高知県衛生環境研究所報

第６号

２０２４

Kochi Public Health and Environmental Science
Research Institute
No.6　　2024

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、市町村や福祉保健所の保健衛生及び環境行政を科学的・技術的に支える専門機関として、試験・検査、調査研究業務及び情報の収集・解析・発信等を行うほか様々な危機管理事象に迅速に対応できるよう日々業務に取り組んでおります。

地方衛生研究所は、新型コロナウイルス感染症の流行を契機として次なる感染症への対応を踏まえた地域保健法の改正等により、機能強化、体制整備が求められております。

そこで令和６年３月、当衛生環境研究所は高知県・高知市感染症予防計画と整合性のある健康危機対処計画（感染症）を策定し、有事における体制づくり、人材の確保、検査実施の体制確保等に努めるとともに、実践型訓練により体制の強化を図っております。

さて、本号では、令和５年度に当研究所が行いました保健環境衛生に係る検査結果等の概要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、高知県における感染症の流行予測調査や *Escherichia albertii* の県内産牛の保菌及び流通牛肉の汚染状況調査、また環境分野では、大気汚染物質にかかる調査研究や四万十川の清流基準における県独自の指標生物 40 種の整理など、合わせて８題の報告になります。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に存じます。

最後になりましたが、市町村や医療機関、医学系や環境科学系の大学、全国の地方衛生研究所・環境研究所等の皆様方には、引き続きこれまで以上のご協力とご支援を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。

令和７年２月吉日

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

Ⅱ　令和5年度業務概要

Ⅲ　調査研究報告

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

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

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

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

24. 7　動物舎(12坪)汚物焼却場(6坪)倉庫(3坪)新築する

25. 1　高知県衛生研究所設置条例が公布される

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

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

32. 1　動物舎(9坪)増築、車庫(36坪)取得

39. 5　地方衛生研究所設置要綱が改正される

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)

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

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　所の組織に公害部※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
※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

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

55. 4　臨床病理部を病理部と名称変更

61. 4　公害防止センターが移転
※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」として桟橋通 6 丁目に新築移転

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)

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
※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

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

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
※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

23. 4　機構改革により、総務課が総務企画課となる

29. 4　保健衛生総合庁舎 1 期棟完成に伴い、移転

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

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
総務、企画、保健科学課、食品科学課、環境科学課の組織体制となる

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

※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６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	449.49㎡
	高知県後期高齢者医療広域連合	195.05㎡
	高知県精神障害者家族会連合会	11.96㎡
	大会議室	156.98㎡
	中会議室	74.56㎡
	中国帰国者就労生活相談室	28.84㎡
	災害備蓄倉庫	16.24㎡
	廊下ほか	467.04㎡
	計	1400.16㎡
2 階	免疫研究室	47.08㎡
	冷凍庫室	44.37㎡
	ウイルス研究室	35.48㎡
	培養室	24.11㎡
	バイオハザード対策実験室	26.30㎡
	感染動物室	5.35㎡
	前室	6.11㎡
	風除室	8.67㎡
	空調機室	8.35㎡
	倉庫	14.15㎡
	チャンバー室	3.26㎡
	増幅産物取扱い室	66.81㎡
	機器室	19.16㎡
	試薬準備室	17.73㎡
	検体収受室	11.64㎡
	資材庫	45.47㎡
	高圧滅菌室	11.17㎡
	乾燥滅菌室	7.29㎡
	低温室	6.42㎡
	細菌研究室	57.14㎡
	洗浄洗濯室	38.69㎡
	電子顕微鏡室	39.07㎡
	ボンベ庫	1.00㎡
	暗室	12.75㎡
	第６機器室	58.56㎡
	大気分析室１	81.11㎡
	所長室	21.91㎡
	事務室	173.30㎡
	空調機械室	21.96㎡
	第５機器室	30.94㎡
	大気分析室２	43.77㎡
	アスベスト処理分析室	13.84㎡
	水生生物･生物応答検査室	41.55㎡
	前室	3.88㎡
	無菌･恒温室	11.03㎡
	測定機器保管庫	34.89㎡
	廊下ほか	285.26㎡
	計	1379.57㎡

3 階	居住環境研究室	40.16㎡
	アレルギー・遺伝子研究室	46.70㎡
	ボンベ室１	18.26㎡
	環境放射能前処理室	61.83㎡
	環境放射能資料室	15.08㎡
	放射能測定室	32.27㎡
	放射能測定前室	15.24㎡
	天秤室	4.43㎡
	水質分析室	185.82㎡
	溶媒保管室	7.33㎡
	冷蔵室	9.83㎡
	環境試験室１	40.54㎡
	無機前処理室	68.76㎡
	有機前処理室	67.45㎡
	データ解析室	54.84㎡
	ボンベ室２	11.81㎡
	空調機械室	21.96㎡
	第７機器室	44.81㎡
	第８機器室	30.75㎡
	ポンプ・コンプレッサー室	8.33㎡
	薬品庫	10.15㎡
	天秤室２	12.25㎡
	精密天秤室	10.30㎡
	環境試験室２	30.30㎡
	資材庫２	33.45㎡
	廊下ほか	238.65㎡
	計	1121.30㎡

4 階	医薬品研究室	39.80㎡
	GLP 管理室	36.41㎡
	第 1 機器室	42.97㎡
	第 2 機器室	51.48㎡
	第 3 機器室	33.10㎡
	第 4 機器室	44.04㎡
	空調機室	26.02㎡
	コンプレッサー室	6.07㎡
	ボンベ室	3.03㎡
	試薬保管室	12.89㎡
	天秤室 3	11.43㎡
	冷凍･冷蔵庫室	34.16㎡
	溶媒保管室	18.49㎡
	検体収受･均質化室	55.69㎡
	食品化学研究室	142.72㎡
	標準品調製室	14.64㎡
	資材庫 3	27.80㎡
	水質第 1 研究室	40.78㎡
	水質第 2 研究室	82.72㎡
	器具洗浄室	29.16㎡
	廃液保管室	8.74㎡
	環境生物研究室	38.50㎡
	廊下ほか	258.18㎡
	計	1058.82㎡

5 階	備蓄倉庫	44.50㎡
	図書･資料室	111.57㎡
	会議室 1・2	149.96㎡
	倉庫	27.86㎡
	女子休憩室	23.50㎡
	（和室）	10.06㎡
	脱衣室	2.40㎡
	US	1.32㎡
	男子休憩室	22.78㎡
	（和室）	11.45㎡
	脱衣室	2.73㎡
	US	1.61㎡
	事務室 1－1	30.02㎡
	事務室 1－2	41.54㎡
	廊下ほか	170.74㎡
	計	652.04㎡
R 階	廊下ほか	28.88㎡

車庫棟	車庫	99.69㎡
	倉庫	27.30㎡
	計	126.99㎡

3　組織及び所掌事務

令和６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) 国設梼原測定局（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６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	小　計		
所　　長		1					1		1
次　　長	1						1		1
技術次長			1				1		1
総務・企画	2					1	3	3	6
保健科学課		6※	3		1		10		10
生活科学課		1		2	1	1	5	1	6
環境科学課		2		6	4		12	1	13
合　　計	3	10	4	8	6	2	33	5	38

※保健政策課兼務職員（1名）を含む。

(2) 職員名簿

令和６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	生活科学課	課長（兼）	松本一繁
	次　　長	弘田祐子		チーフ	別役由香
	技術次長	松本一繁		主任研究員	澤田祐貴子
総務・企画	総務チーフ（兼）	弘田祐子		〃	松木葵
	企画チーフ	須賀由香		〃	角大輝
	主幹	二宮美帆		研究員	明神真未
	〃	谷口美和子		会計年度任用職員	宮中貴美
	会計年度任用職員	竹村佐智			
	〃	公文菊子			
	〃	西山貴雄			
保健科学課	課長兼ウイルスチーフ	下元かおり	環境科学課	課長兼環境保全チーフ	山下浩
	保健細菌チーフ	影山温子		大気チーフ	池澤正幸
	食品細菌チーフ	高木春佳		水質チーフ	林エリ
	主任研究員	小松隆志		主任研究員	刈谷玲菜
	〃	別役信乃		〃	細井健太郎
	〃	尾崎早矢香		〃	谷脇龍
	〃	佐藤亘		研究員	大原光生
	〃	野口優		〃	髙橋紗希
	〃	前田詩乃		〃	菊地那美
	研究員	竹中慧		〃	福井佳苗
	〃			〃	森澤あかり
				〃	桑名一誠
				会計年度任用職員	立川真弓

Ⅱ　令和５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）に基づき実施され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。その際、発生状況を流行の高まりに応じて「注意報」や「警報」として示し注意喚起するとともに、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。

表 1　全医療機関から届出のあった全数把握の対象となる感染症　（令和 5 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 類	結核	4	5	5	4	3	6	4	2	7	4	5	8	57
3 類	腸管出血性大腸菌感染症			1		4	2							7
4 類	重症熱性血小板減少症候群(SFTS)	2	1	1	2			1				1	1	9
	つつが虫病						1	2	3	5	1			12
	日本紅斑熱	4	2	1		4	1	3	1					16
	マラリア								1					1
	レジオネラ症		1	1	1		3		1			1		8
	レプトスピラ症						1							1
5 類	ウイルス性肝炎						1							1
	カルバペネム耐性 腸内細菌目細菌感染症		1	1	2		1	1	1		1	1	1	10
	急性弛緩性麻痺						1							1
	クロイツフェルト・ヤコブ病							1						1
	劇症型溶血性レンサ球菌感染症							1			1		1	3
	後天性免疫不全症候群(HIV 含む)	1						1					1	3
	侵襲性インフルエンザ菌感染症	1		1		1				2		1	1	7
	侵襲性肺炎球菌感染症		1			1	1	2		1	4	2	2	14
	梅毒	10	8	4	5	5	1	7	5	5	3	2	3	58
	播種性クリプトコックス症				1				1					2
	破傷風			1										1
	百日咳		2	1	2			1		1				7
＊	新型コロナウイルス感染症	689	185											874
総計		711	206	17	17	18	19	24	15	21	14	13	18	1,093

＊新型インフルエンザ等感染症　　単位：人

保健所受理日で集計

表 2　定点医療機関（87 機関）から報告の必要がある定点把握の対象となる感染症

（令和 5 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	452	228	458	123	67	533	2,623	5,339	5,067	2,448	3,376	3,141	23,855
	新型コロナウイルス感染症		210	888	2,754	4,122	2,442	627	381	646	2,023	2,140	900	17,133
小児科	咽頭結膜熱	9	27	62	16	40	86	131	316	269	123	77	36	1,192
	A 群溶血性レンサ球菌咽頭炎	20	53	125	86	89	127	212	504	546	333	668	435	3,198
	感染性胃腸炎	200	296	325	221	237	203	145	300	258	315	598	359	3,457
	水痘	7	11	22	19	22	29	13	26	24	9	8	15	205
	手足口病	19	11	17	106	127	203	170	68	31	15	19	7	793
	伝染性紅斑	3	3		1	3	5	1	1		2	2	4	25
	突発性発疹	20	42	38	25	40	31	20	29	19	15	24	23	326
	ヘルパンギーナ	148	150	184	207	172	118	126	36	5	8	13	14	1,181
	流行性耳下腺炎	1	2	6	4	2		2	2	2	1	1	2	25
	RS ウイルス感染症	52	58	171	332	445	91	5	3	1		2	2	1,162
眼科	急性出血性結膜炎													0
	流行性角結膜炎	1	1		2		1	2	7	1	4	2	5	26
STD	性器クラミジア感染症	8	7	4	4	3		3	4	9	14	5	5	66
	性器ヘルペスウイルス感染症							1		1			1	3
	尖圭コンジローマ	1		1	1				1	4	2		2	12
	淋菌感染症		1	1				1	1		5	1	3	13
基幹	細菌性髄膜炎	1	1	1					2			1	3	9
	無菌性髄膜炎			1	4		1	1		2			1	10
	マイコプラズマ肺炎	7	1	3	4		1	2	3	6		6	2	35
	クラミジア肺炎（オウム病は除く）													0
	感染性胃腸炎（ロタウイルスに限る）							1			2	1	2	6
	メチシリン耐性黄色ブドウ球菌感染症	13	20	20	21	22	29	28	28	33	19	27	35	295
	ペニシリン耐性肺炎球菌感染症			1										1
	薬剤耐性緑膿菌感染症		1											1
計		962	1,123	2,328	3,930	5,391	3,900	4,114	7,051	6,924	5,338	6,971	4,997	53,029

報告日の月数で集計　　単位：人

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」が設置された。

令和 5 年度は、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フォーカスし、WBGT 計（熱中症指数測定器）を購入して市町村や学校への貸出制度を創設したほか、熱中症弱者である幼児向け啓発冊子を作成し、県内全ての保育所、幼稚園、小学校に配付した。幼児向け冊子は、よさこい祭りを観覧中に熱中症になりかけた 5 歳児がオーテピア高知図書館で涼を取り、水分補給した後、両親とともに熱中症をもたらした地球温暖化や気候変動について学んでいく絵本形式の冊子としたことから、多くの保育園

で活用が進んだ。また、国立環境研究所のホームページにおいて、子ども向け啓発資材として全国に紹介された。

3　人材育成

令和 5 年度は、健康政策部の技術職員の人材育成に関する検討会事務局として、ワーキンググループを設置して食中毒対応研修を 2 回実施するとともに、アスベスト対策ワーキンググループを運営して建築物の解体工事等におけるアスベストの飛散防止指導に関するマニュアルを作成した。

また、県庁イントラネットに開設している「バーチャルこうち保健所」を自己学習のプラットフォームとしてリニューアルし、若手職員の技術的サポート体制を強化した。

一方、研究員の育成については、業務で必要な検査技術をリストアップしたスキルチェックシートを用いて検査技術の習得状況を確認し、自主的な技術習得を促すとともに、所内研修を実施した結果、PCR 検査については新たに 4 名が技術を習得した。

4　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精度管理を担う部署として、企画担当が試験検査の内部監査、内部点検を実施している。

令和 5 年度は、感染症のウイルス検査・細菌検査及び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・理化学的検査に関する内部監査、内部点検を 3 回実施し、必要な改善を指示した。

5　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、個人情報の保護、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 5 年度は 11 月に開催し、昨年度開始した「日本紅斑熱リケッチア抗体価検査法の改良」の研究計画の変更及び「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」の研究計画が承認された。

【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 624 検体について細菌やウイルス検査を実施し、計 497 件のウイルス及び計 4 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）やエンテロウイルス、インフルエンザ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 5 年度）

種　別	件　数	備　　考
ウイルス	611	分離・検出率　497/611　81.3%
細　　菌	13	分離・検出率　4/13　30.8%
合　　計	624	分離・検出率　501/624　80.3%

表 4　検出病原体一覧　　（令和 5 年度）

病原微生物	総　計
Adenovirus	19
Astrovirus	1
Enterovirus	76
Herpesvirus	44
Human metapneumovirus	3
Influenza virus	73
Norovirus	11
Parainfluenza virus	3
Respiratory syncytial virus	3
Rotavirus	2
Sapovirus	1
SARS-CoV-2	261
Staphylococcus aureus	1
Streptococcus pyogenes	3
計	501

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 5 年度は 18 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、3 検体が一致したが、24 領域全て一致する検体はなかった。

平成 24 年 12 月から令和 6 年 3 月までの期間に検査を実施した検体数は、計 311 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。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 5 年度は 10 検体について検査を実施し、うち 7 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 6 検体が IMP 型、1 検体が NDM 型であった。特定の医療機関で継続して検出されたため、保健所に介入支援を依頼した。

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 5 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
Enterobacter cloacae	3	3	2	1
Escherichia coli	5	5	5	1
Klebsiella aerogenes	1	1		
Serratia marcescens	1	1		
計	10	10	7	2

②　感染症流行予測調査

令和 5 年度の感染症流行予測調査事業では、県内の 315 名（男性 110 名、女性 205 名）に協力を得て、インフルエンザ・麻しん・風しん、5 年に 1 度の調査項目として破傷風・ジフテリア・百日咳について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、ブタ鼻腔拭い液でブタインフルエンザのウイルス分離を行った。

インフルエンザ：2023/24 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)亜型] 1.9%、A/Darwin/9/2021[A(H3N2)亜型]6.7%、B/Phuket/3073/2013[B 型(山形系統)] 57.1% 、B/Austria/1359417/2021[B 型(ビクトリア系統)] 11.7%であった。

麻しん：令和５年度から酵素抗体法（EIA 法）で実施し、抗体陽性である 16 以上の抗体保有率は全体で 32.7%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 94.5%、女性 93.7%、全体では 94.0%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 60.0%、女性 68.8%、全体では 65.7%だった。

破傷風：感染防御レベルとされている 0.01IU/mL 以上の抗体保有率は全体で 73.7%であった。

ジフテリア：感染防御レベルとされている 0.1IU/mL 以上の抗毒素保有率は全体で 43.6%であった。

百日咳：乳児の感染防御レベルとされている 10EU/mL 以上の抗 PT 抗体保有率は全体で 32.4%、抗 FHA 抗体保有率は全体で 54.0%であった。

日本脳炎：6 月から 9 月にかけて県内産豚（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 27 日に採血した豚血清より、HI 抗体保有率が 90%、新鮮感染を示す 2ME 感受性抗体保有率が 67%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侵入を監視するため、6 月から翌年 3 月にかけて県内産豚（各月 10 頭、計 100 頭）の鼻腔拭い液を検体として採取した。この検体について培養細胞によるウイルス分離を行ったが、すべて陰性であった。

表 6　感染症流行予測調査実施状況　　**（令和 5 年度）**

種　　別	検体数	備　　考
インフルエンザ	315	HI 抗体（ヒト: 抗原 4 種類）
麻しん	315	EIA 抗体
風しん	315	HI 抗体
破傷風	315	KPA 抗体
ジフテリア	140	毒素中和抗体
百日咳	315	抗 PT 抗体、抗 FHA 抗体
日本脳炎	90	ブタ: HI 抗体、2-ME 感受性抗体
新型インフルエンザ	100	ウイルス分離（ブタ）
合　　計	1,905	

(2) 感染症・食中毒等の健康危機対策

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、ダニ媒介感染症 179 検体について検査を実施し、日本紅斑熱リケッチア 23 検体、つつが虫病リケッチア 20 検体、SFTS ウイルス 8 検体を検出した。その他、麻しん・風しん、急性弛緩性麻痺、エムポックスなどの検査を実施し、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 2 検体、長太郎貝 3 検体の合計 5 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）121 検体について検査を実施し、ノロウイルス GI 8 検体、ノロウイルス GⅡ 31 検体、サポウイルス 2 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 5 年度）

	検査依頼内容	検体数	陽性数	陽性内訳
感染症	ダニ媒介性感染症（日本紅斑熱・つつが虫病・SFTS）	179	51	日本紅斑熱 23 検体・つつが虫病 20 検体・SFTS 8 検体
	MERS	2	0	
	HIV	2	0	（国立感染症研究所への行政依頼：HIV-2RNA 検査）
	麻しん・風しん	5	0	
	急性弛緩性麻痺	5	0	
	エムポックス	3	0	
	日本脳炎	2	0	
	マラリア	1	0	
	クラスター等	4	0	
食品等	食品安全対策検査（貝類のノロウイルス）	5	0	
	食中毒（便）	83	23	ノロウイルス GI 8 検体・GⅡ 31 検体・サポウイルス 2 検体
	食中毒（拭き取り）	26	0	
	食中毒（食品残品）	12	0	
	ノロウイルスシークエンス	1	1	ノロウイルス GⅡ.4 1 検体

エ　新型コロナウイルス（COVID-19）感染症

令和5年5月8日以降、新型コロナウイルス（COVID-19）感染症は5類感染症に分類されたため、全患者を検査する体制は解除された。当所は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、292検体について、ゲノム解析を実施し、オミクロン株205検体（うち、BA.2系統106検体、XBB系統95検体、XBC系統3検体、CK系統1検体)、解析不能は87検体であった。

表8　新型コロナウイルスゲノム解析状況　（令和5年度）

<table>
<tr><td colspan="12">オミクロン株</td><td rowspan="4">計</td></tr>
<tr><td colspan="11">BA.2系統群</td><td>BA.5系統群</td></tr>
<tr><td colspan="4">BA.2系統</td><td colspan="5">XBB系統</td><td>XBC系統</td><td>CK系統</td></tr>
<tr><td>BA.2</td><td>FK.1</td><td>その他</td><td>計</td><td>EG.5</td><td>XBB.1</td><td>HK.3</td><td>その他</td><td>計</td><td>HW.1</td><td>CK.1</td></tr>
<tr><td>91</td><td>11</td><td>4</td><td>106</td><td>34</td><td>21</td><td>8</td><td>32</td><td>95</td><td>3</td><td>1</td><td>205</td></tr>
</table>

②　細菌検査

ア　感染症に係る検査

（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28検体、陰性確認1検体の検査を実施し、2検体が陽性であった。

（イ）その他感染症

サルモネラ属菌2検体の検査を実施し、2検体から *Salmonella enterica* ssp. arizonae を検出した。

また、大腸菌K1抗原解析依頼が2検体、薬剤耐性緑膿菌のゲノム解析依頼が2検体あり、ともに国立感染症研究所へ行政依頼をした。

表9　行政依頼検査実施状況（細菌）　（令和5年度）

	検査依頼内容	検体数	陽性数	陽性内訳
感染症	サルモネラ属菌	2	2	*Salmonella enterica* ssp. arizonae 2検体
	腸管出血性大腸菌	29	2	O153:H2、 VT1　1検体 O115:H10、VT1　1検体
	病原性大腸菌K1抗原	2	2	（国立感染症研究所への行政依頼： O75:H-/Hg5（K1抗原陽性）　2検体）
	薬剤耐性緑膿菌	2	―	（国立感染症研究所への行政依頼 ：遺伝学的関連性検査）

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。

（ア）乳等

牛乳 19 検体、加工乳 4 検体、乳飲料 11 検体について、生菌数及び大腸菌群の検査を実施し、全ての検体で規格基準に適合していた。

（イ）アイスクリーム類・氷菓

アイスクリーム類 27 検体、氷菓 18 検体について、生菌数、大腸菌群、サルモネラ属菌の検査を実施し、アイスクリーム類で 1 検体が大腸菌群陽性となり規格基準に不適合となったが、それ以外の検体は全ての検体で規格基準に適合していた。

（ウ）生食用鮮魚介類

生食用鮮魚介類 48 検体について、腸炎ビブリオの検査を実施し、全ての検体で規格基準に適合していた。参考値の検査（生菌数、大腸菌群）では、大腸菌群が 31 検体で陽性であった。

（エ）加熱食肉製品

加熱後包装食肉製品 3 検体について、サルモネラ属菌、黄色ブドウ球菌数、大腸菌の検査を実施し、全ての検体で規格基準に適合していた。

包装後加熱食肉製品 1 検体について、大腸菌群、クロストリジウム属菌の検査を実施し、規格基準に適合していた。

（オ）漬物（浅漬等）

漬物（浅漬等）13 検体について、大腸菌、腸炎ビブリオ、腸管出血性大腸菌 O157 の検査を実施し、全ての検体が衛生的であった。ただし、1 検体については消費期限の期間が長く、浅漬けと判断しがたい検体であったため、検査結果は参考値とした。

（カ）生食用カキ

生食用カキ 1 検体について、生菌数、大腸菌、腸炎ビブリオの検査を実施し、規格基準に適合していた。

（キ）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 3 検体、輸入ウナギ蒲焼き 3 検体、市販の豚肉、牛肉、鶏肉の 9 検体、牛乳 5 検体、魚介類 10 検体、合計 30 検体について、畜水産食品中の残留抗生物質簡易検査法による動物用医薬品延べ 105 項目を検査し、全ての検体で規格基準に適合していた。

ウ　食中毒に係る検査

食中毒（疑いを含む）事例 20 件、158 検体（便、食品、拭き取り液）について検査を実施し、1 検体から Enterohemorrhagic *E. coli*（EHEC）O8:H19（VT2）、3 検体から Enterotoxigenic *E. coli*（ETEC）OUT（LT）（うち 1 検体は *astA* も保有）、1 検体から Enterotoxigenic *E. coli*（ETEC）O125（LT）、2 検体から Enteropathogenic *E. coli*（EPEC）OUT（*eae,astA*）、11 検体から *Campylobacter jejuni*、2 検体から中温性エロモナス、2 検体から *Staphylococcus aureus*（ｴﾝﾃﾛﾄｷｼﾝ G、I）、1 検体から *Staphylococcus aureus*（ｴﾝﾃﾛﾄｷｼﾝ A、H）、1 検体から *Staphylococcus aureus*（ｴﾝﾃﾛﾄｷｼﾝ A）、3 検体から *Clostridium perfringens* を検出した。

その他、12 検体から *Staphylococcus* 属菌、3 検体から *E. coli* OUT（*astA*）、2 検体

から *E. coli* OUT（*afaD*）、1 検体から *Clostridium* 属菌を検出した。

表 10　行政依頼検査実施状況（細菌）　（令和 5 年度）

	検体	数	菌株分離検体数	分離菌株の内訳
食中毒	便	98	32	腸管出血性大腸菌（EHEC）O8:H19（VT2）　1 腸管毒素原性大腸菌（ETEC）OUT（LT）　2 腸管毒素原性大腸菌（ETEC）OUT（LT、*ast*A）1 腸管毒素原性大腸菌（ETEC）O125（LT）　1 腸管病原性大腸菌（EPEC）OUT（*eae*、*ast*A）　2 カンピロバクター　ジェジュニ　11 中温性エロモナス　1 黄色ブドウ球菌（ｴﾝﾃﾛﾄｷｼﾝ G、I）　1 黄色ブドウ球菌（ｴﾝﾃﾛﾄｷｼﾝ A、H）　1 黄色ブドウ球菌（ｴﾝﾃﾛﾄｷｼﾝ A）　1 ウェルシュ菌　3 *Staphylococcus* 属菌　12 大腸菌 OUT（*astA*）　3 大腸菌 OUT（*afaD*）　2 （重複あり）
	食品	12	0	
	拭き取り液	48	3	中温性エロモナス　1 黄色ブドウ球菌（ｴﾝﾃﾛﾄｷｼﾝ G、I）　1 *Clostridium* 属菌　1

(3) 精度管理

① 内部精度管理（細菌検査）

食中毒菌株を用いて内部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、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」、厚生労働科学研究に係る腸管出血性大腸菌の外部精度管理に参加し、結果は全て適正であった。

イ　食品衛生検査について、一般細菌数、黄色ブドウ球菌、大腸菌群の外部精度管理を実施し、結果は全て適正であった。

③ 外部精度管理（ウイルス検査）

厚生労働省が主催する「新型コロナウイルスの次世代シーケンシング（NGS）による遺伝子の解読・解析」、「麻しん・風しんウイルスの核酸検出検査」の外部精度管理を実施した。そのうち、「麻しん・風しんウイルスの核酸検出検査」の結果が誤っていた。これは、PCR 試薬の誤調整が原因と考えられた。その後、改善を確認した。

(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）を本年度から再開した。（新型コロナウイルス感染症対応のため令和 2～4 年度中断）

表 11　ウイルス媒介蚊の実態調査　（令和 5 年度）

	安芸	中央東	高知城	中央西	須崎	幡多	計
アカイエカ	15	22	152	81	85	3	358
コガタアカイエカ	8	10	3	203	3	1	228
ヒトスジシマカ	2	0	41	10	0	2	55
オオクロヤブカ	1	0	8	8	6	1	24
シナハマダラカ	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	2	28	42	2	1	75
同定不能	0	1	1	12	1	3	18
合　　計	26	35	233	356	97	11	758

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、クーリングタワーのレジオネラ属菌検査依頼が 1 検体、及び工業用水周辺井戸の大腸菌検査依頼が 8 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 29 ページの一般依頼検査に示した。

(3) 高知市保健所委託検査

感染症発生動向調査は 41 件の検査を実施した。内訳は、29 ページの③高知市保健所委託検査に示した。

【生活科学課】

1　調査事業

(1) 環境放射能水準調査事業及び総合モニタリング計画

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、当所は昭和 36 年からこの事業に参加し、空間放射線量率などの測定結果を蓄積している。

平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災（東北地方太平洋沖地震）に伴い、福島第一原子力発電所事故が発生し、大量の放射性物質が環境中に排出される事態となった。

この事態を受け、全都道府県における 24 時間体制での空間放射線量率測定、地上 1m の空間放射線量率調査等、行政上必要と認められた測定（総合モニタリング計画）を継続している。

また、環境放射能水準調査として、令和 5 年度は雨水、降下物、食品（乳、魚、野菜、水道水）、土壌の計 119 検体及び空間放射線量率測定を行うとともに、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。

表 12　環境放射能水準調査　（令和 5 年度）

種　別		試料数	備　考
全ベータ（β線）	降　水	96	降雨ごと
核種分析（γ線）	降下物	12	雨水、ちり(1か月)
	土　壌	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（24hr自動測定）
合　計		119	

表 13　総合モニタリング計画に基づく調査　（令和 5 年度）

試　料　名	試 料 数	備　考
地上 1m空間放射線量率	12	原子力規制庁
合　計	12	

(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5年度は県内5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5年度は幼児用等衣料品69検体及び家庭用洗浄剤4検体計73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89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　香南工業用水周辺井戸調査

企業誘致課の依頼により工業用水取水に伴う周辺井戸への影響を把握するための水質調査を実施し、令和5年度は香南市の3か所の井戸水について、8月、11月は全3か所、1月は2か所から採水を行い、ナトリウムイオン、塩化物イオン、鉄、マンガン等19項目について継続調査を行い、おおむね例年と同様の結果であった。

ウ　医薬品等規格検査

薬務衛生課の依頼により、PIC/Sに基づいた医薬部外品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。また、2種類の錠剤について医薬品成分デキサメタゾンの定性・定量分析の依頼があり検査を行った。

エ　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58検体について、農薬等148種類の化合物成分を分析した。延べ8,584件の分析を行った結果、基準値を超過す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25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）遺伝子組換え食品検査

豆腐等の原料大豆4検体について、定量PCR法により検査を行った。いずれの検体とも遺伝子組換え食品（ラウンドアップ・レディー・大豆等）の混入率は基準の「5%以下」を満たしていた。

（エ）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3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30種類延べ900件の分析を行った。そのうち、1検体から2件の動物用医薬品成分が検出されたが、基準値を超過するものはなかった。

（オ）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。

（カ）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。

（キ）牛乳等の成分規格検査

県内で加工された牛乳等 23 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。

（ク）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す過酸化水素が検出された。保健所による現地調査の結果、過酸化水素の使用は認められず、天然由来と判断された。

（ケ）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す亜硝酸根は検出されなかった。

オ　外部精度管理

令和 5 年度は、食品試料中の農薬や動物用医薬品の定量試験、遺伝子組換え食品の定性検査、下痢性貝毒検査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、今年度は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。結果報告を受けたすべての精度管理において、Xbar 管理限界線及び R 管理限界線等の判定基準を満たしていた。

カ　内部精度管理

令和 5 年度は、残留農薬検査(GC-MS/MS、LC/QTof-MS)、動物用医薬品検査、下痢性貝毒検査の計 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。

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

実施しなかった。

【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 14　モニタリング調査実施状況　（令和 5 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）	10 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。また、常時監視測定局による測定体制を補完するため、移動測定車を用いて、大月町 1 回（4 月から 6 月）の測定を実施した。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 15　一般環境大気測定局別測定項目　（令和 5 年度）

測定項目 / 測定局*	二酸化硫黄	窒素酸化物	一酸化炭素	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	温度・湿度
1 安芸	○	○		○	○	○		○	○	
2 土佐山田	○	○		○	○	○	○ *1	○	○ *1,2	
3 稲生					○					
4 伊野合同庁舎	○	○		○	○	○		○		
5 押岡公園	○	○			○					
6 旧須崎高等学校	○	○ *1		○	○	○		○		
7 中村	○	○		○	○	○		○	○	
8 移動測定車	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

* 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 令和5年10月以降測定開始、*2 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 16　有害大気汚染物質の測定状況　（令和 5 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

＊他に高知市が 2 地点において測定

(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 17 微小粒子状物質の成分測定状況　（令和 5 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（8 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 18　航空機騒音調査の概要　（令和 5 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（国設梼原酸性雨測定所管理委託）

①　酸性雨調査

国設梼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19　国設梼原酸性雨測定所における測定の概要　（令和5年度）

調査地点		梼原町太郎川
調査期間		令和 5 年 4 月 1 日から令和 6 年 3 月 31 日
調査項目	酸性雨	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	二酸化硫黄、窒素酸化物、オゾン、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

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）、大気浮遊じんの空気中放射能濃度（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5年度は37河川48地点、1海域4地点、地下水4地点の合計56地点の水質について、調査・分析を行った。

表20　公共用水域・地下水監視測定調査項目別の検体数　（令和5年度）

調査項目			検体数
公共用水域	水　質	生活環境項目	358
		健 康 項 目	555
		特 殊 項 目	0
		その他の項目	1
		要監視項目	703
地　下　水	水　質	健 康 項 目	80
		その他の項目	8
		要監視項目	30

(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5年度は1井戸の調査を行った。

表21　地下水モニタリング調査実施状況　（令和5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 5 年度の不適合事業場数は 0 件であった。

表 22　ばい煙等測定実施状況　　（令和 5 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	10	8	0

(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 5 年度の不適合事業場数は 3 件であった。

表 23　工場・事業場排水監視測定実施状況　　（令和 5 年度）

立入事業場数	48
排水測定検体数	131
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 5 年度は、検体採取容器への農薬の吸着試験を行った。

(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 5 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し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 5 年度は、光化学オキシダント生成への影響評価等を行うために、地域毎の光化学オキシダント高濃

度化因子（NOx 等）の既存データの収集、解析に取り組んだ。

(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 5 年度は、県内河川中のマイクロプラスチックの調査を行った。

