

# 福岡市保健環境研究所報

第 4 8 号

令和 4 年度

福岡市保健環境研究所



## はじめに

このたび、当研究所における令和4年度の業務の成果を所報に取りまとめましたので、御高覧のうえ、御指導、御助言をいただければ幸いに存じます。

当研究所は、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し、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、水質の汚染防止等の環境保全に関する様々な調査研究及び試験検査を実施しています。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、環境学習やイベントを通じ、市民の皆様への情報の発信、NPO等の交流活動の拠点としての活動等に取り組んでいます。

新型コロナウイルス感染症については、国内1例目が確認された令和2年1月から丸3年が経過しました。令和5年5月8日から季節性インフルエンザなどと同じ「5類感染症」へと移行されましたが、収束の時期は未だに不透明です。また、感染症法等改正により地方衛生研究所が法的に明確に位置づけられ、新興・再興感染症の発生や健康危機を想定し、専門的知識及び技術を必要とする調査研究、試験検査を行うための体制整備の強化が求められており、当研究所の果たすべき役割はますます大きなものとなっています。

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。今後とも皆様方のご指導、ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

令和5年12月

福岡市保健環境研究所

所長 城戸 裕子



# 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5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4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	12
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	26
2)	大気担当	29
4	危機管理	30
III	非定期業務	
1	微生物（保健科学課）	
1)	細菌担当	31
2)	ウイルス担当	31
3)	感染症担当	33
2	理化学（保健科学課）	
1)	食品化学担当	34
2)	微量分析担当	34
3	新型コロナウイルス検査（保健科学課）	35
4	環境科学（環境科学課）	
1)	水質担当及び生物担当	36
2)	大気担当	37

IV	情報発信・提供事業	
1	保健環境学習室「まもる一む福岡」	39
2	体験学習，出前講座等	41
3	施設見学・視察の受け入れ	41
4	広報誌等における情報の発信	41
5	調査研究等報告会	42
V	技術研修等	
1	指導研修	43
2	学会，研修等（WEB等を含む）	43
VI	報告・ノート	
1	福岡市における SARS-CoV-2 のゲノム解析	49
	讃井武蔵 ほか	
2	加工食品からの食用赤色 102 号の副成色素の検出事例	55
	近藤芳和子 ほか	
3	3 層固相ミニカラムを用いた加工食品中に高濃度に含まれる農薬の迅速分析法	60
	矢野智也 ほか	
4	LC-MS/MS によるテトロドトキシン分析法の改良	69
	増田栞 ほか	
5	環境 DNA メタバーコーディング法の福岡市内河川における魚類モニタリング調査への有用性	75
	中山恵利 ほか	
6	季節調整法を用いた博多湾の長期水質変動解析	79
	有本圭佑 ほか	
7	福岡市内河川の底生動物を用いた環境評価－室見川，2022 年－	89
	有本圭佑 ほか	
8	福岡市における熱中症搬送患者の発生状況の解析（平成 30 年～令和 4 年）	99
	中島亜矢子 ほか	

VII	資 料	
1	令和4年度 食中毒・相談等に伴う保健所からの依頼検査の結果	103
2	令和4年度 三類感染症発生状況	106
3	食品に関する相談事例（令和4年度）	111
4	ミネラルウォーター類中の水銀試験法における測定装置変更に伴う妥当性確認	114
5	金属製容器包装入り清涼飲料水中のスズ試験法の妥当性確認	116
6	令和4年度 主要食品添加物の検出状況	118
7	シリカモノリス捕集剤を用いた迅速分析法の検討	119
8	令和4年度 化学物質環境実態調査（アトルバスタチン）	122
9	令和4年度 水質関係相談処理等依頼検査結果	125
10	博多湾で採取された球状固形物の成分分析	126
11	博多湾沿岸域における貧酸素発生状況調査	130
12	PM <sub>2.5</sub> 成分組成（令和4年度）	134
13	令和4年度 福岡市の酸性雨調査結果	138
VIII	学会等発表抄録	
1	令和4年度 学会誌等論文発表	145
2	令和4年度 学会等口頭発表（WEB等を含む）	147



# 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。

## 2 施 設

- 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〕
- 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〕

敷地面積：2,725.65m<sup>2</sup>  
延床面積：7,384.41m<sup>2</sup>（うち，まもる一む福岡 550m<sup>2</sup>）  
高 さ：28.4m  
構造規模：鉄骨鉄筋コンクリート造地上5階  
所 在 地：福岡市中央区地行浜2丁目1-34

### 3 組織及び事務分掌・職員定数

(令和5年5月1日現在)

所長 (34)	保健科学課 (21)	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 腸内病原菌・梅毒等細菌検査
		主任研究員 【食品化学担当】 (6)	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
	環境科学課 (12)	管理係 (2)	1 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 4 所の所掌事務に関わる連絡調整
		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調査研究 2 悪臭等の検査

\*他に会計年度任用職員 (検査員等) 12 名を配置



## 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（10 人）
- ・市職員（3 人）

### 3) 令和 4 年度の開催状況

- ・開催日時 令和 4 年 8 月 22 日（月）15：30～17：30
- ・場 所 オンライン開催
- ・議 題
  - (1) 調査研究実施計画（新規調査研究）について（2 件）  
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  
浴槽水等の細菌群集構造（細菌叢）解析
  - (2) 調査研究最終報告について（3 件）  
PM2.5 成分の経年変化及び PM2.5 高濃度・黄砂飛来事例の解析  
有害大気汚染物質モニタリング結果の解析（測定地点の特徴の解明）  
食品及びヒトから分離した *Campylobacter jejuni/coli* の疫学的解析

## 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（1 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）
- ・福岡市役所に所属する者（1 人）

### 3) 令和 4 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 4 年 6 月 16 日）  
研究の名称：「*Listeria monocytogenes* 集団検出事例- 福岡市」

## 8 令和4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	601	1,542	
			環境衛生関係検査 (プール, 公衆浴場水等)	309	350	
			環境保全関係検査 (事業場排水)	29	29	
			井戸水等細菌検査	1,145	1,972	
			HIV検査	1,984	2,007	
			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)	77	122	
			感染症発生動向調査事業 (細菌検査)	39	78	
			腸内病原菌検査 (サルモネラ属菌, 赤痢菌等)	1,409	4,227	
			梅毒検査	1,646	3,292	
			結核菌遺伝子型別検査	53	53	
			非定期業務	行政からの依頼検査 (細菌)	214	1,253
				行政からの依頼検査 (ウイルス)	145	294
				行政からの依頼検査 (新型コロナウイルス関連)	5,263 ※	8,469
				感染症発生動向調査ウイルス検査 (全数把握)	4,576	4,653
			感染症法に基づく細菌検査	881	881	
			行政からの依頼検査 (感染症)	165	171	
			<b>小 計</b>	<b>18,536</b>	<b>29,393</b>	
		理化学 (保健科学課)	定期業務	食品等行政収去検査	334	10,875
				家庭用品試買検査	30	42
			非定期業務	行政からの依頼検査 (食中毒・相談等)	5	12
				行政からの依頼検査 (その他)	17	77
				委託事業 (血中PCB)	26	26
			<b>小 計</b>	<b>412</b>	<b>11,032</b>	
		環境科学 (環境科学課)	定期業務	公共用水域, 地下水等水質検査	185	1,799
				公共用水域底質調査	17	34
				特定事業場検査	35	267
				生活衛生関係検査	72	306
				井戸水等検査	958	8,017
				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	41	246
				環境省委託調査	4	14
			その他の調査	4	36	
		<b>小 計</b>	<b>1,738</b>	<b>19,233</b>		
		<b>計</b>	<b>20,686</b>	<b>59,658</b>		
(2) 信頼性確保等	微生物 (保健科学課)	外部精度管理		34	34	
		内部精度管理		96	96	
		機器日常検査等		12,097	12,097	
		<b>小 計</b>		<b>12,227</b>	<b>12,227</b>	
	理化学 (保健科学課)	外部精度管理		20	92	
		内部精度管理		72	1,650	
		機器日常検査等		2,307	2,307	
		妥当性評価		165	17,303	
		<b>小 計</b>		<b>2,564</b>	<b>21,352</b>	
	環境科学 (環境科学課)	外部精度管理		4	30	
		内部精度管理		4	4	
		<b>小 計</b>		<b>8</b>	<b>34</b>	
			<b>計</b>	<b>14,799</b>	<b>33,613</b>	
	<b>総 計</b>		<b>35,485</b>	<b>93,271</b>		

※新型コロナウイルスゲノム解析のため, 民間検査機関から搬入された検体数. 他にゲノム解析には, 感染症発生動向調査(全数把握)検体の一部も用いている.

## 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	175	3,893	
	体験学習, 出前講座等	3	348	
	施設見学・視察の受け入れ	8	52	
	広報誌等における情報の発信	3	-	
	調査研究等報告会	1	20	
	計	190	4,313	
技術研修等	研修生受入	5	59	
	学会, 研修等派遣	64	276	
	計	69	335	
調査・研究	紙上発表	学会誌等	3	-
		所報	11	-
	口頭発表等	小計	14	-
		学会・協議会等	6	-
		小計	6	-
		計	20	-
総計	279	4,648		

## 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) 2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
	薬剤耐性菌の分子疫学解析法(PFGE法)の検討	国内での院内感染発生事例があり, 問題となっている薬剤耐性菌感染症のうち報告数が多い菌種について, 酵素の反応条件や泳動条件等の検討を行い, マニュアルを作成して検査体制を整備する.	R3年度~R5年度
理化学 (保健科学課) 3件	輸入食品中の指定外食品添加物一斉試験法の開発	収去検査においてより多くの項目を検査することを目的とし, LC-Q/TOFMSによる輸入食品中の指定外食品添加物一斉試験法を開発する.	R1年度~R4年度
	加工食品中のアレルギー物質検査における遺伝子検出法	加熱加工食品を対象としたアレルギー物質の検査において, リアルタイムPCR法による高感度かつ特異性の高い遺伝子検出法の開発を目指す.	R1年度~R4年度
	健康危機管理のためのLC-Q/TOFMSを用いた植物性自然毒一斉分析法の開発	植物性自然毒による健康危機管理事案発生時の迅速な原因究明を目的として, 代表的な植物性自然毒に関する一斉分析法を開発する.	H30年度~R4年度
環境科学 (環境科学課) 7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
	シリカモノリス捕集剤を用いた迅速分析法の開発	シリカモノリス捕集剤を用いて, 空気中の化学物質の捕集から検査室での機器分析までを迅速に行う分析法の開発を行う.	R3年度~R4年度
	沿岸海域における新水質環境基準としての底層溶存酸素(貧酸素水塊)と気候変動の及ぼす影響把握に関する研究	博多湾の物質循環の指標(有機物分解等に伴う溶存酸素消費, 栄養塩の量と質)の測定と既存の測定データを基にした評価・解析を行い, 貧酸素水塊の実態を把握するとともに, DOロガーによる連続調査を実施し, DO濃度と関連項目の関係について解析する. また, 博多湾の公共用水域データを基に長期水質変動の解析を行う(II型共同研究).	R2年度~R4年度
	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	博多湾環境保全計画(二次)の指標となっている魚類の調査に用いられている捕獲調査等に代わる効率的なモニタリング手法として, 環境DNA技術を用いた調査の検討を行う.	R3年度~R5年度
	里海里湖流域圏が形成する生態系機能・生態系サービスとその環境価値に関する研究	博多湾のアマモ場周辺に生息している魚類について, 環境DNA技術を用いた網羅的調査により, アマモ場の生態系機能に係る効果を検証する(II型共同研究).	R3年度~R5年度

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	光化学オキシダントの新指標を用いて、福岡市における光化学オキシダントの長期的な経年推移を把握する。また、常時監視データや気象データを用いて、本市の高濃度事例が越境移流、地域汚染又は複合のどの要因で生じているかを解析する。	R4年度～R5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) 2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)
	急性呼吸器疾患の検体中におけるRSVを含む呼吸器系ウイルス検出に関する研究に参加した。(日本医療研究開発機構研究費 新興・再興感染症に対する革新的医薬品等開発推進研究事業)
理化学 (保健科学課) 1件	特定原材料検査における改良抽出法の評価を目的とした特定原材料検査(小麦)の試験室間共同試験に参加した。(厚生労働科学研究費 食品衛生検査施設等の検査の信頼性確保に関する研究)
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。収去検査については、新型コロナウイルス感染症の影響による収去検査中止期間（4月1日～5月15日、7月19日～9月11日）があり、例年に比べ検体数は大幅に減少した。

表 1 検体数総括

区 分	検体数	項目数
食品収去検査	601	1,542
環境衛生関係検査	309	350
環境保全関係検査	29	29
井戸水等検査	1,145	1,972
計	2,084	3,893

#### (1) 食品収去検査

食品収去検査は 601 検体、1,542 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。

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	レジオネラ属菌
プール水	52	93	41	41	11
公衆浴場等浴槽水	257	257			257
計	309	350	41	41	268

#### (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 29 検体実施した。

#### (4) 井戸水等検査

井戸水等の細菌検査は 1,145 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	1,145	1,972	859	1,113

#### (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「2022 年度食品衛生外部精度管理調査」9 検体及び「レジオネラ属菌検査の精度管理の調査研究」1 検体実施した。

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 18 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 15 検体実施した。

機器の日常検査は 5,383 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	10	10
内部精度管理	33	33
機器日常検査	5,383	5,383
計	5,426	5,426

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	クロストリジウム属菌	恒温試験	細菌試験	VTEC
乳製品	4	8		4					4					
アイスクリーム類	13	35	13	13	9									
氷雪	2	4	2	2										
清涼飲料水	14	28	14	14										
魚介類	77	162	77	37						40				8
肉類	83	92				3		89						
食肉製品類	5	12		1	3	3	4				1			
鯨肉製品類	2	4	2	2										
菓子類	82	275	82	82	82	29								
めん類	34	102	34	15	34		19							
豆腐類	11	22	11	11										
漬物類	11	24					11			9				4
缶詰類	7	14										7	7	
弁当及びそうざい	244	732	244	244	244									
容器包装詰加圧加熱殺菌食品	8	16										8	8	
その他	4	12	4	4	4									
計	601	1,542	483	429	376	35	34	89	4	49	1	15	15	12

## 2) ウイルス担当

市民から依頼される HIV の血清検査及び調査業務として行っている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	1,984	2,007
行政からの依頼検査		
ヒトスジシマカのウイルス検査	0	0
調査業務		
感染症発生動向調査 (ウイルス・定点把握)	77	122
計	2,061	2,129

### (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 4 年度は 1,984 検体の検査を実施し、このうちスクリーニング検査陽性の 15 検体について、確認検査(イムノクロマト法 14 検体、酵素免疫測定法 5 検体、遺伝子検査 4 検体)を行った結果、12 検体が陽性 (0.6%) であった。

### (2) ヒトスジシマカのウイルス検査

福岡市感染症危機管理専門委員会の意見に基づき、蚊媒介感染症に係る平常時の対策として、平成 28 年 6 月から、ヒトスジシマカのウイルス保有状況を調査している。令和 4 年度は新型コロナウイルス感染症の影響で依

頼がなかった。

### (3) 感染症発生動向調査 (ウイルス・定点把握)

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 4 年度は患者 35 名から採取された 77 検体について、ウイルス分離を行った。また、他にイムノクロマト法、赤血球凝集抑制試験、遺伝子検査を実施した。表 7 に月別のウイルス検出状況を示す。

### (4) 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 8 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「新型コロナウイルスの次世代シーケンシング (NGS) による遺伝子の解読・解析」3 検体、「新型コロナウイルス核酸検出検査」6 検体及び国立感染症研究所のインフルエンザサーベイランス「ウイルス分離培養・同定技術の実態調査 (iTips)」5 検体について実施した。

内部精度管理として、培養細胞のマイコプラズマ汚染否定試験を 1 回 5 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 15 回 41 検体実施した。

機器の日常検査は 3,848 件実施した。

表 8 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	14	14
内部精度管理	46	46
機器の日常検査	3,848	3,848
計	3,908	3,908

表 7 令和 4 年度検体採取月別ウイルス検出状況

臨床診断名	検出ウイルス	検体採取月別ウイルス検出状況												検出数		
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3			
感染性胃腸炎	アデノウイルス 1 型	1														1
感染性胃腸炎	アデノウイルス 41 型			2												2
感染性胃腸炎	ロタウイルス A 群										1					1
インフルエンザ	インフルエンザウイルス A/H3 型					3										3
手足口病	アデノウイルス 1 型							1								1
咽頭結膜熱	アデノウイルス 2 型										1					1
突発性発疹症	コクサッキーウイルス A9 型										1					1
RS ウイルス感染症	RS ウイルス												1			1
	計	1	2	3	1	3	1	1	2	1	1	1				11

### 3) 感染症担当

市民等からの依頼による腸内病原菌検査及び梅毒検査並びに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の総括を表9に示す。

表9 検体数総括

区 分	検体数	項目数
腸内病原菌検査	1,409	4,227
梅毒検査	1,646	3,292
結核菌遺伝子型別検査	53	53
感染症発生動向調査（細菌）	39	78
計	3,147	7,650

#### (1) 腸内病原菌検査

腸内病原菌検査は1,409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3検体（0.21%）であった。

#### (2) 梅毒検査

梅毒検査は1,646検体についてTP抗原法とSTS法を同時に実施した。陽性は131検体（8.0%）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53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39検体について、薬剤耐性遺伝子検査とディスク法による薬剤感受性試験を実施した。検体数の内訳を表10に示す。

表10 感染症発生動向調査（細菌）検体数

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科細菌	37	74
バンコマイシン耐性腸球菌	2	4
計	39	78

### (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総括を表11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2,866件実施した。

表11 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	2,866	2,866
計	2,893	2,893

## 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、市内で製造し、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。新型コロナウイルス感染症の影響による収去検査中止期間（4月1日～5月15日、7月19日～9月11日）があり、例年に比べ検体数は大幅に減少した。

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に示し、違反事例を表4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5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
食品等の行政収去検査 (うち項目間の重複)	334 (28)	10,875
家庭用品試買検査	30	42
計	364	10,917

(項目間の重複 28 検体を除く合計は 336 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	151	1,203
成分規格	18	32
残留農薬	32	8,610
動物用医薬品	20	908
その他	113	122
家庭用品	30	42
計	364	10,917

(項目間の重複 28 検体を除く合計は 336 検体)

表4 違反事例

食品名	検査項目	違反内容
辛子明太子	着色料	食用赤色 40 号表示なし <sup>※1</sup>
辛子明太子	着色料	食用黄色 5 号表示なし <sup>※1</sup>
おりがみ	溶出試験 (着色料)	指定外着色料溶出 <sup>※2</sup>

※1：食品表示法違反

※2：食品衛生法（おもちゃの製造基準）違反

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		
食品衛生外部精度管理調査	6	46
国等の調査研究	14	46
小計	20	92
内部精度管理		
日常的添加回収	66	1,582
濃度未知試料分析	6	68
小計	72	1,650
機器日常検査	2,307	2,307
妥当性評価	165	17,303
計	2,564	21,352

### 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6及び表7のとおり実施した。

表7 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	1	1
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)	3	3
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
家庭用洗剤	3	15
計	30	42
違反件数	0	0

#### (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、発色剤、漂白剤、着色料等の検査を実施した。このうち食品表示法違反（着色料（法定タール色素）の表示なし）が2件あった（表4）が、使用基準に適合しないものはなかった。

成分規格等の検査は、米、乳、乳製品及びおもちゃに

ついて実施した。このうち食品衛生法のおもちやの製造基準違反が1件あった(表4)。

主要食品添加物の検出状況は「Ⅶ 資料(令和4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。

## 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, 野菜及びこれらの加工品の計32検体について農薬の検査を実施した。検体数, 項目数を表8に示す。それぞれの検査項目は表9に示す。その結果, 表10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8 農薬検査実施状況

検体名	検体数		項目数	
穀類*	5	(0)	1,320	(0)
野菜*	27	(12)	7,290	(3,240)
計	32	(12)	8,610	(3,240)

※加工品を含む

( )内は輸入品(内数)

### (2) 動物用医薬品の検査

肉類及び養殖魚介類の計20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11に示す。それぞれの検査項目は表12に示す。その結果, いずれも定量下限未満であった。

表11 動物用医薬品検査実施状況

検体名	検体数		項目数	
肉類	4	(0)	172	(0)
養殖魚介類	16	(3)	736	(138)
計	20	(3)	908	(138)

( )内は輸入品(内数)

表10 農薬の検出状況

検体名	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)	
きゅうり	国産	アゾキシストロビン	1/3	33	0.08	0.08	1
だいこんの根	国産	ジノテフラン	1/2	50	0.01	0.01	0.5
チンゲン菜	中国	メトキシフェノジド	1/1	100	0.08	0.08	30
トマト	国産	フルジオキサニル	1/1	100	0.01	0.01	5
トマト	国産	ジノテフラン	1/1	100	0.03	0.03	2
なす	国産	チアクロプリド	1/1	100	0.02	0.02	1
ほうれんそう	中国	クロルフェナピル	1/1	100	0.06	0.06	3
ほうれんそう	中国	シペルメトリン	1/1	100	0.20	0.20	5
ほうれんそう	中国	メトキシフェノジド	1/1	100	0.02	0.02	30
未成熟いんげん	ベルギー	ボスカリド	1/3	33	0.05	0.05	5
未成熟いんげん	中国	シフルトリン	1/3	33	0.02	0.02	0.5
玄米	国産	ジノテフラン	1/5	20	0.09	0.09	2
玄米	国産	フェリムゾン	1/5	20	0.06	0.06	2

※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

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							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					残留農薬	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
検査件数合計 (輸入品)	306 (34)	10,875 (3,544)	199 (24)	130 (16)	162 (63)	30 (6)	32 (54)	618 (54)	32	8,610 (3,240)	908 (138)			10	5	17 (3)	64	58	
基準等違反件数 (輸入品)	3	3						2								1			
魚介類 (輸入品)	47 (3)	774 (141)				7 (3)				736 (138)							30	1	
魚介類加工品 (輸入品)	63	503	51	34	72		28	300									7	11	
肉卵類及びその加工品 (輸入品)	11	199	12	8			4			172							1	2	
乳・乳製品及びその加工品 (輸入品)	4	4												4					
アイスクリーム類・氷菓 (輸入品)	3	21	9	6															
穀類及びその加工品 (輸入品)	36 (1)	1,442 (5)	6 (3)	4 (2)			60	32		1,320					5		6	9	
野菜類・果物及びその加工品 (輸入品)	63 (5)	4,068 (25)	70 (6)	44 (4)		23 (3)		132 (12)		3,780							14	5	
菓子類 (輸入品)	38 (5)	94 (54)	12 (9)	8 (6)	18 (18)			21 (21)									6	29	
清涼飲料水 (輸入品)																			
酒精飲料 (輸入品)																			
冷凍食品 (輸入品)	13 (12)	3,510 (3,240)																	
かん詰・びん詰食品 (輸入品)	7 (6)	72 (67)	9 (6)	6 (4)	36 (36)			21 (21)		3,510 (3,240)									
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)	6 (1)	17 (3)														17 (3)			
その他(上記以外) (輸入品)	15 (1)	171 (9)	30 (9)	20	36 (9)			84										1	





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		食品添加物製剤		乳理化学		金属等		材質試験・溶出試験		
	成分規格 検体数	項目合計 検体数	検体数	項目数	比重 項目数	酸度 項目数	無脂乳固形分 項目数	水分 項目数	乳固形分 項目数	検体数	項目数
検体件数合計 (輸入品)	18 (1)	32 (3)		7	10	3	4	3	5	6	17 (3)
基礎検査件数 (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	4		4	4		4				
アイスクリーム類・氷菓 (輸入品)	3	6		3	6		3				
穀類及びその加工品 (輸入品)	5	5							5		
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)											
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)	6 (1)	17 (3)									6 (1)
その他 (上記以外) (輸入品)											

表 6 食品等収去検査実施状況 (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	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	グニ	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)	113	122	55	64	3	37	1	7	4	6	6				58	58		9	15	15	8				11
基準等違反件数 (輸入品)																									
魚介類 (輸入品)	31	31	30	30		30									1	1									1
魚介類加工品 (輸入品)	18	18	7	7		7									11	11		1		2					8
肉卵類及びその加工品 (輸入品)	3	3	1	1			1								2	2				1					1
乳・乳製品及びその加工品 (輸入品)																									
アイスクリーム類・米菓 (輸入品)																									
穀類及びその加工品 (輸入品)	12	15	3	6						3	3				9	9		3		5					1
野菜類・果物及びその加工品 (輸入品)	16	19	11	14	3		7	4							5	5		1	1	3					
菓子類 (輸入品)	32	35	3	6						3	3				29	29		4	14	8					3
清涼飲料水 (輸入品)																									
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)																									
おもちや (輸入品)																									
その他(上記以外) (輸入品)	1	1													1	1									1

表9 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)	アシフルオルフェン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(12)	アジムスルフロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(13)	アジンホスメチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(14)	アセタミプリド	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(15)	アセフェート	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(16)	アゾキシストロビン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(17)	アトラジン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(18)	アニロホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(19)	アメトリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(20)	アラクロール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(21)	アラマイト	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(22)	イサゾホス	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)	イソキサンジフェンエチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(25)	イソフェンホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(26)	イソプロカルブ	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(27)	イソプロチオラン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(28)	イプロバリカルブ	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(29)	イプロベンホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(30)	イマザキン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(31)	イマゾスルフロン	—	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)	エタメツルフロンメチル	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)	エトキシスルフロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(41)	エトフェンプロックス	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)	エンドスルフアン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(45)	オキサジアゾン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(46)	オキサジキシル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(47)	オキサミル	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(48)	オキシカルボキシシン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(49)	オメトエート	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(50)	オリサストロビン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(51)	カズサホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(52)	カフェンストロール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(53)	カルバリル	—	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(54)	カルフェントラゾンエチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(55)	キナルホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(56)	キノキシフェン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(57)	キノクラミン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(58)	キントゼン	0.01	—	0.01	—	GC/MS/MS
(59)	クミルロン	—	0.01	—	—	LC/MS/MS
(60)	クレソキシムメチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(61)	クロキントセットメキシル	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS

表9 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)	クロジナホップ酸	—	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(63)	クロチアニジン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(64)	クロフェンテジン	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(65)	クロマゾン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(66)	クロランスラムメチル	—	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(67)	クロリダゾン	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(68)	クロリムロンエチル	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(69)	クロルエトキシホス	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(70)	クロルスルフロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(71)	クロルタールジメチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(72)	クロルデン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(73)	クロルピリホス	0.01	0.01	0.01	0.01	GC/MS/MS
(74)	クロルピリホスメチル	0.01	0.01	0.01	0.01	GC/MS/MS
(75)	クロルフェナビル	0.01	—	0.01	—	GC/MS/MS
(76)	クロルフェンソク	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(77)	クロルフェンジンホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(78)	クロルブファム	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(79)	クロルベンシド	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(80)	クロロネブ	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(81)	クロロベンジレート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(82)	シアゾファミド	—	0.01	—	—	LC/MS/MS
(83)	シアナジン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(84)	シアノホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(85)	ジウロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(86)	ジエトフェンカルブ	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(87)	シクラニリド	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(88)	ジクロスラム	—	0.01	—	—	LC/MS/MS
(89)	シクロスルファムロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(90)	ジクロトホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(91)	ジクロフェンチオン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(92)	ジクロホップメチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(93)	ジクロラン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(94)	ジコホール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(95)	シニドシエチル	0.01	—	0.01	—	GC/MS/MS
(96)	シノスルフロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(97)	ジノテフラン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(98)	シハロホップブチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(99)	ジフェナミド	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(100)	ジフェノコナゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(101)	シフルトリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(102)	ジフルフェニカン	0.01	—	0.01	—	GC/MS/MS
(103)	ジフルベンズロン	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(104)	シプロコナゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(105)	シプロジニル	—	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(106)	シペルメトリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(107)	シマジン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(108)	シメコナゾール	—	0.01	—	—	LC/MS/MS
(109)	ジメタメトリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(110)	ジメチリモール	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(111)	ジメチルビンホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(112)	ジメテナミド	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(113)	ジメトエート	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(114)	シメトリン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(115)	ジメビペレート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(116)	シロマジン	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(117)	スピロキサミン	—	—	0.01	—	GC/MS/MS
(118)	スルフェントラゾン	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(119)	スルホスルフロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(120)	ゾキサミド	—	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(121)	ターバシル	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(122)	ダイアジノン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS

表9 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)	ダイアレート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(124)	ダイムロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(125)	チアクロブリド	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(126)	チアベンダゾール	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(127)	チアメトキサム	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(128)	チオベンカルブ	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(129)	チジアズロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(130)	チフェンスルフロンメチル	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(131)	チフルザミド	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(132)	テクナゼン	0.01	—	—	—	GC/MS/MS
(133)	デスメディファム	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(134)	テトラクロロピホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(135)	テトラコナゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(136)	テトラジホン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(137)	テニルクロール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(138)	テブコナゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(139)	テブチウロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(140)	テブフェンピラド	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(141)	テフリルトリオン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(142)	テフルトリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(143)	テフルベンズロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(144)	テルブトリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(145)	トリアジメホン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(146)	トリアスルフロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(147)	トリアゾホス	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(148)	トリアレート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(149)	トリクロロホン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(150)	トリシクラゾール	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(151)	トリブホス	—	—	0.01	—	GC/MS/MS
(152)	トリフルスルフロンメチル	0.01	—	0.01	—	LC/MS/MS
(153)	トリフルミゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(154)	トリフルラリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(155)	トリフロキシストロビン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(156)	トリフロキシスルフロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(157)	トルクロホスメチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(158)	トルフェンピラド	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(159)	ナブタラム	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(160)	ナブプロアニリド	—	0.01	—	—	LC/MS/MS
(161)	ナブプロパミド	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(162)	ニトロタールイソプロピル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(163)	ノバルロン	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(164)	バクロブトラゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(165)	パラチオン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(166)	パラチオンメチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(167)	ハルフェンプロックス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(168)	ハロキシホップ	—	0.01	—	—	LC/MS/MS
(169)	ハロスルフロンメチル	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(170)	ピコリナフェン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(171)	ピテルタノール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(172)	ビフェントリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(173)	ピペロニルブトキシド	0.01	0.01	0.01	0.01	GC/MS/MS
(174)	ピペロホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(175)	ピラクロストロビン	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(176)	ピラクロニル	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(177)	ピラクロホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(178)	ピラゾスルフロンエチル	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(179)	ピラゾホス	0.01	—	0.01	—	GC/MS/MS
(180)	ピラゾリネート	0.01	—	—	—	LC/MS/MS
(181)	ピラフルフェンエチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(182)	ピリダフェンチオン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(183)	ピリダベン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS

表9 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	
(184)	ピリフタリド	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(185)	ピリプチカルブ	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(186)	ピリプロキシフェン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(187)	ピリミカーブ	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(188)	ピリミジフェン	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(189)	ピリミノバックメチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(190)	ピリミホスメチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(191)	ピリメタニル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(192)	ピロキロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(193)	ピンクロゾリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(194)	フィプロニル	—	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(195)	フェナミホス	—	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(196)	フェナリモル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(197)	フェントロチオン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(198)	フェノキサニル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(199)	フェノチオカルブ	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(200)	フェノトリン	—	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(201)	フェノブカルブ	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(202)	フェリムゾン	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(203)	フェンアミドン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(204)	フェンクロルホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(205)	フェンスルホチオン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(206)	フェントエート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(207)	フェントラザミド	—	0.01	—	—	LC/MS/MS
(208)	フェンバレレート	0.01	0.01	0.01	0.01	GC/MS/MS
(209)	フェンピロキシメート	0.01	—	—	—	LC/MS/MS
(210)	フェンブコナゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(211)	フェンプロパトリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(212)	フェンプロピモルフ	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(213)	フサライド	0.01	—	0.01	—	GC/MS/MS
(214)	ブタクロール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(215)	ブタミホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(216)	ブピリメート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(217)	ブプロフェジン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(218)	フラムプロップメチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(219)	フラメトビル	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(220)	プリミスルフロンメチル	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(221)	フリラゾール	—	0.01	—	—	GC/MS/MS
(222)	フルアクリピリム	—	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(223)	フルキンコナゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(224)	フルジオキサニル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(225)	フルシトリネート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(226)	フルシラゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(227)	フルチアセットメチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(228)	フルトラニル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(229)	フルトリアホール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(230)	フルバリネート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(231)	フルフェノクスロン	0.01	—	—	—	LC/MS/MS
(232)	フルフェンピルエチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(233)	フルミオキサジン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(234)	フルミクロラックペンチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(235)	フルメツラム	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(236)	フルリドン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(237)	プレチラクロール	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(238)	プロシミドン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(239)	プロスルフロン	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(240)	プロチオホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(241)	プロパキザホップ	0.01	—	—	—	LC/MS/MS
(242)	プロパジン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(243)	プロパニル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(244)	プロパホス	—	0.01	0.01	—	GC/MS/MS

表9 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	
(245)	プロパルギット	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(246)	プロピコナゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(247)	プロピザミド	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(248)	プロヒドロロジャスモン	0.01	—	0.01	—	GC/MS/MS
(249)	プロフェノホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(250)	プロボキシル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(251)	プロマシル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(252)	プロメトリン	—	—	0.01	—	GC/MS/MS
(253)	プロモキシニル	0.01	—	—	—	LC/MS/MS
(254)	プロモプロピレート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(255)	プロモホス	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(256)	プロモホスエチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(257)	ヘキサコナゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(258)	ヘキサジノン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(259)	ヘキサフルムロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(260)	ヘキシチアゾクス	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(261)	ベナラキシル	0.01	—	0.01	—	GC/MS/MS
(262)	ベノキサコール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(263)	ペノキススラム	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(264)	ヘプタクロル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(265)	ペンコナゾール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(266)	ペンシクロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(267)	ベンスルフロメチル	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(268)	ベンゾフェナップ	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(269)	ベンダイオカルブ	—	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(270)	ペンディメタリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(271)	ベンフルラリン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(272)	ベンフレセート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(273)	ホサロン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(274)	ボスカリド	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(275)	ホスチアゼート	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(276)	ホスファミドン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(277)	ホスメット	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(278)	ホメサフェン	—	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(279)	ホラムスルフロン	—	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(280)	ホルクロルフェニユロン	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(281)	ホレート	—	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(282)	マラチオン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(283)	マイクロブタニル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(284)	メカルバム	—	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(285)	メソスルフロメチル	0.01	0.01	—	—	LC/MS/MS
(286)	メタバピズチアズロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(287)	メタミドホス	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(288)	メタラキシル及びメフェノキサム	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(289)	メチダチオン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(290)	メトキシクロール	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(291)	メトキシフェノジド	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(292)	メトスラム	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(293)	メトスルフロメチル	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(294)	メトミノストロビン	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(295)	メトラクロール	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(296)	メビンホス	—	—	0.01	—	LC/MS/MS
(297)	メフェナセツト	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(298)	メフェンビルジエチル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(299)	メプロニル	0.01	0.01	0.01	—	GC/MS/MS
(300)	モノクロトホス	0.01	0.01	—	—	GC/MS/MS
(301)	モノリニユロン	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS
(302)	ラクトフェン	—	0.01	—	—	LC/MS/MS
(303)	レスメトリン	—	0.01	—	—	GC/MS/MS
(304)	レナシル	0.01	0.01	0.01	—	LC/MS/MS

※ 単位は全てppm

表 12 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)	オキサシリン	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)	オキシベンダゾール	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)	オルメトプリム	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)	スルファエトキシピリダジン	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)	スルファクロルピリダジン	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)	スルファピリジン	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)	スルファメトキシピリダジン	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)	トリペレナミン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(40)	トリメトプリム	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)	ピランテル	-	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(43)	ピリメタミン	0.01	-	0.01	-	LC/MS/MS
(44)	ピロミド酸	0.01	-	0.01	-	LC/MS/MS
(45)	ファミフル	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(46)	フェネチシリン	0.01	0.01	0.01	-	LC/MS/MS
(47)	フェノキシメチルペニシリン	0.01	0.01	0.01	-	LC/MS/MS
(48)	フェノブカルブ	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(49)	ブラジクアンテル	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(50)	ブリフィニウム	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(51)	フルベンダゾール	-	0.01	-	0.01	LC/MS/MS
(52)	フルメキン	0.01	0.01	0.01	-	LC/MS/MS
(53)	プロマシル	-	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(54)	マホブラジン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(55)	メロキシカム	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(56)	メンプトン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(57)	リンコマイシン	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS
(58)	レバミゾール	0.01	0.01	0.01	0.01	LC/MS/MS

※ 単位は全てppm

### 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及び悪臭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	84
博多湾調査	110	777
地下水調査	55	810
ゴルフ場農薬調査	4	128
計	185	1,799

#### 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8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19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。

#### 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、中部海域の環境基準点3地点（C-1、C-4、C-10）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3地点で年1回、

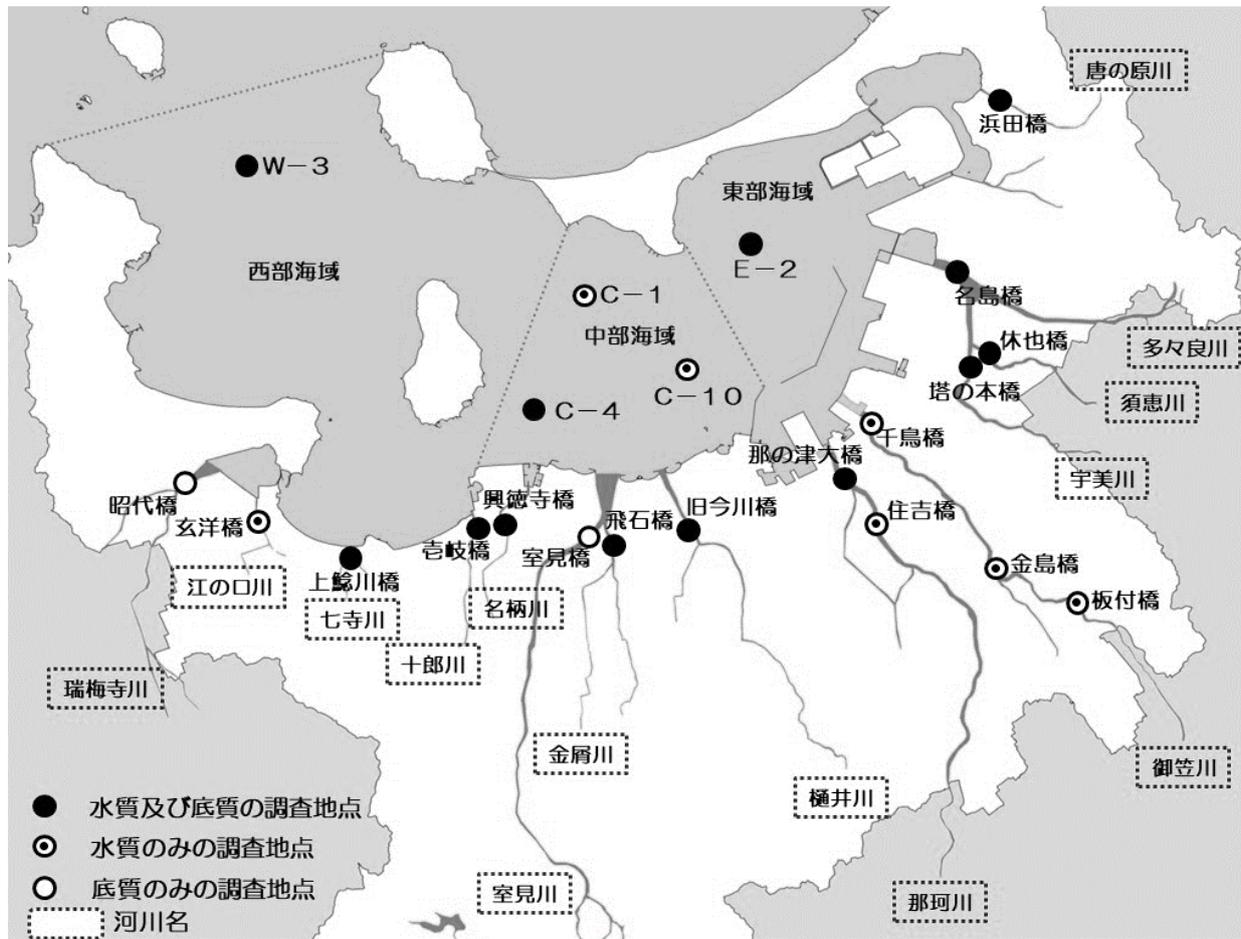


図1 河川及び博多湾調査地点

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。

### 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、13 地点で主に環境基準項目の検査を年 1 回行った。また、継続監視調査として、クリーニング所の周辺井戸等 23 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

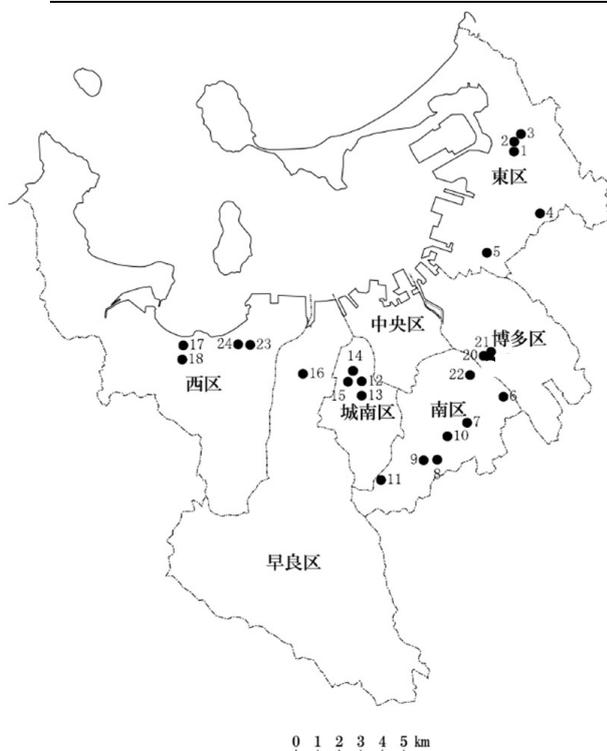
の低沸点有機塩素化合物の検査を、六価クロムによる土壤汚染が判明した土地の周辺井戸 2 地点で六価クロムの検査を年 2 回行った。それらの検査項目を表 2 に示す。また、継続監視調査の地点を図 2 に示す。

### ④ゴルフ場農業調査

市内の 3 ゴルフ場の排水等について、「福岡県ゴルフ場農業適正使用指導要綱」に基づき、ゴルフ場で使用されている農薬 41 種類の検査を年 1 回行った。

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		
総水銀	テトラクロロエチレン	＜一般項目及びその他の項目＞	
アルキル水銀	1,3-ジクロロプロペン	pH	
PCB	チウラム	電気伝導率	
ジクロロメタン	シマジン	シス-1,2-ジクロロエチレン	
四塩化炭素	チオベンカルブ	トランス-1,2-ジクロロエチレン	
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
3	東区香椎駅前 No.3
4	東区土井
5	東区原田
6	南区井尻
7	南区中尾
8	南区花畑 No.1
9	南区花畑 No.2
10	南区皿山
11	南区松原
12	城南区田島 No.1
13	城南区田島 No.2
14	城南区茶山 No.1
15	城南区茶山 No.2
16	早良区南庄
17	西区今宿駅前
18	西区今宿東
20	博多区博多駅南 No.2
21	博多区博多駅南 No.3
22	南区那の川
23	西区下山門 No.1
24	西区下山門 No.2

※No. 19 はポンプ故障のため欠測

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。

表3 公共用水域の底質調査状況

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) 特定事業場の検査

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(25施設)の排水水について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。

表4 特定事業場検査状況

区分	検体数	項目数
特定事業場排水	35	267

## (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(27施設)及び各区生活環境課依頼によるし尿浄化槽放流水(30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。

表5 生活衛生関係検査状況

区分	検体数	項目数
遊泳用プール水	42	126
し尿浄化槽放流水	30	180
計	72	306

## (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	764	7,640
定性試験項目	178	178
任意項目	5	5
ビル管項目	11	194
計	958	8,017

## (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。

表7 保健環境研究所排水検査

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。

表8 博多湾プランクトン調査状況

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	2	10
内部精度管理 (日常的添加回収)	4	4
計	6	14

表 10 外部精度管理の実施状況内訳

区分	調査項目
環境測定分析	
(模擬水質試料)	ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS)
	ペルフルオロオクタン酸 (PFOA)
(模擬排水試料)	カドミウム
	鉛
	砒素
	全磷

## 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	88	968
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	4	36
PM <sub>2.5</sub> 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 (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>) 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 (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) 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。

### (5) 特定悪臭物質

悪臭防止法に基づき、2 施設で特定悪臭物質の測定を行った。測定項目は、特定悪臭物質 22 物質のうちアンモニア、メチルメルカプタン、硫化水素、硫化メチル、二硫化メチル、プロピオン酸、ノルマル酪酸、ノルマル吉草酸、イソ吉草酸の 9 物質である。

### (6) PM<sub>2.5</sub>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<sub>2.5</sub> の成分分析を行った。

測定項目は、イオン成分 (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>)、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	2	20

表 13 外部精度管理の実施状況内訳

区分	調査項目
酸性雨	pH
(模擬降水試料)	EC
	イオン成分 8 項目
	(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> )

#### 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った。令和4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
新型コロナウイルス検査訓練	・新型コロナウイルス検査（核酸抽出）	4/18～28	保健科学課 6名
ヒスタミン分析訓練	・ヒスタミンによる食中毒を想定した検査	6/16～17	保健科学課 8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）	9/20	保健環境研究所長 保健科学課 9名
健康被害原因物質分析訓練	・自然毒等による食中毒を想定した検査（LC-QTOFMS）	10/5～6	保健科学課 7名
臭気3物質の大气分析とその他の分析技術に関する研修	・臭気3物質（硫黄化合物、トリメチルアミン、低級脂肪酸）の分析法（座学）	10/11	保健科学課 8名 環境科学課 8名
フグ毒食中毒を想定した健康危機管理訓練	・フグ毒（テトロドトキシン）による食中毒を想定した検査	11/7～8	保健科学課 5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（パイケイソウの喫食によるベラトラムアルカロイド食中毒を想定した事案）	11/14～17	保健環境研究所長 保健科学課 13名
検知管による有害ガス検知実習訓練	・検知管の特徴、種類、測定方法（座学） ・標準サンプルの測定	12/2	保健科学課 2名 環境科学課 6名
ICP-MSを用いた定性分析操作訓練	・ICP-MSの設定方法と含まれる元素の特定訓練	12/2	保健科学課 2名 環境科学課 7名
防護服着脱訓練	・防護服着脱訓練	12/16	保健科学課 18名
水質事故等を想定した危機管理用分析訓練	・河川における魚のへい死事故を想定した分析訓練	2/16～17 2/20～21	保健環境研究所長 環境科学課 12名
炭疽菌検査訓練	・炭疽菌検査	3/17	保健科学課 6名
消防局保健医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	3/20	保健科学課 13名 環境科学課 4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、感染症発生动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）	214	1,253
2) ウイルス担当		
行政からの依頼検査（ウイルス）	145	294
感染症発生动向調査 （ウイルス・全数把握）	4,576	4,653
3) 感染症担当		
感染症法に基づく細菌検査	881	881
行政からの依頼検査（感染症）	165	171
計	5,981	7,252

### 1) 細菌担当

食中毒・相談等に伴う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
食中毒・相談等に伴う	181	1,220
保健所からの依頼検査		
その他	33	33
計	214	1,253

#### (1) 食中毒・相談等に伴う保健所からの依頼検査

27事例の食中毒・相談等に伴う保健所からの依頼検査があり、細菌担当では、そのうち26事例、181検体、1,220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は17事例、判明率は65%であった。

病因物質が断定又は推定できたものの内訳は、カンピロバクター・ジェジュニ/コリ12事例、ノロウイルス3事例、サルモネラ属菌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4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）
食品	14	生菌数 (14)
海水浴場	6	糞便性大腸菌群数 (6)
河川水	2	大腸菌数 (2)
施設調査	11	レジオネラ属菌 (11)
計	33	(33)

### 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动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
食中毒・相談等に伴う		
保健所からの依頼検査	112	212
食中毒以外の集団胃腸炎の検査	33	82
感染症発生动向調査 （ウイルス・全数把握）	4,576	4,653
計	4,721	4,947

#### (1) 食中毒・相談等に伴う保健所からの依頼検査

27事例の食中毒・相談等に伴う保健所からの依頼検査があり、ウイルス担当では、そのうち16事例、112検体について検査を行った。3事例、38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に示す。

#### (2) 食中毒以外の集団胃腸炎の検査

食中毒以外の集団胃腸炎9事例、33検体について、検査を行い、3事例、7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に示す。ノロウイルスが検出されなかった6事例のうち、追加検査を依頼された2事例の検体について、アストロ・サポ・アイチウイルスの検査を行い、1事例、3検体からサポウイルスを検出した。

#### (3) 感染症発生动向調査（ウイルス・全数把握）

感染症発生动向調査における全数把握対象疾患（4,503症例、4,576検体）のウイルス検査結果を表7に示す。新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の流行を受け、新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）の検査数が最も多くなっている。なお、小児の原因不明の急性肝炎の1事例からはアデノウイルス1型、AFPの1事例からはライノウイルスを検出した。

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

	検査項目																	
	サルモネラ属菌	コアグラージェ陽性ブドウ球菌	腸炎ビブリオ	腸管出血性大腸菌	その他の病原性大腸菌	ウェルシュ菌	セレウス菌	エルシニア	カンピロバクター	ビブリオ・フルビアリス	エロモナス・ハイドロフィラ	エロモナス・ソブリア	プレシオモナス・シゲロイデス	NAGビブリオ	ブドウ球菌エンテロトキシン	クドア・セブテンブククタータ	コレラ菌	大腸菌群
検体数	126	122	85	20	20	85	85	85	99	85				85	6	6	122	18
検査項目数計	6	1						5										
ヒト便・吐物菌株	9	7						2							2	2		6
食品(残物・参考品)	40	40					31										40	
ふきとり																		
その他																		
計	181	163	169	20	20	85	85	137	85	85			85	7	8	162	24	

表6 食中毒・相談等に伴う保健所からの依頼及び集団胃腸炎事例のノロウイルス検出事例数(月別)

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
食中毒・相談等に伴う保健所からの依頼										
食中毒以外の集団胃腸炎	1	2								3
計	1	2								6

表 7 感染症発生動向調査（ウイルス・全数把握）の検査状況

対象疾患	検体数	検査項目	陽性数
A 型肝炎	1	1	1
E 型肝炎	1	1	0
小児の原因不明の急性肝炎	19	32	1
デング熱	4	5*	3
チクングニア熱	1	1	1
鳥インフルエンザ	4	4	0
AFP	12	14	1
SFTS	}	24	1
つつがむし病		32	3
日本紅斑熱		32	3
麻しん	}	20	0
風しん		20	0
COVID-19	4,467	4,467	774
計	4,576	4,653	788

※ SFTS の検体について、依頼によりデング熱の検査を実施したもの

### 3) 感染症担当

感染症法に基づく細菌検査（健康診断）及び保健所等から依頼されるその他の検査を実施した。検査区分ごとの検体数の総括を表 8 に示す。

表 8 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	881	881
その他の依頼検査	165	171
計	1,046	1,052

#### (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）は 881 検体であった。それらの依頼別検体数を表 9 に、詳細を「Ⅶ 資料（令和 4 年度 三類感染症発生状況）」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 10 に示す。

表 10 依頼検査の内訳

区分	検体数	検査項目（項目数）
ライム病ボレリア抗体検査	4	IgG抗体（4） IgM抗体（4）
病原菌同定検査	123	腸管出血性大腸菌（123）
レジオネラ症患者検査	4	レジオネラ属菌（4）
薬剤耐性菌検査	2	菌種同定（2） 薬剤耐性遺伝子（2）
腸内病原菌検査	3	腸管出血性大腸菌（2） コレラ菌（1）
分子疫学解析（PFGE）	29	腸管出血性大腸菌（2） 5） 薬剤耐性菌（4）
計	165	（171）

表 9 感染症法に基づく細菌検査依頼別検体数

区分	計	東	博多	中央	南	城南	早良	西
腸管出血性大腸菌	881	75	186	21	44	56	293	206

## 2 理化学（保健科学課）

非定期業務として、食中毒・相談等に伴う保健所からの依頼検査、行政機関からのその他の依頼検査、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
食中毒・相談等に伴う保健所からの依頼検査	5	12
行政機関からのその他の依頼検査	17	77
血中 PCB の検査	26	26
計	48	115

### 1) 食品化学担当

#### (1) 食中毒・相談等に伴う保健所からの依頼検査

食中毒・相談等に伴う保健所からの依頼検査では、表 2 のとおり異物の検査を 5 検体、12 項目実施した。

表 2 食中毒・相談等に伴う保健所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19日	西	カレー中の異物	ヨウ素デンプン反応, 検鏡, グラム染色, FTIR	1	4
2	8月26日	東	カルパッチョ中の金属異物	検鏡, SEM, EDS	2	6
3	11月15日	博多	ラーメン中の異物（虫）	カタラーゼ試験	1	1
4	1月11日	博多	カステラ中の異物（虫）	カタラーゼ試験	1	1
計					5	12

表 3 行政機関からの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	12月14日	保医) 地域医療課	いわゆる健康食品	医薬品成分	10	70
計					10	70

表 4 行政機関からの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	2月 6日	中央	カップリーニ 外 6 件	セレウリド	7	7
計					7	7

