

岡山県環境保健センター年報  
第48号  
(令和5年度)

Annual Report  
of  
Okayama Prefectural Institute  
for Environmental Science and Public Health

No.48

2024



# ま え が き

岡山県環境保健センターは、県民の生活環境の保全及び健康の保持増進に資するため、昭和51（1976）年4月に、旧公害防止センターと旧衛生研究所を発展的に統合して設置されました。環境保全及び保健衛生に関する調査研究、試験検査、研修指導及び情報の提供等を行い、県民の安全・安心を科学的・技術的側面から保障する総合的な試験研究機関としての役割を担っております。

令和5年度は、感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律（平成10年法律第104号）における新型コロナウイルス感染症の位置づけが「5類感染症」となり、発生動向の把握や基本的な感染対策等について、行政が要請・関与をしていく仕組みから、個人の選択を尊重し、自主的な取組をベースとした対応に変わりました。

また、今回の経験を踏まえ、地域保健法（昭和22年法律第101号）が改正され、今後の感染症のまん延等の健康危機に的確に対応できるよう、専門的な試験検査・調査研究を行う機関として地方衛生研究所等の体制整備を図ることが、保健所設置自治体の義務とされたところです。

本年報においては、令和4年度から3か年計画で取り組んでいる調査研究の成果のほか、試験検査や監視測定から得られた情報を取りまとめて掲載いたしました。特に調査研究は当センターの主要な業務として、外部の有識者の御意見を踏まえながら行政ニーズや県民ニーズに沿った課題を選定しており、例えば、岡山県におけるPM2.5高濃度事象に関する研究やLC-MS/MSを用いた野菜類及び果実類中の残留農薬の実態調査といった各科の専門性を活かした課題に取り組んでまいりました。

御高覧いただき、御意見をお寄せいただけましたならば幸いです。今後とも、当センターの活動につきまして、より一層の御支援を賜りますようお願いいたします。

令和7年3月

岡山県環境保健センター

所 長 妹 尾 安 裕



# 目 次

## 調査研究・資料

### 大気科

#### 【調査研究】

- 1 岡山県におけるPM2.5高濃度事象に関する研究（第2報）  
森 寛史, 野村 茂, 仲 敦史, 畝山善光, 小川知也 ..... 1
- 2 岡山県におけるPM2.5高濃度事象に関する研究  
－実証実験による稲わらの野焼きからすき込みへの転換の有効性の確認－  
畝山善光, 小川知也, 野村 茂, 仲 敦史, 難波あゆみ, 森 寛史 ..... 7

### 水質科

#### 【調査研究】

- 3 児島湖の水質改善に向けた難分解性有機物等の実態把握に関する研究（第2報）  
喜多真帆, 北村雅美, 西村佳恵, 沖拓 哉, 坂口浩範 ..... 11

#### 【資 料】

- 4 LC-MS/MSによる医薬品・生活関連物質（PPCPs）一斉分析法の検討について  
中野温朗, 小林隆太, 橋本清美, 吉岡敏行, 浦山豊弘, 坂口浩範 ..... 17

### 放射能科

#### 【資 料】

- 5 人形峠周辺の環境放射線等測定に係る補完調査－松葉－（第3報）  
森上嘉亮, 中野拓也, 小川 登, 信森達也, 徳田 亨 ..... 23

### 細菌科

#### 【資 料】

- 6 岡山県におけるカルバペネム耐性腸内細菌目細菌病原体サーベイランス  
河合央博, 池田和美, 梶原知博 ..... 33
- 7 岡山県における腸管出血性大腸菌感染症の発生動向調査（令和5年）  
池田和美, 梶原知博, 河合央博 ..... 39

### ウイルス科

#### 【資 料】

- 8 岡山県における全ゲノム解析によるSARS-CoV-2の発生動向調査（2023-2024）  
石井 学, 土本祐栄, 牧本智恵, 清迫理恵, 佐藤 淳, 石故明衣子, 鶴海 剛,  
木田浩司, 木下浩行 ..... 45
- 9 岡山県で検出されたSFTSウイルスのリアルタイムRT-PCR法における蛍光強度の低下について  
鶴海 剛, 土本祐栄, 石井 学, 牧本智恵, 清迫理恵, 佐藤 淳, 石故明衣子,  
木田浩司, 木下浩行 ..... 51

**【調査研究】**

10 血清型が異なるヒトエンテロウイルスが混在する検体からのブラック分離法の検討  
牧本智恵, 石井 学, 土本祐栄, 清迫理恵, 佐藤 淳, 石故明衣子,  
鶴海 剛, 船橋圭輔, 木田浩司 ..... 55

**衛生化学科**

**【調査研究】**

11 GC-MS/MSを用いた魚介類中の多環芳香族炭化水素の分析  
難波順子, 金子英史, 藤本佳恵, 大月史彦, 繁田典子 ..... 61

**【資 料】**

12 LC-MS/MSを用いた野菜類及び果実類中の残留農薬の実態調査  
難波順子, 大月史彦, 金子英史, 藤本佳恵, 繁田典子 ..... 67

**感染症情報センター**

**【資 料】**

13 岡山県における感染症の患者発生状況について (2023年)  
石故明衣子, 木下浩行, 木田浩司, 妹尾安裕 ..... 73

14 岡山県における新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の発生状況について (2023年)  
木下浩行, 石故明衣子, 木田浩司, 妹尾安裕 ..... 93

報告書等 ..... 101

学会発表 ..... 107

【調査研究】

## 岡山県におけるPM2.5高濃度事象に関する研究（第2報） Study on High Concentration Events of PM2.5 in Okayama Prefecture (2nd Report)

森 寛史, 野村 茂, 仲 敦史, 畝山善光, 小川知也

MORI Hiroshi, NOMURA Shigeru, NAKA Atsushi, UNEYAMA Yoshihiro, OGAWA Tomoya

### 要 旨

岡山県におけるPM2.5の環境基準達成率は、全国と比較して低位で推移している。児島湾干拓地及びその周辺の田園地帯（以下「当該田園地帯」という。）では、稲わらの焼却処理（以下「野焼き」という。）が行われる11月にPM2.5の濃度が上昇することが多く、短期基準を超過する高濃度事象が発生している。そこで、令和4年度の11月及び一般的に野焼きが行われていない3月に当該田園地帯でPM2.5を採取し、試料の構成成分と野焼きの発生状況の関連を調査した。11月の調査の結果、野焼きの指標として報告されている成分の濃度と調査地点周辺の煙数の間に相関が確認された。相関が確認された構成成分の中でもレボグルコサンは、11月と3月の濃度比が顕著であることや、野焼きが行われていない3月は、PM2.5濃度によらず一定の低い濃度レベルであったことなどから、野焼きの指標として最も有効であると推察された。また、11月の調査期間中に県内の他地域では高濃度事象がみられなかったことから、当該田園地帯における地域的な汚染であることが示唆された。11月の調査で野焼きの指標成分の濃度と煙数の間に強い相関が確認されたことや、高濃度事象が調査地点周辺における地域的な汚染によるものだったことなどから、当該田園地帯における11月の高濃度事象には、野焼きが大きく影響していることがより強く示唆された。

[キーワード：PM2.5, 野焼き, レボグルコサン]

[Key words : PM2.5, Open Burning, Levoglucosan]

## 1 はじめに

微小粒子状物質（以下「PM2.5」という。）は、大気中に浮遊している2.5 µm以下の非常に小さな粒子（髪の毛の太さの1/30程度）であり、肺の奥深くまで入りやすく、呼吸器系に悪影響を与え、さらに、循環器系に影響を与えることも報告<sup>1)</sup>されている。このため環境基本法第16条第1項に基づき人の健康の適切な保護を図るために維持されることが望ましい水準として、環境基準（1年平均値15 µg/m<sup>3</sup>以下かつ1日平均値35 µg/m<sup>3</sup>以下）が定められている。

岡山県におけるPM2.5の環境基準達成率は、全国と比較して低位で推移しており<sup>2)</sup>、短期基準（1日平均値35 µg/m<sup>3</sup>以下）を超過する事例がみられる。児島湾干拓地及びその周辺の田園地帯（以下「当該田園地帯」という。）において稲わらの焼却処理（以下「野焼き」という。）がPM2.5の濃度上昇に影響を及ぼしている可能性があることを既報<sup>3), 4)</sup>により報告した。

本研究では、令和4年11月及び令和5年3月に当該田園地帯で採取した大気中のPM2.5の構成成分の分析を行い、野焼きの状況の調査結果と併せて高濃度事象の要因の推定を行ったので、その結果を報告する。

## 2 調査方法

### 2.1 調査地点及び調査期間

調査地点を図1に示す。当該田園地帯に位置する当センターを調査地点として、PM2.5の試料採取と野焼きの状況の調査を行った。調査期間は、令和4年11月7日～22日（土日祝日を除く。以下当該期間に実施した調査を「11月調査」という。）及び一般的に野焼きが行われていない令和5年3月20日～26日（以下当該期間に実施した調査を「3月調査」という。）とした。なお、調査期間中、調査地点から最も近い黄砂の観測地点である高松観測点において、黄砂の飛来は確認されていない<sup>5), 6)</sup>。

### 2.2 試料採取方法及び野焼きの状況の調査方法

PM2.5の試料採取は、大気中微小粒子状物質（PM2.5）成分測定マニュアル<sup>7)</sup>（以下「成分測定マニュアル」という。）の捕集方法に準じて行った。サンプラー（Thermo Scientific製 2000-FRM）を使用して、流量16.7 L/minで石英繊維フィルタ（東京ダイレック製 2500QAT-UP）及び四ふっ化エチレン樹脂製（以下「PTFE」という。）フィルタ（PALL製 Teflo）に23時間採取したものを1日分とした。野焼きの状況の観測方法は、既報<sup>4)</sup>のとおりである。



図1 調査地点及び各大気測定局の設置状況

### 2.3 分析方法

採取した試料の分析項目は、PM2.5濃度、イオン成分 ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ), 炭素成分 (有機炭素 (以下「OC」という。)), 元素状炭素 (以下「EC」という。)), 無機元素 (Mn, Cr, Ni, Be, As, Al, Fe, Zn, Cu, V, Pb, Se, Cd) 及びレボグルコサンとした。なお、レボグルコサンは、成分測定マニュアルでバイオマス燃焼の良い指標とされている有機化合物である。

PM2.5濃度は、PTFEフィルタをウルトラマイクロ天秤 (Sartorius製 MSA2.7S-000-DF) を用いて、温度20℃、湿度35%の条件で秤量し、算出した。フィルタを秤量後、イオン成分、炭素成分、無機元素及びレボグルコサンを成分測定マニュアルに従って分析した。

イオン成分の分析は、石英繊維フィルタを超純水に浸して超音波抽出を行い、イオンクロマトグラフ装置 (Thermo Scientific製 ICS-1600) で分析した。炭素成分は、石英繊維フィルタをカーボンエアロゾル分析装置 (Sunset Laboratory製 CAA-202M-D) で分析した。無機元素の分析は、PTFEフィルタを圧力容器に入れて酸分解した後、誘導結合プラズマ質量分析計 (ICP-MS) (Agilent製 7800) で分析した。レボグルコサンは、石英繊維フィルタをジクロロメタン/メタノール (2:1) に浸して超音波抽出を行い、N,O-ビス (トリメチルシリル) トリフルオロアセトアミド及び10%-クロロトリメチル

シランで誘導体化した後、ガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS) (島津製作所製 GCMS-QP2010 Ultra) で分析した。

各成分の分析によって得られた値のうち、検出下限値以上のものを分析データとして採用した。

### 2.4 常時監視データによる解析

11月調査期間中の県内全域におけるPM2.5の状況を把握するために、岡山県大気汚染監視システムにより収集したPM2.5濃度の日平均値データを解析した。対象の大気測定局は、一般環境大気測定局のうち、三石局 (東部)、茂平局 (西部)、宇野局 (南部)、津山局 (北部)、吉備高原局 (中央部)、監視センター (水島工業地帯)、松江局 (水島工業地帯)、塩生局 (水島工業地帯) であり、これらの測定局のデータを使用した (有効測定日のみ解析に使用した。各大気測定局の位置は、図1を参照)。水島工業地帯に立地している3測定局のデータは、これらの平均値を算出し、解析に使用した (図4において「水島」と表記する。)

## 3 結果及び考察

### 3.1 11月調査及び3月調査の結果

11月調査期間中の調査地点におけるPM2.5の平均濃度は、 $21.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、これは、令和4年度における県内の一般大気測定局の年間平均値 ( $12.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) と比較しても高い値であった。また、短期基準を超過する日も確認されたことから、11月調査期間中は平時と比較して高濃度環境にあったことが分かった。一方で、3月調査期間中のPM2.5の平均濃度は、 $14.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、令和4年度における県内の一般大気測定局の年間平均値と同程度であった。

11月調査における各構成成分の濃度と煙数との相関を図2に示す (Beは検出下限値未満のデータ多数のため除外)。煙数の観測結果及び煙数とPM2.5濃度の相関関係については既報<sup>4)</sup> のとおりであり、11月調査期間中の煙数とPM2.5濃度の間に強い相関 ( $R = 0.89$ ) がみられた。濃度と煙数の相関係数が0.7以上だった成分は、相関係数が大きい順に、OC、レボグルコサン、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{K}^+$ 、EC、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ であった。また、OC、レボグルコサン、 $\text{K}^+$ 、EC、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ については、既報<sup>8), 9)</sup> で野焼き等のバイオマス燃焼の指標になり得ることが報告されており (以下これらの5成分を「野焼き指標成分」という。)、今回の結果は、PM2.5の濃度上昇と野焼きの関連性を結びつけるものとなった。

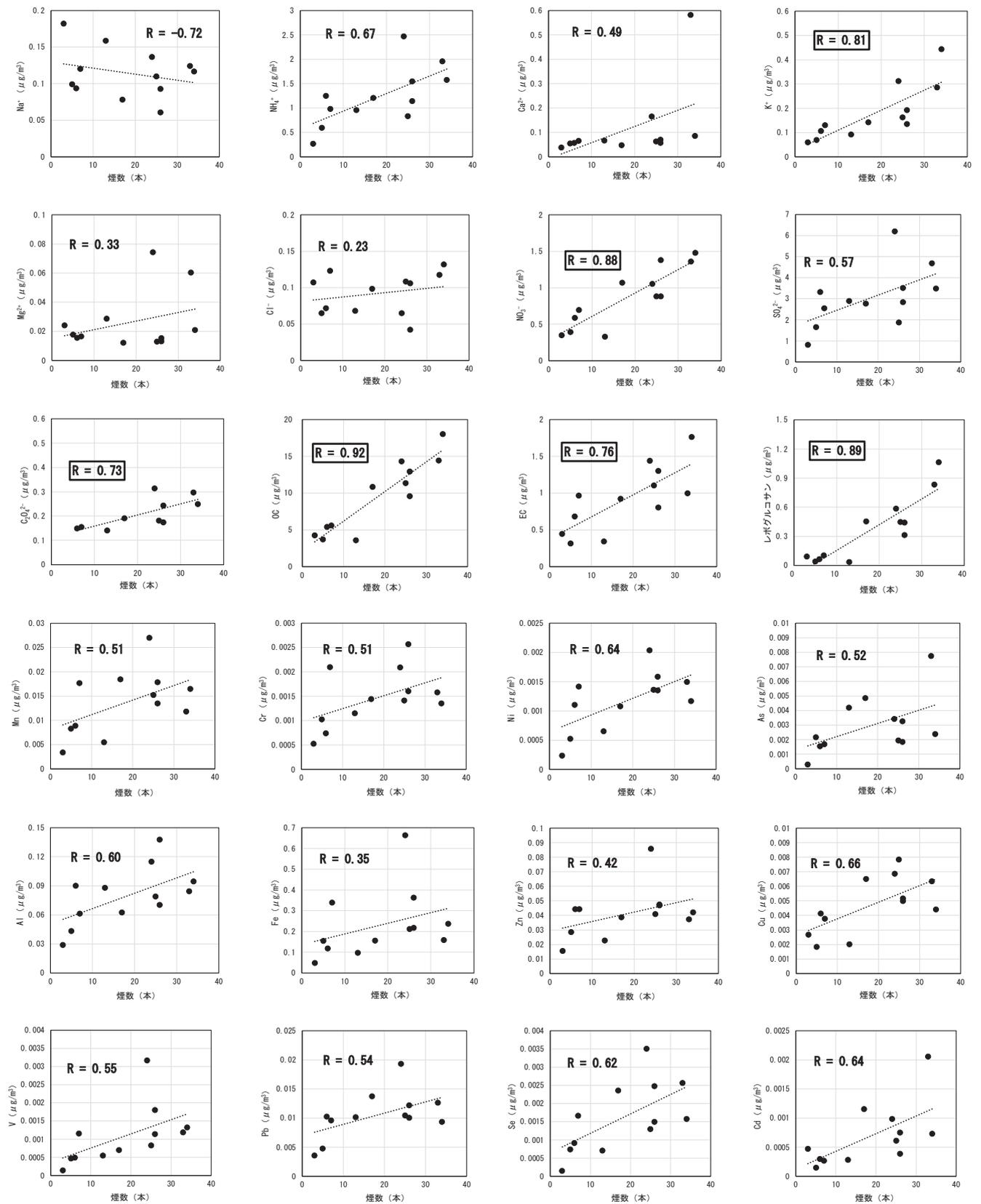


図2 11月調査における各構成成分の濃度と煙数の相関 ( $R \geq 0.7$ の構成成分を太枠で示している)

表1 調査期間中の各構成成分の平均濃度及び濃度比

( は野焼き指標成分)

( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	レボグルコサン	OC	EC	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Mn
11月調査	0.37	9.5	0.92	0.11	1.2	0.18	0.026	0.11	0.092	0.87	3.0	0.21	0.014
3月調査	0.025	2.6	0.35	0.13	0.91	0.12	0.027	0.15	0.13	1.2	2.0	0.15	0.012
濃度比 (11月調査/3月調査)	15	3.7	2.6	0.86	1.4	1.5	0.95	0.74	0.72	0.70	1.5	1.4	1.1

( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Cr	Ni	Be	As	Al	Fe	Zn	Cu	V	Pb	Se	Cd
11月調査	0.0015	0.0012	-	0.0030	0.080	0.23	0.041	0.0047	0.0011	0.011	0.0016	0.00068
3月調査	0.0017	0.0015	0.000015	0.0016	0.28	0.31	0.042	0.0035	0.0015	0.0063	0.0023	0.00025
濃度比 (11月調査/3月調査)	0.87	0.78	-	1.9	0.28	0.75	0.98	1.3	0.70	1.7	0.71	2.8

各調査期間における構成成分の平均濃度及び各調査期間の濃度比 (11月調査の平均濃度/3月調査の平均濃度) を表1に示す。濃度比が1より大きい場合、11月調査の方が3月調査よりも濃度が高いことを示す。濃度比に注目すると、野焼き指標成分は1.4~15倍、その他の成分は0.28~2.8倍という結果になり、野焼き指標成分は、野焼き最盛期である11月調査期間中に濃度が高くなる傾向にあることが分かった。特にレボグルコサンは、濃度比が15倍と他成分と比較して顕著に高く、野焼き最盛期の濃度上昇が顕著であることが分かった。

11月調査で濃度と煙数の間に強い相関が認められ、かつ濃度比が他成分と比較して顕著に高かったレボグルコサンは、構成成分の中でも特に野焼きとの関連性が高いと推察されたため、調査期間中のレボグルコサン濃度とPM2.5濃度の相関を調べたところ図3のようになった。3月調査のレボグルコサン濃度は、11月調査と比較して10分の1程度と低く、ほぼ一定であった。さらにPM2.5濃度との相関も確認できなかった ( $R = -0.07$ ) ことから、平時は、PM2.5濃度との関連性が低いことが分かった。その一方で、野焼き最盛期の11月調査は、PM2.5濃度に応じた挙動を示し、強い相関が認められたことから ( $R = 0.93$ )、野焼きとの関連性が高いことが分かった。レボグルコサンは、野焼き最盛期の濃度上昇が顕著であることや、平時の濃度がPM2.5濃度によらず一定の低い濃度レベルであることなどから、当該田園地帯における野焼きの指標として特に有効であると考えられた。レボグルコサンは、植物に多く含まれているセルロースが熱分解することで生成される化合物であり、既報<sup>9)</sup>でも、バイオマス燃焼の指標として有効であると報告されていることから、分析の結果は既報の結果とも合致していた。

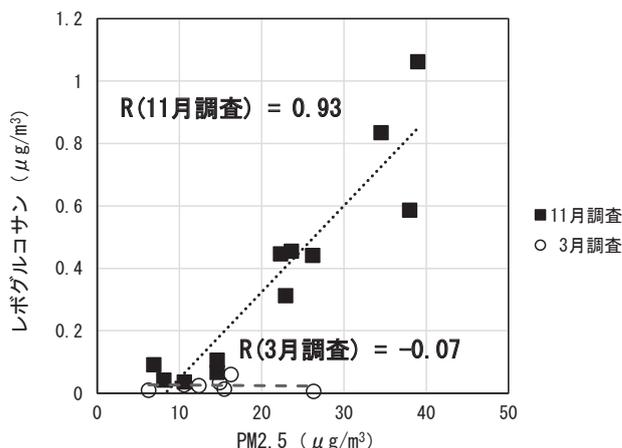


図3 各調査期間中のレボグルコサンとPM2.5の相関

### 3.2 県内各地のPM2.5の状況

11月調査期間中の県内のPM2.5の状況を図4に示す。調査期間中の調査地点の日別平均濃度は、6.9~39.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で推移し、短期基準を超過する高濃度事象も確認された。他の地域の日別平均濃度は、5.6~21.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、調査地点よりも低い濃度で推移していた。11月調査期間中に他の地域では、短期基準の超過は確認されず、多くの日が年平均値と同程度であったことから、高濃度環境にはなかったと推察された。11月14日は、県内全域でPM2.5濃度が顕著に低くなっているが、これは13日に降雨があった影響と推察された。

また、図4より11月7日~11日のように煙数が多い日ほど調査地点と他地域間の濃度差が大きくなり、11月14日~16日のように煙数が少ない日は、濃度差が小さい傾向となった。調査地点のPM2.5の濃度からその他の地域の濃度の平均を差し引いた値と煙数との相関は、図5のとおりであり (濃度差が負になったデータは表示していない)、強い相関があった ( $R = 0.89$ )。このことから、煙数が多くなるほど、調査地点と他地域間の濃度差は大きくなる傾向にあり、調査地点の高濃度事象は野焼きによる地域的な事象であったと推察された。

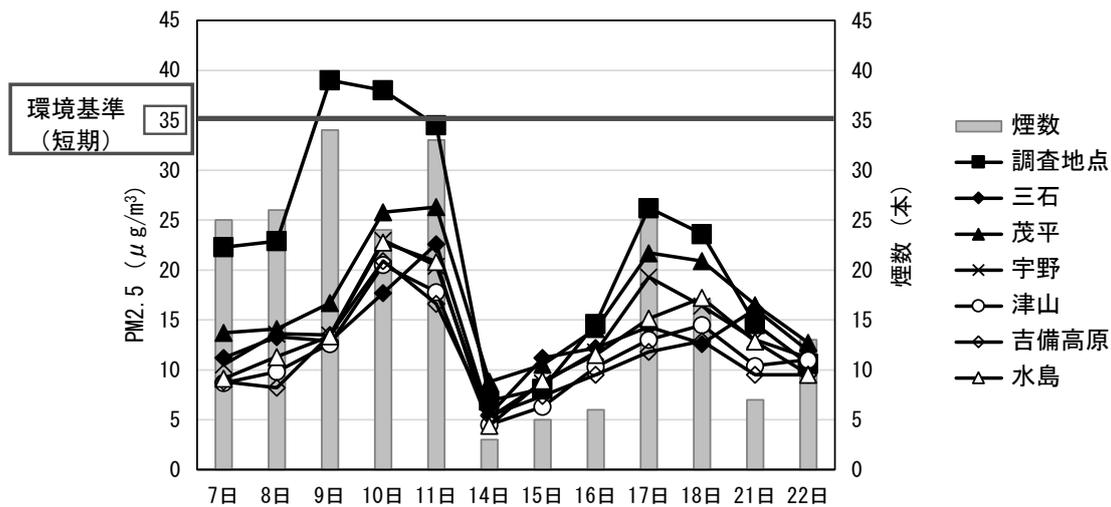


図4 11月調査期間中の県内のPM2.5の状況

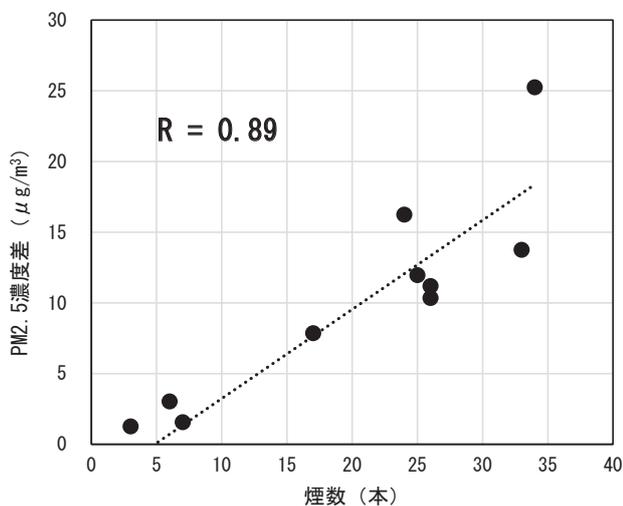


図5 煙数と地点間のPM2.5濃度差の相関

#### 4 まとめ

常時監視データの解析から、11月調査期間中に県内で広域的な汚染は認められず、調査地点周辺で確認された高濃度事象は、地域的な汚染であったと推察された。11月調査において、野焼き指標成分と煙数の間に強い相関がみられた。野焼き指標成分の中でもレボグルコサンは、3月調査との濃度比が他成分と比較して顕著に高かったことや、平時はPM2.5濃度によらず、一定の低い濃度レベルであったことから、当該田園地帯における野焼きの指標として特に有効であることが示唆された。11月調査において、野焼き指標成分の濃度と煙数の間に強い相関が確認されたことや、高濃度事象が調査地点周辺における地域的な汚染によるものだったことなどから、11月の当該田園地帯におけるPM2.5の高濃度事象には、稲わらの野焼きが大きく影響していると推察された。

本県では、秋期における稲わらの野焼きの減少に向け、

稲わらをすき込んで有効利用することなどを促進するための事業（晴れの国ブルースカイ事業）を実施しているところであるが、本調査の結果は、事業の有効性を裏付けるものであった。そのため、継続的な環境基準の達成に向けて、今後も対策を進めていく必要があると考えられた。

#### 文 献

- 1) 環境省：微小粒子状物質（PM2.5）に関する情報，  
<https://www.env.go.jp/air/osen/pm/info.html#ABOUT>  
(2024.6.13アクセス)
- 2) 環境省：令和2年度 大気汚染物質（有害大気汚染物質等を除く）に係る常時監視測定結果，  
<https://www.env.go.jp/content/900400269.pdf>  
(2024.6.13アクセス)
- 3) 小川知也，野村茂，大月史彦，畝山善光，森寛史：岡山県におけるPM2.5高濃度事象の要因について，岡山県環境保健センター年報，47，1-4，2023
- 4) 小川知也，野村茂，大月史彦，畝山善光，森寛史：岡山県におけるPM2.5高濃度事象に関する研究，岡山県環境保健センター年報，47，5-7，2023
- 5) 気象庁：2022年黄砂観測日および観測地点の表，  
[https://www.data.jma.go.jp/env/kosahp/kosa\\_table\\_2022.html](https://www.data.jma.go.jp/env/kosahp/kosa_table_2022.html) (2024.10.14アクセス)
- 6) 気象庁：2023年黄砂観測日および観測地点の表，  
[https://www.data.jma.go.jp/env/kosahp/kosa\\_table\\_2023.html](https://www.data.jma.go.jp/env/kosahp/kosa_table_2023.html) (2024.10.14アクセス)
- 7) 環境省：大気中微小粒子状物質（PM2.5）成分測定マニュアル

- 8) 岩田杉夫, 梶田奈穂子, 黒木誠, 岡崎広史, 尾関由衣: 愛知県におけるPM2.5中のシュウ酸に関する考察, 愛知県環境調査センター所報, 46, 1-6, 2018
- 9) 坂本和彦, 岡本敬義: PM2.5等のレボグルコサン分析に関する研究, 東京都微小粒子状物質検討会報告書資料集, 5, 1-21, 2011

【調査研究】

# 岡山県におけるPM2.5高濃度事象に関する研究 －実証実験による稲わらの野焼きからすき込みへの転換の有効性の確認－

Study on High Concentration Events of PM2.5 in Okayama Prefecture

－ Confirming the effectiveness of switching from burning rice straw to plowing through demonstration experiments －

畝山善光, 小川知也, 野村 茂, 仲 敦史, 難波あゆみ, 森 寛史

UNEYAMA Yoshihiro, OGAWA Tomoya, NOMURA Shigeru, NAKA Atsushi,  
NAMBA Ayumi, MORI Hiroshi

## 要 旨

PM2.5濃度上昇への稲わらの焼却処理（以下「野焼き」という。）の影響及び野焼きからすき込みへの転換による低減効果を分かりやすい調査結果で説明するため、野焼きやすき込みを実施しているほ場の近傍で実証実験を行った。その結果、野焼き作業中はPM2.5濃度が大幅に上昇したが、すき込み作業中はPM2.5濃度の上昇は認められなかった。また、レボグルコサンはPM2.5中に占める割合の野焼き作業前に対する作業中の上昇率が他の成分と比較して顕著に高い値を示したため、野焼きの指標として最も有効であると考えられた。

[キーワード：PM2.5, 野焼き, レボグルコサン]

[Key words : PM2.5, Open Burning, Levoglucosan]

## 1 はじめに

本県のPM2.5の環境基準達成率は令和3年度に初めて100%となったものの、令和2年度までは全国に比べて低位で推移している<sup>1)~2)</sup>。既報<sup>3)</sup>において、県南部の干拓地の田園地帯及びその周辺では、11月にPM2.5が高濃度になる日が確認され、夕方から夜に濃度が上昇しており、稲わらの焼却処理（以下「野焼き」という。）の影響が示唆されたことを報告した。

本県では野焼きがPM2.5濃度の上昇に影響を与えていると判断し、農業団体等の協力を得ながら対策事業として稲わらの野焼きからすき込みへの転換を促進している。本対策の推進のためには、営農者の理解と協力が不可欠であることから、PM2.5濃度上昇への野焼きの影響及び野焼きからすき込みへの転換による低減効果を分かりやすい調査結果で説明するための実証実験を行った。また、バイオマス燃焼の指標とされているレボグルコサン<sup>4)</sup>についても実証実験により野焼きの指標としての有効性を確認したので報告する。

者の協力のもと、野焼き及びすき込みの作業前と作業中にPM2.5の試料採取を実施した。

調査は、稲わらの野焼きは令和5年10月31日に、すき込みは11月15日に行った。



図1 調査地点図

## 2 調査方法

### 2.1 調査地点及び調査日

調査地点を図1に示す。調査地点は、県南部の干拓地の田園地帯に位置するほ場の近傍（図2）であり、営農



図2 ほ場近傍での採取の様子  
上 野焼き作業中, 下 すき込み作業中  
※ほ場の特定を避けるため、背景を加工している。

## 2.2 試料採取方法

PM2.5の試料採取は大気中微小粒子状物質 (PM2.5) 成分測定マニュアル (以下「マニュアル」という。) の捕集方法に準じて、サンプラー (Thermo Scientific 製 2000-FRM) を使用した。サンプラーを2台用いて、石英繊維ろ紙及び四ふっ化エチレン樹脂製 (以下「PTFE」という。) ろ紙に流量 16.7 L/min で1時間採取した。

## 2.3 分析方法

分析方法はマニュアルに準じて行った。PM2.5濃度については、PTFEろ紙をウルトラマイクロ天秤 (Sartorius 製 MSA2.7S-000-DF) を用いて、温度 20 ℃、湿度 35 % の条件で秤量し、算出した。調査対象の構成成分は、マニュアルに示されたイオン成分 ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ )、炭素成分 (有機炭素 (以下「OC」という。), 元素状炭素 (以下「EC」という。)), レボグルコサン及び無機元素 (Mn, Cr, Ni, Be, As, Al, Fe, Zn, Cu, V, Pb, Se, Cd) とした。イオン成分、炭素成分及びレボグルコサンの分析には石英繊維ろ紙を、無機元素の分析にはPTFEろ紙を使用した。イオン成分は、石英繊維ろ紙を超純水に浸して超音波抽出を行い、イオンクロマトグラフ装置 (Thermo Scientific 製 ICS-

1600) で分析した。炭素成分は、カーボンエアロゾル分析装置 (Sunset Laboratory 製 CAA-202M-D) で分析した。レボグルコサンは、石英繊維ろ紙をジクロロメタン/メタノール (2:1) に浸して超音波抽出を行い、N,O-ビス(トリメチルシリル)トリフルオロアセトアミド及び10 %-クロロトリメチルシランを用いて誘導体化した後、ガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS) (島津製作所製 GCMS-QP2010 Ultra) で分析した。無機元素は、PTFEろ紙を圧力容器に入れてマイクロウェーブにより酸分解した後、誘導結合プラズマ質量分析計 (ICP-MS) (Agilent 製 7800) で分析した。

## 3 結果及び考察

ほ場近傍での野焼き及びすき込みにおける作業前及び作業中のPM2.5濃度及び各測定時刻と同時刻の興除局におけるPM2.5自動測定機による測定結果を図3に示す。なお、興除局は、調査地点から西南西約1.6 kmにある一般環境大気測定局である。

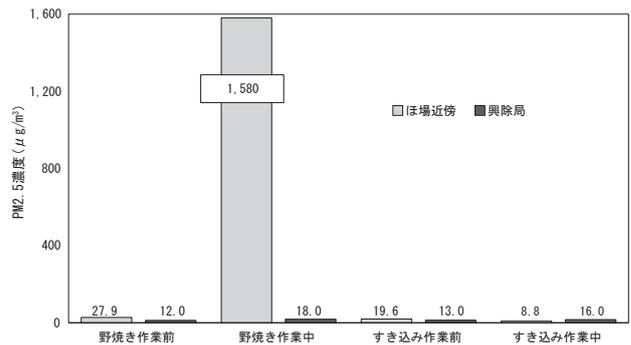


図3 ほ場近傍及び興除局でのPM2.5濃度

調査中に興除局のPM2.5濃度はほとんど変動しなかったことから、ほ場近傍での野焼き及びすき込み以外の要因によるPM2.5濃度への影響は軽微であったと考えられる。ほ場近傍での野焼き及びすき込みにおける作業前と作業中のPM2.5濃度をそれぞれ比較すると、野焼き作業中は大幅な上昇が認められたが、すき込み作業中は上昇が認められなかったことから、野焼きはPM2.5濃度の上昇に影響を与えるが、すき込みによる影響は、極めて軽微と考えられた。

野焼き及びすき込みにおける作業前と作業中の各構成成分の分析結果とその増減を表1及び図4に、野焼きの作業前に対する作業中の各構成成分の濃度比を図5に示す。なお、分析結果が検出下限値未満の場合は同値の1/2の値を用いた。

野焼き及びすき込みにおける作業前と作業中の分析結

果を比較すると、野焼き作業中は、バイオマス燃焼によって生成されることが知られているOC<sup>5)</sup>やレボグルコサンの成分濃度が上昇した一方、すき込み作業中は各成分濃度の増減はほとんど認められなかった。

また、野焼きの作業前に対する作業中のレボグルコサンの濃度比は、他の構成成分と比較して顕著に高い値を示したことから(図5)、レボグルコサンは、野焼きの指標として最も有効であると考えられた。

今回の調査によって、野焼きがPM2.5濃度の上昇に影響を与えること及びレボグルコサンの野焼きの指標としての有効性が確認できた。また、すき込みは、PM2.5濃度の上昇への影響は認められなかったことから、野焼きからすき込みへの転換はPM2.5の低減に有効な対策と考えられた。

我々は、引き続き稲わらの野焼きの減少に向けた対策の推進のため、より多くの営農者の理解と協力を得ることで継続したPM2.5の環境基準の達成の一助となるよう調査を進める。

## 文 献

- 1) 環境省：令和2年度 大気汚染物質（有害大気汚染物質等を除く）に係る 常時監視測定結果，  
<https://www.env.go.jp/content/900400269.pdf> (2024.5.30アクセス)
- 2) 環境省：令和3年度 大気汚染物質（有害大気汚染物質等を除く）に係る 常時監視測定結果，  
<https://www.env.go.jp/content/000125784.pdf> (2024.5.30アクセス)
- 3) 小川知也, 野村 茂, 大月史彦, 畝山善光, 森 寛史: 岡山県におけるPM2.5高濃度事象の要因について, 岡山県環境保健センター年報, 47, 1-4, 2023
- 4) 萩野浩之: 大気中 PM2.5 のレボグルコサン測定研究の動向－植物燃焼指標物質の測定と輸送過程における変質プロセスの解明に向けて－, 大気環境学会誌, 54(1), 18-27, 2017
- 5) 環境省：PM2.5 の発生源別寄与割合等に係る知見の整理,  
<https://www.env.go.jp/council/07air-noise/y078-12/900427202.pdf> (2024.5.30アクセス)

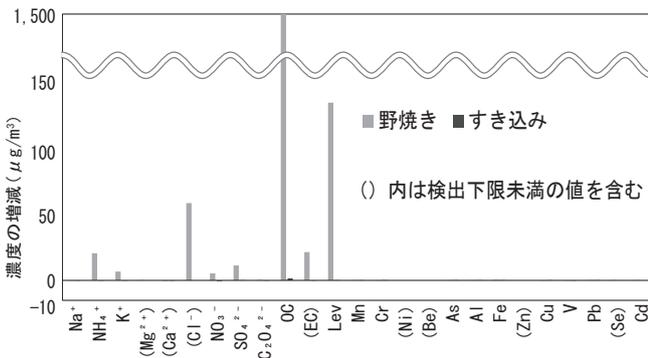


図4 野焼き及びすき込みによる各構成成分の濃度の増減

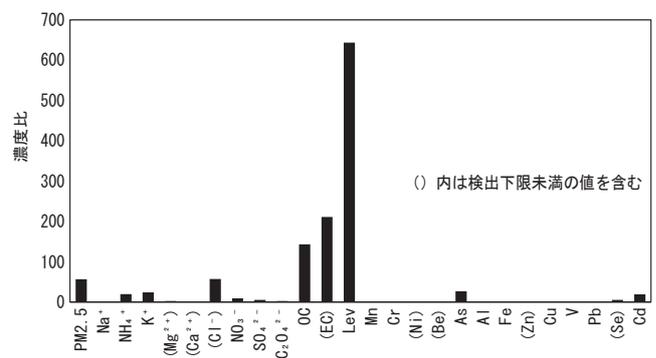


図5 野焼きの作業前と作業中の各成分の濃度比

表1 各構成成分の分析結果

	(μg/m <sup>3</sup> )												
	PM2.5	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	OC	EC	Lev
野焼き作業前	27.9	0.37	1.3	0.33	0.0092	0.57	0.16	0.77	3.2	0.24	11	0.12	0.22
野焼き作業中	1580	0.17	25	7.9	0.021	0.24	60	6.8	16	0.61	1500	24	140
すき込み作業前	19.6	0.12	1.4	0.20	0.0092	0.12	0.16	0.94	1.3	0.24	4.2	0.49	0.079
すき込み作業中	8.8	0.12	1.1	0.18	0.0092	0.12	0.16	0.41	1.5	0.20	6.0	0.44	0.12

	(μg/m <sup>3</sup> )												
	Mn	Cr	Ni	Be	As	Al	Fe	Zn	Cu	V	Pb	Se	Cd
野焼き作業前	0.053	0.0061	0.0034	0.000010	0.00094	0.20	1.8	0.045	0.015	0.0023	0.0097	0.0012	0.00035
野焼き作業中	0.070	0.0055	0.0034	0.000010	0.025	0.25	2.2	0.045	0.011	0.0019	0.012	0.0062	0.0067
すき込み作業前	0.012	0.0055	0.0034	0.000010	0.0024	0.066	0.16	0.045	0.0054	0.0041	0.0075	0.0012	0.00023
すき込み作業中	0.012	0.011	0.0034	0.000010	0.0025	0.21	0.30	0.045	0.020	0.0016	0.0081	0.0012	0.00020

※Lev：レボグルコサン  
0.0092 検出下限値の1/2



【調査研究】

見島湖の水質改善に向けた難分解性有機物等の実態把握に関する研究 (第2報)

Quantitative Estimation of Refractory Organic Matter and Other Substances for Water Quality Improvement in Lake Kojima (2nd Report)

喜多真帆, 北村雅美, 西村佳恵, 沖拓哉, 坂口浩範

KITA Maho, KITAMURA Masami, NISHIMURA Yoshie, OKI Takuya, SAKAGUCHI Hironori

要 旨

見島湖のCODは環境基準 (5 mg/L以下) を達成しておらず, 近年改善傾向が横ばいとなっている。その一因として指摘されている難分解性COD及び難分解性有機物について, 見島湖内の4地点で実態把握及び発生源の推定等を行った。その結果, 難分解性CODの年間平均濃度は4.9 mg/Lであり, 難分解性COD比率は平均65 %であった。特に令和5年春期は4地点全体の難分解性CODの濃度範囲が6.7~8.8 mg/Lであり, CODの環境基準値を超過していた。難分解性CODの濃度及び比率は, 非かんがい期よりかんがい期が高い傾向にあり, 生分解試験後のCOD/TOC比は他湖沼より高い傾向にあった。UV/DOC比からかんがい期は流入河川又は湖内に堆積した土壌由来の溶存有機物 (DOM) の影響が大きいと推察された。3DEEMを用いたPARAFAC解析結果から難分解性の有機酸であるフミン質様物質が湖内に存在することが示唆された。

[キーワード: 見島湖 難分解性COD 難分解性有機物 UV/DOC比 PARAFAC解析]

[Key words : Lake Kojima Hard-to-degrade COD Hard-to-degrade organic matter UV/DOC ratio PARAFAC analysis]

1 はじめに

岡山県南に位置する見島湖は, 昭和34年 (1959年) の完成以来, 県下最大の干拓地において水田農業近代化の先導的役割を果たしてきたが, 流域の人口増加や産業の活性化などにより水質汚濁が進行した。本県では, 「岡山県見島湖環境保全条例」の制定など各種施策の実施と関係者の努力により水質は緩やかに改善傾向にあるものの, 平成18年頃からはCODは横ばいとなっており, 未だ環境基準 (COD 5 mg/L以下等) を達成していない<sup>1)</sup>。

他の湖沼等では, 微生物では分解されにくい「難分解性有機物」の割合の増加が指摘されている<sup>2)~5)</sup>。一方, 見島湖では難分解性有機物に関する知見が乏しいことから, 令和4年度から6年度にかけて湖内での難分解性有機物の実態把握を行い, 環境基準の未達成要因について推定等を行うこととしており, 第1報<sup>6)</sup>では生分解試験方法についての検討を行った。本報では見島湖内で現地調査を行った結果を報告する。

2 調査方法

2.1 試料採取

令和4年11月, 令和5年2月, 5月, 8月に図1に示す見島湖内4地点 (締切堤防 (樋門) (以下「樋門」という。),

湖心, 笹ヶ瀬川河口部及び倉敷川河口部) でポリ容器に直接採取した。

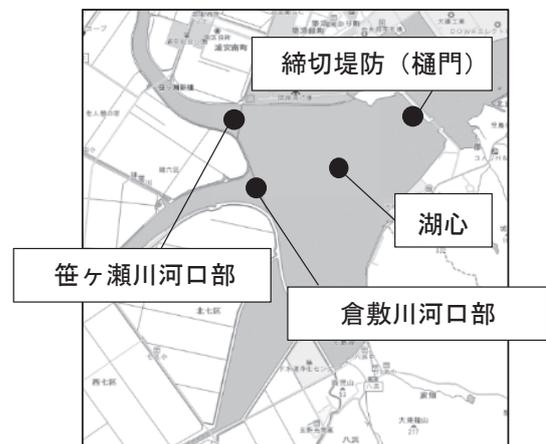


図1 調査地点図

2.2 生分解試験

既報<sup>6)</sup>に示したとおり, 生分解試験はあらかじめ450℃で4時間加熱処理した5 L広口ガラスビンに採取した各試料2 Lを入れ, アルミホイルでガラスビンの口を完全密封しない程度に覆い, 20℃の恒温状態の暗所で100日間200 rpmに設定したマグネチックスターラーを用いて常時かくはんを行った。

## 2.3 有機物濃度等の測定方法

有機物の指標であるCOD（100℃における過マンガンカリウムによる酸素消費量）、TOC（全有機体炭素）を選定した。CODはJIS K0102 17に、TOCはJIS K0102 22.2に準拠して測定を行った。TOC計は、（株）島津製作所製TOC-Lを使用した。試料採水日を0日目とし、既報<sup>6)</sup>のとおり100日後の残存するCODを難分解性COD、100日目までに減少したCODを易分解性CODとした。同様に100日後の残存する有機物を難分解性有機物、100日目までに分解される有機物を易分解性有機物とした。また、あらかじめ450℃で2時間加熱処理したろ紙（Whatman GF/F）でろ過した試料のTOCをDOC（溶存態有機炭素）とし、TOCからDOCを差し引いた値をPOC（懸濁態有機炭素）とした。

## 2.4 溶存有機物の起源の推定

### 2.4.1 紫外線吸光度/溶存態有機炭素比（UV/DOC比）

多様な物質の集合体である溶存有機物（DOM）の構成成分の同定はかなり困難であるため、簡易的に構成成分を推測する方法として波長260nmの紫外線吸光度（UV）とDOCの比（UV/DOC比）が用いられる<sup>7)~9)</sup>。

紫外線吸光度（UV）の分析に当たっては、あらかじめ450℃で2時間加熱処理したガラス繊維ろ紙（Whatman GF/F）でろ過した生分解開始前の試料を用いた。試料採取から数日以内に、ろ液を塩酸でpH2程度に調整し、波長260nmにおける吸光度を分光光度計（島津製作所 UV-1900i）で測定した。

### 2.4.2 三次元励起・蛍光スペクトル法（3DEEM）を用いたPARAFAC解析

DOMの特性把握に用いられる方法として三次元励起・蛍光スペクトル法（3DEEM）があり、様々な蛍光ピークから特定の挙動を示すピークを分離する手法として多変量解析法の一つであるPARAFAC解析が用いられている<sup>3), 10)~12)</sup>。

分析は生分解試験開始前の試料を対象とし、あらかじめ450℃で2時間加熱処理したガラス繊維ろ紙（Whatman GF/F）でろ過した。試料採取から数日以内に分光蛍光光度計（日立ハイテックサイエンス、F-7100）で三次元励起・蛍光スペクトルを測定した。試料はセル長1cmの石英セルに入れ、ホトマル電圧450V、スキャン範囲は励起、蛍光共に200~600nm、サンプリング間隔は励起、蛍光共に5nm、走査速度を60,000nm/minの条件で測定した。スペクトル補正はローダミンBを用いて蛍光波長640nmで行った。蛍光強度は10µg/L硫酸キニーネ水溶液の励起波長200nmと蛍光波長200nm

における蛍光強度を基準とし、その相対値とした。PARAFAC解析には多変量解析ソフトウェア3DSpectAlyze1.5.2（株式会社ダイナコム）を使用した。

## 3 結果及び考察

### 3.1 易分解性COD、難分解性COD及び難分解性COD比率

図2~5に地点別の易分解性COD、難分解性COD及び0日目のCODに占める難分解性CODの割合（難分解性COD比率）を示す。なお、令和5年8月夏期（以下「R5夏」という。）の湖心は生分解試験後の水量が減少していたため欠測とした。4地点全体における生分解試験後に残存した難分解性CODの濃度範囲は令和4年11月秋期（以下「R4秋」という。）3.4~4.0mg/L、令和5年2月冬期（以下「R5冬」という。）3.4~4.1mg/L、令和5年5月春期（以下「R5春」という。）6.7~8.8mg/L、R5夏4.4~4.9mg/Lであり、各時期とも地点間の差異は少なかった。時期別では全地点でR4秋及びR5冬に比べてR5春及びR5夏に難分解性CODの濃度が高い傾向にあり、特にR5春は全地点で難分解性CODの濃度が環境基準を超過していた。難分解性COD比率の範囲は、R4秋51~59%、R5冬44~82%、R5春71~93%、R5夏55~64%であり、R4秋とR5夏で変動幅が少なく、R5冬においては樋門で82%、倉敷川河口部で44%であり地点による差異が大きかった。児島湖流域は稲作地帯であり、毎年6月1日から9月30日がかんがい期<sup>1)</sup>とされているが、幅広く考え、R5春及びR5夏をかんがい期、R4秋及びR5冬を非かんがい期と捉えると、湖内4地点において非かんがい期よりかんがい期の方が難分解性CODの濃度及び難分解性COD比率が高い傾向にあった。また、全地点の年間平均は易分解性CODの濃度2.5mg/L、難分解性CODの濃度4.9mg/L、難分解性COD比率65%であり、環境基準値に近い濃度の難分解性CODが湖内に存在していることが示唆された。

### 3.2 生分解試験前後のCOD/TOC比

水中に存在する有機物の特性を把握する手法として、COD/TOC比により水塊の性質を推測する試みがある<sup>13), 14)</sup>。図6に生分解試験前後のCOD/TOC比を示す。生分解試験前（0日目）のCOD/TOC比と生分解試験後（100日目）のCOD/TOC比は1.6~2.5であり、生分解試験前のCOD/TOCの全地点の年間平均値は1.99、生分解試験後のCOD/TOC比は1.98であり、生分解試験の前後で水塊の性質に変化はなかった。生分解試験後のCOD/

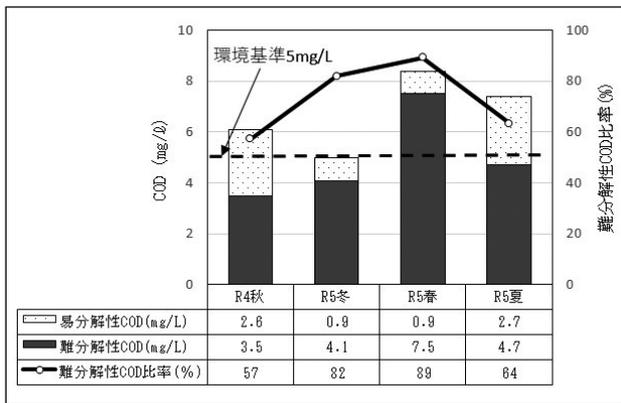


図2 難分解性COD (樋門)

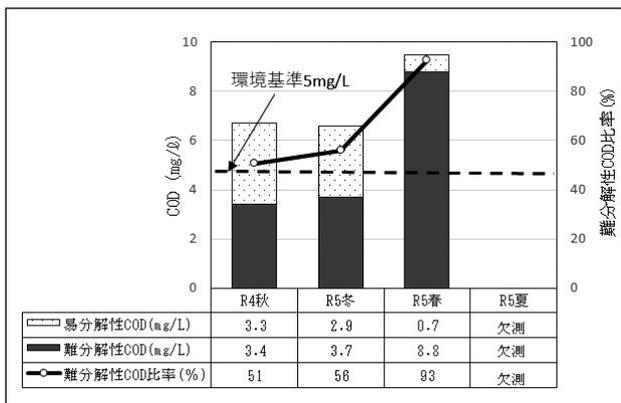


図3 難分解性COD (湖心)

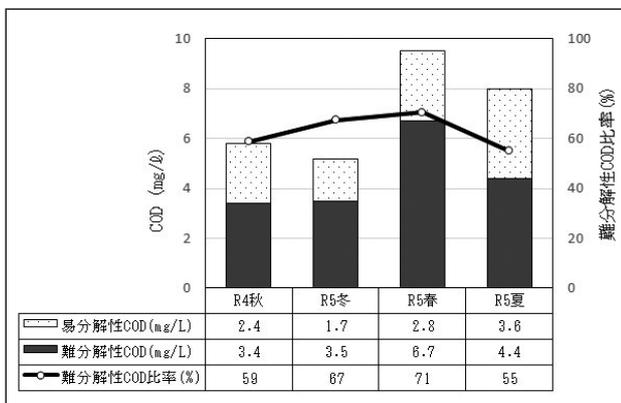


図4 難分解性COD (笹ヶ瀬川河口部)

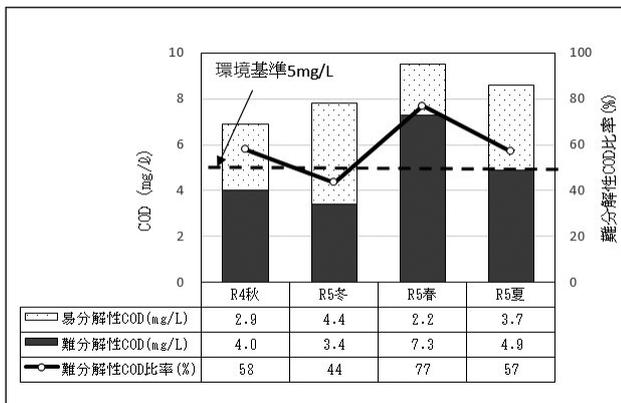


図5 難分解性COD (倉敷川河口部)