(5) 気候変動による暑熱・健康等への影響に関する研究（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、暑熱環境に関する気象学的観測の実施、熱中症関連データの収集・分析等を行っている。令和 5 年度は、気象学的観測の実施及び県内の熱中症搬送者数の状況把握・分析を行った。

(6) 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)

（うち 1 地点 1 回は河川工事の影響のため欠測）

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)

調査項目：清流度、水生生物、全窒素（T-N）、全りん（T-P）

(7) 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 5 年度から、河川の調査は 4 地点のうち 1 地点を変更した。また水路の調査は小学校前水路 5 地点から農業用水路 3 地点に変更した。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：7 地点、年 4 回(春、夏、秋、冬)

（うち 1 地点 3 回は河川状況変化のため調査不可となり欠測）

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

(8) 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。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：11 地点、年 4 回(春、夏、秋、冬)

（うち 1 地点は河川工事の影響のため欠測）

調査項目：清流度、水生生物、全窒素（T-N）、全りん（T-P）

(9) 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 5 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 5 年度は、従来法の捕獲調査による河川の水質評価が、環境 DNA を用いた調査による水質評価と同等の結果が得られるかどうか、検討を行った。

〔調査概要〕

地点数及び回数：四万十川水系 2 地点及び仁淀川水系 1 地点、年 1 回

調査項目：底生動物（捕獲、環境 DNA）

(10) 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 を用いた生物（アユカケ）調査の追加について検討している。

令和 5 年度は、物部川の濁水においても環境 DNA が検出できるか試験を行うとともに、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：物部川水系 5 地点、年 2 回（秋、冬）

調査項目：環境 DNA（アユカケ）

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 5 年度の依頼は 1 件であった。

表 24　行政依頼検査実施状況　（令和 5 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	魚類及び河川水	農薬類	1	7

(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 5 年度は 0 件であった。

表 25　行政依頼検査実施状況　（令和 5 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 5 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 5 年度は 0 件であった。

表 26　行政依頼検査実施状況　（令和 5 年度）

調査内容	調査項目	件数	検体数
－	－	－	－

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５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）	24	134	
	感染症等の病原微生物同定（細菌）	39	39	感染研依頼を含む
	新型コロナウイルス検査	0	0	高知市委託分を除く
	ダニ媒介性熱性疾患（日本紅斑熱・SFTS等）の同定	179	290	
	生食用カキ・長太郎貝（ノロウイルス）	5	10	
	結核菌（VNTR）検査	18	18	
	雨水・井水（大腸菌群等）	12	24	
	県庁クーリングタワー（レジオネラ属菌）	1	1	
	工業用水周辺井戸（大腸菌群等）	8	16	
	乳等	34	68	
	アイスクリーム類・氷菓	45	135	
	生食用鮮魚介類	48	144	
	加熱食肉製品	4	11	
	漬物（浅漬）	13	39	
	生食用カキ（細菌）	1	3	
	動物用医薬品	30	100	
	食中毒（細菌）	158	1,898	
	食中毒（ウイルス）	121	529	
	外部精度管理（ウイルス）	13	13	
	外部精度管理（細菌）	7	7	
	外部精度管理（食品検査）	5	7	
	小　　計	765	3,486	
生活科学課	乳等の成分規格（理化学）	23	88	
	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	2	
	健康食品検査	2	14	
	農産物の残留農薬検査	58	8,584	
	アレルギー食品	25	48	
	遺伝子組換え食品	4	4	
	動物用医薬品	30	900	
	毒性検査（貝毒）	1	2	
	家庭用品規格検査	73	89	
	工業用水周辺井戸（主要成分等）	8	152	
	保健所等依頼検査	2	2	
	外部精度管理	12	146	
	小　　計	263	10,055	
合　　計		1,028	13,541	

② 一般依頼（有料のもの）　（令和５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5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	41	－	23,100	947,100
	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

(2) 環境科学課

① 行政依頼

（令和 5 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		1 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
			$PM_{2.5}$		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
			$PM_{2.5}$ 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	358 件
				健康項目	555 件
				特殊項目	0 件
				その他の項目	1 件
				要監視項目	703 件
				底質	0 件
			地下水調査	健康項目	80 件
				その他の項目	8 件
				要監視項目	30 件
			工場、事業場		48 件
	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		7 地点
			仁淀川清流保全計画関連調査		11 地点
	環境対策課等		行政依頼検査		0 件

② 監視調査

（令和 5 年度）

分野	監視調査名	調査地点	件数
保全関係	なし		
大気関係	大気環境調査（移動測定車）	大月町	1 件
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 5 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		619
	感染症流行予測調査事業	インフルエンザ･麻しん･風しん 日本脳炎・百日咳・ジフテリア ・破傷風		1,905
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	96
		核種分析	降下物等	23
		空間線量率	大　気	自動
	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	自動（再掲）
			地上 1m	12
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	検体採取容器への農薬の吸着試験の実施		―
	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		2 地点 3 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		1 地点 2 回
	気候変動による暑熱・健康等への影響に関する研究（国立環境研究所適応型共同研究）	気象学的観測の実施、県内の地域毎の熱中症搬送者数の状況把握・分析		1 地点 1 回
	光化学オキシダント等の変動要因解析を通し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（NOx 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		3 地点 1 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		5 地点 2 回

4　研究事業

(令和 5 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 河村　有香	―	2022～
保健科学課	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	別役　信乃 佐藤　亘 河村　有香	―	2022～
保健科学課	結核菌 VNTR 検査方法の検討	影山　温子 尾﨑　早矢香	―	2022～
保健科学課	Escherichia albertii の汚染源調査とそのリスク検討	橘　亮介 竹中　慧 高木　春佳	―	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	谷脇　龍 森澤　あかり	―	2017～

5　教育研修指導等事業

(令和 5 年度)

期　間	研修、講習会名	場　所	担　当　課	対　象　者
R5.4.26	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
R5.11.10	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
R5.9.19 R5.10.2	健康危機事象対応研修	衛生環境研究所	企画	福祉保健所職員

6　その他

(1) 所報

機関誌として「所報第 5 号」を 200 部発行し、関係機関に送付するとともにホームページに掲載した。

(2) インターンシップ等の受入れ

日程	対象	人数
令和5年8月7日	獣医師を希望する県内高校生とその保護者	25名
令和5年8月10日	近畿大学薬学部4年生 徳島大学薬学部5年生	1名 1名
令和5年8月25日	日本獣医生命科学大学獣医学部5年 大阪府立大学獣医学類5年生	2名 1名
令和5年10月10日	土佐女子中学校3年生	12名
令和5年10月20日	龍馬学園情報ビジネス&フード専門学校生	20名
令和5年11月29日	高知小津高校理数科2年生	4名
令和6年1月30日～2月1日	大阪医科薬科大学薬学部4年生	1名
令和6年2月26日～27日	松山大学薬学部5年生	1名

(3) 新型コロナウイルス感染症に関する情報提供

令和5年5月7日まで当所における検査数や陽性者数の情報を日単位でホームページに掲載し、情報提供を行った。

Ⅲ　調査研究報告

高知県における感染症流行予測調査
(2023年度)

野口　優・佐藤　亘・別役　信乃・下元　かおり・松本　一繁・山村　展子

Epidemiological Surveillance of Vaccine-preventable Diseases in Kochi Prefecture -Annual Report 2023-

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

【要旨】　2023 年度の感染症流行予測調査では、インフルエンザ、麻しん、風しん、日本脳炎に加え、5 年間隔で実施されている百日咳、ジフテリア、破傷風を合わせた計 7 疾患の結果について報告する。

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］1.9%、A/Darwin/9/2021［A(H3N2)亜型］6.7%、B/Phuket/3073/2013[B 型（山形系統）］57.1%、B/Austria/1359417/2021［B 型（ビクトリア系統）］11.7%であった。
2. 麻しんについては、本年度より酵素抗体法（EIA 法）で実施し、陽性である抗体価 16 以上の抗体保有率は全体で 32.7%であった。
3. 風しんについては、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 60.0%、女性 68.8%、全体で 65.7%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、6 月下旬に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。
5. 百日咳については、乳児の感染防御レベルである 10EU/mL 以上の抗 PT 抗体保有率は 32.4%、抗 FHA 抗体保有率は 54.0%であった。
6. ジフテリアについては、感染防御レベルとされる 0.1IU/mL 以上の抗毒素保有率は 43.6%であった。
7. 破傷風ついては、感染防御レベルとされる 0.01IU/mL 以上の抗体保有率は 73.7%であった。

Key words：感染症流行予測調査、インフルエンザ、麻しん、風しん、日本脳炎、ジフテリア、百日咳、破傷風
Epidemiological Surveillance, Influenza, Measles, Rubella, Japanese encephalitis, Diphtheria, Pertussis, Tetanus

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。このため、集団免疫の現況把握、病原体の検索等の調査を行い、各種疫学資料と併せて検討し、予防接種事業の効果的な運用を図るとともに、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、国は毎年、感染症流行予測調査事業を行っている。高知県では2023年度に感染症流行予測調査事業の対象疾病のうち、インフルエンザ、麻しん、風しん、日本脳炎、百日咳、ジフテリア、破傷風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、結果について報告する。

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315名（男性110名、女性205名）から採血した血清を用いた。そのうち、ジフテリアは、140名を無作為に抽出し行った。

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、2023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、2023年6月から翌年3月にかけて採取した県内産ブタ（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、麻しん、風しん、百日咳、ジフテリア及び破傷風の感受性調査、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）

2023/24 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の全年齢群平均は A/Victoria/4897/2022 ［A(H1N1)pdm09 亜型］（以下「A(H1N1)pdm09 亜型」という。）1.9%、A/Darwin/9/2021 ［A(H3N2)亜型］（以下「A(H3N2)亜型」という。）6.7%、B/Phuket/3073/2013 ［B 型(山形系統)］（以下「B 型(山形系統)」という。）57.1%、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)」という。）11.7%であった（全て 2023/24 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 10%以下であった。中でも、5～9 歳、15～29 歳及び 60 歳以上を除いた年齢群においては抗体保有率が 0%であった。

A(H3N2)亜型の抗体保有率は、全ての年齢群で 30%以下であった。中でも、30～49 歳の年齢群においては 0%であった。

B 型(山形系統)の抗体保有率は、15～39 歳及び 50～59 歳の年齢群において 50%以上であった。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(41.8%)と比較して高かった[3)]。

B 型(ビクトリア系統)の抗体保有率は、50～59 歳の年齢群を除き、30%以下であった。

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

年齢群（歳）	HI抗体価									合計	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	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.0%
5～9	16	0	0	0	0	1	0	0	0	17	5.9%
10～14	19	2	2	0	0	0	0	0	0	23	0.0%
15～19	47	12	3	1	0	1	0	0	0	64	3.1%
20～29	38	4	5	1	1	0	0	0	0	49	4.1%
30～39	61	3	1	0	0	0	0	0	0	65	0.0%
40～49	16	0	1	0	0	0	0	0	0	17	0.0%
50～59	25	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0.0%
60～	44	3	0	1	0	0	0	0	0	48	2.1%
合計	273	24	12	3	1	2	0	0	0	315	1.9%

表２　A/Darwin（ダーウィン）/9/2021 ［A(H3N2)亜型］に対する抗体保有状況

年齢群（歳）	HI抗体価									合計	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	1	0	0	0	0	0	7	14.3%
5～9	7	3	5	2	0	0	0	0	0	17	11.8%
10～14	12	1	4	3	3	0	0	0	0	23	26.1%
15～19	46	8	4	4	1	1	0	0	0	64	9.4%
20～29	43	2	3	1	0	0	0	0	0	49	2.0%
30～39	53	7	5	0	0	0	0	0	0	65	0.0%
40～49	14	3	0	0	0	0	0	0	0	17	0.0%
50～59	20	0	2	2	0	1	0	0	0	25	12.0%
60～	37	5	4	1	1	0	0	0	0	48	4.2%
合計	238	29	27	14	5	2	0	0	0	315	6.7%

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

年齢群（歳）	HI抗体価									合計	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	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.0%
5～9	8	2	3	1	1	1	1	0	0	17	23.5%
10～14	5	5	4	5	4	0	0	0	0	23	39.1%
15～19	5	5	16	15	15	6	2	0	0	64	59.4%
20～29	2	5	7	12	9	13	1	0	0	49	71.4%
30～39	2	2	5	15	23	12	5	1	0	65	86.2%
40～49	7	1	3	4	1	1	0	0	0	17	35.3%
50～59	6	4	1	4	5	4	1	0	0	25	56.0%
60～	16	6	8	9	5	3	1	0	0	48	37.5%
合計	58	30	47	65	63	40	11	1	0	315	57.1%

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

年齢群（歳）	HI抗体価									合計	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	5	2	0	0	0	0	0	0	0	7	0.0%
5～9	11	1	2	2	1	0	0	0	0	17	17.6%
10～14	20	1	2	0	0	0	0	0	0	23	0.0%
15～19	46	12	4	1	1	0	0	0	0	64	3.1%
20～29	37	5	2	4	1	0	0	0	0	49	10.2%
30～39	57	2	6	0	0	0	0	0	0	65	0.0%
40～49	12	2	1	2	0	0	0	0	0	17	11.8%
50～59	9	1	0	9	6	0	0	0	0	25	60.0%
60～	23	7	8	5	3	1	1	0	0	48	20.8%
合計	220	33	25	23	12	1	1	0	0	315	11.7%

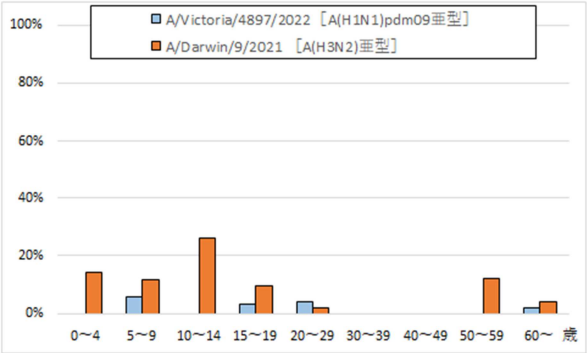


図１　A 型 HI 抗体保有率(40 倍≦)

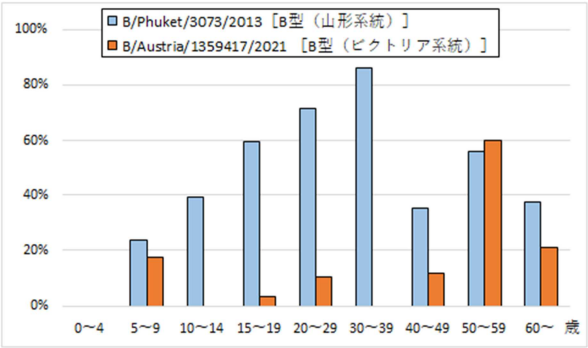


図２　B 型 HI 抗体保有率(40 倍≦)

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価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。感染を防御できると考えられている抗体価が 16 以上の保有率は全体の 32.7%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 88.5%であり、0～19 歳の年齢群で高く、予防指針の目標である 95%以上の接種率であった[4)]。

表５　麻しん抗体保有状況

年齢群（歳）	麻しんEIA抗体価		合計	抗体保有率		ワクチン接種率
	<16	16≦		<16	16≦	
0～4	5	2	7	71.4%	28.6%	100.0%
5～9	16	1	17	94.1%	5.9%	100.0%
10～14	21	2	23	91.3%	8.7%	100.0%
15～19	56	8	64	87.5%	12.5%	98.2%
20～29	42	7	49	85.7%	14.3%	92.0%
30～39	47	18	65	72.3%	27.7%	81.8%
40～49	8	9	17	47.1%	52.9%	75.0%
50～59	8	17	25	32.0%	68.0%	50.0%
60～	9	39	48	18.8%	81.3%	36.4%
合計	212	103	315	67.3%	32.7%	88.5%

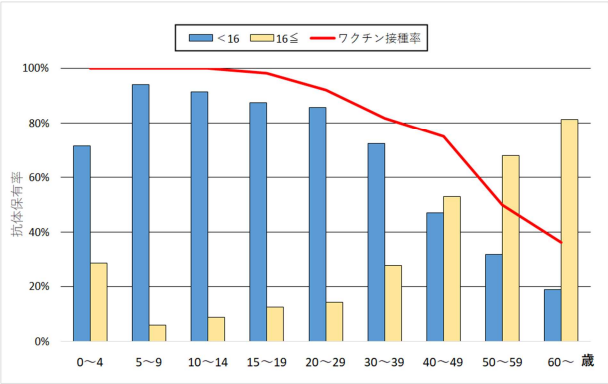


図３　麻しん抗体保有状況

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価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 94.5%、女性 93.7%、全体では 94.0%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 60.0%、女性 68.8%、全体では 65.7%であった。また、ワクチン接種率は男性 85.9%、女性 88.6%、全体で 87.6%であった。

表６　風しん抗体保有状況

年齢群（歳）	性別	風しんHI抗体価 <8倍	8倍	16倍	32倍	64倍	128倍	256倍	512倍	1024倍≦	合計	抗体保有率 8倍≦	32倍≦	ワクチン接種率
0～4	男	0	0	1	1	1	2	1	0	0	6	100%	83.3%	100.0%
	女	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	100%	100.0%	100.0%
5～9	男	0	1	2	2	3	0	0	0	0	8	100.0%	62.5%	100.0%
	女	1	0	4	2	2	0	0	0	0	9	88.9%	44.4%	100.0%
10～14	男	1	2	3	5	1	0	1	0	0	13	92.3%	53.8%	100.0%
	女	1	1	4	1	1	2	0	0	0	10	90.0%	40.0%	100.0%
15～19	男	2	5	10	6	4	1	0	1	0	29	93.1%	41.4%	95.7%
	女	2	3	5	12	10	3	0	0	0	35	94.3%	71.4%	97.1%
20～29	男	0	2	5	4	3	0	1	0	0	15	100.0%	53.3%	100.0%
	女	0	4	5	12	9	3	1	0	0	34	100.0%	73.5%	90.9%
30～39	男	1	1	4	2	8	1	0	0	1	18	94.4%	66.7%	25.0%
	女	1	4	8	15	13	4	1	1	0	47	97.9%	72.3%	91.3%
40～49	男	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3	100.0%	66.7%	100.0%
	女	1	1	2	1	1	4	3	1	0	14	92.9%	71.4%	66.7%
50～59	男	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	100.0%	100.0%	0.0%
	女	1	1	4	8	5	3	1	0	0	23	95.7%	73.9%	66.7%
60～	男	2	1	0	5	3	2	1	2	0	16	87.5%	81.3%	50.0%
	女	6	3	2	4	8	7	2	0	0	32	81.3%	65.6%	16.7%
合計	男	6	12	26	26	24	8	4	3	1	110	94.5%	60.0%	85.9%
	女	13	17	34	55	49	26	9	2	0	205	93.7%	68.8%	88.6%
	計	19	29	60	81	73	34	13	5	1	315	94.0%	65.7%	87.6%

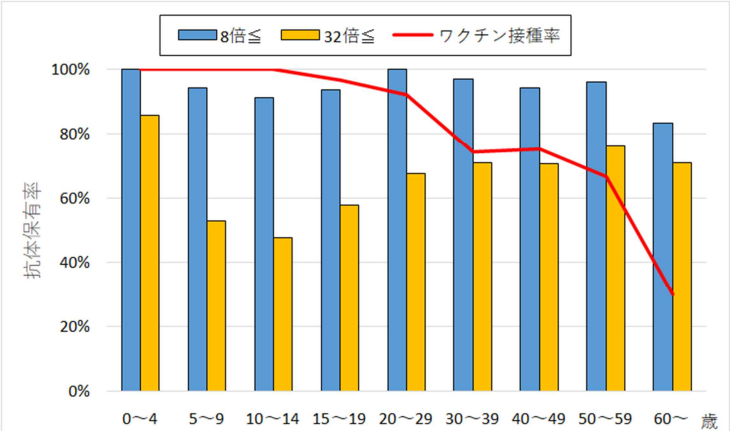


図４　風しん抗体保有状況

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 6 月から 9 月まで 9 回調査を行った結果、6 月 6 日採血の血清で HI 抗体陽性となり、6 月 27 日採血の血清で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
2023/6/6	10	0	1	8	0	0	0	0	1	100%	0	0%
2023/6/20	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	0%
2023/6/27	10	1	2	4	1	0	0	1	1	90%	2	67%
2023/7/4	10	3	3	2	0	0	0	0	2	70%	2	100%
2023/7/25	10	0	0	0	0	0	0	0	10	100%	2	20%
2023/8/1	10	3	1	6	0	0	0	0	0	70%	0	0%
2023/8/29	10	0	0	0	0	1	2	4	3	100%	0	0%
2023/9/5	10	0	0	0	0	0	2	5	3	100%	10	100%
2023/9/26	10	0	0	0	1	0	0	2	7	100%	6	60%
合計	90	17	7	20	2	1	4	12	27			

3.5. 百日咳（ヒト）

抗百日咳毒素抗体（抗 PT 抗体）と抗繊維状赤血球凝集素抗体（抗 FHA 抗体）の保有状況を調査した結果を表 8,9、図 5,6 に示した。百日咳のワクチン接種率は、接種歴不明の集団を除いた値である。百日咳の乳児の感染防御レベルとされる 10EU/mL 以上の抗 PT 抗体保有率は全体で 32.4%、また、10EU/mL 以上の抗 FHA 抗体保有率は全体で 54.0%であった。抗 PT 抗体と抗 FHA 抗体保有率はいずれにおいても前回（2018 年度）の割合（55.4 及び 77.9%）を下回っていた[6)]。10EU/mL 以上の抗 PT 抗体及び抗 FHA 抗体保有率は、全ての年齢群において抗 FHA 抗体の方が抗 PT 抗体よりも高かった。なお、ワクチンの接種に関する聞き取りは DPT-IPV（百日咳・ジフテリア・破傷風・ポリオの４種混合）、DPT（百日咳・ジフテリア・破傷風の３種混合）、DP（百日咳・ジフテリア）、DT（ジフテリア・破傷風）、P（百日咳）、D（ジフテリア）、T（破傷風）の７種類で行った。

表８　百日咳抗体保有状況　：　抗 PT 抗体(EU/mL)

年齢群(歳)	百日咳抗PT抗体価(EU/mL)						総計	10EU/mL以上抗体保有率	ワクチン接種率
	<1	1～4	5～9	10～49	50～99	100≦			
0～4	0	1	1	3	2	0	7	71.4%	100.0%
5～9	0	10	6	1	0	0	17	5.9%	93.8%
10～19	0	38	26	21	2	0	87	26.4%	94.9%
20～29	0	21	12	14	1	1	49	32.7%	91.3%
30～39	0	20	23	22	0	0	65	33.8%	77.8%
40～49	0	9	2	6	0	0	17	35.3%	100.0%
50～	0	19	25	28	1	0	73	39.7%	33.3%
総計	0	118	95	95	6	1	315	32.4%	86.5%

表９　百日咳抗体保有状況　：　抗 FHA 抗体(EU/mL)

年齢群(歳)	百日咳抗FHA抗体価(EU/mL)						総計	10EU/mL以上抗体保有率	ワクチン接種率
	<1	1～4	5～9	10～49	50～99	100≦			
0～4	0	0	0	5	1	1	7	100.0%	100.0%
5～9	0	8	6	3	0	0	17	17.6%	93.8%
10～19	0	10	24	45	7	1	87	60.9%	94.9%
20～29	0	9	14	22	3	1	49	53.1%	91.3%
30～39	0	11	16	32	4	2	65	58.5%	77.8%
40～49	0	4	4	9	0	0	17	52.9%	100.0%
50～	0	22	17	30	3	1	73	46.6%	33.3%
総計	0	64	81	146	18	6	315	54.0%	86.5%

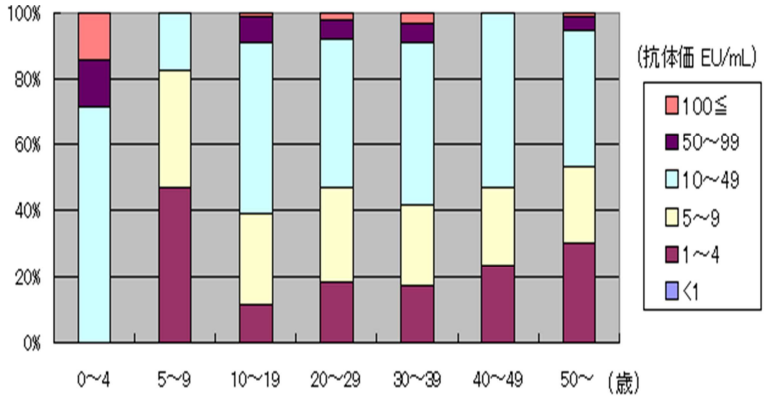


図５　百日咳抗 PT 抗体保有状況

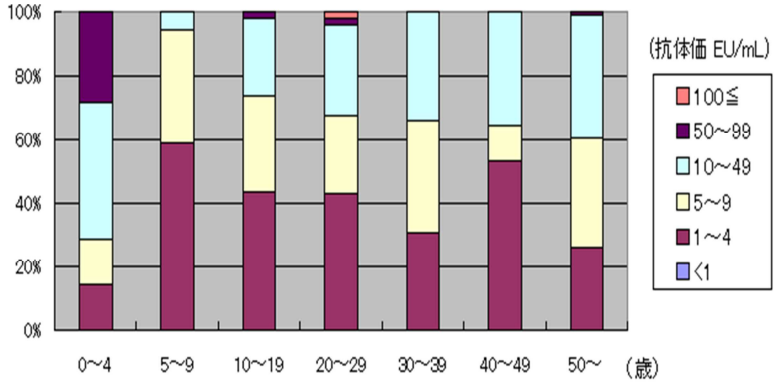


図６　百日咳抗 FHA 抗体保有状況

3.6. ジフテリア（ヒト）

血清中ジフテリア抗毒素(毒素中和抗体)を Vero 細胞を用いた培養細胞法で測定した結果を表 10、図 7 に示した。ジフテリアのワクチン接種率は、接種歴不明と回答した集団を除いた値である。ジフテリアの感染防御レベルとされる 0.1IU/mL 以上の抗毒素保有率は全体で 43.6%と 2018 年度の 56.9%から低下した[6)]。

表 10　ジフテリア抗毒素保有状況(IU/mL)

年齢群(歳)	ジフテリア抗毒素価(IU/mL)								総計	抗毒素価 0.1IU/mL≦	ワクチン接種率
	<0.010	0.010～0.031	0.032～0.099	0.100～0.319	0.320～0.999	1.000～3.199	3.200～9.999	10.000≦			
0～4	0	0	1	1	1	0	1	0	4	75.0%	100.0%
5～9	1	3	6	5	2	0	0	0	17	41.2%	93.8%
10～19	5	12	14	13	17	10	6	2	79	60.8%	95.8%
20～29	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.0%	100.0%
30～39	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0.0%	100.0%
40～49	2	0	0	1	0	0	0	0	3	33.3%	0.0%
50～	22	6	2	1	2	1	0	0	34	11.8%	20.0%
総計	30	22	25	21	22	11	7	2	140	43.6%	91.9%

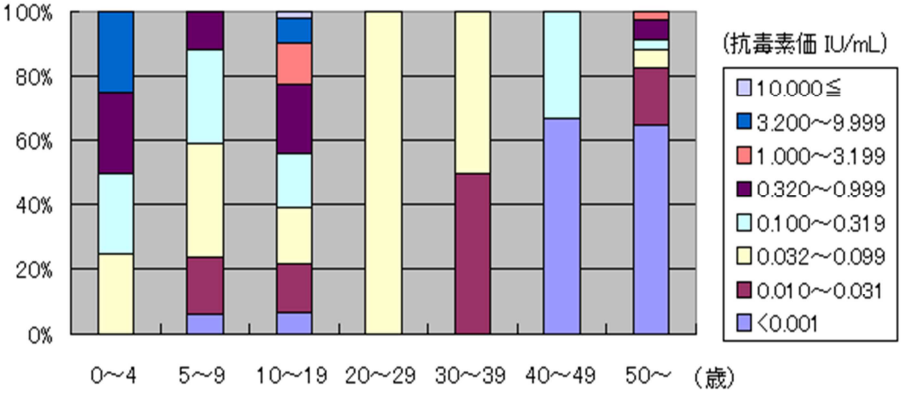


図７　ジフテリア抗毒素保有状況

3.7. 破傷風（ヒト）

血清中破傷風抗毒素抗体の保有状況を間接赤血球凝集反応を用いた KPA 法（破傷風抗体測定キット「KMB」）で測定した結果を表 11、図 8 に示した。破傷風のワクチン接種率は、接種歴不明と回答した集団を除いた値である。破傷風の感染防御レベルとされる 0.01IU/ mL 以上の抗体保有率は全体で 73.7%であった。

表 11　破傷風抗毒素抗体保有状況（IU/mL）：KPA

年齢群（歳）	破傷風抗毒素抗体価(IU/mL)								総計	0.01IU/mL 以上抗体保有率	ワクチン接種率
	<0.010	0.010～0.031	0.032～0.099	0.100～0.319	0.320～0.999	1.000～3.199	3.200～9.999	10.000≦			
0～4	0	0	1	3	2	1	0	0	7	100.0	100.0%
5～9	9	3	1	1	3	0	0	0	17	47.1	93.8%
10～19	9	13	17	15	18	12	3	0	87	89.7	96.2%
20～29	1	1	6	5	19	17	0	0	49	98.0	91.3%
30～39	8	5	6	5	21	20	0	0	65	87.7	81.5%
40～49	3	1	2	0	9	2	0	0	17	82.4	100.0%
50～	53	3	3	4	4	6	0	0	73	27.4	31.3%
総計	83	26	36	33	76	58	3	0	315	73.7	87.1%

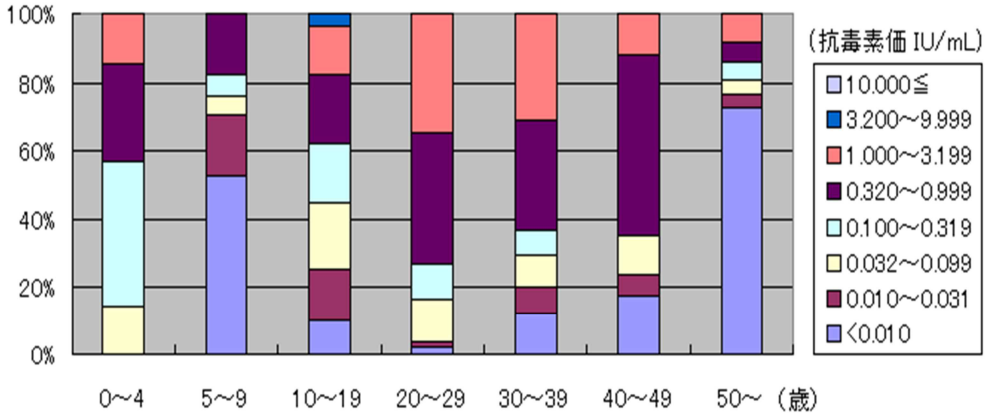


図８　破傷風抗毒素抗体保有状況（KPA）

4. 考察

4.1. インフルエンザ

今年度調査した高知県の抗体保有率は、B 型（山形系統）、B 型（ビクトリア系統）、A(H3N2)亜型、A(H1N1)pdm09 亜型の順であった。2023/24 シーズンは、日本国内において 2022/23 シーズン中に流行開始の指標である定点あたりの報告数が 1.00 を下回る週がなかったため、シーズン最初から流行状態であった。高知県においては、2023 年の第 36 週に 3.11 となり流行期入りした。その後、徐々に増加し第 52 週に 36.25 とピークを迎え 2024 年の第 16 週まで 1.00 を下回らず継続していた。2023/24 シーズンのインフルエンザは過去 10 年で最大の流行となり 2023 年 9 月から 2024 年 4 月の間に 22,952 名が定点報告された。流行株は AH3、AH1pdm09、B 型（ビクトリア系統）の 3 種類であり、いずれも本県の抗体保有率が低い株であった。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、並びに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の監視体制の強化・継続が必要である [7]。

4.2. 麻しん

今年度の高知県での麻しん抗体保有率は、32.7%であった。ただし、昨年度までは PA 法で実施しており、EIA 法との相関関係は現在、国において検討中である。また、判定基準とした抗体価「16 以上」は医療関係者のためのワクチンガイドライン（第 4 版）に基づいているが、この抗体価は予防接種の記録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 [8]。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、2020 年以降は 10 例以下と大きく減少し、2023 年は 28 例であった [9]。なお、高知県では 2008 年に 5 例の患者報告がされて以降の報告はない [10]。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 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も見られたものの、高知県全体では2023年度第1期及び第2期ともに目標を達成できていない[11]。近年の麻しんの発生は輸入症例に端を発するものであり、COVID-19の対策が緩和された2022年以降の麻しん症例数は増加している。実際に2023年には輸入症例と考えられる麻しんの発生が相次いで報告されており、2024年2月には外国発の航空機搭乗者を発端とする広域発生も確認されている。海外からの麻しんウイルスの持ち込みを未然に防ぐことは困難であることから、ウイルスが持ち込まれて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、今後も2回の定期接種率を95%以上に向上・維持し、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、年齢群別(定期接種対象年齢に達していない0歳を除く。)にみると、8倍以上の抗体保有率は男性女性ともに全ての年齢群で80%以上であった。32倍以上の抗体保有率は、8倍以上の抗体保有率と比較し男女ともに全ての年齢群で低かった。風しんは全国で2022年は15例、2023年は12例(暫定値)の報告があり、2021年と並び2023年は最少報告数となった[12]。なお、高知県では2018年に3例の報告があった[10]。

国は早期に先天性風しん症候群（Congenital Rubella Syndrome;CRS）の発生をなくすとともに、2020年度まで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」を定め、定期予防接種の接種率を95%以上にすることを目標としている[13]が、高知県は第1期及び第2期ともに目標を達成できていない[11]。

さらに、国は、2018年7月以降、成人男性を中心に風しんが大規模流行したことを踏まえ、2025年3月までの追加的対策として、定期接種を受ける機会がなかった世代の男性を対象に抗体検査・定期接種を促進している[14]。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必要である。

また、近年、第1期、第2期の風しんワクチン接種率の低下が認められているが、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[15]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。

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[16]。

今回の調査では6月上旬にHI抗体が、6月下旬には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、近年陽性となる時期が早まっている傾向が見られる。

近年、高知県において患者報告のない年が続いているが[10]、高知県はブタの抗体保有率が毎年高く、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・必要性の啓発や、蚊に刺されないようにするなどの予防対策を行う必要がある。

4.5. 百日咳

今年度の高知県での百日咳の乳児の感染防御レベルとされる10EU/mL以上の抗PT抗体保有率は、全体で32.4%と2018年度(55.4%)を大幅に下回っていた。10EU/mL以上の抗FHA抗体保有率も、全体で54.0%と2018年度(77.9%)を下回る結果となった。

百日咳はワクチンによる免疫防御が効果的な感染症であるが、百日咳ワクチンの免疫効果は4～12年で減弱するため、ワクチン効果の減弱した青年・成人が感受性者となり、感染源となることがある[17]。

今回の調査で 0～29 歳年齢群は、ワクチン接種率が 100%あるいは 90%以上であるにも関わらず、特に 5～9 歳年齢群で抗 PT 抗体、抗 FHA 抗体ともに保有率が低かった。これは 2018 年 1 月から全数把握の五類感染症となっている百日咳の患者の中心となっている年齢層と一致している[18]。高知県では 2018 年に 173 例、2019 年に 172 例、2020 年に 35 例、2021 年に 3 例、2022 年に 9 例の患者報告があった。2018 年度の調査で全国は 7～14 歳で抗 PT 抗体、抗 FHA 抗体ともに保有率の低下傾向を示しており、高知県でも同様に低下傾向があった。今後も抗体保有率の低い年齢層及び発生動向に注視が必要である。

4.6. ジフテリア

日本では、2000 年以降患者の報告はない[17]。今年度の高知県でのジフテリアの感染防御レベルとされる 0.1IU/mL 以上の抗毒素保有率は、全体で 43.6%と 2018 年度(56.9%)よりやや低下した。2018 年度の調査では 50 歳以上で抗毒素保有率が 25%以下と低かったが、今回の調査では 20 歳以上群で抗毒素保有率が 35%以下と前回の抗毒素保有率を大幅に下回った。特に、対象者数が少なく比較評価ができないものの 20～39 歳のワクチン接種率が 100%であるにもかかわらず、抗毒素保有率が 0%であることから、今後も発生動向に注意が必要である。

4.7. 破傷風

今年度の高知県での破傷風の感染防御レベルとされる 0.01IU/mL 以上の抗体保有率は、全体で 73.7%と、2018 年度(82.1%)よりやや低下した。中でも、50 歳以上は 27.4%と他の年齢群と比べて著しく低かった。

現在の日本では、破傷風トキソイドの接種が免疫獲得の手段であると考えられている。高知県での今年度のワクチン接種率は、接種歴不明の 30～39 歳群より下の各年齢群で 90%以上であった。しかし、50 歳以上の年齢では定期予防接種の機会がなく、事故などの特別な理由がないと破傷風トキソイドを接種することがないため、抗体保有率が低くなっていると考えられる。2013 年度の調査以降、国内で毎年 100 例ほど患者の報告がされて[17]おり、高知県でも前回の調査以降、2018 年を除き毎年数例の報告がされている。破傷風は災害時の被災地で注意が必要な感染症となっており、今後も 0.01IU/mL 以上の抗体保有率の低かった 50 歳以上への対応等が必要である。

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 5 号,2023.