#### (2) 行政機関からのその他の依頼検査

依頼検査内訳を表 3 に示す。保健医療局からの依頼により、いわゆる健康食品の医薬品成分の検査を 10 検体、70 項目実施した。

### 2) 微量分析担当

#### (1) 行政機関からのその他の依頼検査

依頼検査内訳を表 4 に示す。中央保健所からの依頼により、有症事案に係る検査検査として、セレウリドの検査を 7 検体、7 項目実施した。

#### (2) 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 22 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 新型コロナウイルス検査（保健科学課）

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）は、令和元年12月に中華人民共和国湖北省武漢市において確認され、日本国内でも令和2年1月に初の感染者が報告された。当所においては、令和2年1月27日に第1例目の疑い症例の検査を行い、以降、継続して検査を実施した。

#### 1) 検査実績

月別のSARS-CoV-2検査数及び陽性数を表1、ゲノム解析実施数を表2に示す。

#### (1) SARS-CoV-2 検査

令和4年度は4,467検体の検査を実施し、774検体が陽性であった。

#### (2) ゲノム解析

令和4年度は、当所におけるSARS-CoV-2検査の陽性検体774検体及び民間検査機関から提供を受けたSARS-CoV-2陽性検体5,263検体の計6,037検体のうち3,206検体のゲノム解析を実施した。なお、7月以降民間検査機関から提供を受けた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。

表1 SARS-CoV-2検査数及び陽性数（月別）

	令和4年										令和5年			計
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
SARS-CoV-2 検査数	1,025	406	538	1,534	556	56	231	42	62	13	3	1	4,467	
SARS-CoV-2 陽性数	106	39	48	292	169	16	59	22	14	8	1		774	

表2 ゲノム解析実施数（月別）

	令和4年										令和5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				976	599	656	651	676	600	693	308	104	5,263	
ゲノム解析	48	35	32	439	423	376	286	375	376	329	326	161	3,206	

#### 4 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	41	246
環境省委託調査	4	14
その他の調査	4	36
計	49	296

##### 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	19	121
地下水汚染井戸周辺調査	6	86
世界水泳関連調査	15	33
計	40	240

###### 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4年度 水質関係相談処理等依頼検査結果）」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	10	108
各区生活環境課	4	8
消防局	3	3
その他	2	2
計	19	121

###### ②地下水汚染井戸周辺調査

環境局環境保全課の依頼で、地下水継続監視調査地点である南区若久の井戸について、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状況

地 区	検体数	項目数
南区若久周辺	6	86
計	6	86

###### ③世界水泳関連調査

市民局世界水泳担当依頼により、事前調査として、会場となる中央区地行浜における晴天時・雨天後の水質調査（水温、油膜の有無、COD、透明度）及びろ過フィルター効果検証（浮遊物質量）を実施した。検体数及び項目数を表5に示す。

表5 世界水泳関連調査状況

区 分	検体数	項目数
晴天時調査	8	20
雨天後調査	4	10
ろ過フィルター効果検証	3	3
計	15	33

###### (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4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、アトルバスタチンの分析を行った。詳細を「Ⅶ 資料（令和4年度化学物質環境実態調査（アトルバスタチン）」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
アトルバスタチン	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

室見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。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
計	4	36

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）	1	6
計	1	6

## 2) 大気担当

### (1) 行政からの依頼検査

城南区総務課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「まもる一む福岡」

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「まもる一む福岡」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4年度来館者数は5,879人であった。新型コロナウイルス感染症の影響による団体利用客の減少やイベントの定員制限等は続いているものの、前年度(4,506人)に比べると、来館者数は回復している。施設の運営にあたっては、消毒や検温など基本的な感染対策を徹底したほか、感染状況に応じてオンライン講座(年間通じての参加者数計82人)に変更するなど、手段を工夫しながら事業を実施した。

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
5,879人	2,802人	3,077人	1,439人	4,440人

書籍・DVD等 の貸出	利用者数	貸出数
	444人	1,246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	12回	288人	アレルギーから子どもを守ろう、 見てさわって博多湾の魚と漁業を学ぼう 等
実験教室	小学生	10回	264人	DNAって何だろう、 身近な昆虫の標本づくり 等
ラボ体験	子ども～大人	10回	259人	経口補水液を作ろう、 カラフルな人工いくらを作ろう 等
カブトガニ観察会	子ども～大人	5回	105人	「生きている化石」カブトガニを間近で観察してみよう
生物多様性講座	子ども～大人	2回	35人	博多で生きるニホンミツバチ 等
企業との連携	子ども～大人	1回	22人	プラスチック容器とごみの削減について



みてみよう、測ってみよう放射線



木の実のひみつを知っているかな？



夏のフィールド疑似体験  
～伊都の自然を体感しよう～



アレルギーから子どもを守ろう

## 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」	72 回	1,466 人	海の色のみみつ、おうちがなくなる？ 等
ミラクルラボ体験教室	56 回	1,295 人	色を分離してみよう、バランストンボ 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、「生きものと私たちのくらしトーク・カフェ」「ふくおか環境連絡交流会」を開催した。前年度に引き続き、新型コロナウイルス感染症感染拡大防止のため、オンライン参加も可能な形での開催とした。

講座名	回数	参加者数	プログラム
生きものと私たちのくらし トーク・カフェ	3 回	88 (45) 人	妖怪だって生物多様性 アリ語って知ってる？ MARKET でつながる森と私たち
ふくおか環境連絡交流会	2 回	71 (37) 人	生きもの好きな子どもの居場所 WWF ジャパンの身近な水辺保全

※ ( ) 内はオンライン参加者数 (内数)



ふくおか環境連絡交流会  
「WWF ジャパンの身近な水辺保全」



トーク・カフェ  
「アリ語って知ってる？」

#### 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 7号	R4. 12月
環境活動 NEWS 8号	R5. 3月

## 2 体験学習、出前講座等

### 1) ほかんけん研究者体験

新型コロナウイルス感染症感染拡大防止のため、令和4年度は開催なし。

### 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4年度は以下のテーマで実施した。

令和4年度テーマ	実施回数	参加者数
食品添加物の話	1回	8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ブース出展を行った。

#### (1) 生きものと私たちのくらし展

- 生きものと私たちのくらし展
- 出展ブース名 川の生きものによる水質調査
- 日時 令和4年5月21日(土)～27日(金)
- 場所 福岡市役所1階多目的スペース

#### (2) 環境フェスティバル

- 環境フェスティバルふくおか2022
- 出展ブース名 川の生きものを見てみよう！
- 日時 令和4年10月29日(土)
- 場所 福岡市役所西側ふれあい広場
- ブース来場者数 約340名



出展ブース（環境フェスティバルふくおか2022）

## 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	12人
行政関係	5回	40人

## 4 広報誌等における情報の発信

### 1) 「ほかんけんだより」の発行

市民へ環境情報の提供を行った。

No.	発行月	掲載記事
第30号	R5. 3月	PM2.5はどこからやってくるのか

## 2) 市政だよりによる情報提供

「福岡市政だより」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。

発行日	内容
福岡市政だより 6/15 号	「暮らしを守る検査室」として福岡市保健環境研究所の特集記事を掲載

## 3) 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「くらし上手のヒント」及び福岡市のホームページ ([https://www.city.fukuoka.lg.jp/hofuku/shokuhinanzenn/life/syokuhinanzenn-ansin/kurashijouzu\\_vol11.html](https://www.city.fukuoka.lg.jp/hofuku/shokuhinanzenn/life/syokuhinanzenn-ansin/kurashijouzu_vol11.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
くらし上手のヒント Vol.11	カンピロバクター食中毒 鶏肉は十分に加熱して食べましょう	保健医療局生活衛生部

## 4) インターネット等による情報発信

保健環境研究所のホームページ (<https://www.city.fukuoka.lg.jp/hokanken/>) に業務内容や調査研究、所報等の他、保健や環境に関する各種情報を定期的に掲載して情報発信を行った。

## 5 調査研究等報告会

### 1) 保健環境研究所保健科学課業務報告会

業務上関連のある所属の職員を対象に、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5年3月14日（火）

○参加者数 20名

○プログラム

① *Campylobacter jejuni/coli* 遺伝子迅速検出法の検討

② 食中毒等検査成績書の見方について

③ 福岡市内で発生したヒスタミン食中毒事例

④ 収去検査に関するよくある質問及び遺伝子組換え大豆の定性試験について

⑤ 自然毒食中毒に備えた危機管理訓練

⑥ 新型コロナウイルス感染症の検査対応

※新型コロナウイルス感染症の影響等により、令和4年度は「県内保健環境研究所合同成果発表会」の開催なし。

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	9/1～2	九州産業大学生命科学部 生命科学科学生 2名	環境科学課
職場体験研修	9/28	市職員（技術職）1名	環境科学課
新任食品衛生監視員研修（理化学部門）	11/2	新任食品衛生監視員20名	保健科学課
新任食品衛生監視員研修（微生物部門）	11/4	新任食品衛生監視員17名	保健科学課
衛生管理職試験検査機関配属職員 1・2 年 目研修	12/26	市職員（技術職）15名	保健科学課 環境科学課

## 2 学会，研修等（WEB 等を含む）

### 1) 学会等

用務	日程	主催	開催方式 (開催都市)	参加職員数
II型共同研究「沿岸海域における新水質 環境基準としての底層溶存酸素（貧酸 素水塊）と気候変動の及ぼす影響把握 に関する研究」令和4年度全体会議（第 1回）	6/17	国立環境研究所及び 地方環境研究所	WEB開催	環境科学課 3名
大気環境学会都市大気エアロゾル分科 会及びモビリティ環境分科会合同講演 会	6/21	大気環境学会都市大 気エアロゾル分科会 及びモビリティ環境 分科会	WEB開催	環境科学課 4名
国立研究開発法人国立環境研究所公開 シンポジウム 2022	6/23	国立環境研究所	WEB 開催	環境科学課 1名
インフルエンザ・レファレンス等関連 会議	6/23～24	国立感染症研究所	WEB 開催	保健科学課 4名
衛生微生物技術協議会第42回研究会	6/30～7/1	国立感染症研究所	WEB 開催	保健科学課 12名
ノロウイルス（下痢症ウイルス）レフ ァレンスセンター会議	7/4	国立感染症研究所	WEB 開催	保健科学課 4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」キックオ フ会合	7/12	国立環境研究所	WEB 開催	環境科学課 3名
第 13 回 FDSC 食品衛生精度管理セミナ ー	7/22	一般財団法人食品薬 品安全センター	会場 (東京都 大田区)	保健科学課 1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」キックオフ会合	9/1～2	国立環境研究所及び 地方環境研究所	会場・WEB 開催 (茨城県 つくば市)	環境科学課 4名

用務	日程	主催	開催方式 (開催都市)	参加職員数
第4回SFTS研究会・学術集会	9/10	SFTS研究会	WEB開催 (山口県 山口市)	保健科学課4名
第43回日本食品微生物学会学術総会	9/29～30	日本食品微生物学会	会場 (東京都 江戸川区)	保健科学課1名
第48回九州衛生環境技術協議会	10/13～14	九州衛生環境技術協議会	WEB開催 (熊本市)	保健科学課19名 環境科学課10名
第24回腸管出血性大腸菌感染症研究会	10/13～14	国立医薬品食品衛生研究所	会場 (川崎市)	保健科学課1名
令和4年度地方衛生研究所レファレンスセンター連絡会議(地域保健総合推進事業)	10/27	福岡県保健環境研究所	会場 (福岡県 太宰府市)	保健科学課2名
第59回全国衛生化学技術協議会年会	10/31～ 11/1	全国衛生化学技術協議会	会場 (川崎市)	保健科学課2名
令和4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	11/4	地方衛生研究所全国協議会近畿支部	WEB開催 (京都市)	保健科学課11名
第118回日本食品衛生学会学術講演会	11/10～11	日本食品衛生学会	会場・WEB開催 (長崎県 長崎市)	保健科学課10名
第21回アジア獣医師会連合(FAVA)大会	11/11～13	日本獣医師会 アジア獣医師会連合	会場 (福岡市)	保健環境研究所長 保健科学課9名 環境科学課1名
第49回環境保全・公害防止研究発表会	11/16～17	環境省及び全国環境研協議会	WEB開催	環境科学課5名
第25回自然系調査研究機関連絡会議(NORNAC25)	11/21～22	環境省	WEB開催 (名古屋市)	環境科学課1名
大気環境学会関東支部 科学コミュニケーション部会セミナー	11/29	大気環境学会関東支部科学コミュニケーション部会	WEB開催	環境科学課2名
II型共同研究「里海里湖流域圏が形成する生態系機能・生態系サービスとその環境価値に関する研究」令和4年度第1回連絡会議	12/21	国立環境研究所及び地方環境研究所	WEB開催	環境科学課3名
アデノウイルスレファレンスセンター会議	12/26	国立感染症研究所	WEB開催	保健科学課4名
化学物質環境実態調査環境科学セミナー	1/23	環境省大臣官房環境保健部環境安全課	会場・WEB開催 (東京都 港区)	環境科学課3名
基礎から学ぶ“大気環境実務初心者・初級者”向けオンラインセミナー第1回	2/2	大気環境学会地方環境研究所等委員会	WEB開催	環境科学課3名

用務	日程	主催	開催方式 (開催都市)	参加職員数
第 38 回全国環境研究所交流シンポジウム	2/9～10	国立環境研究所	WEB 開催	環境科学課 2 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	2/17	国立環境研究所	会場 (茨城県 つくば市)	環境科学課 1 名
II型共同研究「沿岸海域における新水質環境基準としての底層溶存酸素（貧酸素水塊）と気候変動の及ぼす影響把握に関する研究」令和 4 年度全体会議（第 2 回）	2/20	国立環境研究所及び 地方環境研究所	WEB開催	環境科学課 3 名
基礎から学ぶ“大気環境実務初心者・初級者”向けオンラインセミナー第 2 回	2/20	大気環境学会地方環境研究所等委員会	WEB開催	環境科学課 2 名
II型共同研究「里海里湖流域圏が形成する生態系機能・生態系サービスとその環境価値に関する研究」令和 4 年度第 2 回連絡会議	2/22	国立環境研究所及び 地方環境研究所	WEB 開催	環境科学課 3 名
統計数理研究所共同研究集会「令和 4 年度 情報科学による環境化学分野の問題解決と新展開に関する研究集会」	3/7	統計数理研究所	WEB 開催	環境科学課 2 名
日本農薬学会第 48 回大会	3/8～10	日本農薬学会	会場 (東京都 世田谷区)	保健科学課 1 名
第 23 回大気環境学会九州支部研究発表会	3/10	大気環境学会九州支部	会場・WEB 開催 (福岡県 春日市)	環境科学課 4 名
第 57 回日本水環境学会年会	3/16～18	公益社団法人 日本水環境学会	会場・WEB 開催 (愛媛県 松山市)	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」Ox 高濃度グループ会合	3/29	国立環境研究所及び 地方環境研究所	会場・WEB 開催 (東京都 中央区)	環境科学課 4 名

## 2) 研修等

用務	日程	主催	開催方式 (開催都市)	参加職員数
令和4年度水生生物講座	5/20	福岡県	会場 (福岡県 那珂川市)	環境科学課 2 名
令和 4 年度第 1 回食品に関するリスクコミュニケーション公開セミナー（残留農薬のリスク管理の動向と食品安全を支える微生物検査）	6/6	厚生労働省 日本食品衛生協会 日本食品衛生学会	会場・WEB 開催 (東京都 中央区)	保健科学課 6 名

用務	日程	主催	開催方式 (開催都市)	参加職員数
日本医療研究開発機構 (AMED) 新興・再興感染症に対する革新的医薬品 等開発推進研究事業班会議	6/13～14	国立感染症研究所	WEB 開催	保健科学課 4 名
プラズマ分光分析研究会 2022筑波セミ ナー	6/30～7/1	プラズマ分光分析研 究会	会場・WEB開催 (茨城県 つくば市)	保健科学課 1 名
第1回感染症危機管理研修会	7/29	国立感染症研究所	WEB 開催	保健科学課 4 名
化学物質の安全性確保のためのレギュラ トリーサイエンス研究の推進	8/9	国立医薬品食品衛生 研究所	WEB 開催 (川崎市)	保健科学課 5 名
令和 4 年度検査機関に対する検査能力・ 精度管理等の向上を目的とした講習 (検査能力向上講習会)	9/8～9	国立感染症研究所	WEB 開催	保健科学課 4 名
新興再興感染症技術研修	10/3～7	国立保健医療科学院	会場 (東京都 武蔵村山市)	保健科学課 1 名
令和 4 年度薬剤耐性菌の検査に関する研 修基本コース	10/5～6	国立感染症研究所	WEB 開催	保健科学課 3 名
残留農薬分析セミナー2022 年度	10/19	日本農薬学会	WEB 開催	保健科学課 1 名
第2回感染症危機管理研修会	10/28	国立感染症研究所	WEB 開催	保健科学課 4 名
令和 4 年度食品衛生監視員有毒魚介類講 習会	11/15	保健医療局生活衛生 部食品衛生検査所	会場 (福岡市)	保健科学課 3 名
令和 4 年度 アニサキスを中心とした寄 生虫性食中毒に関する技術講習会	11/17	地方衛生研究所全国 協議会	WEB 開催	保健科学課 5 名
第 49 回質量分析講習会	11/22～ 1/13	日本質量分析学会	WEB 開催	保健科学課 1 名
第 45 回農薬残留分析研究会	11/24～25	日本農薬学会 農薬残留分析研究会	WEB 開催 (香川県 高松市)	保健科学課 1 名
令和 4 年度地域保健総合推進事業に係る 地域専門家会議 (九州ブロック)	11/25	地方衛生研究所全国 協議会 九州支部	会場・WEB 開催 (福岡県 太宰府市)	保健科学課 7 名
令和 4 年度第 2 回食品に関するリスクコ ミュニケーション公開セミナー (残留農 薬のリスク管理の動向とゲノム編集食品 )	12/2	日本食品衛生学会	WEB 開催 (滋賀県 草津市)	保健科学課 9 名
シンポジウム新型コロナウイルス感染症 ～これまでの評価と今後の展望～	12/7	一般財団法人日本公 衆衛生協会	WEB 開催	保健科学課 4 名
地研WEBセミナー (第1回)	12/8	地方衛生研究所全国 協議会	WEB 開催	保健科学課 8 名

用務	日程	主催	開催方式 (開催都市)	参加職員数
学術講演会「COVID19 流行におけるゲノム解析の実情」	12/13	熊本保健科学大学	WEB 開催 (熊本市)	保健科学課 4 名
第 3 回感染症危機管理研修会	1/20	国立感染症研究所	WEB 開催	保健環境研究所長 保健科学課 4 名
第36回公衆衛生情報研究協議会総会・研究会	1/26～27	公衆衛生情報研究協議会	WEB 開催 (大阪府)	保健環境研究所長 保健科学課 3 名
令和 4 年度衛生理化学分野研修会	2/2	地方衛生研究所全国協議会 理化学部会	WEB 開催 (新潟県 新潟市)	保健科学課 15 名
日本食品衛生学会第 25 回シンポジウム	2/14	日本食品衛生学会	会場 (東京都 中央区)	保健科学課 1 名
令和 4 年度希少感染症診断技術研修会	2/15～16	国立感染症研究所	WEB 開催	保健科学課 12 名
令和 4 年度ヒアリ講習会	3/1	環境省	会場 (福岡市)	環境科学課 1 名
令和 4 年度動物由来感染症 レファレンスセンター研修	3/6～7	国立感染症研究所獣医科学部	会場 (山口県 山口市)	保健科学課 1 名
大気汚染シミュレーション支援システム講習会	3/8	国立環境研究所	WEB開催	環境科学課 3 名
群馬県衛生環境研究所・食品安全検査センター 令和4年度 業績発表会	3/20	群馬県衛生環境研究所	WEB 開催	保健科学課 4 名



## VI 報 告 ・ ノ ー ト



# 福岡市における SARS-CoV-2 のゲノム解析

讃井武蔵・松平美咲・野口翔平\*・林萌・宮本道彦・和佐野ちなみ

福岡市保健環境研究所保健科学課

\*福岡市保健医療局生活衛生部食品衛生検査所

## Genome Analysis of SARS-CoV-2 in Fukuoka City

Musashi SANUI, Misaki MATSUDAIRA, Syohei NOGUCHI, Megumi HAYASHI,

Michihiko MIYAMOTO and Chinami WASANO

Health Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

\*Food Inspection Station, Environmental Health Department, Public Health & Medical Care

### 要約

福岡市保健環境研究所では、令和3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）」に基づき、2021年12月からSARS-CoV-2陽性検体のゲノム解析を開始した。2021年12月から2023年3月までの間に採取された福岡市内のSARS-CoV-2陽性検体のゲノム解析結果を用いて、同時期の市内報告陽性者数と比較したSARS-CoV-2の流行株解析を実施した。本市では、2021年第52週採取検体からオミクロンBA.1系統が初めて検出され、流行株がBA.1系統に置き換わるとともに陽性者数の増加が認められた（第6波）。2022年第26週採取検体から、オミクロンBA.5系統が検出され、第6波と同様に流行株に置き換わるとともに陽性者数の増加が認められた（第7波）。2022年第40週採取検体から、世界保健機関（WHO）が指定する「監視下のオミクロンの亜系統」に該当するBA.5系統が検出され、その検出割合が徐々に高まっていくとともに陽性者数の増加が認められた（第8波）。

**Key Words** : 新型コロナウイルス SARS-CoV-2, 次世代シーケンサー next generation sequencer, ゲノム解析 genome analysis

### 1 はじめに

新型コロナウイルス感染症（Coronavirus disease of 2019 : COVID-19）は、2019年12月に中華人民共和国湖北省武漢市において世界で初めて確認された。新型コロナウイルス（Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 : SARS-CoV-2）に起因し、咳、高熱、肺炎を主症状とする新興感染症であり、2023年3月末時点で「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）において「新型インフルエンザ等感染症」に位置付けられている。SARS-CoV-2は、世界各地で感染を拡大し、福岡市においても、2023年3月までに8回の流行期があっており、累計で約50万人が感染している。SARS-CoV-2は約3万塩基のプラス鎖RNAゲノムを有しており、感染と増殖を繰り返すうちにそのウイルスのゲノムに変異

を起こし、その変異速度は2023年3月末時点で約29塩基変異/ゲノム/年（約12.6日に1塩基変異）と推測されている（NextStrain<<https://nextstrain.org/ncov/gisaid/global/all-time?dmax=2023-03-31&l=clock>>）。SARS-CoV-2は、変異を基に系統分類されており、2023年3月現在2,700以上のPango系統に分類されている（cov-lineage.org<<https://cov-lineage.org>>）。

福岡市保健環境研究所では、令和3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）」<sup>1)</sup>に基づき、SARS-CoV-2陽性検体について、次世代シーケンサーを用いたゲノム解析を実施している。

本稿では、これまでに当所で実施したゲノム解析結果について報告する。

## 2 実験方法

### 2.1 解析対象

2021年12月3日以降に採取された SARS-CoV-2 陽性者の 4,990 検体（鼻咽頭ぬぐい液，唾液等）について，SARS-CoV-2 の核酸抽出を行い，ゲノム解析の対象とした．そのうち，解析結果が得られた 3,905 件について，市内の SARS-CoV-2 変異株及び陽性者数の動向を調査するための流行株解析の対象とした．流行株解析に用いた陽性者数は，2021年12月から2023年3月までの期間における本市の公表値<sup>2)</sup>を集計した．

### 2.2 試薬・装置等

SARS-CoV-2 陽性検体からの核酸抽出は，QIAamp Viral RNA mini kit (QIAGEN) を用いて行った．以降の操作は，国立感染症研究所病原体ゲノム解析研究センター（以下，「感染研」とする．）が作成した「新型コロナウイルスゲノム解読プロトコル Qiagen 社 QiaSEQ FX 編<sup>3)</sup>」に従って行った．すなわち，LunaScript RT SuperMix (NEB) により抽出 RNA を逆転写反応し，逆転写産物 (cDNA) の増幅には，感染研が設計したプライマーセットを用いた．ライブラリー調製は，QIAseq FX DNA Library Kit (QIAGEN) により，断片化反応及びアダプター付加反応を行い，ライブラリーの精製は，Agencourt AMPure XP (BECKMAN COULTER) を用いた．調整したライブラリーは，次世代シーケンサー iSeq 100 (illumina) を使用し，塩基配列情報を取得した．

### 2.3 ゲノム解析

次世代シーケンサーから得られたデータは，感染研が開発した SARS-CoV-2 のゲノム解析用サーバーである COG-JP (COVID-19 Genomic Surveillance Network in Japan) で解析し，ウイルスのゲノム配列，SARS-CoV-2 参照配列に対するアミノ酸変異及び Pangolin (Phylogenetic Assignment of Named Global Outbreak LINeage) による系統分類結果 (Pango 系統) を取得した．

なお，Pangolin に用いた version は，2021年12月から2023年3月に COG-JP に実装されたものである．

### 2.4 流行株解析

陽性者数及びゲノム解析結果を検体採取週毎に集計した．感染拡大期 (波) を以下に示すとおり定義し，週毎の系統別検出状況をグラフ化することで各波における株の流行状況を解析した．

- ・第6波 2021年第48週～2022年第23週
- ・第7波 2022年第24週～2022年第38週
- ・第8波 2022年第39週～2023年第12週

## 3 実験結果

### 3.1 ゲノム解析実施状況

SARS-CoV-2 のゲノム解析結果 (Pango 系統) を週毎に集計したものを表1～表3に示す．

### 3.2 流行株解析

3.1 の結果及び陽性者数の公表値を用いて，各波においてそれぞれ主流となった系統の分析を行った．

#### 3.2.1 第6波における流行株解析

第6波における流行株解析結果を図1に示す．2021年第52週採取検体から BA.1 系統 (Omicron 株) が初めて検出され，その翌週には Delta 株から急速な置換わりが認められた．BA.1 系統の検出割合の増加に追従して陽性者が急増し，わずか4週間後の2022年第4週にピークに達した．その後，2022年第10週採取検体から BA.2 系統 (Omicron 株) が初めて検出された．ごく短期間で Delta 株から置き換わった BA.1 系統とは異なり，BA.2 系統への置換わりには約7週を要した．また，BA.1 系統出現時と比較して，陽性者の著しい増加は認められず，ピーク時からの陽性者減少については遷延化が認められた．

#### 3.2.2 第7波における流行株解析

第7波における流行株解析結果を図2に示す．2022年第26週採取検体から BA.5 系統 (Omicron 株) が初めて検出され，BA.2 系統からの置換わりが進むとともに陽性者が急増し，約4週間後にピークを迎えた．

#### 3.2.3 第8波における流行株解析

第8波における流行株解析結果を図3に示す．2022年10月に世界保健機関 (World Health Organization : WHO) から「Omicron Subvariants Under Monitoring (監視下のオミクロンの亜系統)」(以下，「OSUM」とする．) が新たに指定され<sup>4)</sup> (WHO<<http://www.who.int/activities/tracking-SARS-CoV-2-variants>>)，スパイクタンパク質に特定のアミノ酸変異 (「R346x」, 「K444x」, 「V445x」, 「N450D」又は「K460x」) を有する BA.5 系統について，OSUM に該当する BA.5 系統として他の BA.5 系統と分けて集計を行った．他に OSUM に該当する BA.2.75 系統 (Omicron 株) 及び XBB 系統 (BJ.1 系統と BM.1.1.1 系統の組換え体 (Recombinant)) は，別に集計した．

OSUM に該当する系統が2022年第40週に初検出されてから，感染拡大のピークまでに11週かかっており，従来株からの流行株の置換わり及び感染数の増加が，第6波及び第7波と比較して，緩やかであった．

表1 第6波におけるゲノム解析結果

	系統 (件)			陽性者数 (人)
	Delta	BA.1	BA.2	
2021年第48週	3			6
2021年第49週	4			3
2021年第50週	2			1
2021年第51週	7			17
2021年第52週	3	6		18
2022年第1週	3	65		299
2022年第2週		61		2508
2022年第3週		43		7387
2022年第4週	1	46		12655
2022年第5週	1	27		12371
2022年第6週		73		9507
2022年第7週		71		8446
2022年第8週		88		7202
2022年第9週		81		6134
2022年第10週		74	1	5440
2022年第11週		68	10	4291
2022年第12週		70	16	4134
2022年第13週		38	23	5183
2022年第14週		7	10	6271
2022年第15週		1	5	5955
2022年第16週		2	5	5427
2022年第17週			13	4776
2022年第18週			7	4104
2022年第19週			10	4820
2022年第20週			6	4410
2022年第21週			7	3319
2022年第22週			4	2279
2022年第23週			1	1589

表2 第7波におけるゲノム解析結果

	系統 (件)				陽性者数 (人)
	BA.1	BA.2	BA.5	その他 の系統	
2022年第24週		17			1322
2022年第25週		4			1749
2022年第26週		30	18		2997
2022年第27週	1	82	118		6879
2022年第28週		29	70		15415
2022年第29週		11	75		27175
2022年第30週		4	96		30714
2022年第31週		4	81	1	26207
2022年第32週		1	89	1	21774
2022年第33週			96	1	25763
2022年第34週		1	98		19812
2022年第35週		1	76		12079
2022年第36週		1	96		7956
2022年第37週		1	59		5463
2022年第38週			73	1	3768

表3 第8波におけるゲノム解析結果

	系統 (件)						陽性者数 (人)
	BA.5	BA.5 (OSUM)	BA.2.75 (OSUM)	XBB (OSUM)	BA.2	その他の系統 (OSUMを含む)	
2022年第39週	59						2479
2022年第40週	81	1					1911
2022年第41週	48	10	1				2086
2022年第42週	80	14	1				2134
2022年第43週	85	8		2			2601
2022年第44週	71	1	6				3089
2022年第45週	55	17	2	1	1	2	4440
2022年第46週	56	15	2				5122
2022年第47週	59	17	2	1	1	2	5909
2022年第48週	52	16	3				6738
2022年第49週	48	24	11				9350
2022年第50週	47	35	7			1	14344
2022年第51週	48	32	8				17214
2022年第52週	1						14309
2023年第1週	58	49	21		1	1	15496
2023年第2週	21	32	9				12849
2023年第3週	27	24	13				7593
2023年第4週	37	27	11			1	4610
2023年第5週	28	27	18			3	3596
2023年第6週	11	35	20			1	2083
2023年第7週	10	38	16	5			2029
2023年第8週	3	7	11	1			997
2023年第9週		8	9	2			771
2023年第10週	4	5	5	1			676
2023年第11週		12	5	1			541
2023年第12週	1	8	4	4			514

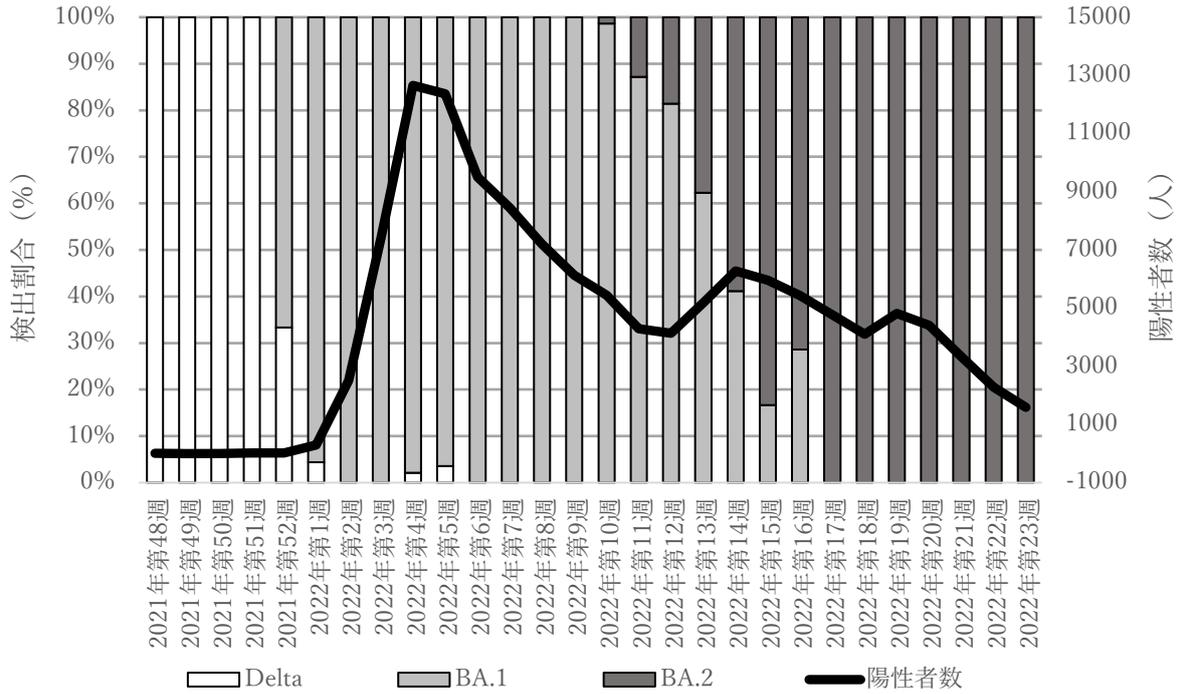


図1 第6波における流行株解析

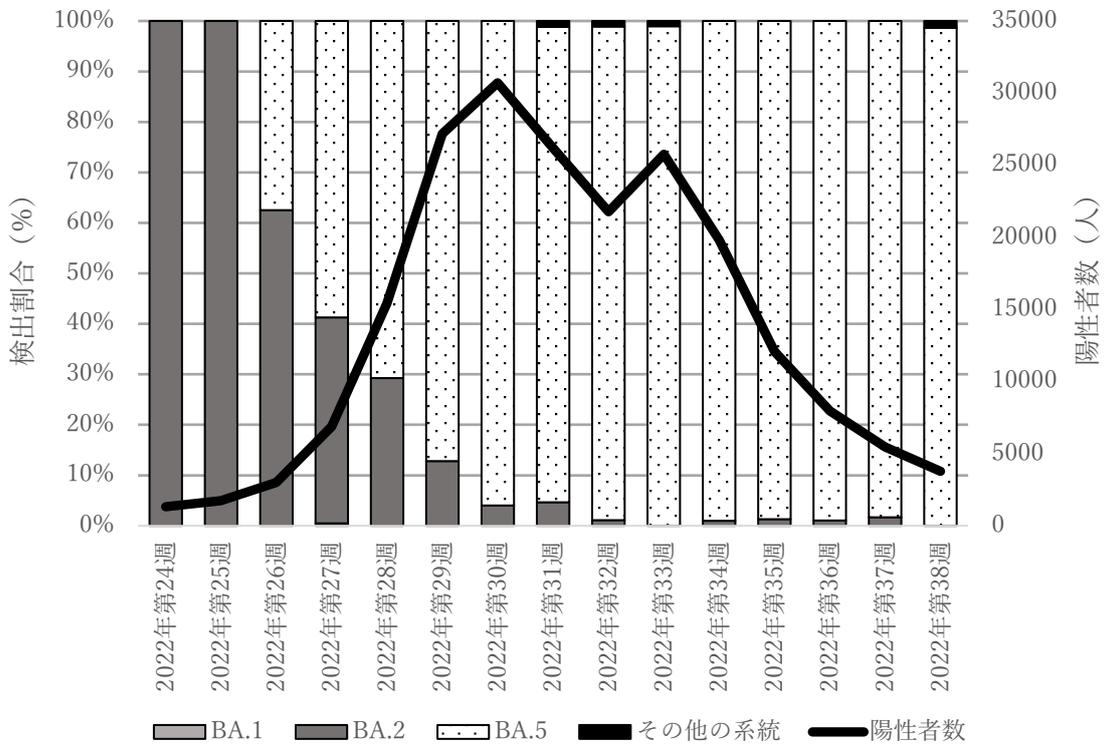


図2 第7波における流行株解析

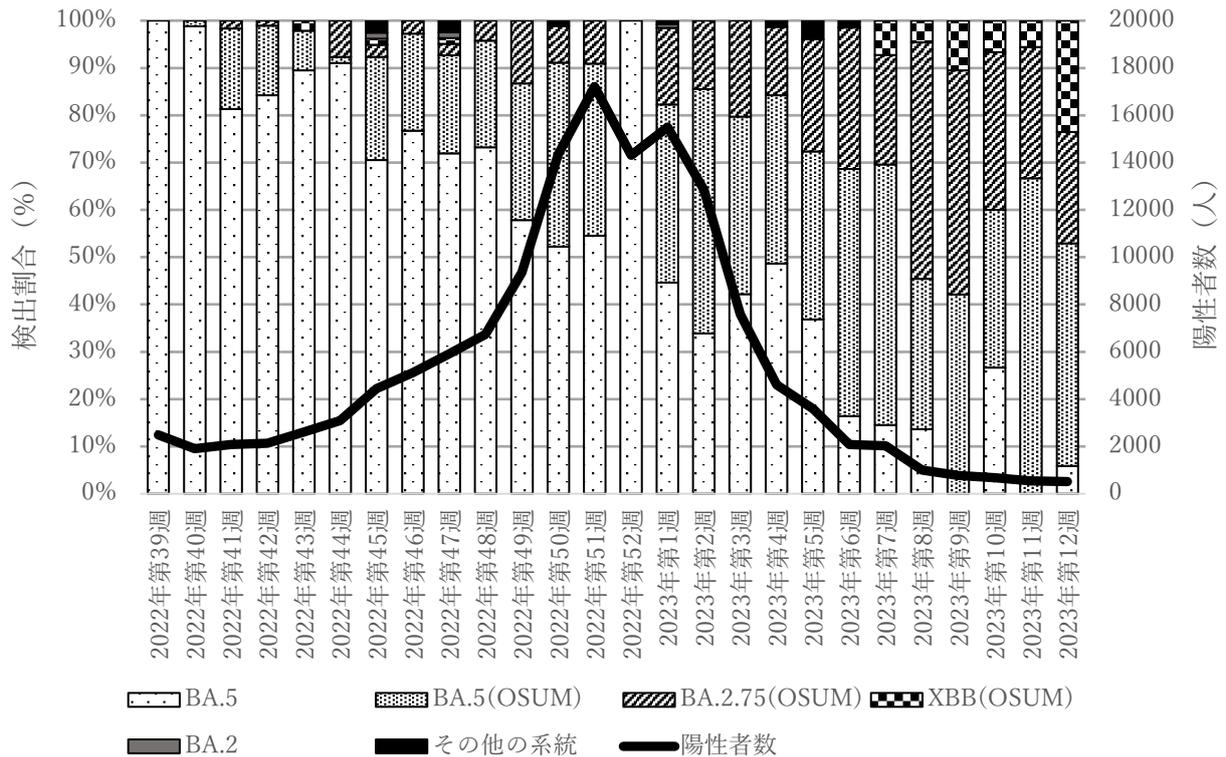


図3 第8波における流行株解析

#### 4 まとめ

当所では、2021年12月からSARS-CoV-2のゲノム解析を開始し、本市における第6波から第8波までのいずれの波についても、感染拡大に先駆けて流行が懸念される株（系統）を確認してきた。また、これまで8回あった本市における感染拡大期は、全て主流となる株（系統）が異なっており、流行主流株の置換わりに伴い感染拡大が確認されてきた。ゲノム解析を行うことにより、新たな変異株の出現を早期に探知できることに加え、陽性者数のモニタリングを合わせて行うことで、新たな変異株による感染拡大の兆候をつかめる可能性があることが示唆された。今後も市内におけるSARS-CoV-2の流行株を把握するために、ゲノム解析及び流行株解析を継続していく。

#### 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) 福岡市での発生状況 日別事例数<新型コロナウイルス感染症>  
[https://www.city.fukuoka.lg.jp/hofuku/coronataisaku/health/jirei/cohs\\_.html](https://www.city.fukuoka.lg.jp/hofuku/coronataisaku/health/jirei/cohs_.html)
- 3) 国立感染症研究所病原体ゲノム解析研究センター：新型コロナウイルスゲノム解読プロトコル Qiagen 社 QiaSEQ FX 編，2021
- 4) 国立感染症研究所：感染・伝播性の増加や抗原性の変化が懸念される 新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）の変異株について（第 21 報），2022 年 10 月 21 日

# 加工食品からの食用赤色 102 号の副成色素の検出事例

近藤芳和子・宮崎悦子・吉田聖・小出石千明

福岡市保健環境研究所保健科学課

## Detection of the Subsidiary Color of Food Red No.102 from a Processed Food

Kanako KONDOU , Etsuko MIYAZAKI , Kiyoshi YOSHIDA  
and Chiaki ODEISHI

Health Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

### 要約

食用赤色 102 号を使用している旨の表示がある魚介加工品から、表示にない食用赤色 2 号の検出事例があったため報告する。本事例では、魚介加工品の試験溶液を、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し、食用赤色 2 号と保持時間及び吸収スペクトルが一致する未知ピークを検出した。測定条件を変更した場合でも食用赤色 2 号の標準品と保持時間が一致したため、当該未知ピークは食品由来の夾雑物ではなく、食用赤色 2 号であると判断した。検出した食用赤色 2 号のピーク面積は食用赤色 102 号の約 0.07%であったことから、魚介加工品に使用された食用赤色 102 号の副成色素であると考えられた。なお、当所で所有している 9 本の食用赤色 102 号の標準品のうち、3 本から食用赤色 2 号を検出した。食用赤色 102 号は、副成色素として食用赤色 2 号を含むものがあり、表示のない食用タール色素が検出された場合に直ちに表示違反とする等の誤判定を防ぐために食用タール色素中の副成色素について情報を蓄積していくことは重要である。

**Key Words** : 食用赤色 102 号 food red no. 102, 副成色素 subsidiary color, 高速液体クロマトグラフ high performance liquid chromatograph (HPLC)

## 1 はじめに

福岡市保健環境研究所では食品中の着色料の試験に際して、食品衛生検査指針<sup>1)</sup>及び第2版食品中の食品添加物分析法<sup>2)</sup>に準じ、試料から抽出した着色料を、ポリアミドカラムで精製後、薄層クロマトグラフ(以下、「TLC」とする。)及び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。)を用いて検出している。加工食品中の着色料の試験では、着色料に含まれる副成色素及び着色料が変化して生成した色素などの不明色素が検出されることがある<sup>3~5)</sup>。第9版食品添加物公定書<sup>6)</sup>及び解説書<sup>7)</sup>では、食用赤色 102 号(以下、「R102」とする。)純度試験において、副成色素の含量は1%以下と定められている。今回、R102を使用している旨の表示がある魚介加工品の試験溶液をHPLC-PDAで測定した結果、表示にはない食用赤色 2 号(以下、「R2」とする。)と保持時間が一致するピーク

を検出したことから、その由来について検討するとともに、標準品における副成色素の有無を確認したので報告する。

## 2 方法

### 2.1 試料

市販の魚介加工品(サバみりん表面の着色部分)を用いた。着色料として R102 及びカラメルを使用している旨の表示があった。

### 2.2 試薬等

R2 標準品: 東京化成工業(株)製を用いた。

R2 標準原液: R2 標準品 10 mg を量り、超純水に溶解して 10 mL とした (1,000 µg/mL)。

TLC 用 R2 標準溶液: R2 標準原液を 70%エタノールで

希釈して標準溶液 (100 µg/mL) を調製した。

HPLC 用 R2 標準溶液: R2 標準原液を超純水で適宜希釈して標準溶液 (1 µg/mL, 10 µg/mL 及び 500 µg/mL) を調製した。

R102 標準品: 東京化成工業 (株) 製を用いた。

R102 標準原液: R102 標準品 10 mg を量り, 超純水に溶解して 10 mL とした (1,000 µg/mL)。

TLC 用 R102 標準溶液: R102 標準原液を 70%エタノールで希釈して標準溶液 (100 µg/mL) を調製した。

HPLC 用 R102 標準溶液: R102 標準原液を超純水で希釈して標準溶液 (500 µg/mL) を調製した。

Sample No. 1~8: 前述の R102 標準品以外で当所で保管していた 3 社 8 種類の R102 標準品を用いた。

Sample No. 1~8 溶液: Sample No. 1~8 をそれぞれ 10 mg 量り, 超純水に溶解して 10 mL としたものを, 超純水で希釈して 500 µg/mL に調製した。

ポリアミド: 富士フィルム和光純薬 (株) 製ポリアミド C-200 を用いた。

ポリアミドカラム: あらかじめ水洗したポリアミド 0.5 g を内径 1 cm, 長さ 25 cm のコック付きガラス製クロマト管に湿式充填し, 1%酢酸 10 mL でコンディショニングした。

アンモニア水: 富士フィルム和光純薬 (株) 製アンモニア水 (28.0~30.0%) を用いた。

抽出液: アンモニア水 35 mL を量り, 99.5%エタノール 700 mL を加え, これに蒸留水を加え 1,000 mL とした。

溶出液: アンモニア水 18 mL を量り, 蒸留水を加えて 500 mL とした液に, 99.5%エタノールを加え 1,000 mL とした。

N 系展開溶媒: アンモニア水, 2.5%クエン酸ナトリウム水溶液及び 99.5%エタノールを 2:7:1 で混合した。

P 系展開溶媒: 1-プロパノール, 酢酸エチル及び蒸留水を 6:1:3 で混合した。

0.1 mol/L 酢酸アンモニウム水溶液・アセトニトリル混液 (99:1): 酢酸アンモニウム 7.7 g を量り, 超純水で溶解し 1,000 mL とし, その 990 mL にアセトニトリル 10 mL を加えた。

アセトニトリル: 富士フィルム和光純薬 (株) 製 HPLC 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 M Ω · cm, TOC < 5 ppb) を用いた。

蒸留水: 水道水を蒸留水製造装置で処理したものを用いた。

その他の試薬: 富士フィルム和光純薬 (株) 製及び関東化学 (株) 製試薬特級品を用いた。

## 2.3 器具

TLC 用プレート: MACHEREY-NAGEL GmbH & Co. KG 製 Cellulose MN 400 (AVICEL®), CEL 400-10, 10 × 20 cm, 層厚 0.10 mm. メタノールで空展開後, 乾燥機にて 120°C, 30 分間処理したものを用いた。

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 及び 0.45 µm.

## 2.4 装置

HPLC-PDA: (株) 島津製作所製 ポンプ; LC-30A, 検出器; SPD-M20A

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

## 2.5 試験溶液の調製

試料約 10 g を 2 併行で 50 mL 遠沈管に採取し, 抽出液 30 mL を加え, 60°C で 30 分間加温抽出した。氷冷後, 10,000×g, 4°C, 10 分間遠心分離した。2 併行の抽出液を合わせてろ紙ろ過後, ろ液に *n*-ヘキサン 20 mL を加え, 10 分間振とう後, 水層を分取した。水層を少量になるまで減圧濃縮後, 6%酢酸を適宜加えて pH 4 程度としたものをポリアミドカラムに負荷し, 1%酢酸 50 mL, 熱蒸留水 50 mL 及び 70%エタノール 10 mL で順次洗浄した。溶出液 15 mL で溶出させ, 6%酢酸で中和後, 減圧乾固し, 適宜超純水に溶解させ, 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。

## 2.6 測定条件

### 2.6.1 TLC 法

TLC 用プレートに TLC 用 R2 標準溶液, TLC 用 R102 標準溶液及び試験溶液をスポットし, 風乾後, N 系展開溶媒及び P 系展開溶媒を用いて展開し, 色調及び移動度を確認した。

### 2.6.2 HPLC-PDA 法

HPLC-PDA の測定条件①を表 1 に示す。

表 1 HPLC-PDA の測定条件①

カラム	Inertsil ODS-2 (2.1 mm×150 mm, 5 μm)
カラム温度	40℃
移動相 A	0.1 mol/L 酢酸アンモニウム水溶液・アセトニトリル混液 (99 : 1)
移動相 B	アセトニトリル
グラジエント条件	B : 4% (0 min) -70% (30 min) -70% (35 min)
ポストラン	15 min
流速	0.2 mL/min
注入量	4 μL
サンプル温度	4℃
測定波長	190~700 nm

測定条件②は、グラジエント条件を表 2 のとおりとし、その他の条件は測定条件①と同一とした。

表 2 HPLC-PDA の測定条件②

グラジエント条件	B : 4% (0 min) -4% (10 min) -70% (25 min) -70% (35 min)
----------	---

### 3 実験結果及び考察

#### 3.1 試験溶液

##### 3.1.1 TLC 法

試験溶液を測定したところ、R102 以外の赤系色素は検出されなかった（データ示さず）。

##### 3.1.2 HPLC-PDA 法

試験溶液を表 1 の条件で測定し、得られた 520 nm におけるクロマトグラムを図 1 に示す。試験溶液において R102 のピークの他に、R2 の保持時間である 6.9 min に未知ピークを検出した。検出された未知ピークの 520 nm におけるピーク面積は R102 のピーク面積の約 0.07% であった。未知ピークのピークトップにおける吸収スペクトルを図 2 に、試験溶液の未知ピーク及び HPLC 用 R2 標準溶液の R2 の保持時間及び極大吸収波長を表 3 に示す。吸収スペクトル、保持時間及び極大吸収波長が R2 標準溶液の R2 のピークと一致していることから、未知ピークは R2 と考えられたが、未知ピークが食品由来の夾雑物である可能性を考慮し、グラジエント条件を表 2 のとおり変更し測定した。測定条件を変更した際の試験溶液及び HPLC 用 R2 標準溶液のクロマトグラムを図 3 に示す。試験溶液の未知ピークは HPLC 用 R2 標準溶液の R2 のピークと保持時間が一致したことから、未知ピークは夾雑物由来ではなく R2 であると考えられた。以上のことから、未知ピークは R2 であるが、520 nm にお

けるピーク面積比が R102 の約 0.07% であったことから、R102 の副成色素の可能性があると考えられた。

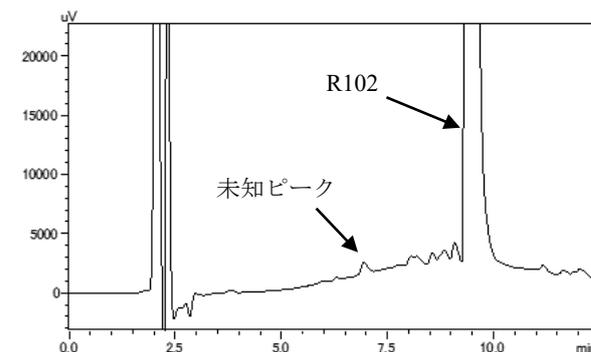


図 1 試験溶液のクロマトグラム (520 nm)

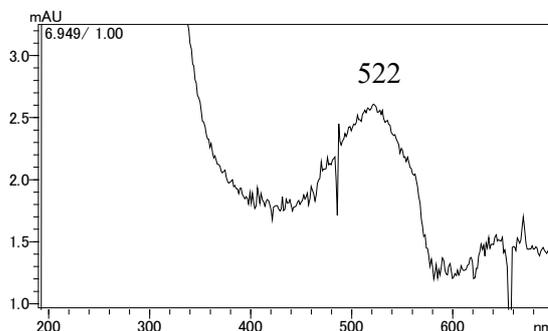


図 2 試験溶液の未知ピークのピークトップにおける吸収スペクトル

表 3 試験溶液の未知ピーク及び HPLC 用 R2 標準溶液 (1 μg/mL) の R2 の保持時間及び極大吸収波長

測定溶液	ピーク	R.T. *1 (min)	λ <sub>max</sub> *2 (nm)
試験溶液	未知ピーク	6.9	522
HPLC 用 R2 標準溶液	R2	6.9	522

\*1 : 保持時間, \*2 : 極大吸収波長

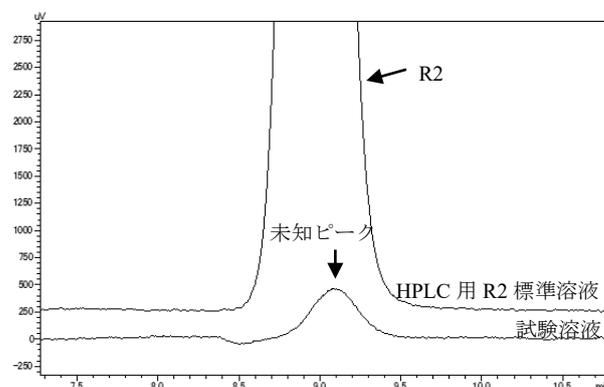


図 3 測定条件②で測定した HPLC 用 R2 標準溶液 (10 μg/mL) 及び試験溶液のクロマトグラム (520 nm)

### 3.2 標準溶液

3.1.2のとおり, 魚介加工品から R102 の副成色素と考えられる R2 が検出されたため, R102 標準品及び Sample No. 1~8 における R2 の検出の有無を確認した. 当所では, 通常, 着色料の試験において, 10 µg/mL の標準溶液を上限として測定しており, これまでに副成色素のピークが検出されたことはなかった. R102 に含まれる副成色素は, 成分規格における上限値から 1%以下と想定し, 通常測定している上限濃度の 50 倍である 500 µg/mL を測定濃度とした. そこで, HPLC 用 R102 標準溶液及び Sample No. 1~8 溶液を表 1 の測定条件で測定した. その結果, Sample No. 5, 7 及び 8 溶液において R2 の保持時間に未知ピークを検出した. HPLC 用 R102 標準溶液及び Sample No. 1~8 溶液の R102 のピークに対する未知ピークの面積比を表 4 に示す. 未知ピークが検出された Sample No. 5, 7 及び 8 溶液について, 保持時間及び極大吸収波長を表 5 に, 520 nm におけるクロマトグラムを図 4 に示す. また, HPLC 用 R2 標準溶液の R2 のピークトップにおける吸収スペクトルを図 5 に, Sample 5, 7 及び 8 溶液の未知ピークのピークトップにおける吸収スペクトルを図 6~8 に示す. Sample No. 5, 7 及び 8 溶液の未知ピークの保持時間, 極大吸収波長及び吸収スペクトルから, 未知ピークは R2 であると判断した. 以上のことから, 当所保管の 9 種類の R102 標準品のうち 3 種類に副成色素の R2 が含まれていることが分かった.

