

ISSN 2435-2098

高知県衛生環境研究所報

第7号

2025

Kochi Public Health and Environmental Science

Research Institute

No.7 2025



高知県衛生環境研究所

はじめに

高知県衛生環境研究所は、本県における保健衛生及び環境行政を科学的・技術的な側面から支える中核機関として、試験検査、調査研究業務及び情報の収集・解析・発信等を行うとともに、感染症や食中毒などの健康危機事象、水質などの環境汚染事象に迅速かつ適切に対応できるよう日々業務に取り組んでおります。

直近の大きな健康危機事象である新型コロナウイルス感染症により明らかとなった当所の体制や人材等の脆弱性については、「健康危機対処計画（感染症）」の策定に始まり、実践型訓練を踏まえた改訂、関係機関で共有する検体管理システムの導入による検査の効率化などを行い、将来の事案への備えを進めております。他にも、日頃より遺伝子検査の強化、多様な微生物や化学物質の検出に対応できる技術の向上に努力を重ねております。

本所報では、令和6年度に当研究所が行いました保健環境衛生に係る試験検査、監視測定、調査事業、情報発信等の業務状況及び調査研究の成果をとりまとめております。保健衛生分野では、インフルエンザウイルスの全ゲノム解析や県内の結核菌の分子疫学調査、自然毒食中毒に対応したツキヨタケ中イルジンSの定量法の検討、また環境分野では、大気汚染物質にかかる調査研究や河川における鉛同位体比に関する基礎調査等の10題を掲載しております。

関係者の方々のご協力に感謝申し上げますとともに、ご高覧いただき忌憚のないご意見をお寄せいただければ幸いです。

今後とも、県民の健康で安全な暮らし、生活環境の確保に寄与するため、試験検査、研究等に励んでまいりますので、一層のご支援、ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

令和8年3月

高知県衛生環境研究所

所長 山村 展子

目 次

I 衛生環境研究所の概要

1 沿革	1
2 施設の概要	2
3 組織及び所掌事務	4
4 職員の配置	5

II 令和6年度業務概要

1 事業の執行状況	7
2 依頼検査の実績	28
3 調査研究事業	31
4 研究事業	32
5 教育研修指導等事業	32
6 その他	33

III 調査研究報告

1 高知県における感染症流行予測調査（2024年度） 北添 詩乃・野口 優・佐藤 亘・下元 かおり・松本 一繁 山村 展子	35
2 インフルエンザウイルスの全ゲノム解析について 佐藤 亘・別役 信乃・野口 優・下元 かおり 松本 一繁・山村 展子	43
3 高知県内で検出された結核菌の分子疫学研究（2012～2024年度） 影山 温子・前田 詩乃・下元 かおり・松本 一繁	58
4 高知県内の環境水における <i>Escherichia albertii</i> の検出状況 濱田 佳央里・前田 詩乃・尾崎 早矢香・竹中 慧・高木 春佳 下元 かおり・松本 一繁・山村 展子	65
5 高知県の環境放射能調査 ー第39報 令和6年度ー 川村 歩未・松本 葵・明神 真美・宮中 貴美・別役 由香 松本 一繁・山村 展子	71

6	ツキヨタケ中に含有するイルジン S の定量法の検討 澤田 祐貴子・松木 葵・川村 歩未	77
7	伊野合同庁舎における大気常時監視の特徴について 富田 健介・池澤 正幸・山下 浩	80
8	四万十川清流保全モニタリング状況について (2012~2024 年度調査) 菊池 那美・桑名 一誠・刈谷 玲菜・林 エリ・山下 浩	90
9	県内河川の鉛同位体調査における 1 事例について 桑名 一誠・菊池 那美・刈谷 玲菜・林 エリ・山下 浩 高橋 紗希	104

IV 資料

1	高知県における大気環境測定車の測定地点及び項目一覧 谷脇 龍・山下 浩	110
---	--	-----

V 他誌掲載論文抄録・学会等発表講演要旨

1	高知県におけるマダニ相および日本紅斑熱リケッチア保有状況調査 別役 信乃・松本 一繁・佐藤 亘・河村 有香・細見 卓司	121
2	日本紅斑熱リケッチア抗体価検査における ELISA 法適用の検討 佐藤 亘・別役 信乃・野口 優・下元 かおり・松本 一繁	124
3	高知県における蚊のサーベイランス 別役 信乃・下元 かおり・佐藤 亘・野口 優・松本 一繁	125
4	不明疾患における NGS を用いたメタゲノム解析の検討 野口 優・佐藤 亘・別役 信乃・下元 かおり・松本 一繁 川内 敦文	127
5	高知県内食中毒事例におけるノロウイルスの遺伝子解析 別役 信乃・佐藤 亘・野口 優・下元 かおり・松本 一繁 河村 有香・細見 卓司	128
6	高知県における <i>Escherichia albertii</i> の調査研究について 竹中 慧・尾崎 早矢香・高橋 富世・橋 亮介・高木 春佳 清岡 有紀・下元 かおり・松本 一繁・細見 卓司	132

VI 寄稿

1 日本紅斑熱の鑑別診断に有用な疫学のおよび臨床的特徴

福永 一郎・松本 一繁・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 137

I 衛生環境研究所の概要

1 沿革

明治31	当所の前身である衛生試験室が警察部衛生課に設置される	51.9	地方衛生研究所を強化するため、地方衛生研究所設置要綱が改正される
昭和17.1	衛生行政が警察行政から分離し、内政部衛生課に所管替えとなる	55.4	臨床病理部を病理部と名称変更
20.7	戦災のため施設、業績とも焼失し、工業試験場及び市民病院に分散して業務を継続する	61.4	公害防止センターが移転 <u>※高知県赤十字血液センター、高知県総合保健協会との合同施設「高知県保健環境センター」として、 <u>棧橋通6丁目に新築移転</u></u>
23.4	厚生省(予防・医務・公衆保健3局長)通達により、地方衛生研究所の設置要綱が示される	平成 3.2	バイオハザード対策実験室、理化学第2研究室、理化学第3研究室、食品獣疫研修室の増床(47坪)
24.7	動物舎(12坪)汚物焼却場(6坪)倉庫(3坪)を新築する	9.4	高知県行政組織規則の改正に伴い、総務課、企画研修部、保健科学部、生活科学部の1課3部制の内部組織が定められる <u>※公害防止センターが機構改革により、 企画情報科、総合環境科、 大気科、水質科の4科制となり、 名称を「高知県環境研究センター」に変更</u>
25.1	高知県衛生研究所設置条例が公布される	15.4	機構改革により、企画研修部が保健福祉課に業務移管となり、1課2部体制となる
25.7	高知県衛生研究所庶務規定が公布され、庶務課、微生物検査部、理化学試験部、病理臨床試験部、食品獣疫部の1課4部制となる	19.4	機構改革により、保健科学部が保健科学課に、生活科学部が生活科学課となり、総務課との3課体制となる <u>※環境研究センターが機構改革により、 企画担当、大気担当、水質担当の3チーフ制に変更</u>
25.10	本館(140坪)理化学試験室(68坪)獣疫試験室(12坪)及び付属建物(11坪)が落成	23.4	機構改革により、総務課が総務企画課となる
32.1	動物舎(9坪)増築、車庫(36坪)取得	29.4	保健衛生総合庁舎1期棟完成に伴い、移転
39.5	地方衛生研究所設置要綱が改正される	31.3	保健衛生総合庁舎2期棟完成に伴い、環境研究センターが移転
39.5	高知県衛生研究所規則が公布される(高知県衛生研究所設置条例廃止)	31.4	機構改革により、衛生研究所と環境研究センターを統合し、名称を「衛生環境研究所」に変更
39.6	地共済診療所建物(36坪)の貸与により内部を改装し、微生物部にウイルス病研究室を新設	令和 5.4	機構改革により、食品科学課が生活科学課となる
41.4	県立衛生検査技師養成所の開設に伴い、本館屋上2室及び車庫を教務室、講義室、実習室に当てる		
42.1	高知県行政組織規則が公布され、総務課、微生物部、理化学部、臨床病理部、食品獣疫部の1課4部制となる (高知県衛生研究所規則廃止)		
46.4	所の組織に <u>公憲部</u> が新設される		
48.3	県立衛生検査技師養成所が廃止される		
48.4	保健衛生総合庁舎に移転 公害部の業務を「公害防止センター」に移管 <u>※機構改革により保健衛生総合庁舎内にて公害防止センター(大気科、水質科、特殊公害科の3科体制)として発足</u>		

※破線部分：旧環境研究センターに係る沿革の内容

2 施設の概要

(1) 庁舎の概要

令和7年4月1日現在

ア 建築

平成31年3月

イ 構造・規模

構造 鉄筋鉄骨コンクリート造5階建（保健衛生総合庁舎）

床面積

1階	精神保健福祉センター	449.49m ²	3階	居住環境研究室	40.16m ²
	高知県後期高齢者医療広域連合	195.05m ²		アレルギー・遺伝子研究室	46.70m ²
	高知県精神障害者家族会連合会	11.96m ²		ボンベ室1	18.26m ²
	大会議室	156.98m ²		環境放射能前処理室	61.83m ²
	中会議室	74.56m ²		環境放射能資料室	15.08m ²
	中国帰国者就労生活相談室	28.84m ²		放射能測定室	32.27m ²
	災害備蓄倉庫	16.24m ²		放射能測定前室	15.24m ²
	廊下ほか	467.04m ²		天秤室	4.43m ²
	計	1400.16m ²		水質分析室	185.82m ²
2階	免疫研究室	47.08m ²		溶媒保管室	7.33m ²
	冷凍庫室	44.37m ²		冷蔵室	9.83m ²
	ウイルス研究室	35.48m ²		環境試験室1	40.54m ²
	培養室	24.11m ²		無機前処理室	68.76m ²
	バイオハザード対策実験室	26.30m ²		有機前処理室	67.45m ²
	感染動物室	5.35m ²		データ解析室	54.84m ²
	前室	6.11m ²		ボンベ室2	11.81m ²
	風除室	8.67m ²		空調機械室	21.96m ²
	空調機室	8.35m ²		第7機器室	44.81m ²
	倉庫	14.15m ²		第8機器室	30.75m ²
	チャンバー室	3.26m ²		ポンプ・コンプレッサー室	8.33m ²
	増幅産物取扱い室	66.81m ²		薬品庫	10.15m ²
	機器室	19.16m ²		天秤室2	12.25m ²
	試薬準備室	17.73m ²		精密天秤室	10.30m ²
	検体収受室	11.64m ²		環境試験室2	30.30m ²
	資材庫	45.47m ²		資材庫2	33.45m ²
	高圧滅菌室	11.17m ²		廊下ほか	238.65m ²
	乾燥滅菌室	7.29m ²		計	1121.30m ²
	低温室	6.42m ²			
	細菌研究室	57.14m ²			
	洗浄洗濯室	38.69m ²			
	電子顕微鏡室	39.07m ²			
	ボンベ庫	1.00m ²			
	暗室	12.75m ²			
	第6機器室	58.56m ²			
	大気分析室1	81.11m ²			
	所長室	21.91m ²			
	事務室	173.30m ²			
	空調機械室	21.96m ²			
	第5機器室	30.94m ²			
	大気分析室2	43.77m ²			
	アスベスト処理分析室	13.84m ²			
	水生生物・生物応答検査室	41.55m ²			
	前室	3.88m ²			
	無菌・恒温室	11.03m ²			
	測定機器保管庫	34.89m ²			
	廊下ほか	285.26m ²			
	計	1379.57m ²			

4階	医薬品研究室	39.80m ²
	GLP管理室	36.41m ²
	第1機器室	42.97m ²
	第2機器室	51.48m ²
	第3機器室	33.10m ²
	第4機器室	44.04m ²
	空調機室	26.02m ²
	コンプレッサー室	6.07m ²
	ボンベ室	3.03m ²
	試薬保管室	12.89m ²
	天秤室3	11.43m ²
	冷凍・冷蔵庫室	34.16m ²
	溶媒保管室	18.49m ²
	検体収受・均質化室	55.69m ²
	食品化学研究室	142.72m ²
	標準品調製室	14.64m ²
	資材庫3	27.80m ²
	水質第1研究室	40.78m ²
	水質第2研究室	82.72m ²
	器具洗浄室	29.16m ²
	廃液保管室	8.74m ²
	環境生物研究室	38.50m ²
	廊下ほか	258.18m ²
	計	1058.82m ²

5階	備蓄倉庫	44.50m ²
	図書・資料室	111.57m ²
	会議室1・2	149.96m ²
	倉庫	27.86m ²
	女子休憩室	23.50m ²
	(和室)	10.06m ²
	脱衣室	2.40m ²
	US	1.32m ²
	男子休憩室	22.78m ²
	(和室)	11.45m ²
	脱衣室	2.73m ²
	US	1.61m ²
	事務室1-1	30.02m ²
	事務室1-2	41.54m ²
	廊下ほか	170.74m ²
	計	652.04m ²
R階	廊下ほか	28.88m ²
車庫棟	車庫	99.69m ²
	倉庫	27.30m ²
	計	126.99m ²

3 組織及び所掌事務

令和7年4月1日現在

所長

次長

技術次長

総務・企画

- 1 庶務・経理に関すること
- 2 庁舎の維持管理及び保守に関すること
- 3 高知県感染症情報センターに関すること
- 4 高知県気候変動適応センターに関すること
- 5 試験検査の信頼性確保業務に関すること
- 6 倫理審査委員会に関すること
- 7 所内調整に関すること

保健科学課

- 1 微生物による疾病の予防に関する調査研究及び試験検査に関すること
- 2 健康の保持、増進等に係る微生物学的な調査研究及び試験検査に関すること
- 3 微生物による健康危機事象の疫学的な調査研究及び試験検査に関すること
- 4 食品及び飲料水の微生物学的な調査研究及び試験検査に関すること
- 5 衛生微生物等の調査研究及び試験検査に関すること
- 6 感染症発生動向調査に関すること
- 7 微生物のゲノム解析等、遺伝子に関する調査研究及び試験検査に関すること
- 8 前各号に掲げるもののほか、保健科学の推進に必要な調査研究及び試験検査に関すること
- 9 地域保健関係者に対する前各号に掲げるものに係る研修及び技術指導に関すること

生活科学課

- 1 理化学的要因による疾病の予防に関する調査研究及び試験検査に関すること
- 2 健康の保持、増進等に係る理化学的な調査研究及び試験検査に関すること
- 3 理化学的要因による健康危機事象の疫学的な調査研究及び試験検査に関すること
- 4 食品及び飲料水の理化学的な調査研究及び試験検査に関すること
- 5 医薬品等の調査研究及び試験検査に関すること
- 6 化学物質等の調査研究に関すること
- 7 毒性学的試験検査に関すること
- 8 室内空気等の理化学的な調査研究及び試験検査に関すること
- 9 毒物劇物の調査研究及び試験検査に関すること
- 10 家庭用品等の理化学的な調査研究及び試験検査に関すること
- 11 温泉の理化学的な調査研究及び試験検査に関すること
- 12 放射能の調査研究及び試験検査に関すること
- 13 前各号に掲げるもののほか、生活科学の推進に必要な調査研究及び試験検査に関すること
- 14 地域保健関係者に対する前各号に掲げるものに係る研修及び技術指導に関すること

環境科学課

- 1 環境保全に係る監視、測定調査及び検査に関すること
 - (1) 工場・事業場の立入検査（ばい煙等監視測定、排水監視測定）
 - (2) 大気調査（常時監視局、有害大気汚染物質測定、PM_{2.5}成分分析）
 - (3) 水質調査（公共用水域等）
 - (4) 環境汚染事故等に対する危機管理、行政依頼検査
 - (5) 騒音（航空機騒音等）・振動・悪臭の測定
 - (6) 国設栲原測定局（酸性雨等）
- 2 環境保全に係る研修及び試験研究に関すること
 - (1) 水質、大気、廃棄物等に関する調査研究
 - (2) 化学物質等による環境汚染に係る調査研究
- 3 環境保全に係る施設及び処理技術の指導に関すること
- 4 環境及び公害の情報資料等の収集に関すること

4 職員の配置

(1) 職員の構成

令和7年4月1日現在

区 分	職 員 数							合 計
	行政職	研 究 職					会計年度任用職員	
		薬剤師	獣医師	化学	農芸化学	栄養士		
所 長		1					1	1
次 長	1						1	1
技術次長			1				1	1
総務・企画	2					1	3	6
保健科学課		6	2		2		10	10
生活科学課		2		1	1	1	5	6
環境科学課		2		6	4		12	13
合 計	3	11	3	7	7	2	33	38

(2) 職員名簿

令和7年4月1日現在

課名	職 名	氏 名	課名	職 名	氏 名
	所 長	山 村 展 子		課 長 (兼)	松 本 一 繁
	次 長	山 竹 澤 和 子		一 フ	別 役 由 香
	技 術 次 長	松 本 一 繁	生 活 科 学 課	主 任 研 究 員	澤 田 祐 貴 子
総 務 ・ 企 画	総 務 チ ー プ (兼)	竹 澤 和 子		〃	松 木 葵
	企 画 チ ー プ	須 賀 由 香		研 究 員	明 神 真 未
	主 幹	二 宮 美 帆		〃	川 村 步 未
	〃	柏 木 陽 子		会 計 年 度 任 用 職 員	宮 中 貴 美
	会 計 年 度 任 用 職 員	竹 村 佐 智 子			
	〃	公 文 菊 子			
	〃	西 山 貴 雄			
保 健 科 学 課	課 長 兼 ウ イ ル ス チ ー プ	下 元 か お り	環 境 科 学 課	課 長 兼 環 境 保 全 チ ー プ	山 下 浩
	保 健 細 菌 チ ー プ	影 山 温 子		大 気 チ ー プ	富 田 健 介
	食 品 細 菌 チ ー プ	尾 崎 早 矢 香		水 質 チ ー プ	林 エ リ
	主 任 研 究 員	小 松 隆 志		主 任 研 究 員	刈 谷 玲 菜
	〃	濱 田 佳 央 里		〃	細 井 健 太 郎
	〃	佐 藤 亘		〃	谷 脇 龍
	〃	野 口 優		研 究 員	杓 谷 甫 律
	研 究 員	北 添 詩 乃		〃	大 原 光 生
	〃	前 田 詩 乃		〃	大 菊 地 那 美
	〃	内 田 真 沙 美		〃	竹 内 翠
			会 計 年 度 任 用 職 員	福 井 佳 苗	
				立 川 真 誠	
				立 川 真 弓	

Ⅱ 令和6年度業務概要

1 事業の執行状況

【企画担当】

1 感染症情報センター

「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11年4月1日施行）に基づき実施している感染症発生動向調査事業において、「高知県感染症情報センター」として県内で発生した感染症の状況を把握・分析するとともに、その情報を提供している。

具体的には、医療機関からの届出により感染症の種類や患者数等を把握し、週報・月報・隔年報を作成してホームページや報道機関等を介して公開するとともに、医師会、学校等の関係機関に通知している。

特に週報では、流行の高まりに応じて「注意報」や「警報」を示すとともに、感染症の特徴や予防法を掲載して感染対策を呼びかけている。また、令和6年度は「高知県感染症発生動向調査事業報告第22号」（対象期間：令和5年1月～令和6年12月）を作成し、感染症の発生推移や病原微生物の分離状況を取りまとめるとともに、増加傾向にある梅毒や特徴のあるダニ媒介感染症の発生状況等について分析し、考察した。

表1 全医療機関から届出のあった全数把握感染症（令和6年度）

分類	疾病名	月	報告月											総計	
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月		3月
2	結核		4	4	5	7	2	6	9	7	5	4	6	5	64
3	腸管出血性大腸菌感染症			1			3	1					1	1	7
4	A型肝炎		1											1	2
	重症熱性血小板減少症候群(SFTS)		1	3		1		1	1	1					8
	つつが虫病									2					2
	デング熱										1				1
	日本紅斑熱			2	2	1	2		1	1					9
	マラリア			1											1
	レジオネラ症				1	3			1	2	1			1	9
5	アメーバ赤痢					1									1
	ウイルス性肝炎												1	1	2
	カルバペネム耐性腸内細菌目細菌感染症				2		2	2	2	1	1		1		11
	急性弛緩性麻痺				1		1								2
	劇症型溶血性レンサ球菌感染症		1				1	1	1		1		1		6
	後天性免疫不全症候群(HIV感染症を含む)						2	1			1				4
	侵襲性インフルエンザ菌感染症		2	2		1	1			1			1	1	9
	侵襲性肺炎球菌感染症		2	2	1	2			2	1	2	3		3	18
	水痘(入院例)											1		1	2
	播種性クリプトコックス症								1						1
	破傷風									1					1
	梅毒		2	2	6	4	6	5	1	5	6	3	7	2	49
	百日咳				1	1	1	1			1	1	8	74	88
総計		13	17	19	21	21	19	19	21	19	12	26	90	297	

単位：人（保健所受理日で集計）

表2 定点医療機関から報告がある定点把握感染症（令和6年度）

定点区分	疾病名	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
内科・COVID-19	インフルエンザ	425	70	14	70	51	46	41	168	4,671	7,054	476	78	13,164
	新型コロナウイルス感染症	478	677	764	3,451	2,713	811	473	239	898	1,941	940	586	13,971
小児科	咽頭結膜熱	28	36	30	51	14	24	8	25	16	10	17	20	279
	A群溶血性レンサ球菌咽頭炎	291	331	343	257	214	146	233	261	315	206	238	246	3,081
	感染性胃腸炎	222	362	240	249	233	192	206	171	175	283	491	730	3,554
	水痘	18	20	11	7	12	16	10	16	29	19	7	10	175
	手足口病	67	462	633	377	498	536	947	566	222	28	5	3	4,344
	伝染性紅斑	2	3			1	1	10	24	60	111	83	57	352
	突発性発疹	18	39	37	20	34	26	35	32	13	17	19	21	311
	ヘルパンギーナ	9	131	214	125	72	51	34	12	3	1			652
	流行性耳下腺炎		5	2	5	3	1	2	1	2	3	2		26
	RSウイルス感染症	69	137	184	417	442	110	59	24	8	15	53	128	1,646
眼科	急性出血性結膜炎													
	流行性角結膜炎				1			5	4	5	2	3	6	26
STD	性器クラミジア感染症	7	7	4	10	10	8	7	9	5	8	9	8	92
	性器ヘルペスウイルス感染症	2		1		2		1		2		1	2	11
	尖圭コンジローマ	1	1		1	1	2	2	1		1	2		12
	淋菌感染症		1		2	2	3	1	2		1		1	13
基幹	細菌性髄膜炎	1	1	1	2	1				1			1	8
	無菌性髄膜炎				1			1				2	1	5
	マイコプラズマ肺炎	3	10	20	16	37	40	82	61	59	40	20	14	402
	クラミジア肺炎（オウム病は除く）					1		1		2				4
	感染性胃腸炎（ロタウイルスに限る）	1		5	1					1	1	2	2	13
	メチシリン耐性黄色ブドウ球菌感染症	21	32	21	12	15	25	32	26	22	38	31	26	301
	ペニシリン耐性肺炎球菌感染症	1			1								1	3
	薬剤耐性緑膿菌感染症										1	1		2
計	1,664	2,325	2,524	5,076	4,356	2,038	2,190	1,642	6,510	9,780	2,402	1,940	42,447	

単位：人（報告日の月数で集計）

2 気候変動適応センター

地球温暖化に対処するためには、温室効果ガスの排出削減等を図る緩和策（地球温暖化対策の推進に関する法律）とともに、現在又は将来予測される被害の回避・軽減を図る適応策（気候変動適応法）を両輪とした取組が必要である。このため、平成31年4月、気候変動に伴う影響や適応策に関する情報の収集・提供及び県民等への啓発を行う拠点として、当所に「高知県気候変動適応センター」を設置した。

令和6年度は、国の動向に沿い、気候変動による影響の中でも特に身近で重要な課題となっている熱中症に関する啓発を強化した。

5～6月には、令和3年度から3年間実施した気候変動による暑熱・健康等への影響に関する国立環境研究所との共同研究について、県内各地の熱中症指数と熱中症の発生状況の関係やよさこい祭等のイベントにおける熱中症リスク等に関する成果をとりまとめてホームページに掲載し、注意喚起を行った。

7月には、環境団体・市町村と連携し、気候変動とその影響・対応策について親子で楽しみながら学べる啓発イベント「ミライ地球ガチャ」を高知市・香美市で実施し、熱中症予防の三原則を記載したくろしおくんの紙製うちわを配付した。

このほか、WBGT計（熱中症指数測定器）の貸出しを継続するとともに県民啓発の新たな取組として「県政出前講座」にエントリーした。

3 試験検査の内部精度管理

食品の微生物学・理化学的な試験検査、疾病の予防及び健康の保持増進等に係る微生物学的な試験検査及び医薬品等の試験検査の信頼性を確保するため、内部監査、内部点検による精度管理を実施している。

令和6年度は、感染症のウイルス検査・細菌検査に関する内部監査、高知県食品衛生監視指導計画に基づき実施した食品の微生物学・理化学的検査の内部点検、高知県で製造される医薬品等の規格に関する試験検査の自己点検・マネジメントレビューを実施し、必要な指示を行い、改善を確認した。

4 倫理審査委員会

当所において実施する人を対象とする生命科学・医学系研究が、個人の尊厳及び人権の尊重、個人情報保護、その他の倫理的観点及び科学的観点から適切に行われることを目的に「高知県衛生環境研究所倫理審査委員会」を設置し、対象となる研究については倫理審査を経て実施している。

令和6年度は11月に開催し、令和4年度承認の「日本紅斑熱リケッチア抗体価検査法の改良」及び令和5年度承認の「高知県内におけるマダニの日本紅斑熱病原体の保有状況調査」について、研究計画の変更が承認された。

【保健科学課】

1 調査事業

(1) 感染症予防対策

① 感染症発生動向調査事業

病原体定点医療機関（13 機関）から送られてくる便、咽頭ぬぐい液等 796 検体について細菌やウイルス検査を実施し、計 718 件のウイルス及び計 13 件の細菌が検出された。検出された病原体は新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）、ヘルペスウイルス、エンテロウイルスが上位を占めた。

表 3 感染症発生動向調査病原体検査実施状況 (令和 6 年度)

種別	件数	備考	
ウイルス	764	分離・検出率	718/764 94.0%
細菌	32	分離・検出率	13/32 40.6%
計	796	分離・検出率	731/796 91.8%

表 4 検出病原体一覧 (令和 6 年度)

病原微生物	総計
アデノウイルス	18
アストロウイルス	2
エンテロウイルス	97
ヘルペスウイルス	127
ヒトメタニューモウイルス	3
インフルエンザウイルス	82
ノロウイルス	18
パラインフルエンザウイルス	4
RS ウイルス	3
ライノウイルス	91
ロタウイルス	1
サポウイルス	1
新型コロナウイルス (SARS-CoV-2)	271
ストレプトコッカス・ピオゲネス	8
スタフィロコッカス・サブプロフィティカス	1
スタフィロコッカス・シミュランス	1
その他病原性大腸菌	3
計	731

また、結核菌の反復配列多型分析 (VNTR) 及びカルバペネム耐性腸内細菌目細菌 (CRE) 検査を実施した。

ア 結核菌反復配列多型分析 (VNTR)

高知県内の結核患者から分離された結核菌について VNTR 法による遺伝子型別を行うことで、集団感染疑いに対し科学的根拠を提供すること、また県内の結核患者菌株のデータベースを作成し、感染源・感染経路の究明及び結核の二次感染予防対策に役立てることを目的として、平成 24 年度から結核発生動向調査 (分子疫学的調査) 事業を行っている。

当所では従来、結核菌の遺伝子中に存在する多重反復配列領域のうち、Japan Anti-Tuberculosis Association(JATA)(12)-VNTR 分析法に用いられている 12 領域、JATA(15)-VNTR 分析法で追加されている 3 領域、超多変領域に属する 3 領域の計 18 領域を対象としていた。令和 5 年度からは、キャピラリー・シーケンサーを用いたフラグメント解析を導入し、上記 18 領域に加え、6 領域を追加した全 24 領域を対象に検査を実施している。併せて、これまでに蓄積された遺伝子情報から、過去の検体との一致について確認し、保健所や健康対策課へ情報を提供している。

令和 6 年度は 22 検体について検査を実施した。過去の検体と 12 領域の一致について確認したところ、9 検体が一致したが、24 領域全て一致する検体は 5 検体であった。

平成 24 年 12 月から令和 7 年 3 月の期間に検査を実施した検体数は、計 333 検体となった。

イ カルバペネム耐性腸内細菌目細菌 (CRE) 検査

カルバペネム耐性腸内細菌目細菌 (CRE) 感染症は、平成 26 年 9 月から感染症法に基づく感染症発生動向調査における 5 類全数把握疾患に位置づけられた。全国の地方衛生研究所では、平成 29 年 3 月から CRE として届出対象となった菌株について薬剤耐性遺伝子等の検査を行い、院内感染対策上重要となるカルバペネマーゼ産生の有無等を確認している。令和 6 年度は 11 検体について検査を実施し、うち 10 検体からカルバペネマーゼ遺伝子を検出した。検出されたカルバペネマーゼ遺伝子は 4 検体が IMP 型、4 検体が EBC 型、1 検体が SHV 型及び CTX-M-1group 型、1 検体が NDM 型であった。

また、令和 4 年度から院内感染が発生していた県内の医療機関に対して、地域の感染対策専門家 (医師・看護師)、国立感染症研究所、保健所等による介入支援が実施された。当所は 24 検体について行政依頼検査を実施し、うち 17 検体からカルバペネマーゼ遺伝子を検出した。検出されたカルバペネマーゼ遺伝子は全て IMP 型で、その塩基配列の詳細な型別は IMP-6 であった。

表 5 CRE 感染症届出状況及び薬剤耐性遺伝子検出状況 (令和 6 年度)

菌名	届出数	検査数	カルバペネマーゼ遺伝子の検出	他の β -ラクタマーゼ遺伝子の検出
<i>Enterobacter cloacae</i>	7	7	2	4
<i>Escherichia coli</i>	2	2	2	0
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2	2	1	1
計	11	11	5	5

② 感染症流行予測調査

令和 6 年度の感染症流行予測調査事業では、県内の 337 名（男性 127 名、女性 210 名）に協力を得て、インフルエンザ・麻しん・風しんの抗体保有状況を調査した。

また、感染源調査として、ブタ血清で日本脳炎抗体保有状況を調査し、ブタ鼻腔拭い液で新型インフルエンザウイルスの出現を監視した。

インフルエンザ：2024/25 シーズンのワクチンに使用されている株に対する HI 抗体価について、抗体保有状況を調査した。感染を防御できる抗体保有率（有効防御免疫の指標とみなされる HI 抗体価 40 倍以上：以下、抗体保有率という。）の平均は A/Victoria/4897/2022 [A(H1N1)pdm09 亜型] 21.7%、A/California/122/2022 [A(H3N2) 亜型] 27.9%、B/Phuket/3073/2013 [B 型(山形系統)] 55.8%、B/Austria/1359417/2021 [B 型(ビクトリア系統)] 24.9%であった。

麻しん：麻しん抗体陽性である 4 以上の抗体保有率は全体で 83.4%であった。

風しん：風しん抗体陽性である 8 倍以上の抗体保有率は男性 92.9%、女性 95.2%、全体では 94.4%であった。感染を防御できると考えられている 32 倍以上の抗体保有率は男性 71.7%、女性 76.7%、全体では 74.8%だった。

日本脳炎：6 月から 9 月にかけて県内産ブタ（生後約 6 か月） 90 頭の血中の日本脳炎ウイルスに対する抗体を検査した。6 月 4 日に採血したブタ血清より、HI 抗体保有率が 100%、新鮮感染を示す 2ME 感受性抗体保有率が 75%認められた。

新型インフルエンザ：季節性インフルエンザ以外の新型ウイルスの出現を監視するため、6 月から翌年 3 月にかけて県内産ブタ（各月 10 頭、計 100 頭）の鼻腔拭い液を検体として採取した。この検体についてリアルタイム RT-PCR 検査を行ったところ、A 型及び B 型インフルエンザウイルスは検出されなかった。

表 6 感染症流行予測調査実施状況 (令和 6 年度)

種 別	検体数	備 考
インフルエンザ	337	ヒト：抗原 4 種類に対する HI 試験
麻しん	337	EIA 法
風しん	337	HI 試験
日本脳炎	90	ブタ：HI 試験， 2-ME 感受性検査
新型インフルエンザ	100	ブタ：リアルタイム RT-PCR 検査
計	1,201	

(2) 感染症・食中毒等の健康危機対応

食品等に起因する食中毒の発生や感染症が疑われる患者発生時に、保健所からの依頼に基づき細菌、ウイルスの同定検査を実施し、保健所が実施する汚染源の確認、拡大防止等を支援した。

① ウイルス検査

ア 感染症に係る検査

保健所からの行政依頼により、ダニ及び蚊媒介感染症について検査を実施し、日本紅斑熱リケッチア、つつが虫病リケッチア、SFTS ウイルス、デングウイルスを検出した。その他、麻しん・風しん、急性弛緩性麻痺、エコーウイルス 11 型感染症の検査を実施し、ウイルスは検出されなかった。

イ 食品安全対策に係る検査

薬務衛生課の依頼により、年間計画に基づき検査を行った。生食用カキ 1 検体、長太郎貝 3 検体の合計 4 検体についてノロウイルスの検査を実施し、ウイルスは検出されなかった。

ウ 食中毒に係る検査

食中毒（疑いを含む）104 検体（便、拭き取り液）について検査を実施し、ノロウイルス GI1 検体、ノロウイルス G II 46 検体を検出した。

表 7 行政依頼検査実施状況（ウイルス）（令和 6 年度）

	検査依頼内容	検体数	陽性数	陽性内訳
感 染 症	ダニ媒介感染症 (日本紅斑熱・つつが虫病 ・SFTS)	132	22	日本紅斑熱リケッチア 10 検体 つつが虫病リケッチア 4 検体 SFTS ウイルス 8 検体
	蚊媒介感染症 (デング熱・ジカウイルス 感染症・チクングニア熱)	2	2	デングウイルス 1 検体 デングウイルス NS1 抗原 1 検体
	麻しん・風しん	8	0	
	急性弛緩性麻痺	5	0	
	エコーウイルス 11 型感染症	4	0	
	HIV	1	—	(国立感染症研究所への 行政依頼：HIV-2RNA 検査)
食 品 等	食品安全対策検査 (貝類のノロウイルス)	4	0	
	食中毒（便）	94	47	ノロウイルス G I 1 検体 ノロウイルス G II 46 検体
	食中毒（拭き取り液）	10	0	
	ノロウイルスシークエンス	18	18	ノロウイルス G II.17 18 検体

エ 新型コロナウイルス（COVID-19）感染症

県内流行ウイルス株把握のため、病原体発生動向調査定点医療機関の検体提供協力により、271 検体についてゲノム解析を実施した。

表 8 新型コロナウイルスゲノム解析状況 (令和 6 年度)

BA.2 系統	JN.1 系統	KP.1 系統	KP.2 系統	KP.3 系統	MC 系統	XDQ 系統	XEC 系統	XEK 系統	解析 不能	計
3	3	1	2	137	5	11	33	1	75	271

② 細菌検査

ア 感染症にかかる検査

(ア) 三類感染症・四類感染症

三類感染症については、腸管出血性大腸菌の接触者検便 16 検体、陰性確認 2 検体の検査を実施し、1 検体が陽性であった。

四類感染症については、レジオネラ症患者発生に伴う浴槽水 1 検体及びシャワー水 1 検体のレジオネラ属菌検査を実施し、検出されなかった。

(イ) その他感染症

百日咳疑い 21 検体の検査を実施し、9 検体から百日咳菌を検出した。その 9 検体について、マクロライド耐性百日咳菌の検査を実施し、1 検体からマクロライド耐性百日咳菌が検出された。

カルバペネム耐性腸内細菌目細菌（CRE）感染症のアウトブレイクに伴う院内患者 24 検体のスクリーニング検査を実施し、17 検体が IMP-1 型（IMP-6）陽性であった。

表 9 行政依頼検査実施状況（細菌） (令和 6 年度)

	検査依頼内容	検体数	陽性数	陽性内訳
感 染 症	腸管出血性大腸菌	18	1	O157:H7、VT2 1 検体
	レジオネラ属菌	2	0	
	百日咳菌	21	9	9 検体中、マクロライド耐性 1 検体
	カルバペネム耐性 腸内細菌目細菌	24	17	IMP-1 型（IMP-6） 17 検体
	レプトスピラ属菌	2	—	(国立感染症研究所への行政依頼)
	ブルセラ属菌	1	—	(国立感染症研究所への行政依頼)

イ 食品安全対策にかかる検査

薬務衛生課の依頼により、年間計画に基づき検査を行った。

このうち、アイスクリーム類について、3検体が大腸菌群陽性となり、規格基準に不適合となった。その他の検体については、規格基準又は旧衛生規範に適合していた。

表 10 食品安全対策検査実施状況（細菌）（令和 6 年度）

分類	種別		判定検査項目	検体数	項目数	参考検査項目	
規格基準	乳等	牛乳	生菌数 大腸菌群	14	28		
		加工乳		2	4		
		乳飲料		14	28		
	アイスクリーム類・氷菓	アイスクリーム類	生菌数	25	75	サルモネラ属菌	
		氷菓	大腸菌群	17	51		
	生食用鮮魚介類		腸炎ビブリオ	55	165	生菌数 大腸菌群(42検体陽性)	
	加熱食肉製品	加熱後包装	サルモネラ属菌 黄色ブドウ球菌数 E.coli	3	9		
		包装後加熱	大腸菌群 クロストリジウム属菌	1	2		
	生食用カキ		生菌数 E.coli 腸炎ビブリオ	1	3		
	動物用医薬品 (残留抗生物質簡易検査法)	県内産養殖ウナギ	輸入ウナギ蒲焼き	ペニシリン系	3	12	
			市販豚肉、牛肉、鶏肉	テトラサイクリン系	2	8	
		魚介類	魚介類	アミノグリコシド系	9	36	
牛乳			マクロライド系	10	40		
牛乳		牛乳	ベンジルペニシリン	5	5		
旧衛生規範	漬物	浅漬	大腸菌 腸炎ビブリオ	8 ^(*)	24	EHEC (O157)	

(*) 浅漬 8 検体のうち 2 検体は製造工程から浅漬に該当せず、検査結果は参考値とした。

ウ 食中毒にかかる検査

食中毒（疑いを含む）事例 19 件、123 検体（便、食品、拭き取り液）について検査を実施した。また、菌株の同定依頼が 3 検体あり、検査を実施した結果、それぞれサルモネラ属菌（4:i:UT）、大腸菌 OUT（病原因子陰性）、カンピロバクター・ジェジュニであった。

表 11 行政検査依頼実施状況（細菌）

（令和 6 年度）

	検体の種類	検体数	分離菌株数	分離菌株の内訳	
食中毒	便	85	47	腸管毒素原性大腸菌（ETEC）（LT）	1
				腸管病原性大腸菌（EPEC）（ <i>eae</i> ）	1
				カンピロバクター・ジェジュニ	9
				中温性エロモナス	1
				黄色ブドウ球菌（エンテロキシン G,I）	3
				黄色ブドウ球菌（エンテロキシン A,H）	1
				黄色ブドウ球菌（エンテロキシン A）	2
				ウェルシュ菌	1
				サルモネラ・トンプソン（7:k:1,5）	3
				サルモネラ・エンテリティディス（9:g,m:-）	10
				サルモネラ属菌（4:i:UT）	1
				スタフィロコッカス属菌	9
				他の下痢原性大腸菌（ <i>astA</i> ）	3
				他の下痢原性大腸菌（ <i>afaD</i> ）	2
食品	28	0			
拭取り液	10	1	中温性エロモナス	1	

(3) 精度管理

① 食中毒細菌検査研修における精度管理（細菌検査）

食中毒細菌検査研修を開催し、食中毒菌株を用いた精度管理を実施した。食肉衛生検査所（高知県・高知市）及び高知市保健所の計 3 か所が参加し、当所は検査結果の報告を評価した。

② 外部精度管理（細菌検査）

ア 厚生労働省が主催する「コレラ菌の同定検査」、「腸管出血性大腸菌の遺伝子検査」、地域保健総合推進事業に係る「CREにおけるβ-ラクタマーゼ遺伝子の検出」の外部精度管理に参加した。また、厚生労働科学研究の「腸管出血性大腸菌株の遺伝子型別検査法（MLVA法、PFGE法）」、「結核菌の遺伝子型別検査（VNTR）」、「レジオネラ属菌培養検査」の精度管理に参加した。そのうち、レジオネラ属菌培養検査において結果が一部誤っていたが、操作方法を検討し、改善を確認した。

イ 食品衛生検査について、一般細菌数、黄色ブドウ球菌の外部精度管理を実施し、結果が適正であることを確認した。

③ 外部精度管理（ウイルス検査）

厚生労働省が主催する「麻しん・風しんウイルスの遺伝子解析」の外部精度管理に参加し、結果が適正であることを確認した。

(4) 高知県におけるウエストナイルウイルス、デングウイルス、ジカウイルス及び日本脳炎ウイルス媒介蚊の実態調査

保健所と協働で、蚊及び蚊媒介性ウイルス（ウエストナイルウイルス、デングウイルス、ジカウイルス、日本脳炎ウイルス）の実態調査（通年）を実施した。

また、県内でデング熱患者の発生届出（輸入感染症例）があったことに伴う周辺地域の調査を行ったが、蚊は採集されなかった。

表 12 ウイルス媒介蚊の実態調査 (令和 6 年度)

	安芸	中央東	高知城	中央西	須崎	幡多	計
アカイエカ群	15	12	79	73	99	4	282
コガタアカイエカ	2	51	2	100	9	6	170
ヒトスジシマカ	1	0	28	0	1	9	39
オオクロヤブカ	1	1	0	8	4	2	16
シナハマダラカ	0	1	0	0	0	0	1
その他	0	0	17	25	2	0	44
同定不能	0	0	2	14	0	1	17
合 計	19	65	128	220	115	22	569

2 行政及び一般依頼検査

(1) 行政依頼検査（健康危機対策以外）

行政機関等から依頼された検査は、雨水・井水の大腸菌検査依頼が 12 検体及びクーリングタワーのレジオネラ属菌検査依頼が 1 検体あった。

(2) 一般依頼検査

事業所等より依頼されて検査した件数は 12 件（36 検体）で、内訳は検査業務実績調(2)一般依頼に示した。

(3) 高知市保健所委託検査

感染症発生動向調査は 50 件の検査を実施した。内訳は、検査業務実績調(3)高知市保健所委託検査実績に示した。

【生活科学課】

1 調査事業

(1) 環境放射能水準調査事業及び高知県原子力災害避難等実施計画による平常時モニタリング

昭和30年代、諸外国の核実験に伴う放射性降下物の漸増に対処するため、文部科学省（旧：科学技術庁 現在は原子力規制庁）の委託事業として、各都道府県等で環境放射能に関する調査研究が始められた。当所は昭和36年からこの環境放射能水準調査事業に参加しており、環境試料の分析及び空間放射線量率測定を行っている。

令和6年度は雨水、降下物、食品（乳、魚、野菜、水道水）、土壌の計107検体の分析を行い、一部試料を公益財団法人日本分析センターへ送付し、クロスチェック等を行った。

また、高知県は、最寄りの原子力発電所（伊方発電所）から最も近い県境で45キロメートルにあり、危機管理上の観点から平成28年8月に高知県原子力災害避難等実施計画を策定している。このことから、近隣の原子力発電所の緊急事態発生時における放射性物質又は放射線の放出による県内の環境への影響を評価するため、平常時から県内各所でモニタリング調査を実施し、測定結果を整理・保管することとしている。

令和6年度は高知城公園すべり山にて地上1メートルの空間放射線量率の調査を計4回実施した。

表13 環境放射能水準調査

(令和6年度)

種 別		試料数	備 考
全ベータ（β線）	降 水	84	降雨ごと
核種分析（γ線）	降下物	12	雨水、ちり（1か月）
	土 壤	2	0-5cm、5-20cm
	食 品	5	乳、水、魚、野菜2
	大気浮遊じん	4	3か月分を測定
空間放射線量率（γ線）	定 点	—	県下5モニタリングポスト （24時間自動測定）
合 計		107	

表14 高知県原子力災害避難等実施計画による平常時モニタリング調査

(令和6年度)

調査項目	調査回数	備 考
地上1m空間放射線量率	4	危機管理・防災課
合 計	4	

(2) 化学物質リスク研究事業

室内空気環境は人が日常生活の大半の時間を過ごす空間であり、食品・飲料水や大気に匹敵する重要な曝露媒体となっており、可塑剤、難燃剤、防蟻剤、殺虫剤などに使用される準

揮発性有機化合物（SVOC）の室内濃度指針値を策定するためには、全国規模での曝露量把握、リスク評価などが必要不可欠である。

そこで、国の室内空気環境汚染化学物質の安全対策に係る施策に貢献することを目的に、厚生労働行政推進調査事業費補助金（化学物質リスク研究事業）「室内空気汚染化学物質の標準試験法の開発・規格化および国際規制状況に関する研究」に協力機関として参加し、令和6年度は県内7家庭の室内環境について空気のサンプリングを行った。

2 行政及び一般依頼検査

(1) 行政依頼検査

ア 家庭用品の有害物質検査

薬務衛生課の依頼により、有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律に基づく試買品の検査を実施し、令和6年度は幼児用等衣料品68検体及び家庭用洗剤7検体計75検体について、ホルムアルデヒド、容器落下試験など6項目延べ103件の試験を行った。全ての検体について違反するものは認められなかった。

イ 医薬品等規格検査

薬務衛生課の依頼により、県内で流通している医薬品の品質を確保するため、医薬部外品1検体の規格検査を実施し、製造承認書の規格と一致することを確認した。

ウ 食品関係

薬務衛生課等の依頼により、年間計画に基づき検査を行った。

(ア) 農産物の残留農薬検査

県内産野菜60検体について、農薬等168種類の化合物成分を分析した。延べ8,880件の分析を行った結果、基準値を超える農薬等は検出されなかった。

(イ) アレルギー食品の検査

菓子や加工食品等35検体について、ELISA法により特定原材料3種（卵、乳、小麦）のスクリーニング検査を実施した。そのうち、乳を使用した旨の表示がない1検体から乳が検出された。

(ウ) 動物用医薬品

県内産養殖ウナギ3検体、輸入ウナギ蒲焼き2検体、市販の豚肉・牛肉・鶏肉それぞれ3検体、牛乳5検体、魚介類10検体について、動物用医薬品32種類延べ923件の分析を行った。いずれの検体からも規制対象物質は検出されなかった。

(エ) 二枚貝の貝毒検査

貝毒による食中毒の未然防止を図るため、浦ノ内湾で採取したカキ1検体について下痢性貝毒及び麻痺性貝毒の検査を行った。暫定基準値を超える貝毒は検出されなかった。

(オ) 健康食品中のセンノシド等の検査

市販痩身用健康食品2検体について7項目の成分分析を行った。いずれの検体からも規制対象物質は検出されなかった。

(カ) 牛乳等の成分規格検査

県内で加工された牛乳等16検体について無脂乳固形分、乳脂肪分、比重、酸度を測定した。すべての検体が規格基準を満たしていた。

(キ) シラス干しの食品添加物（過酸化水素）検査

シラス干しの過酸化水素の検査を 20 検体行い、1 検体から使用基準値を超える過酸化水素が検出された。

(ク) 加熱食肉製品の食品添加物（亜硝酸根）検査

県内で製造された加熱食肉製品 4 検体について、亜硝酸根の検査を行った。すべての検体で成分規格基準値を超える亜硝酸根は検出されなかった。

エ 外部精度管理

令和 6 年度は、水道水質検査、食品試料中の農薬や動物用医薬品の定量試験及び医薬品等規格検査についての外部精度管理を実施した。また、厚生労働科学研究費補助金（食品衛生検査施設等の検査の信頼性確保に関する研究）の特定原材料検査における外部精度管理調査研究に参加した。そのうち、動物性医薬品の結果において、ばらつきを示す R 範囲が管理限界線を上回った。手技のばらつきや機器コンディションの影響等が考えられたため、要因の検証を行い、改善、検査精度の向上を図った。

オ 内部精度管理

令和 6 年度は、残留農薬検査（GC-MS/MS、LC/QToF-MS）、動物用医薬品検査、過酸化水素検査の計 4 検査について内部精度管理を行った。すべての検査で、精度管理標準作業書に定められている評価基準を満たしていた。

カ 食中毒に係る検査

自然毒食中毒事例 2 件について保健所からの依頼検査があり、ツキヨタケ疑い（イルジン S）1 検体、カナフグ疑い（テトロドトキシン）1 検体から食中毒成分を検出した。

(2) 一般依頼検査

実施しなかった。

(3) 高知市保健所委託検査

グロリオサ球根疑い食中毒事例の委託検査を実施し、4 検体中 3 検体からコルヒチンを検出した。内訳は、第 5 特別調査事項 1 検査業務実績調 (3)高知市保健所委託検査実績に示した。

【環境科学課】

1 調査事業

(1) 化学物質環境実態調査（環境省委託調査）

環境省の委託を受け、四万十川河口部において、化学物質（POPs*等）の状況についてモニタリング調査を行った。

*POPs：難分解性、高蓄積性、長距離移動性、人の健康や生態系に対する有害性を持つ物質

表 15 モニタリング調査実施状況 (令和6年度)

調査地点数及び検体数	水質 1 地点、底質 3 地点、生物（スズキ）3 検体
対象物質数 ^(注)	8 物質群 29 物質

(注) 当所は試料採取と前処理及び一部項目の分析のみ実施

(2) 一般環境大気常時監視

大気汚染防止法に基づき、安芸市、香美市、南国市、いの町、須崎市、四万十市に設置した常時監視測定局 7 局において、自動測定機で延べ 38 項目の大気環境の監視と気象の観測を行った。環境基準項目の測定結果は、光化学オキシダントを除いて基準を達成していた。

表16 一般環境大気測定局別測定項目 (令和6年度)

測定局* \ 測定項目	二酸化硫黄	窒素酸化物	光化学オキシダント	浮遊粒子状物質	PM2.5	炭化水素	風向・風速	日射・放射収支量
1 安芸	○	○	○	○	○		○	○
2 土佐山田	○	○	○	○	○	○	○	○*1
3 稲生				○				
4 伊野合同庁舎	○	○	○	○	○		○	
5 押岡公園	○	○		○				
6 旧須崎高等学校	○	○	○	○	○		○	
7 中村	○	○	○	○	○		○	○

* 他に、高知市が一般環境大気測定局2局、自動車排出ガス測定局1局を設置

*1 日射量のみ測定

(3) 有害大気汚染物質の測定

大気汚染防止法に基づき、継続的に摂取した場合に人の健康を損なうおそれのある物質のうち、特に健康リスクの高い物質の調査を行った。環境基準及び指針値が設定されてい

る項目は、全て基準等を達成していた。

表17 有害大気汚染物質の測定状況 (令和6年度)

測定項目／測定地点*	旧須崎高等学校	安芸
VOC (11物質)	132件	132件
アルデヒド類 (2物質)	24件	24件
有害金属 (6物質)	72件	72件
ベンゾ[a]ピレン	12件	12件
酸化エチレン	12件	12件
六価クロム*1	4件	4件

*他に高知市が2地点において測定

*1 当所は試料採取のみ実施

(4) 微小粒子状物質の成分測定

大気汚染防止法に基づき、大気中の微小粒子状物質 (PM2.5) 濃度及びその組成の測定を行った。

表18 微小粒子状物質の成分測定状況 (令和6年度)

測定地点	伊野合同庁舎
測定回数	年4回 (各14日間)
測定項目	質量濃度
	イオン成分 (10項目)
	炭素成分 (2項目)
	無機元素成分 (33項目)

(5) 航空機騒音調査

高知空港周辺における航空機騒音に関する調査を行った。全地点において、環境基準を達成していた。

表19 航空機騒音調査の概要 (令和6年度)

調査地点	4地点
調査回数	年2回 (春期・秋期)
調査内容	7日間連続測定／1回

(6) 環境省委託調査 (国設栲原酸性雨測定所管理委託)

① 酸性雨調査

国設栲原酸性雨測定所の管理委託を受けて、環境省の酸性雨調査計画に基づき、同測定所において酸性雨等の測定を行った。

表20 国設梶原酸性雨測定所における測定の概要 (令和6年度)

調査地点	梶原町太郎川	
調査期間	令和6年4月1日から令和7年3月31日	
調査項目	酸性雨*1	pH、硫酸イオン、硝酸イオン、アンモニウムイオン、ナトリウムイオン等10項目
	大気濃度	微小粒子状物質 (PM2.5)
	気象	風向、風速、気温、湿度、日射量、降水量

*1 当所は試料採取のみ実施

② 環境放射線調査

酸性雨調査とあわせて環境放射線モニタリング調査の委託を受けており、空間放射線量率（環境γ線）、大気浮遊じんの空气中放射能濃度（α線、β線）の測定を行った。

(7) 公共用水域・地下水監視測定調査

水質汚濁防止法に基づき、県は国、高知市とともに公共用水域における水質及び地下水水質の監視調査を行っている。当所は、令和6年度は37河川48地点、1海域4地点、地下水25地点の合計77地点の水質について、調査・分析を行った。

表21 公共用水域・地下水監視測定調査項目別の検体数 (令和6年度)

調査項目			検体数
公共用水域	水質	生活環境項目	381
		健康項目	700
		要監視項目	745
		特殊項目	0
		その他の項目	0
地下水	水質	健康項目	360
		その他の項目	8
		要監視項目	0

(8) 南国市地下水の六価クロム汚染対策

平成19年7月に南国市の地下水から環境基準を超える六価クロムが検出され、汚染原因調査、周辺井戸調査、発生源対策を実施してきた。近年、調査対象井戸においては、環境基準値以下で推移している。当所は、周辺井戸のモニタリング調査を実施しており、令和6年度は1井戸の調査を行った。

表22 地下水モニタリング調査実施状況 (令和6年度)

調査井戸数	検体数	分析項目	環境基準超過検体数
1	1	六価クロム	0

2 工場・事業場の立入検査

環境対策課の依頼により、ばい煙等測定と排水監視測定の調査を実施した。

(1) ばい煙等測定

大気汚染防止法に基づき、ばい煙発生施設の立入検査を実施した。令和6年度の不適合事業場数は1件であった。

表23 ばい煙等測定実施状況 (令和6年度)

立入事業場数	測定事業場数	検査件数	書類検査事業場数	不適合事業場数
8	4	11	8	1

(2) 排水監視測定

排水基準の遵守状況を把握するため、水質汚濁防止法が適用される特定事業場について立入検査を実施した。令和6年度の不適合事業場数は3件であった。

表24 工場・事業場排水監視測定実施状況 (令和6年度)

立入事業場数	45
排水測定検体数	129
不適合事業場数	3

3 調査研究事業

(1) 魚類へい死事故発生時の迅速・確実な原因究明に向けた調査研究

魚類へい死事故の原因となる農薬について平時の河川水中濃度を把握し、事故時の原因究明に役立てることを目的に調査研究を行っている。令和6年度は、GC/MS/MSにより分析していた農薬項目をLC/MS/MSでも分析できるよう取り組んだ。

(2) 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(全国共同研究)

令和元年度から国立環境研究所及び全国の地方環境研究所との共同研究に参加し、災害時等の化学物質の流出に関する緊急調査の手法として有効な全自動同定定量システム(AIQS)を用いた災害時環境調査手法の開発に取り組んでいる。令和6年度は、県内の河川水試料の測定・解析を行った。

(3) 光化学オキシダント等の変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み(全国共同研究)

平成25年度から国立環境研究所及び全国の地方環境研究機関との共同研究に参加し、光化学オキシダント等について、データ解析、情報共有等を行っている。令和6年度は、共同研究で得た解析手法を用いて、県西部の光化学オキシダント及びPM2.5のデータ解析を

行った。

(4) 河川プラスチックごみの排出実態把握と排出抑制対策に資する研究（全国共同研究）

令和3年度から国立環境研究所及び全国の地方環境研究所との共同研究に参加し、海洋プラスチックごみの排出源である河川プラスチックごみの排出削減対策への貢献に取り組んでいる。令和6年度は、県内河川中のマイクロプラスチック調査を行った。

(5) 四万十川条例関連調査

① 四万十川清流基準モニタリング等調査

清流基準の達成状況を確認するためのモニタリング調査を実施した。調査結果が前年度から大きく変化した地点はなかった。

〔調査概要〕

地点数及び回数：10地点、年4回（春、夏、秋、冬）

調査項目：清流度、水生生物、全窒素（T-N）、全りん（T-P）

② 黒尊川清流基準等調査

「黒尊川流域の人と自然が共生する地域づくり協定」に基づき、モニタリング調査を実施した。調査結果が前年度から大きく変化した地点はなかった。

〔調査概要〕

地点数及び回数：6地点、年4回（春、夏、秋、冬）

（うち、1地点1回は増水のため全項目欠測、1回は水生生物のみ欠測）

調査項目：清流度、水生生物、全窒素（T-N）、全りん（T-P）

(6) 物部川清流保全計画関連調査

物部川清流保全計画に基づき、清流基準調査を実施した。令和6年度から、河川の調査については、本川は2地点のうち1地点を変更し、支川は2地点のうち1地点を中止した。従来から調査を行っている地点については、調査結果が前年度から大きく変化した地点はなかった。

〔調査概要〕

地点数及び回数：河川：3地点、年2回（夏、冬）

水路：3地点、年4回（春、夏、秋、冬）

調査項目：簡易ろ過測定法*、水生生物、濁度、色度、透視度

*簡易ろ過測定方法：河川水を通したろ紙を乾燥させ、濁度色見本と比較して、濁りの程度を測定する方法

(7) 仁淀川清流保全計画関連調査

仁淀川清流保全計画に基づき、清流基準調査を実施した。増水のため欠測が長期にわたりに続いた1地点を中止した。調査結果が前年度から大きく変化した地点はなかった。

〔調査概要〕

地点数及び回数：10地点、年2回（夏、冬）

調査項目：清流度、水生生物、全窒素（T-N）、全りん（T-P）

(8) 複数プライマーを用いた環境 DNA 底生動物調査手法の開発（全国共同研究）

令和 6 年度から国立環境研究所及び全国の地方環境研究機関との共同研究に参加し、検出精度の高い環境 DNA 底生動物調査手法の開発のため、底生動物の捕獲調査と並行して環境 DNA 調査を実施している。令和 6 年度は、2 地点で四季のサンプリングを行うとともに、条件検討を行った。