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 2024-12-06）.

6) 高知県衛生環境研究所:高知県衛生環境研究所報,第 1 号,2019.

7) 国立感染症研究所:病原微生物検出情報 Vol.45 p179-181:2024 年 11 月号,https://www.niid.go.jp/niid/ja/iasr.html,(参照 2024-11-29）.

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,http://www.kankyokansen.org/modules/publication/index.php?content_id=10,(参照 2024-12-24）.

9) 国立感染症研究所:病原微生物検出情報 Vol.45 p147-149:2024 年 9 月号,https://www.niid.go.jp/niid/ja/iasr.html,(参照 2024-12-05）.

10) 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 21 号, 2023.4.

11) 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-kansenshou21/hashika.html,(参照 2024-12-24）.

12) 国立感染症研究所感染症疫学センター:風しんに関する疫学情報(2024 年 11 月 6 日現在),https://www.niid.go.jp/niid/ja/rubella-m-111/rubella-top/2145-rubella-related/8278-rubella1808.html,(参照 2024-12-24）.

13) 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).

14) 厚生労働省保険局国民健康保険課:風しんに関する追加的対策の実施について(2019.2.1 事務連絡).

15) 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://www.niid.go.jp/niid/ja/iasr.html,(参照 2024-12-06）.

16) 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://www.niid.go.jp/niid/ja/y-reports/9957-yosoku-report-2020.html,(参照 2024-12-24）.

17) 国立感染症研究所:平成 30 年度（2018 年度）感染症流行予測調査報告書（第 10　百日咳,第 11　ジフテリア,第 12　破傷風）https://www.niid.go.jp/niid/ja/y-reports/8929-yosoku-report-2018.html,(参照 2024-12-24）.

18）国立感染症研究所:全数報告サーベイランスによる国内の百日咳報告患者の疫学（更新情報）－2022 年疫学週第 1 週から第 52 週－https://www.niid.go.jp/niid/ja/pertussis-m/pertussis-idwrs/11721-2020-1-53.html,(参照 2024-12-09）.

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

竹中 慧・尾﨑 早矢香・橘 亮介[*1]・高木 春佳・下元 かおり・松本 一繁・山村 展子

Prevalence of *Escherichia albertii* from cattle and beef in Kochi prefecture

TAKENAKA Kei, OSAKI Sayaka, TACHIBANA Ryosuke[*1], TAKAGI Haruka, 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、国内でも大規模な集団感染例が複数報告されている。一方でその汚染経路は十分に解明されていないため、食中毒対策の一環として、県内産牛の保菌及び県内流通牛肉の汚染状況を調査した。県内と畜場に搬入された牛の便158検体及び県内量販店で流通している牛肉113検体を対象に、*Escherichia albertii* 分離試験を行った結果、牛便1検体から本菌が検出された。当所が過去に実施した家畜である鶏や豚の調査結果と比較すると低いながらも、牛の *Escherichia albertii* 保菌リスクが示唆された。

Key words：エシェリキア　アルバーティ、*lysP*、牛、牛肉
Escherichia albertii, *lysP*, cattle, beef

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、病原因子の細胞膨化致死毒素及び腸管粘膜接着に関与するインチミン（*eae*遺伝子がコード）を有し、主症状として下痢や腹痛を引き起こす食中毒原因菌として知られている[2)]。国内でも本菌による大規模な食中毒事例が複数発生しているが[3,4)]、汚染経路は不明のケースもあり、本菌の分布状況について国内外で調査されてきた。その結果、*E. albertii* は河川などの環境水、野鳥、野生動物に限らず、家畜や野菜からも検出され、幅広い食品汚染リスクの可能性が明らかとなっている[5-10)]。

当所では、県内の*E. albertii* 汚染状況を把握するため、2020年度から本菌に関する調査研究に取り組んでいる。2022年度までに検査用培地の検討、県内家畜の保菌及び市販食肉の汚染調査を実施し[11-13)]、豚や鶏が保菌していること、また、鶏肉の汚染が判明した。県内で飼育されている家畜や流通市販食肉中に*E. albertii* が存在していることが明らかとなっており、2023年度は、県内で流通する食材の新たなリスク評価として、鶏や豚と同じく家畜として飼育されている牛の*E. albertii* 保菌状況及び流通市販牛肉の汚染状況を調査した。

2. 対象と方法

2.1. 牛の *E. albertii* 保菌状況調査（牛便）

2023年5月から2024年2月までの期間、高知県食肉衛生検査所及び高知市食肉検査所に搬入された牛の便158検体をスワブにて収集、調査した。

検体はTSB（10mL）中、37℃にて15~24時間増菌培養後（一次増菌）、*E. albertii* に特異的な *lysP* 遺伝子を標的としたリアルタイムPCRによるスクリーニング試験を実施した。スクリーニングで陽性となった培養液は、2%CT加BPW（10mL）で37℃にて20時間の二次増菌培養を行い、リアルタイムPCRを再度実施した。二次増菌液はXLD、DHL、X-RMAC及びESサルモネラ寒天培地Ⅱの各培地に塗抹し37℃にて18時間分離培養を行った。XLD、DHL、X-RMAC培地に形成された透明コロニー及びESサルモネラ寒天培地Ⅱ培地上に形成されたピンク色のコロニーを、TSI及びLIM培地に接種して37℃にて22時間培養し、生化学的性状を確認した。このうち、乳糖非分解、硫化水素非産生、ガス産生、リジン脱炭酸試験陽性、インドール産生試験陽性、非運動性の性状を示す菌を対象に、Hymaらが報告した診断的マルチプレックスPCRを実施し[14,15)]、3種類の特異的遺伝子（*clpX*、*lysP*、*mdh*）が検出された菌株を *E. albertii* と同定した（図1）。

*1 令和6年度退職

2.2. 流通市販食肉の汚染状況調査（牛肉）

2023 年 6 月から 2024 年 2 月までの期間、県内のスーパーマーケット、精肉店、ドラッグストアで流通していた牛肉(内臓肉含む)113 検体を購入、調査した。

検体 25g を BPW(225mL)中でストマッカーにて均質化後、42℃にて 15~24 時間増菌培養した。この増菌液を用いて、以下牛便と同様の検査を実施した(図 1)。

3. 結果

3.1. 牛の *E. albertii* 保菌状況調査（牛便）

牛便 158 検体中、2023 年 8 月に県内で飼育された牛から採取された 1 検体が、*lysP* 遺伝子のリアルタイム PCR において陽性を示した。2%CT 加 BPW を用いた二次増菌培養の後、前述の 4 種類の平板培地に塗抹し、分離培養を行った。各平板培地上で形成されたコロニーの生化学的性状を、TSI 及び LIM 培地を用いて評価したところ、ES サルモネラ寒天培地Ⅱから生じたピンク色のコロニーのみ、2.1 で示した生化学的性状と同一の結果を示した。一方で、XLD、DHL、X-RMAC 培地由来の透明コロニーは一致しなかった。その後、ES サルモネラ寒天培地Ⅱ由来のコロニーを対象にマルチプレックス PCR を行った結果、当該検体より 2 株の *E. albertii* が分離された。2 つの菌株はともに *eae* 遺伝子陽性であった。

3.2. 流通市販食肉の汚染状況調査（牛肉）

牛肉(内臓肉含む)113 検体の全てがリアルタイム PCR のスクリーニング試験で陰性を示し、*E. albertii* は分離されなかった。

4. 考察

4.1. 保菌状況

動物における細菌性食中毒の原因菌保有率には、一部で季節性があることが示唆されている。牛の腸管出血性大腸菌 O157 保有状況調査の報告によると、分離菌株全体の 75%は、5 月から 9 月の期間に検出されている[16]。今回の調査結果では、牛便 158 検体中 1 検体が *E. albertii* 陽性であった。便検体について個体識別番号から飼育歴を確認したところ、*E. albertii* を保菌する牛を飼育していた農場から得た 3 検体(2023 年 8 月採取 1 検体、2024 年 2 月採取 2 検体)の牛便のうち 8 月に採取した 1 検体のみから本菌が検出されたが、2 月に採取した 2 検体はスクリーニング試験陰性であった。この結果は、同一農場で飼育される家畜でも、時期により *E. albertii* 保菌リスクに変化がある可能性を示している。

これまで当所では、*E. albertii* の食肉汚染リスク評価の一環として、鶏及び豚の保菌調査を実施している。鶏、豚及び牛の保菌率を比較すると、本菌が分離された検体の割合は牛が最も低かった(表 1)。この理由は明らかではないが、牛の保菌率が他の家畜より低い傾向は、他の調査研究結果[8,9]とも共通し、*E. albertii* の牛肉汚染リスクは低いと考えられた。

4.2. 増菌および分離培地

2%CT 加 BPW は、これまでの調査研究結果から、*E. albertii* の分離に使用する二次増菌液として有用であることが判明している[17]。標的遺伝子が一定量に増幅するまで要したサイクル数を示す Ct 値について、スクリーニング試験陽性検体の一次及び二次増菌液を比較したところ、前者は 27.6、後者は 23.0 であった。このことから、2%CT 加 BPW は、夾雑物の多い牛便を対象とした *E. albertii* の二次増菌液としても有用であることが示唆された。

また、ES サルモネラ寒天培地Ⅱは、*E. albertii* と大腸菌等を培地上のコロニーの色の違いから鑑別でき、*E. albertii* の分離用寒天培地として使用できる可能性があると報告されている[18]。今回、*E. albertii* の分離培養に用いた 4 種類の平板培地のうち、釣菌したコロニーから本菌を取得できたのは ES サルモネラ寒天培地Ⅱのみであったことから、本培地は、牛便検体からの分離用培地として有用であることが示された。

5. まとめ

今回の調査によって、県内で流通している市販牛肉の *E. albertii* 汚染リスクは低い一方、家畜である鶏や豚と同様に牛も本菌を保有していることが明らかとなった。飼育下における保菌の経緯は不明であるが、河川等環境中

における *E. albertii* 汚染に由来する可能性も視野に入れ、今後の調査研究の参考としたい。

文献

1) Huy ら: *Escherichia albertii* sp. nov., a diarrhoeagenic species isolated from stool specimens of Bangladeshi children. Int. J. Syst. Evol. Microbiol., 53, 807-810, 2023.

2) 大岡 唯祐: 新興下痢症原因菌 *Escherichia albertii.* 日食微誌, 34, 151-157, 2017.

3) 髙良ら: 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.

4) 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.

5) 髙橋ら: 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.

6) 仲ら: Isolation and characterization of *Escherichia albertii* from wild and safeguarded animals in Okayama Prefecture and its prefectural borders, Japan. J. Vet. Med. Sci., 84, 1299-1306, 2022.

7) 日根野谷ら: Prevalence of *Escherichia albertii* in Raccoons (*Procyon lotor*), Japan. Emerg. Infect. Dis., 26, 1304-1307, 2020.

8) 比嘉万里子, 岡野祥, 髙良武俊: 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.

9) 冨山ら: 東海地方の家畜からの *Escherichia albertii* の分離と性状解析. 日獣会誌, 75, e107-e113, 2022.

10) 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.

11) 橘ら: *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.

12) 橘ら: 高知県内の鶏及び豚における *Escherichia albertii* 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.

13) 橘ら: 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.

14) Hyma ら: Evolutionary Genetics of a New Pathogenic *Escherichia* Species: *Escherichia albertii* and Related *Shigella boydii* Strains. J. Bacteriol, 187, 619-628, 2005.

15) Oaks ら: *Escherichia albertii* in Wild and Domestic Birds. Emerg. Infect. Dis., 16, 638-646, 2010.

16) 坂口ら: 牛の腸管出血性大腸菌 O157 の保菌状況と分離株の性状. 日獣会誌, 56, 745-749, 2003.

17) 橘ら: *Escherichia albertii* 分離試験における二次増菌条件の検討. 第 44 回日本食品微生物学会学術総会, 大阪, 9 月, 2023.

18) 増田ら: ES サルモネラ寒天培地Ⅱにおける *Escherichia albertii* の特徴. 広島県立総合技術研究所保健環境センター研究報告, 28, 7-11, 2020.

図１ 検査フロー

表１ 家畜の *E. albertii* 保菌状況調査結果（2020 年 6 月～2024 年 2 月）

	検査数	*E. albertii* 分離検体数	分離率（%）
鶏便	190	10	5.3
豚便	180	24	13.3
牛便	158	1	0.6

高知県における蚊のサーベイランスについて（2023 年～2024 年）

別役　信乃・佐藤　亘・野口　優・下元　かおり・松本　一繁・山村　展子

Surveillance of Mosquito in Kochi Prefecture

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

【要旨】　蚊の一部はヒトに感染する病原体を媒介しており、これまでにデング熱、日本脳炎及びマラリアなど 20 以上の感染症を媒介することが知られている。高知県ではリスクの高い蚊媒介感染症の状況を把握するため、2004 年度から蚊を採取し、その分布状況及び保有病原体の調査を行っている。2023 年 6 月から 2024 年 10 月までの調査では総数 1,165 匹の蚊を採取し、その内訳のうち、ウエストナイルウイルス（WNV）等を媒介するアカイエカ群は 495 匹（42.5%）、日本脳炎ウイルス（JEV）を媒介するコガタアカイエカは 397 匹（34.1%）、デングウイルス（DENV）等を媒介するヒトスジシマカは 94 匹（8.1%）であった。また、2023 年にはリバースシマカ及びシロハシイエカが、2024 年にはシロカタヤブカが当所における調査で初めて確認された。

採取した蚊からは、WNV、JEV、DENV、ジカウイルス（ZIKV）及びマラリア原虫のいずれも検出されなかった。なお、アカイエカ群 1 検体から Culex Flavivirus が検出された。

Key words:アカイエカ、チカイエカ、コガタアカイエカ、ヒトスジシマカ、Culex Flavivirus
Culex pipiens pallens, *Culex pipiens* form *molestus, Culex tritaeniorhynchus*, *Aedes albopictus*

1. はじめに

蚊は世界で約 3,600 種類、日本で 112 種類が報告されており（2014 年現在）、多くの種は雌成虫が吸血性を示し、これらの一部がヒトに感染する病原体を媒介している [1]。蚊が媒介する感染症にはデング熱、ジカ熱、日本脳炎及びマラリアなど 20 疾患以上があり、これらの感染症は主に媒介蚊が生息する熱帯、亜熱帯地域で流行している。日本においては、日本脳炎以外の蚊媒介感染症は海外からの輸入感染症とみられており [2]、高知県でも海外渡航者による蚊媒介感染症の輸入感染症が発生している。

高知県では蚊媒介感染症の発生を監視するため、2004 年度から蚊のサーベイランスを実施している。今回、2023 年及び 2024 年に実施したサーベイランスの結果について若干の知見を得たので報告する。

2. 方法

2023 年 6 月から 2024 年 10 月までの期間、高知県内 6 地域で月に 1 回蚊の採取を行った。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 1～2kg 併用）を使用した。トラップを設置する高さは地表面から 1～1.2 mとし、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、雌成虫を選別し形態学的同定を実施した。なお、アカイエカとチカイエカの雌成虫については、形態によって区別することはできないため、「アカイエカ群」として分類した。

同定後、採取場所及び種別毎に 30 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、ISOGENⅡ（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[3] 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 [3] [4] [5] [6] により、各ウイルスの保有の有無を確認した。シナハマダラカについては、ISOGENOME（株式会社ニッポンジーン）を用いて DNA を抽出後、Semi-nested PCR 法によりマラリア原虫の遺伝子検出を試みた。

3. 結果

期間中に採取した蚊の総数は 1,165 匹で、その内訳はアカイエカ群 495 匹（42.5%）が最も多く、次いでコガタ

アカイエカ 397 匹（34.1%）、ヒトスジシマカ 94 匹（8.1%）、シロハシイエカ 68 匹（5.8%）、オオクロヤブカ 38 匹（3.3%）、ヤマトヤブカ及びクシヒゲカ亜属各 11 匹（各 0.9%）、カラツイエカ 8 匹（0.7%）、キンパラナガハシカ 7 匹（0.6%）、ハマダライエカ、キンイロヤブカ及びハマダラナガスネカ各 3 匹（0.3%）、リバースシマカ及びシロカタヤブカ各 2 匹（0.2%）、トウゴウヤブカ及びシナハマダラカ各 1 匹（0.1%）が採取され、採取の際に頭部が欠損するなどにより同定不能となった 21 匹を除いて全 16 種であった（表）。このうち、2023 年にシロハシイエカ及びリバースシマカ（図 1）、2024 年にシロカタヤブカ（図 2）が当所において初めて確認された。

3 種の蚊の数の月別推移をみると、アカイエカ群は 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 7 月や 8 月に多く、11 月～3 月の間は確認されなかった。ヒトスジシマカは 6 月～10 月の間で採集され、8 月に一度減少し、9 月に再び増加した（表、図 3）。

フラビウイルス共通プライマーによる RT-PCR を 196 検体実施し、そのうち 16 検体が陽性であった。陽性検体について各ウイルス個別のリアルタイム 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。なお、RT-PCR 陽性となったアカイエカ群 1 検体について、ダイレクトシークエンス法による解析を行ったところ、Culex flavivirus が検出された。

また、今回採取されたシナハマダラカからはマラリア原虫の遺伝子は検出されなかった。

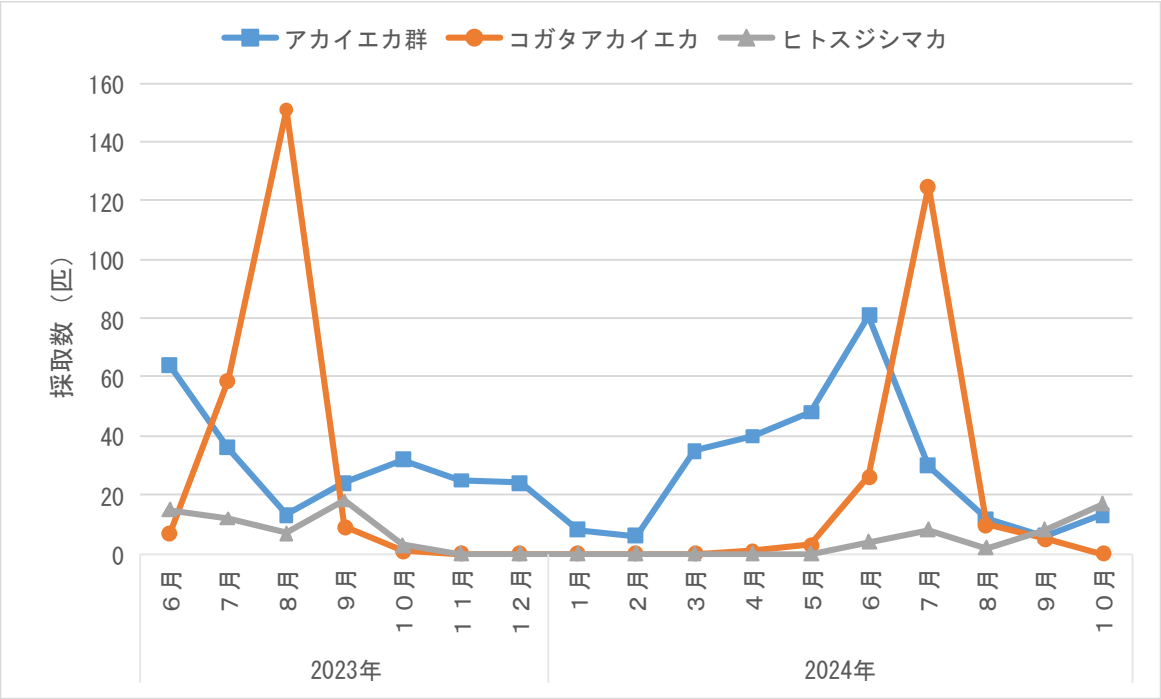


図３　アカイエカ群・コガタアカイエカ・ヒトスジシマカ採取数推移（2023 年 6 月～2024 年 10 月）

4. 考察

アカイエカ群は一年を通して採取された。アカイエカは冬期に休眠するため、本調査で冬期に確認されたのは一年中活動するとされるチカイエカであったと考えられる。

ヒトスジシマカは 8 月に発生数が増えるとされている[7]が、本調査では 2023 年及び 2024 年ともに 8 月に減少し、その後、増加が確認された。アカイエカやコガタアカイエカと異なり、ヒトスジシマカは昼行性である。昆虫は体温の調節機構をもたないため、周囲の温度に影響されて体温が変化する変温動物である。体温が高くなりすぎると、高温障害が起きて死亡してしまうため、条件の悪い環境（暑熱）を避ける行動をとる[7]。2023 年及び 2024 年の夏は平均気温が全国的に高く、記録的な高温となった[8]。一日の中でも暑くなる日中、昼行性のヒトスジシマカが木陰に潜む等暑さを避ける行動をとったことにより、8 月の採取数が減少したのではないかと推測された。

今回、病原体を保有する蚊は確認されなかったが、病原体に感受性を持つとされているアカイエカ群、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、リバースシマカ、ヤマトヤブカ、トウゴウヤブカ、オオクロヤブカ、シナハマダラカが確認されている。加えて、これまで高知県における調査で確認されていなかったシロハシイエカやリバースシマカ及びシロカタヤブカが採集された。海外就航便やクルーズ船などによって高知

県に直接外国人が入国する機会が増え、外国人観光客の増加や海外渡航者による輸入感染症例、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。

アカイエカ群から検出された Culex flavivirus は日本で分離発見された昆虫特異的フラビウイルスで、蚊自体には病気を起こさず、自然感染率が高いとされるが、脊椎動物には感染しない。当所では初めて確認されたウイルスであり、本ウイルスに感染した蚊が後から蚊媒介性フラビウイルスに重複感染した場合、その伝搬、生態及び蔓延状況に影響を与える可能性が示唆されている[9)]。

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。

文献

1）国立感染症研究所：蚊媒介感染症，2012 年 1 月～2022 年 3 月,IASR Vol.43 p125-128,2022.

2）厚生労働省ホームページ：蚊媒介感染症,
https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000164483.html,(2024.11.29.)

3）国立感染症研究所：ジカウイルス感染症実験室診断マニュアル　2016 年 3 月版,
https://www.niid.go.jp/niid/images/lab-manual/zika_ver1_20160311.pdf,(2024.11.29.)

4）国立感染症研究所：ウエストナイルウイルス病原体検査マニュアル　第 4 版,
https://www.niid.go.jp/niid/images/vir1/div2/WNVLbotest.pdf,(2024.11.29.)

5）国立感染症研究所：日本脳炎　2013 年 8 月版,
https://www.niid.go.jp/niid/images/lab-manual/JP_Encephalitis.pdf,(2024.11.29.)

6）国立感染症研究所：デングウイルス感染症診断マニュアル　2014 年 9 月版,
https://www.niid.go.jp/niid/images/lab-manual/Dengue2014.pdf,(2024.11.29.)

7）津田良夫：蚊の観察と生態調査.56-57,北隆館（2013）.

8）気象庁ホームページ：日本の季節平均気温，　https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/sum_jpn.html,(2024.11.22.)

9）伊澤晴彦ら：蚊における昆虫ウイルス慢性感染が蚊媒介性ウイルスの感染・流行動態に及ぼす影響,
https://kaken.nii.ac.jp/ja/file/KAKENHI-PROJECT-22590387/22590387seika.pdf,(2024.11.22.)

表　高知県における蚊の採取数（2023 年 6 月～2024 年 10 月）

	2023 年							2024 年										合計	
	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月		
アカイエカ群	64	36	13	24	32	25	24	8	6	35	38	48	81	30	12	6	13	495	42.5%
コガタアカイエカ	7	59	151	9	1	0	0	0	0	0	1	3	26	125	10	5	0	397	34.1%
カラツイエカ	2	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0.7%
シロハシイエカ	9	11	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	23	5	2	0	68	5.8%
ハマダライエカ	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.3%
ヒトスジシマカ	15	12	7	18	3	0	0	0	0	0	0	0	4	8	2	8	17	94	8.1%
リバースシマカ	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.2%
ヤマトヤブカ	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	1	11	0.9%
トウゴウヤブカ	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1%
オオクロヤブカ	4	5	2	7	6	0	0	0	0	0	0	1	3	8	1	0	1	38	3.3%
キンイロヤブカ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0.3%
シロカタヤブカ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0.2%
キンパラナガハシカ	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.6%
シナハマダラカ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.1%
ハマダラナガスネカ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3	0.3%
クシヒゲカ亜属	2	2	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0.9%
同定不能	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2	13	0	0	0	21	1.8%
	111	125	196	72	47	27	25	8	6	35	40	53	125	210	31	22	32	1165	100.0%

図１ リバースシマカ（2023 年 8 月採取）

図２ シロカタヤブカ（2024 年 6 月採取）

NGS を活用した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

Whole Genome Sequencing in tracking the HA 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 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、インフルエンザリアルタイム PCR 陽性かつ MDCK 細胞を用いたウイルス培養で細胞変性効果が認められた培養液について NGS を用いた全ゲノム解析を行った。HA 領域に絞って解析を行ったところ、時系列とクレード、感染拡大に関連性があることが示唆された。このことから、クレード解析によりインフルエンザウイルスの流行を予測することが可能になると考えられる。

Key words： Influenza virus, NGS, surveillance, HA 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（HA）とノイラミニダーゼ（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)]。

今回、新型インフルエンザを含めたインフルエンザの流行を把握すべく、2023 年に実施した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」という。）において、インフルエンザ陽性と診断された検体を全ゲノム解析後、結果を集計し、系統樹解析を行ったところ、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 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 陽性検体かつ MDCK 細胞によるウイルス培養で細胞変性効果（CPE）が見られた検体を全ゲノム解析に用いた。

2.2. サーベイランス検体またはウイルス培養液からの RNA 抽出

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。

2.3. リアルタイム PCR の方法

RNA 抽出液を用いてリアルタイム PCR を行った。RNA 抽出液と、QuantiTect Probe RT-PCR kit (QIAGEN)、RNase Inhibitor (Thermo Fisher Scientific)、Primer 及び Probe を混和し全量 25 μL とした。測定機器は QuantStudio®5 リアルタイム PCR システム（Thermo Fisher Scientific)を使用し、反応条件は、50℃30 分、95℃15 分、94℃15 秒・56℃75 秒で 45 サイクル行い、増幅が見られたものを陽性とした [2)]。

2.4. インフルエンザウイルスの培養

リアルタイム PCR で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。24well 培養プレート(住友ベークライト)を使用し、細胞は MDCK 細胞(国立感染症研究所分与株)、ウイルス増殖培地は Dulbecco's Modified Eagle's Medium - high glucose (Sigma-Aldrich)、FBS (Gibco)、Pen Strep (Gibco)、Amphotericin B (Gibco)、Acetyltrypsin (Sigma-Aldrich)を混和したものを使用した。方法は、24well 培養プレートに事前に MDCK 細胞をシート状に培養し、リアルタイム PCR 陽性の咽頭ぬぐい液を 200μL 添加後、34℃、CO_2 5%条件下で 1 時間接種し、咽頭ぬぐい液を取り除いた後、ウイルス増殖用培地を 1mL 添加、1 週間後に継代し 2 週間観察した。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)]。

2.5. NGS による全ゲノム解析の方法

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。

ウイルス培養液からの RNA 抽出液を、Primer 及び SuperScript Ⅲ (Invitrogen)を用いて、A 型は 42℃60 分、94℃2 分、94℃30 秒・45℃30 秒・68℃3 分を 5 サイクル、94℃30 秒・57℃30 秒・68℃3 分を 30 サイクル、B 型は 45℃60 分、55℃30 分、94℃2 分、94℃20 秒・40℃30 秒・68℃3 分 30 秒を 5 サイクル、94℃20 秒・58℃30 秒・68℃3 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℃2 分、98℃20 秒・60℃30 秒・72℃30 秒で 6 サイクル、72℃1 分の温度条件で Multiplex PCR を行った。

以降は、コロナウイルスの全ゲノム解析と同一の方法[3)]で、AMPure XP (Beckman Coulter)と 80%エタノールを用いて精製し、TE Buffer [1x], pH 8.0, Low EDTA [Tris-EDTA; 10mM Tris base, 0.1mM EDTA] (G-Biosciences)で抽出した PCR 産物の濃度を測定した。

ライブラリ調製は、Fragmentation & End-prep 反応産物に QIAseq CDI Y-Adapter Kit (96) (QIAGEN)のアダプターを添加し、Ligation 反応後、精製、Resuspension Buffer + PhiX (Illumina) で濃度調整を行った。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 解析を行い、その塩基配列をもとに CLC Genomics Workbench で参照配列から HA の全ゲノム配列を決定した[2)]。参照配列は、NCBI のデータベースから AH1pdm09 は A/Wisconsin/588/2019 (MW626062)を、AH3 は A/Darwin/6/2021 (OQ718999)を、B.victoria(以下、B.vic)は B/Brisbane/60/2008 (KX058884)を使用した。

2.6. 系統樹解析

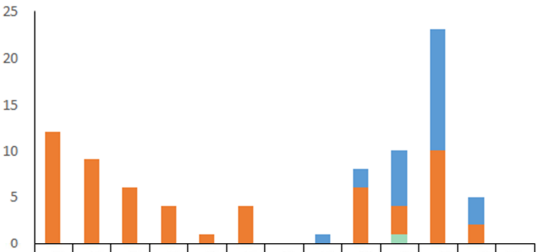
CLC Genomics Workbench で作成した HA の全ゲノム配列 (AH1pdm、AH3、B.vic)を、MEGA7[4)]でインフルエンザウイルスごとに一つにまとめ、Nextclade[5)]を用いて作成した。それぞれの検体の名称は、「検体番号_提供月_管轄保健所 (KC：高知市保健所、SK：須崎保健所、HT：幡多保健所)」で表記した。

3. 結果

3.1. リアルタイム PCR

2023 年 1 月から 12 月までの感染症サーベイランスで得られたインフルエンザウイルス検体 98 件のうち、リアルタイム検査陽性は 83 件あった。その内訳は、AH1pdm09 が 25 件、AH3 が 57 件、B.vic が 1 件であった (図 1)。

AH1pdm09 は 8 月に検出されて以降、11 月に最も多く検出された。また、AH3 は 7 月から 8 月を除き、年間を通して検出され、中でも 1 月に最も多く検出された。



	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
AH1pdm09								1	2	6	13	3	25
AH3	12	9	6	4	1	4			6	3	10	2	57
B.vic										1			1