表 5 各測定溶液の保持時間及び極大吸収波長

測定溶液	ピーク	R.T.*1 (min)	$\lambda_{max}$ *2 (nm)
HPLC 用 R2 標準溶液	R2	7.0	522
Sample No. 5 溶液	未知ピーク	6.8	522
Sample No. 7 溶液	未知ピーク	6.9	523
Sample No. 8 溶液	未知ピーク	6.9	522

\*1: 保持時間, \*2: 極大吸収波長

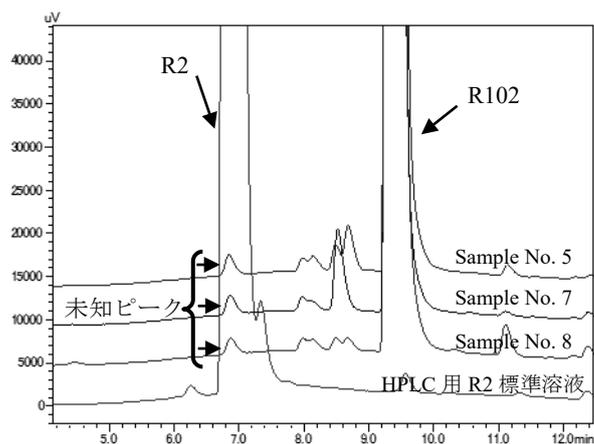


図 4 Sample No. 5, 7 及び 8 溶液並びに HPLC 用 R2 標準溶液 (500 µg/mL) のクロマトグラム (520 nm)

表 4 HPLC 用 R102 標準溶液 (500 µg/mL) 及び Sample No. 1~8 溶液の R102 のピークに対する未知ピーク的面積比

測定溶液	メーカー	面積比 (%)
R102 標準溶液	東京化成工業(株)	0
Sample No. 1 溶液	A 社	0
Sample No. 2 溶液	A 社	0
Sample No. 3 溶液	B 社	0
Sample No. 4 溶液	B 社	0
Sample No. 5 溶液	C 社	0.14
Sample No. 6 溶液	C 社	0
Sample No. 7 溶液	C 社	0.17
Sample No. 8 溶液	C 社	0.10

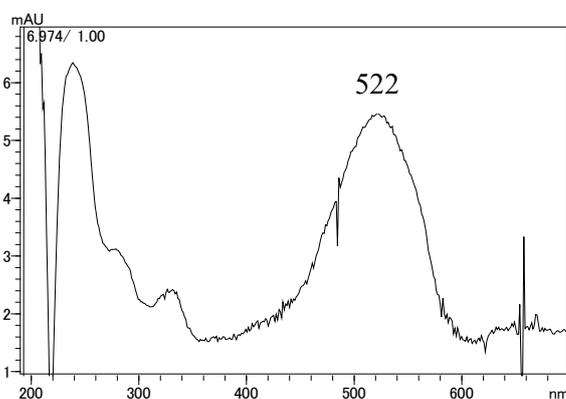


図 5 HPLC 用 R2 標準溶液 (1 µg/mL) の R2 のピークトップにおける吸収スペクトル

## 4 まとめ

R102 を使用している旨の表示がある魚介加工品の試験溶液を HPLC-PDA にて分析した結果、表示にはない R2 が検出され、R102 に対するピーク面積比から R102 の副成色素の可能性があると考えられた。当所で保管していた 9 種類の R102 の標準品を HPLC-PDA を用いて確認したところ、3 種類から R2 が検出された。R102 標準品について、520 nm における R102 のピーク面積に対する R2 のピーク面積の比はいずれも 1% 以下であり、副成色素であると判断した。着色料の試験では、着色料に含まれる副成色素や着色料が変化して生成した色素などの不明色素が検出されることがあり、表示のない食用タール色素が検出された場合に直ちに表示違反とする等の誤判定を防ぐためにも、食用タール色素中の副成色素について情報を蓄積していくことは重要である。

## 文献

- 1) 社団法人 日本食品衛生協会 厚生労働省監修：食品衛生検査指針 食品添加物編 2003, 169～199, 2003
- 2) 厚生省生活衛生局食品化学課：第 2 版食品中の食品添加物分析法, 113～131, 2000
- 3) 小出石千明, 他：食品からの食用赤色 106 号の副成色素の検出, 福岡市保健環境研究所報, 47, 113～120, 2022
- 4) 武森真由美, 他：食品着色料分析において見出される副成色素について, 東京健康安全センター年報, 72, 233～239, 2021
- 5) 貞升友紀, 他：赤色 102 号を使用したシロップから付随色素を検出した事例について, 東京健康安全センター年報, 68, 177～181, 2017
- 6) 厚生労働省：第 9 版食品添加物公定書, 平成 30 年 2 月 1 日
- 7) 川西徹, 他：第 9 版食品添加物公定書解説書, D-1190～D-1200, (株) 廣川書店 (東京), 2019

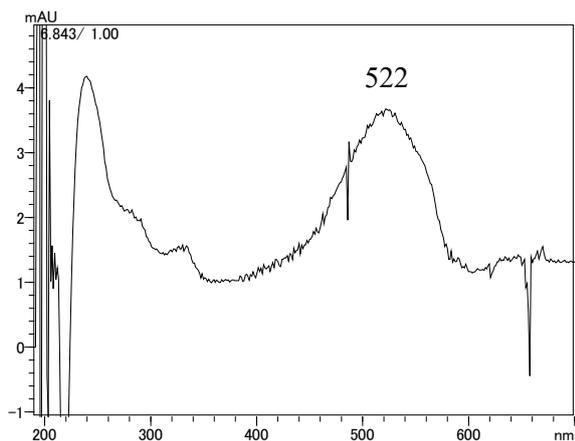


図 6 Sample No. 5 溶液の未知ピークのピークトップにおける吸収スペクトル

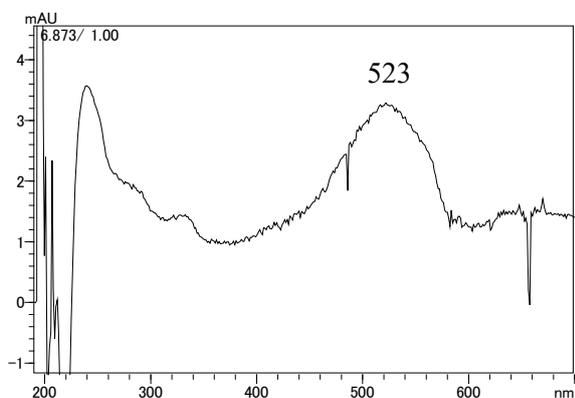


図 7 Sample No. 7 溶液の未知ピークのピークトップにおける吸収スペクトル

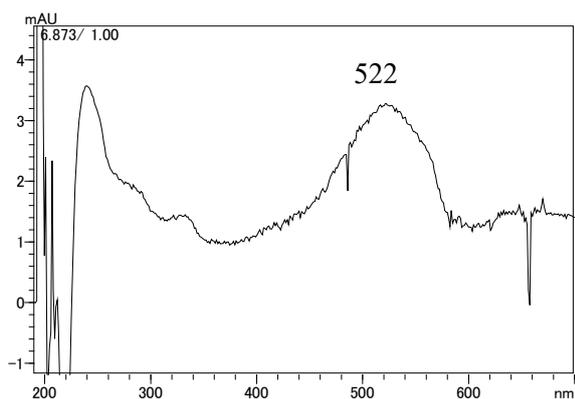


図 8 Sample No. 8 溶液の未知ピークのピークトップにおける吸収スペクトル

# 3層固相ミニカラムを用いた 加工食品中に高濃度に含まれる農薬の迅速分析法

矢野智也・常松順子・松永美樹・佐藤秀樹

福岡市保健環境研究所保健科学課

## Rapid Analysis Method Using 3-Layer Solid Phase Extraction Column of High Concentration Pesticide Contamination in Processed Food

Tomoya YANO, Junko TSUNEMATSU, Miki MATSUNAGA  
and Hideki SATO

Health Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

### 要約

健康危機事案発生時における、迅速かつ簡便な食品中農薬の分析法を目指し、GC-MS/MSによる加工食品中に高濃度に含まれる農薬等の分析法について検討を行った。抽出操作は、同じ機器を使用した多検体処理時におけるコンタミネーションを回避するため、ディスプレイブル PP チューブを用いた振とう抽出の検討を行った。精製操作は、煩雑なカラム連結操作が不要で溶出溶媒量も 0.5 mL と少ない 3 層固相ミニカラムを検討した。市販のレトルトカレーを用いた添加回収試験による性能評価を行った結果、分析対象 283 化合物のうち、90.8%である 257 化合物が性能パラメータの目標値等（選択性、回収率 50~200%, 併行精度 RSD% < 30）を満たした。また、回収率が低く、性能パラメータの目標値等を満たさなかった化合物に関しては、溶出溶媒にアセトンを追加することで回収率が改善した。

**Key Words** : 3層固相ミニカラム 3-layer solid phase extraction mini column, 農薬 pesticide  
ガスクロマトグラフ・タンデム四重極型質量分析計 GC-MS/MS, 迅速分析 rapid analysis

## 1 はじめに

福岡市保健環境研究所では、健康危機事案発生時の病因物質特定のため、農薬や自然毒に対し危機管理用の分析法で対応しており、農薬は厚生労働省事務連絡「加工食品中に高濃度に含まれる農薬等の迅速検出法について」<sup>1)</sup>（以下、「事務連絡」とする。）の迅速検出法-2 に準じた方法（以下、「従来法」とする。）で分析を行っている。健康危機事案の場合、病因物質として考えられるものは農薬、自然毒等多岐にわたるが、迅速な原因究明のためには、各スクリーニング分析を限られた人数で迅速に行うことが必要である。また、環境分析分野では、工業排水試験方法において規格利用者の利便性の向上のため、省力化、低コスト化及び低環境負荷が図られており<sup>2)</sup>、今後分析法を改良する際にはこれらを意識することも必要と考えられる。さらに技術継承のため

には、簡便性が求められる。

そこで、より迅速かつ簡便な農薬の健康危機事案用分析法を目指し、分析上の妨害となる脂質や香辛料といった様々な食品成分を含むレトルトカレーを用い、抽出操作は事務連絡<sup>1)</sup>及び QuEChERS 法<sup>3)</sup>を参考とし、精製操作に残留農薬分析法として報告<sup>4)</sup>がある 3 層タイプの少充填量固相カラム（以下、「3層固相ミニカラム」とする。）を取り入れた方法を検討し、精製工程の迅速化及び使用溶媒の少量化を試みたので報告する。

## 2 実験方法

### 2.1 試料

市販のレトルトカレーを購入し、細切均一化したものを用いた。

## 2.2 標準品・試薬等

混合標準溶液：林純薬工業社製 PL2005 GC/MS Mix I ~VI, 7 及び個別農薬標準溶液を混合し、アセトン及び *n*-ヘキサン (1:1) 混液を用いて 1.0 mg/L に調製した。

検量線用混合標準溶液：バイアル用インサートに 1% (w/v) ポリエチレングリコール/アセトン溶液を 5 µL 入れた後、混合標準溶液をアセトン及び *n*-ヘキサン (1:1) 混液で希釈し、0.01~0.2 mg/L の範囲で調製したものを 200 µL 加え調製した。

1% (w/v) ポリエチレングリコール/アセトン溶液 (以下、「1% PEG 溶液」とする。)：富士フィルム和光純薬社製ポリエチレングリコール 300 (平均分子量 300：一級品) を 1 g 量り取り、アセトンで溶解し 100 mL とした。

酢酸エチル：富士フィルム和光純薬社製残留農薬・PCB 試験用を用いた。

アセトニトリル：関東化学社製残留農薬・PCB 試験用を用いた。

アセトン：関東化学社製残留農薬・PCB 試験用を用いた。

*n*-ヘキサン：富士フィルム和光純薬社製残留農薬・PCB 試験用を用いた。

無水硫酸マグネシウム (以下、「無水硫酸 Mg」とする。)：富士フィルム和光純薬社製を用いた。

## 2.3 装置・器具等

振とう機：タイテック社製 RECIPRO SHAKER SR-2w

遠心機：久保田製作所製 フロア型冷却遠心機 S700FR

吸引マニホールド：ジーエルサイエンス社製 InertSep 吸引マニホールド

3 層固相ミニカラム：ジーエルサイエンス社製 InertSep C18/SAX/PSA (200 mg/100 mg/100 mg/ 1 mL) を用い、あらかじめアセトニトリル 4 mL でコンディショニングした後使用した。

PP チューブ：エッペンドルフ社製コニカルチューブ (50 mL 容)

バイアル：アジレント・テクノロジー社製 2 mL 不活性化ガラス

GC-MS/MS：Thermo Fisher Scientific 社製 TSQ8000Evo

## 2.4 測定条件

GC-MS/MS の測定条件を以下に示す。

ガスクロマトグラフ：Thermo Fisher Scientific 社製 TRAC E1300

注入口温度：270°C

カラム：DB-5MS+DG(0.25 mm i.d.×30 m, 0.25 µm)

カラム温度：50°C (1 min)→25°C/min→125°C→10°C/min→300°C (10 min)→10°C/min→310°C (5 min)

キャリアーガス流量：1 mL/min

注入量：2.0 µL (スプリットレス：1 min)

タンデム型質量分析計：Thermo Fisher Scientific 社製 TSQ8000Evo

イオン化電流：100 µA

イオン化モード(電圧)：EI (70 eV)

イオン源温度：300°C

インターフェース温度：280°C

## 2.5 試験溶液の調製

### 2.5.1 試料

試料中の脂質が分離しないよう 40°C 程度に温めながら調製し、サンプル量については、健康危機事案発生時に検体量が十分に確保できない可能性を考慮し、事務連絡<sup>1)</sup>の迅速検出法-3 に従い 5 g とした。

### 2.5.2 抽出操作

試料 5 g を PP チューブに量り取り、酢酸エチル 35 mL を加え、ボルテックスミキサーで 10~15 秒攪拌した後、振とう機にて 1 分間振とう抽出を行った。

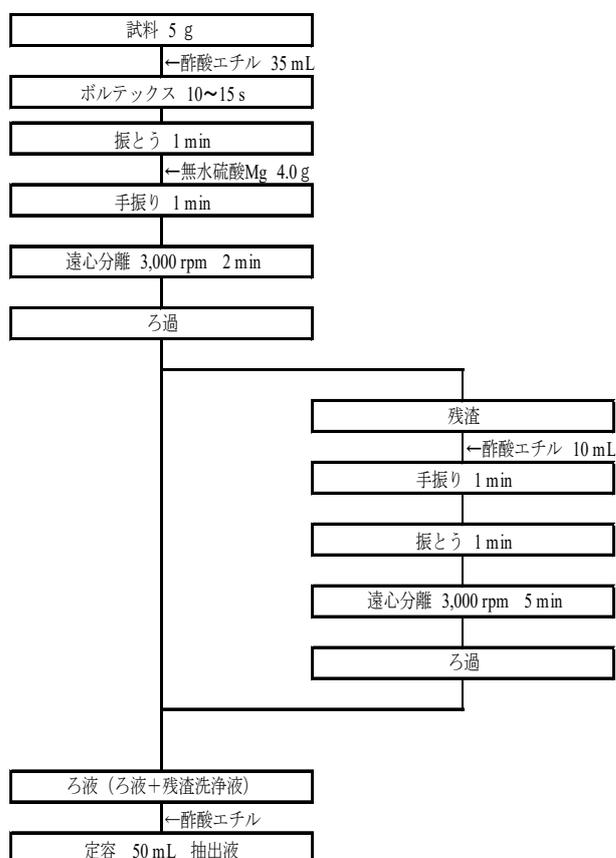


図1 抽出操作のフローチャート

これに無水硫酸 Mg 4.0 g を添加し、手振りにて 1 分間振とうした後、3,000 rpm で 2 分間遠心分離し、上清を 5A ろ紙でろ過し、50 mL 比色管に採取した。残渣に酢酸エチル 10 mL を加え、手振りにて 1 分間振とうした後、振とう機にて 1 分間振とう抽出を行い、3,000 rpm で 5 分間遠心分離し、上清を 5A ろ紙でろ過した。ろ液を合わせ、残渣を酢酸エチルで洗浄し 50 mL に定容した。抽出操作のフローチャートを図 1 に示す。

### 2.5.3 精製操作

4 mL 分取した抽出液に窒素を吹き付け、溶媒を除去後、*n*-ヘキサン飽和アセトニトリル 1 mL を添加し残留物を溶解した。これにアセトニトリル飽和 *n*-ヘキサン 0.5 mL を添加し 30 秒攪拌後、3,000 rpm で 5 分間遠心分離を行い、下層のアセトニトリル層を分取したものを粗精製液とした。

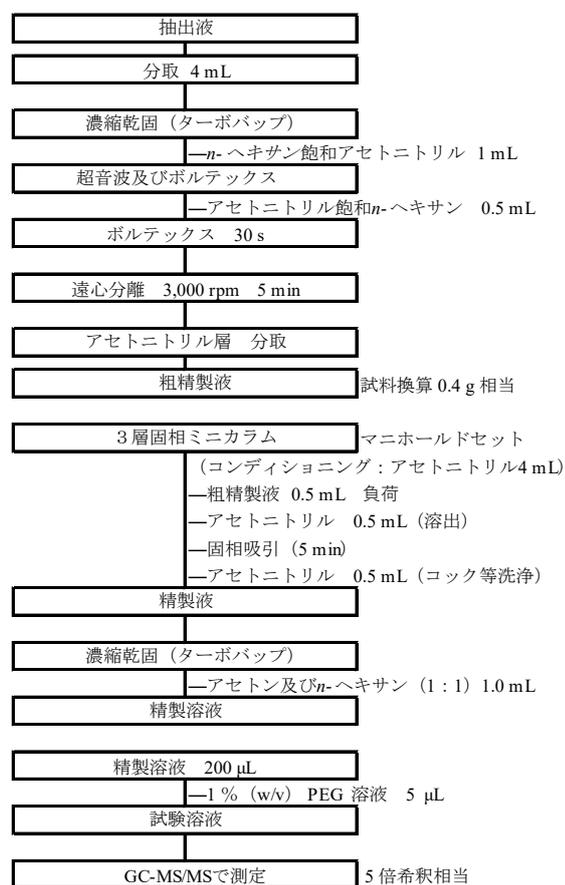


図 2 精製操作のフローチャート

3 層固相ミニカラムに粗精製液 0.5 mL を負荷・通液し、アセトニトリル 0.5 mL で溶出後、固相内に残った溶出液を回収するため 5 分間吸引し、さらにアセトニトリル 0.5 mL でコック等を洗浄したものを合わせ、精製液とした。精製液に窒素を吹き付け、溶媒を除去後残留

物にアセトン及び *n*-ヘキサン (1 : 1) 混液 1.0 mL 添加したものを精製溶液とし、この精製溶液 200 µL に 1% PEG 溶液を 5 µL 加えたものを試験溶液とした。精製操作のフローチャートを図 2 に示す。

### 2.6 検量線の作成及び定量

検量線用混合標準溶液 2.0 µL を GC-MS/MS に注入し、MRM 法により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。

### 2.7 添加回収試験

試料に試料換算濃度 0.1 mg/kg になるよう混合標準溶液を添加したものを 2.5.2 及び 2.5.3 に従い調製した操作方法を操作 A、試料を 2.5.2 に従い抽出し、抽出液に試料換算濃度として 0.1 mg/kg になるよう混合標準溶液を添加した試料を 2.5.3 に従い調製した操作方法を操作 B とし、それぞれ繰返し試験を 5 併行で行った。

### 2.8 性能評価試験

2.7 の操作 A による繰返し試験 ( $n=5$ ) を性能評価試験とし、分析対象 283 化合物に対し、事務連絡<sup>1)</sup> に従い選択性、回収率、併行精度を求め、性能パラメータの目標値等 (選択性 (試料を分析した際、測定を妨害するピークがないこと)、回収率 50~200%、併行精度 RSD% < 30。以下「目標値等」とする。) と比較した。

### 2.9 追加溶出試験

2.8 の結果で回収率の低かった化合物の回収率向上を目指し、2.5.2 及び 2.5.3 で示した方法に従い 3 層固相ミニカラムに粗精製液を 0.5 mL 負荷し、アセトニトリル 0.5 mL で溶出した後、アセトン 0.5 mL で追加溶出した方法及びアセトン 0.25 mL で追加溶出した方法で精製操作を行った。追加溶出以降、試験溶液調製までの操作は 2.5.3 に従った ( $n=3$ )。

分析対象 283 化合物について、事務連絡<sup>1)</sup> に従い回収率、併行精度を求め、目標値等と比較した。

## 3 結果及び考察

### 3.1 抽出操作

日本国内において加工食品中から高濃度で検出された農薬の濃度は、2007 年 12 月から 2008 年 1 月に有機リン中毒患者が発生した中国産冷凍餃子を原因とする薬物中毒事案では最高 20,000 ppm<sup>5)</sup>、2013 年に発生した食品への意図的なマラチオンの混入事案では最高 15,000

ppm<sup>6)</sup>である。

健康被害のおそれがある事案が発生し、病因物質として農薬が考えられる場合、健康被害防止の観点から農薬を迅速に検出する必要がある。

そこで、高濃度汚染試料が含まれる状況で複数検体を迅速に分析することを想定し、高濃度汚染試料の多検体処理時におけるコンタミネーションを回避するため、洗浄に時間を要するホモジナイザーの使用を避け、多検体同時処理が可能な QuEChERS 法の CEN 法<sup>3)</sup>を参考に、市販の PP チューブを使用した振とう抽出を検討した。なお、抽出溶媒は、事務連絡<sup>1)</sup>に従い酢酸エチルとした。

また、脱水剤を事務連絡<sup>1)</sup>に従い無水硫酸ナトリウムとすると、添加量が 20 g 以上必要となり、PP チューブでの振とう抽出が困難であるため、QuEChERS 法で使用され、近藤ら<sup>7)</sup>が無水硫酸ナトリウムとの併用を報告している無水硫酸 Mg を用いた脱水方法を検討した。

無水硫酸 Mg の添加量について、蒸留水 5 g に酢酸エチル 35 mL を混合後、無水硫酸 Mg を 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0 g 添加し、手振り後の沈殿物の脱水状況及び硬さを確認し検討した。3.5 g 以下では十分な脱水ができず、4.0 g 以上の添加で脱水が確認できた。しかし、4.5 g 以上では沈殿物が固くなりすぎ、2 回目の振とう抽出が困難であったため、添加量を脱水及び 2 回の振とう抽出が可能な最低限の量として 4.0 g に設定した。その結果、脱水剤使用量を大幅に減少させることができ、PP チューブを使用した振とう抽出が可能になった。

### 3.2 精製操作

3 層固相ミニカラムの報告事例<sup>3)</sup>は農産物中の残留農薬分析であるが、事務連絡<sup>1)</sup>での検討対象食品では脂質を含む加工食品が半数近くを占めており、迅速検出法-2 及び 3<sup>1)</sup>には脱脂操作が含まれている。そこで、3 層固相ミニカラムに負荷する前にアセトニトリル/ヘキサン分配による脱脂を追加した。さらに、大久保ら<sup>4)</sup>の報告によると、3 層固相ミニカラムへの負荷量はほうれんそうで色素除去効果がみられた試料換算 0.5 g 相当量としているが、レトルトカレーなどの加工食品の場合、脂質や香辛料などの分析の妨害になる成分が農産物よりも多いと考え、固相カラムに対する負荷量を試料換算 0.2 g 相当に減らした。

この結果、従来法と比較すると、3 層固相ミニカラムへの変更により複数の固相カラムの使用が不要になり、固相カラムの充填量も少なく小リザーバーサイズであるため溶出溶媒も少量化が可能になった。また、カラムの連結作業やコンディショニング作業が簡素化されたこと

により、操作時間を短縮できた。

### 3.3 添加回収試験結果

本検討は、抽出方法が事務連絡<sup>1)</sup>と異なるため、2.7 の試料への添加回収試験である操作 A と試料抽出液への添加回収試験である操作 B の各化合物の回収率 ( $n=5$  の平均値) を比較し、抽出操作における損失を確認した。比較対象化合物は、操作 A において、約 9 割の化合物が併行精度  $RSD\% < 10$  となった回収率 70~120% の化合物とした。その結果、表 1 に示すとおり操作 B の回収率が操作 A の回収率よりも 15 ポイント程度高い傾向が認められたが、性能評価試験に用いる操作 A の結果は目標値等を満たしていることから、本検討での抽出法は農薬の危機管理用スクリーニング分析の抽出法として有用であると考えられた。

表 1 操作 A 及び操作 B の各化合物の回収率比較  
( $n=5$  の平均値)

回収率の範囲	化合物数※	操作 B の回収率 (%)	操作 A の回収率 (%)	操作 B - 操作 A
≥70<80%	26	89.9	75.8	14.1
≥80<90%	70	101.6	86.0	15.6
≥90<100%	62	110.5	95.1	15.4
≥100<110%	58	118.9	104.7	14.2
≥110<120%	12	127.7	113.9	13.8

※操作 A の化合物数

### 3.4 性能評価試験結果

選択性に問題がなく、併行精度 30% 未満であった 266 化合物の回収率ごとの分布を表 2 に示した。また、目標値等を満たした化合物の結果を表 3 に示した。目標値等を満たした化合物数は 257 化合物で、分析対象化合物の 90.8% であり、うち 228 化合物が回収率 70~120% の範囲内であった。目標値等を満たさなかった化合物の中には、事務連絡<sup>1)</sup>で検討対象化合物として選択された有機リン系農薬であるアセフェート、ジクロロボス及びメタミドホスが含まれていた。これらの化合物は、事務連絡<sup>1)</sup>の迅速検出法-2 では目標値等を満たしていたが、 $\text{Log}P_{ow}$  が -0.66~1.47 と低く、親水性化合物であることから、グラファイトカーボン及び PSA カラムからのアセトン溶出により回収されたと考えられる。本検討では 3 層固相ミニカラムからの溶出はアセトニトリルのみであることから回収率が低くなり目標値等を満たさなかったと考えられた。

表2 性能評価試験における  
化合物の回収率ごとの分布

回収率(%)	化合物数
<50	9
50~60	12
60~70	12
70~80	26
80~90	70
90~100	62
100~110	58
110~120	12
120~130	3
130~140	1
140~150	1
150~200	0
>200	0
合計	266 (257)*

※回収率 50~200%の化合物数

### 3.5 追加溶出試験

選択性に問題がなく、併行精度 RSD% < 30 であった化合物の回収率ごとの分布を表4に示した。また、アセトン 0.5 mL で追加溶出したもの及びアセトン 0.25 mL で追加溶出したものについて、目標値等を満たした化合物の結果をそれぞれ表5及び表6に示した。目標値等を満たした化合物数はいずれのアセトン量でも268化合物（分析対象化合物の94.7%）であり、このうち回収率70~120%の範囲内であった化合物数は、アセトン 0.25 mLの追加溶出で239化合物、アセトン 0.5 mLの追加溶出で234化合物であった。これらの結果を3.4の性能評価試験結果と比較すると、目標値等を満たした化合物数及び回収率70~120%の範囲内であった化合物数が増加したことから、アセトン追加溶出はレトルトカレーにおける添加回収試験の精製工程として有効であると考えられた。

また、3.4において回収率の低かったアセフェート、ジクロロボス及びメタミドホスの回収率を表7に示した。アセトン 0.25 mLで追加溶出した結果では、メタミドホスしか目標値等を満たさなかったが、アセトン 0.5 mLで追加溶出した結果では、すべての化合物が目標値等を満たした。

本法は従来法と異なり、3層の積層カラムを使用しており、夾雑物を含んだ C18 カラムを取外すことができ

ないため、アセトンによる追加溶出をすることで、マトリックスの増大が予想された。アセトン 0.5 mLによる追加溶出によって、回収率120%を超える化合物数が増加したが、目標値等を満たす化合物数も増加し、親水性化合物であるアセフェート、ジクロロボス及びメタミドホスの回収率を大きく改善することができたことから、マトリックスの増大については問題ないと判断した。

表4 追加試験における化合物の回収率ごとの分布

回収率(%)	アセトニトリル 0.5 mL +アセトン 0.5 mL	アセトニトリル 0.5 mL +アセトン 0.25 mL
	化合物数	化合物数
<50	8	10
50~60	7	10
60~70	13	14
70~80	20	29
80~90	46	60
90~100	76	84
100~110	69	62
110~120	23	4
120~130	7	5
130~140	6	0
140~150	0	0
150~200	1	0
>200	0	0
合計	276 (268)*	278 (268)*

※回収率 50~200%の化合物数

表7 アセトン追加溶出による回収率の比較

化合物名	アセトニトリル 0.5 mL +アセトン 0.5 mL		アセトニトリル 0.5 mL +アセトン 0.25 mL	
	回収率 (%)	RSD (%)	回収率 (%)	RSD (%)
Acephate	56.3	18.9	24.3	15.2
Dichlorvos (DDVP)	63.4	8.7	44.0	43.6
Methamidophos	75.3	5.0	60.1	11.1

表3 目標値等を満たした成分の性能評価試験結果 (n=5)

化合物	回収率 (%)	RSD (%)	化合物	回収率 (%)	RSD (%)	化合物	回収率 (%)	RSD (%)	化合物	回収率 (%)	RSD (%)
Acetamidrid	100.7	5.5	Diazinon	69.2	6.1	Hexazinone	106.3	7.1	Prometryn	87.2	7.3
Acetochlor	85.7	8.1	Dichlofenthion	72.7	5.0	Imazamethabenzmethyl	90.6	5.3	Propachlor	89.7	8.2
Acrinathrin	83.1	6.0	Dichloran	110.9	4.4	Imibenconazole	88.3	7.7	Propanil	105.7	5.4
Alachlor	93.7	6.4	Diclofop methyl	89.2	11.2	Imibenconazole desbenzyl	106.9	2.6	Propargite 1,2	79.4	8.5
$\alpha$ -BHC	76.9	5.7	Dicofol	84.8	10.2	Iprobenfos	92.1	7.5	Propazine	104.2	7.5
$\alpha$ -Chlorfenvinphos	104.9	5.7	Dicrotophos	106.1	4.8	Isazophos (Miral)	87.5	5.7	Propiconazole 1,2	91.6	9.5
Ametryn	83.1	7.1	Dicyclomet 1,2	102.8	6.3	Isofenphos	87.5	5.8	Propoxur	91.6	2.3
Anilofos	100.5	6.5	Dieldrin	70.6	7.0	Isofenphos_oxon	120.0	4.6	Propyzamide	88.3	4.2
Aramite 1,2,3,4	97.6	5.8	Diethofencarb	111.5	3.4	Isoprocarb	83.9	4.1	Prothiofos	71.9	8.2
Atrazine	114.0	10.1	Diifenoconazole 1,2	101.3	5.3	Isoprothiolane	98.4	5.5	Pyraclfofos	83.4	7.6
Azaconazole	101.9	5.6	Disulfenican	95.1	6.5	Isoxadifen_ethyl	99.2	4.9	Pyraflufen ethyl	97.2	7.1
Azinphos methyl	101.8	4.8	Dimepiperate	77.1	9.1	Isoxathion	104.6	6.8	Pyrazophos	99.2	6.9
Benalaxyl	105.2	5.1	Dimethametryn	94.0	9.4	Isoxathion oxon	85.8	7.8	Pyributicarb	71.6	13.2
Bendocarb	97.8	1.6	Dimethenamid	93.8	4.4	Kresoxim methyl	103.1	4.6	Pyridaben	86.5	4.7
Benfluralin	79.5	6.6	Dimethoate	141.3	4.4	Lenacil	95.5	5.8	Pyridaphenthion	98.0	6.2
Benfuresate	99.7	6.4	<i>E,Z</i> -Dimethylvinphos	98.4	6.4	Malathion	102.4	3.4	<i>E</i> -Pyrifenofox	97.5	13.9
Benoxacor	86.3	7.9	Dioxathion	98.6	4.5	Mecarbam	97.7	15.5	<i>Z</i> -Pyrifenofox	86.6	6.1
$\beta$ -BHC	106.8	4.1	Diphenamid	117.3	7.4	Mefenacet	105.2	5.8	Pyrimethanil	85.3	4.1
$\beta$ -Chlorfenvinphos	88.8	12.0	Disulfoton sulfone	87.8	2.2	Mefenpyr diethyl	89.4	6.7	Pyrimidifen	75.8	5.0
Bifenox	107.5	7.5	Edifenphos	83.9	5.7	Mepronil	106.6	6.4	<i>E</i> -Pyriminobac methyl	90.2	6.0
Bifenthrin	74.5	6.1	$\alpha$ -Endosulfan	59.8	18.3	Metalaxyl	106.4	6.3	<i>Z</i> -Pyriminobac methyl	105.5	9.1
Bitertanol 1,2	99.8	6.4	$\beta$ -Endosulfan	83.0	11.1	Methidathion	96.4	9.1	Pyriproxyfen	89.5	6.3
Boscalid	103.8	4.6	Endrin	75.4	7.8	Methoprene	50.4	9.2	Pyroquilon	92.0	4.6
Bromacil	100.5	6.3	EPN	103.1	7.1	Methoxychlor	93.7	6.7	Quinalphos	88.3	7.5
Bromobutide	104.4	4.9	Epoxiconazole	95.1	6.7	Metolachlor	99.8	3.2	Quinoclamine	100.6	8.6
Bromophos ethyl	60.0	13.0	Esprocarb	77.6	6.7	<i>E</i> -Metominostrobin	104.4	8.3	Quinoxyfen	76.2	3.7
Bromophos methyl	81.4	7.1	Ethalfuralin	80.0	6.7	<i>Z</i> -Metominostrobin	106.8	7.4	Quintozene (PCNB)	55.6	12.2
Bromopropylate	89.3	6.4	Ethion	101.8	3.3	Mevinphos	86.3	6.2	Resmethrin 1,2	56.2	5.6
Bupirimate	90.5	5.5	Ethofumesate	109.4	4.5	Myclobutanil	107.0	6.4	Simazine	116.0	6.6
Buprofezin	89.7	2.9	Ethoprophos	86.3	5.9	1-Naphthylacetamide (NAD)	110.2	6.0	Simetryn	95.2	4.5
Butachlor	82.7	6.1	Etofenprox	84.5	6.0	Napropamide	89.7	7.6	Spiroamine 1,2	68.1	4.5
Butamifos	92.7	4.6	Etoazole	87.7	7.5	Nitrothal-isopropyl (Nitrothal)	101.0	5.6	TCMTB	84.0	2.1
Cadusafos	93.5	7.6	Etrinfos	77.3	7.9	Norflurazon	99.1	6.5	Tebuconazole	95.3	7.1
Cafenstrole	87.5	4.4	Fenarimol	89.2	5.2	Omethoate	83.7	2.3	Tebuufenpyrad	83.8	8.8
Captan	54.8	8.6	Fenbuconazole	119.3	4.0	<i>op</i> -DDD	84.5	6.3	Tefluthrin	68.0	6.1
Carbofuran	110.1	4.3	Fenchlorfos (Rommel)	75.9	6.9	<i>op</i> -DDE	50.1	7.5	Terbacil	98.7	2.2
Carfentrazone ethyl	103.3	7.8	Fenitrothion	109.2	7.2	<i>op</i> -DDT	69.4	10.1	Terbufos	101.8	3.3
Chlorbutam	112.1	5.1	Fenobucarb	91.9	4.5	Oxadiazon	91.9	4.8	Terbutryn	90.9	4.5
<i>cis</i> -Chlordane	68.2	8.1	Fenothiocarb	88.5	2.8	Oxadixyl	104.0	6.5	Tetrachlorvinphos	85.8	11.7
<i>trans</i> -Chlordane	64.6	7.4	Fenoxamil	98.5	5.7	Oxamyl	135.2	4.2	Tetraconazole	117.0	7.9
Chlorethoxyphos	53.7	16.6	Fenpropathrin	88.3	7.1	Oxyfluorfen	104.1	11.8	Tetraclorfen	86.3	10.8
Chlorfenapyr	105.7	21.6	Fensulfthion	107.2	6.7	Paclobutrazol	97.9	7.4	Thenylchlor	92.4	12.5
Chlorfenfos	92.0	6.0	Fenvalerate 1,2	84.1	4.6	Parathion ethyl	101.1	5.4	Thifluzamide	94.7	5.5
Chlorobenzilate	94.2	6.5	Fipronil	88.0	7.0	Parathion methyl	102.3	8.4	Thioencarb	81.1	6.6
Chloroneb	61.5	12.6	Flamprop methyl	106.3	6.3	Penconazole	89.5	6.5	Tolclofos methyl	78.1	5.0
Chlorpropham	71.5	9.0	Fluacrypyrim	112.2	5.5	Pencycuron	91.8	7.6	Tolfenpyrad	96.7	5.8
Chlorpyrifos	81.9	9.4	Flucythrinate 1,2	92.2	5.7	Pendimethalin	85.6	8.4	<i>trans</i> -Permethrin	80.5	7.0
Chlorpyrifos methyl	72.2	7.2	Fludioxonil	96.9	6.7	Perthane (Ethylan)	81.4	4.9	Triadimefon	100.5	9.0
Chlorthal dimethyl(DCPA)	83.7	2.7	Flufenphyr ethyl	87.3	8.2	Phenothrin 1,2	78.3	7.3	Triadimenol 1,2	99.4	7.5
Chlozolate	63.9	6.7	Flumiclorac pentyl	79.7	5.0	Phenthoate	93.2	7.9	Triallate	50.2	9.6
Cinidon ethyl	65.0	7.1	Flumioxazin	79.3	5.7	Phosalone	107.8	5.5	Triazophos	107.1	9.6
<i>cis</i> -Permethrin	79.4	7.0	Fluquinconazole	87.4	4.0	Phosmet	74.4	6.6	Tribuphos	72.8	2.1
Clomazone	95.8	7.7	Fluridone	97.9	3.8	Phosphamidon	104.4	7.9	Tricyclazole	102.7	4.0
Cyanazine	109.4	6.0	Flusilazole	103.2	13.1	Picolinafen	96.7	4.7	Trifloxystrobin	108.3	10.7
Cyanophos	85.8	5.2	Fluthiacet methyl	62.4	5.6	Piperonyl butoxide (PBO)	86.9	6.5	Triflumizole	85.4	7.4
Cyfluthrin 1,2,3,4	94.1	4.7	Flutolanil	104.9	7.3	Piperophos	92.8	6.3	Triflumizole_metabolite	109.9	5.0
Cyhalofop butyl	106.8	8.3	Flutriafol	95.3	5.4	Pirimicarb	96.6	5.7	Trifluralin	72.8	8.4
Cyhalothrin 1,2	95.4	5.7	Fluvalinate 1,2	87.6	2.7	Pirimiphos methyl	90.5	5.8	Uniconazole_P	104.6	16.6
Cypermethrin 1,2,3,4	89.9	4.0	Fosthiazate 1,2	123.5	5.9	<i>pp</i> -DDD	90.2	6.8	Vinclozolin	80.9	11.4
Cyproconazole	108.5	8.2	Fthalide	86.5	5.7	<i>pp</i> -DDE	53.1	10.9	XMC	89.7	3.6
Cyprodinil	101.9	10.0	Furilazole	92.7	5.7	<i>pp</i> -DDT	69.0	6.1	Zoxamide	84.9	3.1
$\delta$ -BHC	79.5	2.2	$\gamma$ -BHC	81.4	6.5	Pretilachlor	88.4	9.6	Zoxamide_metabolite	116.5	8.1
Deltamethrin	88.3	6.2	Halfenprox	87.0	6.2	Procymidone	107.2	8.1			
Desmedipham	126.1	4.4	Heptachlor epoxide	62.0	5.6	Profenofos	81.6	7.7			
Diallate 1,2	58.1	7.2	Hexaconazole	92.5	5.7	Prohydrojasmon 1,2	57.0	6.6			

表 5 追加溶出試験(アセトン 0.5 mL 追加)で目標値等を満たした成分の性能評価試験結果 (n=3)

化合物	回収率 (%)	RSD (%)	化合物	回収率 (%)	RSD (%)	化合物	回収率 (%)	RSD (%)	化合物	回収率 (%)	RSD (%)
2,4-Dichloroaniline	67.3	9.0	Diallate 1,2	68.4	5.9	Heptachlor epoxide	72.0	18.4	Profenofos	87.4	3.3
Acephate	56.3	18.9	Diazinon	72.0	7.6	Hexaconazole	99.2	3.5	Prohydrojasmon 1,2	83.4	4.7
Acetamidprid	100.0	8.1	Dichlofenthion	71.8	1.8	Hexazinone	97.0	2.8	Prometryn	97.7	3.8
Acetochlor	92.6	4.2	Dichloran	107.0	4.7	Imazamethabenzmethyl	115.5	21.5	Propachlor	84.9	5.8
Acrinathrin	122.0	25.8	Dichlorvos (DDVP)	63.4	8.7	Imibenconazole	114.0	9.9	Propanil	109.7	3.7
Alachlor	86.5	7.3	Diclofop methyl	87.2	5.1	Imibenconazole desbenzyl	104.2	6.2	Propaphos	96.3	6.1
α-BHC	85.5	2.6	Dicofol	83.9	5.5	Iprobenfos	97.5	4.7	Propargite 1,2	82.5	6.3
α-Chlorfenvinphos	109.6	2.0	Dicrotophos	101.9	5.1	Isazophos (Miral)	93.5	2.4	Propazine	108.4	6.4
Ametryn	104.4	10.7	Dicyclomet 1,2	97.8	2.9	Isofenphos	87.3	7.6	Propiconazole 1,2	98.7	3.9
Anilofos	110.7	6.2	Diieldrin	70.0	22.6	Isofenphos_oxon	111.0	3.4	Propoxur	99.0	10.9
Aramite 1,2,3,4	100.9	2.1	Diethofencarb	112.7	3.5	Isoprocarb	81.5	4.9	Propyzamide	96.2	8.4
Atrazine	102.3	6.4	Difenconazole 1,2	107.1	4.8	Isoprothiolane	100.0	1.7	Prothiofos	68.0	8.3
Azaconazole	100.6	4.4	Diiflufenican	96.3	5.8	Isoxadifen_ethyl	104.5	10.1	Pyraclofos	101.6	9.3
Azinphos methyl	125.8	16.2	Dimepiperate	77.1	2.4	Isoxathion	97.4	5.0	Pyraflufen ethyl	96.2	2.5
Benalaxyl	99.6	1.5	Dimethametryn	99.0	4.4	Isoxathion oxon	98.2	5.0	Pyrazophos	110.1	5.1
Bendiocarb	122.4	17.5	Dimethenamid	91.8	2.8	Kresoxim methyl	96.0	3.6	Pyributicarb	95.3	5.9
Benfluralin	82.5	3.1	Dimethoate	131.4	5.8	Lenacil	99.4	1.2	Pyridaben	94.1	3.7
Benfuresate	101.3	2.8	E,Z-Dimethylvinphos	100.1	3.0	Malathion	106.8	4.4	Pyridaphenthion	105.2	5.4
Benoxacor	90.6	3.5	Dioxathion	108.7	2.0	Mefenacet	110.3	3.7	E-Pyrifenox	75.3	10.0
β-BHC	101.6	5.3	Diphenamid	109.3	2.2	Mefenpyr diethyl	91.9	3.2	Z-Pyrifenox	83.2	14.6
β-Chlorfenvinphos	93.3	1.7	Disulfoton	67.5	2.3	Mepronil	105.5	4.4	Pyrimethanil	87.3	5.2
Bifenox	99.0	4.2	Disulfoton sulfone	118.3	20.4	Metaxyl	96.8	8.1	Pyrimidifen	86.7	2.7
Bifenthrin	80.7	4.8	Edifenphos	102.0	7.8	Methamidophos	75.3	5.0	E-Pyriminobac methyl	97.9	0.6
Bitertanol 1,2	110.2	7.4	β-Endosulfan	94.5	13.8	Methidathion	105.2	10.1	Z-Pyriminobac methyl	103.6	4.5
Boscalid	110.4	2.8	Endrin	83.8	7.3	Methoprene	51.7	6.0	Pyriproxyfen	90.9	4.2
Bromacil	123.4	2.0	EPN	104.4	2.8	Methoxychlor	93.1	3.3	Pyroquilon	89.5	6.0
Bromobutide	96.0	5.2	Epoxiconazole	99.7	2.6	Metolachlor	101.8	3.1	Quinalphos	88.4	5.5
Bromophos ethyl	71.5	10.0	Esprocarb	83.6	2.6	E-Metominostrobin	107.5	3.2	Quinoclamine	100.7	4.7
Bromophos methyl	83.6	4.6	Ethalfuralin	76.5	4.9	Z-Metominostrobin	101.1	4.1	Quinoxifen	74.2	2.4
Bromopropylate	87.6	6.0	Ethion	106.4	2.0	Mevinphos	91.7	2.3	Quintozene (PCNB)	63.6	5.6
Bupirimate	105.0	4.2	Ethofumesate	102.5	3.5	Monocrotophos	156.5	6.1	Resmethrin 1,2	72.7	4.0
Buprofezin	93.2	4.9	Ethoprophos	85.8	4.9	Myclobutanil	108.0	2.9	Simazine	115.5	5.0
Butachlor	85.5	1.8	Etofenprox	92.6	2.4	1-Naphthylacetamide (NAD)	107.4	4.8	Simetryn	102.6	6.9
Butamifos	100.5	4.4	Etoxazole	87.7	5.2	Napropamide	88.4	7.7	Spirodiclofen	66.4	13.1
Cadusafos	99.2	2.9	Trimfos	75.3	2.1	Nitrothal-isopropyl (Nitroth)	100.0	4.0	Spiroxamine 1,2	79.5	2.8
Cafenstrole	110.4	15.5	Fenamiphos	93.8	7.9	Norflurazon	99.2	3.7	TCMTB	121.9	27.2
Carbofuran	138.7	16.2	Fenarimol	87.7	1.1	Omethoate	99.8	8.0	Tebuconazole	95.6	7.1
Carboxin	82.9	0.5	Fenbuconazole	131.4	3.0	op-DDD	89.7	3.6	Tebufenpyrad	89.4	4.7
Carfentrazone ethyl	99.5	7.0	Fenchlorfos (Ronnel)	77.3	5.5	op-DDE	57.2	1.8	Tecnazene	54.4	2.4
Chlorbenside	71.4	4.6	Fenitrothion	105.7	2.5	op-DDT	76.7	2.3	Tefluthrin	69.6	3.1
Chlorbufam	108.7	2.7	Fenobucarb	89.2	4.6	Oxadiazon	94.7	5.2	Terbacil	104.1	1.7
cis-Chlordane	68.4	9.5	Fenothiocarb	90.0	6.9	Oxadixyl	108.1	3.2	Terbufos	106.4	2.0
trans-Chlordane	61.0	4.8	Fenoxanil	108.4	1.9	Oxamyl	105.1	2.4	Terbutryn	104.6	4.0
Chlorethoxyphos	66.2	4.2	Fenpropathrin	96.6	4.6	Oxyfluorfen	101.3	3.9	Tetrachlorvinphos	90.9	12.9
Chlorfenapyr	108.3	14.8	Fensulfothion	115.1	2.9	Paclbutrazol	104.2	7.8	Tetraconazole	113.5	6.8
Chlorfenson	93.4	2.0	Fenthion	89.4	2.3	Parathion ethyl	99.7	4.3	Tetradifon	92.7	6.2
Chlorobenzilate	91.9	2.5	Fenvalerate 1,2	117.0	16.9	Parathion methyl	92.1	4.7	Thenylchlor	89.1	8.2
Chloroneb	61.2	3.2	Fipronil	102.9	7.3	Penconazole	94.7	2.5	Thifluzamide	107.7	3.0
Chlorpropham	66.1	3.2	Flamprop methyl	111.0	6.5	Pencycuron	93.4	3.9	Thiobencarb	80.5	4.4
Chlorpyrifos	97.1	6.0	Fluacrypyrim	107.7	5.1	Pendimethalin	93.2	7.4	Thiometon	82.4	5.2
Chlorpyrifos methyl	77.6	2.4	Flucythrinate 1,2	122.5	14.3	Perthane (Ethylan)	82.5	4.3	Tolclofos methyl	80.7	3.9
Chlorthal dimethyl (DCPA)	87.0	4.9	Fludioxonil	103.7	1.3	Phenothrin 1,2	86.2	10.3	Tolfenpyrad	103.3	4.4
Chlozolinate	91.2	6.9	Flufenphyr ethyl	108.3	12.8	Phenthoate	92.9	1.1	trans-Permethrin	88.1	3.9
Cinidon ethyl	108.8	6.4	Flumiclorac pentyl	108.2	8.7	Phorate	81.2	3.5	Triadimefon	92.9	4.8
cis-Permethrin	82.7	4.8	Flumioxazin	102.2	8.9	Phosalone	130.5	7.1	Triadimenol 1,2	98.7	2.5
Clomazone	93.9	4.3	Fluquinconazole	117.3	17.6	Phosmet	118.1	25.4	Triallate	57.6	1.9
Cyanazine	105.3	7.2	Fluridone	99.7	3.6	Phosphamidon	104.3	6.6	Triazophos	108.9	5.2
Cyanophos	90.7	3.2	Flusilazole	102.5	3.2	Picolinafen	98.5	5.0	Tribuphos	84.2	3.2
Cyfluthrin 1,2,3,4	132.5	19.0	Fluthiacet methyl	106.9	16.8	Piperonyl butoxide (PBO)	90.8	2.3	Tricyclazole	106.5	4.3
Cyhalofop butyl	106.0	5.6	Flutolanil	108.5	3.9	Piperophos	97.6	4.4	Trifloxystrobin	112.7	4.0
Cyhalothrin 1,2	122.9	11.0	Flutriafol	95.6	3.2	Pirimicarb	99.3	7.7	Triflumizole	89.8	5.8
Cypermethrin 1,2,3,4	119.8	14.7	Fosthiazate 1,2	116.2	9.1	Pirimiphos methyl	88.6	12.7	Triflumizole_metabolite	111.4	4.8
Cyproconazole	108.6	2.3	Fthalide	91.6	6.2	pp-DDD	95.0	4.5	Trifluralin	78.0	1.0
Cyprodinil	93.7	5.2	Furilazole	97.4	5.6	pp-DDE	55.5	9.1	Uniconazole_P	111.9	11.0
δ-BHC	109.2	21.1	γ-BHC	89.9	5.5	pp-DDT	73.7	5.8	Vincllozolin	95.8	2.9
Demeton-S-methyl (Methyl demeton)	77.8	5.1	Halfenprox	97.4	3.7	Pretilachlor	92.6	3.0	XMC	92.2	6.1
Desmedipham	130.8	10.9	Heptachlor	52.7	2.4	Procymidone	104.6	3.4	Zoxamide metabolite	83.4	13.8

表6 追加溶出試験(アセトン 0.25 mL 追加)で目標値等を満たした成分の性能評価試験結果 (n=3)