〔調査概要〕

地点数及び回数：四万十川水系 2 地点、年 4 回

調査項目：底生動物（捕獲、環境 DNA）

(9) 環境 DNA 分析技術を用いた生物（アユカケ）の調査

物部川清流保全計画における『環境ものさし（誰もがわかりやすい物部川の環境を計る指標）』に環境 DNA を用いた魚類（アユカケ）調査の追加について検討している。

令和 6 年度は、物部川において、アユカケの生息域の調査を行った。

〔調査概要〕

地点数及び回数：物部川 7 地点、年 1～6 回

調査項目：アユカケ（環境 DNA）

4 行政依頼検査

(1) 環境汚染事故等

化学物質による環境汚染事故や公害苦情等に関し、原因究明のための行政依頼検査を実施している。また、環境対策課、福祉保健所、市町村等の事故等への対応を所管する機関に対して、汚染の拡大や再発の防止に向けた技術的支援を行っている。令和6年度の依頼は1件であった。

表 25 行政依頼検査実施状況 (令和 6 年度)

調査内容	調査対象	調査項目	件数	検体数
魚類へい死事故の原因調査	河川水	溶存酸素、農薬類	1	2

(2) 大気、悪臭及び騒音・振動等

行政機関からの依頼を受け調査を実施しているが、令和 6 年度は 0 件であった。

表 26 行政依頼検査実施状況 (令和 6 年度)

調査内容	調査項目	件数	検体数
—	—	—	—

(3) 石綿（アスベスト）

一定規模以上の吹き付けアスベストの除去工事等について、環境対策課からの依頼に基づき周辺環境の大気中のアスベスト濃度測定を実施しており、令和 6 年度は 1 件であった。

(4) 水質検査

行政機関からの依頼を受け調査を実施しているが、令和6年度は5件であった。

表 27 行政依頼検査実施状況 (令和6年度)

調査内容	調査項目	件数	検体数
河川水の水質調査	色度、濁度	1	12
農業系放流水の水質調査	色度、濁度	1	20
河川水の水質調査	カドミウム、鉛、砒素、セレン、ほう素	1	5
地下水の水質調査	pH、電気伝導度、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、アンモニア性窒素、塩化物イオン、PFOS 及び PFOA	1	5
河川沈殿物の検査	元素分析	1	1

2 依頼検査の実績

(1) 保健科学課・生活科学課

① 行政依頼及び外部精度管理

(令和6年度)

課名	検査項目	検体数	項目数	備考
保健科学課	感染症等の病原微生物同定（ウイルス）	20	28	感染研依頼を含む
	感染症等の病原微生物同定（細菌）	68	65	感染研依頼を含む
	ダニ媒介性熱性疾患（日本紅斑熱・SFTS等）の同定	132	219	
	生食用カキ・長太郎貝（ノロウイルス）	4	8	
	結核菌（VNTR）検査	22	22	
	雨水・井水（大腸菌等）	12	24	
	県庁クーリングタワー（レジオネラ属菌）	1	1	
	乳等	30	60	
	アイスクリーム類・氷菓	42	126	
	生食用鮮魚介類	55	165	
	加熱食肉製品	4	11	
	漬物（浅漬）	8	24	
	生食用カキ（細菌）	1	3	
	動物用医薬品	29	101	
	食中毒（細菌）	126	1,725	
	食中毒（ウイルス）	122	453	
	外部精度管理（ウイルス）	2	4	
	外部精度管理（細菌）	19	19	
外部精度管理（食品検査）	3	5		
	小 計	700	3,063	
生活科学課	乳等の成分規格（理化学）	16	60	
	過酸化水素（シラス干し）	20	20	
	亜硝酸根（加熱食肉製品）	4	4	
	医薬品等規格検査	1	4	
	健康食品検査	2	14	
	農産物の残留農薬検査	60	8,880	
	アレルギー食品	35	71	
	動物用医薬品	29	923	
	毒性検査（貝毒）	1	2	
	家庭用品規格検査	75	103	
	保健所等依頼検査	8	8	
	外部精度管理	15	46	
	小 計	66	10,135	
	合 計	966	13,198	

② 一般依頼（有料のもの）

（令和6年度）

課 別	検査項目		検体数	項目数	手 数 料	
					単価(円)	金額 (円)
保健 科学課	細菌等	衛生用具の試験	36	72	4,150	298,800
		細菌同定検査	0	0		0

③ 高知市保健所委託検査実績

（令和6年度）

課 別	検査項目		検体数	項目数	手 数 料	
					単価(円)	金額 (円)
保健 科学課	その他の試験 又は検査	ウイルスの 分離同定	50	—	23,140	1,157,000
	新型コロナウイルスの検出検査		0	—	—	0
	新型コロナウイルスゲノム解析		0	—	—	0
生活科学課	食品衛生的試験 及び水質検査	定性分析試験	4	4	6,080	24,320

(2) 環境科学課

① 行政依頼

(令和6年度)

分野	依頼機関名		調査項目	件数	
保全関係	環境対策課等		行政依頼検査	0件	
大気関係	監視	環境対策課	二酸化硫黄	6局	
			窒素酸化物	6局	
			浮遊粒子状物質	7局	
			PM2.5	5局	
			光化学オキシダント	5局	
			風向・風速	5局	
			日射・放射収支量	3局	
			炭化水素	1局	
			有害大気汚染物質	2地点	
			PM2.5成分測定	1地点	
			工場、事業場	4件	
			航空機騒音調査	4地点	
		環境対策課等	アスベストに係るもの	1件	
			行政依頼検査	0件	
水質関係	監視	環境対策課	公共用水域	生活環境項目	381件
				健康項目	700件
				要監視項目	745件
				特殊項目	0件
				その他の項目	0件
				底質	0件
			地下水調査	健康項目	360件
				その他の項目	8件
				要監視項目	0件
				工場、事業場	
		自然共生課	四万十川清流基準モニタリング等調査		10地点
			黒尊川清流基準等調査		6地点
			物部川清流保全計画関連調査		6地点
			仁淀川清流保全計画関連調査		10地点
	環境対策課等		行政依頼検査	5件	

② 監視調査

(令和6年度)

分野	監視調査名	調査地点	件数
水質関係	地下水中の六価クロム汚染対策	南国市大篠地区	1件

3 調査研究事業

(令和6年度)

分野	調査事業名	調査項目		件数
保健科学課	感染症発生動向調査事業	細菌・ウイルス		796
	感染症流行予測調査事業	インフルエンザ・麻疹・風しん 日本脳炎・新型インフルエンザ		1,201
生活科学課	環境放射能水準調査事業 (原子力規制庁)	全ベータ	降 水	84
		核種分析	降下物等	23
		空間線量率	大 気	常時監視
	全国モニタリング (原子力規制庁)	核種分析	降下物 (24hr)	12
			大気浮遊じん	4
		空間線量率	大 気 地上 1m	常時監視 (再掲) 4
環境科学課	魚類へい死事故発生時の迅速・確実な原因究明に向けた調査研究	GC/MS/MSにより分析していた農薬項目をLC/MS/MSにより分析可能にする測定方法の開発への取組		—
	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(国立環境研究所Ⅱ型共同研究)	災害時等に活用できる全自動同定定量システム(AIQS)を用いた災害時環境調査手法の開発への取組		4地点13回
	河川プラスチックごみの排出実態把握と排出抑制対策に資する研究(国立環境研究所Ⅱ型共同研究)	県内河川のマイクロプラスチックの調査		5地点6回
	光化学オキシダント等の変動要因解析を通じた地域大気汚染対策提言の試み(国立環境研究所Ⅱ型共同研究)	地域毎の光化学オキシダント高濃度化因子(NO _x 等)の既存データの収集・解析		—
	複数プライマーを用いた環境DNA底生動物調査手法の開発(国立環境研究所Ⅱ型共同研究)	底生動物を用いた従来の捕獲調査による水質評価結果と環境DNA調査による水質評価結果の比較		2地点4回
	環境DNA分析技術を用いた魚類(アユカケ)調査	物部川における魚類(アユカケ)の生息域調査		7地点1~6回

4 研究事業

(令和6年度)

課名	研究内容	研究者名	協力・共同機関	期間
保健科学課	日本紅斑熱リケッチア抗体価検査法の改良	佐藤 亘 別役 信乃 下元 かおり	—	2022～
保健科学課	高知県内におけるマダニの生息状況及び日本紅斑熱リケッチア保有状況調査	別役 信乃 佐藤 亘 野口 優 下元 かおり	—	2022～
保健科学課	不明疾患におけるNGSを用いたメタゲノム解析の検討	佐藤 亘 野口 優	—	2024～
保健科学課	県内流通鶏肉及び県内養鶏場における肉用鶏盲腸便中の <i>Campylobacter jejuni</i> 汚染状況調査	影山 温子 前田 詩乃	—	2024～
保健科学課	<i>Escherichia albertii</i> の汚染源調査とそのリスク検討	竹中 慧 高木 春佳 尾崎 早矢香	—	2020～
生活科学課	QuEChERS法を用いた動物用医薬品検査法の検討	角 大輝	—	2023～
環境科学課	県内河川の平常時における水環境中の農薬実態調査	刈谷 玲菜 森澤 あかり	—	2017～

5 教育研修指導等事業

(令和6年度)

期間	研修、講習会名	場所	担当課	対象者
R6.4.23	水質事故発生時対応研修	衛生環境研究所	環境科学課	福祉保健所職員
R6.7.16 R6.9.5 R6.12.4	令和6年度食中毒細菌検査研修会(第1回～第3回)	衛生環境研究所	保健科学課	高知市保健所職員 高知市食肉衛生検査所職員 県保健所職員 県食肉衛生検査所職員
R6.11.8	原子力災害対策研修	衛生環境研究所	生活科学課	県警察職員 消防関係職員 市町村職員 福祉保健所職員

6 その他

(1) 所報

機関誌として「所報第6号」を発行し、ホームページに掲載するとともに関係機関に周知した。

(2) インターンシップ等の受入れ

日程	対象	人数
R6.8.1	獣医師を希望する県内高校生とその保護者	14名
R6.8.5～8.6	福山大学薬学部5年生	1名
	徳島文理大学薬学部5年生	1名
	神戸薬科大学薬学部5年生	1名
R6.8.20	新潟大学経済科学部3年生	1名
	徳島大学医学部3年生	1名
R6.9.3	福井大学大学院工学研究科学生	1名
R6.9.6	岐阜大学応用生物科学部5年生	1名
R6.10.16	土佐女子中学校3年生	1名
R6.11.1	龍馬情報ビジネス&フード専門学校生	22名
R6.11.19	自治医科大学医学部5年生	3名

Ⅲ 調查研究報告

高知県における感染症流行予測調査 (2024年度)

北添 詩乃・野口 優・佐藤 亘・下元 かおり・松本 一繁・山村 展子

Epidemiological Surveillance of Vaccine-preventable Diseases in Kochi Prefecture -Annual Report 2024-

KITAZOE Shino, NOGUCHI Yu, SATO Wataru, SHIMOMOTO Kaori
MATSUMOTO Kazushige and YAMAMURA Nobuko

【要旨】 2024年度の感染症流行予測調査として、インフルエンザ、麻疹、風しんを対象とした感受性調査及び、日本脳炎、新型インフルエンザを対象とした感染源調査を行った。

1. インフルエンザについては、感染リスクを50%に抑える目安と考えられている抗体保有率（HI抗体価40倍以上）は全体で A/Victoria/4897/2022 [A(H1N1)pdm09 亜型] 21.7%、A/California/122/2022 [A(H3N2)亜型] 27.9%、B/Phuket/3073/2013[B型(山形系統)] 55.8%、B/Austria/1359417/2021 [B型(ビクトリア系統)] 24.9%であった。
2. 麻疹については、陽性である抗体価4以上の抗体保有率は全体で83.4%であった。
3. 風しんについては、陽性である抗体価8倍以上の抗体保有率は男性92.9%、女性95.2%、全体で94.4%であった。
4. 日本脳炎については、6月上旬にブタの血清抗体価が陽性となり、日本脳炎汚染地区の判定基準を満たしたため、注意報を発令した。

Key words: 感染症流行予測調査、インフルエンザ、麻疹、風しん、日本脳炎
epidemiological surveillance, Influenza, Measles, Rubella, Japanese encephalitis

1. はじめに

感染症の流行を未然に防ぐためには、適切な予防対策を実施しなければならない。感染症流行予測調査は、厚生労働省が集団免疫の現況把握、病原体の検索等の調査を行うことで、予防接種事業の効果的な運用を図り、さらに、長期的視野に立ち総合的に疾病の流行を予測することを目的として、国立健康危機管理研究機構国立感染症研究所、都道府県衛生研究所等の協力を得て実施している事業である。2024年度、高知県では本事業の対象疾病のうち、インフルエンザ、麻疹、風しん、日本脳炎、新型インフルエンザについて、地域集団の感受性や感染源等の調査を行ったので、その結果を報告する。

2. 対象と方法

2.1. 対象

2.1.1. ヒト

書面にて同意を得た高知県内の337名（男性127名、女性210名）から採血した血清を用いた。

2.1.2. ブタ

日本脳炎の感染源調査は、高知県食肉衛生検査所の協力を得て、2024年6月から9月にかけて採血した県内産豚（生後6ヶ月）90頭の血清を用いた。また、新型インフルエンザウイルスの出現監視を目的とした感染源調査については、2024年6月から翌年3月にかけて採取した県内産豚（生後6ヶ月）100頭の鼻腔ぬぐい液を用いた。

2.2. 方法

ヒトについてはインフルエンザ、麻疹、風しんの感受性調査、ブタについては日本脳炎及び新型インフルエンザの感染源調査を行った。検査方法は、感染症流行予測調査実施要領¹⁾及び感染症流行予測調査事業検査術式²⁾に従った。

3. 結果

3.1. インフルエンザ（ヒト）

2024/25 シーズンのインフルエンザ流行前の抗体保有状況を調査した結果を表1から4、図1,2に示した。感染リスクを50%に抑える目安とされているHI抗体価40倍以上の抗体保有率（以下、抗体保有率）の全年齢群平均はA/Victoria/4897/2022 [A(H1N1)pdm09亜型]（以下、A(H1N1)pdm09亜型）21.7%、A/California/122/2022 [A(H3N2)亜型]（以下、A(H3N2)亜型）27.9%、B/Phuket/3073/2013 [B型(山形系統)]（以下、B型(山形系統)）55.8%、及びB/Austria/1359417/2021 [B型(ビクトリア系統)]（以下、B型(ビクトリア系統)）24.9%であった（全て2024/25シーズンワクチン株に対する抗体保有率）。

A(H1N1)pdm09亜型の抗体保有率は、全ての年齢群で40%未満であり、特に30歳以上の年齢群は抗体保有率が20%未満と低かった。なお、全体の抗体保有率は、同じワクチン株で調査を行った昨年度(1.9%)と比較して高かった³⁾。

A(H3N2)亜型の抗体保有率は、全ての年齢群で40%未満であり、0～9歳の年齢群においては0%であった。なお、全体の抗体保有率は、ワクチン株が異なるため単純比較はできないが、昨年度(6.7%)と比較して高かった³⁾。

B型(山形系統)の抗体保有率は、0～9歳を除く年齢群において30%以上を示し、特に20～39歳の年齢群で70%以上と高かった。

B型(ビクトリア系統)の抗体保有率は、50歳以上の年齢群で40%以上であった。一方で、それ以外の年齢群は25%以下であった。

表1 A/Victoria/4897/2022 [A(H1N1)pdm09亜型] に対するHI抗体保有状況

年齢群 (歳)	HI抗体価									合計 (人)	40倍以上 抗体保有率
	<10倍	10倍	20倍	40倍	80倍	160倍	320倍	640倍	≥1280倍		
0～4	6	0	0	0	0	2	0	0	0	8	25.0%
5～9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0%
10～14	13	2	8	3	6	1	3	0	0	36	36.1%
15～19	18	3	14	7	8	1	1	0	0	52	32.7%
20～29	15	11	9	4	7	2	0	0	0	48	27.1%
30～39	36	13	10	4	2	2	0	0	0	67	11.9%
40～49	18	3	0	2	0	1	0	0	0	24	12.5%
50～59	21	3	4	4	1	0	0	0	0	33	15.2%
60～	35	9	12	8	2	1	1	0	0	68	17.6%
合計	163	44	57	32	26	10	5	0	0	337	21.7%

表2 A/California/122/2022 [A(H3N2)亜型] に対するHI抗体保有状況

年齢群 (歳)	HI抗体価									合計 (人)	40倍以上 抗体保有率
	<10倍	10倍	20倍	40倍	80倍	160倍	320倍	640倍	≥1280倍		
0～4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0.0%
5～9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0%
10～14	13	4	6	3	3	4	3	0	0	36	36.1%
15～19	27	0	6	3	5	7	3	1	0	52	36.5%
20～29	20	7	8	6	5	1	1	0	0	48	27.1%
30～39	33	6	8	8	8	3	1	0	0	67	29.9%
40～49	10	8	2	2	1	1	0	0	0	24	16.7%
50～59	21	5	3	1	2	1	0	0	0	33	12.1%
60～	26	10	11	11	4	4	1	0	1	68	30.9%
合計	159	40	44	34	28	21	9	1	1	337	27.9%

表3 B/Phuket (プーケット) /3073/2013 [B型(山形系統)] に対する HI 抗体保有状況

年齢群 (歳)	HI抗体価									合計 (人)	40倍以上 抗体保有率
	<10倍	10倍	20倍	40倍	80倍	160倍	320倍	640倍	≥1280倍		
0~4	6	1	1	0	0	0	0	0	0	8	0.0%
5~9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0%
10~14	8	5	9	9	4	1	0	0	0	36	38.9%
15~19	4	11	8	12	12	5	0	0	0	52	55.8%
20~29	0	4	7	14	11	5	6	1	0	48	77.1%
30~39	2	4	11	15	22	11	2	0	0	67	74.6%
40~49	3	4	5	7	2	2	1	0	0	24	50.0%
50~59	3	5	8	9	3	4	1	0	0	33	51.5%
60~	9	16	14	21	5	2	0	1	0	68	42.6%
合計	36	50	63	87	59	30	10	2	0	337	55.8%

表4 B/Austria (オーストリア) /1359417/2021 [B型(ビクトリア系統)] に対する HI 抗体保有状況

年齢群 (歳)	HI抗体価									合計 (人)	40倍以上 抗体保有率
	<10倍	10倍	20倍	40倍	80倍	160倍	320倍	640倍	≥1280倍		
0~4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0.0%
5~9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0%
10~14	15	6	6	5	2	2	0	0	0	36	25.0%
15~19	27	12	8	2	3	0	0	0	0	52	9.6%
20~29	15	10	11	2	8	2	0	0	0	48	25.0%
30~39	31	15	10	7	4	0	0	0	0	67	16.4%
40~49	8	8	4	3	0	0	1	0	0	24	16.7%
50~59	10	5	3	4	6	3	2	0	0	33	45.5%
60~	13	13	14	13	10	3	2	0	0	68	41.2%
合計	127	70	56	36	33	10	5	0	0	337	24.9%

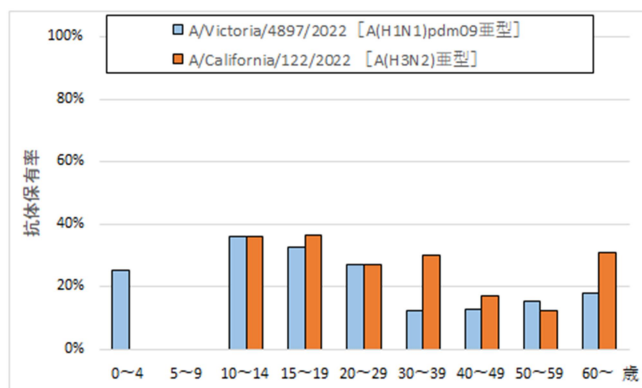


図1 A型 HI 抗体保有率(40倍≤)

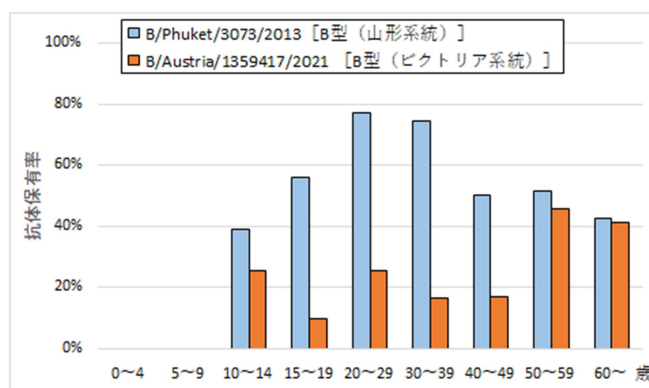


図2 B型 HI 抗体保有率(40倍≤)

3.2. 麻しん (ヒト)

酵素抗体法(EIA法)による年齢群別麻しん抗体保有状況と麻しんワクチン接種率を表5、図3に示した。表5に示したワクチン接種率は、接種歴不明の集団を除いた値である。EIA抗体価の評価は、調査に使用したキットの添付文書に基づき、EIA抗体価が4.0以上を抗体陽性とした。また、一般社団法人日本環境感染学会「医療関係者のためのワクチンガイドライン」より、感染を防御できると考えられている抗体価を16.0以上とした。EIA抗体価4.0以上は全体の83.4%であり、そのうち抗体価16.0以上は36.2%であった。

また、麻しんワクチンの接種歴ありと回答したのは81.5%で、特に5~19歳及び40~49歳の年齢群で高く、予防指針の目標である95%以上を上回っていた⁴⁾。

表5 麻しん EIA 抗体保有状況

年齢群 (歳)	麻しんEIA抗体価			合計 (人)	抗体保有率		ワクチン 接種率 (※)
	<4.0	4.0-15.9	≥16.0		≥4.0	≥16.0	
0~4	6	0	2	8	25.0%	25.0%	37.5%
5~9	0	0	1	1	100.0%	100.0%	100.0%
10~14	8	25	3	36	77.8%	8.3%	100.0%
15~19	20	26	6	52	61.5%	11.5%	100.0%
20~29	8	26	14	48	83.3%	29.2%	83.3%
30~39	9	46	12	67	86.6%	17.9%	92.3%
40~49	4	9	11	24	83.3%	45.8%	100.0%
50~59	0	14	19	33	100.0%	57.6%	58.3%
60~	1	13	54	68	98.5%	79.4%	0.0%
合計	56	159	122	337	83.4%	36.2%	81.5%

(※) ワクチン接種者数/対象者数 (接種歴不明者を除く)

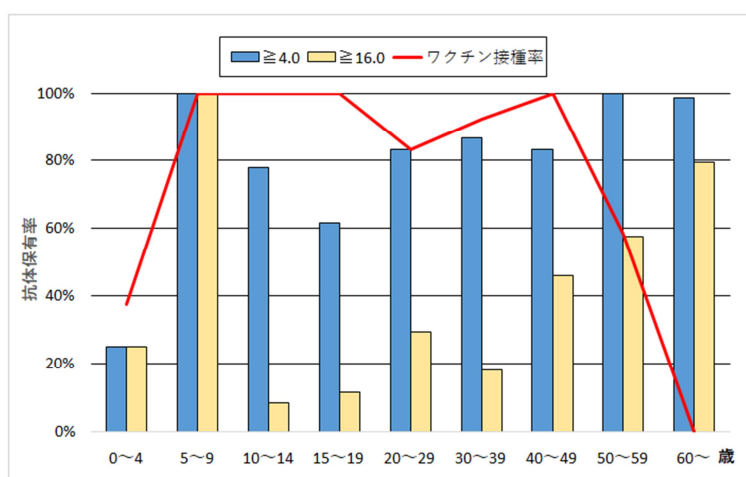


図3 麻しん EIA 抗体価

3.3. 風しん (ヒト)

赤血球凝集抑制試験法 (HI 試験法) による年齢群別風しん抗体保有状況と風しんワクチン接種率を表6、図4に示した。風しんのワクチン接種率は、麻しんと同様に接種歴不明と回答した集団を除いた値である。風しん抗体陽性である8倍以上の抗体保有率は男性92.9%、女性95.2%、全体では94.4%であった。感染を防御できると考えられる32倍以上の抗体保有率は男性71.7%、女性76.7%、全体では74.8%であった。また、ワクチン接種率は男性81.8%、女性77.8%、全体で79.4%であった。

表6 風しん HI 抗体保有状況

年齢群 (歳)	性別	風しんHI抗体価									合計 (人)	抗体保有率		ワクチン 接種率(※)
		<8倍	8倍	16倍	32倍	64倍	128倍	256倍	512倍	≥1024倍		≥8倍	≥32倍	
0~4	男	4	0	0	0	1	0	0	0	0	5	20.0%	20.0%	40.0%
	女	2	0	0	0	0	0	1	0	0	3	33.3%	33.3%	33.3%
5~9	男	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%
	女	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	100.0%	100.0%	100.0%
10~14	男	0	3	5	8	1	2	0	0	0	19	100.0%	57.9%	100.0%
	女	1	1	2	6	6	1	0	0	0	17	94.1%	76.5%	100.0%
15~19	男	1	3	5	7	4	5	0	0	0	25	96.0%	64.0%	100.0%
	女	1	5	9	7	4	1	0	0	0	27	96.3%	44.4%	100.0%
20~29	男	0	0	3	3	5	2	0	0	0	13	100.0%	76.9%	80.0%
	女	0	1	8	9	10	3	3	1	0	35	100.0%	74.3%	83.3%
30~39	男	2	2	3	9	8	5	0	1	0	30	93.3%	76.7%	85.7%
	女	1	0	5	13	6	8	2	2	0	37	97.3%	83.8%	78.9%
40~49	男	0	0	0	1	2	0	0	0	0	3	100.0%	100.0%	0.0%
	女	2	2	1	2	7	3	1	1	2	21	90.5%	76.2%	50.0%
50~59	男	0	0	1	0	0	3	3	0	0	7	100.0%	85.7%	0.0%
	女	0	1	0	6	8	2	5	4	0	26	100.0%	96.2%	72.7%
60~	男	2	2	0	4	6	5	4	1	1	25	92.0%	84.0%	0.0%
	女	3	0	4	8	7	12	4	4	1	43	93.0%	83.7%	0.0%
合計	男	9	10	17	32	27	22	7	2	1	127	92.9%	71.7%	81.8%
	女	10	10	29	51	49	30	16	12	3	210	95.2%	76.7%	77.8%
	計	19	20	46	83	76	52	23	14	4	337	94.4%	74.8%	79.4%

(※) ワクチン接種者数/対象者数 (接種歴不明者を除く)

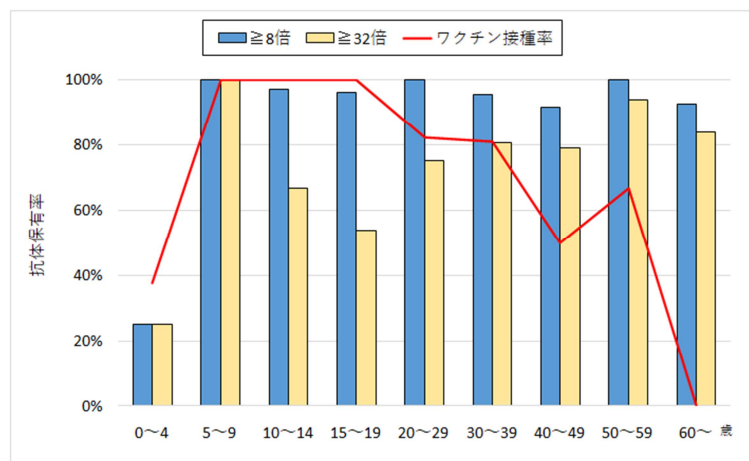


図4 風しん HI 抗体価

3.4. 日本脳炎 (ブタ)

日本脳炎ウイルス汚染の指標として飼育ブタの HI 抗体保有率と 2ME 感受性抗体 (IgM 抗体) の出現を追跡した。表 7 のとおり 2024 年 6 月から 9 月まで 9 回調査を行った結果、6 月 4 日採血の血清で HI 抗体陽性となり、日本脳炎汚染地区の判定基準を満たした。

※日本脳炎汚染地区の判定基準⁵⁾

HI 抗体陽性率が 50%以上かつ、2ME 感受性抗体を保有するブタが 1 頭でも検出された場合。

表 7 ブタの日本脳炎ウイルス抗体価

採血年月日	検査頭数	HI抗体価								HI陽性率	2ME感受性抗体	
		<10倍	10倍	20倍	40倍	80倍	160倍	320倍	≥640倍		保有頭数	保有率
2024/6/4	10	0	0	2	6	0	0	1	1	100%	6	75%
2024/6/11	10	0	2	6	0	0	0	0	2	100%	2	100%
2024/6/25	10	0	2	2	0	0	0	1	5	100%	6	100%
2024/7/2	10	0	0	0	0	0	0	0	10	100%	10	100%
2024/7/30	10	0	0	0	0	0	0	3	7	100%	4	40%
2024/8/6	10	0	0	0	0	0	0	0	10	100%	10	100%
2024/8/27	10	0	0	0	0	0	2	2	6	100%	5	50%
2024/9/3	10	0	2	8	0	0	0	0	0	100%	0	0%
2024/9/24	10	0	0	0	0	1	3	2	4	100%	0	0%
合計	90	0	6	18	6	1	5	9	45			

3.5. 新型インフルエンザ（ブタ）

2024年6月から2025年3月までの10ヶ月間に各月10頭ずつ計100頭について調査を行った結果、A型及びB型インフルエンザウイルスは検出されなかった。

4. 考察

4.1. インフルエンザ

2024年度に調査した高知県の抗体保有率は、B型(山形系統)、A(H3N2)亜型、B型(ビクトリア系統)、A(H1N1)pdm09亜型の順で高かった。2024/25シーズンは、日本国内において過去最大のインフルエンザ流行となった2023/2024シーズンの流行状況が継続し、2024年第52週には感染症法施行以来最大の定点当たり報告数となった⁶⁾。高知県では、2024年第49週に流行期に入り、その後著増し2025年第2週にピークを迎え、以降は速やかに減少傾向を示したのち、B型ウイルス流行のため第16週に2つ目のピークを形成した⁷⁾。2024/25シーズンのインフルエンザは、ピーク時に記録的な患者数となり、2024年9月から2025年4月の間の定点報告数が12,684名となった。流行株は本県の抗体保有率が低いAH1pdm09、AH3、B型(ビクトリア系統)の3種類であり、1ピーク目はAH1pdm09が、2ピーク目はB型(ビクトリア系統)が主たる流行株であった。今後は、ハイリスクグループへのワクチン接種等の公衆衛生上の対策を実施するとともに、流行ウイルスの監視や国民の抗体保有状況の調査等を含む包括的なインフルエンザ監視体制の強化と継続が必要である。

4.2. 麻しん

2024年度の高知県での麻しん抗体保有率は、EIA法で陽性とされるEIA価4.0以上は調査対象者全体で83.4%、医療関係者のためのワクチンガイドライン(第4版)⁸⁾に基づくEIA価16.0以上は36.2%であった。本ガイドラインでは16.0以上を麻しんの発症予防ができるとしているが、この抗体価は予防接種歴がない場合の数値であり、1歳以上で2回の接種記録が確認された後に抗体検査が実施された場合のその後の追加接種については本人と医療機関の判断に任せるとしていることに留意する必要がある。

国は麻しんの排除状態を維持するために「麻しんに関する特定感染症予防指針」を定め、定期予防接種の接種率を第1期及び第2期ともに95%以上にすることを目標としている⁴⁾。本事業においては接種率95%を達成できている年齢群が見られたものの、高知県全体では2024年度第1期及び第2期ともに目標を達成できていない⁹⁾。

麻しんは全数届出疾病となった2008年に全国で届出数が1万例を超えていたが、それ以降2019年までは35～744例で推移し、COVID-19流行時の2020～2022年の年間届出数は10例以下であった。COVID-19の対策が緩和された2023年以降の麻しん症例数は増加し、2023年に28例、2024年に45例が報告されている¹⁰⁾。近年の麻しんの発生は輸入症例に端を発するものであるが、海外からの麻しんウイルスの持ち込みを防ぐことは困難であることから、ウイルスが持ち込まれた場合でも感染が拡大しない環境を整えておくことが求められる⁹⁾。そのためには引き続き、2回の定期接種率を95%以上に向上させ、抗体保有率を高く維持することやワクチンの有用性への理解を広めるなどの対策が重要である。

※麻しんの排除の認定基準⁴⁾

適切なサーベイランス制度の下、土着株による麻しんの感染が3年間確認されないこと、また、遺伝子型の解析によりそのことが示唆されることをいう。

4.3. 風しん

今年度の高知県での風しん抗体保有率は、8倍以上の抗体保有率は調査対象者全体で94.4%(女性95.2%、男性92.9%)であり、5～9歳群男性を除く男女全体9年齢区分で見ると0～4歳群以外の年齢群で90%以上であった。また、発症予防ができることとされる32倍以上の抗体保有率¹¹⁾は、10～14歳群の男性、15～19歳群の男性女性で70%を下回った。

国内の風しんの報告数は2018年以降減少傾向にあり、2023年は12例、2024年は7例(暫定値)と、2024年は最少報告数となった¹²⁾。なお、高知県では2018年の3例以降、報告はない¹³⁾。

国は早期に先天性風しん症候群(Congenital Rubella Syndrome、以下、CRS)の発生をなくすとともに、風しんの排除を達成するため、「風しんに関する特定感染症予防指針」¹⁴⁾を制定し、定期予防接種の接種率95%以上を目標に取り組を進めた結果、2025年9月に風しんの排除が認定された。しかし、高知県は第1期及び第2期ともにこの目標を達成していない⁹⁾。さらに、COVID-19流行の影響により世界各国でワクチンの定期接種や補足的予防接種が中断もしくは中止されるなどの影響が報告されており、今後世界的な感受性者増加に伴う再流行が危惧されている¹⁵⁾。乳幼児の予防接種率改善には自治体やかかりつけ医等を介した保護者への情報提供¹⁶⁾や、男女ともにCRSのリスクの啓発を行うなどの対策が重要である。

風しん流行の中心は成人であることから、職場等での集団感染や妊娠を希望する女性等に焦点を当てた感染予防対策が求められる。

4.4. 日本脳炎

日本脳炎ウイルス浸淫の指標として、飼育ブタのHI抗体保有率と2ME感受性抗体の出現を追跡している。飼育ブタは、食用に6～8ヶ月齢でと殺されるが、ブタはヒトよりも日本脳炎ウイルスに対する感受性が高く、前年の日本脳炎流行期に感染を受けていない免疫のない若いブタが毎年日本脳炎ウイルスに感染し、増幅動物となっている¹⁷⁾。

今回の調査では6月上旬にHI抗体及び2ME感受性抗体(IgM抗体)が陽性となると共に汚染地区の判定基準を満たした。年によって抗体が陽性になる時期にずれはあるが、毎年陽性となっている。

近年、高知県において患者報告のない年が続いているが¹³⁾、高知県はブタの抗体保有率が毎年高いことから、日本脳炎ウイルスが活動していると推測される。ウイルス媒介蚊からヒトへの感染の危険性は高いと考えられるが、日本脳炎はワクチン接種によって罹患リスクを大きく下げられる疾病である。そのため、ワクチン接種の重要性・必要性や蚊に刺されないようにするなどの予防対策に関する啓発を行う必要がある。

文献

- 1) 厚生労働省健康・生活衛生局感染症対策部:令和6年度感染症流行予測調査の実施について(2024.5.8感発0508第1号)。
- 2) 厚生労働省健康局結核感染症課,国立感染症研究所感染症流行予測調査事業委員会:感染症流行予測調査事業検査術式,2019.
- 3) 高知県衛生環境研究所:高知県衛生環境研究所報,第6号,2024.
- 4) 厚生労働省:麻しんに関する特定感染症予防指針(2019.4.19一部改正)。
- 5) 国立健康危機管理研究機構 国立感染症研究所:病原微生物検出情報 Vol.8(1987/9[091]),<https://www.niid.go.jp/niid/ja/iasr.html>, (参照2025-12-22)。
- 6) 国立健康危機管理研究機構 国立感染症研究所:病原微生物検出情報 Vol.47 p211-213:2025年11月号,<https://id-info.jihs.go.jp/surveillance/iasr/IASR/Vol46/549/549t.html>, (参照2025-12-22)。
- 7) 高知県感染症情報センター:高知県感染症発生動向調査(月報)(2024年10月～2025年4月)
- 8) 一般社団法人日本環境感染学会:医療関係者のためのワクチンガイドライン 第4版,https://www.kankyokansen.org/publication/vaccine_guidelines/, (参照2025-12-22)。
- 9) 厚生労働省:麻しん風しん予防接種の実施状況(都道府県別麻しんワクチン接種率),<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/kekkaku-kansen/shou21/hashika.html>, (参照2025-12-22)。

- 10) 国立健康危機管理研究機構 国立感染症研究所:病原微生物検出情報 Vol.46 p131-133:2025年7月号,<https://id-info.jihs.go.jp/surveillance/iasr/IASR/Vol46/545/545t.html>(参照 2025-12-23).
- 11) 厚生労働省:予防接種が推奨される風しん抗体価について,2014年2月.https://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryou/kenkou/kekkaku-kansenshou/rubella/dl/140425_1.pdf(参照 2026-01-27)
- 12) 国立健康危機管理研究機構 国立感染症研究所 予防接種研究部:風しんに関する疫学情報(2025年9月17日現在),<https://id-info.jihs.go.jp/surveillance/idss/target-diseases/rubella/epidemiological-status/2025/rubella250917.pdf>, (参照 2026-1-27) .
- 13) 高知県感染症対策協議会感染症発生動向調査部会,高知県感染症情報センター:高知県感染症発生動向調査事業報告,第22号,2025.3.
- 14) 厚生労働省:風しんに関する特定感染症予防指針(2017.12.21一部改正).
- 15) 国立健康危機管理研究機構 国立感染症研究所:令和5年度(2023年度)感染症流行予測調査報告書 <https://id-info.jihs.go.jp/surveillance/nesvpd/report/2023/Report2023.html>,(参照 2025-12-22) .
- 16) 国立健康危機管理研究機構 国立感染症研究所:病原微生物検出情報 Vol.45 p51-52:2024年4月号,<https://id-info.jihs.go.jp/surveillance/iasr/45/530/article/100/index.html>, (参照 2025-12-23) .
- 17) 国立健康危機管理研究機構 国立感染症研究所:令和2年度(2020年度)感染症流行予測調査報告書(第4 日本脳炎),<https://id-info.jihs.go.jp/surveillance/nesvpd/report/2020/index.html>, (参照 2025-12-23) .

インフルエンザウイルスの全ゲノム解析について

佐藤 亘・別役 信乃*1・野口 優・下元 かおり・松本 一繁・山村 展子

Whole Genome Sequencing in tracking the HA and NA segment of human influenza virus in Kochi

SATO Wataru, BETCHAKU Shino, NOGUCHI Yu, SHIMOMOTO Kaori,
MATSUMOTO Kazushige and YAMAMURA Nobuko

【要旨】 高知県感染症発生動向調査事業において、2023年1月から2024年12月までの期間に医療機関から提供された咽頭ぬぐい液検体のうち、インフルエンザウイルスリアルタイムPCR陽性、又はMDCK細胞を用いたウイルス培養で細胞変性効果（CPE）が認められた培養液を、次世代シーケンサー（NGS）を用いて全ゲノム解析を行った。赤血球凝集素（HA）及びノイラミニダーゼ（NA）領域の解析を行った結果、時系列と流行株のHAとNAクレードの派生推移から、今後流行するインフルエンザウイルスの予測が可能となることが示唆された。

Key words : Influenza virus, NGS, surveillance, HA segment, NA segment, clade

1. はじめに

インフルエンザウイルスには、A, B, Cの3型があり、流行的な広がりを見せるのはA型とB型である。A型とB型ウイルス粒子の表面には赤血球凝集素（以下、HA）とノイラミニダーゼ（以下、NA）という糖蛋白があり、これらが感染防御免疫の標的抗原となっている。特にA型では、HA15種類、NA9種類の抗原性の異なる亜型が存在し、これらの様々な組み合わせを持つことでヒトだけでなく他の宿主に広く分布している¹⁾。

2024年度、高知県感染症発生動向調査事業（以下、感染症サーベイランス）におけるインフルエンザウイルスリアルタイムPCR陽性検体について、MDCK細胞を用いたウイルス培養で細胞変性効果（以下、CPE）が認められた培養液を対象に次世代シーケンサー（以下、NGS）による全ゲノム解析を実施後、HA領域に絞った解析を行い、その結果を報告した²⁾。報告では、時系列とクレード、感染拡大との関連性は認められたものの、リアルタイムPCR陽性の全検体を調査できていないこと、さらにNA領域の解析が行われていないことから、さらなる検討を必要としており、流行株の全体像を把握するには不十分と考えられた。

本研究では、既報²⁾に続き、解析対象をCPEが認められた培養液に加えて、CPEが認められなかった検体の咽頭ぬぐい液も対象として全ゲノム解析を行い、また、解析領域もHA領域に加えNA領域も含めて解析を実施し、流行株の推移を調査した。その結果、若干の知見を得たので報告する。

2. 材料及び方法

2.1. 材料

2023年1月から2024年12月までの期間に感染症サーベイランスにより提供されたインフルエンザ疑い患者の咽頭ぬぐい液検体のうち、インフルエンザリアルタイムPCR陽性検体又はMDCK細胞によるウイルス培養でCPEが見られた検体を全ゲノム解析に用いた。

2.2. RNA抽出、リアルタイムPCR、インフルエンザウイルスの培養

既報の方法に従って、QIAamp Viral RNA Mini Kit（QIAGEN）を使用し、咽頭ぬぐい液又はウイルス培養液からRNA抽出液を作成した。咽頭ぬぐい液からのRNA抽出液についてリアルタイムPCRを行い、陽性となった検体のみをインフルエンザウイルスの分離培養に使用した。CPEが見られた上清を回収して、RNA抽出したものをNGS検体とした^{2,3)}。

2.3. NGSによる全ゲノム解析の方法

*1 高知県須崎福祉保健所

iSeq100 システム (Illumina) を使用して、国立感染症研究所が示した病原体検出マニュアル(インフルエンザ診断マニュアル第 5 版)の一部を変更し、コロナウイルスの全ゲノム解析と同時に行った^{2,4)}。

本研究では既報のウイルス培養液に加え、咽頭ぬぐい液からの RNA 抽出液も用いて cDNA を作成した。また、既報においてぬぐい検体の PCR 産物濃度が十分でなかったことから、本研究ではサイクル数を増加して RT-PCR、Multiplex PCR を行った。RNA 抽出液を、Primer 及び SuperScript III (Invitrogen) を用いて、A 型は 42°C60 分、94°C2 分、94°C30 秒・45°C30 秒・68°C3 分を 5 サイクル、94°C30 秒・57°C30 秒・68°C3 分を 40 サイクル、B 型は 45°C60 分、55°C30 分、94°C2 分、94°C20 秒・40°C30 秒・68°C3 分 30 秒を 5 サイクル、94°C20 秒・58°C30 秒・68°C3 分 30 秒を 40 サイクルの温度条件で RT-PCR を行い、cDNA を作成した。

次に、Q5 Hot Start High-Fidelity 2x Master Mix (New England Biolabs) を用いて、98°C2 分、98°C20 秒・60°C30 秒・72°C30 秒で 45 サイクル、72°C1 分の温度条件で Multiplex PCR を行った。

既報の方法に従ってライブラリ調製を行い、iSeq 100 システム、iSeq 100 i1 Reagent Cartridge v2 300 cycles (Illumina) のカートリッジを使用して NGS 解析後、その塩基配列をもとに CLC Genomics Workbench を用いて参照配列から HA 及び NA の全ゲノム配列を決定した^{2,4)}。参照配列は、NCBI のデータベースから A (H1N1) pdm09 亜型 (以下、AH1pdm09) の HA 領域は A/Wisconsin/588/2019 (MW626062) を NA 領域は A/Wisconsin/588/2019 (MW626056)、A(H1N2)亜型 (以下、AH3) の HA 領域は A/Darwin/6/2021 (OQ718999) を NA 領域は A/Darwin/6/2021 (EPI1857215)、B.victoria 系統 (以下、B.vic) の HA 領域は B/Brisbane/60/2008 (KX058884) を NA 領域は B/Brisbane/60/2008-egg (CY073894) を使用した。

2.4. 系統樹解析

CLC Genomics Workbench で作成した HA 及び NA の全ゲノム配列 (AH1pdm、AH3、B.vic) を、MEGA7⁵⁾ でインフルエンザウイルスごとに一つにまとめ、coverage が 95% 以下のものを除いて Nextclade⁶⁾ を用いて作成した。それぞれの検体の名称は、「元号_検体番号_提供月_管轄保健所 (KC: 高知市保健所、SK: 須崎保健所、HT: 幡多保健所)」で表記した。

3. 結果

3.1. リアルタイム PCR

2023 年の感染症サーベイランスで得られたインフルエンザ疑い 98 検体のうち、リアルタイム PCR 検査陽性は亜型不明を含めて 87 件あった。その内訳は AH1pdm09 が 25 件、AH3 が 57 件、B.vic が 1 件、亜型不明 4 件であった。また、2024 年の感染症サーベイランスで得られたインフルエンザ疑い 98 検体のうち、リアルタイム PCR 検査陽性は亜型不明を含めて 68 件あった。その内訳は AH1pdm09 が 41 件、AH3 が 9 件、B.vic が 17 件、亜型不明 1 件であった。亜型不明の検体は、NGS による全ゲノム解析により AH1pdm09 が 4 件 (2023 年が 3 件、2024 年が 1 件)、AH3 が 1 件 (2023 年が 1 件) と判明した。

AH1pdm09 は、2023 年 8 月に検出されて以降、2024 年 1 月まで検出され、とくに 11 月に多く検出された。2024 年 10 月に再び検出され始め、徐々に増加し 12 月に最も多く検出された。(図 1)

AH3 は、2023 年は 7 月と 8 月を除く年間を通して検出され、とくに 1 月に最も多く検出された。2024 年は 1 月と 7 月から 9 月の期間にのみ検出された。

B.vic は、2023 年 10 月に 1 件検出され、その後 2024 年 1 月から 4 月まで検出された。

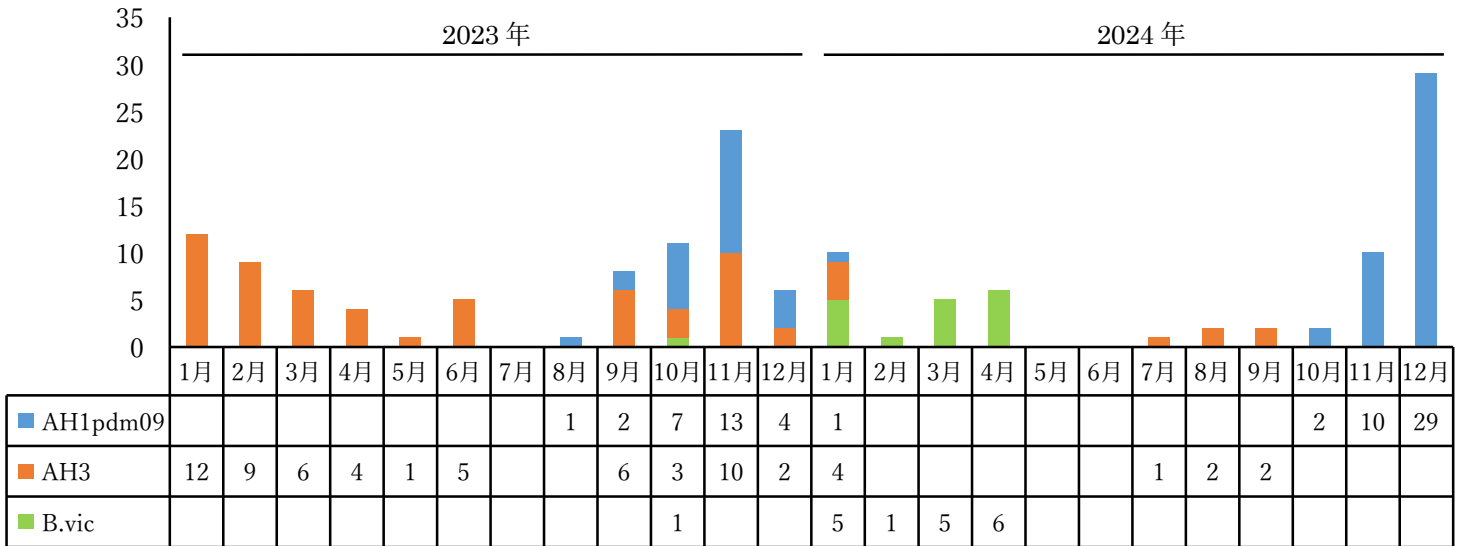


図1 年間の型別検出数の推移

3.2. ウイルス培養のCPE陽性件数

2023年は、リアルタイムPCR陽性83件（亜型不明を除く）のうち、ウイルス培養によるCPE陽性は50件で、その内訳はAH1pdm09が17件、AH3が32件、B.vicが1件であった。2024年は、リアルタイムPCR陽性68件（亜型不明を含む）のうち、ウイルス培養によるCPE陽性は21件で、その内訳はAH1pdm09が4件、AH3が6件、B.vicが11件であった。

3.3. HA及びNAの系統樹解析

2023年及び2024年の全ての検体をNextcladeで系統樹解析した結果、クレード及びサブクレードはそれぞれ表1となった。なお、coverageが95%以下のものについては信憑性が低いため該当セルは網掛け表示としている。また、系統樹は図2、3及び4に示した。

AH1pdm09は、HAではすべてlegacy-cladeとして6B.1A.5a.2aに属し、さらにshort-cladeとして5a.2aまたは5a.2a.1に分岐していた。5a.2aからは、cladeとしてC.1から始まり、C.1.7.2、C.1.9と派生が見られ、最終的にはC.1.9.3へと派生した。5a.2a.1では、cladeのD.2から派生はなかった。NAのcladeは、C.4、C.5.3、C.5.3.2、D、D.2の5つに派生していた。（表1-(a)、図2）。

AH3は、HAではすべてlegacy-cladeとして3C.2a1b.2aに属し、大きく分けて2aと2bに分岐していた。さらに2aは、short-cladeとして2a.1b、2a.3、2a.3aと派生が見られ、最終的に2a.3a.1に派生した。さらに、2a.3a.1はcladeが派生し、JからJ.1、J.2、J.2.2に分岐していた。また、2bは、short-cladeの派生は見られなかったものの、cladeではG.2、G.2.1、G.2.2へ派生していた。NAのcladeは、A.2.2.2、B.2、B.2.2、B.3、B.4、B.4.2、B.4.3に派生していた(表1-(b)、図3)。

B.vicは、HAではすべてlegacy-cladeとしてV1A.3a.2のみであったが、cladeが派生し、C.5からC.5.1、C.5.6、C.5.7へと分岐していた。NAのcladeは、B.7、B.7.2、B.7.3、B.8へと分岐していた(表1-(c)、図4)。

表1 HA及びNAの clade (元号_検体番号_提供月_管轄保健所)

表 1-(a). AH1pdm09

(※)培養できたものを「○」とした。

	(※) 培養	HA				NA	
		clade	short-clade	legacy-clade	coverage	clade	coverage
R5_148_04_SK		D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	30%	C.5.3	52%
R5_317_08_KC	○	C.1	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	C.5.3	100%
R5_379_09_KC	○	D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%
R5_400_10_KC	○	D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%
R5_404_09_KC	○	D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%
R5_409_10_SK	○	D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%
R5_427_10_SK	○	D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%
R5_428_10_SK						C.5.3.2	100%
R5_429_10_SK		D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%
R5_440_10_SK		D	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	58%	C.5.3.2	74%
R5_446_10_SK		C.1	5a.2a	6B.1A.5a.2a	24%	C.5.3.2	43%
R5_456_11_KC	○	D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%
R5_465_11_SK		D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%
R5_466_10_SK		D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C	63%
R5_471_11_SK	○	D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%
R5_472_11_SK	○	C.1.7.2	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	C.4	100%
R5_479_11_SK	○	D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%
R5_480_11_SK	○	D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%
R5_491_11_HT		D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%
R5_493_11_SK	○	D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%
R5_494_11_SK	○	D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%
R5_496_11_SK	○	D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%
R5_498_11_SK		C.1.7.2	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	C.4	100%
R5_515_11_KC	○	D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%
R5_531_12_SK	○	D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%

	培養	HA				NA	
		clade	short-clade	legacy-clade	coverage	clade	coverage
R5_532_12_SK	○	D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%
R5_534_12_SK		D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%
R5_536_12_SK		C.1.7	5a.2a	6B.1A.5a.2a	29%	B.1	22%
R6_017_01_SK		D.2	5a.2a.1	6B.1A.5a.2a.1	100%	C.5.3.2	100%
R6_617_10_SK		C.1.9	5a.2a	6B.1A.5a.2a	98%	D	100%
R6_648_10_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D	100%
R6_676_11_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D	100%
R6_705_11_SK		C.1.9	5a.2a	6B.1A.5a.2a	60%	D	69%
R6_706_11_SK		C.1.9	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D	100%
R6_708_11_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	19%	D	85%
R6_711_11_SK		C.1.9	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D	97%
R6_721_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	64%	D.2	86%
R6_722_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D	100%
R6_723_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	63%	D.2	85%
R6_724_11_SK		C.1.9	5a.2a	6B.1A.5a.2a	16%	C.5.3	40%
R6_725_11_SK		C.1.9	5a.2a	6B.1A.5a.2a	13%	D	100%
R6_726_11_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D	100%
R6_727_11_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D	100%
R6_728_12_KC	○	C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D.2	100%
R6_730_11_KC	○	C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D.2	100%
R6_739_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	57%	D	100%
R6_740_12_SK		C.1.9	5a.2a	6B.1A.5a.2a	55%	D	100%
R6_741_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D	100%
R6_742_12_SK		C.1.9	5a.2a	6B.1A.5a.2a	14%	D	62%
R6_743_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	96%	D	100%
R6_744_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D	60%
R6_745_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	61%	D	53%

	培養	HA				NA	
		clade	short-clade	legacy-clade	coverage	clade	coverage
R6_746_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	83%	D	92%
R6_747_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	82%	D	82%
R6_748_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	63%	D	98%
R6_749_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D	100%
R6_750_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D	100%
R6_751_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	41%	C.5	36%
R6_753_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D	100%
R6_754_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D	100%
R6_758_12_KC		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D.2	100%
R6_759_12_KC	○	C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D.2	100%
R6_760_12_KC	○	C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D.2	100%
R6_761_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	53%	D.2	70%
R6_763_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	75%	C.5.3	100%
R6_765_12_SK		C.1.9	5a.2a	6B.1A.5a.2a	25%	D.2	100%
R6_766_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	75%	D.2	54%
R6_768_12_SK		C.1.9	5a.2a	6B.1A.5a.2a	50%	D.2	98%
R6_770_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D.2	100%
R6_771_12_SK		C.1.9.3	5a.2a	6B.1A.5a.2a	100%	D	100%

表 1-(b). AH3

	培養	HA				NA	
		clade	short-clade	legacy-clade	coverage	clade	coverage
R5_003_01_SK						B.4	97%
R5_004_01_SK		J	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4	100%
R5_006_01_KC	○	G.1.3.1	2a.3a	3C.2a1b.2a.2a.3a	100%	B.4	100%
R5_011_01_SK		G.1.3.1	2a.3a	3C.2a1b.2a.2a.3a	100%	B.4	100%
R5_012_01_SK		K	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	64%	B.4	76%
R5_013_01_SK		G.2.1	2b	3C.2a1b.2a.2b	10%	B.4	59%
R5_014_01_SK		G.1.1	2a.1	3C.2a1b.2a.2a.1	17%	B.4	79%
R5_016_01_SK		G.1.3.1	2a.3a	3C.2a1b.2a.2a.3a	100%	B.4	100%
R5_018_01_KC	○	G.1.3.1	2a.3a	3C.2a1b.2a.2a.3a	100%	B.4	100%
R5_026_01_HT	○	G.1.3.1	2a.3a	3C.2a1b.2a.2a.3a	100%	B.4	100%
R5_029_01_SK		G.1.3.1	2a.3a	3C.2a1b.2a.2a.3a	34%	B.4.2.2	59%
R5_037_01_KC	○	G.1.3.1	2a.3a	3C.2a1b.2a.2a.3a	100%	B.4	100%
R5_050_02_SK		G.1.3.1	2a.3a	3C.2a1b.2a.2a.3a	45%	B.4	100%
R5_057_02_KC	○	G.2.1	2b	3C.2a1b.2a.2b	100%	B.2.2	100%
R5_063_02_KC	○	G.1.3	2a.3	3C.2a1b.2a.2a.3	100%	B.3	100%
R5_067_02_SK		G.1.3	2a.3	3C.2a1b.2a.2a.3	25%	B.4	70%
R5_068_02_SK		K	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	27%	B.4	100%
R5_082_02_KC	○	G.1.3	2a.3	3C.2a1b.2a.2a.3	100%	B.3	100%
R5_083_02_SK		G.1.1.2	2a.1b	3C.2a1b.2a.2a.1b	100%	B.4	64%
R5_084_02_SK		K	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	34%	B.4	13%
R5_089_03_KC		K	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	31%	B.4.2	11%
R5_090_02_SK		G.1.1.2	2a.1b	3C.2a1b.2a.2a.1b	45%	B.2	86%
R5_096_03_SK	○	G.2	2b	3C.2a1b.2a.2b	100%	A.2.2.2	100%
R5_098_03_KC	○	G.1.3	2a.3	3C.2a1b.2a.2a.3	100%	B.3	100%
R5_106_03_KC	○	G.1.3.1	2a.3a	3C.2a1b.2a.2a.3a	100%	B.4	100%
R5_107_03_SK		J.2.4	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	20%	B.4.1	10%