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

リアルタイム PCR 陽性 83 件のうち、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。

3.3. HA の系統樹解析

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。また、系統樹は図 2 及び 3 となった。

AH1pdm09(17 件)は、クレード 6B.1A.5a.2a に属し、さらに 5a.2a(2 件)、5a.2a.1(15 件)に分岐していた。5a.2a.1 内では、さらに塩基レベルの変異により 9 件が分岐していたが、アミノ酸レベルの変異は認められなかったためサブクレードの派生はなかった（表 1-(a)、図 2)。

AH3(32 件)は、クレード 3C.2a1b.2a に属し、大きく分けて 2a(25 件)と 2b(7 件)に分岐していた 。クレード 2a は、ショートクレード 2a.3(3 件)、2a.3a(5 件)、2a.3a.1(17 件)に派生していた。さらに、2a.3a.1 は塩基レベルの変異によりアミノ酸レベルの変異があったためサブクレードが派生し、J から J.1 に分岐していた。クレード 2b は、ショートクレードの派生は見られなかったものの、アミノ酸レベルの変異によりサブクレード G.2、G.2.1、G.2.2 へ派生していた（表 1-(b)、図 3)。

B.vic は、クレード V1A.3a.2 が 1 件のみであった（表 1-(c))。

表１　HA の clade と subclade　（検体番号_提供月_管轄保健所）

表１-(a).　AH1pdm09

sample name	clade	short-clade	subclade
317_08_KC	6B.1A.5a.2a	5a.2a	C.1
379_09_KC	6B.1A.5a.2a.1	5a.2a.1	D.2
400_10_KC	6B.1A.5a.2a.1	5a.2a.1	D.2
404_09_KC	6B.1A.5a.2a.1	5a.2a.1	D.2
409_10_SK	6B.1A.5a.2a.1	5a.2a.1	D.2
427_10_SK	6B.1A.5a.2a.1	5a.2a.1	D.2
456_11_KC	6B.1A.5a.2a.1	5a.2a.1	D.2
471_11_SK	6B.1A.5a.2a.1	5a.2a.1	D.2
472_11_SK	6B.1A.5a.2a	5a.2a	C.1.7.2
479_11_SK	6B.1A.5a.2a.1	5a.2a.1	D.2
480_11_SK	6B.1A.5a.2a.1	5a.2a.1	D.2
493_11_SK	6B.1A.5a.2a.1	5a.2a.1	D.2
494_11_SK	6B.1A.5a.2a.1	5a.2a.1	D.2
496_11_SK	6B.1A.5a.2a.1	5a.2a.1	D.2
515_11_KC	6B.1A.5a.2a.1	5a.2a.1	D.2
531_12_SK	6B.1A.5a.2a.1	5a.2a.1	D.2
532_12_SK	6B.1A.5a.2a.1	5a.2a.1	D.2

表１-(c).　B.vic

sample name	clade	subclade
422_10_KC	V1A.3a.2	C.5

表１-(b).　AH3

sample name	clade	short-clade	subclade
006_01_KC	3C.2a1b.2a.2a.3a	2a.3a	G.1.3.1
018_01_KC	3C.2a1b.2a.2a.3a	2a.3a	G.1.3.1
026_01_HT	3C.2a1b.2a.2a.3a	2a.3a	G.1.3.1
037_01_KC	3C.2a1b.2a.2a.3a	2a.3a	G.1.3.1
057_02_KC	3C.2a1b.2a.2b	2b	G.2.1
063_02_KC	3C.2a1b.2a.2a.3	2a.3	G.1.3
082_02_KC	3C.2a1b.2a.2a.3	2a.3	G.1.3
096_03_SK	3C.2a1b.2a.2b	2b	G.2
098_03_KC	3C.2a1b.2a.2a.3	2a.3	G.1.3
106_03_KC	3C.2a1b.2a.2a.3a	2a.3a	G.1.3.1
123_04_KC	3C.2a1b.2a.2b	2b	G.2.2
183_05_KC	3C.2a1b.2a.2b	2b	G.2
207_06_KC	3C.2a1b.2a.2b	2b	G.2
226_06_KC	3C.2a1b.2a.2b	2b	G.2.1
229_06_SK	3C.2a1b.2a.2b	2b	G.2
234_06_SK	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	2a.3a.1	J
354_09_SK	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	2a.3a.1	J.1
355_09_SK	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	2a.3a.1	J.1
368_09_KC	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	2a.3a.1	J.1
380_09_SK	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	2a.3a.1	J
391_09_SK	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	2a.3a.1	J
444_10_SK	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	2a.3a.1	J.1
470_11_SK	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	2a.3a.1	J.1
481_11_SK	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	2a.3a.1	J.1
482_11_SK	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	2a.3a.1	J.1
483_11_SK	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	2a.3a.1	J.1
487_11_SK	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	2a.3a.1	J.1
495_11_SK	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	2a.3a.1	J.1
497_11_SK	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	2a.3a.1	J.1
499_11_SK	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	2a.3a.1	J.1
516_12_KC	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	2a.3a.1	J.1
530_12_SK	3C.2a1b.2a.2a.3a.1	2a.3a.1	J.1

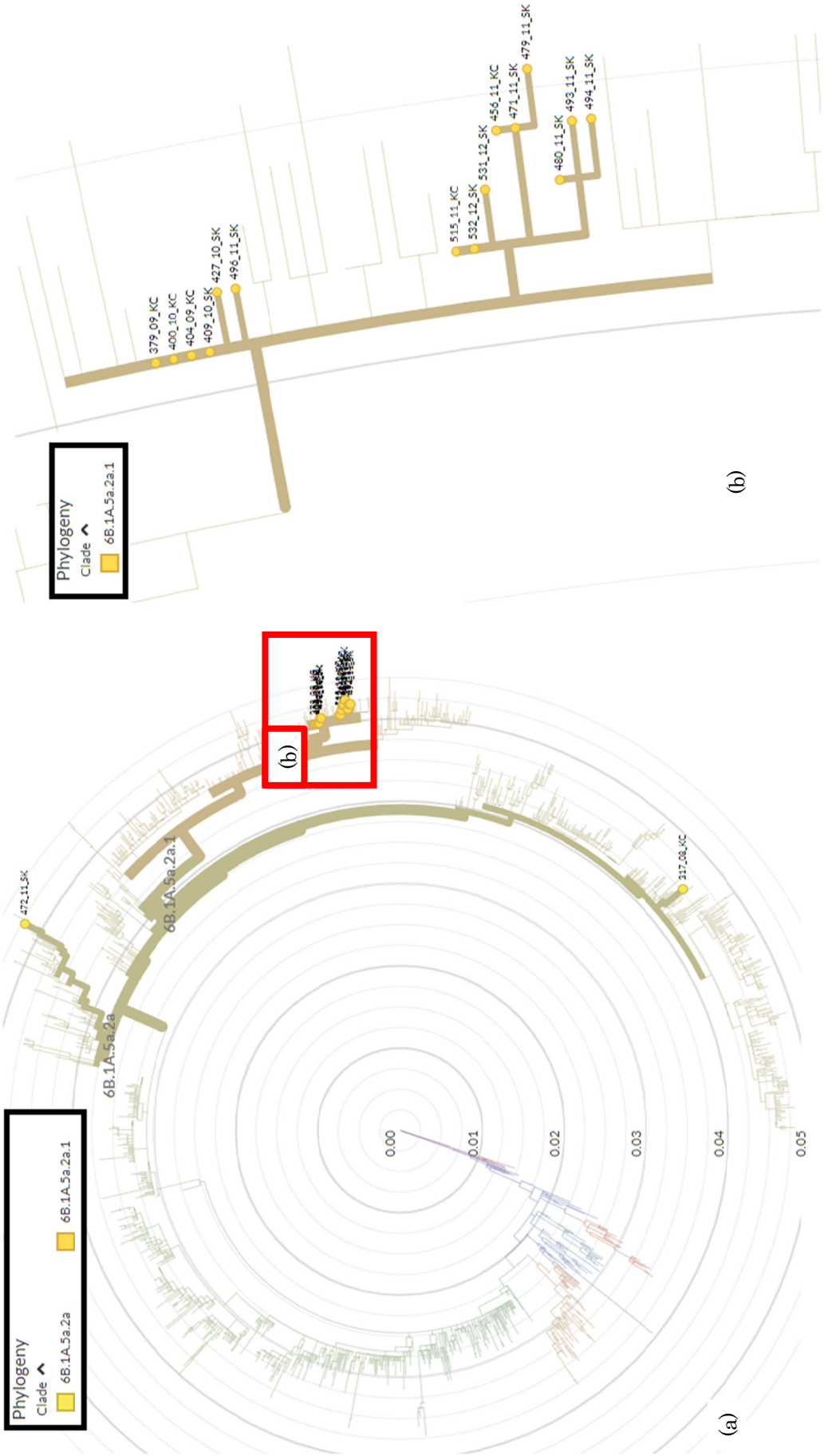


図２　AH1pdm09 の系統樹
(a) 全体像　(b) subclade D.2

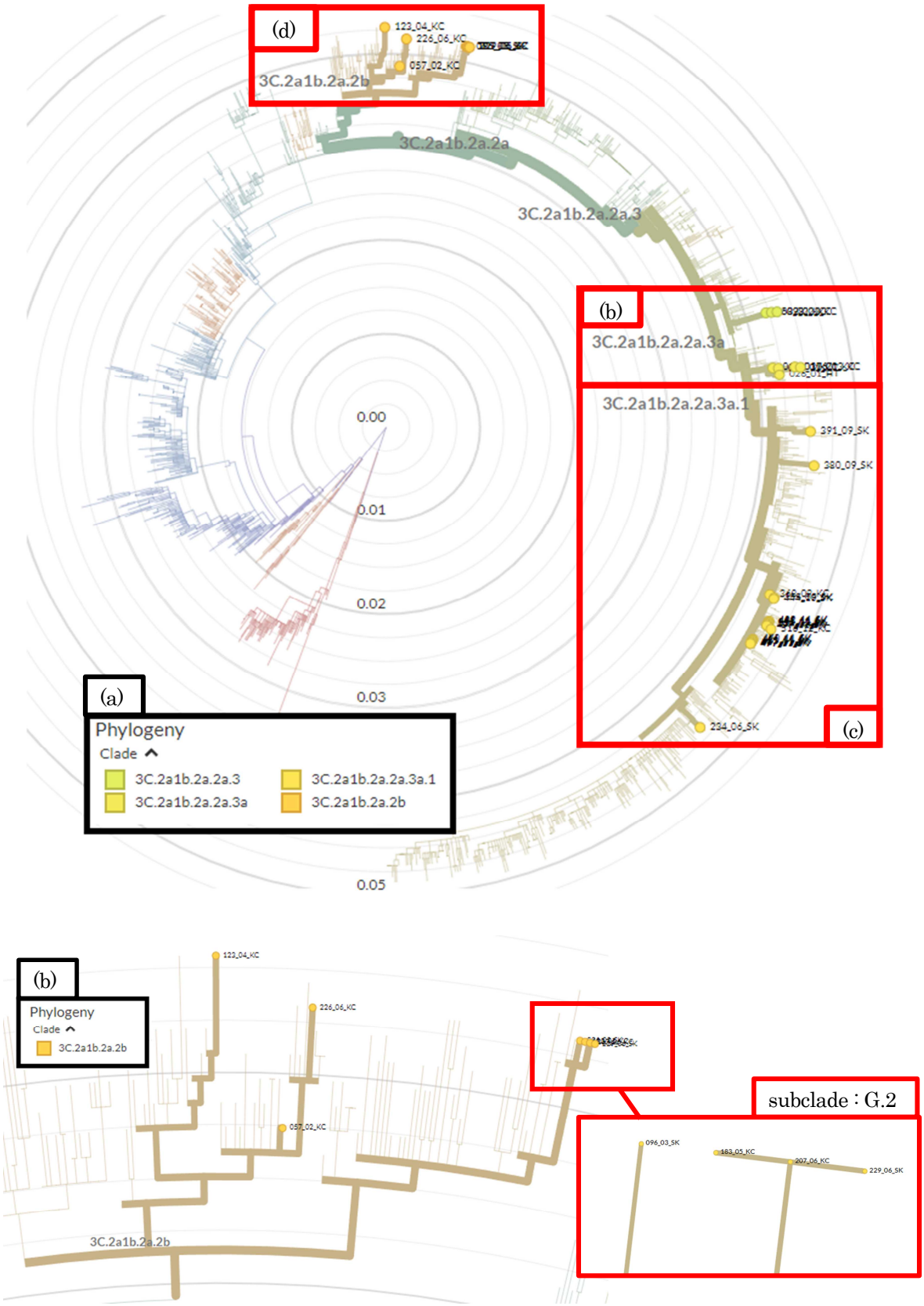


図３　AH3 の系統樹

(a) 全体像　(b) 2b

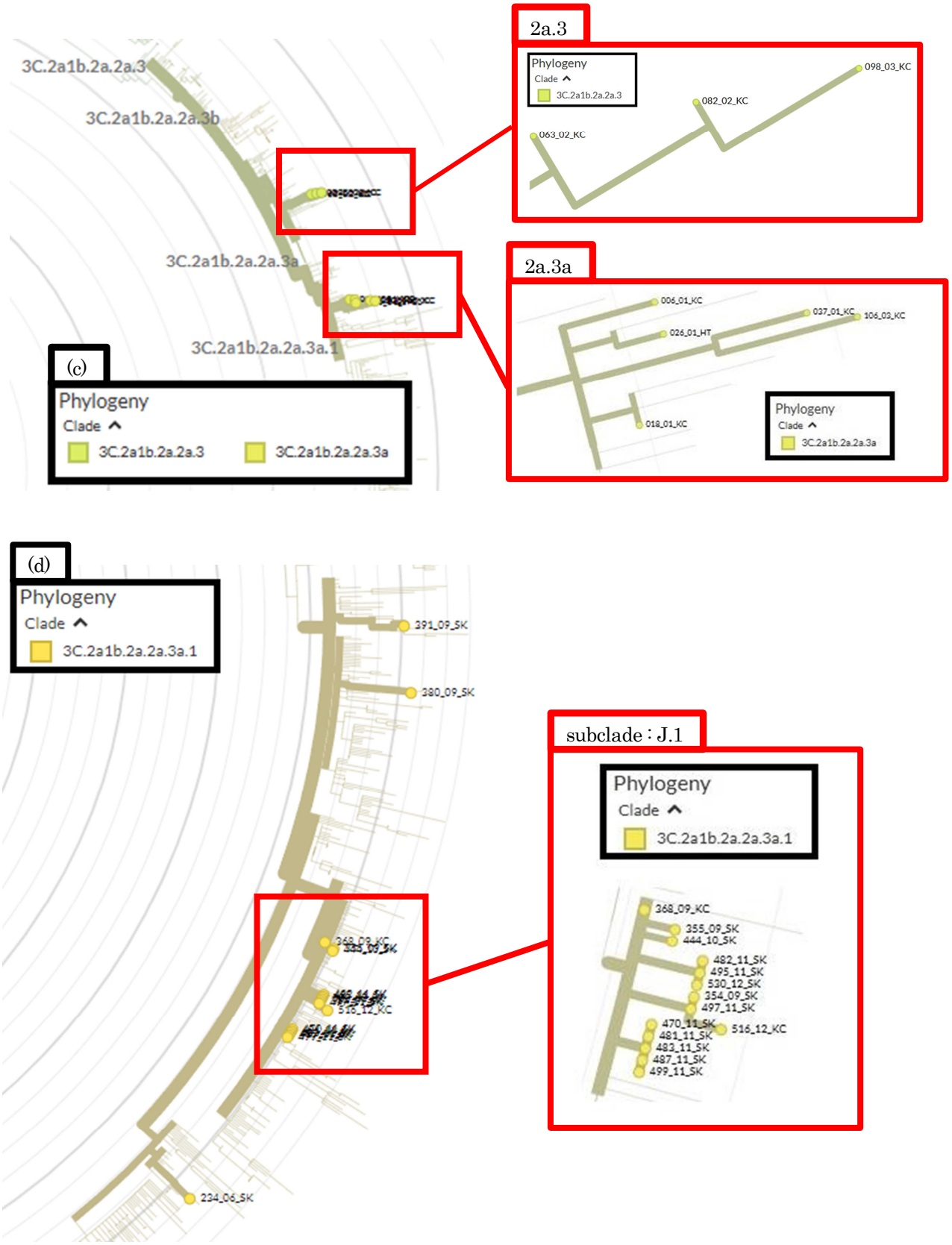


図３　AH3 の系統樹

(c) short-clade 2a.3 と 2a.3a (d) short-clade 2a.3a.1

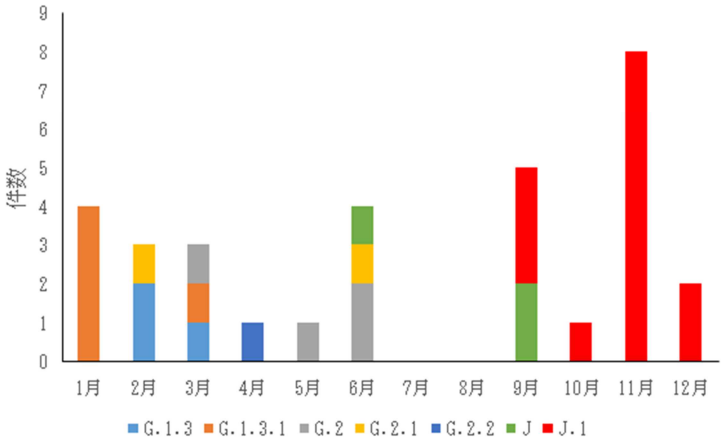


図４　AH3 subclade の推移

4. 考察

2023 年の感染症サーベイランスで得たインフルエンザウイルス陽性検体について、NGS による全ゲノム解析と系統樹解析を行った。

4.1. AH1pdm09 の解析結果

8 月の初回検出以降、12 月にかけて検出数が増加した。各検体のショートクレードは検体 No.317 と No.472 を除き、5a.2a.1 であった。5a.2a.1 に着目し、9 月から 10 月と、11 月から 12 月の検体の系統樹を確認すると、塩基レベルの変異はあるが、アミノ酸レベルの変異はない。クレードの違いはないものの、明らかに分岐していることから、グループが異なる可能性が考えられ、高知県内で独自に変異が起こって広がったと推測される。

また、独自の分岐である No.317 と No.472 のサブクレードを確認すると、C.1 と C.1.7.2 であったが、これらの県内での検出数が増加していないことから、散発もしくは他県で感染、すぐに終息したものと推測される。

4.2. AH3 の解析結果

7 月と 8 月を除き、年間を通して検出された。主なクレードは 3C.2a1b.2a であり、大きく分けて 2a と 2b の 2 種類が存在した。

クレード 2a は 2a.3 に分岐し、さらに 2a.3a、2a.3a.1 に分岐した。1 月から 3 月は 2a.3 と 2a.3a がともに検出されたが、4 月と 5 月は検出されず、再び 6 月から検出された。6 月以降のショートクレードは 2a.3a.1 であり、9 月以降、検出数が急増していった。サブクレードをみると、J は 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 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、クレード 2b (サブクレード G.2、G.2.1、G.2.2)は、2a が減少し始めた 2 月から検出され、6 月以降は検出されなかった（図 4)。

4.3. B.vic の解析結果

10 月に 1 件検出された。上記の AH1pdm09 や AH3 の検出推移では、初回検出から約 2 か月後に検出数が増加していることから、B.vic も 1 月以降、検出数が増加することが懸念されるため、引き続き注視していく必要がある。

4.4. まとめ

系統樹解析結果から、時系列、クレード及び感染拡大に関連性があることが示唆された。各型の検出推移をみると、初回検出のみで収束する例外はあるものの、初回検出から約 2 か月後に検出数増加が始まっている。このことから、今後拡大するインフルエンザウイルスの型を推測し、県民への注意喚起に役立てることができるのではないかと考える。

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。リアルタイム PCR で Ct 値が高い検体をどのように扱って増殖を確認していくのか、今後、検討が必要である。また、系統樹解析では HA のみを行ったが、もう一つの重要なインフルエンザ抗原である NA についても解析し、今回報告したような

変異等の分子疫学的な情報提供の検討を進めていきたい。

最後に、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したい。

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) 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://www.niid.go.jp/niid/images/lab-manual/influenza20230829.pdf., 2025.1.1
3) 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://www.niid.go.jp/niid/images/lab-manual/SARS-CoV2_genome_analysis_manual_Nanopore_NEB_ver_1_6_220127.pdf., 2025.1.1
4) MEGA Software：https://www.megasoftware.net/., 2025.1.1
5) Nextclade Nextstrain：https://clades.nextstrain.org/., 2025.1.1

高知県の環境放射能調査
― 第38報 令和5年度 ―

松木 葵・明神 真未・岡野 博子*1・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 2023 to March 2024

MATSUGI Aoi, MYOJIN Mami, OKANO Hiroko*1, MIYANAKA Takami, BETCHAKU Yuka, MATSUMOTO Kazushige and YAMAMURA Nobuko

【要旨】 昨年度に引き続き、令和5年4月から令和6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0.22±0.0097（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5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年のチョルノービ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4年度までの調査報告を行ってきた。令和5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5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 cm^2）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ボリウムサンプラ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 m^3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。

*1 令和5年度退職

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 cm^2）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5年6月12日に当所3階の蛇口水を100L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5年7月19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：191.1cm^2）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6年1月14日に葉菜類として香美市内の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。

また、令和6年2月29日に根菜類として同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。

2.2.7. 牛乳（原乳）

令和5年8月7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5年5月9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JDC-1137

GM計数台：アロカ株式会社製PS-202D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5年度は、2,734.0 mmの降水があり、全96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5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5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) 明神真未ら：高知県の環境放射能調査　第37報. 高知県衛生環境研究所報, 第5号, 2023.

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, (2024.12.27)

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)
2023.04	395.6	7	0	N.D	N.D
2023.05	314.3	9	0	N.D	N.D
2023.06	453.0	16	0	N.D	N.D
2023.07	82.1	6	0	N.D	N.D
2023.08	756.7	16	0	N.D	N.D
2023.09	163.4	9	0	N.D	N.D
2023.10	23.4	1	0	N.D	N.D
2023.11	90.1	7	0	N.D	N.D
2023.12	61.2	5	0	N.D	N.D
2024.01	15.1	3	0	N.D	N.D
2024.02	147.3	9	0	N.D	N.D
2024.03	231.8	8	0	N.D	N.D
年間値	2734.0	96	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	放射能濃度 (mBq/m^3)				
年月日	年月日	(m^3)	Be-7	K-40	I-131	Cs-134	Cs-137
2023.04.03	2023.06.20	13103.7	3.1±0.040	N.D	N.D	N.D	N.D
2023.07.12	2023.09.20	13181.9	1.4±0.029	N.D	N.D	N.D	N.D
2023.10.05	2023.12.19	13058.8	3.0±0.040	N.D	N.D	N.D	N.D
2024.01.10	2024.03.07	13018.1	2.7±0.040	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
2023.05.01	395.6	190.9	840±2.1	1.6±0.26	N.D	N.D	N.D
2023.06.01	373.3	124.5	410±1.4	N.D.	N.D	N.D	N.D
2023.06.30	342.5	131.5	170±0.88	N.D.	N.D	N.D	N.D
2023.08.01	195.1	41.2	99±0.67	N.D.	N.D	N.D	N.D
2023.09.01	756.7	333.3	360±1.3	0.83±0.25	N.D	N.D	N.D
2023.10.02	163.4	38.4	160±0.85	N.D.	N.D	N.D	N.D
2023.11.01	23.4	11.9	12±0.26	N.D.	N.D	N.D	N.D
2023.12.01	90.1	35.5	110±0.71	N.D.	N.D	N.D	N.D
2024.01.04	61.2	26.2	64±0.54	N.D.	N.D	N.D	N.D
2024.02.01	15.1	13.2	25±0.34	N.D.	N.D	N.D	N.D
2024.03.01	147.3	65.3	160±0.86	N.D.	N.D	N.D	N.D
2024.03.31	231.8	91.7	300±1.2	0.74±0.24	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(℃)	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
2023.06.12	22.5	7.3	170	N.D	9.6±1.7	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
2023.07.19	0～5	191.1	849.3	N.D	600±9.0	N.D	N.D	N.D
2023.07.19	5～20	191.1	1979.9	N.D	630±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
2024.01.14	ほうれん草	4	1.47	1.6±0.11	150±0.71	N.D	N.D	N.D
2024.02.29	大根	4	0.45	N.D	53±0.31	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
2023.08.07	N.D	48±0.69	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
2023.05.09	4	1.43	N.D	130±0.59	N.D	N.D	0.22±0.0097

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。

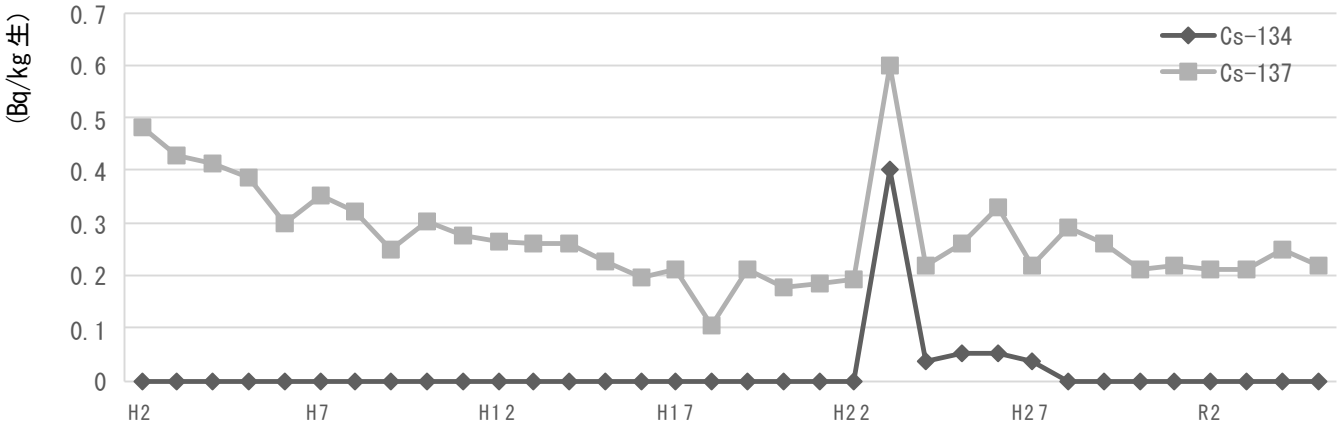


図１　かつお中のCs-134及びCs-137濃度の推移

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
2023.04	64	39	43	55	31	36	40	21	23	58	32	36	78	52	57
2023.05	63	39	42	61	31	36	43	21	23	65	32	36	78	50	57
2023.06	62	38	43	64	31	36	40	21	24	64	32	38	92	50	57
2023.07	71	38	42	65	30	36	40	20	23	56	32	36	76	51	57
2023.08	70	38	42	64	30	36	42	20	23	61	31	35	93	48	56
2023.09	59	39	43	61	31	35	32	21	23	55	32	35	72	50	56
2023.10	67	41	45	52	31	36	32	21	23	54	33	36	69	51	57
2023.11	68	40	44	90	31	37	61	21	24	77	33	37	83	50	57
2023.12	81	40	43	59	32	37	35	21	24	57	32	36	80	50	56
2024.01	57	41	43	59	30	37	36	21	24	59	32	36	77	49	56
2024.02	73	39	43	66	31	38	46	21	24	72	32	38	92	49	57
2024.03	82	39	42	74	31	38	43	21	24	65	32	37	78	49	56
年間値	82	38	43	90	30	37	61	20	24	77	31	36	93	48	57

＊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）。

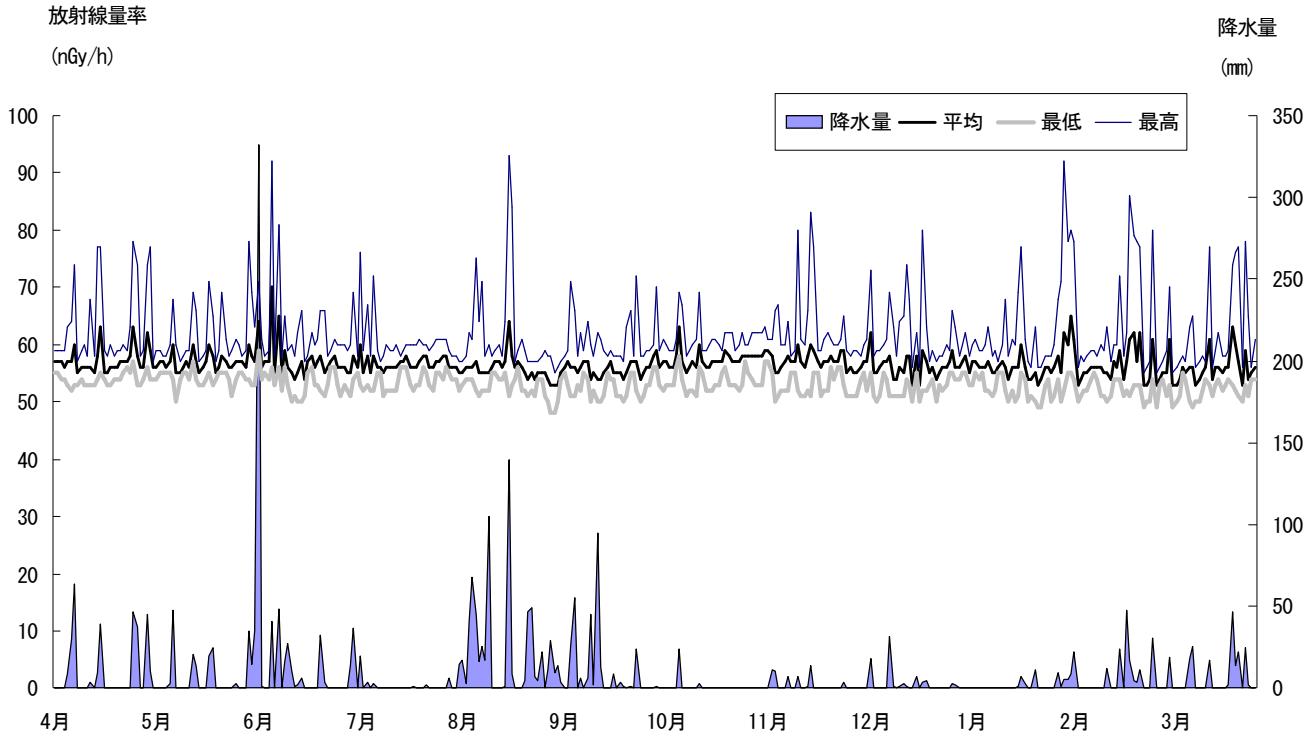


図２　モニタリングポスト（四万十市）の日間放射能変動及び年間降水量*（2023.04～2024.03）

*四万十市の降水量は、気象庁のデータ（地点：中村）を使用。

疑似マトリックスと３層サンドイッチ注入を組み合わせたプログラム昇温気化（PTV）注入口GC-MS/MSによる農産物中残留農薬一斉分析法の妥当性評価

角 大輝・松木 葵・
別役 由香・澤田 祐貴子・明神 真未

Validation Study on a Multi-Residue Method for the Determination of Pesticide Residues in Agricultural Products Using Programmed Temperature Vaporization (PTV) Inlet GC-MS/MS with a Procedure of Pseudo Matrix and Three-Layer Sandwich Injection.