化合物	回収率 (%)	RSD (%)	化合物	回収率 (%)	RSD (%)	化合物	回収率 (%)	RSD (%)	化合物	回収率 (%)	RSD (%)
Acetamidiprid	98.6	2.5	Diazinon	72.2	5.1	Heptachlor epoxide	66.5	5.8	Profenofos	87.1	5.1
Acetochlor	88.4	3.5	Dichlofenthion	69.1	3.2	Hexaconazole	92.9	3.2	Prohydrojasmon 1,2	76.6	0.7
Acrinathrin	102.9	19.0	Dichloran	106.9	3.5	Hexazinone	93.7	4.6	Prometryn	93.2	8.7
Alachlor	85.5	4.8	Diclofop methyl	87.3	8.4	Imazamethabenzmethyl	101.7	10.7	Propachlor	82.7	3.4
$\alpha$ -BHC	78.6	8.6	Dicofol	81.3	4.7	Imibenconazole	91.3	3.1	Propanil	104.9	7.2
$\alpha$ -Chlorfenvinphos	102.0	4.5	Dicorophos	94.1	7.0	Imibenconazole desbenzyl	94.9	8.2	Propaphos	93.1	3.8
Ametryn	96.6	2.0	Dicyclomet 1,2	95.3	2.1	Iprobenfos	90.3	4.4	Propargite 1,2	80.9	3.6
Anilofos	103.0	3.0	Dieldrin	67.0	11.8	Isazophos (Miral)	91.5	1.3	Propazine	99.1	3.1
Aramite 1,2,3,4	95.0	4.5	Diethofencarb	108.2	3.5	Isofenphos	86.5	3.9	Propiconazole 1,2	91.7	5.0
Atrazine	100.0	12.9	Difenoconazole 1,2	98.8	5.9	Isofenphos_oxon	107.5	4.4	Propoxur	90.1	7.7
Azaconazole	97.5	3.8	Diiflufenican	92.6	2.1	Isoprocarb	75.9	5.9	Propyzamide	94.0	5.8
Azinphos methyl	109.0	6.1	Dimepiperate	74.4	2.3	Isoprothiolane	100.6	2.8	Prothiofos	61.8	4.3
Benalaxyl	101.5	9.6	Dimethametryn	90.8	2.9	Isoxadifen_ethyl	105.6	3.3	Pyraclofos	93.7	4.0
Bendiocarb	110.8	13.9	Dimethenamid	87.4	0.9	Isoxathion	94.6	4.1	Pyraflufen ethyl	92.7	15.1
Benfluralin	77.7	5.7	Dimethoate	127.1	3.2	Isoxathion oxon	90.6	2.7	Pyrazophos	106.3	4.5
Benfuresate	99.5	3.3	<i>E,Z</i> -Dimethylvinphos	95.8	2.3	Kresoxim methyl	88.5	5.1	Pyributicarb	94.4	8.0
Benoxacor	88.2	2.4	Dioxathion	102.4	2.5	Lenacil	92.5	4.5	Pyridaben	91.3	5.1
$\beta$ -BHC	97.2	2.8	Diphenamid	105.6	3.6	Malathion	103.8	2.2	Pyridaphenthion	100.7	5.3
$\beta$ -Chlorfenvinphos	95.8	7.5	Disulfoton	63.0	1.2	Mefenacet	107.3	4.7	E-Pyriifenox	77.0	2.9
Bifenox	98.7	6.5	Disulfoton sulfone	102.7	14.1	Mefenpyr diethyl	88.6	12.0	Z-Pyriifenox	73.8	17.9
Bifenthrin	78.1	3.5	Edifenphos	89.4	9.7	Mepronil	100.9	4.7	Pyrimethanil	80.5	4.1
Bitertanol 1,2	102.0	9.2	$\beta$ -Endosulfan	93.0	3.1	Metalaxyl	90.4	19.8	Pyrimidifen	84.4	4.1
Boscalid	106.8	4.1	Endrin	76.5	4.8	Methamidophos	60.1	11.1	<i>E</i> -Pyriminobac methyl	94.3	3.2
Bromacil	109.6	3.4	EPN	100.2	3.2	Methidathion	97.0	5.8	Z-Pyriminobac methyl	97.8	3.3
Bromobutide	94.2	4.7	Epoxiconazole	94.9	3.8	Methoprene	52.3	4.9	Pyriproxyfen	87.5	9.2
Bromophos ethyl	69.7	11.5	Esprocarb	80.3	1.9	Methoxychlor	89.0	4.3	Pyroquilon	85.8	1.4
Bromophos methyl	79.2	4.6	Ethalfuralin	71.6	1.2	Metolachlor	96.6	1.7	Quinalphos	84.4	2.4
Bromopropylate	84.3	8.3	Ethion	104.3	4.2	<i>E</i> -Metominostrobin	102.2	6.7	Quinoclamine	100.2	5.6
Bupirimate	96.8	3.2	Ethofumesate	99.3	3.9	Z-Metominostrobin	96.6	5.9	Quinoxifen	72.1	5.4
Buprofezin	93.2	1.6	Ethoprophos	80.7	2.8	Mevinphos	85.1	5.5	Quintozene (PCNB)	60.3	9.6
Butachlor	75.1	4.2	Etofenprox	89.2	3.7	Myclobutanil	103.3	3.0	Resmethrin 1,2	73.0	5.6
Butamifos	93.1	12.7	Etoxazole	84.6	2.5	1-Naphthylacetamide (NAD)	102.8	4.0	Simazine	106.2	4.4
Cadusafos	98.3	6.1	Etrifos	74.0	2.0	Napropamide	87.4	5.5	Simetryn	97.3	6.0
Cafenstrole	100.8	7.5	Fenamiphos	92.4	7.0	Nitrothal-isopropyl (Nitrothal)	91.6	2.0	Spirodiclofen	62.6	1.9
Carbofuran	124.9	10.8	Fenarimol	81.4	13.1	Norflurazon	97.4	4.1	Spiroxamine 1,2	74.3	3.2
Carboxin	75.7	6.6	Fenbuconazole	126.1	4.4	Ometoate	88.1	5.2	TCMTB	105.4	12.9
Carfentrazone ethyl	106.7	3.5	Fenchlorfos (Rommel)	74.9	3.9	<i>op</i> -DDD	85.9	7.2	Tebuconazole	89.0	7.4
Chlorbenside	65.8	3.2	Fenitrothion	98.7	6.9	<i>op</i> -DDE	53.5	4.6	Tebufenpyrad	83.9	8.2
Chlorbufam	104.3	2.8	Fenobucarb	84.8	5.7	<i>op</i> -DDT	72.3	1.1	Tefluthrin	68.0	2.1
<i>cis</i> -Chlordane	65.9	1.1	Fenothiocarb	84.6	5.4	Oxadiazon	87.2	7.7	Terbacil	99.0	3.2
<i>trans</i> -Chlordane	57.3	2.8	Fenoxanil	103.2	5.7	Oxadixyl	105.1	3.1	Terbufos	104.3	4.2
Chlorethoxyphos	56.8	9.8	Fenpropathrin	93.2	4.5	Oxamyl	105.0	18.5	Terbutryn	94.2	3.4
Chlorfenapyr	92.8	20.0	Fensulfothion	112.2	7.0	Oxaziclomefone	54.3	10.9	Tetrachlorvinphos	85.5	9.2
Chlorfenson	88.8	4.9	Fenthion	84.0	3.1	Oxyfluorfen	98.9	3.9	Tetraconazole	106.6	9.8
Chlorobenzilate	89.8	3.1	Fenvalerate 1,2	101.7	9.3	Paclbutrazol	100.0	5.4	Tetradifon	88.0	3.2
Chloroneb	50.5	19.1	Fipronil	105.6	5.9	Parathion ethyl	99.7	4.8	Thenylchlor	88.8	4.6
Chlorpropham	61.6	1.9	Flamprop methyl	104.1	2.5	Parathion methyl	92.5	4.4	Thifluzamide	100.4	1.5
Chlorpyrifos	90.8	6.2	Fluacrypyrim	105.0	1.9	Penconazole	90.7	5.5	Thiobencarb	77.6	3.7
Chlorpyrifos methyl	76.0	3.4	Flucythrinate 1,2	109.1	9.2	Pencycuron	86.0	3.0	Thiometon	76.9	3.8
Chlorthal dimethyl (DCPA)	87.2	6.0	Fludioxonil	95.8	7.8	Pendimethalin	88.0	5.0	Tolclofos methyl	76.8	1.6
Chlozolinate	92.5	11.2	Flufenphyr ethyl	104.1	6.0	Perthane (Ethylan)	79.4	3.4	Tolfenpyrad	95.7	5.3
Cinidon ethyl	92.2	1.9	Flumiclorac pentyl	97.5	2.6	Phenothrin 1,2	84.0	10.5	trans-Permethrin	89.3	7.8
<i>cis</i> -Permethrin	81.7	6.2	Flumioxazin	93.6	1.3	Phenthoate	83.7	3.7	Triadimefon	88.8	3.7
Clomazone	89.2	0.3	Fluquinconazole	100.6	10.7	Phorate	77.7	2.7	Triadimenol 1,2	93.7	5.3
Cyanazine	100.6	7.3	Fluridone	97.4	2.4	Phosalone	120.2	6.1	Triallate	55.5	0.1
Cyanophos	84.9	3.4	Flusilazole	103.7	4.0	Phosmet	101.6	15.1	Triazophos	104.1	7.8
Cyfluthrin 1,2,3,4	119.0	9.8	Fluthiacet methyl	92.4	10.1	Phosphamidon	97.5	10.1	Tribuphos	80.2	5.0
Cyhalofop butyl	103.0	7.0	Flutolanil	101.8	4.3	Picolinafen	96.2	6.6	Tricyclazole	98.7	4.1
Cyhalothrin 1,2	115.1	5.2	Flutriafol	87.9	6.9	Piperonyl butoxide (PBO)	89.9	1.3	Trifloxystrobin	107.7	5.1
Cypermethrin 1,2,3,4	108.7	7.6	Fluvalinate 1,2	105.3	18.3	Piperophos	92.4	6.9	Triflumizole	89.9	7.4
Cyproconazole	102.3	5.6	Formothion	56.9	4.4	Pirimicarb	96.5	2.1	Triflumizole_metabolite	106.1	3.4
Cyprodinil	97.3	1.7	Fosthiazate 1,2	106.6	3.9	Pirimiphos methyl	89.3	7.2	Trifluralin	76.8	4.0
$\delta$ -BHC	97.5	11.7	Fthalide	88.0	2.9	<i>pp</i> -DDD	92.2	3.4	Uniconazole_P	94.6	13.1
Deltamethrin	95.2	11.8	Furilazole	92.1	4.2	<i>pp</i> -DDE	54.7	6.5	Vinclazolin	90.3	1.6
Demeton-S-methyl (Methyl demeton)	74.9	5.0	$\gamma$ -BHC	83.2	4.1	<i>pp</i> -DDT	70.3	3.3	XMC	86.1	4.3
Desmedipham	120.3	3.3	Halfenprox	96.0	3.7	Pretilachlor	88.5	4.7	Zoxamide	107.5	14.6
Diallate 1,2	63.7	5.0	Heptachlor	51.4	0.4	Procymidone	96.7	4.1	Zoxamide metabolite	84.0	9.3

## 4 まとめ

健康危機事案発生時の検査体制強化のため、GC-MS/MSによる加工食品中に高濃度に含まれる農薬等の迅速分析法を検討した。抽出操作は事務連絡<sup>1)</sup>及びQuEChERS法<sup>3)</sup>を参考とし、精製操作に3層固相ミニカラムを取り入れた前処理方法を検討し、性能評価試験を行ったところ、従来法と比較し、迅速かつ簡便で使用溶媒量も少ない危機管理用の分析法とすることができた。

分析対象283化合物について、レトルトカレーを用いた性能評価では、目標値等を満たした化合物数は257化合物(分析対象化合物の90.8%)で、うち228化合物が回収率70~120%の範囲内であった。

また、3層固相ミニカラムからのアセトニトリルによる溶出のみでは目標値等を満たさなかった親水性の有機リン系化合物であるアセフェート、ジクロロボス及びメタミドホスの回収率は、アセトニトリル0.5 mLで溶出した後、アセトン0.5 mLで追加溶出を行った結果、マトリックスの増加の傾向はみられるものの、目標値等を満たした。

## 文献

- 1) 厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課事務連絡：加工食品中に高濃度に含まれる農薬等の迅速検出法について，平成25年3月26日
- 2) 日本規格協会編：JIS K 0102：2019 日本排水試験方法（追補1）
- 3) 永井雄太郎：QuEChERSを見直してみよう，日本農薬学会誌，37（4），362~371，2012
- 4) 大久保祥嗣，他：3層固相ミニカラムを用いたGC-MS/MSによる農産物中残留農薬分析法の検討，食品衛生学雑誌，61（6），239~246，2020
- 5) 山口之彦：中国産冷凍ギョウザへの農薬混入事件がもたらしたもの，生活衛生，52（4），215~220，2008
- 6) 樋口晴彦：アクリフーズ農薬混入事件の事例研究，千葉商大論叢，52（2），157~179，2015
- 7) 近藤貴英，他：分散固相抽出および多機能カラムを用いたGC-MS/MSによる畜産物中の残留農薬一斉分析法，食品衛生学雑誌，53（2），75~84，2012

# LC-MS/MS によるテトロドトキシン分析法の改良

増田栞・佐藤秀樹・常松順子・矢野智也・松永美樹

福岡市保健環境研究所保健科学課

## Improvement of Tetrodotoxin Analysis by LC-MS/MS

Shiori MASUDA, Hideki SATO, Junko TSUNEMATSU,  
Tomoya YANO and Miki MATSUNAGA

Health Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

### 要約

フグ類による食中毒発生時に迅速に対応するため、テトロドトキシンの分析法を確立しているが、LC-MS/MS を用いた現行分析法ではいくつか課題があるため改良を検討した。まず、カラム圧の上昇による液漏れの発生である。これは HILIC カラムの種類を、GL サイエンス社製 InertSustain Amide カラムに変更することで改善した。次に、試料のマトリックスによる選択性及び回収率の低下の問題である。選択性については、尿試料で妨害ピークが認められたため、グラジェント条件及び流速を変更して対象ピークの溶出を遅らせた。また、回収率については前述の条件に加え、注入量を少量に変更したことで改善した。これらの改善措置を踏まえ、試料としてフグ筋肉並びにヒトの血清及び尿を用いて、それぞれ定量下限濃度となるようにテトロドトキシン標準品を添加し、3 併行で添加回収試験を行った結果、全ての試料で選択性、真度及び併行精度いずれも良好な結果が得られた。なお、添加回収試験に用いる試料として、人の血清試料を常時確保することは困難なため、代替品として冷凍保存可能な市販の正常ヒト血清を入手し、突発事案発生時にも検査可能な体制を整備した。

**Key Words** : テトロドトキシン tetrodotoxin, フグ puffer-fish, 血清 serum, 尿 urine, 親水性相互作用クロマトグラフィー hydrophilic interaction chromatography, 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

全国におけるフグ類の食中毒は、過去 10 年間（平成 24 年～令和 3 年）で年間 13～29 件発生し、死亡事例も報告（厚生労働省フグによる食中毒発生状況 <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000094363.html>）されるなど、食品衛生上極めて重要な事例である。

病因物質の主成分であるテトロドトキシン（以下、「TTX」とする。）の分析法には、公定法<sup>1)</sup>のマウスを用いた生物学的試験法があるが、分析精度が低いことに加え、マウスの管理が煩雑で緊急時の対応が難しく、また、動物愛護の観点からも代替法の開発が望まれている。近年は LC-MS/MS を用いた理化学的試験法が普及しており、福岡市でも高極性化合物の保持に有効な親水

性相互作用クロマトグラフィーカラム（以下、「HILIC カラム」とする。）を用いた LC-MS/MS による TTX 分析法<sup>2)</sup>を報告し、その後改良を加えて検査体制を確立している。しかし、現行分析法ではカラム圧の上昇による測定不良、試料のマトリックスによる選択性及び回収率の低下の問題があるため、LC-MS/MS の測定条件を検討した。

また、フグ食中毒事例においては、食品残品が試料となるが、喫食済みの場合、廃棄されている場合など、原因食品の入手が困難なケースがある。そのため、患者の血清及び尿は検査試料として極めて有用である。添加回収試験に用いるブランク試料として、ヒトの血清試料を常時確保することは困難なため、代替品として冷凍保存可能な市販の正常ヒト血清を入手し、突発事案発生時に迅速に検査可能な体制を整備したので併せて報告する。

MS部 ; エービー・サイエックス社製QTRAP6500+

## 2 実験方法

### 2.1 試料

試料はフグ筋肉（市販品）並びにヒトの血清及び尿とした。血清は冷凍保存可能な凍結乾燥品の正常ヒト血清（Jackson Immuno Research Laboratories, Inc. 製）を入手し、凍結乾燥粉末全量を 2 mL の蒸留水に溶解し、タンパク質濃度 60.0 mg/mL として使用した。尿は健常なヒトの尿を用いた。いずれの試料も TTX を含まないことを確認した。

### 2.2 標準品・試薬等

標準原液：富士フィルム和光純薬社製 TTX 標準品を用いた。標準品 1 mg を超純水に溶解し、100 mg/L とした。

添加回収用標準溶液：標準原液を超純水で希釈し、10 ng/mL, 100 ng/mL, 1,000 ng/mL を調製した。

検量線用標準溶液：標準原液を 2% 酢酸で希釈し、0.05 ~ 1 ng/mL の範囲内で段階的に調製した。

アセトニトリル：日本ハネウェル社製 LC-MS 用を用いた。

ギ酸：富士フィルム和光純薬社製 LC-MS 用を用いた。

無水酢酸：富士フィルム和光純薬社製特級を用いた。

2% 酢酸：無水酢酸を蒸留水で希釈して調製した。

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

遠心機：久保田製作所製 フロア型冷却遠心機 S700FR

超音波洗浄器：アズワン社製 MCS-10

遠心フィルターユニット：MILLIPORE 社製 Amicon Ultra-4 centrifugal filter device, 15 mL, 10,000 MWCO.

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

300 mL フラスコ：ガラス製

200 mL 比色管：ガラス製

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

### 2.4 測定条件

LC-MS/MS の測定条件（改良分析法）を表 1 に、対象化合物の測定イオン等を表 2 に示す。

### 2.5 定量

検量線用標準溶液、各試験溶液 5 μL 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 TTX を定量した。

### 2.6 試験溶液の調製

#### 2.6.1 フグ筋肉

試料 5 g を 300 mL フラスコに量り取り、2% 酢酸 100 mL を加え、沸騰水浴で 10 分間抽出した後、2% 酢酸で 200 mL に定容したものを抽出液とした。抽出液を 1 mL 分取し、2% 酢酸で 25 mL にし、0.2 μm メンブレンフィルターでろ過したものを試験溶液とした。分析フローを図 1 に示す。

#### 2.6.2 血清

試料 1 mL を 15 mL 容 PP 製遠沈管に量り取り、2% 酢酸で 10 mL にした後、遠心フィルターユニットに分取し、3,000 rpm で 10 分間遠心機にて遠心ろ過を行ったものを抽出液とした。抽出液を 0.2 μm メンブレンフィルターでろ過したものを試験溶液とした。分析フローを図 2 に示す。

#### 2.6.3 尿

試料 100 μL を 15 mL 容 PP 製遠沈管に量り取り、2% 酢酸で 10 mL にした後、遠心フィルターユニットに分取し、3,000 rpm で 10 分間遠心機にて遠心ろ過を行ったものを抽出液とした。抽出液を 0.2 μm メンブレンフィルターでろ過したものを試験溶液とした。分析フローを図 3 に示す。

### 2.7 マトリックス効果の確認

各試料を用いて調製した試験溶液 900 μL と 10 ng/mL 検量線用標準溶液 100 μL を混合し、1 ng/mL マトリックス添加標準溶液とした。これと同濃度の検量線用標準溶液に対するピーク面積比を求めて、試料マトリックスの分析への影響を確認した。

### 2.8 添加回収試験

#### 2.8.1 フグ筋肉

フグ筋肉試料に添加回収用標準溶液を定量下限である 0.1 μg/g になるように添加し、30 分間放置後、上記 2.6.1 に従い、3 併行で試験溶液を調製した（以下、「フグ筋肉 REC」とする。）。

### 2.8.2 血清

血清試料に添加回収用標準溶液を定量下限である 1 ng/mL になるように添加し, 30 分間放置後, 上記 2.6.2 に従い, 3 併行で試験溶液を調製した (以下, 「血清 REC」とする.) .

### 2.8.3 尿

尿試料に添加回収用標準溶液を定量下限である 10 ng/mL になるように添加し, 30 分間放置後, 上記 2.6.3 に従い, 3 併行で試験溶液を調製した (以下, 「尿 REC」とする.) .

表1 LC-MS/MS測定条件 (改良分析法)

分析カラム	ジーエルサイエンス社製 InertSustain Amide (2.1 mm×100 mm, 3 μm)
流速	0.4 mL/min
注入量	5 μL
カラム温度	40 °C
移動相	A液: 0.1%ギ酸水 B液: アセトニトリル
グラジエント条件	B液: 95% (0 min) →50% (8 min) →50% (10 min) →95% (10.01 min) →95% (15 min)
測定モード	MRM
イオン化モード	ESI (+)
カーテンガス (CUR)	30 psi
脱溶媒温度 (TEM)	550°C
ネブライザーガス (GS1)	70 psi
ターボガス (GS2)	60 psi
コリジョンガス (CAD)	9 psi
イオンスプレー電圧 (IS)	5,500 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	TTX	8.9	320.1	162.2	44	51	302.3	44	30

DP : Declustering Potential    CE : Collision Energy

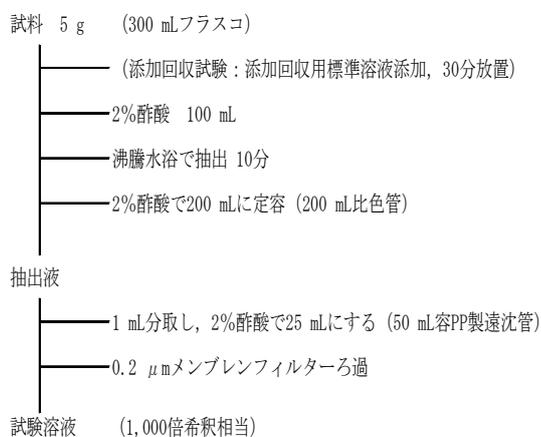


図1 フグ筋肉試料の試験溶液調製法

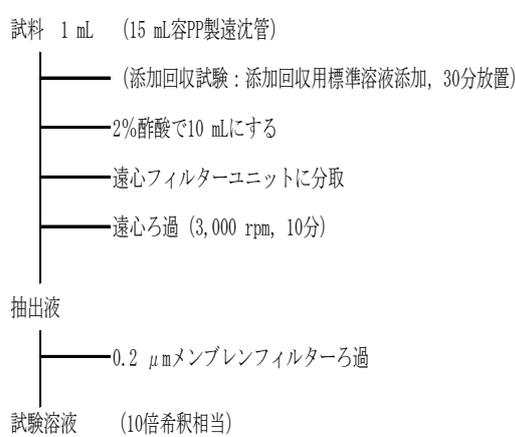


図2 ヒト血清試料の試験溶液調製法

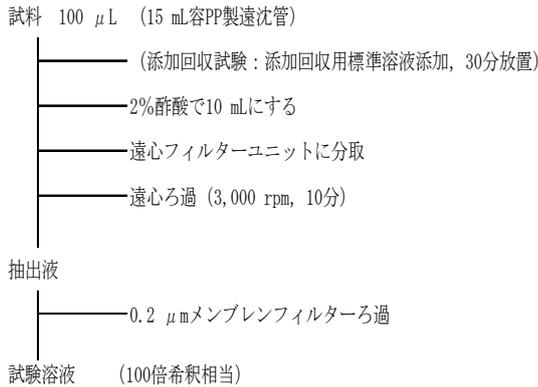


図3 ヒト尿試料の試験溶液調製法

### 3 結果及び考察

#### 3.1 LC条件の検討

##### 3.1.1 カラムの検討

現行分析法では SeQuant 社製 ZIC-pHILIC (2 $\times$ 50 mm, 3  $\mu$ m) を使用したが, カラム圧が上昇し, カラム接続部分における液漏れが高い頻度で発生したため, カラムの変更を検討した. 今回, ジーエルサイエンス社製 InertSustain Amide (2.1 $\times$ 100 mm, 3  $\mu$ m) を選択し分析したところ, カラム圧は最大でも 11 MPa 程度となり, 液漏れの発生が解消した.

##### 3.1.2 グラジエント条件の検討

尿中の TTX 分析では塩類によるイオン化阻害やピーク形状の悪化が報告されており<sup>2~3)</sup>, 現行分析法においても選択性及び回収率の低下が課題となった. 現行分析法の流速及びグラジエント条件(表3)では, 標準溶液で保持時間 4.5 分に TTX ピークが確認されたが, 尿試料では同時間に妨害ピークが認められたため, 測定条件を表1のとおり変更した. その結果, 対象ピークの保持時間を遅らせることができ, 選択性が改善した. クロマトグラムを図4に示す.

さらに, 現行分析法(表3)に比べ, 改良分析法(表1)では全ての添加回収試料でピーク面積値が大きくなり, 回収率が改善した. 結果を表4に, クロマトグラムを図5に示す. なお, 改良分析法での血清(図5D)のみ別日で測定し, 標準溶液で保持時間 8.1 分に TTX ピークを確認した.

表3 現行分析法の流速及びグラジエント条件

流速	0.3 mL/min
グラジエント条件	B液: 85% (0 min) $\rightarrow$ 50% (8 min) $\rightarrow$ 85% (8.1 min) $\rightarrow$ 85% (15 min)

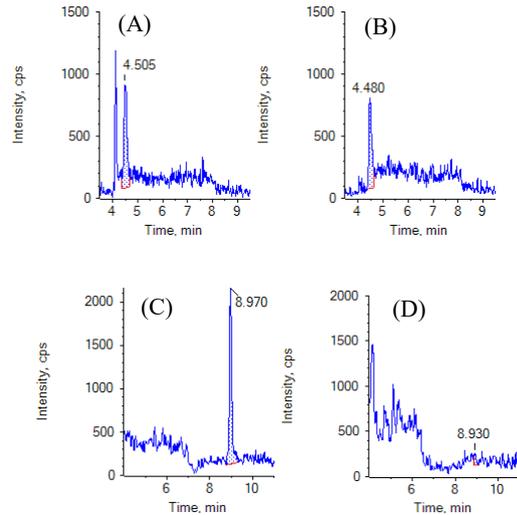


図4 0.05 ng/mL 検量線用標準溶液及び尿試料のクロマトグラム

- (A)現行分析法で測定した標準溶液
- (B)現行分析法で測定した尿試料
- (C)改良分析法で測定した標準溶液
- (D)改良分析法で測定した尿試料

表4 回収率の比較

試料	回収率 (%)	
	現行条件 (表3)	改良条件 (表1)
フグ筋肉	52	80
血清	68	111
尿	79	94

##### 3.1.3 注入量の検討

表1の測定条件における適切な注入量を 5, 10, 20 $\mu$ L で検討した結果, 注入量 5  $\mu$ 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. クロマトグラムを図6に示す. 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 5  $\mu$ L を注入量とした.

#### 3.2 検量線

0.05~1 ng/mL の範囲で直線性が確認でき, 決定係数は 0.999 以上であった. 検量線を図7に示す.

#### 3.3 マトリックス効果の確認

フグ筋肉並びにヒトの血清試料及び尿試料のタンパク質, 塩等マトリックス成分によるイオン化の抑制又は促進の影響を調べた. 結果を表5に示す. ピーク面積比は 0.80~0.96 であり, フグ筋肉で若干イオン化抑制の傾向が見られたが, 分析への影響はほとんどないと考えられた.

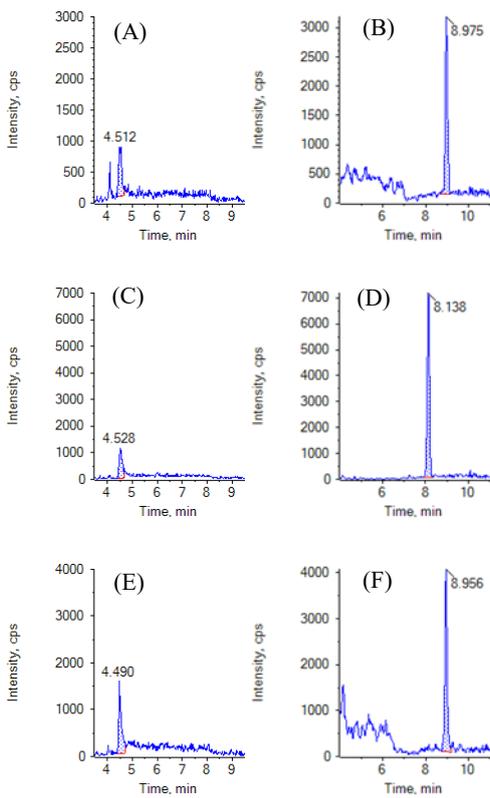


図5 現行分析法及び改良分析法における各試料のクロマトグラム

- (A) 現行分析法で測定したフグ筋肉 REC
- (B) 改良分析法で測定したフグ筋肉 REC
- (C) 現行分析法で測定した血清 REC
- (D) 改良分析法で測定した血清 REC
- (E) 現行分析法で測定した尿 REC
- (F) 改良分析法で測定した尿 REC

### 3.4 添加回収試験結果

「加工食品中に高濃度に含まれる農薬等の迅速検出法」<sup>4)</sup>における性能評価パラメータに準じて、選択性、真度（回収率）及び併行精度を評価した。表6に性能評価パラメータにおける目標値等を、表7に結果を、図8に各試料及び添加回収試験により得た試験溶液のクロマトグラムを示す。全ての試料において選択性、真度及び併行精度いずれも目標値等を満たした。

以上の結果から、今回改良した分析法は、フグ筋肉並びにヒトの血清及び尿中の TTX 分析に有効な方法であることが確認できた。

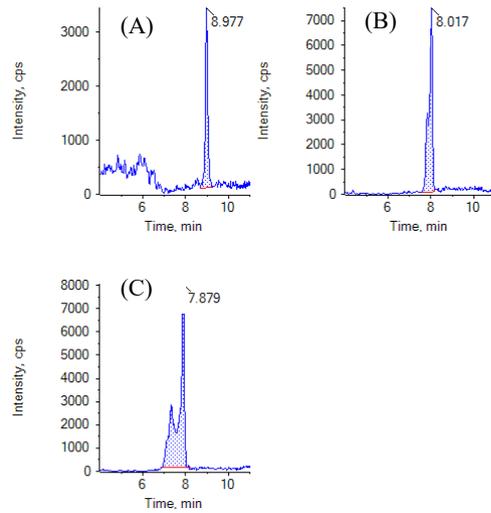


図6 血清 REC のクロマトグラム

- (A) 注入量 5 µL
- (B) 注入量 10 µL
- (C) 注入量 20 µL

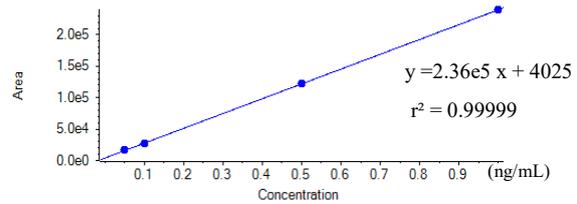


図7 検量線

表5 1 ng/mL 標準溶液でのピーク面積比

	フグ筋肉	血清	尿
面積比 (a/b) ※	0.80	0.96	0.91

※a:マトリックス添加標準溶液, b:検量線用標準溶液

表6 性能評価パラメータの目標値等

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）	50～200%
併行精度	30 RSD%未満

表7 添加回収試験結果 (n=3)

	選択性	真度 (%)	併行精度 (RSD%)
フグ筋肉	○	80	3.8
血清	○	111	5.2
尿	○	94	11.3

## 4 まとめ

フグ筋肉並びにヒトの血清試料及び尿試料を, HILIC カラムを用いて LC-MS/MS で定量分析する方法を改良した. 分析法の性能評価として, 定量下限値 1 ng/g (1 ng/mL) での添加回収試験を行った結果, 全ての試料で, 選択性, 真度及び併行精度いずれも目標値等を満たした. 真度は 80~111%, 併行精度は 3.8~11.3% と良好な結果であった.

以上の結果から, 今回改良した分析法は, TTX の定量に有効な方法であることが確認できた. なお, 添加回収試験に用いる試料として, 人の血清試料を常時確保することは困難なため, 代替品として冷凍保存可能な市販の正常ヒト血清を入手し, 突発事案発生時にも検査可能な体制を整備した.

## 文献

- 1) 食品衛生検査指針理化学編: 公益社団法人日本食品衛生協会, 813~820, 2015
- 2) 赤木浩一, 他: 親水性相互作用クロマトグラフィーを用いた LC/MS/MS によるテトロドトキシンの分析, 福岡市保健環境研究所報, 32, 98~100, 2006
- 3) 臼井力, 他: フグ食中毒発生時における検査対応のあり方について, 鹿児島県環境保健センター所報, 17, 74~79, 2016
- 4) 厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課事務連絡: 加工食品中に高濃度に含まれる農薬等の迅速検出法について, 平成 25 年 3 月 26 日

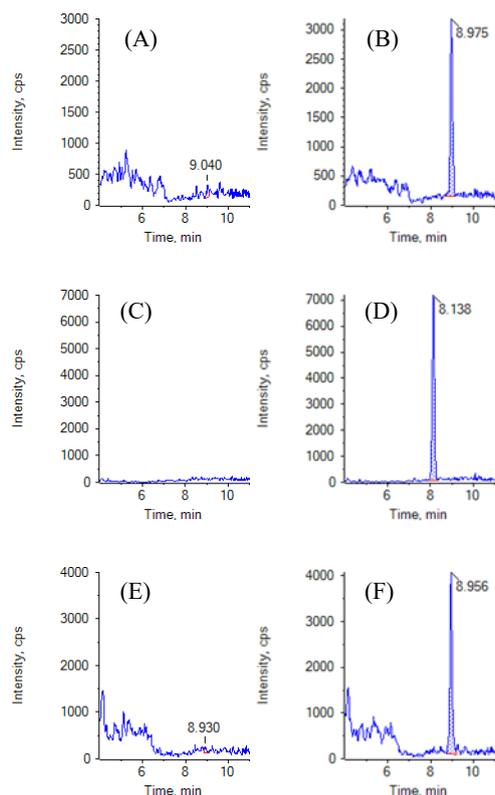


図 8 添加回収試験における各試料のクロマトグラム

- (A) フグ筋肉試料  
 (B) フグ筋肉 REC  
 (C) 血清試料  
 (D) 血清 REC  
 (E) 尿試料  
 (F) 尿 REC

# 環境 DNA メタバーコーディング法の福岡市内河川における 魚類モニタリング調査への有用性

中山恵利・有本圭佑・大平良一

福岡市保健環境研究所環境科学課

## Usefulness of the Environmental DNA metabarcoding method for fish monitoring investigation in Fukuoka city rivers

Eri NAKAYAMA, Keisuke ARIMOTO and Ryoichi OHIRA

Environmental Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

### 要約

令和3年度に福岡市内7河川17地点において行われた捕獲調査による魚類調査と同時に環境DNAメタバーコーディング法を用いた調査（環境DNA調査）を行い、確認・検出された魚種の比較を行った。その結果、7河川中5河川において捕獲調査に比べ環境DNA調査のほうが多くの種数を検出した。同一の河川において捕獲調査では確認されず環境DNA調査のみで検出された種は3~20種（うち希少種と外来種は共に最大4種）であったのに対し、環境DNA調査では検出されず捕獲調査のみで確認された種は1~11種（うち希少種は最大3種、外来種は最大2種）であった。今回の環境DNA調査では、捕獲調査では確認されなかった種を検出することができ、その中には希少種や外来種も含まれていた。一方で捕獲調査のみで確認された種も存在したことから、捕獲調査の結果と環境DNA調査結果を相互に補完することにより、魚類モニタリング精度の向上に有効な手段になると考えられる。

**Key Words:** 環境 DNA environmental DNA, メタバーコーディング法 metabarcoding method, 魚類モニタリング調査 fish monitoring investigation

## 1 はじめに

福岡市では、自然環境の現状を把握するとともに、保全・創造施策の基礎資料等とするため、自然環境調査を実施している。この調査では、市域における水生生物の分布状況及び生息状況等を調査・考察するために河川の水生生物調査を5年毎に実施しており、令和3年度に行われた調査では、市内7河川17地点において、漁具による捕獲と潜水目視観察によって魚類の個体数や生息環境等の調査が行われた（以下、「捕獲調査」とする。）。また、文献調査として、調査対象河川及び周辺水域（博多湾流入河川）における過去の魚類相、底生動物相について記載された文献及び報告書などを収集し、出現種、出現状況等について整理が行われた。

一方で、近年、魚類のモニタリング方法として、生物から排出され、環境中を漂う細胞片等に由来する「環境DNA」を用いた調査手法が注目を集めている<sup>1)</sup>。環境DNAを用いた調査は、捕獲調査に比べて現地での作業が

採水のみと簡便で、多地点や調査が困難な場所での調査を可能とし<sup>2)</sup>、また調査対象となる魚類を捕獲しないため生物や生態系への影響がほとんどないといった特徴がある<sup>3)</sup>。本研究では、環境DNAを用いた調査のうち、特定の分類群のDNAを網羅的に検出するメタバーコーディング法に着目し、捕獲調査と同時に環境DNA調査を行い、両方で確認・検出された魚種の比較することにより、本市の魚類モニタリング調査における環境DNA調査の有用性について検証を行ったので報告する。

## 2 方法

### 2.1 調査地点及び調査日

捕獲調査は令和3年8月24日~27日及び9月8日~9日に、多々良川2地点、御笠川2地点、那珂川2地点、樋井川3地点、金屑川3地点、室見川4地点及び瑞梅寺川1地点の計17地点で調査を行った（表1）。環境DNA

調査の採水は、原則、捕獲調査実施当日に行った。なお、瑞梅寺川の太郎丸新橋は感潮域と淡水域があるが、対象地点の水生生物を網羅的に把握する観点から、両方を対象として調査・採水を行った。

表1 調査地点

河川名	地点数	地点名
多々良川	2	名島橋, 多の津新橋
御笠川	2	比恵大橋, 金隈大橋
那珂川	2	百年橋, 警弥郷橋
樋井川	3	塩屋橋, 前手堰, 羽黒大橋
金屑川	3	潮見橋, 水町橋, 重留橋
室見川	4	福重橋, 河原橋, 丸隈橋, 千石橋
瑞梅寺川	1	太郎丸新橋
計	17	

下線は感潮域を示す

## 2.2 調査方法

### 2.2.1 捕獲調査

調査地点において漁具（タモ網、定置網、投網及びセルびん）による捕獲と潜水目視観察により、魚類の個体数、生息環境等を調査した。実施した漁法・漁具等については、過年度の実施状況、現地踏査の結果を踏まえ設定した。

### 2.2.2 環境 DNA 調査

#### 1) 採水方法

捕獲調査を行った地点の5ヶ所から、河川の表層水及び底層水を1Lずつ採水し混合した。その混合液10Lのうち1Lをろ過に供した。ろ過はSterivex（孔径0.45 μm, Merck）を使用し、ろ過の途中でフィルターが目詰まりした場合はその時点でろ過を終了した。ろ過後はSterivex内の水分を可能な限り除去した後、RNAlater™ Stabilization Solution (Thermo Fisher Scientific) を約2mL充填し、冷蔵状態で実験室へ持ち帰り、DNA抽出作業を行うまで-20℃以下で保存した。

#### 2) 分析

DNA分析は環境DNA調査・実験マニュアル<sup>4)</sup>（以下、「マニュアル」とする。）に基づき環境DNA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。抽出・精製した環境DNA溶液を用いて1st PCRを行った。プライマーはマニュアルに記載のユニバサルプライマー-MiFish-E, MiFish-U, MiFish-U2の3種を1:2:1の比率で混合したものを使用した。1サンプルあたり8連のPCRを実施し、その8連のアンプリコンを混合したものを2nd PCRに用いた。作成したライブラリーはiSeq™100システム（Illumina）を用いて、シーケンシ

ング解析を行った。

次に、取得したDNAリード配列について、解析ソフトPMiFish pipeline v2.4.1を用いて魚種の同定を行った。得られた種名のうち検出配列のリード数が3以下のものは除外し、一致率が98.5%以上の種名について環境省生物多様性センター作成の「MiFish法に係る誤同定チェックシート」（[https://www.biodic.go.jp/edna/reports/mifish\\_checksheets\\_ver1\\_0.xlsx](https://www.biodic.go.jp/edna/reports/mifish_checksheets_ver1_0.xlsx)）を用いて精査を行った。さらに過去の捕獲調査や文献調査の結果を参考に種名を整理した。なお、本研究で使用した12S rRNA領域では種の識別が困難であった分類群（フナ属、ヨシノボリ属及びビチブ属）は属名の識別までを行った。また、「環境省レッドリスト2020」<sup>5)</sup>、「福岡県の希少野生生物 福岡県レッドデータブック2014」<sup>6)</sup>、「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」及び「福岡県希少野生動植物の保護に関する条例」のいずれかに記載の種については希少種として分類し、「外来生物法」、「我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト」<sup>7)</sup>及び「福岡県侵略的外来種リスト2018」<sup>8)</sup>のいずれかに記載の種については外来種として分類した。

## 3 結果

各河川において捕獲調査及び環境DNA調査で確認・検出された割合と種数を図1及び表2に示す。なお、本調査では調査した17地点ごとに種名又は属名まで識別しているが、その中には希少種が含まれており、本市では希少種の確認地について非公表としているため、本報告では河川名と種数の報告に留める。また、下流域において環境DNA調査によりスケトウダラとイトヨリダイを検出した河川があったが、これらの種は生息域が異なることと、これまでの捕獲調査や文献調査で確認された実績がないことから、生活排水由来と考えられたため、種数の計上から除外した。

7河川中5河川で環境DNA調査により検出された種数が捕獲調査により確認された種数より多く、1河川で同数、1河川で少ない結果であった。捕獲調査と環境DNA調査で確認・検出した合計種数のうち、両調査で共に確認・検出された種数の割合は、最も高い室見川で76%、最も低い多々良川で35%であった。一方で、多々良川では環境DNA調査のみで検出された種が42%（20種）と7河川中で最も高かった。これは捕獲調査で確認できなかった種を環境DNA調査で多く検出した結果であると考えられる。さらに、環境DNA調査でのみ検出された希少種及び外来種は7河川中どちらも最大4種であり、捕獲調査のみで確認された希少種は3種、外来種は2種

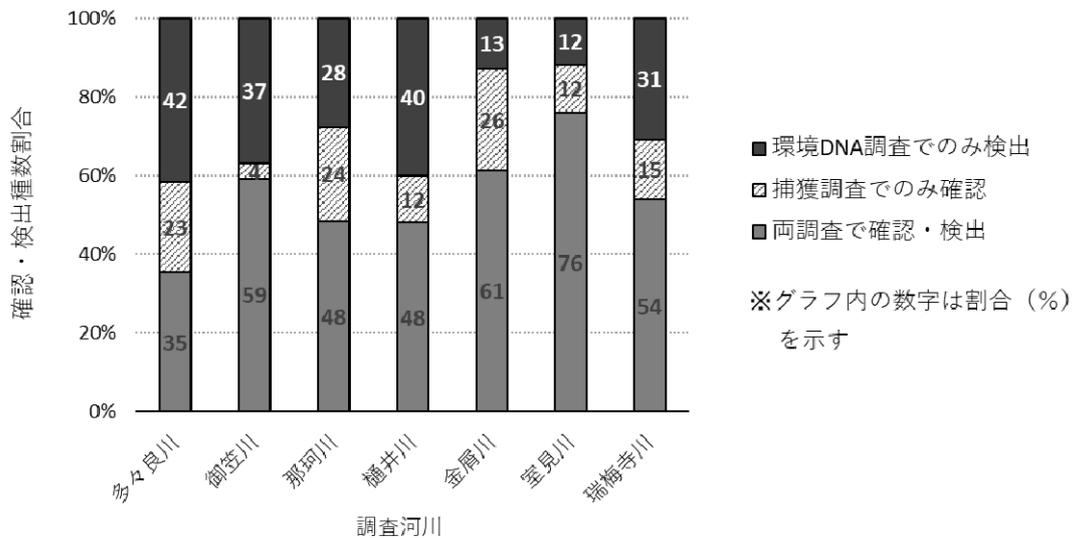


図1 捕獲調査及び環境DNA調査で確認・検出された割合

表2 捕獲調査及び環境DNA調査で確認・検出された種数

	多々良川	御笠川	那珂川	樋井川	金屑川	室見川	瑞梅寺川
両調査で確認・検出した種数	17	16	14	12	19	19	14
(希少種)	(1)	(1)	(3)	(0)	(2)	(7)	(3)
(外来種)	(2)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1)	(2)
捕獲調査のみで確認した種数	11	1	7	3	8	3	4
(希少種)	(3)	(0)	(2)	(0)	(1)	(1)	(1)
(外来種)	(0)	(0)	(1)	(2)	(1)	(0)	(0)
環境DNA調査のみで検出した種数	20	10	8	10	4	3	8
(希少種)	(4)	(2)	(2)	(4)	(2)	(0)	(1)
(外来種)	(4)	(2)	(2)	(1)	(2)	(3)	(1)
合計種数	48	27	29	25	31	25	26
(希少種)	(8)	(3)	(7)	(4)	(5)	(8)	(5)
(外来種)	(6)	(2)	(3)	(3)	(3)	(4)	(3)

( ) は内数

であった。

また、環境DNA調査では上流域に比べ下流域ほど検出種数が多い傾向が見られた。(データ詳細未掲載)これは下流域に生息する魚類の種数が多いことに加え、下流の河川水ほど、そこに至るまでに排出された様々な環境DNAを含有・検出していることによると考えられる。その中には、実際の採水地点には存在しなかった種のDNAが含まれている可能性があるが、今回の精査では明らかに生活排水由来と考えられる種以外の判別は困難であった。

#### 4 まとめ

市内7河川計17地点において捕獲調査と環境DNA調

査を同時に行い、確認・検出された魚種の比較を河川ごとに行った。その結果、捕獲調査と環境DNA調査で一致して確認・検出した種数の割合は35~76%であった。7河川中5河川で環境DNA調査により検出された種数が捕獲調査により確認された種数より多かった。環境DNA調査のみで検出された種は最大20種であり、その中には希少種と外来種が最大各4種含まれていた。環境DNA調査は、プライマーの特性により種の識別が困難である分類群が存在し、また、その場に生息していない生活排水由来等の魚類も検出するためデータの精査が必要ではあるが、捕獲調査では確認できなかった種や個体数が少ない種を検出できるメリットがあると考えられる。さらに、この特徴を活かし、環境DNA調査による非捕獲での希少種及び外来種の探索やモニタリングに利用可能であると考えられる。一方で、捕獲調査のみで確認された

種も最大 11 種存在したことから, 捕獲調査と環境 DNA 調査の結果を相互に補完することにより, 魚類モニタリング精度の向上に有効な手段になると考えられる.

### 文献

- 1) 宮正樹: 環境 DNA メタバーコーディングー魚類群集研究の革新的手法バケツ一杯の水で棲んでいる魚がわかる技術, 化学と生物, Vol.57, No.4, 242~250, 2019
- 2) 今藤夏子, 他: 霞ヶ浦における定置網と環境 DNA を用いた魚類調査と種多様性の比較, 水環境学会誌, Vol.41 (A), 137~139, 2018
- 3) 環境省自然環境局生物多様性センター: 環境 DNA 分析技術を用いた淡水魚類調査手法の手引き 改訂第 2 版, 1~5, 2022 年 6 月
- 4) 一般社団法人環境 DNA 学会: 環境 DNA 調査・実験マニュアル Ver.2.2, 34~76, 2020 年 4 月 3 日発行
- 5) 環境省: 環境省レッドリスト 2020 <<https://www.env.go.jp/content/900515981.pdf>> (令和 5 年 4 月 7 日閲覧)
- 6) 福岡県環境部自然環境課: 福岡県の希少野生生物 福岡県レッドデータブック 2014 <<http://www.fihes.pref.fukuoka.jp/~kankyouseibutsu/rdb/rdb2014/all.pdf>> (令和 5 年 4 月 7 日閲覧)
- 7) 環境省・農林水産省: 我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト (生態系被害防止外来種リスト) <<https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/iaslist.html>> (令和 5 年 4 月 7 日閲覧)
- 8) 福岡県環境部自然環境課: 福岡県侵略的外来種リスト 2018 <<https://www.pref.fukuoka.lg.jp/contents/sinryakugairai.html>> (令和 5 年 4 月 7 日閲覧)

# 季節調整法を用いた博多湾の長期水質変動解析

有本圭佑・中山恵利・大平良一

福岡市保健環境研究所環境科学課

## Long-term Fluctuation Analysis of Water Quality Using Seasonal Adjustment Methods in Hakata Bay

Keisuke ARIMOTO, Eri NAKAYAMA and Ryoichi OHIRA

Environmental Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

### 要約

福岡市保健環境研究所では博多湾の環境基準点における水質調査データに対し、ダミー変数を用いた重回帰分析によって水温等の経年変化を評価し、既報にて報告した。しかし、ダミー変数を用いた重回帰分析では、任意の期間の特徴的な傾向を掴むのが難しい。そこで、新たな長期変動傾向の解析手法として、季節調整法による長期変動傾向の把握を試みた結果、トレンドデータから長期的な水質の変動を可視化し、傾向を把握することができた。また、栄養塩等は湾奥部ほど下水処理による効果を反映し、海域や特定の期間に特徴的な傾向がみられる結果となった。

**Key Words** : 博多湾 Hakata Bay, 気温 air temperature, 温暖化 global warming, 季節調整法 seasonal adjustment methods, 気候変動 climate change

### 1 はじめに

世界の年平均気温は、100年間（1891～2022年）で0.74℃の割合で上昇している<sup>1)</sup>。福岡においては、100年間で平均気温は2.49℃上昇しており<sup>2)</sup>、博多湾の年平均水温も上昇傾向であることが報告されている<sup>3)</sup>。気候変動適応計画（環境省）では、「水環境については、気候変動によって、水温の変化、水質の変化、流域からの栄養塩類等の流出特性の変化が生じることが想定される。」<sup>4)</sup>と報告されており、今後の環境施策検討のための基礎データとして長期的な水質の変動傾向を把握することは重要である。

水温のような季節変化が大きい時系列データを解析する際には年平均値で評価する方法が簡便であり、よく用いられている。しかし、年平均値で評価する方法について、安藤らは、欠測値や異常値が含まれている場合などにはその影響を受けやすく、大局的な変動傾向を的確に把握することが難しいと述べている<sup>5)</sup>。

他の手法として、福岡市保健環境研究所ではダミー変数を用いた重回帰分析によって水温等の経年変化を評価し、既報<sup>6)</sup>にて報告した。これは、重回帰分析によって算出された傾向変動に関する傾き成分（以下、「トレンド成分」とする。）の偏回帰係数から温度上昇率を推定し、

トレンド成分のP値から上昇傾向を評価している。このように、ダミー変数を用いた重回帰分析では、解析対象期間の傾向について評価できる。しかし、解析対象期間内の任意の期間の傾向については特徴的な傾向を掴むのが難しい。

そこで、新たな長期変動傾向の解析手法として、季節調整法による長期変動傾向の把握を試みた。この季節調整法は、観測された時系列データから1年を周期とする季節変動を取り除くことで時系列データの傾向等を明らかにする手法である。今回は、時系列データを季節ごとに变化する季節成分、長期的な傾向を示すトレンド成分、それら以外の変動を示すノイズ成分に分ける季節調整を行い、トレンド成分を抽出することで博多湾の水質に関する長期変動傾向を把握することを検討したので報告する。

### 2 調査方法

#### 2.1 解析対象データ

福岡市では、公共用水域の常時監視として、月1回の頻度で博多湾内の環境基準点（8地点）において調査を行っている（図1）。本調査では、各環境基準点を調査対

象地点とし、1981年4月～2022年3月までの表層及び底層の水温、pH、COD、全窒素、全りん、底層DOを解析項目とした。また、評価の際にはダミー変数を用いた重回帰分析を行い、モデルは既報のものを使用した。

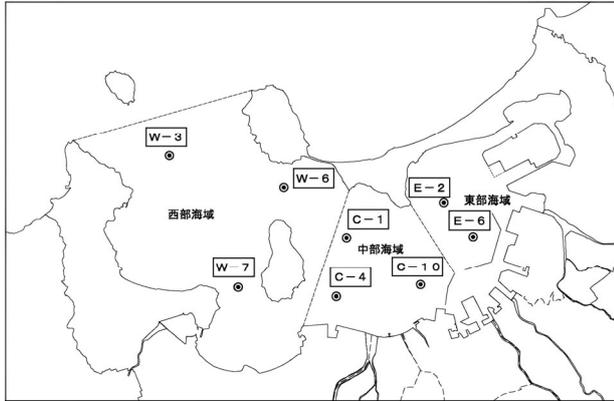


図1 調査地点

## 2.2 解析ソフト

統計解析ソフト R (ver3.6.2) によりデータ処理を行った。統計解析には統計数理研究所で開発提供された時系列解析プログラムパッケージ TIMSAC for R package ver.1.3.7 に含まれる DECOMP を用いてデータ処理を行い、原数値をトレンド成分、季節成分、ノイズ成分の3成分に分離し、トレンド成分を抽出することで行った。DECOMP は統計数理研究所によって開発された状態空間モデルに基づく季節調整のためのプログラムである<sup>7)</sup>。

## 3 結果及び考察

### 3.1 季節調整法による長期水質変動解析

図2～7に博多湾の各環境基準点におけるトレンド成分を示す。

#### 3.1.1 水温

水温の解析結果は、地点別にみると水温は西部海域のW-3が他の地点に比べ最も高く、これは外洋に最も近いため湾外を流れる暖流の影響を受けたものと推測された。また、西部海域(W-3, W-6, W-7)、中部海域(C-1, C-4, C-10)、東部海域(E-2, E-6)ともに上昇傾向を示し、表層と同様に底層でも上昇傾向を示し、地点や海域毎に特徴的な傾向はみられなかった。

#### 3.1.2 pH

pHの解析結果は、地点別にみると外洋に面した地点である西部海域のW-3表層では大きな変化はなく底層のみが下降傾向、他の地点では表層、底層ともに下降傾向と

なり、内湾の酸性化が示唆された。

#### 3.1.3 底層DO

底層DOの解析結果は、全地点で2000年頃までは明確な方向性を示さなかったが、西部及び東部海域の地点では近年緩やかな下降傾向であり、特に中部海域の地点において2009年頃から顕著な下降傾向を示した。

#### 3.1.4 COD

CODの解析結果は、地点別にみると外洋に面した地点である西部海域のW-3が他の地点に比べ低値を示した。また、西部海域、中部海域及び東部海域いずれの海域の地点においても表層及び底層ともに1993年頃をピークに下降傾向で近年は概ね横ばい傾向を示し、地点や海域毎に特徴的な傾向はみられなかった。

1980(S55)年度から2021(R3)年度までの本市における行政人口(推計人口)、下水処理区域人口及び下水道人口普及率の推移<sup>8)</sup>は、本市の行政人口(推計人口)が年々増加する中で、下水道の人口普及率は1981(S56)年度時点では46.4%であり海域への負荷が大きいと考えられたが、1993(H5)年度には人口普及率は94.7%に上昇しほとんどの市民が下水道を利用できる状況となり、海域への負荷も大幅に減少し、CODも1993年頃をピークに減少か横ばいの傾向に転じたと推察された。

#### 3.1.5 全窒素

全窒素の解析結果は、全ての地点で1993年以降概ね横ばい傾向を示したが、特に湾奥部に近い地点ほど1993年頃がピークになる傾向がみられた。

1992年度から2013年度までの全窒素の負荷量と処理人口の推移<sup>3)</sup>は、処理人口は増加しているものの全窒素の負荷量はやや減少しており、1993年以降の窒素の傾向と概ね同様の傾向を示した。

#### 3.1.6 全りん

全りんの解析結果は、海域別にみると西部海域の地点では緩やかな減少傾向であったが中部海域及び東部海域の地点では1993年頃から2000年頃にかけて顕著な下降傾向を示し、特に湾奥部に近い地点ほどその傾向が強くみられた。