	培養	HA				NA	
		clade	short-clade	legacy-clade	coverage	clade	coverage
R5_118_03_SK						B.4	79%
R5_123_04_KC	○	G.2.2	2b	3C.2a1b.2a.2b	100%	B.2.2	100%
R5_124_04_SK		J.2.4	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	30%	B.4.2.2	72%
R5_130_04_SK		J.2.4	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	34%	B.4	52%
R5_133_04_SK		K	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	37%	B.4.3	33%
R5_183_05_KC	○	G.2	2b	3C.2a1b.2a.2b	100%	A.2.2.2	100%
R5_207_06_KC	○	G.2	2b	3C.2a1b.2a.2b	100%	A.2.2.2	100%
R5_212_06_SK		E.1	3C.2a1b.2a	3C.2a1b.2a	19%	B.2	34%
R5_226_06_KC	○	G.2.1	2b	3C.2a1b.2a.2b	100%	B.2.2	100%
R5_229_06_SK	○	G.2	2b	3C.2a1b.2a.2b	100%	A.2.2.2	100%
R5_234_06_SK	○	J	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4	100%
R5_354_09_SK	○	J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R5_355_09_SK	○	J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R5_368_09_KC	○	J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R5_369_09_SK		G.1.1.2	2a.1b	3C.2a1b.2a.2a.1b	100%	B.2	100%
R5_380_09_SK	○	J	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4	100%
R5_391_09_SK	○	J	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.2	100%
R5_439_10_SK		G.1.1.2	2a.1b	3C.2a1b.2a.2a.1b	50%	B.2	50%
R5_444_10_SK	○	J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R5_457_10_SK		J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R5_469_11_SK		J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R5_470_11_SK	○	J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R5_481_11_SK	○	J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R5_482_11_SK	○	J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R5_483_11_SK	○	J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R5_487_11_SK	○	J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R5_495_11_SK	○	J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%

	培養	HA				NA	
		clade	short-clade	legacy-clade	coverage	clade	coverage
R5_497_11_SK	○	J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R5_499_11_SK	○	J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R5_516_11_KC	○	J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R5_530_12_SK	○	J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R5_535_12_SK		J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R6_037_01_SK	○	J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R6_038_01_SK	○	J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R6_068_01_SK		J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R6_081_01_SK		J.1	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.3	100%
R6_512_07_KC	○	J.2	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.2	100%
R6_513_08_KC	○	J.2	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.2	100%
R6_573_09_SK	○	J.2.2	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.2	100%
R6_590_08_KC	○	J.2.2	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.2	100%
R6_609_09_SK		J.2.2	2a.3a.1	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	100%	B.4.2	100%

表 1-(c). B. vic

	培養	HA			NA	
		clade	legacy-clade	coverage	clade	coverage
R5_422_10_KC	○	C.5	V1A.3a.2	100%	B.7.2	100%
R6_003_01_KC	○	C.5.6	V1A.3a.2	100%	B.8	100%
R6_066_01_SK		C.5.7	V1A.3a.2	31%	B.7	66%
R6_067_01_SK		C.5.1	V1A.3a.2	55%	B.7	83%
R6_086_01_KC	○	C.5.1	V1A.3a.2	100%	B.7	100%
R6_087_01_KC	○	C.5.1	V1A.3a.2	100%	B.7	100%
R6_127_02_SK		C.5.1	V1A.3a.2	45%	B.3	59%
R6_156_03_KC	○	C.5.1	V1A.3a.2	100%	B.7	100%
R6_179_03_SK	○	C.5.1	V1A.3a.2	100%	B.7	100%
R6_180_03_SK		C.5.6	V1A.3a.2	79%	B.8	86%
R6_186_03_SK		C.5.6	V1A.3a.2	61%	B.8	100%
R6_187_03_SK	○	C.5.1	V1A.3a.2	100%	B.7	100%
R6_196_04_SK		C.5.1	V1A.3a.2	100%	B.7	100%
R6_197_04_SK	○	C.5.1	V1A.3a.2	100%	B.7	100%
R6_204_04_SK	○	C.5.6	V1A.3a.2	100%	B.8	100%
R6_209_04_SK	○	C.5.6	V1A.3a.2	100%	B.8	100%
R6_214_04_KC	○	C.5.7	V1A.3a.2	100%	B.7.3	100%
R6_228_04_SK	○	C.5.6	V1A.3a.2	100%	B.8	100%

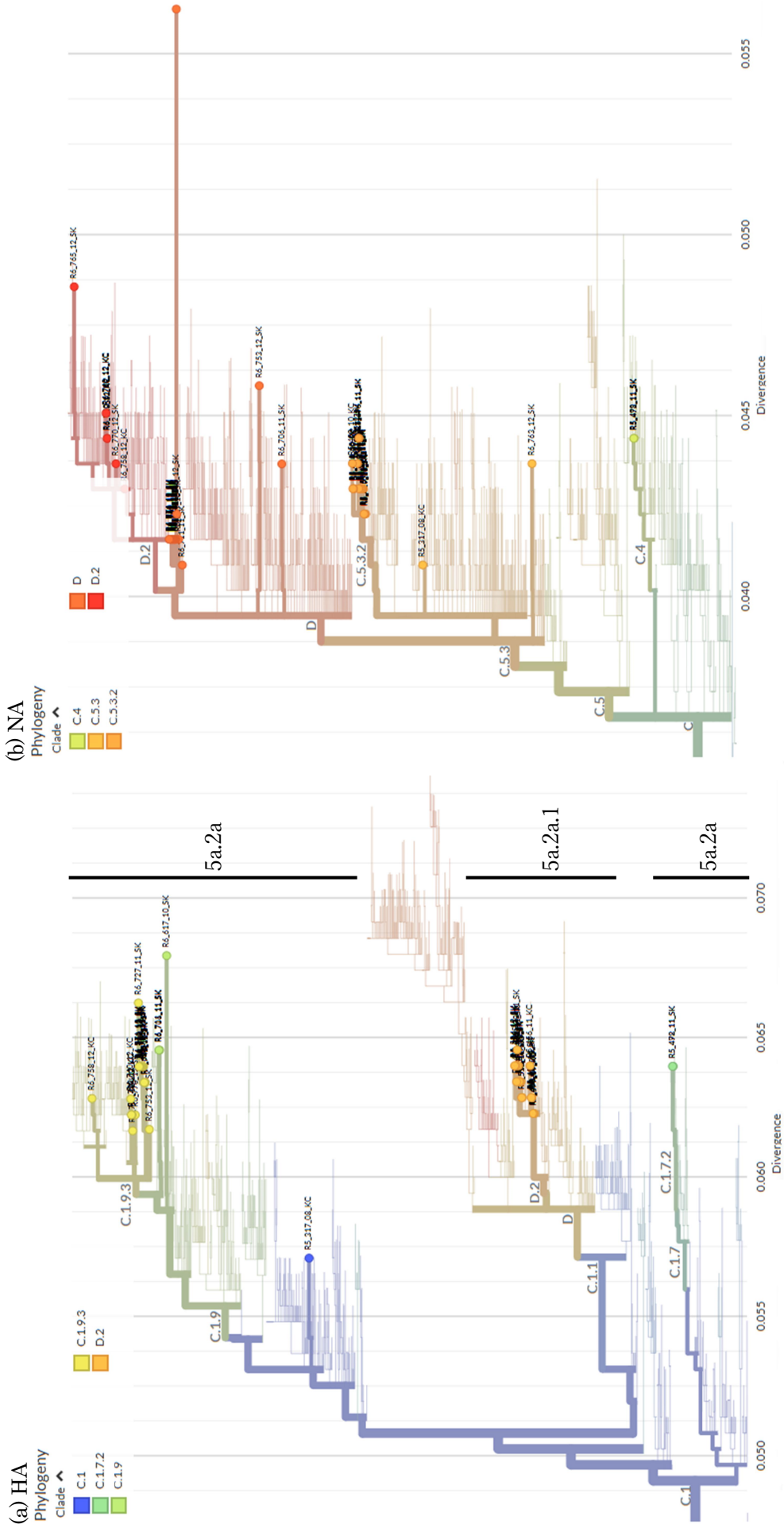


図2 AH1pdm09の系統樹
(a) HA (b) NA

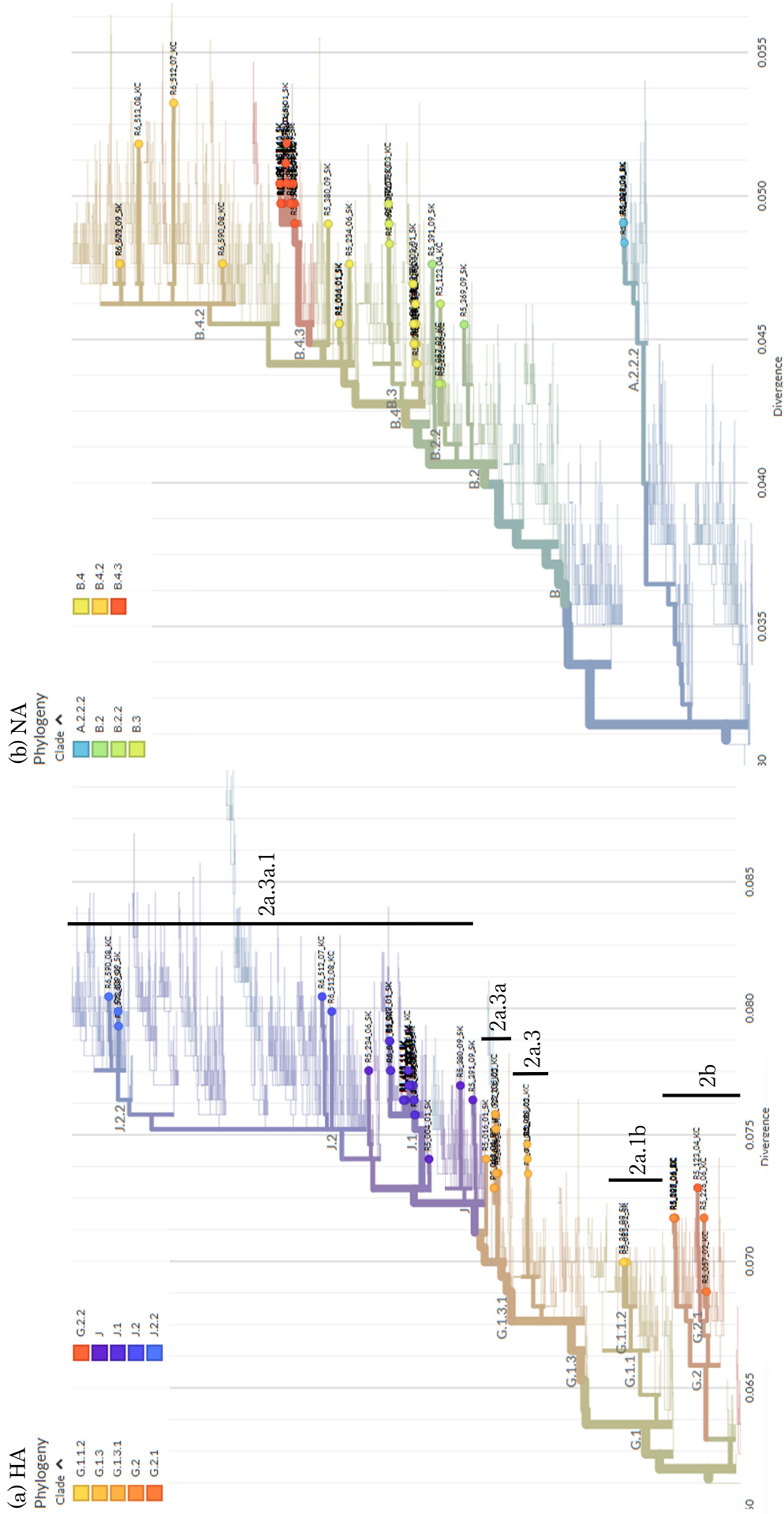


図3 AH3の系統樹

(a) HA (b) NA

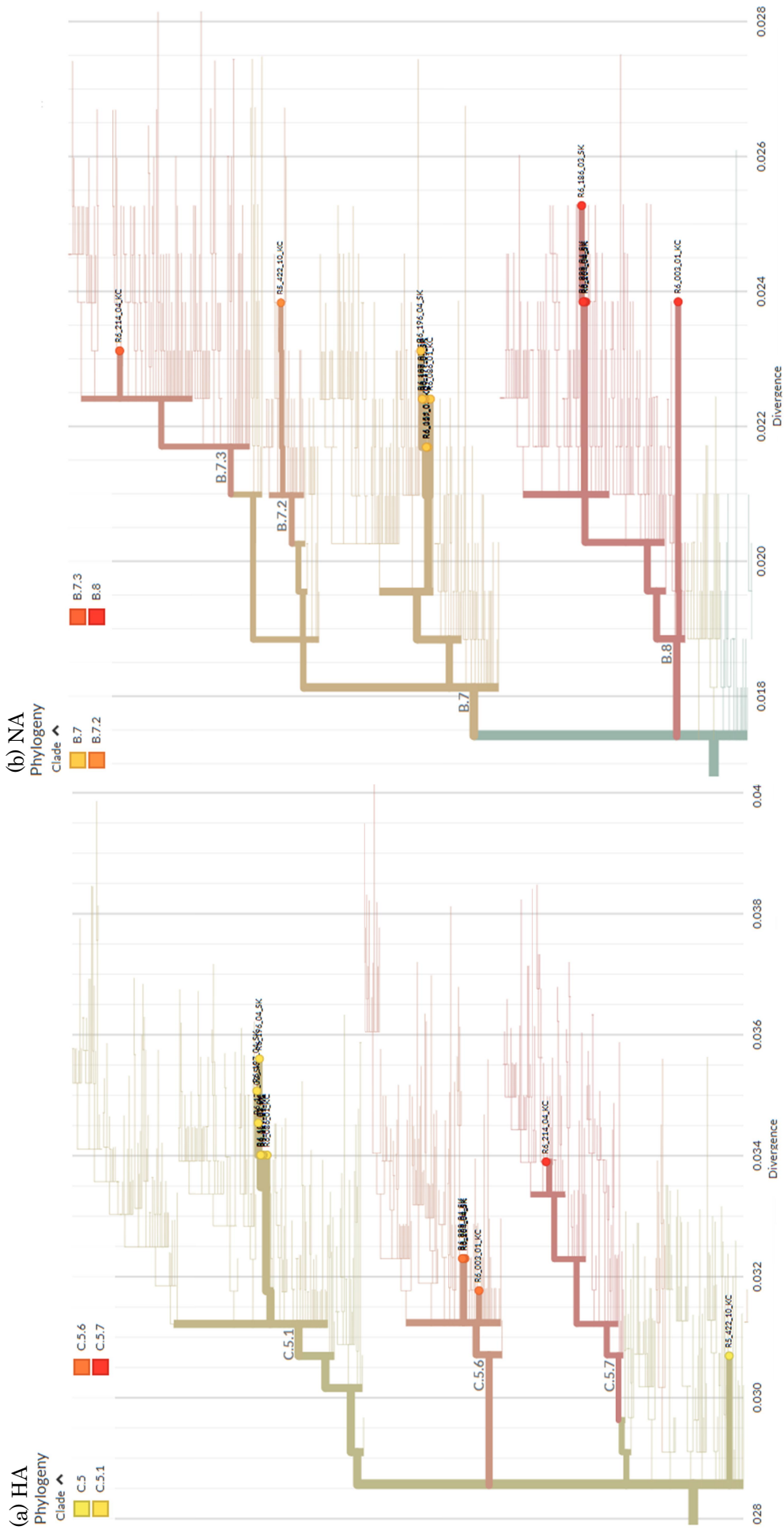


図 4 B. vic の系統樹

(a) HA (b) NA

4. 考察

4.1. AH1pdm09 の解析結果

2023年8月の検出以降、11月をピークに2024年1月まで検出された。2024年10月に再び検出されると増加した。

2023年に分離・検出されたウイルスの short-clade は3検体を除き 5a.2a.1 で、2024年は1検体を除き 5a.2a であった。5a.2a.1 に着目すると、HA の clade は D.2 から変化はないが、NA の clade は C.5.3 から C.5.3.2 へと変化していた。また、5a.2a では、2023年は clade が C.1 と C.1.7.2 であったが、2024年になると C.1.9 と C.1.9.3 へと変化し、NA の clade は、C.5.3 から派生した D、D.2 へと変化していた。

時系列で見ると、2023年は HA の clade の C.1.1 から派生した D.2 が、2024年は C.1.9 から派生した C.1.9.3 が流行しており、それぞれの流行は C.1 から派生した別の clade の流行であった。同様に NA の clade は C.5.3 から派生した C.5.3.2 と D の流行であった。

HA-NA の組み合わせを見ると、HA の clade の C.1、C.1.7.2、C.1.9、D.2 は、NA の clade とそれぞれ一対の組み合わせ (C.1-C.5.3、C.1.7.2-C.4、C.1.9-D、D.2-C.5.3.2) であった。一方、HA の clade の C.1.9.3 は、NA の clade と2種類の組み合わせ (C.1.9.3-D、C.1.9.3-D.2) が確認された。今後もクレードの動向について継続的な監視を行っていくこととする。

4.2. AH3 の解析結果

2023年は7月と8月を除く年間を通して検出されたが、2024年は1月と7月、8月、9月にのみ検出された。HA の主な legacy-clade は 3C.2a1b.2a であり、大きく分けて 2a と 2b の2種類が存在した。

2a の short-clade は、2a.1b (G.1.1.2) と 2a.3 (G.1.3) から派生した、2a.3a (G.1.3.1)、2a.3a.1 (J) に分岐した。2023年の6月以降の short-clade は 2a.3a.1 であり、9月以降、検出数が急増していったが12月以降は減少した。2a.3a.1 の clade をみると、J は2023年の1月と6月の検出以降、7月と8月の検出はないものの、9月以降に派生した J.1 が急増しており、7月から8月に水面下で感染が進んでいたことが推測される。また、2024年に入ると7月以降 J.1 とは別に派生した J.2、J.2.2 が増加しており注意が必要と考えられる。また、2b (G.2、G.2.1、G.2.2) では、2a が減少し始めた2023年2月から検出され、2023年6月以降は検出されなかった。

NA では clade の A.2.2.2 から派生した B が基となり、B.2、B.3、B.4 へ派生し、さらに B.4.2 と B.4.3 に派生したものが流行していた。

HA-NA の組み合わせを見ると、ほぼ一対の組み合わせ (G.1.1.2-B.2、G.1.3-B.3、G.1.3.1-B.4、G.2-A.2.2.2、G.2.1-B.2.2、G.2.2-B.2.2、J.1-B.4.3、J.2-B.4.2、J.2.2-B.4.2) であった。一方、HA の clade の J は、NA の clade と2種類の組み合わせ (J-B.2、J-B.4) が確認された。

時系列で見ると、HA-NA の組み合わせにおいては、J.1-B.4.3 と J.2 (J.2.2 含む) -B.4.2 への移行が確認され、一方に感染しても、もう一方に再感染する可能性が考えられる。また、HA は2023年の年頭に流行した G.1.3.1 の clade が派生し、2023年の年末から2024年の年始には J が流行しており、今後は、この J から派生した clade が流行すると考えられる。NA は、順に派生していることから、今後は B.4 から派生したものが流行すると予想される。

4.3. B.vic の解析結果

2023年10月に1件検出され、その2か月後の2024年1月から検出数が増加した。AH1pdm09 や AH3 と同様に、初回検出から約2か月後に検出数の増加が始まる推移を示した。

HA の clade は、C.5.1、C.5.6、C.5.7 が検出されており、これらに時系列は認められず、ほぼ同時期に流行していた。NA の clade は大きく分けて B.7 と B.8 が検出された。HA 及び NA のいずれの clade も同程度の検出数であり、今後どの clade が流行するか予測が困難なため注意が必要である。一方で、HA-NA の組み合わせを見ると、C.5-B.7.2、C.5.1-B.7、C.5.6-B.8、C.5.7-B.7.3 の組み合わせのみが確認されており、2年間で大きな変異は見られていない。そのため、注意は必要であるもののワクチン接種などで対処できると考えられる⁷⁾。

4.4. まとめ

系統樹解析の結果、時系列、クレードの派生推移から、今後流行するインフルエンザウイルスの予測が可能となることが示唆された。HA 及び NA の解析による変異等の分子疫学的情報提供の検討を進め、今後感染拡大が予想

されるインフルエンザウイルスの型を推測するデータの1つとして、県民への注意喚起に役立てたいと考える。

今回、リアルタイム PCR 陽性検体のうち、培養後、ウイルス分離ができない検体があった。培養液から抽出した RNA では coverage が 100%であるが、ぬぐい液から抽出した RNA では 100%にならないものもあることから、今後は咽頭ぬぐい液からより精度の高い coverage を求める方法についての検討が必要である。

県内全域の発生状況把握にあたり、引き続き、感染症サーベイランスにおけるインフルエンザウイルスの病原体定点医療機関には積極的な検体提供のご協力をお願いする。

文献

- 1) 国立感染症研究所：インフルエンザとは, <https://www.niid.go.jp/niid/ja/kansennohanashi/219-about-flu.html>, 2025.1.1
- 2) 佐藤亘ら：NGS を用いたインフルエンザウイルスの全ゲノム解析について. 高知県衛生環境研究所報, 6, 53-60, 2024.
- 3) 国立感染症研究所：病原体検出マニュアル(インフルエンザ (鳥インフルエンザ及び新型インフルエンザ等感染症を除く)), <https://id-info.jihs.go.jp/manuals/pathogen-detection/influenza20251002v2.pdf>, 2026.1.1
- 4) 国立感染症研究所：病原体検出マニュアル(新型コロナウイルスゲノム解析マニュアル 2022年2月版), https://id-info.jihs.go.jp/manuals/pathogen-detection/SARS-CoV2_genome_analysis_manual_QIASEQFX_ver_1_4_220127.pdf, 2026.1.1
- 5) MEGA Software : <https://www.megasoftware.net/>, 2025.1.1
- 6) Nextclade Nextstrain : <https://clades.nextstrain.org/>, 2026.1.1
- 7) 国立健康危機管理研究機構国立感染症研究所；病原微生物検出情報 (IASR) , 46, 14-16, 2025

高知県内で検出された結核菌の分子疫学研究 (2012～2024 年度)

影山 温子・前田 詩乃・下元 かおり・松本 一繁

Molecular epidemiology studies of *Mycobacterium tuberculosis* in Kochi Prefecture

(from April 2012 to March 2025)

KAGEYAMA Atsuko, MAEDA Shino, SHIMOMOTO Kaori,
MATSUMOTO Kazushige

【要旨】 2012年10月から2024年12月までに高知県内の結核患者から分離され、当所に搬入された結核菌 333 株について反復配列多型 (Variable Number of Tandem Repeats) 解析法 (以下 VNTR 法) による分子疫学調査を実施した。VNTR 対象領域は JATA12 までとし、12 領域で一致がみられた検体では菌株識別力を高めるため、さらに対象領域を 6 領域 (Q18, Q11a, ETRA, Q3232, V3820, V4120) 追加し、18 領域を検査対象領域とした。2023 年からはフラグメント解析を導入し、24 領域までを検査対象領域とした。他検体と JATA12 までが一致した検体は 333 検体中 29 グループ 122 検体で、そのうち 18 領域が完全に一致した検体は 15 グループ 42 検体であった。また、24 領域全てが一致した検体は 6 グループ 17 検体であった。

これらの VNTR 解析結果を用いてデータベースを作成し、ミニマムスパニングツリー (以下 MST) によって図式化した結果、菌株間の関連性を視覚的に捉えることが可能となった。結核菌を北京型と非北京型に分類した結果、北京型が 75.1% であり、全国の傾向と同様であった。北京型を祖先型 (ST11/26 群、STK 群、ST 3 群、ST25/19 群) と特に感染力や発病率が高く注意が必要といわれる新興型に分類した結果では、県内の新興型は 14% であり、全国的な傾向よりも低値であった。しかし、新興型の割合は、60 歳以上は 9.8%、60 歳未満では 34.4% と若年齢層で高かった。

Key words: 結核菌、VNTR、分子疫学、北京型、非北京型、新興型

1. はじめに

結核とは結核菌 (*Mycobacterium tuberculosis*) が原因で起こる呼吸器感染症で、「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」において二類感染症に位置づけられ、診断後直ちに届け出なければならない全数報告の疾患である。2021 年に日本は目標としていた低蔓延国となったものの、近年、薬剤耐性結核菌の発生や外国出生患者の増加などが問題となっている¹⁾。日本における新規登録結核患者数及び罹患率 (人口 10 万人対) は年々低下しており、2023 年の新規登録結核患者は 10,096 人、罹患率は 8.1 (人口 10 万人対) であった。一方、高知県の 2023 年の新規登録結核患者は 42 人、罹患率は 6.3 (人口 10 万人対) となっており、全国平均を下回り推移している (図 1)。

当所では 2012 年 10 月から高知県結核発生動向調査 (分子疫学的調査) 事業実施要領に基づき、県内協力医療機関で結核患者から分離された菌株を収集し、VNTR 法による分子疫学調査を実施している。VNTR 法は比較的容易に実施可能で、結果が数値 (デジタルデータ) で表されるため、異なる施設間や過去検体のデータを容易に共有・比較できることが大きな利点である²⁾。得られた VNTR 型情報は菌株ごとに識別番号を付してデータベースに保存するとともに、過去に登録された菌株との VNTR 型一致について解析を実施している。また、保健所に対して菌株ごとの VNTR 型情報及び、過去 2 年以内の登録株との一致の有無について結果を報告している。

今回、2012 年 10 月から 2024 年 12 月までに当所に搬入された 333 検体について、VNTR 解析結果及び分子疫学調査結果をまとめたので報告する。

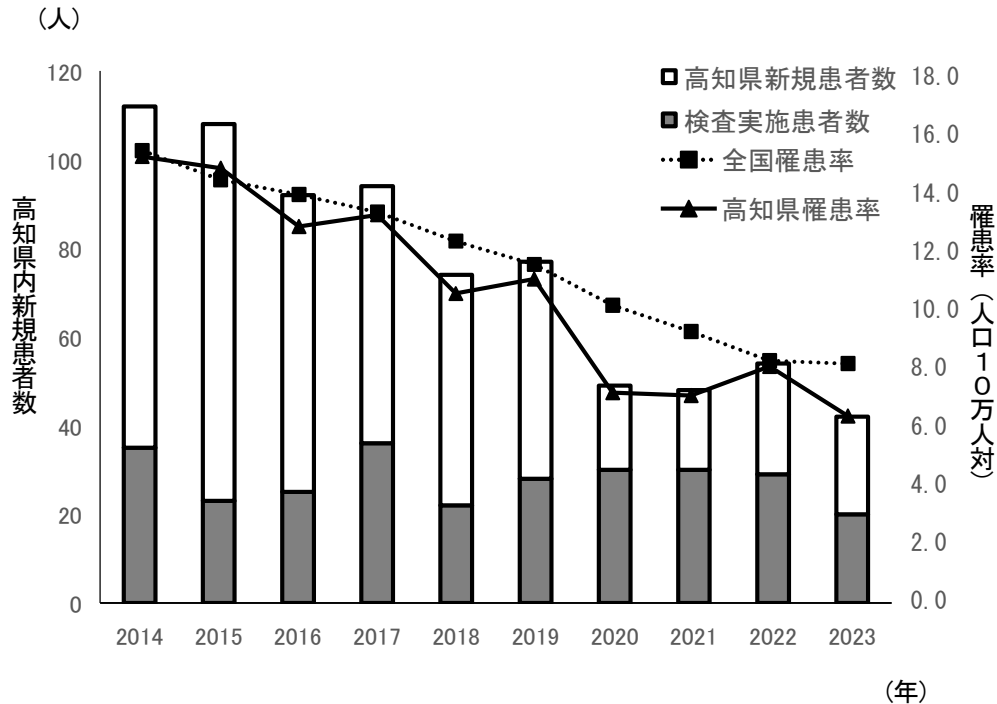


図1 県内新規登録患者数と罹患率の年次推移

※ (出典: 令和6年 高知県の結核(高知県健康政策部健康対策課)¹⁾)

2. 材料

2012年10月から2024年12月までに発生届が提出された1,159人のうち、協力医療機関(現在1医療機関)で分離された患者由来結核菌株330株と結核研究所より譲渡された過去検体DNA抽出物3検体の合計333検体を対象とした。

3. 方法

3.1 DNA抽出

搬入された小川培地をオートクレーブで95°C10分間加熱殺菌後、30分間以上冷却した。滅菌蒸留水1mLを加え、エーゼで菌塊を十分に懸濁し2mLチューブに収集後、14,000rpmで10分間遠心し、上清をDNA試料とした。

3.2 VNTR法

得られたDNA試料を用いて、JATA12領域のVNTR法を実施した。JATA(12)-VNTRで反復数の一致が見られた検体については、6領域(Q18, Q11a, ETRA, Q3232, V3820, V4120)を追加し、18領域を検査対象領域とした。2022年度まではアガロースゲル電気泳動法にて出現バンドのbpを読み取り、換算表にて反復数を決定していたが、2023年度からは一度に24領域を検査するSeqstudio(サーモフィッシャー社製)によるフラグメント解析法を導入した。

3.3 MST系統樹解析法

VNTR法のデータ333検体分について、12領域をアプリケーション「MIRU-VNTR plus」(<https://www.miru-vntrplus.org/MIRU/index.faces>)を使用し、ミニマムスパニングツリー(MST)のパターンを図式化した。

3.4 北京型、非北京型の系統分類

VNTR法のデータ333検体分について、最大事後確率推定法による結核菌遺伝系統推定プログラムを用いて、

系統の分類を実施した(図2)。結核菌には複数の遺伝系統が存在しており、アジアで多い北京型結核菌は、他の遺伝系統と比較して感染伝播力が強く、発病しやすい。さらに再発と薬剤耐性を生じやすいなどの特徴がある。北京型については祖先型(ST11/26群、STK群、ST3群、ST25/19群)、新興型に分類される。結核菌で一番多い型はST25/19群であり、ST11/26群及び新興型は遺伝子変異を起こしやすく、多剤耐性化傾向が強いとされている。過去に流行していたSTK群やST3群はワクチン効果が大きい、新興型はワクチン回避能力が高く、感染伝播力に優れ、クラスターを形成しやすいと考えられており、注意が必要である³⁾。

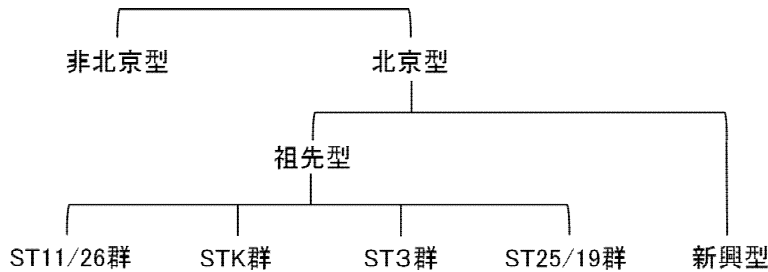


図2 結核菌の系統分類

4. 結果

4.1 患者の内訳と検査割合

検査検体の年齢分布を図3に示す。検体の平均年齢は県西部で80.0歳、県中央部で76.1歳、県東部で78.8歳と地域差は大きくなかったが、外国出生患者の平均年齢は28.4歳と若年層の患者が多かった(表1)。男女比は約6対4(男性191人、女性139人)であった。発症者に対する検査割合は県東部で低く、検体収集に地域差が生じた。これは、協力医療機関が県中央部西寄りに位置していることが一因にある。

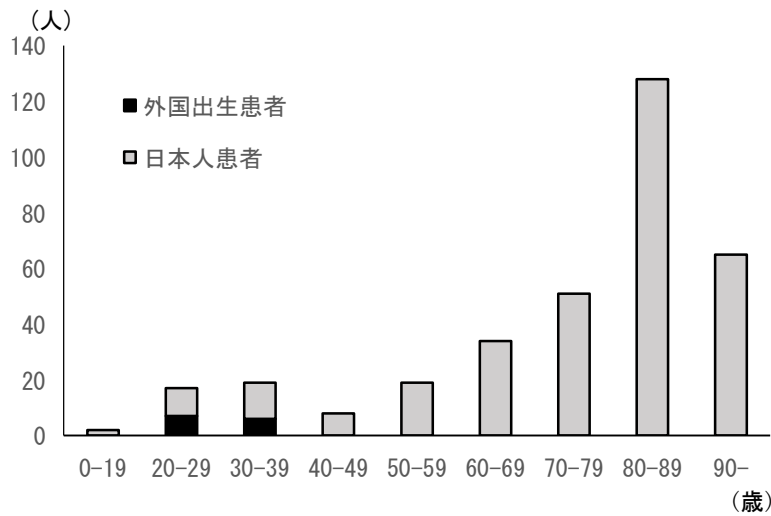


図3 検査検体の年齢分布(日本人患者と外国出生患者)

表1 2012年10月から2024年12月までの新規登録患者と検査割合(%)及び検体平均年齢

地域	新規登録患者数 (NESIDより)	検査検体数	検査割合(%)	検体平均年齢
県西部	359	133	37.0	80.0歳
県中央部	471	141	29.9	76.1歳
県東部	288	46	16.0	78.8歳
外国出生患者	41	13	31.7	28.4歳
合計	1,159	333	28.7	76.1歳

4.2 VNTR 検査結果の解析

高知県内で分離された菌株から得られた VNTR データの解析を実施した。JATA12 領域が完全一致したグループは、333 検体中 29 グループ 122 検体であった (表 2)。そのうち 18 領域が完全に一致した検体は、15 グループ 42 検体であった。また、24 領域全てが一致した検体は 6 グループ 17 検体であった。

29 グループ中で疫学的関連が明らかであったのは、再燃の認められた 4 グループ及び 7 名の一致がみられた 1 グループであった。7 名の一致がみられたグループは 2006 年の集団感染発生⁴⁾ の関係者であり、そのうち 2 名は 2023 年になって発症した症例であった。24 領域が完全に一致していた 5 グループにおいても疫学的関連は不明であった。高知県で特に多いグループ①や②を含めたその他のグループは、発症時期も発症地域もばらつきがあり、疫学的関連性は不明であった。

グループ①や②の VNTR 配列は隣県でも多く認められ⁵⁾、古来より日本に土着している株であることが示唆された。また、13 例は外国出生患者で海外での感染が疑われたものがあったが、現時点では VNTR が一致した他検体は認められず、発症後に県内で伝播されたと考えられる検体はなかった。

表 2 高知県内でグループを形成する VNTR 型

グループ No.	JATA												系統	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
①	3	3	3	4	7	3	7	5	5	7	2	5	ST25/19	20菌株
②	4	1	3	2	7	4	7	4	5	7	8	5	ST3	19菌株
③	3	3	3	4	6	3	7	5	5	7	2	5	ST25/19	9菌株
④	4	3	4	3	5	3	6	4	5	10	8	3	新興型	7菌株
⑤	4	3	3	2	7	3	7	4	5	7	10	5	ST25/19	5菌株
⑥	4	1	3	2	>20	4	7	4	5	8	8	5	ST3	4菌株
⑦	4	3	3	3	3	3	6	4	3	7	7	4	STK	4菌株
⑧	4	3	3	2	6	3	7	4	5	7	10	5	ST25/19	3菌株
⑨	4	3	3	3	3	3	7	4	2	4	8	4	STK	3菌株
⑩	4	3	3	3	7	3	7	4	5	7	8	5	ST25/19	3菌株
⑪	4	3	4	3	6	3	6	4	5	7	8	3	新興型	3菌株
⑫	4	3	4	3	6	3	7	4	5	7	8	3	新興型	3菌株
⑬	3	3	3	4	6	3	7	4	5	9	2	5	ST25/19	3菌株
⑭	4	1	3	2	6	4	7	4	5	7	8	5	ST3	3菌株
⑮	4	1	3	2	7	4	7	4	4	7	8	5	ST3	3菌株
⑯	4	1	3	2	7	7	4	4	5	7	8	5	ST3	3菌株
⑰	4	1	3	2	8	4	7	4	5	7	8	5	ST3	3菌株
⑱	4	2	4	3	5	1	7	4	5	7	8	3	新興型	2菌株
⑲	4	3	0	3	3	3	7	4	4	1	8	4	STK	2菌株
⑳	4	3	2	4	7	3	7	4	5	7	7	5	ST25/19	2菌株
㉑	4	3	4	3	5	3	7	4	5	7	8	3	新興型	2菌株
㉒	5	3	3	3	6	3	6	4	5	8	8	5	ST25/19	2菌株
㉓	2	2	1	3	N. D.	2	5	4	3	9	7	3	非北京型	2菌株
㉔	2	2	2	3	N. D.	2	5	4	3	11	7	3	非北京型	2菌株
㉕	2	3	1	3	4	2	5	4	3	11	5	3	非北京型	2菌株
㉖	2	3	1	3	4	2	5	4	3	12	5	3	非北京型	2菌株
㉗	2	3	2	1	2	3	1	2	4	13	9	4	非北京型	2菌株
㉘	3	5	2	1	2	3	1	2	3	13	8	2	非北京型	2菌株
㉙	4	3	3	2	7	3	8	4	5	7	10	5	ST25/19	2菌株

4.3 MST 系統樹解析

333 検体の VNTR 結果から MST を作成した。県内で多い VNTR 型 (表 2) のグループ①から⑦までを MST 内に表示し (図 4)、県内で多いグループやクラスター事例の全体での位置関係の把握を可能とした。疫学調査によると、高知県では大規模クラスターがほとんど発生していないことから、MST 分布の集積は、その核となる菌株が変異しながら時間をかけて伝播したものと考えられた。

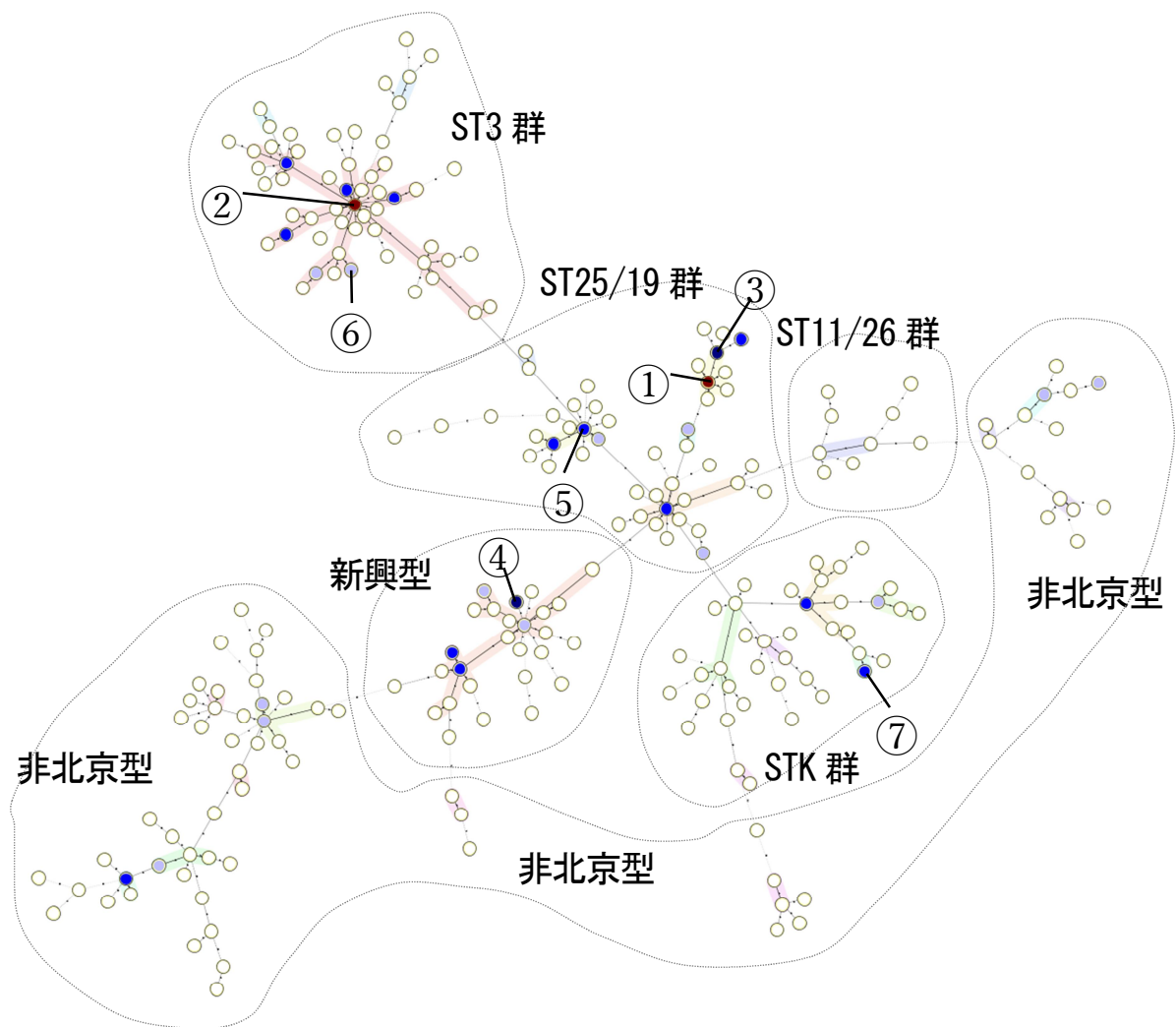


図4 高知県内のVNTR型によるMST分布図

※表2 高知県内でグループを形成するVNTR型の上位No⑦までを表示

4.4 北京型、非北京型の傾向

333検体について北京型、非北京型の分子疫学的分類を実施した(表3、表4)。高知県全体では北京型250検体(75.1%)、非北京型83検体(24.9%)となり、全国の傾向と同様であった³⁾。

また、北京型を祖先型(ST11/26群、STK群、ST3群、ST25/19群)、新興型に分類した。県内全体の新興型の割合は全国よりやや低値であった。しかし、患者年齢を60歳未満と60歳以上に分類したところ、60歳未満で新興型の割合が38.5%であり、60歳以上の9.8%と比較して高い値を示し、若年齢層での新興型の流行が示唆された。

地域差では、県東部で新興型が多く見られたが、過去のクラスター事例の影響であると考えられた。以前日本で流行していたSTK群やST3群は若年齢層での割合が低く、ワクチンによる効果が示唆された。県西部ではST3群、県東部ではSTK群の割合が高いが、原因は不明であった。外国出生者では、北京型、非北京型の割合がほぼ同一で、北京型のST11/26群が多かった。

表3 年齢別の結核菌系統人数

発症年齢 (歳)	非北京	北京型	北京型内訳					合計
			ST11/26群	STK群	ST3群	ST25/19群	新興型	
0-19	0	2	0	0	0	0	2	2
20-29	3	7	2	0	0	2	3	10
30-39	7	6	2	0	0	2	2	13
40-49	2	6	0	0	2	3	1	8
50-59	8	11	0	3	1	4	3	19
60-69	9	25	2	6	8	7	2	34
70-79	12	39	1	8	7	16	7	51
80-89	30	98	2	11	44	33	8	128
90-	12	53	0	18	11	20	4	65
年齢不明	0	3	0	0	0	0	3	3

表4 年齢別地域別の結核菌系統傾向

	非北京型	北京型	北京型内訳					合計数
			ST11/26群	STK群	ST3群	ST25/19群	新興型	
全検体	83 (24.9%)	250 (75.1%)	9 (3.6%)	46 (18.4%)	73 (29.2%)	87 (34.8%)	35 (14.0%)	333
60歳未満	13 (33.3%)	26 (66.7%)	1 (3.8%)	3 (11.5%)	3 (11.5%)	9 (34.6%)	10 (38.5%)	39
60歳以上	63 (22.7%)	215 (77.3%)	5 (2.3%)	43 (20%)	70 (32.6%)	76 (35.3%)	21 (9.8%)	278
外国出生者	7 (53.8%)	6 (46.2%)	3 (50.0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (33.3%)	1 (16.7%)	13
県中央部	45 (30.4%)	103 (69.6%)	4 (3.9%)	20 (19.4%)	28 (27.2%)	38 (36.9%)	13 (12.6%)	103
県西部	28 (20.4%)	109 (79.6%)	4 (3.7%)	17 (15.6%)	39 (35.8%)	38 (34.9%)	11 (10.1%)	109
県東部	10 (20.8%)	38 (79.2%)	1 (2.6%)	9 (23.7%)	6 (15.8%)	11 (28.9%)	11 (28.9%)	38
日本	26.2%	73.8%			81.70%		18.3%	3)
中国(北京)	7%	93%			5%		95%	
香港	30%	70%			14%		86%	
台湾	48%	52%			4%		96%	
ベトナム	46%	54%			25%		75%	

5. 考察及びまとめ

2012年から12年間分の菌株333検体分のVNTRデータを解析することで、高知県で多いVNTR型や分子疫学的傾向が見えてきた。県東部では新規登録患者の16%の検体のみの調査となったが、全体では約30%の検体を調査することが出来た。採取できた患者の平均年齢は76.1歳で、60歳以上の患者が83.5%を占めていた。

高知県は東西に長い地形であり、地域差について解析した結果を結核菌系統別に見ると、県東部でSTK群、新興型が多く、県西部でST3型が多く見られたが、原因は不明であった。

年齢別に解析を実施したところ、新興型は60歳以上では9.8%であったが、60歳未満では38.5%と多くみられ、若年層での広がりが懸念された。新興型はワクチン回避能力が高く、感染伝播力に優れ、クラスターを形成しやすいと言われており、より注意が必要な系統である。60歳以上の高齢者では、以前流行していた結核菌系統が多く、結核が蔓延していた時代に感染した結核が再燃したことが示唆された。

高知県でも新規登録患者として外国出生患者の増加が認められる。外国出生患者では遺伝子変異を起こしやすく、多剤耐性化傾向のあるST11/26群が多く認められたが、他検体とのVNTR型の一致は無く、県内での伝播は確認できなかった。引き続きのサーベイランスが重要である。

高知県は全国より結核罹患率は低いですが、若年齢層での新興型の増加や多剤耐性結核菌の流入等が懸念される。今後もVNTR検査等による分子疫学調査を継続し、関係機関による実地疫学調査での感染経路の裏付けやクラスター調査のための正確なデータを提供したい。

文献

- 1) 高知県健康政策部健康対策課：令和6年 高知県の結核. 2025
- 2) 公益財団法人 結核予防会 結核研究所：結核分子疫学調査の手引き 第一版. 2017
- 3) 岩本 朋忠：結核菌北京型ファミリーの集団遺伝学的解析から推察される日本国内定着型遺伝系統群の存在と遺伝系統別薬剤耐性化傾向の違い. *Kekkaku* Vol.84, No.12:755-759, 2009
- 4) 豊田 誠：若年者を中心に複数の経路で拡大した結核集団感染. *Kekkaku*, Vol.87, No.12., 757-763, 2012
- 5) 佐藤ら：徳島県における VNTR 法を用いた結核菌 DNA 解析調査. *徳保薬環* 年報, No.10, 57-61, 2020

高知県内の環境水における *Escherichia albertii* の検出状況濱田 佳央里・前田 詩乃・尾崎 早矢香・竹中 慧^{*1}・高木 春佳^{*2}・
下元 かおり・松本 一繁・山村 展子Isolation of *Escherichia albertii* from Environmental Water in Kochi PrefectureHAMADA Kaori, MAEDA Shino, OSAKI Sayaka, TAKENAKA Kei^{*1}, TAKAGI Haruka^{*2},
SHIMOMOTO Kaori, MATSUMOTO Kazushige and YAMAMURA Nobuko

【要旨】 *Escherichia albertii* は下痢や腹痛を主症状とする食中毒原因菌であり、国内でも食中毒事例が複数報告されているものの、その汚染経路は十分に解明されていない。国内の *Escherichia albertii* の分布については、家畜のほか河川水等の環境水から検出されたことが報告されている。本研究では、食中毒の原因となる食品等への汚染経路の解明を目的として、県内の環境水における検出状況を調査した。

2024年4月から2025年3月までに採水した県内河川21箇所(21地点)及び県内公園内の池1箇所(3地点)の環境水を対象に調査を行った結果、河川19箇所(19地点)及び池1箇所(3地点)の計20箇所(22地点)から *Escherichia albertii* が検出された。また、分離した422株すべての菌株が、病原因子とされる *eae* 遺伝子を保有していた。よって、*Escherichia albertii* を含む環境水から家畜や農作物等を通じて食品等が汚染され、食中毒を引き起こしている可能性があることが示唆された。

Key words: エシエリキア アルバーティ、*lysP*、環境水、河川、池

Escherichia albertii, *lysP*, Environmental water, Rivers, Pond

1. はじめに

Escherichia albertii (以下、*E. albertii*) は1991年にバングラデシュの小児下痢症患者から分離され、2003年に新種として命名されたグラム陰性桿菌である¹⁾。本菌は病原遺伝子の細胞膨化致死毒素(*cdt*)及びインチミン(*eae*)を有し、主症状として下痢や腹痛を引き起こすことが知られており²⁾、2016年には溶血性尿毒症症候群(HUS)の患者から志賀毒素産生遺伝子(*Stx2f*)保有株が検出されている³⁾。

E. albertii の同定については、PCRを用いて *lysP* を含む特異的な遺伝子を検出する方法が報告されている⁴⁾。また、生化学的性状は非運動性、硫化水素非産生、乳糖非分解、リシン脱炭酸、インドール陽性を示すことにより同定が進められる²⁾。大腸菌もこれらと同一の性状を示すため、*E. albertii* ではキシロース、ラムノース、メリビオース非分解性により判別されている⁵⁾。

E. albertii による国内での食中毒事例は複数発生しているものの^{6,7)}、原因となる食品等がどのように汚染されているかは十分に解明されていない。*E. albertii* の分布については、河川等の環境水、野鳥、野生動物の他、家畜や野菜からも確認され、ヒトの生活圏内に広範囲で分布していることが明らかになっている^{2,8-12)}。

当所では、これまでに *E. albertii* に関する検査用培地の検討や県内における鶏・豚・牛の保菌及び県内流通食肉の汚染状況調査を実施しており、その結果、鶏・豚・牛の保菌及び鶏肉の汚染が判明した¹³⁻¹⁶⁾。

本研究では、県内の環境水における *E. albertii* の分布実態を明らかにし、食中毒の原因となる食品等への汚染経路の解明に寄与することを目的として、環境水から *E. albertii* を効率的に検出できる分離培地及び培養条件の検討を行い、県内の環境水における検出状況を調査した。

2. 対象

県内の24地点を定点として、2024年4月から2025年3月までの期間に採水した162検体を対象とした。

定点は、水質汚濁防止法に基づく県内公共用水域水質調査地点の中から抽出した河川21箇所(21地点)及び県内の公園内にある池1箇所(3地点)とした。

*1 中央西福祉保健所 *2 安芸福祉保健所

また、採水間隔は、河川は1地点につき2ヵ月に1回、公園の池は月に1回とした。

3. 分離培地及び培養条件の検討

3.1 対象及び方法 (図1)

2024年4月から5月までの期間に採水した河川水及び池水27検体を検体として供した。

3.1.1 一次増菌培養、スクリーニング試験

検体は、孔径0.45 μ mのメンブランフィルターで吸引る過後、フィルターをTSB 50mL中で37 $^{\circ}$ C一晩培養し、一次増菌培養液とした。一次増菌培養液 (TSB) 100 μ Lをアルカリ熱抽出し、*lysP*遺伝子を標的としたリアルタイムPCR (インターカレーター法) によるスクリーニング試験 (以下、スクリーニングPCR) を実施した。

3.1.2 二次増菌培地の検討

スクリーニングPCRで陽性となった一次増菌培養液 (TSB) を二次増菌培地に接種し、培養した。二次増菌培地は、既報¹³⁻¹⁶⁾の結果から1%、2%CT加BPW及びノボビオシン加mEC培地の3種類を選定し、1%及び2%CT加BPWは37 $^{\circ}$ C、ノボビオシン加mEC培地は42 $^{\circ}$ Cで18~24時間好気条件下で培養した。(表1)

培養後、二次増菌培養液の増菌確認のために、*lysP*遺伝子を標的としたリアルタイムPCRを実施し、Ct値を比較した。

3.1.3 選択分離培地及び培養条件の検討

スクリーニングPCRで陽性となった一次増菌培養液 (TSB) を選択分離培地に接種し、培養した。同様に、二次増菌培養液でリアルタイムPCR陽性となった検体も選択分離培地に接種し、培養した。選択分離培地は、既報¹³⁻¹⁶⁾の結果からXLD、DHL、X-RMAC及びESサルモネラIIの4種類を選定した。培養条件は、37 $^{\circ}$ Cで好気又は嫌気培養し、比較した。(表1)

表1 二次増菌培地と選択分離培地及び培養条件

二次増菌培地	1%CT加BPW, 2%CT加BPW, ノボビオシン加mEC
選択分離培地	XLD, DHL, X-RMAC, ESサルモネラII
培養条件	好気培養 (37 $^{\circ}$ C), 嫌気培養 (37 $^{\circ}$ C)

培養後の選択分離培地からコロニーを釣菌し、画線培養した。培養した菌は熱抽出し、*lysP*遺伝子を標的とするグループPCRを実施した。グループPCRで陽性となったものは、そのグループとした画線毎に個別のリアルタイムPCR (以下、個別PCR) を実施した。

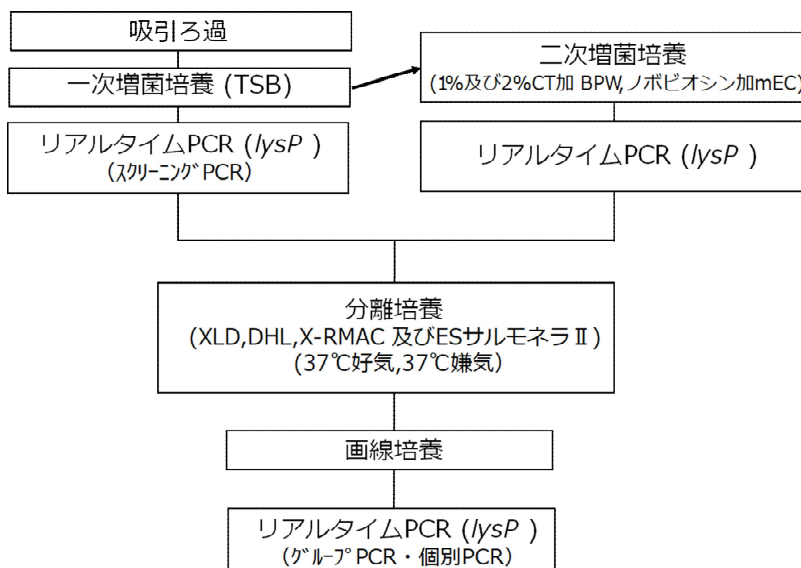


図1 分離培地及び培養条件の検討 (検査フロー)

3.2. 結果

3.2.1 スクリーニング試験

河川水及び池水 27 検体のうち、10 検体がスクリーニング PCR 陽性となった。

3.2.2 二次増菌培地の検討

二次増菌培地として、1%、2%CT加BPW及びノボビオシン加mEC培地の3種類を培養した結果、1%及び2%CT加BPWから菌が分離された。一方で、ノボビオシン加mEC培地では対象とした10検体すべてから菌分離ができなかった。

また、一次及び二次増菌培養液のリアルタイムPCRのCt値を比較したところ、一次よりも二次増菌培養液のほうがCt値が低くなった。(表2)

これらの結果から、選択分離培地による分離培養は、1%及び2%CT加BPWの2種類の二次増菌培養液から実施することとした。

表2 一次増菌液及び二次増菌液のCt値(リアルタイムPCR)の比較

増菌培地	一次		二次		
	TSB (50mL)	1%CT加BPW (10mL)	2%CT加BPW (3mL)	2%CT加BPW (10mL)	ノボビオシン加EC (10mL)
Ct値(平均)	28.79	21.99	28.45	26.64	27.24

3.2.3 選択分離培地及び培養条件の検討

一次及び二次増菌培養液からXLD、DHL、X-RMAC及びESサルモネラIIに塗抹し、培養した結果、合計959個のコロニーを釣菌した。これらのコロニーを画線培養後、グループPCRが陽性となったグループの画線毎に個別PCRを実施した結果、ESサルモネラIIから釣菌した41個のみが*IysP*陽性を示したため、選択分離培地としてESサルモネラIIを採用した。(表3)

培養条件の検討では、37°Cで好気培養したESサルモネラIIは、緑膿菌などの夾雑菌が増殖し、コロニーの釣菌がほぼできない状態であった。(図2-①)

37°Cで嫌気培養したESサルモネラIIでは、コロニーが非常に小さく釣菌が困難であったり、生育しない培地も散見された。(図2-②)また、嫌気培養後に好気条件下で2~3時間静置すると、一部のコロニーがピンク色から青色へ変化した。(図2-③)

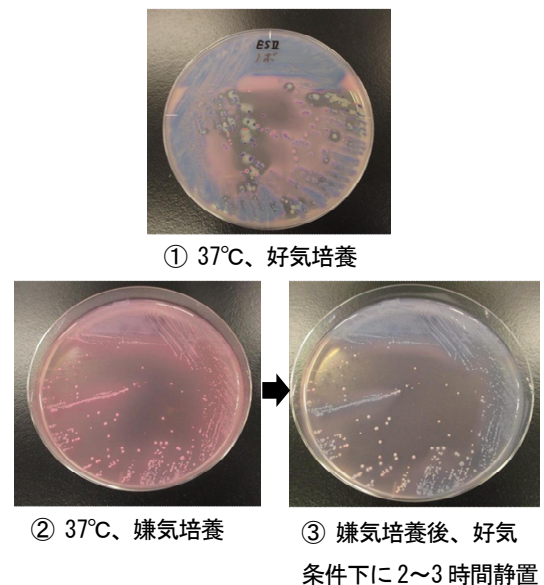
これらの結果から、培養条件は、嫌気培養とともに、嫌気培養で生育せず釣菌できないことを避けるために好気培養も採用した。嫌気培養では培養後、好気条件下で2~3時間静置後に青変しないコロニーを釣菌した。