SUMI Daiki, MATSUGI Aoi,
BETCHAKU Yuka, SAWADA Yukiko and MYOJIN Mami

【要旨】 疑似マトリックスとして、グルコノラクトン及びソルビトールに加え、新たにポリエチレングリコール 300 を使用した GC-MS/MS による残留農薬の一斉分析法について測定条件を検討するとともに、妥当性評価試験を実施した。

検討の結果、PEG300 含有試験溶液、APs、トルエンの 3 層サンドイッチ注入法により、安定的な分析が可能であることが確認され、また、同法を用いたにんじん及びかぼちゃの妥当性評価試験では、にんじんが 70/80 成分、かぼちゃが 63/80 成分と良好な結果が得られた。

Key words:妥当性評価、残留農薬、ガスクロマトグラフ-質量分析計、３層サンドイッチ注入法、プログラム昇温気化注入口、疑似マトリックス
Validation Study, Pesticide Residues, GC-MS/MS, Three-Layer Sandwich Injection, Programmable Temperature Vaporization（PTV）Inlet, Pseudo Matrix

1. はじめに

わが国では、平成18年5月にポジティブリスト制度が導入され、農産物中の農薬等の残留基準値、あるいは基準値が設定されていないものについては一律基準値が設定され、基準値を超えて農薬が残留する食品の流通が禁止さえている。本県においても、食品の安全確保を図り、県民の健康を保護する観点から、「高知県食品衛生監視指導計画」を策定しており、それに基づき、当所は、QuEChERS法を改良したSTQ法[1)] による一斉分析法を用いた食品中に残留する農薬の幅広く、効率的なモニタリングを実施している。

GC-MS/MSを用いた食品中の残留農薬分析では、食品の種類によって定量値が変動する、いわゆるマトリックス効果が起こることが知られており、これを軽減するためにマトリックス検量線を用いる方法がある。しかしながら、分析対象成分が残留していないサンプルの入手が困難であることや、操作が煩雑であるという問題点がある。このため、ポリエチレングリコール300（以下「PEG300」という。）やグルコノラクトン、ソルビトールといったさまざまな疑似マトリックスを用いる方法が報告[2)] されており、当所においても、Analyte Protectants（以下「APs」という。）として、グルコノラクトン及びソルビトールを選定し、スパイラルインサート（図1）を用いたプログラム昇温気化（PTV）注入口GC-MS/MSによる残留農薬分析を実施しているところである。

しかし、現状、APsはマトリックス効果を完全に補正できるものではなく、安定的な分析のためには、新たな疑似マトリックスの活用が必要であると考えられた。

そこで今回、新たにPEG300を加え、3種の疑似マトリックスによる安定的なGC-MS/MSの測定法の諸条件について検討した。また、妥当性評価ガイドライン[3)] に従って、本法の妥当性を評価したので報告する。

図１ スパイラルインサート

2. 実験方法

2.1. 試料及び試薬

［試料］：分析対象成分が残留していないことを確認したにんじん、かぼちゃをフードプロセッサーを用いて均一化したものを用いた。

［標準品］：農薬混合標準液 63 及び 79（関東化学(株)製）並びにアトラジン（関東化学(株)製）を用いた。

［標準液］：アトラジン 10 mg を秤量し、アセトンに溶解させ 1000 μg/mL を調整し、さらにアセトンで希釈して、10 μg/mL を調整し、これを標準原液とした。農薬混合標準液 63 及び 79 並びに標準原液からそれぞれ 1 mL を取り、2 μg/mL の混合標準液を調整し、さらにアセトンで希釈し、0.2 μg/mL の混合標準液を作製した。

［抽出固相用ミニカラム］：(株)アイスティサイエンス製の Smart-SPE C18-30 mg、Smart-SPE C18-50 mg、Smart-SPE PSA-30 mg を用いた。

［その他の試薬］：アセトン、ヘキサン、アセトニトリル、トルエン及び塩化ナトリウムは、それぞれ和光純薬工業(株)製の残留農薬・PCB 試験用を用い、クエン酸三ナトリウム二水和物（試薬特級）、クエン酸水素二ナトリウム１.５水和物（和光一級）及び無水硫酸マグネシウム（試薬特級）は、それぞれ和光純薬工業(株)製を用いた。

また、D(+)-グルコノ-1,5-ラクトン（和光特級）及び D(-)-ソルビトール（和光一級）は和光純薬(株)製を用い、それぞれアセトニトリル-水の混液で溶解させ、アセトンで希釈し、それぞれ 2.25 μg 及び 1.125 μg が注入されるよう調整した。

さらに、GC-MS/MS の安定的な測定を確認するために添加したフェナントレン-d10 は、林純薬工業(株)製を用い、今回新たに添加する PEG300 は関東化学(株)製を用いた。フェナントレン-d10 及び PEG300 は、それぞれアセトンに溶解させたうえで混合し、検量線用標準列及び試料液の測定において 0.5 ng 及び 500 ng が注入されるよう調整した。

2.2. 装置

全自動固相抽出装置：(株)アイスティサイエンス製　ST-L400

ガスクロマトグラフ/質量分析計（GC-MS/MS）：Agilent 製　8890GC / 日本電子(株)製　JMS-TQ4000GC

大容量注入装置：(株)アイスティサイエンス製　LVI-S200

2.3. 測定条件

測定は、大容量注入装置による注入を行い、GC-MS/MS により行った。その他の条件は以下のとおり。

分析カラム：Agilent 社製 VF-5ms（30 m×0.25 mm　膜厚 0.25 μm）

GC カラムオーブン昇温条件：60 ℃(4 min) - 20 ℃/min - 160 ℃(0 min) - 5 ℃/min - 220 ℃(0 min) - 3 ℃/min - 235 ℃(0 min) - 7 ℃/min - 310 ℃(8.29 min)

キャリアガス（流量）：超高純度 He（1.2 mL/min）

イオン化エネルギー：EI(70 eV)

イオン源温度：280 ℃

インターフェース温度：300 ℃

注入量：5 μL

注入口：PTV（LVI 溶媒ベントモード）

注入口昇温条件：70 ℃(0.3 min) - 120 ℃/min - 240 ℃(0 min) - 50 ℃/min - 290 ℃(38 min)

測定モード：MRM（定量イオンは表 1）

2.4. 検量線の作成

検量線は、2 μg/mL の混合標準液及び 0.2 μg/mL の混合標準液をアセトン-ヘキサン(3/7)で希釈し、0.001、0.0025、0.005、0.025、0.05、0.1 μg/mL 濃度の 6 点を作製した。また、各検量線用標準列に 0.5%PEG300 及び 5 μg/mL フェナントレン d 体混合アセトン溶液を 1 mL 中に 20 μL となるように添加した。

2.5. 試験溶液の調整

遠沈管に採取した試料 10g（水分量の少ない試料については、水分量が 100 %近くになるよう食品成分表等を参考に適宜水を加え、5 分静置後、以降の操作を行う。）にアセトニトリル 10 mL を加え、シャフト型ホモジナイザーで 10,000rpm で 1 分間ホモジナイズする。 塩化ナトリウム 1g、クエン酸三ナトリウム二水和物 1g、クエン酸水素二ナトリウム 1.5 水和物 0.5g 及び無水硫酸マグネシウム 4.3g を添加後、直ちに 1 分間激しく振とうし、3,000 rpm で 5 分間遠心分離する。アセトニトリル層を 1 mL 分取し、アセトニトリル-水(1/1)を 1 mL 加えて 2 倍希釈したものを抽出溶液とした。

あらかじめアセトン及びアセトニトリル-水(8/2)でコンディショニングした C18-30 mg に抽出溶液 1 mL を負荷し、アセトニトリル-水(8/2)1 mL を通液させ、流出液に 10 %塩化ナトリウム水溶液 25 mL を添加し、それらの流出液をあらかじめアセトン及び水でコンディショニングした C18-50 mg に保持させる。保持させた C18-50 mg を水 1 mL で洗浄後、窒素ガスで乾燥させ、あらかじめアセトン及びアセトン-ヘキサン(3/7)でコンディショニングした PSA-30 mg の上に連結させる。アセトン-ヘキサン(3/7)で溶出させ、その溶出液に 0.5 %PEG300 及び 5 μg/mL フェナントレン-d10 混合アセトン溶液を 20 μL 添加し、アセトン-ヘキサン(3/7)で 1 mL に定容し、試験溶液とした。

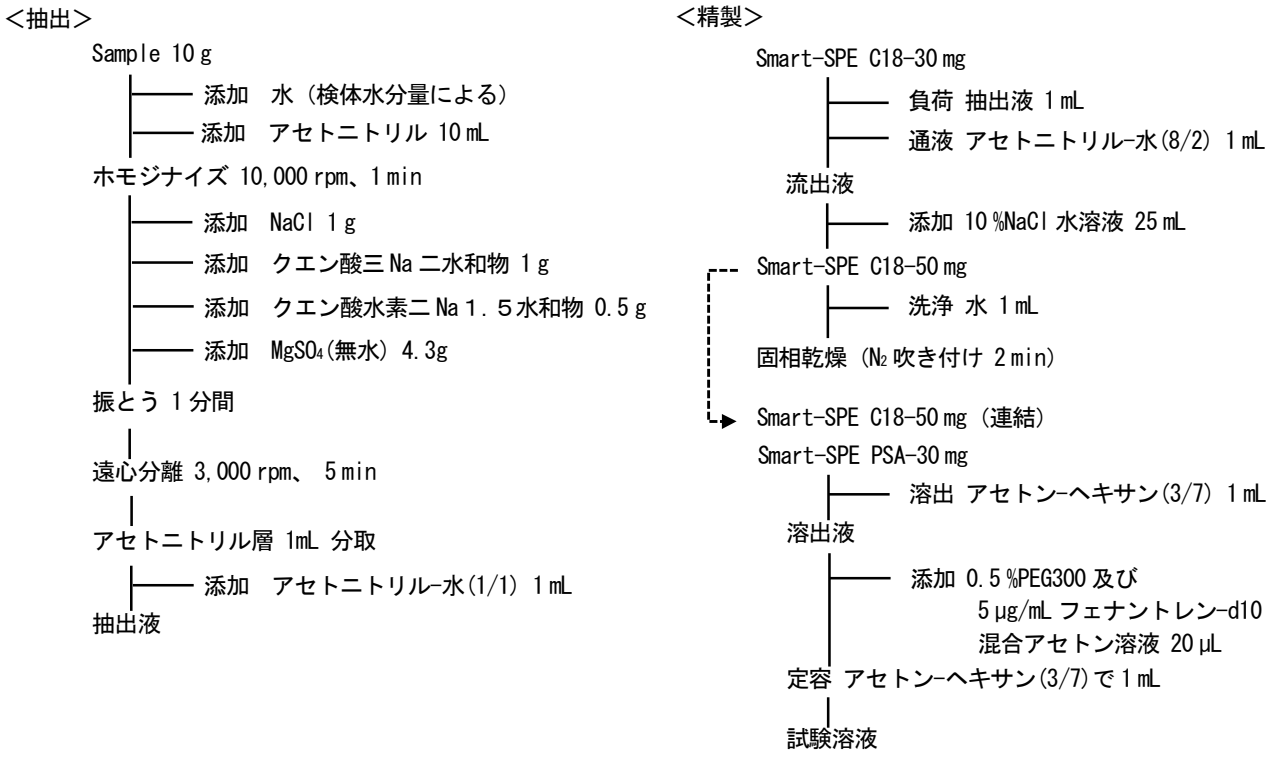


図２ 試験溶液の調整方法

3. 結果及び考察

3.1. 測定条件の検討（試料注入条件及びオートサンプラーのシリンジ洗浄条件）

グルコノラクトン及びソルビトールについては、高極性化合物であり、有機溶媒への溶解性が低いことで知られており、注入シリンジの洗浄に含水溶媒を使用しないとプランジャーが固着・破損してしまい、オートサンプラーでの連続測定に支障を来すことが報告されている[4)]。当所でも、APs と試験溶液をシリンジ内で 2 層サンドイッチする注入法（注入モード : 2 層逆転サンドイッチ）を用いており、シリンジの洗浄液には、メタノール-水(1/1)を使用している。

今回、新たに追加する PEG300 は、比較的水によく溶け、ヘキサンを主体とする比較的疎水性の高い溶媒条件下でも使用可能であることが報告[4)] されている。そこで、試験溶液 1mL 中に 0.5 %PEG300 及び 5 μg/mL フェナントレン-d10 を 20 μL 添加し、注入方法として PEG300 含有試験溶液と APs を共注入する 2 層サンドイッチ注入法を用い、注入前洗浄としてアセトンで 3 回、注入後洗浄としてメタノール-水(1/1)で 6 回実施するシリンジ洗浄方法により測定を行った。評価方法として、検量線用標準列 6 点を用いて、同試験溶液中のフェナントレン-d10 のエリア値の変動係数（以下「CV」という。）を求めることにより、安定的な測定の確認を行った。

その結果、CV で大きなばらつきが確認された。シリンジの洗浄不足が注入量のばらつきに影響したと考えられたため、いくつかの洗浄条件で検討を試みたが、改善は確認できなかった。（表 2.(A)）

一方で、アイスティサイエンス社提唱の前処理法[5)] において実施しているアセトン、ヘキサン、トルエンの混液で試験溶液を調整するクロロフィル等の色素を含む野菜における残留農薬分析で、前述同様の 2 層サンドイッチ注入及びシリンジ洗浄方法（注入前洗浄としてアセトンで 3 回、注入後洗浄としてメタノール-水(1/1)で 6 回）により検量線用標準列 6 点を測定したところ、CV が 4.4 とばらつきが少ないことが確認された（データ未掲載）。

そこで、同分析法では試験溶液及び検量線用標準列にトルエンが混合されていることに着目し、新たにトルエンを用いた測定条件について検討することとした。

注入条件として、APs 層 1.8 μL、エアー層 0.1 μL、PEG300 含有試験溶液層 5 μL、エアー層 0.1 μL、トルエン 0.5 μL の順でシリンジに充填し 3 層サンドイッチ注入法（注入モード：3 層逆転スイッチサンドイッチ）（図 3）により行った。シリンジの洗浄は、注入前洗浄としてアセトンで 3 回、注入後洗浄としてアセトニトリル-水（1/1）で 6 回実施した。

その結果、CV が 1.7 となり、安定的な測定が確認された。（表 2.（B））

表２ 様々な条件下でのフェナントレン-d10 の変動
A ； ２層サンドイッチ注入法
B ； ３層サンドイッチ注入法

(A)

注入法	注入前洗浄液 [洗浄回数]	注入後洗浄液 [洗浄回数]	CV
２層サンド イッチ注入	アセトン-ヘキサン(1/1) [3 回]	メタノール-水(1/1) [6 回]	21.9
	アセトン [3 回]	アセトン［10 回］及び アセトニトリル-水(1/1)［10 回］	24.9
	アセトン [3 回]	アセトニトリル-水(1/1) [6 回]	12.8

(B)

注入法	注入前洗浄液 [洗浄回数]	注入後洗浄液 [洗浄回数]	CV
３層サンド イッチ注入	アセトン [3 回]	アセトニトリル-水(1/1) [6 回]	1.7

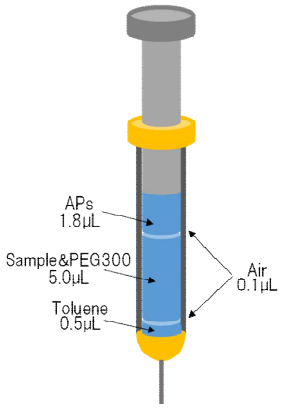


図３ GC オートサンプラーシリンジの概略図（３層サンドイッチ注入法）

3.2. 妥当性評価

対象 80 成分を含有していないことをあらかじめ確認した各試料（n=2×1 日間、分析者 5 名）に対し、試料中の濃度が一律基準である 0.01 μg/g 及び各農薬の残留基準に近い一定濃度である 0.1 μg/g となるように混合標準液を添加し、図 2 で示した手順に沿って試験溶液を作製し、3 層サンドイッチ注入法により測定を行い、妥当性評価試験を実施した。

その結果、検量線は、Acetamiprid を除くすべての成分で相関係数が 0.995 以上であり、選択性では、にんじんで定量を妨害するピークが Isoprocarb で確認された（図 4 及び図 5）ものの、にんじんで 70 成分、かぼちゃで 63 成分（表 3）が妥当性評価ガイドラインの目標値を満たした。

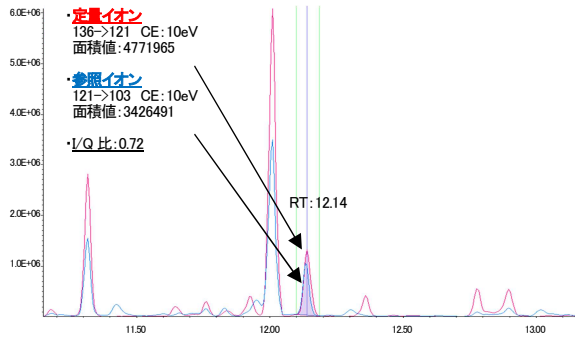


図４ にんじんのクロマトグラム

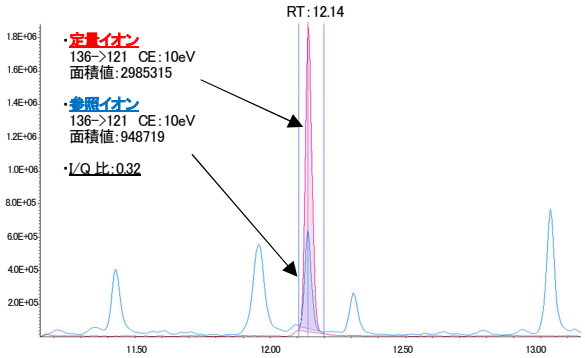


図５ Isoprocarb 標準液(0.01 μg/g)のクロマトグラム

4. まとめ

農作物中の残留農薬一斉分析法について、新たに PEG300 を疑似マトリックスとして追加し、その測定条件について、検討を行った。PEG300 含有試験溶液、APs、トルエンの 3 層サンドイッチ注入法により安定的な分析法を確立することができた。また、多くの成分で一斉試験法への適応が確認された。よって、本法は、より安定的な多成分一斉分析法として有用だと考えられる。

文献

1) 永井 雄太郎：日本農薬学会誌 37(4)（2012）, 362-371
2) 永井 雄太郎：HPC NEWS Vol.50（2018.5）, 2-9
3) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知．平成 22 年 12 月 24 日．食安発 1224 第 1 号（2010）
4) 阿久津　和彦：HPC NEWS Vol.51（2020.9）, 1-11
5) 株式会社アイスティサイエンス, STQ 法ガイドブック 2024,38-43

表 1 分析対象物質の MRM 条件

No.	物質名	定量イオン (m/z)
1	Edifenphos	173→109
2	Captafol	183→79
3	Captan	149→105
4	Diethofencarb	267→225
5	Dichlofluanid	224→123
6	Difenoconazole-1	323→265
7	Difenoconazole-2	323→265
8	Cyproconazole-1	222→125
9	Cyproconazole-2	222→125
10	Tebuconazole	250→125
11	Triadimenol-1	168→70
12	Triadimenol-2	168→70
13	Tricyclazole	189→162
14	Tolclofos-methyl	265→250
15	Bitertanol-1	170→141
16	Bitertanol-2	170→141
17	Pyrifenox-1	262→227
18	Pyrifenox-2	262→227
19	Fenarimol	139→111
20	Flusilazole	233→165
21	Flutolanil	323→281
22	Propiconazole-1	175→147
23	Propiconazole-2	175→147
24	Myclobutanil	179→125
25	Mepronil	269→210
26	EPN	169→141
27	Acrinathrin	208→181
28	Acetamiprid	126→90
29	Acephate	136→94
30	Isofenphos-oxon	229→201
31	Isofenphos	213→121
32	Isoprocarb	136→121
33	Ethiofencarb	168→107
34	Ethoprophos	158→114
35	Cadusafos	159→131
36	Carbaryl	144→115
37	Quinalphos	146→118
38	Chinomethionat	234→206
39	Chlorpyrifos	199→171
40	Chlorfenvinphos-E	323→267
41	Chlorfenvinphos-Z	323→267
42	Chlorobenzilate	251→139
43	Cyhalothrin-1	197→141
44	Cyhalothrin-2	197→141
45	Cyfluthrin-1	163→127
46	Cyfluthrin-2	163→127
47	Cyfluthrin-3	163→127
48	Cyfluthrin-4	163→127
49	Cypermethrin-1	163→127
50	Cypermethrin-2	163→127
51	Cypermethrin-3	163→127
52	Cypermethrin-4	163→127
53	Silafluofen	179→151
54	Diazinon	304→179
55	Thiometon	88→60
56	Tebufenpyrad	333→171
57	Tefluthrin	177→127
58	Terbufos	231→175
59	Parathion	291→109
60	Parathion-methyl	263→109
61	Halfenprox	263→235
62	Pyraclofos	194→138
63	Pyridaben	147→132
64	Pyriproxyfen	136→96
65	Pirimicarb	238→166
66	Pyrimidifen	184→169
67	Pirimiphos-Methyl	290→233
68	Fenitrothion	277→260
69	Fenobucarb	150→121
70	Fensulfothion	156→141
71	Phenthoate	274→121
72	Fenvalerate-1	167→125
73	Fenvalerate-2	167→125
74	Flucythrinate-1	199→157
75	Flucythrinate-2	199→157
76	Fluvalinate-1	250→200
77	Fluvalinate-2	250→200
78	Prothiofos	309→239
79	Permethrin-1	183→168
80	Permethrin-2	183→168
81	Bendiocarb	166→151
82	Phosalone	182→138
83	Fosthiazate-1	195→104
84	Fosthiazate-2	195→104
85	Malathion	173→99
86	Methamidophos	141→95
87	EPTC	189→128
88	Esprocarb	222→162
89	Chlorpropham	171→127
90	Dimethipin	118→58
91	Thiobencarb	257→100
92	Thenylchlor	288→141
93	Butylate	146→90
94	Pretilachlor	162→147
95	Pendimethalin	252→162
96	Benfuresate	256→163
97	Mefenacet	192→136
98	Lenacil	153→136
99	Paclobutrazol	236→125
100	Atrazine	215→200
ref.	Phenanthrene-d10	188→160

表３ 妥当性評価試験結果

No.	物質名	にんじん						かぼちゃ					
		0.01 μg/g			0.1 μg/g			0.01 μg/g			0.1 μg/g		
		真度 (%) 70～120	併行精度 (%) 25>	室内精度 (%) 30>	真度 (%) 70～120	併行精度 (%) 15>	室内精度 (%) 20>	真度 (%) 70～120	併行精度 (%) 25>	室内精度 (%) 30>	真度 (%) 70～120	併行精度 (%) 15>	室内精度 (%) 20>
1	Edifenphos	113.7	5.1	5.5	96.1	6.2	8.0	113.1	2.0	3.8	86.7	7.3	8.7
2	Captafol	94.5	10.9	11.3	83.6	7.5	15.2	–	–	–	–	–	–
3	Captan	96.1	11.0	12.0	85.3	7.4	10.4	–	–	–	–	–	–
4	Diethofencarb	105.3	5.8	6.7	101.1	5.0	5.2	104.8	0.9	1.9	88.9	6.1	6.9
5	Dichlofluanid	92.0	3.5	5.3	83.6	5.0	5.3	6.7	12.2	19.1	0.9	7.4	41.1
6	Difenoconazole	98.7	3.3	3.4	81.8	4.9	5.1	115.3	3.8	4.7	83.6	6.8	8.1
7	Cyproconazole	95.7	3.4	4.1	91.5	4.6	4.7	98.0	3.4	4.0	82.9	6.3	7.4
8	Tebuconazole	101.9	2.0	3.6	93.3	4.9	5.4	99.0	4.2	5.9	81.5	6.5	7.7
9	Triadimenol	98.0	3.6	3.6	95.8	4.1	4.3	104.4	2.3	2.6	86.0	6.0	6.9
10	Tricyclazole	–	–	–	9.1	4.0	4.3	–	–	–	8.4	7.7	7.7
11	Tolclofos-methyl	98.7	2.6	3.8	100.2	4.1	4.2	99.4	2.6	2.9	91.8	6.2	7.2
12	Bitertanol	97.2	3.6	4.8	103.3	3.4	3.8	122.4	4.8	5.0	109.7	6.0	7.1
13	Pyrifenox	37.6	8.8	13.4	43.7	4.5	7.5	83.0	4.4	4.7	71.1	6.0	6.9
14	Fenarimol	100.3	3.0	3.9	88.5	4.0	4.4	107.9	2.9	3.2	86.5	7.2	8.5
15	Flusilazole	98.3	3.2	3.5	91.1	4.5	4.5	105.1	2.7	3.1	90.2	6.7	8.0
16	Flutolanil	107.3	3.3	3.7	95.8	5.3	5.8	106.2	3.6	3.8	93.7	6.5	7.4
17	Propiconazole	99.3	3.3	3.8	98.6	3.4	3.6	108.2	0.5	2.4	93.0	6.5	7.4
18	Myclobutanil	100.3	2.7	3.2	94.5	4.2	4.3	102.8	2.7	3.6	85.0	5.8	6.7
19	Mepronil	111.1	3.7	4.0	98.5	4.9	5.1	109.0	4.6	4.9	86.6	7.1	8.3
20	EPN	116.3	2.4	2.6	88.0	5.6	6.3	124.6	1.7	3.7	84.0	7.4	8.8
21	Acrinathrin	117.0	1.9	2.7	82.1	5.8	5.9	123.0	0.7	2.1	80.8	8.2	9.6
22	Acetamiprid	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
23	Acephate	–	–	–	–	–	–	19.1	2.4	2.6	1.9	1.3	3.1
24	Isofenphos	101.9	3.6	3.7	96.6	5.0	5.3	101.5	2.6	3.3	89.1	6.1	7.2
25	Isoprocarb	160.8	3.8	4.1	101.0	4.0	4.5	91.0	7.0	7.1	84.7	6.0	6.1
26	Ethiofencarb	74.3	8.2	8.6	77.3	4.5	6.0	67.8	7.3	8.2	65.2	7.5	8.9
27	Ethoprophos	94.3	2.7	4.0	103.1	3.7	3.7	94.2	2.2	4.3	92.6	5.9	6.5
28	Cadusafos	99.7	5.0	6.5	97.5	4.5	4.6	96.9	2.6	3.4	84.4	6.1	7.0
29	Carbaryl	78.2	8.2	10.8	78.8	4.8	7.1	84.8	7.0	9.0	70.9	6.6	6.8
30	Quinalphos	100.9	3.7	4.6	100.1	4.7	4.8	104.2	2.4	3.5	90.3	6.1	7.1
31	Chinomethionat	99.6	4.1	5.2	88.9	5.7	6.6	94.3	4.7	4.8	72.2	6.9	8.2
32	Chlorpyrifos	100.4	1.4	3.1	94.2	4.6	4.9	99.4	1.5	2.9	84.5	6.9	8.0
33	Chlorfenvinphos	103.7	3.5	5.2	96.2	2.8	4.0	105.2	3.4	3.7	87.5	6.7	7.9
34	Chlorobenzilate	103.8	2.4	3.1	94.8	4.7	5.0	105.2	1.7	3.0	86.1	6.2	7.3
35	Cyhalothrin	108.4	2.2	2.3	91.2	4.8	4.8	113.3	2.8	3.5	91.2	7.5	8.8
36	Cyfluthrin	102.8	2.3	3.2	89.7	6.4	7.0	118.5	5.7	5.8	93.9	7.1	8.4
37	Cypermethrin	102.0	2.4	3.1	89.2	5.2	5.3	118.8	4.2	4.9	95.2	7.3	8.6
38	Silafluofen	97.3	3.8	4.3	74.4	4.5	5.2	103.8	3.2	3.5	72.3	9.9	11.6
39	Diazinon	108.0	4.3	4.7	101.4	5.1	5.2	105.1	2.5	2.7	85.3	5.7	6.8
40	Thiometon	78.7	6.2	8.5	82.9	4.9	5.8	101.0	2.3	2.8	85.6	6.1	7.0

表３ 妥当性評価試験結果（続き）

No.	物質名	にんじん						かぼちゃ					
		0.01 μg/g			0.1 μg/g			0.01 μg/g			0.1 μg/g		
		真度 (%) 70～120	併行精度 (%) 25>	室内精度 (%) 30>	真度 (%) 70～120	併行精度 (%) 15>	室内精度 (%) 20>	真度 (%) 70～120	併行精度 (%) 25>	室内精度 (%) 30>	真度 (%) 70～120	併行精度 (%) 15>	室内精度 (%) 20>
41	Tebufenpyrad	112.9	2.1	2.3	93.2	4.8	4.8	112.9	5.6	6.2	82.3	6.9	8.2
42	Tefluthrin	89.7	2.8	3.6	95.8	4.3	4.8	89.3	2.3	2.6	87.1	6.7	7.6
43	Terbufos	100.0	3.1	3.5	93.9	4.8	5.0	100.9	2.9	3.3	85.8	6.4	7.4
44	Parathion	118.5	4.1	4.3	97.7	5.5	6.4	108.6	2.5	3.3	86.5	6.5	7.4
45	Parathion-methyl	110.8	5.2	5.8	103.1	4.7	6.8	119.8	1.9	2.0	97.4	5.7	6.6
46	Halfenprox	103.1	2.7	2.8	77.4	5.0	5.5	115.4	6.5	6.6	81.9	8.1	9.7
47	Pyraclofos	102.2	4.2	5.1	94.4	6.3	8.0	114.4	3.4	4.3	86.9	6.8	8.2
48	Pyridaben	101.3	2.4	3.0	91.2	4.6	5.0	118.4	5.5	5.5	97.3	6.6	7.7
49	Pyriproxyfen	104.8	4.9	5.6	94.7	4.8	5.4	113.0	3.3	3.7	87.5	6.3	7.3
50	Pirimicarb	63.4	5.8	7.2	59.3	5.0	6.5	59.4	5.2	6.7	44.1	3.6	6.1
51	Pyrimidifen	94.3	4.4	4.5	86.3	5.2	5.2	107.0	1.3	2.6	86.6	6.8	8.0
52	Pirimiphos-Methyl	97.7	3.8	4.7	98.4	3.9	4.5	95.7	3.3	3.6	90.2	6.3	7.4
53	Fenitrothion	104.5	3.1	4.6	87.8	3.3	6.3	104.6	3.7	4.6	83.3	5.8	6.8
54	Fenobucarb	97.2	2.1	3.3	97.1	4.6	4.6	96.5	3.8	4.3	84.4	5.5	6.1
55	Fensulfothion	78.3	6.5	7.1	99.9	3.2	3.9	80.7	8.2	10.1	85.1	4.5	5.4
56	Phenthoate	90.3	6.6	7.6	95.0	6.0	6.1	100.4	2.3	3.3	87.2	6.0	7.0
57	Fenvalerate	103.7	2.4	2.6	87.7	5.8	6.3	112.0	4.6	4.9	84.7	7.2	8.6
58	Flucythrinate	109.0	2.1	2.2	88.0	5.6	5.9	127.6	3.0	4.0	95.4	7.7	9.1
59	Fluvalinate	96.5	5.0	5.7	89.1	5.6	5.6	116.8	1.7	2.4	94.1	7.7	9.1
60	Prothiofos	101.3	3.9	4.3	96.3	5.5	5.7	103.2	3.7	5.9	84.1	6.3	7.2
61	Permethrin	107.7	2.2	2.5	92.3	5.2	5.9	127.7	2.0	2.4	97.1	6.3	7.3
62	Bendiocarb	57.2	5.4	6.4	58.4	4.7	6.6	46.9	9.3	9.9	40.3	9.2	11.4
63	Phosalone	113.3	3.1	3.6	99.3	5.1	6.4	117.1	1.7	3.3	97.4	6.6	7.8
64	Fosthiazate	85.9	10.5	11.1	85.7	6.0	8.5	85.5	5.7	6.4	73.0	6.5	7.6
65	Malathion	98.4	2.5	3.9	98.0	4.8	4.9	97.4	1.8	2.4	91.0	6.2	7.1
66	Methamidophos	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
67	EPTC	97.7	7.1	8.2	102.8	4.3	4.4	87.6	4.2	5.6	89.2	5.3	5.5
68	Esprocarb	102.3	4.2	4.3	96.5	5.3	5.4	100.1	3.3	3.6	82.9	5.7	6.1
69	Chlorpropham	96.3	4.3	4.3	98.0	4.1	5.4	104.9	2.7	3.1	84.9	6.1	7.0
70	Dimethipin	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
71	Thiobencarb	99.5	5.3	6.5	97.5	3.5	4.3	107.4	7.2	7.3	86.7	5.2	5.4
72	Thenylchlor	104.0	3.3	3.9	98.6	4.6	4.6	103.9	5.0	5.4	89.5	6.8	8.0
73	Butylate	92.5	3.3	3.4	100.1	5.1	5.6	95.9	2.0	2.0	90.9	6.0	6.8
74	Pretilachlor	106.0	3.5	3.6	100.3	4.8	5.0	107.0	2.4	3.2	91.7	6.6	7.6
75	Pendimethalin	118.0	2.6	2.8	97.2	5.9	6.3	107.8	2.4	3.2	80.4	6.5	7.7
76	Benfuresate	101.3	2.9	3.4	97.6	4.6	4.7	99.7	1.6	1.9	84.2	6.2	7.2
77	Mefenacet	111.4	2.3	3.0	95.3	4.7	5.9	116.6	3.4	4.7	92.0	6.6	7.9
78	Lenacil	63.1	8.3	10.0	65.7	3.6	6.3	47.5	11.2	13.0	47.3	8.6	13.1
79	Paclobutrazol	96.3	2.1	2.8	93.4	4.4	4.8	95.6	3.9	3.9	83.7	6.1	7.0
80	Atrazine	81.8	7.7	9.2	84.8	4.2	5.8	85.8	3.7	3.8	78.5	6.8	7.4

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

細井　健太郎・谷脇　龍・大原　光生・池澤　正幸

Photochemical Oxidant and Fine Particulate Matter in Western Kochi Prefecture by Ambient Air Monitoring Vehicle

HOSOI Kentaro, TANIWAKI Ryo, OHARA Kosei, IKEZAWA Masayuki

【要旨】　一般環境大気測定局の中村局と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測定結果を比較した。また、中村局の過去 10 年間における光化学オキシダント及び微小粒子状物質の解析を行った。

中村局と測定車の比較から、中村局で高知県西部地域における広域的な大気汚染状況を観測できていることが確認できた。

中村局の光化学オキシダントが 60ppb 以上になる時間数については、2017 年までは減少したが、2018 年以降は横ばいだった。光化学オキシダントの季節変動を経年的にみると、春季と夏季は濃度低下する傾向がみられるが、秋季と冬季には濃度上昇する傾向がみられた。ポテンシャルオゾンの経年変化からは、県西部における実質的なオゾン生成量の低下が示唆された。オゾン生成レジームの評価により県西部のオゾン生成は NOx 律速であると考えられる。

中村局の微小粒子状物質は経年的に濃度低下していることが明らかとなった。

Key words：光化学オキシダント、微小粒子状物質、一般環境大気測定局、大気環境測定車
Photochemical oxidant, Fine particulate matter, Ambient air monitoring station, Ambient air monitoring vehicle

1. はじめに

高知県では大気汚染防止法第22条に基づく一般環境大気測定局（以下「常時監視局」という。）を6市町7局設置し、大気環境の常時監視を行っている。

以前は大気汚染物質の発生源が多い県中央部に常時監視局が配置されていたが、2010年以降、光化学オキシダント（以下「Ox」という。）や微小粒子状物質（以下「PM2.5」という。）などによる越境汚染等の広域的な大気汚染が懸念されるようになり、これらに対応するため常時監視局の配置が再検討された[1)]。その結果、2014年に県東部の安芸市に安芸局が、県西部の四万十市に中村局がそれぞれ設置された。

このうち安芸局については、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[2)]ことが報告されているが、中村局についてはこれまで検証されていない。

本研究では、県西部の中村局とその周辺で行われた大気環境測定車（以下「測定車」という。）によるOx及びPM2.5の測定結果を比較することにより、中村局で県西部における広域的なOxとPM2.5の濃度変化を観測できていたかを検証するとともに、2014年から2023年までの10年間の中村局における大気環境の測定結果のうち、OxとPM2.5について解析した結果を報告する。