1992年度から2013年度までの全りんの負荷量と処理人口の推移<sup>3)</sup>は、処理人口は増加しているものの全りんの負荷量は約半分に減少している。本市では1993年より、下水の高度処理でりんの削減を行っており、さらに博多湾においては、全りん流入量の約7割が下水処理水に由来すると試算されており<sup>3)</sup>、全りんの下降傾向は、本市で1993年から順次導入された下水の高度処理の効果と推察された。

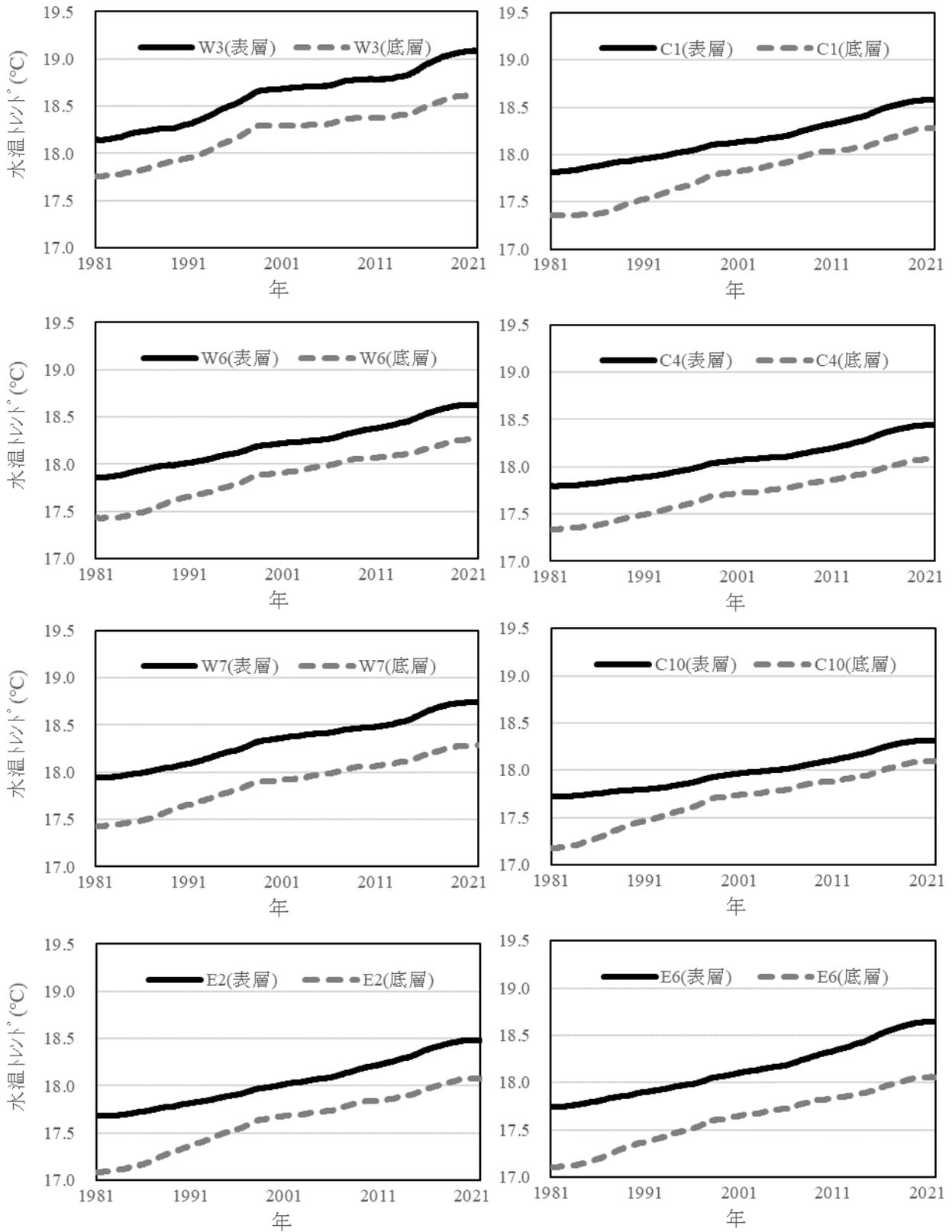


図2 水温トレンド成分

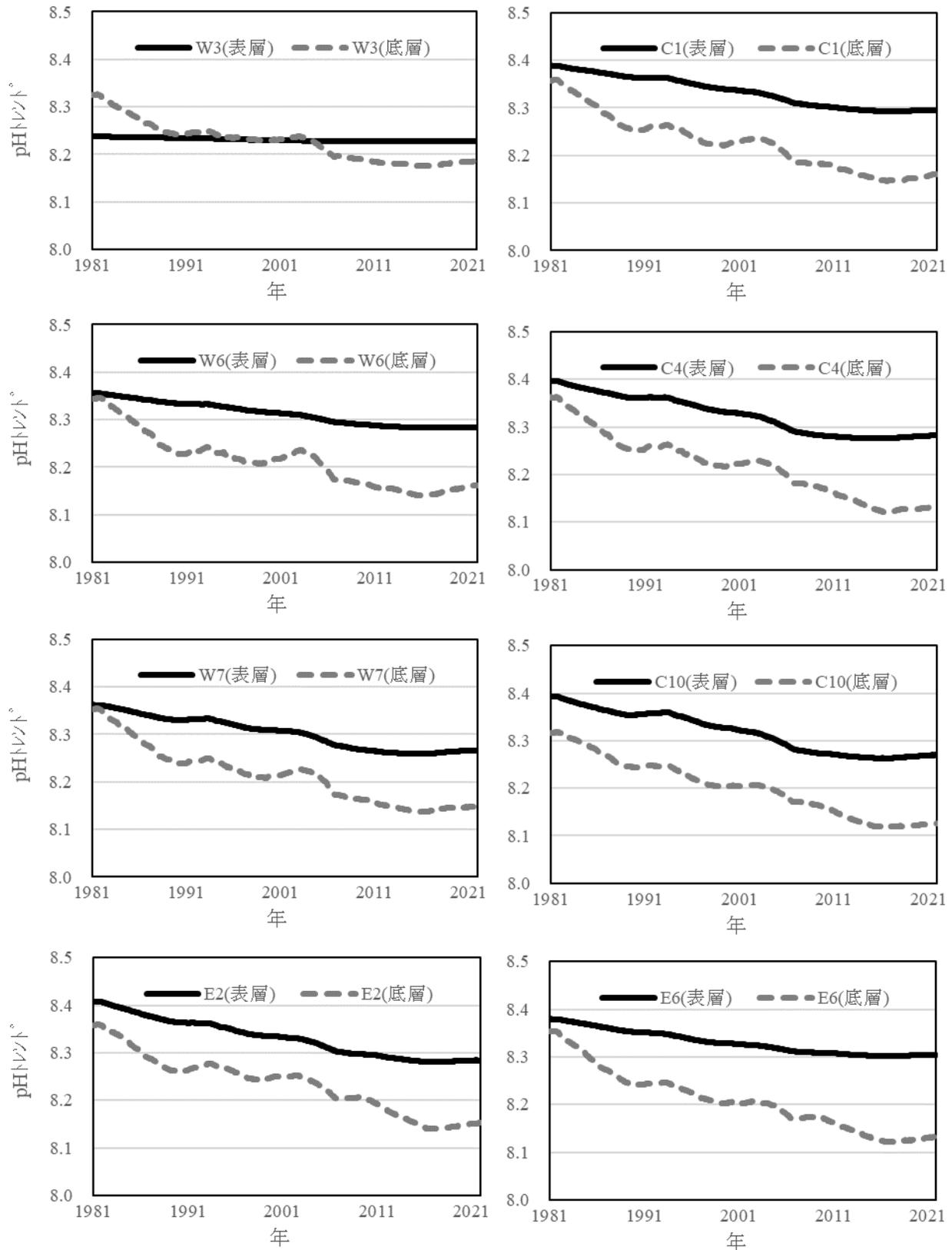


図3 pHトレンド成分

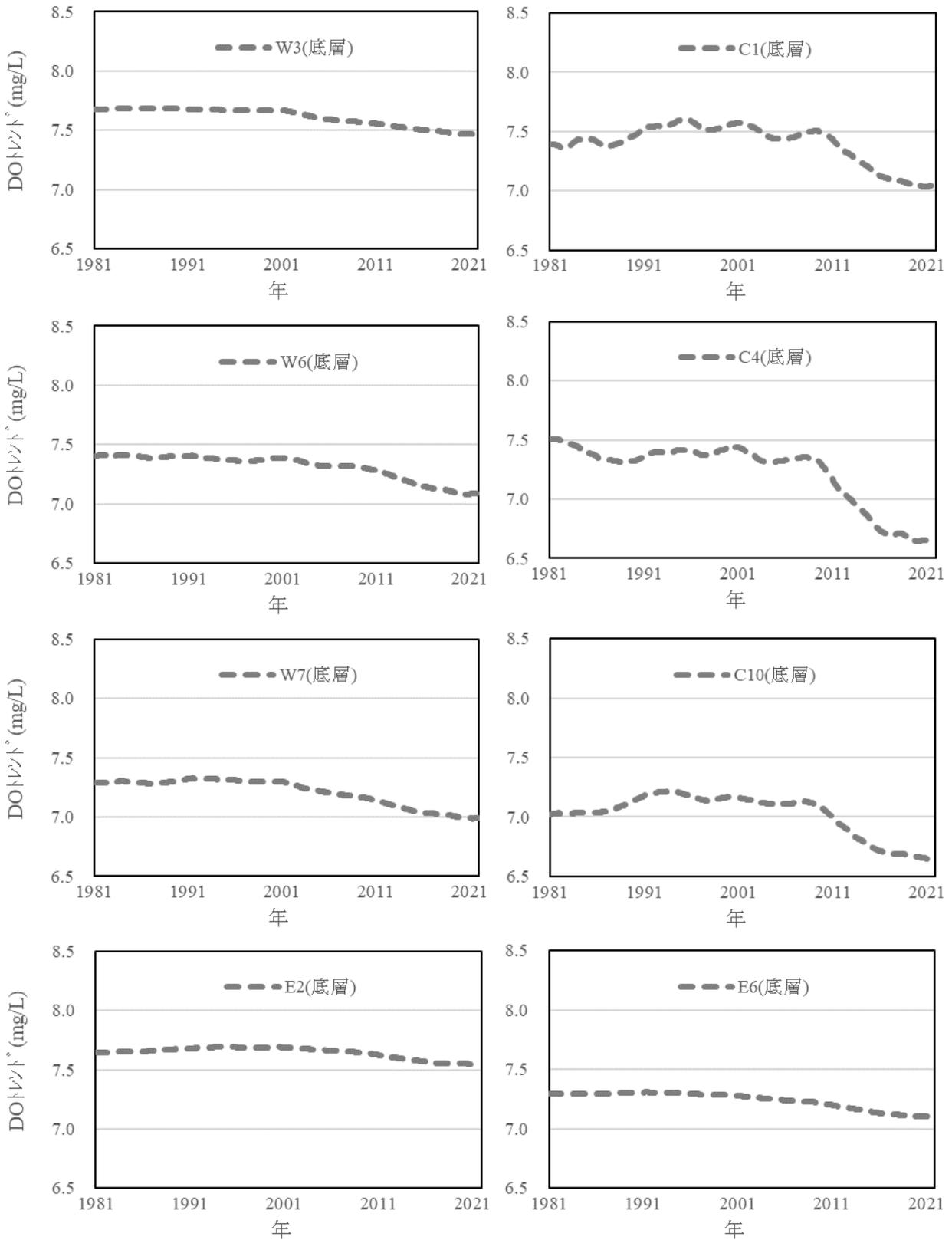


図4 DOトレンド成分

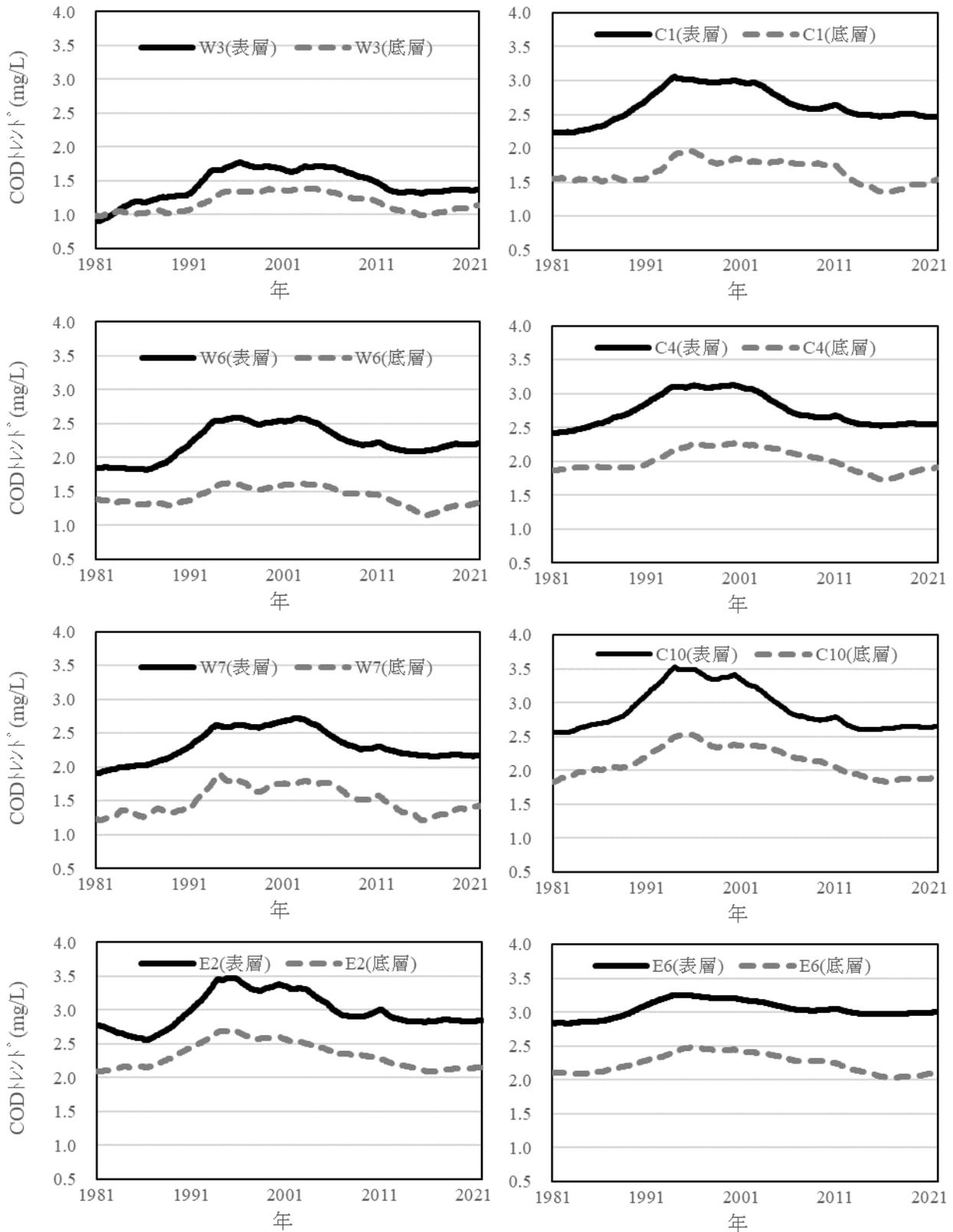


図5 CODトレンド成分

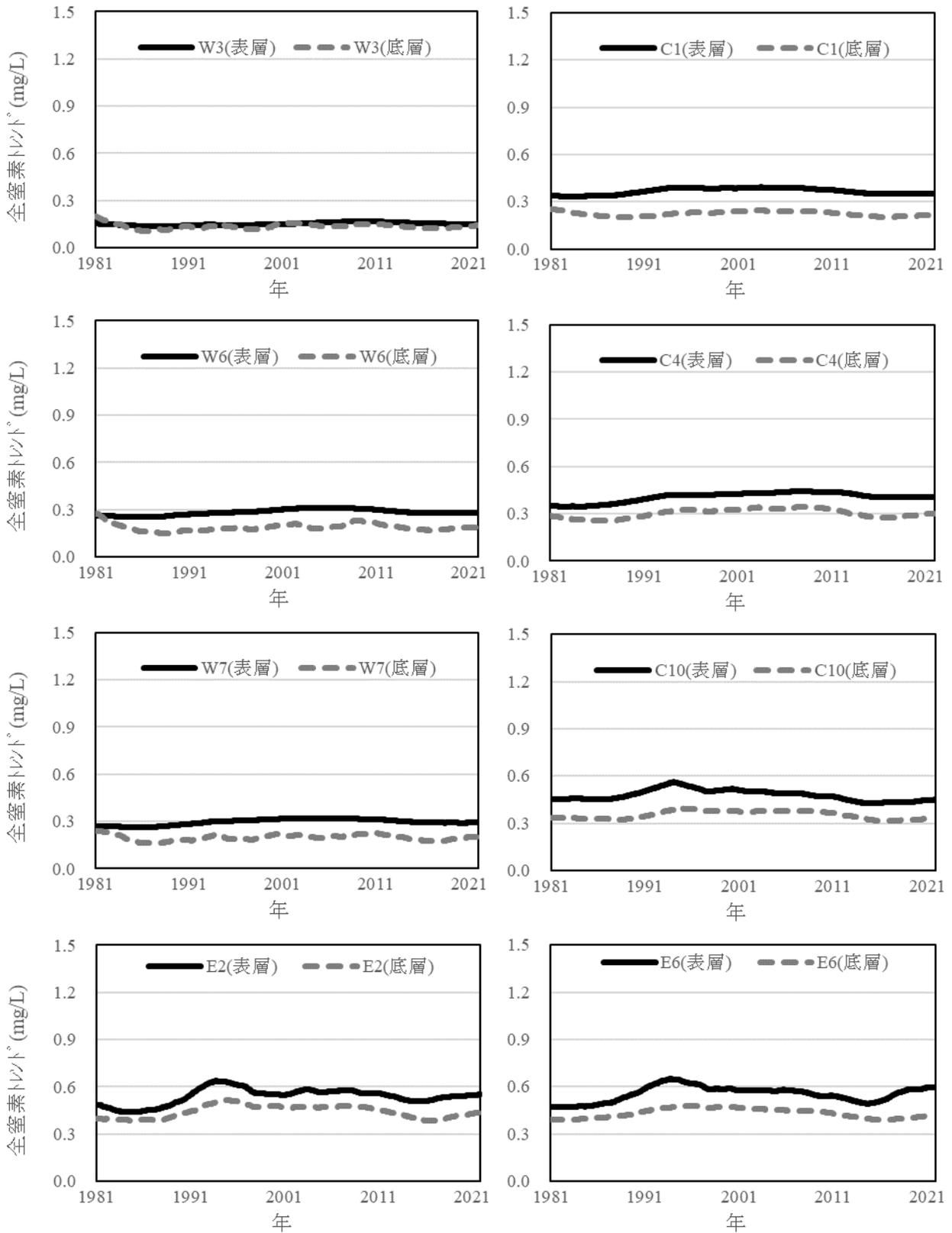


図6 全窒素トレンド成分

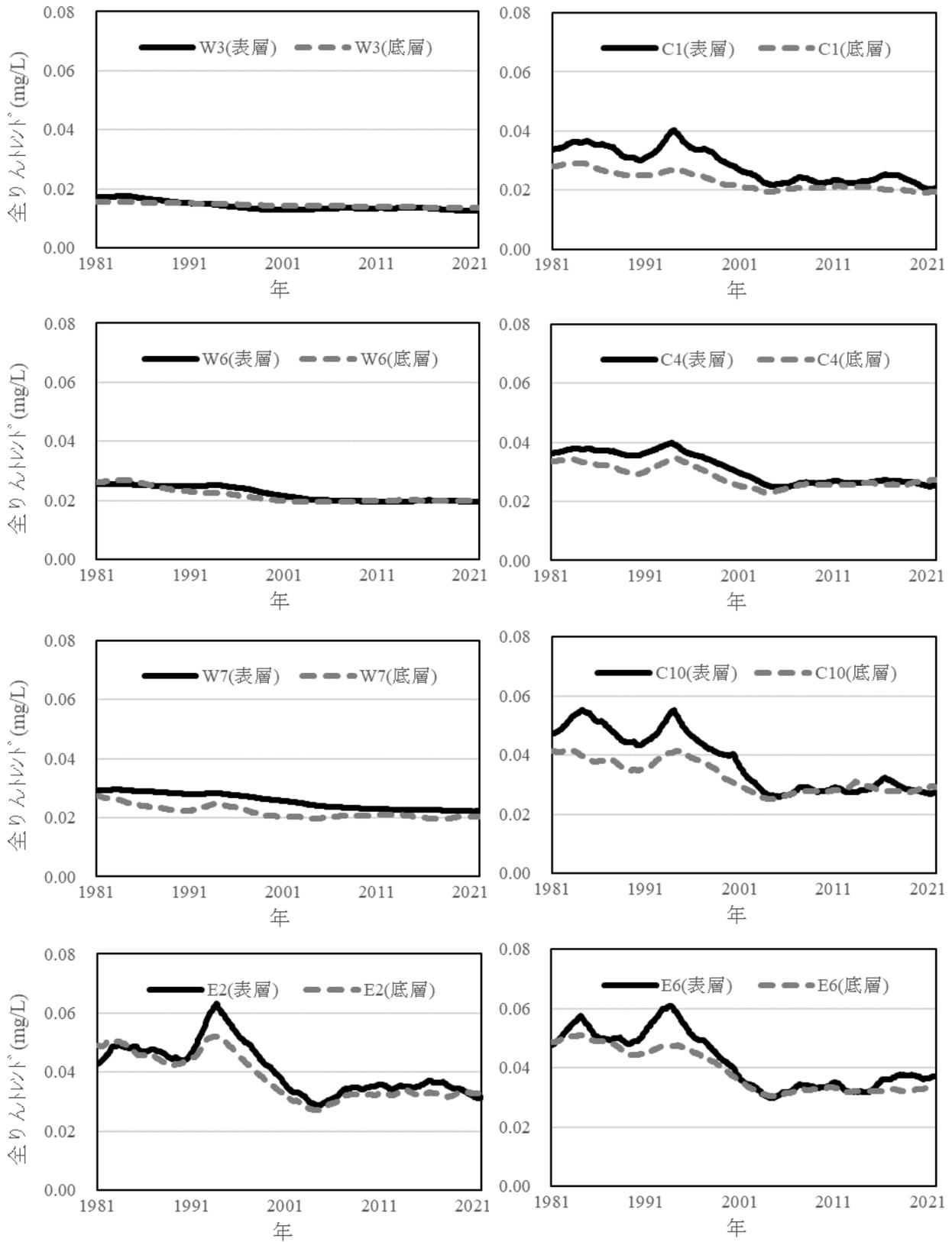


図7 全りトレンド成分

### 3.2 ダミー変数を用いた重回帰分析による統計的評価

1981年4月から2022年3月までの表層及び底層の水温のうち、それぞれの海域よりW-3, C-1, E-2の地点について、トレンド成分の傾向とダミー変数を用いた重回帰分析を併せて評価を行った。表1にダミー変数を用いた重回帰分析の結果を示す。全ての地点で表層、底層ともに傾き成分の偏回帰係数は正の値となり水温は概ね同様の上昇傾向となった。また、全ての地点で表層、底層ともにP値が0.01以下となり水温の上昇傾向は1%危険率で統計的に有意となった。

季節調整法によるW-3の水温のトレンド成分は、2000年頃から2014年頃まで上昇が鈍化していることから、解析期間を1981年4月から2000年3月と2000年4月から2022年3月の2つに分け、それぞれにダミー変数を用いた重回帰分析を行った。その結果を表2に示す。W-3では表層、底層では解析期間を1981年4月から2000年3月とした場合においても傾き成分の偏回帰係数は正の値であり、P値は0.01以下となり水温の上昇傾向は1%危険率で統計的に有意となったが、解析期間を2000年4月から2022年3月とした場合では傾き成分の偏回帰係数は正の値であるが数値は減少し、P値も0.01以上0.05以下となり5%危険率で統計的に有意という結果となった。このことから解析期間を2000年4月から2022年3月までとした場合、解析期間を1981年4月から2000年3月までとした場合と比べて傾きが緩やかになったことが示

され、季節調整法によるW-3の水温のトレンド成分の傾向と概ね一致した。また、C-1とE-2の表層では解析期間を1981年4月から2000年3月とした場合とした場合においても傾き成分の偏回帰係数は正の値であるが、P値は0.05以上となり水温の上昇傾向は5%危険率で統計的に有意とならなかったが、解析期間を2000年4月から2022年3月とした場合では傾き成分の偏回帰係数は正の値であり、P値も0.01以下となり水温の上昇傾向は1%危険率で統計的に有意となった。しかし、C-1とE-2の底層では解析期間を1981年4月から2000年3月とした場合と解析期間を2000年4月から2022年3月までとした場合の両方に場合においても傾き成分の偏回帰係数は正の値であり、P値も0.01以下もしくは0.01以上0.05以下となり水温の上昇傾向は1%もしくは5%危険率で統計的に有意となった。このことからC-1とE-2では解析期間を1981年4月から2000年3月とした場合では底層のみが有意に上昇傾向を示す結果となった。

これらのことから、季節調整法を用いた長期水質変動解析では長期的な変動傾向をグラフで適切に可視化することが可能であり、期間内の特徴的な傾向を把握することが可能であることが示された。さらに、可視化されたグラフにおいて特徴的な傾向を示す期間に着目し、ダミー変数を用いた重回帰分析を併せて行うことで、傾向についての統計的な評価をより詳細に行うことが可能であると示唆された。

表1 水温（表層、底層）の重回帰分析結果

解析期間	調査地点	W-3		C-1		E-2	
		表層	底層	表層	底層	表層	底層
1981.4~	傾き成分P値	7.2E-08	4.7E-08	2.2E-05	9.1E-08	1.4E-05	1.4E-05
2022.3	傾き成分の偏回帰係数(°C/月)	0.0021	0.0019	0.0019	0.0022	0.0021	0.0021

表2 水温（表層、底層）の解析期間毎の重回帰分析結果

解析期間	調査地点	W-3		C-1		E-2	
		表層	底層	表層	底層	表層	底層
1981.4~	傾き成分P値	4.5E-04	1.0E-04	5.6E-02	6.7E-03	1.1E-01	1.6E-03
2000.3	傾き成分の偏回帰係数(°C/月)	0.0042	0.0044	0.0028	0.0037	0.0025	0.0048
2000.4~	傾き成分P値	1.5E-02	1.5E-02	2.1E-03	7.3E-03	5.7E-03	3.2E-02
2022.3	傾き成分の偏回帰係数(°C/月)	0.0024	0.0020	0.0034	0.0026	0.0032	0.0023

#### 4 まとめ

博多湾の常時監視データに対して季節調整法による長期変動傾向の把握を試みた結果、トレンドデータから長期的な水質の変動を可視化し、傾向を把握することができた。また、栄養塩等は湾奥部ほど下水処理による効果を反映し、海域や特定の期間に特徴的な傾向がみられる結果となった。さらに、ダミー変数を用いた重回帰分析を併せて行うことで、全体の傾向だけでなくトレンドデータより可視化されたグラフから特徴的な傾向を示す期間に着目し、統計的な評価をより詳細に行うことが可能であると示唆された。

#### 文献

- 1) 気象庁：気候変動監視レポート 2022, 令和 5 年 3 月
- 2) 福岡管区気象台：九州・山口県の気候変動監視レポート, 令和 5 年 3 月
- 3) 福岡市：博多湾環境保全計画（第二次）, 平成 28 年 9 月
- 4) 環境省：気候変動影響評価報告書（総説）, 令和 2 年 12 月
- 5) 安藤晴夫, 他：東京都内湾の水質の長期変動傾向について, 東京都環境科学研究所年報, 60～67, 1999
- 6) 野中研一, 他：博多湾における海水温等の経年変化と水温ロガーによる海水温の連続観測, 福岡市保健環境研究所報, 36, 64～72, 2010
- 7) 北川源四郎：季節調整プログラム DECOMP とその後の展開, 統計数理第 45 巻・第 2 号, 217～232, 1997
- 8) 福岡市：博多湾環境保全計画推進委員会資料, 令和 3 年 8 月

# 福岡市内河川の底生動物を用いた環境評価 — 室見川, 2022 年 —

有本圭佑・中山恵利・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 (Muromi River, in 2022)

Keisuke ARIMOTO, Eri NAKAYAMA 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把握できない総合的・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。2022 年は室見川の淡水域について上流より、八丁橋、荒平橋、松風橋及び橋本橋の計 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 は八丁橋が 8.0 で「とても良好」、荒平橋が 7.3、松風橋が 7.4、橋本橋が 7.0 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, 室見川 Muromi 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。2022 年は市の西部を流れる室見川について調査した。室見川は早良区曲淵字山除 77 番地先の曲淵水源地堰を起点とし、博多湾を終点とする、延長 16.3 km、流域面積 99.3 km<sup>2</sup> の二級河川であり、また早良区椎原字小野 641 番地先の梅津原堰を起点とする椎原川、早良区重留字谷才木 803 番地先の重留橋を起点とする金屑川など、多くの支流をもつ<sup>1)</sup>。

松風橋及び橋本橋の計 4 地点で調査を行った。調査地点を図 1 に示す。



図 1 調査地点

## 2 調査方法

### 2.1 調査地点

2022 年 3 月 25 日に室見川上流より八丁橋、荒平橋、

## 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。) <sup>2)</sup> 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。同定を「河川生物の絵解き検索」 <sup>3)</sup>、「滋賀の水生昆虫・図解ハンドブック」 <sup>4)</sup>、「日本産水生昆虫検索図説」 <sup>5)</sup> 及び「神奈川県版河川生物の絵解き検索」 <sup>6)</sup> 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」 <sup>7)</sup> 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)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 <sup>2)</sup> に従い、スコア表 <sup>2, 8)</sup> 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は小数点第二位を四捨五入し、小数点第一位までとした。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」 <sup>7)</sup> に従った。

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ようなどころ)
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どころ)

## 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

室見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3、優占科を表4、TS及びASPTを表5、水質階級を表6に示す。

#### 3.1.1 八丁橋

室見川の上流に位置する曲淵ダムよりもさらに上流にある八丁川に架かる橋であり、調査地点の中で最も上流部に位置する。山間部に位置しており、川の周囲は山林である。両岸はコンクリート護岸であり、頭大の石が多く見られた。採取場所の水深は10~30 cm、流れの速さは32~95 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637であった。そのうちスコア6のユスリカ科(腹鰓なし)が139で最も多く、次いでスコア6のコカゲロウ科が129となり上位2種で全体の約4割を占めていた。

ASPTは8.0で「とても良好」、水質階級はIの「きれいな水」であった。

#### 3.1.2 荒平橋

八丁橋よりも下流に位置しており、室見川の支流である椎原川と室見川との合流地点付近での椎原川に架かる橋である。川の周囲は田畑が多く、住宅も混在している。両岸はコンクリート護岸で護岸内には草が生え、頭大の石やこぶし大の石が多く見られた。採取場所の水深は15~30 cm、流れの速さは48~100 cm/sと「ふつう」又は「はやい」であった。

出現科数は23科で、総個体数は1091であった。そのうちスコア6のコカゲロウ科が367で最も多く、次いでスコア6のユスリカ科（腹鰓なし）が154となり上位2種で約半数を占めていた。

ASPTは7.3で「良好」、水質階級はIの「きれいな水」であった。

### 3.1.3 松風橋

荒平橋よりも下流に位置しており、川の周囲は田畑が多く、住宅も混在している。両岸はコンクリート護岸で、護岸内には草が生え、頭大の石やこぶし大の石が多くみられた。採取場所の水深は10～20 cm、流れの速さは60～95 cm/sと「はやい」であった。

出現科数22科で、総個体数は353であった。そのうち、スコア6のコカゲロウ科が115で、次いでスコア6のユスリカ科（腹鰓なし）が65となり上位2種で約半数を占めていた。

ASPTは7.4で「良好」、水質階級はIの「きれいな水」であった。

### 3.1.4 橋本橋

松風橋よりも下流に位置しており、川の周囲には大規模な団地がある。両岸はコンクリート護岸で、護岸内には草が生え、こぶし大の石や小石、砂が多くみられた。採取場所の水深は15～25 cm、流れの速さは88～110 cm/sと「はやい」であった。

出現科数は17科で、総個体数は474であった。そのうちスコア6のユスリカ科（腹鰓なし）が203で、次いでスコア6のコカゲロウ科が83となり上位2種で全体の半数以上を占めていた。

ASPTは7.0で「良好」、水質階級はIの「きれいな水」であった。

## 3.2 全地点における底生動物出現状況

各調査地点で17科～28科の底生動物が出現し、TSは119～223、ASPTは7.0～8.0、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であった。八丁橋は調査地点の中で最も上流部に位置することもあり、ASPTが8.0で「とても良好」、TSが223、検出した科も28であり、コンクリート護岸であるが、今回の調査地点の中で水環境が最も良好な状態であった。荒平橋はASPTが7.3で「良好」、TSが168、検出した科が23であり、水環境が良好であると考えられた。松風橋はASPTが7.4で「良好」、TSが163、検出した科が22であり、荒平橋と同様に水環境が良好であると考えられた。橋本橋はASPTが7.0で「良好」、TSが119、検出した科が17であり、水環境が良好であると考えられた。また、ASPTとTSは下流に向かうほど低くなる傾向が見られたが、いずれの地点においても水環境は良好な状態であった。

## 3.3 各地点の水質分析結果

水質分析結果を表7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 過去の室見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<sup>9～14)</sup>を引用した。1993年、1997年及び2007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。なお、最下流地点の橋本橋は2012年から始めた新たなポイントであるため、2017年及び2022年と合わせた3回分のデータとなっている。

八丁橋において、ASPTは多少の変動はあるものの7.5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。荒平橋において、ASPTは2007年に一度7.0を下回っているものの、基本的には7.0以上で推移していることから、水環境は良好な状態を維持できていると考えられた。松風橋と橋本橋においても、ASPTは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。

### 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、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。福岡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、今回の調査地点の最下流である橋本橋でも、月に1回水質測定を行っている<sup>15)</sup>。図8に、1993年以降の橋本橋における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。

## 3.5 市内を流れる他の河川との比較

2018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<sup>16～19)</sup>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、室見川でも同様の傾向が見られた。最下流調査地点の橋本橋はASPTが7.0で他の河川の淡水域最下流調査地点のASPT5.9～6.3と比べ高い値を示した。最上流調査地点の八丁橋のASPTは8.0で、他の

河川の最上流調査地点の ASPT7.1~8.0 と比べ高い値を示した。以上のことから、室見川は他の河川よりも水環境が良好な状態であると考えられた。

#### 4 まとめ

室見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 7.0~8.0 で「とても良好」、上流域になるにつれ

て高くなり、八丁橋が 8.0 で「とても良好」、荒平橋が 7.3、松風橋が 7.4、橋本橋が 7.0 で「良好」と評価された。水生生物による水質判定によると「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 が横ばいの傾向であり、良好な水環境を維持できていると考えられた。福岡市内の他の河川と比べると上流と下流のいずれにおいても ASPT は最も高い値を示し、他の河川よりも水環境が良好な状態であると考えられた。



図 2 八丁橋



図 3 荒平橋



図 4 松風橋



図 5 橋本橋

表3 室見川における底生動物出現状況 (2022年)

科名	スコア	個体数				
		八丁橋	荒平橋	松風橋	橋本橋	
チラカゲロウ	<i>Isonychiidae</i>	8	1	3	4	1
ヒラタカゲロウ	<i>Heptageniidae</i>	9	91	145	59	14
コカゲロウ	<i>Baetidae</i>	6	129	367	115	83
トビイロカゲロウ	<i>Leptophlebiidae</i>	9	5		3	25
マダラカゲロウ	<i>Ephemerellidae</i>	8	37	85	22	14
モンカゲロウ	<i>Ephemeridae</i>	8	22	10	1	
サナエトンボ	<i>Gomphidae</i>	7		1	2	
オニヤンマ	<i>Cordulegastridae</i>	3		2		
アミメカワゲラ	<i>Perlodidae</i>	9	6			
カワゲラ	<i>Perlidae</i>	9	4		6	
ミドリカワゲラ	<i>Chloroperlidae</i>	9	3			1
ヒゲナガカワトビケラ	<i>Stenopsychidae</i>	9	9			
イワトビケラ	<i>Polycentropodidae</i>	9	2	7		
シマトビケラ	<i>Hydropsychidae</i>	7	7	92	8	8
ナガレトビケラ	<i>Rhyacophiidae</i>	9	17	14	8	6
ヤマトビケラ	<i>Glossosomatidae</i>	9	5	60	11	5
コエグリトビケラ	<i>Apataniidae</i>	9	34			
ニンギョウトビケラ	<i>Goeridae</i>	7		1	1	
カクツツトビケラ	<i>Lepidostomatidae</i>	9	8			
ケトビケラ	<i>Sericostomatidae</i>	9	30	4	1	
ドロムシ	<i>Dryopidae</i>	8	2		1	
ヒメドロムシ	<i>Elmidae</i>	8	28	32	21	68
ホタル	<i>Lampyridae</i>	6	1	1		
ガガンボ	<i>Tipulidae</i>	8	28	73	7	6
ブユ	<i>Simuliidae</i>	7	3	12	1	19
ユスリカ (腹鰓なし)	<i>Chironomidae</i>	6	139	154	65	203
ヌカカ	<i>Ceratopogonidae</i>	7	6	5		1
ナガレアブ	<i>Athericidae</i>	8	1			
サンカクアタマウズムシ	<i>Dugesidae</i>	7		1	1	
カワニナ	<i>Pleuroceridae</i>	8	1	4	6	
シジミガイ	<i>Corbiculidae</i>	3				1
ミミズ綱 (その他)	<i>Oligochaeta</i>	4	8	12	9	18
ヒル綱	<i>Hirudinea</i>	2			1	
ヨコエビ	<i>Gammaridae</i>	8	10	6		
ミズムシ	<i>Asellidae</i>	2				1
総個体数			637	1091	353	474
出現科数			28	23	22	17

表4 室見川における優占科 (2022年)

調査地点	優占科1	優占科2
上 八丁橋	ユスリカ (腹鰓なし)	コカゲロウ
流 ↓ 荒平橋	コカゲロウ	ユスリカ (腹鰓なし)
下 松風橋	コカゲロウ	ユスリカ (腹鰓なし)
流 橋本橋	ユスリカ (腹鰓なし)	コカゲロウ

表 5 室見川における TS 及び ASPT (2022 年)

調査地点	TS	n	ASPT
八丁橋	223	28	8.0
荒平橋	168	23	7.3
松風橋	163	22	7.4
橋本橋	119	17	7.0

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

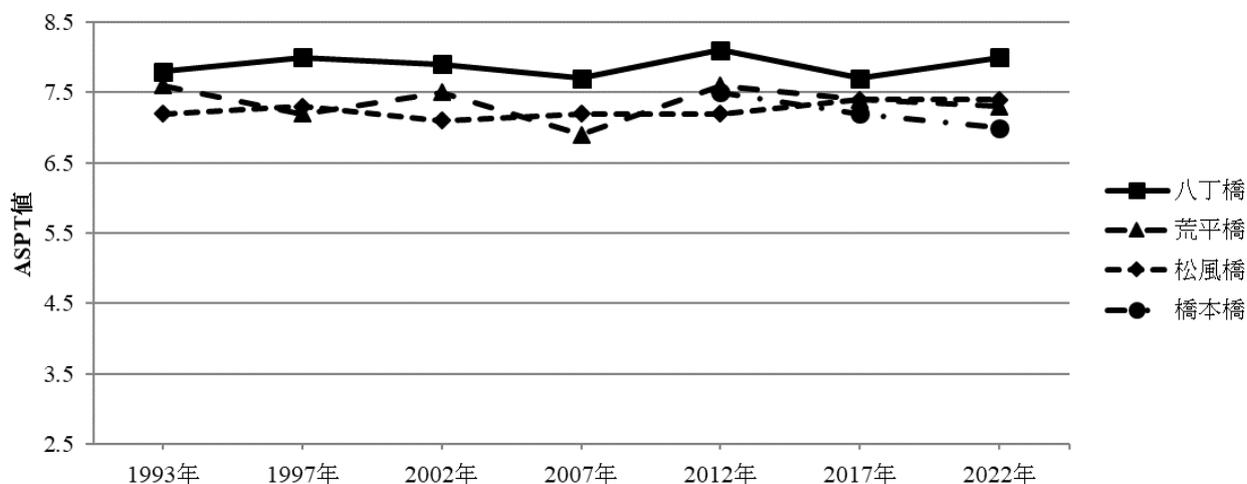
表 6 室見川における水質階級 (2022 年)

水質階級	指標生物	八丁橋				荒平橋				松風橋				橋本橋			
I きれいな水	カワゲラ	4	○							6	○						
	ナガレトビケラ	17	●			14	○			8	○			6	○		
	ヤマトビケラ	5	○			60	○			11	●			5	○		
	ヒラタカゲロウ	91	●			145	●			59	●			14	●		
	ヘビトンボ																
	ブユ	3	○			12	○			1	○			19	●		
	アミカ																
	ウズムシ					1	○			1	○						
	サワガニ																
	ヨコエビ	10	○			6	○										
II やや きれいな水	コガタシマトビケラ	7	○			92	●			8	○			8	○		
	オオシマトビケラ																
	ヒラタドロムシ																
	ゲンジボタル	1	○			1	○										
	コオニヤンマ					2	○										
	カワニナ	1	○			4	○			6	○						
	ヤマトシジミ													1	○		
イシマキガイ																	
III きたない水	ミズムシ													1	○		
	ミズカマキリ																
	ヒル									1	○						
	タニシ																
	イソコツブムシ																
ニホンドロソコエビ																	
IV とても きたない水	セスジユスリカ																
	チョウバエ																
	エラミミズ																
	サカマキガイ																
	アメリカザリガニ																
水質階級の判定	水質階級	I	II	III	IV												
	○と●の数	6	3	0	0	6	4	0	0	6	2	1	0	4	2	1	0
	●の数	2	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0
	合計(1欄+2欄)	8	3	0	0	7	5	0	0	8	2	1	0	6	2	1	0
その地点の水質階級	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.

表 7 室見川における水質分析結果 (2022 年)

調査場所	八丁橋	荒平橋	松風橋	橋本橋
調査日	2022年3月25日	2022年3月25日	2022年3月25日	2022年3月25日
調査時刻	11:10	10:10	12:50	13:55
気温(°C)	17.5	17.5	20.1	20.0
水温(°C)	10.9	11.0	12.8	17.0
流速(cm/s)	32~95	48~100	60~95	88~110
pH	7.6	7.5	7.6	7.7
DO(mg/L)	-	-	9.0	9.7
BOD(mg/L)	0.9	1.1	1.2	1.3
SS(mg/L)	<1	1	1	1
T-N(mg/L)	0.55	0.47	0.44	0.52
T-P(mg/L)	0.016	0.013	0.014	0.017
EC(mS/m)	10	8	9	11
ASPT	8.0	7.3	7.4	7.0
水質階級	I	I	I	I



ASPTは1993年, 1997年, 2002年及び2007年は旧スコア表<sup>8)</sup>, 2012年, 2017年及び2022年は新スコア表<sup>1)</sup>によって算出した。

図 6 室見川における ASPT の推移

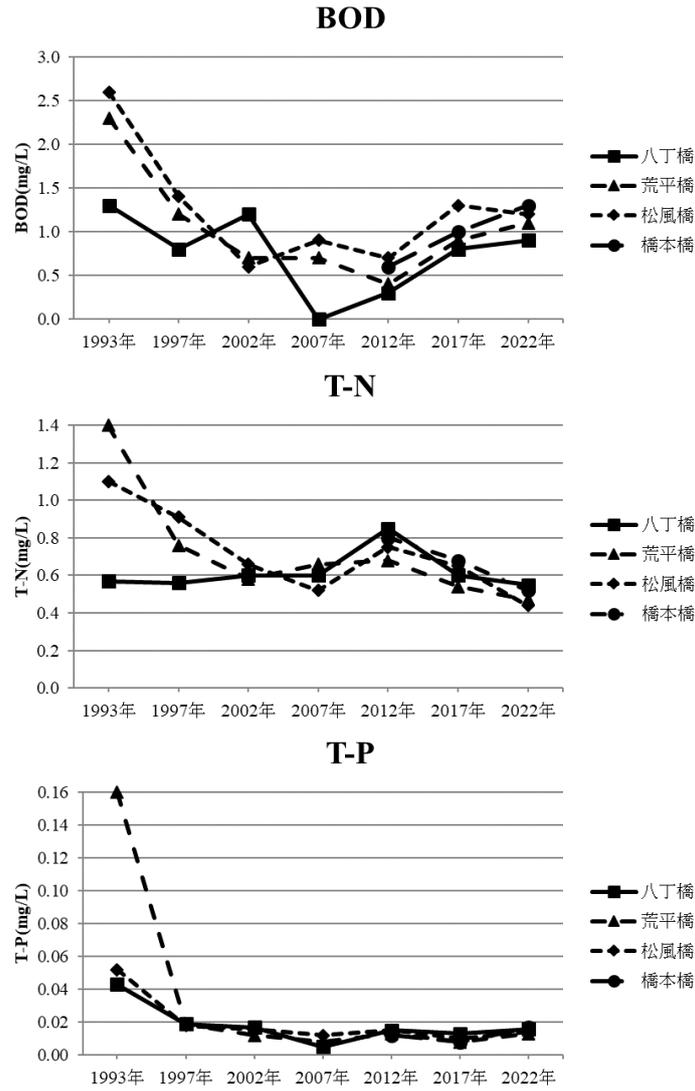


図7 室見川における BOD, T-N 及び T-P の推移

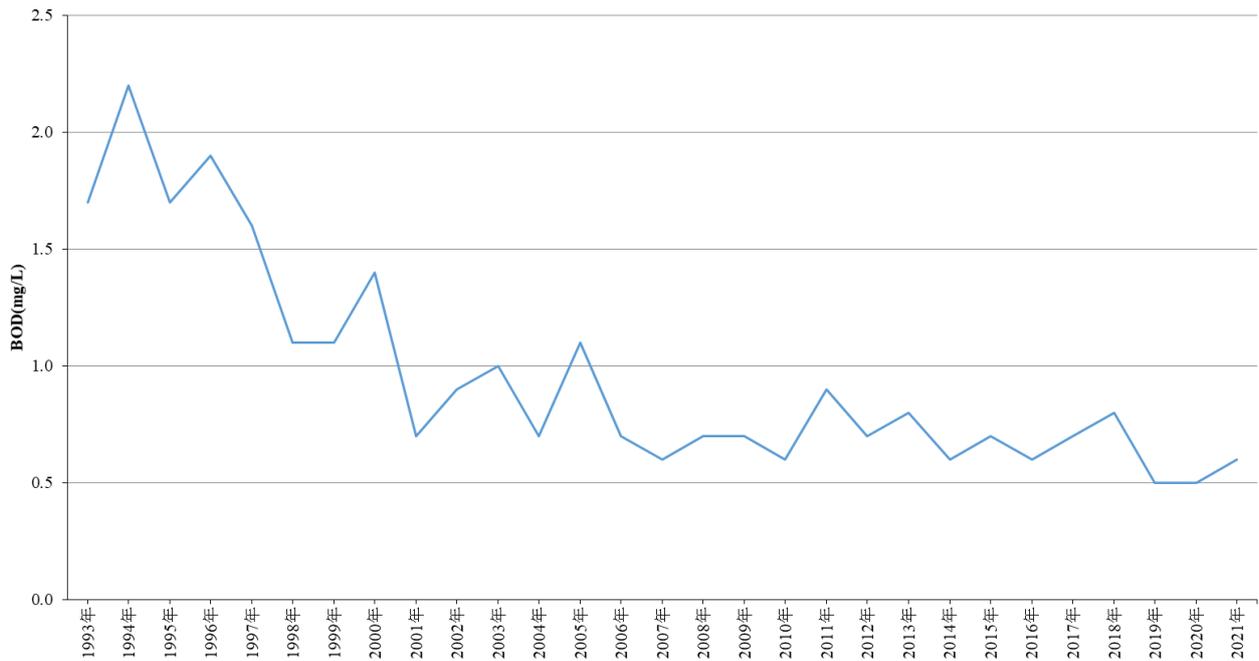


図8 1993年以降の橋本橋における BOD 年間平均値の推移



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4年版, 2023
- 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, 全国公害研会誌, 21, 114~145, 1996
- 9) 古川滝雄：福岡市内河川の水生底生動物に関する調査研究(室見川の水生底生動物)(1993年), 福岡市衛生試験所調査研究報告書, 1994
- 10) 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ー室見川, 1997年ー, 福岡市保健環境研究所報, 23, 151~164, 1998
- 11) 濱本哲郎:福岡市内河川の底生動物相 室見川 2002年, 福岡市保健環境研究所報, 28, 113~116, 2003
- 12) 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室見川, 2007年ー, 福岡市保健環境研究所報, 33, 74~84, 2008
- 13) 清水徹也, 他:福岡市内河川の底生動物をもちいた環境評価ー室見川, 2012年ー, 福岡市保健環境研究所報, 38, 63~70, 2013
- 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室見川, 2017年ー, 福岡市保健環境研究所報, 43, 67~75, 2018
- 15) 福岡市環境局：福岡市水質測定結果報告書
- 16) 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多々良川, 2018年ー, 福岡市保健環境研究所報, 44, 68~76, 2019
- 17) 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
- 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－御笠川, 2020 年－, 福岡市保健環境研究所報,  
46, 47～55, 2021

評価－樋井川, 2021 年－, 福岡市保健環境研究所報,  
47, 75～83, 2022

19) 有本圭佑, 他: 福岡市内河川の底生動物を用いた環境

# 福岡市における熱中症搬送患者の発生状況の解析 (平成30年～令和4年)

中島亜矢子・副田大介・辻井温子・島田友梨

福岡市保健環境研究所環境科学課

## Analysis of the occurrence of heat stroke patients transported in Fukuoka City (from 2018 to 2022)

Ayako NAKASHIMA, Daisuke SOEDA, Atsuko TSUJII and Yuri SHIMADA

Environmental Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

### 要約

福岡市では熱中症に関する啓発及び注意喚起をはじめとした政策を実施しており、より効果的な予防啓発的に活用できる科学的根拠が求められている。そこで本市における過去5年間（平成30年から令和4年）の熱中症搬送患者の発生状況について解析を行った。年齢階層別では65歳以上が最も多く、全体の約半数を占めていた。65歳以上では住宅での発生が約52%と多く、居住場所の暑熱環境に影響を受けている可能性が考えられた。また、年齢階層が高くなるほど中等症以上の割合が高くなっており、症状が悪化する傾向が見られた。気温が30℃未満であっても湿度が60%以上と高くなると、暑さ指数が「警戒」以上を示す25℃以上となる傾向があり、気温が高くなくても湿度が高い場合は十分に警戒が必要であると考えられた。

**Key Words** : 熱中症 heat stroke, 暑さ指数 heat index, 救急搬送 ambulance transport

## 1 はじめに

熱中症は、従来は高温環境下での運動時に多く発生していたが、近年の気候変動等による影響で一般環境においても熱中症のリスクが高まっている<sup>1)</sup>。

福岡市では、熱中症対策を総合的に推進し、市民の生命及び健康を保護することを目的として、平成26年に福岡市熱中症対策推進本部を立ち上げ、令和2年からは福岡市温暖化対策推進会議熱中症部会にて、熱中症に関する啓発及び注意喚起をはじめとした各種施策を実施しており、より効果的な熱中症予防啓発等に活用できる科学的情報が求められている。

前報<sup>2)</sup>で、平成25年から平成29年の本市における熱中症救急搬送患者の発生状況と気象条件等との関連性を解析した。今回、平成30年から令和4年の5年間の状況について解析したため報告する。

## 2 方法

### 2.1 使用データ

熱中症による救急搬送者（以下、「搬送者」とする。）のデータは福岡市消防局からの提供を受けた。気象条件は気象庁（<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>）及び環境省（<http://www.wbgt.env.go.jp/>）のホームページから福岡（福岡市中央区大濠）のデータを用いた。

### 2.2 解析対象期間

解析対象期間は、平成30年から令和4年の5年間とした。

## 3 結果及び考察

### 3.1 熱中症患者の発生状況

#### 3.1.1 熱中症搬送者数

男女別搬送者数を図1に示す。搬送者数が多かったのは、平成30年、次いで令和4年であった。すべての年で女性よりも男性が多かった。また、平成30年から令和4年の搬送者数は3,261人で、平成25年から平成29年の

搬送者数 2,303 人<sup>2)</sup> と比べると 958 人増加していた。

月別搬送者数を図 2 に示す。気温の高くなる 7 月及び 8 月の搬送者数が多かった。

年別・年齢階層別の搬送者割合を図 3 に示す。年齢階層の区分については、生活形態を考慮して、0～17 歳、18～64 歳、65 歳以上の 3 つとした。65 歳以上の割合について、平成 30 年及び令和元年は約 40% だったが、令和 2 年以降は高く、全体の約半数を占めていた。