なお、培養温度は緑膿菌等の夾雑菌をさらに抑制するため、*Escherichia*属で選択性の高い発育温度を考慮して42°Cを採用した。

表3 選択分離培地における個別PCR(*IysP*)陽性数

選択分離培地	釣菌数	個別PCR(<i>IysP</i>) 陽性数
XLD	61	0
DHL	35	0
X-RMAC	122	0
ESサルモネラII	741	41
合計	959	41

図2 培養条件による比較(ESサルモネラII)



4. 環境水における検出状況

4.1 検出方法 (図3)

前項 (3. 分離培地及び培養条件の検討) の結果から分離培養を実施し、コロニーを釣菌後、グループ PCR 及び個別 PCR を実施した。

個別 PCR で陽性となった菌は、ES サルモネラ II (37°C, 好気) で純培養した後、TSI、LIM 及び TSA 培地に接種し、生化学的性状を確認した。このうち糖分解、硫化水素非産生、非運動性等の *E. albertii* が疑われる性状を示す菌株について、コンベンショナル PCR を実施し、3 種類の特異的遺伝子 (*clpX*, *lysP*, *mdh*) が陽性となったものを *E. albertii* と同定した。その他、病原性大腸菌の病原因子 (*invE*, *stx*, *estA*, *eae*, *aggR*, *afaD*, *astA*) の有無についてもコンベンショナル PCR で確認した。

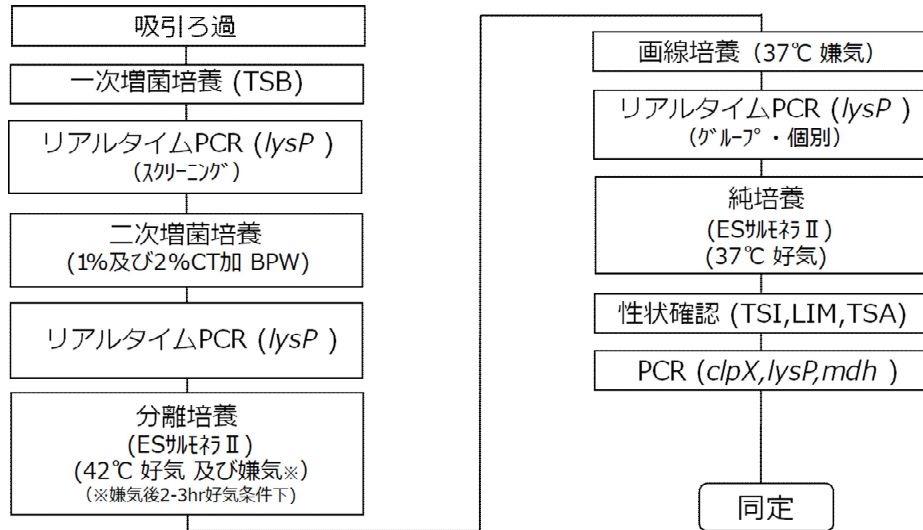


図3 環境水における検出方法 (検査フロー)

4.2 結果

河川水及び池水 162 検体中 85 検体がスクリーニング PCR において陽性を示した。85 検体を分離培養したところ、76 検体から 422 株の *E. albertii* を分離し、9 検体は菌分離に至らなかった。分離した 422 株すべての菌株が病原因子とされる *eae* 遺伝子を保有していた。(表 4)

また、河川水及び池水 24 地点のうち県境付近を流れる河川の 2 地点は、全調査期間内においてスクリーニング PCR 陰性であった。(表 5 地点-E,地点-S)

その他、一次増菌培養液 (TSB) の抽出液を用いて病原性大腸菌の病原因子の有無を確認した結果、162 検体中 141 検体からいずれかの因子が検出された。

表 4 環境水の *E. albertii* 汚染状況調査結果 (2024 年 4 月~2025 年 3 月採水)

	検体数	陽性数 ^{*1}	分離検体数	分離菌株数 ^{*2}
河川水	126 (21地点)	61 (19地点)	54 (19地点)	259
池水	36 (3地点)	24 (3地点)	22 (3地点)	163
合計	162 (24地点)	85 (22地点)	76 (22地点)	422

*1 リアルタイムPCR法による *lysP* 遺伝子検出

*2 *E. albertii* 特有の *clpX*, *lysP*, *mdh* 遺伝子検出の他、病原因子である *eae* 遺伝子を保有

表5 河川水の *E. albertii* 検出結果(2024年4月~2025年3月採水)

地点	月別 水域	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	検体数	検出数 (計)	検出率 (%)
A	須崎湾	-		+		+		+		+		-		4	66.7	
B	四万十川	+		+		+		+		+		-				
C	四万十川	-		+		-		-		-		-		1	16.7	
D	四万十川	-		+		+		-		-		+				
E	土佐湾 東部関連		-	-		-		-		-		-		0	0.0	
F	四万十川		+		+		+		+		-		-			
G	四万十川		+		+		+		+		-		+	5	83.3	
H	四万十川		+		+		+		+		-		+			
I	四万十川		+		+		+		+		+		+	6	100.0	
J	吉野川		-		-		-		+		-		-			
河川	K 物部川		-		+		-		-		-		-	各6	1	16.7
	L 宿毛湾		-		+		+		+		+		-			
M	宿毛湾		-		+		+		+		-		-	3	50.0	
N	四万十川		+		+		+		+		-		-			
O	四万十川		-		+		+		+		-		-	3	50.0	
P	四万十川		-		+		+		+		-		-			
Q	四万十川		+		+		+		-		-		-	3	50.0	
R	四万十川		-		+		+		-		-		-			
S	吉野川		-		-		-		-		-		-	0	0.0	
T	吉野川		-		-		+		-		-		-			
U	仁淀川		+		-		+		+		-		-	3	50.0	
検出数(計)		8		16		16		13		4		4				
検出率(%)		38.1		76.2		76.2		61.9		19.0		19.0		48.4		

表6 池水の *E. albertii* 検出結果(2024年4月~2025年3月採水)

地点	月別 水域	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	検体数	陽性数 (計)	陽性率 (%)
V	公園(北)	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	各12	10	83.3
池	W 公園(中央)	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+			
	X 公園(東)	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-			
検出数(計)		0	2	3	2	1	2	2	3	3	3	2	1	24		
検出率(%)		0	66.7	100	66.7	33.3	66.7	66.7	100	100	100	66.7	33.3	66.7		

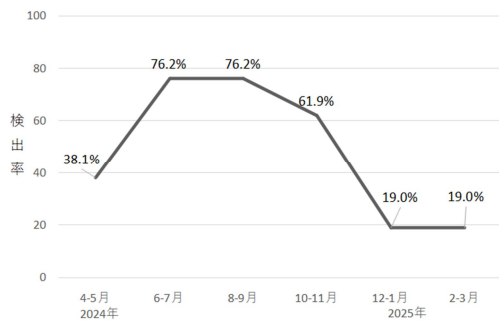


図4 隔月毎の検出率（河川 21 地点）

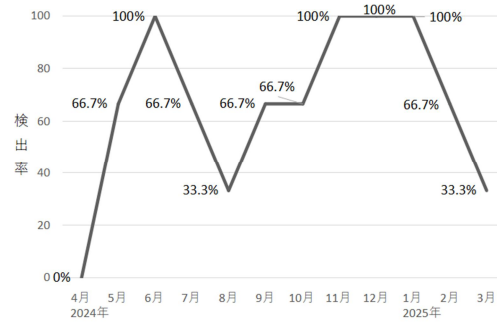


図5 月毎の検出率（公園の池 3 地点）

5. 考察

県内の環境水において、河川 21 箇所（21 地点）のうち 19 箇所（19 地点）及び公園内の池水 1 箇所（3 地点）で *E. albertii* が検出されたことから、*E. albertii* は県内の環境水に広く分布していることが判明した。（表 5, 表 6）

河川 21 地点の隔月毎の検出率を示したグラフでは、6 月から 9 月にかけて一峰性のピークを示し、夏期に増加していた。これは、*E. albertii* を保有している野鳥や野生動物等が春から夏にかけて活動が活発化することで *E. albertii* が環境水へ流入し、汚染を起こしている可能性が一因として考えられる。（図 4）

一方、公園の池 3 地点の月毎の検出率グラフでは、4 月から 6 月にかけて上昇した後、8 月にかけて低下し、その後は冬期に向けて再び上昇した。対象とした池水は 1 箇所（3 地点）のみであったため、原因の特定は困難だが、冬期（12 月及び 1 月）の採水時にカモ等が飛来していたことが確認されたため、野鳥による汚染の可能性も一因として考えられる。（図 5）

6. まとめ

県内における広範囲の河川等の環境水から *E. albertii* が検出され、分離されたすべての株が病原因子である *eae* 遺伝子を保有していた。また、*E. albertii* 検出率に季節変動があることから、*E. albertii* を保有している野鳥や野生動物等から環境水へ汚染を起こしている可能性が考えられた。

よって、*E. albertii* を含む環境水から家畜や農作物等を通じて食品等が汚染され、食中毒を引き起こしている可能性があることが示唆された。

文献

- Hu ら: *Escherichia albertii* sp. nov., a diarrhoeagenic species isolated from stool specimens of Bangladeshi children. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 53, 807-810, 2023
- 大岡唯祐: 新興下痢症原因菌 *Escherichia albertii*. *日食微誌*, 34, 151-157, 2017
- 伊豫田ら: HUS 患者から分離された *stx2f* 陽性の *Escherichia albertii* について. *病原微生物情報 (IASR)*, 37, 255, 2016
- Hym ら: Evolutionary Genetics of a New Pathogenic *Escherichia* Species: *Escherichia albertii* and Related *Shigella boydii* Strains. *J. Bacteriol.*, 187, 619-628, 2005
- 日根野谷ら: Development of XRM-MacConkey agar selective medium for the isolation of *Escherichia albertii*. *Microbiol. Infect. Dis.*, 97, 115006, 2020
- 高良ら: ニガナの白和えを原因食品とする *Escherichia albertii* による集団食中毒事例-沖縄県. *病原微生物情報 (IASR)*, 37, 252-253, 2016
- 長岡ら: 静岡県で発生した *Escherichia albertii* による食中毒事例について-同定までの経緯. *病原微生物情報 (IASR)*, 37, 254-255, 2016
- 高橋ら: 秋田県内の環境水からの *Escherichia albertii* の検出と分離株の性状. *日食微誌*, 37, 81-86, 2020
- 仲敦史: 岡山環境センターだより, 27, 2-3, 2019
- 日根野谷ら: Prevalence of *Escherichia albertii* in Raccoons (*Procyon lotor*), Japan. *Emerg. Infect. Dis.*, 26, 1304-1307, 2020.
- 比嘉ら: 家畜における *Escherichia albertii* 保菌状況調査と分離株の解析. *日獣会誌*, 74, 315-320, 2021
- 今野ら: 秋田県内で市販されている食肉および野菜類からの *Escherichia albertii* の検出と分離株の性状. *日食微誌*, 38, 144-152, 2021
- 橋ら: *Escherichia albertii* の分離に有効な食中毒検査用培地の検討. *高知県衛生環境研究所報*, 2, 59-64, 2020
- 橋ら: 高知県内の鶏及び豚における *Escherichia albertii* の保菌状況調査及び薬剤耐性調査. *高知県衛生環境研究所報*, 3, 36-40, 2021
- 橋ら: 高知県内の鶏肉及び豚肉の *Escherichia albertii* 汚染状況調査及び分離株の薬剤耐性調査. *高知県衛生環境研究所報*, 5, 37-40, 2023
- 竹中ら: 高知県における *Escherichia albertii* の牛の保菌状況及び牛肉の汚染状況調査. *高知県衛生環境研究所報*, 6, 45-47, 2024

高知県の環境放射能調査 — 第39報 令和6年度 —

川村 歩未・松木 葵・明神 真美・宮中 貴美
別役 由香・松本 一繁・山村 展子

A Survey of the Environmental Radiation in Kochi Prefecture
from April 2024 to March 2025

KAWAMURA Ayumi, MATSUGI Aoi, MYOJIN Mami, MIYANAKA Takami,
BETCHAKU Yuka, MATSUMOTO Kazushige and YAMAMURA Nobuko

【要旨】 昨年度に引き続き、令和6年4月から令和7年3月までの降水、大気浮遊じん、降下物、蛇口水、土壌、牛乳、農産物（大根及びほうれん草）及びかつおの各試料並びに県下5か所における空間放射線量率について、環境放射能水準調査を実施した。
かつおについては、Cs-137が 0.19 ± 0.012 (Bq/kg 生) 検出されたが、その他の検体については人工放射性核種は検出されなかった。令和6年度の本県における環境放射能レベルは、全ての項目において、昨年度とほぼ同じ水準であった。

Key words : 環境放射能、全 β 放射能、空間放射線量率、食品
environmental radiation, gross β -activity, absorbed dose rate to air, foods

1. はじめに

当所では、昭和36年から国の委託を受けて環境放射能水準調査を行っている。

その背景には、昭和20～30年代に米国やソ連が実施した核爆発実験や昭和61年のチェルノブイリ原子力発電所事故、平成23年3月に発生した福島第一原子力発電所事故に伴い、大量の放射性セシウムやヨウ素、ストロンチウム等の人工放射性物質が大気や海洋中に放出されたことがある。半減期の長いCs-137等による長期にわたる環境への影響が懸念されることから、現在においてもモニタリング調査がなされている。

これらの報告については、前報まで¹⁾に令和5年度までの調査報告を行ってきた。令和6年度も引き続き原子力規制委員会原子力規制庁の委託により調査を実施したので、その結果を報告する。

2. 調査方法

2.1. 試料の調製及び測定方法

試料の調整及び測定方法は原子力規制庁編「環境放射能水準調査委託実施計画書」（令和6年度）及び文部科学省放射能測定法シリーズによる^{2, 3, 4, 5, 6)}。

2.2. 調査対象

2.2.1. 降水

原則として降水翌日の午前9時に前24時間内の降水を当所屋上（高知市丸ノ内2丁目4番1号、高知県保健衛生総合庁舎）に設置している降水採取装置（受水面積：500 cm²）から採水し、全 β 放射能を測定した。

2.2.2. 大気浮遊じん

当所屋上に設置しているハイポリウムサンプラ MODEL-120SL（紀本電子工業株式会社）を用いて、3か月ごと（4～6月、7～9月、10～12月及び1～3月）に10,000 m³以上の大気を吸引し、大気浮遊じんをガラス繊維ろ紙上に捕集した。集じんしたろ紙は、円形に打ち抜いて測定容器（U8）に詰め、それぞれ γ 線核種分析を行った。

2.2.3. 降下物

原則として毎月初めに前月 1 か月間の降下物（降水及び地表に降下するじん埃）を当所屋上に設置している大型水盤（受水面積：5,000 cm²）から回収し、蒸発濃縮後、測定容器（U8）に移して蒸発乾固し、それぞれ γ 線核種分析を行った。

2.2.4. 陸水（蛇口水）

令和 6 年 6 月 13 日に当所 3 階の蛇口水を 100 L 採取し、蒸発濃縮後、測定容器（U8）に移して蒸発乾固し、 γ 線核種分析を行った。

2.2.5. 土壌

令和 6 年 7 月 29 日に南国市廿枝高知県農業技術センターふれあい広場内で土壌採取器（採取面積：191.1cm²）を用いて 0～5 cm 及び 5～20 cm の深さの土壌を採取し、植物根や石れきなどを除き、105℃で 24 時間乾燥した後、2 mm ふるいで小石などをふるいわけ、ふるい下の乾燥細土を測定容器（U8）に詰め、それぞれ γ 線核種分析を行った。

2.2.6. 野菜類

令和 7 年 1 月 19 日に根菜類として香美市内の農家から大根を入手し、皮をむいた根部のみ 4 kg を取り分け、105℃で 24 時間以上乾燥した後、電気炉（450℃で 28 時間保持）で灰化し、0.355 mm ふるいを通して異物を除去したものを測定容器（U8）に詰め、 γ 線核種分析を行った。

また、令和 7 年 2 月 16 日に葉菜類として同農家からほうれん草を入手し、葉茎のみ 4 kg を取り分け、105℃で 24 時間以上乾燥した後、電気炉（450℃で 33 時間保持）で灰化し、0.355 mm ふるいを通して異物を除去したものを測定容器（U8）に詰め、 γ 線核種分析を行った。

2.2.7. 牛乳（原乳）

令和 6 年 8 月 26 日に高知市内の牧場から原乳を入手し、前処理をすることなく 2L 分取し、ホルマリンを添加した後、測定容器（マリネリ）に詰め、 γ 線核種分析を行った。

2.2.8. 水産生物（かつお）

令和 6 年 5 月 7 日に土佐湾沖で漁獲、高知市内に水揚げされたかつおを入手し、肉部 4,000g を取り分け、105℃で 24 時間以上乾燥した後、電気炉（450℃で 29 時間保持）で灰化し、0.355 mm ふるいを通して異物を除去したものを測定容器（U8）に詰め、 γ 線核種分析を行った。

2.2.9. 空間放射線量率

当所屋上、安芸市、本山町、佐川町及び四万十市に設置しているモニタリングポストにより年間を通して 24 時間の連続測定を行った。

2.3. 測定装置の種類等

2.3.1. 全 β 放射能測定

GM 計数装置：アロカ株式会社製 TDC-521B

GM 計数台：アロカ株式会社製 PS-202E を用いて測定した。

2.3.2. γ 線核種分析

ゲルマニウム半導体検出器：株式会社 SEIKO EG&G 社製 GEM30-70 を用いて、86,400 秒（24 時間）測定した。

2.3.3. 空間放射線量率

モニタリングポスト：アロカ株式会社製 MAR-22 及び株式会社東芝電力放射線テクノサービス製 SD22T を用

いて測定した。

3. 測定結果

降水試料中の全 β 放射能測定の結果を表1に示す。

令和6年度は、2,286.7mmの降水があり、全84試料で全 β 放射能を測定したところ、いずれの試料についても β 線は検出されなかった。

その他の試料の γ 線核種分析の結果を表2～8に示す。

人工放射性核種が検出されたのは、かつおからのCs-137のみであった。平成2年度からのCs-134とCs-137の放射能濃度の経年変化を図1に示す。

採取年度により魚年齢や魚体に相違はあるものの、Cs-137については、近年同程度の数値で推移しており、Cs-134については、平成23年の福島第一原子力発電所事故以来検出され始め、平成27年度まで減少傾向を示し、同28年度から検出限界値未満となっている。

さらに、モニタリングポストによる空間線量率の結果を表9に、四万十市のモニタリングポストの日間放射線量率の変動及び降水量⁷⁾を図2に示す。

四万十市に設置しているモニタリングポストでは、他の地点と比べて空間線量率の平均値が高値となっているが、前報までも同様の傾向があり、地質の影響によるものであると考えられる。

なお、全てのモニタリングポストで平均値の変動は小さく、例年とほぼ同じ水準を示していた。

4. まとめ

令和6年度の環境放射能水準調査を降水、大気浮遊じん、降下物、蛇口水、土壌、牛乳及び食品（農産物及びかつお）の各試料並びに空間放射線量率について行った。

かつおからCs-137が検出されたが、過去に検出された値と同程度であった。また、その他の検体からは、人工放射性核種は検出されなかった。

令和6年度の本県における環境放射能レベルは全ての項目において、昨年度とほぼ同じ水準を示していた。

文献

- 1) 松木葵ら：高知県の環境放射能調査 第38報 高知県衛生環境研究所報 第6号, 2024.
- 2) 文部科学省編「環境試料採取法」(昭和58年版)
- 3) 文部科学省編「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(昭和57年版)
- 4) 文部科学省編「全ベータ放射能測定法」(昭和51年改訂版)
- 5) 文部科学省編「ゲルマニウム半導体検出器による γ 線スペクトロメトリー」(令和2年改訂版)
- 6) 文部科学省編「連続モニタによる環境 γ 線測定法」(平成29年改訂版)
- 7) 気象庁ホームページ：過去の気象データ・ダウンロード, <https://www.data.jma.go.jp/risk/obsdl/index.php>, (2025.12.24)

表 1 降水の全β放射能分析

採取年月	降水量 (mm)	測定数	検出数	放射能	
				濃度 (Bq/L)	降下量 (MBq/km ²)
2024.04	264.2	11	0	N.D	N.D
2024.05	454.9	9	0	N.D	N.D
2024.06	353.9	9	0	N.D	N.D
2024.07	203.1	7	0	N.D	N.D
2024.08	384.5	9	0	N.D	N.D
2024.09	99.6	6	0	N.D	N.D
2024.10	181.9	11	0	N.D	N.D
2024.11	133.1	4	0	N.D	N.D
2024.12	10.9	1	0	N.D	N.D
2025.01	21.4	4	0	N.D	N.D
2025.02	30.6	4	0	N.D	N.D
2025.03	148.6	9	0	N.D	N.D
年間値	2286.7	84	0	N.D	N.D

N.D : 検出限界値未満。「計数値がその係数誤差の3倍未満のもの」を示す。

表 2 大気浮遊じん

採取期間		吸引量 (m ³)	放射能濃度 (mBq/m ³)				
年月日	年月日		Be-7	K-40	I-131	Cs-134	Cs-137
2024.04.10	2024.06.19	13119.7	2.4±0.036	N.D	N.D	N.D	N.D
2024.07.08	2024.09.18	13198.0	1.6±0.030	N.D	N.D	N.D	N.D
2024.10.01	2024.12.10	13073.9	3.1±0.041	N.D	N.D	N.D	N.D
2025.01.07	2025.03.11	12985.0	3.1±0.041	N.D	N.D	N.D	N.D

N.D : 検出限界値未満。「計数値がその係数誤差の3倍未満のもの」を示す。

表 3 降下物

採取 年月日	降水量 (mm)	採取量 (L)	月間降下量 (MBq/km ²)				
			Be-7	K-40	I-131	Cs-134	Cs-137
2024.05.01	264.2	109.5	210±1.0	N.D	N.D	N.D	N.D
2024.05.31	451.2	169.3	290±1.1	N.D.	N.D	N.D	N.D
2024.07.01	357.6	158.5	270±1.1	N.D.	N.D	N.D	N.D
2024.08.01	203.1	55.4	110±0.69	N.D.	N.D	N.D	N.D
2024.09.02	384.7	175.0	170±0.87	N.D	N.D	N.D	N.D
2024.10.01	99.6	24.0	55±0.50	N.D.	N.D	N.D	N.D
2024.11.01	181.9	68.2	110±0.72	N.D.	N.D	N.D	N.D
2024.12.02	133.1	55.9	110±0.66	N.D.	N.D	N.D	N.D
2025.01.06	10.9	21.8	16±0.28	N.D.	N.D	N.D	N.D
2025.02.03	21.4	16.2	25±0.33	N.D.	N.D	N.D	N.D
2025.03.03	30.6	21.5	56±0.49	N.D.	N.D	N.D	N.D
2025.04.01	148.7	54.1	160±0.83	0.82±0.22	N.D	N.D	N.D

N.D : 検出限界値未満。「計数値がその係数誤差の3倍未満のもの」を示す。

表4 陸水（蛇口水）

採取 年月日	水温 (°C)	pH	蒸発残留物 (mg/L)	放射能濃度 (mBq/L)				
				Be-7	K-40	I-131	Cs-134	Cs-137
2024.06.13	23.8	6.5	179	N.D	13±1.6	N.D	N.D	N.D

N.D : 検出限界値未満。「計数値がその係数誤差の3倍未満のもの」を示す。

表5 土壌

採取 年月日	深さ (cm)	採取 面積 (cm ²)	乾燥 細土 (g)	放射能濃度 (Bq/kg 乾土)				
				Be-7	K-40	I-131	Cs-134	Cs-137
2024.07.29	0~5	191.1	518.8	N.D	620±9.8	N.D	N.D	N.D
2024.07.29	5~20	191.1	1584.6	N.D	620±8.8	N.D	N.D	N.D

N.D : 検出限界値未満。「計数値がその係数誤差の3倍未満のもの」を示す。

表6 野菜類

採取 年月日	種類	生重量 (kg)	灰分 (%)	放射能濃度 (Bq/kg 生)				
				Be-7	K-40	I-131	Cs-134	Cs-137
2025.01.19	大根	4	0.54	N.D	68±0.38	N.D	N.D	N.D
2025.02.16	ほうれん草	4	1.58	1.6±0.12	170±0.93	N.D	N.D	N.D

N.D : 検出限界値未満。「計数値がその係数誤差の3倍未満のもの」を示す。

表7 牛乳（原乳）

採取 年月日	放射能濃度 (Bq/L)				
	Be-7	K-40	I-131	Cs-134	Cs-137
2024.08.26	N.D	47±0.68	N.D	N.D	N.D

N.D : 検出限界値未満。「計数値がその係数誤差の3倍未満のもの」を示す。

表8 水産生物（かつお）

採取 年月日	生重量 (kg)	灰分 (%)	放射能濃度 (Bq/kg 生)				
			Be-7	K-40	I-131	Cs-134	Cs-137
2024.05.07	4	1.53	N.D	130±0.69	N.D	N.D	0.19±0.012

N.D : 検出限界値未満。「計数値がその係数誤差の3倍未満のもの」を示す。

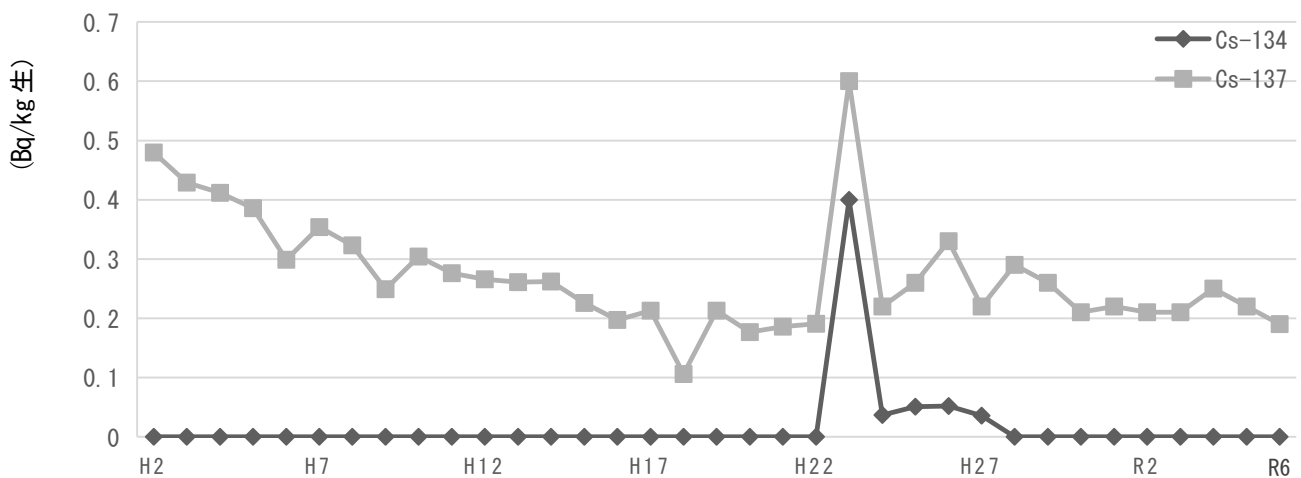


図1 かつお中のCs-134及びCs-137濃度の推移

表 9 空間放射線量率*

(単位 : nGy/h)

測定 年月	安芸市			本山町			高知市			佐川町			四万十市		
	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値
2024.04	65	38	42	67	32	37	39	21	24	58	31	36	82	52	56
2024.05	78	38	42	60	32	36	49	20	23	60	31	35	88	51	56
2024.06	68	37	42	59	31	37	40	21	24	66	31	36	81	50	56
2024.07	81	37	42	79	32	37	53	20	23	81	32	36	83	50	56
2024.08	81	39	44	58	32	37	40	20	23	69	31	36	110	48	57
2024.09	55	38	42	48	32	36	32	20	23	45	31	35	60	50	55
2024.10	69	38	42	64	31	37	46	21	23	58	31	36	94	50	55
2024.11	82	38	42	55	32	36	37	21	23	57	32	35	76	50	56
2024.12	69	39	42	63	32	37	35	21	23	54	32	35	84	51	56
2025.01	53	40	42	54	32	37	32	21	23	54	32	36	71	51	56
2025.02	81	40	42	65	32	37	46	21	24	68	32	36	107	50	56
2025.03	82	38	42	67	32	37	40	21	24	63	31	37	89	51	56
年間値	82	37	42	79	31	37	53	20	23	81	31	36	110	48	56

*最大値は1時間の平均値の最大を、最小値は1時間の平均値の最小をそれぞれ示す (R4年度より集計方法変更)。

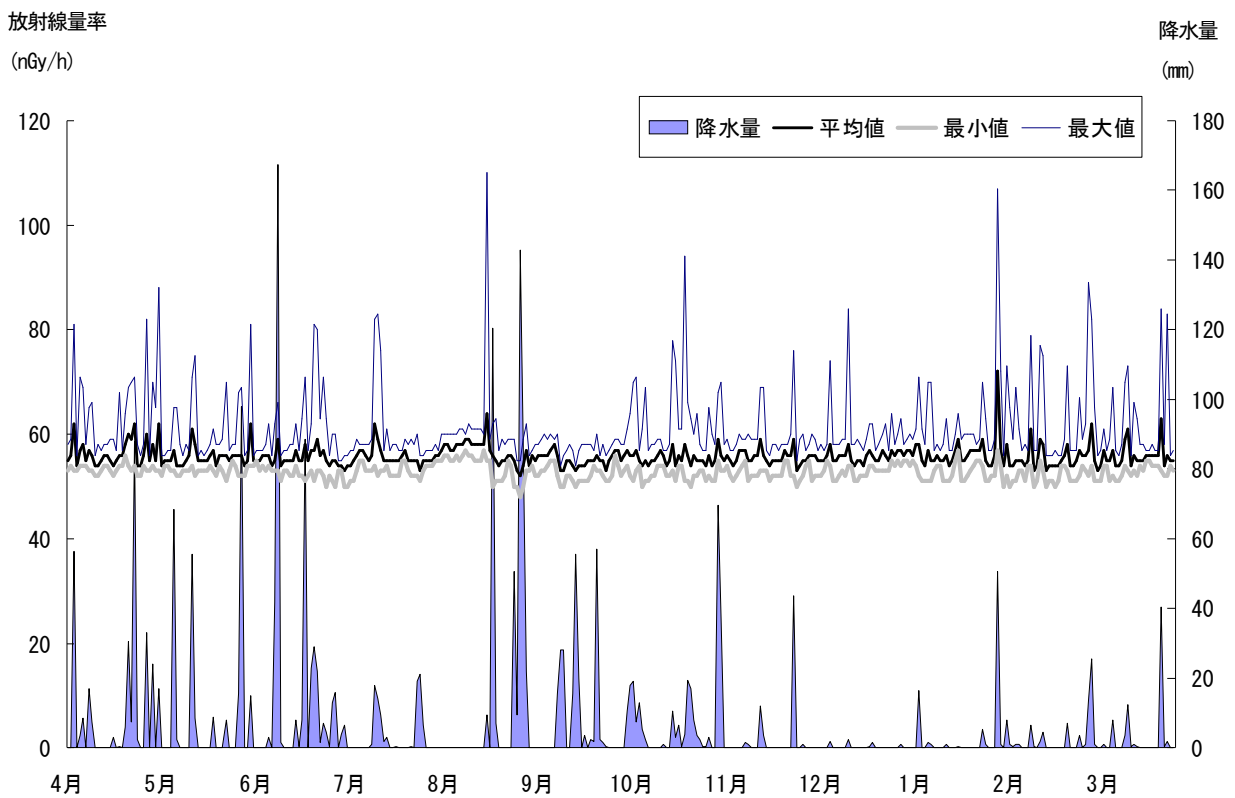


図 2 モニタリングポスト (四万十市) の日間放射能変動及び年間降水量* (2024.04~2025.03)

*四万十市の降水量は、気象庁のデータ (地点 : 中村) を使用。

ツキヨタケ中に含有するイルジンSの定量法の検討

澤田 祐貴子・松木 葵・川村 歩未

Study on a Method for Quantifying Illudin S Contained in *Omphalotus guepiniformis*

SAWADA Yukiko, MATSUGI Aoi and KAWAMURA Ayumi

【要旨】 自然毒による食中毒への対応能力向上のため、ツキヨタケ子実体のイルジンSの定量法を検討し、添加回収試験を実施した。また、令和6年度の食中毒事例で搬入されたツキヨタケ子実体を定量したところ、255 µg/gのイルジンSが検出された。

Key words: ツキヨタケ、イルジンS、自然毒、LC-MS/MS

Omphalotus guepiniformis, Illudin S, Natural Toxin, LC-MS/MS

1. はじめに

毒キノコによる食中毒事件は、自然毒では国内で最も多く発生しており、その中でもツキヨタケを原因とするものが特に多い。ツキヨタケの主な毒成分はイルジンSであり、摂取後に嘔吐や下痢などの中毒症状を呈する¹⁾。

自然毒による食中毒事件の原因特定は、患者からの聞き取り調査や摂取した食品残品の鑑別により行われるが、調理済みの場合は鑑別部位がなく原因の特定に至らない可能性もあるため、機器分析による迅速で簡便な分析体制の整備が重要である。

今般、令和6年度に県内で発生したツキヨタケを原因とする食中毒事件で搬入されたツキヨタケ子実体を用い、LC-MS/MSによる分析方法の検討及びシイタケを用いた添加回収試験を実施したので報告する。

2. 実験方法

2.1. 試料

令和6年11月に高知県内で発生した食中毒事件にて幡多保健所から搬入され、-30℃で凍結保存していたツキヨタケの子実体を使用した。添加回収試験では、県内量販店で購入したシイタケを使用した。

2.2. 試薬

イルジンS溶液 (1000 µg/mL) : 林純薬工業(株)製

メタノール (LC/MS用)、1 mol/L ギ酸アンモニウム溶液 (HPLC用) : 富士フィルム和光純薬(株)製

メンブランフィルター : 孔径 0.2 µm (ジーエルサイエンス(株)製クロマトディスク)

2.3. 前処理

既報²⁾に従って前処理を実施した。なお、この前処理で試料は1000倍希釈された試験溶液となる。添加回収試験については、100 µg/mL標準溶液を調製し、高濃度(検体換算: 50 µg/g)及び低濃度(検体換算: 5 µg/g)となるよう添加し、30分静置した試料を作成した。

2.4. 装置及び測定条件

使用カラムや温度等のLC条件は、表1のとおり残留農薬等通常業務で使用しているものを使用した。移動相、グラジエント及び流速は目的ピークが良好な形状となるよう調整した。MS条件は、表2のとおり標準溶液を用いてチューニングを行い、最適化した条件を使用した。

表1 LC条件

装置	AB SCIEX 社製 Exion LC
分離カラム	YMC Triart C18 (2.1 mm×150 mm, 3 µm)
カラム温度	40℃
移動相	A : 5mM ギ酸アンモニウム水溶液 B : メタノール
グラジエント	B濃度 : 2%(0 min)→90%(14-16min)→2%(16.1-20min)
流速	0.3 mL/min
注入量	5 µL
サンプラー温度	10℃

表2 MS条件

装置	AB SCIEX 社製 Qtrap4500
イオン化法	ESI (+)
スキャンモード	MRM
イオン源温度	400°C
電圧	4500 V
トランジション	265→217 (定量), 265→128 (定性)

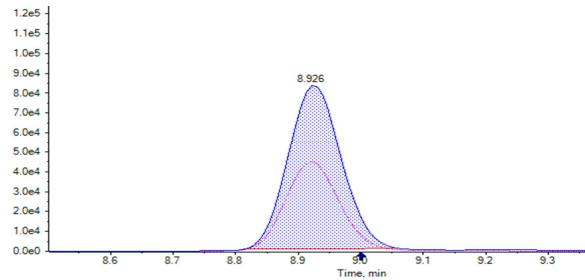


図1 イルジンSのMRMクロマトグラフ(ツキヨタケ)

2.5. 検量線

イルジンS溶液をメタノールで希釈したものを検量線用溶液とし、2.5～100 ng/mLの範囲の5点(2.5, 5, 10, 50, 100)の検量線を作成した。決定係数は0.999であった。

3. 結果

3.1. ツキヨタケ中のイルジンS定量

2.に従って食中毒事例で搬入されたツキヨタケ子実体を分析したところ、検量線の範囲を超えた濃度が検出されたため、試験溶液をメタノールでさらに10倍に希釈(10,000倍)して測定した。結果として図1のクロマトグラムが得られ、25.50 ng/mL(試料換算255 µg/g)のイルジンSを検出した。

3.2. 定量下限の推定

検量線の最低濃度を定量下限付近と仮定し、2.5 ng/mLとなるよう標準品を添加して添加回収試験を実施し、5回測定したところ、いずれもS/N比が10以上、真度が78%、併行精度が2.8%となった。真度が70～120%かつ併行精度が10%以内であり、S/N比が10以上あったことから、この添加濃度における定量の信頼性は十分あると考えた。

3.3. 添加回収試験

2.に従って添加回収試験を実施したところ、回収率は表3のとおりであった。

表3 添加回収試験結果(n=3)

	添加濃度(µg/g)	平均試料濃度(µg/g)	真度(回収率)(%)
低濃度添加	5	3.6	72.9%
高濃度添加	50	44.9	89.8%

4. 考察

定量では、食中毒試料から255 µg/gのイルジンSが検出された。1 mg程度のイルジンSを摂取すると中毒症状を呈するといわれている³⁾ため、数グラム喫食すれば食中毒症状が現れる濃度であったといえる。

なお、この食中毒試料は、患者宅の屋外に数日間放置された状態のものが搬入されており、かつ、均質化後今回の試験まで冷凍保管していたもので、酵素反応等による分解が進んでいると考えられることから、喫食当時は定量結果より多くイルジンSが含有されていた可能性がある。子実体を分析する際は、適宜検量線の点を増やすか検量線内の濃度となるよう希釈する必要がある。

添加回収試験では、低濃度及び高濃度でいずれも回収率が70～120%以内であったため、安定的に定量できると考えられる。

食中毒事例によっては、加工調理品や廃棄による常温放置、尿・血清・胃内容物などの生体試料を検査対象とすることも想定されるため、今後も様々な場合を想定した前処理の検討を行う必要がある。また、生体試料は感染性を有するため、安全に配慮した理化学的検査体制の構築が課題である。

5. まとめ

当所が所有する装置を用いて、ツキヨタケ子実体に含まれるイルジンSの定量が可能であることが示唆された。今後、妥当性評価試験を実施して精度の確認を行い、安全かつ正確に食中毒事例に対応する能力を向上させていきたい。

文献

1) 厚生労働省ホームページ:自然毒のリスクプロファイル, <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000142114.html>, 2025. 11. 13.

- 2) LC-MS/MS を用いた自然毒（キノコ毒）分析法の検討: 大分県衛生環境研究センター年報, 50, 89-92, 2022.
- 3) LC/MS/MS によるツキヨタケ及び食中毒原因食品中の illudin S の分析: 食品衛生学雑誌, 50, 167-172, 2009.

伊野合同庁舎における大気常時監視の特徴について

富田 健介・池澤 正幸*1・山下 浩

The Characteristic of Continuous Air Monitoring at Inogodochosya

TOMITA Kensuke, IKEZAWA Masayuki, YAMASHITA Hiroshi,

【要旨】 大気汚染防止法により都道府県知事には大気汚染状況の常時監視が義務づけられており、令和6年度末時点で高知県では6市町7カ所の測定局で測定を行っている。中国大陸からの広域汚染が問題になった平成25年以降に2カ所の測定局を増設するとともに、各測定局の測定項目を充実させることにより監視に努めている。今回、いの町に設置している伊野合同庁舎局における測定項目の挙動についてとりまとめを行った。その結果、それぞれの測定項目は近年減少もしくは横ばい傾向にあり、県内の他の測定局と同程度の値であることが確認された。

Key words : 大気汚染防止法、大気常時監視、窒素酸化物、硫黄酸化物、
Air Pollution Control Act, Continuous Air Monitoring, Nitrogen Oxide, Sulfur Oxide,

1. はじめに

高知県では、大気汚染防止法第22条第1項の規定に基づき、令和6年度末時点で県内の6市町7地点（中核市である高知市を除く。）で大気汚染状況の常時監視を実施しており、各測定局の速報値を環境対策課のホームページで公開している¹⁾。

昭和45年から開始した大気汚染常時監視は、その後、測定局の増設と移設を行って平成28年度から現在の監視体制となっている。

二酸化硫黄 (SO₂)、一酸化炭素 (CO)、浮遊粒子状物質 (SPM)、二酸化窒素 (NO₂) 及び光化学オキシダント (O_x) については大気汚染に係る環境基準が、微小粒子状物質 (PM_{2.5}) については微小粒子状物質に係る環境基準がそれぞれ設定されている。近年、県全体では、光化学オキシダントを除くすべての項目で環境基準を達成している状況が続いている。

本報では、昭和60年から測定を行っている伊野合同庁舎局での測定結果をとりまとめた。経年変化による各測定項目の動向の確認や、二酸化硫黄、浮遊粒子状物質及び微小粒子状物質について測定開始後5年間と直近5年間の時間別平均値及び月別平均値の比較を行ったので報告する。

2. 伊野合同庁舎局

2.1. 測定地点

測定地点を図1に示す。測定地点は高知市中心街から西に約9 km、県中央部に位置するいの町のJR伊野駅の南側、国道33号線から南に約200 m、平成28年3月に開通した高知西バイパスから北に約350 mのところにある。都市計画法に定められる用途区分は第一種住居専用地域に該当し、いの町の中心街に近くに位置している。東は農地（田）が広がっており、周辺には農業用ハウスはほとんど見られない。いの町は仁淀川の水を用いた製紙業が盛んであることから、測定局の西側に複数の製紙工場が立地しており、令和7年11月時点で大気汚染防止法に基づくボイラー（排出ガス量1,000~2,000 Nm³/時程度）が21基設置されている。

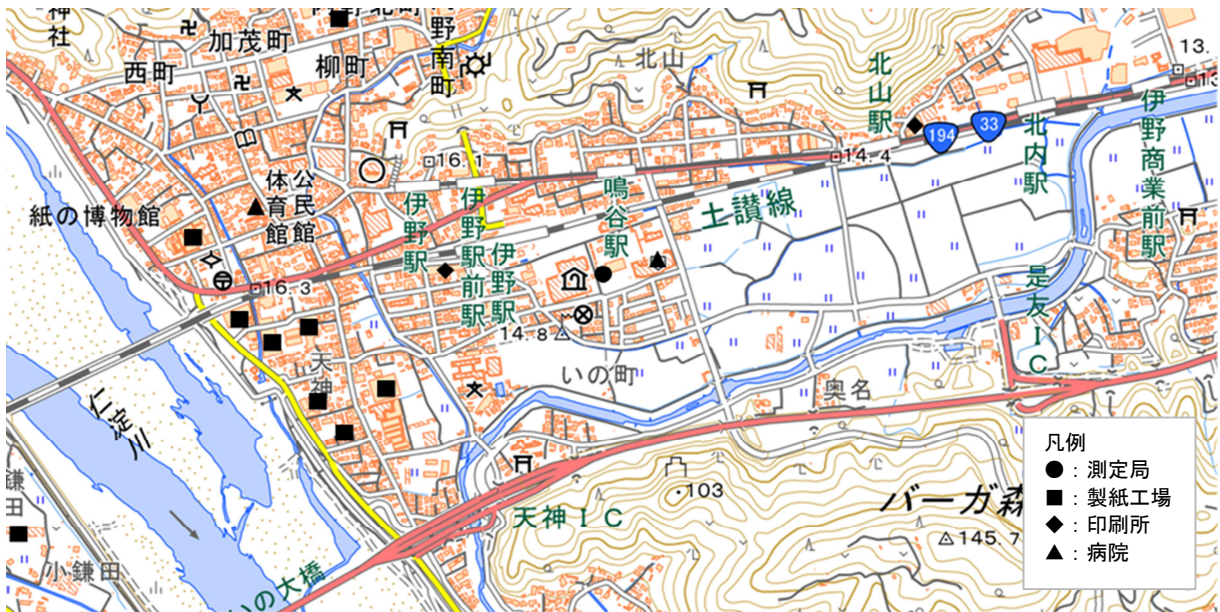
2.2. 測定項目、測定期間及び測定方法

測定項目ごとの測定期間及び測定方法を表1に示す。同局では、昭和60年から常時監視を開始した。測定項目については、開始直後はSO₂と風向・風速のみであったが、昭和62年4月にSPM、平成22年4月にPM_{2.5}、平成30年12月にO_x、令和2年3月にNO₂が追加された。

測定方法については、二酸化硫黄は平成27年3月までは溶液導電率法、それ以降は紫外線蛍光法で

※1 現安芸福祉保健所

ある。その他の項目は測定開始時から変更はない。



※国土地理院の地図を使用して作成

図1 伊野合同庁舎局周辺地図（令和7年11月10日現在）

表1 伊野合同庁舎局における測定期間及び測定方法

測定項目	測定期間	測定方法
二酸化硫黄	昭和60年8月1日 ~ 平成27年3月17日	溶液導電率法
	平成27年3月17日 ~	紫外線蛍光法
二酸化窒素	令和2年3月26日 ~	化学発光法
浮遊粒子状物質	昭和62年4月1日 ~	β 線吸収法
光化学オキシダント	平成30年12月6日 ~	紫外線吸収法
微小粒子状物質	平成22年4月1日 ~	β 線吸収法
風向・風速	昭和60年8月1日 ~	

3. 結果及び考察

3.1. 二酸化硫黄

SO₂の年平均値の推移（昭和60年度から令和6年度）を図2に示す。測定開始以降、緩やかに減少を続けており、近年の年平均値は0.001 ppm程度で推移している。また、1日平均値の年間98%値も同様に0.001~0.002 ppmで推移しており、全体的に濃度が低下していることがわかる。これは、これまで大気汚染防止法によるSO₂の排出規制、自動車燃料の含有硫黄成分の規制及び揮発油等の品質の確保等に関する法律等によるSO₂削減対策が行われてきたことが要因と考えられる。

伊野合同庁舎局付近で測定値に影響を与える主な発生源としては、通行車両又は製紙工場等の工場・事業場の排出ガスがあげられる。そのうち、多くの製紙工場が24時間操業を行っていることから工場のボイラー排出ガスは常時排出されていると考えられる。

測定を開始した直後の5年間（昭和62年度~平成3年度）及び直近5年間（令和2年度~令和6年度）の時間別平均値を図3に示す。測定を開始した直後の5年間の時間別平均値では9時にピークが確認されることから、通勤等による車両の排出ガスの影響を受けていたことが考えられる。また、通勤時間を除いた時間については、24時間操業を行っている製紙工場のボイラー排出ガスの影響を受けていたことが考えられる。直近5年間の時間別平均値では、1時間値の大部分が0.000または0.001 ppm

であるため、時間別平均値に明らかな傾向を確認することはできなかった。このことから車両及び工場の排出ガスの影響が測定開始当初より小さくなったことが示唆される。車両及び工場の排出ガスによる影響は燃料の含有硫黄成分に依存するため、今後も現在の傾向が継続すると推測される。

次に測定を開始した直後の5年間及び直近5年間の月別平均値を図4に示す。測定を開始した直後の5年間の月別平均値は冬期に上昇し、夏期に減少していることから暖房等の影響を受けていると考えられる。直近5年間の月別平均値では、濃度の低下により時間別平均値と同じく明らかな傾向は確認できなかった。暖房については、燃料の含有硫黄成分の減少により影響が小さくなったと考えられる。

SO₂については、測定開始当時は各排出源からの影響を受けて年平均値が0.01 ppm程度であったが、SO₂削減対策が行われてきたことにより、近年は年平均値が0.001 ppm程度となり、排出源の影響を確認できない状況となっていることがわかった。

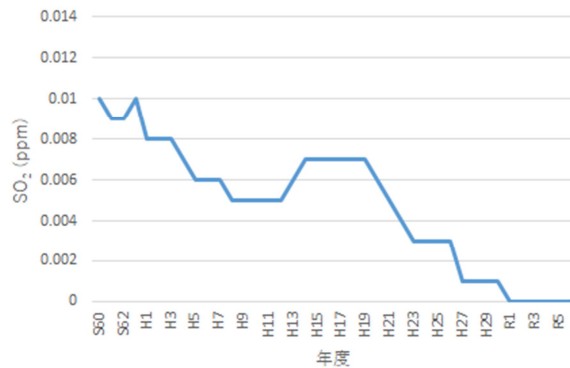


図2 二酸化硫黄濃度経年変化

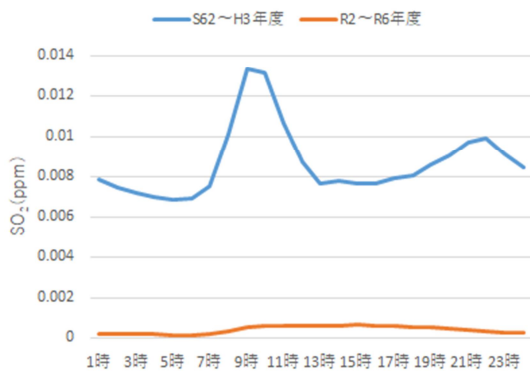


図3 二酸化硫黄濃度時間別平均値
(S62~H3年度及びR2~R6年度)

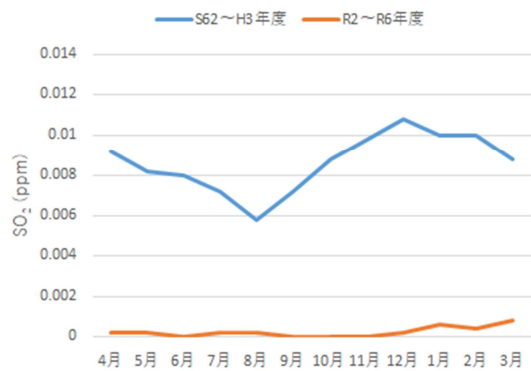


図4 二酸化硫黄濃度月別平均値
(S62~H3年度及びR2~R6年度)

3.2. 二酸化窒素

NO₂の年平均値の推移(令和2年度~令和6年度)を図5に示す。測定年数が少ないため短期的な傾向になるが、年平均値はほぼ横ばいで推移している。1日平均値の年間98%値も同様に0.006~0.009 ppmで概ね横ばい状態である。また、窒素酸化物におけるNO₂の割合であるNO₂/(NO+NO₂)の年平均は、66.6%~74.3%で推移している。環境中に放出された一酸化窒素は大気中でNO₂に酸化されるため、この値が大きいほど発生源から距離があることがわかる指標となる。窒素酸化物は燃料の燃焼により発生するため、伊野合同庁舎局付近で測定値に影響を与える主な発生源は、SO₂と同じく通行車両又は製紙工場等の工場・事業場の排出ガスがあげられる。

直近5年間(令和2年度~令和6年度)の時間別平均値を図6に示す。7時から10時と18時から21時の通勤時間帯にピークが確認できることから、常時排出されている製紙工場からの排出ガスに加えて、通勤等で集中する車両の排出ガスの影響を受けていることがわかる。直近5年間の月別平均値

を図7に示す。冬期にかけて濃度が上昇し、夏期に減少していることが確認され、暖房等の影響を受けていることが示唆された。

NO₂は、SO₂と同様に工場のボイラー及び通勤等による車両の排出ガスの影響を受けていることがわかった。今後は、大気汚染防止法による自動車排出ガスの規制の継続とハイブリッド車や電気自動車の普及により減少していく傾向にあると考えられる。

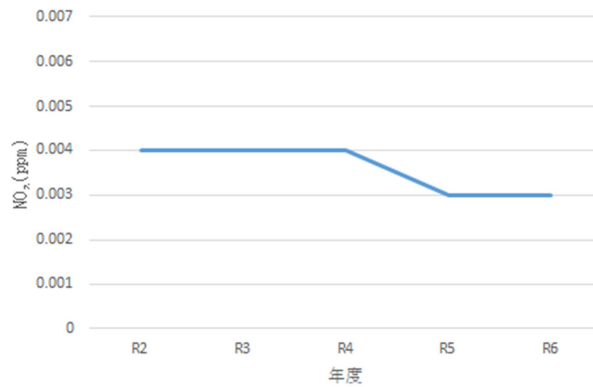


図5 二酸化窒素濃度経年変化

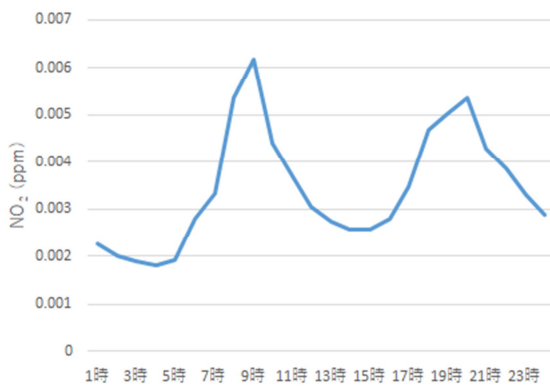


図6 二酸化窒素濃度時間別平均値
(R2～R6 年度)

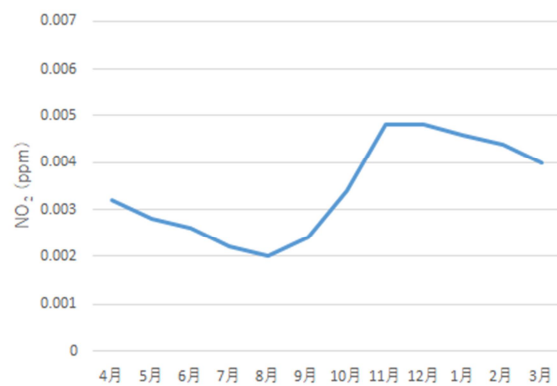


図7 二酸化窒素濃度月別平均値
(R2～R6 年度)

3.3. 浮遊粒子状物質

SPMの年平均値の推移（昭和62年度～令和6年度）を図8に示す。昭和62年の測定開始以降、緩やかに減少を続けており、近年の年平均値は0.01 mg/m³程度で推移している。

測定を開始した直後の5年間（昭和62年度～平成3年度）及び直近5年間（令和2年度～令和6年度）の時間別平均値を図9に示す。測定を開始した直後の5年間の時間別平均値では9時に小さなピークと19時に大きなピークが確認されることから、通勤等による車両の排出ガスの影響を受けていることが考えられる。また、通勤時間を除いた時間については、SO₂と同様に24時間操業の製紙工場からのボイラー排出ガスの影響を受けていることが考えられる。

次に、測定を開始した直後の5年間と直近5年間の月別平均値を図10に示す。両期間は、夏期に最大になったのち冬期にかけて減少するという全体的に似た挙動を示した。測定開始から約30年が経過しているが、季節変動の傾向についてはおおむね変化は見られなかったことから、測定開始から排出源に大きな変化はないものと考えられる。

近年のSPM測定値は測定開始直後の1/3程度に改善した。排出源については、自動車の中でも排出量の大きいディーゼル車で自動車NO_x・PM法に対応した車両への更新が進み、排出が抑制されたことが考えられる。今後もSPMについては、近年は排出規制が継続すると考えられることから、排出源に大きな変化がない状況では、現状の傾向が継続すると推測される。

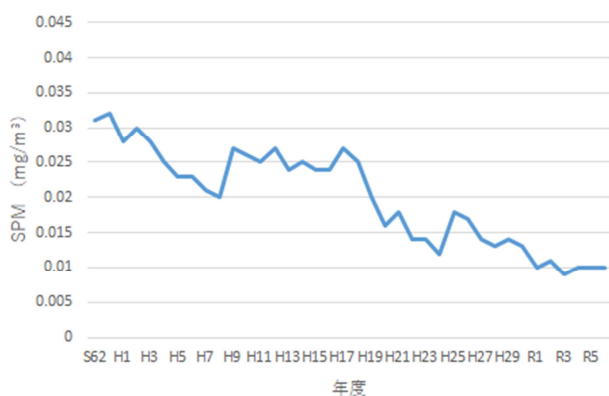


図 8 浮遊粒子状物質濃度経年変化

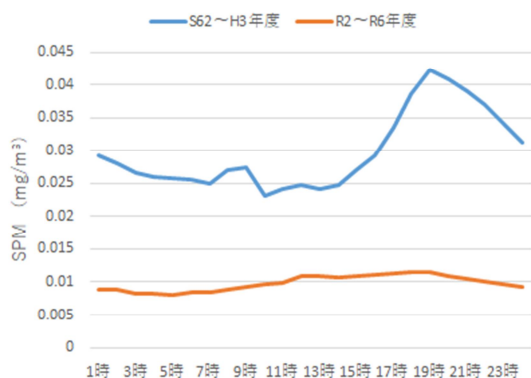


図 9 浮遊粒子状物質濃度時間別平均値
(S62～H3 年度及び R2～R6 年度)

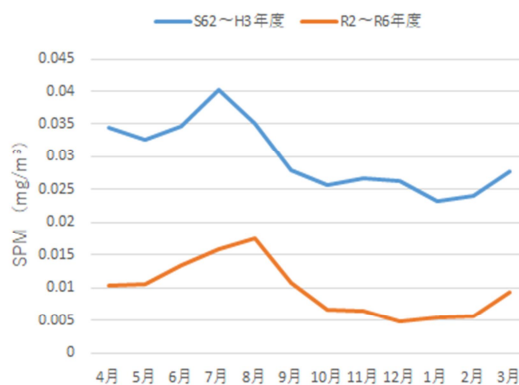


図 10 浮遊粒子状物質濃度月別平均値
(S62～H3 年度及び R2～R6 年度)

3.4. 光化学オキシダント

O_x の昼間の 1 時間値の年平均値の推移（令和元年度～令和 6 年度）を図 11 に示す。 O_x の環境基準の達成状況の判定は 1 時間値が 0.06 ppm の超過の有無で判断するため、測定開始以降非達成の状況が続いている。測定年数が少ないため短期的な傾向になるが、年平均値は測定開始以降は緩やかな増加傾向にあり、近年の昼間の 1 時間値の年平均値は 0.03 ppm 程度で推移している。

直近 5 年間（令和 2 年度～令和 6 年度）の時間別平均値を図 12 に示す。8 時頃から増加し、15 時にピークを迎えた後ゆるやかに減少している。 O_x は日射により濃度が上昇することが知られており、それを確認できる結果になった。