2. 測定地点及び測定期間

中村局が設置された2014年以降、県西部の5か所で測定車による大気環境測定が行われた。

本研究では、2014年度から2023年度までの10年間の中村局の常時監視データ及び同期間に測定車で観測したデータを解析した。測定地点及び測定期間を図1に示す。

測定車の測定地点のうち、中村局から最も遠い地点は四万十町の黒石で、中村局から約39km離れている。

3. 結果と考察

3.1. 中村局における環境基準の達成状況

2014 年度から 2023 年度までの 10 年間、中村局では二酸化硫黄（SO_2）、二酸化窒素（NO_2）、Ox、浮遊粒子状物質（SPM）、PM2.5 等の測定が行われてきた。このうち SO_2、NO_2、SPM 及び PM2.5 については、毎年度環境基準を達成しているが、Ox は 10 年連続で非達成であった。

3.2. 中村局と測定車の比較

3.2.1. 時刻別平均値にみる日内変動

Ox は、全地点で日中に上昇し夜間に低下する日内変動を示した（図 2）。濃度範囲が地点によって異なるのは、測定車による測定が行われた季節の違いが影響している。測定期間に春季（3～5 月）を含む平田公園、旧窪川土木事務所、黒石②、口神ノ川小学校②、大月小中学校②は相対的に濃度が高い。一方で、夏季～秋季にかけて測定された黒石①、口神ノ川小学校①、大月小中学校①は相対的に濃度が低い。これらは、既報[3)]と同様に Ox が春季に最大となり夏季に低下するという本県の Ox の特徴と一致する。

一方、PM2.5 はどの地点でも日内変動はみられず、ほぼ一定した濃度で推移していた（図 3）。これは PM2.5 の濃度が増減する時刻が不規則であり、濃度変化が特定の発生源に依存していないことを示唆する。

3.2.2. 濃度変化の比較

中村局と県西部 5 か所で測定された Ox 日中平均値（図 4）と PM2.5 日平均値（図 5）を比較した。なお、Ox の日中平均値は、5 時から 20 時までの 1 時間値の平均値とした。

その結果、全地点で Ox、PM2.5 ともに濃度が増減するタイミングと変動幅が概ね一致していた。また、Ox は全地点で相関係数が 0.8 以上と高い値を示した。PM2.5 も全地点で 0.7 以上と比較的高い値を示し、中村局と測定車の測定結果が非常に類似することが分かった。

このことから、中村局と測定車が同じ大気環境の変化を観測していたと考えられる。

3.2.3. 高濃度イベント時の濃度上昇

広域的な高濃度イベント時の濃度変化を調べるため、中村局と測定車の PM2.5 の 1 時間値を比較した。

測定期間中に PM2.5 注意報の発令基準である 1 日平均値 70 $\mu g/m^3$ を超える日はなかったため、本県の PM2.5 注意喚起の判断基準[4)]と PM2.5 の環境基準をふまえ、中村局と測定車の 1 時間値がともに 3 時間以上連続して 35 $\mu g/m^3$ 以上となった日を本研究では広域影響による高濃度イベントとした。

測定車の測定期間中、この条件に該当した 2015 年 3 月 22 日、2015 年 6 月 12 日、2020 年 8 月 3 日、2021 年 3 月 29 日の測定結果について、後方流跡線解析を行った（図 6）。併せて、文献調査も行った結果、2020 年 8 月 3 日に高濃度となった要因は西ノ島の火山噴火の影響[5)]であり、その他の 3 回は黄砂の影響[6-8)]によるものと考えられた。

気象条件や地理的条件により多少の地域差があると想定されたが、いずれの高濃度イベントについても中村局と測定車の濃度上昇のタイミングは概ね一致していた。

また、中村局から約 39km 離れた黒石でも濃度上昇のタイミングが概ね一致していたことから、高濃度イベント時においても、中村局で県西部の PM2.5 の広域的な濃度上昇を把握可能であることが示された。

3.3. Ox

3.3.1. 高濃度となる時間数の推移

中村局で Ox が 60ppb 以上となった時間数の経年変化を月別に示す（図 7）。経年的にみると、2017 年と 2018 年の間に 60ppb 以上となる時間数が大幅に減少し、2018 年以降は同じ程度で推移していた。季節別にみると、春季（3～5 月）に 60ppb 以上になることが多かった。

3.3.2. 日内変動

中村局の Ox の日内変動は 8 時ごろから上昇し始め、15～16 時ごろピークとなり、そこから翌日の早朝にかけて徐々に低下していた（図 8）。このことから、日照により Ox が生成されていることが分かる。

3.3.3. 濃度階級別の経年変化

中村局の Ox を 10ppb ごとの濃度階級に分け、月別の経年変化から算出した近似直線の傾きを図 9 に示す。近似直線の傾きが正の値をとる場合、その濃度階級は経年的に増加傾向であることを、逆に負の値をとる場合は減少傾向であることを意味する。

近似直線の傾きの年間値は、20-40ppb と 60-70ppb の濃度階級で負の値をとり、10ppb 以下と 40-50ppb の濃度階級で正の値をとっていた。これは 10 年間で 60-70ppb の比較的高濃度な階級と 20-40ppb の低濃度な階級では時間数が減少し、10ppb 以下の非常に低濃度な階級と 40-50ppb の中間的な濃度階級では時間数が増加したことを示している。

近似直線の傾きを月別にみると、春季（3～5 月）には 60-80ppb の濃度階級が減り、50ppb 以下の濃度階級が増え、高濃度域が中濃度域へシフトする濃度低下がみられた。夏季（6 月～9 月）には 40-60ppb の濃度階級が減り、20ppb 以下の濃度階級が増え、中濃度域から低濃度域へのシフトがみられる。一方、秋季から冬季（10 月～2 月）は 10-30ppb の濃度階級が減り、40-50ppb の濃度階級が増え、低濃度域から中濃度域にシフトする濃度上昇がみられた。

これは、Ox の季節変動のパターンがこの 10 年で変化していることを示している。60ppb 以上の高濃度になることが多い春季は濃度低下する傾向にあるが、これまで 60ppb 以上になることがほとんどなかった秋・冬季は濃度上昇の傾向にあるため、今後も季節による濃度変動を注視していく必要がある。

3.3.4. ポテンシャルオゾン

一酸化窒素（NO）はオゾンと反応して二酸化窒素と酸素になるため、大気中のオゾン濃度を減少させる。この反応によりオゾン濃度が低下することを「NO タイトレーション効果」という。ポテンシャルオゾン（PO）は NO タイトレーション効果の影響を受けないため、地域内のオゾン生成量または移流による実質的なオゾン濃度の指標として有効である[9]。そこで、NO による減少の影響を考慮するため中村局の PO を以下の方法で算出し解析を行った。

$$[PO]=[O_3]+[NO_2]-\alpha[NO_x]$$

α：発生源における NOx 濃度に対する NO_2 濃度の比率

（α は日本で推定される一般的な値である 0.1 を使用した）[10]

Ox と PO の年平均値の経年変化を図 10 に示す。Ox と PO はどちらも概ね同じ変動パターンで緩やかに減少し、年間の変化量（近似直線の傾き）は Ox が-0.20ppb/年、PO が-0.33ppb/年だった。PO の変化率が負の値であることから、県西部では地域内生成したオゾン量がゆるやかに減少していることが分かる。

また、Ox 変化量と PO 変化量の差が小さい場合、NO タイトレーション効果の影響は小さいとされており[10]、県西部では NO タイトレーション効果による影響が小さかったと考えられる。一方、県中部では過去に NO タイトレーション効果の低下による Ox の上昇が確認されている[11]。調査時期が異なるため一概に比較はできないが、同じ高知県内でも県中部と県西部では NO タイトレーション効果による影響に差があるものと考えられる。

3.3.5. Ox 及び DPOx と日射量

地域内で日中に生成されるオゾン量を評価する指標として、DPOx（Daytime production of photochemical oxidant）の解析を行った。DPOx は、日中（当日の 5 時～20 時）と前日夜間（前日の 20 時～当日の 5 時）の Ox 平均値の差から求められる[12]。中村局の DPOx の経年変化と年内変動を図 11 に示す。DPOx の年平均値は 11ppb 前後でほとんど変化しておらず、県西部におけるオゾンの日中生成量がこの 10 年間ほぼ一定で推移していた。

DPOx の季節変化は春季に高く、夏季に低下し、10 月にピークがある 2 山型の変動をみせた。これは Ox の季節変化と同じ変動パターンとなった。このことから、Ox の季節変化はオゾンの日中生成量の増減により変動していると考えられる。

オゾンは大気中の光化学反応により生成されるため、オゾン生成量は日射量に影響されることが推測される。そこで、Ox 及び DPOx と日射量[13]を比較した。図 11 に示すとおり、日射量の季節変動と Ox 及び DPOx の季節変動のパターンはよく似ていることが分かる。一方で 7～8 月については、日射量が高いにもかかわらず Ox 及び DPOx は大きく低下していた。これは、この時期に太平洋高気圧の影響が相対的に強くなり、太平洋からの Ox 濃度が低い空気が移流することが多くなったためと考えられる[14]。

3.3.6. オゾン生成レジーム

前章でオゾンの日中生成が Ox 濃度に影響している可能性があることが示されたことから、Ox の地域内生成に関する前駆物質の影響を検討した。

オゾンの生成量は前駆物質である NOx と VOC の濃度に影響を受け、どちらの前駆物質が Ox 生成を律速するかで、以下の 2 つに分類される [9]。

NOx 律速：NOx が少なく、VOC が多い領域。オゾン生成が NOx によって制限されている。

VOC 律速：NOx が多く、VOC が少ない領域。オゾン生成が VOC によって制限されている。

非メタン炭化水素（以下「NMHC」という。）は VOC の指標として用いられることから、測定車の NOx と NMHC の測定結果から県西部におけるオゾン生成レジームの推定を試みた。なお、NOx と NMHC は午前 5 時から午後 3 時の 1 時間値を平均したものを用いた。

関西地域のレジーム境界は NMHC/NOx=6～12 とされており [15]、これより小さいと VOC 律速、大きいと NOx 律速とされている。この条件をあてはめると、図 1 に示す測定車の NMHC 及び NOx データを解析した結果、一部 NMHC/NOx=6～12 の遷移領域にあるものの、大部分は NMHC/NOx が 12 以上で NOx 律速領域だった（図 12）。特に Ox の日最大値が 60ppb 以上になる日については、すべて NOx 律速領域であったことから、県西部の高濃度 Ox の生成は NOx によって制限されていると考えられる。

3.4. PM2.5

3.4.1. 15 μg/m³以上となる時間数の推移

中村局において PM2.5 が 15 μg/m³以上となった時間数を図 13 に示す。15 μg/m³以上となる時間数は経年的に減少しており、県西部における大気環境が良好になっていることを示している。月別にみると、やや春季に高く、秋季に低い傾向がみられるが、測定月による出現時間の差は Ox ほど顕著ではなく季節による偏りは少なかった。

3.4.2. 日内変動

中村局の PM2.5 は日内変動が少なく、ほぼ一定の値を示した（図 14）。全般的に日中に濃度上昇し、17～19 時ごろにピークになる傾向がわずかにみられるが、変動幅は数μg/m³と小さい。

月別にみると春季に高く、秋・冬季に低い結果を示した。Ox が夏季に最も低濃度になるのに対して、PM2.5 は秋季から冬季にかけて低濃度になっており、Ox とはやや異なる季節変動であった。

3.4.3. 濃度階級別の経年変化

中村局の PM2.5 を 5 μg/m³ごと（40 μg/m³以上は 10 μg/m³ごと）の濃度階級に分け、月別の経年変化から算出した近似直線の傾きを図 15 に示す。近似直線の傾きの年間値については、15 μg/m³以上の濃度階級は減少し、5 μg/m³以下の濃度階級は増加していた。

月によって近似直線の傾きが正から負に変わる濃度階級に多少違いはあるものの、すべての月に共通して 15 μg/m³以上の濃度階級が減り、5 μg/m³以下の濃度階級が増えていた。このことは、季節に関係なく PM2.5 の濃度低下が起こっていることを示している。

4. まとめ

中村局と県西部に設置した測定車の Ox 及び PM2.5 の測定結果を比較した。

中村局と測定車で測定された Ox の日中平均値及び PM2.5 の日平均値の変動パターンが概ね一致していたことから、中村局で県西部の大気環境の変化を観測できていることが示された。

また、広域影響による高濃度日の PM2.5 の 1 時間値を比較したところ、中村局と測定車で濃度上昇のタイミングが概ね一致していたことから、中村局が県西部の高濃度イベントにおける濃度上昇を観測できていることも示された。

これらのことから、中村局は県西部における広域的な Ox と PM2.5 の濃度変化を把握可能な配置であることが確認された。

さらに、中村局の 2014 年度から 2023 年度まで 10 年間の Ox と PM2.5 の常時監視データの解析を行った。

Ox が 60ppb 以上になる時間数は 2017 年度までは低下傾向だが、2018 年度以降は横ばいで、春季に高濃度にな

る時間数が多かった。

PO は緩やかに低下しており、県西部における実質的なオゾン濃度が漸減していることが示唆された。Ox と PO の変化量の比較から県西部は県中部に比べて NO タイトレーション効果による影響は小さいと考えられる。

濃度階級別の経年変化から Ox は春・夏季に濃度低下している一方、秋・冬季には濃度上昇していることが示された。また、DPOx は経年的に一定した値となっており、日中のオゾン生成量がこの 10 年間で大きく増減していないことが示された。

日射量と Ox 及び DPOx との比較では、県西部のオゾン生成に日射量が寄与していることが示された。7～8 月は太平洋高気圧の影響が強くなり、太平洋地域の清浄な空気が移流するため Ox が低下したものと推測された。

また、測定車のオゾン生成レジームの解析から、県西部のオゾン生成は NOx 律速であると考えられた。

PM2.5 は 15 μg/㎥以上になる時間数が経年的に減少していた。月ごとに PM2.5 の濃度階級別の経年変化をみたところ、すべての月で濃度低下をしていることが示され、中村局ではこの 10 年で PM2.5 による汚染が改善されていることが明らかになった。

文献

1) 山下浩:高知県における広域大気汚染に対応した大気常時監視測定局の配置の検討について,高知県環境研究センター所報,29,55-60,2012.

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) 大原利眞編:光化学オキシダントと粒子状物質等の汚染特性解明に関する研究,国立環境研究所研究報告,203,pp219,2010.

4) 高知県環境対策課:高知県の大気環境の状況,https://www.pref.kochi.lg.jp/doc/pm25-sokuhou/,2025.1.22.

5) 池田里美:高知県における PM2.5 の特徴について,全国大気汚染防止連絡協議会 第 68 回全国大会資料,21-24,2023.

6) 環境省:平成 26 年度黄砂飛来状況調査報告書,https://www.env.go.jp/content/900399965.pdf,2024.12.18.

7) 環境省:平成 27 年度黄砂飛来状況調査報告書,https://www.env.go.jp/content/900399970.pdf,2024.12.18.

8) 環境省:令和２年度黄砂飛来状況調査報告書,https://www.env.go.jp/content/000061981.pdf,2024.12.18.

9) 松本淳:はじめての大気環境化学,コロナ社,pp190,2015.

10) 環境省:光化学オキシダント調査検討会報告書～光化学オキシダントの解析と対策へ向けた指標の提言～,https://www.env.go.jp/air/osen/pc_oxidant/conf/chosa_h25.html, 2024.11.1.

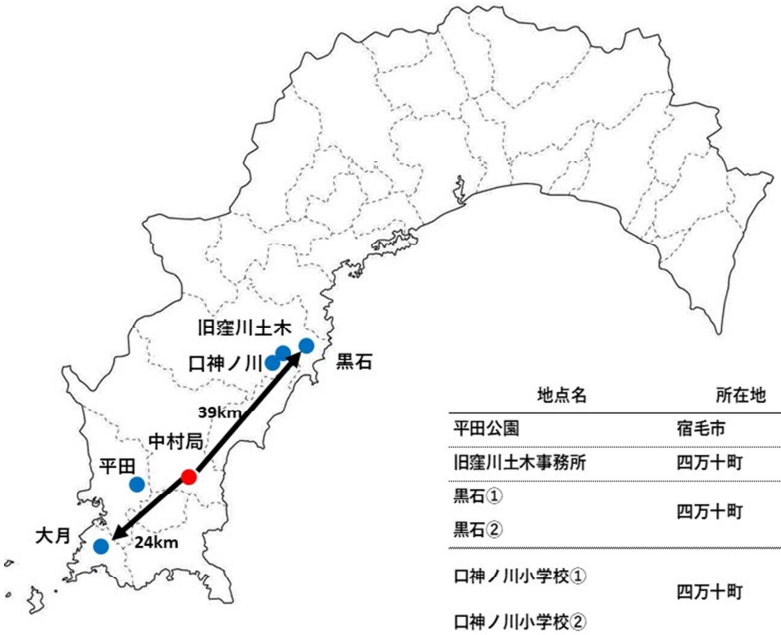
11) 小松寛卓ら,高知県における光化学オキシダント濃度の推移,全国環境研会誌,45(3),55-59,2020.

12) Fukunaga A. et al.: Relationship between changes over Time in Factors, Including the Impact of Meteorology in Photochemical Oxidant Concentration and Causative Atmospheric Pollutants on Kawasaki, Atmosphere,12(4),2021.

13) 気象庁:高知（高知県）全天日射量の月平均値(MJ/㎡),https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/monthly_s3.php?prec_no=74&block_no=47893&year=&month=&day=&view=p3,2025.1.10.

14) 鵜野伊津志ら:大気環境モデリング,森北出版,pp320,2021.

15) 神成陽容:関東・関西地域における光化学オキシダント濃度の週末効果に関する解析 第 2 報ダイナミックに変化するオゾン生成レジームの検証,大気環境学会誌,41(4),220-233,2006.



地点名	所在地	測定期間
平田公園	宿毛市	2014. 9.16～2015. 3.23
旧窪川土木事務所	四万十町	2015. 4.14～2015. 7. 6
黒石①	四万十町	2020. 7. 2～2020.10.13
黒石②		2021. 1. 8～2021. 6. 4
口神ノ川小学校①	四万十町	2021. 7. 2～2021. 9. 3
		2021. 9.22～2021.11. 5
口神ノ川小学校②		2022. 1.28～2022. 6.30
大月小中学校①	大月町	2022. 6.27～2022.10. 4
大月小中学校②		2023. 1.31～2023.6. 9
中村局	四万十市	2014. 4. 1～2024. 3.31

図１　測定地点及び測定期間

黒石、口神ノ川小学校及び大月小中学校はそれぞれ測定期間が複数回に分割されていることから、それぞれ①、②と区別している。

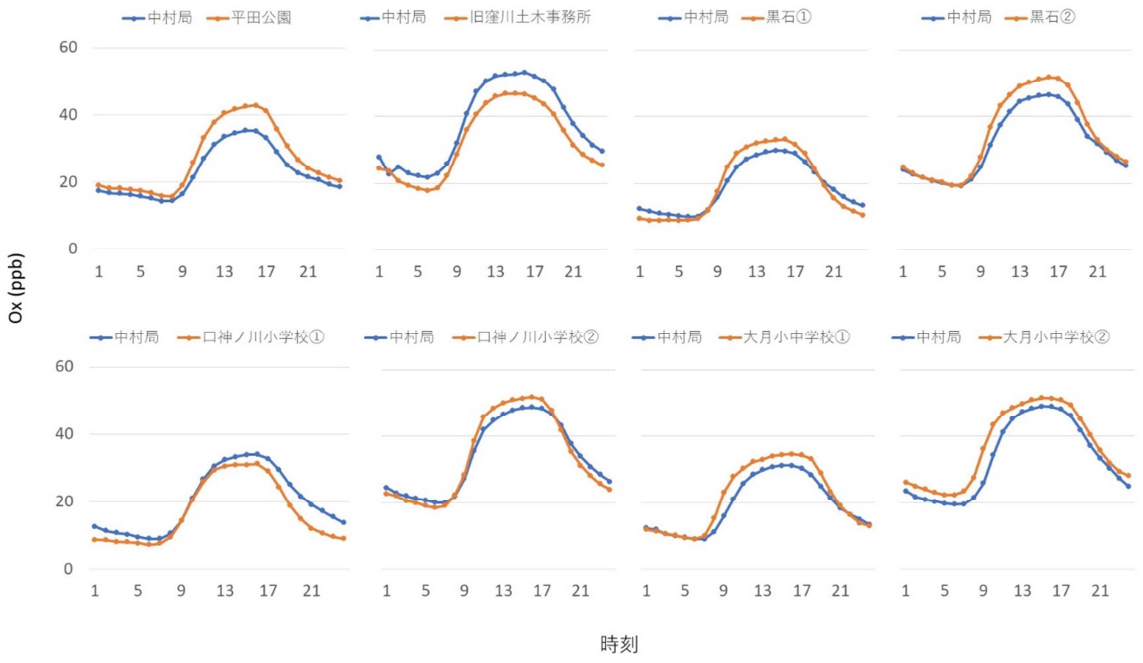


図２　Ox の時刻別平均値

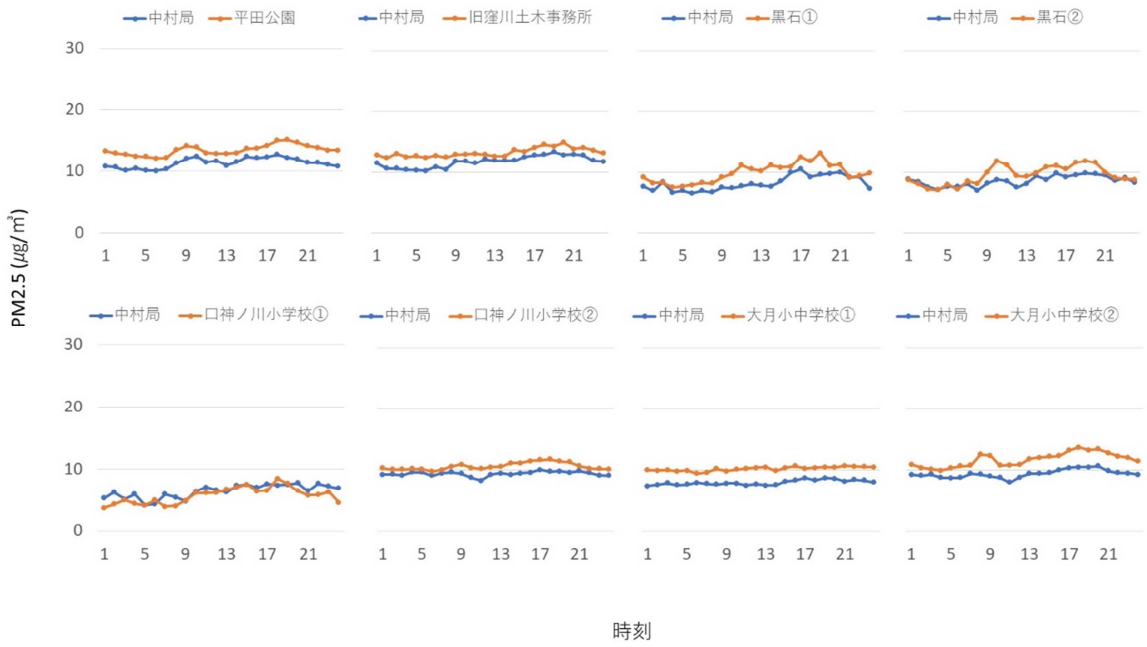
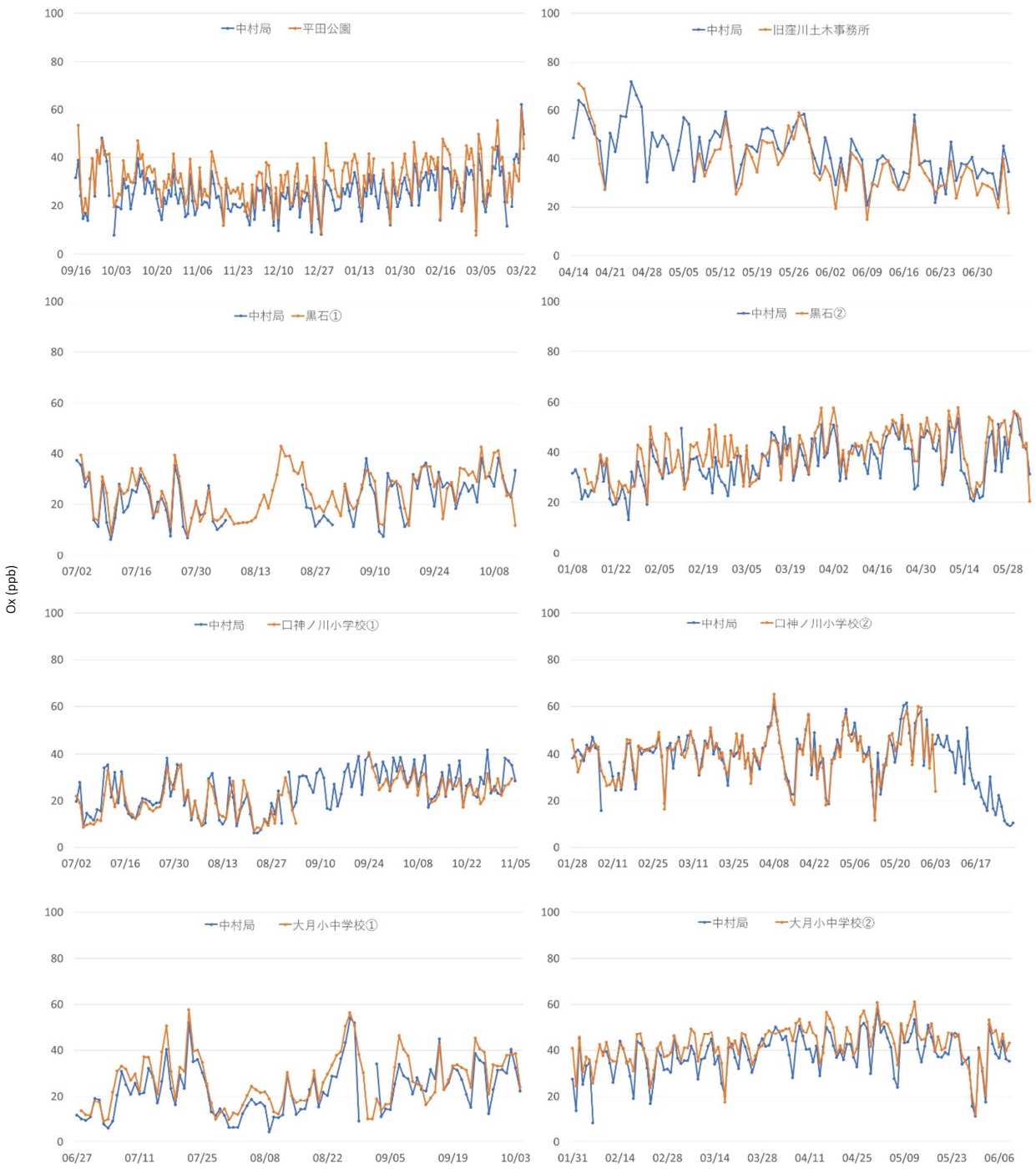
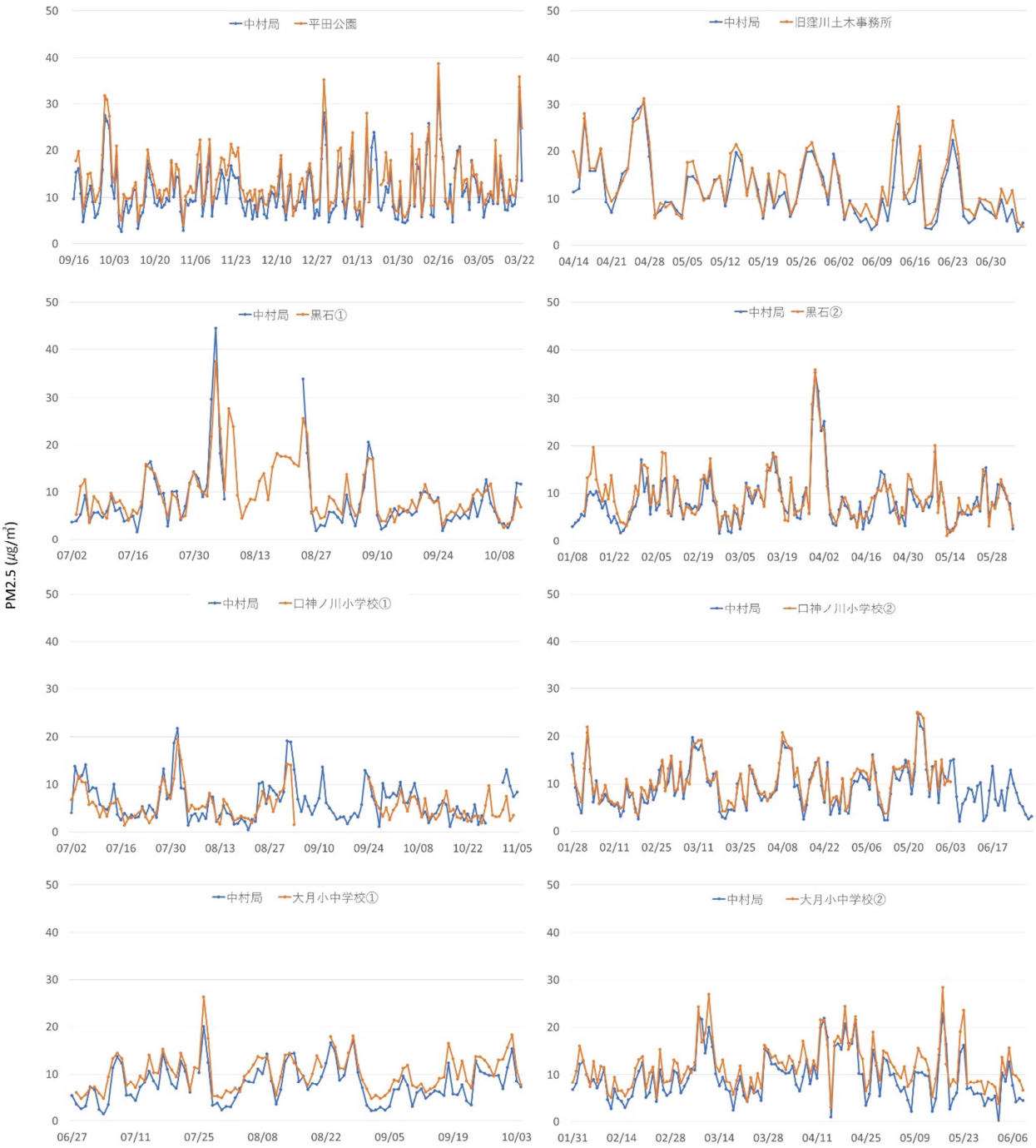


図３　PM2.5 の時刻別平均値



地点名	平田公園	旧窪川土木事務所	黒石①	黒石②	口神ノ川小学校①	口神ノ川小学校②	大月小中学校①	大月小中学校②
相関係数	0.91	0.91	0.83	0.84	0.87	0.90	0.88	0.89

図４　中村局と測定車の 0x 日中平均値比較と相関係数



地点名	平田公園	旧窪川土木事務所	黒石①	黒石②	口神ノ川小学校①	口神ノ川小学校②	大月小中学校①	大月小中学校②
相関係数	0.96	0.95	0.93	0.92	0.74	0.96	0.91	0.93

図５　中村局と測定車の PM2.5 日平均値比較と相関係数

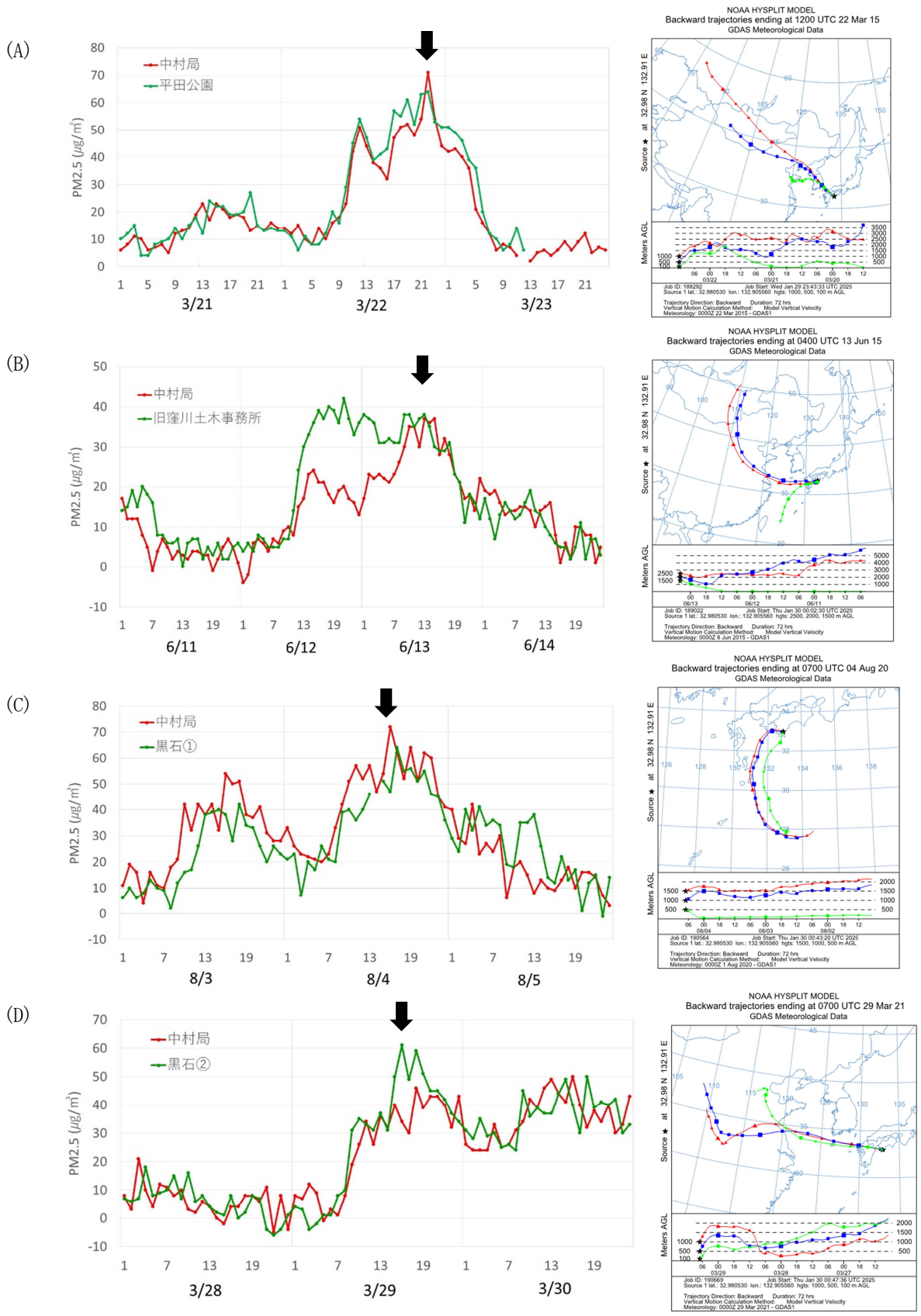


図６　高濃度日における PM2.5 の１時間値及び後方流跡線解析

(A)2015 年３月 22 日、(B)2015 年６月 12 日、(C)2020 年８月３日、(D)2021 年３月 29 日における PM2.5 の１時間値グラフと中村局を起点とした後方流跡線解析（後方流跡線はグラフの矢印の時刻から 72 時間遡った）。