TOC比は琵琶湖で1.62<sup>13)</sup>、八郎潟で1.72<sup>14)</sup>との報告がある。また、生分解試験後のCOD/TOC比は発生源に依り1.00~1.81<sup>13)</sup>との報告があり、児島湖は比較的高めの傾向にあると考えられた。また、生分解試験前のCOD/TOC比と比した生分解試験後のCOD/TOC比は、R5冬は地点により異なるが、R4秋、R5夏は全地点で減少し、R5春は全地点で増加し、有機物の分解性に違いが見られ、時期により水塊の性質が異なることが示唆された。

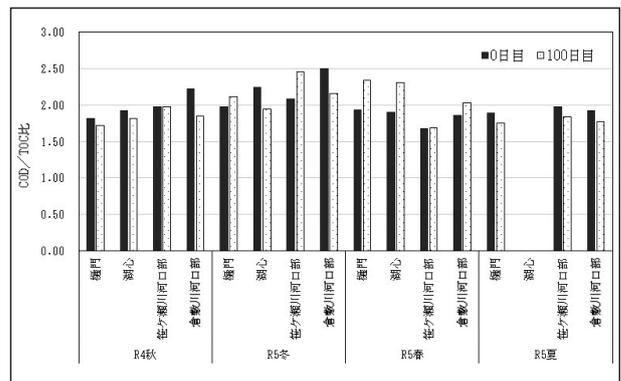


図6 生分解試験前後のCOD/TOC比

### 3.3 溶存有機物の起源の推定

図7に生分解試験前のDOC濃度とDOC濃度を示す。各地点で大きな差異はなく、全体平均としてDOC/TOC比率が78%であった。また、難分解性DOMは分子サイズ数千ダルトン(Da)以下の低分子で構成されていると考えられており、琵琶湖南湖のDOMは約12万Daの高分子画分と約2,000 Daの低分子画分で構成されているとの報告がある<sup>15)</sup>。これらのことから、DOMに注目し、発生源の推定を行った。

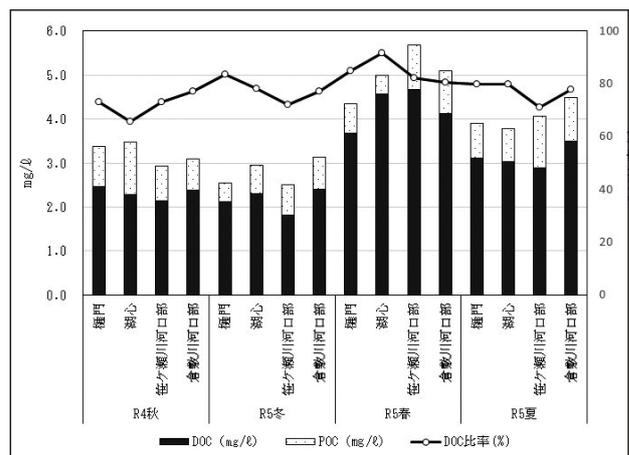


図7 生分解試験前のDOC濃度とPOC濃度

#### (1) 紫外線吸光度/溶存態有機炭素比 (UV/DOC比)

波長260nmの紫外線吸光度(UV)とDOCの比(UV/DOC比)は水塊によって値が異なり、DOMの起源の推

定に用いられる<sup>7)~9)</sup>。土壌由来のDOMのUV/DOC比は23~58 (mabs/cm) / (mg/L), 内部生産由来のUV/DOC比は12 (mabs/cm) / (mg/L), 生活雑排水や下水処理場由来のUV/DOC比は10~17 (mabs/cm) / (mg/L) と報告されている<sup>7)~9)</sup>。

図8に地点別の生分解試験前のUV/DOC比を示す。年間を通じて地点ごとの差異は小さかった。表1にUV/DOC比を示す。R4秋及びR5冬19.9~21.9 (mabs/cm) / (mg/L) と比べR5春及びR5夏は29.8~40.3 (mabs/cm) / (mg/L) と高く, R5春及びR5夏に土壌由来のDOMの影響が強かった。児島湖の全体平均は27.8 (mabs/cm) / (mg/L) であり, 琵琶湖11.9 (mabs/cm) / (mg/L)<sup>8)</sup> や霞ヶ浦18.2 (mabs/cm) / (mg/L)<sup>8)</sup> と比べて高く, 諫早湾干拓調整池36.0 (mabs/cm) / (mg/L)<sup>3)</sup> と比べて低かった。児島湖の滞留日数は約11.5日<sup>16)</sup> であり, 琵琶湖(5.5年)<sup>17)</sup> や霞ヶ浦(200日)<sup>15)</sup> と比べて短く, 諫早湾干拓調整池(32.5日)<sup>3)</sup> に比較的近い。ため, 諫早湾干拓調整池と同様に流入河川等からの土壌由来のDOMや湖内に堆積した土壌由来のDOMの影響が大きいと考えられた。また, 植物プランクトン由来のPOCがより細かいDOCになるには生分解試験開始から20日程度かかるという報告<sup>18)</sup> から, 滞留日数の短い児島湖では内部生産由来のDOMの影響が小さかったのではないかと考えられた。

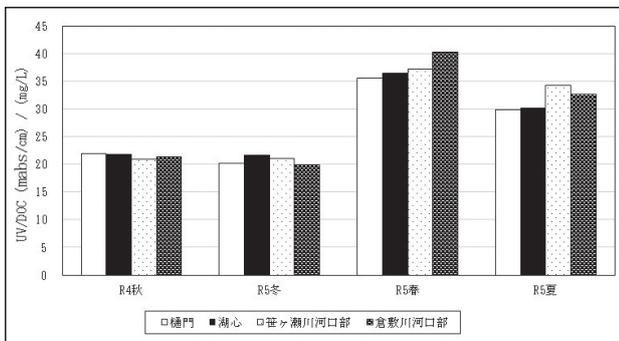


図8 UV/DOC比 (地点別)

表1 UV/DOC比

	R4秋	R5冬	R5春	R5夏
樋門	21.9	20.2	35.6	29.8
湖心	21.8	21.7	36.5	30.1
笹ヶ瀬川河口部	20.9	21.0	37.2	34.3
倉敷川河口部	21.3	19.9	40.3	32.6
全体平均	21.5	20.7	37.4	31.7

単位 (mabs/cm) / (mg/L)

(2) 三次元励起・蛍光スペクトル法 (3DEEM) を用いた PARAFAC 解析

表2に励起, 蛍光波長のピーク位置とそれぞれのピー

クに由来する物質の一例<sup>11)</sup> を示す。本報では難分解性COD比率の高かったR5春の各地点の結果を図9~12に示す。図9~12に共通してEx250 nm/Em435 nm付近の蛍光強度が強くフミン質様物質と考えられた (Component1)。フミン物質は難分解性で疎水性の有機酸であり, 土壌有機物, 陸上・水生植物, プランクトン等に由来するとされており, 天然水中のDOMの30~80%とされている<sup>7)</sup>。また, 図9~12に共通してEx230 nm/Em345 nm付近で蛍光強度が強いたんぱく質様物質と考えられた (Component2)。全地点で強度に大きな差異がなく同じ傾向の水塊であると推察された。これは, 児島湖の滞留日数が短いため, 大きな差異が生じにくいことが一因であると考えられた。

表2 3DEEMピーク位置と由来物質

励起波長 (Ex, nm)	蛍光波長 (Em, nm)	由来物質
225	295	タンパク質様
230	345	タンパク質様
250	435	フミン質様
270	350	タンパク質様
320	390	海洋性フミン質様
335	435	フミン質様
495	515	下水処理水

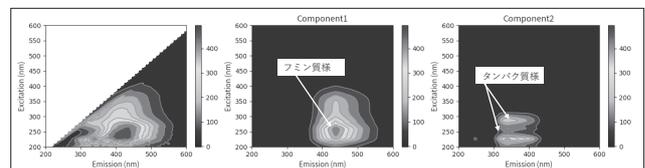


図9 PARAFAC解析結果 (R5春, 樋門)

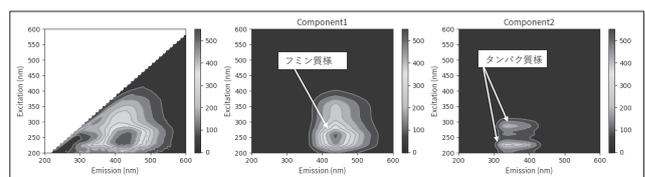


図10 PARAFAC解析結果 (R5春, 湖心)

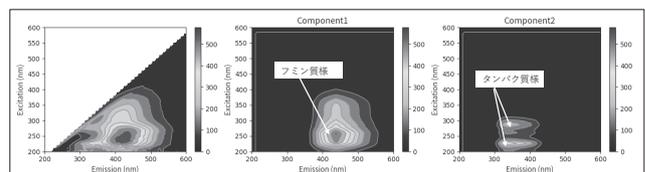


図11 PARAFAC解析結果 (R5春, 笹ヶ瀬川河口部)

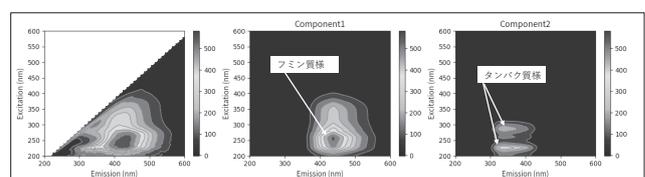


図12 PARAFAC解析結果 (R5春, 倉敷川河口部)

## 4 まとめ

- (1) 児島湖の湖内4地点において非かんがい期よりかんがいの難分解性CODの濃度及び難分解性COD比率が高い傾向にあった。
- (2) 難分解性CODの平均濃度は4.9 mg/Lであり、難分解性COD比率は平均65%であった。特にR5春は4地点全体の難分解性CODの濃度範囲が6.7~8.8mgと最も高く、CODの環境基準値を超えていた。
- (3) 生分解試験後のCOD/TOC比は琵琶湖や八郎潟より高い傾向にあった。生分解試験後のCOD/TOC比は生分解試験前と比較して、R4秋及びR5夏は減少した一方で、R5春は増加しており、時期により水塊の性質が異なることが示唆された。
- (4) 全時期を通じて地点ごとのUV/DOC比の差異は小さかった。R5春及びR5夏に流入河川及び湖内に堆積した土壌由来のDOMの影響が強かったと推察された。児島湖は他の湖沼に比べ滞留時間が短いため内部生産由来のDOMの影響に比べ流入河川及び湖内に堆積した土壌由来の影響が強いと考えられた。
- (5) R5春の水塊について行った3DEEMを用いたPARAFAC解析では、全地点から難分解性の有機酸であるフミン質様のピークが観察された。  
今回の調査では児島湖内の地点別及び時期別の実態等を大まかに把握することができた。しかし調査期間が1年と短いことから、今後も継続して児島湖における難分解性有機物等を調査し、知見の集積を進めていくこととしている。

## 文 献

- 1) 岡山県：児島湖ハンドブック、(令和6年3月)、2024
- 2) 霞ヶ浦環境科学センター：有機炭素の挙動の解明に関する研究 茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報、10, 44, 2014
- 3) 陣野宏宙, 浦 伸孝, 桑岡莉帆, 橋本京太郎, 植野康成：諫早湾干拓調整池等における有機物特性に関する研究, 水環境学会誌, 42(4), 177-184, 2019
- 4) 岡本高弘, 佐藤祐一, 早川和秀, 古角恵美：難分解性有機物を含めた有機物による琵琶湖の水質汚濁メカニズムについて, 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター研究報告書, 5, 25-35, 2009
- 5) (公財)琵琶湖・淀川水質保全機構 琵琶湖・淀川水質浄化研究所：琵琶湖・淀川流域の難分解性有機物に関する調査・分析の手引書(案)〈概要版〉,(平成28年12月), 2016

- 6) 喜多真帆, 北村雅美, 沖 拓哉, 林ひかる, 坂口浩範：児島湖の水質改善に向けた難分解性有機物等の実態把握に関する研究(第1報), 岡山県環境保健センター年報 47, 15-18, 2023
- 7) 環境省国立環境研究所：湖沼において増大する難分解性有機物の発生原因と影響評価に関する研究(特別研究)平成9~11年度, 国立環境研究所特別研究報告 SR-36-2001, 2001
- 8) 福島武彦, 今井章雄, 松重 一夫, 井上隆信, 小澤秀明：湖水溶存有機物の紫外部吸光度：DOC比の特性とその水質管理への利用, 水環境学会誌, 20, 397 - 403, 1997
- 9) 安田能生弘, 古澤佑一, 川畑陵介, 牧野雅英, 亀井とし, 谷村睦美：河北潟における難分解性有機物に関する実態調査(最終報), 石川県保健環境センター研究報告書, 52, 1 - 6, 2015
- 9) 安田能生弘, 古澤佑一, 川畑陵介, 牧野雅英, 亀井とし, 谷村睦美：河北潟における難分解性有機物に関する実態調査(最終報), 石川県保健環境センター研究報告書, 52, 1 - 6, 2015
- 10) 鈴木 稔, 北村友一, 日下部武敏：難分解性溶存有機物の由来と水域挙動に関する研究, 土木研究所成果報告書, 12, 2007
- 11) 福島武彦, 中島俊之, 今井章雄, 松重一夫, 尾崎則篤：EEMSによる水中溶存有機物の特性解析, 水環境学会誌, 24(10), 686-692, 2001
- 12) 杉山祐子：琵琶湖に溶存する難分解性溶存有機物の蛍光スペクトル解析および超高分解能質量分析による特性把握と起源の推定, 平成23年度水質保全研究助成 成果報告書, 2011
- 13) 佐藤祐一, 岡本高弘, 早川和秀, 大久保卓也, 小松英司：琵琶湖における難分解性有機物の起源：発生源における生分解試験とボックスモデルによる推計, 水環境学会誌, 39巻1号 p.17-28, 2016
- 14) 金 主鉉：難分解性有機物による八郎湖の水質汚濁メカニズム, 八郎湖流域管理研究, 第3号, pp.7-16, 2014
- 15) 霜鳥孝一, 今井章雄：全有機炭素検出サイズ排除クロマトグラフによる 水中の溶存有機物の分子サイズ分布評価, 地球環境, Vol.25 No.1&2, 23-30, 2020
- 16) 岡山県：令和5年度指定湖沼汚濁負荷量削減状況調査報告書,(令和6年2月), 2024
- 17) 環境省：コラム 指定湖沼の位置・緒元・水質, 平

成14年度公共用水域測定結果, 表6, 図3, (平成15年12月), 2003

- 18) 古田世子, 藤原直樹, 池谷仁里, 岡本高弘, 馬場大哉, 岸本直之, 池田将平, 一瀬 諭, 今井章雄: 琵琶湖に棲息する緑藻 *Staurastrum arctiscon* (Desmidiaceae) の生分解特性に関する研究, 水環境学会誌, 37(3), 103-109, 2014

【資料】

# LC-MS/MSによる医薬品・生活関連物質（PPCPs）一斉分析法の検討について

## Investigation of Pharmaceutical and Personal Care Products (PPCPs) Simultaneous Analysis Method by LC-MS/MS

中野温朗, 小林隆太, 橋本清美\*, 吉岡敏行, 浦山豊弘, 坂口浩範\*\*

\*現 岡山県備前保健所, \*\*現 岡山県備中県民局

NAKANO Atsurou, KOBAYASHI Riyuuta, HASHIMOTO Kiyomi\*, YOSHIOKA Toshiyuki,  
URAYAMA Toyohiro, SAKAGUCHI Hironori\*\*

### 要 旨

医薬品及び生活関連物質である105物質について、既知濃度の標準溶液を添加した河川水を使用してLC-MS/MSによる一斉分析法の添加回収率、検出下限値及び定量下限値を検討した。検討対象物質のうち54物質について、回収率70~120%までの範囲で検出することができ、定量下限値は8.0~320 ng/Lの範囲であった。

[キーワード：医薬品・生活関連物質, 液体クロマトグラフタンデム質量分析計, 河川水, 一斉分析法]

[Key words : (Pharmaceuticals and Personal Care Products) PPCPs,  
LC-MS/MS, River water, Simultaneous analysis method]

## 1 はじめに

当センターでは、事故・災害に伴う化学物質の流出等に迅速に対応するため、農薬等の有害化学物質に対する一斉分析法の開発等の調査研究を行っている。人・動物用医薬品や医薬部外品、化粧品等の総称であるPPCPsについては、近年公共用水域等での水質調査が実施されているが<sup>1)</sup>、岡山県における水質調査事例はほとんどない。県内の水質調査を行うに当たって、前年度にはGC-MSを用いた分析精度の検討結果を報告した<sup>2)</sup>。本報ではLC-MS/MSを用いた分析精度の検討結果について報告する。

## 2 材料及び方法

### 2.1 検討対象物質

検討対象物質は、AB SCIEX社PPCPs176成分メソッド（以下「vMethod」という。）に記載される物質及び国立環境研究所Ⅱ型共同研究「LC-MS/MSによる分析を通じた生活由来物質のリスク解明に関する研究（2019~2021年度）」（以下「Ⅱ型共同研究」という。）で検討対象となった物質のうち当センターで入手可能である105物質を選定した<sup>1), 3)</sup>。表1に検討対象物質を示す。

### 2.2 検討方法

試験試料は主にvMethodを参照して調製した<sup>3)</sup>。試験を行うに際して、初めに検討対象物質の既知濃度溶液を混合して計105物質の標準溶液を調製した。次に、最終

検液の検討対象物質の濃度が8 ng/mL又は20 ng/mLになるよう標準溶液を河川水50 mLに添加し、酸性又は塩基性に調製した後に固相カートリッジを使用して抽出操作を行い、検討対象物質を溶出させた溶液を最終検液50%アセトニトリル水溶液0.5 mL(100倍濃縮)に調製した。試験で使用した河川水は霞橋（高梁川）で採取した。図1に分析法フローを示す。

LC-MS/MSはLC-20AD（Shimadzu製）、QTRAP 5500（AB SCIEX製）を使用した。分析機器の測定条件はvMethod及びⅡ型共同研究を参照した<sup>1), 3)</sup>。なお、一斉分析により検討対象物質105物質は同時に測定している。

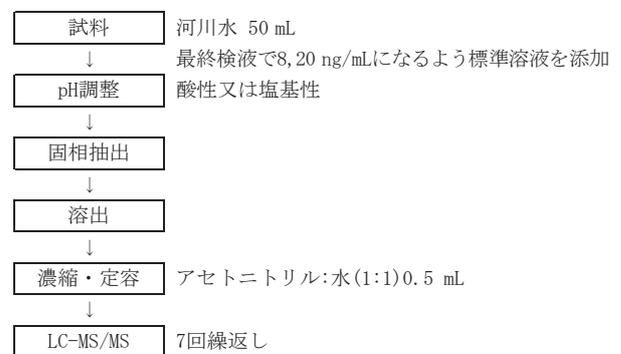


図1 分析法フロー

試験試料は7回繰返し分を調製して、繰返し測定値から添加回収率、検出下限値（以下「MDL」という。）及び定量下限値（以下「MQL」という。）を算出した（n=7）。添加回収率の許容範囲は70～120 %として評価した。なお、サロゲート内標準物質を利用できた物質の添加回収率についてはサロゲート内標準の回収率（許容範囲50～120 %）を使って補正した。

添加回収率、許容範囲の選定、MDL及びMQLの算出等は「化学物質環境実態調査実施の手引き（令和2年度版）」を参照した<sup>4)</sup>。

### 3 結果及び考察

#### 3.1 添加回収試験

添加回収試験の結果を表2に示す。検討対象とした105物質のうち、許容範囲の回収率で検出できた物質は酸性又は塩基性の条件で合計54物質であった。そのうち、酸性及び塩基性のどちらの条件でも許容範囲に収まったのは20物質であり、酸性のみでは6物質、塩基性のみでは29物質であった。また、回収率100 %を超過した物質は、酸性条件のDesacetylcefotaxime（117 %）や塩基性条件のDigoxin（104 %）など4物質であり、正

の干渉を及ぼす要因は少ない結果になった。

検討対象とした105物質のうち51物質は回収率が許容範囲に入らなかった。これらの物質については今回の分析手法は定量評価に適さない結果になった。

#### 3.2 検出下限値及び定量下限値の測定

MDL及びMQLの結果を表3に示す。許容範囲の回収率で検出できた検討対象物質について、酸性の条件ではMDL2.7～120 ng/L、MQL8.0～320 ng/Lになり、塩基性の条件ではMDL3.6～94 ng/L、MQL9.2～240 ng/Lになり、MDL及びMQLともに酸性又は塩基性に関わらず同程度の範囲になった。酸性及び塩基性の条件どちらも許容範囲の回収率だった20物質について、MDL及びMQLにpH条件による数値の差異はみられなかった。

既報では、県内河川中のPPCPsの濃度についてGC-MSにより2.0～270 ng/Lで検出されたことを報告した<sup>2)</sup>。本報のLC-MS/MSを用いた分析手法を使って同程度の濃度範囲で定量評価が可能である結果になった。なお、今回の検討に利用した河川水（高梁川 霞橋）には、MDL又はMQL以上の濃度で検出された物質は観測されなかった。

表1 LC-MS/MSによる一斉分析法に係る検討対象物質

No.	物質名	用途等※	CAS No.	No.	物質名	用途等※	CAS No.	No.	物質名	用途等※	CAS No.
1	Medroxyprogesterone 17-acetate	生殖腺作用薬	71-59-9	36	Tilmicosin	動物用医薬品	108050-54-0	71	Difloxacin	ニューキノロン系抗菌薬	98106-17-3
2	Methyltestosterone	生殖腺作用薬	59-19-4	37	Sulfadiazine	サルファ剤	68-95-9	72	Orbifloxacin	ニューキノロン系抗菌薬	113617-63-3
3	Norethindrone	生殖腺作用薬	69-22-4	38	Sulfadimethoxine	サルファ剤	122-11-2	73	Cefotaxime	セファロsporin類	63827-62-6
4	Testosterone	生殖腺作用薬	58-22-0	39	Sulfamerazine	サルファ剤	127-79-7	74	Cefazolin	セファロsporin類	25963-19-9
5	Nandrolone	タンパク質同化ステロイド	434-22-0	40	Sulfamethizole	サルファ剤	144-82-1	75	Desacetylcefotaxime	代謝産物	66949-29-1
6	Levonorgestrel	経口避妊薬	797-63-7	41	Sulfamethoxazole	サルファ剤	723-46-6	76	Democycline	テトラサイクリン類	127-33-3
7	Hydrocortisone	抗アレルギー薬	50-23-7	42	Sulfathiazole	サルファ剤	72-14-0	77	Doxycycline	テトラサイクリン類	564-25-0
8	1,7-Dimethylxanthine	強心薬	611-69-6	43	Sulfachloropyridazine	抗菌薬	80-32-0	78	Carbofuran	カーバメート系殺虫剤	1563-66-2
9	Irbesartan	降圧薬	138402-11-6	44	Trimethoprim	抗菌薬	738-70-5	79	Carbaryl	カーバメート系殺虫剤	63-25-2
10	Valsartan	降圧薬	137862-63-4	45	Sulfamethoxyypyridazine	サルファ剤	80-35-3	80	Mercaptodimethur	カーバメート系殺虫剤	2032-66-7
11	Telmisartan	降圧薬	144701-48-4	46	Sulfapyridine	サルファ剤	144-83-2	81	Isoprocarb	カーバメート系殺虫剤	2631-40-5
12	Losartan	降圧薬	114798-26-4	47	Sulfisoxazole	サルファ剤	127-69-5	82	Fenobucarb	カーバメート系殺虫剤	3766-81-2
13	Digoxin	強心薬	20830-75-6	48	Sulfabenzamide	サルファ剤	127-71-9	83	Methomyl	カーバメート系殺虫剤	16752-77-6
14	Diphenhydramine	抗ヒスタミン薬	59-73-1	49	Sulfacinoxaline	サルファ剤	69-40-5	84	Methomyl-oxime	代謝産物	13749-94-6
15	Fluoxetine	抗うつ薬	54910-89-3	50	Sulfacetamide	眼科抗菌薬	144-80-9	85	Aldicarb	カーバメート系殺虫剤	116-06-3
16	Diazepam	抗不安薬	439-14-5	51	Enoxacin	ニューキノロン系抗菌薬	74011-68-8	86	Triclosan	抗菌薬	3380-34-5
17	Nitrazepam	催眠鎮静薬	146-22-5	52	Ginsipiride	血糖降下薬	93479-97-1	87	Gemfibrozil	脂質低下薬	26812-30-0
18	Lorazepam	抗不安薬	846-49-1	53	Glipizide	血糖降下薬	29094-61-9	88	Ibuprofen	解熱鎮痛薬	15687-27-1
19	Sulpiride	向精神薬	16876-16-1	54	Repaglinide	血糖降下薬	135062-02-1	89	Naproxen	解熱鎮痛薬	22204-63-1
20	Carbamazepine	向精神薬	298-46-4	55	Tolbutamide	血糖降下薬	64-77-7	90	2,4-DE	フェノキシ系除草剤	94-82-6
21	Thiabendazole	駆虫薬	148-79-8	56	Gliclazide	血糖降下薬	21187-98-4	91	2,4,5-T	フェノキシ系除草剤	93-76-5
22	Fluconazole	抗真菌薬	86386-73-4	57	Caffeine	強心薬	58-08-2	92	2,4-DP	フェノキシ系除草剤	120-36-5
23	Clinabazole	農業殺菌剤	39083-17-9	58	Dextromethorphan	鎮咳薬	126-71-3	93	MCPA	フェノキシ系除草剤	94-74-6
24	Clenbuterol	気管支拡張薬	37148-27-9	59	Diprophylline	気管支拡張薬	479-18-5	94	MCPB	フェノキシ系除草剤	94-81-5
25	Cimetidine	ヒスタミン受容体遮断薬	51481-61-9	60	Phenazone	非ステロイド系消炎薬	60-80-0	95	2,4-D	フェノキシ系除草剤	94-76-7
26	Warfarin	抗凝固薬	81-81-2	61	Acetaminophen	解熱鎮痛薬	103-90-2	96	Sulfedimidine	サルファ剤	57-68-1
27	Cloxacillin	ペニシリン類	61-72-3	62	Ciprofloxacin	動物用医薬品	85721-33-1	97	Sulfadoxine	サルファ剤	2447-57-6
28	Oxacillin	ペニシリン類	66-79-5	63	Enrofloxacin	動物用医薬品	93106-60-6	98	Olmesartan	降圧薬	144689-24-7
29	Penicillin V	ペニシリン類	87-08-1	64	Flumequine	動物用医薬品	42835-25-6	99	Ketoprofen	解熱鎮痛薬	22071-15-4
30	Nafcillin	ペニシリン類	147-62-4	65	Norfloxacin	ニューキノロン系抗菌薬	70458-96-7	100	Fexofenadine	抗アレルギー薬	83799-24-0
31	Clarithromycin	マクロライド系抗生物質	81103-11-9	66	Ofloxacin	ニューキノロン系抗菌薬	82419-36-1	101	Epinastine	抗アレルギー薬	108929-04-0
32	Erythromycin	マクロライド系抗生物質	114-07-8	67	Sarafloxacin	ニューキノロン系抗菌薬	98105-99-8	102	Diclofenac	解熱鎮痛薬	16307-86-5
33	Lincocycin	抗生物質	154-21-2	68	Oxolinic acid	キノロン系抗菌薬	14698-29-4	103	DEET	忌避剤	134-62-3
34	Roxithromycin	マクロライド系抗生物質	80214-83-1	69	Pefloxacin	ニューキノロン系抗菌薬	70468-92-3	104	Crotamiton	鎮痒剤	493-63-6
35	Ormetoprim	抗コクシジウム薬	6981-18-6	70	Nalidixic acid	キノロン系抗菌薬	389-08-2	106	Candesartan	降圧薬	139481-69-7

※引用元5)

表2 検討対象物質の添加回収率

(a) 酸性

番号	物質名	回収率	備考
1	Medroxyprogesterone 17-acetate	53%	
2	Methyltestosterone	63%	
3	Norethindrone	62%	
4	Testosterone	69%	
5	Nadrolone	67%	
6	Levonorgestrel	63%	
7	Hydrocortisone	50%	
8	1,7-Dimethylxanthine	47%	
9	<b>Irbesartan</b>	<b>100%</b>	<b>内標回収率(73%)</b>
10	Valsartan	174%	内標回収率(48%)
11	Telmisartan	86%	内標回収率(12%)
12	<b>Losartan</b>	<b>79%</b>	<b>内標回収率(84%)</b>
13	<b>Digoxin</b>	<b>84%</b>	
14	Diphenhydramine	179%	内標回収率(49%)
15	Fluoxetine	67%	
16	Diazepam	66%	
17	Nitrazepam	58%	
18	<b>Lorazepam</b>	<b>78%</b>	
19	Sulpiride	126%	内標回収率(25%)
20	Carbamazepine	205%	内標回収率(43%)
21	<b>Thiabendazole</b>	<b>70%</b>	
22	<b>Fluconazole</b>	<b>78%</b>	
23	Climbazole	61%	
24	Clenbuterol	67%	
25	Cimetidine	3%	
26	Warfarin	69%	
27	Cloxacillin	58%	
28	Oxacillin	56%	
29	<b>Penicillin V</b>	<b>84%</b>	
30	Nafcillin	22%	
31	<b>Clarithromycin</b>	<b>96%</b>	<b>内標回収率(55%)</b>
32	Erythromycin	0%	内標回収率(0%)
33	Lincomycin	98%	内標回収率(46%)
34	Roxithromycin	59%	
35	Ormetoprim	58%	

許容範囲の回収率(70~120%)

(b) 塩基性

番号	物質名	回収率	備考
1	Medroxyprogesterone 17-acetate	53%	
2	Methyltestosterone	68%	
3	<b>Norethindrone</b>	<b>71%</b>	
4	<b>Testosterone</b>	<b>76%</b>	
5	<b>Nadrolone</b>	<b>78%</b>	
6	Levonorgestrel	69%	
7	Hydrocortisone	63%	
8	1,7-Dimethylxanthine	40%	
9	<b>Irbesartan</b>	<b>93%</b>	<b>内標回収率(84%)</b>
10	Valsartan	152%	内標回収率(41%)
11	Telmisartan	77%	内標回収率(94%)
12	<b>Losartan</b>	<b>82%</b>	<b>内標回収率(85%)</b>
13	<b>Digoxin</b>	<b>104%</b>	
14	Diphenhydramine	202%	内標回収率(36%)
15	Fluoxetine	28%	
16	<b>Diazepam</b>	<b>70%</b>	
17	Nitrazepam	69%	
18	<b>Lorazepam</b>	<b>86%</b>	
19	Sulpiride	121%	内標回収率(43%)
20	Carbamazepine	170%	内標回収率(57%)
21	<b>Thiabendazole</b>	<b>83%</b>	
22	<b>Fluconazole</b>	<b>93%</b>	
23	<b>Climbazole</b>	<b>73%</b>	
24	<b>Clenbuterol</b>	<b>75%</b>	
25	Cimetidine	21%	
26	<b>Warfarin</b>	<b>73%</b>	
27	<b>Cloxacillin</b>	<b>77%</b>	
28	<b>Oxacillin</b>	<b>79%</b>	
29	<b>Penicillin V</b>	<b>76%</b>	
30	<b>Nafcillin</b>	<b>83%</b>	
31	Clarithromycin	111%	内標回収率(35%)
32	Erythromycin	29%	内標回収率(29%)
33	<b>Lincomycin</b>	<b>93%</b>	<b>内標回収率(95%)</b>
34	Roxithromycin	35%	
35	Ormetoprim	67%	

許容範囲の回収率(70~120%)

番号	物質名	回収率	備考
36	Tilmicosin	50%	
37	Sulfadiazine	103%	内標回収率(35%)
38	Sulfamethoxine	96%	内標回収率(47%)
39	Sulfamerazine	25%	
40	Sulfamethizole	31%	
41	Sulfamethoxazole	112%	内標回収率(39%)
42	Sulfathiazole	28%	
43	Sulfachloropyridazine	24%	
44	Trimethoprim	85%	内標回収率(70%)
45	<b>Sulfamethoxypridazine</b>	<b>23%</b>	
46	Sulfapyridine	107%	内標回収率(45%)
47	Sulfisoxazole	36%	
48	Sulfabenzamide	40%	
49	Sulfaquinoxaline	28%	
50	Sulfacetamide	53%	
51	Enoxacin	0%	
52	Glimepiride	69%	
53	<b>Glipizide</b>	<b>90%</b>	
54	Repaglinde	69%	
55	<b>Tolbutamide</b>	<b>78%</b>	
56	<b>Gliclazide</b>	<b>88%</b>	
57	<b>Caffeine</b>	<b>73%</b>	
58	<b>Dextromethorphan</b>	<b>75%</b>	
59	Diprophylline	62%	
60	Phenazone	67%	
61	Acetaminophen	28%	
62	Ciprofloxacin	40%	
63	Enrofloxacin	23%	
64	<b>Flumequine</b>	<b>86%</b>	
65	Norfloracin	44%	
66	Ofloxacin	22%	
67	Sarafloxacin	43%	
68	Oxolinic acid	57%	
69	Pefloxacin	0%	
70	<b>Nalidixic acid</b>	<b>86%</b>	

番号	物質名	回収率	備考
71	Difloxacin	40%	
72	Orbifloxacin	45%	
73	<b>Cefotaxime</b>	<b>76%</b>	
74	<b>Cefazolin</b>	<b>89%</b>	
75	<b>Desacetylcefotaxime</b>	<b>117%</b>	
76	Demeclocycline	121%	
77	<b>Doxycycline</b>	<b>80%</b>	
78	Carbofuran	58%	
79	Carbaryl	62%	
80	<b>Mercaptodimethur</b>	<b>70%</b>	
81	Isoprocarb	19%	
82	Fenobucarb	30%	
83	Methomyl	52%	
84	Methomyl-oxime	53%	
85	Aldicarb	39%	
86	Triclosan	56%	
87	Gemfibrozil	55%	
88	Ibuprofen	35%	
89	Naproxen	43%	
90	2,4-DB	63%	
91	2,4,5-T	64%	
92	<b>2,4-DP</b>	<b>74%</b>	
93	MCPA	67%	
94	MCPB	59%	
95	<b>2,4-D</b>	<b>70%</b>	
96	<b>Sulfadimidine</b>	<b>87%</b>	<b>内標回収率(50%)</b>
97	Sulfadoxine	149%	内標回収率(28%)
98	Olmesartan	179%	内標回収率(80%)
99	Ketoprofen	57%	
100	Fexofenadine	123%	内標回収率(59%)
101	<b>Epinastine</b>	<b>75%</b>	
102	<b>Diclofenac</b>	<b>98%</b>	<b>内標回収率(67%)</b>
103	DEET	30%	
104	Crotamiton	166%	内標回収率(26%)
105	Candesartan	41%	

番号	物質名	回収率	備考
71	Difloxacin	60%	
72	Orbifloxacin	66%	
73	Cefotaxime	65%	
74	Cefazolin	67%	
75	Desacetylcefotaxime	0%	
76	<b>Demeclocycline</b>	<b>94%</b>	
77	<b>Doxycycline</b>	<b>82%</b>	
78	<b>Carbofuran</b>	<b>76%</b>	
79	<b>Carbaryl</b>	<b>72%</b>	
80	<b>Mercaptodimethur</b>	<b>76%</b>	
81	Isoprocarb	61%	
82	Fenobucarb	54%	
83	<b>Methomyl</b>	<b>77%</b>	
84	<b>Methomyl-oxime</b>	<b>74%</b>	
85	Aldicarb	61%	
86	<b>Triclosan</b>	<b>85%</b>	
87	Gemfibrozil	64%	
88	Ibuprofen	49%	
89	Naproxen	49%	
90	2,4-DB	69%	
91	2,4,5-T	72%	
92	<b>2,4-DP</b>	<b>77%</b>	
93	<b>MCPA</b>	<b>74%</b>	
94	MCPB	64%	
95	<b>2,4-D</b>	<b>76%</b>	
96	<b>Sulfadimidine</b>	<b>89%</b>	<b>内標回収率(57%)</b>
97	Sulfadoxine	134%	内標回収率(37%)
98	Olmesartan	160%	内標回収率(53%)
99	Ketoprofen	49%	
100	<b>Fexofenadine</b>	<b>116%</b>	<b>内標回収率(72%)</b>
101	Epinastine	50%	
102	<b>Diclofenac</b>	<b>99%</b>	<b>内標回収率(67%)</b>
103	DEET	53%	
104	Crotamiton	143%	内標回収率(52%)
105	Candesartan	35%	

表3 検討対象物質の検出・定量下限値

(a)酸性

番号	物質名	MDL (ng/L)	MQL (ng/L)	備考
1	Medroxyprogesterone 17-acetate	4.1	10	
2	Methyltestosterone	3.7	9.7	
3	Norethindrone	8.1	20	
4	Testosterone	1.6	4.2	
5	Nadrolone	4.2	10	
6	Levonorgestrel	4.8	12	
7	Hydrocortisone	7.4	19	
8	1,7-Dimethylxanthine	7.7	19	
9	<b>Irbesartan</b>	<b>22</b>	<b>58 ※</b>	
10	Valsartan	52	130	
11	Telmisartan	20	53	
12	<b>Losartan</b>	<b>15</b>	<b>39 ※</b>	
13	<b>Digoxin</b>	<b>7.2</b>	<b>28</b>	
14	Diphenhydramine	22	58 ※	
15	Fluoxetine	4.6	11	
16	Diazepam	4.0	10	
17	Nitrazepam	2.4	6.0	
18	<b>Lorazepam</b>	<b>4.6</b>	<b>11</b>	
19	Sulpiride	13	33 ※	
20	Carbamazepine	23	61 ※	
21	<b>Thiabendazole</b>	<b>3.3</b>	<b>8.0</b>	
22	<b>Fluconazole</b>	<b>4.5</b>	<b>11</b>	
23	Climbazole	4.0	10	
24	Clenbuterol	3.6	9.0	
25	Cimetidine	-	-	
26	Warfarin	4.3	11	
27	Cloxacillin	22	58	
28	Oxacillin	27	71	
29	<b>Penicillin V</b>	<b>60</b>	<b>150</b>	
30	Nafcillin	21	55	
31	<b>Clarithromycin</b>	<b>29</b>	<b>75 ※</b>	
32	Erythromycin	-	-	※
33	Lincomycin	17	44 ※	
34	Roxithromycin	6.3	16	
35	Ormetoprim	2.2	5.8	

※サロゲート内標準物質を利用  
許容範囲の回収率(70~120%)

(b)塩基性

番号	物質名	MDL (ng/L)	MQL (ng/L)	備考
1	Medroxyprogesterone 17-acetate	5.1	13	
2	Methyltestosterone	5.1	13	
3	<b>Norethindrone</b>	<b>4.2</b>	<b>11</b>	
4	<b>Testosterone</b>	<b>3.7</b>	<b>9.6</b>	
5	<b>Nadrolone</b>	<b>5.1</b>	<b>13</b>	
6	Levonorgestrel	5.9	15	
7	Hydrocortisone	2.8	7.4	
8	1,7-Dimethylxanthine	100	260	
9	<b>Irbesartan</b>	<b>59</b>	<b>150 ※</b>	
10	Valsartan	170	450 ※	
11	<b>Telmisartan</b>	<b>18</b>	<b>48 ※</b>	
12	<b>Losartan</b>	<b>28</b>	<b>73 ※</b>	
13	<b>Digoxin</b>	<b>37</b>	<b>140</b>	
14	Diphenhydramine	86	220 ※	
15	Fluoxetine	3.3	8.6	
16	Diazepam	4.8	12	
17	Nitrazepam	7.5	19	
18	<b>Lorazepam</b>	<b>7.4</b>	<b>19</b>	
19	Sulpiride	22	58 ※	
20	Carbamazepine	60	150 ※	
21	<b>Thiabendazole</b>	<b>8.6</b>	<b>22</b>	
22	<b>Fluconazole</b>	<b>4.6</b>	<b>11</b>	
23	<b>Climbazole</b>	<b>5.7</b>	<b>14</b>	
24	<b>Clenbuterol</b>	<b>8.2</b>	<b>21</b>	
25	Cimetidine	10	28	
26	Warfarin	7.3	18	
27	Cloxacillin	7.1	18	
28	Oxacillin	5.8	15	
29	<b>Penicillin V</b>	<b>5.3</b>	<b>13</b>	
30	<b>Nafcillin</b>	<b>6.2</b>	<b>16</b>	
31	Clarithromycin	240	630 ※	
32	Erythromycin	27	70 ※	
33	<b>Lincomycin</b>	<b>6.1</b>	<b>15 ※</b>	
34	Roxithromycin	4.2	10	
35	Ormetoprim	6.4	16	

※サロゲート内標準物質を利用  
許容範囲の回収率(70~120%)

番号	物質名	MDL (ng/L)	MQL (ng/L)	備考
36	Tilmicosin	12	31	
37	Sulfadiazine	21	54 ※	
38	<b>Sulfadimethoxine</b>	<b>17</b>	<b>46 ※</b>	
39	Sulfamerazine	10	27	
40	Sulfamethizole	9.3	24	
41	Sulfamethoxazole	14	37	
42	Sulfathiazole	6.2	16	
43	Sulfachloropyridazine	17	45	
44	<b>Trimethoprim</b>	<b>23</b>	<b>59 ※</b>	
45	Sulfamethoxyypyridazine	9.8	25	
46	Sulfapyridine	14	37 ※	
47	Sulfisoxazole	13	35	
48	Sulfabenzamide	17	44	
49	Sulfaquinoxaline	10	26	
50	Sulfacetamide	51	130	
51	Enoxacin	-	-	
52	Glimepiride	7.8	20	
53	<b>Glipizide</b>	<b>3.5</b>	<b>9.1</b>	
54	Repaglinde	16	41	
55	<b>Tolbutamide</b>	<b>27</b>	<b>69</b>	
56	<b>Gliclazide</b>	<b>15</b>	<b>41</b>	
57	<b>Caffeine</b>	<b>4.1</b>	<b>10</b>	
58	<b>Dextromethorphan</b>	<b>4.2</b>	<b>10</b>	
59	Diprophylline	8.2	21	
60	Phenazone	4.1	10	
61	Acetaminophen	6.6	17	
62	Ciprofloxacin	48	120	
63	Enrofloxacin	19	50	
64	<b>Flumequine</b>	<b>17</b>	<b>46</b>	
65	Norfloxacin	46	120	
66	Ofloxacin	40	100	
67	Sarafloxacin	9.7	25	
68	Oxolinic acid	11	29	
69	Pefloxacin	-	-	
70	<b>Nalidixic acid</b>	<b>10</b>	<b>28</b>	

番号	物質名	MDL (ng/L)	MQL (ng/L)	備考
71	Difloxacin	7.0	18	
72	Orbifloxacin	2.0	5.1	
73	<b>Cefotaxime</b>	<b>23</b>	<b>61</b>	
74	<b>Cefazolin</b>	<b>14</b>	<b>38</b>	
75	<b>Desacetylcefotaxime</b>	<b>120</b>	<b>320</b>	
76	Demeclocycline	98	250	
77	<b>Doxycycline</b>	<b>38</b>	<b>99</b>	
78	Carbofuran	11	29	
79	Carbaryl	3.0	7.8	
80	<b>Mercaptodimethur</b>	<b>14</b>	<b>36</b>	
81	Isoprocarb	22	58	
82	Fenobucarb	16	43	
83	Methomyl	2.7	7.0	
84	Methomyl-oxime	3.2	8.3	
85	Aldicarb	11	29	
86	Triclosan	13	53	
87	Gemfibrozil	11	43	
88	Ibuprofen	40	150	
89	Naproxen	4.3	16	
90	2,4-DB	12	49	
91	2,4,5-T	5.6	22	
92	<b>2,4-DP</b>	<b>4.7</b>	<b>18</b>	
93	MCPA	2.8	11	
94	MCPB	2.0	8.1	
95	<b>2,4-D</b>	<b>2.7</b>	<b>10</b>	
96	<b>Sulfadimidine</b>	<b>10</b>	<b>27 ※</b>	
97	Sulfadoxine	20	53 ※	
98	Olmesartan	30	78 ※	
99	Ketoprofen	16	42	
100	Fexofenadine	40	100 ※	
101	<b>Epinasitine</b>	<b>8.2</b>	<b>21</b>	
102	<b>Diclofenac</b>	<b>12</b>	<b>32 ※</b>	
103	DEET	14	37	
104	Crotamiton	13	34 ※	
105	Candesartan	10	27	

## 4 まとめ

県内公共用水域でのPPCPsの実態把握を進めるためにLC-MS/MSによる一斉分析法を検討した。検討対象とした105物質のうち54物質については、許容範囲の回収率及び定量評価に適した下限値が得られた。今後は本報の分析手法を用いて実態把握を進めたい。

### 文 献

- 1) 公益財団法人東京都環境公社 東京都環境科学研究所：環境研究総合推進費 終了研究成果報告書 国内における生活由来化学物質による環境リスク解明と処理技術の開発 (5-1954)  
[https://www.erca.go.jp/suishinhi/seika/db/pdf/end\\_houkoku/5-1954.pdf](https://www.erca.go.jp/suishinhi/seika/db/pdf/end_houkoku/5-1954.pdf) (2024.6.30 アクセス)
- 2) 吉岡敏行, 橋本清美, 小林隆太：GC-MSによる医薬品・生活関連物質 (PPCPs) 一斉分析法の検討について, 岡山県環境保健センター年報 47,9-16,2023
- 3) AB SCIEX : vMethod™ Application for the Determination of Pharmaceuticals Personal Care Products (PPCPs) and Pesticides in Water version1.0, 2016
- 4) 環境省大臣官房・環境保健部環境安全課：化学物質環境実態調査実施の手引き (令和2年度版), 令和3年3月
- 5) 国立研究開発法人科学技術振興機構：科学技術総合リンクセンター  
<https://jglobal.jst.go.jp/> (2024.6.30 アクセス)



【資料】

人形峠周辺の環境放射線等測定に係る補完調査－松葉－（第3報）

Complement Survey of Environmental Radiation Level around Ningyotoge  
 - Pine Needles -(3rd Report)

森上嘉亮, 中野拓也, 小川 登, 信森達也, 徳田 亨

MORIKAMI Yoshiaki, NAKANO Takuya, OGAWA Noboru, NOBUMORI Tatsuya, TOKUDA Kyo

要 旨

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構人形峠環境技術センター周辺の環境放射線等測定結果を評価する上での補完データの蓄積を目的として、令和3～5年度の3年間、岡山県内に生育する樹木の松葉を採取し、放射性核種及びふっ素濃度の調査を実施した。人形峠周辺における監視測定結果と県内8エリアの測定結果を比較すると、人形峠周辺の監視測定結果は県内8エリアの測定結果の範囲に概ね含まれており、同レベルであると認められた。一方、各エリアの測定結果を比較すると、ウラン238及びラジウム226濃度については全エリアの平均値と比較して、2倍程度高い値を示すエリアが一部で認められた。このうち1エリアについて各樹木個体間の結果を比較すると、ウラン238及びラジウム226濃度は、人形峠周辺における監視測定結果を大きく上回る濃度が検出されるなど特徴的な個体差が認められた。

[キーワード：松葉, 環境放射能, ウラン238, ラジウム226, ふっ素]

[Key words : Pine Needles, Environmental Radioactivity, U-238, Ra-226, Fluorine]

1 はじめに

岡山県では、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構人形峠環境技術センター周辺において環境放射線等の監視測定（以下「監視測定」という。）を昭和54年度から継続して行っている。これまで、監視測定結果を評価する上での補完データの蓄積を目的として、環境放射線等のバックグラウンドレベルを把握しており<sup>1)~3)</sup>、令和3～5年度は、監視測定対象である松葉に含まれる放射性核種及びふっ素（以下「F」という。）の濃度レベルの調査を行い、結果をとりまとめたので、その結果を報告する。

2 材料と方法

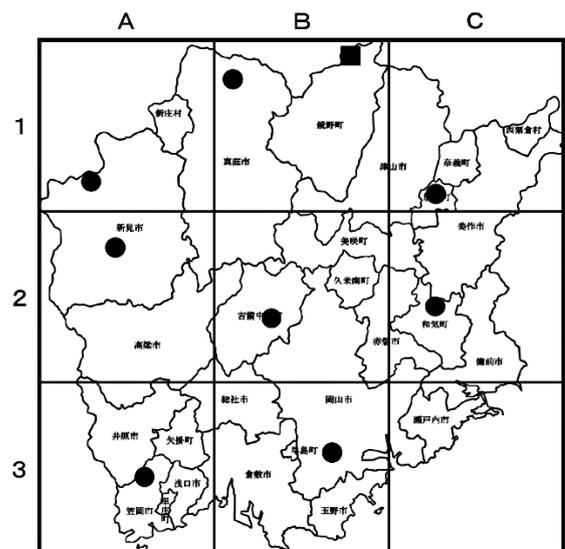
2.1 試料採取方法、調査時期及び検体数

試料採取に当たっては、県内全域を対象とするため、岡山県を図1に示すように9メッシュに区切り、このうち海域が大半を占める1エリア（C3エリア）を除く8エリアを調査対象とし、エリア内で試料採取が継続的に可能な地点を選定した。

松葉は、近接して生育する複数の樹木個体を対象とし、樹冠下部の枝ごと採取した。調査時期は4～6月とし、各エリアで試料を採取した。令和4～5年度の調査では、松葉と生育土壌中の放射性核種及びF濃度の関連性を確認するため、試料を採取した松の近傍の土壌（表層0～

5 cm）を採取した。なお、生育不良や樹木の伐採等の環境変化により、前年度と同様の採取ができなかった場合には、近傍の地点で採取した。

また、B2エリアについては、令和3年度調査で放射能濃度が特に高かったことから、同一エリア個体間の差を調査するため、令和3年度調査の個体（B2①）に加えて、令和4～5年度の調査では、半径約100 m以内に点在する4個体（B2②～B2⑤）を追加調査の対象とした。



■ 人形峠環境技術センター (人形峠南部 調査地点) ● 各エリア調査地点

図1 県内メッシュ調査図

## 2.2 測定項目、測定方法等

測定項目、測定方法及び使用した測定機器を表1に示す。監視測定では、放射能測定法シリーズ<sup>4)</sup>に準拠して試料の採取及び前処理を行った後、ウラン238（以下「U-238」という。）及びラジウム226（以下「Ra-226」という。）濃度は同シリーズに、F濃度はFイオン電極法<sup>5)</sup>に準拠してそれぞれ測定を行った。

また、参考として、 $\gamma$ 線放出核種であるセシウム134及びセシウム137（以下「Cs-134」及び「Cs-137」という。）、カリウム40（以下「K-40」という。）濃度も併せて調査した。これらは放射能測定法シリーズ<sup>4)</sup>に準拠し、プラスチック製容器（U-8容器）に充填し、Ge半導体検出器（CANBERRA製GC2518）を用いて測定した。放射性核種の濃度は、松葉の灰化率から生重量当たりの放射能濃度に換算（Bq/kg生）し、F濃度は、松葉の水分率から生重量当たりのF濃度に換算（mg/kg生）した。放射線計測測定結果は、測定値が計数誤差の3倍を超える場合を有意値とし、3倍以下の場合にはND（不検出）と表記した。なお、移行係数は松葉中濃度を土壌中濃度で除することで算出（生/乾）した。

## 2.3 試料の前処理

松葉は枝から採取した2年葉を分析対象試料とし、それぞれの測定項目に応じて前処理及び試料調製を行った。U-238及びRa-226濃度測定に供する試料については、105℃の熱風循環式乾燥装置（富士科学器械製S7P）で十分に乾燥させ、脱臭装置付電気炉（東京技術研究所製TFF80-C）を用いて450℃で24時間かけて灰化させた。

F濃度の測定に供する試料については、105℃の定常恒温器（ヤマト科学製DK63）で十分に乾燥させ、ウイレー型粉砕器（吉田製作所製1029-A）で粉砕した。

土壌は2mmのふるいを通したものをU-238、Cs-134、

Cs-137及びK-40測定用試料とし、300 $\mu$ mのふるいを通したものをRa-226測定用試料に、150 $\mu$ mのふるいを通したものをF濃度測定用試料とした。

## 3 結果及び考察

### 3.1 松葉

松葉の放射性核種及びF濃度測定結果並びに人形峠周辺の監視測定結果（以下「人形峠監視結果」という。）を表2に示す。また、人形峠周辺の監視測定項目であるU-238、Ra-226及びF濃度の比較図について図2～4に示す。なお、B2エリアは令和3年度から調査している個体（B2①）の測定結果を代表値とした。

松葉のU-238濃度は0.016～0.126 Bq/kg生、Ra-226濃度は0.06～3.79 Bq/kg生、F濃度は0.5～1.0 mg/kg生、Cs-134濃度は全地点でND、Cs-137濃度はND～0.145 Bq/kg生、K-40濃度は47.8～82.7 Bq/kg生であった。