直近 5 年間の昼間の 1 時間値の月別平均値を図 13 に示す。月別の測定値については、春期が最大になり、夏期に濃度が低下したのち秋期から増加している。この傾向は、高知県西部でも同様の事例が確認されている²⁾。夏期に濃度が低下する理由としては、日射量増加によるオキシダントの生成よりも太平洋高気圧から O_x の低い大気が供給される影響が大きいことが原因と考えられる²⁾。

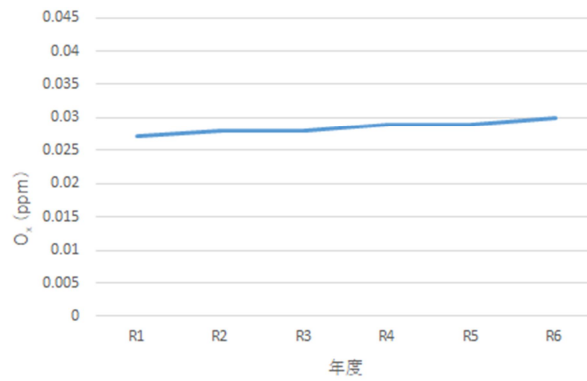


図 11 光化学オキシダント濃度経年変化

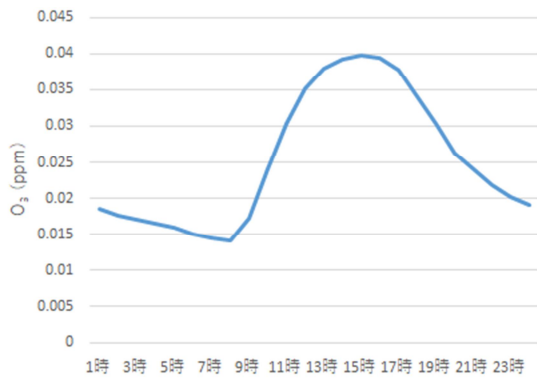


図 12 光化学オキシダント濃度時間別平均値
(R2～R6 年度)

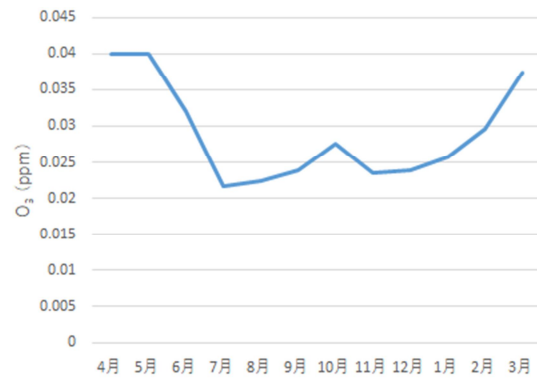


図 13 光化学オキシダント濃度月別平均値
(R2～R6 年度)

3.5. 微小粒子状物質

PM2.5 の年平均値の推移（平成 22 年度～令和 6 年度）を図 14 に示す。測定開始直後の平成 22 年と平成 24 年～26 年は環境基準が非達成であったが、それ以降は緩やかに減少を続けており、環境基準は達成されている。近年の年平均値は 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後の値で推移している。

測定を開始した直後の 5 年間（平成 22 年度～平成 26 年度）及び及び直近 5 年間（令和 2 年度～令和 6 年度）の時間別平均値を図 15 に示す。測定を開始した直後の 5 年間の時間別平均値では 8 時から急激に上昇し、10 時にピークを迎えた後なだらかに低下している。直近 5 年間の時間別平均値は、15 時頃から増加し、17 時にピークを迎えている。

次に月別平均値を図 16 に示す。どちらも 4～5 月にかけて上昇したのち、9 月に最小値になる類似した挙動が確認された。春期に濃度が高い要因としては、黄砂等の越境移流の影響を受けているものと考えられる。

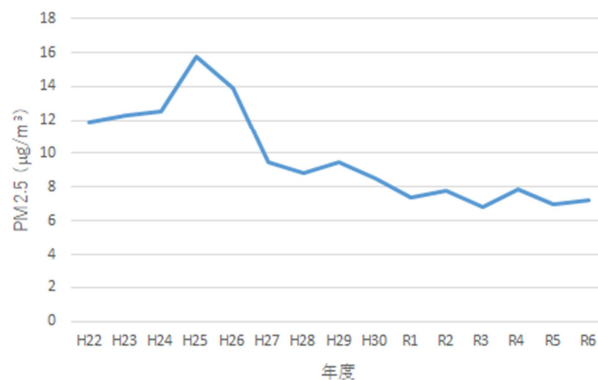


図 14 微小粒子状物質濃度経年変化

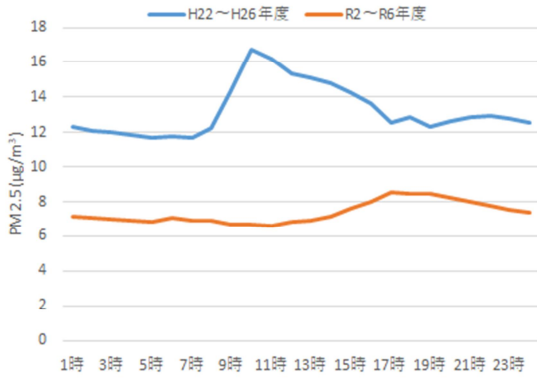


図 15 微小粒子状物質濃度時間別平均値
(H22~H26 年度及び R2~R6 年度)

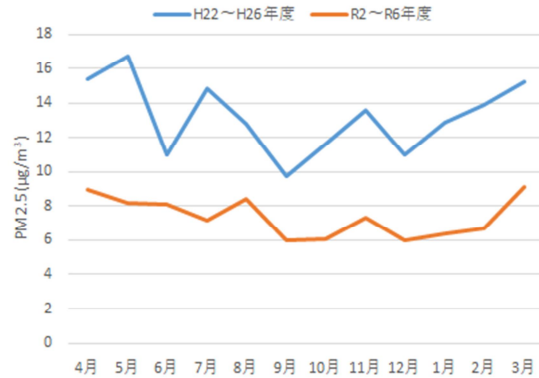


図 16 微小粒子状物質濃度月別平均値
(H22~H26 年度及び R2~R6 年度)

3.6. 風向及び風速

令和 6 年度の風配図を図 17 に示す。年間の測定結果は頻度が多い順に西北西の風が 16%、静穏（風速が 0.2m/s 以下）が 13%、西の風が 12%、北西の風が 11%となっており、年間を通じて西寄りの風が確認された。ただ、7～9 月の夏期には東南東の風が確認されることもあった。時間別平均は、夜間から朝方までは西の風、8 時から 14 時かけて西から南の風に変わっていき、その後西の風に戻っていることが確認された。月平均値は 0.7～0.8 m/s、年間平均値は 0.7 m/s で全体的に風速は緩やかな傾向にあった。

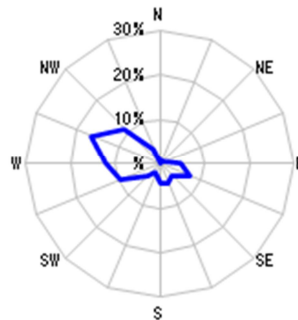


図 17 風配図（令和 6 年度）

4. 県内の測定局との比較

4.1. 他の測定局

伊野合同庁舎局を含む県内すべての測定局を図 18 に示す。高知市の測定局を含めると、令和 6 年度末は 7 市町 10 地点で測定を行っている。朝倉局は県内唯一の自動車排ガス測定局に、その測定局以外は一般環境大気測定局に該当する。また、各測定局の令和 6 年度時点の測定項目は表 2 のとおりである。

4.2. 二酸化硫黄

他の測定局を含めた二酸化硫黄の年平均値の測定結果を図 19 に示す。近年の濃度は緩やかに減少しており、各測定局で 0.001 ppm 前後で推移している。全国の年間平均値も緩やかな減少傾向を示しており、令和 5 年度の一般環境大気測定局全国平均値は 0.001 ppm で全国と同様の傾向が確認された³⁾。

4.3. 二酸化窒素

他の測定局を含めた二酸化窒素の年平均値の測定結果を図 20 に示す。近年の濃度は緩やかに減少しており、各測定局で 0.002～0.01 ppm の間で推移している。全国の年間平均値も緩やかな減少傾向を示しており、令和 5 年度の一般環境大気測定局全国平均値は 0.007 ppm で全国と同様の傾向が確認さ

れた³⁾。

4.4. 浮遊粒子状物質

他の測定局を含めた浮遊粒子状物質の年平均値の測定結果を図 21 に示す。近年の濃度は、固定発生源の監視を目的とした稲生局は他の測定局より値は高いものの、すべての測定局で緩やかに減少しており、近年の濃度は各測定局で 0.01 mg/m³ 前後で推移している。全国の年間平均値も緩やかな減少傾向を示しており、令和 5 年度の一般環境大気測定局全国平均値は 0.013 mg/m³ で全国と同様の傾向が確認された³⁾。

4.5. 光化学オキシダント

他の測定局を含めた光化学オキシダントの年平均値の測定結果を図 22 に示す。近年の濃度は概ね横ばいで傾向にあり、各測定局で 0.03~0.04 ppm の間で推移している。全国の年間平均値も横ばい傾向を示しており、令和 5 年度の一般環境大気測定局全国平均値は 0.047 ppm であった。環境基準は達成していないものの全国平均値より濃度が低いことが確認されている³⁾。

4.6. 微小粒子状物質

他の測定局を含めた浮遊粒子状物質の年平均値の測定結果を図 23 に示す。近年の濃度は緩やかに減少しており、近年の濃度は各測定局で 7~8 μg/m³ の値で推移している。

測定を開始した平成 22 年から 12~15 μg/m³ 前後で推移していたが、平成 25 年介良局の最大値 15.9 μg/m³ をピークにすべての測定局で減少傾向を示している。全国の年間平均値も減少傾向を示しており、令和 5 年度の一般環境大気測定局全国平均値は 8.5 μg/m³ で全国と同様の傾向が確認された³⁾。



図 18 高知県内の測定局（高知市が設置した測定局を含む）

表 2 各測定局における測定項目一覧（令和 6 年度末現在）

区分	市町村	測定局	測定項目										調査機関	
			二酸化硫黄	窒素酸化物	光化学オキシダント	浮遊粒子状物質	微小粒子状物質	一酸化炭素	風向・風速	日射・放射収支量	炭化水素			
一般環境大気測定局	安芸市	安芸	○	○	○	○	○		○	○				高知県
	香美市	土佐山田	○	○	○	○	○		○	○ ^{※1}	○			
	南園市	稲生				○								
	高知市	介良	○	○	○	○	○		○					高知市
		南新田町	○	○	○	○			○					
	いの町	伊野合同庁舎	○	○	○	○	○		○					高知県
	須崎市	押岡公園	○	○		○								
		旧須崎高等学校	○	○	○	○	○		○					
四万十市	中村	○	○	○	○	○		○	○					
自動車排出ガス測定局	高知市	朝倉		○		○		○					高知市	

※1 日射量のみ測定

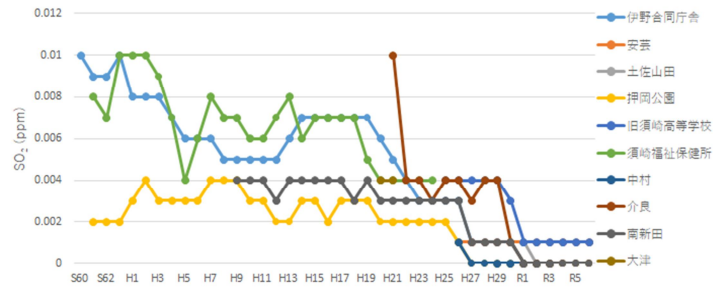


図 19 二酸化硫黄濃度経年変化

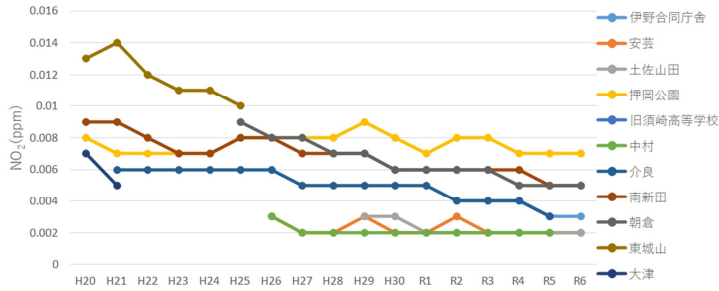


図 20 二酸化窒素濃度経年変化

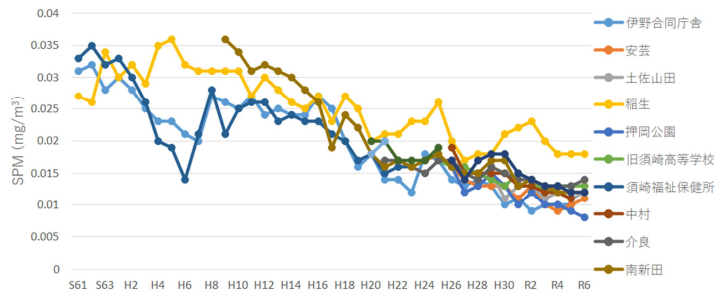


図 21 浮遊粒子状物質濃度経年変化

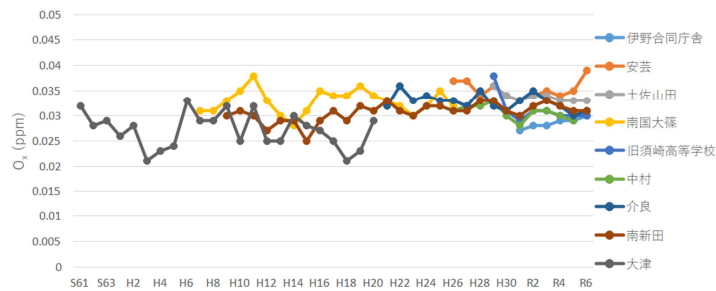


図 22 光化学オキシダント濃度経年変化

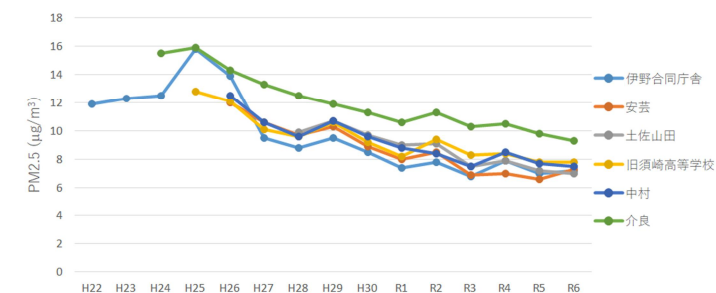


図 23 微小粒子状物質濃度経年変化

5. まとめ

伊野合同庁舎局における大気の常時監視結果のとりまとめを行った。経年変化は、 O_x は微増傾向、 NO_2 は横ばい傾向を示したが、その他の項目は緩やかな減少傾向を示していた。

SO_2 は、時間別平均値から昭和 60 年代の測定開始直後の時期は通勤等による車両に影響を受けていたが、近年は通勤車両の影響が小さくなったことが確認された。

NO_2 は令和 2 年度から測定を開始しており、時間別平均値から朝方及び夕方方に 2 つのピークが確認され、通勤等による車両の影響を受けていることが示唆された。

SPM は、時間別平均値から、昭和 60 年代の測定開始後から現在まで事業活動の影響を受けていることが示唆されるものの、近年の濃度は測定開始当時の約半分の値で推移していた。

O_x は令和元年度から測定を開始しており、時間別平均値から気温上昇による影響を、月別平均値から太平洋高気圧による影響を受けていることが示唆された。

PM_{2.5}は平成 22 年度から測定を開始しており、月別平均値から黄砂等の越境を受けていることが示唆された。

伊野合同庁舎局の測定結果を他の測定局と比較したところ、固定発生源の監視を目的とした稲生局を除くと、すべての測定項目が県内の測定局で概ね同様の傾向を示していた。

参考文献

- 1) 高知県環境対策課:高知県の大气環境の状況,<https://www.pref.kochi.lg.jp/doc/pm25-sokuhou/2025.11.10>.
- 2) 細井健太郎ら:高知県西部の大气環境測定車の光化学オキシダント及び微小粒子状物質の状況について,高知県衛生環境研究所報,6,74-88,2024.
- 3) 環境省:令和 5 年度大气汚染の状況について,https://www.env.go.jp/press/press_04931.html,2025.11.10.

四万十川清流保全モニタリング状況について（2012～2024年度調査）

菊地 那美・桑名 一誠・刈谷 玲菜・林 エリ・山下 浩

Monitoring status for the clear stream conservation of Shimanto River (from April 2012 to March 2025)

KIKUCHI Nami, KUWANA Issei, KARIYA Rena,
HAYASHI Eri, YAMASHITA Hiroshi

【要旨】 四万十川条例に基づく水質モニタリング調査について、既報に続き 2012 年度から 2024 年度までの結果をとりまとめた。調査開始から 20 年以上、前回のとりまとめからも 10 年以上が経過していることから、清流基準・調査地点・調査項目の妥当性を再検証し、必要に応じて見直しを検討する時期にあると考えられる。あわせて、流域住民の水環境保全に関する関心と主体的参加の意欲を喚起し、かつて実施されていた住民参加型調査を再構築していくことが望まれる。

Key words: 四万十川、清流基準、清流度、水生生物、全窒素、全燐
Shimanto river, Clear stream standards, Water Clarity, Aquatic Macroinvertebrates,
Total nitrogen, Total phosphorus

1. はじめに

高知県西部を流れる四万十川は、四国カルストの東南にある標高 1,336 m の不入山に源を発する全長 196 km、流域面積 2,186 km² の一級河川である。県内 5 市町を流れ、蛇行しながら 319 本の支川を集めて大河となり、最後は土佐湾に流入する¹⁾。

「日本最後の清流」として全国でも名前を知られており、豊富な水量と豊かな自然の恵みにより、キャンプや水遊び、釣り等に利用されている。舟下りや沈下橋散策などの観光産業も盛んであり、県民にとってはかけがえのない本県を代表する河川の一つである。

本県では、四万十川を県民・国民の共有財産として後世に引き継ぐための基本ルールを定めた「高知県四万十川の保全及び流域の振興に関する基本条例」（以下、「四万十川条例」という。）を 2001 年 3 月に制定し、様々な取り組みを行ってきた。

当所では、2002 年度から四万十川条例第 23 条に基づく調査を実施しており、今回はこれまでの調査報告²⁾³⁾に続き 2012 年度以降の調査結果をとりまとめたので報告する。

2. 調査方法

2.1. 調査地点及び調査期間

調査地点及び調査期間を表 1 及び図 1 に示す。住民参加を重視した地点への変更等を目的として、2014 年度に四万十川条例の改正が行われた。そのため、本報では、現在も調査を継続している 10 地点（本川 5 地点・支川 5 地点）の調査結果について報告する。

なお、以降、本川については地点名で記載し、支川については同名の地点が存在するため河川名で記載する。

また、原則として年 4 回（春季：4～6 月、夏季：7～9 月、秋季：10～12 月、冬季：1～3 月）の四季調査として実施したが、河川工事や測定機器の不調等により、欠測となった時期や項目がある。

表 1 調査地点及び調査期間

地点番号	河川名	地点名	緯度経度	期間	
1	四万十川	作屋*	33. 26967 133. 12068	2014年度～2024年度(11年間)	
2		大正流量観測所	33. 19633 132. 96438	2012年度～2024年度(13年間)	
3		十川*	33. 22916 132. 84656	2014年度～2024年度(11年間)	
4		用井*	33. 16841 132. 79153	2014年度～2024年度(11年間)	
5		具同	32. 99603 132. 92073	2012年度～2024年度(13年間)	
6		吉見川	本川合流前	33. 20207 133. 13030	2012年度～2024年度(13年間)
7		橋原川	田野々大橋	33. 19566 132. 97038	2012年度～2024年度(13年間)
8		広見川	川崎橋	33. 17688 132. 78841	2012年度～2024年度(13年間)
9		目黒川	本川合流前	33. 14725 132. 78197	2012年度～2024年度(13年間)
10		黒尊川	本川合流前	33. 09423 132. 79776	2012年度～2024年度(13年間)

* : 条例改正後から開始した地点

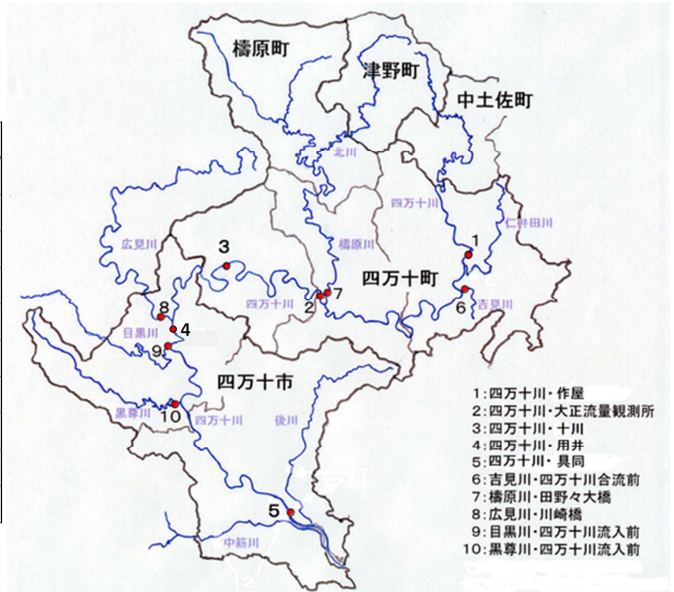


図 1 調査地点

2. 2. 調査項目及び測定方法

四万十川条例第 23 条第 2 項に定める清流度（河川を水平方向に見通した透明性を表す数値）、窒素に係る指標（以下、「全窒素」という。）、燐に係る指標（以下、「全燐」という。）、水生生物に係る指標の 4 項目に加え、濁度、浮遊物質量（以下、「SS」という。）、全有機体炭素（以下、「TOC」という。）について調査を実施した。

なお、濁度及び TOC は 2014 年度から調査項目に追加された。

2. 2. 1. 清流度

四万十川条例施行規則別表第 3 に定める方法で測定を行った。以下、その方法を示す。測定は原則、河川水質の安定している日に直射日光を避けながら、水深 0.3～1.0 m 程度の平瀬で、二人一組で実施した。一人はブラックディスク（直径 20 cm の黒色の円板に持ち手を取り付けたもの）（図 2）を水面に垂直になるように水中に入れ、水平方向に移動させる。もう一人は、清流度計（内側をつや消しの黒で塗り、側面の窓は透明の亚克力樹脂板で、水中を水平方向に見るため内部に窓から 45 度の角度で鏡を設置したもの）（図 2）で水中のブラックディスクを目視し、これが見えなくなるときの清流度計とブラックディスクとの水平距離を清流度とした（図 3）。



図 2 ブラックディスク（左）及び清流度計（右）

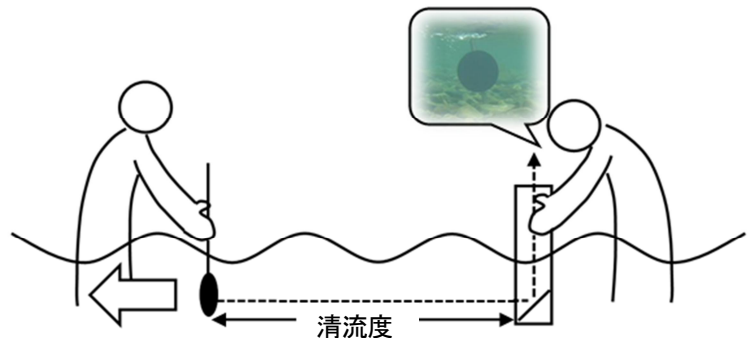


図 3 清流度の測定イメージ図

2. 2. 2. 全窒素及び全燐

四万十川条例施行規則別表第 3 に定める方法で測定を行った。全窒素は、JIS K 0102-2 17.5 流れ分析法（酸化分解－銅・カドミウムカラム還元－ナフチルエチレンジアミン発色）に準じて測定を行い、全燐は、JIS K 0102-2 18.4.6 流れ分析法（酸化分解－モリブデン青発色）に準じて測定を行った。

なお、全窒素、全燐ともに連続流れ分析装置（オートアナライザー、swAAAt（2012年度春季～2020年度春季）、swAAAt28（2020年度夏季～2024年度冬季）、ビーエルテック株式会社製）を用いて測定した。

2.2.3. 水生生物調査方法

四万十川条例施行規則別表第3に定める方法で測定を行った。キックスイープ法により水生生物を採取し、表2に示す指標生物とスコア値から、測定地点ごとにスコア値の合計（以下、「TS値」という。）を算出した。その後平均スコア値（以下、「ASPT値」という。）を求め、採取した指標生物種数とASPT値から、表3により水質階級を判定した。

表2 指標生物とスコア値

指標生物	スコア値	指標生物	スコア値	指標生物	スコア値	指標生物	スコア値
アミカ	10	マダラカゲロウ	8	テナガエビ	7	タイコウチ・ミズカマキリ	5
サワガニ	9	ヒゲナガカワトビケラ	8	ブラナリア	7	シジミガイ	5
チラカゲロウ	9	ナガレアブ	8	コカゲロウ	6	タニシ	4
ヒラタカゲロウ	9	カワニナ	8	キイロカワカゲロウ	6	モノアラガイ	3
カワゲラ	9	モンカゲロウ	7	ヒラタドロムシ	6	ヒル	2
ナガレトビケラ	9	サナエトンボ	7	ホタル	6	ミズムシ	2
携帯性トビケラ	9	ナベブタムシ	7	スジエビ	6	アメリカザリガニ	1
ヘビトンボ	9	シマトビケラ	7	モクズガニ	6	赤いユスリカ（腹腿あり）	1
ヨコエビ	9	ガガンボ	7	イシマキガイ	6	サカマキガイ	1
タニガワカゲロウ	8	ブユ	7	アミメカゲロウ	5	イトミミズ	1

ASPT 値式

$$\text{ASPT値} = \frac{\text{TS値}}{\text{指標生物種数}}$$

表3 水質階級判定基準

水質階級	指標生物種数	ASPT値
1	10種以上	7.5以上
2	8種以上	7.0以上
3	7種以上	6.0以上
4	6種以上	5.0以上
5	5種以上	3.0以上
6	4種以下	3.0未満

※水質階級1から5までについては、指標生物種数とASPT値の要件をともに満たすこと

2.2.4. 濁度

JIS K 0102-1 9.5 積分球濁度の方法に準じて測定を行った。濁度計・色度計（ウォーターアナライザー、WA6000、日本電色工業株式会社製）を用いて測定した。

2.2.5. SS

「水質汚濁に係る環境基準について」（昭和46年12月28日環境庁告示第59号）付表8に準じて測定を行った。

2.2.6. TOC

JIS K 0102-1 19.3 燃焼酸化-赤外線式 TOC 自動計測法に準じて測定を行った。TOC 計（全有機体炭素計（TOC-V CPH（2012年度春季～2022年度秋季）、TOC-L（2022年度冬季～2024年度冬季）、株式会社島津製作所製）を用いて測定した。

2.3. 評価方法

清流度、全窒素、全燐及び水生生物については、表4に示す四万十川条例施行規則別表第3に定める基準値を用い、各地点における基準達成状況进行评估した。

また、調査項目によっては、経年変化、季節変動及び地点間の相関等について確認した。なお、全窒素、全燐、濁度、SS及びTOCについては、「令和7年度公共用水域及び地下水の水質測定計画（高知県）」⁴⁾に定める報告下限値に準じ、下限値未満の測定値は下限値として取り扱った。また、清流度については下限値を1mとし、下限値未満の場合は1mとして処理した。

なお、本報と公表資料⁵⁾では数値処理が異なるため、測定結果が異なる場合がある。

表 4 各地点の清流基準

基準地点			基準値			
地点番号	河川名	地点名	清流度	窒素	燐	水生生物
1	四万十川	作屋	7m以上	0.3 mg/L以下	0.01 mg/L以下	水質階級 1
2		大正流量観測所	7m以上	0.3 mg/L以下	0.01 mg/L以下	水質階級 1
3		十川	7m以上	0.3 mg/L以下	0.01 mg/L以下	水質階級 1
4		用井	6m以上	0.3 mg/L以下	0.01 mg/L以下	水質階級 1
5		具同	5m以上	0.3 mg/L以下	0.01 mg/L以下	水質階級 1
6	吉見川	本川合流前	3m以上	0.8 mg/L以下	0.06 mg/L以下	水質階級 4
7	禰原川	田野々大橋	8m以上	0.3 mg/L以下	0.01 mg/L以下	水質階級 1
8	広見川	川崎橋	4m以上	0.3 mg/L以下	0.01 mg/L以下	水質階級 1
9	目黒川	本川合流前	10 m以上	0.3 mg/L以下	0.01 mg/L以下	水質階級 1
10	黒尊川	本川合流前	14 m以上	0.3 mg/L以下	0.01 mg/L以下	水質階級 1

3. 調査結果及び考察

3.1. 清流度

清流度の年平均値を表 5 に示す。

清流度の基準達成状況は、四万十川条例施行規則に基づき年 4 回の測定値の平均値により評価される。各年度の清流度は、2016 年度から 2018 年度にかけては、多くの地点で基準を達成、もしくは基準値に近い値を示していた。一方、それ以外の調査年度においては、基準を達成した地点は多くても 3 地点にとどまり、2012 年度及び 2020 年度では全ての地点で基準値未満であった。また、2019 年度、2021 年度及び 2023 年度では、黒尊川のみが基準を達成していた。

調査地点別にみると、十川及び広見川における基準達成は各 1 回のみであった。具同では、2014 年度から 2018 年度まで基準を達成していたが、2019 年度以降の調査では基準値を下回っていた。調査期間中における基準達成回数は黒尊川が最も多く、13 回中 7 回であった。

表 5 清流基準（清流度）の達成状況

年平均 (m)	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	達成率	基準値
作屋	-	-	7.2	4.7	8.0	8.4	8.2	5.0	4.5	6.1	6.1	4.0	7.1	45.5%	7 m以上
大正流量観測所	4.6	5.6	6.1	4.1	10.0	11.2	6.6	5.5	4.8	5.8	7.3	5.9	6.6	23.1%	7 m以上
十川	-	-	4.6	3.5	6.6	7.4	6.3	4.1	4.3	5.2	5.6	5.0	4.9	9.1%	7 m以上
用井	-	-	4.2	3.4	6.1	7.5	5.9	4.1	3.9	5.0	5.1	4.5	4.5	18.2%	6 m以上
具同	3.9	4.5	5.2	5.8	9.9	9.7	5.9	3.7	3.5	4.1	3.4	3.6	4.8	38.5%	5 m以上
吉見川	2.7	2.7	3.3	3.1	4.6	2.9	2.7	2.9	2.5	2.8	3.0	2.8	3.3	38.5%	3 m以上
禰原川	6.2	6.9	5.7	4.2	8.6	9.0	6.2	4.4	4.2	4.5	5.2	4.7	5.0	15.4%	8 m以上
広見川	2.2	2.3	3.2	2.5	3.4	3.8	3.2	2.8	2.2	3.4	2.9	3.0	4.2	7.7%	4 m以上
目黒川	6.8	10.5	7.6	4.5	9.6	11.2	9.3	6.4	7.4	7.9	8.0	8.1	7.2	15.4%	10 m以上
黒尊川	11.9	15.5	12.9	13.3	17.4	19.4	16.3	14.7	11.8	15.8	12.9	14.1	11.4	53.8%	14 m以上

赤着色：基準達成

四万十川本川の清流度の推移を図 4 に、支川の清流度の推移を図 5 に示す。概ね、春季及び夏季は清流度が低く、秋季及び冬季は清流度が高くなる傾向が認められた。特に本川では、全ての地点で 2017 年度の冬季が最高値となり、次いで 2016 年度の冬季又は 2018 年度の冬季が高かった。支川では、禰原川、広見川及び黒尊川の 3 地点において 2017 年度の冬季が最高値であった。

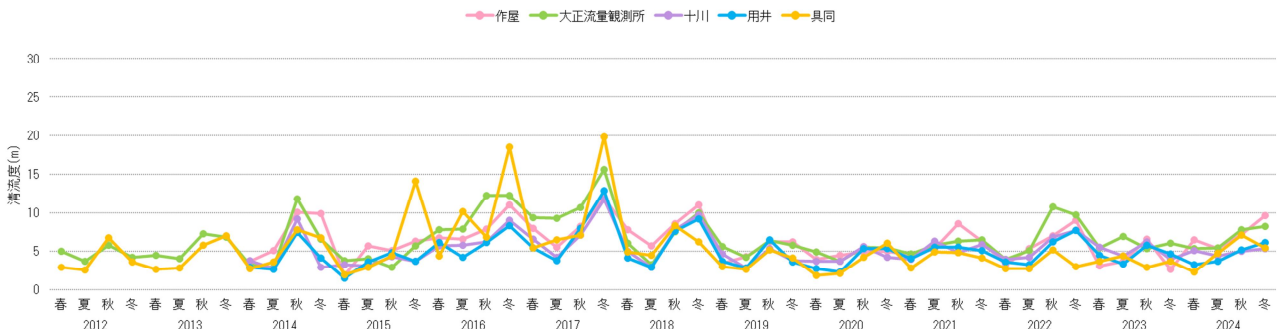


図 4 本川の清流度の推移

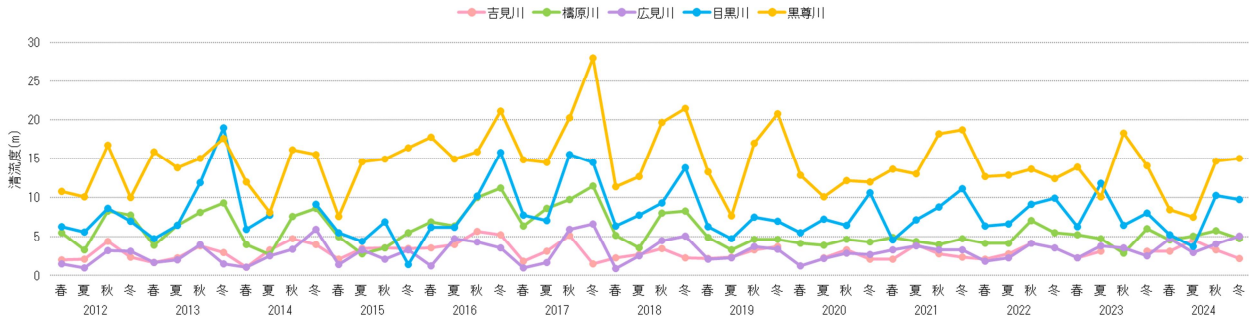


図5 支川の清流度の推移

調査地点間の清流度の相関を表6に、本川及び支川の清流度の相関関係を図6に示す。

本川5地点においては、全ての地点間で正の相関 ($r=0.61-0.92$) が認められた。特に、十川と用井の間では極めて強い相関 ($r=0.92, n=44$) が認められた。最上流地点の作屋と他地点間の相関係数は $0.64-0.78$ 、最下流地点の具同と他地点間の相関係数は $0.61-0.68$ であり、いずれも強い正の相関を示したものの、大正流量観測所から用井の間で得られた相関係数 (0.8 以上) と比較するとやや低い値であった。

本川と各支川の清流度の間には、吉見川を除き、中程度から強い正の相関が認められた。特に、大正流量観測所と榑原川の間では非常に強い正の相関 ($r=0.87, n=44$) が認められた。大正流量観測所は、四万十川流域最大の支川である榑原川の本川合流直下約 500 m に位置し、清流度の変動は榑原川からの流入の影響が強く反映されていると考えられる。一方、広見川と用井との間では中程度の正の相関 ($r=0.60, n=44$) が認められた。用井は広見川合流点の約 500 m 下流に位置するが、清流度の測定地点は合流点と同じ右岸側ではなく左岸側に位置している。さらに、用井と十川の間では極めて強い相関 ($r=0.92, n=44$) が認められたことから、用井における清流度は、広見川よりも四万十川本川の影響がより強いと考えられ、用井の現在の調査地点は、広見川の水と四万十川本川の水が十分に混ざり合っていないことが示唆される。このため、広見川の本川への影響を十分に確認するには、調査地点を現状より下流に移すことが望ましい。ただし、条例改正前には用井よりやや下流の地点で調査を実施していたものの、水深が深いことから調査地点を用井へ変更した経緯があるため、慎重な検討が必要である。

表6 清流度の調査地点間の相関 (2014年度~2024年度)

地点	本川					支川				
	作屋	大正流量観測所	十川	用井	具同	吉見川	榑原川	広見川	目黒川	黒尊川
本川	作屋									
	大正流量観測所	0.76								
	十川	0.73	0.84							
	用井	0.78	0.82	0.92						
	具同	0.64	0.68	0.61	0.65					
支川	吉見川	0.31	0.37	0.20	0.20	0.28				
	榑原川	0.65	0.87	0.69	0.70	0.73	0.42			
	広見川	0.64	0.55	0.50	0.60	0.49	0.37	0.51		
	目黒川	0.62	0.70	0.67	0.72	0.48	0.19	0.64	0.55	
	黒尊川	0.67	0.64	0.67	0.78	0.64	0.15	0.62	0.51	0.57

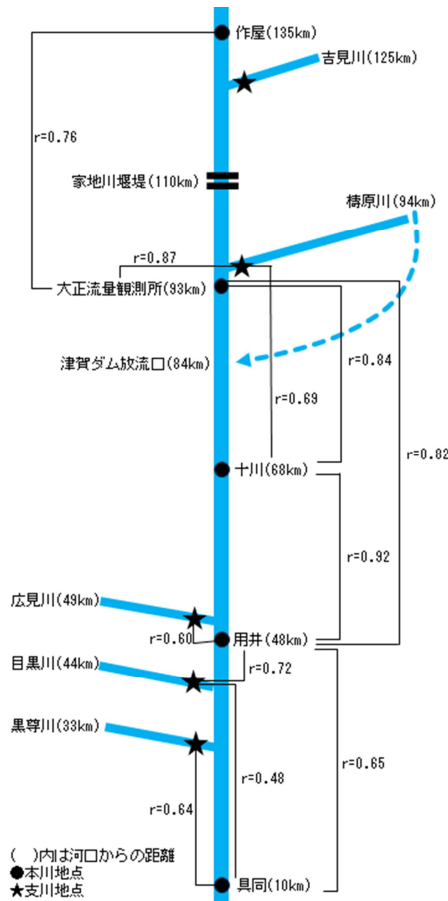


図6 本川及び支川における清流度の相関関係

3.2. 全窒素及び全燐

全窒素の年平均値を表7に、全燐の年平均値を表8に示す。

全窒素及び全燐の基準達成状況は、四万十川条例施行規則に基づき年4回の測定値の平均値により評価される。なお、吉見川は市街地を流れており、生活排水等の影響を受けるため、全窒素、全燐ともに他地点より高い基準値が設定されている。

全窒素については、吉見川、廣見川、目黒川を除いた地点は全ての年度で基準を達成していた。全燐については、概ね基準を達成している地点が多かったが、廣見川は全て未達成であった。また、吉見川も基準の達成は半数程度であった。

表7 清流基準（全窒素）の達成状況

年平均(mg/L)	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	達成率	基準値
作屋	-	-	0.17	0.23	0.19	0.18	0.15	0.18	0.24	0.16	0.19	0.20	0.10	100.0%	0.3mg/L以下
大正流量観測所	0.26	0.24	0.25	0.22	0.17	0.18	0.15	0.20	0.20	0.20	0.21	0.25	0.13	100.0%	0.3mg/L以下
十川	-	-	0.20	0.22	0.17	0.19	0.15	0.22	0.18	0.18	0.20	0.24	0.17	100.0%	0.3mg/L以下
用井	-	-	0.27	0.26	0.17	0.17	0.15	0.20	0.23	0.18	0.21	0.22	0.13	100.0%	0.3mg/L以下
具同	0.26	0.25	0.20	0.21	0.20	0.22	0.19	0.21	0.19	0.17	0.18	0.21	0.15	100.0%	0.3mg/L以下
吉見川	0.93	0.91	0.78	0.72	0.66	0.83	1.04	0.77	0.86	0.75	1.00	0.74	0.68	53.8%	0.8mg/L以下
橋原川	0.24	0.23	0.19	0.23	0.14	0.16	0.13	0.15	0.18	0.17	0.20	0.19	0.11	100.0%	0.3mg/L以下
廣見川	0.40	0.41	0.34	0.32	0.32	0.37	0.39	0.30	0.31	0.22	0.26	0.37	0.20	30.8%	0.3mg/L以下
目黒川	0.31	0.32	0.28	0.29	0.22	0.24	0.24	0.30	0.25	0.22	0.27	0.27	0.18	84.6%	0.3mg/L以下
黒尊川	0.28	0.26	0.23	0.17	0.17	0.19	0.15	0.17	0.18	0.18	0.21	0.25	0.17	100.0%	0.3mg/L以下

赤着色：基準達成

表8 清流基準（全燐）の達成状況

年平均(mg/L)	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	達成率	基準値
作屋	-	-	0.006	0.007	0.005	0.004	0.004	0.007	0.009	0.009	0.010	0.014	0.008	90.9%	0.01mg/L以下
大正流量観測所	0.012	0.009	0.009	0.008	0.004	0.004	0.005	0.005	0.008	0.010	0.008	0.011	0.008	84.6%	0.01mg/L以下
十川	-	-	0.007	0.007	0.004	0.003	0.004	0.004	0.006	0.009	0.007	0.009	0.008	100.0%	0.01mg/L以下
用井	-	-	0.005	0.007	0.003	0.003	0.004	0.004	0.007	0.009	0.007	0.008	0.008	100.0%	0.01mg/L以下
具同	0.005	0.006	0.007	0.007	0.004	0.005	0.004	0.004	0.006	0.008	0.008	0.009	0.008	100.0%	0.01mg/L以下
吉見川	0.068	0.095	0.044	0.052	0.051	0.060	0.089	0.065	0.077	0.069	0.105	0.056	0.052	46.2%	0.06mg/L以下
橋原川	0.003	0.003	0.006	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003	0.005	0.008	0.006	0.007	0.006	100.0%	0.01mg/L以下
廣見川	0.017	0.021	0.016	0.022	0.014	0.016	0.012	0.011	0.017	0.015	0.016	0.018	0.015	0.0%	0.01mg/L以下
目黒川	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.006	0.006	0.005	0.005	100.0%	0.01mg/L以下
黒尊川	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.004	0.005	100.0%	0.01mg/L以下

赤着色：基準達成

次に、十川、広見川及び吉見川の全窒素及び全燐の季節別年次推移を図7、図8及び図9に示す。

多くの地点では、十川と同様に全窒素、全燐ともに季節変動が小さく、基準値未満で推移することが多かった。一方、広見川では、全窒素は春季及び冬季に基準値を超過することが多く、特に冬季は13回の調査全てで基準値を超過しており、値も春季より高い傾向がみられた。全燐については、秋季及び冬季は基準を達成していることが多かったが、春季は13回の調査全てで基準値を超過していた。また、吉見川では、全窒素は春季及び冬季に、全燐は秋季を除く季節にそれぞれ基準値を超過することが多く、散発的に高くなる傾向がみられた。

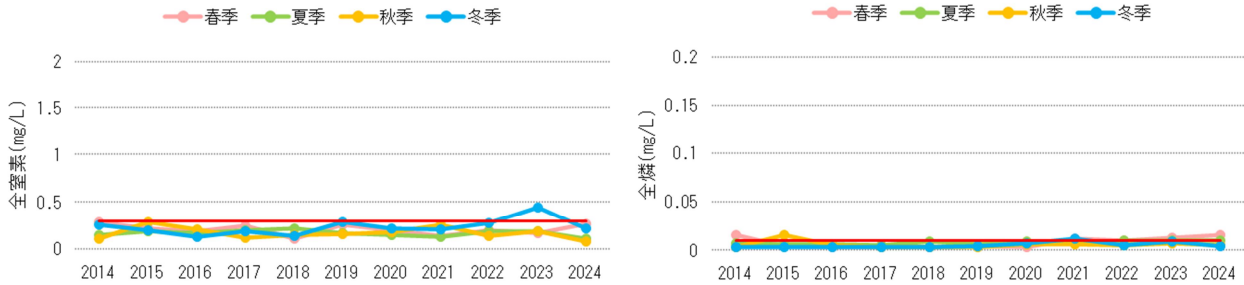


図7 十川の全窒素及び全燐の季節別年次推移

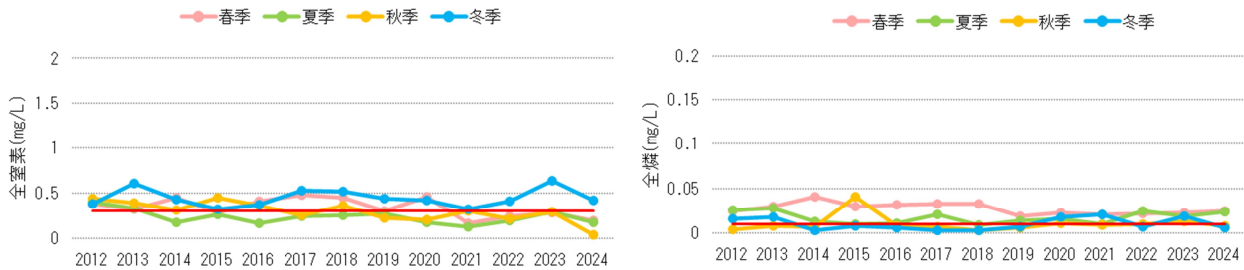


図8 広見川の全窒素及び全燐の季節別年次推移

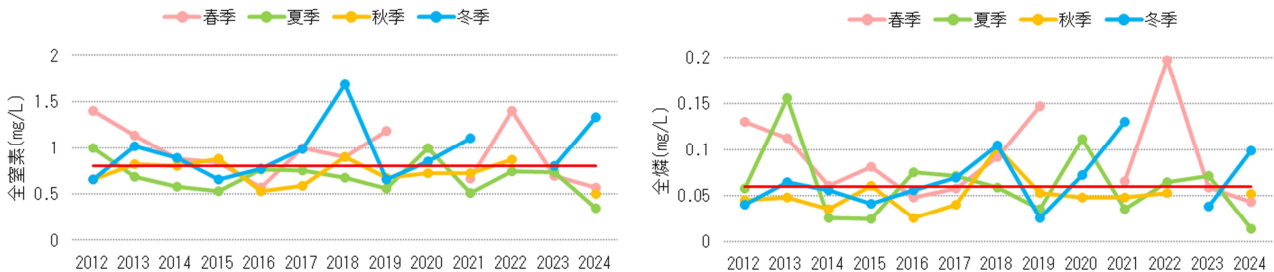


図9 吉見川の全窒素及び全燐の季節別年次推移

3.3. 水生生物

水生生物の基準達成状況は、四万十川条例施行規則に基づき、3月から6月まで、7月から9月まで及び10月から12月までの期間に各1回測定し、指標生物種数及びASPT値の3回の平均値より該当する水質階級を求めて評価する。水質階級の基準は、10地点のうち吉見川を除く9地点が水質階級1に設定されており、吉見川のみ水質階級4に設定されている。

水質階級の推移を表9に示す。

本川では、作屋、大正流量観測所及び用井において基準を達成している年が多かったが、十川では2015年度から2019年度まで連続して未達成だった。また、具同における基準達成は2014年度の1回のみであり、その後は主として水質階級2で推移していたが、2023年度及び2024年度には水質階級3が続く状況であった。

支川では、多くの地点で基準を達成している年が多く、特に吉見川では基準が低く設定されているにもかかわらず、近年は上位の基準を満たすことが続いていた。

年度別にみると、2012年度は吉見川を除く6地点で水質階級も低く基準未達成であり、2015年度から2019年度までは基準を達成できていない地点が相対的に多かった。2016年度から2018年度においては、季節を問わず清流度が高値を示した一方で、水生生物に係る指標では基準未達成が多い結果となった。また、広見川については、全窒素及び全磷では他地点と比較して高値を示し基準値を超過していたが、水生生物に係る指標は基準を達成することが多かった。

表9 清流基準（水生生物）の達成状況

年平均	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	達成率	基準値
作屋	-	-	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	81.8%	水質階級1
大正流量観測所	4	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	76.9%	水質階級1
十川	-	-	1	3	2	2	2	2	1	1	1	2	1	45.5%	水質階級1
用井	-	-	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	72.7%	水質階級1
具同	3	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	7.7%	水質階級1
吉見川	4	3	4	3	3	2	3	3	2	3	2	2*	3	100.0%	水質階級4
播原川	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	84.6%	水質階級1
広見川	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	76.9%	水質階級1
目黒川	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	84.6%	水質階級1
黒尊川	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	92.3%	水質階級1

赤着色：基準達成

*：春季・夏季の平均値

次に、年4回調査（春季：4～6月、夏季：7～9月、秋季：10～12月、冬季：1～3月）における指標生物ごとの出現回数を表10（後出）に示す。なお、2012年度及び2013年度は冬季を除く季節に調査を実施した。

水生生物調査は、短期間の水質変動の影響を受けにくく、比較的中長期的な水質状況の評価が可能である。今回、既報³⁾との比較を試みたが、既報³⁾では基準達成頻度の高い秋季のみの調査年度や、夏季・冬季の二季のみである調査年度も多く含まれていたため、条件が一致しておらず、直接的な比較は行わなかった。

調査地点別にみると、基準達成頻度の低い具同では、本川の他地点と比較して、スコア値の高いナガレトビケラやヒゲナガカワトビケラの出現率が低く、テナガエビ、モクズガニ及びシジミガイなどの比較的中程度のスコア値の水生生物や、ヒルヤイトミミズ等のスコア値の低い水生生物の出現率が高かった。本地点は、平時は淡水域であるが、潮汐条件によっては海水の影響を受ける可能性がある。また、本川の最下流地点であることから、生活排水等の影響も受けやすい。このような環境条件から、本地点は他地点とは生態系構造がやや異なると考えられ、これらを踏まえると、水質階級の妥当性について再検討する余地が示唆される。

一方、吉見川については、スコア値の高い水生生物（カワゲラ、ナガレトビケラ及び携巢性トビケラ）の出現率が既報³⁾では約4.2～8.3%であったのに対し、今回は57.4～76.6%と顕著に高くなり、吉見川の水質が改善されていることが示唆される結果となった。

なお、指標生物別にみると、「タイコウチ・ミズカマキリ」、「ナベブタムシ」及び「アメリカザリガニ」は既報²⁾³⁾に引き続き今回の調査期間中においても一度も確認されなかった。このことから、現在の調査地点の河川環境は、これらの水生生物が好んで生息する環境と異なっていると考えられるため、指標生物としての妥当性について今後検討する必要があると思われる。

3.4. 濁度

本川及び支川の濁度の季節別の分布を図10に示す。

調査期間のうち、2015年度冬季の目黒川は上流の工事、2017年度冬季の吉見川は濁水の流入により一時的に高値を示した可能性があるため解析データから除外した。

既報⁶⁾によると、四万十川においては濁度と清流度の間には強い逆相関が認められており、今回の調査でも多くの地点で清流度が低い春季及び夏季に濁度が高く、清流度が高い秋季及び冬季に濁度が低くなる傾向がみられた。特に、春季の広見川は調査地点のなかで、最も高い濁度を示し、変動も大きかった。広見川は上流に農業地域を有しており、以前より春先の代掻きに伴う農業濁水の影響が指摘されているため⁷⁾⁸⁾、その影響が強くと考えられた。一方、黒尊川では季節変動が小さく、冬季には下限値（0.1度）を示すことが多かった。また、本川では下流側の地点ほど中央値が高くなる傾向がみられた。

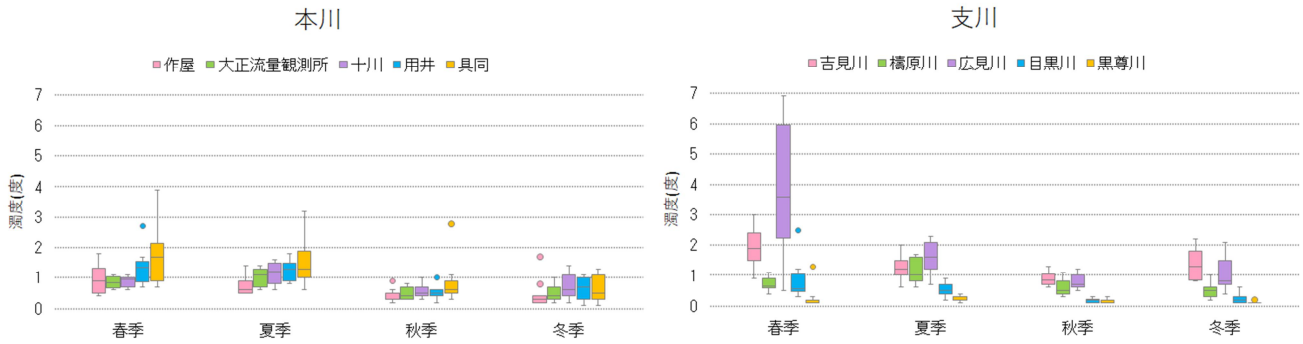


図 10 本川及び支川の濁度の季節別分布 (2014 年度～2024 年度)

春季に広見川の濁度が顕著に高く、変動が大きくなることについて詳細な解析を行った。

広見川において 2014 年度から 2024 年度に実施した調査のうち、1 月から 8 月の測定結果を抽出し、年度に関わらず月日順に整理したものを図 11 に示す。1 月から 2 月の調査日には濁度は概ね 1 度以下であったが、3 月以降の調査日において 1 度を超え、特に 4 月中旬から 5 月中旬にかけて高濁度が集中して認められた。以上のことから、春季の調査 (4 月～6 月) における濁度は、調査時期によって大きく異なる傾向が確認された。

なお、現在では広見川の上流域である愛媛県と協議を重ねながら、農業濁水軽減対策や、清流調査とは別に濁度調査 (高知県林業振興・環境部自然共生課、未発表) が実施されており、関係機関が協力して濁水対策に取り組んでいる⁷⁻⁹⁾。今後、これらの対策の効果が清流度や濁度の改善として現れることが期待される。

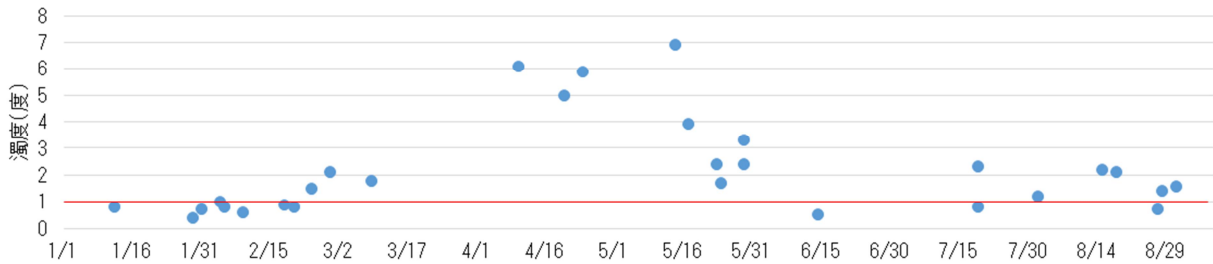


図 11 広見川の濁度 (2014 年度～2024 年度)

次に、濁度の地点間の相関を表 11 に、本川及び支川の濁度の相関関係を図 12 に示す。

本川 5 地点においては、大正流量観測所と十川の間では強い相関 ($r=0.83$, $n=43$) が確認された。大正流量観測所は、さらに下流の用井 ($r=0.74$, $n=43$) や具同 ($r=0.68$, $n=43$) とともに相関があり、中流域の濁度の変動が下流にまで維持されることが示唆された。また、檮原川と大正流量観測所及び十川との間にも、それぞれ $r=0.75$ ($n=43$)、 $r=0.73$ ($n=43$) の強い正の相関が認められた。

表 11 濁度の調査地点間の相関 (2014 年度～2024 年度)

地点	本川					支川				
	作屋	大正流量観測所	十川	用井	具同	吉見川	檮原川	広見川	目黒川	黒尊川
本川	作屋									
	大正流量観測所	0.59								
	十川	0.60	0.83							
	用井	0.57	0.74	0.65						
	具同	0.70	0.68	0.58	0.61					
支川	吉見川	0.37	0.14	0.13	0.19	0.27				
	檮原川	0.35	0.75	0.73	0.53	0.40	0.07			
	広見川	0.38	0.29	0.22	0.58	0.53	0.44	0.12		
	目黒川	0.04	0.11	0.18	0.39	0.08	0.01	0.11	0.35	
	黒尊川	0.02	0.15	0.13	0.63	0.01	0.10	0.18	0.43	0.45

紫着色：相関係数0.70以上

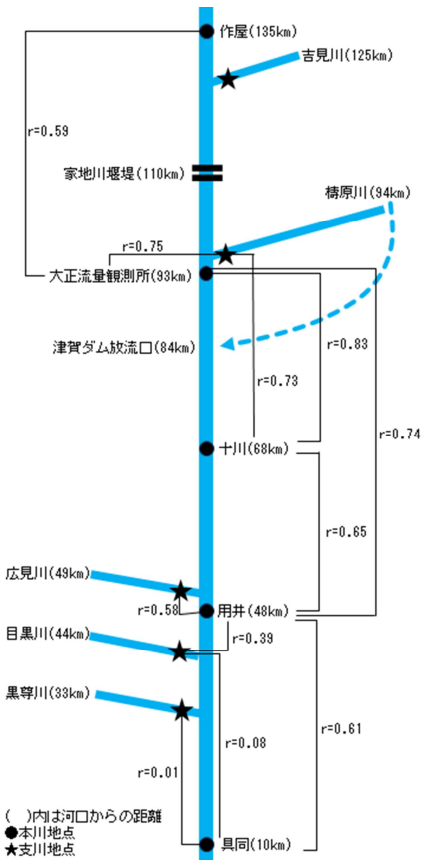


図 12 本川及び支川における濁度の相関関係

3.5. SS

SS の季節ごとの平均値を図 13 に示す。

多くの地点においては、SS は下限値未満又は下限値に近い値を示した。一方、広見川では、春季に特に高い値を示しており、春先の代掻きに伴う農業濁水の影響を受けていると考えられた。また、夏季及び冬季においても、広見川は他の地点と比較して高い値を示す傾向がみられ、具同及び吉見川も、春季に高くなる傾向がみられた。