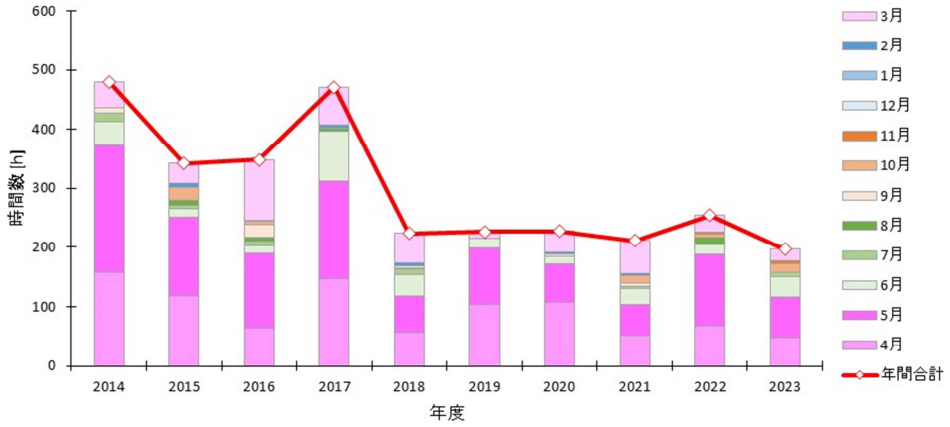


図７　Ox が 60ppb 以上となった時間数の経年変化

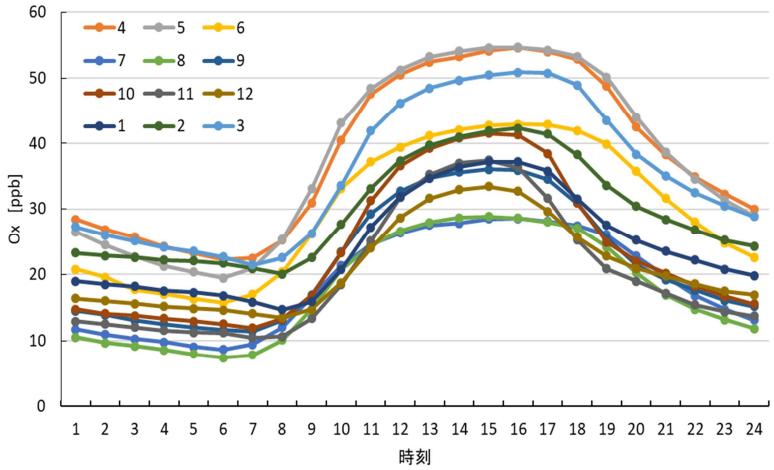
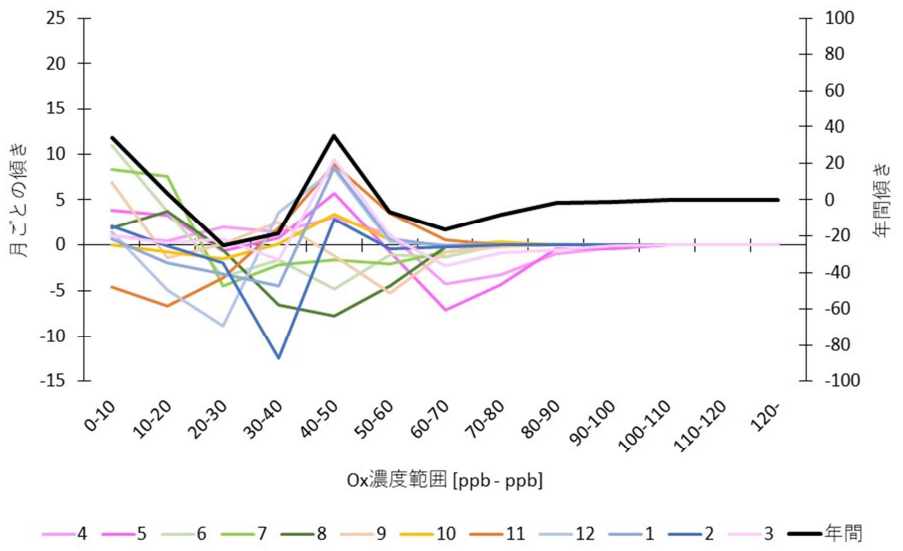


図８　Ox の月別日内変動



濃度階級	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110
4月	1.0	0.5	2.0	1.5	3.1	1.1	-4.3	-3.3	-1.0	-0.3	0.0
5月	3.8	3.3	-0.6	0.8	5.7	-0.7	-7.1	-4.4	-0.4	-0.5	0.0
6月	10.9	3.8	-3.5	-1.6	-4.7	-1.1	-1.2	0.0	0.1	0.0	0.0
7月	8.3	7.6	-4.5	-2.2	-1.6	-2.1	-0.7	-0.1	0.0	0.0	0.0
8月	1.9	3.8	-0.5	-6.5	-7.8	-4.5	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
9月	7.0	-1.4	0.1	2.5	-1.2	-5.3	-0.8	-0.2	0.0	0.0	0.0
10月	0.1	-0.7	-1.5	0.2	3.5	0.6	-0.1	0.3	0.0	0.0	0.0
11月	-4.6	-6.7	-3.6	1.8	8.9	3.5	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
12月	1.5	-4.9	-8.9	3.6	8.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1月	0.7	-2.0	-3.2	-4.5	8.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2月	2.1	-0.1	-1.9	-12.5	2.8	-0.4	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
3月	1.0	0.2	0.7	-1.7	9.4	1.0	-2.3	-0.9	-0.5	-0.1	0.0
年間	33.7	3.5	-25.4	-18.5	34.9	-6.9	-16.5	-8.4	-1.9	-0.9	0.0

図９　濃度階級別の Ox 経年変化の近似直線の傾き

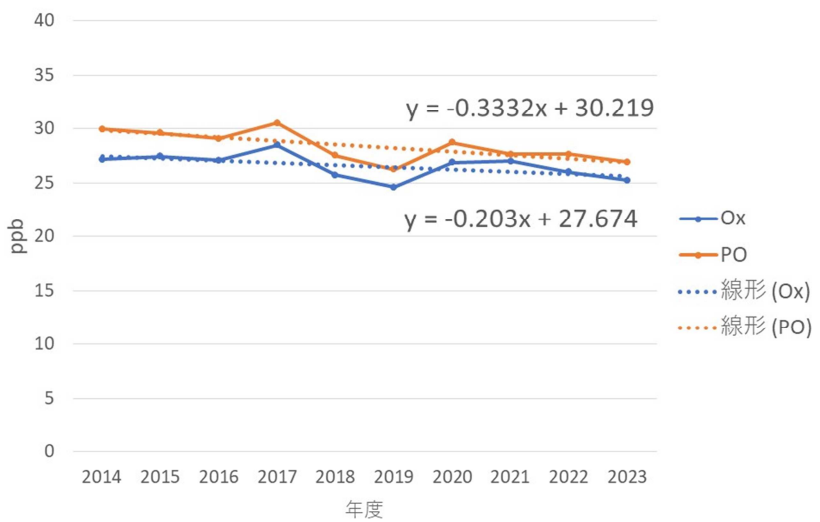
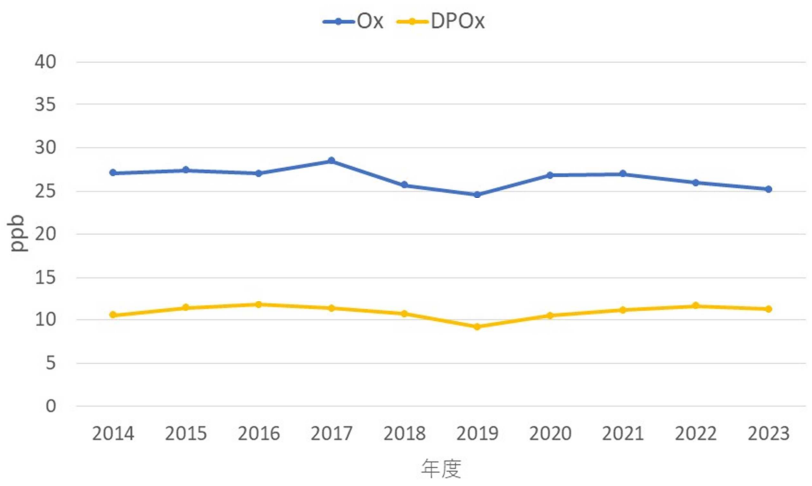


図 10　Ox と PO の経年変化及びその近似直線



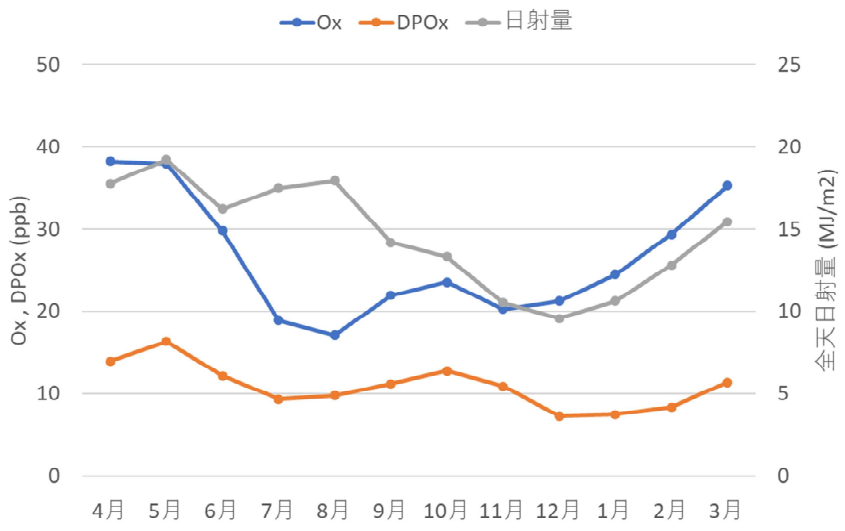


図 11　DPOx の経年変化（上）、Ox と DPOx 及び日射量の季節変動（下）

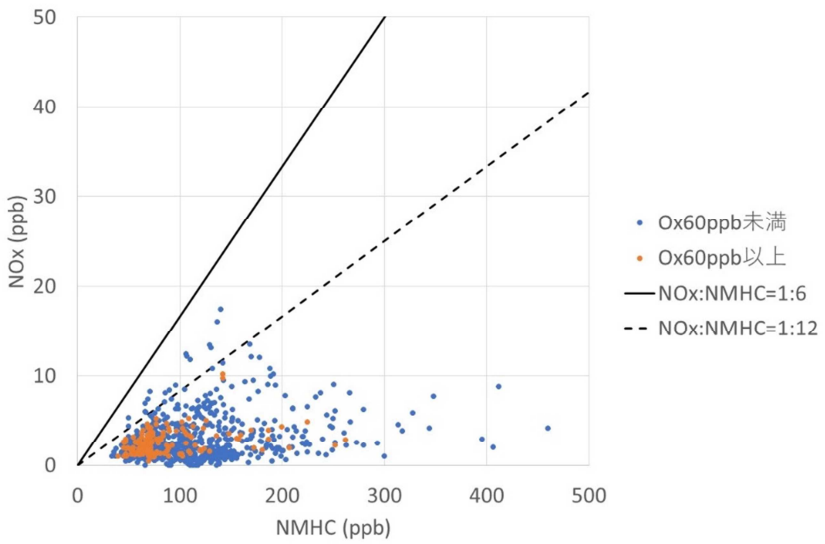


図 12　測定車の NOx 及び NMHC の散布図
直線はそれぞれ NMHC/NOx=6（実線）と NMHC/NOx=12（点線）を表す

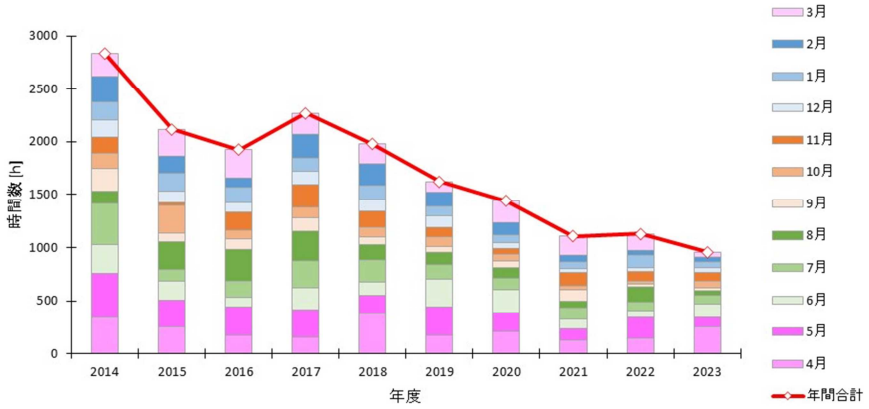


図 13　PM2.5 が 15 μg/m³以上となった時間数の経年変化

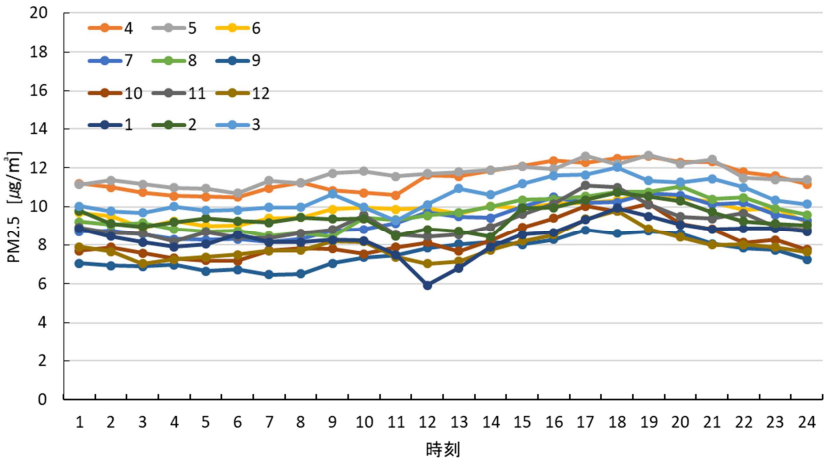
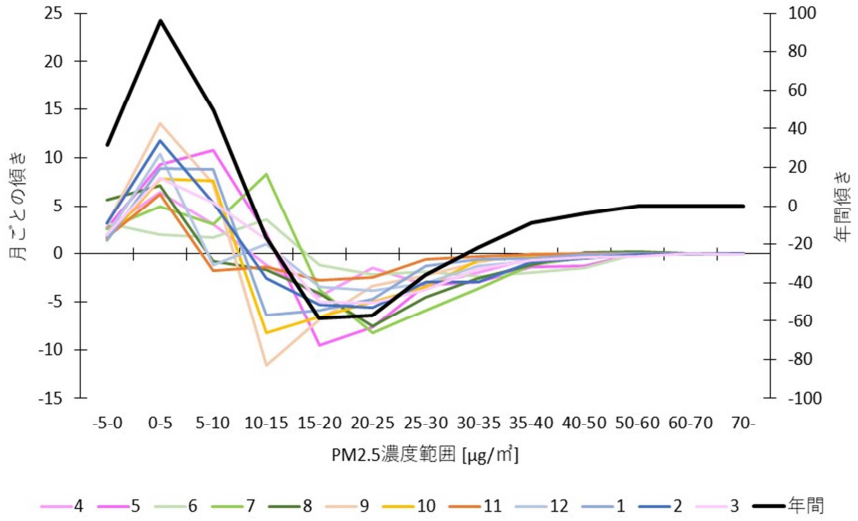


図 14　PM2.5 の月別日内変動



濃度階級	-5-0	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-50	50-60	60-70	70-
4月	2.6	6.4	3.1	-1.1	-4.5	-1.4	-3.2	-2.0	-0.4	0.1	0.0	0.0	0.0
5月	2.7	9.3	10.8	2.1	-9.5	-7.7	-3.2	-2.9	-1.4	-1.2	0.0	0.0	0.0
6月	3.2	2.0	1.7	3.6	-1.2	-2.1	-1.8	-2.4	-1.9	-1.4	0.0	0.0	0.0
7月	2.6	5.0	3.1	8.3	-3.7	-8.3	-5.9	-3.6	-1.2	-0.4	0.0	0.0	0.0
8月	5.6	7.1	-0.8	-1.6	-4.1	-7.5	-4.5	-2.6	-1.2	0.1	0.2	0.1	0.0
9月	3.2	13.5	7.3	-11.6	-6.9	-3.4	-2.2	-0.9	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0
10月	1.5	7.8	7.7	-8.3	-6.6	-5.0	-3.4	-0.7	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.0
11月	1.7	6.3	-1.8	-1.3	-2.7	-2.4	-0.6	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12月	1.9	10.4	-1.1	1.0	-3.4	-3.8	-3.0	-1.2	-0.8	-0.1	0.0	0.0	0.0
1月	1.4	8.9	8.8	-6.4	-5.8	-4.7	-1.3	-0.6	-0.4	0.0	0.0	-0.1	0.0
2月	3.2	11.7	5.4	-2.5	-5.3	-5.6	-3.0	-2.9	-0.8	-0.4	-0.1	0.0	0.0
3月	2.0	8.0	5.3	1.5	-5.0	-5.1	-3.8	-1.5	-0.6	-0.4	-0.3	0.0	-0.1
年間	31.6	96.3	49.4	-16.4	-58.6	-57.0	-35.9	-21.5	-9.0	-4.0	-0.1	-0.1	0.0

図 15　濃度階級別の PM2.5 経年変化の近似直線の傾き

Ⅳ　資料

四万十川の清流基準における指標生物 40 種の対象範囲の整理について

内田 圭亮[*1]

Additional Notes of the Evaluation Method Using Macrobenthos for Water Quality in Shimanto River.

UCHIDA Keisuke[*1]

【要旨】 清流基準における県独自の指標生物 40 種については、各指標生物がどの分類階級と対応するか明確化されていない。そこで、事前調査や調査方法制定当時の資料等を参考に指標生物 40 種の範囲を検討するとともに、現在の知見を踏まえて整理を行った。概ね多くの指標生物は科単位で、一部の指標生物については綱、目、族、属の単位での整理となった。

Key words：水生生物（底生動物）、四万十川、平均スコア値
Macrobenthos, Shimanto River, ASPT

1. はじめに

高知県では環境基本法で定められた水質汚濁に係る環境基準に加えて、四万十川の清流を保全するために県独自の指標として「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」の中で清流基準を定めている。

清流基準には、清流度(水平方向の透明性を表す数値)、窒素、燐、水生生物の 4 つがあり、流域住民自らが調査に参加しやすい項目として、清流度と水生生物による水質調査が考えられた [1)]。

そのうち、水生生物に係る指標は、県独自の指標生物 40 種(表 1)を用いて水質を評価するものであり、採取された指標生物の種数と各指標生物に設定された 10 段階のスコア値の合計から、平均スコア値を求め水質階級の判定(以下、この県独自の手法を「四万十川方式」という。)を行う。

表 1 四万十川方式の指標生物 40 種

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	プラナリア	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
携巣性トビケラ	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（腹鰓あり）	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

この四万十川方式は、「大型底生動物による河川水域環境評価マニュアル(スコア法)」を参考に高知県環境研究センター(現：高知県衛生環境研究所)により考案されたものであり [1)]、採取に時間、回数の制限がない点、水質階級の判定で種数も加味する点等で全国的に実施されている日本版平均スコア法 [2)] と異なる。

日本版平均スコア法の指標生物は科レベルの同定を基本としており、「カワゲラ科」、「ヒル綱」という表記が用いられているのに対して、四万十川方式では単純に『カワゲラ』、『ヒル』のように各指標生物の名称に分類階級を指す用語がつかないという違いが見られる(本資料では和名と区別するため四万十川方式の指標生物の名称をさす場合は『』を用いる。)。

この四万十川方式の指標生物の名称は、調査に参加する流域住民が親しみやすい一方で、例えば指標生物の『テナガエビ』が「テナガエビ科」全体を指すのか、「種」としてのテナガエビ(*Macrobrachium nipponense*)[3)]に限定

*1 高知県幡多福祉保健所

されるか曖昧であるため、調査者によって判断が異なると結果に影響するおそれがある。

また、2004 年に「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施行規則」に清流基準の調査方法が追加されてから約 20 年が経過しており、新たな和名の提唱や分類の見直しにより、四万十川方式の指標生物の名称から連想される生物と当時想定されていたものとの間で、ずれが生じているものが存在すると考えられる。

そこで本資料は、四万十川方式の指標生物 40 種について、対象となる生物の範囲(対応関係)を現在の知見を加えて検討し、整理することを目的とした。

2. 既存文献、資料の調査

2.1. 調査研究論文等

過去の調査研究報告において、四万十川方式の指標生物 40 種の選定経緯は、事前調査として 2000 年度、2001 年度に行ったサーバーネット法で出現した種及び当時の環境教育など流域で採取した種を中心に決定されたことが明らかにされている [1)]。しかし、40 種に決定した詳細な経緯や各指標生物が対象とする生物の範囲、スコア値の設定方法等の詳細が記載されたものは確認できなかった [1),4-13)]。

なお、いくつかの調査研究では「タニガワカゲロウ属」、「コカゲロウ科」など一部の指標生物名の分類階級が記述されたものが確認できるが、『ヒラタカゲロウ』、『カワゲラ』は調査研究によって分類階級が異なっており [6)8)11)]、担当者により指標生物の対象範囲の判断に差が生じていることが示唆された。

また、「四万十川清流基準調査手引書」(以下、「手引書」という。)においても、指標生物判定の検索表、各指標生物の写真(掲載種の和名を含む。)、簡単な説明が掲載されているものの、各指標生物の対象範囲を特定できる情報は記載されていない [14)]。

2.2. 事前調査に関する資料

2000 年度、2001 年度の事前調査(以下、「事前調査」という。)について、高知県衛生環境研究所に所蔵の研究資料、記録等を調査した。その結果、現在の指標生物 40 種の前身と思われる 36 種の指標生物(表 2)を用いた水質評価の実施が確認できた。また、この 36 種の指標生物による水質評価と当時の日本版平均スコア法 [15)](2012 年の改訂作業 [16)]以前のもので以下、「旧スコア法」という。)による水質評価を比較したデータも確認することができた。

表２　事前調査で用いられた指標生物 36 種

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	ブユ	7	シジミガイ	5
サワガニ	9	ヤマトフタツメカワゲラ※2	8	テナガエビ※2	7	タニシ※2	4
チラカゲロウ	9	ヒゲナガカワトビケラ	8	プラナリア	7	モノアラガイ	3
ヒラタカゲロウ	9	ナガレアブ	8	コカゲロウ	6	ヒル	2
カワゲラ※1	9	カワニナ	8	ヒラタドロムシ	6	ミズムシ	2
ナガレトビケラ	9	掘潜型カゲロウ※1	7	ホタル	6	アメリカザリガニ※2	1
携巣性トビケラ※1	9	サナエトンボ	7	スジエビ※2	6	赤いユスリカ	1
ヘビトンボ	9	シマトビケラ	7	モクズガニ※2	6	サカマキガイ	1
ヨコエビ	9	ガガンボ	7	イシマキガイ※2	6	イトミミズ	1

※１　旧スコア法の複数の指標生物(科単位)と対応関係がある指標生物

※２　旧スコア法の指標生物と対応関係が無い指標生物

本データから、当時の調査、評価過程を推測すると次のとおりとなった。

①採取された水生生物を科レベルで同定し、旧スコア法に掲載されている 62 種の指標生物 [15)]の出現の有無を判定。

②旧スコア法の 62 種で出現したものからアミカ科を『アミカ』とする等、対応関係にある四万十川方式の指標生物 29 種について出現を判定する。このとき『携巣性トビケラ』等は複数科をまとめて判定、旧スコア法でドゲッシア科と判定したものを『プラナリア』として、ミミズ綱として判定したものを『イトミミズ』として判定。なお、対応関係にある指標生物の詳細については 3 章で述べる。

③『テナガエビ』等の旧スコア法と対応関係が無い水生生物 7 種について、採取されたものを加えて全 36 種とし採点、評価。

この調査、評価過程から、四万十川方式の指標生物の一部は、旧スコア法と同様に科レベルで判定されていたと考えられた。

なお、36 種の指標生物のうち『ヤマトフタツメカワゲラ』、『掘潜型カゲロウ』が削除され、『タニガワカゲロウ』、『ナベブタムシ』、『タイコウチ・ミズカマキリ』等 6 種の指標生物が加えられることで現在の 40 種の指標生物になったと考えられるが、詳細な経緯は確認できなかった。また、旧スコア法と対応関係に無い『スジエビ』や追加された『タイコウチ・ミズカマキリ』等については、のちの全国水生生物調査につながる「簡易水質調査指標生物等検討調査」[17]を参考に選定された可能性があると考えられる。

2.3. 対象となる範囲の検討、整理方法

今回確認した過去の調査研究報告[1),4-13)]では、全ての指標生物の対象範囲を特定できる情報は確認できなかったため、以下の手順で対象範囲を検討、整理することとした。

まず、事前調査のデータ及び 2004 年当時の研究論文[1)]で参考資料とされている「日本産水生昆虫図説」[18)]を参考に当時の対象範囲を推定した。このとき事前調査で旧スコア法の指標生物と対応関係が明確なものについては、原則として科単位として整理した。

続いて、現在の分類に対応させるため昆虫類について「日本産水生昆虫(第二版)」[19)]を用いて整理を行った。これは日本版平均スコア法の改訂作業[16)]を参考とした。また、昆虫以外の水生生物については「河川生物の絵解き検索」[20)](以下「絵解き検索」という。)に掲載されている情報を参考に整理を行い、必要に応じて他の文献を参考とした。

なお、今回の整理において、各水生生物の県内の採取記録等の確認は行わず、対象範囲を四万十川水域に生息するものに限定することは考慮しなかった。そのため、参考文献の情報から対象が 1 種に限定されると考えられるものでも、科、属の分類階級までにとどめた整理とした。

また、和名、学名の表記は参考とした各文献に従ったが、参考文献で和名が確認できなかったものについては「河川水辺の国勢調査」の生物リストの和名に従った[21)]。なお、学名を表記する際に命名者表記は省略した。

3. 指標生物の名称が指す範囲の検討、整理結果

3.1. カゲロウ目

事前調査の『掘潜型カゲロウ』は旧スコア法のモンカゲロウ科、カワカゲロウ科と対応させている。事前調査では旧スコア法のアミメカゲロウ科が採取された地点は見られなかったが、幼虫の生態から[18)]アミメカゲロウ科(現在のシロイロカゲロウ科[19)])もこの『掘潜型カゲロウ』に含めていた可能性が高く、指標生物を 40 種とした段階で『掘潜型カゲロウ』が削除され、カゲロウ目から『モンカゲロウ』、『キイロカワカゲロウ』及び『アミメカゲロウ』が追加されている。このことから『モンカゲロウ』、『キイロカワカゲロウ』及び『アミメカゲロウ』はそれぞれモンカゲロウ科、カワカゲロウ科、シロイロカゲロウ科に対応すると整理した。

『ヒラタカゲロウ』は事前調査ではヒラタカゲロウ科(Heptageniidae)と対応関係にあるが、指標生物を 40 種とした段階で『タニガワカゲロウ』が追加されている。これはヒラタカゲロウ科に属するタニガワカゲロウ属と推測されるため、『ヒラタカゲロウ』、『タニガワカゲロウ』はそれぞれヒラタカゲロウ属、タニガワカゲロウ属に対応するものと整理した。

その他のカゲロウ目の『チラカゲロウ』、『マダラカゲロウ』及び『コカゲロウ』については事前調査のデータからチラカゲロウ科、マダラカゲロウ科及びコカゲロウ科に対応すると整理した。

3.2. カワゲラ目

事前調査のデータで、カワゲラ科(Perlidae)以外にもオナシカワゲラ科(Nemouridae)やアミメカワゲラ科(Perlodidae)を『カワゲラ』として判定している地点があることから、『カワゲラ』については上位の分類階級であるカワゲラ目に対応すると整理した。

3.3. カメムシ目

『タイコウチ・ミズカマキリ』は手引書に掲載されている大きさの説明[14]から、タイコウチ(*Laccotrephes japonensis*)及びミズカマキリ(*Ranatra chinensis*)の 2 種のみが対象という可能性も考えられるが、2.3.で述べた理由により特定の 2 種に限定せずにタイコウチ科全体に対応すると整理した。

また、『ナベブタムシ』は事前調査の指標生物 36 種には存在せず 40 種になった段階で追加されているが、旧スコア法にナベブタムシ科があることから、ナベブタムシ科全体に対応すると整理した。

3.4. トビケラ目

トビケラ目のうち、『シマトビケラ』、『ヒゲナガカワトビケラ』は事前調査のデータからそれぞれシマトビケラ科、ヒゲナガカワトビケラ科に対応すると整理した。

『ナガレトビケラ』も同様に事前調査のデータからナガレトビケラ科に対応すると考えられるが、現在カワリナガレトビケラ科も当時のナガレトビケラ科に属していたことから[18][19]、この 2 科が対応すると整理した。

『携巣性トビケラ』については、トビケラ目のうち筒巣(可携巣)を作るものを指す[19]と考えられ、トビケラ目を 3 亜目に分けた場合のエグリトビケラ亜目に属するもの、ヤマトビケラ科及びヒメトビケラ科[19]と整理した。

3.5. ハエ目

『アミカ』、『ナガレアブ』及び『ブユ』は事前調査のデータからそれぞれアミカ科、ナガレアブ科及びブユ科に対応すると整理した。

『ガガンボ』については、事前調査のデータから 2004 年当時の広義のガガンボ科[18]と対応していたと考えられる。絵解き検索ではウスバガガンボ属(*Antocha*)を含めていることから[20]、現在のガガンボ科に加えてウスバガガンボ属が属するヒメガガンボ科[19]も対象と整理した。

『赤いユスリカ(腹鰓あり)』は事前調査のデータ、絵解き検索及び手引書の説明を参考にユスリカ科ユスリカ族[20]のうち、外観が赤色で、腹鰓を 2 対持つもの[14]を対象と整理した。

3.6. その他の昆虫

『サナエトンボ』、『ヘビトンボ』、『ヒラタドロムシ』及び『ホタル』は事前調査のデータからそれぞれサナエトンボ科、ヘビトンボ科、ヒラタドロムシ科及びホタル科に対応すると整理した。

3.7. エビ目、ヨコエビ目、ワラジムシ目

『テナガエビ』、『スジエビ』は旧スコア法に対応するものが無いが、テナガエビ科(Palaemonidae)がスジエビ属を含むこと[3][22]を踏まえ、『テナガエビ』、『スジエビ』はそれぞれテナガエビ属、スジエビ属が対応するものと整理した。

『モクズガニ』、『アメリカザリガニ』についても旧スコア法に対応するものが無いが、絵解き検索を参考にモクズガニ科、アメリカザリガニ科と対応するものと整理した。

『サワガニ』、『ヨコエビ』及び『ミズムシ』については事前調査のデータからサワガニ科、ヨコエビ科及びミズムシ科に対応すると整理した。

3.8. 貝類

『カワニナ』、『モノアラガイ』、『サカマキガイ』及び『シジミガイ』は、事前調査のデータからカワニナ科、モノアラガイ科、サカマキガイ科及びシジミガイ科に対応すると整理した。

『タニシ』については、旧スコア法の指標生物に対応するものは無いが、絵解き検索を参考にタニシ科と対応するものと整理した。

『イシマキガイ』については、旧スコア法の指標生物に対応するものが無く、絵解き検索ではイシマキガイ属[24]を含むアマオブネガイ科が掲載されている。今回の整理においては、他の貝類と異なるが指標生物の名称を優先し属単位と整理した[23][24]。

3.9. その他の指標生物

『プラナリア』は、旧スコア法に従ってサンカクアタマウズムシ科(ドゲッシア科)に対応するものと考えるが、絵解き検索に準じてアメリカナミウズムシ属を除くものを対象と整理した[20]。

『ヒル』は、旧スコア法に従ってヒル綱に対応すると整理した。

『イトミミズ』については、事前調査で旧スコア法のミミズ綱と対応関係にあるが、和名と指標生物名称との一致を優先すると当時のイトミミズ科[25]が対象と考えられる。しかし、2002 年にイトミミズ科がミズミミズ科と統合され、現在ではイトミミズ科という和名は用いられなくなっているため、今回はミズミミズ科のうち旧来のイトミミズ科[25]のものを対象と整理した。

4. 検討、整理結果の取り扱いと今後の課題

今回行った指標生物の対象範囲の整理(表 3）は、高知県衛生環境研究所が今後実施する調査研究や環境学習において参考とすることを想定している。そのため、他機関、団体が実施している指標生物の判定を妨げるものではない。

また、清流基準制定から約 20 年の間に調査地点の変更があったほか、各地点の河川環境や水質も変化している。例えば、四万十川方式で指定している 40 種の生物のうち、長期に渡り確認が出来ない生物や、逆に四万十川方式では指定していないが日本版平均スコア法で指定されている科が高頻度で確認されることもある。

なお、本資料ではスコア値の設定過程については十分な検証ができておらず、今回の整理ではスコア値との対応関係は精査できていない。

今後、四万十川水系に特化して考案されたこの独自性を維持し、流域住民が親しみを持って参加する調査として継続させるためには、さらに詳細な現地調査によって対象とする指標生物やそのスコア値を見直していくことが望まれる。

表３　指標生物の対象範囲の整理結果

指標生物	対応する分類の範囲	指標生物	対応する分類の範囲
アミカ	アミカ科 Blephariceridae	テナガエビ	テナガエビ属 *Macrobrachium*
サワガニ	サワガニ科 Potamidae	プラナリア	サンカクアタマウズムシ科 Dugesiidae
チラカゲロウ	チラカゲロウ科 Isonychiidae		ただしアメリカナミウズムシ属*Girardia*を除く
ヒラタカゲロウ	ヒラタカゲロウ属 *Epeorus*	コカゲロウ	コカゲロウ科 Baetidae
カワゲラ	カワゲラ目 Plecoptera	キイロカワカゲロウ	カワカゲロウ科 Potamanthidae
ナガレトビケラ	ナガレトビケラ科 Rhyacophilidae	ヒラタドロムシ	ヒラタドロムシ科 Psephenidae
	カワリナガレトビケラ科 Hydrobiosidae	ホタル	ホタル科 Lampyridae
携巣性トビケラ	エグリトビケラ亜目 Integripalpia	スジエビ	スジエビ属 *Palaemon*
	ヤマトビケラ科 Glossosomatidae	モクズガニ	モクズガニ科 Varunidae
	ヒメトビケラ科 Hydroptilidae	イシマキガイ	イシマキガイ属 *Clithon*
ヘビトンボ	ヘビトンボ科 Corydalidae	アミメカゲロウ	シロイロカゲロウ科 Polymitarcyidae
ヨコエビ	ヨコエビ科 Gammaridae	タイコウチ・ミズカマキリ	タイコウチ科 Nepidae
タニガワカゲロウ	タニガワカゲロウ属 *Ecdyonurus*	シジミガイ	シジミガイ科 Corbiculidae
マダラカゲロウ	マダラカゲロウ科 Ephemerellidae	タニシ	タニシ科 Viviparidae
ヒゲナガカワトビケラ	ヒゲナガカワトビケラ科 Stenopsychidae	モノアラガイ	モノアラガイ科 Lymnaeidae
ナガレアブ	ナガレアブ科 Athericidae	ヒル	ヒル綱 Hirudinea
カワニナ	カワニナ科 Pleuroceridae	ミズムシ	ミズムシ科 Asellidae
モンカゲロウ	モンカゲロウ科 Ephemeridae	アメリカザリガニ	アメリカザリガニ科 Cambaridae
サナエトンボ	サナエトンボ科 Gomphidae	赤いユスリカ(腹鰓あり)	ユスリカ族 Chironominiのうち、
ナベブタムシ	ナベブタムシ科 Aphelocheiridae		外観が赤く腹鰓2対のもの
シマトビケラ	シマトビケラ科 Hydropsychidae	サカマキガイ	サカマキガイ科　Physidae
ガガンボ	ガガンボ科 Tipulidae	イトミミズ	ミズミミズ科 Naididae のうち、
	ヒメガガンボ科 Limoniidae		旧イトミミズ科 Tubificidae のもの
ブユ	ブユ科 Simuliidae		

文献

1）堀内泰男, 藤村茂夫, 西森一誠：四万十川清流基準調査について. 全国環境研会誌, 29(1), 51-56, 2004.