県内8エリアにおける調査結果の平均値（以下「全エリア平均値」という。）について人形峠監視結果の平均値を比較すると、Ra-226濃度は人形峠周辺でやや高い結果であったが、測定結果の範囲については、いずれの項目についても同レベルであった。なお、Cs-137及びK-40の濃度は、福島第一原発事故前である平成元年～平成22年における島根県の松葉の測定結果（Cs-137濃度：ND～0.53 Bq/kg生、K-40濃度：39～115 Bq/kg生）<sup>6)</sup>と同程度であった。

各エリアの測定結果を比較すると、F、Cs-134及びK-40濃度は各エリア間で特徴的な差は見られなかったが、U-238濃度とRa-226濃度はA3エリアとB2①エリアで、Cs-137はB1エリアで全エリア平均値の2倍を超える高い値が認められた。

表1 測定項目、測定方法、測定機器一覧

測定項目	測定方法	測定機器
U-238	TBP抽出分離法及び $\alpha$ 線スペクトロメトリ法	$\alpha$ 線波高分析装置 (CANBERRA製 $\alpha$ -Analyst)
Ra-226	EDTA-4Na分解・BaSO <sub>4</sub> 再沈法 及び全 $\alpha$ 計数法	2 $\pi$ ガスフロー自動測定装置 (日立アロカメディカル製LBC-4311B)
F	Fイオン電極法	Fイオンメーター (サーモフィッシャーサイエンティフィック製VERSA STAR)
Cs-134 Cs-137 K-40	Ge半導体検出器による $\gamma$ 線 放出核種測定	Ge半導体検出器 (CANBERRA製GC2518)

表2 松葉の放射性核種及びF濃度の測定結果

地点	年度	採取日	灰化率 (%)	U-238 (Bq/kg生)	Ra-226 (Bq/kg生)	F			Cs-134 (Bq/kg生)	Cs-137 (Bq/kg生)	K-40 (Bq/kg生)
						乾 (mg/kg乾)	生 (mg/kg生)	水分率(%)			
A1	R3	R3.5.10	1.1	0.016 ± 0.002	0.22 ± 0.02	1.5	0.8	47.9	ND	ND	73.8 ± 0.58
	R4	R4.5.18	1.2	0.025 ± 0.002	0.25 ± 0.03	1.1	0.6	48.4	ND	0.019 ± 0.005	74.0 ± 0.53
	R5	R5.5.31	1.1	0.032 ± 0.003	0.23 ± 0.02	1.6	0.8	50.4	ND	0.026 ± 0.006	71.3 ± 0.57
A2	R3	R3.5.10	1.1	0.026 ± 0.003	0.10 ± 0.02	1.5	0.7	49.9	ND	0.023 ± 0.007	74.9 ± 0.53
	R4	R4.5.18	1.0	0.016 ± 0.002	0.15 ± 0.02	0.9	0.5	50.7	ND	ND	62.7 ± 0.44
	R5	R5.5.31	1.4	0.018 ± 0.002	0.18 ± 0.02	1.3	0.6	52.8	ND	ND	71.1 ± 0.55
A3	R3	R3.5.12	1.2	0.071 ± 0.005	0.74 ± 0.04	1.6	0.8	50.1	ND	ND	69.6 ± 0.47
	R4	R4.5.23	1.4	0.081 ± 0.005	0.60 ± 0.04	1.9	0.9	51.6	ND	ND	79.9 ± 0.57
	R5	R5.5.29	1.4	0.117 ± 0.008	3.79 ± 0.14	2.0	0.8	58.7	ND	ND	47.8 ± 0.56
B1	R3	R3.6.1	1.4	0.024 ± 0.003	0.19 ± 0.02	1.7	0.8	52.4	ND	0.145 ± 0.008	51.4 ± 0.47
	R4	R4.5.16	1.4	0.019 ± 0.002	0.24 ± 0.03	1.3	0.6	52.7	ND	0.126 ± 0.008	52.1 ± 0.48
	R5	R5.6.6	1.5	0.026 ± 0.003	0.33 ± 0.04	1.8	0.8	54.8	ND	0.120 ± 0.009	52.6 ± 0.51
B2①	R3	R3.4.26	1.3	0.115 ± 0.008	1.90 ± 0.08	1.4	0.7	50.5	ND	0.023 ± 0.007	74.8 ± 0.68
	R4	R4.5.30	1.6	0.114 ± 0.008	0.41 ± 0.04	1.7	0.8	52.8	ND	ND	80.6 ± 0.62
	R5	R5.5.23	1.5	0.126 ± 0.01	0.53 ± 0.04	1.5	0.8	50.8	ND	ND	82.7 ± 0.62
B3	R3	R3.4.22	1.3	0.032 ± 0.003	0.19 ± 0.02	1.7	0.9	45.2	ND	ND	68.5 ± 0.69
	R4	R4.5.10	1.2	0.026 ± 0.002	0.20 ± 0.02	1.6	0.8	47.8	ND	ND	69.0 ± 0.48
	R5	R5.5.1	1.1	0.030 ± 0.003	0.06 ± 0.01	1.9	1.0	47.1	ND	0.023 ± 0.007	57.2 ± 0.44
C1	R3	R3.6.1	0.9	0.020 ± 0.002	0.23 ± 0.02	1.2	0.5	56.6	ND	0.027 ± 0.005	71.7 ± 0.49
	R4	R4.5.16	0.9	0.018 ± 0.002	0.18 ± 0.02	1.0	0.5	54.1	ND	0.054 ± 0.008	76.9 ± 0.51
	R5	R5.5.15	0.9	0.016 ± 0.002	0.26 ± 0.02	1.2	0.6	52.3	ND	0.052 ± 0.005	74.6 ± 0.46
C2	R3	R3.4.26	1.0	0.037 ± 0.003	0.45 ± 0.03	1.3	0.7	46.6	ND	0.086 ± 0.008	63.3 ± 0.52
	R4	R4.5.23	1.0	0.030 ± 0.003	0.36 ± 0.03	1.5	0.8	50.0	ND	0.063 ± 0.006	60.1 ± 0.44
	R5	R5.5.15	1.0	0.030 ± 0.003	0.32 ± 0.03	1.5	0.8	48.3	ND	0.056 ± 0.006	61.5 ± 0.47
測定範囲				0.016 ~ 0.126	0.06 ~ 3.79	0.9 ~ 2.0	0.5 ~ 1.0		ND	ND ~ 0.145	47.8 ~ 82.7
平均値				0.044	0.50	1.5	0.7		ND	0.060	67.6
人形峠周辺	R3	R3.6.7	1.0	0.036 ± 0.003	1.14 ± 0.06	0.9	0.5	48.3	ND	0.053 ± 0.006	56.9 ± 0.43
	R4	R4.6.6	1.0	0.028 ± 0.003	1.11 ± 0.06	0.9	0.4	54.7	ND	0.031 ± 0.007	65.3 ± 0.54
	R5	R5.6.13	1.0	0.042 ± 0.003	1.17 ± 0.06	1.7	0.8	52.3	ND	0.150 ± 0.008	64.7 ± 0.45
測定範囲				0.028 ~ 0.042	1.11 ~ 1.17	0.9 ~ 1.7	0.4 ~ 0.8		ND	0.031 ~ 0.150	56.9 ~ 65.3
平均値				0.034	1.13	1.2	0.6		ND	0.078	61.0

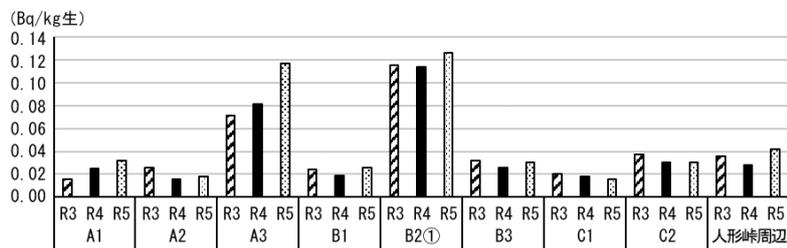


図2 松葉のU-238濃度比較図

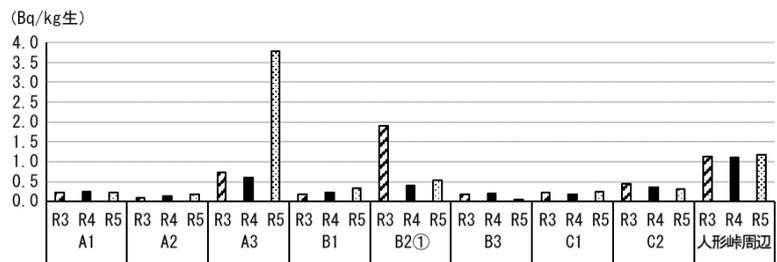


図3 松葉のRa-226濃度比較図

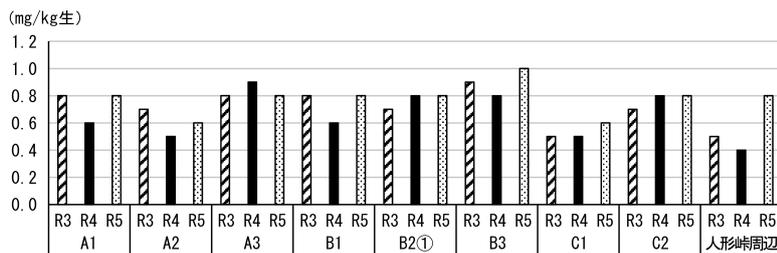


図4 松葉のF濃度比較図

R3調査で放射能濃度が特に高かったB2エリアの5個体の測定結果と人形峠監視結果を表3に示す。

人形峠監視結果とB2エリアにおける調査結果の平均値（以下「B2エリア平均」という。）を比較すると、F、Cs-134及びK-40濃度は特徴的な差は見られなかったが、U-238及びRa-226濃度は人形峠周辺よりもB2エリアが

高く、Cs-137濃度は低い傾向が見られた。

B2エリアの各樹木個体間の結果を比較すると、F、Cs-134、Cs-137及びK-40の濃度は大きな差は見られなかったが、U-238濃度で最大5倍程度、Ra-226濃度で最大10倍程度の個体差が見られた。

表3 松葉の放射性核種及びF濃度の測定結果（B2エリア）

地点	年度	採取日	灰化率(%)	U-238 (Bq/kg生)	Ra-226 (Bq/kg生)	F			Cs-134 (Bq/kg生)	Cs-137 (Bq/kg生)	K-40 (Bq/kg生)
						乾 (mg/kg乾)	生 (mg/kg生)	水分率 (%)			
B2①	R4	R4.5.30	1.6	0.114 ± 0.008	0.41 ± 0.04	1.7	0.8	52.8	ND	ND	80.6 ± 0.6
	R5	R5.5.23	1.5	0.126 ± 0.010	0.53 ± 0.04	1.5	0.8	50.8	ND	ND	82.7 ± 0.6
B2②	R4	R4.5.30	1.4	0.183 ± 0.012	4.60 ± 0.16	1.3	0.6	54.5	ND	0.033 ± 0.009	75.9 ± 0.6
	R5	R5.5.23	1.4	0.158 ± 0.011	3.70 ± 0.14	1.3	0.6	51.6	ND	0.048 ± 0.010	75.1 ± 0.6
B2③	R4	R4.5.30	1.0	0.036 ± 0.003	0.68 ± 0.04	1.6	0.8	52.0	ND	0.027 ± 0.008	70.5 ± 0.5
	R5	R5.5.23	1.1	0.040 ± 0.003	0.83 ± 0.05	1.4	0.7	48.1	ND	ND	70.1 ± 0.6
B2④	R4	R4.5.30	1.4	0.197 ± 0.013	3.83 ± 0.14	1.9	0.9	51.5	ND	ND	78.1 ± 0.6
	R5	R5.5.23	1.2	0.138 ± 0.009	3.73 ± 0.14	1.4	0.7	47.5	ND	ND	69.9 ± 0.6
B2⑤	R4	R4.5.30	1.2	0.138 ± 0.010	2.44 ± 0.10	1.4	0.7	51.9	ND	0.019 ± 0.006	49.6 ± 0.4
	R5	R5.5.23	1.2	0.132 ± 0.010	2.42 ± 0.10	1.5	0.8	49.9	ND	ND	49.1 ± 0.5
測定範囲				0.036 ~ 0.197	0.41 ~ 4.60	1.3 ~ 1.9	0.6 ~ 0.9		ND	0.019 ~ 0.048	49.1 ~ 82.7
平均値				0.126	2.32	1.5	0.7		ND	0.029	70.2
人形峠周辺	R4	R4.6.6	1.0	0.028 ± 0.003	1.11 ± 0.06	0.9	0.4	54.7	ND	0.031 ± 0.007	65.3 ± 0.5
	R5	R5.6.13	1.0	0.042 ± 0.003	1.17 ± 0.06	1.7	0.8	52.3	ND	0.150 ± 0.008	64.7 ± 0.5
測定範囲				0.028 ~ 0.042	1.11 ~ 1.17	0.9 ~ 1.9	0.4 ~ 0.9		ND	0.031 ~ 0.150	64.7 ~ 65.3
平均値				0.035	1.14	1.5	0.7		ND	0.091	65.0

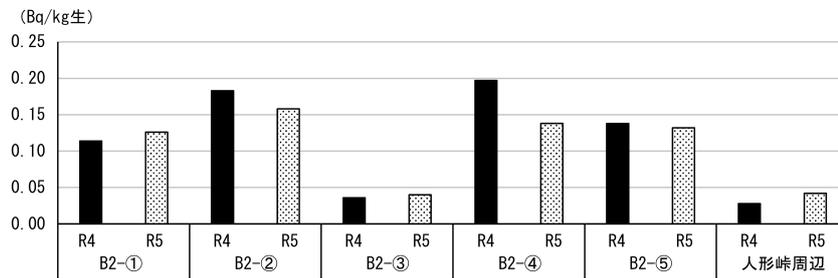


図5 松葉のU-238濃度比較図（B2エリア）

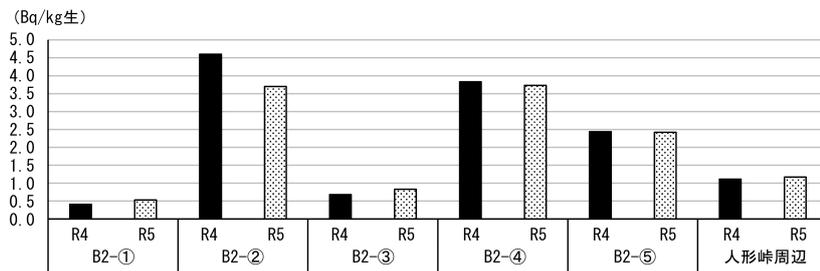


図6 松葉のRa-226濃度比較図（B2エリア）

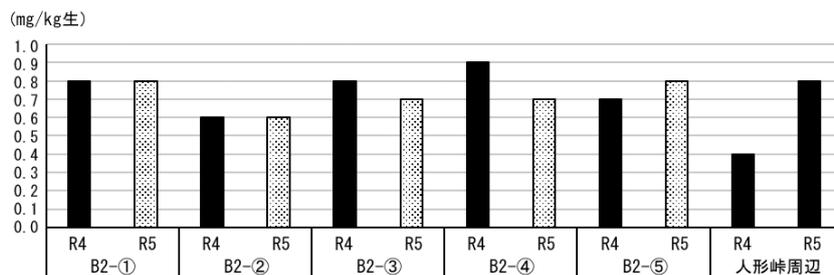


図7 松葉のF濃度比較図（B2エリア）

### 3.2 土壌

土壌の調査結果と人形峠監視結果を表4に示す。

放射性核種の濃度は、土壌の乾燥重量当たりの放射能濃度に換算 (Bq/g乾) し、F濃度は、土壌の乾燥重量当たりのF濃度に換算 (mg/kg乾) した。

土壌のU-238濃度は0.010～0.042 Bq/g乾, Ra-226濃度は0.02～0.10 Bq/g乾, F濃度は60～540 mg/kg乾, Cs-134濃度は全地点でND, Cs-137濃度はND～28.8 Bq/kg乾, K-40濃度は119～957 Bq/kg乾であった。

全エリアと人形峠監視結果の平均値を比較すると、F, Cs-134, Cs-137及びK-40の濃度は特徴的な差は見られなかったが、U-238及びRa-226濃度は人形峠周辺で全エリア平均値より2倍程度高い傾向が見られた。これは、人形峠周辺はウラン鉱床が存在する地域であり、U-238

及びその子孫核種であるRa-226が土壌中に比較的多く含まれるためであると考えられる。

各エリアの測定結果を比較すると、U-238及びRa-226濃度はA3エリア, F濃度はA3及びB3エリア, Cs-137濃度はC1エリアが比較的高く、全エリア平均値の2倍を超えていた。なお、K-40濃度はC1及びC2エリアで低かった。これは、C1及びC2エリアで採取した樹木近傍の腐葉土によるものと考えられる。

令和3年度の調査で放射能濃度が特に高かったB2エリアの5個体の測定結果と人形峠監視結果を表5に示す。

人形峠監視結果とB2エリアの平均を比較すると、いずれの項目も特徴的な差は見られなかった。

表4 土壌の放射性核種及びF濃度の測定結果

地点	年度	採取日	U-238 (Bq/g乾)	Ra-226 (Bq/g乾)	F (mg/kg乾)	Cs-134 (Bq/kg乾)	Cs-137 (Bq/kg乾)	K-40 (Bq/kg乾)
A1	R3	R3.5.10	0.011 ± 0.001	0.03 ± 0.003	70	ND	3.40 ± 0.25	888 ± 11
	R4	R4.5.18	0.011 ± 0.001	0.03 ± 0.002	86	ND	3.23 ± 0.26	831 ± 11
	R5	R5.5.31	0.011 ± 0.001	0.03 ± 0.003	60	ND	0.61 ± 0.17	957 ± 12
A2	R3	R3.5.10	0.015 ± 0.001	0.03 ± 0.003	130	ND	ND	728 ± 11
	R4	R4.5.18	0.015 ± 0.001	0.03 ± 0.002	120	ND	0.83 ± 0.25	803 ± 12
	R5	R5.5.31	0.014 ± 0.001	0.03 ± 0.003	120	ND	ND	794 ± 11
A3	R3	R3.5.12	0.028 ± 0.002	0.08 ± 0.004	130	ND	ND	905 ± 10
	R4	R4.5.23	0.042 ± 0.003	0.10 ± 0.005	540	ND	ND	956 ± 11
	R5	R5.5.29	0.016 ± 0.001	0.04 ± 0.003	180	ND	ND	772 ± 10
B1	R3	R3.6.1	0.022 ± 0.002	0.05 ± 0.003	190	ND	2.92 ± 0.27	688 ± 11
	R4	R4.5.16	0.019 ± 0.001	0.04 ± 0.003	210	ND	2.26 ± 0.27	669 ± 11
	R5	R5.6.6	0.018 ± 0.001	0.04 ± 0.003	190	ND	3.08 ± 0.29	656 ± 12
B2①	R3	R3.4.26	0.028 ± 0.002	0.05 ± 0.003	190	ND	0.88 ± 0.21	849 ± 12
	R4	R4.5.30	0.019 ± 0.001	0.04 ± 0.003	160	ND	ND	841 ± 10
	R5	R5.5.23	0.025 ± 0.002	0.04 ± 0.003	150	ND	ND	850 ± 11
B3	R3	R3.4.22	0.026 ± 0.002	0.06 ± 0.004	500	ND	ND	909 ± 10
	R4	R4.5.10	0.027 ± 0.002	0.06 ± 0.004	480	ND	ND	747 ± 9
	R5	R5.5.1	0.011 ± 0.001	0.03 ± 0.003	520	ND	0.68 ± 0.17	698 ± 10
C1	R3	R3.6.1	0.011 ± 0.001	0.02 ± 0.002	110	ND	28.8 ± 0.69	291 ± 9
	R4	R4.5.16	0.010 ± 0.001	0.02 ± 0.002	120	ND	28.8 ± 0.68	299 ± 9
	R5	R5.5.15	0.014 ± 0.001	0.02 ± 0.002	150	ND	13.9 ± 0.46	431 ± 10
C2	R3	R3.4.26	0.010 ± 0.001	0.03 ± 0.002	150	ND	2.86 ± 0.25	167 ± 6
	R4	R4.5.23	0.011 ± 0.001	0.02 ± 0.002	170	ND	2.95 ± 0.26	119 ± 5
	R5	R5.5.15	0.011 ± 0.001	0.02 ± 0.002	130	ND	2.06 ± 0.22	158 ± 6
測定範囲			0.010 ~ 0.042	0.02 ~ 0.10	60 ~ 540	ND	ND ~ 28.8	119 ~ 957
平均値			0.018	0.04	202	ND	6.49	667
人形峠周辺	R3	R3.6.7	0.053 ± 0.004	0.096 ± 0.005	120	ND	ND	1071 ± 13
	R4	R4.6.7	0.041 ± 0.003	0.083 ± 0.004	170	ND	ND	948 ± 11
	R5	R5.6.13	0.039 ± 0.003	0.081 ± 0.004	150	ND	ND	959 ± 11
測定範囲			0.039 ~ 0.053	0.081 ~ 0.096	120 ~ 170	ND	ND	948 ~ 1071
平均値			0.044	0.09	147	ND	ND	993

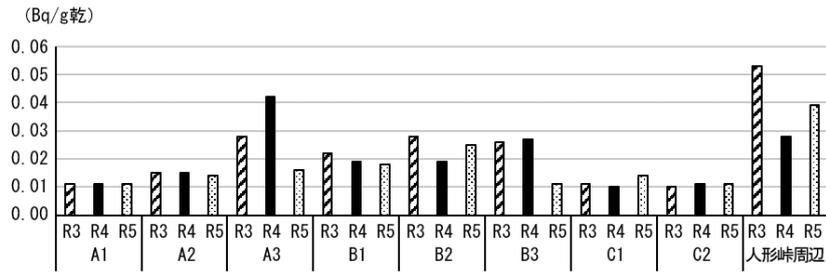


図8 土壌のU-238濃度比較図

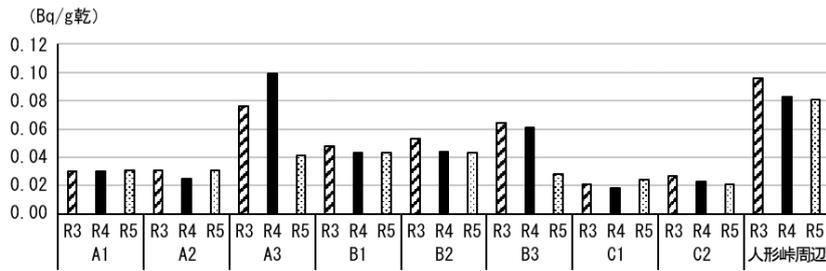


図9 土壌のRa-226濃度比較図

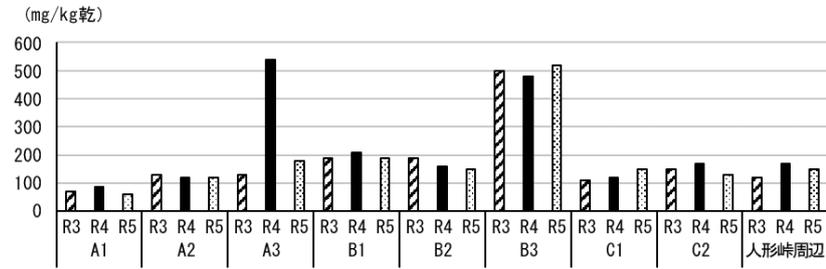


図10 土壌のF濃度比較図

表5 土壌の放射性核種及びF濃度の測定結果 (B2エリア)

地点	年度	採取日	U-238 (Bq/g乾)	Ra-226 (Bq/g乾)	F	Cs-134 (Bq/kg乾)	Cs-137 (Bq/kg乾)	K-40 (Bq/kg乾)
					(mg/kg乾)			
B2①	R4	R4. 5. 30	0.019 ± 0.001	0.04 ± 0.003	160	ND	ND	841 ± 10
	R5	R5. 5. 23	0.025 ± 0.002	0.04 ± 0.003	150	ND	ND	850 ± 11
B2②	R4	R4. 5. 30	0.028 ± 0.002	0.06 ± 0.004	140	ND	0.86 ± 0.22	914 ± 12
	R5	R5. 5. 23	0.026 ± 0.002	0.06 ± 0.004	140	ND	0.73 ± 0.21	934 ± 12
B2③	R4	R4. 5. 30	0.029 ± 0.002	0.05 ± 0.003	190	ND	0.85 ± 0.19	417 ± 9
	R5	R5. 5. 23	0.026 ± 0.002	0.06 ± 0.004	180	ND	0.66 ± 0.15	812 ± 10
B2④	R4	R4. 5. 30	0.022 ± 0.001	0.05 ± 0.003	140	ND	1.48 ± 0.25	908 ± 13
	R5	R5. 5. 23	0.023 ± 0.002	0.05 ± 0.003	140	ND	1.11 ± 0.34	943 ± 13
B2⑤	R4	R4. 5. 30	0.042 ± 0.002	0.11 ± 0.005	190	ND	ND	1013 ± 12
	R5	R5. 5. 23	0.043 ± 0.003	0.09 ± 0.005	200	ND	ND	1066 ± 13
測定範囲			0.019 ~ 0.043	0.04 ~ 0.11	140 ~ 200	ND	ND ~ 1.48	417 ~ 1066
平均値			0.028	0.06	163	ND	0.95	870
人形峠周辺	R4	R4. 6. 7	0.041 ± 0.003	0.083 ± 0.004	170	ND	ND	948 ± 11
	R5	R5. 6. 13	0.039 ± 0.003	0.081 ± 0.004	150	ND	ND	959 ± 11
測定範囲			0.039 ~ 0.041	0.081 ~ 0.083	150 ~ 170	ND	ND	948 ~ 959
平均値			0.040	0.08	160	ND	ND	953

B2エリアの各個体間の結果を比較すると、F、Cs-134、Cs-137及びK-40の濃度は大きな差は見られなかったが、U-238及びRa-226の濃度で最大2倍程度の個体差が見られた。

### 3.3 移行係数

次に、生育土壌と松葉に含まれる放射性核種及びF濃度の関係性を調べるため、土壌から松葉への各項目の移行係数（松葉中の濃度/土壌中の濃度）を算出した結果を表6に示す。

U-238は各エリアで $9.6E-04 \sim 7.3E-03$ 、人形峠周辺で $6.8E-04 \sim 1.1E-03$ 、Ra-226は各エリアで $2.1E-03 \sim 9.2E-02$ 、人形峠周辺で $1.2E-02 \sim 1.4E-02$ であり、いずれの核種においても極端な変動は認められなかった。佐々木らの報告<sup>7)</sup>によると、一般的な農作物における移行係数はU-238で $4.9E-06 \sim 3.6E-04$ 、Ra-226で $<7.8E-04 \sim 4.0E-03$ であり、松葉中におけるU-238及びRa-226の移行係数は一般的な農作物と比べてやや高い傾向であった。

また、参考に算定した土壌から松葉へのF、Cs-137及びK-40の移行係数は、Fは各エリアで $1.7E-03 \sim 1.3E-02$ 、人形峠周辺で $2.4E-03 \sim 5.3E-03$ 、Cs-137は各エリアで

$9.4E-04 \sim 5.6E-02$ （人形峠周辺ではNDのため算出不可）、K-40は各エリアで $6.2E-02 \sim 5.0E-01$ 、人形峠周辺で $5.3E-02 \sim 6.9E-02$ であり、いずれの項目についても各エリアと人形峠周辺では同程度であった。

令和3年度の調査で放射能濃度が特に高かったB2エリアの5個体における土壌から松葉への移行係数を算出した結果を表7に示す。

U-238は $1.2E-03 \sim 9.0E-03$ 、Ra-226は $9.3E-03 \sim 8.1E-02$ 、Fは $3.7E-03 \sim 6.4E-03$ 、Cs-137は $3.2E-02 \sim 6.5E-02$ 、K-40は $4.6E-02 \sim 1.7E-01$ であり、他のエリアや人形峠周辺と同程度であった。また、エリアの違いによるバラツキと樹木個体差によるバラツキは同程度であった。

## 4 まとめ

令和3年度～令和5年度に行った調査では、U-238、Ra-226、F、Cs-134、Cs-137及びK-40濃度について岡山県内におけるバックグラウンドレベルを把握することができた。各エリアの調査結果と人形峠監視結果の平均値を比較すると、人形峠周辺において、松葉ではRa-226濃度が、土壌ではU-238及びRa-226の濃度が、それぞれ

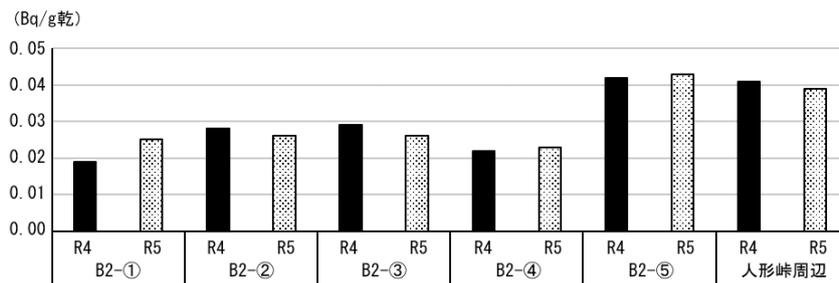


図11 土壌のU-238濃度比較図 (B-2エリア)

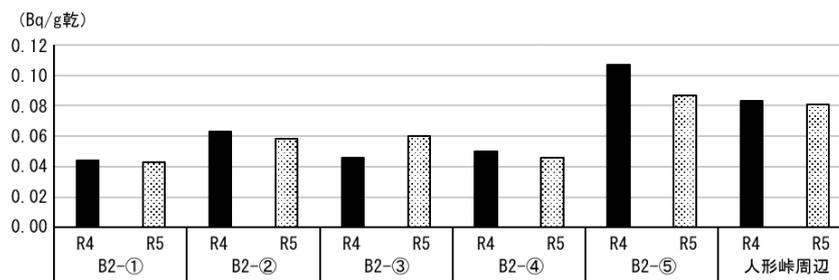


図12 土壌のRa-226濃度比較図 (B-2エリア)

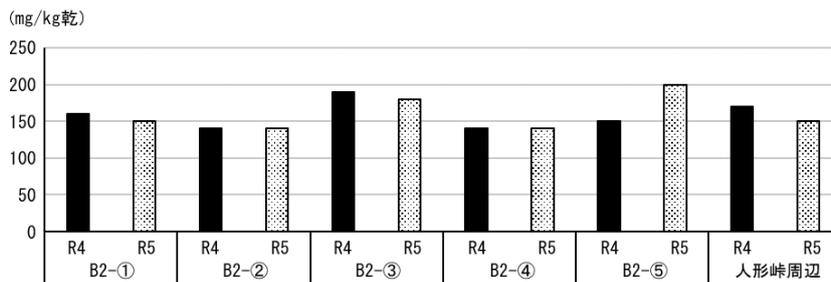


図13 土壌のF濃度比較図 (B-2エリア)

各エリアより高かった。一方、各エリア間の測定結果を比較すると、松葉ではU-238及びRa-226濃度がA3エリア及びB2①エリアで、Cs-137濃度がB1エリアで特に高かった。また、土壌ではU-238及びRa-226濃度がA3エリアで、F濃度がA3及びB3エリアで、Cs-137濃度がC1エリアで特に高かった。U-238及びRa-226濃度について、採取年度による変動傾向は比較的少なかったが、

R5年度に伐採に伴い採取対象樹木を変更したA3エリアの松葉中Ra-226濃度が従前と大きく異なった。このことは、たとえ近傍であっても樹木個体によって松葉中の濃度が大きく異なることを示唆していた。

一方、B2エリアで行った各樹木個体間の結果を比較すると、U-238及びRa-226の松葉中濃度については、近傍の距離であっても数倍の濃度差が認められ、さらには

表6 移行係数（松葉濃度/土壌濃度）

地点	年度	採取日	移行係数（松葉濃度/土壌濃度）				
			U-238	Ra-226	F	Cs-137	K-40
A1	R3	R3.5.10	1.5 E-03	7.3 E-03	1.1 E-02	-	8.3 E-02
	R4	R4.5.18	2.3 E-03	8.3 E-03	6.5 E-03	5.9 E-03	8.9 E-02
	R5	R5.5.31	2.9 E-03	7.4 E-03	1.3 E-02	4.3 E-02	7.5 E-02
A2	R3	R3.5.10	1.7 E-03	3.2 E-03	5.6 E-03	-	1.0 E-01
	R4	R4.5.18	1.1 E-03	6.0 E-03	3.8 E-03	-	7.8 E-02
	R5	R5.5.31	1.3 E-03	5.8 E-03	5.0 E-03	-	9.0 E-02
A3	R3	R3.5.12	2.5 E-03	9.7 E-03	6.2 E-03	-	7.7 E-02
	R4	R4.5.23	1.9 E-03	6.1 E-03	1.7 E-03	-	8.4 E-02
	R5	R5.5.29	7.3 E-03	9.2 E-02	4.4 E-03	-	6.2 E-02
B1	R3	R3.6.1	1.1 E-03	4.0 E-03	4.3 E-03	5.0 E-02	7.5 E-02
	R4	R4.5.16	1.0 E-03	5.6 E-03	2.9 E-03	5.6 E-02	7.8 E-02
	R5	R5.6.6	1.4 E-03	7.7 E-03	4.2 E-03	3.9 E-02	8.0 E-02
B2①	R3	R3.4.26	4.1 E-03	3.6 E-02	3.5 E-03	2.6 E-02	8.8 E-02
	R4	R4.5.30	6.0 E-03	9.3 E-03	4.9 E-03	-	9.6 E-02
	R5	R5.5.23	5.0 E-03	1.2 E-02	5.3 E-03	-	9.7 E-02
B3	R3	R3.4.22	1.2 E-03	3.0 E-03	1.8 E-03	-	7.5 E-02
	R4	R4.5.10	9.6 E-04	3.3 E-03	1.7 E-03	-	9.2 E-02
	R5	R5.5.1	2.7 E-03	2.1 E-03	1.9 E-03	3.4 E-02	8.2 E-02
C1	R3	R3.6.1	1.8 E-03	1.1 E-02	4.6 E-03	9.4 E-04	2.5 E-01
	R4	R4.5.16	1.8 E-03	1.0 E-02	3.8 E-03	1.9 E-03	2.6 E-01
	R5	R5.5.15	1.1 E-03	1.1 E-02	4.0 E-03	3.7 E-03	1.7 E-01
C2	R3	R3.4.26	3.7 E-03	1.7 E-02	4.7 E-03	3.0 E-02	3.8 E-01
	R4	R4.5.23	2.7 E-03	1.6 E-02	4.5 E-03	2.1 E-02	5.0 E-01
	R5	R5.5.15	2.7 E-03	1.5 E-02	6.2 E-03	2.7 E-02	3.9 E-01
測定範囲			9.6 E-04 ~ 7.3 E-03	2.1 E-03 ~ 9.2 E-02	1.7 E-03 ~ 1.3 E-02	9.4 E-04 ~ 5.6 E-02	6.2 E-02 ~ 5.0 E-01
平均値			2.5 E-03	1.3 E-02	4.8 E-03	2.6 E-02	1.4 E-01
人形峠周辺	R3	R3.6.7	6.8 E-04	1.2 E-02	4.2 E-03	-	5.3 E-02
	R4	R4.6.7	6.8 E-04	1.3 E-02	2.4 E-03	-	6.9 E-02
	R5	R5.6.13	1.1 E-03	1.4 E-02	5.3 E-03	-	6.7 E-02
測定範囲			6.8 E-04 ~ 1.1 E-03	1.2 E-02 ~ 1.4 E-02	2.4 E-03 ~ 5.3 E-03		5.3 E-02 ~ 6.9 E-02
平均値			8.1 E-04	1.3 E-02	4.0 E-03		6.3 E-02

表7 移行係数（松葉濃度/土壌濃度）（B2エリア）

地点	年度	採取日	移行係数（松葉濃度/土壌濃度）				
			U-238	Ra-226	F	Cs-137	K-40
B2①	R4	R4.5.30	6.0 E-03	9.3 E-03	5.0 E-03	-	9.6 E-02
	R5	R5.5.23	5.0 E-03	1.2 E-02	5.3 E-03	-	9.7 E-02
B2②	R4	R4.5.30	6.5 E-03	7.3 E-02	4.3 E-03	3.8 E-02	8.3 E-02
	R5	R5.5.23	6.1 E-03	6.4 E-02	4.3 E-03	6.5 E-02	8.0 E-02
B2③	R4	R4.5.30	1.2 E-03	1.5 E-02	4.2 E-03	3.2 E-02	1.7 E-01
	R5	R5.5.23	1.5 E-03	1.4 E-02	3.9 E-03	-	8.6 E-02
B2④	R4	R4.5.30	9.0 E-03	7.7 E-02	6.4 E-03	-	8.6 E-02
	R5	R5.5.23	6.0 E-03	8.1 E-02	5.0 E-03	-	7.4 E-02
B2⑤	R4	R4.5.30	3.3 E-03	2.3 E-02	3.7 E-03	-	4.9 E-02
	R5	R5.5.23	3.1 E-03	2.8 E-02	4.0 E-03	-	4.6 E-02
測定範囲			1.2 E-03 ~ 9.0 E-03	9.3 E-03 ~ 8.1 E-02	3.7 E-03 ~ 6.4 E-03	3.2 E-02 ~ 6.5 E-02	4.6 E-02 ~ 1.7 E-01
平均値			4.8 E-03	4.0 E-02	4.6 E-03	4.5 E-02	8.7 E-02
人形峠周辺	R4	R4.6.7	6.8 E-04	1.3 E-02	2.4 E-03	-	6.9 E-02
	R5	R5.6.13	1.1 E-03	1.4 E-02	5.3 E-03	-	6.7 E-02
測定範囲			6.8 E-04 ~ 1.1 E-03	1.3 E-02 ~ 1.4 E-02	2.4 E-03 ~ 5.3 E-03		6.7 E-02 ~ 6.9 E-02
平均値			8.8 E-04	1.4 E-02	3.8 E-03		6.8 E-02

人形峠監視結果を上回る濃度が検出されるなど大きな個体差が見られた。これは、上述のA3エリアにおける採取対象個体変更に伴う濃度の違いと同様の傾向であった。すなわち、サンプリング対象個体はたとえ近傍であっても生物質中の濃度が大きく異なることがあるため、モニタリングを実施する際には、このことを十分に踏まえて計画することが非常に重要であると考えられた。

今回の調査において、松葉の移行係数の範囲について把握することができた。各エリアと同一エリア内（B2エリア調査）における移行係数の範囲は概ね同等であり、エリア間での気候などの生育状況の違いにかかわらず一定の範囲にあることが認められ、このデータは監視測定における松葉中放射能濃度の評価の一助となる。

## 文 献

- 1) 畑 陽介, 清水光郎, 木下浩行, 片岡敏夫, 小川 登: 岡山県内における環境放射能バックグラウンド調査 (第4報), 岡山県環境保健センター年報, 40, 39-46, 2016
- 2) 蜂谷博郎, 木下浩行, 加藤大貴, 清水光郎, 小川 登: 岡山県内における環境放射能バックグラウンド調査 - ヨモギ - (第3報), 岡山県環境保健センター年報, 42, 27-34, 2018
- 3) 中野拓也, 蜂谷博郎, 加藤大貴, 小川 登, 信森達也, 三宅和彰, 森上嘉亮: 人形峠周辺の環境放射線等測定に係る補完調査 - 野菜・精米 - (第3報), 岡山県環境保健センター年報, 45, 13-18, 2021
- 4) 原子力規制委員会: 放射能測定法シリーズ  
<https://www.kankyo-hoshano.go.jp/library/series/>  
(2024.7.9アクセス)
- 5) 柳沢三郎: 植物体中のフッ化物の測定法の検討, 環境保健レポート, 8, 33-37, 1972
- 6) 原子力規制委員会: 日本の環境放射能と放射線,  
<https://www.kankyo-hoshano.go.jp/> (2024.7.9アクセス)
- 7) 佐々木朋三, 田代純利, 藤永英司, 石井友章, 軍司康義: 土壌から農作物へのウラン, トリウム, ラジウム及び鉛の移行係数と線量評価, 保健物理, 37(3), 208-221, 2002



【資料】

岡山県におけるカルバペネム耐性腸内細菌目細菌病原体サーベイランス  
Regional Surveillance of carbapenem-resistant Enterobacterales Pathogen in Okayama Prefecture

河合央博, 池田和美, 梶原知博 (細菌科)

KAWAI Hisahiro, IKEDA Kazumi, KAJIHARA Tomohiro (Bacteriology Section)

要 旨

2017年10月から2023年12月の間に岡山県内（岡山市を除く）で発生したカルバペネム耐性腸内細菌目細菌（carbapenem-resistant enterobacterales；以下「CRE」という。）感染症について、患者由来株43株を収集し、遺伝子解析等、詳細な解析を行った。このうちカルバペネマーゼを産生する腸内細菌目細菌（carbapenemase-producing enterobacterales；以下「CPE」という。）は7株（16.3%）認められ、その内訳は、IMP型4株（全てIMP-1）、NDM型2株（NDM-1及びNDM-7）及びOXA-48型1株（OXA-232/833）であった。海外渡航歴がない患者からの海外型CPE（NDM型及びOXA-48型）の検出は、これらが既に市中に拡散していることを示唆しており、今後も動向を監視する必要があると考えられた。また、カルバペネマーゼを産生しないCREであっても基質特異性拡張型 $\beta$ -ラクタマーゼ（ESBL）遺伝子又はプラスミド性AmpC型 $\beta$ -ラクタマーゼ遺伝子を保有する株の中には、CPEと同程度の多剤耐性傾向を示す株が認められたことから、これら $\beta$ -ラクタマーゼ遺伝子保有株についても注視する必要があると考えられた。

[キーワード: 薬剤耐性菌, カルバペネム耐性腸内細菌目細菌, カルバペネマーゼ産生腸内細菌目細菌,  $\beta$ -ラクタマーゼ]

[Key words : antimicrobial resistant bacteria, carbapenem-resistant enterobacterales, carbapenemase-producing enterobacterales,  $\beta$ -lactamase]

1 はじめに

カルバペネム耐性腸内細菌目細菌（carbapenem-resistant enterobacterales；以下「CRE」という。）感染症は、メロペネム等のカルバペネム系薬剤及び広域 $\beta$ -ラクタム剤に対して耐性を示す腸内細菌目細菌による感染症で、「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律」（平成十年法律第百十四号）に基づく5類全数把握対象疾患である。主に感染防御機能の低下した患者や外科手術後の患者、抗菌薬を長期にわたって使用している患者等が感染することで、肺炎等の呼吸器感染症、尿路感染症、手術部位や外傷部位の感染症その他多様な感染症を引き起こす。

近年、CRE感染症が世界的に増加し、問題となっている。原因となるCREは、 $\beta$ -ラクタマーゼであるカルバペネマーゼを産生するタイプ（carbapenemase-producing enterobacterales；以下「CPE」という。）と、産生しないタイプ（以下「non-CPE」という。）の2種類に大別される。CPEのカルバペネマーゼ遺伝子はプラスミド上に存在することが多く、接合等により同一菌種はもとより、他菌種にも伝達され、しばしば院内感染の原因となっている。また、CPEのプラスミド上には他の

抗菌薬への耐性遺伝子が存在することも多く、伝達された細菌が多剤耐性を獲得することも問題である。そのため、CRE対策にはCPEとnon-CPEの鑑別が重要であるが、カルバペネマーゼ遺伝子の検出によるCPEの同定を実施している医療機関は少ない。そのため、地方衛生研究所等では、厚生労働省健康局結核感染症課長通知「カルバペネム耐性腸内細菌科細菌（CRE）感染症等に係る試験検査の実施について」（平成29年3月28日付 健感発0328第4号）に基づき、CRE感染症の患者から分離されたCRE菌株について、カルバペネマーゼ遺伝子等の検査を実施している。

今回我々は、2014年9月から2023年12月までの間の岡山市を除く岡山県内（以下「県内」という。）におけるCRE感染症患者の発生状況と、2017年10月から2023年12月の間に県内で分離されたCRE感染症患者由来株を対象に実施したカルバペネマーゼ遺伝子等の検査結果について報告する。また、カルバペネマーゼ遺伝子のバリエーション型のほか、他の $\beta$ -ラクタマーゼとして基質特異性拡張型 $\beta$ -ラクタマーゼ（以下「ESBL」という。）遺伝子及びAmpC型 $\beta$ -ラクタマーゼ（以下「AmpC」という。）遺伝子の検出並びに薬剤感受性試験を実施し

たので、それらの結果も併せて報告する。

## 2 材料及び方法

### 2.1 CRE感染症の発生状況調査

2014年9月から2023年12月までの間に県内でCRE感染症として届出があった患者について、感染症サーベイランスシステム（以下「NESID」という。）の登録情報を基に、年齢（年代）、性別、診断名、検出検体及び分離菌種の情報を集計した。

### 2.2 CRE菌株の検査

#### 2.2.1 対象及び菌株

2017年10月から2023年12月までの間に県内で分離されたCRE感染症患者由来株のうち、当センターに搬入されたCRE菌株43株を対象とした。

#### 2.2.2 方法

##### 2.2.2.1 菌種同定

搬入された菌株は、IDテスト・EB-20（島津ダイアグノスティクス；旧IDテスト・EB-20「ニッスイ」（日本製薬））を用いて菌種を同定し、NESIDに登録された菌種と相違ないことを確認した。

##### 2.2.2.2 $\beta$ -ラクタマーゼ遺伝子の検出

国立感染症研究所 病原体検出マニュアル 薬剤耐性菌 Ver.1.1（平成28年12月改訂版；以下「病原体検出マニュアル」という。）に従い、IMP型、NDM型、KPC型及びOXA-48型の4種のカルバペネマーゼ遺伝子について、PCR法による遺伝子検出を行った。また、Leらの方法<sup>1)</sup>により、TEM型、SHV型、CTX-M-1group、CTX-M-2group、CTX-M-8/25group及びCTX-M-9groupの6種のESBL遺伝子、さらにPérez-Pérezらの方法<sup>2)</sup>により、MOX型、CIT型、DHA型、EBC型、FOX型及びACC型の6種のAmpC遺伝子についても、PCR法による遺伝子検出を行った。

##### 2.2.2.3 阻害剤を用いた $\beta$ -ラクタマーゼ産生性の確認

KPC型カルバペネマーゼ阻害剤であるボロン酸を用いた $\beta$ -ラクタマーゼ産生性の確認は、病原体検出マニュアル Ver.1.1に従って行った。IMP型及びNDM型等のメタロ- $\beta$ -ラクタマーゼ阻害剤であるメルカプト酢酸ナトリウム（以下「SMA」という。）を用いた $\beta$ -ラクタマーゼ産生性の確認については、2020年6月までの収集株は病原体検出マニュアル Ver.1.1、2020年7月以降の収集株は病原体検出マニュアル Ver. 2.0（令和2年6月改訂版）にそれぞれ従って行った。

#### 2.2.2.4 カルバペネマーゼ産生性の確認

国立感染症研究所で開催された「平成29年度薬剤耐性菌の検査に関する研修」の研修資料「modified Carbapenem Inactivation Method（mCIM）」に準拠し、modified Carbapenem Inactivation Method（以下「mCIM」という。）によりカルバペネマーゼ産生性の確認を行った。メロペネム感性指標株及び陰性対照株として、当センター所有メロペネム感性*Escherichia coli*株、陽性対照株として、当センター所有IMP型（IMP-6）CPEの*Klebsiella pneumoniae*株をそれぞれ用い、検査方法及び判定は研修資料に従った。

#### 2.2.2.5 シークエンスによるカルバペネマーゼ遺伝子のバリエーション型別

2.2.2.2により、カルバペネマーゼ遺伝子を検出した菌株については、病原体検出マニュアル Ver.2.0に従い、シークエンス解析によるバリエーション型別を行った。

#### 2.2.2.6 薬剤感受性試験

薬剤感受性試験は、アンピシリン（ABPC）、セファゾリン（CEZ）、セフメタゾール（CMZ）、セフォタキシム（CTX）、セフェピム（CFPM）、ホスホマイシン（FOM）、カナマイシン（KM）、チゲサイクリン（TGC）、テトラサイクリン（TC）、クロラムフェニコール（CP）、シプロフロキサシン（CPFX）、レボフロキサシン（LVFX）及びスルファメトキサゾール・トリメトプリム合剤（ST）の13種類の薬剤について、センシディスク（日本ベクトン・ディッキンソン）又はKBディスク（栄研化学）を用いたディスク拡散法を実施した。結果は、使用したディスクの添付文書に示す判定基準と照合し、感性（S）、中間（I）、耐性（R）と判定した。

## 3 結果及び考察

### 3.1 CRE感染症の発生状況

2014年9月から2023年12月までの間のCRE感染症患者の県内の届出数は、132件であった。その推移をみると、2018年までは多い年でも10件であったが、2019年以降は毎年15件を超え、最も多かったのは2021年の23件であった（図1）。年齢（年代）では、50代以上が120例と全体の90.9%を占め、また、性別では、男性77件（58.3%）、女性55件（41.7%）であった（表1）。診断名（患者の重複あり）では、尿路感染症（31.1%）が最も多く、次いで肺炎（18.9%）、敗血症（14.0%）の順となった（図2）。検出検体は、尿45件（34.1%）が最も多く、次いで喀痰29件（22.0%）、血液24件（18.2%）、膿13件（9.8%）の順となり（図3）、分離菌種は、*Klebsiella aerogenes*

が48件 (36.4%) と最も多く、次いで *Enterobacter cloacae* 27件 (20.5%), *K. pneumoniae* 23件 (17.4%), *E. coli* 12件 (9.1%) の順となった (図4)。

### 3.2 CRE 菌株の検査

収集したCRE菌株43株の患者情報、菌種及び各種検査結果を表2に示す。CRE菌株43株は、CPEは7株 (16.3%) (菌株No.1~7), non-CPEは36株 (83.7%) (菌株No.8~43) に分類された。CPEでは、菌種が *K. pneumoniae* が7株中6株と最も多く、残り1株は *E. cloacae* であった。保有するカルバペネマーゼ遺伝子は、IMP型が4株 (バリエントは全てIMP-1), NDM型が2株 (バリエントはNDM-1及びNDM-7) 及びOXA-48型が1株 (バリエントはOXA-232/833) であった。これらの株は全てmCIMの結果が陽性となり、カルバペマーゼ産生が認められた。さらに、IMP型及びNDM型の株は、SMAを用いたβ-ラクタマーゼ産生性の確認試験で陽性となり、遺伝子検査の結果とも矛盾しなかった。また、CPEのうちESBL遺伝子を併せて保有する株が菌株No.5を除く6株 (85.7%) で認められ (うち2株は、複数のESBL遺伝子を保有), その遺伝子型の内訳は、SHV型

が6株、CTX-M-1familyが2株、TEM型が1株であった。AmpC遺伝子を保有する株は認められなかった。

一方、non-CPEでは、菌種は *K. aerogenes* が19株と最も多く、次いで、*E. coli* が4株、*K. pneumoniae* が3株と続いた。β-ラクタマーゼ遺伝子の保有状況は、ESBL遺伝子が7株 (19.4%) (菌株No.9, 10, 12~15及び27) で認められ (うち5株は、複数のESBL遺伝子を保有), その遺伝子型の内訳は、TEM型が4株、SHV型、CTX-M-1family及びCTX-M-9familyが各3株、CTX-M-2familyが1株であった。AmpC遺伝子は4株 (11.1%) (菌株No.11, 24, 34及び35) で認められ、その遺伝子型の内訳は、EBC型が3株、及びCIT型が1株であった。また、ボロン酸を用いたβ-ラクタマーゼ産生性の確認試験で1株 (菌株No.8) が陽性となった。

薬剤感受性試験では、耐性又は中間と判定された薬剤数は、CPEは平均8剤 (最小: 5剤, 最大: 13剤), non-CPEは平均5剤 (最小: 3剤, 最大: 11剤) であった。また、CRE感染症に有効とされるTGCに対し、CPEの菌株No.5が耐性と判定され、non-CPEでも中間と判定された株が8株認められた。

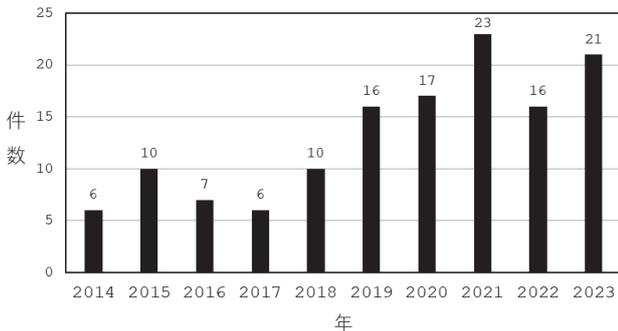


図1 県内におけるCRE感染症届出状況 (年別)

表1 県内におけるCRE感染症の届出状況 (性別・年代別)

年代	男性	女性	計
10歳未満	1	1	2
10代	0	0	0
20代	0	2	2
30代	0	1	1
40代	1	6	7
50代	10	3	13
60代	14	9	23
70代	32	18	50
80代	16	13	29
90代	3	2	5
計	77	55	132

