラインに準拠した性能評価を実施した結果、本法は 27 項目において真度・精度の基準を満たし、さらに、これらの 27 項目を含む 40 項目についての確度の高い定性確認法としても有用であることが確認された。

2 令和6年度 学会等口頭発表（WEB等を含む）

演 題 名	発 表 者 (口演者○印)	学 会 名	会 期	開催都市	抄 録 No.
福岡市における水質事故の分析事例	○井戸下風花 嶋田誠 宮崎悦子	第50回九州衛生環境 技術協議会水質分科 会	10/3	宮崎県宮崎市	1)
博多湾における環境DNAを用いた魚類のモニタリング	○有本圭佑 三戸谷勇樹 大平良一	第50回九州衛生環境 技術協議会生物分科 会	10/3	宮崎県宮崎市	2)
福岡市における酸性雨の状況 (2008～2022年度)	○富濱大介 辻井温子 中島亜矢子 島田友梨	第50回九州衛生環境 技術協議会大気分科 会	10/3	宮崎県宮崎市	3)
野菜中の高極性農薬の分析法の検討	○増田 菜 常松順子 木下誠 城戸裕子	第61回全国衛生化学 技術協議会年会	11/21～22	堺市	4)
水質事故等における油種分析事例 について	○嶋田誠 井戸下風花 宮崎悦子	県内保健環境研究所 合同発表会	11/22	北九州市	5)
福岡市における光化学オキシダント の高濃度要因の地域特性把握	副田大介 中島亜矢子 富濱大介 辻井温子 ○島田友梨	大気環境学会九州支 部研究発表会	3/7	福岡市	6)
博多湾における環境DNAを用いた魚類モニタリング	○有本圭佑 三戸谷勇樹 大平良一	第59回日本水環境学 会年会	3/17～19	札幌市	7)

学会等口頭発表抄録（WEB等を含む）

1) 福岡市における水質事故の分析事例

環境科学課 井戸下風花・嶋田誠・宮崎悦子
第50回九州衛生環境技術協議会水質分科会

福岡市保健環境研究所では、区役所、本庁、消防等から依頼を受け、水質事故等の原因物質推定及び有害性確認の分析を行っている。過去5年間における水質事故内容別分析事例数は油流出事故が16件、白濁・着色事故が8件、魚へい死事故が7件、鉄バクテリアが3件、その他が15件の計49件であった。

水路の白濁事例では、白濁成分をエネルギー分散型X線分析装置（以下、「EDS」とする。）で元素分析を行った結果、Tiが含まれる顔料成分であると推察された。

ため池の白濁事例では、白濁成分をEDSで元素分析を行った結果、Si、Alが検出され、現場上流の土砂崩れによる土砂の流入と推察された。

水路への油流出及び着色事例では、水路の水をn-ヘキサンで振とう抽出し、GC-FIDでピークパターンを比較した結果、水路上流の飲食業施設のグリストラップ排水から流れた植物油の大豆油であると推察された。

河川への油流出事例では、河川水を含むオイルマットをペンタンで振とう抽出し、GC/MSで鉱物油標準品とのピークパターンを比較した結果、河川上流のバイク整備店から流れた潤滑油であると推察された。

2) 博多湾における環境 DNA を用いた魚類のモニタリング

環境科学課 有本圭佑・三戸谷勇樹・大平良一
第 50 回九州衛生環境技術協議会生物分科会

能古島及び志賀島のアマモ場を含む周辺海域の魚類相を明らかにするため、令和 5 年 7 月、10 月、令和 6 年 1 月に採水を行い環境 DNA メタバーコーディング法による調査を行うとともに、博多湾に生息する魚種を把握することを目的に令和 6 年 6 月に常時監視地点においても実施した。

能古島では 32～41 種（属）、志賀島は 37～65 種（属）、常時監視地点では 27 種（属）の魚類を検出した。アマモ場周辺に比べ常時監視地点で検出した種（属）数は少ない結果となった。アマモ場周辺ではハゼ類やギンポ類など沿岸域に生息する種を検出しており、一方で常時監視地点ではそれらの魚種が検出されず、遊泳性の魚類を中心に検出していた。

3) 福岡市における酸性雨の状況（2008～2022 年度）

環境科学課 富濱大介・辻井温子・中島亜矢子・島田友梨

第 50 回九州衛生環境技術協議会大気分科会

福岡市では 1990 年度から酸性雨調査を開始し、1991 年度からは、全国環境研協議会による全国調査に参画している。今回、本市の降水における長期的な経年変化について解析した。

調査地点は曲渕（市街化調整区域）及び城南（商業地域）の 2 地点とし、2008 年度から 2022 年度の 15 年間を解析の対象とした。降雨の採取は週に 1 回行い、分析方法及び手順については湿性沈着モニタリング手引き書に従った。

本市の 15 年間の降水組成及び降水による酸・中和成分の沈着傾向を解析した結果、酸性雨は継続している一方で、pH の上昇及び酸性沈着量の減少傾向から、酸性化の改善が示唆された。また、N/S 比が上昇傾向であったことから、中国の排出ガス規制強化の影響による酸性成分の組成変化の可能性が考えられた。