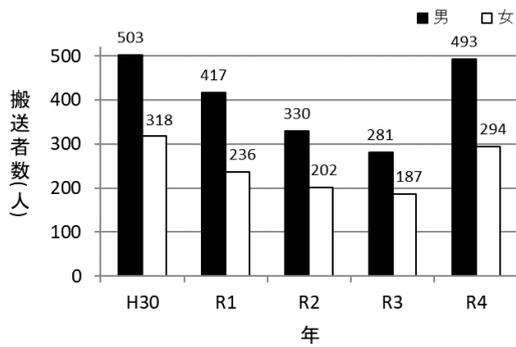


図 1 男女別搬送者数の推移

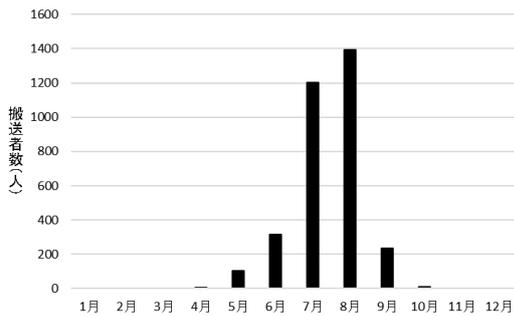


図 2 月別搬送者数

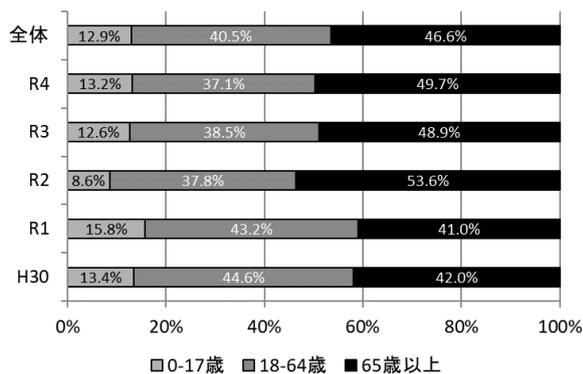


図 3 年齢階層別搬送者割合の推移

### 3.1.2 発生場所

年別・発生場所別搬送者割合を図 4 に示す。どの年も住宅における発生が最も多かった。令和 2 年は住宅における発生割合が特に高く、公衆、教育機関での発生割合が低かった。新型コロナウイルスの影響で外出する機会

が減ったことが要因の 1 つとして考えられた。

年齢階層別・発生場所別搬送者割合を図 5 に示す。年齢階層が高くなるにつれ住宅での発生が高くなり 65 歳以上では半数を超えていた。18～64 歳では仕事場での発生が最も多く、17 歳以下では教育機関での発生が半数近くを占めていた。

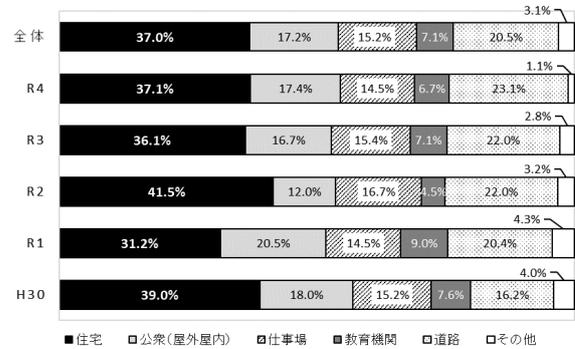


図 4 年別・発生場所別搬送者割合

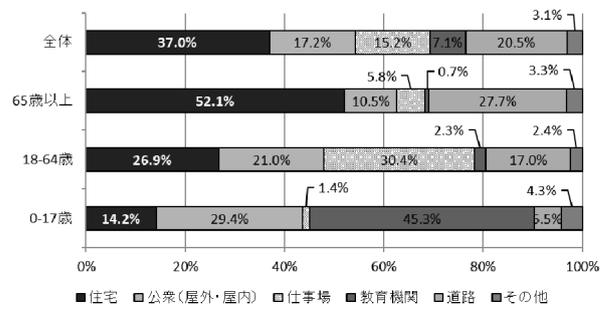


図 5 年齢階層別発生場所別搬送者割合

### 3.1.2 覚知時刻

覚知時刻別、年齢階層別の搬送者の割合を図 6 に示す。多くが日中に発生していたが、18 歳以上では深夜 2 時以降の発生もみられた。

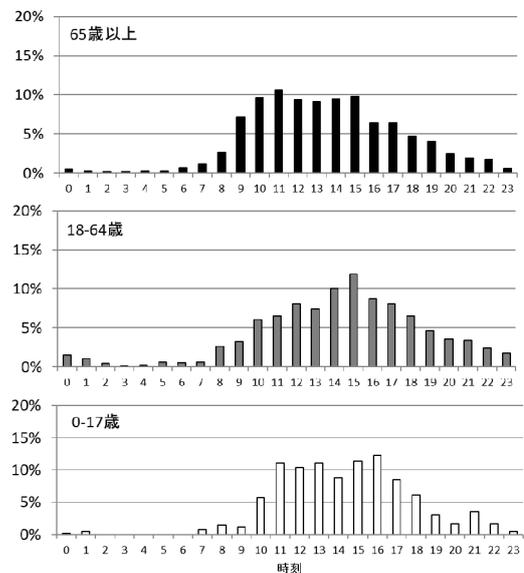


図 6 年齢階層別・覚知時刻別搬送者割合

### 3.1.2 重症度

年齢階層別・重症度別搬送者割合を図7に示す。軽症者の割合は全体では約59%であった。年齢階層が高くなるほど中等症以上の割合が高くなっており、症状が悪化する傾向がみられた。

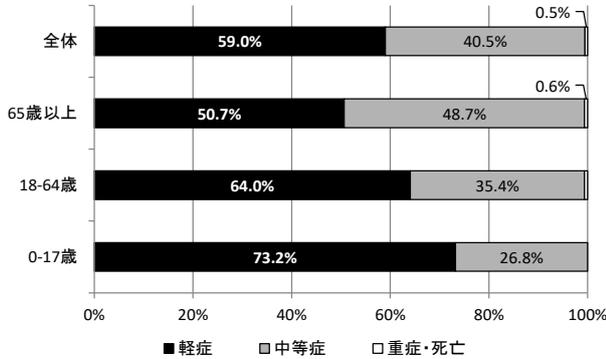


図7 年齢階層別・重症度別搬送者割合

## 3.2 熱中症発生と気象条件

暑さ指数（以下、「WBGT」とする。）は、熱中症を予防することを目的として人体と外気との熱収支に着目し、気温、湿度、日射・輻射、風の要素をもとに算出する指標である<sup>1)</sup>。単位は気温と同じ摂氏度（℃）で示されるが、その値は気温とは異なる。

WBGTの値は、31℃以上を「危険」、28℃以上31℃未満を「厳重警戒」、25℃以上28℃未満を「警戒」、25℃未満を「注意」の4段階に区分し危険度としている<sup>1)</sup>。

熱中症発生と気象条件の関係についてWBGTを含めて解析した。

### 3.2.1 気温、湿度及び暑さ指数の関係

覚知時の気温、湿度及びWBGTの関係を図8に示す。気温が30℃を超えると、WBGTは「厳重警戒」又は「危険」を示す28℃以上となる傾向があり、搬送者の大部分が気温30℃以上の状況であった。一方で、気温30℃未満であっても湿度が60%以上と高くなると、WBGTが「警戒」以上を示す25℃以上となる傾向があり、気温30℃未満での搬送者の多くが湿度60%以上であった。

このように、気温が高ければ当然警戒が必要であるが、気温が高なくても湿度が高い場合は同様に警戒が必要であると考えられた。

なお、気温30℃未満で湿度が60%未満であってもWBGTが「注意」を示す場合もあり、気温・湿度ともに高くない場合でも注意は必要である。

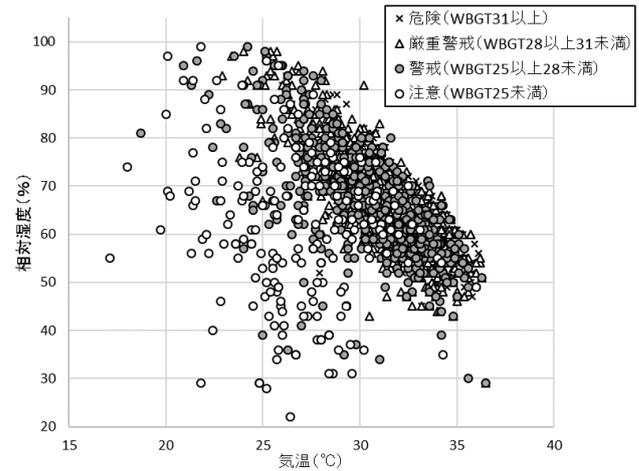


図8 覚知時の気温と湿度、暑さ指数の関係

### 3.2.2 搬送者数と暑さ指数（WBGT）

年齢階層別搬送者数と覚知時のWBGTを図9に示す。まだ「注意」の段階である23℃から搬送者数が50人を超え、「危険」の手前である「厳重警戒」の30℃で搬送者数がピークの550人となった。年齢階層ごとの傾向に大きな違いはなく、どの年齢層においてもWBGTに応じた予防行動が必要であることが考えられた。

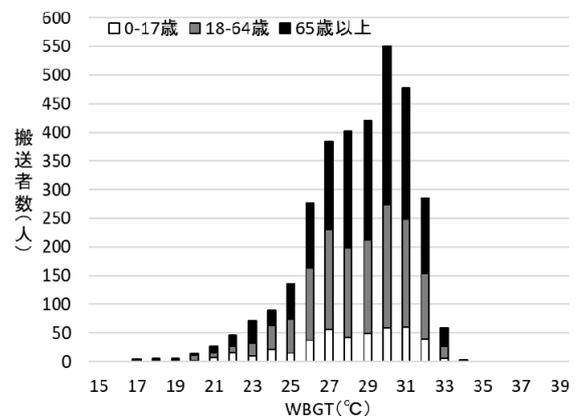


図9 年齢階層別・覚知時暑さ指数

### 3.2.3 風向風速

覚知時の風向を図10に、覚知時の風速を図11に示す。北及び北北西の風が多くを占めていた。本市の日中の風向は主として博多湾から吹く海風（北西から北北西）であり、海風が吹く昼間に搬送が多いことから上記の結果となったと考えられた<sup>3)</sup>。覚知時の風速は約90%が5m/s以下であり、風が弱い時に搬送者数が増えていた。

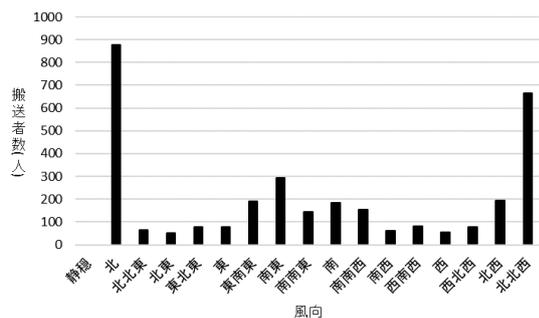


図 10 覚知時の風向

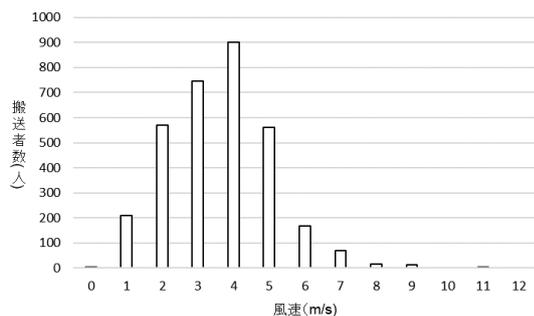


図 11 覚知時の風速

#### 4 まとめ

本市における平成30年から令和4年の熱中症搬送者の発生状況を解析した。その結果、以下の知見を得た。

年齢階層別では65歳以上が最も多く、全体の約半数を占めていた。日中の発生が多いことから、17歳以下では教育機関での発生、18～64歳では仕事場での発生が多かった。特に65歳以上では住宅での発生が多く、居住場所の暑熱環境に影響を受けている可能性が考えられた。また、年齢階層が高くなるほど中等症以上の割合が高くなっており、症状が悪化する傾向が見られた。住宅での高

齢者の熱中症予防対策は重要な課題と思われる。気温が30℃以上で搬送者数が多く、WBGTが「厳重警戒」又は「危険」を示す28℃以上となる傾向がある一方で、気温が30℃未満であっても湿度が60%以上と高くなると搬送者数が増え、WBGTが「警戒」以上を示す傾向があり、気温が高くなくても湿度が高い場合は十分に警戒が必要であると考えられた。「日常生活における熱中症予防指針」ver.4<sup>4)</sup>に暑さ指数の段階により注意すべき生活活動の目安が示されており、暑さ指数に応じた活動の程度を考慮する等、注意が必要であると言える。

気象庁によると、日本の平均気温は様々な変動を繰り返しながら長期的には100年あたり1.30℃の割合で上昇している<sup>5)</sup>とのことである。気温が高くなると搬送者数は増加する傾向にあるため、今後も更に熱中症予防対策は重要性を増してくると思われる。

#### 文献

- 1) 環境省：熱中症環境保健マニュアル 2022, 2022年3月改定
- 2) 松本弘子, 他：福岡市における熱中症救急搬送と気象条件等との関連, 福岡市保健環境研究所報, 43, 80～83, 2018
- 3) 上野悠太, 棟上俊二：福岡平野・筑紫平野における夏季晴天時地上風の統計的解析による局地気象の研究, 研究論文集—教育系・文系の九州地区国立大学間連携論文集—第3巻第1号, 2009
- 4) 日本生気象学会：日常生活における熱中症予防指針 Ver.4, 2022
- 5) 気象庁：日本の年平均気温偏差の経年変化(1898～2022年), [https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an\\_jpn.html](https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_jpn.html) (2023.7.7アクセス)

## VII 資 料



# 令和4年度 食中毒・相談等に伴う保健所からの依頼検査の結果

保健科学課 細菌, ウイルス担当

## 1 令和4年度 食中毒, 相談等に伴う保健所からの依頼検査の結果

No.	保健所	受付日	喫食又は購入施設	喫食者数	発症者数	潜伏期間	主症状	原因食品	検体 (陽性数/検体数)	病因物質	備考
1	西	4/14	飲食店	不明	3	不明	下痢, 腹痛, 発熱, 頭痛等	不明	有症者便 (1/1)	カンピロバクター・ジェジュニ	
2	東中央	5/27	飲食店	不明	3	不明	下痢, 発熱, 腹痛, 嘔気, 倦怠感	不明	有症者便 (0/1) 菌株 (0/2) ふきとり (0/6) ウイルス有症者便 (0/1)	不明	福岡県依頼 菌株からカンピロバクター・ジェジュニ及びサルモネラ属菌検出
3	東	6/13	飲食店	不明	2	不明	嘔気, 嘔吐, 下痢, 発熱等	不明	有症者便 (0/2) ウイルス有症者便 (0/2)	不明	
4	東	7/6	飲食店	5	3	48-96時間	下痢, 発熱, 頭痛, 腹痛, 吐気	当該施設が6/24に提供した食事	有症者便 (0/1) 菌株 (0/1) ふきとり (0/4) 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	菌株からカンピロバクター・ジェジュニの遺伝子が検出されたが, 培養できない状態であった
5	東	7/13	飲食店	4	3	0-48時間	腹痛, 下痢, 発熱, 吐気, 頭痛	当該施設が7/4に提供した食事	有症者便 (2/3) 菌株 (2/2) ふきとり (0/3) 従業員便 (0/2)	カンピロバクター・ジェジュニ	
6	南	7/27	飲食店	9	6	不明	下痢, 発熱等	当該施設が7/21及び7/23に提供した食事	有症者便 (0/1) ウイルス有症者便 (0/1)	サルモネラ属菌	福岡県依頼
7	東	8/8	飲食店	4	3	70.5-84.5時間	発熱, 下痢, 腹痛, 頭痛, 吐気	不明	有症者便 (0/3) ふきとり (0/3) 従業員便 (0/2)	不明	
8	博多	9/29	飲食店	217	154	2.75-101.5時間	下痢, 腹痛, 発熱, 嘔吐等	中トロマグル黄身醤油(推定)	有症者便 (1/1)	サルモネラ属菌	神戸市依頼
9	南	10/23	飲食店	不明	2	不明	下痢, 発熱, 頭痛, 腹痛	不明	有症者便 (1/2) 従業員便 (0/1)	カンピロバクター・ジェジュニ	
10	南城早良	10/25	飲食店	25	7	36-84時間	下痢, 腹痛, 発熱, 悪寒, 頭痛, 嘔気, 嘔吐	鶏たたき(推定)	有症者便 (4/7) ふきとり (0/5) 参考品 (1/1)	カンピロバクター・ジェジュニ/コリ	

No.	保健所	受付日	喫食又は購入施設	喫食者数	発症者数	潜伏期間	主症状	原因食品	検体 (陽性数/検体数)	病因物質	備考
11	城南	10/26	学校 (調理実習)	4	4	48-96時間	下痢, 発熱, 頭痛, 腹痛, 嘔気, 嘔吐	豆腐ハンバーガー	有症者便 (2/3)	カンピロバクター・ジエジュニ	
12	中央城南西	11/2	飲食店	不明	2	不明	下痢, 腹痛, 発熱, 頭痛等	不明	有症者便 (2/2) ふきとり (0/4) 従業員便 (0/2)	カンピロバクター・ジエジュニ	
13	南	11/19	飲食店	11	6	24-144時間	下痢, 発熱, 頭痛, 嘔吐, 吐気	不明 (居酒屋料理)	有症者便 (5/5) 参考品 (0/1) 従業員便 (0/2) ウイルス有症者便 (0/4)	カンピロバクター・ジエジュニ/コリ	
14	博多	12/5	飲食店	不明	2	不明	発熱, 下痢, 嘔吐	不明	有症者便 (0/2) ウイルス有症者便 (0/1)	不明	
15	東中央	12/12	飲食店	40	11	3-13時間	下痢, 嘔吐等	不明	有症者便 (0/8) ふきとり (0/4) 従業員便 (0/3) 残品 (0/7) ウイルス有症者便 (0/4)	不明	
16	博多中央南	12/25	飲食店	不明	4	不明	下痢, 発熱, 嘔吐, 吐気, 頭痛, 腹痛	不明	有症者便 (1/3) 従業員便 (0/1) ウイルス有症者便 (0/2) ウイルス従業員便 (0/1)	カンピロバクター・ジエジュニ	
17	博多	1/6	飲食店	不明	6	不明	腹痛, 下痢, 発熱等	不明	有症者便 (0/1) ウイルス有症者便 (0/1)	不明	福岡県依頼
18	中央	1/11	飲食店	4	3	35-72時間	下痢, 発熱, 腹痛, 嘔吐	鶏串焼き (推定)	従業員便 (0/2) ふきとり (0/3)	カンピロバクター・ジエジュニ	佐賀県依頼
19	東博多南早良	2/9	飲食店 (仕出し)	不明	18	不明	腹痛, 嘔吐, 下痢, 発熱等	不明	有症者便 (0/10) 従業員便 (0/14) ウイルス有症者便 (3/6) ウイルス従業員便 (0/14)	不明	
20	東博多中央城南早良	2/10	飲食店	3,098	477	12-72時間	嘔吐, 下痢等	不明	ウイルス有症者便 (21/25) ウイルス従業員便 (6/22) ウイルス検食 (0/5)	ノロウイルスGII.4	
21	西	2/27	飲食店	不明	2	不明	下痢, 腹痛, 発熱, 頭痛等	不明	有症者便 (1/1) ウイルス有症者便 (0/1)	カンピロバクター・ジエジュニ	
22	南	3/3	飲食店	不明	3	不明	下痢, 発熱, 吐気等	不明	有症者便 (0/2) ウイルス有症者便 (0/2)	不明	
23	南	3/10	飲食店 (仕出し)	不明	7	不明	下痢等	不明	有症者便 (0/7) 従業員便 (0/4) ウイルス有症者便 (0/6)	不明	
24	城南早良	3/16	飲食店	26	7	12-84時間	下痢, 頭痛, 発熱, 腹痛, 寒気, 嘔気, 嘔吐	地鶏刺盛 (砂ズリ, ササミ, タタキ) (推定)	有症者便 (1/6) 菌株 (1/1) ふきとり (0/3) 従業員便 (0/1) ウイルス有症者便 (0/1)	カンピロバクター・ジエジュニ	

No.	保健所	受付日	喫食又は 購入施設	喫食 者数	発症 者数	潜伏期間	主症状	原因食品	検体 (陽性数/検体数)	病因物質	備考
25	博多	3/17	飲食店	不明	不明	不明	腹痛, 下痢, 発熱	不明	有症者便 (0/1)	不明	
26	中央 南 城南	3/22	飲食店	18	16	不明	下痢, 発熱, 嘔吐等	当該施設が 3/16に提供し た食事	有症者便 (0/12) ふきとり (0/5) 従業員便 (0/1) ウイルス有症者便 (8/8) ウイルス従業員便 (0/4)	ノロウイル スGII.17	
27	城南	3/31	飲食店	259	72	不明	下痢, 発熱, 倦怠感, 嘔 吐等	不明 (当該 施設が3/27-3 /30に提供し た食事)	有症者便 (0/4)	ノロウイル スGII.4	岡山県依頼

# 令和4年度 三類感染症発生状況

保健科学課 感染症担当

## 1 腸管出血性大腸菌

令和4年度は92事例123名の感染者が発生した。腸管出血性大腸菌の月別感染者数を図1に、発生状況を表1に示す。血清型は、O157が60名(48.8%)、O111が15名(12.2%)、O26が12名(9.8%)、O121が8名(6.5%)、O128が6名(4.9%)、O103が5名(4.1%)、O118、O146、O156、O174、O181、OUT(型不明)がそれぞれ2名(1.6%)、O3、O84、O100、O115、O152がそれぞれ1名(0.8%)であった。7月にO157の集団発生が1事例及び9月にO156の集団発生が1事例あった。昨年度より事例数及び感染者数が増加していた。また、無症状病原体保有者は34名(27.6%)であった。

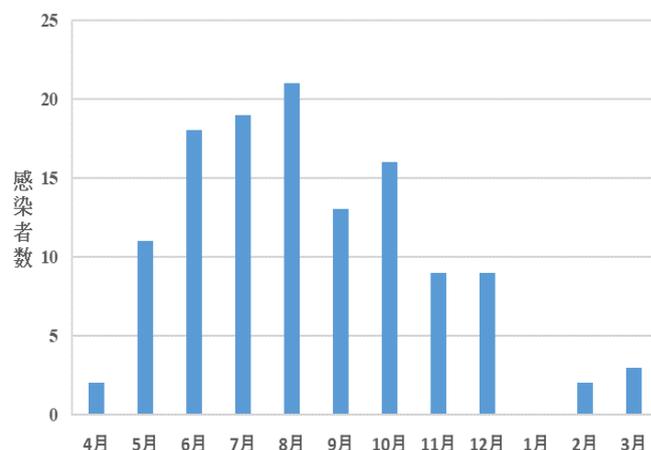


図1 令和4年度腸管出血性大腸菌の月別感染者数 (令和4年度検査分)

表1 腸管出血性大腸菌感染症の発生状況

事例	発生日	年齢	性別	保健所	血清型	毒素型	参考情報
1	2022/4/25	53	F	中央	O157:H7	VT2	入院事例 牛モツ, 焼肉喫食
2	2022/4/28	1	F	西	O84:H-	VT1	
3	2022/5/2	12	M	東	O157:H7	VT1&2	焼肉喫食
4	2022/5/11	9	M	早良	O157:H7	VT1&2	焼肉喫食
5	2022/5/16	9	M	東	O111:H-	VT1&2	
6	2022/5/17	7	M	西	O26:H11	VT1	
7-1	2022/5/20	8	F	東	O111:H-	VT1	
7-2	2022/5/24	34	M	東	O111:H-	VT1	7-1の家族 焼肉, ハンバーグ, ステーキ喫食
8	2022/5/21	10	F	西	O111:H-	VT1&2	
9-1	2022/5/25	5	F	西	O111:H8	VT1	
9-2	2022/5/27	2	M	西	O111:H-	VT1	9-1の家族 ステーキ, ハンバーグ喫食
10	2022/5/30	6	F	西	O157:H7	VT1&2	焼肉, ハンバーグ喫食
11-1	2022/5/31	14	M	城南	O26:H11	VT1	焼鳥, 馬刺し喫食
11-2	2022/6/2	43	F	城南	O26:H11	VT1	無症 11-1の家族
11-3	2022/6/2	10	M	城南	O26:H11	VT1	無症 11-1の家族

事例	発生日	年齢	性別	保健所	血清型	毒素型	参考情報
11-4	2022/6/8	43	F	城南	O111:H8	VT1	無症 11-2 と同一人物
12	2022/6/1	24	F	中央	O157:H7	VT1&2	入院事例 焼肉喫食
13	2022/6/8	20	M	南	O157:H7	VT1&2	入院事例
14	2022/6/8	22	F	早良	O157:H7	VT1&2	焼肉, センマイ刺, 鶏たたき喫食
15	2022/6/9	24	M	博多	O157:H-	VT1&2	入院事例 レアステーキ, 焼肉, 焼鳥喫食
16	2022/6/10	24	F	中央	O157:H7	VT1&2	入院事例 焼鳥喫食
17	2022/6/15	11	M	西	OUT:H2	VT1	焼肉喫食
18	2022/6/17	23	F	博多	O3:H21	VT1	無症 定期検便
19	2022/6/20	25	F	中央	O157:H7	VT2	入院事例 焼肉, センマイ刺喫食
20-1	2022/6/25	20	M	東	O157:H7	VT1&2	焼肉喫食
20-2	2022/6/30	45	F	東	O157:H7	VT1&2	無症 20-1 の家族 焼肉喫食
21	2022/6/27	4	M	南	O111:H8	VT1	
22	2022/6/27	24	M	東	O174:H-	VT1&2	無症 定期検便
23-1	2022/6/28	10	M	早良	O26:H11	VT1	焼肉喫食
23-2	2022/6/30	39	F	早良	O26:H11	VT1	無症 23-1 の家族
24	2022/6/28	65	F	西	O157:H7	VT1&2	
25	2022/7/7	26	M	博多	O157:H7	VT1&2	焼肉, ハツ刺喫食
26	2022/7/8	82	F	中央	O157:H7	VT2	入院事例 馬刺喫食
27	2022/7/9	32	F	中央	O157:H-	VT1&2	入院事例
28	2022/7/14	2	M	博多	O157:H-	VT1&2	
29-1	2022/7/16	1	F	西	O121:H19	VT2	
29-2	2022/7/21	6	F	西	O121:H19	VT2	無症 29-1 の家族
30	2022/7/19	52	F	早良	O157:H7	VT1&2	入院事例 焼肉喫食
31	2022/7/22	75	F	西	O121:H19	VT2	
32-1	2022/7/23	5	M	博多	O157:H-	VT1&2	28 と同じ保育園
32-2	2022/7/26	26	F	博多	O157:H-	VT1&2	32-1 の家族
32-3	2022/7/26	2	M	博多	O157:H-	VT1&2	32-1 の家族 28 と同じ保育園
33-1	2022/7/26	2	M	博多	O157:H-	VT1&2	28 と同じ保育園
33-2	2022/7/27	2	F	博多	O157:H-	VT1&2	33-1 の家族 28 と同じ保育園
34-1	2022/7/26	13	M	博多	O157:H7	VT1&2	焼肉喫食
34-2	2022/7/28	45	F	博多	O157:H7	VT1&2	34-1 の家族 焼肉喫食
34-3	2022/7/28	49	M	博多	O157:H7	VT1&2	無症 34-1 の家族 焼肉喫食

事例	発生日	年齢	性別	保健所	血清型	毒素型	参考情報
34-4	2022/7/28	14	M	博多	O157:H7	VT1&2	34-1 の家族 焼肉喫食
35	2022/7/30	19	F	東	O157:H-	VT1&2	入院事例
36	2022/7/30	26	M	城南	O103:H2	VT1	焼肉喫食
37	2022/8/9	10	M	早良	O118:H2	VT1	鳥刺し, 牛タン, ハンバーグ喫食
38-1	2022/8/9	73	M	博多	O26:H11	VT1	無症
38-2	2022/8/15	73	F	東	O26:H11	VT1	無症 38-1 の家族
39	2022/8/10	54	M	中央	O111:H-	VT1	
40	2022/8/12	27	F	博多	O157:H7	VT1&2	焼肉, ハツ刺喫食
41	2022/8/13	17	M	早良	O157:H-	VT1&2	ホルモン喫食
42	2022/8/15	62	M	西	O157:H7	VT1&2	入院事例 焼肉, ヌツケ, センマイ刺喫食
43	2022/8/16	75	M	早良	O157:H7	VT2	
44	2022/8/17	5	M	早良	O115:H10	VT1	
45	2022/8/19	28	F	東	O157:H7	VT1&2	焼肉, 牛肉炙り寿司, 牛カツ, ステーキ喫食
46-1	2022/8/24	6	M	東	O157:H7	VT2	ハンバーグ喫食
46-2	2022/8/29	1	F	東	O157:H7	VT2	46-1 の家族
47	2022/8/25	24	F	東	O157:H7	VT1&2	焼肉, ハツ刺喫食
48	2022/8/25	20	M	城南	O157:H7	VT1&2	焼肉, ステーキ喫食
49	2022/8/26	71	F	博多	O157:H7	VT1&2	
50	2022/8/29	29	M	東	O157:H7	VT1&2	焼肉, ハンバーグ, ステーキ喫食
51-1	2022/8/30	88	F	南	O157:H7	VT1&2	入院事例
51-2	2022/9/6	93	M	南	O157:H7	VT1&2	無症 51-1 の家族
52-1	2022/8/30	9	M	南	O157:H7	VT1&2	焼肉喫食
52-2	2022/8/31	14	M	南	O157:H7	VT1&2	52-1 の家族 焼肉喫食
52-3	2022/8/31	16	F	南	O157:H7	VT1&2	52-1 の家族 焼肉喫食
52-4	2022/9/2	46	M	中央	O157:H7	VT1&2	52-1 の家族 焼肉喫食
53	2022/8/31	42	M	博多	O157:H-	VT1&2	
54-1	2022/9/3	11	F	西	O157:H7	VT2	焼肉, ステーキ喫食
54-2	2022/9/6	66	F	西	O157:H7	VT2	無症 54-1 の家族 焼肉喫食
55	2022/9/6	45	F	東	O157:H7	VT1&2	
56	2022/9/6	9	M	東	O157:H7	VT1&2	ハンバーグ, ステーキ喫食
57	2022/9/9	35	F	南	O157:H7	VT1&2	入院事例 焼肉喫食
58-1	2022/9/20	9	F	城南	O111:H-	VT1	

事例	発生日	年齢	性別	保健所	血清型	毒素型	参考情報
58-2	2022/9/20	3	M	城南	O111:H-	VT1	58-1 の家族
58-3	2022/9/20	6	F	城南	O111:H-	VT1	58-1 の家族
59-1	2022/9/27	53	F	早良	O156:H-	VT1	無症 定期検便
59-2	2022/9/27	57	F	早良	O156:H-	VT1	無症 定期検便 59-1 と同じ保育園
60	2022/9/27	30	M	南	O174:H-	VT1&2	無症 定期検便
61	2022/10/2	37	F	早良	O181:H49	VT2	無症
62	2022/10/3	65	M	南	O157:H7	VT1&2	入院事例
63	2022/10/4	71	F	中央	O157:H7	VT1&2	入院事例
64	2022/10/4	25	M	博多	O157:H7	VT1&2	焼肉, センマイ刺喫食
65-1	2022/10/5	2	M	早良	O103:H2	VT1	無症
65-2	2022/10/5	4	F	早良	O103:H2	VT1	無症 65-1 の家族
66-1	2022/10/12	89	F	南	O121:H19	VT2	
66-2	2022/10/19	79	F	南	O121:H19	VT2	無症 66-1 と同室
67	2022/10/14	8	F	南	O121:H19	VT2	
68	2022/10/19	26	F	南	O181:H-	VT1	無症 定期検便
69	2022/10/20	70	F	南	O111:H-	VT1	無症
70	2022/10/20	72	M	早良	O111:H-	VT1	
71	2022/10/20	23	F	南	O128:H2	VT1&2	無症 定期検便
72	2022/10/20	25	F	南	O128:H2	VT1&2	無症 定期検便
73	2022/10/28	39	F	早良	OUT:H45	VT2	無症 定期検便
74	2022/10/31	22	F	城南	O157:H7	VT1&2	入院事例
75	2022/11/1	14	F	南	O111: H8	VT1&2	
76-1	2022/11/10	9	F	西	O121:H19	VT2	
76-2	2022/11/10	3	F	西	O121:H19	VT2	76-1 の家族
77	2022/11/18	23	F	南	O128:H2	VT1&2	無症 定期検便 71 と同一人物
78	2022/11/18	27	F	南	O128:H2	VT1&2	無症 定期検便
79-1	2022/11/21	33	F	東	O128:H2	VT1&2	無症 定期検便
79-2	2022/11/26	37	M	東	O128:H2	VT1&2	無症 79-1 の家族
80	2022/11/26	32	M	東	O157:H7	VT1&2	生レバー喫食
81	2022/11/30	82	F	南	O157:H7	VT1&2	
82-1	2022/12/2	2	M	西	O103:H-	VT1	焼肉喫食
82-2	2022/12/3	4	M	西	O103:H-	VT1	無症 82-1 の家族 焼肉喫食

事例	発生日	年齢	性別	保健所	血清型	毒素型	参考情報
83	2022/12/2	20	M	博多	O157:H7	VT1&2	焼肉喫食
84	2022/12/8	80	F	早良	O157:H7	VT2	入院事例
85	2022/12/9	3	F	東	O157:H7	VT1&2	
86	2022/12/22	3	F	西	O118:H16	VT1	
87	2022/12/26	25	M	早良	O152:H-	VT1	無症 定期検便
88	2022/12/27	46	F	博多	O26:H11	VT1	入院事例
89	2022/12/27	23	M	城南	O100:H-	VT2	無症 定期検便
90-1	2023/2/9	5	M	城南	O26:H11	VT1	
90-2	2023/2/14	28	F	城南	O26:H11	VT1	90-1 の家族
91	2023/3/6	20	F	博多	O26:H11	VT1	肉寿司喫食
92-1	2023/3/20	23	F	博多	O146:H21	VT2	無症 定期検便
92-2	2023/3/31	26	M	博多	O146:H21	VT2	無症 92-1 の接触者

# 食品に関する相談事例（令和4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、各区保健福祉センター衛生課（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4年度における理化学分野の相談件数は5件であり、異物混入に関する事例が4件、変色に関する事例が1件であった（表1）。異物混入に関する事例4件では、分析の結果、虫が2件、金属片が1件、カビ等の微生物性異物が1件と推測された（表2）。

本報では、今後の対応の参考として、上記相談事例5件のうち、異物混入に関する事例3件及び変色に関する事例1件について報告する。

表1 相談内容別事例数（令和4年度）

相談内容	件数
異物混入に関する事例	4
変色に関する事例	1
合計	5

表2 異物の分析結果別事例数（令和4年度）

異物の分類（推測）	件数
虫	2
金属片	1
カビ等の微生物	1
合計	4

## 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

## 3 事例

### 3.1 魚のカルパッチョに混入した金属異物の事例

#### 3.1.1 概要

インターネットで購入した魚のカルパッチョを喫食したところ、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

金属異物及び当該食品の製造所で使用されている金属たわし（参考品）（以下、「製造所金属たわし」とする。）（図1）。

#### 3.1.3 結果

実体顕微鏡観察の結果、金属異物及び製造所金属たわしは、いずれも金属光沢を持ち、表面に筋状の凹凸がみられた（図2）。

走査型電子顕微鏡（SEM）観察の結果、製造所金属たわしの方が金属異物より凹凸が多かった。また、各々の幅及び厚さを複数箇所測定したところ、金属異物の幅は0.54 mm～0.65 mm であり、厚さが0.043 mm～0.045 mm であった。製造所金属たわしの幅は0.45 mm～0.46 mm であり、厚さは0.032 mm～0.035 mm であったことから、金属異物の方が製造所金属たわしよりも幅及び厚さがわずかに大きかった（図3）。

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75%、炭素12%、クロム11%、酸素2%であり、微量のケイ素及びマンガン（各0.4%）を含んでいた。製造所金属たわしは鉄78%、炭素8%、クロム12%、酸素1%であり、微量のケイ素及びマンガン（0.3%及び0.2%）を含んでいた（図4）。

#### 3.1.4 考察

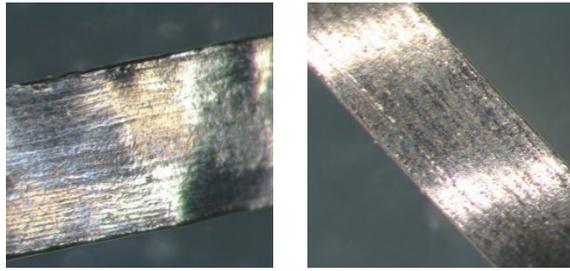
分析の結果から、金属異物は鉄を主成分とする金属であり、製造所金属たわしと外観及び元素組成が類似していたことから、同一のものであると推測された。



金属異物

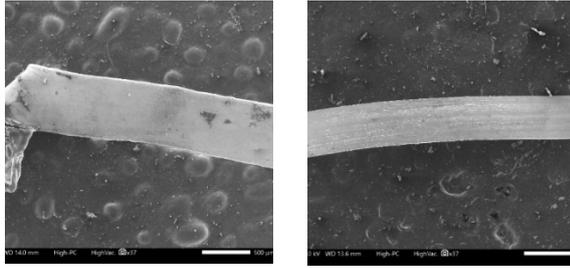
製造所金属たわし

図1 金属異物及び製造所金属たわしの写真

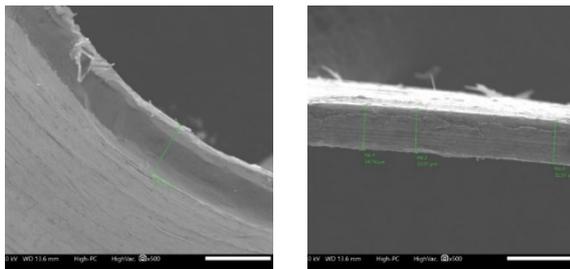


金属異物 製造所金属たわし

図2 金属異物及び製造所金属たわしの実体顕微鏡写真



金属異物 (×37) 製造所金属たわし (×37)



金属異物 (側面) (×500) 製造所金属たわし (側面) (×500)

図3 金属異物及び製造所金属たわしのSEM写真

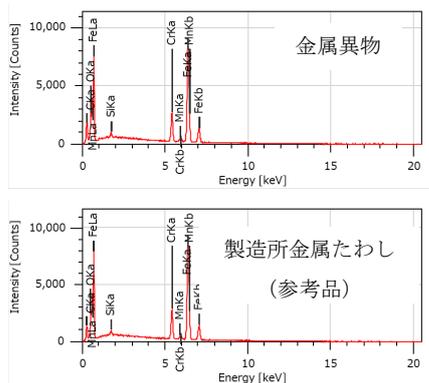


図4 金属異物及び製造所金属たわしのEDS測定結果

## 3.2 ラーメンに混入した虫の事例

### 3.2.1 概要

食品デリバリーサービスで注文したラーメンを喫食したところ、虫が入っていることに気づいた。

### 3.2.2 試料

虫(約15mm)(図5)及び直前まで生きていたシバンムシ(対照品)。

### 3.2.3 分析方法及び結果

試料について、カタラーゼ試験を行った。その結果、混入していた虫は発泡がみられず陰性であり、対照品は発泡がみられ陽性であった(図6)。

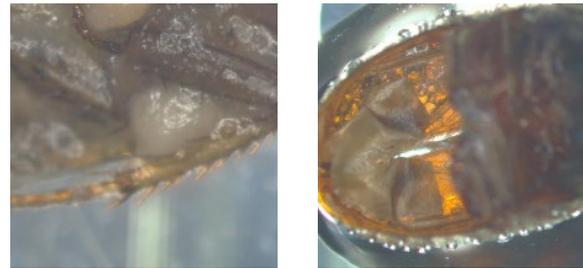
### 3.2.4 考察

カタラーゼ試験の結果から、混入した虫は調理における最後の加熱工程より前に混入したものと推測された。



(表) (裏)

図5 ラーメンに混入していた虫の写真



ラーメン中の虫  
カタラーゼ試験

シバンムシ(対照品)  
カタラーゼ試験

(陰性)

(陽性)

図6 カタラーゼ試験の結果

## 3.3 カステラに混入した虫の事例

### 3.3.1 概要

店舗で購入した次の日にカステラを喫食したところ、虫が入っていることに気づいた。

### 3.3.2 試料

虫(4mm)(図7)。

### 3.3.3 分析方法及び結果

カタラーゼ試験を行った結果、混入していた虫は発泡が

みられ陽性であった（図8）。

### 3.3.4 考察

カタラーゼ試験の結果から、混入した虫は調理における最後の加熱工程より後に混入したものと推測された。



図7 カステラに混入していた虫の写真



カタラーゼ試験（陽性）

図8 カタラーゼ試験の結果

## 3.4 フグ刺身の青色変色の事例

### 3.4.1 概要

鮮魚店で購入したフグ刺身を2日後に喫食しようとしたところ、青く変色していると消費者から鮮魚店に申し出があり、鮮魚店から保健所へ相談があった。

### 3.4.2 試料

フグ刺身（図9）。

### 3.4.3 考察

類似した事例として、*Pseudomonas fluorescens* によって、かまぼこが青色に変敗したと報告されている<sup>1)</sup>ことから、フグ刺身の青色の変色は *P. fluorescens* によるものと推測された。この報告事例について、参考に保健所へ情報提供を行った。



図9 フグ刺身の変色の写真

## 4 まとめ

令和4年度に依頼された食品に関する相談のうち、「魚のカルパッチョに混入した金属異物の事例」、「ラーメンに混入した虫の事例」、「カステラに混入した虫の事例」及び「フグ刺身の青色変色の事例」の4事例について報告した。なお、これらの調査は各区保健所と協力して実施したものである。

### 文献

- 1) 川瀬雅雄, 他: *Pseudomonas fluorescens* によるかまぼこの青色変敗事例, 日本食品微生物学会雑誌, 34 (1), 32~35, 2017

# ミネラルウォーター類中の水銀試験法における 測定装置変更に伴う妥当性確認

保健科学課 食品化学担当

## 1 はじめに

清涼飲料水の成分規格において、ミネラルウォーター類中の水銀（以下、「Hg」とする。）については、個別規格（0.0005 mg/L 以下）が定められている<sup>1)</sup>。当該成分規格への適合を判定する試験法には、厚生労働省通知で定める試験法以外にこれと同等以上の性能を有すると認められる試験法を用いることも可能とされている<sup>2)</sup>。福岡市保健環境研究所では、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<sup>3)</sup>（以下、「ガイドライン」とする。）に基づき妥当性確認を行った水銀試験法による検査を実施している<sup>4)</sup>。測定に用いている還元気化水銀測定装置を令和4年度に更新したため、妥当性確認を行ったので報告する。

## 2 方法

### 2.1 試料

市販のミネラルウォーター

### 2.2 試薬等

超純水：アドバンテック東洋（株）製 RFU666HA 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：関東化学（株）製（有害金属測定用）

硫酸：富士フィルム和光純薬（株）製（有害金属用）

塩化スズ（II）溶液：関東化学（株）製（水銀分析用）

L-システイン塩酸塩一水和物：富士フィルム和光純薬（株）製

硫酸（1+1）溶液：関東化学（株）製（水銀分析用，硫酸（64%））

硫酸（1+20）溶液：超純水 60 mL に硫酸 3 mL を加えた。

10  $\mu\text{g/mL}$  L-システイン溶液：L-システイン塩酸塩一水和物 10 mg に硝酸 2 mL を加え，超純水で 1000 mL とした。

1  $\mu\text{g/mL}$  L-システイン溶液：10  $\mu\text{g/mL}$  L-システイン溶液を超純水で 10 倍希釈した。

標準原液：富士フィルム和光純薬（株）製（Hg（100  $\mu\text{g/mL}$ ））

### 2.3 器具等

ガラス器具は、アルカリ性洗剤を用いて洗浄後、硝酸（2→100）溶液に一夜以上浸漬し，超純水で洗浄したものを使用した。

### 2.4 妥当性確認の方法

ガイドラインに基づき，本試験法の選択性，真度，併行精度及び室内精度について性能を評価し妥当性確認を行った。なお，併行精度及び室内精度の算出に用いた枝分かれ実験計画は，0.0005mg/L となるよう標準溶液を添加した試験溶液を分析者 6 名がそれぞれ 1 日間 2 併行で分析した。

### 2.5 標準溶液の調製

標準溶液：標準原液を 10  $\mu\text{g/mL}$  L-システイン溶液で Hg 0.1  $\mu\text{g/mL}$  となるよう希釈した。

検量線用標準溶液：標準溶液を 1  $\mu\text{g/mL}$  L-システイン溶液で Hg 5 ng/mL となるよう希釈した。調製した検量線用標準溶液（5 ng/mL）を超純水で 0.025 ng/mL，0.05 ng/mL，0.10 ng/mL，0.20 ng/mL，0.25 ng/mL 及び 0.30 ng/mL となるよう希釈した。その際，各検量線用標準溶液には，L-システイン濃度が 60 ng/mL となるよう 1  $\mu\text{g/mL}$  L-システイン溶液を添加した。

### 2.6 試験溶液の調製

試料 10 mL をポリプロピレン製 50 mL チューブに採取し，成分規格の基準濃度（Hg として 0.0005 mg/L）となるよう標準溶液を添加した。30 分間静置後，L-システインの最終濃度が 60 ng/mL となるよう 1  $\mu\text{g/mL}$  L-システイン溶液を添加し，超純水で 20 mL としたものを試料の試験溶液とした。

また，採取した試料に標準溶液を添加せず同様に操作したものをブランク試料の試験溶液とした。

### 2.7 装置及び測定条件

装置及び測定条件を表 1 に示す。測定原理は還元気化冷原子吸光光度法（循環－開放送気方式）である。添加した塩化スズ（II）により試料中の水銀イオン（ $\text{Hg}^{2+}$ ）を還元し，金属水銀（ $\text{Hg}^0$ ）を生成させ，これに通気して発生する水銀蒸気の吸光度を測定し，水銀濃度を求めた。

表 1 還元気化水銀測定装置及び測定条件

還元気化水銀測定装置	日本インスツルメンツ（株）製 マーキュリー/RA-5200A
測定波長	253.7 nm
測定時間	120 sec
硫酸（1+1）溶液	0.6 mL
塩化スズ（II）溶液	0.3 mL

### 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ところ、決定係数( $R^2$ )0.999以上の良好な直線性を示した。

#### 3.2 選択性

試料及びブランク試料の試験溶液を測定したところ、ブランク試料の試験溶液の信号強度は、試料の試験溶液の信号強度の10分の1未満であり、ガイドラインを満たしていた。

#### 3.3 真度及び精度

選択性を除く本試験法の性能評価の結果を表2に示す。真度は99%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2.1RSD%、室内精度は2.7RSD%であり、いずれも目標値である10RSD%未満を満たしていた。

表 2 真度及び精度に係る性能評価の結果

試験項目	添加濃度 (mg/L)	真度 (%)	併行精度 (RSD%)	室内精度 (RSD%)
Hg	0.0005	99	2.1	2.7
目標値	—	90~110	<10	<10

#### 3.4 妥当性確認の結果

今回、測定装置の変更に伴い、還元気化水銀測定装置によるミネラルウォーター類中の水銀試験法について、ガイドラインに基づき妥当性確認を行った。その結果、選択性、真度及び精度は、いずれもガイドラインを満たしており、更新した測定装置においても水銀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) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知 食安発1222第4号：清涼飲料水等の規格基準の一部改正に係る試験法について，平成26年12月22日
- 3) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知 食安発1222第7号：食品中の有害物質等に関する分析法の妥当性確認ガイドラインについて，平成26年12月22日
- 4) 保健科学課食品化学担当：ミネラルウォーター中の水銀試験法の妥当性確認，福岡市保健環境研究所報，46，113~114，2020

# 金属製容器包装入り清涼飲料水中のスズ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

清涼飲料水及び粉末清涼飲料については、スズ（以下、「Sn」とする。）の成分規格が定められている<sup>1)</sup>。平成26年12月22日、食品、添加物等の規格基準が一部改正されたことにより、成分規格の適用が金属製容器包装入りのものに限定され、その含有量は150.0 ppm以下でなければならないと定められたほか<sup>2)</sup>、清涼飲料水中のSnの個別試験法が示された<sup>3)</sup>。さらに、食品中の有害物質等に関する分析法の妥当性確認ガイドライン（以下、「ガイドライン」とする。）が示され<sup>4)</sup>、各試験機関において開発した試験法がガイドラインの基準に適合していることが確認されれば、その試験法を用いて成分規格への適合を判定することができることとされた。

そこで、ガイドラインに従い、金属製容器包装入り清涼飲料水中のSnの成分規格判定試験の妥当性確認を行ったので報告する。

## 2 実験方法

### 2.1 試料

市販の金属製容器包装入りのトマトジュースを添加回収試料とした。

### 2.2 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。

### 2.3 装置等

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）：Thermo Fisher Scientific（株）製 iCAP RQ

超純水製造装置：オルガノ（株）製 PURELAB flex

### 2.4 試薬等

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

硝酸：関東化学（株）製 硝酸，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 としたものをを用いた。

標準原液：関東化学（株）製 Sn 標準液（1000  $\mu\text{g/mL}$ ）及びインジウム（以下、「In」とする。）標準液（1000  $\mu\text{g/mL}$ ）を用いた。

### 2.5 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 となるよう希釈した。

### 2.6 試験溶液の調製

試料1 gに1%硝酸添加1 mol/L 塩酸1 mL 及び硝酸1 mL を加え、ヒートブロック式加熱分解システムを用いて105  $^{\circ}\text{C}$ で15分間加熱分解を行った。塩酸9 mL を加え加温溶解した後、硝酸1 mL を添加し、超純水で100 mL に定容した。この溶液を15倍希釈し、PTFE 製メンブレンフィルター（0.2  $\mu\text{m}$ ）でろ過したものを試験溶液とした。

### 2.7 測定条件

ICP-MS の測定条件を表1に示す。測定対象元素をSn（118）、内部標準元素をIn（115）とした。

表1 ICP-MS 測定条件

スプレーチャンバー	サイクロン型
ネブライザーガス（Ar）流量	1.07 L/min
補助ガス（Ar）流量	0.8 L/min
CCT1 ガス（He）流量	4.59 mL/min
高周波出力	1550 W
測定モード	He-KED

## 2.8 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。

## 2.9 妥当性確認の方法

ガイドライン<sup>4)</sup>に従い、試料にSnを150.0 mg/Lとなるよう添加し、表2のとおり、1日3名の分析者が2日間にわたり分析する方法で妥当性確認を行った。

表2 分析計画

実施日	1日目	1日目	1日目	2日目	2日目	2日目
分析者	A	B	C	D	E	F

## 3 結果及び考察

### 3.1 検量線

6回全ての分析で決定係数(R<sup>2</sup>) 0.999以上の良好な直線性が得られた。

### 3.2 選択性

試料由来のSnの濃度は15 mg/L未満であり、添加濃度の10分の1未満であるため、本妥当性確認に影響がないことを確認した。

### 3.3 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3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1.9 RSD%、室内精度は2.3 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3 真度及び精度に係る性能評価の結果

試験項目	添加濃度 (mg/L)	真度 (%)	併行精度 (RSD%)	室内精度 (RSD%)
Sn	150.0	103	1.9	2.3
目標値	—	90~110	<10	<10

## 4 まとめ

今回、金属製容器包装入り清涼飲料水中のSnの成分規格の改正を受け、試験法の妥当性確認を行った。その結果、選択性、真度及び精度は、いずれもガイドラインの基準に適合しており、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) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知 食安発1222第1号：乳及び乳製品成分規格等に関する省令及び食品、添加物等の規格基準の一部変更について，平成26年12月22日
- 3) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知 食安発1222第4号：清涼飲料水等の規格基準の一部改正に係る試験法について，平成26年12月22日
- 4) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知 食安発1222第7号：食品中の有害物質等に関する分析法の妥当性確認ガイドラインについて，平成26年12月22日



# シリカモノリス捕集剤を用いた迅速分析法の検討

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、自然災害及び事故などによる環境中へ有害化学物質が漏洩した場合を想定し、緊急時における様々な化学物質の検査体制を強化している。その中で、現場検知が困難な物質については試料採取から前処理、分析までが迅速に実施可能な分析法が必要とされている。

シリカモノリス捕集剤「モノトラップ (GL Science 社製)」は高純度のシリカ骨格により、高い通気性・通液性を持つ三次元網目構造 (モノリス構造) をとっていることで表面積が大きく化学物質の捕集効率が高いという物性を有する。加えて、物質の吸脱着に選択性を持つよう、シリカモノリス内部に活性炭を含有するものと含有しないものが販売されている。シリカモノリス捕集剤のこれまでの使用例は、食品における香気や腐敗臭に由来する成分の捕集、燃焼物や生活品に由来する揮発性物質の捕集といったものが多く、環境関連への活用はほとんどなされていない<sup>1~3)</sup>。

そこで本研究では、シリカモノリス捕集剤に着目し、環境関連化学物質の吸着・溶出の確認を行い、空気中の化学物質の捕集から検査室での機器分析までを特殊な器具を用いることなく迅速に行える分析法を検討した。

## 2 調査方法

### 2.1 対象物質

検討対象物質は空气中に揮散して健康被害の原因となる揮発性有機化合物 (以下、「VOC」とする。) のうち混合標準液中に含有される 23 物質 (表 1) と、畑や土壌等の消毒作業中に気化し周辺住民に被害を及ぼした事例や一般廃棄物中に混入し清掃作業員に影響を及ぼした事例のある農薬の土壌殺菌剤クロルピクリン、カーバム及びダゾメットを選定した。カーバム及びダゾメットについては土壌中の水分と速やかに反応することから、加水分解物メチルイソチオシアネート (以下、「MITC」とする。) として検討を行った (図 1)。