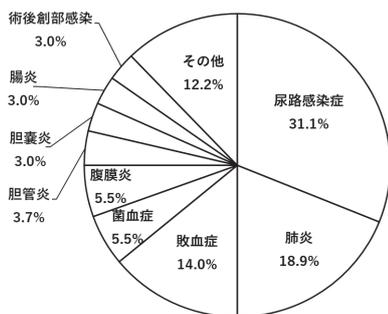


図2 県内におけるCRE感染症届出状況 (診断名別 \*重複あり)

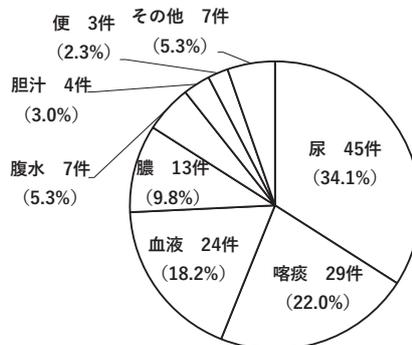


図3 県内におけるCRE感染症届出状況 (検出検体別)

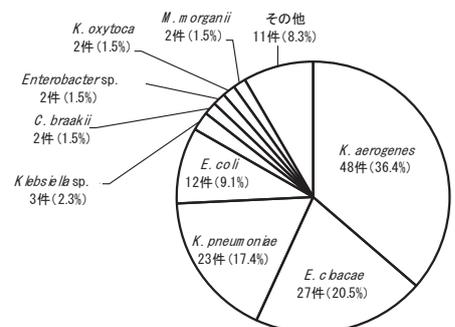


図4 県内におけるCRE感染症届出状況 (年別)

表2 収集CRE株の検査結果等

菌株 No.	患者情報			菌種	検査結果																	R又はと判定された薬剤数				
	年代	性別	海外渡航歴		β-ラクタマーゼ遺伝子			阻害剤を用いたβ-ラクタマーゼ産生性		カルバペネマーゼ産生性	薬剤感受性															
					カルバペネマーゼ遺伝子 (バリエーション)	ESBL遺伝子	AmpC遺伝子	SMA	ポロン酸	mCIM	ABPC	CEZ	CMZ	CTX	CFPM	FOM	KM	TGC	TC	CP	CPFX		LVFX	ST		
CPE	1	70代	男	なし	<i>K. pneumoniae</i>	IMP型 (IMP-1)	SHV型	—	陽性	陰性	陽性	R	R	R	R	S	R	S	S	S	S	S	R	R	S	7
	2	60代	女	なし	<i>K. pneumoniae</i>	IMP型 (IMP-1)	SHV型	—	陽性	陰性	陽性	R	R	R	I	S	S	I	S	S	S	S	I	S	S	6
	3	70代	男	なし	<i>K. pneumoniae</i>	IMP型 (IMP-1)	SHV型	—	陽性	陰性	陽性	R	R	R	R	S	S	I	S	S	S	S	S	S	S	5
	4	70代	男	なし	<i>K. pneumoniae</i>	IMP型 (IMP-1)	SHV型	—	陽性	陰性	陽性	R	R	R	R	I	S	R	S	S	S	S	R	S	S	7
	5	60代	女	なし	<i>E. cloacae</i>	NDM型 (NDM-1)	—	—	陽性	陰性	陽性	R	R	R	R	I	R	R	R	R	R	R	R	R	R	13
	6	70代	女	なし	<i>K. pneumoniae</i>	OXA-48型 (OXA-232/833)	SHV型、CTX-M-1family	—	陰性	陰性	陽性	R	R	I	R	R	R	R	S	S	S	R	R	R	10	
	7	60代	男	あり	<i>K. pneumoniae</i>	NDM型 (NDM-7)	TEM型、SHV型、CTX-M-1family	—	陽性	陰性	陽性	R	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	S	10	
non-CPE	8	40代	男	なし	<i>Enterobacter sp.</i>	—	—	—	陰性	陽性	陰性	R	R	R	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S	5	
	9	40代	女	なし	<i>C. koseri</i>	—	TEM型、CTX-M-2family	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	R	R	S	7	
	10	60代	女	なし	<i>K. pneumoniae</i>	—	TEM型、SHV型、CTX-M-1family	—	陰性	陰性	陰性	R	R	I	R	R	I	I	S	S	S	R	S	R	9	
	11	70代	女	なし	<i>E. coli</i>	—	—	CIT型	陰性	陰性	陰性	R	R	R	R	I	S	S	S	S	S	R	R	S	7	
	12	60代	男	なし	<i>E. coli</i>	—	TEM型、CTX-M-1family	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	R	R	S	R	S	R	R	R	R	R	11	
	13	70代	男	なし	<i>K. pneumoniae</i>	—	TEM型、SHV型、CTX-M-1family	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	R	R	S	S	I	I	I	R	I	R	11	
	14	60代	男	なし	<i>K. pneumoniae</i>	—	SHV型、CTX-M-9family	—	陰性	陰性	陰性	R	R	I	R	R	I	S	S	R	S	R	S	R	9	
	15	70代	女	なし	<i>E. coli</i>	—	CTX-M-9family	—	陰性	陰性	陰性	R	R	S	R	R	S	S	S	S	S	R	R	S	6	
	16	50代	男	なし	<i>K. aerogenes</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	I	S	I	S	S	S	S	S	5	
	17	60代	男	なし	<i>E. cloacae</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	4	
	18	70代	女	なし	<i>K. aerogenes</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	3	
	19	70代	女	なし	<i>K. aerogenes</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	I	R	R	S	S	I	S	I	S	S	S	S	S	5	
	20	50代	男	なし	<i>K. aerogenes</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	S	R	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	3	
	21	60代	男	なし	<i>E. cloacae</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	4	
	22	80代	女	なし	<i>K. aerogenes</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	I	S	S	S	S	I	S	S	5	
	23	80代	女	なし	<i>K. aerogenes</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	4	
	24	80代	男	なし	<i>E. sakazakii</i>	—	—	EBC型	陰性	陰性	陰性	I	R	R	S	S	I	S	S	S	S	S	S	S	4	
	25	80代	女	なし	<i>K. aerogenes</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	I	S	I	S	S	S	S	S	5	
	26	70代	男	なし	<i>K. aerogenes</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	R	I	S	S	I	R	R	R	S	R	10	
	27	70代	女	なし	<i>E. coli</i>	—	CTX-M-9family	—	陰性	陰性	陰性	R	R	S	R	R	S	S	S	R	S	R	R	R	8	
	28	60代	男	なし	<i>K. aerogenes</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	I	S	S	S	S	S	S	S	4	
	29	50代	男	なし	<i>Enterobacter sp.</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	I	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	3	
	30	80代	女	なし	<i>K. aerogenes</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	I	S	S	S	S	S	S	S	4	
	31	70代	男	なし	<i>E. cloacae</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	R	S	I	S	S	S	S	S	5	
	32	80代	男	なし	<i>E. cloacae</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	I	S	I	S	S	S	S	S	5	
	33	70代	男	なし	<i>K. aerogenes</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	3	
	34	60代	女	なし	<i>E. cloacae</i>	—	—	EBC型	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	I	S	I	S	S	S	S	S	5	
	35	10歳未満	女	なし	<i>E. asburiae</i>	—	—	EBC型	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	R	S	S	S	S	I	S	S	5	
	36	70代	男	なし	<i>K. aerogenes</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	4	
	37	70代	男	なし	<i>K. aerogenes</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	R	S	I	S	S	S	S	S	S	S	5	
	38	50代	男	なし	<i>K. aerogenes</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	4	
	39	60代	男	なし	<i>K. aerogenes</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	4	
	40	10歳未満	男	なし	<i>K. aerogenes</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	S	S	S	S	S	I	S	S	4	
	41	80代	女	なし	<i>K. aerogenes</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	I	S	S	S	S	S	S	S	4	
	42	70代	男	なし	<i>K. aerogenes</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	R	S	I	S	S	S	S	I	S	S	6	
	43	80代	男	なし	<i>K. aerogenes</i>	—	—	—	陰性	陰性	陰性	R	R	R	S	S	I	S	S	S	S	S	S	S	4	

## 4 考察

近年、県内におけるCRE感染症の発生件数が増加しており、2019年以降は毎年15件を超えて推移している。患者は50歳以上が大部分(90.9%)を占め、男性の割合(58.3%)の方が若干高かった。その他、診断名では尿路感染症、検出検体では尿、分離菌種では*K. aerogenes*がそれぞれ最も多く、県内においても2021年の全国での発生状況<sup>3)</sup>と同様の傾向であった。CPEは、県内で収集したCRE菌株の16.3%を占め、全国(2021年)の15.1%<sup>3)</sup>とほぼ同程度の割合であった。カルバペネマーゼ遺伝子は、IMP型が最も多く検出され、そのバリエーションは全てIMP-1であった。IMP型は日本で最も多く分離され、そのバリエーションは主にIMP-1とIMP-6で、IMP-1は多くの地域で検出されるのに対し、IMP-6は西日本地域に偏って検出されている<sup>4)</sup>。しかし、今回の調査ではIMP-6は検出されず、その要因は不明であった。IMP型の他には、海外型カルバペネマーゼ遺伝子であるNDM型及びOXA-48型を保有するCPEが検出された。菌株No.7(NDM-7)の患者は海外渡航歴がある症例であったが、菌株No.5(NDM-1)及び菌株No.6(OXA-232/833)の患者には渡航歴がなかった。また、県内における同様の事例として、2022年にはGotohらにより、渡航歴のない患者からNDM型(NDM-1)が検出されたことが報告されている<sup>5)</sup>。さらに、全国的にみても、海外型CPEは、以前はメディカルツーリズム等により海外で入院歴がある患者等から検出されることが多かったが、近年は渡航歴のない患者からの海外型CPEの検出数が増加している<sup>4)</sup>。これらの事実と今回得られた結果を勘案すると、県内には既に海外型CPEが拡散している可能性が高いと考えられた。また、今回検出された海外型のNDM型及びOXA-48型CPEは、薬剤耐性試験においても、耐性又は中間と判定された薬剤数が平均11剤(最大13剤)と、国内型CPEであるIMP型(平均6剤, 最大7剤)よりも多く、多剤耐性傾向が認められた。このことから、特に海外型CPEについては、県内における検出状況や動向を監視する必要があると考えられた。

その他、CPE及びnon-CPEともに、ESBL遺伝子を保有する株が認められた。汎用されているセファロスポリン系抗菌薬やフルオロキノロン系抗菌薬に耐性を示すESBL産生菌は、年々増加傾向にある<sup>6)</sup>。今回検出されたESBL遺伝子保有株の多くがセファロスポリン系抗菌薬及びフルオロキノロン系抗菌薬に耐性傾向が認められ、特にCPEでは、菌株No.5の1株を除く6株がESBL

遺伝子を保有していた。また、non-CPEでは、ESBL遺伝子保有株と非保有株で耐性又は中間と判定された薬剤数を比較したところ、保有株は平均で9剤(最小:6剤, 最大:11剤)、非保有株は平均5剤(最小3剤, 最大10剤)と、保有株の方が多剤耐性の傾向を示した。これは、CPEの平均8剤(最小:6剤, 最大:13剤)とほぼ同等であり、ESBL遺伝子保有株はnon-CPEであっても動向を把握する必要があると考えられた。

さらに、non-CPEではAmpC遺伝子保有株も認められた。AmpC遺伝子には、染色体性とプラスミド性がある。染色体性AmpC遺伝子は、*Klebsiella* sp., *Salmonella* sp., *Citrobacter freundii*以外の*Citrobacter* sp., 及び*Proteus mirabilis*を除くほとんどのグラム陰性桿菌の染色体上に存在することが知られる<sup>7)</sup>。一方、プラスミド性AmpC遺伝子は、*K. pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *P. mirabilis*, *E. coli*等の菌種が獲得する場合があります<sup>8)</sup>、基本的に第3世代以下のセファロスポリン系抗菌薬に非感受性を示し、CIT型が最も広く分布しているとされる<sup>7), 8)</sup>。今回検出された4株のAmpC遺伝子保有株のうち、CIT型の菌株No.11については、*E. coli*であること、また第3世代セファロスポリン系抗菌薬のCTXに耐性を示したことから、プラスミド性AmpC遺伝子保有株と考えられた。また、薬剤感受性試験では、4株のAmpC遺伝子保有株のうちで最も多い7剤が耐性又は中間と判定され、これはCPEやESBL遺伝子保有株の結果と同程度であった。ESBL又はAmpC産生non-CPEのカルバペネム耐性は、これらのβ-ラクタマーゼの産生量の増加や、外膜蛋白(ポリーリン)の変化による薬剤の膜透過性低下によるとされ<sup>9)</sup>、CPEのカルバペネマーゼ産生とは異なる機序である。しかし、β-ラクタマーゼ遺伝子がプラスミド上に存在する場合、菌種を超えて伝達され<sup>7), 10)</sup>、拡散する危険性がある。そのため、ESBL遺伝子及びプラスミド性AmpC遺伝子保有株については、non-CPEであってもCPEと同様に動向を注視する必要があると考えられた。

また、non-CPEでは、ポロン酸を用いたβ-ラクタマーゼ産生性の確認試験で陽性となった株が1株(菌株No.8)認められた。ポロン酸はKPC型カルバペネマーゼの他にAmpCも阻害するため、菌株No.8は検査対象以外のAmpCを保有する可能性が考えられるが、その原因は究明できていない。このような例外的な検出株への対応方法は、今後の課題である。その他、今回検出されたCPEの中にはCRE治療に有効とされるTGCの耐性株が認められ、さらなる耐性株の出現や蔓延が危惧され

た。国内では2023年に新規CRE感染症治療薬セフィデロコルが製造販売承認されており、今後はこれら貴重なCRE感染症治療薬に対する耐性状況についても、監視する必要があると考える。

当センターでCRE検査を開始した2017年から2023年までの間に、県内で発生したCRE感染症は109件であるのに対し、検査を実施したのは43株で、検査実施率は39.4%にとどまっている。今回の調査で明らかとなったように、近年、CREの薬剤耐性傾向が多様化していることから、今後、地域全体の傾向をより正確に把握するために、より多くのCRE菌株を収集する必要があると考える。我々は、保健所や医療機関の協力のもと、これまで以上に調査体制を強化し、地域におけるCREの流行及び拡散状況、薬剤耐性の変化や拡大の予兆等の把握に努めていきたい。

## 謝 辞

本調査の実施に際して、菌株を提供頂いた各医療機関の先生方に深謝いたします。また、検査につきましてご指導いただきました国立感染症研究所 薬剤耐性研究センター 松井真理先生、鈴木里和先生に深謝いたします。

## 文 献

- 1) Le Q.P., Ueda S., Nguyen T.N.H., Dao T.V.K., Hoang T.A.V., et al. : Characteristics of Extended-Spectrum  $\beta$ -Lactamase-Producing *Escherichia coli* in Retail Meats and Shrimp at a Local Market in Vietnam : Foodborne Pathogens and Disease, 12 (8), 719-725, 2015
- 2) Pérez-Pérez F.J., Hanson N.D. : Detection of Plasmid-Mediated AmpC  $\beta$ -Lactamase Genes in Clinical Isolates by Using Multiplex PCR : Journal of Clinical Microbiology, 40 (6), 2153-2162, 2002
- 3) 国立感染症研究所, 全国地方衛生研究所 : カルバペネム耐性腸内細菌目細菌 (carbapenem-resistant Enterobacterales: CRE) 病原体サーベイランス, 2021年, IASR, 44, 130-131, 2023
- 4) 国立感染症研究所, 全国地方衛生研究所 : カルバペネム耐性腸内細菌科細菌 (carbapenem-resistant Enterobacteriaceae: CRE) 病原体サーベイランス, 2017年, IASR, 39, 162-163, 2018
- 5) Kazuyoshi Gotoh, Hideharu Hagiya, Koji Iio, Haruto Yamada, Osamu Matsushita, et al. : Detection of *Enterobacter cloacae* complex strain

with a blaNDM-1-harboring plasmid from an elderly resident at a long-term care facility in Okayama, Japan, Journal of Infection and Chemotherapy, 28 (12), 1697-1699, 2022

- 6) 藤谷好弘 : 近年問題になっている新興・再興感染症・One Healthとしての感染症 近年問題となっている耐性菌感染症, 北海道医報, 1262, 22-25, 2023
- 7) 山崎勝利, 小松 方, 福田砂織, 豊川真弘, 西 功 : 2011年に臨床材料から分離したプラスミド性 AmpC  $\beta$ -lactamase 産生腸内細菌の調査, 日本臨床微生物学雑誌, 23 (3), 194-202, 2013
- 8) 厚生労働省健康・生活衛生局 感染症対策部 感染症対策課 : 抗微生物薬適正使用の手引き 第三版別冊, 2023
- 9) 荒川宜親 : 腸内細菌科菌種におけるカルバペネム耐性メカニズムとその特長および動向, IASR, 35, 283-284, 2014
- 10) 原田壮平 : 薬剤耐性腸内細菌目細菌の基礎と疫学 Update, 日本臨床微生物学会雑誌, 31 (4), 229-238, 2021

## 【資 料】

岡山県における腸管出血性大腸菌感染症の発生動向調査（令和5年）  
Epidemiological Study of Enterohemorrhagic *Escherichia coli* in Okayama Prefecture (2023)

池田和美, 梶原知博, 河合央博

IKEDA Kazumi, KAJIHARA Tomohiro, KAWAI Hisahiro

## 要 旨

腸管出血性大腸菌（以下「EHEC」という。）感染症について、感染源や感染経路の究明により感染予防や感染拡大防止対策の構築の一助とすることを目的として、令和5年1月から12月までに県内のEHEC感染症患者から分離されたヒト由来EHEC株を収集し、発生動向調査を実施した。収集した94株のO血清群は、O157が69株（73.4%）と最も多く、次いでO26、O103が各7株（各7.4%）、O111及びOgN6が各2株（各2.1%）と続いた。O157及びO26の反復配列多型解析（以下「MLVA」という。）法を用いた分子疫学解析では、異なる事例間でMLVA型又はMLVAcomplex（以下「MLVA型等」という。）が一致するクラスターが形成された。また、本県の事例と同じMLVA型等が他県でも多数認められた。現状では、事例間で同一のMLVA型等になっても関連性が解明できないことが多いが、EHEC感染症の拡大防止や感染予防のためには、MLVA法による分子疫学解析結果等を保健所等関係機関へ還元し、事例間の関連性等の疫学調査のサポートを継続することで、少しでも多くの感染源や感染経路の究明につなげることが重要であると考えられる。

[キーワード：腸管出血性大腸菌，発生動向調査，反復配列多型解析（MLVA）]

[Key words : Enterohemorrhagic *Escherichia coli*, Epidemiological study,  
Multiple-locus variable-number tandem-repeat analysis (MLVA)]

## 1 はじめに

腸管出血性大腸菌（以下「EHEC」という。）感染症は、志賀毒素を産生する大腸菌による、激しい腹痛、水様性下痢、血便、嘔吐、発熱を主症状とする感染症である。重症化すると血小板減少、溶血性貧血、急性腎不全等の症状を示す溶血性尿毒症症候群（以下「HUS」という。）や脳症を併発し、死亡例も認められることから、特に食品衛生分野では注意が必要とされている。しかしながら、EHEC感染症の多くは散発的に発生するため、感染源や感染経路の特定は困難であり、食品の広域流通が進んだ現代では、自治体をまたぐ潜在的な集団発生（以下「diffuse outbreak」という。）も問題視されている。当センターではこれらの問題解決の一助とするため、県内で分離されたヒト由来EHEC株を収集し、性状試験、薬剤感受性試験及び反復配列多型解析（以下「MLVA」という。）法<sup>1)</sup>を用いた分子疫学解析等により、県内のEHEC感染症の発生動向調査を継続的に行っている。今回、令和5年1月から12月までの期間におけるEHEC感染症の発生動向調査について報告する。

## 2 材料及び方法

## 2.1 菌株及び疫学情報

令和5年1月から12月までの期間に県内で発生したEHEC感染症患者104名のうち、保健所、医療機関及び民間検査機関において94名から分離されたEHEC株94株を収集し、解析対象とした。患者の疫学情報については、保健所から提供を受けた。

## 2.2 検査法

## 2.2.1 血清型別試験

病原性大腸菌免疫血清「生研」（デンカ）を用いて血清型別試験を実施し、O血清群及びH血清型を決定した。また、市販血清で同定できなかった菌株の血清型別試験は、国立感染症研究所（以下「感染研」という。）に依頼した。

## 2.2.2 志賀毒素遺伝子及びインチミン遺伝子検出試験

志賀毒素遺伝子（以下「*stx*」という。）及びインチミン遺伝子（以下「*eae*」という。）の検出は、井口らが報告した方法<sup>2)</sup>に準拠し、*stx1*、*stx2*及び*eae*の3種類の遺伝子を対象としたマルチプレックスPCR法により実施した。

2.2.3 *stx*サブタイプ型別試験

*stx*サブタイプ型別試験は、Scheutzらが報告した方法<sup>3)</sup>

に準拠し、*stx1*は3種類 (*stx1a*, *stx1c*, *stx1d*), *stx2*は7種類 (*stx2a*, *stx2b*, *stx2c*, *stx2d*, *stx2e*, *stx2f*, *stx2g*)を型別するPCR法により実施した。

### 2.2.4 薬剤感受性試験

BD センシ・ディスク (日本ベクトン・ディッキンソン) を用い、Kirby-Bauer法により薬剤感受性試験を実施した。薬剤はアンピシリン (ABPC), セファゾリン (CEZ), セフメタゾール (CMZ), セフォタキシム (CTX), セフェピム (CFPM), イミペネム (IMP), メロペネム (MEPM), カナマイシン (KM), テトラサイクリン (TC), クロラムフェニコール (CP), ホスホマイシン (FOM), ナリジクス酸 (NA), ノルフロキサシン (NFLX), レボフロキサシン (LVFX) 及びスルファメトキサゾール・トリメトプリム合剤 (ST) の15種類を用いた。判定は、BD センシ・ディスクの基準に従った。

### 2.2.5 MLVA法による分子疫学解析

収集したO157, O26及びO111株について、感染研にMLVA法による解析を依頼し、反復配列17領域のそれぞれのリピート数、解析結果から付与される菌株の記号 (以下「MLVA型」という。) 及びリピート数が17領域中1遺伝子座で異なるSingle Locus Variant (SLV) 等の関連性が推測される型をまとめた様式であるcomplex (以下「MLVAcomplex」という。) の情報提供を受けた。また、食中毒調査支援システム (以下「NESFD」という。) 内の全国のMLVA情報を参考に、他県の検出状況と比較した。

## 3 結果及び考察

EHEC感染症の月別発生件数を図1に示した。発生件数は、8月の22件が最も多く、次いで6月の16件、7月の14件、9月の12件の順で、例年どおり夏季に多く発生した。

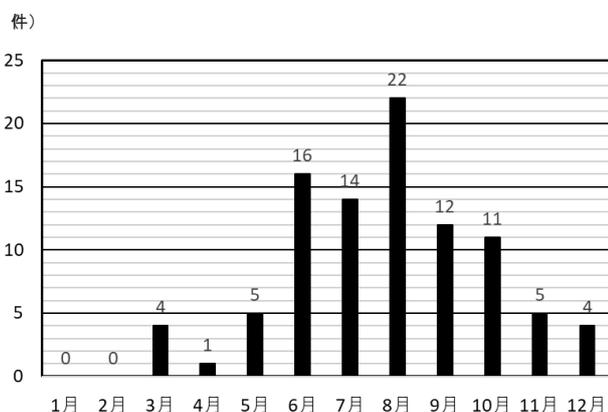


図1 岡山県におけるEHEC感染症の月別発生件数

表1 ヒト由来EHEC株の生物学的性状及び患者の症状

血清型	Stx型	stxサブタイプ	eae	株数	分離率 (%)	症状			
						有症者数		無症状病原体保有者数	
						有症者	重症者*		
O157:H7	Stx2	<i>stx2a</i>	+	6	6.4	5	2	40.0	1
		<i>stx2c</i>	+	2	2.1	2	1	50.0	0
		<i>stx2a+stx2c</i>	+	21	22.3	21	11	52.4	0
	Stx1&2	<i>stx1a+stx2a</i>	+	28	29.8	18	12	66.7	10
<i>stx1a+stx2c</i>		+	1	1.1	1	0	0.0	0	
O157:H-	Stx1	<i>stx1a</i>	+	3	3.2	2	1	50.0	1
		<i>stx2a</i>	+	1	1.1	1	1	100.0	0
	Stx2	<i>stx2c</i>	+	3	3.2	2	1	50.0	1
		<i>stx1a+stx2c</i>	+	4	4.3	3	1	33.3	1
O26:H11	Stx1	<i>stx1a</i>	+	3	3.2	3	2	66.7	0
O26:H-	Stx1	<i>stx1a</i>	+	3	3.2	3	1	33.3	0
	Stx2	<i>stx2a</i>	+	1	1.1	1	1	100.0	0
O111:H-	Stx1	<i>stx1a</i>	+	1	1.1	1	0	0.0	0
	Stx1&2	<i>stx1a+stx2a</i>	+	1	1.1	1	1	100.0	0
O103:H2	Stx1	<i>stx1a</i>	+	5	5.3	4	0	0.0	1
O103:H-	Stx1	<i>stx1a</i>	+	2	2.1	1	1	100.0	1
O5:H-	Stx1&2	<i>stx1c+stx2b</i>	-	1	1.1	0	0	-	1
O8:H-	Stx2	<i>stx2e</i>	-	1	1.1	0	0	-	1
O63:H-	Stx2	<i>stx2f</i>	+	1	1.1	0	0	-	1
O128:H2	Stx1&2	<i>stx1c+stx2b</i>	-	1	1.1	0	0	-	1
O145:H-	Stx2	<i>stx2a</i>	+	1	1.1	1	1	100.0	0
O148:H18	Stx2	<i>stx2g</i>	-	1	1.1	1	0	0.0	0
O159:H19	Stx2	<i>stx2a</i>	-	1	1.1	0	0	-	1
OgN6:H19	Stx2	<i>stx2a</i>	-	2	2.0	1	1	100.0	1
計				94		72	38	52.8	22

\* 重症者：血便を呈した有症者とした。

ヒト由来EHEC株の血清型、志賀毒素 (以下「Stx」という。) 型、*stx*サブタイプ及び*eae*の有無並びに患者の症状を表1に示した。O血清群別ではO157が69株 (73.4%) と最も多く、次いでO26及びO103が各7株 (各7.4%), O111及びOgN6が各2株 (各2.1%), O5, O8, O63, O128, O145, O148及びO159が各1株 (各1.1%) であった。Stx1型のサブタイプは、17株全てが*stx1a*であった。Stx2型のサブタイプは、41株のうち*stx2a* + *stx2c*が21株、*stx2a*が12株、*stx2c*が5株、*stx2e*, *stx2f*及び*stx2g*がいずれも1株であった。Stx1&2型のサブタイプは、36株のうち*stx1a* + *stx2a*が29株、*stx1a* + *stx2c*が5株、*stx1c* + *stx2b*が2株であった。*eae*は、全てのO157, O26, O111, O103, O63及びO145の計87株が保有しており、このうち70株 (80.5%) が有症者由来株であった。*eae*非保有の7株における有症者由来株は2株 (28.6%) であった。*eae*は腸管上皮細胞への接着を媒介するタンパク質であるインチミンをコードする病原性遺伝子であり、発症や重症化に関与すると考えられている<sup>4)</sup>。今回の調査でも、これまでの調査<sup>5)~7)</sup>と同様、*eae*保有株における有症率は高く、病原性への関与が認められた。

EHEC感染症患者94名の内訳は、有症者が72名 (76.6%), 無症状病原体保有者が22名 (23.4%) であった。HUSを発症した者はいなかったが、血便を呈した者 (以下「重症者」という。) は38名で、有症者の52.8%を占

めた。また、血清型及び*stx*サブタイプの組合せで分類した場合の重症者の割合は、O157:H- (Stx2;*stx2a*), O26:H- (Stx2;*stx2a*), O111:H- (Stx1&2;*stx1a+stx2a*), O103:H- (Stx1;*stx1a*), O145:H- (Stx2;*stx2a*) 及び OgN6:H19 (Stx2;*stx2a*) がいずれも100%, O157:H7 (Stx1&2;*stx1a+stx2a*) 及びO26:H11 (Stx1;*stx1a*) がいずれも66.7%と高く、*stx1a*及び*stx2a*保有株で重症者の割合が高くなった。これまでの調査<sup>5), 6)</sup>で、*stx2a*保有株は他のサブタイプと比較して、重症化との関連が高い傾向が示されているが、今回の調査でも同様であった。

表2 ヒト由来EHEC株の薬剤耐性 (O血清群別)

O血清群	株数	耐性株数	血清型 (Stx型)	薬剤耐性パターン (株数)
O157	69	22	O157:H7 (Stx2)	TC・CP・ST (21), ABPC (1)
		1	O157:H- (Stx1&2)	CP (1)
O26	7	1	O26:H- (Stx1)	NA (1)
		1	O26:H- (Stx2)	TC・CP (1)
O111	2	0		
O103	7	3	O103:H2 (Stx1)	ABPC・TC (3)
O5	1	0		
O8	1	0		
O63	1	0		
O128	1	0		
O145	1	0		
O148	1	0		
O159	1	0		
OgN6	2	0		
計	94	28		

\* 「TC・CP・ST」はTC、CP及びSTの3剤に、「TC・CP」はTC及びCPの2剤に、「ABPC・TC」はABPC及びTCの2剤にそれぞれ耐性を示すことを表す。

ヒト由来EHEC株の薬剤感受性試験結果を表2に示した。15種類の薬剤のうち1剤以上に耐性を示した菌株は、94株のうち28株(29.8%)であった。昨年(令和4年)の薬剤耐性率は、38.0%と高い傾向を示したが、令和5年は、例年どおり10~30%の範囲内であった<sup>5)~7)</sup>。O血清群別では、O157は23株、O26は2株、O103は3株が耐性を示し、薬剤はTCが25株で最も多く、次いでCPが23株、STが21株、ABPCが4株、NAが1株であった。FOM、KM及びフルオロキノロン系抗菌薬はEHEC感染症治療の第一選択薬とされ、臨床上極めて重要な抗菌薬であるが、これまでの調査でFOM及びKMに対する耐性株が検出されている<sup>6)~8)</sup>。また、近年、EHECにおいても第三世代セファロsporin系抗菌薬やフルオロキノロン系抗菌薬が無効である基質特異性拡張型β-ラクタマーゼ(以下「ESBL」という)産生株の報告があり、本県でも過去に確認されている<sup>8)</sup>。ESBL

産生大腸菌は、年々増加傾向にあるとされ<sup>9)</sup>、ESBL産生遺伝子はプラスミドを介し菌種を超えて広がる危険性があることから、EHECの感染制御でも注意が必要である。今回の調査では薬剤感受性検査の結果から第一選択薬耐性株及びESBL産生株は確認されなかったが、今後も継続して調査を行い、これら耐性株の動向に注視することが必要と考える。

次に、O157、O26及びO111のEHEC事例44件(O157:36件、O26:6件、O111:2件)について、MLVA法を用いた分子疫学解析の結果を表3に示した。グループ事例は10件(O157:9件、O26:1件)、散発事例は34件(O157:27件、O26:5件、O111:2件)で、グループ事例の内訳は、食中毒事例1件(事例No.13)、集団感染事例1件(事例No.20)及び家族内事例8件であった。全てのグループ事例で菌株間のMLVA型又はMLVAcomplex(以下「MLVA型等」という)が一致したことから、各事例とも同一由来株によるものと推察された。一方で、異なる事例間でMLVA型等が一致するクラスターが形成された。その内訳は、No.1~3のO26散発事例3件のクラスターI(MLVA型17m2110, MLVAcomplex23c201)、No.8~10のO157散発事例3件のクラスターII(MLVA型22m0444及び23m0494, MLVAcomplex23c062)、No.12~16のO157の散発事例3件、食中毒事例1件及び家族内事例1件のクラスターIII(MLVA型20m0148及び20m0185, MLVAcomplex23c011)、No.19及び20のO157の散発事例1件及び集団感染事例1件のクラスターIV(MLVA型22m0449, 23m0358, 23m0359及び23m0360, MLVAcomplex23c043(23c043p含む))並びにNo.37~40のO157の家族内事例1件及び散発事例3件のクラスターV(MLVA型23m0447)であった。クラスターIII、IV及びVの事例には、管轄保健所が同一かつ発生日が近く、関連を疑う組み合わせが認められた。また、NESFDにより、全国のMLVA検出状況を確認したところ、本県と同一のMLVA型等が他県でも多数認められた(2024年2月26日時点)。その中でも、O157のMLVAcomplex23c011は、本県では食中毒事例(事例No.13)を含む17株で構成される最大のクラスター(クラスターIII)が形成され、本県を含む12都道府県で検出されたことから、広域にわたる共通の感染源の存在(diffuse outbreak)が疑われた。

現在実施している調査手法では、事例間や菌株間で同一のMLVA型等が認められたとしても関連性が解明できないことが多い。しかし、EHEC感染症の拡大防止や

表3 ヒト由来EHEC株事例のMLVA法による分子疫学解析結果

事例No.	発生日	事例	管轄保健所	血清型	Stx型	患者数	MLVA型 (MLVAcomplex)	他県での 同一MLVA型 検出状況		
1	3月	散発事例	F	O26:H11	Stx1	1	17m2110		}	
2	3月	散発事例	A	O26:H11	Stx1	1	17m2110	23c201		有
3	3月	散発事例	B	O26:H11	Stx1	1	17m2110			
4	4月	散発事例	C	O157:H7	Stx2	1	23m0037			有
5	5月	散発事例	F	O157:H-	Stx1&2	1	23m0074		}	
6	5月	散発事例	C	O157:H-	Stx1&2	1	23m0075			
7	5~6月	家族内事例	F	O157:H-	Stx2	3	23m0076			
8	5月	散発事例	G	O157:H7	Stx2	1	22m0444			
9	6月	散発事例	F	O157:H7	Stx2	1	23m0494	23c062		有
10	10月	散発事例	E	O157:H7	Stx2	1	23m0089		}	
11	6月	散発事例	C	O157:H7	Stx2	1	20m0148			
12	6月	散発事例	C	O157:H7	Stx2	1	20m0148			
13	6~7月	食中毒事例	C	O157:H7	Stx2	12	20m0148			
14	7月	散発事例	C	O157:H7	Stx2	1	20m0185	23c011	有	
15	7月	家族内事例	C	O157:H7	Stx2	2	20m0148		}	
16	10月	散発事例	C	O157:H7	Stx2	1	20m0148			
17	7月	散発事例	G	O157:H7	Stx1&2	1	23m0391			
18	7月	散発事例	G	O157:H-	Stx1&2	1	23m0172			
19	8月	散発事例	H	O157:H7	Stx1&2	1	22m0449		}	
20	8月	集団感染事例	H	O157:H7	Stx1&2	12	23m0358	23c043		有
						1	23m0359			
						1	23m0360			
							23c043p			
21	8月	散発事例	F	O157:H7	Stx1&2	1	23m0357	23c072	有	
22	8月	家族内事例	F	O157:H7	Stx1&2	3	23m0361		}	
23	8月	散発事例	F	O157:H7	Stx1&2	1				
24	8月	散発事例	H	O26:H-	Stx2	1	23m2047			
25	9月	散発事例	C	O157:H7	Stx1&2	1	21m0035			
26	9月	散発事例	H	O157:H-	Stx1	1	22m0001	23c049		有
27	9月	散発事例	C	O157:H-	Stx1	1	23m0405	23c064		有
28	9月	散発事例	F	O157:H-	Stx1	1	22m0193			有
29	9月	散発事例	H	O157:H-	Stx1&2	1	23m0452			}
30	9月	家族内事例	G	O26:H-	Stx1	1	23m2067	23c206		
						1	23m2054			
31	9月	散発事例	C	O111:H-	Stx1	1	23m3037			
32	10月	家族内事例	H	O157:H7	Stx1&2	2	22m0093			有
33	10月	散発事例	H	O157:H7	Stx1&2	1	23m0541			}
34	10月	家族内事例	D	O157:H7	Stx1&2	2	20m0320			
35	10月	散発事例	F	O157:H-	Stx2	1	23m0173	23c021	有	
36	10月	散発事例	C	O111:H-	Stx1&2	1	22m3018		有	
37	10~11月	家族内事例	F	O157:H7	Stx2	2			}	
38	11月	散発事例	F	O157:H7	Stx2	1	23m0447			有
39	11月	散発事例	F	O157:H7	Stx2	1				
40	11月	散発事例	F	O157:H7	Stx2	1				
41	11月	散発事例	C	O26:H-	Stx1	1	23m2087		}	
42	12月	散発事例	F	O157:H7	Stx2	1	23m0637			
43	12月	散発事例	C	O157:H7	Stx2	1	23m0363	23c055		有
44	12月	家族内事例	H	O157:H7	Stx1&2	2	23m0636			

感染予防のためには、MLVA法による分子疫学解析結果等を保健所等関係機関へ還元し、事例間の関連性等の疫学調査のサポートを継続することで、少しでも多くの感染源や感染経路の究明につなげることが重要であると考える。

### 謝 辞

本調査の実施に際して、MLVA法による解析をお願いしました国立感染症研究所の泉谷秀昌先生、伊豫田淳先生、そして菌株の分与に御協力いただきました関係機関の先生方に深謝いたします。

## 文 献

- 1) Izumiya H, Pei Y, Terajima J, Ohnishi M, Hayashi T et al. : New system for multilocus variable-number tandem-repeat analysis of the enterohemorrhagic *Escherichia coli* strains belonging to three major serogroups : O157, O26, and O111, *Microbiol. Immunol.*, 54, 569-577, 2010
- 2) 井口 純, 秋吉充子, 伊豫田淳, 大西 真 : 腸管出血性大腸菌の主要なO血清群と病原性遺伝子を判定するOne-shotマルチプレックスPCR法の開発と評価, *日本食品微生物学会雑誌*, 32 (4), 215-218, 2015
- 3) Scheutz F, Teel L D, Beutin L, Piérard D, Buvens G et al. : Multicenter Evaluation of a Sequence-Based Protocol for Subtyping Shiga Toxins and Standardizing Stx Nomenclature, *J. Clin. Microbiol.*, 50 (9), 2951-2963, 2012
- 4) 仲西寿男, 丸山務監修 : 食品由来感染症と食品微生物, 281-296, 中央法規, 2009
- 5) 岡田達郎, 河合央博, 中嶋 洋, 狩屋英明 : 岡山県における腸管出血性大腸菌感染症の発生動向調査 (令和3年度), *岡山県環境保健センター年報*, 46, 43-48, 2022
- 6) 岡田達郎, 梶原知博, 河合央博 : 岡山県における腸管出血性大腸菌感染症の発生動向調査 (令和4年度), *岡山県環境保健センター年報*, 47, 25-29, 2023
- 7) 岡田達郎, 河合央博, 中嶋 洋, 狩屋英明 : 岡山県における腸管出血性大腸菌感染症の発生動向調査 (令和2年度), *岡山県環境保健センター年報*, 45, 29-34, 2021
- 8) 河合央博, 仲 敦史, 畑ますみ, 中嶋 洋 : 志賀毒素産生性大腸菌の疫学調査 (平成28年度), *岡山県環境保健センター年報*, 41, 51-57, 2017
- 9) 藤谷好弘 : 近年問題になっている新興・再興感染症・One Healthとしての感染症 近年問題となっている耐性菌感染症, *北海道医報*, 1262, 22-25, 2023



【資料】

岡山県における全ゲノム解析による SARS-CoV-2 の発生動向調査 (2023-2024)  
Surveillance of SARS-CoV-2 with Whole Genome Analysis in Okayama Prefecture (2023-2024)

石井 学, 土本祐栄, 牧本智恵, 清迫理恵, 佐藤 淳, 石故明衣子, 鶴海 剛, 木田浩司, 木下浩行\*  
\*岡山県感染症情報センター

ISHII Manabu, TSUCHIMOTO Sachie, MAKIMOTO Tomoe, SEIZAKO Rie, SATO Atsushi,  
ISHIKO Meiko, TSURUMI Go, KIDA Kouji, KINOSHITA Hiroyuki\*

要 旨

2023年第1週から2024年第5週までに採取された Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) 陽性検体について全ゲノム解析を実施し, Global Initiative on Sharing Avian Influenza Data (GISAID) に登録した検体791件について, PANGO系統による分類を行った。新型コロナウイルス感染症の流行期については明確な定義がないため, この期間における流行期を, それぞれ第8波 (2023年第1週から第9週まで), 第9波 (2023年第20週から第44週まで) 及び第10波 (2023年第48週以降) と定義し, 検出されたPANGO系統と併せて流行状況を解析した。その結果, 第8波はBA.5系統及びその亜系統が主流変異株であった。第9波は2023年第35週までは複数のXBB亜系統が混在し, 第36週以降は, 第22週に初めて検出されたEG.5系統及びその亜系統への置き換わりが進んだ。第10波は第9波に引き続きEG.5系統及びその亜系統が検出されたほか, 2024年第1週に初めて検出されたJN.1系統及びその亜系統を含む, BA.2.86系統及びその亜系統の検出数が増加した。EG.5系統及びその亜系統並びにJN.1系統及びその亜系統は, XBB.1.5系統の中和抗体による免疫から逃避する可能性が示唆されており, 第9波及び第10波における感染拡大の大きな要素であったと考えられた。

[キーワード: SARS-CoV-2, 次世代シーケンサー, 全ゲノム解析, オミクロン]

[Key words: Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2, Next generation sequencer, Whole genome analysis, Omicron]

1 はじめに

新型コロナウイルス感染症 (Coronavirus Disease 2019; 以下「COVID-19」という。) は, 2019年12月に中国湖北省武漢市で世界初の患者が確認された<sup>1)</sup>, 咳, 高熱, 肺炎等を主症状とする新興感染症で, 2020年1月以降世界各地で感染が拡大している。岡山県では2020年3月に初めての感染者が確認されて以降<sup>2)</sup>, 流行を繰り返し, 多数の感染者が報告されている<sup>3)</sup>。COVID-19の「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律」における位置づけは, 発生当初の2020年2月1日に指定感染症に指定されたが, 2021年2月13日に新型インフルエンザ等感染症, 2023年5月8日に5類感染症に変更された。そのため, 医療機関からの届出に基づく患者数の把握方法は, 2020年2月1日から2023年5月7日までは全数把握であったが, 同年5月8日以降は定点把握となった。

本感染症の起因病原体は, コロナウイルス科ベータコロナウイルス属の Severe Acute Respiratory Syndrome

Coronavirus 2 (以下「SARS-CoV-2」という。) であり, 約3万塩基のプラス鎖RNAゲノムを有している。世界保健機関 (以下「WHO」という。) は, ゲノムに生じた突然変異の蓄積をPANGO系統に分類することで変異株の呼称を定義している。我が国では, これまでにB.1.1.7系統のアルファ株, B.1.617.2系統のデルタ株など, 数多くの変異株が流行してきたが, 2022年2月をピークとする第6波からはB.1.1.529系統のオミクロン株とその亜系統が主流となっている<sup>4)</sup>。WHO及び国立感染症研究所はいずれも, オミクロン株を起源とした亜系統の全てについて, 公衆衛生上の観点から「懸念される変異株 (variants of concern (VOCs))」 (以下「VOC」という。) に指定していた。しかし, 検出される株のほとんどがオミクロン株となり, 性質の異なる様々な亜系統が出現したことから, WHOでは2023年3月15日以降, オミクロン亜系統について, リスク評価に基づき, VOCのほか, 「注目すべき変異株 (variants of interest (VOIs))」 (以下「VOI」という。), 「監視下の変異株 (variants under

monitoring (VUMs)」（以下「VUM」という。）として個別に指定している<sup>5)</sup>。

当センターでは、厚生労働省が示す「新型コロナウイルス感染症の積極的疫学調査におけるゲノム解析及び変異株PCR検査について（要請）」（令和3年(2021年)2月5日付け、健感発0205第4号）に基づき、次世代シーケンサー（Next Generation Sequencer）を用い、2020年3月以降に採取された県内感染者の検体を対象に全ゲノム解析を実施し、変異株の流行状況を監視している。これまでの年報<sup>6), 7)</sup>では、流行の波ごとにアルファ株、デルタ株及びオミクロン株がそれぞれ主流行変異株として置き換わってきたこと、また、オミクロン株については、アミノ酸置換変異と感染拡大の間に関連性が認められることを報告してきた。

今回、オミクロン株のうち、2023年1月以降に採取された検体について、全ゲノム解析により得られたPANGO系統をWHOが指定したVOI及びVUMを基に分類し、流行状況を解析した結果を報告する。

## 2 対象及び方法

### 2.1 調査期間及び集計方法

調査期間は、感染症発生動向調査における報告週の週数に従い、1週間（月曜日から日曜日）を調査単位に2023年第1週から2024年第5週までとした。

患者数については、全数把握である2023年第1週から第18週までの間、本県では各日に報告された検査陽性者数を翌日に公表していたことから、火曜日から翌週月曜日までの報告数を週別に集計した。また、定点把握となった2023年第19週以降は、定点医療機関からの報告に基づく定点あたり報告数を使用した<sup>8)</sup>。

ウイルス株数については、検体採取日が属する週で集計した。

### 2.2 県内のCOVID-19の流行期

COVID-19の流行期については明確な定義がないため、本報においては、全数把握期間のうち県内の一週間の患者数が1000人以上であった2023年第1週から第9週までを第8波とした。また、定点把握期間においては、県内の定点あたり報告数が2以上であった期間を流行期とし、2023年第20週から第44週までを第9波、2023年第48週以降を第10波とした。

### 2.3 解析対象及びPANGO系統による分類

解析対象は、2023年第1週から2024年第5週までに採取された県内のSARS-CoV-2陽性検体1,443検体のうち、解析に必要なゲノム量を有すると判断した1,284検体と

し、国立感染症研究所の新型コロナウイルスゲノム解読プロトコル（Qiagen社QiaSEQ FX 編）<sup>9)</sup>に従ってゲノムの塩基配列を決定した。得られた塩基配列については、Nextclade解析プログラムVer.3.3.1（<https://clades.nextstrain.org/>）を用い、PANGO系統による分類を行った。この分類において信頼度が十分に高かった791検体を国際的なSARS-CoV-2ゲノム情報データベースであるGlobal Initiative on Sharing Avian Influenza Data (GISAID)に登録し、今回の解析対象とした。

## 2.4 県内の流行変異株の解析

2.3で得られた変異株のPANGO系統について、2022年12月28日時点において国内の主流行変異株であった<sup>10)</sup>BA.5系統及びその亜系統のほか、本調査期間中にWHOがリスク評価によりVOI又はVUMと指定した系統<sup>11), 12)</sup>を基に表1のとおり分類し、採取週別に集計して解析を行った。

表1 県内の新型コロナウイルス流行変異株の解析に用いたPANGO系統の分類

PANGO系統の分類
BA. 2. 75系統及びその亜系統
BA. 2. 86系統及びその亜系統 (JN. 1系統及びその亜系統を除く)
BA. 5系統及びその亜系統
XBB. 1. 5系統及びその亜系統
XBB. 1. 9系統及びその亜系統 (EG. 5系統及びその亜系統を除く)
XBB. 1. 16系統及びその亜系統
XBB. 2. 3系統及びその亜系統
EG. 5系統及びその亜系統
JN. 1系統及びその亜系統
その他のXBB亜系統
その他の組換え系統

## 3 結果

### 3.1 全数把握期間における県内の流行変異株の推移

今回の調査期間のうち、全数把握期間における患者報告数及び検出された変異株の系統別の推移を図1に示す。第8波では、解析した162株のうちBA.5系統及びその亜系統が97.5%（158株）を占めた。

### 3.2 定点把握期間における県内の流行変異株の推移

今回の調査期間のうち、定点把握期間における定点あたり報告数及び検出された変異株の系統別の推移を図2に示す。第9波では、2023年第35週頃まではXBB.1.5系統、XBB.1.9系統、XBB.1.16系統など、様々なXBB亜系統が検出されていたが、その後はXBB.1.9系統の亜系統であるEG.5系統及びその亜系統の割合が増加した。他方、第8波において主流行変異株であったBA.5系統及びその亜系統は、第29週以降は検出されなくなった。

第10波では、第9波に引き続き、EG.5系統及びその亜系統が多数検出された。また、2024年第1週にはJN.1

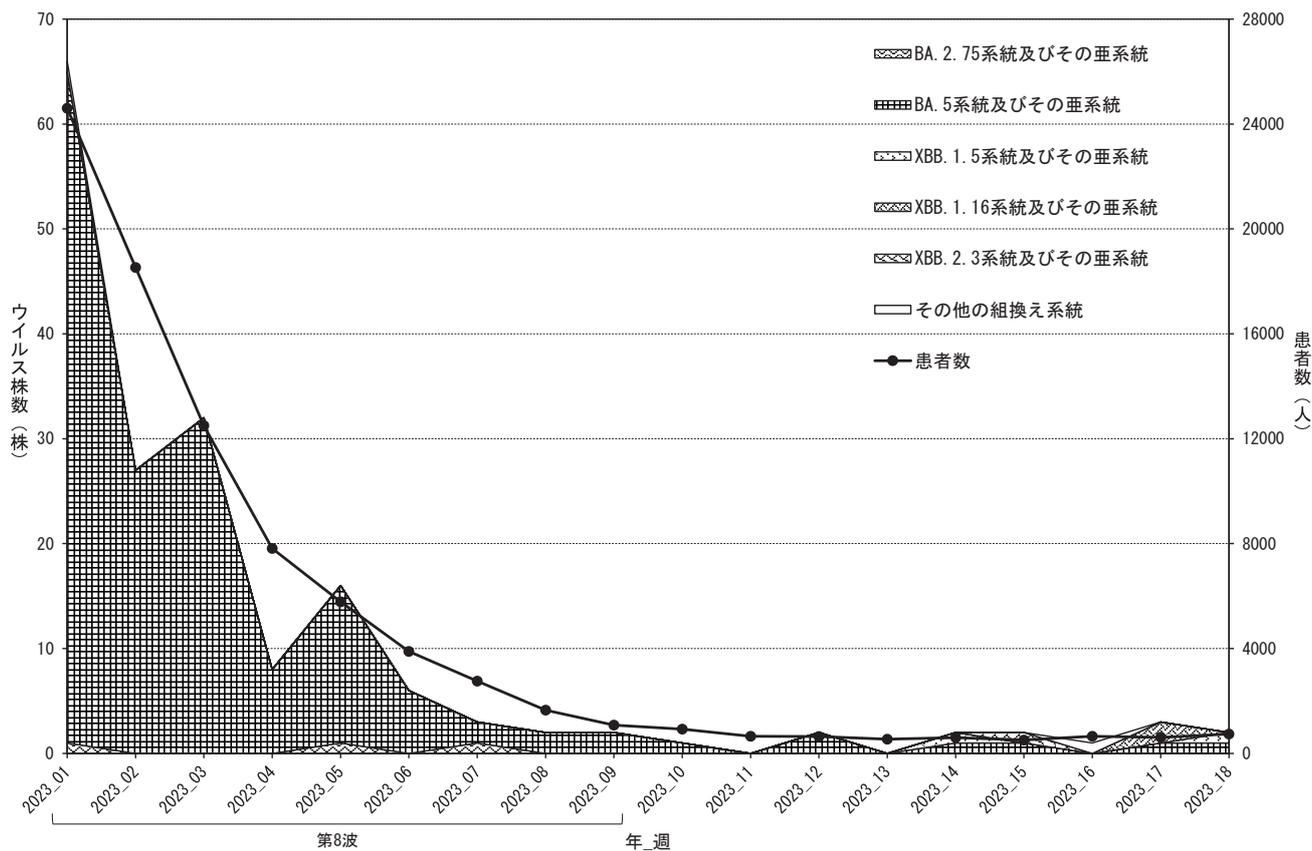


図1 全数把握期間（2023年第1週～第18週）における患者報告数及びウイルスの系統別検出状況の推移

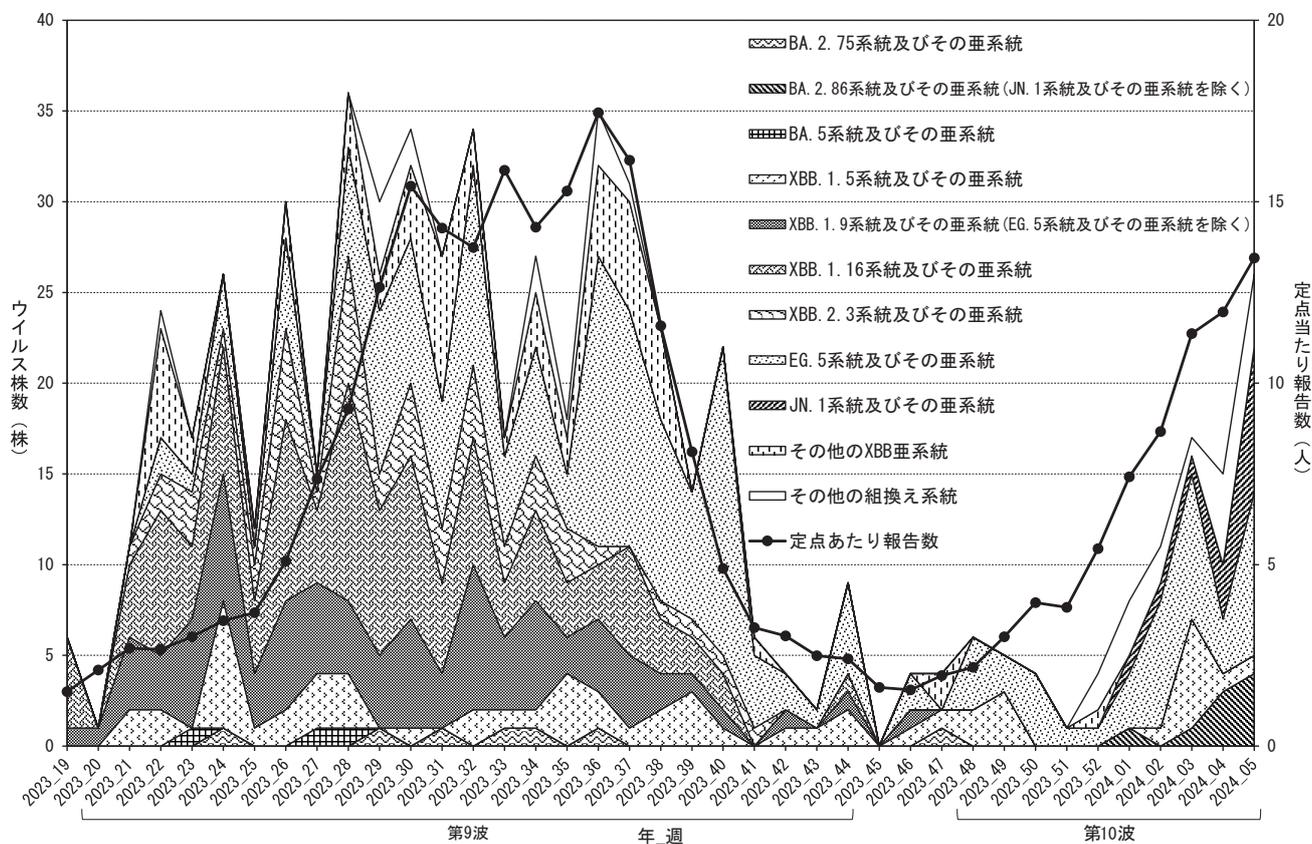


図2 定点把握期間（2023年第19週～2024年第5週）における定点あたり報告数及びウイルスの系統別検出状況の推移

系統が初めて検出され、それ以降はJN.1系統及びその亜系統を含むBA.2.86系統及びその亜系統の検出数が増加した。このほか、2024年第3週にBA.2.86.1系統とFL.15.1.1 (XBB.1.9.1.15.1.1) 系統の組換え体であるXDQ系統 (図2においては“その他の組換え系統”に含む) が初めて検出された。