懸濁物質が少ない四十万十川水域では、多くの地点で SS が下限値付近で推移しており、地点間の比較や経年変化の評価指標としては必ずしも適していないと考えられる。SS と濁度については一般的に相関が高いとされているため¹⁰⁾、広見川や吉見川など一部の地点を除き、SS による評価の必要性は必ずしも高くない。既に実施している清流度や濁度などの指標により、評価は十分可能であると考えられる。

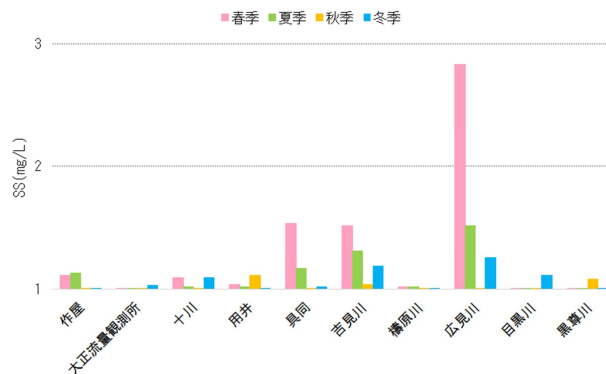


図 13 SS の季節変動(2014 年度～2024 年度)

3.6. TOC

TOCの本川及び支川別の年次平均値の推移を図14に、広見川の季節別の分布を図15に示す。

黒尊川を除く全ての地点で、2019年度以降、緩やかな上昇傾向がみられた。

本川では、地点間で大きな差はないものの、最上流地点である作屋において調査期間を通じて最も低い値を示した。また、多くの年度で用井が相対的に高い値を示しており、流入する広見川の影響が考えられた。

支川では、広見川が他の地点と比較して高い値を示し、SS及び濁度と同様、TOCについても春季に高くなる傾向が認められた。ただし、農業濁水の影響を強く受けたと考えられる春季の調査日に、TOCが著しく高いという傾向は認められなかった。その他の支川では、広見川に次いで吉見川が高く、檮原川及び目黒川は本川と同程度の水準で推移した。また、黒尊川は全地点の中で最も低い値で推移した。

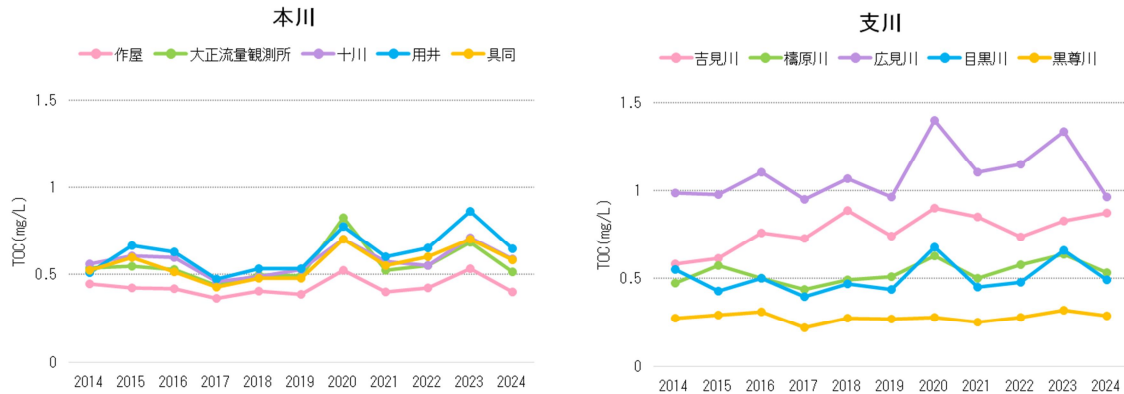


図14 本川・支川別のTOCの年次平均推移(2014年度~2024年度)

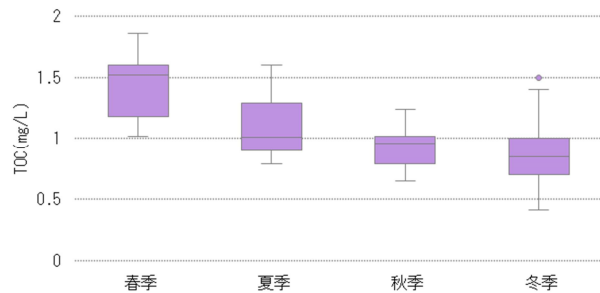


図15 広見川のTOCの季節別分布(2014年度~2024年度)

3.7. 作屋の地点的特徴

作屋の調査地点の写真を図16に示す。

作屋は、清流調査が住民により積極的に行われていた時期に、危険性が少ないことや車でアクセスの良さから旧調査地点の代わりに調査が行われていた地点であり、2014年度の四万十川条例の改正により正式に追加された地点である。

本地点は最上流地点であり、清流度測定地点の約20m上流には、幅80~85m、高さ約3.5mの固定堰が設置されている。春季から秋季の調査日には、堰頂部を越流することが多く、流量が多い場合には川底の懸濁物質を巻き上げる可能性がある。また、冬季においても、調査日前に降水量が多かった場合には、堰上流から勢いよく水が流れ込む状況が確認されており、清流度に負の影響を与えていた可能性があると考えられた。

一方、降水量が少ない冬季の調査日には、流量が少ないことが多く、上流からの水は堰き止められ、堰脇の水路を通して流下する程度となる。その際、清流度の測定は安全性を考慮して、流下した先ではなく、滞留している河川中央部で実施することが多かった。この場合、河川水中の懸濁物質が時間経過に伴い沈降していき、その結果、清流度が本来の値よりも高くなった可能性がある。

以上のことから、本地点は調査地点としては不適切と考えられるが、住民参加型調査の観点から利点が多い理由で選定されているため、今後調査地点としての継続や変更については慎重に検討していく必要がある。



図 16 作屋における越流時（左）と流量が少ない冬季（右）の比較

4. まとめ

2001年3月に制定された四万十川条例は、2026年3月に四半世紀を迎え、その間に流域環境も変化してきた。2022年度に実施された「四万十川流域住民意識調査」¹¹⁾によると、四万十川の水量や水質、水生動植物の生息・生育が「悪くなった」と感じる住民の割合は40%を超えており、流域住民の四万十川に対する評価は必ずしも良好とはいえない状況にある。

今回、既報²³⁾との経年的な増減傾向の評価は、調査時期や調査回数が統一されていなかったことから行わなかったが、年間の清流調査を通して本川・支川ともに流量の減少や、水深が浅くなったと感じる場面が増加している。例えば、清流度計を川底に静置するためには、少なくとも0.3m程度の水深が必要であるが、この条件を満たす場所が減少している。また、過去の調査では、流量の少ない右岸又は左岸において十分な水深が確保されていた地点でも、近年は流心近くまで進まなければ、清流度を測定するための十分な水深を確保できない状況にある。水深が浅い場所で清流度を観測した場合、底質の巻き上げが避けられず、測定結果に負の影響を及ぼす可能性が高い。このことも、近年、清流度が清流基準に達しない要因の一つではないかと推測する。

一方、市街地を流れる吉見川については、既報²³⁾と比較して、「きれいな川に住む」とされるカゲロウ類やカワゲラ等のスコア値の高い水生生物の出現頻度が増加している。また、条例制定当時は公共用水域の常時監視においてはBOD(75%値)が4mg/Lを超えることもあったが、直近10年では1mg/L未満を示す頻度も増加しており¹²⁾、関係機関が継続的に講じてきた各種対策の効果が、理化学的指標及び生物学的指標の双方において徐々に現れてきているものと考えられる。このため、吉見川の水生生物の清流基準については、水質階級3へ引き上げることも可能であると考えられる。

ただし、調査項目によっては清流基準の未達成が常態化している地点もみられ、それに対する関心は十分に向けられていないように感じられる。過去には清流調査に流域住民が積極的に参加しており、調査を通じて川への親しみが湧くことで清流保全への意識や機運が高まっていた。しかし近年では、学生向けの環境学習は行われているものの¹³⁾、本条例に基づく住民参加型の清流調査は縮小している。今後は関係機関が協力し、住民が主体的かつ楽しみながら参加できる機会を拡充し、継続性が高い清流調査へと再構築していくことが望まれる。

文献

- 1) 高知県林業振興・環境部自然共生課：四万十川情報，<https://www.pref.kochi.lg.jp/doc/2018020600115/>（最終アクセス日 2025. 12. 8）
- 2) 大森真貴子，堀内泰男：四万十川流域における清流基準調査。高知県環境研究センター所報，21，13-22，2005。
- 3) 貞岡秀俊ら：四万十川清流保全モニタリング状況について。高知県環境研究センター所報，29，43-53，2013。
- 4) 高知県林業振興・環境部環境対策課：令和7年度公共用水域及び地下水の水質測定計画，2025。
- 5) 高知県林業振興・環境部自然共生課：四万十川条例第23条に基づく「清流基準」について，<https://www.pref.kochi.lg.jp/doc/2017100600014/>（最終アクセス日 2026. 2. 13）
- 6) 大森真貴子ら：仁淀川における清流基準調査について。高知県環境研究センター所報，32，33-43，2015。
- 7) 公益財団法人四万十川財団：清流通信 284 章 広見川と四万十川を考える。～第1回広見川と四万十川の協議変遷～，<https://www.shimanto.or.jp/?p=15965>（最終アクセス日 2026. 2. 13）
- 8) 公益財団法人四万十川財団：清流通信 285 章 広見川と四万十川を考える。～第2回広見川と四万十川のこれから～，<https://www.shimanto.or.jp/?p=15965>

o.or.jp/?p=33002 (最終アクセス日 2026. 2. 13)

- 9) 公益財団法人四万十川財団：清流通信 295 章～第 2 弾広見川と四万十川を考える～, <https://www.shimanto.or.jp/?p=251691> (最終アクセス日 2026. 2. 13)
- 10) 国土技術政策総合研究所：河川における浮遊物質量(SS)と濁度の関係, <https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryuu/tnn/tnn0594pdf/ks059410.pdf> (最終アクセス日 2026.2.13)
- 11) 高知県林業振興・環境部自然共生課：四万十川条例第 37 条に基づく「住民意識調査」について, 令和 4 年度, <https://www.pref.kochi.lg.jp/doc/2017100600106/> (最終アクセス日 2026. 2. 13)
- 12) 環境省, 水環境総合情報サイト, <https://water-pub.env.go.jp/water-pub/mizu-site/mizu/kousui/dataMap.asp> (最終アクセス日 2026. 2. 13)
- 13) 高知県林業振興・環境部自然共生課：四万十川条例第 39 条に基づく高知県四万十川流域保全振興委員会について, 令和 4 年度第 27 回, <https://www.pref.kochi.lg.jp/doc/2023082400214/> (最終アクセス日 2026. 2. 13)

表 10 全調査期間における水生生物の出現回数

No	河川名 地点 調査期間・調査回数 指標生物	1 四万十川		2 四万十川		3 四万十川		4 四万十川		5 四万十川		6 吉見川		7 橋原川		8 広見川		9 目黒川		10 黒尊川	
		作屋 2014~2024 全44回	大正流量 観測所 2012~2024 全50回	十川 2014~2024 全44回	用井 2014~2024 全44回	具同 2012~2024 全50回	本川合流前 2012~2024 全47回	田野々大橋 2012~2024 全50回	川崎橋 2012~2024 全50回	本川合流前 2012~2024 全49回	本川合流前 2012~2024 全50回	黒尊川 2012~2024 全50回									
1	アマミカ	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	4	4	6		
2	サワガニ	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	2	2	2		
3	チラカゲロウ	18	21	23	24	23	24	23	24	23	3	3	3	28	28	34	34	34	38		
4	ヒラタカゲロウ	38	46	36	39	36	39	36	39	41	41	10	10	43	44	46	46	46	49		
5	カウガラ	43	48	44	42	44	42	44	42	46	35	35	35	48	47	44	44	44	47		
6	ナガレトビケラ	12	20	26	23	26	23	26	23	9	27	27	9	31	32	9	32	9	24		
7	携帯性トビケラ	42	43	35	41	35	41	35	41	36	36	36	36	48	49	48	48	48	39		
8	ヘビトンボ	5	3	1	3	1	3	1	3	2	2	0	0	12	6	6	6	6	21		
9	ヨコエビ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0		
10	タニガワカゲロウ	36	39	39	42	39	42	39	42	42	22	22	22	43	45	42	42	42	35		
11	マダラカゲロウ	28	35	24	27	24	27	24	27	26	10	10	10	33	26	31	26	31	31		
12	ヒゲナガカワトビケラ	33	41	32	31	32	31	32	31	13	28	28	28	45	36	27	37	27	17		
13	ナガレアブ	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	3		
14	カワニナ	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	9	5	26	10	14			
15	モンカゲロウ	9	3	3	1	3	1	3	1	0	8	8	8	6	2	10	10	2			
16	サナエトンボ	27	31	24	13	24	13	24	13	7	15	15	15	26	22	37	37	30			
17	ナベバタムシ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
18	シマトビケラ	34	44	41	44	41	44	41	44	40	40	40	40	44	48	46	46	41	41		
19	ガガンボ	9	11	18	21	18	21	18	21	9	25	25	25	25	30	21	21	21	32		
20	ブユ	25	21	12	11	12	11	12	11	15	29	29	29	26	17	23	23	23	25		
21	テナガエビ	0	0	0	6	0	6	0	6	0	0	0	0	1	5	3	3	3	10		
22	プラナリア	2	4	7	16	7	16	7	16	18	15	15	15	6	4	5	5	5	10		
23	コカゲロウ	34	40	31	30	31	30	31	30	39	41	41	41	39	41	35	35	35	36		
24	キイロカワカゲロウ	9	1	2	2	2	2	2	2	8	11	11	11	0	5	2	2	2	0		
25	ヒラタドロムシ	39	47	37	38	37	38	37	38	35	23	23	23	49	44	42	42	42	35		
26	ホタル	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
27	スジエビ	1	0	0	1	0	1	0	1	9	0	0	0	0	2	1	1	1	1		
28	モクスガニ	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	7	3	3	3	6		
29	イシマキガイ	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
30	アマミカゲロウ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0		
31	タイロウチ・ミズカマキリ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
32	シジミガイ	0	4	1	3	1	3	1	3	18	0	0	0	4	10	0	0	0	0		
33	タニシ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	1	1	1	0		
34	モノアラガイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	1	0	0	0	0	0		
35	ヒル	4	4	3	4	3	4	3	4	13	22	22	22	4	1	7	7	7	4		
36	ミズムシ	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
37	アメリカザリガニ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	21	21	0	0	0	0	0	0		
38	赤いユスリカ (腹臑アリ)	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	1	1	1	1	1	0		
39	サカマキガイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	6	0	0	0	0	0	0		
40	イトミミズ	0	4	3	5	3	5	3	5	12	4	4	4	2	1	3	3	3	2		
	75%値	33	37.5	33	33	33	33	33	33	37.5	35.25	35.25	35.25	37.5	37.5	37.5	37.5	36.75	37.5		

赤着色：出現率75%以上

県内河川の鉛同位体調査における 1 事例について

桑名 一誠・菊地 那美・刈谷 玲菜・林 エリ・山下 浩・高橋 紗希*1

A Case of Lead Isotope Investigation in Rivers within Kochi Prefecture

KUWANA Issei, KIKUCHI Nami, KARIYA Rena, HAYASHI Eri,
YAMASHITA Hiroshi, TAKAHASHI Saki

【要旨】 高知県内で採取した公共用水域 35 地点の河川水及び湖沼水を自然由来試料として鉛同位体を測定した。その結果、35 地点中 34 地点については鉛同位体比が鉛成長曲線上又は近傍に分布したが、1 地点のみ鉛成長曲線の左下側に逸脱していた。その逸脱した地点について追加調査を行ったところ、特定事業場排水の流入が鉛成長曲線からの逸脱に関与していると考えられた。

Key words: 鉛成長曲線、鉛同位体比、自然由来、人為由来

Lead Growth Curve, Lead Isotope Ratio, Naturally Origin, Human Origin

1. はじめに

環境水中（河川水、地下水）では、しばしば鉛が環境基準値を超過し問題となることがある。鉛は自然界にも広く存在する元素であり、地質由来の鉛が河川水や地下水中に溶出することから、鉛濃度のみの情報では、発生源が自然由来か人為由来汚染かを判別することは難しい。本県においても、過去に地下水中で鉛が環境基準値を超過した事例があり、汚染源の特定が課題となっていた。

鉛は ^{204}Pb 、 ^{206}Pb 、 ^{207}Pb 、 ^{208}Pb の 4 種類の安定同位体を有している。 ^{204}Pb は地球誕生時から存在し、その存在量は一定である。一方、 ^{206}Pb 、 ^{207}Pb 、 ^{208}Pb はそれぞれ ^{238}U （半減期:約 45 億年）、 ^{235}U （半減期:約 7 億年）、 ^{232}Th （半減期:約 140 億年）を親核種として放射性壊変により生成される。このため、鉛同位体の存在割合を比として表した鉛同位体比は、鉱床の形成時代や母岩中のウラン・トリウムの存在量の違いを反映し、鉛の起源を示す指標として利用されてきた¹⁻⁷⁾。また、それぞれの壊変過程で生成される鉛同位体 (^{206}Pb 、 ^{207}Pb 、 ^{208}Pb) の比率は鉛成長曲線⁸⁾として示される。地質由来の鉛の同位体比は、一般的に鉛成長曲線上又はその近傍に分布することが知られており、この特性を利用し、環境水中の鉛についても自然由来鉛と人為由来鉛の判別が試みられている。

今回、県内の公共用水域を対象として鉛同位体比の基礎調査を実施していたところ、鉛成長曲線から逸脱した同位体比を示す 1 事例が確認されたため、その要因を調査した結果を報告する。

2. 調査方法

2.1. 機器及び試薬類

硝酸：関東化学株式会社製 金属分析用硝酸 1.38

標準液：SPEX製 混合標準液 XSTC-760D (Pb濃度 1 mg/L含有)

内部標準試薬：SPEX製 ZSTC-538

チューニング試薬：Agilent Technologies製 Tuning Solution for ICP-MS (Tl濃度 1 µg/L含有)

認証標準物質鉛同位体標準液：産業技術総合研究所製 CRM3861-a

超純水製造装置：Merck製 Milli-Q IQ-7000

ヒートブロック：SCP SCIENCE製 DigiPREP Jr

ICP-MS：Agilent Technologies製 ICP-MS7900

2.2. 調査試料

令和7年度に公共用水域環境基準地点を中心に35地点（以下、「公共用水域35地点」という。）で採水した河川水及び湖沼水を自然由来試料とした。

*1 高知県中央東福祉保健所

2.3. 測定方法

試料の分解容器には、5%硝酸に一晩以上浸漬した後、超純水で洗浄したポリプロピレン製容器を用いた。試料50 mLに硝酸を2.5 mL添加し、ヒートブロックで100 °C・2時間加熱後、超純水で50 mLに定容した試料をICP-MSにより総鉛濃度と鉛同位体を測定した。

総鉛濃度が極めて低い試料については、加熱濃縮操作を行い、鉛同位体測定を試料とした²⁾。

2.3.1. 総鉛濃度の測定

総鉛濃度の測定では、オートチューニングで設定された装置条件を用いた。また、定量は²⁰⁸Pb（検量線0.1-10 µg/L）で行い、測定時の積分時間は0.0999 s、繰り返し回数3回、スイープ回数/繰り返しを100として分析を行った。

2.3.2. 鉛同位体の測定条件の検討

はじめに、鉛と質量数の近いT1を含むチューニング試薬を用いて、T1のカウント値を基に装置条件の検討を行った。チューニング試薬を用いてオートチューニングを行った後、各パラメータを調整し、T1の平均カウント値が概ね最大となる条件を装置の設定値の目安とした。

次に、鉛同位体標準液を用いて測定条件の検討を行った。その結果を表1に示す。先行研究⁹⁾では、鉛同位体測定時の条件のうち、積分時間を長くとり、スイープ回数/繰り返しを多くすることで精度良く測定できることが知られている。そのため、スイープ回数/繰り返しは使用するICP-MSの上限である1,000回に設定した。積分時間、ピークパターン、繰り返し回数については、鉛同位体標準液1.0 µg/Lを3回繰り返し測定し、各パラメータの設定値を変えながらRSD%を比較して検討を行った。鉛同位体比のRSDが0.2%未満と小さくなり、鉛同位体標準液の同位体比の認証値との差が小さく安定した時の値を測定条件とした。

2.3.3. 質量差別効果の補正・鉛同位体の測定

鉛同位体測定は、各測定前にチューニング試薬を用いて装置条件の最終調整を行った。T1のカウント値が50,000に到達するように、引き出し電極2、オメガバイアス、メイクアップガスの値を主に調整した⁶⁾。設定値の1例を表2に示す。

ICP-MSでの同位体測定では、同位体の質量数の違いにより質量差別効果が生じる。この質量差別効果により、測定される同位体比は、実試料中の同位体存在比と差が生じるため、補正が必要となる。本報では、鉛同位体標準液を用いた比較標準化法により補正を行うため、未知試料の測定前後に鉛同位体標準液を測定した⁷⁾⁹⁾。その際、総鉛濃度が1.0 µg/L付近の試料については鉛同位体標準液（1.0 µg/L）を、総鉛濃度が0.1 µg/L付近の試料については鉛同位体比標準液（0.1 µg/L）をそれぞれ未知試料の前後に測定した。質量差別効果については、鉛同位体標準液の同位体比の認証値と測定値との差を係数として算出し、得られた係数を未知試料の測定値に乗じることで補正した⁷⁾⁹⁾。

表 1 鉛同位体測定における測定条件

積分時間	10 秒
ピークパターン	1 ポイント
繰り返し	3 回
スイープ回数/繰り返し	1,000

表 2 鉛同位体測定における装置条件の1例

プラズマパラメータ			
RFパワー	1550 W	スプレーチャンバ温度	2 °C
RFマッチング	1.10 V	メイクアップガス	0.13 L/min
サンプリング位置	8.0 mm	補助ガス	0.90 L/min
ネブライザガス	1.05 L/min	プラズマガス	15.0 L/min
ネブライザポンプ	0.10 rps		
レンズパラメータ			
引き出し電極1	-5.0V	セル入射	-100 V
引き出し電極2	-186.5 V	セル出射	-60 V
オメガバイアス	-105 V	偏向レンズ	4.0 V
オメガレンズ	11.8 V	プレートバイアス	-70 V
セルパラメータ			
ガスの使用	はい	OctP バイアス	-18 V
He流量	3.1 mL/min	OctP RF	200 V
H ₂ 流量	0.0 mL/min	エネルギーディスクリミネーション	0.0 V

3. 結果と考察

3.1 自然由来試料の分析結果

鉛成長曲線に公共用水域 35 地点の測定結果と鉛鉱石の主な産出国¹⁰⁾¹¹⁾の鉛同位体比を反映させたものを図 1 に示す。鉛成長曲線は $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ を横軸に、 $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ を縦軸にとる。横軸は時間、縦軸は Th/U 比に関連した指標となっている¹²⁾。日本産の鉛は生成年代が比較的新しく鉛成長曲線の左下側に分布し、外国産の鉛の多くはそれよりも生成年代が古く右上側に分布することが確認されている²⁾。人為由来鉛は日本産と外国産の鉛が混合されるため、日本産の鉛のみの場合よりも鉛成長曲線の右側に分布することが想定される²⁾。

県内の公共用水域 35 地点中 34 地点は、概ね鉛成長曲線上又は近傍に分布する結果となったが、1 地点のみ鉛成長曲線から左下側に逸脱した地点（以下、「A 地点」という。）があった。そこで A 地点の逸脱要因を明確にするため、A 地点周辺における追加調査を実施した。

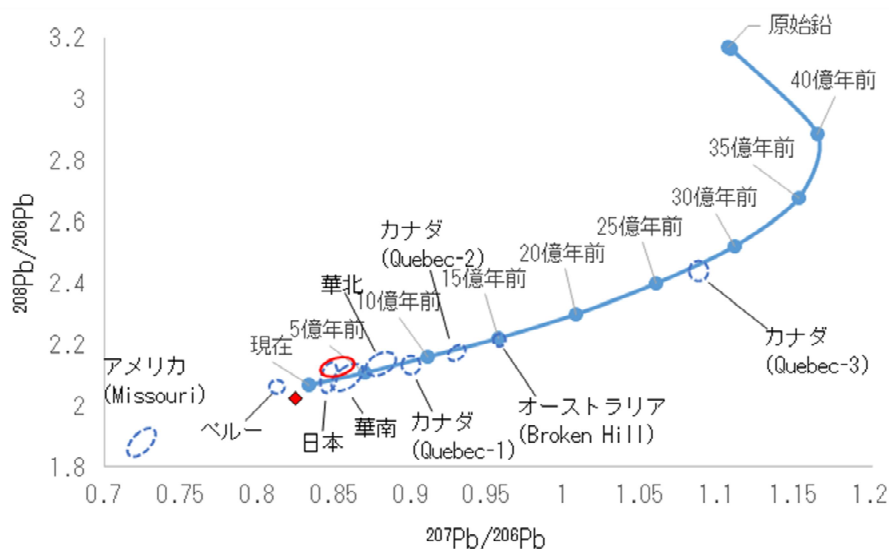


図 1 鉛成長曲線に鉛鉱石の主な産出国及び測定した各試料の鉛同位体比を反映させた結果

※ ○ は公共用水域 34 地点の分布範囲、◆ は A 地点を示す

3.2 逸脱した A 地点での追加調査

A 地点における鉛同位体比の逸脱が地質的要因によるものか、人為由来鉛の流入によるものかを検証するため、A 地点のある E 川において追加調査を実施した。

E 川には、A 地点の約 2 km 上流に特定事業場 (Z)（以下、「Z 事業場」という。）が存在する。E 川は川幅が約 10～20 m、水深約数十 cm～1 m 程度である一方、Z 事業場からの排出水の量は 1 日あたり約 5,000 m³ と非常に多いため、同事業場からの排出水が逸脱要因である可能性が考えられた。

そこで、Z 事業場排出水に加え、Z 事業場より約 3 km 上流の河川水 (B 地点)、Z 事業場排出水が流入した後の約 500 m 下流の河川水 (C 地点) 及び A 地点の河川水 (A' 地点) を対象とし、総鉛濃度及び鉛同位体測定を実施した。

なお、A' 地点及び C 地点については同日、B 地点については 3 日後に採水を行った。その結果を表 3 及び図 2 に示す。

Z 事業場の上流に位置する B 地点の鉛同位体比は、A 地点を除く公共用水域 34 地点と同様に鉛成長曲線の近傍に位置した。一方、Z 事業場排出水の鉛同位体比は鉛成長曲線から大きく逸脱し、 $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (1.951)、 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (0.791) と低い値を示した。C 地点の鉛同位体比は、Z 事業場排出水より高く鉛成長曲線に近付き、最下流の A' 地点では、さらに鉛成長曲線に近づく結果となった。

これらの結果から、A 地点における鉛同位体比の逸脱は地質的要因によるものではなく、Z 事業場排出水に含まれる人為由来鉛の流入に起因することが示唆された。また、鉛同位体比の低い Z 事業場排出水が E 川に流入することで、流入直後の河川水では鉛同位体比が低下するが、下流に進むにつれて他の河川水等の流入により希釈され、Z 事業場由来の人為由来鉛の影響が低下し、自然由来鉛の割合が相対的に増加することで、鉛同位体比が徐々に高くなったと推測される。

表 3 各調査地点の鉛同位体比と総鉛濃度

		$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	総Pb濃度 ($\mu\text{g/L}$)
上流 ↓	B地点	2.097	0.849	<0.001
	Z事業場	1.951	0.791	1.7
	C地点	1.985	0.806	0.17
下流	A地点	2.023	0.823	0.16
	A'地点(再A地点)	2.047	0.832	0.11

※Pb 同位体比は5回繰り返し測定した結果の平均値

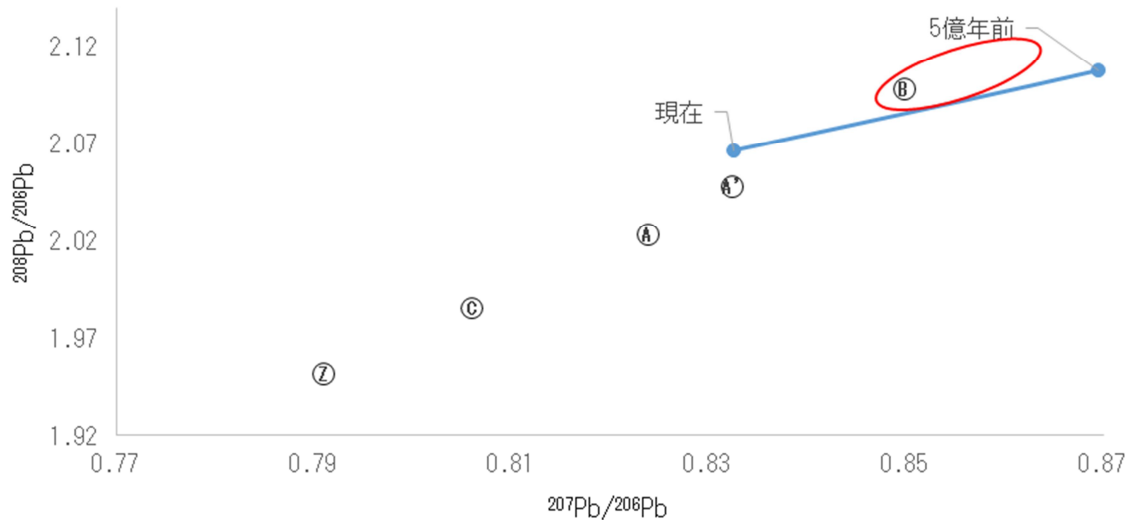


図 2 各調査地点の鉛同位体比を鉛成長曲線に反映させた結果

※ B は公共用水域 34 地点の分布範囲を示す

4. まとめ

県内の公共用水域 35 地点における鉛同位体比の調査を行った結果、1 地点のみ鉛成長曲線から逸脱していた。追加調査の結果、測定地点の上流に位置する特定事業場からの排水が影響していると考えられた。今回の事例では特定事業場からの排水の鉛同位体比が低く、鉛成長曲線の左下側に大きく逸脱していた。この影響により当該事業場の下流に位置する公共用水域の地点でも鉛成長曲線の左下側に位置したと考えられた。

今回の調査により、鉛の基準値超過が発生した際に鉛成長曲線に特徴的なパターンが現れる場合、鉛同位体測定によりその発生源を推定できることが示唆された。今後は、県下の河川水や地下水に含まれる自然由来鉛及び特定事業場からの排水等に含まれる人為由来鉛のデータを蓄積していくことで、県全域の実態把握を進め、環境基準値超過等の事例発生に備えたい。

5. 謝辞

本研究の実施にあたり、沖縄県衛生環境研究所の関係者の皆様にご指導賜りましたこと、心より感謝申し上げます。

文献

- 1) 日鉄テクノロジー株式会社：鉛同位体比分析による文化財の産地推定法のご紹介, <https://www.nstec.nipponsteel.com/download/communication/files/tsu-1601.pdf>, 2025.10.24
- 2) 城間一哲, 座間味佳孝, 友寄喜貴：ICP-MS を用いた自然由来および人為由来試料中の鉛同位体比の把握, 沖縄県衛生環境研究所報, 57, 72-79, 2023.
- 3) 永淵修, 中澤暦, 篠塚賢一：鉛同位体比を用いた射撃場直下ため池の鉛汚染原因調査, 水環境学会誌, 42(1), 35-42, 2019.

- 4) 佐々木昭,佐藤和郎,G.L.カミング:日本列島の鉱床鉛同位体比,鉱山地質,32(6),457-474,1982.
- 5) 丸茂克美,江橋俊臣,氏家亨:日本各地の土壌中の重金属含有量と鉛同位体組成,資源地質,53(2),125-146,2003.
- 6) 座間味佳孝:ICP-MSによる地下水中の鉛同位体比分析法の検討,沖縄県衛生環境研究所報,52,62-67,2018.
- 7) 加田平賢史ら:ICP-MSを用いた鉛同位体比分析における補正法の検討,生活衛生,49(5),288-296,2005.
- 8) G.L.CUMMING, J.R.RICHARDS: ORE LEAD ISOTOPE RATIOS IN A COUNTINUOUSLY CHANGING EARTH. Earth and Planetary Science letters,28,155-171,1975.
- 9) 島村佳典,中井泉:単一検出器型高分解能 ICP-MS を用いる鉛同位体比分析の銃弾識別への応用,BUNSEKI KAGAKU,62(9),765-774,2013.
- 10) YOSHIMITSU HIRAO et al. : Lead isotope ratios in Tokyo Bay sediments and their implications in the lead consumption of Japanese industries. Geochemical Journal,20,1-15,1986.
- 11) 平尾良光:鉛同位体比法の応用-歴史資料の産地確定-,RADIOISOTOPE,57,709-721,2008.
- 12) 島田充堯:自然由来重金属等による地下水・土壌汚染問題の本質:鉛.応用地質技術年報,32,1-27,2013.

IV 資料

高知県における大気環境測定車の測定地点及び項目一覧

谷脇 龍・山下 浩

The List of Monitoring Points and Items Monitored by Ambient Air Monitoring Vehicle in Kochi Prefecture

TANIWAKI Ryo, YAMASHITA Hiroshi

【要旨】 1976年度から2023年度までの47年間で延べ203地点において大気環境測定車により測定した項目を整理した。

Key words: 大気環境測定車
Ambient air monitoring vehicle

1. はじめに

高知県では大気汚染防止法（以下「法」という。）第22条に基づき、一般環境大気測定局（以下「常時監視局」という。）を設置し、大気環境の常時監視を行っている。

現在、常時監視局は県西部（四万十市）の中村局から県東部（安芸市）の安芸局まで県内7ヶ所に点在しているが、常時監視開始当初は常時監視局の数やその測定項目が少なく、県内を広く把握できる状態ではなかった。そのため、常時監視局が設置されていない地域の大気環境の把握には、大気環境測定車（以下「測定車」という。）が活用されてきた。

しかし、中村局及び安芸局が、それぞれ県西部、県東部の広域的な大気環境を把握することが可能である^{1) 2)}ことが報告されたことで、現在の常時監視体制において県内の大気環境を概ね把握できると考えられたことから、測定車は2023年度を最後にその役割を終えた。

そこで、本資料ではこれまで測定車が測定した全地点及び項目を年代別に整理した。

2. 大気環境測定車

測定車は、車両の荷室に測定機を設置したもので、任意の地点に移動して測定を行ってきた（図1）。

1975年度に1台目が整備され、1984年度に2台目、1996年度に3台目、2012年度に4台目に更新された³⁾。



図1 測定車（4台目）の測定状況と車両内部に設置された測定機

3. 年代別測定地点及び項目

本県では、常時監視局及び測定車で得られた測定データは、大気環境常時監視システムにより収集・管理されている。また、年度ごとに実施した大気環境に関する測定結果を、大気環境調査報告書として公表している。

測定地点及び項目は同システムに基づいて、測定データを確認できる 1976 年度から整理し、同システムで所在地等が不明な地点については同報告書を参考にした。

測定地点は、当時の常時監視局設置状況や大気環境問題への対応を反映しており、年代ごとに様々な地点で測定が実施された。

なお、同一地点であっても測定期間が異なる場合は、別の地点番号として計上している。

3.1. 1970 年代（1976 年度から 1979 年度）

1970 年代は、16 地点で測定が実施された（図 2）。

測定項目は、主に、二酸化硫黄（SO₂）、一酸化窒素（NO）、二酸化窒素（NO₂）、窒素酸化物（NO_x）及び浮遊粉じん（Dust）であった（表 1）。

3.2. 1980 年代（1980 年度から 1989 年度）

1980 年代は、測定地点が多いため、前期と後期に分けて整理した。

3.2.1. 1980 年代前期（1980 年度から 1984 年度）

1980 年代前期は、57 地点で測定が実施された（図 3-1）。

測定項目は、主に、SO₂、NO、NO₂、NO_x 及び Dust であった（表 2-1）。

3.2.2. 1980 年代後期（1985 年度から 1989 年度）

1980 年代後期は、26 地点で測定が実施された（図 3-2）。

測定項目は、主に SO₂、NO、NO₂、NO_x、一酸化炭素（CO）、光化学オキシダント（O_x）及び浮遊粒子状物質（SPM）、温度（TEMP）及び湿度（HUM）であったが、1985 年度から 1987 年度にかけて、地点によっては非メタン炭化水素（NMCH）、メタン（CH₄）及び全炭化水素（THC）が測定された（表 2-2）。

3.3. 1990 年代（1990 年度から 1999 年度）

1990 年代は、43 地点で測定が実施された（図 4）。

測定項目は、1995 年度までは主に、SO₂、NO、NO₂、NO_x、CO、O_x、SPM、TEMP 及び HUM であった。1996 年度からは、測定車が 3 台目に更新されたことで NMCH、CH₄、THC、日射量（SR）、放射収支量（RD）が追加された（表 3）。

3.4. 2000 年代（2000 年度から 2009 年度）

2000 年代は、33 地点で測定が実施された（図 5）。

測定項目は、主に、SO₂、NO、NO₂、NO_x、CO、O_x、NMCH、CH₄、THC、SPM、TEMP、HUM、SR 及び RD であった（表 4）。

3.5. 2010 年代から最終年度（2010 年度から 2023 年度）

2010 年代から最終年度にかけて、28 地点で測定が実施された（図 6）。

測定項目は、主に、SO₂、NO、NO₂、NO_x、CO、O_x、NMCH、CH₄、THC、SPM、TEMP、HUM、SR 及び RD で、2013 年度からは測定車が 4 台目に更新されたことで微小粒子状物質（PM_{2.5}）が追加され、RD が除外された（表 5）。

4. まとめ

測定車の測定地点及び項目を年代別に整理した。

測定車が稼働した 1976 年度から、最終の 2023 年度までに 203 地点で測定されていた。

参考文献

- 1) 細井健太郎ら:高知県西部の大気環境測定車の光化学オキシダント及び微小粒子状物質の状況について,高知県衛生環境研究所報,6,74-88,2024.
- 2) 川村尚貴ら:大気環境測定車を用いた,高知県東部における光化学オキシダント及び微小粒子状物質の状況について,高知県衛生環境研究所報,3,47-55, 2021.
- 3) 環境研究センター所報編集委員会:高知県環境研究センター設立 40 年の歩み,高知県環境研究センター所報,29,61-80,2012.

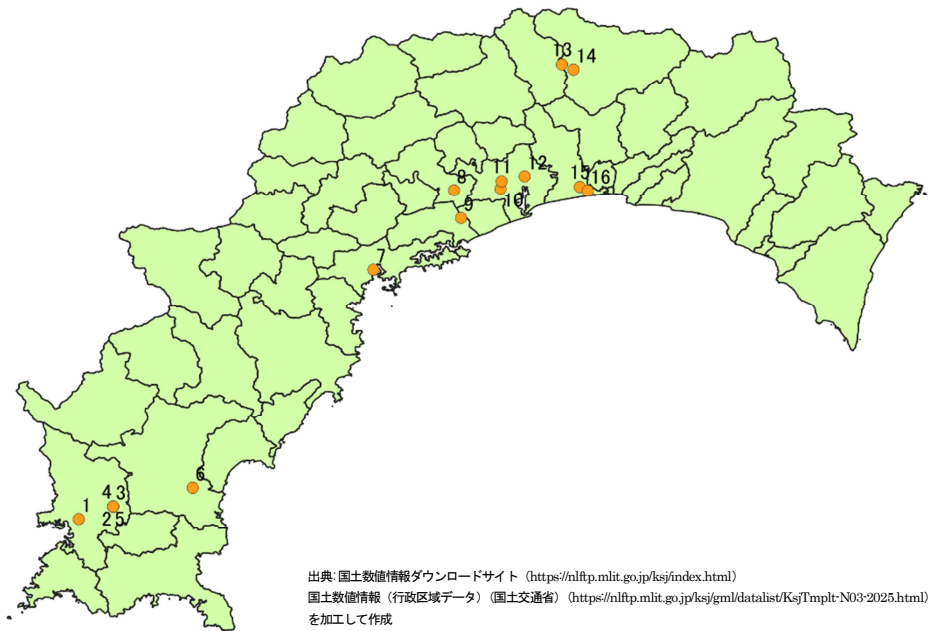


図 2 1970 年代 (1976 年度から 1979 年度) の測定地点

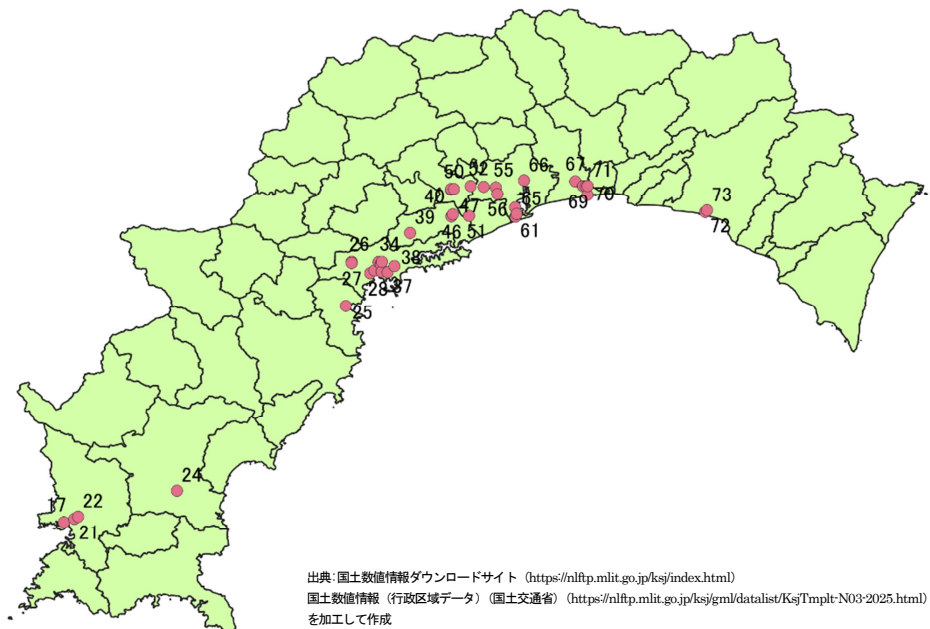


図 3-1 1980 年代前期 (1980 年度から 1984 年度) の測定地点

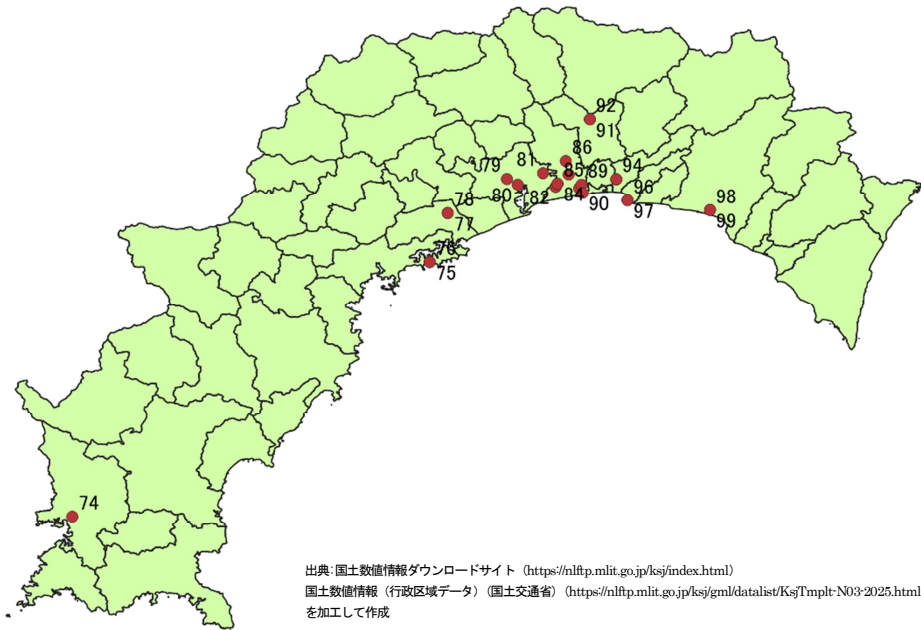


図 3-2 1980 年代後期 (1985 年度から 1989 年度) の測定地点

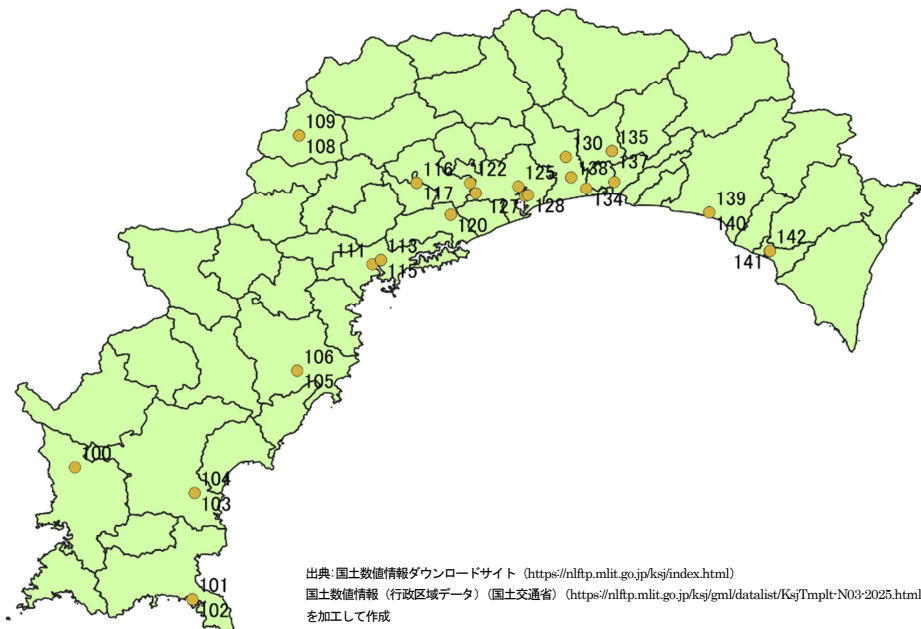


図 4 1990 年代 (1990 年度から 1999 年度) の測定地点

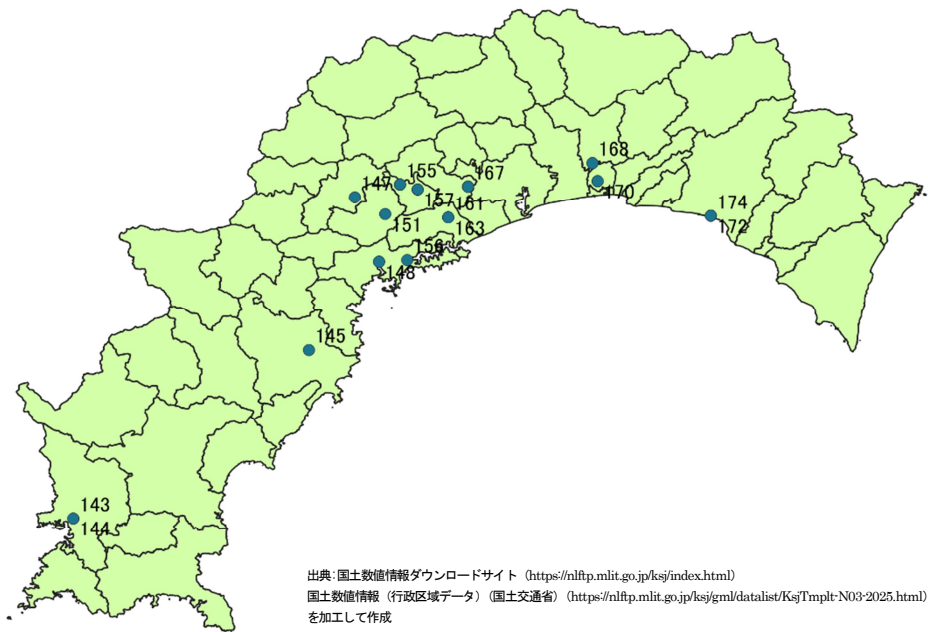


図 5 2000 年代（2000 年度から 2009 年度）の測定地点

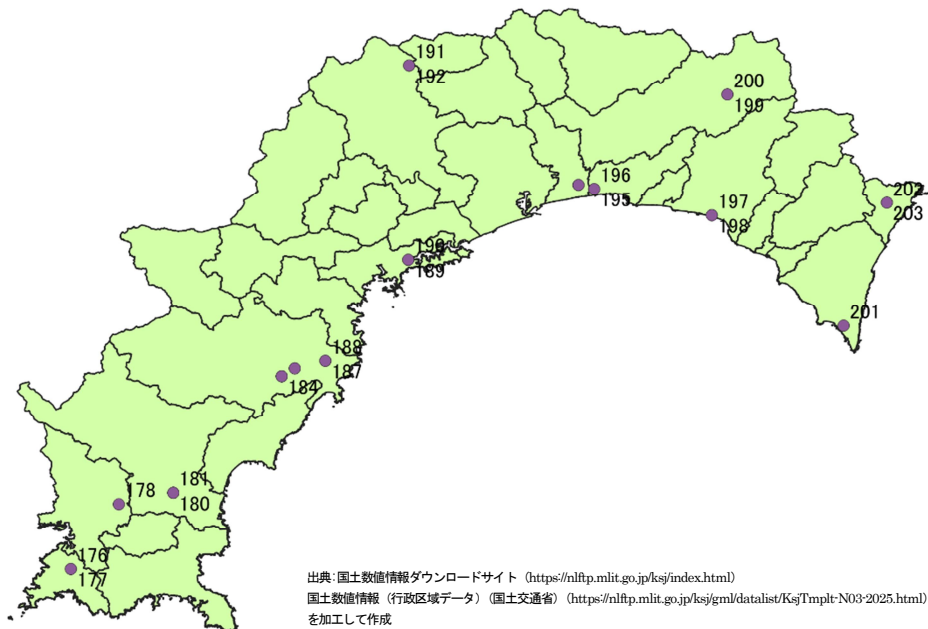


図 6 2010 年代から最終年度（2010 年度から 2023 年度）の測定地点

表 1 1970 年代（1976 年度から 1979 年度）の測定地点別測定項目

番号	測定地点 名称	市町村	調査期間		測定項目														
			開始	終了	SO ₂	NO	NO ₂	CO	Ox	NMHC	CH ₄	THC	SPM	Dust	WD・VV	TEMP・HUM	SR・RD	O ₃	PM2.5
1	宿毛武道館	宿毛市	1980年1月7日	1980年1月31日	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-
2	平田	宿毛市	1979年5月1日	1979年5月31日	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-
3	平田	宿毛市	1979年8月1日	1979年8月31日	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-
4	平田	宿毛市	1979年11月1日	1979年11月30日	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-
5	平田	宿毛市	1980年2月1日	1980年2月29日	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-
6	中村	中村市	1979年12月3日	1980年1月6日	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-
7	須崎	須崎市	1980年3月6日	1980年3月28日	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-
8	伊野	伊野町	1979年7月3日	1979年7月31日	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-
9	高岡	土佐市	1979年6月4日	1979年6月30日	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-
10	土佐道路	高知市	1979年9月5日	1979年9月27日	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-
11	女子大	高知市	1979年4月6日	1979年4月30日	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-
12	弥衛門	高知市	1976年6月19日	1978年9月21日	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	鎮石	南国市	1979年1月23日	1979年3月30日	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-
14	大豊	大豊町	1978年11月1日	1978年12月26日	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-
15	南国	南国市	1979年10月6日	1979年10月20日	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-
16	工専	南国市	1979年10月20日	1979年10月31日	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-

表 2-1 1980 年代前期（1980 年度から 1984 年度）の測定地点別測定項目

番号	測定地点 名称	市町村	調査期間		測定項目														
			開始	終了	SO ₂	NO	NO ₂	NOx	CO	Ox	NMHC	CH ₄	THC	SPM	Dust	WD・VV	TEMP・HUM	SR・RD	PM2.5
17	片島	宿毛市	1980年8月1日	1980年8月31日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
18	片島	宿毛市	1981年5月1日	1981年5月28日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
19	片島	宿毛市	1981年11月4日	1981年12月3日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
20	片島	宿毛市	1982年2月1日	1982年3月1日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
21	宿毛	宿毛市	1980年7月1日	1980年7月30日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
22	宿毛消防署	宿毛市	1983年2月4日	1983年3月11日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
23	宿毛消防署	宿毛市	1983年5月6日	1983年6月3日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
24	具同	中村市	1983年12月2日	1983年12月14日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
25	久礼	中土佐町	1980年9月1日	1980年9月30日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
26	上分公民館	須崎市	1980年12月19日	1980年12月26日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
27	上分農協	須崎市	1980年12月26日	1981年1月9日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
28	須崎高校	須崎市	1981年2月1日	1981年2月27日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
29	須崎	須崎市	1981年1月9日	1981年1月31日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
30	緑町	須崎市	1982年1月5日	1982年2月1日	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
31	多ノ郷	須崎市	1980年12月1日	1980年12月19日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
32	多ノ郷	須崎市	1981年10月1日	1981年11月4日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
33	須崎港	須崎市	1981年6月30日	1981年7月30日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
34	大間	須崎市	1984年4月13日	1984年5月9日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
35	大間	須崎市	1984年6月28日	1984年11月2日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
36	大間	須崎市	1984年12月25日	1985年1月31日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
37	串ノ浦	須崎市	1981年4月6日	1981年4月30日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
38	押岡	須崎市	1980年11月6日	1980年11月30日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
39	冢俊	土佐市	1984年6月19日	1984年6月29日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
40	天神町	伊野町	1982年3月2日	1982年3月31日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
41	幸町	伊野町	1982年12月6日	1983年1月6日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
42	幸町	伊野町	1983年4月8日	1983年5月4日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
43	幸町	伊野町	1983年7月1日	1983年7月26日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
44	幸町	伊野町	1983年10月3日	1983年11月3日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
45	幸町	伊野町	1984年1月17日	1984年2月14日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
46	土佐市役所	土佐市	1984年6月7日	1984年6月19日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
47	土佐市公民館	土佐市	1983年3月14日	1983年4月8日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
48	土佐市公民館	土佐市	1983年6月7日	1983年7月1日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
49	土佐市公民館	土佐市	1983年9月1日	1983年9月29日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
50	駅南	伊野町	1981年12月4日	1982年1月5日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
51	日本高度紙	春野町	1984年2月14日	1984年2月28日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
52	枝川	伊野町	1982年9月3日	1982年9月30日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
53	枝川	伊野町	1983年3月14日	1983年4月8日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
54	朝倉	高知市	1980年6月3日	1980年6月30日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
55	鶴部	高知市	1981年3月6日	1981年3月27日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
56	烏帽子団地	高知市	1983年12月15日	1984年1月13日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
57	瀬戸	高知市	1981年5月30日	1981年6月30日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
58	瀬戸	高知市	1982年7月15日	1982年8月3日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
59	瀬戸	高知市	1982年10月4日	1982年11月1日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
60	瀬戸	高知市	1983年1月6日	1983年2月3日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
61	長浜三軒家	高知市	1984年5月9日	1984年6月7日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
62	長浜三軒家	高知市	1984年7月30日	1984年9月26日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
63	長浜三軒家	高知市	1984年11月6日	1984年12月25日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
64	長浜三軒家	高知市	1985年2月1日	1985年3月6日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
65	長浜	高知市	1982年4月8日	1982年5月6日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-

66	丸池橋	高知市	1983年7月28日	1983年9月1日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
67	田村	南国市	1982年6月4日	1982年7月2日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
68	物部	南国市	1982年8月3日	1982年9月3日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
69	農学部	南国市	1980年4月1日	1980年4月30日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
70	久枝	南国市	1982年11月4日	1982年12月6日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
71	日彰	南国市	1980年5月1日	1980年5月30日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
72	庄ノ芝	安芸市	1981年7月30日	1981年9月1日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-
73	安芸武道館	安芸市	1983年11月2日	1983年11月30日	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-

表2-2 1980年代後期（1985年度から1989年度）の測定地点別測定項目

番号	測定地点 名称	市町村	調査期間		測定項目															
			開始	終了	SO ₂	NO	NO ₂	NOx	CO	Ox	NMHC	CH ₄	THC	SPM	Dust	WD・VV	TEMP・HUM	SR・RD	PM2.5	
74	宿毛排水場	宿毛市	1986年3月31日	1986年7月1日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○
75	横波須ノ浦	須崎市	1987年5月12日	1987年7月29日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-
76	横波須ノ浦	須崎市	1988年1月12日	1988年2月16日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-
77	高岡本町	土佐市	1988年9月20日	1988年11月22日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-
78	高岡本町	土佐市	1989年2月17日	1989年3月23日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-
79	衛生総合庁舎	高知市	1985年5月10日	1985年6月7日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-
80	北新田町	高知市	1986年2月25日	1986年3月28日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-
81	大津農協	高知市	1986年1月16日	1986年2月17日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-
82	稻生保育園	南国市	1986年9月10日	1986年11月7日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-
83	稻生保育園	南国市	1987年4月9日	1987年5月12日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-
84	衣笠	南国市	1986年7月16日	1986年9月10日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-
85	衣笠	南国市	1986年12月9日	1987年1月29日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-
86	農事試験場	南国市	1989年8月11日	1989年9月8日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-
87	警察学校	南国市	1989年12月1日	1990年1月8日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-
88	下島新田	南国市	1985年9月13日	1985年10月17日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-
89	久枝開田	南国市	1985年10月17日	1985年11月18日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-
90	久枝東四宮	南国市	1985年11月22日	1985年12月23日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-
91	雨喜ヶ峰	土佐山田町	1988年4月19日	1988年8月24日	-	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-
92	雨喜ヶ峰	土佐山田町	1989年1月7日	1989年2月17日	-	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-
93	刈谷団地	香我美町	1985年6月10日	1985年7月15日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-
94	刈谷団地	香我美町	1986年11月7日	1986年12月9日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-
95	刈谷団地	香我美町	1987年1月29日	1987年3月3日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-
96	手結山	夜須町	1989年4月24日	1989年7月24日	○	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	
97	手結山	夜須町	1989年9月14日	1989年11月8日	○	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	○	○	-	
98	市民体育館	安芸市	1988年2月22日	1988年3月28日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-
99	市民体育館	安芸市	1987年9月25日	1987年11月19日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-