4) 野菜中の高極性農薬の分析法の検討

保健科学課 増田葉・常松順子・木下誠・城戸裕子

第 61 回全国衛生化学技術協議会年会

近年高極性農薬は除草剤等として繁用されているが、LC-MS/MS による分析法で測定可能な成分は一度に数種類であり、一斉分析法については報告例が

少ない。福岡市においても一斉分析に対応できておらず、出荷前の青果物における農薬の適正使用を確認するためには、迅速かつ簡便な分析法の確立が急がれる。

そこで、野菜中に残留する高極性農薬の一斉分析法の開発を目的として、2 種類のイオン交換固相（WCX 及び MAX）を用いた精製方法を検討した。ブロッコリーに対し水を用いて抽出後、一律基準値相当濃度でのブロッコリー抽出液への添加回収試験の結果、WCX 処理試験溶液では、ジクワット、パラコートを含む 7 成分中 6 成分で目標回収率 70～120% を満たした。アシュラムは一律基準値相当濃度添加では回収率が目標値を満たさなかったが、高濃度（0.1 ppm 相当）添加では目標値を満たした。一方、MAX 処理試験溶液ではグリホサート及びグルホシネートが十分に回収できず、今後更なる固相抽出条件の検討の必要性が考えられた。

5) 水質事故等における油種分析事例について

環境科学課 嶋田誠・井戸下風花・宮崎悦子
県内保健環境研究所合同発表会

福岡市では危機管理の一環として、油種の分析法を開発し、水質事故等に対応できる体制をとっている。油種分析は鉱物油を構成する化学物質の違いにより判別を行うが、この構成物質は世界情勢や条約等で変わることが想定される。そのため、油種分析を行うにあたっては、最新の情報、新たな標準物質の入手、現場の情報等状況に合わせた分析法の更新が必要となる。そこで、状況に応じて様々な構成物質を利用した油種分析の事例を紹介した。また、中高生向けとして、本分析法を利用した実験体験及び環境学習・啓発を行ったので、事例紹介を行った。

6) 福岡市における光化学オキシダントの高濃度要因の地域特性把握

環境科学課 副田大介・中島亜矢子・富濱大介・辻井温子・島田友梨

大気環境学会九州支部研究発表会

福岡市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同様低く、Ox 濃度低減は重要な行政課題である。Ox の高濃度要因として、オゾン消失を伴う NO タイトレーション効果の低下や越境移流による Ox 濃度の増加などが挙げられるが、地域ごとに発生源や移流の影響が異なるため、地域特性を踏まえた汚染状況の把握が求められる。本研究では、クラスター分析を用いて福岡県内の地域特性を分類し、さらにオゾン生成レジームの推定を通じて各地

域の高濃度要因を検討した。また、PLS 回帰を用いて代表地点での高濃度要因を解析し、得られた知見に基づき対策の方向性を検討した。

その結果、都心部での NMHC 削減と郊外部での NOx 削減の組み合わせなどの施策により、NOx 律速領域を広げることが、本市の Ox 対策の方向性として有効であると推察された。

7) 博多湾における環境 DNA を用いた魚類モニタリング

環境科学課 有本圭佑・三戸谷勇樹・大平良一
第 59 回日本水環境学会年会

環境 DNA メタバーコーディング法による調査を博多湾のアマモ場、常時監視地点で実施した。能古島及び志賀島のアマモ場を含む周辺海域の魚類相を明らかにするため、有効な調査手法の検討を行った。

採水方法を比較したところ反復採水はプーリング採水に比べ検出種数が多く、魚類相を明らかにするのに有効であると考えられた。

また、常時監視地点において令和 6 年 6 月、8 月、11 月に調査を実施したところ種数は 8 月が最も多く、アマモ場周辺で検出される魚種と比較すると一部異なる傾向がみられた。

編 集 委 員

石 井 美 栄 ・ 城 戸 裕 子 ・ 船 越 吾 朗 ・ 久 保 田 晶 子
坂 本 智 徳 ・ 島 田 友 梨 ・ 永 井 里 苗 ・ 近 藤 芳 和 子
富 濱 大 介 ・ 大 久 保 彰 人

福岡市保健環境研究所報 (ISSN 1343-3512) 第 5 0 号

令和 6 年度版

発行所 福岡市保健環境研究所

〒 810-0065 福岡市中央区地行浜 2 丁目 1 番 3 4 号

T E L 092(831)0660 (代)

F A X 092(831)0726

[https://www.city.fukuoka.lg.jp/
hokanken/index.html](https://www.city.fukuoka.lg.jp/hokanken/index.html)

(所報Web版を掲載しておりますのでご参照下さい)

印刷所 城島印刷株式会社

〒 810-0012 福岡市中央区白金 2 丁目 9 - 6

T E L 092(531)7102

Annual Report
of
Fukuoka City Institute
of Health and Environment

Volume 50

December 2025

福岡市保環研報

Ann.Rep.Fukuoka Inst. of
Health and Environment

Fukuoka City Institute of Health and Environment

2-1-34 Jigyohama

Chuo-ku Fukuoka Japan

<https://www.city.fukuoka.lg.jp/hokanken/index.html>