### 3.3 第9波におけるXBB.1.9系統及びその亜系統内の検出割合の推移

第9波において検出割合の高かったEG.5 (XBB.1.9.2.5) 系統及びその亜系統の、XBB.1.9系統内での検出割合の推移を図3に示す。EG.5系統及びその亜系統は、第22週に初めて検出されて以降、徐々に置き換わりが進み、第36週以降はEG.5系統及びその亜系統が大部分 (第36週～第44週に検出されたEG.5系統及びその亜系統を含むXBB.1.9系統及びその亜系統全体 (89株) に対して84.3% (75株)) を占めた。その後も置き換わりは進み、図2に示すとおり、第47週以降はEG.5系統及びその亜系統に全て置き換わった。

## 4 考察

今回調査した期間の流行期における主流行変異株については、第8波 (2023年第1週～第9週) では、BA.5系統及びその亜系統が検出変異株の97.5%を占めていた。

第9波 (2023年第20週～第44週) では、2023年第35週頃まではXBB.1.5系統、XBB.1.9系統、及びXBB.1.16系統などの様々なXBB亜系統が検出されていたが、第36週以降はEG.5系統及びその亜系統が主流行変異株となった。第10波 (2023年第48週～2024年第5週) では、EG.5系統及びその亜系統が引き続き検出されたほか、JN.1系統及びその亜系統を含むBA.2.86系統及びその亜系統の検出数が急速に増加した。県内のこれらの変異株の流行の推移は、全国とほぼ同様の傾向<sup>13)</sup>を示していた。

EG.5系統やJN.1系統が有する、SARS-CoV-2のスパイクタンパク質におけるアミノ酸置換変異は、XBB.1.5系統に対する中和抗体による免疫から逃避する可能性が示唆されている<sup>14), 15)</sup>。EG.5系統及びその亜系統は、第9波の2023年第22週に初めて検出されて以降、それまでの流行変異株と置き換わるように検出割合が増加し、またJN.1系統及びその亜系統は、第10波の2024年第1週に初めて検出されて以降、急速に検出数が増加したことから、これらの系統株の免疫逃避能は、第9波及び第10波における感染拡大の大きな要素であったと考えられた。

COVID-19の流行は、今回の調査でも、これまでと同様に流行の波ごとに主流行変異株の変遷や新たな変異株が出現し、季節性も認められなかったことから、今後も

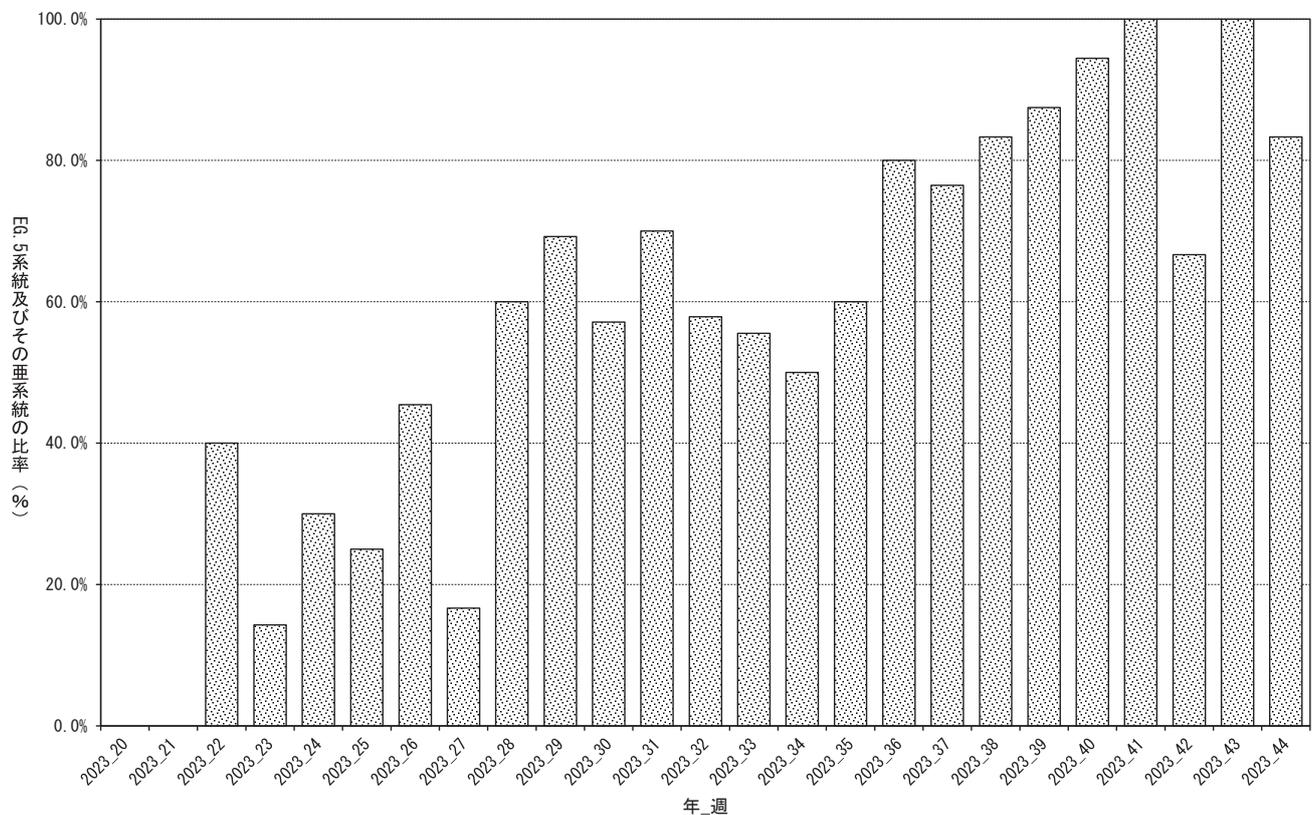


図3 XBB.1.9系統及びその亜系統内におけるEG.5系統及びその亜系統の比率の推移 (第9波)

新たな変異株による不定期な流行が懸念される。このような流行変異株の特定手法として、免疫逃避能などの指標となる変異を詳細に把握できる全ゲノム解析は非常に有用であることから、今後も次世代シーケンサーを活用したSARS-CoV-2の監視に努めたい。

## 文 献

- 1) 国立感染症研究所 感染症疫学センター：新型コロナウイルス感染症2020年5月現在，病原微生物検出情報，41，103-105，2020
- 2) 岡山県感染症情報センター：岡山県感染症週報2020年第12週（3月16日～3月22日），  
<https://www.pref.okayama.jp/uploaded/attachment/327595.pdf>（2024.7.1アクセス）
- 3) 岡山県感染症情報センター：【全数把握（2023年5月7日まで）】新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の発生状況，  
<https://www.pref.okayama.jp/page/855420.html>（2024.7.1アクセス）
- 4) 国立感染症研究所：新型コロナウイルスゲノムサーベイランスによる系統別検出状況，  
[https://www.niid.go.jp/niid/images/cepr/covid-19/20230419\\_genome\\_surveillance.pdf](https://www.niid.go.jp/niid/images/cepr/covid-19/20230419_genome_surveillance.pdf)（2024.7.1アクセス）
- 5) 世界保健機関（WHO）：COVID-19 Weekly Epidemiological Update Edition 134 published 16 March 2023，  
[https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20230316\\_weekly\\_epi\\_update\\_134.pdf](https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20230316_weekly_epi_update_134.pdf)（2024.7.1アクセス）
- 6) 土本祐栄，岡本尚子，石井 学，船橋圭輔，長尾和彦ら：岡山県におけるSARS-CoV-2の次世代シーケンサーによる全ゲノム解析調査（2020-2022），岡山県環境保健センター年報，46，49-51，2022
- 7) 土本祐栄，岡本尚子，石井 学，池田和美，船橋圭輔ら：岡山県におけるSARS-CoV-2の次世代シーケンサーによる全ゲノム解析調査（2022-2023），岡山県環境保健センター年報，47，37-42，2023
- 8) 岡山県感染症情報センター：岡山県感染症週報2023年第19週，  
<https://www.pref.okayama.jp/uploaded/attachment/345745.pdf>（2024.7.1アクセス）
- 9) 国立感染症研究所：新型コロナウイルスゲノム解読プロトコル（Qiagen社 QiaSEQ FX編）version 1.4，  
[https://www.niid.go.jp/niid/images/lab-manual/SARS-CoV2\\_genome\\_analysis\\_manual\\_QIASEQFX\\_ver\\_1\\_4\\_220127.pdf](https://www.niid.go.jp/niid/images/lab-manual/SARS-CoV2_genome_analysis_manual_QIASEQFX_ver_1_4_220127.pdf)（2024.7.1アクセス）
- 10) 国立感染症研究所：新型コロナウイルス感染症の直近の感染状況等（2022年12月28日現在），  
<https://www.niid.go.jp/niid/ja/2019-ncov/11736-covid19-ab112th.html>（2024.7.1アクセス）
- 11) 世界保健機関（WHO）：Weekly epidemiological update on COVID-19 - 4 May 2023，  
<https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update-on-covid-19---4-may-2023>（2024.7.1アクセス）
- 12) 世界保健機関（WHO）：COVID-19 epidemiological update – 22 December 2023，  
<https://www.who.int/publications/m/item/covid-19-epidemiological-update---22-december-2023>（2024.7.1アクセス）
- 13) 国立感染症研究所：新型コロナウイルス感染症（COVID-19）関連情報（直近の感染状況），  
<https://www.niid.go.jp/niid/ja/diseases/ka/corona-virus/covid-19.html>（2024.7.1アクセス）
- 14) 国立感染症研究所：新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)の変異株 EG.5.1系統について，  
<https://www.niid.go.jp/niid/ja/2019-ncov/2551-cepr/12237-sars-cov-2-eg-5-1.html>（2024.7.1アクセス）
- 15) 国立感染症研究所：新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)の変異株 JN.1系統について，  
<https://www.niid.go.jp/niid/ja/2019-ncov/2551-cepr/12505-sars-cov-2-jn1.html>（2024.7.1アクセス）



【資料】

## 岡山県で検出されたSFTSウイルスのリアルタイムRT-PCR法における 蛍光強度の低下について

Decreased Fluorescence Intensity of Real-time RT-PCR Method Using SFTS Virus Detected  
in Okayama Prefecture

鶴海 剛, 土本祐栄, 石井 学, 牧本智恵, 清迫理恵, 佐藤 淳, 石故明衣子, 木田浩司, 木下浩行\*  
\*岡山県感染症情報センター

TSURUMI Go, TSUCHIMOTO Sachie, ISHII Manabu, MAKIMOTO Tomoe, SEIZAKO Rie,  
SATO Atsushi, ISHIKO Meiko, KIDA Kouji, KINOSHITA Hiroyuki\*

### 要 旨

重症熱性血小板減少症候群（以下「SFTS」という。）は、患者の予後や医療従事者等の二次感染予防の観点から、早期診断が求められており、SFTSウイルスを迅速に検出、定量し得るリアルタイムRT-PCR法の需要が高まっている。今回我々は、岡山県内で2013年7月から2023年12月までの間にコンベンショナルRT-PCR法で陽性となったSFTS患者から採取した血清又は血しょう30検体について、SFTSウイルスゲノムのS分節を標的としたリアルタイムRT-PCR法を実施したところ、全ての検体が陽性と判定され、コンベンショナルRT-PCR法と同等以上の感度を有することが明らかとなった。しかし、このうち9検体では、陽性対照と比較して低い蛍光強度を示した。そこで、検出されたSFTSウイルスについて、リアルタイムRT-PCR法の標的領域の塩基配列を解読したところ、低い蛍光強度を示した9検体から検出されたSFTSウイルスには、プローブ結合領域にミスマッチが認められた。

[キーワード：SFTS, 岡山県, リアルタイムRT-PCR法, プローブ, ミスマッチ]

[Key words: SFTS, Okayama Prefecture, Real-time RT-PCR, Probe, Mismatch]

### 1 はじめに

重症熱性血小板減少症候群（以下「SFTS」という。）は、2011年に中国で発見されたSFTSウイルスを起因とする重篤なマダニ媒介感染症であり、国内では2013年に初めて患者が報告されて以降<sup>1)</sup>、2024年4月までに963名が報告されている<sup>2)</sup>。2018年には、愛玩動物を介した感染経路が明らかとなり、特に獣医療従事者のリスクの高さが指摘されている<sup>3)</sup>。さらに、2024年には国内で初めてヒト-ヒト感染が報告され<sup>4)</sup>、医療従事者等の二次感染予防の観点からも早期の診断が必要とされている。

SFTSウイルスのゲノムは、マイナス1本鎖の3つの分節のRNAで構成されており、それぞれS、M及びL分節と呼ばれている。一般に、ウイルスのゲノムは、塩基の置換、欠損及び挿入によって変異する。また、分節ゲノムを有するウイルスの場合、異なる株の同時感染により分節の組換えが生じることがあり、このような変異は遺伝子再集合と定義されている。SFTSウイルスにおいても、遺伝子再集合が生じたことが示唆されている<sup>5)</sup>。SFTSウイルスの検出法として、コンベンショナルRT-PCR法、リアルタイムRT-PCR法等が開発されている。

SFTS患者の予後とリアルタイムRT-PCR法で算出した患者の血中ウイルスコピー数には相関があることが報告されており<sup>6)</sup>、検査における血中ウイルス量の定量が可能なリアルタイムRT-PCR法の需要が高まっている。

岡山県におけるSFTS疑い症例の行政検査では、国立感染症研究所監修の病原体検出マニュアル<sup>7)</sup>に従い、SFTSウイルスのS分節のNP遺伝子を標的としたコンベンショナルRT-PCR法を実施している。この検査法は、偽陰性や偽陽性の発生頻度が低い点で優れる一方で、結果判明までに長時間を要し、ウイルス量が定量できないなどの欠点がある。そのため、当センターでは、迅速かつ高感度で定量も可能なリアルタイムRT-PCR法を試験的に導入し、コンベンショナルRT-PCRと併せて実施している。今回我々は、これまでに行政検査でSFTSウイルスが検出された検体を対象に、改めてリアルタイムRT-PCR法を実施し、その検出感度を検証した。その結果、若干の知見を得たので報告する。

## 2 対象と方法

### 2.1 対象

2013年7月から2023年12月までの間にコンベンショナルRT-PCRで陽性となった県内のSFTS患者の血清又は血しょう30検体を対象とした。

### 2.2 方法

#### 2.2.1 RNA抽出

QIAamp Viral RNA Mini Kit (QIAGEN社)を用い、検体からウイルスRNAを抽出した。

#### 2.2.2 リアルタイムRT-PCR法

表1 プライマー及びプローブ

種類	配列 (5'-3')	標的領域 (S分節)	文献
Forward Primer	TGTCAGAGTGGTCCAGGATT		
Reverse Primer	ACCTGTCTCCTCAGCTTCT	1566-1702	6)
Probe	FAM-TGGAGTTTGGTGAGCAGCAGC-BHQ1		

SFTSウイルスゲノムのS分節のNP遺伝子を標的としたリアルタイムRT-PCR法は、Yoshikawaらの報告<sup>6)</sup>に従い、TaqMan Fast Virus 1-Step Master Mix (Thermo Fisher Scientific社)を用いてQuantStudio5リアルタイムPCRシステム (Thermo Fisher Scientific社)により実施した。使用したプライマー及びプローブの塩基配列を表1に示す。

#### 2.2.3 プローブ結合領域の塩基配列の解読

表2 設計したプライマー

種類	配列 (5'-3')	標的領域 (S分節)
Forward Primer	GGAAAGACGCAAAGGAGTGA	1449-1725
Reverse Primer	CGCCATCAACCTCTTDGACC	

GenBankに登録されたSFTSウイルスの塩基配列から、リアルタイムRT-PCR法の標的領域を含むようにプライマーを設計し、RT-PCR法を実施した。設計したプライマーの塩基配列を表2に示す。増幅産物を精製し、3500シリーズジェネティックアナライザ (Thermo Fisher Scientific社)を用いて、ダイレクトシーケンシング法により塩基配列を決定した。得られた塩基配列は、MEGA7.0 (フリーソフト)を用いて解析した。

## 3 結果

### 3.1 リアルタイムRT-PCR法におけるSFTSウイルスの検出

リアルタイムRT-PCR法では、30検体全てが蛍光の立ち上がりを認め、陽性と判定された。しかし、このうち9検体は、陽性対照と比較して蛍光の立ち上がり時の傾きが小さく、低い蛍光強度でプラトーに達した。(図1)

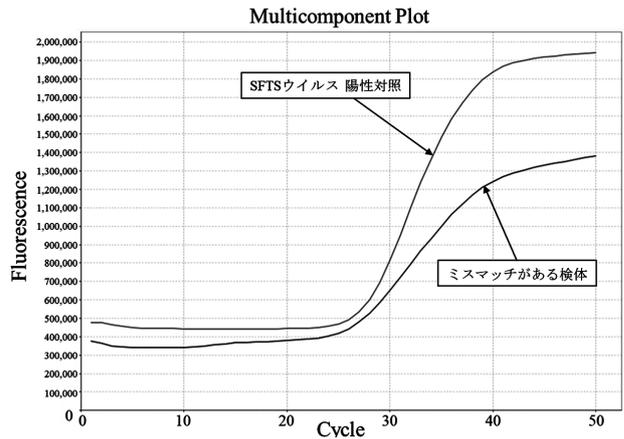


図1 リアルタイムRT-PCR法における蛍光強度

### 3.2 プローブ結合領域の塩基配列の解読結果

表3 プローブ及びプローブ結合領域の塩基配列

	配列 (5'-3')	検体数
プローブ結合領域 (ミスマッチなし)	TGGAGTTTGGTGAGCA <b>G</b> GAGC	21
プローブ結合領域 (ミスマッチあり)	TGGAGTTTGGTGAGCA <b>A</b> GAGC	9
プローブ	TGGAGTTTGGTGAGCA <b>G</b> GAGC	

プローブ結合領域の塩基配列の解読結果を表3に示す。全30検体のうち21検体から検出されたSFTSウイルスのプローブ結合領域の塩基配列は、プローブと完全に一致した。一方で、リアルタイムRT-PCR法で蛍光強度が低かった9検体では、3'末端から5番目の塩基がアデニン (A) であり、プローブのグアニン (G) と異なっていた。

## 4 考察

我々がSFTSウイルスの検出に用いたリアルタイムRT-PCR法は、その検出原理からTaqManプローブ法とも呼ばれており、ウイルスとプローブの塩基配列にミスマッチが存在すると、検出が困難になることが知られている。そのため、本来陽性となるはずの検体を陰性と判定するおそれがあり、仮に陽性と判定できたとしても正確な定量は不可能となる。本検証では、30検体全てがリアルタイムRT-PCR法で陽性と判定され、コンベンショナルRT-PCR法と同等以上の感度を有することが明らかとなった。しかし、このうち9検体から検出されたプローブ結合領域に1塩基のミスマッチを有するSFTSウイルス (以下「プローブ領域変異株」という。)は、リアルタイムRT-PCR法の蛍光強度が低かった。今回、幸いにもプローブ領域変異株を陽性と判定できた理由として、ミスマッチが21塩基のうち3'末端側から5番目の1塩基のみであり、プローブの結合力が大きく低下しなかったことが考えられる。今回検出されたプローブ領域

変異株が広域に伝播した場合、リアルタイムRT-PCR法において蛍光強度が低下するケースが増加する懸念がある。しかし、三好らの報告<sup>8)</sup>では、SFTSウイルスの遺伝子型の分布には地域性が認められており、SFTSウイルスの主な感染経路がマダニによる媒介であることを勘案すると、プローブ領域変異株の急速な広域伝播の可能性は低いと考えられる。一方、Yoshikawaらの報告<sup>5)</sup>では、SFTSウイルスが、ほかの地域や国をも越えて伝播し、定着する可能性が示唆されており、県外から新たな株が持ち込まれる可能性もある。

リアルタイムRT-PCR法においてウイルスの検出が困難になる要因として、プローブ領域変異株のようなプローブ結合領域のミスマッチのほか、プライマー結合領域のミスマッチも知られている。リアルタイムRT-PCR法は、コンベンショナルRT-PCR法と比較して特異度及び感度に優れる検査法である一方で、プライマー以外にプローブを使用するためにミスマッチの確率も高くなる。全ての野生株に対してミスマッチのないリアルタイムRT-PCR検査系を構築することは不可能であることから、SFTSウイルスの行政検査においては、別領域を標的とした複数のリアルタイムRT-PCR法を実施することが望ましいと考える。そのため、現在我々は、Yoshikawaらが開発したNP及びGPC遺伝子を標的としたリアルタイムRT-PCR法<sup>6)</sup>を、マルチプレックスで実施することを検討している。

SFTSは新興感染症であり、不明な点も多く、患者の早期診断や医療従事者等の二次感染予防のためには、迅速で正確な検査体制を構築し、適宜改善する必要がある。今後は、検出されたSFTSウイルスの遺伝子型を特定することで県内の分布状況を明らかにするとともに、様々な検査法を検証・導入し、正確で迅速な検査診断に努めたい。

## 文 献

- 1) Toru Takahashi, Ken Maeda, Tadaki Suzuki, Aki Ishido, Toru Shigeoka, et al. : The First Identification and Retrospective Study of Severe Fever With Thrombocytopenia Syndrome in Japan, *J Infect Dis*, 209(6), 816-827, 2014
- 2) 国立感染症研究所 感染症疫学センター：感染症発生動向調査で届出られたSFTS症例の概要（2024年4月30日更新）  
<https://www.niid.go.jp/niid/ja/SFTS/SFTS-idwrs/12675-SFTS-2.html>（2024.5.7 アクセス）

- 3) Kouji Kida, Yasuhiro Matsuoka, Tetsuya Shimoda, Hiroaki Matsuoka, Haruto Yamada, et al. : A Case of Cat-to-Human Transmission of Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome Virus, *Jpn J Infect Dis*, 72 (5), 356-358, 2019
- 4) 国立感染症研究所 感染症疫学センター：本邦で初めて確認された重症熱性血小板減少症候群のヒト-ヒト感染症例, *病原微生物検出情報*, 45, 62-64, 2024
- 5) Tomoki Yoshikawa, Masayuki Shimojima, Shuetsu Fukushima, Hideki Tani, Aiko Fukuma, et al. : Phylogenetic and Geographic Relationships of Severe Fever With Thrombocytopenia Syndrome Virus in China, South Korea, and Japan, *J Infect Dis*, 212(6), 889-898, 2015
- 6) Tomoki Yoshikawa, Shuetsu Fukushima, Hideki Tani, Aiko Fukuma, Satoshi Taniguchi, et al. : Sensitive and Specific PCR Systems for Detection of Both Chinese and Japanese Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome Virus Strains and Prediction of Patient Survival Based on Viral Load, *J Clin Microbiol*, 52 (9), 3325-3333, 2014
- 7) 国立感染症研究所：病原体検出マニュアル 重症熱性血小板減少症候群（SFTS）第2版
- 8) 三好めぐみ, 松浦 裕, 西田倫子, 三浦美穂, 吉野修司ら：SFTS ウイルスの遺伝子型と県内分布状況について, *宮崎県衛生環境研究所年報*, 31, 54-58, 2020



【調査研究】

## 血清型が異なるヒトエンテロウイルスが混在する検体からの ブラック分離法の検討

Study of Isolation by Plaque Methods from Specimen Containing Various Serotypes of Human Enterovirus

牧本智恵, 石井 学, 土本祐栄, 清迫理恵, 佐藤 淳, 石故明衣子, 鶴海 剛, 船橋圭輔\*, 木田浩司

\*岡山市保健所

MAKIMOTO Tomoe, ISHII Manabu, TSUCHIMOTO Sachie, SEIZAKO Rie,  
SATOU Atsushi, ISHIKO Meiko, TSURUMI Go, FUNAHASHI Keisuke\*, KIDA Kouji

### 要 旨

我々は、平成26年以降、下水から分離されたヒトエンテロウイルスについて、患者由来のヒトエンテロウイルスと比較し、流行疫学解析への活用を試みてきた。しかし、両者の血清型は一致することが少なく、その原因として、複数のヒトエンテロウイルスが混在する下水では、使用するRD-A細胞への指向性が強い血清型が優先して分離される可能性が考えられた。そこで今回我々は、下水中のヒトエンテロウイルスの血清型の存在比率を反映した分離結果を得ることを目的に、RD-A細胞に強い細胞変性効果を示すエコーウイルス11型及び弱い細胞変性効果を示すコクサッキーウイルスA6型を用い、ブラック分離法の検討を行った。まず、両ウイルスの増殖能を比較したところ、エコーウイルス11型はコクサッキーウイルスA6型よりも高い増殖能を示し、細胞変性効果と増殖能の間には相関が認められた。次に、両ウイルスのブラック分離法における重層寒天濃度及び回収時間を検討したところ、重層寒天濃度は1.5%、回収時間は接種後72時間が最適であった。また、染色液に2-(p-ヨードフェニル)-3-(p-ニトロフェニル)-5-フェニル-テトラゾリウムクロリドを用いることで、RD-A細胞に生じたブラックから感染性を保持したウイルスを分離できた。

[キーワード：ブラック, ヒトエンテロウイルス, ウイルス分離]

[Key words : Viral Plaque, Human Enterovirus, Virus Isolation]

### 1 はじめに

ヒトエンテロウイルスは、ゲノムにプラス一本鎖のRNAを有するピコルナウイルス科エンテロウイルス属のウイルスであり、A~Dの4種に分類される。その血清型は更に細分化され、ポリオウイルス(1~3型)、コクサッキーウイルスA(1~22, 24型)、コクサッキーウイルスB(1~6型)、エコーウイルス(1~9, 11~21, 24~27, 29~33型)及びエンテロウイルス(68~71型)が知られている<sup>1)</sup>。ヒトではその多くが腸管に感染し、夏期に小児を中心に流行する。血清型によって様々な症状を示し、「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」(平成十年法律第百十四号)(以下「感染症法」という。)では、2類感染症として急性灰白髄炎、5類感染症として手足口病、ヘルパンギーナ、急性出血性結膜炎、急性弛緩性麻痺及び無菌性髄膜炎が届出対象とされている。

感染症法に基づく様々な感染症の届出情報は、全国的に患者サーベイランスに活用されており、本県においても、その解析結果を感染症情報センターから情報発信し

ている。一方、流行性感染症の場合、届出対象となった患者だけでなく、その周囲に存在している多数の軽症者、不顕性感染者、媒介生物等も流行にかかわる重要な要素になると考えられている。そのため、近年は、新型コロナウイルス感染症などで、環境を対象としたサーベイランスを実施し、患者サーベイランスの結果と併せて総合的に解析する試みが活発に行われている<sup>2)</sup>。

本センターにおいても、平成26年から、下水中のポリオウイルスを対象とした感染症流行予測調査事業で副次的に分離されたヒトエンテロウイルスについて、感染症発生动向調査事業で分離されたヒトエンテロウイルスと比較し、流行疫学解析への活用を試みている。しかしながら、下水と患者では、同時期に採取した検体であっても異なる血清型のヒトエンテロウイルス株が分離されることが多かった<sup>3)~7)</sup>。その原因として、様々な血清型のヒトエンテロウイルスが混在する下水では、分離に使用する株化細胞に対して強い細胞指向性を有する血清型の株が優先的に増殖し、下水中の血清型の存在比率を正確に反映できていない可能性が考えられた<sup>7)</sup>。

そこで今回我々は、株化細胞による下水からのヒトエンテロウイルスの分離において、細胞指向性の影響を低減することを目的としてブラック法<sup>8)</sup>を選択し、その条件検討を行うこととした。ウイルスは、分離に使用するヒト横紋筋腫由来のRD-A細胞において、強い細胞変性効果を示すエコーウイルス11型(以下「E11」という。)と、弱い細胞変性効果を示すコクサッキーウイルスA6型(以下「CVA6」という。)の分離株を用いた。また、RD-A細胞に生じたブラックからの分離株の回収には細胞染色が必要となるが、予備試験では、一般的に染色に用いられる中性赤ではRD-A細胞とブラックを染め分けることができなかったため、染色法の検討も併せて実施した。

## 2 材料と方法

### 2.1 株化細胞とウイルス

#### 2.1.1 株化細胞

株化細胞は、ヒト横紋筋腫由来のRD-A細胞を用いた。培養には、Eagle's Minimum Essential Mediumにペニシリン-ストレプトマイシンを1単位/mlとなるよう添加し、更にウシ胎児血清を増殖用としては5%、維持用としては2%(以下「維持培養液」という。)となるよう添加した培養液を用いた。

#### 2.1.2 ウイルス

感染症発生動向調査事業で得たE11及びCVA6の分離株を用い、それぞれRD-A細胞によるブラッククロニングを3回実施し、100 PFU/mLに調製したものを試料とした。

### 2.2 観察装置

那須らの方法<sup>9)</sup>を参考に、2個の箱を上下に重ね、連結部中央に直径60 mmの穴をあけ、上の箱の上面中央に撮影口、下の箱の底面の縁に沿って採光口を設け、面状の光源上に設置し、下部より散乱光のみを照射する装置(以下「暗視野照明観察装置」という。)を作製した(図1)。

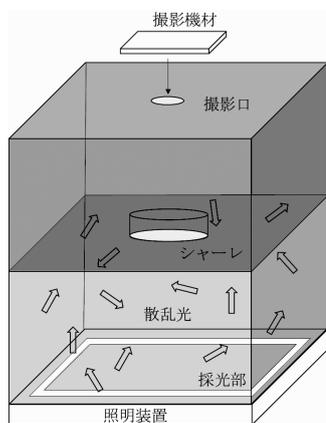


図1 暗視野照明観察装置

### 2.3 RD-A細胞におけるE11及びCVA6の増殖能

試料のE11及びCVA6を、それぞれ100μLずつ75 cm<sup>2</sup>の培養ボトルに単層培養したRD-A細胞に接種し、維持培養液を26 mL加えて37℃、5%CO<sub>2</sub>ガス気相下で培養した。培養開始直後から、経時的に(0, 16, 24, 40, 48, 64, 72, 88, 96時間経過時点)培養上清を500μLずつ採取し、10,000 rpmで5分間遠心した後、上清を回収した。次に、培養上清中のウイルスのゲノムRNAをQIAamp Viral RNA mini kit (QIAGEN社)を用いて抽出し、MoniqueらのリアルタイムRT-PCR法<sup>10)</sup>により定量した。なお、定量指標には、リアルタイムRT-PCR法の標的領域を含む形で設計したプライマーセット(EVPR-1 FW及びEVPR-2 RV)によるE11のRT-PCR法増幅産物をアガロースゲル電気泳動後に切り出して精製し、260 nmのOD値からコピー数を算定したものをを用いた。使用したプライマー及びプローブを表1に示す。

表1 プライマー及びプローブ

	塩基長	塩基配列	位置*	文献
EVPR-1 FW	20	ACCCGGCTAACTACTTCGAG	238-257	
EVPR-2 RV	23	TCAGTGAACCTCCCTGGATCYTG	915-893	
EV-F	15	TCCTCCGGCCCTGA	449-463	[10]
EV-R	21	RATTGTCACCATAAGCAGCCA	604-584	[10]
EV-probe	26	FAM-CGGAACCGACTACTTTGGGTGWCCT-TAMRA	538-563	[10]

\*配列の位置はE11 Gregory株(GenBank accession number X80059)を基準にした。

### 2.4 ブラック分離法の寒天濃度及びウイルス回収時間の検討

試料のE11及びCVA6を、それぞれ6枚の60 mmシャーレに単層培養したRD-A細胞に200μLずつ接種し、1時間吸着させた。その後ウイルス液を除去し、45℃に維持した1.0%、1.5%及び2.0%寒天培地(維持培養液に寒天を添加したもの)をそれぞれ2枚のシャーレに5 mLずつ重層し、硬化後に37℃、5%CO<sub>2</sub>ガス気相下で培養した。

RD-A細胞に生じたブラックを各濃度の寒天培地においてそれぞれ10個ずつ選択し、暗視野照明観察装置により、経時的に(0, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 72, 80, 96, 104時間経過時点)その直径を計測した。56時間経過時点の寒天濃度1.0%におけるCVA6のブラック像を図2に示す。なお、ブラックの成長により隣のブラックと重なった場合は計測不能とし、その後の計測は中止した。

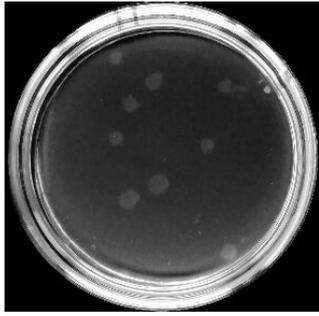


図2 暗視野照明観察装置によるCVA6のプラック像  
(寒天濃度1.0% 培養時間56時間)

### 2.5 プラック染色法の検討

E11を用い、2.4と同様の方法で1.0%寒天培地を重層したRD-A細胞にプラックが形成された時点で、染色液として2-(p-ヨードフェニル)-3-(p-ニトロフェニル)-5-フェニル-テトラゾリウムクロリド(以下「INT」という。)を0.05%又は0.1%となるよう添加した1.0%寒天培地(以下「染色寒天培地」という。)を5mL重層し、硬化後に37℃、5%CO<sub>2</sub>ガス気相下に置いた。その後、1、2、3、4、5、6、7、8、25、31及び49時間経過時点の色調変化を観察した。

## 3 結果

### 3.1 RD-A細胞におけるE11及びCVA6の増殖能

E11及びCVA6について、RD-A細胞における培養上清中のウイルス量をリアルタイムRT-PCR法により定量した結果を図3に示す。両ウイルス共に培養時間の経過に伴いコピー数が上昇し、最終的にプラトーに達した。対数増殖期のグラフの傾きはE11の方が大きく、定量値も全ての時間で上回っていた。

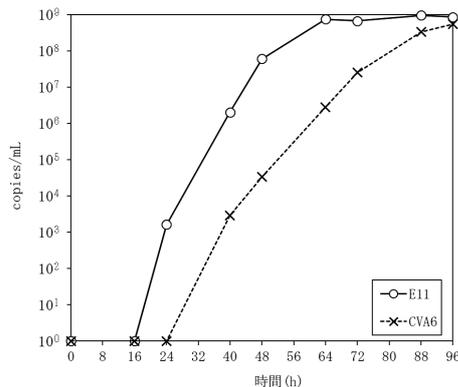


図3 RD-A細胞におけるE11及びCVA6の増殖

### 3.2 プラック分離法の寒天濃度及びウイルス回収時間の検討

E11及びCVA6について、1.0%、1.5%及び2.0%寒天培地を重層したRD-A細胞に生じたプラックの直径を経

時的に測定した結果を図4に示す。各濃度の寒天培地において、10個のプラックの直径から近似曲線(直線近似)を描いたところ、両ウイルス共に寒天濃度が高いと近似曲線の傾きが小さくなり、プラックの成長が抑制されることが明らかとなった。また、いずれの寒天濃度においても、E11はCVA6よりも近似曲線の傾きが大きく、プラックの成長速度が速かった。プラック法によるウイルス分離には、観察可能な大きさで隣のプラックと重ならない条件とする必要がある。そこで、両ウイルスの大きさが3mmから7mmの範囲で、共に回収可能と考えられる寒天濃度1.5%、培養時間72時間を至適条件とした。

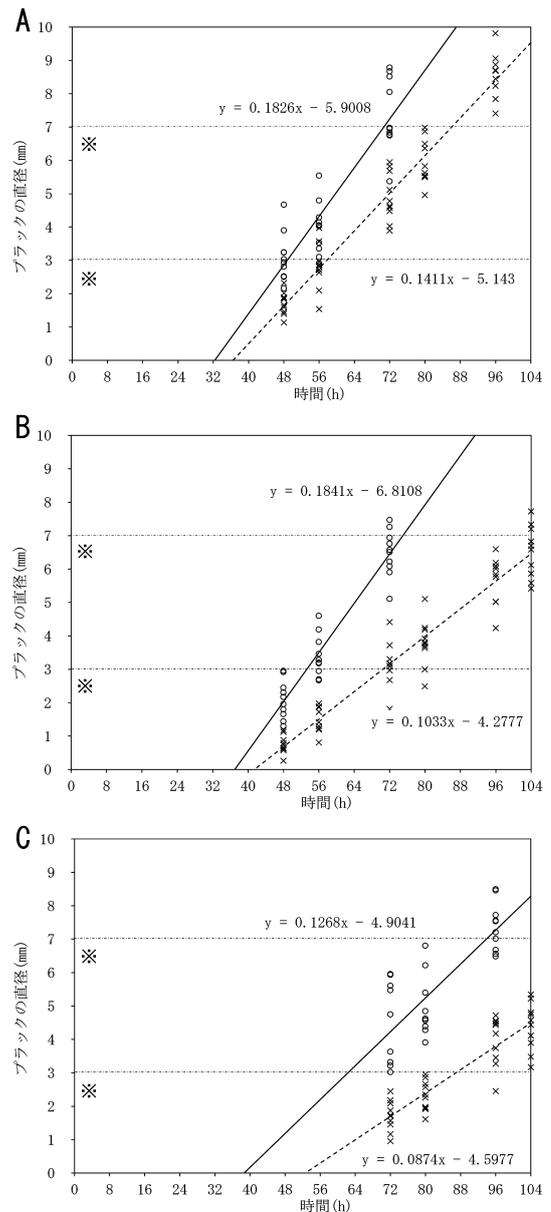


図4 E11及びCVA6におけるプラック形成の経時的変化  
A 1.0%寒天 B 1.5%寒天 C 2.0%寒天  
○E11 ×CVA6  
※破線の範囲(3-7mm)は、ウイルス分離に適切なプラックの直径を示す。

### 3.3 ブラック染色法の検討

INTにより、未感染のRD-A細胞は、8時間では染色されなかったが、25時間以降に赤紫色に染色された。また、E11によってRD-A細胞に形成されたブラックは、3時間で青紫色に染色され、8時間までは経時的に濃くなったが、25時間以降は色調が透明に変化した。なお、INT濃度を0.05%と0.1%で比較したところ、ブラックの色調は、3から8時間において、常に0.1%の方が濃かった（データは示さない）。

## 4 考察

今回我々は、ブラック法により血清型が異なる2種のヒトエンテロウイルスを同時に分離する条件を検討した。

通常、ウイルスの増殖によって株化細胞に生じるブラックは、中性赤等によって非感染の株化細胞を染色することで可視化される。しかし、細胞染色は、ウイルス増殖への影響が懸念されることから、本検討では、まず散乱光による暗視野照明観察装置を作製し、無染色下でのブラックの観察を試みた。その結果、E11及びCVA6が形成したブラックを明瞭に視認することが可能となった。

次に、両ウイルスを75 cm<sup>2</sup>ボトルに培養したRD-A細胞に接種し、培養液中のウイルス量をリアルタイムRT-PCR法で経時的に定量したところ、E11はCVA6よりも増殖能が高かった（図3）。また、暗視野照明観察装置により、両ウイルスのRD-A細胞上に形成するブラックを経時的に測定したところ、E11はCVA6と比較してブラック形成速度が速かった（図4-A）。これらのことから、RD-A細胞においては、ヒトエンテロウイルスの増殖能とブラック形成速度には相関があり、ウイルスの増殖能が高いほどブラックサイズも速く大きくなると考えられた。そこで、これまでの検討で異なる増殖能を示したE11及びCVA6を使用し、異なる血清型のヒトエンテロウイルスの試料からそれぞれの血清型株が分離可能となるブラック法の条件を検討することにした。

ブラック法でウイルスを個別に分離するためには、株化細胞上に生じるブラックは、他と重なることなく視認できる必要がある。そこで、E11及びCVA6の分離株回収時のブラックの大きさの条件を3 mmから7 mmまでと定め、ブラックの直径を経時的に測定することにより、分離に適した重層寒天濃度及び回収時間を検討した。その結果、ブラック法による分離条件は、重層寒天濃度は1.5%、回収は接種後72時間が最適と判断した（図4）。

分離株の回収時に必要なブラック染色法の検討において、染色液として用いたINTは、ブラックと未感染のRD-A細胞を明瞭に染め分け、濃度0.1%、染色時間8時間でウイルス分離に最も適した染色効果を示した。染色寒天培地の重層後、ブラックの成長速度は著しく減速した。しかし、ブラックから感染性ウイルスを分離回収することができたことから、INTは、RD-A細胞の活性には何らかの影響を及ぼす一方、形成されたウイルス粒子自体にはほとんど影響しないと考えられた。

本検討で確立したブラック分離法により、下水検体に混在するヒトエンテロウイルスについて、RD-A細胞への指向性の影響を低減し、実際の血清型の含有比率を反映したウイルス分離が可能となることが期待される。しかし、RD-A細胞にブラックを形成せず、視認できないウイルスが下水検体中に存在した場合、当該ウイルスが増殖したRD-A細胞上に重なるように別のウイルスによるブラックが形成され、これらが混合して回収される可能性がある。また、下水検体ごとに含有ウイルス濃度が異なるため、本分離法においては、適切な希釈濃度を決定するための予備試験が必要になるなど、課題も残る。

下水検体からのヒトエンテロウイルスの分離において、RD-A細胞への指向性の影響を低減する方法として、他県では限界希釈法が試みられている（未発表）。これは複数のヒトエンテロウイルスが混在する検体を分離限界まで希釈することで、最も存在比率の高い血清型のみを分離する方法であるため、次に存在比率の高い血清型のウイルスを特定できないという欠点がある。今回我々が検討した分離法は、ブラックを形成するヒトエンテロウイルスであれば、下水中に混在する血清型とその存在比率を明らかにできる点で優位性があると考えている。

今後は、本ブラック分離法を下水検体に適用し、必要に応じて更なる改良を加えつつ、県内のヒトエンテロウイルスの流行状況の把握に努めていきたい。

## 文 献

- 1) 細矢光亮：小児のエンテロウイルス感染症，環境感染誌，32(6)，344-354，2017
- 2) 厚生労働省：厚生労働科学研究成果データベース 環境水を用いた新型コロナウイルス監視体制を構築するための研究，<https://mhlw-grants.niph.go.jp/project/148380> (2024.6.6アクセス)
- 3) 梶原香代子，磯田美穂子，木田浩司，谷川徳行，松岡保博ら：平成28年度感染症流行予測調査（ポリ

- オ感染源調査), 岡山県環境保健センター年報, 42, 63-65, 2018
- 4) 橋本清美, 松岡保博, 野宮加代子, 濱野雅子, 木田浩司ら: 平成29年度感染症流行予測調査 (ポリオ感染源調査), 岡山県環境保健センター年報, 43, 111-113, 2019
  - 5) 松岡保博, 橋本清美, 石井 学, 長尾和彦, 濱野雅子ら: 平成30年度感染症流行予測調査 (ポリオ感染源調査), 岡山県環境保健センター年報, 44, 67-69, 2020
  - 6) 船橋圭輔, 松岡保博, 石井 学, 長尾和彦, 岡本尚子ら: 令和元年度感染症流行予測調査 (ポリオ感染源調査), 岡山県環境保健センター年報, 45, 47-50, 2021
  - 7) 船橋圭輔, 長尾和彦, 石井 学, 土本祐榮, 岡本尚子ら: 令和2年度感染症流行予測調査 (ポリオ感染源調査), 岡山県環境保健センター年報, 46, 57-58, 2022
  - 8) 北村 敬: ウイルス検査のための組織培養技術, 188-211, 株式会社近代出版, 1976
  - 9) 那須潜思, 竹茂 求, 小川廣幸: 暗視野照明を用いた生菌数計測の迅速化, 平成18年度電気関係学会東北支部連合大会, 80, 2006
  - 10) Monique Nijhuis, Noortje van Maarseveen, Rob Schuurman, Sandra Verkuijlen, Machiel de Vos, et al.: Rapid and Sensitive Routine Detection of All Members of the Genus Enterovirus in Different Clinical Specimens by Real-Time PCR, *J. Clin. Microbiol.*, 40(10), 3666-3670, 2002



## 【調査研究】

GC-MS/MSを用いた魚介類中の多環芳香族炭化水素の分析  
Analysis of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Fish and Shellfish Using GC-MS/MS

難波順子, 金子英史, 藤本佳恵, 大月史彦, 繁田典子 (衛生化学科)

NAMBA Junko, KANEKO Hidefumi, FUJIMOTO Kae, OTSUKI Fumihiko, SHIGETA Noriko  
(Food and Drug Chemical Research Section)

## 要 旨

魚介類中の多環芳香族炭化水素（以下「PAH」という。）の分析法を検討した。ポリ塩化ビフェニル（以下「PCB」という。）との同時前処理を目指し、室温アルカリ分解で抽出後ヘキサンに転溶するまでの工程は同一とし、その後、5%含水シリカゲルカラムで精製してGC-MS/MSで測定する方法を確立した。PAHは検討した21物質のうち17物質が回収率の目標（70~120%）を満たしていた。目標を満たしていなかった4物質のうち3物質は回収率が150%以下であり、モニタリングとしては適用可能と考えられた。この分析法を用いて実態調査を行ったところ、PAHは20物質中11物質がアナゴ、コイ、カレイ、サッパ及びカキから低濃度（12 ng/mL以下）ながら検出され、シタビラメ、ボラ及びヒラメからは全ての物質が検出されなかった。PCBは全ての検体で検出されたが、暫定的規制値の0.07~2.7%であった。各魚介類におけるPAHとPCBの検出値に明らかな相関は認められなかった。

[キーワード：多環芳香族炭化水素, ポリ塩化ビフェニル, 魚介類, GC-MS/MS]

[Key words : Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, Polychlorinated Biphenyls, Fish and Shellfish, GC-MS/MS]

## 1 はじめに

多環芳香族炭化水素（以下「PAH」という。）は炭素と水素から成る2つ以上の芳香環が結合した有機化合物であり、有機物質の不完全な燃焼や熱分解等で副生成物として意図せず生成され、人に対する発がん性や遺伝毒性があることが疑われている。そのため、PAHは食品中の汚染物質の国際的な評価機関であるFAO/WHO合同食品添加物専門家会議において実態調査の必要性が指摘されており、EUでは輸入のくん製食品等に対してベンゾ[a]ピレン及びPAH4（ベンゾ[a]ピレン、ベンゾ[a]アントラセン、ベンゾ[b]フルオランテン及びクリセン）総量の基準値を設定している<sup>1)</sup>。一方、国内では食品中の基準は設定されていないが、くん製食品や魚肉練り製品など市販加工食品に含まれるPAHの実態調査が報告されている<sup>2)</sup>。また、PAHは海洋ごみとして問題になっているマイクロプラスチックにポリ塩化ビフェニル（以下「PCB」という。）などの残留性有機汚染物質（以下「POPs」という。）と共に吸着しているため、欧州食品安全機関は、食品（特に魚介類）中のマイクロプラスチックに起因するリスクとして、マイクロプラスチックに高濃度に蓄積したPCBやPAH等を摂取する可能性があることを示し、平均摂取量を推定する必要性を指摘している<sup>3)</sup>。

PCBは水素、炭素及び塩素からなる有機塩素化合物である。化学的安定性、高脂溶性、不燃性、高絶縁性などの優れた物性を有するため、トランス、コンデンサーなどの絶縁油、熱媒体、潤滑油などとして様々な用途に使用されたが、その有害性が明らかとなり、1972年に生産が中止され、使用や廃棄が厳しく規制されている。しかし、難分解性であるため長期にわたる残留及び食物連鎖による生物の体内への蓄積（生物蓄積性・濃縮性）が懸念されており、食品衛生法でも食品に残留するPCBについて暫定的規制値が定められている<sup>4), 5)</sup>。

岡山県では、魚介類中のPCBを継続的に分析しているが、PAHは分析していない。そこで、作業効率向上を目指し、魚介類中のPAHをPCBと同時に前処理する方法を検討し、実態調査を行ったので報告する。

## 2 方法

## 2.1 試料

試料として、岡山県内の漁協及び小売店で販売していた喫食機会が想定される海産物（アナゴ、シタビラメ/ゲタ\*、カレイ、ヒラメ、ボラ、サッパ/ママカリ\*、カキ）及び淡水魚（コイ）の可食部を用いた。\*：地方名

## 2.2 標準品及び試薬

PAH標準品：既報<sup>6)</sup>に従った。検討対象物質を表1

に示す。

PAH混合標準溶液：各標準品を混合，ヘキサンで定容し，10 µg/mLのPAH混合標準溶液を調製した。

PCB標準品：既報<sup>7), 8)</sup>に従った。

その他の試薬：残留農薬分析用，PCB分析用またはダイオキシン分析用を用いた。

## 2.3 装置及び条件

### 2.3.1 PAHのGC-MS/MS測定条件

装置：ガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS/MS) : Agilent 7010B, Agilent 7890B

GC-MS/MS測定条件

カラム：Agilent製 DB-5MS 60 m × 0.25 mm, 膜厚 0.25 µm

カラム温度：50 °C (2 min) - 20 °C/min - 120 °C - 7 °C/min - 310 °C (15 min)

注入口温度：250 °C

注入量：2 µL (高圧注入, スプリットレス)

イオン源温度：220 °C

トランスファーライン温度：300 °C

流量：キャリアーガス He 定流量 1.3 mL/min

イオン化モード (電圧)：EI (70 eV)

測定方法：multiple reaction monitoring (MRM) 測定  
トランジション：表1に示す

### 2.3.2 PCBの高分解能GC-MS (以下「GC-HRMS」という。) 測定条件

既報<sup>7), 8)</sup>に従った。

## 2.4 装置及び条件

PAHは，PAH混合標準溶液をヘキサンで適宜希釈し，0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 4, 10, 20 ng/mLの検量線用混合標準溶液を調製し，検量線用混合標準溶液及び試験溶液をGC-MS/MSにそれぞれ2 µL注入し，濃度とピーク面積から絶対検量線で定量した。なお，定量限界はS/N>10とし，定量限界を最低濃度として検量線を作成した。

PCBは既報<sup>7), 8)</sup>に従った。

## 2.5 試験法

分析フローを図1に示す。

PAH分析は，室温アルカリ分解で抽出後ヘキサンに転溶，5%含水シリカゲルカラムで精製する前処理を行い，GC-MS/MSで測定し定量を行った。室温アルカリ分解抽出は，試料約5~20 gを100 mLの三角フラスコに採取，精秤し，1 mol/L KOHエタノール溶液50 mLを加えた後，磁気かくはん子を投入し，マグネチックスターラーでかくはんしながら，室温で15時間アルカリ分解し，分解終了後，磁気かくはん子を取り出し，振と