※90, 91はO₃も測定している。

表3 1990年代（1990年度から1999年度）の測定地点別測定項目

番号	測定地点 名称	市町村	調査期間		測定項目																
			開始	終了	SO ₂	NO	NO ₂	NOx	CO	Ox	NMHC	CH ₄	THC	SPM	Dust	WD・VV	TEMP・HUM	SR・RD	PM2.5		
100	坂本ダム	宿毛市	1995年5月9日	1995年5月16日	-	○	○	○	○	-	-	-	-	○	-	○	-	○	-	-	
101	土佐清水	土佐清水市	1996年11月14日	1996年12月16日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-	
102	土佐清水	土佐清水市	1996年5月28日	1996年6月28日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-	
103	下水処理場	中村市	1997年8月5日	1997年9月9日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-		
104	下水処理場	中村市	1998年1月8日	1998年2月12日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-		
105	窪川保健所	窪川町	1997年7月4日	1997年8月5日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-		
106	窪川保健所	窪川町	1997年11月6日	1997年12月8日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-		
107	大野	池川町	1999年6月14日	1999年7月19日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-		
108	大野	池川町	1999年9月1日	1999年10月1日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-		
109	大野	池川町	1999年11月22日	1999年12月24日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-		
110	大野	池川町	2000年3月1日	2000年3月29日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-		
111	須崎工	須崎市	1991年4月10日	1991年7月12日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-	
112	妙見町	須崎市	1998年6月9日	1998年7月13日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-		
113	妙見町	須崎市	1998年9月21日	1998年10月26日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-		
114	妙見町	須崎市	1998年12月14日	1999年1月18日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-		
115	妙見町	須崎市	1999年4月15日	1999年5月17日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-		
116	柱谷	日高村	1994年3月10日	1994年4月8日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-	
117	柱谷	日高村	1994年6月17日	1994年7月9日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-	
118	柱谷	日高村	1994年9月19日	1994年10月31日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-	
119	柱谷	日高村	1994年12月15日	1995年1月31日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-	
120	高岡	土佐市	1996年8月13日	1996年9月20日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-	○	-
121	高岡	土佐市	1997年1月13日	1997年2月17日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	-	○	-
122	枝川	伊野町	1995年5月17日	1995年8月17日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-	
123	針木浄水場	高知市	1990年5月22日	1990年7月20日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-	
124	針木浄水場	高知市	1990年11月16日	1991年1月18日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-	
125	日七扇南寮	高知市	1991年9月27日	1991年12月25日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-	
126	菫蒲谷	高知市	1992年1月14日	1992年2月17日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-	
127	菫蒲谷	高知市	1992年9月18日	1992年10月26日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	○	-	

128	東孕	高知市	1992年2月17日	1992年3月23日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	-
129	東孕	高知市	1992年10月28日	1992年11月30日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	-
130	東バイパス	南国市	1990年10月1日	1990年11月15日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	-
131	東バイパス	南国市	1992年5月21日	1992年9月16日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	-
132	榎田	南国市	1997年5月26日	1997年6月27日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-
133	榎田	南国市	1997年10月1日	1997年11月4日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-
134	工専	南国市	1993年5月17日	1993年8月30日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	-
135	佐古藪	土佐山田町	1994年4月28日	1994年6月3日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	-
136	佐古藪	土佐山田町	1994年8月1日	1994年9月2日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	-
137	佐古藪	土佐山田町	1994年10月31日	1994年12月2日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	-
138	徳王子	香我美町	1995年9月12日	1995年10月17日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	-
139	矢ノ丸	安芸市	1996年10月2日	1996年11月3日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	-
140	矢ノ丸	安芸市	1997年2月24日	1997年3月25日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-
141	奈半利	奈半利町	1996年1月9日	1996年2月21日	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	○	○	-	-
142	奈半利	奈半利町	1996年7月2日	1996年8月2日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-

表4 2000年代(2000年度から2009年度)の測定地点別測定項目

番号	測定地点名称	市町村	調査期間		測定項目															
			開始	終了	SO ₂	NO	NO ₂	NO _x	CO	O _x	NMHC	CH ₄	THC	SPM	Dust	WD・WV	TEMP・HUM	SR・RD	PM2.5	
143	宿毛排水場	宿毛市	2008年9月25日	2008年11月12日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-
144	宿毛排水場	宿毛市	2008年12月11日	2009年2月12日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-
145	仁井田町民会館	四万十町	2007年10月31日	2007年12月3日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-
146	越知	越知町	2000年7月28日	2000年8月31日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
147	越知	越知町	2000年11月30日	2000年12月26日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
148	西崎町児童公園	須崎市	2001年6月6日	2001年7月6日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
149	西崎町児童公園	須崎市	2001年10月1日	2001年11月1日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
150	西崎町児童公園	須崎市	2002年1月16日	2002年2月18日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
151	佐川町上郷	佐川町	2009年2月12日	2009年5月29日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
152	能津	日高村	2004年1月26日	2004年3月4日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
153	能津	日高村	2004年4月15日	2004年5月28日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
154	能津	日高村	2004年6月30日	2004年8月6日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
155	能津	日高村	2004年9月27日	2004年11月8日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
156	浦ノ内西分	須崎市	2009年10月15日	2009年12月16日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
157	錦山	日高村	2000年6月29日	2000年7月28日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
158	錦山	日高村	2000年9月28日	2000年10月31日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
159	錦山	日高村	2001年1月9日	2001年2月9日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
160	錦山	日高村	2001年2月26日	2001年3月26日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
161	市民体育館	土佐市	2003年7月13日	2003年9月2日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
162	市民体育館	土佐市	2003年10月9日	2004年1月26日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
163	市民体育館	土佐市	2004年3月11日	2004年4月15日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
164	枝川	伊野町	2002年4月26日	2002年5月29日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
165	枝川	伊野町	2002年7月25日	2002年8月28日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
166	枝川	伊野町	2002年10月21日	2002年12月4日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
167	枝川	伊野町	2003年1月6日	2003年2月14日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
168	中央東保健所	土佐山田町	2002年8月28日	2002年9月30日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
169	中央東保健所	土佐山田町	2002年12月4日	2003年1月6日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
170	野市福祉センター	野市町	2001年7月25日	2001年8月28日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
171	野市福祉センター	野市町	2001年11月21日	2002年1月7日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
172	浄化センター	安芸市	2004年8月6日	2004年9月10日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
173	浄化センター	安芸市	2004年11月8日	2004年12月22日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
174	浄化センター	安芸市	2005年1月25日	2005年3月28日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
175	浄化センター	安芸市	2010年3月2日	2010年5月28日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	

※地点 175 は 2010 年度から 2011 年度にかけて測定している。

表5 2010年代から最終年度(2010年度から2023年度)の測定地点別測定項目

番号	測定地点 名称	市町村	調査期間		測定項目															
			開始	終了	SO ₂	NO	NO ₂	NO _x	CO	O _x	NMHC	CH ₄	THC	SPM	Dust	WD・VV	TEMP・HUM	SR・RD	PM2.5	
176	大月小中学校	大月町	2022年6月27日	2022年10月4日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○
177	大月小中学校	大月町	2023年1月30日	2023年6月30日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○
178	平田公園	宿毛市	2014年9月16日	2015年3月23日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	
179	中村高等技術学校	四万十市	2012年10月5日	2012年12月7日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
180	中村高等技術学校	四万十市	2013年1月18日	2013年3月1日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
181	中村高等技術学校	四万十市	2013年4月11日	2013年8月9日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	
182	口神ノ川小学校	四万十町	2021年7月2日	2021年9月3日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	
183	口神ノ川小学校	四万十町	2021年9月22日	2021年11月5日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	
184	口神ノ川小学校	四万十町	2022年1月28日	2022年6月30日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	
185	田窪川土木事務所	四万十町	2013年11月5日	2014年3月7日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	
186	田窪川土木事務所	四万十町	2015年4月14日	2015年7月6日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	○	○	
187	四万十町黒石	四万十町	2020年7月2日	2020年10月13日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	
188	四万十町黒石	四万十町	2021年1月8日	2021年6月4日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	
189	浦ノ内西分	須崎市	2010年6月10日	2010年7月30日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
190	浦ノ内西分	須崎市	2012年1月16日	2012年3月2日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
191	本川小学校	いの町	2015年7月30日	2015年10月2日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	
192	本川小学校	いの町	2016年2月2日	2016年6月10日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	
193	コミュニティ広場	南国市	2017年7月21日	2017年10月6日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	
194	コミュニティ広場	南国市	2017年12月25日	2018年6月4日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	
195	養蔵地区児童公園	香南市	2018年7月26日	2018年9月28日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	
196	養蔵地区児童公園	香南市	2019年1月25日	2019年6月7日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	
197	浄化センター	安芸市	2011年10月18日	2011年12月2日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	○	-	
198	浄化センター	安芸市	2012年7月23日	2012年9月14日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
199	岡ノ内公会堂	香美市	2016年7月29日	2016年10月3日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	
200	岡ノ内公会堂	香美市	2017年1月12日	2017年6月2日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	
201	室戸領家	室戸市	2011年2月14日	2011年5月27日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	-	
202	旧名留川小学校	東洋町	2019年7月23日	2019年10月8日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	
203	旧名留川小学校	東洋町	2019年12月19日	2020年6月5日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	

※2013年度以降はRDを測定していない。

V 他誌掲載論文抄録・学会等発表講演要旨

高知県におけるマダニ相および日本紅斑熱リケッチア保有状況調査

令和 6 年度調査研究発表会
(全国公衆衛生獣医師協議会)
令和 6 年 9 月

別役 信乃^{*1}・松本 一繁・佐藤 亘・河村 有香^{*2}・細見 卓司^{*2}
(^{*1} 高知県須崎福祉保健所 ^{*2} 高知県中央東福祉保健所)
高知県衛生環境研究所

1 はじめに

日本紅斑熱は、日本紅斑熱リケッチア (*Rickettsia japonica* (*R. japonica*)) を病原体とするダニ媒介性疾患の一つである。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(感染症法)で四類感染症に分類される全数把握疾患であり、高知県における届出患者数は 2019 年時点で人口 100 万対 12.77 と全国で 5 番目である。

本研究所では約 20 年前からマダニ相及び *R. japonica* 保有率の調査を行っている。約 20 年前の調査当時、県内での日本紅斑熱患者の発生地域は限局されていたが、ここ最近、県内各地域で患者が確認されるようになった。近年、比較的住民の多い住宅街において野生動物の姿が確認されており、ダニ媒介性疾患の拡大・増加が懸念される。

そこで直近の県内のマダニ相を調べ、*R. japonica* 保有状況の調査を行った。

2 方法

2022 年 11 月から 2023 年 10 月に高知県内 10 カ所においてフランネル布を用いた旗振り法によりマダニを採集し、実体顕微鏡下で形態学的に同定した。同定後、バイオマッシャー II (株式会社ニッピ) 又はメタルビーズによりマダニ虫体を破碎し、ISOGENOME(株式会社ニッポンジーン)を用いて DNA を抽出した。得られた抽出産物を用いてマダニ 16S rRNA と紅斑熱群リケッチア遺伝子に共通する 17kDa タンパク質遺伝子領域を増幅した。この増幅産物についてダイレクトシーケンス法による塩基配列の解析を実施し、マダニ種とリケッチア種の同定を行った。

3 結果

3 属 9 種にわたる総数 628 匹(成ダニ 183 匹・若(幼)ダニ 445 匹)のマダニを採集した。その内訳は、タカサゴチマダニが最も多く 314 匹(成ダニ 115 匹・若(幼)ダニ 199 匹)と半数を占めた。次いでフタトゲチマダニ 150 匹(成ダニ 16 匹・若(幼)ダニ 134 匹)、ヤマアラシチマダニ 55 匹(成ダニ 35 匹・若ダニ 20 匹)、キチマダニ 54 匹(成ダニ 13 匹・若(幼)ダニ 41 匹)、アカコッコマダニ 38 匹(成ダニ 2 匹・若(幼)ダニ 36 匹) タカサゴキラマダニ 11 匹(全て若ダニ)、ヤマトマダニ及びヒゲナガチマダニは各々成ダニ 1 匹ずつ採集された(第 1 表)。

地域別にみると、県全体では、タカサゴチマダニ及びフタトゲチマダニが多く、西部においてはタカサゴチマダニ及びヤマアラシチマダニ、中部においてはタカサゴチマダニ及びキチマダニ、東部におい

てはフタトゲチマダニ及びタカサゴチマダニが多く採集された(第2表)。

検査したマダニ 628 検体のうち 134 検体から 17kDa タンパク質遺伝子が検出され、そのうち 101 検体から、*Rickettsia* sp. LON-2 株と 100%一致する塩基配列が検出された。101 検体中 100 検体はフタトゲチマダニによるものであった。また、タカサゴキラマダニ 1 検体から *Rickettsia. tamurae*(*R. tamurae*)、タカサゴチマダニ 1 検体から *Rickettsia. felis*(*R. felis*)の近縁種が検出された(第1表)。

なお、*R. japonica*は検出されなかった。

第1表 高知県におけるマダニ採集数及び検出されたリケッチア数

		フタトゲチマダニ	キチマダニ	タカサゴチマダニ	ヤマアラシチマダニ	ヒゲナガチマダニ	オオトゲチマダニ	タカサゴキラマダニ	アカコッコマダニ	ヤマトマダニ	マダニ属	合計
マダニ採集数	成虫	16	13	115	35	1	0	0	2	1	0	183
	若虫	116	40	197	20	0	1	11	9	0	0	394
	幼虫	18	1	2	0	0	0	0	27	0	3	51
	合計	150 (23.9)	54 (8.6)	314 (50.0)	55 (8.8)	1 (0.2)	1 (0.2)	11 (1.8)	38 (6.1)	1 (0.2)	3 (0.5)	628 (100)
うちリケッチア検出数	①	100 (66.7)	0	1 (0.3)	0	0	0	0	0	0	0	101 (16.1)
	②	0	0	0	0	0	0	1 (9.1)	0	0	0	1 (0.2)
	③	0	0	1 (0.3)	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.2)
	④	1 (0.7)	0	8 (2.5)	21 (38.2)	0	1 (100)	0	0	0	0	31 (4.9)

①*R. sp.* LON-2 ②*R. tamurae* ③*R. felis* 近縁種 ④リケッチア属(種別不明) ()内は%を示す

第2表 高知県における地域別マダニ採集数

	フタトゲチマダニ	キチマダニ	タカサゴチマダニ	ヤマアラシチマダニ	ヒゲナガチマダニ	オオトゲチマダニ	タカサゴキラマダニ	アカコッコマダニ	ヤマトマダニ	マダニ属	合計
西部 ^{※1}	9 (10.8)	1 (1.2)	44 (53.0)	28 (33.7)	0	0	1 (1.2)	0	0	0	372
中部 ^{※2}	29 (7.8)	51 (13.7)	222 (59.7)	20 (5.4)	0	0	4 (1.1)	42 (11.3)	1 (0.3)	3 (0.8)	83
東部 ^{※3}	112 (64.7)	2 (1.2)	48 (27.7)	7 (4.0)	1 (0.6)	1 (0.6)	2 (1.2)	0	0	0	173

※1 高岡郡中土佐町以西 ※2 須崎市～香南市 ※3 安芸郡芸西村以东 ()内は%を示す

4 結論

マダニ相の調査では、*R. japonica*の媒介種とされるタカサゴチマダニ、フタトゲチマダニ、キチマダニ、ヤマアラシチマダニ、ヤマトマダニ、オオトゲチマダニが全体の約92%を占めており、上位4種がタカサゴチマダニ、フタトゲチマダニ、キチマダニ及びヤマアラシチマダニであったことは、当所の2013年～2014年の調査結果¹⁾と同一であった。しかしながら、県西部地域において、ヤマアラシチマダニが

2014年の調査では約1%の割合²⁾であったが、今回の調査では33.7%とその割合が高くなっている。

マダニの分布は宿主となる野生動物の分布に影響を受けるとされているが、本県は四国地方南側に位置し、太平洋に面する700km以上の海岸線を擁する東西に細長い形状となっており、野生動物の生息状況は全県一様ではない。また、全国的にニホンジカ及びイノシシの個体数は、2014年度をピークに減少傾向が続いている³⁾一方、住宅街における野生動物の出現や、高知県ではニホンジカの生息分布範囲の拡大が確認されており⁴⁾、野生動物の活動場所の変化が示唆される。動物相やその行動の変化がマダニ相に影響を与えていることが考えられ、今後も経時的なマダニ相の調査を続ける必要がある。

今回の調査で *R. japonica* は検出されなかったが、人への病原性が確認されている⁶⁾ *Rickettsia. tamurae* が県内で初めて検出されており、また、*R. japonica* と近似種で非病原性とされる *Rickettsia* sp. LON がフタトゲチマダニから多数検出されていることから、引き続き注視する必要がある。

5 参考文献

- 1) 戸梶彰彦ら：高知県におけるマダニ相および日本紅斑熱リケッチア調査。高知県衛生環境研究所報，61，25-29，2015
- 2) 戸梶彰彦ら：高知県西部を中心としたマダニ相および重症熱性血小板減少症候群ウイルス調査。高知県衛生環境研究所報，63，25-31，2017
- 3) 環境省：全国のニホンジカ及びイノシシの個体数推定等の結果について。2023
- 4) 高知県鳥獣対策課：第5期高知県第二種特定鳥獣（ニホンジカ）管理計画，2022
- 5) 高田伸弘ら：医ダニ学図鑑，北隆館，2019
- 6) Imaoka K, et al. : The First Human Case of *Rickettsia tamurae* Infection in Japan, *Case Rep Dermatol* 3, 68-73, 2011

日本紅斑熱リケッチア抗体価検査における ELISA 法適用の検討

第 6 回 SFTS 研究会・学術集会大会

令和 6 年 9 月

佐藤 亘・別役 信乃^{※1}・野口 優・下元 かおり・松本 一繁

(※1 高知県須崎福祉保健所)

高知県衛生環境研究所

【はじめに】リケッチア抗体価検査法は、蛍光抗体を用いて患者血清中の抗リケッチア抗体の有無を“目視”により判定しており、2人以上の検査者で判定することが推奨されている。しかしながら、経験の浅い検査者は陽性と陰性を判別することが難しく、課題となっていた。そこで、蛍光強度を数値化することで、より簡易な判定が可能となる ELISA 法を用いた検査方法を検討した。

【方法】平成 29 年度から令和 4 年度に日本紅斑熱の行政依頼として搬入された患者血清（急性期 30 検体、回復期 30 検体）を用いた。日本紅斑熱リケッチアを感染させた L929 細胞を不活化した後、ELISA プレートに固相化し、ブロッキング、一次抗体（患者血清）、二次抗体（HRP 標識抗体）、基質液と順に反応させ、マイクロリーダーで蛍光強度を測定した。判定は、急性期と回復期の同一希釈倍率で比較を行い、回復期が 2 倍希釈よりも高い場合を（+）、4 倍を（++）、8 倍以上（+++）とし、4 倍以上を陽性とした。従来法の顕微鏡での抗体価測定結果と比較し、再現性を確認した。なお、本研究は高知県衛生環境研究所倫理委員会の承認を得た後、研究内容を公表のうえ、患者情報を匿名加工情報処理後に実施した。

【結果】ELISA プレートに細胞を固相化した場合でも蛍光強度を測定することができた。IgG では 27 検体（-）、2 検体（+）、1 検体（++）、IgM では 24 検体（-）、5 検体（+）、1 検体（++）であり、陽性は IgG で 1 検体、IgM で 1 検体であった。従来法の結果と比較したところ、IgG は同一であった。IgM は従来法で見逃していた可能性が示唆される 1 検体を陽性と判定した。

【結論】ELISA 法を用いて判定を行うことが可能となった。検体や試薬の添加操作は、従来のスライド平面に試薬等を盛り上げていた時と違い、ELISA プレートの穴に注入するため、より簡易となり、検査員の熟練度による結果のバラツキが少なくなると考えられる。引き続き、陽性検体の測定を行い、ELISA 法適用による結果の検証を行っていく。

高知県における蚊のサーベイランス

令和6年度獣医学術四国地区学会

令和6年9月

別役 信乃^{※1}・下元 かおり・佐藤 亘・野口 優・松本 一繁

(※1 高知県須崎福祉保健所)

高知県衛生環境研究所

【はじめに】

蚊は世界に約3,600種類、日本からは120種以上が報告されており、これらの一部がヒトに感染する病原体を媒介している。蚊が媒介する感染症としては、ウエストナイル熱、日本脳炎、マラリア等が知られており、2014年にはデング熱の国内感染事例が東京都内で発生している。

高知県では2004年度から蚊の生息調査を実施しており、採取した蚊についてウエストナイルウイルス(WNV)、日本脳炎ウイルス(JEV)、2014年度からデングウイルス(DENV)、2016年度からジカウイルス(ZIKV)を加え、現在、4病原体の保有状況をモニタリングしている。

今回、その結果について報告する。

【方法】

高知県内6地域で月に1回蚊の採取を行い、2014年度から2023年度までのうち、新型コロナウイルス検査業務を優先した2020年度から2022年度を除いた7年間のデータの解析を行った。採取には、ライトトラップ(有限会社猪口鉄工所、ドライアイス併用)により、地表面から1~1.2mに24時間設置した。トラップ回収後、蚊を冷凍保管して殺し、保冷剤を封入した容器に梱包して当所へ運搬後、形態学的同定を実施した。

同定後、採取場所及び種別毎に50匹を上限としてチューブに入れ、バイオマッシャーII(株式会社ニッピ)により磨砕し、遠心後、QIAamp Viral RNA Mini Kit(QIAGEN)又はISOGEN II(株式会社ニッポ

ンジーン)を用いてRNAを抽出した。得られた抽出産物とフラビウイルス共通プライマーを用いてRT-PCR法を行い、陽性となった検体についてWNV、JEV、DENV、ZIKVを識別するプローブを用いたリアルタイムPCR法により、各ウイルスの保有の有無を確認した。

【結果】

7年間に採取した蚊の総数は3,457匹で、その内訳はアカイエカ1,546匹(44.7%)が最も多く、次いでコガタアカイエカ1,085匹(31.4%)、ヒトスジシマカ559匹(16.2%)、オオクロヤブカ134匹(3.9%)、シロハシイエカ37匹(1.1%)、キンバラナガハシカ31匹(0.9%)、カラツイエカ18匹(0.5%)、クシヒゲカ亜属11匹(0.3%)、ヤマトヤブカとヤマダオオカ各9匹(0.3%)、ハマダライエカ6匹(0.2%)、シナハマダラカ4匹(0.1%)、ハマダラナガスネカ3匹(0.1%)、トウゴウヤブカとリバースシマカ各2匹(0.1%)、トラフカクイカ1匹の全16種であった。シロハシイエカとリバースシマカは2004年度からの調査において、2023年度に初めて確認された。

7年間の総数を月別で見ると、アカイエカは6月に最も多く見られ、以降減少するものの、1年中確認された。コガタアカイエカは8月に最も多く見られ、11月から1月の間は採取されなかった。ヒトスジシマカは特に2014年と2019年の6月から9月に多く見られ、12月から3月の間は採取されなかった。

RT-PCR を 597 検体実施し、そのうち 20 検体が陽性であった。陽性検体についてリアルタイム PCR を行った結果、採取した蚊からはいずれのウイルスも検出されなかった。

【結論】

これまでのところ、2007 年度に JEV の遺伝子を検出して以降、病原体を保有する蚊は確認されていない。

しかしながら、病原体に感受性を持つとされているアカイエカ、コガタアカイエカ、カラツイエカ、シロハシイエカ、ヒトスジシマカ、リバーシマカ、ヤマトヤブカ、トウゴウヤブカ、オオクロヤブカ、シナハマダラカは高知県内でも生息が確認されており、加えて、外国人観光客の増加や海外渡航者による感染症の輸入例、地球温暖化などにより、新たな媒介蚊の侵入・定着、蚊媒介感染症発生の可能性が示唆される。

引き続き、感染症媒介蚊の生息・侵入状況やその病原体保有状況の監視を行い、蚊のサーベイランスを実施することで、感染症の発生及び蔓延を未然に防止できるよう努めていくこととする。

不明疾患におけるNGSを用いたメタゲノム解析の検討

第70回四国公衆衛生学会

令和7年2月

野口 優・佐藤 亘・別役 信乃^{*1}・下元 かおり・松本 一繁・川内 敦文^{*2}

(*1 高知県須崎福祉保健所 *2 高知県健康政策部健康対策課)

高知県衛生環境研究所

はじめに

感染症発生动向調査（感染症サーベイランス）として医療機関から送付される検体の種類は、咽頭ぬぐい液・ふん便・喀痰・髄液と多岐にわたる。無菌性髄膜炎診断の為の「髄液」の遺伝子検査において病原体の検出率が低いのが現状である。

そこで、これまで新型コロナウイルス感染症の全ゲノム解析に使用していた次世代シーケンス（NGS）の最大の利点である、網羅的に解析し原因物質を特定する「メタゲノム解析」に着目し、感染症サーベイランスにおける原因不明疾患の原因を特定できないか検討することとした。

方法

感染症サーベイランス検体として送付された髄液16検体とその髄液を細胞培養させた16検体の計32検体からRNAを抽出する。検体の選定基準は、令和5年度感染症サーベイランスで実施したウイルス（HSV.VZV.EBV.CMV.HHV6,7.B19.パレコウイルス.ムンプスウイルス等）の遺伝子解析結果が全て陰性であること、医師による診断名が無菌性髄膜炎疑いである髄液検体とした。ゲノム解析の前処理として、抽出RNAの断片化・RNAの修飾・バーコード（標識）を行い、次世代シーケンサーとしてMiseqを使用した。測定した遺伝子配列は、アメリカ国立生物工学情報センター（NCBI）のBLAST解析と、当研究所内のCLC WorkbenchでダウンロードしたBLASTデータベースを用いて解析を行った。

結果

解析の結果、1検体から髄液と培養後髄液検体に共通して *Mycoplasma fermentans* が検出された。

また、この検体を含めた髄液5検体から *Citrobacter freundii* が検出された。

結論

検出された *Mycoplasma fermentans* は呼吸器・泌尿器・生殖器から分離されるマイコプラズマ科属菌であり、関節リウマチや慢性疲労症候群・線維筋痛症、神経疾患に関与する病原微生物の1つとして報告されている。当該検体の感染症発生动向調査検査依頼票の患者症状には筋肉痛や関節痛が報告されており、*Mycoplasma fermentans* 検出は、医療機関での診断・治療に繋がる有益な情報になり得ると考えられる。

また、*Citrobacter freundii* は自然界に広く存在し、ヒトの腸管常在菌であるが、尿路感染や呼吸器感染、血液感染を引き起こし、新生児において髄膜炎をもたらすことが報告されている。

今回、感染症サーベイランスにおいて既存の遺伝子検査法（PCR法）では原因病原体が検出できなかった髄液検体から、NGSによる網羅的解析によって *Mycoplasma fermentans* と *Citrobacter freundii* の遺伝子を検出した。これらの結果からNGSによる網羅的解析は、原因不明疾患や希少感染症等の原因究明に有用であることが示唆された。

高知県内食中毒事例におけるノロウイルスの遺伝子解析

令和6年度四国食品衛生監視員研修会

令和6年8月

別役 信乃^{*1}・佐藤 亘・野口 優・下元 かおり・松本 一繁
河村 有香^{*2}・細見 卓司^{*2}

(^{*1} 高知県須崎福祉保健所 ^{*2} 高知県中央東福祉保健所)

高知県衛生環境研究所

【はじめに】

ノロウイルス (Norovirus, NoV) は、カリシウイルス科に属する一本鎖 RNA ウイルスで、G I ~G VII の遺伝子群のうち、主に G I と G II が人に感染する。感染すると嘔吐、下痢、腹痛等の胃腸炎症状を引き起こし、食中毒の主要な原因となっている¹⁾。感染経路は患者の吐物等からの飛沫感染や汚染された食品の喫食による経口感染等があり、特に、食中毒では感染した食品取扱者を介した事例が増加傾向にある²⁾。NoV による食中毒や感染症の発生を防止するために、遺伝子型の流行状況を把握することは食品衛生管理において重要である。

今回、2023 年度から 2024 年度 (6 月末時点) に高知県内で発生した NoV による食中毒事例について遺伝子型別検査と系統樹解析を実施したので、その結果を報告する。

【方法】

2023 年 12 月から 2024 年 6 月の間に当所で検査した食中毒事例 (疑い及び高知市依頼分を含む) 13 事例のうち NoV が検出された 6 事例 (54 検体、便) に対し、厚生労働省通知³⁾ に準じて NoV 遺伝子の増幅を行った。

検体から QIAamp Viral RNA Mini Kit (QIAGEN) を用いて RNA を抽出し、DNase I で処理した後、Random Primer (pd(N)₆) (TAKARA) を用いて cDNA 合成を行った。得られた cDNA を NoV G I は G1-SKF/G1-SKR、NoV G II は G2-SKF/G2-SKR 及び COG2F/G2-SKR プライマーを用いて RT-PCR 法を行い、VP1 領域を増幅した。得られた PCR 産物を BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied biosystems) を用いたダイレクトシーケンス法により塩基配列を決定し、オランダ国立公衆衛生環境研究所が提供する遺伝子型分析ツール Norovirus Typing Tool Version 2.0

(<http://www.rivm.nl/mpf/typingtool/norovirus/>) により遺伝子型を決定するとともに、遺伝子解析用ソフトウェア MEGA7 を用いてアライメント解析を行い、系統分類を行うため、系統樹を作成した。

【結果】

NoV は 54 検体中 39 検体から検出され、PCR の結果、8 検体が G I、37 検体が G II であった。このうち 6 検体は G I 及び G II の同時検出であった (表 1, 2)。

8 検体から検出された G I の遺伝子型の内訳は、飲食店①から G I.3 が 6 検体、飲食店①及び③から G I.1 が各 1 検体であった (表 1)。系統樹解析の結果、G I.3 は 6 検体全ての遺伝子型が一致、G I.1 は 2 検体の間で 3 塩基の違いが認められた (図 1)。

37 検体から検出された GII の遺伝子型の内訳は、福祉施設②及び団体旅行者から GII.4 が計 15 検体、飲食店①及び②から GII.7 が計 12 検体、福祉施設①から GII.17 が 10 検体であった（表 1）。系統樹解析の結果、GII.4 は 15 検体、GII.7 は 12 検体、GII.17 は 10 検体各々全ての遺伝子型が一致した（図 2）。

GII.4 亜型は全て Sydney_2016 であった。

飲食店①から GI 及び GII が同時検出され、その内訳は調理従事者 A から GI.1、調理従事者 B と喫食者 5 名から GI.3 及び GII.7、喫食者 2 名から GII.7 であった。（表 2）

【まとめ】

GI 及び GII が同時検出された飲食店①では、調理従事者 B と喫食者の遺伝子型が一致し、調理従事者 B による食品の二次汚染による食中毒であることが明らかとなった。今回の解析結果から汚染状況が解明されたことは、保健所の疫学調査に大いに貢献できたと言える。

急性胃腸炎や食中毒患者から高頻度に検出される遺伝子型の一部である²⁾ GII.4 や GII.17 が高知県でも検出された。NoV GI.1 が飲食店①及び③から、GII.4 が福祉施設②及び団体旅行者から、GII.7 が飲食店①及び②から、それぞれ 2 事例から検出され、そのうち GII.4 及び GII.7 は、別事例ながら VP1 領域の遺伝子型が一致した。県内で発生した食中毒の原因として複数の共通遺伝子型が示されたことから、流行する遺伝子型による食中毒事例であることがうかがわれる。

NoV は、ORF1-2 ジャンクション領域を起点とする遺伝子の組み換えが頻発することから、この組み換えを起こしたキメラウイルスを考慮した分子系統解析（RdRp 領域から VP1 領域）を行う必要がある⁴⁾。今回の解析は VP1 領域のみを標的としており、より正確な NoV の分類と流行の把握のため、ジャンクション領域を含む解析について検討を進め、食中毒事例疫学調査の一助となるよう、邁進したい。

【参考文献】

- 1) 厚生労働省ホームページ：4. 食中毒統計資料,
https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/syokuchu/04.html
- 2) 厚生労働省：ノロウイルスに関する Q&A,
https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/syokuchu/kanren/yobou/040204-1.html
- 3) 厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課長：食安監発第 0514004 号ノロウイルスの検出法について（通知），平成 19 年 5 月 14 日, 2007
- 4) 国立感染症研究所ホームページ：ノーウォークウイルス（ノロウイルス）の遺伝子型（2015 年改訂版），<https://www.niid.go.jp/niid/ja/norovirus-m/norovirus-iasrs/5913-pr4274.html>

表1 高知県内におけるノロウイルスによる食中毒事例と遺伝子型検出結果(2023年12月~2024年6月)

事例	発生施設 ・グループ	検体数	NoV G. I 検出検体数			NoV G. II 検出検体数			計
			G I 遺伝子型内訳		計	G II 遺伝子型内訳			
			G I.3	G I.1		G II.4	G II.7	G II.17	
1	飲食店①	10*	6	1	7	-	8	-	8
2	飲食店②	4	-	-	-	-	4	-	4
3	飲食店③	2	-	1	1	-	-	-	-
4	福祉施設①	19	-	-	-	-	-	10	10
5	福祉施設②	12	-	-	-	8	-	-	8
6	団体旅行客	7	-	-	-	7	-	-	7
計		54	6	2	8	15	12	10	37

- 不検出

*6検体からG I.3及びG II.7が同時検出

表2 飲食店①から検出されたノロウイルス遺伝子型の内訳

	喫食者①	喫食者②	喫食者③	喫食者④	喫食者⑤	喫食者⑥	喫食者⑦	調理従事者A	調理従事者B	調理従事者C
G I.1	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
G I.3	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-
G II.7	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-

+ 検出, - 不検出

飲食店①10検体の内訳は、喫食者7検体、調理従事者3検体

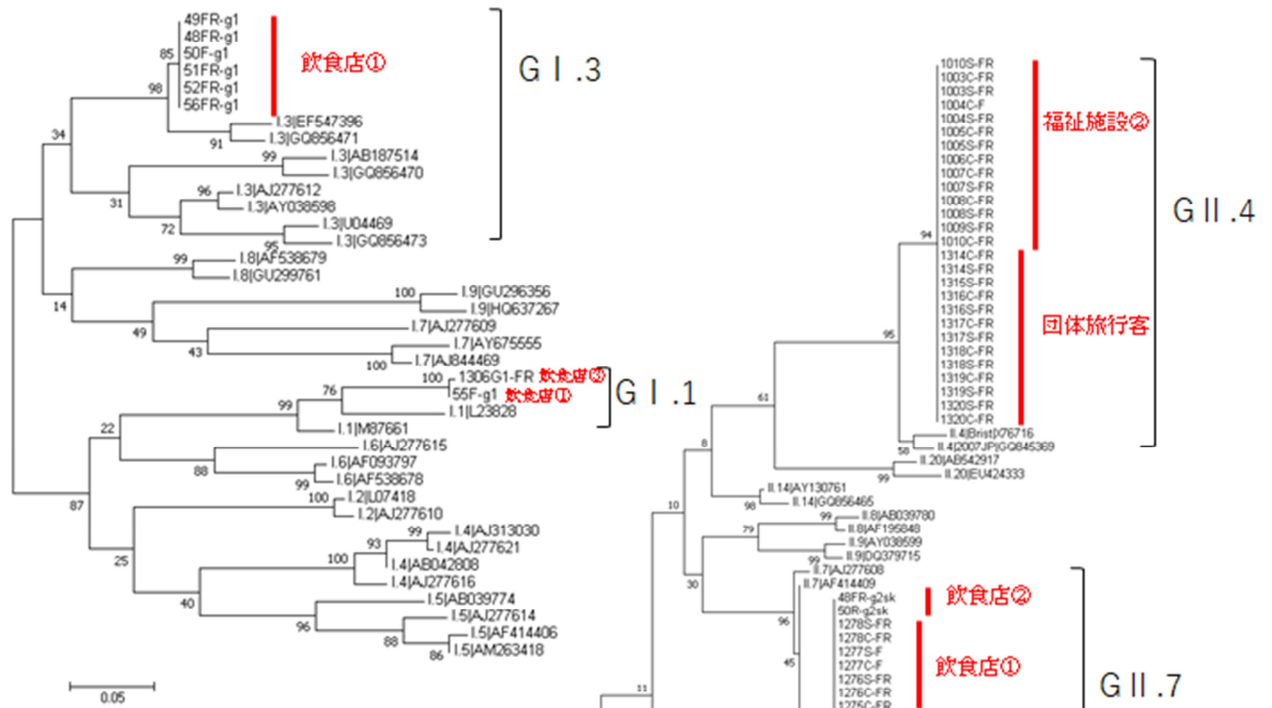


図1 高知県内食中毒事例ノロウイルスGI系統樹

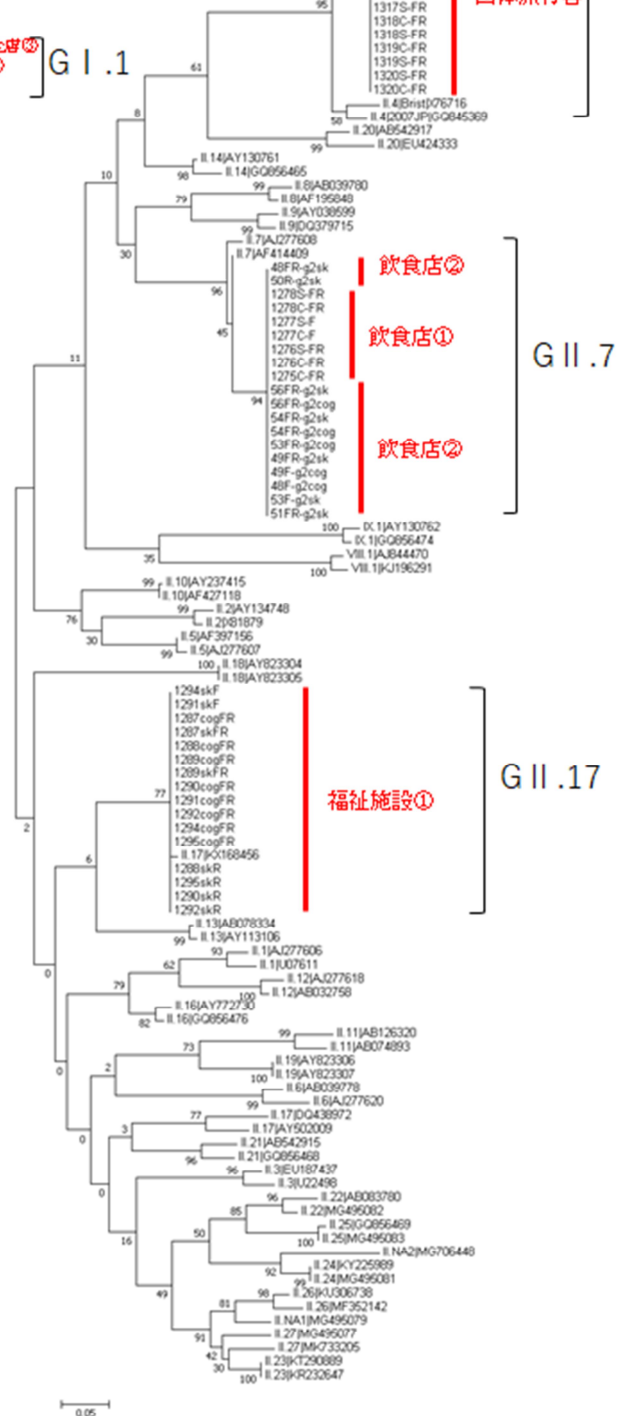


図2 高知県内食中毒事例ノロウイルスGII系統樹

高知県における *Escherichia albertii* の調査研究について

令和 6 年度四国食品衛生監視員研修会

令和 6 年 8 月

竹中 慧^{※1}・尾崎 早矢香・高橋 富世^{※2}・橘 亮介^{※3}・高木 春佳^{※4}
清岡 有紀^{※5}・下元 かおり・松本 一繁・細見 卓司^{※6}

(※1 高知県中央西福祉保健所 ※2 令和 5 年度退職 ※3 令和 6 年度退職

※4 安芸福祉保健所 ※5 高知県薬務衛生課 ※6 高知県中央東福祉保健所)

高知県衛生環境研究所

<はじめに>

Escherichia albertii は 2003 年に新種として登録された下痢症起因菌で、国内でも本菌を原因とする食中毒事例が複数報告されており¹⁾、これまでにヒト、ニワトリ、イヌ、ブタ等からの検出が報告されているが^{1,2)}、主要な汚染食品や汚染環境は不明である。また、食中毒の原因究明において重要である菌分離の試験法が定められておらず、より効率的な分離方法の確立が求められている。

今回、*E. albertii* の検査方法を確立するとともに県内の汚染状況を把握するため、菌分離培養方法の検討、県内家畜の保菌と市販食肉の汚染状況調査及び薬剤耐性試験を実施したので報告する³⁻⁵⁾。

<調査方法>

1. 分離培養方法の検討

E. albertii 陰性確認後のヒトの便乳剤とポテトサラダ乳剤に、本菌調整液 (1.2×10^5 個/mL) を 100 μ L (1.2×10^4 個/検体) 接種したものを、便検体及び食品検体として検討に用いた。検体を 5 種類の平板培地 DHL、XLD、クロモアガー O157、CT-SMAC、X-RMAC に各 1 白金耳 (1.2×10 個/平板) 塗抹し、35°C で 21 ± 3 時間培養を行い、発育した標的コロニーを 5 個ずつ釣菌、*E. albertii* の回収率を確認した。また、3 種類の増菌培地 TSB、ノボビオシン加 mEC、アルカリペプトン水、各 10 mL に検体を 0.5 mL ずつ接種し、ノボビオシン加 mEC は 42°C で 21 ± 3 時間、その他は 35°C で 16.5 ± 1.5 時間培養した。上記 5 種類の平板培地に塗抹し、35°C で 21 ± 3 時間培養を行い、発育した標的コロニーを 5 個ずつ釣菌、*E. albertii* の回収率を確認した。

2. 県内家畜 (鶏・豚) の *E. albertii* 保菌状況調査

2020 年 6 月から 2022 年 3 月までに県内の食肉処理施設に搬入された鶏の便 190 検体、豚の便 180 検体を調査した。検査フローを図 1 に示す。*lysP* 遺伝子を標的としたスクリーニングを行い、*E. albertii* と疑われるコロニーについて、3 種類の特異的遺伝子 (*clpX*、*lysP*、*mdh*) を PCR で確認、同定を行った^{6,7)}。

3. 市販流通食肉 (鶏肉・豚肉) の *E. albertii* 汚染状況調査

2022 年 5 月から 2023 年 2 月に高知市内のスーパーマーケット、ドラッグストア、精肉店で販売さ

れていた鶏肉 78 検体、豚肉 50 検体について、上記 2 と同様に *E. albertii* の同定を行った。

4. 薬剤耐性試験

保菌状況調査で分離された 35 株（豚の便由来 25 株、鶏の便由来 10 株）と、鶏肉の汚染状況調査で分離された 3 株を TSA 平板上にて 37°C で一晩培養後、ミューラーヒントン II 寒天培地に綿棒で一様に塗布した。この培地上に 14 剤のセンシディスク（BD）を設置、35°C で 18 時間培養後、阻止円を計測した。阻止円の大きさをセンシディスク添付文書記載の判定基準一覧に基づいて評価し、薬剤感受性を判定した。

<結果>

1. 分離培養方法の検討

E. albertii の各培地での回収率を表 1 に示した。増菌培地において、便検体、食品検体ともに、より回収率が高かったものは TSB であった。

2. 県内家畜（鶏・豚）の *E. albertii* 保菌状況調査

鶏便 190 検体中、10 株の *E. albertii* は全て同じ農場の検体から分離された。豚便 180 検体中、25 株の *E. albertii* が分離された。

3. 市販流通食肉（鶏肉・豚肉）の *E. albertii* 汚染状況調査

鶏肉 78 検体中、3 株の *E. albertii* が分離された。豚肉 50 検体から *lysP* は検出されず、*E. albertii* は分離されなかった。（表 2）

4. 薬剤耐性試験

対象とした 38 株で耐性を示したのは、AM 9 株（23.7%）、CZ15 株（39.5%）、CTX 8 株（21.1%）、S 6 株（15.8%）、MEM 1 株（2.6%）、GM 2 株（5.3%）、TE15 株（39.5%）、C 1 株（2.6%）、NA 2 株（5.3%）、CIP 4 株（10.5%）SXT 6 株（15.8%）、CFM 8 株（21.1%）、K と CL はいずれも耐性を示さなかった。（表 3）

<考察>

調査の結果、鶏及び豚の便から *E. albertii* が検出されたことは、県内で飼育されている鶏と豚が *E. albertii* を保菌しており、鶏肉や豚肉への汚染リスクが高いことが示唆された。また、特定の農場の検体から *E. albertii* が複数分離されており、土壌、水などの環境由来の汚染源があることが考えられた。鶏肉の *E. albertii* 汚染も確認されており、食鳥処理場での処理工程における汚染が示唆される。これらの結果から、本菌による食中毒の予防には食肉の十分な加熱、衛生的な取扱いによる 2 次汚染防止が重要である。

E. albertii 菌株は、動物性医薬品として鶏や豚へ使用される抗菌薬に耐性を示すだけでなく、鶏や豚に適用外のセファロスポリン系抗菌薬（CZ、CTX、CFM）にも耐性を示した。これまでの報告によると、鶏や豚からセファロスポリン系抗菌薬を分解する酵素（基質特異性拡張型 β ラクタマーゼ：ESBL）を産生する大腸菌が確認されている^{8,9)}。今回対象家畜に適用のない抗菌薬に耐性を示したことは、大腸菌と同様に、*E. albertii* も同系統もしくは類似の作用機序を示す医薬品の使用によって、適用

外の動物性医薬品に対する耐性を獲得していることが示唆された。

本研究では *E. albertii* 分離培養に有用な増菌培地、平板培地に関する知見を得ることができた。しかしながら、調査実施中に、PCR スクリーニングで *E. albertii* の遺伝子を検出するも菌分離に至らなかった検体があったことから、分離率の向上が課題となった。より高率な分離方法について引き続き、検討が必要である。

今後は、県内の水環境等の *E. albertii* 汚染状況調査や、遺伝子的解析により汚染経路の把握を行い、*E. albertii* による食中毒対策の一助としたい。

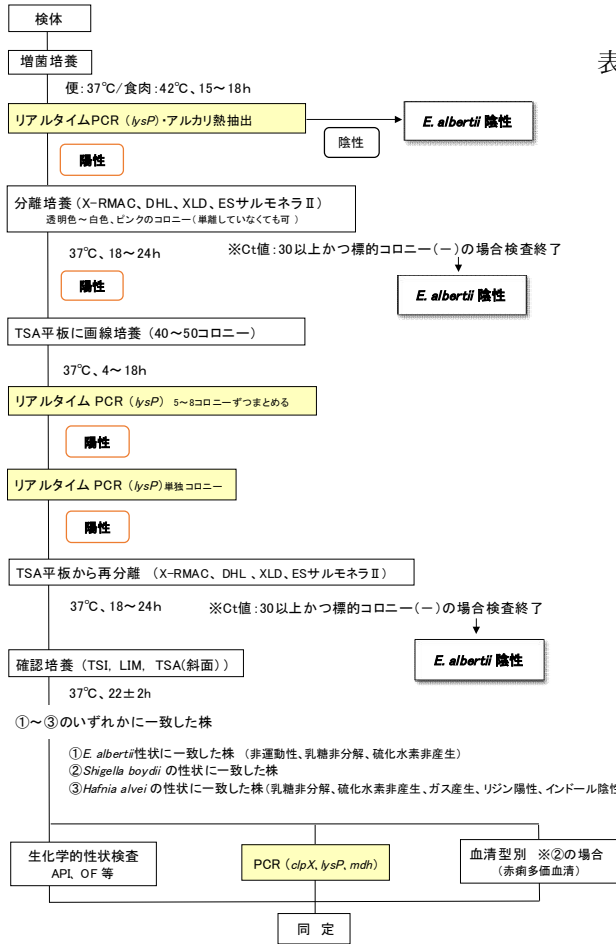


表 1 *E. albertii* の各培地での回収率 (2020 年度)

	CT-SMAC	XLD	クロモアガー O157	X-RMAC	DHL
便_直接	80% (4/5)	20% (1/5)	0% (0/5)	100% (5/5)	60% (3/5)
便_増菌 (TSB)	—	0% (0/5)	—	100% (5/5)	100% (5/5)
便_増菌 (ノボビオシン加mEC)	0% (0/5)	0% (0/5)	0% (0/2)	0% (0/3)	—
便_増菌 (アルカリペプトン水)	0% (0/5)	0% (0/5)	80% (4/5)	75% (3/4)	40% (2/5)
ポテトサラダ_直接	80% (4/5)	40% (2/5)	80% (4/5)	40% (2/5)	80% (4/5)
ポテトサラダ_増菌 (TSB)	—	0% (0/3)	—	60% (3/5)	60% (3/5)
ポテトサラダ_増菌 (ノボ加mEC)	80% (4/5)	100% (5/5)	100% (5/5)	100% (5/5)	—
ポテトサラダ_増菌 (アルカリペプトン水)	0% (0/5)	0% (0/5)	100% (5/5)	100% (5/5)	100% (5/5)

図 1 *E. albertii* 検査フロー

表 2 鶏肉・豚肉の *E. albertii* 汚染状況調査結果

	検査数	lysP陽性数	陽性率 (%)	<i>E. albertii</i> 分離検体数	
鶏肉 ^{a)}	肉	32	2	6.25	0
	ミンチ	13	0	0	0
	内臓、その他	33	4	12.1	3
計	78	6	7.7	3	
豚肉 ^{a)}	肉	36	0	0	0
	ミンチ	14	0	0	0
	計	50	0	0	0

a) 2022年5月~2023年2月, 高知県内の量販店で購入

表3 *E. albertii*分離株の薬剤耐性試験結果

検体種別	菌株数	感受性	アンピシリン	セフトゾリン	セフトキシム	ストレプトマイシン	メロペネム	ゲンタマイシン	カナマイシン
			AM	CZ	CTX	S	MEM	GM	K
豚便	25	S	20	17	22	17	23	23	25
		I	1	4	0	3	1	0	0
		R	4	4	3	5	1	2	0
		耐性率(%)	16.0	16.0	12.0	20.0	4.0	8.0	0
鶏便	10	S	3	0	2	6	7	9	9
		I	2	2	5	3	3	1	1
		R	5	8	3	1	0	0	0
		耐性率(%)	50.0	80.0	30.0	10.0	0	0	0
鶏肉	3	S	1	0	0	0	3	3	3
		I	2	0	1	3	0	0	0
		R	0	3	2	0	0	0	0
		耐性率(%)	0	100	66.7	0	0	0	0
計	38	耐性率(%)	23.7	39.5	21.1	15.8	2.6	5.3	0

S: 感受性 I: 中間 R: 耐性

検体種別	菌株数	感受性	コリスチン	テトラサイクリン	クロラムフェニコール	ナリジククス酸	シフトロキサシン	ST合剤	セフイキシム
			CL	TE	C	NA	CIP	SXT	CFM
豚便	25	S	20	15	24	24	24	20	20
		I	5	5	0	0	1	0	3
		R	0	5	1	1	0	5	2
		耐性率(%)	0	20.0	4.0	4.0	0	20.0	8.0
鶏便	10	S	0	1	10	8	5	8	2
		I	10	0	0	1	1	1	3
		R	0	9	0	1	4	1	5
		耐性率(%)	0	90.0	0	10.0	40.0	10.0	50.0
鶏肉	3	S	0	2	3	3	2	3	0
		I	3	0	0	0	1	0	2
		R	0	1	0	0	0	0	1
		耐性率(%)	0	33.3	0	0	0	0	33.3
計	38	耐性率(%)	0	39.5	2.6	5.3	10.5	15.8	21.1

S: 感受性 I: 中間 R: 耐性

<参考文献>

- 1) 大岡 唯祐, 日食微誌, 34, 151-157 (2017)
- 2) Karn ら, 日本獣医師会雑誌, 73, 191-194 (2020)
- 3) 橘ら, 高知県衛生環境研究所報, 2, 59-64 (2020)
- 4) 橘ら, 高知県衛生環境研究所報, 3, 36-40 (2021)
- 5) 橘ら, 高知県衛生環境研究所報, 5, 37-40 (2023)
- 6) Hyma ら, J. Bacteriol, 187, 619-628 (2005)
- 7) Oaks JL ら, Emerg. Infect. Dis., 16, 638-646 (2010)
- 8) 楠本正博, 畜産技術, 817, 53-56 (2023)
- 9) 江藤ら, モダンメディア, 55, 179-183 (2009)

VI 寄稿

日本紅斑熱の鑑別診断に有用な疫学的および臨床的特徴

福永 一郎^{*1}・松本 一繁

Epidemiological and Clinical Characteristics Useful in the Differential Diagnosis of Japanese Spotted Fever

FUKUNAGA Ichiro ^{*1}, MATSUMOTO Kazushige

【要旨】 日本紅斑熱 (JSF) は、高知県の東部を中心に日本で発症率が増加しているダニ媒介性リケッチア感染症である。痂皮、発熱、発疹は古典的な診断の三徴候とされているが、不完全な症状の呈示が多く、早期診断を難しくしている。本研究では、多発地域において確定した JSF と検査陰性の発熱性発疹疾患とを区別する疫学的及び臨床的特徴を調査した。

2016年から2020年の間に高知県安芸地区で JSF 検査を受けた患者を対象に解析を行った。60歳以上の個人のうち、確定例 26 例と検査陰性例 49 例を比較した。確定 JSF は耕作地での農作業、痂皮の存在、肝機能障害、尿検査異常、C 反応性蛋白 (CRP) 上昇、血小板減少と有意に関連していた。

決定木分析及び機械学習解析でも、痂皮が最も重要な識別因子として一貫して示された。加えて、肝機能障害、炎症マーカー、尿検査異常、血小板数が診断性能の向上に寄与した。これらの結果は、痂皮がなくても臨床所見と検査所見の組み合わせにより、流行地域で JSF の早期発見を支援できる可能性を示唆している。

Key words: 日本紅斑熱、耕作地、刺し口の痂皮、肝機能障害

Japanese spotted fever, cultivated area, eschar at the site of bite, liver dysfunction

1. はじめに

日本紅斑熱 (Japanese spotted fever : JSF) は、近年その発生頻度が増加している、日本の一部地域に流行するダニ媒介性リケッチア感染症である。高知県東部は、国内でも最も高い発生率を示す地域の一つである。刺し口、発熱、発疹の三徴は診断の中核をなす所見であるが、不完全な臨床像を呈する症例も少なくなく、早期診断を困難にしている。本研究の目的は、高発生地域において、JSFを鑑別するための疫学的及び臨床的特徴を明らかにすることである。

2. 方法

2016年4月から2020年3月までの期間に、高知県安芸地域の住民を対象として実施された行政検査としてのJSF検査について横断研究を行った。データは、医師が記入した質問票及び臨床検査結果から取得した。行政検査によってJSFが確定した真陽性 (true positive : TP) 例とJSFが否定された真陰性 (true negative : TN) 例を単変量解析により比較した。ついで、単変量解析で有意差を認めた変数を決定木モデルに投入し、加えてRandom Forest、XGBoost、LightGBMを用いた追加解析を行った。

3. 結果

検査を受けた116例のうち、60歳以上のTP 26例及びTN 49例を解析対象とした。TP例では、耕作地における農作業 (TP77.3% 対 TN42.1%、 $p=0.002$)、刺し口の痂皮 (TP65.4% 対 TN28.6%、 $p=0.003$)、肝機能障害 (TP84.0% 対 TN57.1%、 $p=0.036$)、尿検査陽性 (TP85.7% 対 TN50.0%、 $p=0.011$)、及びCRP値5 mg/dL超 (TP88.5% 対 TN53.1%、 $p=0.002$) が、TP例でTN例よりも有意に高頻度で認められた。血小板数は、TP例において有意に低値であった ($p=0.011$)。決定木解析では、刺し口が最初の分岐因子として同定され、肝機能障害、CRP値、尿検査陽性、血小板数が分類精度をさらに高めた。XGBoostは最も高い正確度 (84.6%) を示し、TN例を完全に分類した一方で、決定木は最も高いAUC (Area Under the Curve) を示した。刺し口の痂皮及び肝機能障害は一貫して主要な識別因子であったが、副次的な特徴量の順位はアルゴリズム間で異なっていた。

*1 高知県健康政策部

4. 結論

刺し口の痂皮はJSFにおいて最も重要な診断所見である。しかしながら、刺し口の痂皮が認められない場合においても、肝機能障害、CRP高値、血小板減少、及び尿検査陽性を考慮することにより、検出率の向上が期待される。

Epidemiological and Clinical Characteristics Useful in the Differential Diagnosis of Japanese Spotted Fever

Ichiro Fukunaga ^{*1}, Kazushige Matsumoto ^{*2}

【Summary】 Japanese spotted fever (JSF) is a tick-borne rickettsial disease with increasing incidence in Japan, particularly in eastern Kochi Prefecture. Although eschar, fever, and rash are considered the classic diagnostic triad, incomplete presentations are common and complicate early diagnosis. This study investigated epidemiological and clinical features that distinguish confirmed JSF from test-negative febrile rash illnesses in a high-incidence area.

We analyzed patients who underwent JSF testing in the Aki area of Kochi Prefecture between 2016 and 2020. Among individuals aged 60 years or older, 26 confirmed cases and 49 test-negative cases were compared. Confirmed JSF was significantly associated with farm work in cultivated areas, the presence of eschar, liver dysfunction, positive urine test findings, elevated C-reactive protein levels, and thrombocytopenia.

Decision tree and machine learning analyses consistently identified eschar as the most important discriminator. In addition, liver dysfunction, inflammatory markers, urine abnormalities, and platelet count improved diagnostic performance. These findings suggest that even in the absence of eschar, a combination of clinical and laboratory features may support earlier recognition of JSF in endemic regions.