### 2.2 検討方法

VOC については HS-GC/MS を、農薬クロルピクリン、及び MITC については HS-GC/MS と GC/MS を使用し、

表 1 VOC23 物質一覧表

No.	検討対象物質 揮発性有機化合物 (VOC)	沸点 (°C)
1	1,1-ジクロロエチレン	32
2	ジクロロメタン	39.6
3	trans-1,2-ジクロロエチレン	47.5
4	cis-1,2-ジクロロエチレン	60.3
5	クロロホルム	61.2
6	1,1,1-トリクロロエタン	114
7	四塩化炭素	76.72
8	ベンゼン	80.1
9	1,2-ジクロロエタン	83.47
10	フルオロベンゼン	85
10	トリクロロエチレン	87.2
11	1,2-ジクロロプロパン	96
12	1,4-ジオキサン	101
13	プロモジクロロメタン	90
14	cis-1,3-ジクロロ-1-プロペン	104
15	トルエン	110.6
16	trans-1,3-ジクロロ-1-プロペン	112
17	1,1,2-トリクロロエタン	114
18	テトラクロロエチレン	121.1
19	ジプロモクロロメタン	119-120
20	m,p-キシレン	メタ 139 パラ 138
21	o-キシレン	144
22	プロモホルム	149.1
23	p-ジクロロベンゼン	174

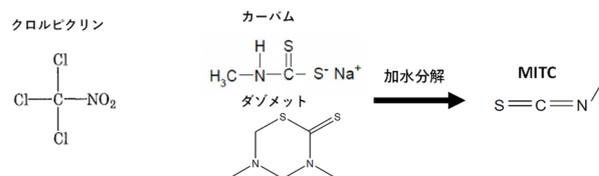


図 1 クロルピクリン、カーバム・ダゾメット (MITC) の構造式

モノトラップに吸着した対象物質が気化等で脱着することを溶出と定義して検討を行った。

分析条件の検討を行うにあたり、溶出・吸着の検討を以下の方法で行うこととした。

#### 2.2.1 溶出率の確認方法

既知濃度の標準液サンプルをモノトラップに滴下し全量吸着したと仮定し、加温気化させた試料のピーク面積と、標準液のピーク面積の比を溶出率として算出した (図 2)。



図2 溶出試験

### 2.2.2 吸着率の確認方法

バイアル内に既知濃度の標準液サンプルを入れ、その雰囲気下にモノトラップを設置し、20°Cで24時間静置し、対象物質を吸着させた。その後、モノトラップを新しいバイアルに移し、加温気化させ分析を行った。モノトラップに吸着した試料と同濃度の標準液のピークの面積比を溶出率で割ったものを吸着率として算出した(図3)。



図3 吸着試験

## 3 結果及び考察

### 3.1 分析方法

#### 3.1.1 HS-GC/MS

HS-GC/MSを使用した際の分析として、通常、当所で使用する条件を元に、バイアル保温温度をモノトラップからの脱着温度とし、60°C、80°C、100°Cでそれぞれ30分間加温し、溶出率の比較を行った(表2)。一般的に加温温度が高い方が溶出率は高くなるが、80°Cと100°Cで大きな差はなく同様の傾向を示したことから、加温によるバイアル内圧の上昇回避や昇温時間短縮といった安全性及び迅速性を考慮して80°Cと設定し、分析条件を決定した(表3)。

表2 加温温度による溶出率比較

No.	化合物名	溶出率 (%)		
		60°C	80°C	100°C
1	1,1-ジクロロエチレン	90.5	88.9	102.9
2	ジクロロメタン	97.1	95.3	107.6
3	trans-1,2-ジクロロエチレン	84.0	87.7	97.3
4	cis-1,2-ジクロロエチレン	76.7	84.3	92.5
5	クロロホルム	78.3	85.4	94.3
6	1,1,1-トリクロロエタン	62.5	77.4	84.5
7	四塩化炭素	60.9	77.3	84.4
8	ベンゼン	24.3	47.3	50.9
9	1,2-ジクロロエタン	69.8	79.1	87.1
10	トリクロロエチレン	39.3	61.3	64.7
11	1,2-ジクロロプロパン	43.1	62.0	66.5
12	1,4-ジオキサン	36.5	49.0	48.6
13	プロモジクロロメタン	49.6	70.1	74.6
14	cis-1,3-ジクロロ-1-プロペン	35.8	56.5	60.3
15	トルエン	4.5	16.2	15.7
16	trans-1,3-ジクロロ-1-プロペン	26.2	44.9	47.2
17	1,1,2-トリクロロエタン	23.2	42.6	46.8
18	テトラクロロエチレン	8.3	20.8	22.3
19	ジプロモクロロメタン	22.5	43.4	47.1
20	m,p-キシレン	0.5	1.5	1.8
21	o-キシレン	0.2	0.9	1.1
22	プロモホルム	7.7	19.7	22.0
23	p-ジクロロベンゼン	0.0	0.2	0.3

表3 HS-GC/MS 分析条件

【HS-GC/MS】	
使用機器	島津GCMS-QP2020NX
使用カラム	GLサイエンスSH-Rtx-624 0.32mm×60m, 1.80µm
カラム温度	35°C(5min)-10°C/min-230°C(5min)
キャリアガス	He(3.68mL/min)
モニターイオン	35-500(Scan)
【ヘッドスペースサンプラー：島津HS-20】	
バイアル保温温度	80°C, 保温時間：30 min

#### 3.1.2 GC/MS

GC/MSを使用する分析は、災害発生時に対応できるよう、当所で通常使用している条件を参考に設定した。抽出はバイアル内での酢酸エチルに浸漬し、5分間超音波照射した(表4)。

表4 GC/MS 分析条件

【GC/MS】分析条件	
使用機器	Agilent 7890B/7000D
使用カラム	Agilent DB-5MS 0.25mm×30m, 0.25µm
カラム温度	40°C(5min)-4°C/min-100°C-10°C/min-310°C(5min)
注入口温度	250°C
キャリアガス	He(1.0mL/min)
モニターイオン	クロロピクリン m/z=117, メチルイソチオシアネート m/z=73
溶媒	酢酸エチル

#### 3.1.3 モノトラップ

VOC23物質を対象とし、対象物質を漏れなく捕集・測定を行うため、吸着力の強い「活性炭有り」と吸着性のより低い「活性炭無し」のモノトラップでの検討を行った。溶出率の確認を行ったところ、活性炭有りでは低沸点の物質で高い傾向であった。一方、ベンゼン環を有する芳香族化合物の溶出率は低く、活性炭に強固に保持されている可能性が考えられた。活性炭無しでは高沸点の物質と芳香族化合物で高い傾向が認められた(表5)。

表5 活性炭有り・活性炭無しでの溶出率比較

No.	化合物名	溶出率 (%)	
		【活性炭有り】	【活性炭無し】
1	1,1-ジクロロエチレン	88.9	10.3
2	ジクロロメタン	95.3	30.3
3	trans-1,2-ジクロロエチレン	87.7	28.5
4	cis-1,2-ジクロロエチレン	84.3	52.4
5	クロロホルム	85.4	64.9
6	1,1,1-トリクロロエタン	77.4	53.9
7	四塩化炭素	77.3	52.5
8	ベンゼン	47.3	55.6
9	1,2-ジクロロエタン	79.1	66.3
10	トリクロロエチレン	61.3	64.7
11	1,2-ジクロロプロパン	62.0	72.5
12	1,4-ジオキサン	49.0	78.8
13	プロモジクロロメタン	70.1	81.9
14	cis-1,3-ジクロロ-1-プロペン	56.5	80.5
15	トルエン	16.2	75.4
16	trans-1,3-ジクロロ-1-プロペン	44.9	84.6
17	1,1,2-トリクロロエタン	42.6	85.0
18	テトラクロロエチレン	20.8	72.6
19	ジプロモクロロメタン	43.4	86.0
20	m,p-キシレン	1.5	81.2
21	o-キシレン	0.9	80.5
22	プロモホルム	19.7	83.6
23	p-ジクロロベンゼン	0.2	70.8

また、吸着率の確認を行ったところ、溶出率と同様に活性炭有りでは低沸点、活性炭無しで高沸点の物質が高くなる傾向が認められた（表6）。

表6 活性炭有り・活性炭無しでの吸着率比較

No.	化合物名	吸着率 (%)	
		【活性炭有り】	【活性炭無し】
1	1,1-ジクロロエチレン	22.3	0.6
2	ジクロロメタン	6.0	1.1
3	trans-1,2-ジクロロエチレン	15.1	2.2
4	cis-1,2-ジクロロエチレン	13.3	2.8
5	クロホルム	15.0	3.7
6	1,1,1-トリクロロエタン	26.2	7.7
7	四塩化炭素	28.0	7.3
8	ベンゼン	39.5	6.1
9	1,2-ジクロロエタン	11.8	5.6
10	トリクロロエチレン	23.8	8.3
11	1,2-ジクロロプロパン	16.9	11.4
12	1,4-ジオキサン	2.1	11.5
13	プロモジクロロメタン	20.9	9.6
14	cis-1,3-ジクロロ-1-プロペン	15.1	11.1
15	トルエン	20.7	15.1
16	trans-1,3-ジクロロ-1-プロペン	14.2	18.4
17	1,1,2-トリクロロエタン	21.2	18.6
18	テトラクロロエチレン	32.8	19.2
19	ジブロモクロロメタン	26.3	18.4
20	m,p-キシレン	17.5	31.9
21	o-キシレン	25.8	37.4
22	プロモホルム	28.9	33.0
23	p-ジクロロベンゼン	0.0	52.1

これらの結果から「活性炭有り」と「活性炭無し」のモノトラップの併用によって対象物質がより幅広く測定できるものと考えた。

### 3.2 モノトラップ併用による吸着の確認

決定した分析方法で、モノトラップ併用時の VOC 23 種と農薬クロルピクリン及び MITC について、吸着濃度範囲の確認を行った。バイアル内に封入し、その雰囲気下とした標準物質は全量気化していると仮定して、気体濃度とピーク面積との相関を確認した。VOC23 物質並びにクロルピクリン及び MITC について HS-GC/MS 及び GC/MS 使用時にいずれも濃度とピーク面積との間に二次の相関が見られた（相関係数 0.99 以上）。GC/MS 使用時には標準物質の濃度が増大するに従い、一定値に近づく傾向が認められた。（図4）これは、溶媒抽出での回収

率が 80℃での加熱脱着の回収率よりも高いことと、一定濃度以上ではモノトラップ吸着での破過が起きているためと推定された。

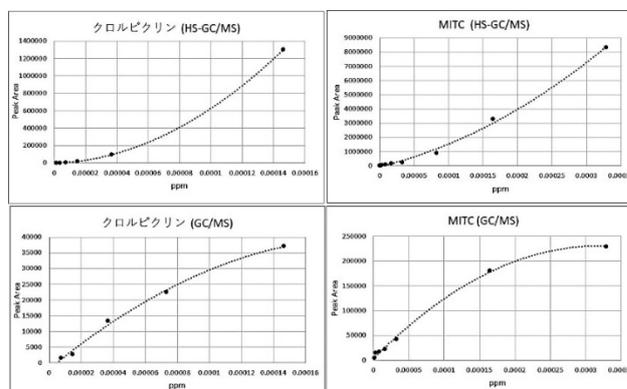


図4 クロルピクリン・MITC の濃度-ピーク面積相関図

## 4 まとめ

シリカモノリス捕集剤を用いた空気中の VOC 23 物質並びに農薬クロルピクリン及び MITC（カーバム又はダゾメットの加水分解物）の迅速分析法の検討を行い、HS-GC/MS, GC/MS による測定条件、モノトラップの使用条件を決定した。また、検討した迅速分析法では、特定の濃度範囲において、検出された対象物質とピーク面積との相関関係を確認した。

## 文献

- 1) 松尾美咲, 他: 海産養殖魚における異臭物質の環境分析化学的アプローチ (におい嗅ぎ GC) による推定, 環境科学, 28 (2), 51~55, 2018
- 2) 土田典明, 他: 米飯臭気の化学分析と竹炭による臭気成分の低減効果, 日本食品科学工業会誌, 66 (1), 1~8, 2019
- 3) 福田真博, 他: 火災原因調査における新たなサンプリング手法の検討, 環境監理, 43, 63~68, 2014

# 令和4年度化学物質環境実態調査 (アトルバスタチン)

環境科学課 水質担当

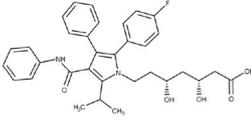
## 1 はじめに

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の把握を目的として、初期環境調査、詳細環境調査及びモニタリング調査が実施されている<sup>1)</sup>。そのうち、初期環境調査において令和4年度は、環境残留医薬品等（PPCPs）を含む環境リスクが懸念される化学物質について12物質群が調査対象とされており<sup>2)</sup>、博多湾の海水に含まれるアトルバスタチンについては、福岡市保健環境研究所で分析を実施したのでその詳細について報告する。

アトルバスタチンは高コレステロール血症薬として一般的に使用される医薬品である<sup>3)</sup>。構造及び性状を表1に示す<sup>3)</sup>。博多湾環境保全計画では、生活関連化学物質の実態とその影響について注視していく必要があるとしており<sup>4)</sup>、当所でも過去のエコ調査等で医薬品の分析を積極的に実施してきた<sup>5~10)</sup>。そこで、アトルバスタチンを分析対象物質として選定した。

表1 構造及び性状等

アトルバスタチン	
分子式	C <sub>33</sub> H <sub>35</sub> FN <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
分子量	558.64
CAS 番号	134523-00-5
沸点	808.27℃
融点	349.84℃
水溶解度	0.001115 mg/L
蒸気圧	6.95×10 <sup>-25</sup> mHg (25℃)
logP <sub>ow</sub>	6.36
ヘンリー定数	2.41×10 <sup>23</sup> atm·m <sup>3</sup> /mol



## 2 方法

### 2.1 調査地点及び調査日

調査は令和4年11月17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1に示す。



図1 調査地点図（博多湾中部海域 C-4）

### 2.2 試薬等

#### 2.2.1 標準品

標準品はアトルバスタチンカルシウム塩：Tronto Research Chemicals 製（純度>95%）、サロゲート内標準物質はアトルバスタチン-d<sub>5</sub> ナトリウム塩 <sup>13</sup>C<sub>6</sub>：Tronto Research Chemicals 製（純度>90%）を使用した。

#### 2.2.2 その他試薬

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  
ギ酸：富士フィルム和光純薬製 LC/MS 用  
ギ酸アンモニウム：富士フィルム和光純薬製 試薬特級  
固相カートリッジ：Waters 製 OasisHLB Plus 225 mg

### 2.3 装置及び測定条件

LC-MS/MS の LC 部は島津製 LC-20Series, MS 部は AB SCIEX 製 QTRAP4500 を使用した。LC-MS/MS の条件を表2に示す。

### 2.4 分析方法

分析方法は「令和3年度化学物質分析法開発調査報告書」<sup>3)</sup>に準拠して行った。水質試料 100 mL にサロゲート内標準液（100 ng/mL, メタノール溶液）を 50 µL 添加し、十分混和した。これを、メタノール 10 mL, 精製水

表2 LC-MS/MS の測定条件

分析カラム	GL Science 製 Inert Sustain C18HP (100 mm×2.1 mm, 3.0 μm)
移動相	A 液: 0.1%ギ酸含有 10 mmol/L ギ酸アンモニウム水溶液 B 液: 0.1%ギ酸含有 10 mmol/L ギ酸アンモニウム含有メタノール
グラジエント条件	0→0.5 min A=50% B=50% 0.5→13 min A=50%→15% B=50%→85% 13→13.5 min A=15%→1% B=85%→99% 13.5→19 min A=1% B=99% 19→20 min A=1%→50% B=99%→50% 20→25 min A=50% B=50%
流量	0.2 mL/min
カラム温度	40℃
注入量	2 μL
イオン化法	ESI-positive
イオン源温度	500℃
ESI キャピラリー電圧	5.5 kV
検出モード	SRM
モニターイオン	アトルバスタチン (定量) $m/z$ 559 > 440 (確認) $m/z$ 559 > 250 アトルバスタチン- <i>d5</i> (定量) $m/z$ 564 > 445 (確認) $m/z$ 564 > 255

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 30%メタノール 10 mL で洗浄し、空気約 10 mL を通気して固相中の水分を除去した。その後、メタノール 5 mL で溶出し、メタノールで 10 mL に定容した後、LC-MS/MS で分析した。分析フロー<sup>3)</sup>を図2に示す。

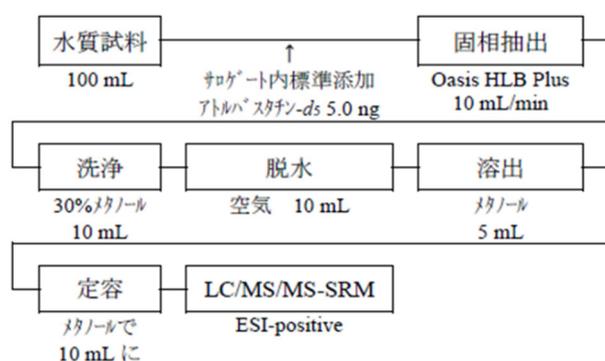


図2 分析フロー

### 3 結果

#### 3.1 装置検出下限値 (IDL) 及び定量下限値 (IQL)

「化学物質環境実態調査実施の手引き(令和2年度版)」<sup>1)</sup>に準拠し、検量線の最低濃度 0.05 ng/mL の標準溶液を7回繰り返し LC-MS/MS に導入して分析し、一連の分析値の標準偏差を求め、以下の式により IDL 及び IQL を算出した。

$$IDL = t(n-1, 0.05) \times \sigma_{n-1,I} \times 2$$

$$IQL = 10 \times \sigma_{n-1,I}$$

$t(n-1, 0.05)$ : 危険率 5%, 自由度  $n-1$  の  $t$  値 (片側)

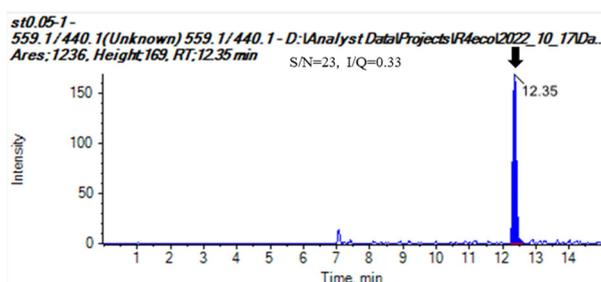
$n=7$  の場合は 1.9432

$\sigma_{n-1,I}$ : IDL 算出のための測定値の標本標準偏差

結果を表3, 定量イオンのクロマトグラムを図3に示す。「令和3年度化学物質分析法開発調査報告書」<sup>3)</sup>における IDL 試料換算値は 0.00068 μg/L となっており、今回はこれよりも高い値となった。

表3 装置検出下限値 (IDL)

平均値 (μg/L)	変動係数 (%)	IDL (μg/L)	IDL 試料換算値 (μg/L)	S/N 比
0.054	7.7	0.016	0.0016	23

図3 IDL 測定クロマトグラム (アトルバスタチン定量イオン  $m/z=559 > 440$ )

#### 3.2 測定方法の検出下限値 (MDL) 及び定量下限値 (MQL)

「化学物質環境実態調査実施の手引き(令和2年度版)」<sup>1)</sup>に準拠し、環境試料(海水, アトルバスタチンは不検出)に標準物質を 0.005 μg/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 による測定までを行った。この操作を7回繰り返し、得られた分析値を試料濃度に換算して標本標準偏差を求め、以下の式により MDL 及び MQL を算出した。

$$MDL = t(n-1, 0.05) \times \sigma_{n-1,M} \times 2$$

$$MQL = 10 \times \sigma_{n-1,M}$$

$t(n-1, 0.05)$  : 危険率 5%, 自由度  $n-1$  の  $t$  値 (片側)

$n=7$  の場合は 1.9432

$\sigma_{n-1,M}$  : MDL 算出のための測定値の標本標準偏差

結果を表 4, 定量イオンのクロマトグラムを図 4 に示す。「令和 3 年度化学物質分析法開発調査報告書」<sup>3)</sup> における MDL は 0.0012  $\mu\text{g/L}$ , MQL は 0.0031  $\mu\text{g/L}$  となっており, 今回は同程度の値となった。

表 4 測定方法の検出下限値 (MDL) 及び定量下限値 (MQL)

平均値 ( $\mu\text{g/L}$ )	変動 係数 (%)	MDL ( $\mu\text{g/L}$ )	MQL ( $\mu\text{g/L}$ )	サロゲート 回収率 (%)
0.0056	6.2	0.0014	0.0035	59

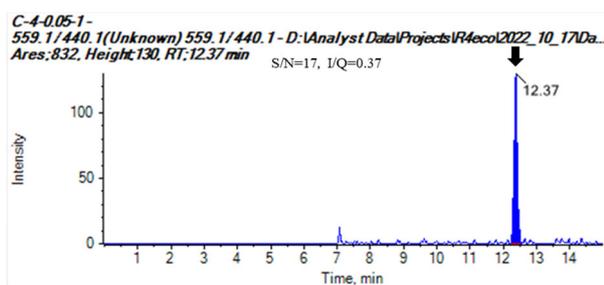


図 4 MDL 測定クロマトグラム (アトルバスタチン定量イオン  $m/z=559 > 440$ )

### 3.3 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, アトルバスタチンは検出下限値未満であった。定量イオンのクロマトグラムを図 5 に示す。

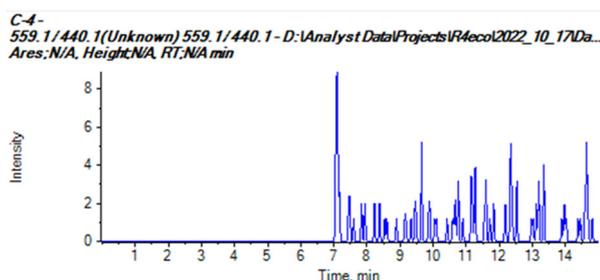


図 5 C-4 環境試料クロマトグラム (アトルバスタチン定量イオン  $m/z=559 > 440$ )

## 4 まとめ

博多湾中部海域 C-4 地点においてアトルバスタチンの分析を行った。その結果, アトルバスタチンは検出下限値未満であった。

この調査は, 令和 4 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 3 年度版化学物質と環境, 令和 4 年 3 月
- 2) 環境省大臣官房環境保健部環境安全課: 令和 4 年度化学物質環境実態調査詳細要領, 令和 4 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 3 年度化学物質分析法開発調査報告書, 令和 5 年 2 月
- 4) 福岡市環境局: 博多湾環境保全計画 (第二次), 70, 平成 28 年 9 月
- 5) 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
- 6) 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 (II), 福岡市保健環境研究所報, 40, 61~66, 2015
- 7) 山下紗矢香, 他: 平成 27 年度化学物質環境実態調査 (N,N-ジメチルアセトアミド), 福岡市保健環境研究所報, 41, 55~58, 2016
- 8) 八兒裕樹, 他: 平成 28 年度化学物質環境実態調査, 福岡市保健環境研究所報, 42, 146~151, 2017
- 9) 八兒裕樹, 他: LC-MS/MS を用いた環境水のカルバマゼピン, カフェイン及びケトプロフェンの一斉分析法の検討, 福岡市保健環境研究所報, 43, 100~108, 2018
- 10) 福岡市保健環境研究所環境局環境科学課水質担当: 令和 3 年度化学物質環境実態調査, 福岡市保健環境研究所報, 47, 137~140, 2022
- 11) 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

# 令和4年度 水質関係相談処理等依頼検査結果

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
6月17日	河川への流出油調査	油種分析	2	2	環境保全課
7月3日	河川への流出油調査	油種分析	2	2	環境保全課
8月17日	河川へ流入する泡の調査	陰イオン界面活性剤(簡易検査),FT-IR分析	1	2	環境保全課
8月23日	海岸の固形物の調査	油種分析	1	1	環境調整課
8月25日	河川の魚への死調査	pH,DO,電気伝導度,魚毒性試験	1	4	環境保全課
2月16日	河川の魚への死調査	pH,電気伝導度,魚毒性試験	2	6	環境保全課
合計			9	17	

## 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
9月9日	水路の油状物質調査	油種分析	1	1	東区生活環境課
10月7日	水路の油状物質調査	油種分析	1	1	東区生活環境課
2月22日	河川の魚への死調査	pH,電気伝導度,魚毒性試験	2	6	博多区自転車対策・生活環境課
合計			4	8	

## 3 その他

依頼日	件名	項目	検体数	項目数	依頼部局
4月4日	火災の焼損物の油状物質調査	油種分析	1	1	消防局予防課
5月16日	火災の焼損物の油状物質調査	油種分析	1	1	消防局予防課
7月19日	火災の焼損物の油状物質調査	油種分析	1	1	消防局予防課
7月20日	ため池のアオコ調査	光学顕微鏡によるプランクトン観察	1	1	農林水産局農業施設課
合計			4	4	

# 博多湾で採取された球状固形物の成分分析

環境科学課 水質担当

## 1 はじめに

令和4年8月に、博多湾の海岸に白色油状の核に砂が付着し球状となっている固形物（以下、「白色球状固形物」とする。）が多数認められたことから、原因究明を目的として白色球状固形物の成分分析を行った。その結果、若干の知見が得られたので報告する。

## 2 方法

### 2.1 試料

博多湾の海岸で採取された白色球状固形物を試料とした。

### 2.2 分析方法

#### 2.2.1 外観及び臭気

試料は、そのまま目視で外観及び性状を確認し、加温せずに臭気を確認した。

#### 2.2.2 *n*-ヘキサンによる抽出

試料のうち、6個体（重量約8 g）を共栓付三角フラスコに採り、*n*-ヘキサン（関東化学製残留農薬試験・PCB試験用（5,000 倍濃縮））及び精製水の1:1混合溶液に浸漬し、50~60°Cの湯浴中で数分間加熱後、超音波洗浄器（SIBATA製SU-9TH）にて10 分間超音波を照射後、10 分間振とう抽出した。液相は下層から水層、懸濁層、白濁層、*n*-ヘキサン層の4層に分離したので、水層及び懸濁層を捨て、白濁層及び*n*-ヘキサン層を脱水ろ過し、*n*-ヘキサン層及び脱水ろ紙に残った白色の沈殿物（以下、「白色沈殿物」とする）を回収した。*n*-ヘキサン層は、冷却遠心機（久保田製作所製5930）で20°C、2,000 rpm（840×*g*）、10 分間遠心分離後、上清を減圧濃縮し、油状液体を回収した。

#### 2.2.3 成分分析

2.2.2 で得られた油状液体をそのままフーリエ変換赤外分光光度計（以下、「FT-IR」とする。）（島津製作所製 IR Affinity-1S）にて、赤外吸収スペクトルを取得し、ライブラリ検索を行った。次に、油状液体 10 mg を *n*-ヘキサン 10 mL に溶解し、水素炎イオン化検出器付ガスクロマトグラフ（以下、「GC-FID」とする。）で表1の条件で分析した。脂肪酸標準品として、オレイン酸（関東化学製鹿一級）を用いた。

2.2.2 で得られた白色沈殿物について、FT-IR による赤外吸収スペクトル取得し、ライブラリ検索を行った。電子顕微鏡（日本電子製 JCM-7000）を用いて、エネルギー分散型 X 線分光法による元素分析を行った。

#### 2.2.4 脂肪酸のGC-MS分析

オレイン酸（関東化学製鹿一級）、パルミチン酸（関東化学製特級）及びステアリン酸（関東化学製特級）を脂肪酸標準品として調製した *n*-ヘキサン溶液（10 mg/mL）1 mL に対し、メタノール（関東化学製残留農薬試験・PCB 試験用（5,000 倍濃縮））0.5 mL、濃硫酸（98%、富士フイルム和光純薬製特級）50μL を加え、40°Cで30 分間静置後、*n*-ヘキサン 1 mL 及び精製水 1 mL を加えて振とうし、水層を捨てた後、1 mL の精製水で洗浄し、残ったヘキサン層を脱水ろ紙でろ過して全量を 2 mL とし、メチルエステル化した。油状液体は *n*-ヘキサン溶液 10 mg/mL を調製し、同様に操作した。白色沈殿物は、50 mg を *n*-ヘキサン 5 mL 及び 2 mol/L 塩酸 2 mL を混合した溶媒に超音波を照射して溶解し、脂肪酸カルシウム塩を脂肪酸に変換後、*n*-ヘキサンに抽出し得られた脂肪酸 *n*-ヘキサン抽出液 1 mL を同様に操作し脂肪酸のメチルエステル化を行った。これらの脂肪酸のメチルエステル化 *n*-ヘキサン溶液を表2の条件で GC-MS に供した。

表1 GC-FID分析条件

機種	: Agilent Technologies 7890B
カラム	: Rtx-5 0.53 mm×30 m, 0.10 μm
カラム温度	: 60°C —(40°C/min)— 220°C(10°C/min) — 320 (1 min)
注入口温度	: 310°C
キャリアガス	: He 10 mL/min
注入方法, 注入量	: スプリットレス, 2 μL
ガス流量	: H <sub>2</sub> 40 mL/min, Air 400 mL/min N <sub>2</sub> (メイクアップ) 30 mL/min

表2 GC/MS分析条件

機種	: Agilent Technologies 7890B/7000D
カラム	: DB-5MS 0.25 mm×30 m, 0.25 μm
カラム温度	: 40°C (2 min) — (8°C/min)— 310°C (5 min)
注入口温度	: 250°C

キャリアガス：He 1.2 mL/min  
注入方法，注入量：スプリットレス，2  $\mu$ L  
モニタイオン：33-600 (Scan)

### 3 結果及び考察

#### 3.1 試料の外観及び臭気

試料は，多数の砂が付着した直径 1 cm 程度の球状をしており，断面の核部分はその常温で固体の油脂と類似していた（図 1）また，酸化した油脂様の臭気が認められた。



図1 白色球状固形物の写真（左：球状，右：断面）

#### 3.2 FT-IR結果

2.2.2 で得られた油状液体の赤外吸収スペクトルを取得した結果，1,740  $\text{cm}^{-1}$  付近にカルボキシル基由来の伸縮振動の吸収が認められた。得られた赤外吸収スペクトルをライブラリ検索した結果，C18 脂肪酸のパターンに類似していた。一方，白色沈殿物の赤外吸収スペクトルは 1600  $\text{cm}^{-1}$  付近及び 1550  $\text{cm}^{-1}$  に特徴的な吸

収が認められ，油状液体とは異なるスペクトルパターンであった。白色沈殿物の赤外吸収スペクトルをライブラリ検索した結果，ステアリン酸カルシウムのパターンに類似していた。油状液体及び白色沈殿物の赤外吸収スペクトルを図 2 に示す。

#### 3.3 油状液体のGC-FID結果

油状液体の *n*-ヘキサン溶解液を GC-FID で測定した結果，脂肪酸のピークが検出され，C18 脂肪酸であるオレイン酸のピークパターンとほぼ一致していた。クロマトグラムを図 3 に示す。なお，通常の動植物油脂の分析において検出されるトリグリセリドのピークは認められなかった。

#### 3.4 白色沈殿物の元素分析結果

白色沈殿物をエネルギー分散型 X 線分光法による元素分析を行った結果，炭素 78%，酸素 16%，カルシウム 6%であった。

#### 3.5 脂肪酸のメチルエステル化及びGC-MS分析結果

油状液体をメチルエステル化し GC-MS で測定した結果，オレイン酸及びパルミチン酸のピークが検出された（図 4）。白色沈殿物から遊離させた脂肪酸をメチルエステル化して GC-MS で分析した結果，パルミチン酸及びステアリン酸のピークが検出された（図 4）。これらの結果から，油状液体はオレイン酸及びパルミチン酸の 2 つの脂肪酸が主成分であり，白色沈殿物はステアリン酸及びパルミチン酸のカルシウム塩が主成分であると推察された。

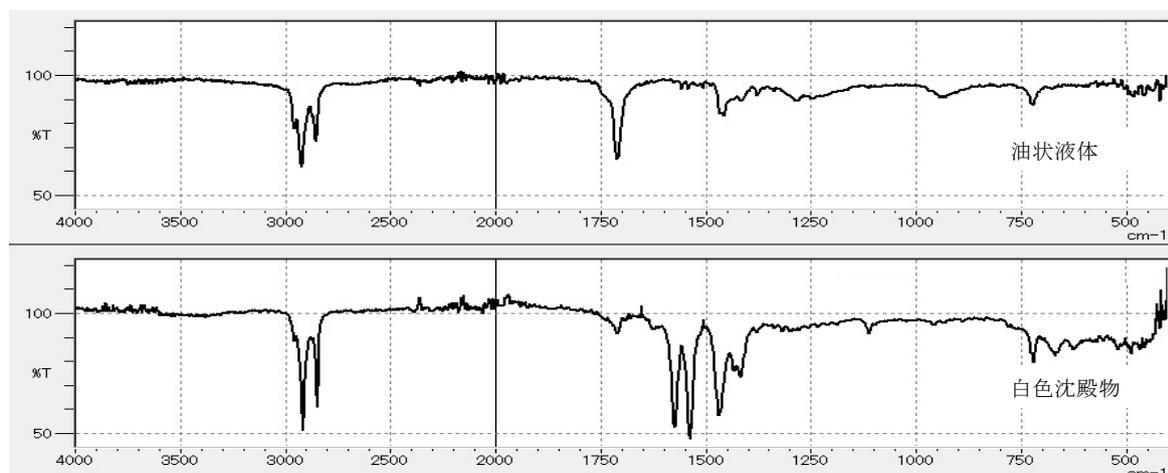


図2 油状液体及び白色沈殿物の赤外吸収スペクトル

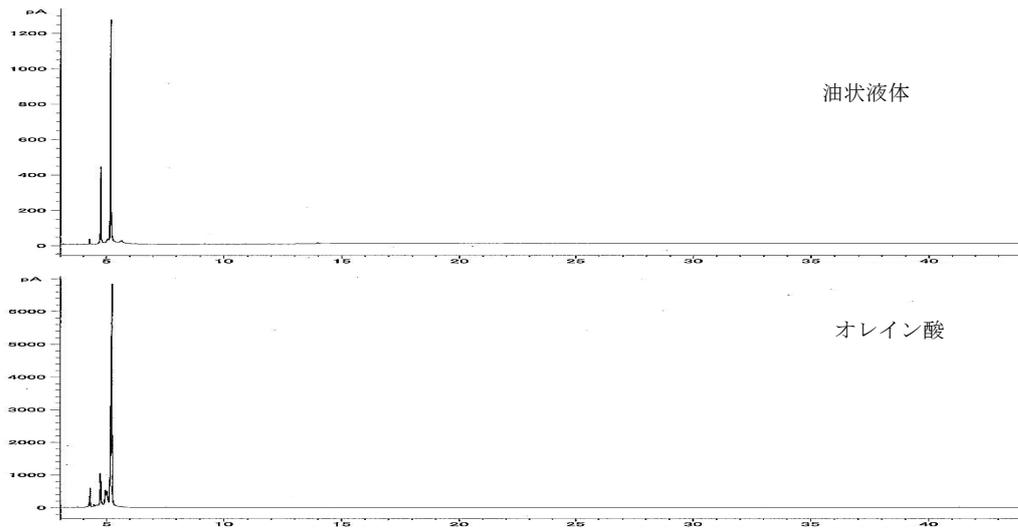


図3 GC-FIDによる油状液体及びオレイン酸のクロマトグラム

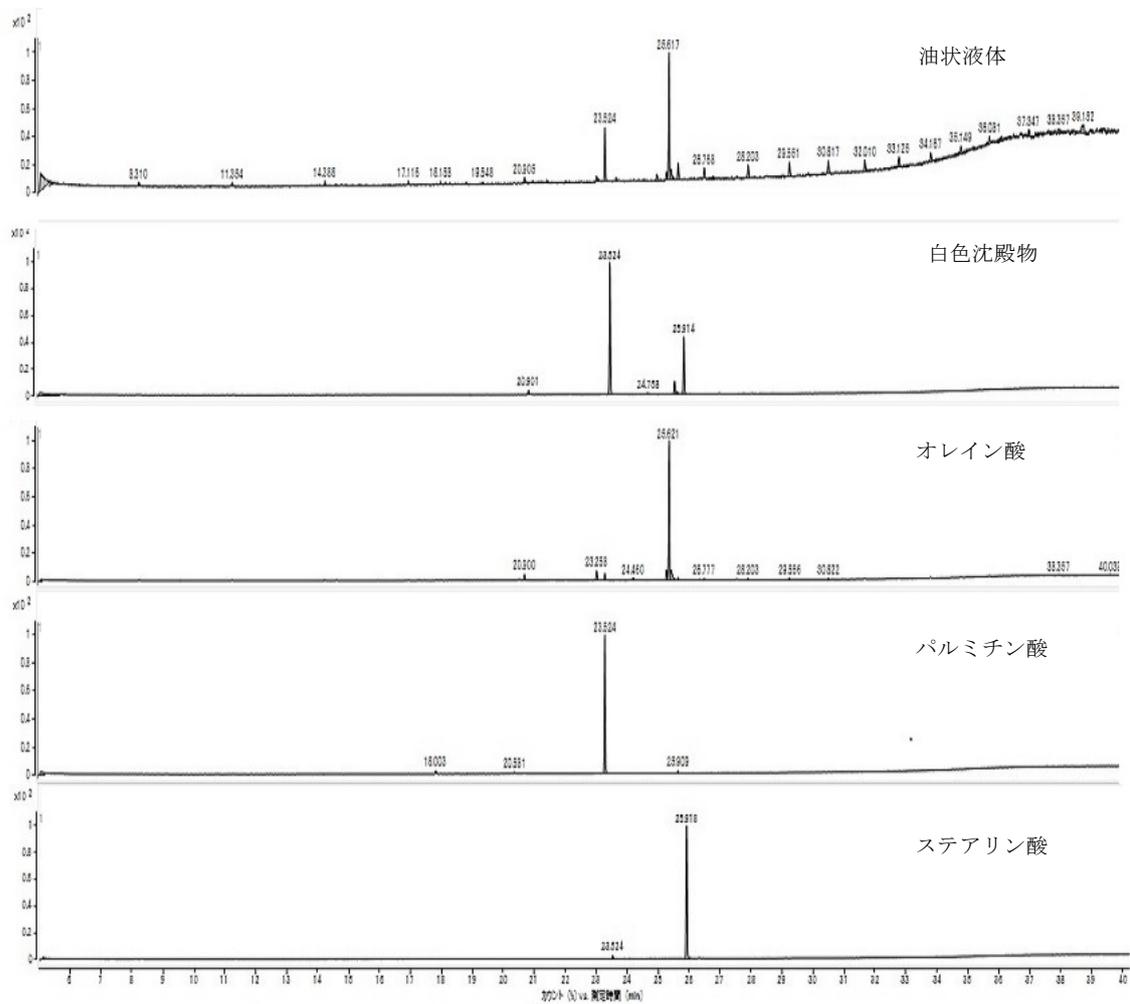


図4 GC-MSによる油状液体、白色沈殿物及び脂肪酸メチルエステルのTICクロマトグラム

#### 4 まとめ

博多湾で採取された白色球状固形物について、*n*-ヘキサン抽出により得られた油状液体及び白色沈殿物について成分分析を行った。その結果、油状液体の主成分はオレイン酸及びパルミチン酸であり、白色沈殿物の主成分はステアリン酸及びパルミチン酸のカルシウ

ム塩であると推察された。以上のことから、白色球状固形物は、オレイン酸及びパルミチン酸並びにステアリン酸カルシウム及びパルミチン酸カルシウムの混合物と推察された。採取場所、外観及び分析結果から、白色球状固形物はいわゆる「オイルボール」の可能性が高いと考えられた。

# 博多湾沿岸域における貧酸素発生状況調査

環境科学課 生物担当

## 1 はじめに

閉鎖性の高い博多湾において、夏季に湾奥部や沿岸域など広範囲に渡り、貧酸素（溶存酸素（DO）=4.0 mg/L未満）水塊が確認され<sup>1)</sup>、生物の生息・生育への影響が懸念されている。貧酸素水塊発生の要因については、表層水温の上昇や主に降雨時の河川からの淡水流入による躍層の形成や、表層で発生したプランクトンの死骸などの有機物が底層に堆積し、それらが分解されることによる酸素消費などが知られている。そこで、博多湾沿岸域における貧酸素水塊が発生してから消失するまでの短期的な変動を捉えるために表層及び底層 DO の連続測定を行ったので報告する。

## 2 方法

### 2.1 調査地点及び調査時期

博多湾沿岸域の愛宕浜防波堤（図 1）において DO ロガーを設置した。調査は貧酸素が発生する時季として、令和 4 年 5 月 27 日から令和 4 年 10 月 31 日まで行った。

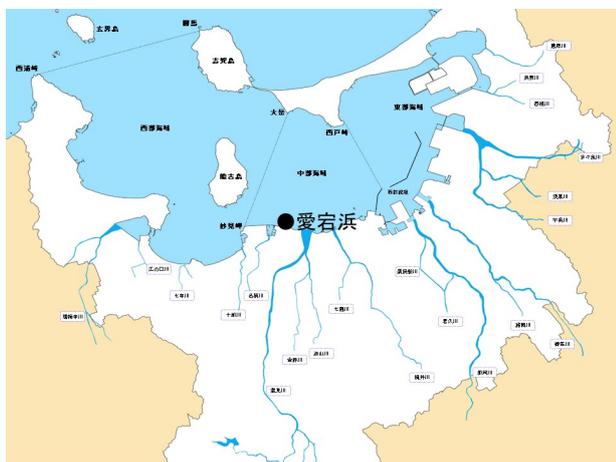


図 1 設置場所

### 2.2 調査方法

愛宕浜防波堤において、海底から 1 m 上(底層)に Onset 社製 HOBO U26, 3 m 上(表層)には PME 社製 MiniDOT ワイパー付きのロガーを設置し、表層及び底層での DO 及び水温を測定した（図 2）。

また、ロガーの付着物除去のためのメンテナンスを定期的に行い、その都度、多項目水質計を用いてロガーの

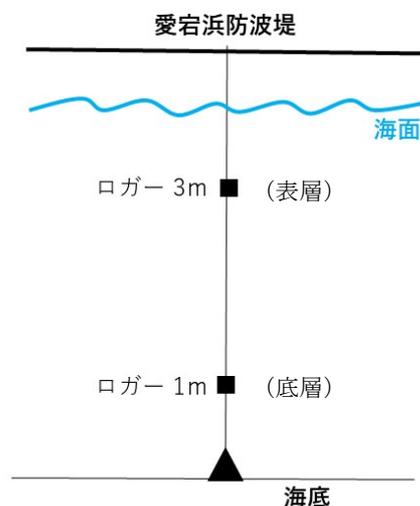


図 2 ロガー設置位置

値との整合性を確認した。

## 3 結果

### 3.1 貧酸素の発生状況

図 3 に 1 時間毎の底層 DO と福岡管区气象台で観測された降水量、風速を示す。

初めて貧酸素が確認できたのは 6 月 11 日、最後に確認されたのは 10 月 23 日であり、底層 DO が日内変動を示している期間があることが確認された。

底層 DO は荒天時を除き概ね表層と底層の水温差と連動した動きとなっており、底層の温度が表層に比べ高いときには底層 DO の上昇が確認されたことから、表層と底層の密度差により垂直混合されたことも一因と考えられる。

1 日あたりの底層における貧酸素確認回数を示す（図 4）。1 時間毎に取得できた 3,747 データのうち底層 DO の貧酸素を記録したのは 524 データ（全データの 14%）であった。貧酸素の発生は 1 時間で発生、解消するものから複数日連続するものが確認された。

次に底層 DO において貧酸素が確認された時刻のヒストグラムを図 5 に示す。底層において貧酸素が発生する時間帯は 1 日のうちで午前 7 時が最も多く、午後 8 時が最も少ない結果となり、表層と底層における水温差の日内変動が影響しているものと考えられる。

### 3.2 DOの推移

図7に表層及び底層DO，潮位の推移を示す。

他都市では，大潮から小潮時にかけて底層の貧酸素化が起こる傾向や，逆に小潮から大潮時にかけてDOが上昇する傾向が見られている<sup>2)</sup>。調査期間中に10回の小潮期のうち4回(9月上旬の台風時を除く)でこのような現象が見られたが，小潮期で底層DOの低下傾向が見られないこともあることから，潮位以外の要因も影響し

ているものと考えられる。

調査期間中，表層DOが4mg/L未満を下回る現象が確認された。沿岸部において離岸風の連吹に伴い，表層水が離岸し，それとともに貧酸素状態の底層が湧昇する現象が確認<sup>3)</sup>されている。そこで，福岡管区气象台で観測された風向きを調べたところ図6の風配図に示すとおり表層DOが4mg/L未満となったときに，南東寄りの風が多い傾向であった。

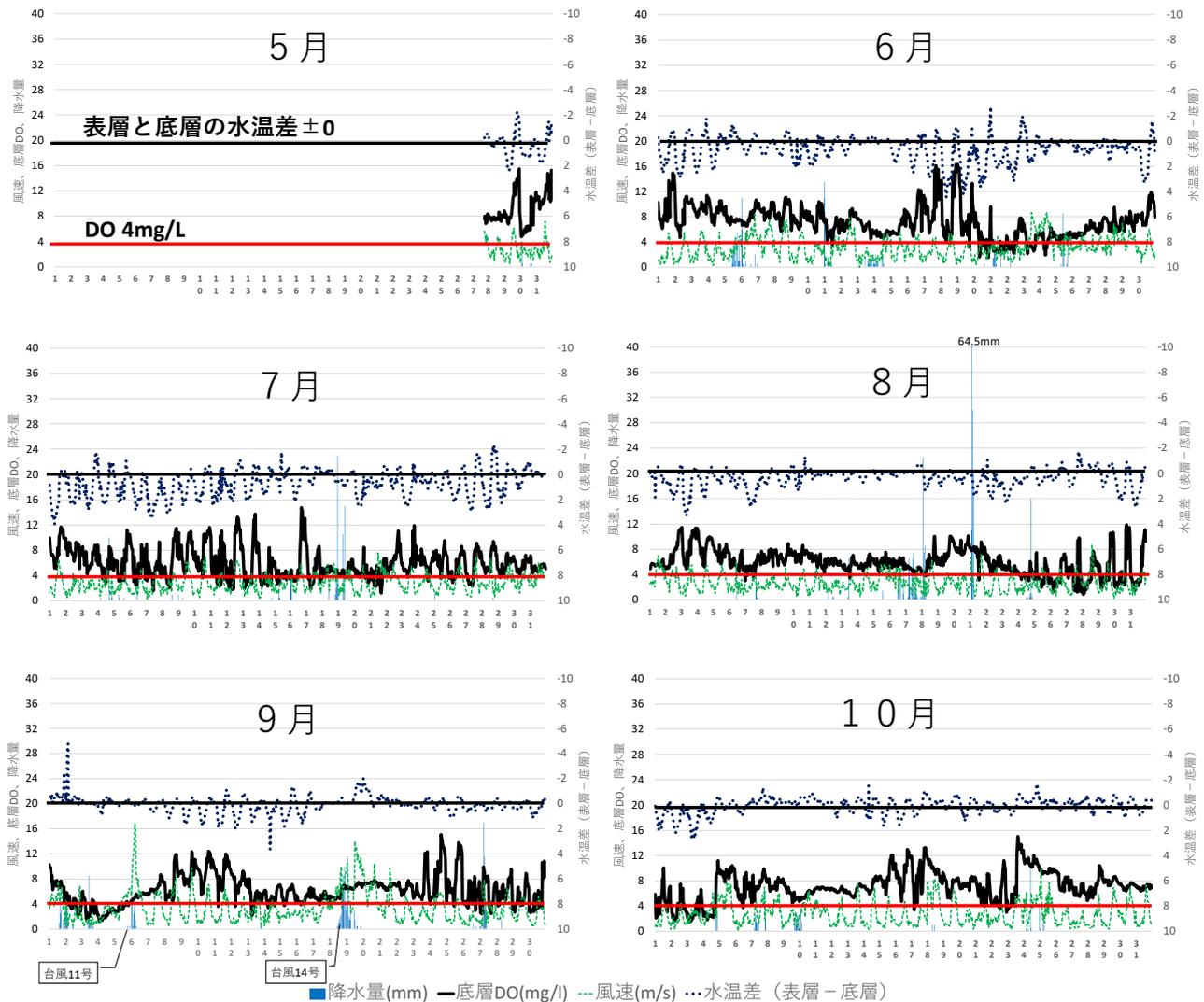


図3 底層DO等データの推移

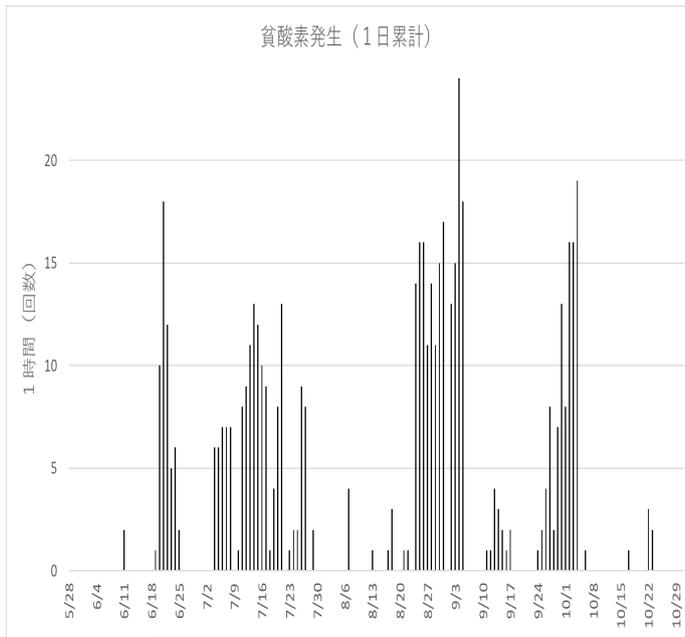


図4 1日あたりの貧酸素確認回数

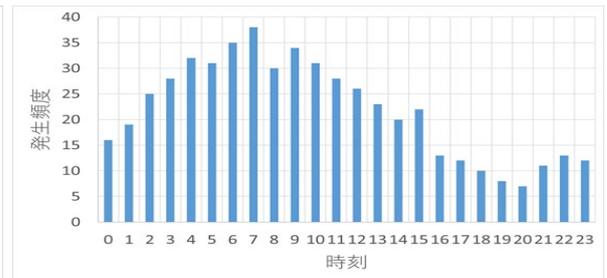


図5 ヒストグラム (底層 DO が貧酸素状況時)

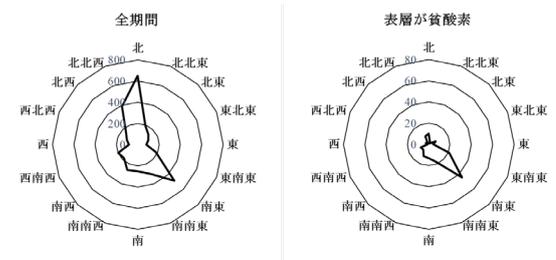
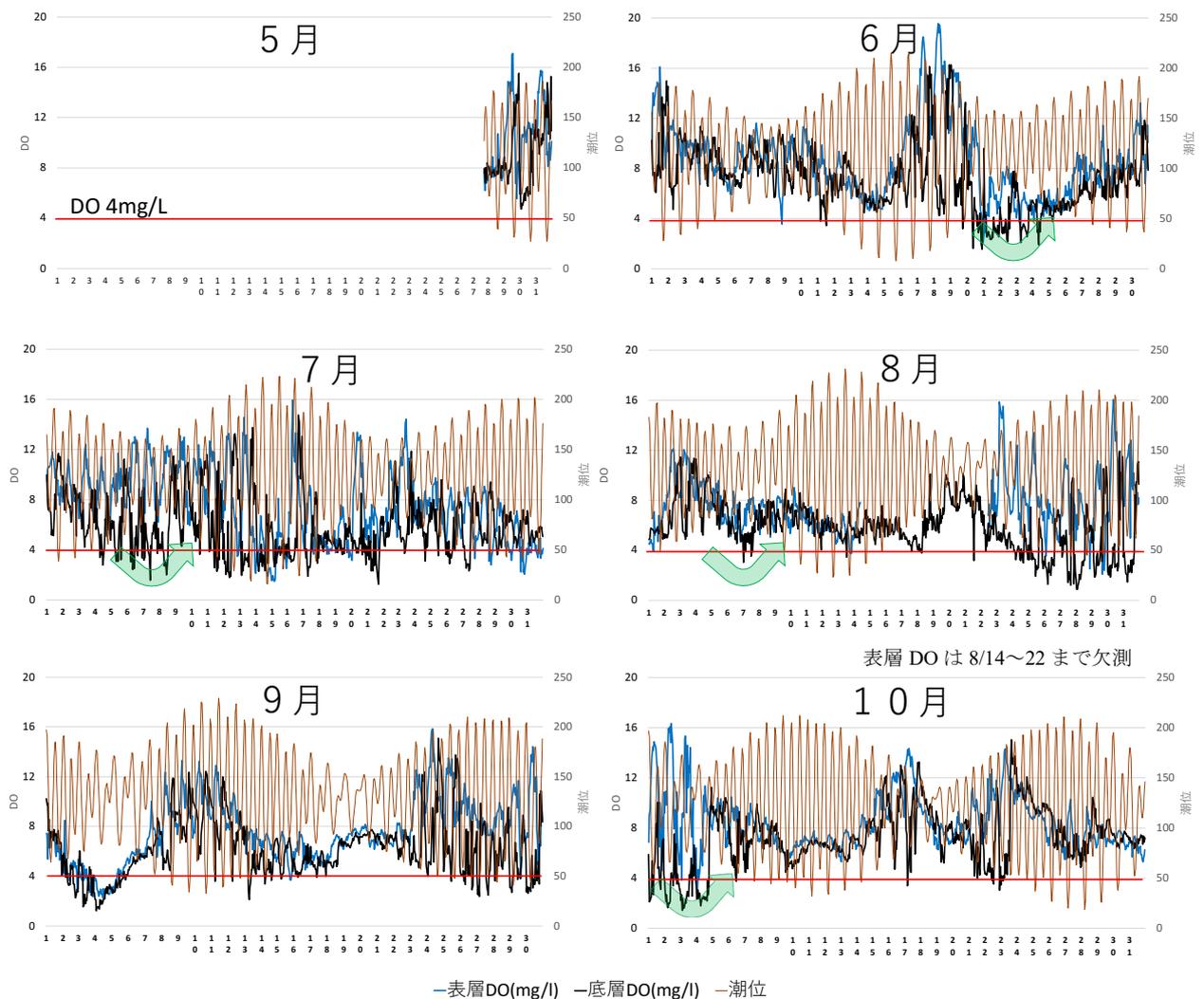