う機を用いて30分以上激しく振とうした。得られたアルカリ分解液を分液ロートに移した後，三角フラスコ壁面の付着液を精製水40 mL，エタノール4 mLずつ2回及びヘキサン60 mLを用いて共洗いして同様に分液ロートに移し，10分間振とう後分液し，ヘキサン抽出液を得た。アルカリ分解液をヘキサン50 mLで再度振とう抽出して得られたヘキサン抽出液を先のヘキサン抽出液と合わせ，5%塩化ナトリウム水溶液20 mLを加えた分液ロートで振とう洗浄した。その後，再度5%塩化ナトリウム水溶液20 mLを用いて振とう洗浄した。得られたヘキサン抽出液は，無水硫酸ナトリウムを用いて脱水した後，その半量を分取し，ロータリーエバポレーターを用いて1 mLまで濃縮し抽出溶液とした。精製に用いたシリカゲルカラムは，内径10 mm，長さ300 mmのカラムに5%含水シリカゲル5 gをヘキサンで湿式充てんし，その上に無水硫酸ナトリウムを約10 mm積層した。ヘキサン50 mLで洗浄した後，抽出溶液を負荷し，ヘキサン15 mLで洗浄し，1%アセトン含有ヘキサン溶液100 mLで溶出した。溶出液はロータリーエバポレーターを用いて1 mL以下に濃縮後，再度ヘキサン5 mLを加えて濃縮し，1 mLに定容して試験溶液を調製し，GC-MS/MSで測定，定量を行った。

PCB分析は既報<sup>7), 8)</sup>に従い，室温アルカリ分解で抽出後ヘキサンに転溶し，硫酸洗浄，ゲル浸透クロマトグラフィー (以下「GPC」という。) 及びフロリジルカラムで精製する前処理を行い，GC-HRMSで測定し，全209異性体の定量を行った。

## 2.6 PAHの添加回収試験

アナゴ，カキ及びカレイにPAH混合標準溶液を20 µL添加したのについて，それぞれ2併行で添加回収試験を行った。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 PAHのGC-MS/MS測定条件及び検量線

検体中のマトリックスによる定量値への影響が懸念されたため，選択性に優れたGC-MS/MSを用いた。検討対象物質の測定条件は，Agilentが公表している方法<sup>9)</sup>を参考にして，感度良く測定できる条件を設定した。クリセンとトリフェニレンはピークが完全に重なり分離できないため，両者の合計値で定量した。インデノ[1, 2, 3-cd]ピレンはジベンゾ[a, h]アントラセンと同じトランジション (276→274) ではピークを完全に分離することはできなかったため，インデノ[1, 2, 3-cd]ピレンに特徴的なMRMトランジション (138→124) を用いて定量したところ，良好なピーク形状が得られた。定量限

界は0.1~1 ng/mLであり、定量限界を最低濃度として検量線を作成したところ、 $r^2 > 0.995$ 以上の良好な直線性が得られた。表1にMRMトランジション及び定量限界を示した。

### 3.2 PAH試験溶液調製法

PCBとの同時分析を目指し、PCB分析法で採用している室温アルカリ分解による抽出法並びに硫酸洗浄、GPC及びカラムクロマトグラフィーによる精製法について検討を行った。

PAH混合標準溶液を用いた室温アルカリ分解による抽出工程の検討では、全ての物質が良好な回収率であった（データは示さない）。

精製法については、硫酸洗浄では分解する物質があること、GPCでは溶出範囲が広範囲（15分~27分）となることから、カラムクロマトグラフィーを採用し、剣持らの方法<sup>10), 11)</sup>に従って、5%含水シリカゲルカラムの分画試験を行った。すなわち、ヘキサン1 mLにPAH混合標準溶液を10 μL添加してカラムに負荷後、ヘキサン15 mL及び1%アセトン含有ヘキサン溶液100 mLで溶出させたところ、全てのPAHがヘキサンでは溶出せず、1%アセトン含有ヘキサン溶液で溶出した。なお、この精製法は、PCBの高塩素化物がヘキサンで溶出すると

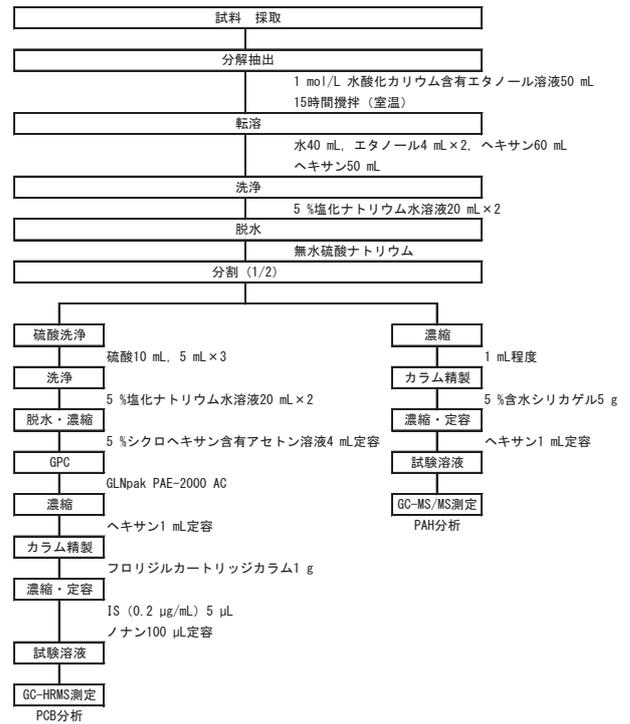


図1 分析フロー

表1 検討対象物質の測定条件及び検量線最低濃度

物質名	環数	定量			定性			検量線最低濃度 (ng/mL)
		Q1	Q3	CE	Q1	Q3	CE	
アセナフテン	3	154	152	40	153	152	40	0.1
アセナフチレン	3	152	151	40	152	150	40	0.1
アントラセン	3	178	176	34	178	152	30	0.5
ベンゾ[a]アントラセン*	4	228	226	38	228	224	38	0.5
ベンゾ[a]ピレン*	5	252	250	40	250	248	40	1
ベンゾ[b]フルオランテン*	5	252	250	42	250	248	40	0.2
ベンゾ[e]ピレン	5	252	250	40	250	248	40	0.2
ベンゾ[g, h, i]ペリレン	6	276	274	42	274	272	42	0.2
ベンゾ[k]フルオランテン	5	252	250	42	250	248	40	0.5
クリセン*+トリフェニレン	4	228	226	38	228	224	38	0.1
ジベンゾ[a, h]アントラセン	6	278	276	38	276	274	38	0.5
フルオランテン	4	202	200	50	202	201	50	0.1
フルオレン	3	166	165	30	166	163	34	0.1
インデノ[1, 2, 3-cd]ピレン	6	138	124	30	276	274	42	1
m-テルフェニル	3	230	228	40	230	229	40	0.1
o-テルフェニル	3	230	228	40	230	229	40	0.1
ペリレン	5	252	250	40	250	248	40	0.2
フェナントレン	3	178	176	34	178	152	30	0.1
p-テルフェニル	3	230	228	40	230	229	40	0.1
ピレン	4	202	200	50	202	201	50	0.1

\*PAH4

の報告<sup>10)</sup>があることから、PCB分析に適用することはできない。以上から、PAH分析は、室温アルカリ分解で抽出後ヘキサンに転溶するまでの工程はPCB分析法と同時前処理法とし、その後、5%含水シリカゲルカラムで精製する試験溶液調製法を採用した。

### 3.3 PAH添加回収試験結果

アナゴ、カレイ及びカキを用いて、それぞれ2併行で行った添加回収試験の結果を表2に示す。検討した21物質のうち、アナゴは17物質、カレイは18物質、カキは17物質が目標（回収率70~120%）を満たし、このうち17物質が共通していた。目標を満たさなかった4物質のうち、アセナフチレン、フルオレン及び $\alpha$ -テルフェニルは回収率が150%以下であり、モニタリングとしては適用可能と考えられた。しかし、ベンゾ[k]フルオランテンはアナゴの回収率が200%を超えており、マトリックスの影響を著しく受けていることが推測されたため、精製工程の追加、内標準物質の使用等を検討する必要があると考えられた。

表2 PAH添加回収試験回収率結果 (%)

物質名	アナゴ <sup>*2</sup>	カレイ <sup>*2</sup>	カキ <sup>*2</sup>	平均
アセナフテン	95	97	104	99
アセナフチレン	138	135	148	140
アントラセン	105	102	107	105
ベンゾ[a]アントラセン <sup>*1</sup>	85	84	89	86
ベンゾ[a]ピレン <sup>*1</sup>	76	71	76	74
ベンゾ[b]フルオランテン <sup>*1</sup>	94	90	94	92
ベンゾ[e]ピレン	110	96	103	103
ベンゾ[g, h, i]ペリレン	97	90	94	94
ベンゾ[k]フルオランテン	239	114	138	163
クリセン <sup>*1</sup> +トリフェニレン	89	89	95	91
ジベンゾ[a, h]アントラセン	95	90	95	93
フルオランテン	88	95	97	93
フルオレン	128	123	136	129
インデノ[1, 2, 3-cd]ピレン	95	90	97	94
m-テルフェニル	113	109	111	111
o-テルフェニル	138	129	132	133
ペリレン	74	71	73	73
フェナントレン	119	112	120	117
p-テルフェニル	98	105	109	104
ピレン	88	94	89	91

<sup>\*1</sup> PAH4

<sup>\*2</sup> 2併行

■ 目標を満たさない

## 3.4 実態調査

### 3.4.1 PAH検出結果

PCBと同一検体を用いたPAH検出結果を表3に示す。モニタリングが可能であった20物質中11物質が低濃度ながら検出された。アナゴ、コイ、カレイ、サッパ及びカキの5種では1検体当たり1~9物質検出され、その中でもカキの検出頻度は高く、7~9物質検出された。一方、シタビラメ、ボラ及びヒラメの3種では全ての物質が検

出されなかった。これらの結果は、魚介類の種類によりPAHの検出率が大きく異なることを示唆するものであった。

国際がん研究機関による発がん性評価で、グループ1（ヒトに対して発がん性がある）と評価されており、EU、中国及び韓国が食品の基準を定めているベンゾ[a]ピレンは全ての検体で検出されなかった。また、PAH4の総量は、最高値であったカキ（3.0  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ）がEUにおけるPAH4の総量の基準値（二枚貝（生鮮）30.0  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ）の10%であり、全ての検体で低い値であった。

次に、魚介類の種類毎に検出した物質の組成を図2に示す。フェナントレンは定量限界未満のピークを含めると全ての検体からピークが確認されるなど最も高頻度に検出され、低濃度ながら魚介類に広く存在していることが示された。この物質は、岡山県内の公共用水域の調査<sup>12)</sup>において全調査地点（12地点）から検出され、広く環境中に存在していることが示された物質であった。また、検出された物質を構成する芳香環数を用いて比較したところ、全て3~5環系であり、6環系は検出されなかった。3環系の比率はカキ以外の4種で最も高く、アナゴ及びコイは100%、カレイは87%、サッパは55%、カキは23%であり、4環系の比率はカキで50%と最も高く、カレイは14%、サッパは38%であった。魚介類では、芳香環数が多く、生物濃縮されやすいと推測されるオクタノール/水分係数（Log Pow）が高い物質の検出比率が低く、Log Powが低い物質が主に検出されることが報告<sup>13)</sup>されており、この結果と一致していた。また、マイクロプラスチックに吸着しているPAHは魚介類のPAH摂取の原因の一つと推測されるが、その吸着量はLog Powに依存しないと報告があるため<sup>14)</sup>、魚介類中のPAH検出結果は、マイクロプラスチック以外の摂取経路、摂取後の体内での代謝・排出などが影響していると推測された。

### 3.4.2 PCB検出結果

PCB検出結果及び暫定的規制値（遠洋沖合魚介類0.5 ppm、内海内湾魚介類3 ppm）に対する割合を表3に示す。PCBは全ての検体で検出され、最高値はアナゴ（内海内湾魚介類）の0.023 ppm（2.3 ng/g）であり、暫定的規制値の0.6%であった。また、暫定的規制値に対する割合は、サッパ（遠洋沖合魚介類）の2.7%が最も高く、他の魚介類は1%未満であった。魚介類の種類ごとの平均値はシタビラメ、カレイ、ヒラメ、コイ及びカキは0.0018~0.0045 ppm（1.8~4.5 ng/g）であり、低い値であった。一方、アナゴ、ボラ及びサッパは0.011~0.018

ppm (11~18 ng/g) であり、他の魚介類の種類に比較すると若干高い値であった。検出値が高くなるのは食性や生息水域の違いによるものと推測された。

### 3.4.3 PAH 検出結果及びPCB 検出結果との関連

魚介類におけるPAH及びPCBの検出結果を図3に示す。サッパ及びカキはPAH、PCB共に他の魚介類と比較すると若干高い値であった。一方で、アナゴ及びボラはPAHが低値又は検出されず、PCBが他の魚介類と比較すると若干高い値であり、各魚介類におけるPAHとPCBの検出値に明らかな相関は認められなかった。この結果は池内らの報告と同様の結果であり、PAHがPCBに比べ代謝速度が速く、腸での吸収速度が遅いこ

とが最も大きな原因であると報告されている<sup>13)</sup>。魚介類の種類によって代謝速度及び腸での吸収速度に相違があると推測されるので、今後とも、様々な魚介類中のPAH及びPCB分析を行うことで、平均摂取量推定の一助としていきたい。

### 4. まとめ

魚介類中のPAH分析法を検討し、実態調査を行ったところ、以下の結果が得られた。

- (1)PAHの測定は、選択性に優れたGC-MS/MSを用い、感度良く測定できる条件を設定したところ、定量限界は0.1~1 ng/mLであった。定量限界を最低濃度として検量線を作成したところ、 $r^2 > 0.995$ 以上の良好な

表3 魚介類中のPAH及びPCB検出結果(ng/g)

物質名	アナゴ			シタビラメ			コイ		カレイ		ヒラメ	ボラ			サッパ		カキ			
	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	1	1	2	3	1	2	1	2	3	
検体数	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	1	1	2	3	1	2	1	2	3	
検体採取量(g)	5.0			5.0			20		20		10	5.0			5.0		5.0			
PAH	アセナフテン	-	-	-	-	-	-	-	-	0.14	-	-	-	-	-	0.76	-	-	0.80	
	アセナフチレン	-	0.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	アントラセン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	ベンゾ[a]アントラセン*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	ベンゾ[a]ピレン*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	ベンゾ[b]フルオランテン*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	1.8	1.7	1.3
	ベンゾ[e]ピレン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	1.2	0.96
	ベンゾ[g, h, i]ペリレン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	クリセン*+トリフェニレン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.48	-	1.2	-	1.1
	ジベンゾ[a, h]アントラセン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	フルオランテン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12	-	-	-	-	3.2	0.52	2.6	1.9	3.4
	フルオレン	-	0.52	-	-	-	-	0.12	-	-	0.20	-	-	-	-	0.76	0.96	0.48	-	0.88
	インデノ[1, 2, 3-cd]ピレン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	m-テルフェニル	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.80	-	-	-	-
	o-テルフェニル	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ペリレン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	フェナントレン	0.48	0.64	0.40	-	-	-	0.24	0.13	0.11	0.32	-	-	-	-	3.7	1.6	1.6	-	2.4
p-テルフェニル	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ピレン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-	1.4	1.4	1.6	
合計	0.48	1.9	0.40	-	-	-	0.36	0.13	0.11	0.78	-	-	-	-	12	3.8	10	8.0	12	
魚種平均	0.92			-			0.25		0.45		-	-			7.9		10			
PAH4*合計	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-	3.0	2.7	2.4	
PCB	PCB	13	23	18	3.8	1.5	2.0	3.5	0.70	2.1	1.5	4.1	19	4.8	8.5	12	15	4.5	4.7	4.4
	魚種平均	18			2.4			2.1		1.8		4.1	11			14		4.5		
	暫定的規制値(ppm)	3			0.5			3		0.5		0.5	3			0.5		3		
	割合(%)	0.60			0.49			0.070		0.36		0.82	0.35			2.7		0.15		

\*PAH4

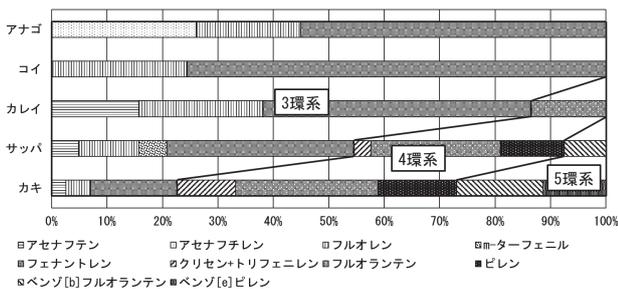


図2 PAH 検出比率

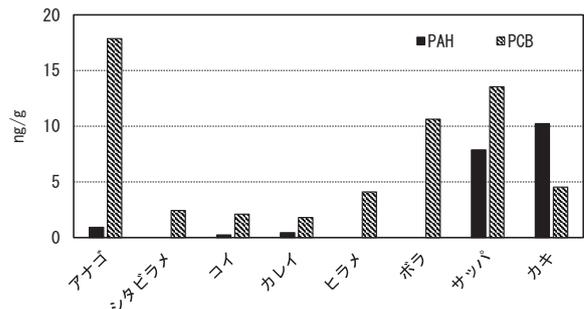


図3 魚介類の種類ごとのPAH及びPCB検出値

- 直線性が得られた。
- (2) PAH試験溶液調製法は、室温アルカリ分解で抽出後へキサンに転溶するまでの工程はPCB試験溶液調製法と同時分析法とし、その後、5%含水シリカゲルクロマトグラフィーで精製する方法を採用した。
- (3) 確立したPAH分析法を用いて、添加回収試験を行ったところ、検討した21物質のうち、アナゴは17物質、カレイは18物質、カキは17物質が目標（回収率70～120%）を満たし、このうち17物質が共通していた。目標を満たさなかった4物質のうち、3物質は回収率が150%以下であり、モニタリングとしては適用可能と考えられた。
- (4) 実態調査を行ったところ、PAHは20物質中11物質が低濃度ながらアナゴ、コイ、カレイ、サッパ及びカキから検出され、シタピラメ、ボラ及びヒラメからは検出されなかった。ベンゾ[a]ピレンは全ての検体で検出されず、PAH4の総量は、最高値であったカキ（30 µg/kg）がEUにおけるPAH4の総量の基準値（二枚貝（生鮮）30.0 µg/kg）の10%であった。PCBは全ての検体で検出されたが、暫定的規制値の0.07～2.7%であった。各魚介類におけるPAHとPCBの検出値に明らかな相関は認められなかった。

## 文 献

- 食品衛生検査指針 理化学編2015 第6章 食品中の汚染物質及び変質物 10.多環芳香族炭化水素(PAH)：ベンゾ(a)ピレン，ベンゾ(a)アントラセン，ベンゾ(b)フルオランテン，クリセン，703-716
- 臼井 力，宇野誠一，前田広人，吉田純一：食品中の多環芳香族炭化水素に関する調査研究，鹿児島県環境保健センター所報，18，47-54，2017
- 食品安全委員会ホームページ：食品安全総合情報システム食品安全関係情報詳細，<https://www.fsc.go.jp/fscis/foodSafetyMaterial/show/syu04510020305>（2024.5.31アクセス）
- 厚生省通知：食品中に残留するPCBの規制について，環食第442号，昭和47年8月24日，1972
- 衛生試験法・注解2015：2.4食品汚染物試験法 2有機化合物 4その他 5)ポリ塩化ビフェニル(PCB)，515-524，2015
- 中桐未知代，吉岡敏行，林 隆義，野村 茂，中桐基晴：環境中の大気汚染物質に関する研究（微小粒子PM2.5による大気汚染）－第7報 PM2.5の多環芳香族炭化水素類の同時分析法の検討と濃度の特徴－，岡山県環境保健センター年報，35，9-18，2011
- 武 志保，劔持堅志，難波順子，門田 実：PCB全異性体分析法を用いた魚介類の実態調査，岡山県環境保健センター年報，26，65-72，2002
- 難波順子，金子英史，肥塚加奈江，赤木正章，北村雅美，吉岡敏行：PCB全異性体分析法を用いた魚介類の実態調査（第二報），岡山県環境保健センター年報，42，77-82，2018
- Agilentホームページ：アプリケーションノート，測定困難なマトリックスにおけるPAHのGC/MS/MS分析の最適化，[https://www.chem-agilent.com/appnote/pdf/rev\\_low\\_5994-0498JAJP.pdf](https://www.chem-agilent.com/appnote/pdf/rev_low_5994-0498JAJP.pdf)（2024.5.31アクセス）
- 劔持堅志，吉岡敏行，藤岡敏修，鷹野 洋：化学物質環境汚染に関する調査研究－平成11年度化学物質環境汚染実態調査の概要－，24，11-15，1999
- 環境庁環境保健部環境安全課：平成10年度化学物質分析法開発調査報告書（その2）多環芳香族炭化水素類（PAHs），岡山県環境保健センター，1-70，2000
- 吉岡敏行，藤原博一，山辺真一，浦山豊弘：有害化学物質の環境汚染実態の解明と分析技術の開発に関する研究－GC/MSを用いた水質中多環芳香族炭化水素（PAH）の多成分分析法の検討－，岡山県環境保健センター年報，35，35-42，2011
- 池内良徳，伊藤有希，殷 熙洙，渡邊栄喜，宮原裕一：諏訪湖に生息する生物の多環芳香族炭化水素類汚染とその蓄積特性，環境化学，18（3），341-352，2008
- 鍋谷佳希，田中周平，鈴木裕識，雪岡 聖，藤井滋穂，高田秀重：琵琶湖・大阪湾におけるマイクロプラスチックへのペルフルオロ化合物類および多環芳香族炭化水素類の吸着特性，土木学会論文集，73(7)，III\_1-III\_8，2017

【資料】

## LC-MS/MSを用いた野菜類及び果実類中の残留農薬の実態調査

Survey of Pesticide Residues in Vegetables and Fruits by LC-MS/MS

難波順子, 大月史彦, 金子英史, 藤本佳恵, 繁田典子 (衛生化学科)

NAMBA Junko, OTSUKI Fumihiko, KANEKO Hidefumi, FUJIMOTO Kae, SHIGETA Noriko  
(Food and Drug Chemical Research Section)

### 要 旨

平成26年度から令和4年度までに県内で市販されていた農産物1,098検体(野菜類898検体, 果実類200検体)について残留農薬の実態調査を行ったところ, 約10%に当たる108検体から延べ130種類(件)の農薬が検出されたが, その検出値は全て残留基準値以下であった。このうち, 基準値の1%以下となったものが半数を超え(73/130件), 基準値の10%以下となったものが98%(128/130件)であった。検出された農薬の種類は13種類であり, ボスカリド(殺菌剤), シアゾファミド(殺菌剤)及びアゾキシストロピン(殺菌剤)の検出率が高く, この3農薬で約6割を占め, 用途別では殺菌剤が約8割を占めていた。検出された農産物は22種類であり, 高頻度に検出された農産物は, トマト, はくさい, ぶどうであった。同一検体から複数種の農薬が検出された農産物は16検体あり, トマト, はくさい, レタス及びピーマンでそれぞれ3検体から複数種の農薬が検出され, はくさいの4種が最も多かった。これらの結果より, 県内に流通する農産物の残留農薬は検出される場合でも基準値と比較して低値であったことを確認することができた。

[キーワード: 残留農薬, 一斉分析法, 実態調査, 液体クロマトグラフ質量分析計]

[Key words: Pesticide Residues, Simultaneous Determination, Survey, LC-MS/MS]

### 1. はじめに

農薬は, 農産物を安価に安定して生産するために必要であるが, 農産物中に残留する農薬が人の健康に害を及ぼすことがないように, 適正に使用することが重要である。このため, 食品衛生法により, 農産物ごとに農薬の残留基準が設定されるとともに, 農薬が基準を超えて残留しないよう, 農薬取締法により使用基準が設定されている。しかし, 農薬の不適正使用, 農薬散布に伴う周辺農産物への飛散などによる残留基準値超過が懸念されるため, 岡山県では流通する農産物に対する残留農薬の監視を実施している。

平成18年に改正された食品衛生法により, 残留農薬等のポジティブリスト制度が導入され, 残留基準が設定されていない農薬等を含む食品については一律基準(0.01 ppm)が適用となり, 基準に適合しない食品の販売が禁止された。これに伴い, 監視対象の農薬が大幅に増加し, 一斉分析法を用いた迅速かつ高感度な農産物中の残留農薬分析が求められようになった。岡山県でも, 厚生労働省が示す「食品に残留する農薬, 飼料添加物又は動物用医薬品の成分である物質の試験法について」(平成17年1月24日付け食安発第0124001号。)の試験溶液調製法に準拠した一斉分析法により, 農産物中の残留農薬検査

をGC-MS/MS及びLC-MS/MSを用いて実施している。

今回, 県内に流通する農産物の農薬検出状況を確認することを目的として, 平成26年度～令和4年度に県内で市販されていた野菜類及び果実類を対象としたLC-MS/MSを用いた残留農薬の実態調査結果を取りまとめたので報告する。

### 2. 方法

#### 2.1 試料

平成26年度から令和4年度までに県保健所管轄内で市販されていた野菜類及び果実類の年間80～135検体, 合計1,098検体(野菜類898検体, 果実類200検体)を試料とした。

#### 2.2 標準品及び試薬

農薬標準品: 林純薬工業製混合標準液PL2005農薬LC/MS (Mix4, Mix5, Mix6, Mix7)

その他の試薬: 既報<sup>1)</sup>のとおり

#### 2.3 装置及び条件

LC-MS/MS

1) LC条件

LC機種: 島津製作所製 LC-20A 高圧グラジエントシステム

カラム：Waters製 XTerra MS C18 2.1 mm x 150 mm,  
3.5 μm

カラム温度：40℃

移動相流量：0.2 mL/min

試料注入量：5 μL

移動相 A：5 mmol/L 酢酸アンモニウム水溶液

B：5 mmol/L 酢酸アンモニウムメタノール溶液

グラジエント条件：A/B=85/15 (0 min)

→60/40 (1-3.5 min) →50/50 (6 min)

→45/55 (8 min) →5/95 (17.5-30 min)

→85/15 (30-47 min)

## 2) MS条件

MS機種：AB Sciex製 API3200 QTrap

インターフェース：Turbo V source

イオン化モード：ESI positive mode or negative mode

測定法：multiple reaction monitoring法

(以下「MRM法」という。)

イオン源温度：600℃

イオン化電圧：5,500 V

## 2.4 定量

各農薬標準品をメタノールで適宜希釈し、検量線用の1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 ng/mLの混合標準液を作成した。混合標準液又は試験溶液5 μLをLC-MS/MSに注入し、濃度とピーク面積から絶対検量線で定量した。

## 2.5 試験溶液調製法

既報<sup>1)</sup>のとおり抽出精製を行い、GC-MS/MS測定用試験溶液とした溶液1 mLを正確に分取して乾固後、メタノールで正確に2 mLとし、0.45 μmのシリンジフィルターでろ過したものをLC-MS/MS測定用試験溶液とした。

## 3 結果及び考察

### 3.1 検出数及び検出率

平成26年度から令和4年度までに県内で市販されていた野菜類及び果実類の年間80~135検体、合計1,098検体(野菜類898検体、果実類200検体)について実態調査を行った。検査対象農薬を表1、検体数、検出検体数及び検出農薬数を表2に示す。108検体から延べ130種類(件)の農薬が検出されたが、全て残留基準値以下であった。このうち、野菜類は83検体から延べ104種類(件)、果実類は25検体から延べ26種類(件)の農薬が検出された。

検出率の経年変化を図1に示す。検出率は8~15%(平

均10%)であり、このうち野菜類は4~14%(平均9%)、果実類は0~27%(平均13%)であった。果実類の検出率にばらつきが大きいのは、果実類の検体数が野菜類と比較して1/5程度と少ない上、年度間でも1/3~1/10とばらつきが大きいこと及び果実類の項目数(27項目)が野菜(47項目)と比較して少ないことが影響していると考えられる。なお、令和3年度は果実類の検出検体は0検体であるが、5検体(すいか2検体、ぶどう2検体、もも1検体)については、妥当性評価結果が満足せず参考として測定しているボスカリド(殺菌剤)が検出されている。今後、機器の性能向上等により、ボスカリド(殺菌剤)など検出の可能性が高い検査項目が増加すれば、より効果的な実態調査の実施が期待できる。

表1 検査対象農薬

	野菜類	果実類
1	アゾキシストロビン	アラマイト
2	アラマイト	イツキサフルトール
3	イプロバリカルブ	オキサジクロメホン
4	イミダクロプリド	オキサミル
5	インダノファン	カルバリル
6	インドキサカルブ	クロキントセットメキシル
7	オキサジクロメホン	シアゾファミド
8	オキサミル	シフルフェナミド
9	カルバリル	シプロジニル
10	カルプロパミド	ジメトモルフ
11	クミルロン	チアクロプリド
12	クロキントセットメキシル	テトラクロルビンホス
13	クロマフェノジド	テブチウロン
14	クオリダゾン	テフルベンズロン
15	クロロクスロン	トリフルムロン
16	シアゾファミド	ノバルロン
17	ジウロン	ピラクロストロビン
18	シフルフェナミド	ピリミカーブ
19	ジフルベンズロン	フェノブカルブ
20	シメコナゾール	フェンピロキシメート
21	ジメトモルフ	フルフェノクスロン
22	ダイアレート	ヘキシチアゾクス
23	ダイムロン	ペンシクロン
24	チアクロプリド	ベンゾフェナップ
25	テトラクロルビンホス	ペンダイオカルブ
26	テブチウロン	モノリニュロン
27	テブフェノジド	ルフェヌロン
28	トリチコナゾール	
29	トリフルムロン	
30	ナプロアニリド	
31	ノバルロン	
32	ピラクロストロビン	
33	ピリフタリド	
34	ピリミカーブ	
35	フェノキシカルブ	
36	フェノブカルブ	
37	ブタフェナシル	
38	フラメトビル	
39	フルリドン	
40	ペンシクロン	
41	ベンゾフェナップ	
42	ペンダイオカルブ	
43	ボスカリド	
44	メタバズチアズロン	
45	メトキシフェノジド	
46	モノリニュロン	
47	リニュロン	

表2 検査検体数、検出検体数及び検出農薬数

年度	検査検体数			検出検体数			検出農薬数		
	野菜類	果実類	合計	野菜類	果実類	合計	野菜類	果実類	合計
H26	102	33	135	4	9	13	4	10	14
H27	111	24	135	8	3	11	11	3	14
H28	122	12	134	11	0	11	12	0	12
H29	69	11	80	10	2	12	13	2	15
H30	89	16	105	10	4	14	13	4	17
R1	115	20	135	12	2	14	14	2	16
R2	88	17	105	8	1	9	13	1	14
R3	102	33	135	11	0	11	12	0	12
R4	100	34	134	9	4	13	12	4	16
合計	898	200	1,098	83	25	108	104	26	130

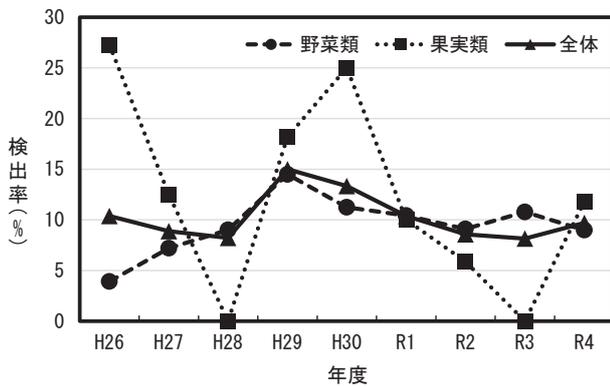


図1 農薬検出率の経年変化

### 3.2 検出値

検出値の基準値に対する割合の区分を「1%以下」, 「1%より大きく5%以下」, 「5%より大きく10%以下」及び「10%より大きい」に設定した場合の検出数の分布を表3に示す。全検出数130件のうち、「1%以下」が73件(56%), 「1%より大きく5%以下」が45件(35%), 「5%より大きく10%以下」が10件(8%)であり、検出数の98%が基準値の10%以下であった。「10%より大きい」の2件(2%)の農薬は、きゅうりから検出したアゾキシストロピン(殺菌剤)及びイミダクロプリド(殺虫剤)であり、その検出値は基準値の11%及び18%と十分に低い値であった。この値は、既報<sup>2)</sup>のGC-MS/MSの検出状況(135検体を検査し、基準値の「1%以下」が12件(50%), 「1%より大きく5%以下」が9件(38%), 「5%より大きく10%以下」が2件(8%), 「10%より大きい」が1農薬(4%))と同程度であった。

表3 農薬別の検出数の分布

区分*	1%以下	1%より大きく5%以下	5%より大きく10%以下	10%より大きい	合計
検出数	73	45	10	2	130
分布割合(%)	56	35	8	2	100

\*検出値の基準値に対する割合の区分

### 3.3 農薬別検出結果

農薬別検出結果を表4に示す。野菜類は10種、果実類は7種、全体で13種の農薬が検出された。このうち検出率が高かったのは、ボスカリド(殺菌剤, 38検体), シアゾファミド(殺菌剤, 23検体), アゾキシストロピン(殺菌剤, 22検体)であり、これらで全体の約6割を占めていた。用途別では殺菌剤, 殺虫剤及び殺ダニ剤が検出され、殺菌剤が102検体と約8割を占めていた。

表4 農薬別検出結果

農薬名	用途	検出数	農産物(検出数)
アゾキシストロピン	殺菌剤	22	トマト(7) きゅうり(5) なす(3) パプリカ(2) ブロッコリー(1) ピーマン(1) はくさい(1) アスパラガス(1) ネギ(1)
イミダクロプリド	殺虫剤	13	きゅうり(3) なす(2) はくさい(2) レタス(2) キャベツ(1) エンダイブ(1) ピーマン(1) ほうれん草(1)
インドキサカルブ	殺虫剤	5	はくさい(3) ピーマン(1) レタス(1)
オキサミル	殺虫剤	1	大根の根(1)
シアゾファミド	殺菌剤	23	ぶどう(9) トマト(5) かぼちゃ(2) レタス(2) きゅうり(1) きゃべつ(1) ブロッコリー(1) なす(1) はくさい(1)
シフルフェナミド	殺菌剤	2	トマト(1) ピーマン(1)
シプロジニル	殺菌剤	2	ぶどう(1) りんご(1)
ジメトモルフ	殺菌剤	4	はくさい(3) ぶどう(1)
チアクロプリド	殺虫剤	7	もも(5) ぶどう(1) ピーマン(1)
ピラクロストロピン	殺菌剤	11	トマト(2) レタス(2) なし(2) りんご(1) いちご(1) パプリカ(1) かぼちゃ(1) ピーマン(1)
フェンピロキシメート	殺ダニ剤	1	なし(1)
ヘキシチアゾクス	殺ダニ剤	1	かぼす(1)
ボスカリド	殺菌剤	38	トマト(14) はくさい(8) かぼちゃ(4) レタス(3) なす(3) パプリカ(2) ピーマン(1) トレビス(1) キャベツ(1) きゅうり(1)
合計		130	

### 3.4 農産物別検出結果

農産物別検出結果を表5に示す。検出された農産物は22種であった。高頻度に検出された農産物は、トマト(農薬5種, 29検体), はくさい(農薬6種, 18検体), ぶどう(農薬4種, 12検体)であり、これらの農産物は検出された農薬の種類に限られていた。また、ももも検出された5検体が同一の農薬(チアクロプリド(殺虫剤))であった。一方、ピーマンは検出された7検体の農薬が全て異なり、使用される農薬の種類が多いことが推測された。

同一検体から複数種の農薬が検出された農産物別検出結果を表6に示す。複数種の農薬が検出された農産物は16検体であり、トマト, はくさい, レタス及びピーマンでそれぞれ3検体から複数種の農薬が検出された。同一検体から検出された農薬の種類は、はくさいの4種が最も多かった。また、最も高頻度に検出された農薬はボスカリド(殺菌剤)であり、複数種の農薬が検出された16検体中14検体から検出された。次に高頻度に検出された農薬は、ピラクロストロピン(殺菌剤)であり、16検体中8検体から検出され、その全てがボスカリド(殺菌剤)と同時に検出されていることから、これらの農薬が併用又は混合剤が使用されていることが推測された。

表5 農産物別検出結果

農産物名	検出数	農薬種類	農薬名(検出数)
トマト	29	5	アゾキシストロビン(7) シアゾファミド(5) シフルフェナミド(1) ピラクlostロビン(2) ポスカリド(14)
はくさい	18	6	アゾキシストロビン(1) イミダクロプリド(2) インドキサカルブ(3) ジメトモルフ(3) ポスカリド(8) シアゾファミド(1)
ぶどう	12	4	シアゾファミド(9) シプロジニル(1) ジメトモルフ(1) チアクロプリド(1)
きゅうり	10	4	アゾキシストロビン(5) イミダクロプリド(3) シアゾファミド(1) ポスカリド(1)
レタス	10	5	イミダクロプリド(2) インドキサカルブ(1) シアゾファミド(2) ピラクlostロビン(2) ポスカリド(3)
なす	9	4	アゾキシストロビン(3) イミダクロプリド(2) シアゾファミド(1) ポスカリド(3)
ピーマン	7	7	アゾキシストロビン(1) イミダクロプリド(1) インドキサカルブ(1) シフルフェナミド(1) チアクロプリド(1) ピラクlostロビン(1) ポスカリド(1)
かぼちゃ	7	3	シアゾファミド(2) ピラクlostロビン(1) ポスカリド(4)
パブリカ	5	3	アゾキシストロビン(2) ピラクlostロビン(1) ポスカリド(2)
もも	5	1	チアクロプリド(5)
キャベツ	3	3	イミダクロプリド(1) シアゾファミド(1) ポスカリド(1)
なし	3	2	ピラクlostロビン(2) フェンピロキシメート(1)
ブロッコリー	2	2	アゾキシストロビン(1) シアゾファミド(1)
りんご	2	2	シプロジニル(1) ピラクlostロビン(1)
アスパラガス	1	1	アゾキシストロビン(1)
ネギ	1	1	アゾキシストロビン(1)
エンダイブ	1	1	イミダクロプリド(1)
ほうれん草	1	1	イミダクロプリド(1)
大根の根	1	1	オキサミル(1)
トレビス	1	1	ポスカリド(1)
いちご	1	1	ピラクlostロビン(1)
かぼす	1	1	ヘキシチアゾクス(1)

表6 複数農薬検出結果

検体	検出農薬			
	1	2	3	4
トマト	1	ポスカリド	ピラクlostロビン	シアゾファミド
	2	ポスカリド	シフルフェナミド	
	3	ポスカリド	ピラクlostロビン	
はくさい	1	ポスカリド	ジメトモルフ	
	2	ポスカリド	イミダクロプリド	
	3	ポスカリド	ピラクlostロビン	インドキサカルブ
レタス	1	ポスカリド	ピラクlostロビン	イミダクロプリド
	2	ポスカリド	イミダクロプリド	
	3	ポスカリド	ピラクlostロビン	
ピーマン	1	アゾキシストロビン	インドキサカルブ	
	2	ポスカリド	ピラクlostロビン	アゾキシストロビン
	3	ポスカリド	ピラクlostロビン	シフルフェナミド
パブリカ	1	ポスカリド	アゾキシストロビン	
きゅうり	1	ポスカリド	イミダクロプリド	
かぼちゃ	1	ポスカリド	ピラクlostロビン	
ぶどう	1	シアゾファミド	ジメトモルフ	

#### 4 まとめ

平成26年度～令和4年度に県内で市販されていた農産物を対象とした、LC-MS/MSを用いた残留農薬検査結果を取りまとめ、次の結果を得た。

- (1)1,098検体(野菜類898検体, 果実類200検体)について残留農薬の実態調査を行ったところ、108検体から延べ130種類(件)の農薬が検出されたが、全て残留基準値以下であった。このうち、野菜類は83検体から延べ104種類(件)、果実類は25検体から延べ26種類(件)の農薬が検出された。検出率は10%程度であった。
- (2)出値の基準値に対する割合の区分を「1%以下」,「1%より大きく5%以下」,「5%より大きく10%以下」及び「10%より大きい」に設定した場合の検出数の

分布は、「1%以下」が73件(56%)と半数を超え、検出数の98%が基準値の10%以下であった。「10%より大きい」の2件の農薬の検出値は基準値の11%及び18%と十分に低い値であった。

- (3)検出された農薬の種類は13種であり、ポスカリド(殺菌剤)、シアゾファミド(殺菌剤)及びアゾキシストロビン(殺菌剤)の検出率が高く、この3農薬で約6割を占め、用途別では殺菌剤が約8割を占めていた。
- (4)検出された農産物は22種であり、高頻度に検出された農産物は、トマト(農薬5種, 29検体)、はくさい(農薬6種, 18検体)及びぶどう(農薬4種, 12検体)であった。
- (5)同一検体より複数種の農薬が検出された農産物は16検体あり、トマト、はくさい、レタス及びピーマンでそれぞれ3検体から複数種の農薬が検出された。同一検体より検出された農薬の種類は、はくさいの4種が最も多かった。

これらの結果より、県内に流通する農産物の残留農薬は、検出される場合でも基準値と比較して低い値であったことを確認することができた。今後は、LC-MS/MSの更新に伴う再度の妥当性評価試験を行い、機器性能の向上等に伴う検査項目の増加による効率的で効果的な検査体制を整備し、県内に流通する農産物の安全確保のための実態調査を継続して実施する予定である。

## 文 献

- 1) 難波順子, 浅田幸男, 赤木正章, 北村雅美, 肥塚加奈江: GC/MS/MSを用いた野菜類及び果実類中残留農薬の一斉分析法の妥当性評価 (第1報), 岡山県環境保健センター年報, 38, 69-81, 2014
- 2) 難波順子, 金子英史, 浦山豊弘, 池田和美, 繁田典子: GC/MS/MSを用いた野菜類及び果実類中残留農薬の一斉分析法の妥当性評価 (第3報), 岡山県環境保健センター年報, 44, 87-94, 2020



【資料】

## 岡山県における感染症の患者発生状況について (2023年) Epidemiological Surveillance of Infectious Diseases in Okayama Prefecture (2023)

石故明衣子, 木下浩行, 木田浩司, 妹尾安裕  
ISHIKO Meiko, KINOSHITA Hiroyuki, KIDA Kouji, SENOO Yasuhiro

[キーワード：感染症, サーベイランス, 全数把握感染症, 定点把握感染症]

[Key words : Infectious disease, Epidemiological surveillance, Notifiable disease surveillance, Sentinel surveillance]

### 1 感染症発生動向調査

#### 1.1 調査方法

感染症発生動向調査事業実施要綱（平成11年3月19日付け健医発第458号。以下「要綱」という。）に基づき、岡山県内の各関係機関から報告された患者情報は感染症サーベイランスシステム（NESID: National Epidemiological Surveillance of Infectious Disease）又は新型コロナウイルス感染症等情報把握・管理支援システム（HER-SYS: Health center Real-time Information-sharing System on COVID-19）により、国立感染症研究所感染症疫学センターへ報告され、都道府県の情報が集計されている。2023年に集計された全国の情報と比較しつつ、県内の発生状況を解析した。なお、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の発生状況は別稿にまとめる。

#### 1.2 届出対象感染症

対象となる感染症は、「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律」（平成10年法律第104号。以下「感染症法」という。）により定められており、一類～五類感染症及び新型インフルエンザ等感染症に分類されている。また、一類～四類感染症及び新型インフルエンザ等感染症は全数把握対象に、五類感染症は全数把握対象及び定点把握対象にそれぞれ区分されている（表1）。新型コロナウイルス感染症（COVID-19）は、2023年当初、新型インフルエンザ等感染症に位置づけられていたが、同年5月8日から定点把握対象の五類感染症に変更された。

##### 1.2.1 全数把握感染症

全数把握感染症とは、発生数が希少又は周囲への感染拡大防止を図るために全ての患者の把握が必要な感染症で、医師には、該当する感染症の診断時に最寄りの保健所への届出が義務づけられている。

##### 1.2.2 定点把握感染症

定点把握感染症とは、発生動向の把握が必要な感染症のうち、患者数が多数で、その全てを把握する必要がないもので、指定された医療機関（以下「定点医療機関」という。）は、発生状況を週単位又は月単位で保健所に届け出ることになっている。定点医療機関は、要綱の基準に基づき選定されるが、岡山県の場合、小児科定点54、内科定点30、眼科定点12、性感染症定点17、基幹定点5を指定し、このうち小児科定点と内科定点をあわせてインフルエンザ定点（2023年5月8日以降は「インフルエンザ/COVID-19定点」へ変更）84としている。

定点把握感染症については、全国や過去のデータの比較においては、全ての定点医療機関から報告される患者数を定点医療機関数で割った値（以下「定点あたり報告数」という。）又は年間の患者報告数を定点医療機関数で割った値（以下「定点あたり累積報告数」という。）を用いる。

#### 1.3 調査期間

全数把握感染症（表1-1）及び月報告の定点把握感染症（表1-2-②）の調査期間は、2023年1月1日～12月31日、週報告の定点把握感染症（表1-2-①）については、2023年第1週～第52週（2023年1月2日～2023年12月31日）とした。なお、インフルエンザ及び感染性胃腸炎は、流行時期にあわせて、グラフ及び本文の内容を第36週～翌年第35週（2022年9月5日～2023年9月3日）とした。いずれの感染症も診断日を基準としており、「感染原因・経路」については、「推定」も含むものとした。

### 2 結果

#### 2.1 全数把握感染症の発生状況（表2, 3）

##### 2.1.1 一類感染症

一類感染症の届出はなかった。

## 2.1.2 二類感染症

二類感染症は、結核の届出があった。

### i) 結核

結核は211例の届出があった。2019年までは300例以上の届出が続いていたが、2020年は252例、2021年は250例、2022年は246例となり、2023年は211例と更に減少した(図1)。病型は、患者が135例、無症状病原体保有者が75例、疑似症患者が1例であり、届出のうち12例が医療・介護関係者(看護師、介護職など)であった。性別は男性が116例、女性が95例で、年齢階級別(図2)では60歳以上の高齢者が67.8%を占めた。また、前年より減少したものの、20歳代での届出が多く見られた(26例, 12.3%)。なお、2023年の日本の結核罹患率(人口10万対)は8.1であり、減少傾向が継続しているが、2020年以降の減少については、新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の影響も考えられている。そのような中、近年全国的に増加傾向にあった20歳代の若年層での新登録患者数は前年より更に増加しており、(2022年は10,235例中777例(7.6%), 2023年は10,096例中1,042例(10.3%))、特に、同年代における外国生まれの患者の発生(2022年、2023年の新登録患者における割合はそれぞれ77.5%、84.8%)が注目される<sup>1)</sup>。

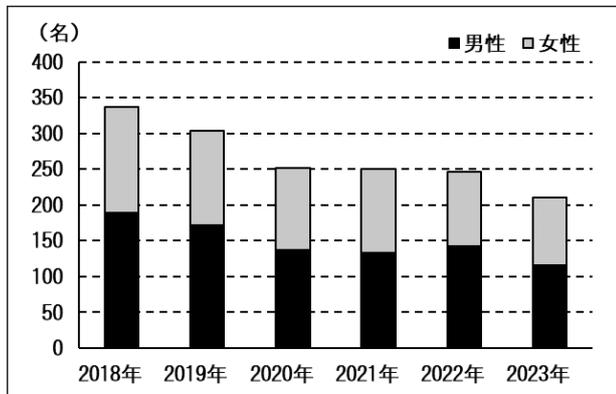


図1 結核 年次別発生状況

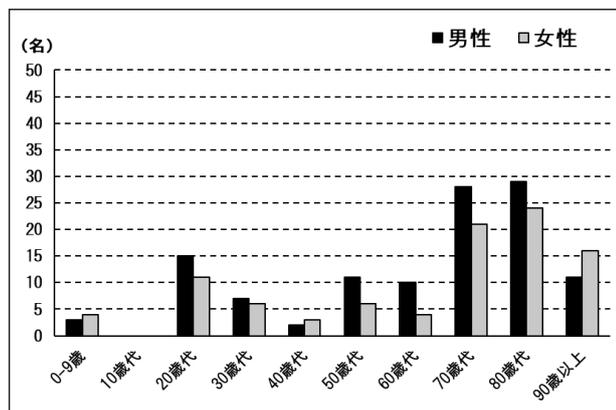


図2 結核 年齢階級別発生状況

## 2.1.3 三類感染症

三類感染症は、細菌性赤痢、腸管出血性大腸菌感染症及び腸チフスの届出があった。

### i) 細菌性赤痢

細菌性赤痢は1例の届出があり、40歳代の男性であった。推定感染地域は、国外(インドネシア)で、感染原因・経路は経口感染(氷、生サラダ、カットフルーツ等)と推定された。

### ii) 腸管出血性大腸菌感染症

腸管出血性大腸菌感染症は104例の届出があり、前年(67例)から増加し、過去5年間で最も多くなった(図3)。病型は、患者が77例、無症状病原体保有者が27例であった。性別は男性が48例、女性が56例で、年齢階級別では、20歳代(22例)、10歳代(17例)、40歳代(15例)の順に多かった。月別発生状況は8月(24例)、6月(16例)、7月(14例)の順に多くなっており、夏~秋に届出が多かった(図4)。なお、届出の多かった6月~8月は2施設で集団事例が発生した。血清群別の内訳は、図5のとおりO157、O26、O103の順に多く、「その他」の内訳はO111及びO146が各2例、O5、O8、O63、O128、O145、O148及びO159が各1例であった(重複あり)。

感染経路は経口感染が44例、接触感染が19例、不明が41例であり、経口感染の27例が「焼肉」を喫食していた。

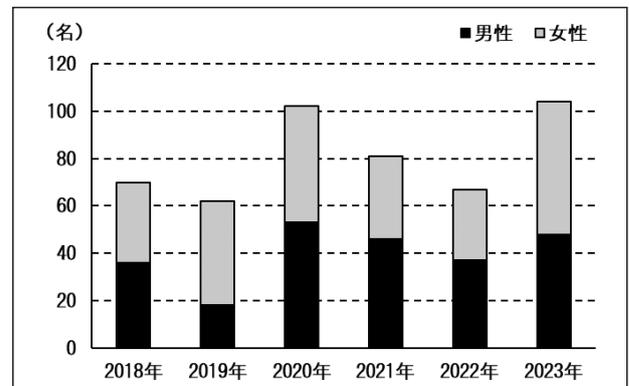


図3 腸管出血性大腸菌感染症 年次別発生状況

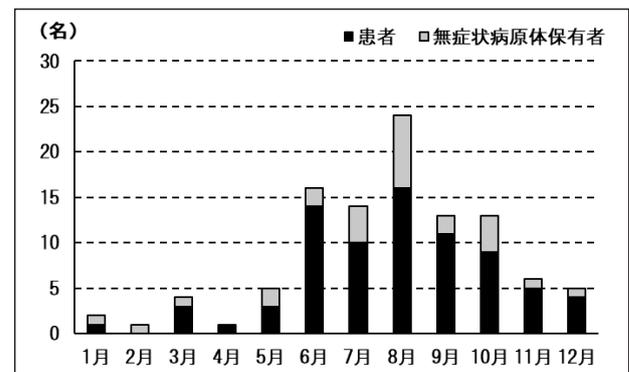


図4 腸管出血性大腸菌感染症 月別発生状況

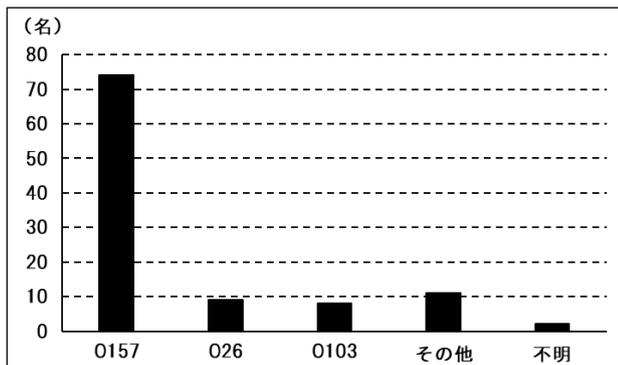


図5 腸管出血性大腸菌感染症 O血清群発生状況

iii) 腸チフス

腸チフスは1例の届出があり、20歳代の女性であった。推定感染地域は、国外（ミャンマー）で、感染経路は経口感染と推定された。

2.1.4 四類感染症

四類感染症は、E型肝炎、エムポックス、オウム病、重症熱性血小板減少症候群、つつが虫病、日本紅斑熱及びレジオネラ症の届出があった。

i) E型肝炎

E型肝炎は2例の届出があり、50歳代の男性及び70歳代の女性が各1例であった。推定感染地域は国内（県内1例、不明1例）で、感染経路は経口感染が1例、不明が1例であった。

ii) エムポックス（旧 サル痘（2023年5月26日付けで名称変更））

エムポックスは県内初となる1例の届出があり、30歳代の男性であった。

iii) オウム病

オウム病は1例の届出があり、40歳代の男性であった。推定感染地域は県内で、動物からの感染を疑う症例であった。

iv) 重症熱性血小板減少症候群

重症熱性血小板減少症候群は前年と同数となる4例の届出があり、感染症法で全数把握疾患となった2013年以降で、最多である2020年の7例、2021年の6例に次ぐ届出数であった（図6）。2013年からの累計報告数は31例となった。4～6月及び10月に届出があり、性別は男性が2例、女性が2例で、年齢階級別では80歳代が2例、30歳代及び70歳代が各1例であった。推定感染地域は県内が3例、不明が1例で、感染原因・経路として、3例は動物・蚊・昆虫等からの感染が疑われ（刺し口ありが1例、動物からの感染が疑われる例が1例）、1例は不明であった。