Key words: Japanese spotted fever, cultivated area, eschar at the site of bite, liver dysfunction

1. Introduction

Japanese spotted fever (JSF), a rickettsial disease caused by ticks, was first reported by Mahara in Tokushima Prefecture, Japan, in 1984¹⁾. The prevalence of JSF has been observed to increase in recent years²⁾³⁾. The target area of this study, the eastern region of Kochi Prefecture in southwestern Japan, is observed to have a high incidence of JSF, with an average incidence of 8.83 per 100,000 people from 16 years to 2015, which is 48 times higher than that in Japan as a whole⁴⁾. The prevention, diagnosis, and treatment of tick-borne diseases are major public health challenges in this region.

JSF is more likely to occur in areas where ticks are common. Based on current knowledge, it has been confirmed in a wide range of areas in Japan²⁾, and the prevalence of JSF has been reported to be high in the Pacific coast region and western Japan⁵⁾. It occurs mainly in summer in northern Japan and from early summer to fall in southern Japan⁵⁾, and in the area of this study, it often occurs from early summer to summer and in late fall⁴⁾.

However, a relationship is assumed between the distribution of tick-carrying animals, such as deer and wild boars, and the incidence of patients⁶⁾, which is common in mountain forests where these animals live and in lowland areas. The main opportunity for infection is agricultural work, including home gardening, and it is recognized as a disease that can be transmitted in daily life⁷⁾.

JSF should be included in the differential diagnosis of diseases causing fever or rashes⁸⁾. Although eschar at the bite site (eschar), fever, and rash are considered as the triad of symptoms and are important for diagnosis, numerous cases have been reported in which one or two of the three symptoms are absent (e.g., no scab is observed)⁴⁾⁵⁾. In our study, 38% of patients with JSF had no eschar⁴⁾. Tetracycline antibiotics are effective for the treatment of JSF; however, it can be fatal if treatment is delayed⁹⁾¹⁰⁾. To improve the recognition of JSF, identifying the epidemiological factors, clinical signs, and findings that are useful for diagnosis is necessary.

1 Health Policy Division, Kochi Prefectural Government 2 Kochi Prefectural Institute of Public Health and Environment

From previous cases and comparative studies of severe and non-severe cases, liver function abnormalities, high C-reactive protein (CRP), blood urea nitrogen, creatinine levels, and thrombocytopenia are known to contribute to the diagnosis¹⁾³⁾⁸⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾. The clarification of which epidemiological factors, clinical signs, and findings may contribute to the decision to actively suspect and initiate treatment for JSF should be based on empirical and statistical evidence. We believe that these findings will contribute to the early diagnosis and treatment of JSF.

This study presents a detailed analysis of a case in which a physician suspected JSF and requested testing at a public health center in a JSF-prone area in eastern Kochi Prefecture. We aimed to identify the factors, signs, and findings that could help distinguish between positive and negative JSF cases. Based on my field experience, I report on this study, including some considerations.

2. Methods

2.1 Data Sources

In Japan, under the Infectious Disease Control Law, physicians diagnosing Japanese spotted fever (JSF) must report all cases to the prefectural governor. In the Kochi Prefecture, all JSF diagnostic tests were performed at the Kochi Prefectural Institute of Public Health and Environment. These administrative tests are conducted free of charge when deemed necessary by the director of a public health center at the request of a physician examining a suspected case.

We analyzed administrative tests for JSF from April 1, 2016, to March 31, 2020, limited to residents of the Aki area in eastern Kochi Prefecture, a high-incidence region. The requests originated from three hospitals in the Aki area and three advanced emergency hospitals in the prefectural capital where the physicians had extensive JSF experience.

During the study period, 116 patients underwent administrative testing; 32 tested positive (TP) and 83 tested negative (TN). The physician-completed “JSF patient questionnaire,” submitted to the Institute, provided epidemiological and clinical information.

The epidemiological data collected included infection location (geographical features and land use) and work descriptions. The clinical data included the triad, maximum temperature, fever duration, fatigue, lymphadenopathy, headache, myalgia, hepatomegaly, and disseminated intravascular coagulation (DIC). Examination findings included liver dysfunction, urinalysis, white blood cell count (WBC), platelet count (PLT), and C-reactive protein (CRP).

Liver dysfunction was recorded as present if any of AST, ALT, or LDH levels were elevated. Urinalysis results were considered positive if urine protein or occult blood was detected. WBC, PLT, and CRP levels were also recorded. Laboratory results for JSF pathogen or antibody detection were prepared according to the testing requests at the institute.

Of the 32 TP patients, 26 (9 men and 17 women) were analyzed after excluding six patients without WBC, PLT, or CRP data. Age distribution was: 60–69 years (n=7, 26.9%), 70–79 (n=7, 26.9%), 80–89 (n=11, 42.3%), and ≥90 (n=1, 3.8%). A diagnosis was made using paired sera in one patient and PCR in 25. Crusts were collected from 12 patients, and antigens were identified in all cases.

2.2 Statistical analysis

The individuals identified as having JSF by the administrative test were designated as “cases” (test-positive: TP), and individuals who tested negative by the administrative test at the same time (test-negative: TN) were simulated as “controls.” A cross-sectional study was conducted using case-control settings to compare the two groups.

2.3 Setting of TN group

The subjects in the TN group were selected in the same manner as those in the TP group, with 49 individuals chosen after excluding 24 individuals under the age of 60 years (out of 83) and 10 individuals without recorded

WBC, PLT, and CRP measurements. The attributes of the TP and TN are listed in Appendix Table 1.

2.4 Comparison between TP and TN

2.4.1 Univariate analysis

Statistical comparisons were performed between the TP and TN groups for epidemiological information and clinical and examination findings. Welch's t-test was used for quantitative variables and Fisher's exact probability or chi-square tests were used for qualitative variables.

2.4.2 Decision Tree Analytics

A decision tree analysis was conducted using items that showed differences between the TP and TN groups in the univariate analysis as explanatory variables.

Decision tree analysis was conducted using the Classification and Regression Tree (CART) method, and additional analyses were performed using other machine learning techniques, namely the Random Forest, XGBoost, and LightGBM methods.

Statistical analyses were performed using the R software (version 4.2.2). Machine learning models, including decision tree, random forest, XGBoost, and LightGBM, were implemented using a Python program with scikit-learn (version 1.7.1), XGBoost (version 3.0.3), and LightGBM (version 4.6.0) in Python (version 3.13.5). Data pre-processing was performed using Pandas (version 2.3.1) and NumPy (version 2.3.2). This program was created using the ExaBase Generative AI (version 4) and modified by the corresponding author.

2.5 Ethical considerations

This study was approved by the Ethical Review Committee of the Kochi Institute of Public Health and Environment (approval number: 4-363), and opt-out consent was obtained. To minimize the handling of personal information, identifiable details such as names and addresses were removed. Data were processed to ensure that individuals could not be identified before conducting the analysis. The resulting information was anonymized.

3. Results

3.1 Univariate analysis

The complete results are shown in Appendix Tables 2, 3, and 4.

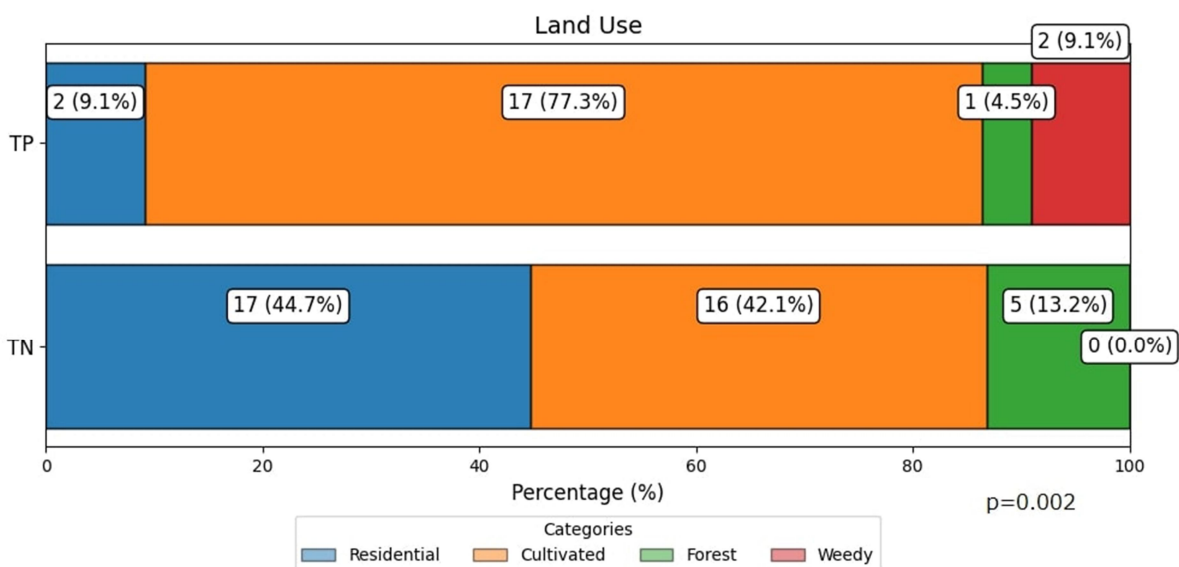


Figure 1. Distribution of land use

3.1.1 Epidemiological information

3.1.1.1 Infected Location

Regarding geographical features, both the TP and TN groups had a majority of flatlands, with no significant differences observed. Regarding land use, 77.3% (17/22) of TP was in cultivated areas, whereas TN accounted for only 42.1% (16/38) ($p=0.002$) (Figure 1).

3.1.1.2 Description of work

In terms of descriptions of work, farm work accounted for the majority in both the TP and TN groups, with no significant differences observed.

3.1.2 Clinical findings

3.1.2.1 Three signs (triad)

Eschar was observed in 65.4% (17/26) of TP and 28.6% (14/49) of TN cases, with a lower rate in TN ($P = 0.003$). Fever was absent in 1 TP patient and 4 TN patients, with no significant difference. Rashes were observed in 65.4% (17/26) of the TP group and 46.9% (23/49) of the TN group, with no significant difference (Figure 2). Additionally, in the TP group, the rash was more frequently observed on both the limbs and trunk, whereas in the TN group, 26.1% (6/23) of the cases showed a rash only on the limbs or trunk. In TP group, "all three signs were present" in 50.0% (13/26) of cases, and "two signs were present" in 26.9% (7/26) of cases, accounting for a total of 76.9% (20/26). "One sign was present" was observed in 6 patients, and the characteristics of each case are shown in Appendix Table 5. No cases in which none of the three signs were present were observed. In TN group, "all three signs were present" in only 16.3% (8/49) of cases, while none of the signs were present in 8.2% (4/49) of cases ($P = 0.017$) (Figure 3).

3.1.2.2 Other signs

The average value of maximum body temperature [degrees Celsius] was 38.9°C (unbiased standard deviation: SD 0.84) for TP and 38.7°C (SD 1.11) for TN, with no significant difference. Similarly, the average number of days with fever was 3.16 days (SD, 1.24) for the TP and 3.38 days (SD, 2.89) for the TN group, with no significant difference. In both the TP and TN group, general fatigue was observed at high rates of 61.5% (22/26) and 75.0% (24/49), respectively, whereas the other signs were less frequent, with no significant differences. DIC was observed in 16.7% (4/24) of TP group and 12.2% (6/49) of TN group, with no significant difference.

3.1.3 Examination findings

3.1.3.1 Liver dysfunction

Presence of liver dysfunction was observed in 84.0% (21/25) of TP and 57.1% (28/49) of TN cases, showing a significant difference ($P = 0.036$) (Figure 4). For AST, ALT, or LDH individually, TP group showed a higher proportion than TN group in each case; however, no significant differences were observed.

3.1.3.2 Urine test

Urine test positive was observed in 85.7% (18/21) of TP and 50.0% (20/40) of TN cases, showing a significant difference ($P = 0.011$) (Figure 4). While no significant difference was observed for urinary protein, urine occult blood was found in 66.7% (14/21) of TP cases and 33.3% (12/36) of TN cases, showing a significant difference ($P = 0.026$).

3.1.3.3 WBC

The average WBC value was 7260 [μL (micro L (10⁶L))] (SD 2557) for TP and 7020 [μL] (SD 3784) for TN group, showing no significant difference (Figure 5).

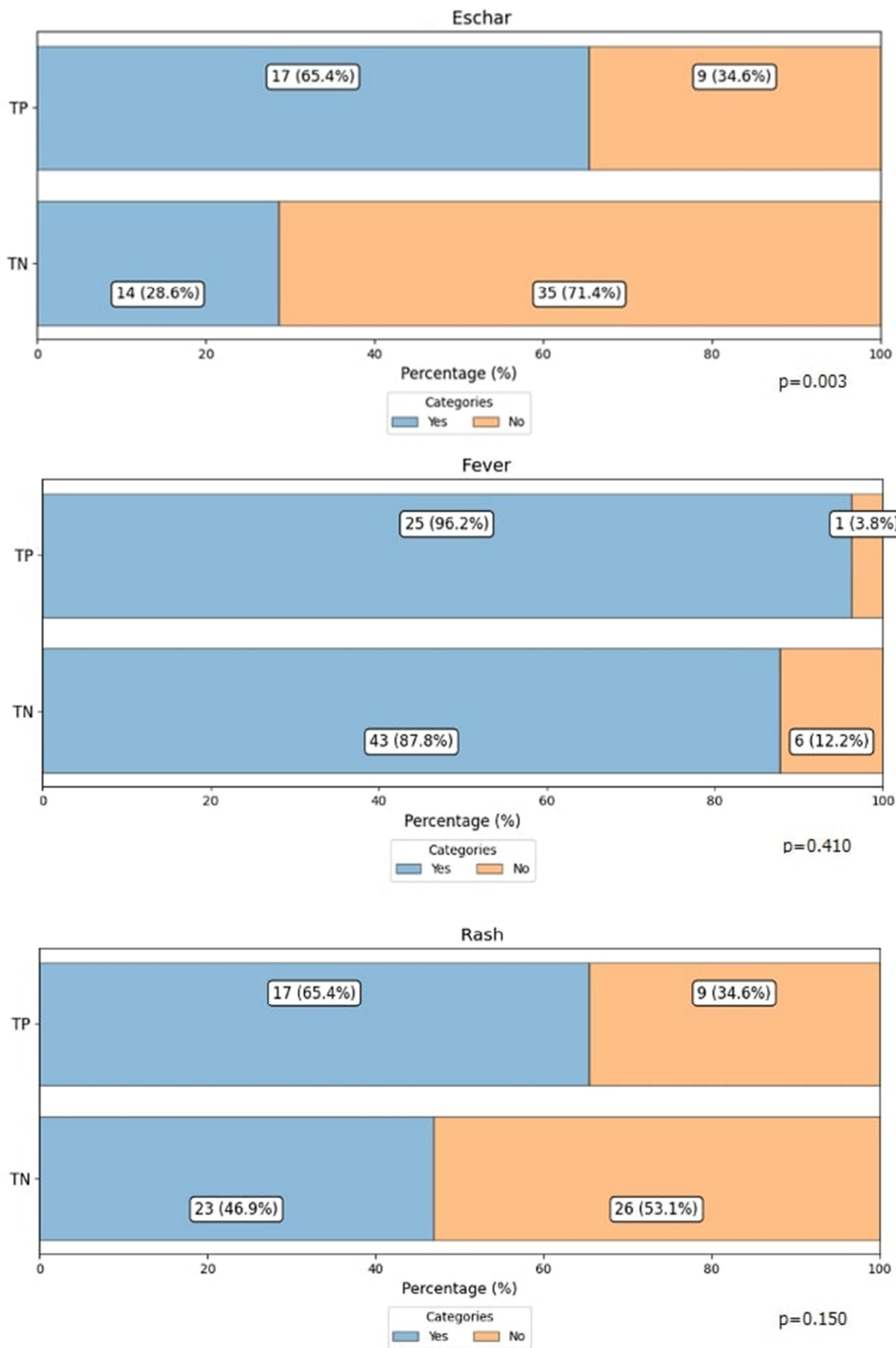


Figure 2. Distribution of the triad of Japanese Spotted Fever (JSF)

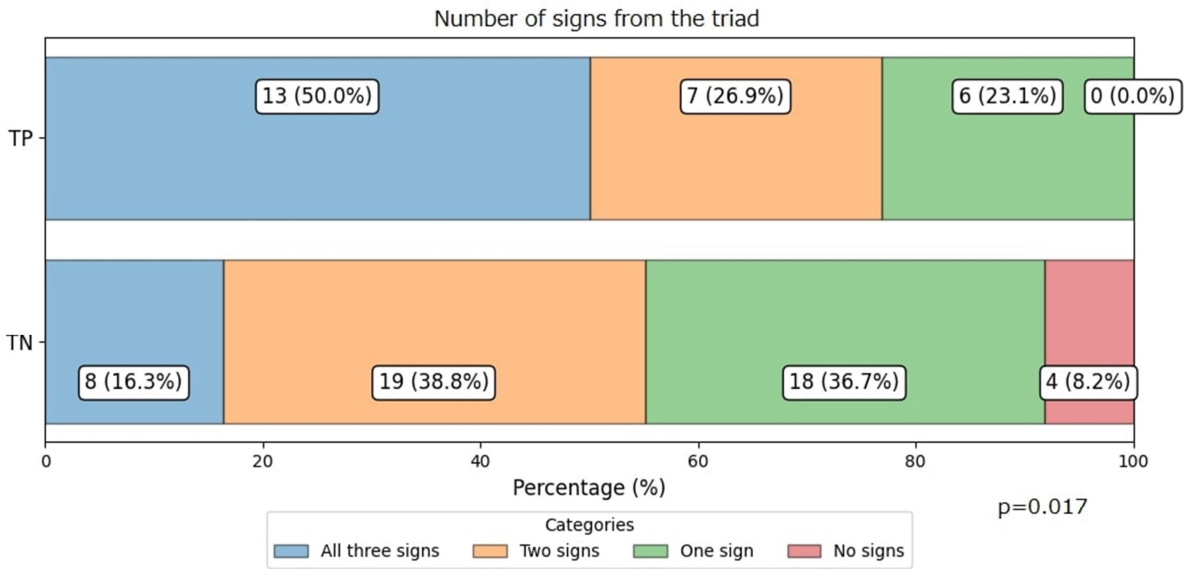


Figure 3. Number of signs from the triad

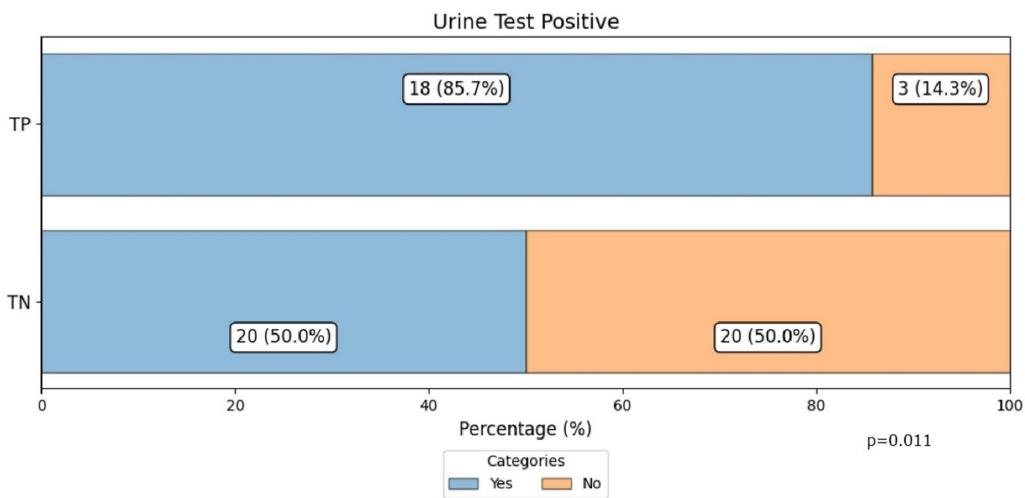
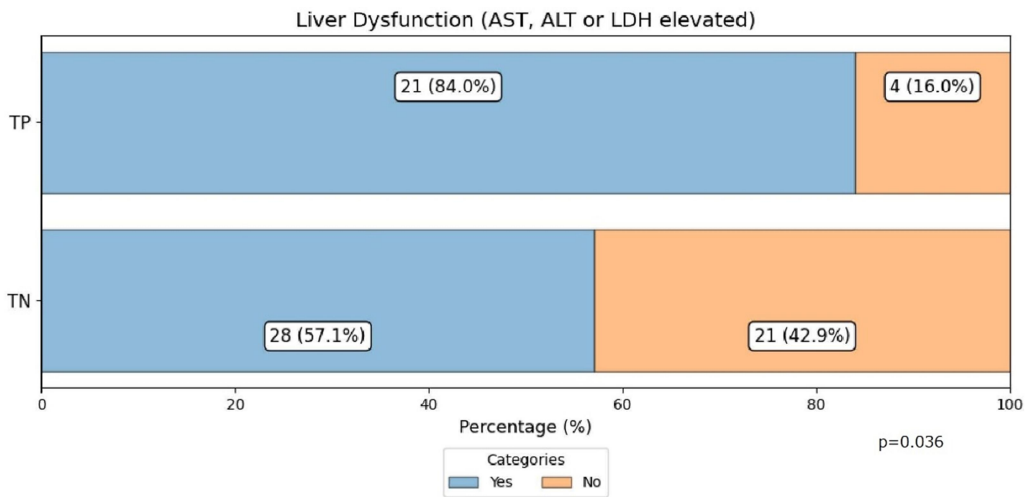


Figure 4. Distributions of liver dysfunction and urinalysis

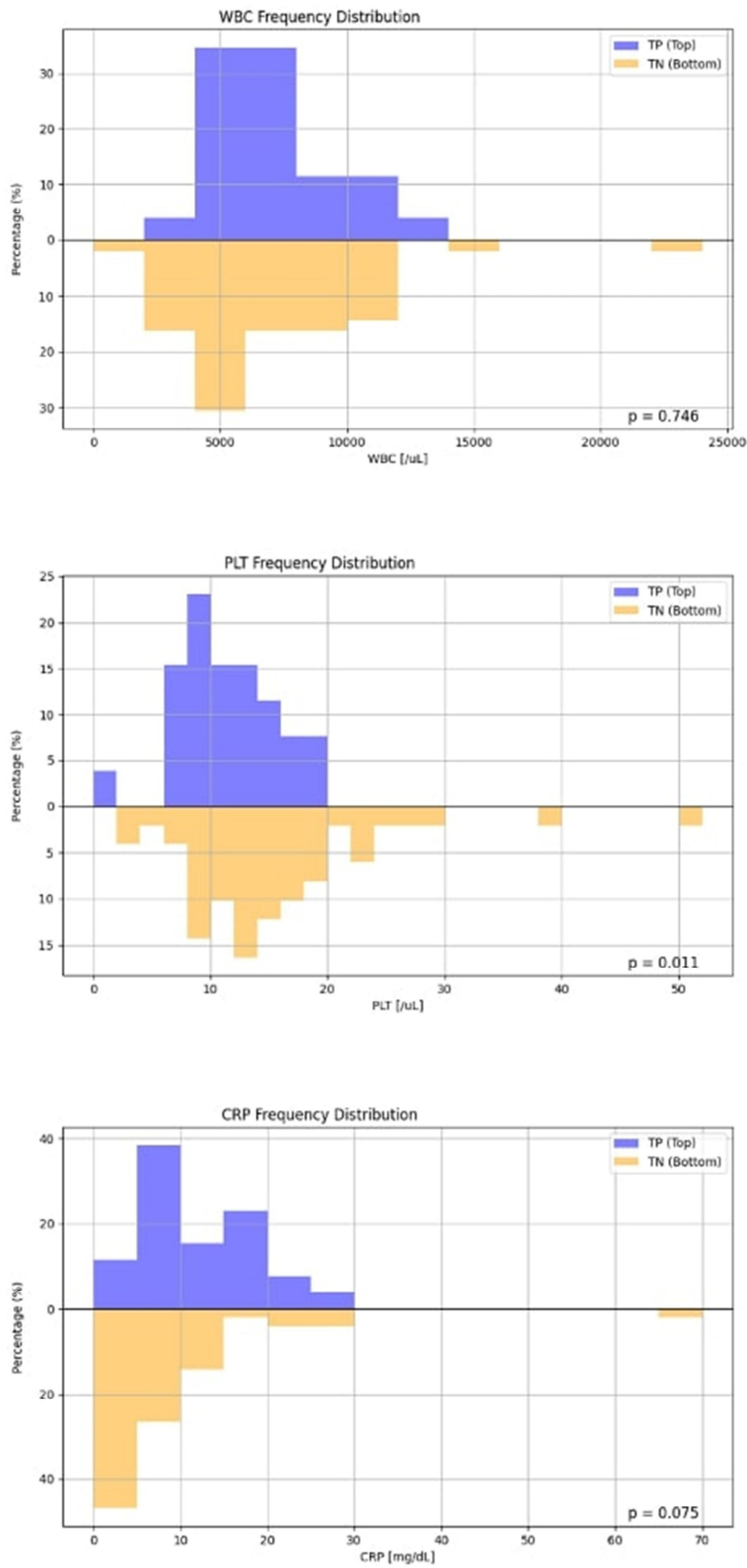


Figure 5. Frequency distributions of WBC PLT and CRP Levels

3.1.3.4 PLT

The average PLT value was 11.6 [u/L] (SD 4.31) for TP and 15.5 [u/L] (SD 8.54) for TN group, with the TP showing a significantly lower value (P = 0.011) (Figure 5).

3.1.3.5 CRP

For CRP, the average value was 12.2 [mg/dL] (SD 6.75) for TP and 8.5 [mg/dL] (SD 11.32) for TN group, with no significant difference observed (Figure 5). However, the proportion of individuals with CRP greater than 5 was significantly higher in TP at 88.5% (23/26) compared to 53.1% (26/49) in TN group (P = 0.002).

3.2 Decision Tree Analytics

Explanatory variables were selected from univariate analysis: “Escher” and “Liver dysfunction” (clinical findings) and “Urine test Positive,” “PLT,” and “CRP” (laboratory findings). Cases with missing values (five TP and nine TN) were excluded. A CART with binary variables was used. PLT was categorized by thrombocytopenia threshold [<10 or ≥ 10]; among PLT <10 , 47.6% (10 cases) were TP and 22.5% (9 cases) TN. CRP levels were categorized as [≤ 5 or >5]. Coding was as follows: TP = 0, TN = 1; present = 0, absent = 1; PLT <10 = 0, PLT ≥ 10 = 1; CRP >5 = 0, CRP ≤ 5 = 1. The data were divided into training (16 TP, 32 TN) and testing (5 TP, 8 TN) sets.

3.2.1 Model Generation (Figure 6)

Overall Structure: Root node ([1]) split on “Escher.” Escher present (≤ 0.5) yielded similar TP/TN counts; Escher absent (>0.5) was TN-dominant. Escher present: Branch on Liver dysfunction ≤ 0.5 ([2]→[3]) classified 11/12 as TP; further split on CRP and urine test positive strengthened TP dominance. Liver dysfunction >0.5 ([2]→[12]) had 5/11 TN; further CRP and urine test splits reduced Gini impurity. Escher absent: Branch on CRP ≤ 5 ([17]→[24]) classified all 8 as TN (Gini=0). CRP >5 ([17]→[18]) branched on urine test; urine negative ([18]→[25]) classified 7/8 TN, with PLT-based split leading to Gini=0 or one TP. Urine positive ([18]→[19]) classified 6/9 TN, with further PLT and liver dysfunction splits.

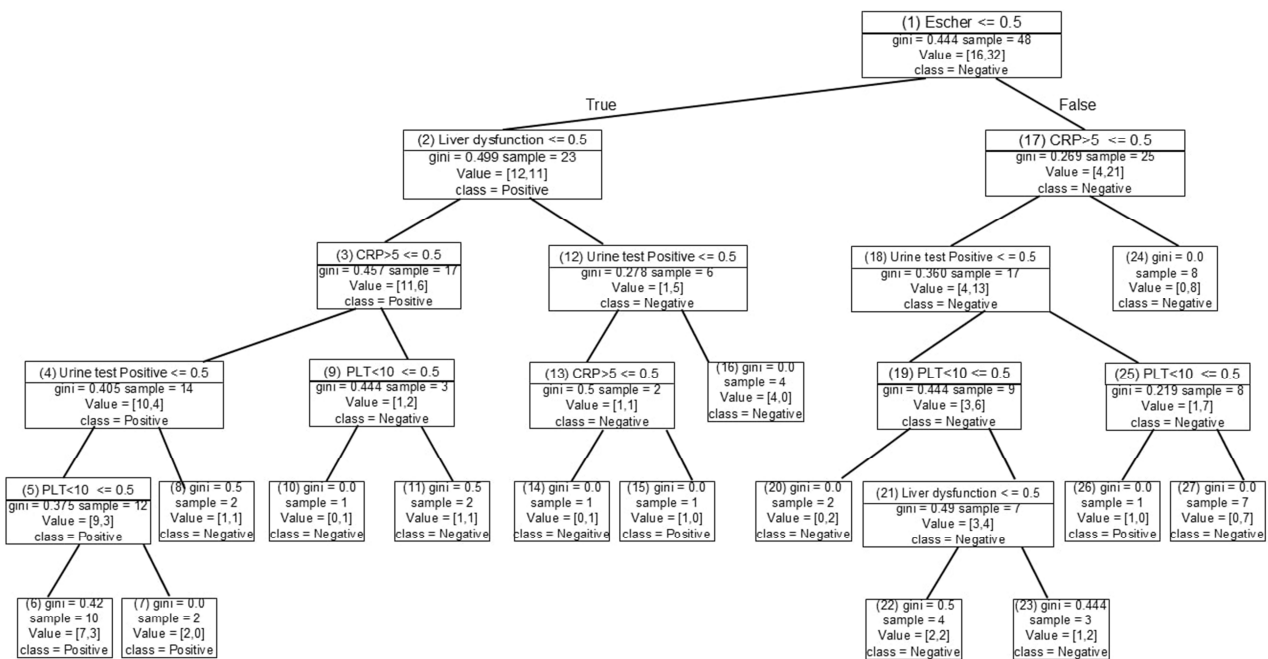


Figure 6. Constructed decision tree model

3.3 Performance Evaluation

Alongside Decision Tree, Random Forest, XGBoost, and LightGBM were applied.

3.3.1 Accuracy, AUC, Precision, Recall (Table 1)

Test data: 13 cases (5 TN, 8 TP). LightGBM had the lowest accuracy/AUC, misclassifying all TP, and was therefore excluded from the discussion. XGBoost achieved the highest accuracy (11/13 correct), followed by Decision Tree and Random Forest (9/13). The decision Tree had the highest AUC, indicating balanced TP/TN discrimination. Recall: all models correctly identified 3/5 TP. XGBoost classified all the TN correctly; the Decision Tree and Random Forest classified 6/8. Precision showed that XGBoost's TP identifications were all correct, but two true TP were misclassified as TN, making Precision a supportive rather than a definitive metric. Overall, XGBoost had the best accuracy and TN recall, the Decision Tree showed better AUC; Random Forest lagged in all metrics.

Table 1. Comparison of Accuracy, AUC, Precision, and Recall Across Models

Model	Accuracy	AUC	Precision: TP	Precision: TN	Recall: TP	Recall: TN
Decision Tree	69.2% (9/13)	0.825	60.0% (3/5)	75.0% (6/8)	60.0% (3/5)	75.0% (6/8)
Random Forest	69.2% (9/13)	0.800	60.0% (3/5)	75.0% (6/8)	60.0% (3/5)	75.0% (6/8)
XGBoost	84.6% (11/13)	0.800	100.0% (3/3)	80.0% (8/10)	60.0% (3/5)	100.0% (8/8)
LightGBM	61.5% (8/13)	0.738	0.0% (0/0)	61.5% (8/13)	0.0% (0/5)	100.0% (8/8)

Accuracy: proportion of correct predictions from the entire dataset. In this case, it refers to the percentage of cases in which TP (test-positive group) was correctly classified as TP and TN (test-negative group) was correctly classified as TN.

AUC: Area Under the Curve for the ROC (Receiver Operating Characteristic) curve.

Precision: The proportion of data predicted as positive that is actually positive.

"Precision: TP" refers to the proportion of cases predicted as TP that were actually TP, while "Precision: TN" refers to the proportion of cases predicted as TN that were actually TN.

Recall: The proportion of actual positive cases that were predicted as positive.

"Recall: TP" refers to the proportion of TP cases that were correctly classified as TP, while "Recall: TN" refers to the proportion of TN cases that were correctly classified as TN.

3.3.2 Feature Importance

Both models ranked Escher highest (Decision Tree: 26.6%; XGBoost: 34.1%). The Decision Tree ranked PLT (25.0%) first, followed by CRP (19.7%), liver dysfunction (18.2%), and positive urine test (10.6%) next. XGBoost ranked liver dysfunction (27.0%) first, followed by positive urine test (16.4%), CRP (13.2%), and PLT (9.3%). Escher and Liver dysfunction were influential in both; other feature rankings varied, reflecting different decision processes.

4. Discussion

Tick-borne spotted fever occurs worldwide, particularly in the tropical and subtropical regions. The Japanese spotted fever (JSF) is endemic to Japan, China, and Southeast Asia. Some authors have suggested that the habitat range of pathogen-carrying ticks may expand owing to global warming². Thus, the JSF warrants coordinated public health and medical responses in the affected regions.

This study aimed to identify the clinical findings useful for differentiating JSF from other febrile rash illnesses. Table 2 presents representative case studies and compares their findings with ours¹⁾³⁾⁸⁾¹¹⁾¹²⁾¹⁴⁾. We conducted comparative studies with control groups to complement and strengthen the triad of signs, an aspect largely absent in previous research. While our results are broadly consistent with those of an earlier case series, the

prevalence of rash among true positive (TP) cases was 65.4%, notably lower than the 94% reported previously³. This suggests that rashes should not be regarded as an essential diagnostic criterion. Clarifying the factors for suspecting JSF in cases with an incomplete triad is essential to reduce missed diagnoses and to facilitate prompt treatment initiation.

Table 2. Comparison and contrast of previous findings with the results of this study

Signs, laboratory findings	Main findings of the previous study	Comparison of TP and TN
Three signs (triad)		
Eschar at the bite site	Present in the majority, though less frequently than fever and rash. 67% *	Considerably higher percentage of TP (65.4%) compared to TN (28.6%)
Fever	Very high proportion of sign appearance. 99% *	No difference between TP (96.2%) and TN (87.8%). High frequency of both
Rash	Very high proportion of sign appearance. 94% *	No difference between TP (65.4%) and TN (46.9%). For TP, the rate of occurrence was slightly lower than previous epidemiological findings
Other signs		
Lymph node enlargement	Sign not often seen †	No difference between TP (15.4%) and TN (4.1%). Low frequency of both
General fatigue	Seen in 40% of the cases ‡	No difference between TP (84.6%) and TN (61.5%). High frequency of both
Headache	Seen in 30% of the cases *	No difference between TP (18.8%) and TN (49.0%). Low frequency of both
Muscular pain	Few visible signs §	No difference between TP (19.2%) and TN (12.2%). Low frequency of both
Disseminated intravascular coagulation (DIC)		
	Seen in 21% of the cases *	No difference between TN (12.2%) and TP (16.7%)
Findings on examination		
White blood cell count	Leukopenia is often not seen, and increased white blood cell counts may be seen *. Left shift in white blood cell count is seen. Reports of decreased eosinophils have been reported ‡	No differences in the mean white blood cell counts (TP 7260 TN 7020). No information on differential count of leukocytes.
Platelet count	Thrombocytopenia may be present in some cases *	The mean platelet count is considerably lower in TP (11.6) compared to TN (15.5)
Liver dysfunction	Elevated liver enzymes, especially AST and LDH. A high ALP at the initial visit increases the incidence of DIC ¶	Higher percentage of AST and LDH levels elevated to abnormal levels considerably in TP (AST 60.0% LDH72.0%) compared to TN (AST40.8% LDH49.0%)
Urinalysis	Slight positive reading for protein and occult blood §	The positive urinalysis rate was very high for TP (85.7%) compared to TN (50.0%).
C-reactive protein (CRP)	CRP is elevated, often very high ‡	The mean CRP level was considerably higher in the TP group (12.2) than in the TN group (8.5)
Renal dysfunction	High BUN or high serum creatinine (Cr) at the initial visit increases the incidence of DIC, and also high serum Cr prolongs the course of the disease ¶ #	No information

* Japanese spotted fever 1999-2019. IASR, 41(8),133-135, 2020. (Reference 3)

† Notification of physicians and veterinarians in accordance with the Infectious Disease Control Law. Ministry of Health, Labor and Welfare. (Reference 14)

‡ Important Clinical Features of Japanese Spotted Fever. Am J Trop Med Hyg, 99(2), 466-469, 2018. (Reference 8)

§ Japanese spotted fever: report of 31 cases and review of the literature. Emerg Infect Dis, 3(2),105-111, 1997. (Reference 1)

¶ Prediction of Disseminated Intravascular Coagulation by Liver Function Tests in Patients with Japanese Spotted Fever. Intern Med, 57(2), 197-202, 2018. (Reference 11)

#Predictive values of clinical parameters for severe Japanese spotted fever. J Infect Chemother, 17(2), 246-253, 2011. (Reference 12)

TP, test positive group; TN, test negative group

AST, Aspartate aminotransferase; LDH, lactate dehydrogenase

Geographical features and occupational descriptions did not differ markedly between the TP and true negative (TN) groups. However, TP cases showed a higher proportion of farm work in cultivated areas (77.3% vs. 58.1%), although this difference was not statistically significant. Given the epidemiological context, farm work, regardless of the topography, may be an important consideration when evaluating possible JSF infections.

Bivariate analysis identified five variables that differed between TP and TN cases: eschar, liver dysfunction, positive urine test, decreased platelet count (PLT), and C-reactive protein (CRP) > 5. To assess their diagnostic utility, we performed a decision tree analysis, a machine learning method that iteratively partitions data into increasingly homogeneous subgroups, to identify the variables most strongly associated with the target outcome^{15,16}. Similar methods—XGBoost, Random Forest, and LightGBM—also ranked eschar as the most important feature¹⁷.

Among the JSF triad (eschar, rash, and fever), eschar was observed more frequently in TP cases (65.4%) than in TN cases (28.6%). Given that only 10.9% of JSF patients recall a tick bite, a thorough examination of the eschar is essential when epidemiological evidence suggests possible exposure. Nevertheless, the detection rates were limited to 65.4% among TP cases, underscoring the need to consider JSF even in the absence of eschar.

Rashes alone were not a reliable diagnostic indicator (65.4% for TP and 46.9% for TN). Among the five TP cases lacking both eschar and rash, four (80%) had CRP > 5, three (60%) had liver dysfunction, and two (40%) had PLT < 10. Fever occurred frequently in both TP and TN cases, but was absent in 12.2% of TN and 5.8% of TP cases, suggesting that an afebrile presentation may help exclude JSF. Notably, one afebrile TP case presented only with a rash but had relevant epidemiological features (residing in a cultivated flatland area and engaged in farm work) and laboratory abnormalities (liver dysfunction, CRP 8.72 mg/dL), which may have led to clinical suspicion of JSF (Appendix Table 5).

Overall, TP cases exhibited a higher number of triad components than TN cases (Appendix Table 2), and all TP cases had at least one of the three signs. When an eschar was present, one or both of the other signs were also observed; in its absence, at least one of rash or fever appeared necessary to raise suspicion.

In addition to eschar, liver dysfunction consistently emerged as an important feature across the models, with CRP and PLT also contributing to classification, particularly in the absence of eschar. Decision tree analysis provided a clear visual representation, with the first split based on an eschar. In its absence, TN cases predominated; however, liver dysfunction and elevated CRP levels helped identify TP cases. All four TP cases without eschar had CRP > 5 and PLT < 10, indicating the potential value of these markers in guiding the diagnosis.

In summary, early detection of JSF requires the integration of clinical signs, epidemiological evidence (e.g., farm work in cultivated areas), and auxiliary laboratory findings (elevated CRP, liver dysfunction, thrombocytopenia, and positive urine test). Even in the absence of an eschar, pathogen testing and empiric tetracycline-class antibiotic therapy should be considered when suspicion is high^{9,10}.

Many studies on JSF have examined patients from specific medical institutions. However, we consider epidemiological and clinical studies covering all regions to be desirable. Moreover, studies that include a control group for comparison with the disease group offer greater epidemiological value than case reports.

Although the limited sample size raises concerns about statistical type II errors (false negatives), and the small amount of test data hindered full evaluation of the decision tree and other classification models, this was unavoidable. JSF is rare even in high-incidence areas, making it inherently difficult to obtain a large number of cases and controls. We hope that this study will serve as a foundation for large-scale analytical epidemiological research at national and international levels involving multiple institutions and sufficient case-control data.

5. Conclusions

Eschar is the most important diagnostic feature of JSF; however, in its absence, liver dysfunction, elevated CRP, thrombocytopenia, and a positive urine test may improve detection rates.

6. Acknowledgements

We express our deepest gratitude to Takuji Hosomi for his academic suggestions and advice on conducting this study.

References

- 1) Mahara F. : Japanese spotted fever: Report of 31 cases and review of the literature. *Emerg Infect Dis*, 3(2), 105-111, 1997.
- 2) Yuki Otsuka, Hideharu Hagiya, Shinnosuke Fukushima, et al. : Trends in the incidence of Japanese spotted fever in Japan: A nationwide, two-decade observational study from 2001-2020. *Am J Trop Med Hyg*, 108(4), 701-704, 2023.
- 3) National Institute of Infectious Diseases. Japanese spotted fever 1999-2019. *IASR*, 41(8), 133-135, 2020.
- 4) Ichiro Fukunaga. : Trends in Japanese spotted fever (JSF) outbreaks: Situation in the eastern region of Kochi Prefecture in Japan, a high-incidence area. *JMAJ*, 5(4), 539-542, 2022.
- 5) Hitomi Kinoshita, Yuzo Arima, Mika Shigematsu, et al. : Descriptive epidemiology of rickettsial infections in Japan: Scrub typhus and Japanese spotted fever, 2007-2016. *Int J Infect Dis*, 105, 560-566, 2021.
- 6) Hiroyuki Matsuyama, Masakatsu Taira, Maki Suzuki, et al. : Associations between Japanese spotted fever (JSF) cases and wildlife distribution on the Boso Peninsula, Central Japan (2006-2017). *J Vet Med Sci*, 82(11), 1666-1670, 2020.
- 7) Hitomi Yamamura, Aiko Takano, Yoshihito Horiuchi. : Six cases with Japanese spotted fever in Atami area, the east part of Shizuoka Prefecture. *Nichi Rinpi Kaishi*, 39(3), 398-405, 2022. (in Japanese)
- 8) Masamitsu Noguchi, Shizuka Oshita, Naohisa Yamazoe, et al. : Important clinical features of Japanese spotted fever. *Am J Trop Med Hyg*, 99(2), 466-469, 2018.
- 9) Satoshi Kutsuna, Hiroyuki Ohbe, Hiroki Matsui, et al. : Delayed tetracycline initiation increases mortality risk in patients with Japanese spotted fever: retrospective analysis using a national inpatient database. *Open Forum Infect Dis*, 9(11), ofac573, 2022.
- 10) Shigetoshi Sakabe, Hiroyuki Tanaka, Yuki Nakanishi, et al. : The clinical course of 239 cases of Japanese spotted fever in Ise Red Cross Hospital, 2006-2019. *J Infect Chemother*, 28(2), 211-216, 2022.
- 11) Yuichi Miyashima, Masaya Iwamura, Michihiko Shibata, et al. : Prediction of disseminated intravascular coagulation by liver function tests in patients with Japanese spotted fever. *Intern Med*, 57(2), 197-202, 2018.
- 12) Tsukasa Nakamura, Kenji Takagaki, Yasuhiro Matsubara, et al. : Predictive values of clinical parameters for severe Japanese spotted fever. *J Infect Chemother*, 17(2), 246-253, 2011.
- 13) Manri Kawakami, Hiromi Fujita, Shinichi Fujioka, et al. : A recovered case of Japanese spotted fever with supportive treatment only. *JJA Inf D*, 93, 525-528, 2019. (in Japanese)
- 14) Ministry of Health, Labor and Welfare. : 26 Japanese spotted fever: Notification of physicians and veterinarians in accordance with the Infectious Disease Control Law. 2024 Apr [cited 2025 Aug 11], [about 1 p.], 2024. <https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/kekkaku-kansenshou11/01-04-23.html>
- 15) Yoshimasa Oku, Seiji Uchioka. : Decision Tree-based Classification and Prediction. *The Journal of Ryutsu Keizai University*, 39(4), 33-43, 2004.
- 16) Koichi Miyaki Izumi Takei, Kenji Watanabe, Hiroshi Nakashima, et al. : Novel statistical classification model of type 2 diabetes mellitus patients for tailor-made prevention using data mining algorithm. *J Epidemiol*, 12(3), 243-248, 2002.
- 17) Yuki Wakuda, Akemi Yamashita, Keisuke Yoshida, et al. : Modeling trial and interpretation of results for machine learning applications in infrastructure maintenance and management. *Artificial Intelligence and Data Science*, 2(J2), 437-46, 2021.

Appendix Tables

Appendix Table 1. Attributes of TP and TN

Variable	TP (case n=26)		TN (control n=49)		P
	Mean	SD	Mean	SD	
Age (Year)	76.8	9.37	77.2	9.23	0.840 ¹
Sex	Male 9 34.6%	Female 17 65.4%	Male 21 42.9%	Female 28 57.1%	

1: Welch's test

2: Fisher's exact test

TP, test-positive group; TN, test-negative group

Appendix Tables 3. Epidemiological and clinical findings in cases and controls (2)

Variable	TP (case n=26)	TN (control n=49)	95% Confidence interval		p value
			Lower	Upper	
Maximum body temperature [degree Celsius] (case: n = 25, control: n = 47)	38.9 (0.84)	38.7 (1.11)	case control		0.394
Days with fever [day] (case: n = 26, control: n = 49)	3.16 (1.24)	3.38 (2.89)	case control		0.664
WBC [u/L] (case: n = 26, control: n = 49)	7260 (2557)	7020 (3784)	case control		0.746
PLT [u/L] (case: n = 26, control: n = 49)	11.6 (4.31)	15.5 (8.54)	case control		0.071
CRP [mg/dL] (case: n = 26, control: n = 49)	12.2 (6.75)	8.5 (11.32)	case control		0.075

Welch's test

WBC, white blood cell count; PLT, platelet; CRP, C-reactive protein; uL, micro L (10⁻⁶L)

TP, test-positive group; TN, test-negative group

Appendix Tables 4. Epidemiological and clinical findings of patients and controls (3)

Variable	TP (case n=26)		TN (control n=49)		Odds ratio	95% Confidence interval	p value
	No. of (%) patients	No. of (%) patients					
CRP >5 [mg/dL] (case: n = 26, control: n = 49)	23/26 (88.5%)	26/49 (53.1%)	6.62	1.67	38.95	0.002	

Fisher's Exact Test

CRP, C-reactive protein

TP, test-positive group; TN, test-negative group

Appendix Table 5. Individual case review: cases with only one sign

No	Age	Sex	Infected location	Description of work	Sign among the triad	Other signs	Findings on examination
1	81	Male	Flatlands, cultivated area	Farmwork	Rash only	Not particular	Liver dysfunction and elevated CRP (8.72mg/dL)
2	80	Female	Flatlands, cultivated area	Farmwork	Fever only	Only DIC	Liver dysfunction, Platelet decreased (77000/uL), slightly elevated CRP (2.5 mg/dL) and Urine occult blood
3	77	Female	Flatlands, Residential area	Unknown	Fever only	Headache	Liver dysfunction, Platelet decreased (93000/uL) and elevated CRP (7.6 mg/dL)
4	72	Male	Flatlands	Unknown	Fever only	Headache	Liver dysfunction, slightly elevated WBC (10860/uL) and elevated CRP (11.5 mg/dL)
5	77	Female	Flatlands	Unknown	Fever only	Not particular	Slightly elevated WBC (9270/uL), very high CRP (21.7 mg/dL), urinary protein and urine occult blood
6	82	Female	Mountainous	Unknown	Fever only	Not particular	Slightly platelet decreased (108000/uL) and very high CRP (26.8 mg/dL)

DIC, Disseminated Intravascular Coagulation; WBC, white blood cell count; CRP, C-reactive protein

Appendix Tables

Appendix Tables 2. Epidemiological and clinical findings in patients and controls (1)

Variable	TP (case n=26) No. of (%) patients		TN (control n=49) No. of (%) patients		Odds ratio	95% Confidence interval		p value
	lower	upper	lower	upper				
Infected location								
Geographical features (case: n=25, control: n=49)								
Mountainous	10/25 (40.0%)	23/49 (46.9%)	0.76	0.25	2.22			0.627
Flatlands	15/25 (60.0%)	26/49 (53.1%)						
Land use (case: n=22, control: n=38)								
Residential area	2/22 (9.1%)	17/38 (44.7%)						0.002
Cultivated area	17/22 (77.3%)	16/38 (42.1%)						
Forest	1/22 (4.5%)	5/38 (13.2%)						
Weedy area	2/22 (9.1%)	0/38 (0.0%)						
Description of work (case: n=22, control: n=31)								
Farmwork	17/22 (77.3%)	18/31 (58.1%)						0.309
Work in the forest	1/22 (4.5%)	5/31 (16.1%)						
Else	4/22 (18.2%)	8/31 (25.8%)						
Three signs (triad) (case: n=26, control: n=49)								
Eschar at the site of bite + (Escher)	17/26 (65.4%)	14/49 (28.6%)	4.61	1.52	14.91			0.003
Fever	25/26 (96.2%)	43/49 (87.8%)	3.44	0.38	166.6			0.410
Rash	17/26 (65.4%)	23/49 (46.9%)	2.11	0.72	6.51			0.150
(case: n=17, control: n=23)								
Only in the trunk	3/17 (17.6%)	6/23 (26.1%)						0.140
Only in the limbs	1/17 (5.9%)	6/23 (26.1%)						
In the limbs and trunk	13/17 (76.5%)	11 (47.8%)						
All three signs were present								
	13/26 (50.0%)	8/49 (16.3%)						0.017
Two signs were present								
	7/26 (26.9%)	19/49 (38.8%)						
One sign was present								
	6/26 (23.1%)	18/49 (36.7%)						
No signs were present								
	0/26 (0.0%)	4/49 (8.2%)						
Detail of two signs								
Eschar and fever	4/26 (15.4%)	5/49 (10.2%)						
Rash and fever	3/26 (11.5%)	13/49 (26.5%)						
Eschar and rash	0/26 (0.0%)	1/49 (2.0%)						

Detail of one sign

Eschar only	0/26 (0.0%)	0/49 (0.0%)
Fever only	5/26 (19.2%)	17/49 (34.7%)
Rash only	1/26 (3.8%)	1/49 (2.0%)

Other signs

Physical symptoms (case: n=26, control: n=49)						
Lymph node enlargement	4/26 (15.4%)	2/49 (4.1%)	4.18	0.55	49.5	0.174
General fatigue	22/26 (84.6%)	24/49 (49.0%)	1.40	0.35	6.87	0.759
Headache	4/26 (15.4%)	13/49 (26.5%)	0.50	0.11	1.92	0.387

Appendix Table 5. Individual case review: cases with only one sign

DIC (cas Liver dys Presenc (Elevatet LDH) AST ALJ LDI Urinalys Urine t (Prote Urina (case Urine (case	No	Age	Sex	Infected location	Description of work	Sign among the triad	Other signs	Findings on examination
1	81	Male	Flatlands, cultivated area	Farmwork	Rash only	Not particular	Liver dysfunction and elevated CRP (8.72mg/dL)	
2	80	Female	Flatlands, cultivated area	Farmwork	Fever only	DIC	Liver dysfunction, Platelet decreased (77000/uL), slightly elevated CRP (2.5 mg/dL) and Urine occult blood	
3	77	Female	Flatlands, Residential area	Unknown	Fever only	Headache	Liver dysfunction, Platelet decreased (93000/uL) and elevated CRP (7.6 mg/dL)	
4	72	Male	Flatlands	Unknown	Fever only	Headache	Liver dysfunction, slightly elevated WBC (10860/uL) and elevated CRP (11.5 mg/dL)	
5	77	Female	Flatlands	Unknown	Fever only	Not particular	Slightly elevated WBC (9270/uL), very high CRP (21.7 mg/dL), urinary protein and urine occult blood	
6	82	Female	Mountainous	Unknown	Fever only	Not particular	Slightly platelet decreased (108000/uL) and very high CRP (26.8 mg/dL)	

DIC, Disseminated Intravascular Coagulation; WBC, white blood cell count; CRP, C-reactive protein

高知県衛生環境研究所報作成要領

(目的)

第1条 この要領は、高知県衛生環境研究所報（以下、「所報」という。）の作成に関し、必要な事項を定める。

(掲載内容及び原稿の種類)

第2条 所報には、高知県衛生環境研究所の概要及び業務概要並びに調査研究の成果等を掲載し、調査研究の成果等についての原稿の種類は、次の各号に掲げるものとする。

- (1) 調査研究報告：調査研究の成果等をまとめたもので未だ印刷公表されていないもの
- (2) 資料：調査研究報告にまとめ得ないもので、記録として残しておく必要のあるもの
- (3) 他誌掲載論文要旨：他誌に掲載された論文の要旨
- (4) 学会発表講演要旨：学会に発表した講演の要旨
- (5) 寄稿：関係者から寄稿されたもの

(調査研究の成果等の投稿)

第3条 調査研究の成果等の投稿は、次の各号により行う。

- (1) 担当チーフ及び課長による校閲を経て、原稿の電子データを所属共有の指定フォルダに保管する。
- (2) 前条第1号及び第2号の原稿は、別に定める原稿執筆要領により作成する。
- (3) 前条第3号、第4号及び第5号の原稿は、原稿執筆要領の規定によらずともよい。

(所報編集委員会の設置)

第4条 所報作成のスケジュール及び投稿された原稿の審査・編集のため、所報編集委員会（以下、「編集委員会」という。）を設置する。

(組織)

第5条 編集委員会の組織は、次のとおりとする。

- (1) 編集委員会は所長、次長、技術次長、企画担当チーフ及び保健科学課長、生活科学課長、環境科学課長で構成する。
- (2) 編集委員会の委員長は所長とする。
- (3) 編集委員会の事務は、企画担当が行う。

(その他)

第6条 その他、必要な事項は編集委員会で協議のうえ、決定する。

(附則)

この要領は、令和6年10月3日から施行する。

調査研究成果等に関する原稿執筆要領

1 投稿資格

投稿者は、原則として高知県衛生環境研究所の職員とする。共著者に他機関の人を含む場合は*印を付し、所属機関名を脚注欄に記載する。

2 原稿の形式

別に定める「研究報告書フォーマット」の様式により作成し、本文は1行48文字46行、10ポイントで作成する。

本文の見出し、小見出し、図表の表題は太字ゴシック体とし、他誌掲載論文要旨、学会発表講演要旨中の当所職員名は文字の下に線をつけゴシック体とする。

生物名(学名)などイタリック体とするときは、文字の下に線をつける。

和文と英文の「表題」、日本語とローマ字で「著者名」を記載する。「要旨」には、目的、方法、知見のまとめを和文1500字以内及び英文800文字以内でまとめる。ただし、英文については省略することもできる。

「キーワード」は、日本語と英語の5語程度とする。

「はじめに」では、研究史、目的、意義、「材料と方法」では、研究、調査、実験、解析に関する手法の記述、資料、材料の集め方、「結果」では、結果、成績、「考察」では、結果、成績の解釈と評価、他の文献との比較、最後に「文献」を記載する。

3 表題

続報の場合は、必ず副題を付ける。英文の表題は、前置詞、接続詞、冠詞以外はイニシャルを大文字にし、他は小文字にする。ローマ字の著者名は、名はイニシャルのみを大文字にし、苗字はすべて大文字とする。

(例) KOCHI Taro

4 本文

文の書き出し及び行を改める時は、1字あける。句読点は、それぞれ1字に数える。ただし、これらの記号が行の頭に出る場合は、前の行の右欄外に書く。

数字はアラビア数字を用い、1こま原則2字とする。小数点、コンマ等の記号も数字に準じて記載する。

数量の単位は原則としてメートル法により、慣用されている記号、略号を用いる。

生物名(和名)はカタカナ書きとし、その学名はイタリック体(斜体)とする。

(例) ガンビアトリパノゾーマ *Trypanosoma gambiense*

用語を略記するときは、最初に必ず正式な名称を共に示す。

5 表と図

表では上部、図では下部に番号と表題を表示し、注釈は表や図の下部に記載する。

本文に挿入できない図表については、別にA4判の用紙に作成し、挿入位置及び大きさを指示する。

6 文献

文献は、本文の引用箇所の右欄に 1)、2)3)、4-6) のように記載し、本文の後ろに引用番号順に 1 文献ごとに行を改めて記載する。

雑誌の引用は、著者名：表題名．雑誌名，巻（号），頁，発行西暦年．の順とし、単行本の引用は、著者名：書名．頁，発行所名（発行地），発行西暦年．の順に記載する。

(例)

1)Mental, N. and Haenszel, W. : Statistical aspects of the analysis of data from re-trospective studies of disease. J. natl. Cancer Inst., 22, 719-723, 2004.

2)上光一郎，四国三郎，高知花子：新栄養学．234，夢獏出版（東京都），2004.

共著の場合、3名以内は全員を記載、4名以上は筆者のみ記し、その後に「ら」を付す。文献の略名は、和文誌は日本自然科学学術雑誌総覧、欧文誌は Chemical Abstract に従って記載する。

所報編集委員

委員長 山 村 展 子
委 員 竹 澤 和 子
" 松 本 一 繁
" 山 下 浩
" 下 元 かおり
" 須 賀 由 香

高知県衛生環境研究所報（第7号）

2025

令和8年3月作成

編集兼 〒780-0850 高知市丸ノ内2丁目4番1号

発行 高知県衛生環境研究所

TEL (088)821-4960 FAX (088)821-4696