2）環境省水･大気環境局：水生生物による水質評価マニュアル-日本版平均スコア法-. 環境省(東京都), 2017.

3）豊田幸詞：日本産淡水性・汽水性エビ・カニ図鑑. 72-99, 緑書房(東京都), 2019.

4）堀内泰男：四万十川方式水生生物調査について. 第 38 回日本水環境学会年会講演集, 312, 2004.

5）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.

6）澤田祐貴子ら：仁淀川渓流域の森林整備による水質影響調査結果について(2009-2013 年度). 高知県環境研究センター所報, 29, 17-23, 2013.

7）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.

8）澤田祐貴子ら：仁淀川上流域の森林整備による水質影響調査結果について. 「森里海連環学による地域循環木文化社会創出事業(木文化プロジェクト)」2013 年度報告書, 262-269, 2015.

9）松木葵, 大森真貴子, 貞岡秀俊：黒尊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, 31, 47-56, 2015.

10）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, 2017.

11）大森真貴子, 立川真弓：物部川における新しい水質調査の試み. 高知県環境研究センター所報, 33, 65-87, 2017.

12）丁野可愛ら：仁淀川における清流基準調査について(2015 年度～2018 年度). 高知県衛生環境研究所報, 1, 63-74, 2019.

13）内田圭亮ら：黒尊川清流保全モニタリング状況について(2007～2021 年度). 高知県衛生環境研究所報, 4, 42-47, 2023.

14）高知県文化環境部文化推進課四万十川流域振興室：四万十川清流基準調査手引書. 2005.

15）山崎正敏ら：河川の生物学的水域環境評価基準の設定に関する研究-全国公害研協議会環境生物部会共同研究報告. 全国公害研会誌, 21, 114-145, 1996.

16）野崎隆夫：大型底生動物を用いた河川環境評価-日本版平均スコア法の再検討と展開. 水環境学会誌, 35(4), 118-121, 2012.

17）社団法人日本水環境学会：平成 10 年度環境庁委託業務結果報告書簡易水質調査指標生物等検討調査. 1999.

18）川合禎次編：日本産水生昆虫検索図説. 東海大学出版会(東京都), 1985.

19）川合禎次, 谷田一三共編：日本産水生昆虫-科・属・種への検索【第二版】. 東海大学出版部(神奈川県), 2018.

20）環境省水･大気環境局水環境課：河川生物の絵解き検索. 環境省(東京都), 2017.

21）国土技術政策総合研究所：河川水辺の国勢調査のための生物リスト(令和 6 年度生物リスト). https://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/mizukokuweb/system/seibutsuListfile.htm, 2025.1.8.

22）三宅貞祥：原色日本大型甲殻類図鑑(Ⅰ). 26-32, 保育社, 1998.

23）奥谷喬司編：日本近海産貝類図鑑. 107-109, 東海大学出版会, 2000.

24）奥谷喬司編：日本近海産貝類図鑑[第二版]. 784, 東海大学出版部, 2017.

25）谷田一三編：河川環境の指標生物学. 86-94, 北隆館(東京都), 2010.

Ⅴ　他誌掲載論文抄録・学会発表講演要旨

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（第一報）

令和５年度獣医学術四国地区学会
令和５年９月　徳島県徳島市

別役信乃、松本一繁、佐藤亘、河村有香、細見卓司
高知県衛生環境研究所

【はじめに】

日本紅斑熱は、日本紅斑熱リケッチア(*Rickettsia 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。

本研究所では過去にもマダニ相及び*R.japonica*保有率の調査を行っている。約20年前の調査当時、日本紅斑熱患者の発生地域は限局されていたが、現在では発生に偏りはみられるものの県内各地で患者が確認されるようになった。また、最近では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いることから、ダニ媒介性疾患の拡大・増加が懸念される。

そこで現在の県内のマダニ相を調べ、*R.japonica*保有状況の調査をおこなった。

【方法】

令和４年11月から令和５年５月まで高知県内４カ所においてフランネル布を用いた旗ふり法によりマダニを採集し、実体顕微鏡下で同定した。形態学的同定後、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砕し、ISOGENOME(株式会社ニッポンジーン)を用いてDNAを抽出した。そして、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クエ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おこなった。

【結果】

３属８種にわたる総数459匹(成ダニ62匹･若(幼)ダニ397匹)のマダニを得た。これらのうちタカサゴチマダニが最も多く226匹(成ダニ36匹・若(幼)ダニ190匹)と半数近くを占めた。次いでフタトゲチマダニ125匹（成ダニ10匹・若(幼)ダニ115匹）、アカコッコマダニ38匹（成ダニ２匹・若(幼)ダニ36匹）、キチマダニ28匹（成ダニ６匹・若(幼)ダニ22匹）、ヤマアラシチマダニ24匹（成ダニ６匹・若ダニ18匹）と続いた。アカコッコマダニでは幼ダニが多く、その他のマダニでは若ダニが多く採集された。

検査したマダニのうち111検体から17kDaタンパク質遺伝子が検出され、そのうち近接する２地点で採集された96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。96検体中93検体と、そのほとんどがフタトゲチマダニによるものであった。また、タカサゴキララマダニ１検体からは*R.tamurae*が検出された。

なお、*R.japonica*は検出されなかった。

【結論】

マダニ相の調査では、*R.japonica*の媒介種とされるマダニのうち、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、ヤマトマダニが採集され、全体の約88%を占めた。各地点により若干のマダニ相の違いはあったものの、県内全体でみるとタカサゴチマダニ、フタトゲチマダニが多く採集されたのは、当所において2013年～2014年に調査した結果と同様であった。

今回、*R.japonica* は検出されなかったが、*R.japonica* と近似種で非病原性とされる *Rickettsia* sp.LON が多数検出された。本リケッチアは両性系のフタトゲチマダニで高率に保有するとされており、今回の調査でもそのほとんどがフタトゲチマダニにおいて検出された。

今回の調査で初めて県内のタカサゴキララマダニ1検体から *R.tamurae* が検出されており、こちらは人への病原性が確認されていることから、今後注視する必要があるかと思われる。

今後、さらに調査範囲を拡げて高知県内のマダニ相及びその日本紅斑熱リケッチア保有状況について調査を進める予定である。

リアルタイムPCR法及び免疫磁気ビーズ法を用いて EHEC O8:H19(VT2)を分離した食中毒事例について

令和5年度四国4県食品衛生監視員研修会
令和5年8月　徳島県徳島市

○橘亮介、清岡有紀※1、高橋富世※2、影山温子、尾﨑早矢香、松本一繁、細見卓司
(※1 高知県薬務衛生課　※2 令和 4 年度退職)
高知県衛生環境研究所

Ⅰ　はじめに

腸管出血性大腸菌(Enterohemorrhagic *Escherichia coli*;EHEC)はベロ毒素(Verotoxin=VT、または Shiga toxin=Stx と呼ばれている)を産生する大腸菌である。EHEC 感染症は、無症状から致死的なものまで様々な臨床症状が知られている。特に、EHEC 感染症に引き続いて発症することがある溶血性尿毒症症候群(HUS)は、死亡あるいは腎機能や神経学的障害などの後遺症を残す可能性のある重篤な疾患である。

令和 4 年 11 月、県内の飲食店でカンピロバクターを原因とする食中毒が発生した。検査の結果、カンピロバクターの他に *Escherichia coli* (以下、*E. coli*)O157:H40(*eae*)、*E. coli* OUT:H6(*astA*)、*Staphylococcus aureus* 及び EHEC O8:H19(VT2)が検出された。

当該 EHEC には Cefixime-tellurite(以下、CT)感受性があり、有効な選択培地もなく、*E. coli* O157:H40 との重複感染であったため分離に苦慮したが、免疫磁気ビーズ O26 による集菌が可能であったため、リアルタイム PCR 法による量的把握と組み合わせることで EHEC を分離同定できた。

その後、本事例で分離に使用した平板培地上でのコロニー形成とリアルタイム PCR における Ct 値(標的遺伝子の陽性結果が得られるまでの遺伝子増幅のサイクル数)との菌数の関係についての検証を行い、若干の知見を得たので報告する。

Ⅱ　事件の概要

令和 4 年 11 月 28 日に県内飲食店を週末に利用した 10 数名が腹痛、悪寒等の症状を呈しているとの情報が県内保健所に入り調査を開始した。

調査の結果、共通喫食は職場での昼食と週末に利用した当該飲食店のみであった。飲食店の共通喫食メニューはお通し、野菜サラダ、だし巻き玉子、チキン南蛮フライ、鶏たたき、かご焼き(せせり、皮)、鶏茶漬け(生の鶏肉に熱いだし汁を注いだ料理)及びアイスであった。

当所及び他自治体保健所での検査により有症者から *Campylobacter jejuni* 等複数の食中毒菌が検出されたため、他自治体保健所は当該飲食店におけるカンピロバクター食中毒と断定し、3 日間の営業停止処分とした。また、うち 1 名の有症者から VT 産生の大腸菌が検出されたことから、情報を探知した県内保健所から EHEC 感染症の発生届が提出された。

Ⅲ　検査方法

1　検体

県域に属する喫食者(有症状者、無症状者を含む)の便 7 検体

2　食中毒検査項目

サルモネラ属菌(チフス・パラチフスを含む)、腸炎ビブリオ、コレラ菌、カンピロバクター属菌、黄色ブドウ球菌、エルシニア属菌、セレウス菌、ウェルシュ菌、中温性エロモナス、プレジオモナス、腸管出血性大腸菌、その他の下痢原性大腸菌、赤痢菌、*E. albertii*、ノロウイルス、サポウイルス、アストロウイルス、A 群ロタウイルス

3　EHEC 検査

3.1 直接培養・増菌培養

直接培養：DHL、クロモアガーO157、CT-SMAC、CT-RMAC、CT-SBMAC、クロモアガーO26・O157(SEL)生培地

増菌培地：TSB、1%CT 加 TSB、ノボビオシン加 mEC

3.2 遺伝子スクリーニング検査

増菌液から CycleavePCR O-157(VT gene)Screening Kit Ver2.0 CY217(TAKARA)を使用し、VT 遺伝子を標的としたリアルタイム PCR を実施した。

3.3 免疫磁気ビーズによる集菌

Dynabeads anti-E.coli O157(ベリタス)、免疫磁気ビーズ O26「生研」(デンカ生研)、免疫磁気ビーズ O111「生研」(デンカ生研)を使用し集菌した。抗 O157 ビーズでの集菌液は CT-SMAC とクロモアガーO157 培地に、抗 O26 ビーズでの集菌液はクロモアガーO26・O157(SEL)生培地と CT-RMAC 培地に、抗 O111 ビーズでの集菌液はクロモアガーO26・O157(SEL)生培地と CT-SBMAC 培地に塗抹し培養した。

4　EHEC 検査結果

4.1 リアルタイム PCR を用いた免疫磁気ビーズでの集菌

便 7 検体中 1 検体について、ノボビオシン加 mEC での増菌液で VT 陽性を確認した。以降、リアルタイム PCR の Ct 値で定量的把握を行いながら作業を進めた。

当該増菌液を 3 種(O157、O26、O111)の免疫磁気ビーズで集菌した結果、リアルタイム PCR がすべて陰性となった。このため、当該増菌液をノボビオシン加 mEC、1%CT 加 TSB、TSB の 3 種の増菌培地にそれぞれ接種し、二次増菌を行った。1%CT 加 TSB での二次増菌液ではリアルタイム PCR で陰性となり、目的菌は CT 感受性であることを把握した。また、Ct 値で確認したところ、ノボビオシン加 mEC(Ct 値:31.88)より TSB(Ct 値:29.30)での二次増菌液の方が増菌効果が高いことが分かった。TSB での二次増菌液を 3 種の免疫磁気ビーズで集菌したところ、抗 O26 ビーズで集菌効果があることが分かった。

4.2 菌株の分離

Ct 値の低い集菌液を DHL 平板に塗抹し、発育したコロニーをスイープし、リアルタイム PCR で VT 遺伝子を確認した。約 200 個釣菌し、うち 1 株が VT 陽性であった。分離した株は EHEC O8:H19(VT2)と同定された。

Ⅳ　検証

1　目的

DHL 平板での EHEC 分離に必要な増菌液の Ct 値を確認することを目的とする。

2　方法と材料

本事例で分離された株 EHEC O8:H19(VT2)を TSA 平板培地に塗抹し、37℃18 時間培養した。TSA 平

板上に発育した単一コロニーを 1μL エーゼで釣菌し、TSB に接種し、35℃18 時間培養した。培養後の増菌液を滅菌生理食塩水で 10 倍から 10^{12} 倍まで希釈し、それぞれの倍率の希釈液について①1mL ずつ標準寒天培地で混釈培養、②10μL エーゼで DHL に塗抹、③0.1mL ずつアルカリ熱抽出し、VT 遺伝子を標的としたリアルタイム PCR を行った。

3　結果

①混釈培養の結果、菌数は 3.2×10^{9}(cfu/mL)、②DHL でコロニーを形成可能であった最大希釈倍率は 10^{6} 倍、③ ②の希釈液(10^{6} 倍希釈液)を検体としたリアルタイム PCR の Ct 値は 33.08 であった。(表 1)

また、結果より得られた検量線(図 2)より実際の検査での Ct 値から求められる想定菌数はそれぞれ 4.4×10^{7}、1.7×10^{7}、7.5×10^{5}(cfu/mL)であった。(表 1)

V　まとめ及び考察

今回分離された株は CT 感受性であり、通常、EHEC の分離に使用される CT-SMAC、CT-RMAC、CT-SBMAC 上で発育せず、選択性の低い DHL が有効であった。

また、分離菌は O8 であるが、抗 O26 ビーズで集菌効果があったことについては、井上らの報告[1)] にあるように O26 免疫血清に O8 が交叉反応を示すため、免疫磁気ビーズにおいても集菌効果があったと考えられた。さらに、リアルタイム PCR を用いることで、特定の因子をもつ食中毒菌を定量的に評価できた。

検証の結果より、コロニースイープ PCR の結果 Ct 値 21.46 のとき、希釈液中の想定される菌数は 4.4×10^{7}(cfu/mL)であり、そのうち標的以外の夾雑菌数が 3.2×10^{9}(cfu/mL)程度であると仮定すると、夾雑菌数と標的の菌数の比率は 100:1 に近くなり、$(3.2\times10^{9})/(4.4\times10^{7})$の計算より、DHL 上の単一コロニー72 個のうち 1 個が標的株であることが考えられた。実際に検査では 2 枚の平板から合計 88 個の単一コロニーを釣菌し、そのうちの 1 個が標的株であった。

また、ビーズで集菌する前の菌液の Ct 値 29.30 では、想定される菌数は 6.9×10^{4}(cfu/mL)であり、同様の計算の結果、夾雑菌存在下では約 46,000 個の単一コロニーのうち 1 個が標的株であるという計算になり、ビーズでの集菌なしに分離することは現実的ではないことが分かった。

今回の標的株は DHL の赤色コロニーでしか確認することができないため、釣菌するコロニー数が多くなった。EHEC の分離において色調で選別できる CT-SMAC 等の培地は菌分離効率化の観点から重要であることもあわせて再認識した事例となった。

本検証は 1 菌種及び DHL での条件のみであり、他の菌や培地での結果は異なることが想定されることから、今後、他の菌種や培地での検討を行い、検査の精度向上につなげていきたい。

文献

1)免疫磁気ビーズを用いた腸管出血性大腸菌 O26 の分離法について(道衛研所報　第 49 集(1999))

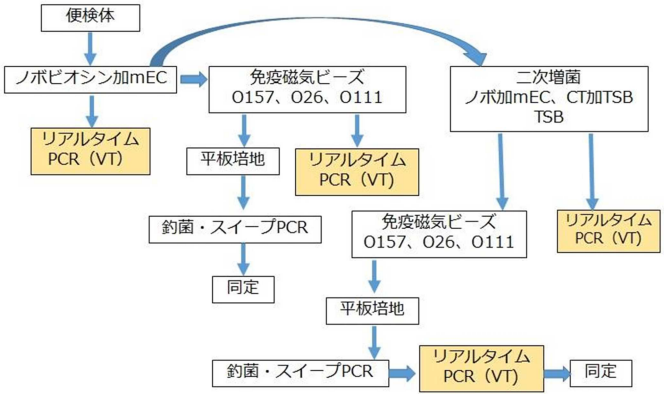


図１　分離操作フロー

表１　Ct 値と想定菌数

希釈倍率	想定菌数 (cfu/mL)	リアルタイムPCR Ct値	DHL上 コロニー形成
10	3.2×10^{8}	19.01	＋
	4.4×10^{7}	21.46	
10^{2}	3.2×10^{7}	21.54	＋
	1.7×10^{7}	22.63	
10^{3}	3.2×10^{6}	24.60	＋
	7.5×10^{5}	26.40	
10^{4}	3.2×10^{5}	27.67	＋
	6.9×10^{4}	29.30	
10^{5}	3.2×10^{4}	30.90	＋
10^{6}	3.2×10^{3}	33.08	＋
10^{7}	3.2×10^{2}	35.27	－
10^{8}	3.2×10	－	－
10^{9}	3.2×1	－	－

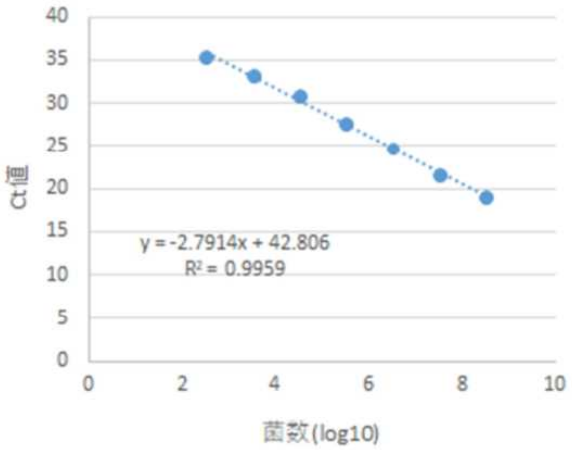


図２　Ct 値と菌数の検量線

Escherichia albertii 分離試験における二次増菌条件の検討

第 44 回日本食品微生物学会学術総会
令和 5 年 9 月　大阪府堺市

○橘亮介[1)]、高橋富世[2)]、清岡有紀[3)]、松本一繁[1)]、細見卓司[1)]
1）高知県衛生環境研究所、2）高知県衛生環境研究所（令和 4 年度退職）、3）高知県薬務衛生課

【目的】新興下痢症起因菌である *Escherichia albertii*（以下 *E. albertii*）については、未解明な部分が多く、高率な分離法について確立されていない。そこで、*E. albertii* の有効な分離法について検討を行った。

【方法】豚便由来の *E. albertii* 5 株を用いた。増菌培地としてトリプチケースソイブイヨン（TSB）及び緩衝ペプトン水（BPW)を、選択剤として CT サプリメントを用いた。夾雑菌液として *E. albertii* 陰性が確認された豚便 9 検体を用いた。

*E. albertii*5 株をそれぞれ TSB 培地に接種し、37℃18 時間培養後、増菌液を滅菌生理食塩水で 10^4 倍希釈したもの 0.4mL を、豚便 9 検体をそれぞれ TSB に接種し 37℃18 時間培養した夾雑菌液 3.6mL に接種し、接種菌液とした。（全 45 種）

BPW 40mL に 0～4%の CT サプリメントを添加し、0%CT 加 BPW、1%CT 加 BPW、2%CT 加 BPW、3%CT 加 BPW 及び 4%CT 加 BPW とした。接種菌液 0.3mL を各濃度の CT 加 BPW 3mL に接種し、37℃18 時間培養した。培養したものについて、*E. albertii* 特異遺伝子の lysP を標的としたインターカレーター法リアルタイム PCR で Ct 値を測定した。

【結果】Ct 値の平均は 0%CT 加 BPW で 25.10、1％CT 加 BPW で 21.38、2％CT 加 BPW で 21.62、3％CT 加 BPW で 22.37 及び 4％CT 加 BPW で 26.32 となり、1～3%CT 加 BPW で 0% CT 加 BPW に対する有意な Ct 値の減少が見られた。しかし、1%CT 加 BPW では抑制されなかった夾雑菌が平板培地で分離の妨げになることが考えられ、3%CT 加 BPW については接種菌液により Ct 値が高いものがみられたため、2%CT 加 BPW が最も有効であった。

2%CT 加 BPW での二次増菌を用いて、スクリーニングにおいて lysP 陽性であるが分離に至らなかった鶏便 2 検体及び豚便 32 検体の分離を試みた結果、鶏便では 2 検体中 2 検体、豚便では 32 検体中 4 検体分離できた。

【考察】BPW に 1%、2%及び 3%CT サプリメントを添加したもので培養することで Ct 値の有意な減少がみられた。しかし、より多くの検体を増菌でき、尚且つ平板で分離しやすいものは 2%CT 加 BPW であると考えられた。また、今回はリアルタイム PCR の Ct 値を指標とすることで、混釈培養法に比べ簡便に増菌効果を確認することができ、Ct 値と最終分離結果が関連することがわかった。今回の検討により、一定の分離率の向上がみられたが、*E. albertii* の株ごとの CT サプリメント耐性に依存し、株により増菌効果が異なることが考えられるため、今後より有効な選択剤や培養条件の検討が必要である。

畜産物中の迅速な動物用医薬品一斉分析法の検討

第 61 回全国衛生化学技術協議会年会
令和 6 年 11 月　大阪府堺市

角　大輝
高知県衛生環境研究所

［目　的］

本県では，県内で生産又は流通する畜水産食品について，動物用医薬品を対象に検査を行っており，当所では，通知の一斉試験法[1]を改良した方法により検査を実施している。

しかし，前処理の濃縮工程が律速となり，多検体を分析する際に多くの時間を要している。

一方，食品中の残留農薬分析については，平成 21 年度から迅速かつ簡便で有機溶媒の使用量が少ない QuEChERS（Quick，Easy，Cheap，Effective，Rugged and Safe）法を改良した STQ 法により，迅速でより精度の高い一斉分析が実施できている。

そこで，本研究では，畜産物（牛肉）を用いて，いくつかの抽出条件を組み合わせた多段階抽出において，STQ 法による動物用医薬品一斉分析の可能性について検討したため，報告する。

［方　法］

1. 試料

試料は，分析対象成分が残留していないことを確認した牛肉を，フードプロセッサーを用いて均一化した。

2. 標準品及び混合標準溶液

各標準品（富士フイルム和光純薬工業(株)製）を秤量し，メタノールに溶解した。標準品がメタノールに溶けにくい場合は，N,N-ジメチルホルムアミドに溶解後，メタノールで希釈した。さらに，動物用医薬品混合標準溶液 PL-2-1（富士フイルム和光純薬工業(株)製）を加え，メタノールで希釈し，1 μg/mL 及び 0.1 μg/mL の混合標準溶液を調製した。

検量線は，1 μg/mL 及び 0.1 μg/mL の混合標準溶液を試験溶液と同様の溶媒比率で調製したマトリックスを含まない溶液で適宜希釈し，絶対検量線法により作成した。

3. その他の試薬等

EDTA クエン酸緩衝液は，通知[2]に基づいて作製し，その他の試薬については，HPLC 又は LC/MS グレードを使用した。

4. 添加回収試験用試料

均一化した試料から 5.0 g を 50 mL ポリプロピレン製遠沈管にとり，混合標準溶液を 0.01 μg/g 又は 0.1 μg/g となるように添加し，30 分静置したものを添加回収試験用試料とした。

5. 試験溶液の調製

試験溶液のフローチャートを図 1 に示す。

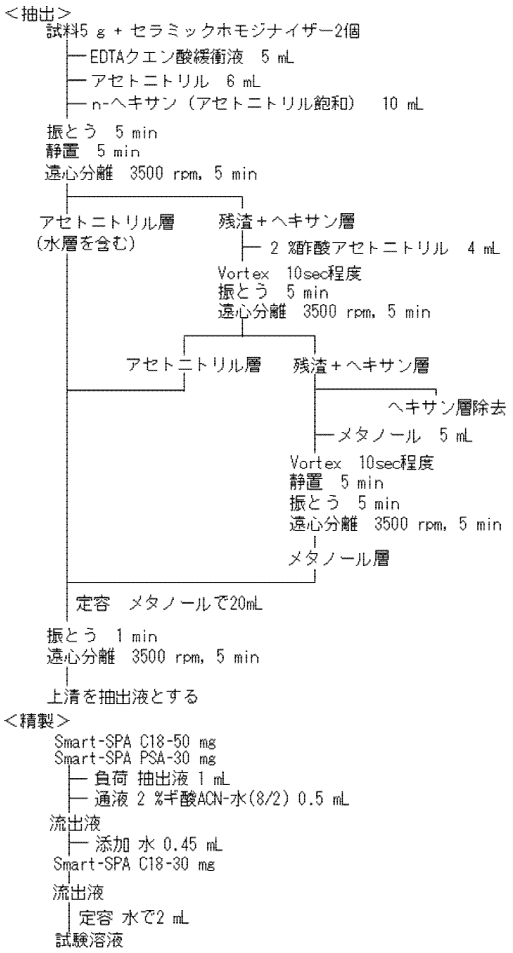


図 1　試験溶液調製フローチャート

6. 装置及び測定条件等

精製工程は，全自動固相抽出装置 ST-L400（(株)アイスティサイエンス製）を用い，LC-MS/MS における測定は，表 1 の条件下で実施した。

なお，抽出液の分取及び測定に用いるバイアルは，ポリプロピレン製を使用した。

表 1　LC-MS/MS の装置及び測定条件

LC装置	ExionLC (AB Sciex)
MS/MS装置	QTRAP4500 (AB Sciex)
カラム	YMC Triart C18 (2.0 mm × 150 mm, 3 μm)
カラム温度	40℃
注入量	8μL
流速	0.2mL/min
移動相	A液 0.1%ギ酸溶液、 B液 0.1%ギ酸アセトニトリル
グラジエント	B液濃度5%(0min)→20%(1min)→80%(10min) →98%(15min)→98%(20min)→5%(20.01min) →5%(30min)
イオン化法	ESI(+,-)

［結果及び考察］

検討後，確立した抽出条件で，一律基準 0.01 μg/g 及び各成分の基準値に近い一定濃度 0.1 μg/g で各濃度 5 併行の添加回収試験を行った。その結果（平均値）について，表 2 に示す。

25 成分のうち，21 成分において良好な回収率（70～120%）を示した。また，全ての成分で定量を妨害するピークは確認されず，検量線は全ての成分で決定係数（r^2）が 0.995 以上を満たした。前処理時間については，現行法の 1 検体あたり約 4 時間から約 2.5 時間に縮減した。

1．テトラサイクリン系について

クロルテトラサイクリン及びテトラサイクリンについては，酸性溶媒下では不安定であり，定量ピーク前に新たな立体異性体のピークが検出されることが報告[3]されており，本法においても，同様のピークが確認された。（図 2）異性体のピーク面積を足し合わせて回収率を計算するといずれも 70～100%の範囲内であった。

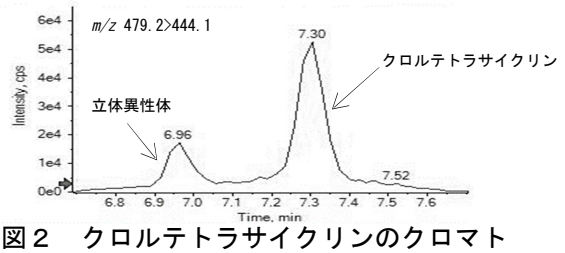


図 2　クロルテトラサイクリンのクロマトグラム（0.1 μg/g 添加試料）

2．測定条件について

スルファニトランについては，ネガティブモードの感度の方が良好であったが，マトリックスによる定量値への影響があり，ポジティブモードでの測定が有用であることが確認された。

表 2　添加回収試験結果（n=5）

化合物名				回収率平均(%) 0.01 μg/g	回収率平均(%) 0.1 μg/g
抗生物質	テトラサイクリン系	Oxytetracycline		85.4	78.5
		Chlortetracycline		65.2	58.2
		Tetracycline		78.1	65.7
		Doxycycline		83.3	84.1
	マクロライド系	Spiramycin		76.2	57.6
		Neospiramycin		81.0	62.6
合成抗菌剤	キノロン剤	Oxolinic acid		93.9	98.8
	サルファ剤	Sulfaquinoxaline		88.2	83.2
		Sulfachlorpyridazine		84.1	83.0
		Sulfadiazine		93.9	82.8
		Sulfadimidine		87.8	89.0
		Sulfadimethoxine		88.4	87.4
		Sulfathiazole		81.1	77.1
		Sulfadoxine		90.8	87.3
		Sulfanitran	(positive)	78.2	89.6
			(negative)	65.3	125.8
		Sulfapyridine		80.7	86.5
		Sulfamethoxazole		88.2	83.7
		Sulfamethoxypyridazine		79.4	87.7
		Sulfamerazine		96.5	91.4
		Sulfamonomethoxine		87.3	84.4
	その他	Ormetoprim		87.9	95.8
		Trimethoprim		94.2	93.7
		Ethopabate		89.0	85.7
ホルモン剤		α-Trenbolone		75.7	76.6
		β-Trenbolone		86.9	81.9

［まとめ］

牛肉を試料として，STQ 法による動物用医薬品一斉分析の可能性について検討した。0.01 μg/g 及び 0.1 μg/g の混合標準溶液を添加し，3 段階抽出による方法で各濃度 5 併行を実施し，マトリックスを含まない絶対検量線法により 25 成分のうち 21 成分において良好な回収率を示した。

また，前処理時間を現行法から大幅に縮減できた。

［参考文献］

1）厚生労働省通知食安発第 0124001 号,平成 17 年 1 月 24 日,HPLC による動物物用医薬品等の一斉試験法Ⅲ（畜水産物）

2）厚生労働省通知食安発第 0124001 号,平成 17 年 1 月 24 日,オキシテトラサイクリン、クロルテトラサイクリ及びテトラサイクリン試験法（畜水産物）

3）内藤宏孝,BUNSEKI KAGAKU Vol.64,No.1, p25-34(2015)

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，夢猟出版（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。

高知県衛生環境研究所報（第６号）
2024
令和７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