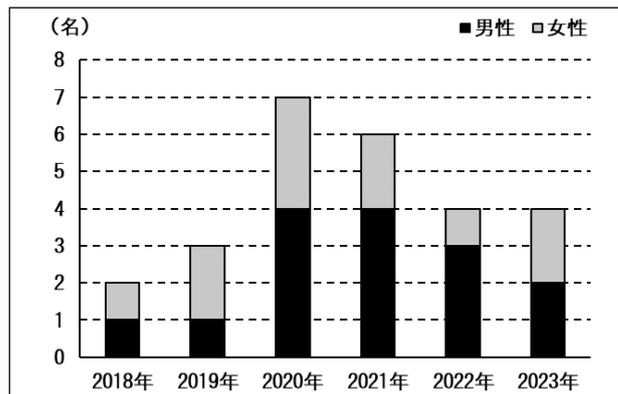


図6 重症熱性血小板減少症候群 年次別発生状況

v) つつが虫病

つつが虫病は前年と同数の4例の届出があった。4月（1例）、11月（2例）及び12月（1例）に届出があり、性別は全て男性で、年齢階級別では80歳代が2例、40歳代及び70歳代が各1例であった。推定感染地域は全て県内で、感染原因・経路として、全て動物・蚊・昆虫等からの感染が疑われた（うち野外での活動歴ありが2例、刺し口ありが2例（重複あり））。

vi) 日本紅斑熱

日本紅斑熱は13例の届出があり、前年（9例）から増加した。県内初の届出があった2009年以降で最大の届出数となった（図7）。2009年からの累計報告数は76例となった。8月（6例）、10月（4例）、4月、6月及び9月（各1例）に届出があり（図8）、性別は男性が7例、女

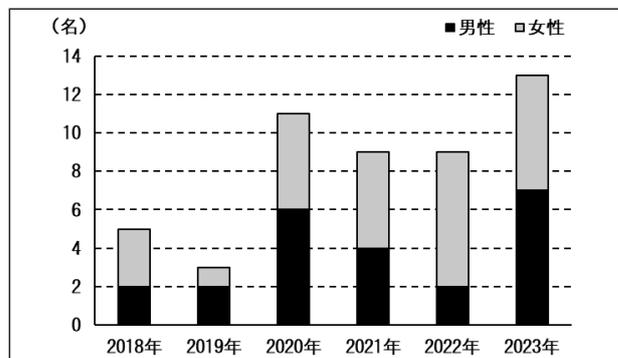


図7 日本紅斑熱 年次別発生状況

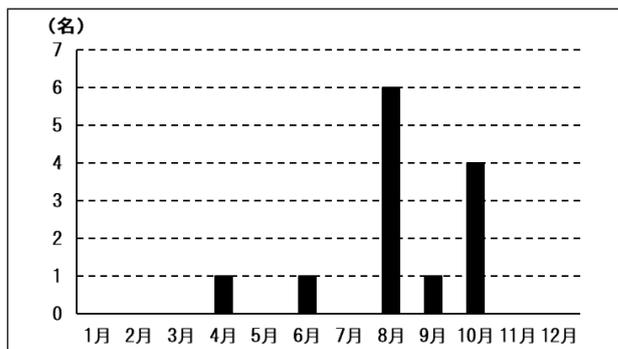


図8 日本紅斑熱 月別発生状況

性が6例で、年齢階級別では70歳代が6例、60歳代及び80歳代が各2例、30歳代、50歳代及び90歳代が各1例であった。推定感染地域は、国内が12例（県内10例、県外2例）、不明が1例であった。また、刺し口が8例で確認された。

vii) レジオネラ症

レジオネラ症は50例の届出があった（図9）。病型は肺炎型が44例、ポンティアック熱型が4例、無症状病原体保有者が2例であった。性別は男性が37例、女性が13例で、年齢階級別では80歳代（14例）、60歳代及び70歳代（各11例）の順に多かった（図10）。感染原因・経路は、水系感染が7例、じんあい感染が6例、その他が7例、不明が35例であった（重複あり）。水系感染のうち1例は、入浴施設を利用していた。また、じんあい感染のうち1例は、草ぬき等の野外活動歴があった。

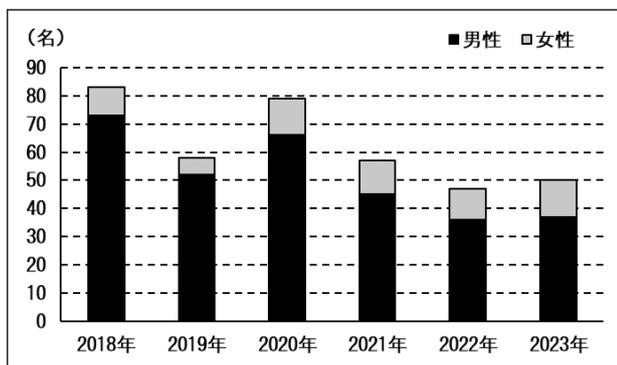


図9 レジオネラ症 年次別発生状況

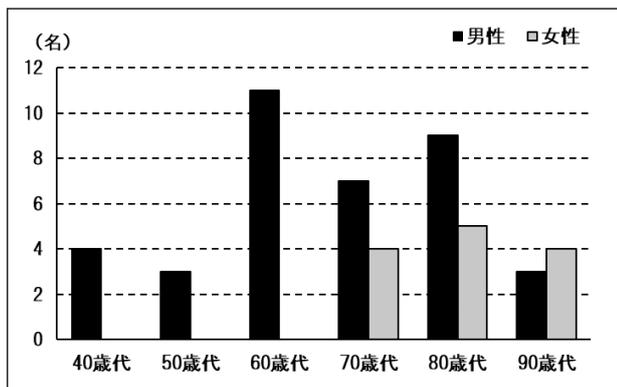


図10 レジオネラ症 年齢階級別発生状況

2.1.5 五類感染症（全数把握対象）

五類感染症は、17感染症の届出があった。

i) アメーバ赤痢

アメーバ赤痢は11例の届出があり、前年（10例）から増加した（図11）。病型は全て腸管アメーバ症であった。性別は男性が10例、女性が1例で、年齢階級別では50歳代（4例）、40歳代及び60歳代（各3例）、30歳代（1例）の順に多く、患者は全て30歳以上の成人であった（図

12）。推定感染地域は国内が7例（県内5例、不明2例）、不明が4例であった。感染経路は、性的接触が2例、経口感染が1例、不明が8例であった。

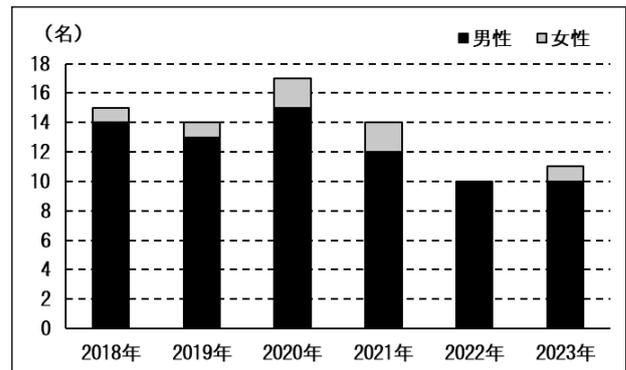


図11 アメーバ赤痢 年次別発生状況

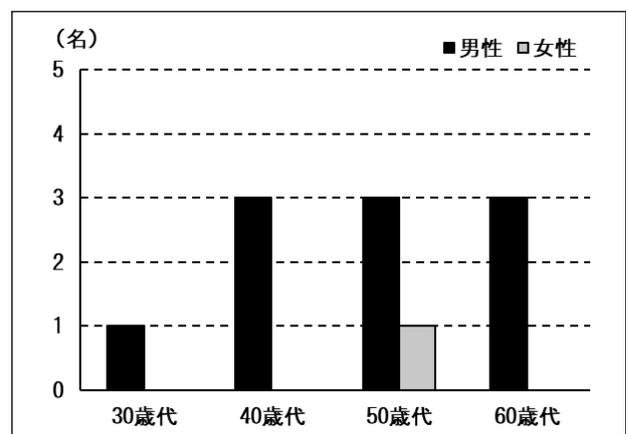


図12 アメーバ赤痢 年齢階級別発生状況

ii) ウイルス性肝炎（E型肝炎及びA型肝炎を除く。）

ウイルス性肝炎は4例の届出があり、前年（1例）から増加した（図13）。性別は男性が3例、女性が1例であった。年齢階級別では10歳代、40歳代、50歳代及び70歳代が各1例であった。推定感染地域は国内が3例（県内2例、県外1例）、不明が1例で、感染経路は性的接触が2例、不明が2例であった。

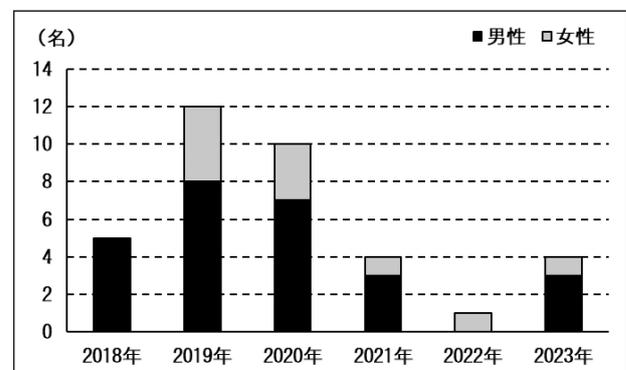


図13 ウイルス性肝炎 年次別発生状況

iii) カルバペネム耐性腸内細菌目細菌感染症 (旧 カルバペネム耐性腸内細菌科細菌感染症 (2023年5月26日付けで名称変更))

カルバペネム耐性腸内細菌目細菌感染症は28例の届出があり、前年(23例)から増加した(図14)。性別は男性が18例、女性が10例で、年齢階級別(図15)では70歳代(11例)、80歳代(7例)、60歳代(4例)の順に多く、60歳以上で78.6%を占めていた。感染原因・経路は、以前からの保菌(11例、うち膀胱・尿路(4例)が最多)、手術部位感染及び医療器具関連感染(各4例)の順に多かった。検出された菌種は、*Klebsiella aerogenes*(14例)、*Enterobacter cloacae*及び*Klebsiella pneumoniae*(各4例)、*Escherichia coli*(2例)、*Enterobacter asburiae*、*Enterobacter cancerogenus*、*Enterobacter sp.*及び*Klebsiella ozaenae*(各1例)の順に多かった。

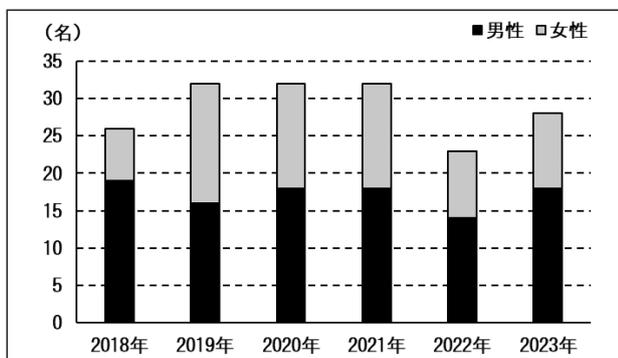


図14 カルバペネム耐性腸内細菌目細菌感染症 年次別発生状況

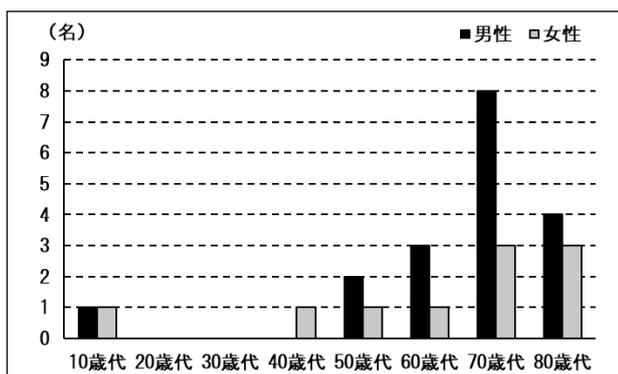


図15 カルバペネム耐性腸内細菌目細菌感染症 年齢階級別発生状況

iv) 急性弛緩性麻痺 (急性灰白髄炎を除く。)

急性弛緩性麻痺は1例の届出があり、10歳未満の男性であった。病原体は不明であった。

v) 急性脳炎 (ウエストナイル脳炎、西部ウマ脳炎、ダニ媒介脳炎、東部ウマ脳炎、日本脳炎、ベネズエラウマ脳炎及びリフトバレー熱を除く。)

急性脳炎は11例の届出があり、前年(10例)から増

加した(図16)。病原体の検出は、インフルエンザウイルス(3例)、アデノウイルス及びエンテロウイルス(各2例)、ヒトヘルペスウイルス6及び「溶血性レンサ球菌又は黄色ブドウ球菌」(各1例)、病原体不明(2例)であった。性別は男性が7例、女性が4例で、年齢階級別では10歳未満が10例、10歳代が1例であった。

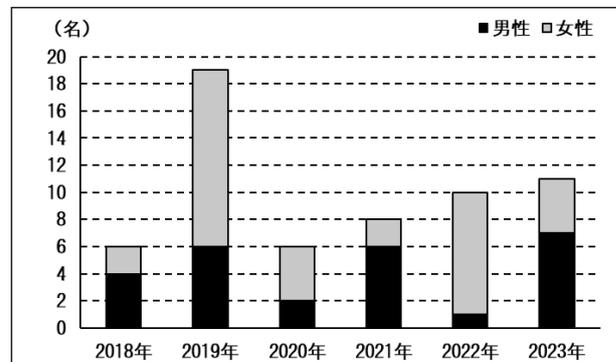


図16 急性脳炎 年次別発生状況

vi) 劇症型溶血性レンサ球菌感染症

劇症型溶血性レンサ球菌感染症は10例の届出があり、前年(5例)から増加した(図17)。12月(3例)、3月及び11月(2例)、1月、8月及び10月(各1例)に届出があり、秋以降から増加した。性別は男性が5例、女性が5例で、年齢階級別では70歳代が4例、60歳代及び90歳代が各2例、30歳代及び50歳代が各1例であった。感染経路は、創傷感染が5例、飛沫感染が1例、不明が4例であった。

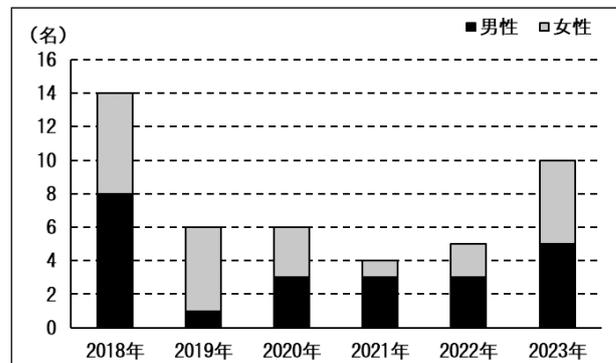


図17 劇症型溶血性レンサ球菌感染症 年次別発生状況

vii) 後天性免疫不全症候群

後天性免疫不全症候群は5例の届出があり、前年(6例)から減少した(図18)。性別は男性が3例、女性が2例で、年齢階級別では20歳代が2例、30歳代、40歳代及び60歳代が各1例であった(図19)。病型はAIDSが2例、無症候性キャリアが3例であった。推定感染地域は、国内が3例(県内2例、県外1例)、不明が2例であった。感染経路は性的接触が4例(異性間3例、同性間1例)、不明が1例であった。後天性免疫不全症候群の届出に係

る記載項目の一つであるCD4値は $200/\text{mm}^3$ 以下になるとニューモシスチス肺炎等の日和見感染症を発症しやすくなる<sup>2)</sup>が、2023年は届出時点でCD4値が $200/\text{mm}^3$ 以下であった進行した症例が3例あり、うち2例はCD4値が $50/\text{mm}^3$ 以下の免疫機能が極めて低下した状態で診断され、病型がAIDSであった。

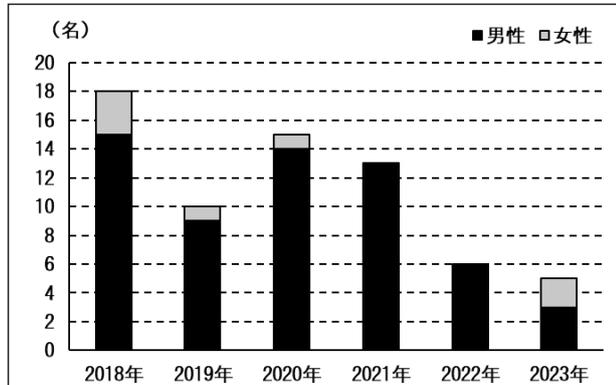


図18 後天性免疫不全症候群 年次別発生状況

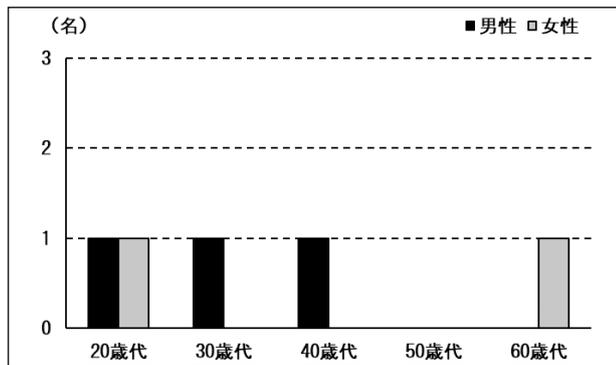


図19 後天性免疫不全症候群 年齢階級別発生状況

viii) ジアルジア症

ジアルジア症は1例の届出があり、30歳代の男性であった。推定感染地域は国外（インド）で、感染経路は経口感染と推定された。

ix) 侵襲性インフルエンザ菌感染症

侵襲性インフルエンザ菌感染症は10例の届出があり、前年（1例）から増加し、感染症法で全数把握疾患となった2013年以降で最多の届出数となった。性別は男性が3例、女性が7例で、年齢階級別では70歳代が3例、10歳未満、10歳代、30歳代、40歳代、60歳代、80歳代及び90歳代が各1例であった。感染経路は飛沫感染が2例、不明が8例であった。

x) 侵襲性肺炎球菌感染症

侵襲性肺炎球菌感染症は35例の届出があり、前年（22例）から増加した（図20）。性別は男性が19例、女性が16例で、年齢階級別では、70歳代及び80歳代（各8例）、10歳未満（7例）の順に多かった（図21）。ワクチン接

種歴別で見ると接種歴ありが14例、接種歴なしが16例、不明が5例であった。

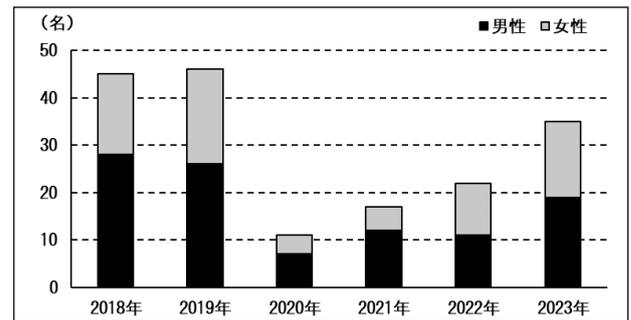


図20 侵襲性肺炎球菌感染症 年次別発生状況

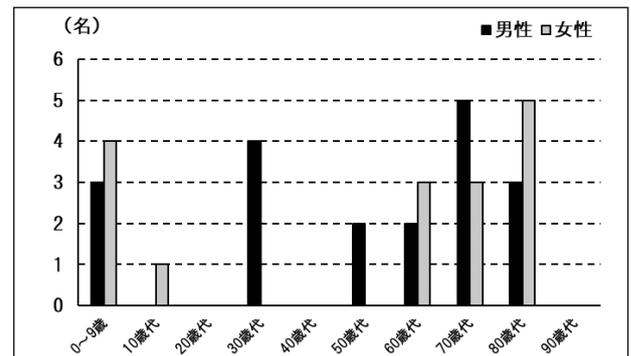


図21 侵襲性肺炎球菌感染症 年齢階級別発生状況

xi) 水痘（入院例に限る。）

水痘（入院例に限る。）は5例の届出があり、前年（4例）から増加した。性別は男性が1例、女性が4例で、年齢階級別では70歳代及び80歳代が各2例、10歳代が1例であった。感染原因・経路は、飛沫・飛沫核感染が1例、免疫力の低下が疑われるものが1例、不明が3例であった。

xii) 梅毒

梅毒は316例の届出があり、感染症法が施行された1999年以降で最多の届出数となった（図22）。病型は早期顕症梅毒Ⅰ期が177例、早期顕症梅毒Ⅱ期が94例、晩期顕症梅毒が1例、無症状病原体保有者が44例であった。性別は男性が228例、女性が88例で、年齢階級別では、男性は20歳代（59例）、40歳代（52例）、30歳代（48例）の順、女性は20歳代（60例）、30歳代（10例）、40歳代（8

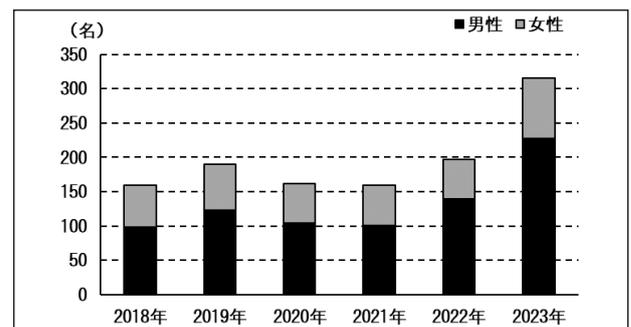


図22 梅毒 年次別発生状況

例)の順に多かった(図23)。特に女性は10歳代及び20歳代で女性全体の75.0%を占めており、若年女性の届出数が多い状況が継続している(図24)。推定感染地域は国内が289例(県内229例, 県外55例, 不明7例(重複あり)), 不明が27例であった。感染経路は, 性的接触が303例(異性間275例, 同性間3例, 詳細不明25例), 不明が13例であった。

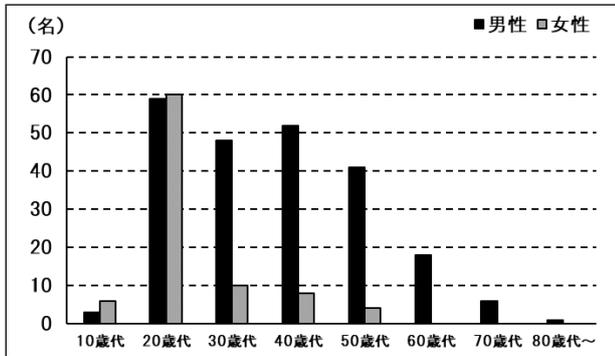


図23 梅毒 年齢階級別発生状況

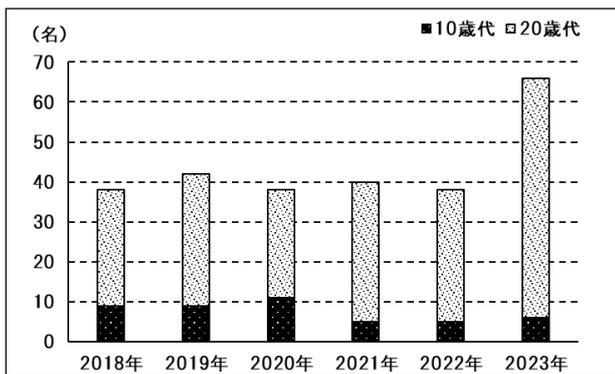


図24 梅毒 年次別(10歳代及び20歳代女性)

梅毒の届出に係る記載項目のうち、「性風俗産業の従事歴・利用歴の有無」については, 2023年は, 男性感染者(228例)のうち142例(62.3%)が直近6か月以内の性風俗産業の利用歴があり, 年齢階級別では, 40歳代(38例)の利用が最も多く, 次いで30歳代(30例), 50歳代(29例)の順で多かった(図25)。また, 女性感染者(88例)のうち39例(44.3%)が直近6か月以内の性風俗産業の従事歴があり, 年齢階級別では, 20歳代(25例, 64.1%)が最も多かった(図26)。2022年と比較すると, 女性の感染者数及び性風俗産業従事歴の割合は共に増加している(2022年は性風俗の従事割合が37.9%)。「HIV感染症合併の有無」については, 2023年は, 男性感染者のうち3例でHIV感染症合併があり, 30歳代, 40歳代及び50歳代が各1例であった。女性感染者では, HIV感染症の合併はなかった。「過去の治療歴の有無」については, 男性が8例(30歳代及び50歳代が各2例, 40歳代, 60歳代, 70歳代及び80歳代が各1例, 1年以上

前が7例, 不明が1例), 女性が2例(全て20歳代, 1年以内が1例, 1年以上前が1例)で治療歴があった。「妊娠の有無」については, 2023年は6例が妊娠しており, 妊娠7週から21週で感染が判明していた。年齢階級は20歳代及び30歳代であった。このうち, 性風俗産業従事歴については, 5例が「なし」, 1例が「不明」であった。

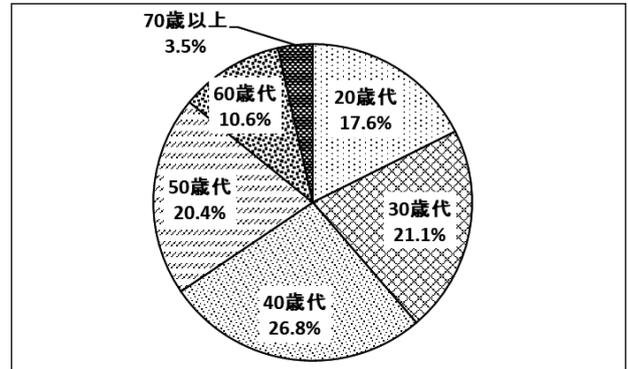


図25 梅毒 性風俗産業利用歴有(2023年, 男性)

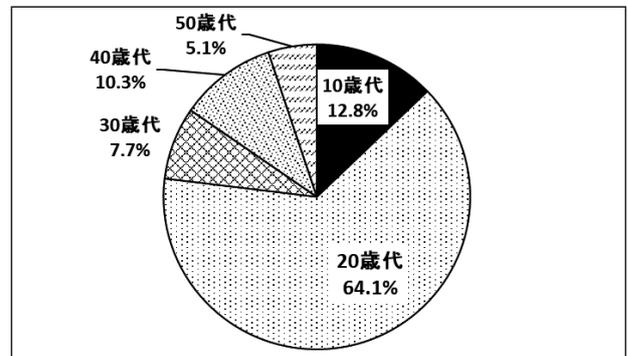


図26 梅毒 性風俗産業従事歴有(2023年, 女性)

xiii) 播種性クリプトコックス症

播種性クリプトコックス症は2例の届出があった。性別は男性が1例, 女性が1例で, 年齢階級別では70歳代及び90歳代が各1例であった。感染原因は全て免疫不全であり, 推定感染地域は国内が1例(県内), 不明が1例であった。

xiv) 破傷風

破傷風は, 4例の届出があった。性別は男性が2例, 女性が2例で, 年齢階級別では70歳代が2例, 80歳代及び90歳代が各1例であった。感染原因・経路は創傷感染が3例, 針等の鋭利なものの刺入による感染が1例であった。

xv) バンコマイシン耐性腸球菌感染症

バンコマイシン耐性腸球菌感染症は, 2例の届出があった。全て80歳代の男性で, 感染原因・経路は不明であった。

xvi) 百日咳

百日咳は、22例の届出があり、前年（18例）から増加した。2018年（187例）、2019年（428例）と増加傾向であったが、2020年（92例）から減少に転じており、2021年（15例）、2022年（18例）に引き続き少ない発生状況であった。性別は男性が10例、女性が12例で、月別の発生状況に明確な差は見られなかった。

xvii) 薬剤耐性アシネトバクター感染症

薬剤耐性アシネトバクター感染症は、2例の届出があった。性別は男性が1例、女性が1例で、年齢階級別では60歳代及び100歳代が各1例であった。感染原因・経路は以前からの保菌が1例、不明が1例であり、推定感染地域は国内が1例（県内）、不明が1例であった。

2.2 定点把握感染症（五類感染症）の届出状況

2.2.1 小児科・内科定点における週報告の感染症（表4）

小児科・内科定点における週報告の感染症のうち、主な感染症については、以下のとおりである。

i) インフルエンザ（2022/23年シーズン流行のまとめ）  
（図27）

2022/23年シーズン（2022/9/5～2023/9/3）の岡山県の患者報告数は、10,651名であった。前2シーズン（2020/21年シーズン及び2021/22年シーズン）は注意報発令がなく、3年ぶりの流行となったが、過去10シーズンでは3番目に少ない報告数であった。2022年第36週（9/5～9/11）にシーズン初めての患者が報告され、2022年第52週

（12/26～1/1）には定点あたり報告数が1.35人となり、過去10シーズンと比較すると6番目の早さで流行期に入った。その後、流行は拡大したが、報告数は2023年第10週（3/6～3/12）の1,037名（定点あたり12.35人）をピークに減少に転じ、以降は警報発令基準の30.00人を超過することなく漸減した。注意報が発令されたにもかかわらず警報発令基準に至らなかったのは、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の流行が開始した2019/20年シーズン以来となった（その前は2010/11年シーズン）。その後、第21週（5/22～5/28）には0.87人、第22週（5/29～6/4）には0.57人と、2週連続して定点あたり1.00人を下回ったため、県内に発令していた「インフルエンザ注意報」を6月8日をもって解除した。全国では、2022年第51週（12/19～12/25）に定点あたり1.24人となり、全国的な流行の指標となる1.00人を上回った。その後2023年第6週（2/6～2/12）に定点あたり12.94人となり、流行のピークを迎えた。以降、報告数は若干の増減はあるものの減少傾向となり、第33週（8/14～8/20）には定点あたり1.02人まで減少したが、1.00人を下回ることなく34週（8/21～8/27）には増加に転じ、次シーズンを迎えた。

2022/23年シーズンに岡山県環境保健センターで検出されたインフルエンザウイルスは30株であった。その内訳は、AH3亜型の25株（83.3%）が最も多く、次いでAH1pdm09型が4株（13.3%）、A型亜型不明が1株（3.3%）であった。2022/23年シーズンは、AH3亜型がシーズン

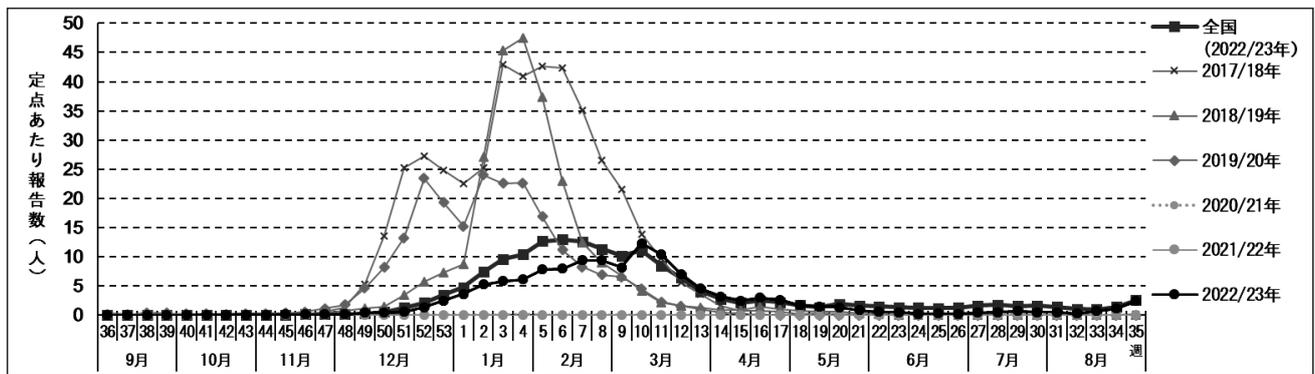


図27 インフルエンザ 発生状況

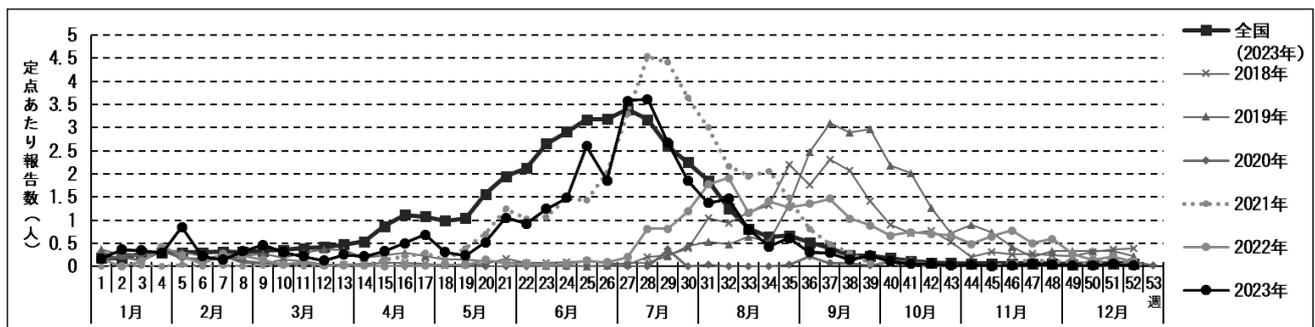


図28 RSウイルス感染症 発生状況

を通して主流となった。全国で2022/23年シーズンに検出されたインフルエンザウイルスは3,968株であり、AH3亜型が3,618株、次いでAH1pdm09型が217株、B型（ビクトリア系統）が88株、C型が26株、A型亜型不明が16株、B型系統不明が3株であった<sup>3)</sup>。

ii) RSウイルス感染症 (図28)

RSウイルス感染症は、定点あたり累積報告数が33.96人であり、前年(24.44人)から増加した。新型コロナウイルス感染症(COVID-19)流行前は、当該感染症の流行のピークは、例年9月中旬頃(第37週頃)であったが、2021年は7月(第28週)、2022年は8月(第32週)、2023年は7月(第28週)と例年とは異なっていた。全国でも同様に、流行のピークは7月であった。年齢階級別では2歳以下の割合が全体の82.6%を占めた(図29)。

iii) 咽頭結膜熱 (図30)

咽頭結膜熱は、定点あたり累積報告数が38.98人であり、前年(5.89人)から大きく増加した。例年とは異なり、

9月下旬(第39週)頃から増加傾向が継続し、11月には例年を大きく上回るピークを迎え(第47週, 3.13人)、年末まで定点あたり2.50人以上で推移した。年間を通した流行の推移は、全国と同様の傾向であった。年齢階級別では6歳以下の乳幼児の割合が全体の87.6%を占めた。

iv) A群溶血性レンサ球菌咽頭炎 (図31)

A群溶血性レンサ球菌咽頭炎は、定点あたり累積報告数が38.24人であり、前年(6.44人)から大きく増加した。8月上旬(第31週)頃から増加傾向が継続し、12月の第52週には2.37人に達し、年末まで高いレベルで推移した。年間を通した流行の推移は、全国と同様の傾向であった。年齢階級別では、6歳以下の乳幼児の割合が全体の58.3%を占めた。

v) 感染性胃腸炎 (図32)

感染性胃腸炎は、2023年1月にピークがあったが(第3週, 9.80人)、その他はほぼ横ばいで推移した。年間を通した流行の推移は、全国と同様の傾向であった。年齢

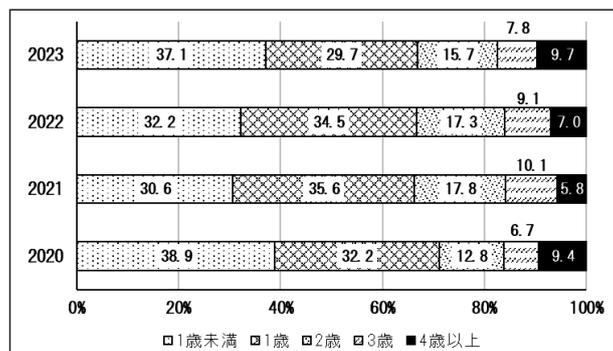


図29 RSウイルス感染症 年齢階級別割合の推移

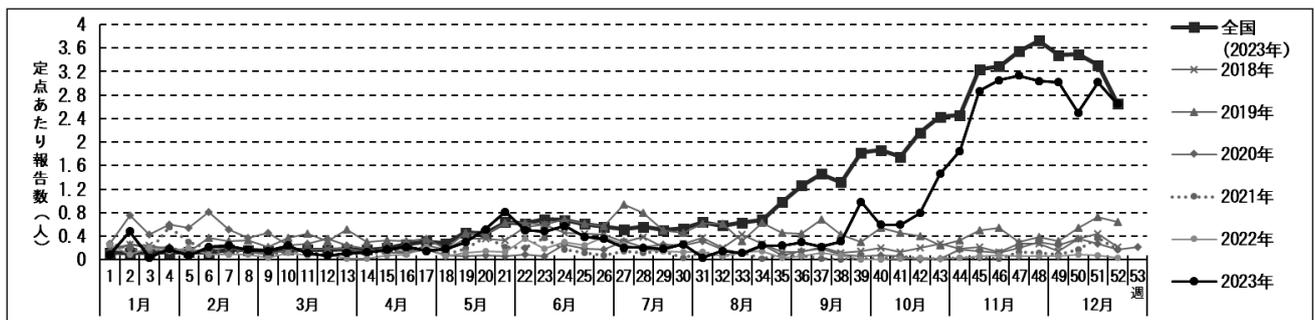


図30 咽頭結膜熱 発生状況

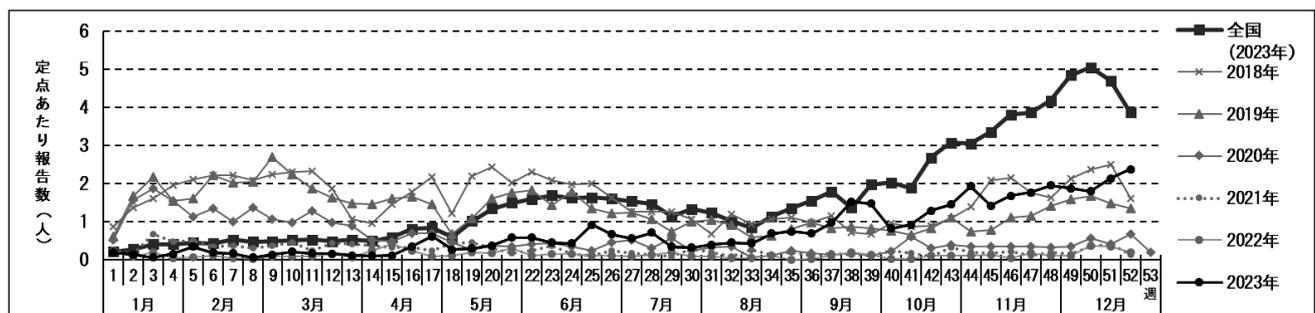


図31 A群溶血性レンサ球菌咽頭炎 発生状況

階級別では、6歳以下の乳幼児の割合が全体の71.3 %を占めた。

vi) 水痘 (図33)

水痘は、定点あたり累積報告数が4.19人であり、前年(3.61人)から増加した。年間を通じた流行の推移は、全国と同様の傾向であった。年齢階級別では6歳以下の乳幼児の割合が全体の51.8 %を占めた。

vii) 手足口病 (図34)

手足口病は、定点あたり累積報告数が49.24人であり、前年(21.30人)から大きく増加した。例年流行のピークは夏季(6月~7月)に見られていたが、新型コロナウイルス感染症流行後は、年間を通して低いレベルで推移した。しかし、2023年は7月にピークが見られたが、例年と比較して低いレベルであった。年間を通じた流行の推移は、6月~8月にかけて全国よりも高いレベルで推移した。年齢階級別では1歳以下の割合が全体の48.4 %を占めた。全国の手足口病患者から検出さ

れたウイルスは、エンテロウイルス71、次いでコクサッキーウイルスA6の順に多く検出された<sup>4)</sup>。

viii) 伝染性紅斑 (図35)

伝染性紅斑は、定点あたり累積報告数が0.59人であり、前年(0.69人)から減少した。流行は、年間を通して低いレベルで推移し、全国と同様の傾向であった。年齢階級別では6歳以下の乳幼児の割合が全体の78.1 %を占めた。

ix) 突発性発しん (図36)

突発性発しんは、定点あたり累積報告数が11.24人であり、前年(14.11人)から減少した。年間を通じた流行の推移は、全国と同様の傾向であった。年齢階級別では1歳以下の割合が全体の79.7 %を占めた。

x) ヘルパンギーナ (図37)

ヘルパンギーナは、定点あたり累積報告数が39.26人であり、前年(5.44人)から大きく増加した。岡山県では6月に流行のピーク(第25週, 4.24人)があった。年間を通じた流行の推移は、全国と同様の傾向であった。年齢階級別では1歳以下(33.0 %)が最も多く、5歳以

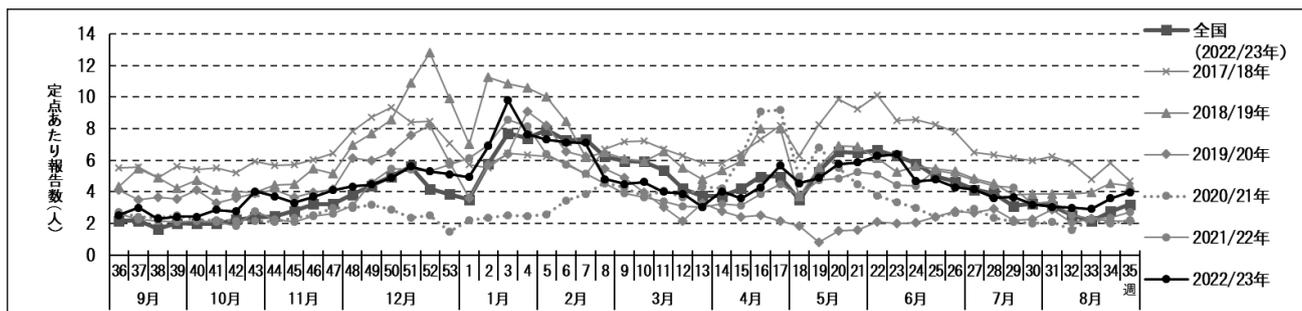


図32 感染性胃腸炎 発生状況

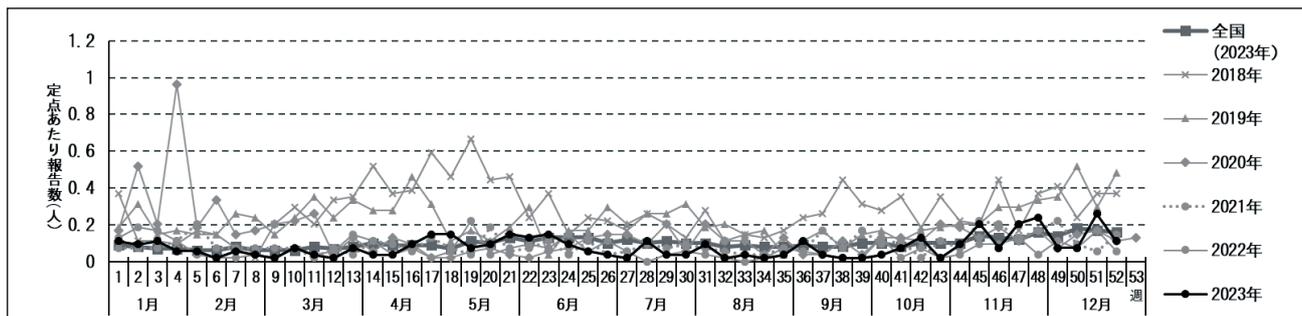


図33 水痘 発生状況

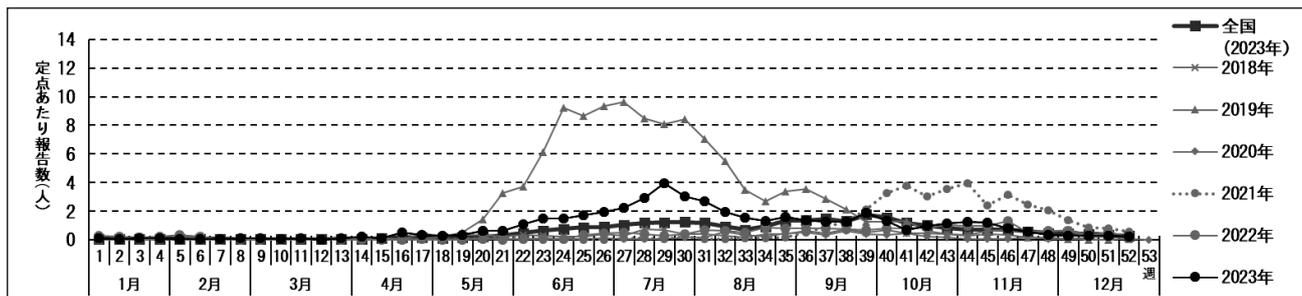


図34 手足口病 発生状況

下で全体の88.9%を占めていた。全国のヘルパンギーナの患者から検出されたウイルスは、コクサッキーウイルスA2、次いでコクサッキーウイルスA4の順に多く検出された<sup>4)</sup>。

xi) 流行性耳下腺炎 (図38)

流行性耳下腺炎は、定点あたり累積報告数が2.65人であり、前年(2.24人)から増加した。流行は年間を通して低いレベルで推移し、全国と同様の傾向であった。年齢階級別では6歳以下の乳幼児の割合が全体の58.0%を占めた。

2.2.2 眼科定点における週報告の感染症 (表4)

i) 急性出血性結膜炎

急性出血性結膜炎は、定点あたり累積報告数が0.83人であり、前年(0.42人)から増加した。

ii) 流行性角結膜炎 (図39)

流行性角結膜炎は、定点あたり累積報告数が20.17人であり、前年(4.75人)から大きく増加した。岡山県では9月頃から増加傾向が見られた。全国では4月頃から年末に向けて増加傾向が継続した。年齢階級別では、30歳代(26.0%)、10歳未満(23.6%)及び20歳代(15.3%)

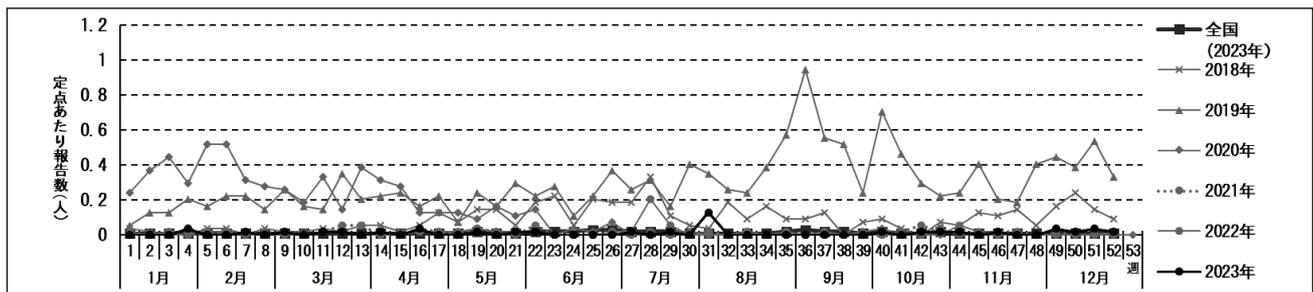


図 35 伝染性紅斑 発生状況

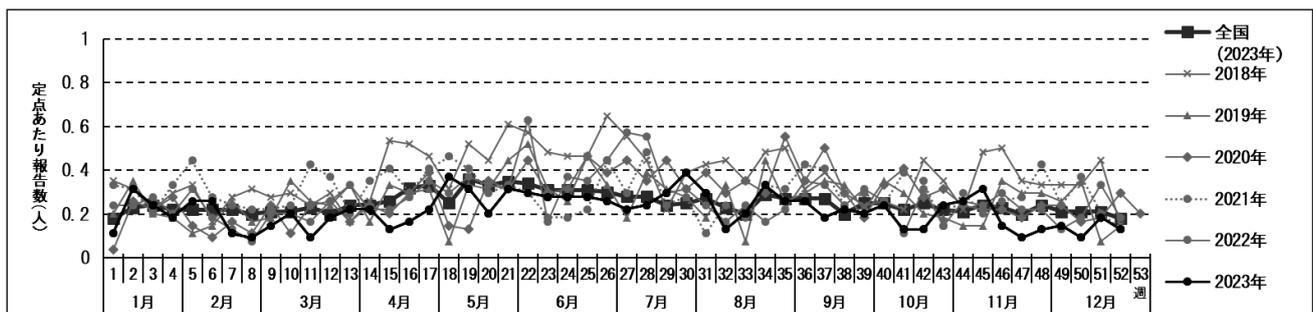


図 36 突発性発しん 発生状況

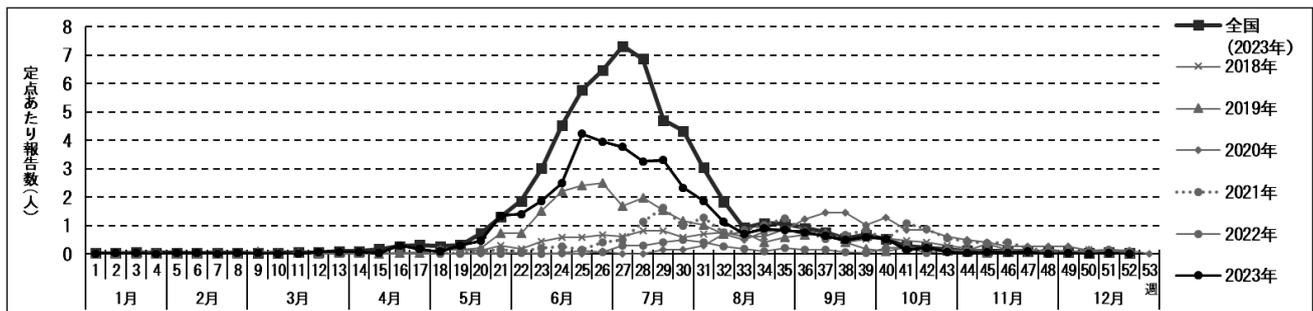


図 37 ヘルパンギーナ 発生状況

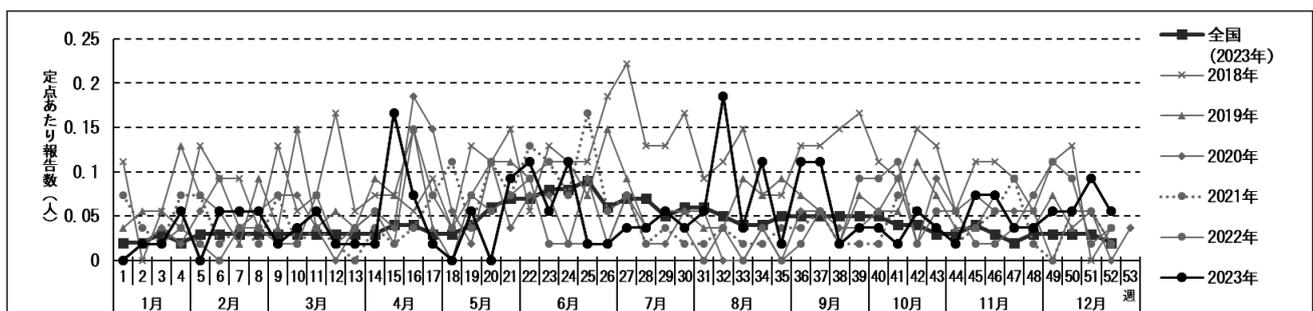


図 38 流行性耳下腺炎 発生状況

で多く報告された。

### 2.2.3 基幹定点における週報告の感染症（表4）

i) 細菌性髄膜炎（髄膜炎菌，肺炎球菌，インフルエンザ菌を原因として同定された場合を除く。）

細菌性髄膜炎は，定点あたり累積報告数が0.80人であり，前年（1.80人）から減少した。

ii) 無菌性髄膜炎

無菌性髄膜炎は，定点あたり累積報告数が4.60人であり，前年（0.60人）から大きく増加した。

iii) マイコプラズマ肺炎

マイコプラズマ肺炎は，定点あたり累積報告数が0.60人であり，前年（0.80人）から減少した。

iv) クラミジア肺炎（オウム病を除く。）

クラミジア肺炎（オウム病を除く。）は，定点あたり

累積報告数が0人であり，前年（0人）と同数であった。

v) 感染性胃腸炎（病原体がロタウイルスであるものに限る。）

感染性胃腸炎（病原体がロタウイルスであるものに限る。）は，定点あたり累積報告数が0.60人であり，前年（0人）から増加した。

### 2.2.4 性感染症定点における月報告の感染症（表6，7）

i) 性器クラミジア感染症

性器クラミジア感染症は，定点あたり累積報告数が21.88人であり，前年（23.06人）とほぼ同数で，前年と同様，全国と比較して少ない報告数であった（図40）。性別では男性が9.7%，女性が90.3%で，女性の割合が高かった。年齢階級別では20歳代が最も多かった（図41）。