図6 風配図 (福岡管区気象台観測データ)



—表層DO(mg/l) —底層DO(mg/l) —潮位

図7 DO と潮位の推移

## 4 まとめ

愛宕浜防波堤において底層 DO を連続測定した結果、スポット測定では把握できなかった変化を確認することができ、日内変動をしている期間があった。

また、貧酸素となった底層の海水が湧き上がり表層の DO が低下する現象も確認された。

## 文献

- 1) 福岡市環境局：博多湾環境保全計画（第二次），平成 28 年 9 月
- 2) 中山哲厳，他：有明海北西部で発生する貧酸素水塊に着目した現地調査，海岸工学論文集，50，976～980
- 3) 山崎亜弓，他：博多湾沿岸部における降雨に伴う栄養塩流入及び貧酸素水塊発生に関する実態調査，福岡市保健環境研究所報，45，97～107，2020

# PM<sub>2.5</sub> 成分組成 (令和 4 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汚染の常時監視に関する事務の処理基準について」<sup>1)</sup>に基づき、平成 23 年秋季より PM<sub>2.5</sub> 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 4 年度に実施した春吉局及び元岡局における PM<sub>2.5</sub> 質量濃度並びに PM<sub>2.5</sub> 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、周辺には多くの商業施設が立ち並ぶとともに、交通の要所となっているため、交通量は多い。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。なお、春吉局については、大雪のため 1 月 25 日が、元岡局については、停電作業実施のため 1 月 21 日～1 月 22 日及び 1 月 24 日～1 月 26 日が欠測となった。

- ・ 春季（令和 4 年 5 月 12 日～5 月 26 日）
- ・ 夏季（令和 4 年 7 月 21 日～8 月 4 日）
- ・ 秋季（令和 4 年 10 月 21 日～11 月 4 日）
- ・ 冬季（令和 5 年 1 月 19 日～2 月 7 日）

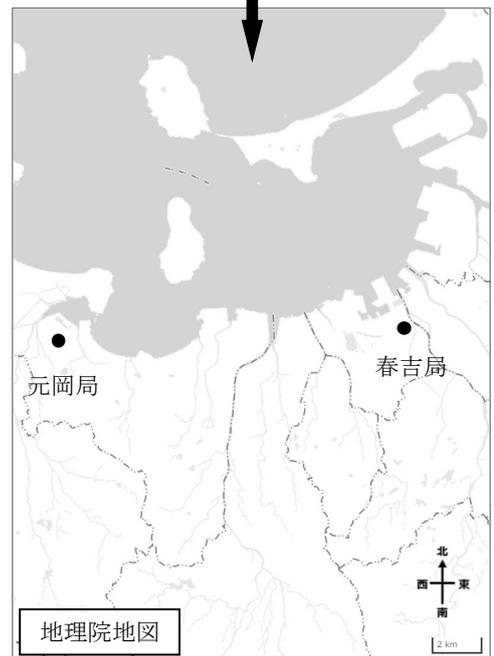
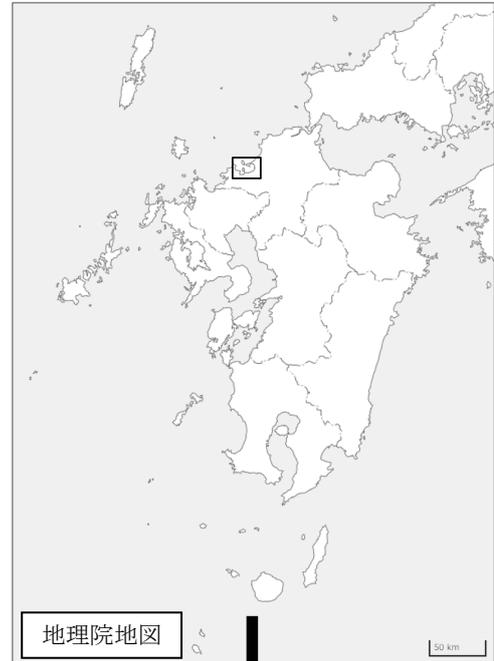


図 1 調査地点

### 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<sub>2.5</sub>) 成分測定マニュアル」<sup>2)</sup>に従った。

試料採取は、すべての地点でローボ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<sub>2.5</sub> 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 (Dionex 製 : ICS-1100, 2100) で測定した。測定項目は SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup> の 8 項目とした。

炭素成分は、石英フィルターの 1 cm<sup>2</sup> 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, 元素状炭素 (EC) は EC=EC1+EC2+EC3-OCPyro で算出した。

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 (Thermo Fisher scientific 製 : iCAP RQ) 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。

### 3 結果

#### 3.1 PM<sub>2.5</sub> 質量濃度と各成分

PM<sub>2.5</sub> 質量濃度、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、各季節及び年間の平均濃度を算出した。なお、イオン成分、炭素成分及び無機元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<sub>2.5</sub> 質量濃度

PM<sub>2.5</sub> 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 11 μg/m<sup>3</sup> (2.7~27 μg/m<sup>3</sup>)、元岡局では 10 μg/m<sup>3</sup> (2.4~28 μg/m<sup>3</sup>) であった。

表 1 PM<sub>2.5</sub> 質量濃度

	春季	夏季	秋季	冬季	年間
春吉局	16	8.0	9.3	10	11
最小値	5.8	2.7	4.1	4.4	2.7
最大値	27	16	14	17	27
元岡局	15	7.3	7.8	10	10
最小値	5.4	2.4	3.3	5.5	2.4
最大値	28	14	13	19	28

(単位 : μg/m<sup>3</sup>)

#### 3.1.2 イオン成分

PM<sub>2.5</sub> 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 4.5 μg/m<sup>3</sup> (0.67~17 μg/m<sup>3</sup>)、元岡局で 4.7 μg/m<sup>3</sup> (0.54~15 μg/m<sup>3</sup>) であった。

イオン成分中では SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> の割合が最も多く (年間平均濃度 : 春吉局 2.4 μg/m<sup>3</sup>, 元岡局 2.4 μg/m<sup>3</sup>)、次いで NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (年間平均濃度 : 春吉局 1.2 μg/m<sup>3</sup>, 元岡局 1.3 μg/m<sup>3</sup>) であった。

表 2 PM<sub>2.5</sub> イオン成分

	春季	夏季	秋季	冬季	年間
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	4.2	2.1	1.6	1.6	2.4
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.66	0.042	0.36	1.5	0.65
Cl <sup>-</sup>	0.020	0.011	0.034	0.12	0.046
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1.9	0.85	0.75	1.2	1.2
Na <sup>+</sup>	0.073	0.090	0.086	0.095	0.086
春吉局 K <sup>+</sup>	0.14	0.022	0.066	0.090	0.080
Ca <sup>2+</sup>	0.13	0.026	0.16	0.087	0.10
Mg <sup>2+</sup>	0.012	0.0080	0.0096	0.013	0.011
合計	7.2	3.2	3.1	4.8	4.5
最小値	2.0	0.67	1.1	2.0	0.67
最大値	17	5.2	5.6	7.1	17
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	4.0	2.2	1.5	1.8	2.4
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.98	0.053	0.51	1.8	0.85
Cl <sup>-</sup>	0.043	0.010	0.066	0.10	0.056
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	2.0	0.92	0.86	1.4	1.3
Na <sup>+</sup>	0.065	0.063	0.074	0.069	0.068
元岡局 K <sup>+</sup>	0.14	0.018	0.048	0.082	0.071
Ca <sup>2+</sup>	0.033	0.023	0.036	0.055	0.037
Mg <sup>2+</sup>	0.0080	0.0061	0.0076	0.0089	0.0076
合計	7.2	3.3	3.1	5.3	4.7
最小値	2.0	0.54	0.90	2.6	0.54
最大値	15	11	6.4	11	15

(単位 : μg/m<sup>3</sup>)

### 3.1.3 無機元素成分

PM<sub>2.5</sub>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 680 ng/m<sup>3</sup>（140～3100

ng/m<sup>3</sup>）、元岡局で 530 ng/m<sup>3</sup>（110～2700 ng/m<sup>3</sup>）であった。

表3 PM<sub>2.5</sub>無機元素成分

	春季	夏季	秋季	冬季	年間		春季	夏季	秋季	冬季	年間
Na	81	100	80	86	87	Na	57	89	62	66	69
Al	99	28	56	110	72	Al	49	51	34	99	58
Si	280	97	210	320	230	Si	230	96	130	300	190
K	170	33	73	110	95	K	140	30	51	100	80
Ca	110	37	130	73	88	Ca	24	76	38	54	48
Sc	0.015	0.0050	0.0080	0.020	0.012	Sc	0.0097	0.0053	0.0040	0.017	0.0089
Ti	6.4	1.4	3.4	8.5	4.9	Ti	3.8	1.7	2.4	8.7	4.1
V	1.3	0.66	0.51	0.72	0.80	V	1.1	0.50	0.44	0.70	0.68
Cr	1.2	0.36	0.81	0.64	0.76	Cr	1.4	0.30	0.79	0.61	0.78
Mn	6.1	1.7	3.1	3.5	3.6	Mn	4.1	1.3	2.1	3.3	2.7
Fe	100	30	65	84	71	Fe	72	24	41	79	54
Co	0.071	0.024	0.038	0.064	0.049	Co	0.059	0.019	0.029	0.041	0.037
Ni	1.8	0.63	0.55	0.68	0.90	Ni	1.5	0.49	0.52	0.50	0.76
Cu	2.1	0.68	1.6	4.4	2.2	Cu	1.6	0.49	0.81	4.4	1.8
Zn	23	6.9	16	7.9	13	Zn	21	5.8	13	13	13
As	1.2	0.55	0.57	1.3	0.91	As	1.2	0.50	0.58	2.0	1.1
Se	0.93	0.40	0.40	0.42	0.54	Se	0.86	0.38	0.37	0.58	0.55
Rb	0.39	0.093	0.26	0.33	0.27	Rb	0.26	0.074	0.13	0.29	0.19
Mo	0.52	0.15	0.37	0.22	0.31	Mo	0.45	0.14	0.43	0.37	0.35
Sb	0.79	0.26	0.40	0.42	0.47	Sb	0.71	0.18	0.40	0.66	0.49
Cs	0.029	0.0086	0.022	0.027	0.022	Cs	0.022	0.0080	0.017	0.028	0.019
Ba	6.6	3.0	7.3	5.7	5.6	Ba	8.8	3.0	6.7	5.7	6.0
La	0.076	0.026	0.055	0.061	0.055	La	0.048	0.022	0.035	0.063	0.042
Ce	0.11	0.029	0.064	0.11	0.077	Ce	0.070	0.030	0.030	0.098	0.057
Sm	0.0067	0.0029	0.0039	0.0073	0.0052	Sm	0.0043	0.0035	0.0018	0.0068	0.0041
Hf	0.028	0.0025	0.0089	0.0095	0.012	Hf	0.024	0.0024	0.0053	0.0096	0.010
W	0.18	0.071	0.13	0.088	0.12	W	0.18	0.075	0.091	0.080	0.11
Ta	0.0030	0.0023	0.0013	0.0017	0.0021	Ta	0.0017	0.0023	0.00072	0.0017	0.0016
Th	0.014	0.0027	0.0069	0.016	0.0099	Th	0.0085	0.0031	0.0038	0.015	0.0076
Pb	4.3	1.3	2.4	2.6	2.6	Pb	3.6	1.1	2.3	3.2	2.6
合計	900	340	660	810	680	合計	620	380	390	740	530
最小値	250	140	200	230	140	最小値	170	110	250	320	110
最大値	1400	950	1100	3100	3100	最大値	1400	850	660	2700	2700

(単位：ng/m<sup>3</sup>)

### 3.1.4 炭素成分

PM<sub>2.5</sub>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:2.8 μg/m<sup>3</sup> (1.1~5.9 μg/m<sup>3</sup>), EC:0.56 μg/m<sup>3</sup> (0.044~2.5 μg/m<sup>3</sup>), 元岡局でOC:2.3 μg/m<sup>3</sup> (1.1~5.3 μg/m<sup>3</sup>), EC:0.46 μg/m<sup>3</sup> (0.060~1.2 μg/m<sup>3</sup>)であった。

表4 PM<sub>2.5</sub>炭素成分

		春季	夏季	秋季	冬季	年間
春吉局	OC	3.7	2.0	2.9	2.4	2.8
	最小値	1.8	1.6	1.6	1.1	1.1
	最大値	5.9	2.9	3.9	3.1	5.9
	EC	0.99	0.23	0.54	0.47	0.56
	最小値	0.33	0.044	0.20	0.11	0.044
	最大値	2.5	0.40	0.88	0.82	2.5
元岡局	OC	3.2	1.8	2.2	2.0	2.3
	最小値	1.5	1.1	1.1	1.2	1.1
	最大値	5.3	3.1	3.2	3.3	5.3
	EC	0.67	0.19	0.44	0.53	0.46
	最小値	0.27	0.060	0.11	0.27	0.060
	最大値	1.2	0.58	0.78	1.0	1.2

(単位: μg/m<sup>3</sup>)

### 3.2 PM<sub>2.5</sub>成分組成

PM<sub>2.5</sub>成分組成を表5に示す。年間平均でPM<sub>2.5</sub>質量濃度に対する割合が高い成分は、春吉局ではSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が22%, OCが25%, 元岡局ではSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が23%, OCが22%であった。

表5 PM<sub>2.5</sub>成分組成

		春季	夏季	秋季	冬季	年間
春吉局	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	25	26	17	17	22
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	4	1	4	15	6
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	12	11	8	12	11
	その他イオン	2	2	4	4	3
	OC	23	25	32	24	25
	EC	6	3	6	5	5
	無機元素	5	4	7	8	6
元岡局	その他	22	28	23	15	22
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	26	30	19	17	23
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	6	1	6	18	8
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	13	13	11	14	13
	その他イオン	2	2	3	3	2
	OC	20	24	28	19	22
	EC	4	3	6	5	4
無機元素	4	5	5	7	5	
その他	24	23	22	16	22	

(単位: %)

### 文献

- 1)環境省：大気汚染防止法第22条の規定に基づく大気汚染の常時監視に関する事務の処理基準について、2010
- 2)環境省：大気中微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）成分測定マニュアル、2019

# 令和4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年～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<sup>1)</sup>との報告がある。また、環境省の調査を面的および项目的に補完するもの<sup>2)</sup>として、平成3年度より全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部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年から市内の酸性雨調査を実施しており、平成3年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4年3月28日から令和5年3月27日までの間、図1に示す城南区役所（城南区鳥飼）と曲渕ダム（早良区曲渕）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。



図1 調査地点

## 2 調査方法

### 2.1 調査地点

城南区役所は、本市の中心部から南西約3 kmに位置し、商業地域に属する。南東約130 m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。

曲渕ダムは、本市の中心部から南西へ約13 km、室見川上流の谷間標高約170 m地点に位置し、市街化調整区

域に属する。南側約300 m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。

### 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（小笠原計器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（ $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ ）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）<sup>3)</sup>に準じて測定・分析した。

## 3 結果及び考察

### 3.1 令和4年度調査結果

令和4年度の城南区役所の調査結果を表1に、曲渕ダムの調査結果を表2に示す。pH及び電気伝導率の平均値は、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4月4日～4月11日、5月2日～5月9日、5月16日～5月23日、6月27日～7月4日、9月20日～9月26日、10月11日～10月17日、10月31日～11月7日、12月26日～1月4日及び1月30日～2月6日が、曲渕ダムは4月4日～4月11日、5月2日～5月9日、5月16日～5月23日、6月27日～7月4日、10月31日～11月7日、12月26日～1月4日及び1月30日～2月6日が、少雨のため欠測となった。

年間降水量は、城南区役所で1337.7 mm、曲渕ダムで2143.6 mmであり、曲渕ダムの方が多かった。pHは、城南区役所では4.16～5.99の範囲で、年平均値が4.85であった。また、曲渕ダムでは4.18～6.12の範囲で、年平均値が4.96であった。環境省の令和3年度酸性雨調査結果（<https://www.env.go.jp/air/acidrain/monitoring/r03/index.html>）の全国の年平均値5.07と比較して、城南区役所、曲渕ダムともに、若干低い値であった。

城南区役所及び曲渕ダムのイオン成分の年間沈着量は、海塩由来と考えられる $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ が高かった。また、イオン成分の年間沈着量は、 $\text{NH}_4^+$ を除いて曲渕ダムの値が城南区役所の値よりも高かった。

### 3.2 令和4年度経月変動

令和4年度の月毎の降水量, pH及びECを図2に示す。城南区役所と曲淵ダムの降水量は, 1年を通じて同様の変動を示し, 夏季に降水量が多く冬季に少なかった。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にあり, 特に9月の降水量は曲淵ダムが城南区役所の2倍以上であった。pHは2地点ともに8月が最も高く, 12月が最も低かった。ECは2地点ともに8月が最も低く, 12月が最も高かった。12月にECが高い値となった理由として, 12月12日から26日の $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{nss- Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ の沈着量が多いことから12月13, 14日に福岡地方で観測された黄砂による土壌成分の影響及び12月12日から26日の期間中の降雪に伴う北西の風により, 海塩粒子を含んだ降水があったためと考えられた。

酸性成分 ( $\text{nss- SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) 及び塩基性成分 ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{nss- Ca}^{2+}$ ) の月間沈着量を図3に示す。どの成分も12月から3月にかけて曲淵ダムが城南区役所より高い傾向であった。

酸性成分及び塩基性成分の月間加重平均濃度の経月変化を図4に示す。城南区役所及び曲淵ダムともに $\text{NO}_3^-$ 濃度及び $\text{nss- Ca}^{2+}$ 濃度は夏季に低く, 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, 城南区役所及び曲淵ダムともに8, 12, 1月を除いて $\text{nss- SO}_4^{2-}$ の割合が大きかった。塩基性成分比 ( $\text{NH}_4^+/\text{nss- Ca}^{2+}$ ) は, 11月を除いて $\text{NH}_4^+$ の割合が大きかった。

表 1 城南区役所（湿性沈着物）

採取期間	降水量 mm	pH	EC mS/m	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mmol/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mmol/m <sup>2</sup>	Cl <sup>-</sup> mmol/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mmol/m <sup>2</sup>	Na <sup>+</sup> mmol/m <sup>2</sup>	K <sup>+</sup> mmol/m <sup>2</sup>	Ca <sup>2+</sup> mmol/m <sup>2</sup>	Mg <sup>2+</sup> mmol/m <sup>2</sup>	H <sup>+</sup> mmol/m <sup>2</sup>
3/28 - 4/4	22.6	4.90	1.2	0.32	0.36	0.34	0.36	0.32	0.02	0.14	0.05	0.29
4/4 - 4/11	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/11 - 4/18	60.7	4.60	1.5	0.87	0.64	0.58	0.73	0.48	0.03	0.12	0.06	1.52
4/18 - 4/25	11.5	4.43	2.6	0.36	0.31	0.20	0.40	0.09	0.01	0.12	0.02	0.43
4/25 - 5/2	68.2	5.11	1.2	0.53	0.48	3.66	0.64	3.17	0.08	0.14	0.33	0.53
5/2 - 5/9	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/9 - 5/16	38.2	4.73	1.3	0.45	0.63	0.30	0.70	0.24	0.02	0.09	0.04	0.72
5/16 - 5/23	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/23 - 5/30	6.1	4.47	2.8	0.27	0.22	0.09	0.40	0.05	0.01	0.05	0.01	0.21
5/30 - 6/6	52.9	4.94	0.7	0.43	0.39	0.14	0.58	0.09	0.02	0.06	0.03	0.60
6/6 - 6/13	29.3	4.19	4.5	1.40	1.71	0.88	2.17	0.70	0.04	0.26	0.11	1.88
6/13 - 6/20	20.3	4.82	0.9	0.23	0.19	0.05	0.32	0.03	0.01	0.03	0.01	0.31
6/20 - 6/27	34.9	5.52	0.5	0.14	0.45	0.12	0.61	0.10	0.02	0.05	0.02	0.11
6/27 - 7/4	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/4 - 7/11	30.2	4.75	1.1	0.36	0.31	0.19	0.48	0.15	0.01	0.04	0.02	0.54
7/11 - 7/19	88.3	5.52	0.5	0.39	0.96	0.46	1.60	0.37	0.04	0.10	0.05	0.27
7/19 - 7/25	1.8	4.81	4.9	0.09	0.24	0.13	0.27	0.15	0.01	0.03	0.02	0.03
7/25 - 8/1	1.1	4.88	1.7	0.02	0.04	0.02	0.04	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01
8/1 - 8/8	15.6	5.48	0.8	0.09	0.28	0.19	0.41	0.18	0.01	0.02	0.02	0.05
8/8 - 8/15	7.3	5.51	1.2	0.08	0.30	0.12	0.44	0.10	0.01	0.02	0.01	0.02
8/15 - 8/22	243.1	5.45	0.4	0.62	1.17	1.35	1.77	1.28	0.11	0.11	0.15	0.87
8/22 - 8/29	24.2	4.79	1.9	0.43	1.03	0.24	1.47	0.16	0.02	0.08	0.03	0.39
8/29 - 9/5	57.4	4.48	1.7	0.90	0.60	1.05	0.60	0.76	0.03	0.08	0.09	1.92
9/5 - 9/12	27.5	5.50	1.2	0.23	0.10	1.63	0.17	1.39	0.03	0.09	0.13	0.09
9/12 - 9/20	81.6	5.55	2.1	0.82	0.27	10.72	0.46	9.30	0.17	0.30	0.98	0.23
9/20 - 9/26	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/26 - 10/3	42.7	4.72	1.3	0.49	0.60	0.75	0.71	0.65	0.03	0.05	0.07	0.81
10/3 - 10/11	43.1	4.79	1.9	0.56	0.60	2.68	0.66	2.39	0.05	0.09	0.25	0.70
10/11 - 10/17	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/17 - 10/24	9.9	5.33	3.5	0.17	0.17	2.08	0.24	1.76	0.04	0.06	0.19	0.05
10/24 - 10/31	9.8	5.23	7.9	0.37	0.24	5.16	0.28	4.39	0.09	0.11	0.48	0.06
10/31 - 11/7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/7 - 11/14	1.2	5.65	1.9	0.02	0.03	0.08	0.08	0.06	0.00	0.01	0.00	0.00
11/14 - 11/21	2.0	4.77	1.8	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.01	0.01	0.03
11/21 - 11/28	17.4	4.16	3.6	0.60	0.26	0.41	0.34	0.16	0.01	0.04	0.02	1.22
11/28 - 12/5	13.2	5.32	2.4	0.17	0.39	1.52	0.24	1.37	0.03	0.15	0.16	0.06
12/5 - 12/12	3.3	5.46	6.3	0.13	0.27	1.05	0.20	0.93	0.02	0.08	0.10	0.01
12/12 - 12/19	4.4	4.86	13.3	0.35	0.73	3.10	0.33	2.74	0.06	0.34	0.30	0.06
12/19 - 12/26	28.2	4.29	9.8	1.46	1.64	13.39	1.06	11.75	0.26	0.55	1.26	1.45
12/26 - 1/4	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/4 - 1/11	4.6	4.52	5.5	0.20	0.61	0.49	0.74	0.40	0.02	0.05	0.05	0.14
1/11 - 1/18	58.9	4.91	1.9	0.73	1.66	3.51	1.53	3.28	0.09	0.27	0.39	0.72
1/18 - 1/25	21.8	5.20	3.5	0.75	1.72	2.25	1.10	2.17	0.08	0.78	0.29	0.14
1/25 - 1/30	4.6	5.88	6.9	0.26	0.51	1.31	0.41	1.18	0.04	0.25	0.13	0.01
1/30 - 2/6	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/6 - 2/13	32.2	4.56	1.8	0.49	0.55	0.60	0.45	0.37	0.02	0.18	0.06	0.89
2/13 - 2/20	18.1	5.99	3.7	0.49	0.45	3.46	0.63	2.97	0.09	0.37	0.35	0.02
2/20 - 2/27	10.4	4.88	4.4	0.27	0.47	2.22	0.40	1.91	0.05	0.13	0.22	0.14
2/27 - 3/6	18.7	5.07	0.8	0.15	0.18	0.17	0.25	0.14	0.01	0.04	0.02	0.16
3/6 - 3/13	9.3	4.85	2.4	0.23	0.30	0.63	0.38	0.51	0.02	0.12	0.07	0.13
3/13 - 3/20	13.0	5.11	1.2	0.17	0.34	0.22	0.39	0.20	0.01	0.09	0.03	0.10
3/20 - 3/27	46.8	4.78	1.6	0.74	0.84	1.30	0.88	1.10	0.06	0.31	0.15	0.77
合計	1337.7	-	122.3	17.88	23.31	68.89	25.99	59.62	1.78	6.05	6.80	18.67
平均	-	4.85	-	0.42	0.54	1.60	0.60	1.39	0.04	0.14	0.16	0.43
最大値	243.1	5.99	13.3	1.46	1.72	13.39	2.17	11.75	0.26	0.78	1.26	1.92
最小値	0.0	4.16	0.4	0.02	0.03	0.02	0.04	0.01	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 <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup>
	mm			mS/m	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>
3/28 - 4/4	27.5	4.89	1.1	0.37	0.37	0.33	0.34	0.30	0.04	0.16	0.06	0.35
4/4 - 4/11	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/11 - 4/18	112.7	4.85	2.4	1.70	1.04	12.58	1.07	10.96	0.28	0.37	1.22	1.59
4/18 - 4/25	16.5	4.49	2.0	0.36	0.33	0.20	0.30	0.09	0.02	0.11	0.03	0.54
4/25 - 5/2	143.8	5.06	1.1	1.04	0.62	6.77	0.82	5.87	0.17	0.22	0.61	1.26
5/2 - 5/9	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/9 - 5/16	52.4	4.94	0.8	0.35	0.53	0.29	0.52	0.24	0.03	0.08	0.05	0.60
5/16 - 5/23	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/23 - 5/30	4.4	5.13	2.1	0.15	0.18	0.07	0.25	0.05	0.03	0.09	0.02	0.03
5/30 - 6/6	46.9	4.93	0.7	0.38	0.30	0.13	0.36	0.10	0.03	0.08	0.03	0.55
6/6 - 6/13	40.3	4.47	2.8	1.08	1.40	1.67	1.60	1.42	0.05	0.26	0.18	1.36
6/13 - 6/20	21.1	4.93	0.6	0.13	0.10	0.03	0.11	0.02	0.01	0.01	0.01	0.25
6/20 - 6/27	59.6	5.40	0.4	0.18	0.45	0.23	0.46	0.22	0.04	0.06	0.04	0.24
6/27 - 7/4	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/4 - 7/11	11.9	4.78	1.4	0.21	0.29	0.09	0.49	0.09	0.01	0.03	0.01	0.20
7/11 - 7/19	89.7	5.23	0.8	0.56	1.25	1.56	1.72	1.44	0.05	0.11	0.14	0.53
7/19 - 7/25	1.7	5.53	1.9	0.03	0.08	0.06	0.11	0.08	0.01	0.01	0.01	0.00
7/25 - 8/1	13.6	4.32	2.6	0.32	0.35	0.12	0.28	0.08	0.01	0.06	0.02	0.65
8/1 - 8/8	6.7	5.43	0.9	0.05	0.12	0.12	0.16	0.12	0.01	0.02	0.01	0.03
8/8 - 8/15	9.1	5.54	0.6	0.04	0.18	0.07	0.26	0.05	0.01	0.01	0.01	0.03
8/15 - 8/22	350.9	5.45	0.4	0.78	1.33	1.74	1.98	1.59	0.13	0.15	0.20	1.25
8/22 - 8/29	23.4	4.77	1.8	0.36	0.99	0.44	1.22	0.41	0.02	0.10	0.05	0.39
8/29 - 9/5	100.5	4.48	1.8	1.52	0.99	2.42	0.91	1.79	0.06	0.12	0.19	3.30
9/5 - 9/12	66.3	5.34	1.4	0.53	0.20	5.20	0.39	4.44	0.13	0.14	0.44	0.30
9/12 - 9/20	281.8	5.49	2.0	2.67	0.60	36.15	1.56	31.55	0.60	0.75	3.39	0.91
9/20 - 9/26	1.1	5.91	3.8	0.04	0.09	0.18	0.10	0.17	0.01	0.01	0.02	0.00
9/26 - 10/3	56.9	4.81	1.0	0.57	0.43	0.50	0.54	0.42	0.03	0.04	0.05	0.89
10/3 - 10/11	80.5	4.97	2.2	0.90	0.89	9.13	0.62	7.79	0.15	0.19	0.84	0.86
10/11 - 10/17	1.6	4.90	1.7	0.02	0.06	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.02
10/17 - 10/24	16.8	5.22	3.2	0.29	0.32	3.06	0.37	2.62	0.06	0.09	0.29	0.10
10/24 - 10/31	11.0	5.26	7.0	0.33	0.12	5.26	0.15	4.54	0.09	0.11	0.49	0.06
10/31 - 11/7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/7 - 11/14	7.1	6.12	3.1	0.12	0.12	1.00	0.10	0.78	0.03	0.26	0.11	0.01
11/14 - 11/21	1.0	4.33	5.7	0.05	0.08	0.13	0.04	0.14	0.01	0.02	0.02	0.05
11/21 - 11/28	14.8	4.18	3.6	0.47	0.26	0.50	0.31	0.32	0.02	0.04	0.03	0.99
11/28 - 12/5	42.9	5.51	1.4	0.36	0.58	2.83	0.29	2.37	0.18	0.39	0.30	0.13
12/5 - 12/12	6.3	5.49	3.5	0.12	0.26	1.18	0.11	1.07	0.03	0.10	0.12	0.02
12/12 - 12/19	18.7	4.84	13.7	1.30	1.68	15.46	0.80	14.06	0.30	0.79	1.50	0.27
12/19 - 12/26	42.0	4.41	10.3	2.15	2.21	24.37	1.25	21.45	0.47	0.80	2.28	1.62
12/26 - 1/4	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/4 - 1/11	4.0	4.57	6.0	0.18	0.54	0.61	0.63	0.53	0.03	0.05	0.07	0.11
1/11 - 1/18	92.2	5.02	1.6	1.05	1.68	5.00	1.56	4.56	0.19	0.31	0.54	0.89
1/18 - 1/25	21.1	5.11	3.4	0.76	1.60	2.00	1.04	1.91	0.09	0.74	0.28	0.17
1/25 - 1/30	8.4	5.95	6.6	0.50	0.97	1.95	1.04	1.77	0.08	0.40	0.18	0.01
1/30 - 2/6	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/6 - 2/13	43.8	4.74	1.5	0.67	0.64	0.88	0.53	0.77	0.04	0.31	0.12	0.80
2/13 - 2/20	35.9	4.91	4.0	1.19	0.68	6.72	1.04	5.84	0.18	0.44	0.69	0.44
2/20 - 2/27	13.9	4.95	2.9	0.27	0.47	1.59	0.46	1.41	0.09	0.11	0.15	0.16
2/27 - 3/6	20.4	5.00	0.8	0.18	0.15	0.16	0.21	0.13	0.03	0.04	0.03	0.21
3/6 - 3/13	15.0	4.81	1.9	0.34	0.38	0.49	0.40	0.40	0.06	0.17	0.07	0.23
3/13 - 3/20	26.8	4.87	1.7	0.43	0.78	0.73	0.86	0.69	0.05	0.16	0.10	0.36
3/20 - 3/27	79.6	5.00	1.4	1.11	1.20	3.23	0.94	2.83	0.15	0.66	0.37	0.80
合計	2143.6	-	121.6	26.20	27.94	157.23	28.29	137.51	4.08	9.18	15.36	23.53
平均	-	4.96	-	0.58	0.62	3.49	0.63	3.06	0.09	0.20	0.34	0.52
最大値	350.9	6.12	13.7	2.67	2.21	36.15	1.98	31.55	0.60	0.80	3.39	3.30
最小値	0.0	4.18	0.4	0.02	0.06	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00

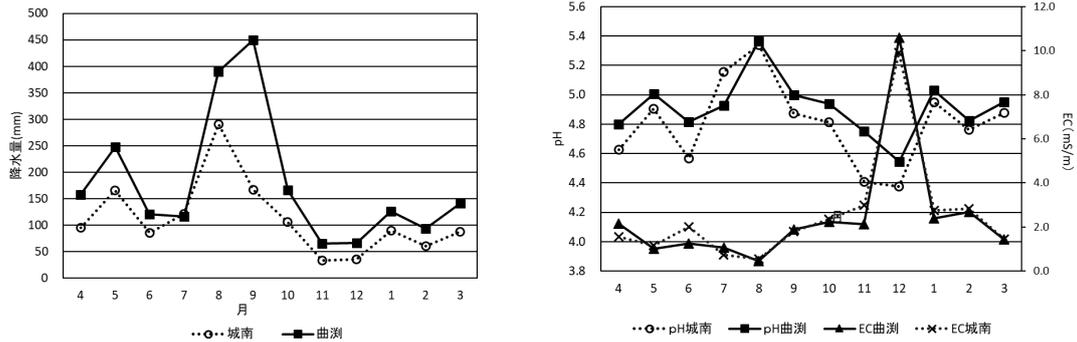


図2 令和4年度降水量, pH, ECの経月変化 (城南区役所, 曲渕ダム)

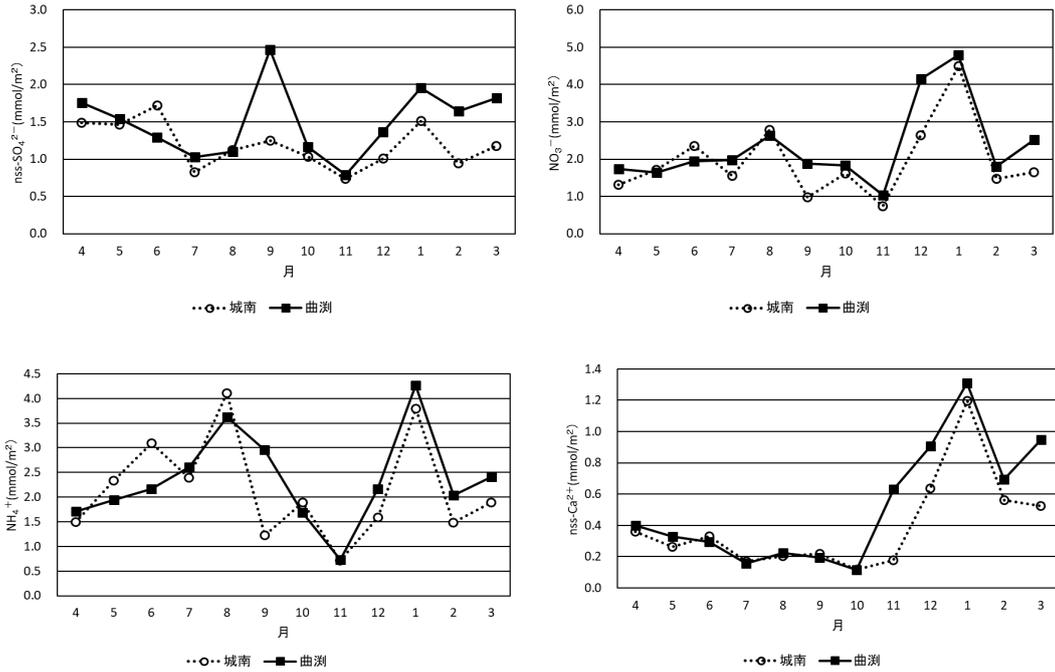


図3 令和4年度イオン成分月間沈着量の経月変化 (nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, nss-Ca<sup>2+</sup>)

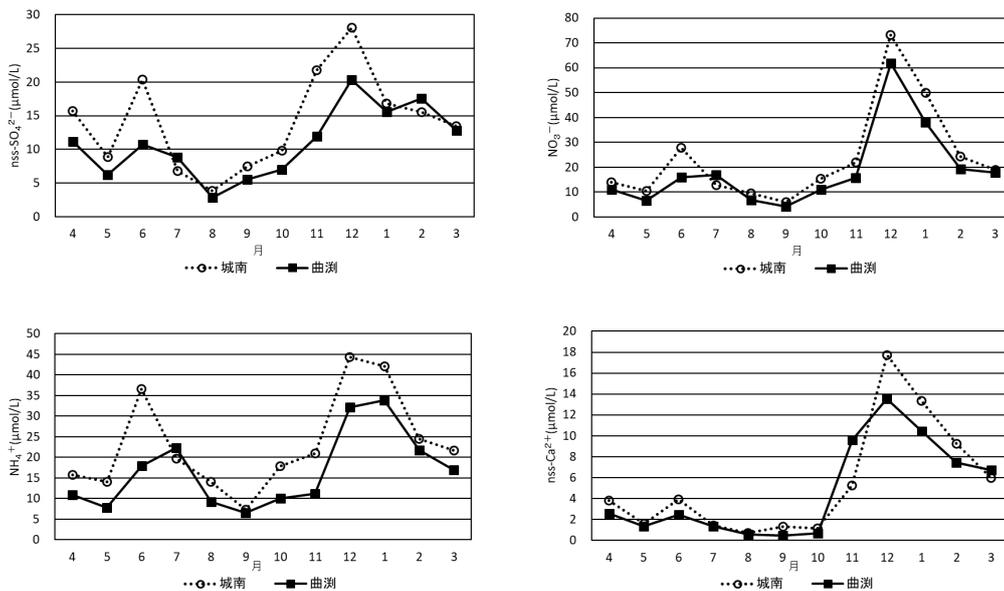


図4 令和4年度イオン成分月間加重平均濃度の経月変化 (nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, nss-Ca<sup>2+</sup>)

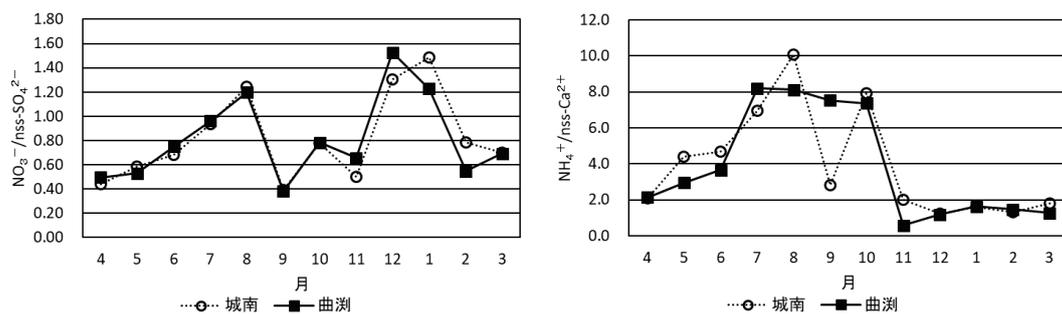


図5 令和4年度酸性成分及び塩基性成分の等量濃度比の経月変化

### 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



## VIII 学会等发表抄録



## 1 令和4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.
複数の型が検出された <i>Listeria monocytogenes</i> 集団感染事例 - 福岡市	古賀舞香 中野朝美 田上紗弥加 光安志織 松永典久 佐野由紀子	病原微生物検出情報 (IASR)	43, 195-196, 2022	1)
環境水中のストレプトマイシン分析法	高村範亮 岩永敦吏 三島桂子 濱田雅史 佐野由紀子 小林登茂子 中牟田啓子	環境化学	32 (3), 43-49, 2022	2)
福岡市における有害大気汚染物質モニタリング調査結果の解析	副田大介 佐野七穂 松本弘子	全国環境研会誌	47 (2), 21-26, 2022	3)

### 学会誌等論文発表抄録

#### 1) 複数の型が検出された *Listeria monocytogenes* 集団感染事例 - 福岡市

古賀舞香・中野朝美・田上紗弥加・光安志織・松永典久・佐野由紀子

病原微生物検出情報 (IASR)

福岡市内で、食品媒介が疑われる *Listeria monocytogenes* (LM) の感染事例が発生したため、その概要を報告した。本事例では、A 家族宅で A 家族 4 名 (a1, a2, a3, a4) 及び B 家族 4 名 (b1, b2, b3, b4) が会食し、うち 3 名 (a2, a3, b1) が翌日から翌々日に体調不良を呈した。a3 は医療機関にて LM が検出され、リステリア症と診断された。会食では、購入したそうざい 2 品、自宅調理品、生フルーツ、のり及びジュースを喫食していた。有症者便 2 検体 (a2, b1)、会食時の残品 2 検体 (そうざい①及びそうざい②) 及び会食で提供された食品の未開封品 3 検体 (そうざい②、のり及びジュース) について食中毒の原因菌の探索を行ったところ、有症者便 2 検体及び会食時の残品 2 検体から、血清型 1/2a 及び 1/2b の LM を検出した。一方、会食で提供された食品の未開封品 3 検体からは LM は検出されず、全検体において他の食中毒の原因菌も検出されなかった。当所で分離した LM 菌株と、医療機関で分離された LM 菌株について multilocus sequence typing (MLST) 及びパルスフィールドゲル電気泳動 (PFGE) を行ったところ、複数の遺伝

子型の LM が検出された。症状と LM との最終的な因果関係は不明であったが、複合的に感染していた可能性が示唆された。また、そうざい①及びそうざい②は、加熱せずに喫食可能な ready-to-eat (RTE) のデリミートであった。RTE 食品の喫食による LM 感染リスクの程度は非常に高いとされている。今回、未開封の同一ロット品が入手できなかったため、購入時点における LM による汚染の有無は確認できなかったが、複数の型の LM を検出した貴重な事例であった。

#### 2) 環境水中のストレプトマイシン分析法

高村範亮・岩永敦吏・三島桂子・濱田雅史・佐野由紀子・小林登茂子・中牟田啓子

環境化学

LC/MS/MS を用いた環境水中のストレプトマイシンの分析法を開発した。水質試料 200 mL をガラス繊維ろ紙でろ過後、ろ紙は 4 mmol/L EDTA 及び 2% トリクロロ酢酸含有 10 mmol/L リン酸二カリウム溶液 (pH4.0) で超音波抽出し、抽出液をろ液に合わせた。コンディショニングした活性炭固相カートリッジに通液し、アセトニトリル/精製水/ギ酸 (90 : 10 : 2) 溶液 40 mL でバックフラッシュ溶出後、LC/MS/MS で測定した。本法の検出下限値は 0.0013 µg/L、定量下限値は 0.0033 µg/L、添加回収率は海水で 90~93%、河川水で 79~95% であった。福岡市内

の河川及び博多湾で環境実態調査を行った結果、いずれの地点でも 0.0013 µg/L 未満であった。

### 3) 福岡市における有害大気汚染物質モニタリング調査結果の解析

副田大介・佐野七穂・松本弘子

全国環境研究会誌

福岡市における有害大気汚染物質の経年変化や測定地点の特徴把握を目的としてモニタリング結果の解析を行った。有害大気汚染物質の経年変化は、調査初期である

平成 10 年度のベンゼンを除き、環境基準等を超過した物質はなく、1,2-ジクロロエタンを除いて減少もしくは横ばいの傾向を示した。また、地点間の違いを調べるために、因子分析を行ったところ、本市の大気に影響を及ぼす因子として、工業由来や自動車排出ガス、二次生成の影響を表す因子が推定され、因子得点によるクラスタリングを用いることにより、地点間の類似性やそれぞれの地点ごとに影響を与えている因子が明らかとなり、特に自動車排出ガスや二次生成の影響によって地点間の特徴が異なることが示唆された。

## 2 令和4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	開催方式 (開催都市)	抄 録 No.
苦情相談における分析事例の紹介 (令和2, 3年度)	○吉田聖 近藤芳和子 佐多建一 小出石千明 常松順子 菅弘樹 戸渡寛法 松尾綾 安川幸恵 宮崎悦子	令和4年度食品衛生研究発表会	7/27	書面開催 (福岡市)	1)
福岡市における有害大気汚染物質 モニタリング調査結果の解析	○副田大介 中島亜矢子 島田友梨	第63回大気環境学会 年会	9/14～16	会場・WEB開催 (大阪府堺市)	2)
リアルタイムPCR法を用いたス イセンの鑑別法	○近藤芳和子 宮崎悦子	第48回九州衛生環境 技術協議会分科会	10/13～14	WEB開催 (熊本市)	3)
加工食品中に高濃度に含まれる農 薬の3層固相抽出カラムを用いた 迅速分析法の検討	○矢野智也 常松順子 佐藤秀樹 宮尾義浩	第59回全国衛生化学 技術協議会年会	10/31～ 11/1	会場 (川崎市)	4)
フェノール系酸化防止剤混合標準 溶液の長期安定性	○小出石千明 江副サハラ 常松順子 宮崎悦子 宮尾義浩	第59回全国衛生化学 技術協議会年会	10/31～ 11/1	会場 (川崎市)	5)
季節調整法を用いた博多湾の長期 水質変動解析	○有本圭佑 中山恵利 大平良一	第57回日本水環境学 会年会	3/15～17	会場・WEB開催 (愛媛県松山市)	6)

### 学会等口頭発表抄録（WEB等を含む）

#### 1) 苦情相談における分析事例の紹介(令和2, 3年度)

保健科学課 吉田聖・近藤芳和子・佐多建一・  
小出石千明・常松順子・菅弘樹\*・  
戸渡寛法\*\*\*・松尾綾\*\*\*\*・  
安川幸恵\*\*\*\*\*・宮崎悦子

\*保健医療局生活衛生部生活衛生課

\*\*環境局環境監理部環境保全課

\*\*\*博多区保健福祉センター衛生課

\*\*\*\*東区保健福祉センター衛生課

令和4年度食品衛生研究発表会

福岡市保健環境研究所では、食品に関する市民等からの相談解決のための分析を行っている。令和2, 3年度の理化学分野の検査件数は11件であり、体調不良に関するものが3件、異物に関するものが8件であった。分析の結果、異物は食品由来物が4件、金属片が2件、繊維、歯科材料がそれぞれ1件と推察された。

保育園の給食でサバのみそ煮を喫食した園児25名が喫食直後に顔面紅潮の食中毒様症状を呈した事例では、キャピラリー電気泳動装置を用いてヒスタミンを測定した。給食残品、未提供品及び保育園検

食それぞれから 720~1600 ppm のヒスタミンが検出された。

サンドイッチ及びオレンジジュースの喫食中に発見された爪様異物の事例では、エネルギー分散型 X 線分析装置（以下、「EDS」とする。）による元素組成分析の結果、歯科材料であるコンポジットレジンである可能性が示唆された。

カレーライスに混入していた金属片様異物の事例では、EDS による元素組成分析の結果、調理に使用された寸胴鍋の取っ手部分であると推察された。

マリトツォのクリームに混入していた黒色異物の事例では検鏡及びヨウ素デンプン反応の結果から、同店舗で製造された別種類のパン生地の一部であると推察された。

チキンカツに混入していた白色異物の事例では、検鏡及び EDS による元素組成分析の結果、チキンカツの原材料である鶏肉由来の骨片であると推察された。

五目揚げに混入していた硬質異物の事例では、検鏡、EDS による元素組成分析の結果等から、製造時に使用されたスライサーの錆であると推察された。

## 2) 福岡市における有害大気汚染物質モニタリング調査結果の解析

環境科学課 副田大介・中島亜矢子・島田友梨  
第 63 回大気環境学会年会

福岡市における優先取組物質の経年変化の把握や濃度変動に影響を及ぼす因子の把握を目的としてモニタリング結果の解析を行った。

長期的な経年変化の傾向を確認するため、平成 10 年度から令和 2 年度までの市内の継続調査地点（香椎、西新）における測定データを用いた。物質毎の年間増減率を算出したところ、多くの物質が約 1%~4%/年の減少傾向を示したが、1,2-ジクロロエタンは 1.57%/年（香椎）の増加傾向を示した。またジクロロメタン、ホルムアルデヒド、クロロホルムは両測定局で増減率が±1%未満であり明確な増減傾向があまり見られなかった。

また、濃度変動要因の検討を行うために近年（平成 28 年度～令和 2 年度）の測定データを因子分析に供した。因子負荷量の傾向から優先取組物質 21 物質は 5 因子に分類された。因子 1 はマンガン及びその化合物等の重金属と関係性が強く、主に移流の影響を表している可能性があると考えられた。また、因子 5 はホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドと関係性が強く、8 月をピークとした夏季に因子得点が上昇しているため、主に二次生成による影響を表し

ている可能性が示唆された。このように測定月別の因子得点と合わせて判断することで濃度変動に影響を及ぼす因子が推定された。

## 3) リアルタイム PCR 法を用いたスイセンの鑑別法

保健科学課 近藤芳和子・宮崎悦子  
第 48 回九州衛生環境技術協議会分科会

スイセンはリコリン等のアルカロイドを有毒成分として含んだヒガンバナ科の植物であり、喫食すると、嘔吐、下痢、発汗、頭痛、昏睡等を呈する。葉がニラと似ていることから、毎年全国で誤食による食中毒事例が発生している。食中毒事例発生時は、残品から LC-MS/MS 等の機器分析でリコリン等の有毒成分を調べるが、リコリンは他の植物にも含まれるため検出された場合でも原因の特定に至らないことがある。そこで、福岡市内におけるスイセン誤食による食中毒疑い事例発生に備えて、原因植物の迅速な特定を目的としてリアルタイム PCR 法による遺伝子鑑別法を検討した。その結果、残品が数 g 程度の少量の場合、調理野菜にスイセンが混入している場合及び加熱調理されている場合であってもスイセン遺伝子の検出が可能となり、食中毒疑い事例発生時の検査法として有用であると考えられた。

## 4) 加工食品中に高濃度に含まれる農薬の 3 層固相抽出カラムを用いた迅速分析法の検討

保健科学課 矢野智也・常松順子・佐藤秀樹  
宮尾義浩

第 59 回全国衛生化学技術協議会年会

福岡市保健環境研究所では、危機管理事案発生時の病因物質特定のため、農薬及び自然毒に対し危機管理用の分析法で対応しており、農薬は厚生労働省事務連絡「加工食品中に高濃度に含まれる農薬等の迅速検出法について」の迅速検出法-2 に準じて行っている。

本検討では、農薬の危機管理用分析法の迅速化のため、レトルトカレーを用い、抽出方法は酢酸エチルによる振とう抽出後無水硫酸マグネシウムによる脱水を行い、精製方法ではアセトニトリル/ヘキサン分配及び 3 層カラムを取り入れた。その結果、簡便で迅速な多検体分析が可能になった。性能評価試験において分析対象化合物の 90.8% が目標値を満足したことから、当該分析法は農薬の危機管理用スクリーニング分析法として有用であることが示唆された。

## 5) フェノール系酸化防止剤混合標準溶液の長期安定性

保健科学課 小出石千明・江副サハラ・常松順子・  
宮崎悦子・宮尾義浩

### 第 59 回全国衛生化学技術協議会年会

福岡市保健環境研究所では、食品中のフェノール系酸化防止剤 9 種について、第 2 版食品中の食品添加物分析法等に準じて HPLC による一斉分析を行っている。酸化防止剤は一般的に不安定な化合物であることから、当所では、検査毎に標準原液及び混合標準溶液を用時調製している。これらの保存条件及び使用期限に定めはなく、各試験所で定める必要がある。そこで、検査の信頼性確保を目的として、温度及び濃度が異なる条件下における 9 種のフェノール系酸化防止剤の混合標準溶液の経時的な保存安定性を評価した。その結果、100 µg/mL の混合標準溶液中で、-30°C の保存条件下では 9 種のフェノール系酸化防止剤が少なくとも 3 か月間は安定であることが分かった。また、酸化防止剤毎に安定性に差があり、特に TBHQ 及び THBP の安定性が低いことも分かった。

## 6) 季節調整法を用いた博多湾の長期水質変動解析

環境科学課 有本圭佑・中山恵利・大平良一  
第 57 回日本水環境学会年会

近年、気候変動による気温の有意な上昇は相次いで報告されている。また、九州北部に位置する博多湾においても水温が上昇傾向であることが確認され、水質や生態系への影響が懸念されている。季節変動などを分離して水質の長期傾向を推定するのに有効であると報告されている季節調整法を用い、博多湾の水質に関する長期変動解析を行った結果を報告する。

水温は全ての海域において気温の上昇が一因と思われる上昇傾向を示し、pH は外洋に近い西部海域を除き酸性化を示唆するような下降傾向がみられた。底層の DO についても下降傾向がみられ、2009 年頃から特に中部海域での下降が顕著であった。また、COD、全窒素は全ての海域において近年は横ばい傾向を示した。全りんは 1993 年頃から 2000 年頃にかけて下降傾向を示しており、閉鎖性の高い湾奥に近い海域ほど顕著にみられた。博多湾では、全りん流入負荷量の約 7 割が下水処理水に由来すると試算されており、この下降傾向は本市で 1993 年から順次導入された下水の高度処理の効果と考えられた。

## 編集委員

城戸 裕子・宮尾 義浩・船越 吾朗・阿部 有利  
坂本 智徳・島田 友梨・松平 美咲・小出石 千明  
中島 亜矢子・大久保 彰人

---

## 福岡市保健環境研究所報 (ISSN 1343-3512) 第 48 号

令和4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>

(所報Web版を掲載しておりますのでご参照下さい)

印刷所 株式会社 ビー・ピー・シー

〒 811-0216 福岡市東区大字上和白辺分野 2 1 9 番 3

T E L 092(608)1606

---



**Annual Report**  
**of**  
**Fukuoka City Institute**  
**of Health and Environment**

Volume 48

December 2023

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>