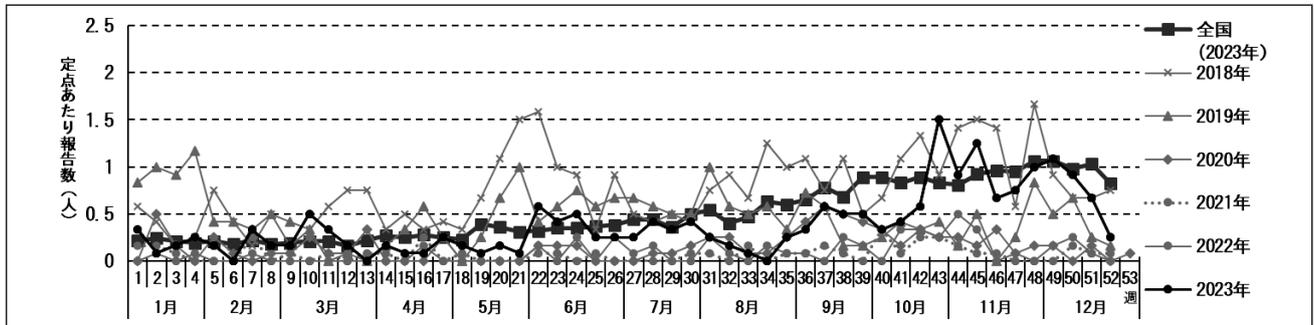


図39 流行性角結膜炎 発生状況

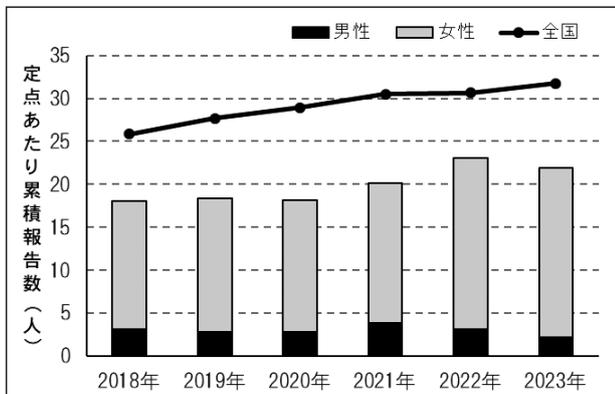


図40 性器クラミジア感染症 年次別発生状況

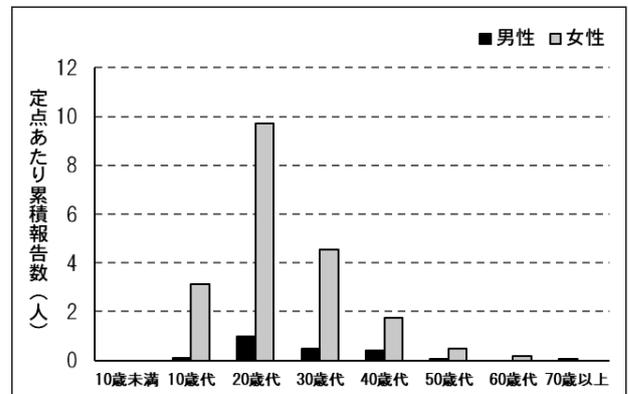


図41 性器クラミジア感染症 年齢階級別発生状況

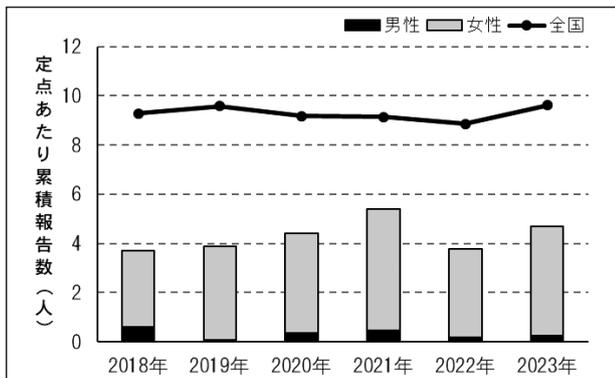


図42 性器ヘルペスウイルス感染症 年次別発生状況

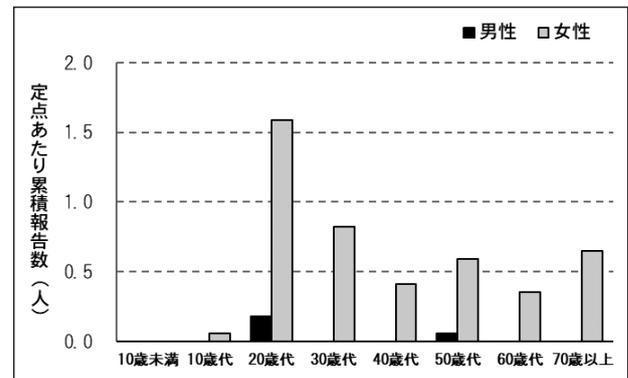


図43 性器ヘルペスウイルス感染症 年齢階級別発生状況

ii) 性器ヘルペスウイルス感染症

性器ヘルペスウイルス感染症は、定点あたり累積報告数が4.71人で、前年(3.76人)から増加した。前年と同様、全国と比較して少ない報告数であった(図42)。性別では男性が5.0%、女性が95.0%で、女性の割合が高かった。年齢階級別では20歳代が最も多かった(図43)。

iii) 尖圭コンジローマ感染症

尖圭コンジローマ感染症は、定点あたり累積報告数が3.29人で、前年(2.29人)から増加した。前年と同様、全国と比較して少ない報告数であった(図44)。性別では男性が32.1%、女性が67.9%で、女性の割合が高かった。年齢階級別では、20歳代が最も多かった(図45)。

iv) 淋菌感染症

淋菌感染症は、定点あたり累積報告数が6.18人であり、前年(5.82人)とほぼ同数であった。前年と同様、全国と比較して少ない報告数であった(図46)。性別は男性が26.7%、女性が73.3%で、女性の割合が高かった。年齢階級別では、20歳代が最も多かった(図47)。

2.2.5 基幹定点における月報告の感染症(表6, 8)

i) メチシリン耐性黄色ブドウ球菌感染症

メチシリン耐性黄色ブドウ球菌感染症は、定点あたり累積報告数が15.40人であり、前年(20.40人)から減少

した。年齢階級別では50歳代以上が90.9%を占めていた。

ii) ペニシリン耐性肺炎球菌感染症

ペニシリン耐性肺炎球菌感染症は、定点あたり累積報告数が1.80人であり、前年(0.40人)から大きく増加した。

iii) 薬剤耐性緑膿菌感染症

薬剤耐性緑膿菌感染症は、定点あたり累積報告数が0.20人であり、前年(0.40人)から減少した。

3 まとめ

全数把握感染症のうち、日本紅斑熱は、13例の届出があり、県内初の届出があった2009年以降で最大の届出数となった。また、梅毒の届出数は316例であり、感染症法が施行された1999年以降で最大の2022年(197例)を超える届出数となった。岡山県は人口100万人あたり報告数が、2023年は4位(2022年は全国8位)であり、全国の上位を継続している。

定点把握感染症のうち、咽頭結膜熱は、例年とは異なる9月下旬から増加傾向となり、11月に例年のピークを大きく上回るピークが見られ、年末まで高いレベルで推移した。また、A群溶血性レンサ球菌咽頭炎は、8月上旬から増加傾向が年末まで継続し、年末まで高いレベルで推移した。

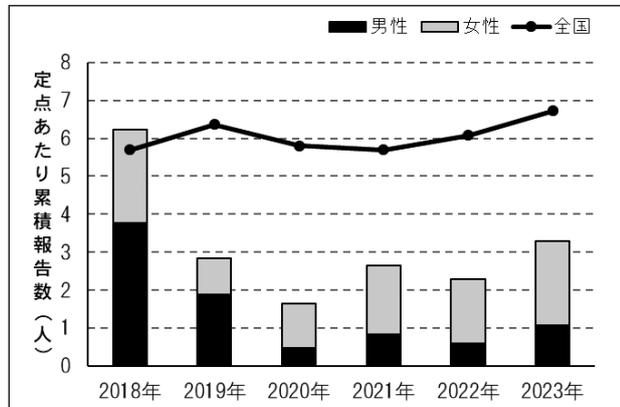


図44 尖圭コンジローマ感染症 年次別発生状況

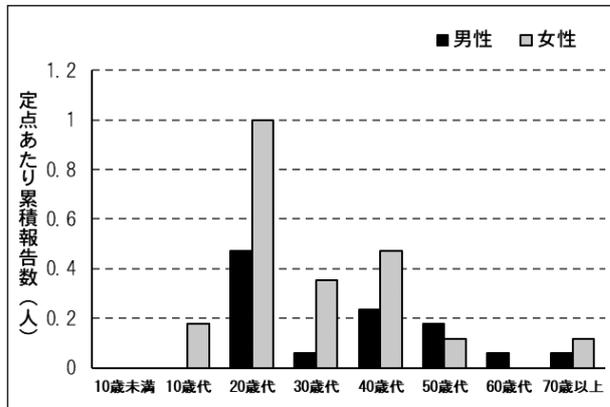


図45 尖圭コンジローマ感染症 年齢階級別発生状況

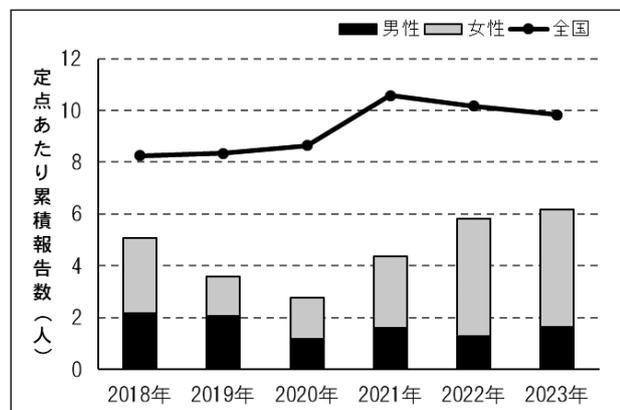


図46 淋菌感染症 年次別発生状況

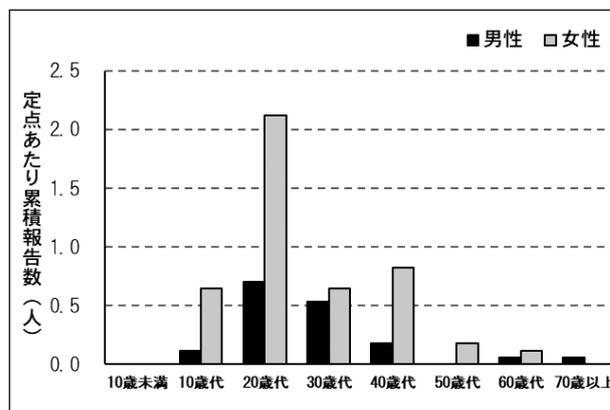


図47 淋菌感染症 年齢階級別発生状況

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の流行後、感染防止対策の徹底や、外出自粛等の社会活動の変化で飛沫・接触感染が感染経路の中心である感染症は流行がある程度抑制されていたが、5類定点への移行が行われた2023年は、一部の感染症において報告数が2022年より大きく増加しているものがあった。また、RSウイルス感染症の発生状況は、2020年～2022年と同様に、新型コロナウイルス感染症流行前と異なっていた。一方で手足口病の発生状況は2020年～2022年とは異なり流行前と同様であった。

ダニ媒介感染症や、梅毒を始めとする性的接触が感染経路の中心である性感染症は、社会生活の変化の影響も受けにくく、感染拡大防止に係るアプローチを要するものと考えられる。

岡山県感染症情報センターでは、今後も引き続き、県内の感染症情報の収集・分析を迅速に行い、全国の感染症発生動向にも注意を払いながら、感染症対策の一助となるよう広く情報発信をしていきたい。

## 文 献

- 1) 厚生労働省：結核登録者情報調査年報集計結果について、  
[https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000175095\\_00011.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000175095_00011.html) (2024.12.20 アクセス)
- 2) 国立感染症研究所：AIDS（後天性免疫不全症候群）とは、  
<https://www.niid.go.jp/niid/ja/kansennohanashi/400-aids-intro.html> (2024.12.20 アクセス)
- 3) 国立感染症研究所：インフルエンザウイルス分離・検出速報、  
<https://www.niid.go.jp/niid/ja/iasr-inf.html> (2024.12.24 アクセス)
- 4) 国立感染症研究所：病原微生物検出情報、  
<https://www.niid.go.jp/niid/ja/iasr/510-surveillance/iasr/graphs/1532-iasrgv.html> (2024.12.27 アクセス)

表1 感染症法に基づく届出対象感染症（2023年）

1. 全数把握感染症：全ての医師が、全ての患者発生について届出を行う感染症

<p>【 一類感染症 】 直ちに届出                  (1) エボラ出血熱 (2) クリミア・コンゴ出血熱 (3) 痘そう (4) 南米出血熱 (5) ペスト (6) マールブルグ病 (7) ラッサ熱</p>
<p>【 二類感染症 】 直ちに届出                  (1) 急性灰白髄炎 (2) 結核 (3) ジフテリア (4) 重症急性呼吸器症候群(病原体がベータコロナウイルス属SARSコロナウイルスであるものに限る。) (5) 中東呼吸器症候群 (病原体がベータコロナウイルス属MERSコロナウイルスであるものに限る。) (6) 鳥インフルエンザ(H5N1)                  (7) 鳥インフルエンザ(H7N9)</p>
<p>【 三類感染症 】 直ちに届出                  (1) コレラ (2) 細菌性赤痢 (3) 腸管出血性大腸菌感染症 (4) 腸チフス (5) パラチフス</p>
<p>【 四類感染症 】 直ちに届出                  (1) E型肝炎 (2) ウエストナイル熱(ウエストナイル脳炎含む) (3) A型肝炎 (4) エキノコックス症 (5) エムボックス (6) 黄熱 (7) オウム病                  (8) オムスク出血熱 (9) 回帰熱 (10) キャサナル森林病 (11) Q熱 (12) 狂犬病 (13) コクシジオイデス症 (14) ジカウイルス感染症                  (15) 重症熱性血小板減少症候群(病原体がフレボウイルス属SFTSウイルスであるものに限る。) (16) 腎症候性出血熱 (17) 西部ウマ脳炎                  (18) ダニ媒介脳炎 (19) 炭疽 (20) チクングニア熱 (21) つつが虫病 (22) デング熱 (23) 東部ウマ脳炎 (24) 鳥インフルエンザ(H5N1及びH7N9を除く。) (25) ニパウイルス感染症 (26) 日本紅斑熱 (27) 日本脳炎 (28) ハンタウイルス肺症候群 (29) Bウイルス病                  (30) 鼻疽 (31) ブルセラ症 (32) ベネズエラウマ脳炎 (33) ヘンドラウイルス感染症 (34) 発しんチフス (35) ボツリヌス症 (36) マラリア                  (37) 野兎病 (38) ライム病 (39) リッサウイルス感染症 (40) リフトバレー熱 (41) 類鼻疽 (42) レジオネラ症 (43) レプトスピラ症                  (44) ロッキー山紅斑熱 注(5) エムボックスは「サル痘」から令和5年(2023年)5月26日付けで名称変更。</p>
<p>【 五類感染症の一部 】 7日以内に届出(侵襲性髄膜炎菌感染症, 風しんおよび麻しんは直ちに届出)                  (1) アメーバ赤痢 (2) ウイルス性肝炎(E型肝炎及びA型肝炎を除く。) (3) カルバペネム耐性腸内細菌目細菌感染症 (4) 急性弛緩性麻痺(急性灰白髄炎を除く。) (5) 急性脳炎(ウエストナイル脳炎, 西部ウマ脳炎, ダニ媒介脳炎, 東部ウマ脳炎, 日本脳炎, ベネズエラウマ脳炎及びリフトバレー熱を除く。) (6) クリプトスポリジウム症 (7) クロイツフェルト・ヤコブ病 (8) 劇症型溶血性レンサ球菌感染症 (9) 後天性免疫不全症候群                  (10) ジアルジア症 (11) 侵襲性インフルエンザ菌感染症 (12) 侵襲性髄膜炎菌感染症 (13) 侵襲性肺炎球菌感染症 (14) 水痘(入院例に限る。)                  (15) 先天性風しん症候群 (16) 梅毒 (17) 播種性クリプトコックス症 (18) 破傷風 (19) バンコマイシン耐性黄色ブドウ球菌感染症                  (20) バンコマイシン耐性腸球菌感染症 (21) 百日咳 (22) 風しん (23) 麻しん (24) 薬剤耐性アシネトバクター感染症                  注(3) カルバペネム耐性腸内細菌目細菌感染症は「カルバペネム耐性腸内細菌科細菌感染症」から令和5年(2023年)5月26日付けで名称変更。</p>
<p>【 新型インフルエンザ等感染症 】 直ちに届出                  新型コロナウイルス感染症(病原体がベータコロナウイルス属のコロナウイルス(令和二年一月に中華人民共和国から世界保健機関に対して、人に伝染する能力を有することが新たに報告されたものに限る。)であるものに限る。)                  注) 令和3年(2021年)2月13日から施行。それ以前は「指定感染症」。令和5年(2023年)5月8日から定点把握感染症(五類感染症)へ変更。</p>

2. 定点把握感染症(五類感染症)：指定した医療機関が、患者の発生について届出を行う感染症

①週単位報告

<p>【 小児科定点 】                  (1) RSウイルス感染症 (2) 咽頭結膜熱 (3) A群溶血性レンサ球菌咽頭炎 (4) 感染性胃腸炎 (5) 水痘 (6) 手足口病 (7) 伝染性紅斑                  (8) 突発性発しん (9) ヘルパンギーナ (10) 流行性耳下腺炎</p>
<p>【 インフルエンザ定点 】                  (1) 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。)</p>
<p>【 眼科定点 】                  (1) 急性出血性結膜炎 (2) 流行性角結膜炎</p>
<p>【 基幹定点 】                  (1) 感染性胃腸炎(病原体がロタウイルスであるものに限る。) (2) クラミジア肺炎(オウム病を除く) (3) 細菌性髄膜炎(髄膜炎菌, 肺炎球菌, インフルエンザ菌を原因として同定された場合を除く。) (4) マイコプラズマ肺炎 (5) 無菌性髄膜炎</p>

②月単位報告

<p>【 性感染症定点 】                  (1) 性器クラミジア感染症 (2) 性器ヘルペスウイルス感染症 (3) 尖圭コンジローマ (4) 淋菌感染症</p>
<p>【 基幹定点 】                  (1) ペニシリン耐性肺炎球菌感染症 (2) メチシリン耐性黄色ブドウ球菌感染症 (3) 薬剤耐性緑膿菌感染症</p>

表2 全数把握感染症 月別患者発生状況

2023年

		総数	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
一類感染症	エボラ出血熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	クリミア・コンゴ出血熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	南米出血熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	バングラデシュ脳炎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
二類感染症	急性灰白髄炎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	結核	211	20	21	16	13	23	19	20	13	14	17	18	17
	重症急性呼吸器症候群	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	東呼吸器症候群	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
三類感染症	鳥インフルエンザ(H5N1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	鳥インフルエンザ(H7N9)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	コレラ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	細菌性赤痢	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
四類感染症	腸管出血性大腸菌感染症	104	2	1	4	1	5	16	14	24	13	13	6	5
	腸チフス	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	パルチフス	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	E型肝炎	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
五類感染症	ウエストナイル脳炎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A型肝炎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	エボラ出血熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	エボラ出血熱	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
六類感染症	オーストラリア出血熱	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	回帰熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	キヤサヌル森林熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Q熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
七類感染症	狂犬病	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	コウモリウイルス感染症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	重症熱性血小板減少症候群	4	-	-	-	1	1	1	-	-	-	1	-	-
	腎臓病候群	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
八類感染症	西部ウマ脳炎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ダニ媒介脳炎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	チングニア熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	つづが虫熱	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	1
九類感染症	デング熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	東部ウマ脳炎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	鳥インフルエンザ(H5N1を除く)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ニパウイルス感染症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
十類感染症	日本脳炎	13	-	-	-	1	-	1	-	6	1	4	-	-
	日本脳炎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ハンタウイルス肺症候群	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B型肝炎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
十一類感染症	鼻	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ブルセラ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ペネズエラウマ脳炎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ヘンドラウイルス感染症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
十二類感染症	発しんチフス	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ボツリヌス症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	マラリア	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	野兎病	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
十三類感染症	ライム病	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	リッサウイルス感染症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	リフトバレー熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	類鼻疽	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
十四類感染症	レジオネラ症	50	4	-	2	6	4	7	7	2	7	5	3	3
	レプトスピラ症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ロッキーマウンテン紅斑熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	アムニオニオシス	11	-	1	2	1	1	1	1	-	1	-	-	3
十五類感染症	ウイルス性肝炎(E・Aを除く)	4	1	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
	カルバペネム耐性腸内細菌目細菌感染症	28	1	-	4	1	2	2	1	4	2	4	3	4
	急性弛緩性麻痺(急性灰白髄炎を除く。*)	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	急性脳炎	11	1	1	2	-	-	2	-	-	1	2	1	1
十六類感染症	クリプトスポリジウム症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	クロイツフェルト・ヤコブ病	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	劇症型溶血性レンサ球菌感染症	10	1	-	2	-	-	-	-	1	-	1	2	3
	後天性免疫不全症候群	5	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	2	-
十七類感染症	ジアルジア症	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	侵襲性インフルエンザ菌感染症	10	2	-	-	2	-	1	1	1	-	-	2	1
	侵襲性髄膜炎菌感染症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	侵襲性肺炎球菌感染症	35	-	1	2	2	1	6	2	5	-	4	5	7
十八類感染症	水痘(入院例)	5	-	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-
	先天性風しん症候群	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	梅毒	316	16	18	24	19	27	33	30	28	32	16	31	42
	播種性クリプトコッカス症	2	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-
十九類感染症	破傷	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	バンコマイシン耐性黄色ブドウ球菌感染症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	バンコマイシン耐性腸球菌感染症	2	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-
	百日咳	22	2	4	3	2	2	2	1	2	2	1	-	1
二十類感染症	風しん	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	麻疹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	麻しん	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	薬剤耐性アシネトバクター感染症	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1

\*ウエストナイル脳炎、西部ウマ脳炎、ダニ媒介脳炎、東部ウマ脳炎、日本脳炎、ペネズエラウマ脳炎及びリフトバレー熱を除く。

表3 全数把握感染症 年齢別患者発生状況

2023年

		総数	0~9歳	10歳代	20歳代	30歳代	40歳代	50歳代	60歳代	70歳代	80歳代	90歳~
一類感染症	エボラ出血熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	クリミア・コンゴ出血熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	南米出血熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	パームス病	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	マールブルグ熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
二類感染症	急性灰白髄炎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	結核	211	7	-	26	13	5	17	14	49	53	27
	ジフテリア	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	重症急性呼吸器症候群	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	中東呼吸器症候群	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
三類感染症	鳥インフルエンザ(H5N1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	鳥インフルエンザ(H7N9)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	コレラ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	細菌性赤痢	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	腸管出血性大腸菌感染症	104	13	17	22	9	15	6	4	7	9	2
四類感染症	腸チフス	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	パラチフス	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	E型肝炎	2	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-
	ウエストナイル熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A型肝炎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	エキノコックス症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	エムボツクス	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
	黄熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	オウム病	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	オムスク出血熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	回帰熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	キヤサスル森林病	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Q熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	狂犬病	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	コクシジオイデス症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ジカウイルス感染症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	重症熱性血小板減少症候群	4	-	-	-	1	-	-	-	1	2	-
	腎症候群	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	西部ウマ脳炎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ダニ媒介脳炎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
炭疽	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
チクングニア熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
つが虫病	4	-	-	-	-	-	1	-	-	1	2	
デング熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
東部ウマ脳炎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
鳥インフルエンザ(H5N1を除く)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ニパウイルス感染症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
日本紅斑熱	13	-	-	-	1	-	1	2	6	2	1	
日本脳炎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ハンタウイルス肺症候群	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bウイルス	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
鼻疽	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ブルセラ症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ベネズエラウマ脳炎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ヘンドラウイルス感染症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
発しんチフス	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ボツリヌス症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
マラリア	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
野兔病	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ライム病	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
リップサウイルス感染症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
リフトバレー熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
類鼻疽	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
レジオネラ症	50	-	-	-	-	-	4	3	11	11	14	7
レプトスピラ症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ロッキーマン紅斑熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
アメーバ赤痢	11	-	-	-	-	1	3	4	3	-	-	
ウイルス性肝炎(E・Aを除く)	4	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	
カルバペネム耐性腸内細菌目細菌感染症	28	2	-	-	-	-	1	3	4	11	7	
急性弛緩性麻痺(急性灰白髄炎を除く。)*	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
急性性脳炎	11	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
クリプトスポリジウム症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
クロイツフェルト・ヤコブ病	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
劇症型溶血性レンサ球菌感染症	10	-	-	-	1	-	-	1	2	4	-	2
後天性免疫不全症候群	5	-	-	2	1	1	-	-	1	-	-	
ジアルジア症	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	
侵襲性インフルエンザ菌感染症	10	1	1	-	1	1	-	-	1	3	1	1
侵襲性髄膜炎菌感染症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
侵襲性肺炎球菌感染症	35	7	1	-	4	-	-	2	5	8	8	
水痘(入院例)	5	-	1	-	-	-	-	-	-	2	2	
先天性風しん症候群	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
梅毒	316	-	9	119	58	60	45	18	6	1	-	
播種性クリプトコックス症	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
破傷風	4	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1
バンコマイシン耐性黄色ブドウ球菌感染症	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
バンコマイシン耐性腸球菌感染症	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
百日咳	22	4	2	4	3	7	-	-	1	-	1	
風しん	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
麻疹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
薬剤耐性アシネトバクター感染症	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1

\*ウエストナイル脳炎、西部ウマ脳炎、ダニ媒介脳炎、東部ウマ脳炎日本脳炎、ベネズエラウマ脳炎及びリフトバレー熱を除く。

表4 定点把握対象感染症の発生状況

2023年

	インフルエンザ	RSウイルス感染症	咽頭結膜熱	A群溶血性レンサ球菌咽頭炎	感染性胃腸炎	水痘	手足口病	伝染性紅斑	突発性発しん	ヘルパンギーナ	流行性耳下腺炎	急性出血性結膜炎	流行性角結膜炎	細菌性髄膜炎	無菌性髄膜炎	マイコプラズマ肺炎	クラミジア肺炎	(ロタウイルス) 感染性胃腸炎
総数	393.33	33.96	38.98	38.24	240.13	4.19	49.24	0.59	11.24	39.26	2.65	0.83	20.17	0.80	4.60	0.60	0.00	0.60
1週	3.65	0.17	0.09	0.19	4.93	0.11	0.15	—	0.11	0.02	—	0.08	0.33	—	0.20	—	—	—
2週	5.26	0.37	0.48	0.13	6.91	0.09	0.06	—	0.31	0.04	0.02	—	0.08	0.20	—	—	—	—
3週	5.83	0.35	0.04	0.06	9.80	0.11	0.13	—	0.24	0.04	0.02	0.08	0.17	—	0.20	—	—	—
4週	6.13	0.30	0.19	0.15	7.65	0.06	0.11	0.04	0.19	—	0.06	—	0.25	—	0.20	—	—	—
5週	7.82	0.85	0.07	0.33	7.31	0.06	0.06	—	0.26	0.04	—	—	0.17	0.20	—	—	—	—
6週	7.98	0.22	0.22	0.19	7.13	0.02	0.09	—	0.26	0.06	0.06	—	—	—	—	—	—	—
7週	9.39	0.15	0.24	0.17	7.11	0.06	0.07	0.02	0.11	0.02	0.06	0.08	0.33	—	—	—	—	—
8週	9.37	0.33	0.17	0.06	4.81	0.04	0.13	—	0.09	0.04	0.06	—	0.17	—	—	—	—	0.60
9週	8.21	0.46	0.15	0.13	4.48	0.02	0.13	0.02	0.15	0.04	0.02	—	0.17	—	0.40	—	—	—
10週	12.35	0.31	0.24	0.20	4.63	0.07	0.07	—	0.20	0.02	0.04	—	0.50	—	—	—	—	—
11週	10.37	0.22	0.11	0.17	4.00	0.04	0.13	0.02	0.09	—	0.06	—	0.33	—	—	0.20	—	—
12週	7.01	0.13	0.07	0.15	3.87	0.02	0.04	0.02	0.19	0.07	0.02	—	0.17	—	0.20	—	—	—
13週	4.58	0.26	0.11	0.11	3.06	0.07	0.11	—	0.22	0.07	0.02	—	—	—	—	—	—	—
14週	3.21	0.22	0.13	0.09	4.04	0.04	0.22	0.02	0.22	0.07	0.02	0.08	0.17	—	—	—	—	—
15週	2.46	0.33	0.17	0.11	3.57	0.04	0.13	—	0.13	0.04	0.17	0.08	0.08	—	—	—	—	—
16週	2.95	0.50	0.22	0.35	4.28	0.09	0.52	0.04	0.17	0.31	0.07	—	0.08	—	—	—	—	—
17週	2.60	0.69	0.15	0.61	5.67	0.15	0.39	—	0.22	0.19	0.02	—	0.25	—	—	—	—	—
18週	1.73	0.31	0.19	0.26	4.56	0.15	0.33	—	0.37	0.09	—	—	0.17	—	0.40	—	—	—
19週	1.49	0.24	0.30	0.30	4.89	0.07	0.39	0.02	0.31	0.31	0.06	—	0.08	—	—	—	—	—
20週	1.35	0.52	0.52	0.37	5.76	0.09	0.67	—	0.20	0.46	—	—	0.17	—	0.20	—	—	—
21週	0.87	1.06	0.81	0.57	5.87	0.15	0.65	0.02	0.31	1.35	0.09	—	0.08	—	0.40	—	—	—
22週	0.57	0.93	0.50	0.57	6.28	0.13	1.11	0.02	0.30	1.41	0.11	—	0.58	—	—	—	—	—
23週	0.48	1.24	0.48	0.44	6.37	0.15	1.52	—	0.28	1.87	0.06	—	0.42	—	0.40	—	—	—
24週	0.18	1.48	0.57	0.43	4.69	0.09	1.48	—	0.28	2.50	0.11	—	0.50	—	—	—	—	—
25週	0.26	2.59	0.39	0.91	4.78	0.06	1.72	—	0.28	4.24	0.02	—	0.25	—	—	—	—	—
26週	0.19	1.85	0.35	0.67	4.28	0.04	1.98	—	0.26	3.96	0.02	—	0.25	—	0.40	—	—	—
27週	0.43	3.57	0.20	0.56	4.15	0.02	2.28	0.02	0.22	3.78	0.04	—	0.25	—	0.20	—	—	—
28週	0.46	3.61	0.20	0.70	3.61	0.11	2.94	—	0.24	3.26	0.04	0.08	0.42	—	—	—	—	—
29週	0.70	2.67	0.19	0.33	3.67	0.04	3.96	0.02	0.30	3.31	0.06	—	0.33	—	—	—	—	—
30週	0.50	1.85	0.26	0.31	3.20	0.04	3.04	—	0.39	2.33	0.04	—	0.42	—	—	—	—	—
31週	0.46	1.37	0.04	0.39	3.04	0.09	2.69	0.13	0.30	1.87	0.06	—	0.25	—	—	—	—	—
32週	0.27	1.46	0.15	0.44	3.00	0.02	1.98	—	0.13	1.13	0.19	—	0.17	—	0.20	—	—	—
33週	0.69	0.80	0.11	0.43	2.91	0.04	1.59	—	0.20	0.72	0.04	—	0.08	—	—	—	—	—
34週	1.11	0.43	0.24	0.69	3.59	0.02	1.33	—	0.33	0.91	0.11	0.08	—	—	—	—	—	—
35週	2.38	0.61	0.24	0.74	3.96	0.04	1.61	—	0.26	0.85	0.02	—	0.25	—	—	—	—	—
36週	4.30	0.31	0.30	0.69	3.83	0.11	1.39	—	0.26	0.78	0.11	—	0.33	—	0.20	—	—	—
37週	4.30	0.30	0.22	0.96	3.48	0.04	1.26	—	0.19	0.65	0.11	—	0.58	—	—	—	—	—
38週	4.94	0.15	0.31	1.52	3.06	0.02	1.26	—	0.22	0.50	0.02	—	0.50	—	—	—	—	—
39週	5.50	0.24	0.98	1.46	3.94	0.02	1.93	—	0.20	0.59	0.04	—	0.50	—	—	—	—	—
40週	5.63	0.11	0.59	0.81	3.48	0.04	1.35	0.02	0.24	0.54	0.04	—	0.33	—	0.60	—	—	—
41週	6.35	0.06	0.59	0.91	2.76	0.07	0.69	—	0.13	0.15	0.02	0.08	0.42	—	—	—	—	—
42週	9.71	0.06	0.80	1.28	2.87	0.13	0.98	0.02	0.13	0.22	0.06	—	0.58	—	—	—	—	—
43週	12.30	0.02	1.46	1.44	3.26	0.02	1.15	0.02	0.24	0.07	0.04	—	1.50	—	0.20	—	—	—
44週	20.04	0.04	1.85	1.93	3.63	0.09	1.26	0.02	0.26	0.04	0.02	—	0.92	—	—	0.20	—	—
45週	19.14	—	2.87	1.41	3.80	0.20	1.22	—	0.31	0.07	0.07	—	1.25	0.40	—	—	—	—
46週	24.46	0.02	3.06	1.67	4.41	0.07	0.81	0.02	0.15	0.06	0.07	—	0.67	—	—	0.20	—	—
47週	31.35	0.06	3.13	1.76	4.70	0.20	0.61	—	0.09	0.09	0.04	—	0.75	—	—	—	—	—
48週	31.55	0.04	3.04	1.94	5.30	0.24	0.35	—	0.13	—	0.04	0.17	1.00	—	—	—	—	—
49週	34.80	0.02	3.02	1.87	5.33	0.07	0.31	0.04	0.15	0.04	0.06	—	1.08	—	—	—	—	—
50週	26.69	0.02	2.50	1.80	5.78	0.07	0.31	0.02	0.09	—	0.06	—	0.92	—	—	—	—	—
51週	14.89	0.06	3.02	2.13	5.00	0.26	0.31	0.04	0.19	0.04	0.09	—	0.67	—	—	—	—	—
52週	14.08	0.02	2.65	2.37	3.67	0.11	0.22	0.02	0.13	—	0.06	—	0.25	—	0.20	—	—	—

表5 週報告 定点把握感染症（小児科定点、インフルエンザ（小児科・内科）定点、眼科定点、基幹定点）年齢階級別患者報告数

疾患名	年齢区分 小児科 眼科 基	インフル 合計	2023年																			
			～6か月	～12か月	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10～14歳	15～19歳	20～29歳	30～39歳	40～49歳	50～59歳	60～69歳	70～79歳	80歳以上
			～6か月	～12か月	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10～14歳	15～19歳	20～29歳	30～39歳	40～49歳	50～59歳	60～69歳	70歳以上	
インフルエンザ	イ	33,040	131	260	865	1,169	1,476	1,857	2,174	2,244	2,147	2,007	1,915	6,880	2,254	1,686	1,907	1,834	990	652	354	238
RSV感染	小	1,834	343	338	545	288	143	86	40	10	13	6	2	8	2	10						
咽頭結膜熱	小	2,105	22	100	444	373	263	286	204	153	80	38	30	56	13	43						
腺炎性レンサ球菌咽頭炎	小	2,065	6	9	71	116	193	271	257	281	247	177	134	227	19	57						
感染性胃腸炎	小	12,967	126	832	2,187	1,607	1,352	1,217	1,057	793	593	509	401	1,018	202	1,073						
水痘	小	226	6	9	16	15	12	19	20	20	16	21	11	51	6	4						
手足口病	小	2,659	43	229	1,016	577	312	205	124	48	30	29	15	17	1	13						
伝染性紅斑	小	32	-	2	11	1	2	3	3	3	4	-	1	1	-	1						
突発性発しん	小	607	12	139	333	76	26	10	8	1	2	-	-	-	-	-						
ヘルパンギーナ	小	2,120	24	142	534	431	329	241	183	102	44	25	15	38	4	8						
流行性耳下腺炎	小	143	-	2	4	9	11	20	25	12	14	10	10	23	1	2						
急性出血性結膜炎	眼	10	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	2	4	1	-	-	-	-
流行性角結膜炎	眼	242	1	2	11	11	4	10	3	6	2	5	2	6	4	37	63	27	23	15	10	
細菌性髄膜炎	基	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2					
無菌性髄膜炎	基	23	9	-	1	-	-	2	1	1	1	-	-	-	1	1	1	5				
マイコプラズマ肺炎	基	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-				
クラミジア肺炎	基	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
感染性胃腸炎 (ロタウイルス)	基	3	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				

表6 月報告 定点把握感染症（性感染症定点、基幹定点）月別、定点あたり報告数

疾患名		総計	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
性 感 染 症 定 点	性器クラミジア 感染症	計	21.88	1.82	2.35	1.53	1.94	2.06	2.12	1.88	1.29	1.94	1.59	1.82	1.53
		男性	2.12	0.18	0.06	0.12	0.35	0.18	0.18	0.18	0.35	0.18	0.06	0.12	0.18
		女性	19.76	1.65	2.29	1.41	1.59	1.88	1.94	1.71	0.94	1.76	1.53	1.71	1.35
	性器ヘルペス ウイルス感染症	計	4.71	0.35	0.29	0.29	0.18	0.29	0.65	0.53	0.47	0.35	-	0.76	0.53
		男性	0.24	-	-	-	-	0.06	0.06	-	-	0.06	-	-	0.06
		女性	4.47	0.35	0.29	0.29	0.18	0.24	0.59	0.53	0.47	0.29	-	0.76	0.47
	尖圭 コンジローマ	計	3.29	0.18	0.29	0.47	0.24	0.47	0.06	0.35	0.12	0.59	0.24	0.12	0.18
		男性	1.06	-	0.06	0.18	0.18	0.12	-	0.18	-	0.12	0.18	0.06	-
		女性	2.24	0.18	0.24	0.29	0.06	0.35	0.06	0.18	0.12	0.47	0.06	0.06	0.18
	淋菌感染症	計	6.18	0.65	0.53	0.29	0.53	0.47	0.65	0.65	0.59	0.59	0.24	0.65	0.35
		男性	1.65	0.29	-	0.12	0.29	0.18	-	0.12	0.24	0.06	0.12	0.24	-
		女性	4.53	0.35	0.53	0.18	0.24	0.29	0.65	0.53	0.35	0.53	0.12	0.41	0.35
基 幹 定 点	メチシリン耐性 黄色ブドウ球菌 感染症	計	15.40	0.80	0.20	0.80	1.00	1.00	1.20	2.40	1.60	1.20	1.60	2.00	1.60
		男性	10.20	0.60	0.20	0.20	0.20	0.80	1.00	1.60	1.20	1.00	1.20	0.80	1.40
		女性	5.20	0.20	-	0.60	0.80	0.20	0.20	0.80	0.40	0.20	0.40	1.20	0.20
	ペニシリン耐性 肺炎球菌感染症	計	1.80	-	0.20	-	0.20	-	-	0.20	-	0.20	-	-	1.00
		男性	1.00	-	0.20	-	-	-	-	0.20	-	0.20	-	-	0.40
		女性	0.80	-	-	-	0.20	-	-	-	-	-	-	-	0.60
	薬剤耐性 緑膿菌感染症	計	0.20	-	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		男性	0.20	-	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		女性	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表7 月報告 定点把握感染症（性感染症定点）年齢階級別患者報告数

2023年

疾患名		0歳	1歳～	5歳～	10歳～	15歳～	20歳～	25歳～	30歳～	35歳～	40歳～	45歳～	50歳～	55歳～	60歳～	65歳～	70歳～	総計
性器クラミジア 感染症	計	—	—	—	1	54	89	93	62	23	19	18	5	4	3	—	1	372
	男性	—	—	—	—	2	8	9	8	—	4	3	1	—	—	—	1	36
	女性	—	—	—	1	52	81	84	54	23	15	15	4	4	3	—	—	336
性器ヘルペス ウイルス感染症	計	—	—	—	—	1	16	14	8	6	2	5	5	6	4	2	11	80
	男性	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	1	—	—	—	—	4
	女性	—	—	—	—	1	15	12	8	6	2	5	4	6	4	2	11	76
尖圭コンジローマ	計	—	—	—	—	3	13	12	4	3	5	7	4	1	—	1	3	56
	男性	—	—	—	—	—	5	3	1	—	1	3	2	1	—	1	1	18
	女性	—	—	—	—	3	8	9	3	3	4	4	2	—	—	—	2	38
淋菌感染症	計	—	—	—	1	12	32	16	12	8	10	7	3	—	3	—	1	105
	男性	—	—	—	—	2	8	4	7	2	2	1	—	—	1	—	1	28
	女性	—	—	—	1	10	24	12	5	6	8	6	3	—	2	—	—	77

表8 月報告 定点把握感染症（基幹定点）年齢階級別患者報告数

2023年

疾患名	0歳	1歳～	5歳～	10歳～	15歳～	20歳～	25歳～	30歳～	35歳～	40歳～	45歳～	50歳～	55歳～	60歳～	65歳～	70歳～	総計
メチシリン耐性 黄色ブドウ球菌感染症	1	1	1	—	—	—	—	1	—	2	1	—	—	3	5	62	77
ペニシリン耐性 肺炎球菌感染症	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	1	1	4	9
薬剤耐性緑膿菌感染症	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1

【資料】

# 岡山県における新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の発生状況について （2023年）

COVID-19 Surveillance Reports in Okayama Prefecture (2023)

木下浩行, 石故明衣子, 木田浩司, 妹尾安裕

KINOSHITA Hiroyuki, ISHIKO Meiko, KIDA Kouji, SENOO Yasuhiro

[キーワード：新型コロナウイルス感染症, サーベイランス]

[Key words : COVID-19, Epidemiological surveillance]

## 1 はじめに

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）は、2019年12月中華人民共和国湖北省武漢市において確認されて以降、急速に世界的に流行が拡大した。2020年1月30日、世界保健機関（WHO）により「国際的に懸念される公衆衛生上の緊急事態（PHEIC）」が宣言され、2020年3月11日にはパンデミック（世界的な大流行）の状態にあるとの表明がなされた<sup>1)</sup>。日本国内では2020年1月に初めて感染者が確認され、その後複数回の感染者の大規模な発生があった。当該感染症の「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律」（平成10年法律第104号。以下「感染症法」という。）による位置づけは、当初、感染症法第14条第1項に基づく疑似症サーベイランスの対象であったが、2020年2月1日に感染症法第6条第8項に基づく指定感染症に指定され、その後、2021年2月13日に新型インフルエンザ等感染症に変更された。2022年9月26日以降は、感染症法第12条第1項に基づく医師からの発生届出の対象が、高齢者（65歳以上）、入院を要する者、重症化リスクがあり治療薬の投与等が必要と医師が判断する者及び妊婦に限定された。しかし、医療機関からの総数（年齢階級別）の報告及び健康フォローアップセンター（岡山県における名称は、当初、岡山県検査キット配送・陽性者登録センター。2022年11月7日からは、岡山県陽性者診断センターに名称変更）への登録により全数把握を継続した。2023年5月5日にはWHOがPHEIC宣言を解除し、日本国内においては2023年5月8日からは五類感染症として定点把握対象となった。岡山県においても流行に関して例外ではなく、国内の大規模な発生時期（波）に概ね合った形で、多くの感染者が発生している。2020年、2021年及び2022年の発生状況の概観は既報<sup>2)3)4)</sup>のとおりであり、ここでは岡山県の2023年の発生状況を全数把握の期間と定点把握の期間に分けて概観する。

## 2 感染症発生動向調査

### 2.1 調査方法

#### 2.1.1 全数把握

2023年5月7日までは感染症発生動向調査事業実施要綱（平成11年3月19日付け健医発第458号。以下「要綱」という。）に基づき、全国の医療機関から報告された患者情報は新型コロナウイルス感染症等情報把握・管理支援システム（HER-SYS：Health center Real-time Information-sharing System on COVID-19）により集計された。解析には、岡山県については県の公表資料及びオープンデータのほか、厚生労働省のオープンデータを用いた。また、全国については、厚生労働省の公表資料及びオープンデータを用いた。

#### 2.1.2 定点把握

2023年5月8日に定点把握へ移行して以降は、要綱に基づき、全国の各医療機関（インフルエンザ／COVID-19定点）から週単位で報告された患者情報は、感染症サーベイランスシステム（NESID：National Epidemiological Surveillance of Infectious Disease）により集計されている。解析には、岡山県についてはインフルエンザ／COVID-19定点（84定点：小児科54、内科30）のNESIDの集計データを用いた。また、全国との比較には、全ての定点医療機関から報告された患者数を定点医療機関数で割った値（以下「定点あたり報告数」という。）を用いた。

### 2.2 調査期間

#### 2.2.1 全数把握

2023年1月1日～5月8日とした。岡山県の公表資料及びオープンデータから作成したグラフは公表日を基準とした（定点把握移行日は5月8日であるが、県の公表は前日に報告された患者情報を基にしているため、対象期間は5月8日までとした。）。なお、厚生労働省の公表資料及びオープンデータについては、上述調査期間に近い期

間のデータを用いた。

### 2.2.2 定点把握

定点把握へ移行した2023年第19週～第52週（2023年5月8日～12月31日）とした。なお、期間は診断日を基準とした。

## 3 結果

### 3.1 感染者発生状況

#### 3.1.1 全数把握（月別発生状況）

月別の感染者の発生状況について、岡山県は県のオープンデータ<sup>5)</sup>から作成したグラフ（図1）、全国は厚生労働省の公表資料から作成したグラフ（図2、集計対象期間は2023年第1週～第18週（2023年1月2日から2023年5月7日（5月8日公表分）まで）を示す。

岡山県では、2022年11月から感染が急拡大し、12月をピーク（12月の感染者数76,014名）とするいわゆる流行の「第8波」の中、2023年に入った。2023年1月の月間感染者数は67,577名であり、前月と比較して約0.9倍の減少にとどまった。このとき、県内の主流株は第7波（2022年7月～10月）に引き続きBA.5系統であった<sup>6)</sup>。

年明けから2月にかけて感染者数の減少は継続し、2月は13,310名で1月比約5分の1、3月は3,456名で1月比約20分の1まで収束した。4月も前月と同程度で推移し、第6波終盤の2022年6月（6,482名）を下回る水準まで収束した。

岡山県の月別発生状況（図1）は、全国（図2）と同様の推移を示した。

#### 3.1.2 定点把握（週別発生状況）（表1）

週別の発生状況について、岡山県及び全国における定点あたり報告数の推移グラフ（図3）を示す。また、定点把握移行前（2023年第18週まで）の全数把握の患者数を基に、2023年5月8日以降の定点医療機関からの報告患者数を抽出して集計した定点あたり報告数（厚生労働省公表データ<sup>7)</sup>）の推移も参考値として併せて同グラフに示す。

定点あたり報告数は、岡山県、全国共に同様の推移を示し、7月から9月にかけて流行の波（本稿においては「第9波」と定義する。）が見られた。このとき、県内の主流株はXBB系統から置き換わりが進んだEG.5系統であった<sup>6)</sup>。

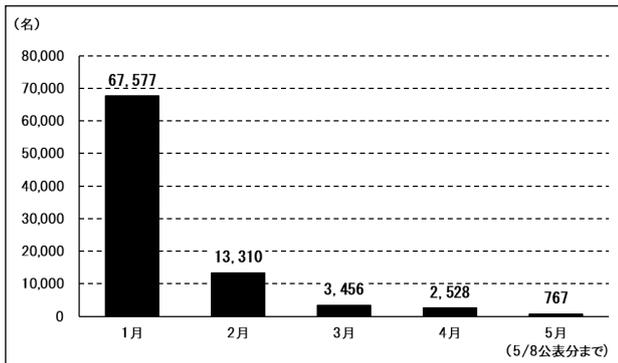


図1 月別発生状況  
(岡山県、2023年1月1日～2023年5月8日公表分)

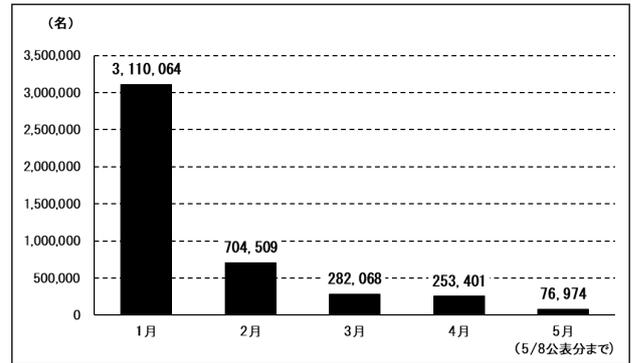


図2 月別発生状況  
(全国、2023年第1週～第18週  
(2023年1月2日～2023年5月7日 (5月8日公表分))

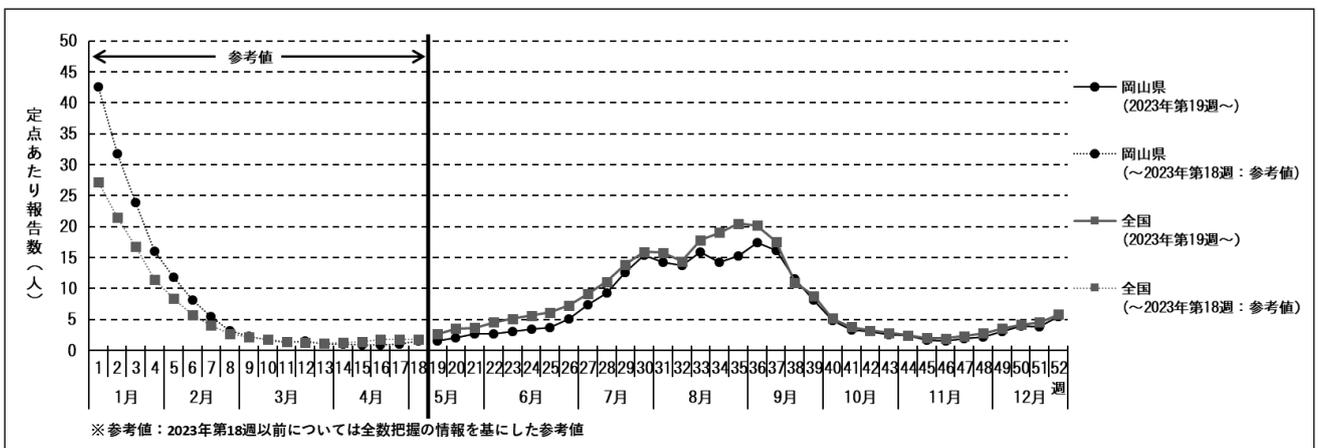


図3 週別発生状況 (定点把握：2023年第1週～第52週 (第1週～第18週は参考値)) (岡山県・全国)

12月に入ると再び定点あたり報告数は増加傾向となり、2024年2月頃をピークとして4月頃まで続く流行の波（本稿においては「第10波」と定義する。）へと繋がった。このとき、県内の主流株はEG.5系統、JN.1系統及びBA.2.86系統であった<sup>6)</sup>。

各流行波は、変異株の変遷のほか、人流の活性化時期や気温により換気されにくい時期（夏、冬）との重なりも見られた。

なお、県内の流行株の変遷の詳細については、本年報の「岡山県における全ゲノム解析によるSARS-CoV-2の発生動向調査（2023-2024）」<sup>6)</sup>で報告されている。

### 3.2 年齢階級別発生状況

#### 3.2.1 全数把握

年齢階級別の感染者の発生状況について、岡山県は県のオープンデータ<sup>5)</sup>から作成したグラフ（図4及び5）、全国は厚生労働省オープンデータ<sup>8)</sup>から作成したグラフ（図6、集計対象期間は2023年1月4日から2023年5月2日まで）を示す。岡山県、全国共に40歳代が最も多かったが、10歳未満から50歳代の各年代に大きな差はなく、その割合は、それぞれ非公表を除く全体の11～15%を占めた。高齢者を除く各年代で概ね均等割合となる傾向は、2022年と類似していた。なお、岡山県、全国共に、

2020年及び2021年は20歳代が他の年代と比較して最も多く、10歳未満が少なかったが<sup>2)3)</sup>、各年の感染者数に大きな差があることから、過年との比較には注意を要する。

#### 3.2.2 定点把握（表2）

定点把握移行後の年齢階級別の感染者の発生状況のグラフ（岡山県：図7-1、7-2、全国：図8-1、8-2）を示す。岡山県、全国共に、10歳未満及び10歳代の割合が多く、それぞれ全体の15～18%を占めた。この傾向は全数把握と異なるが、定点医療機関は小児科定点が内科定点に比べて多く選択されており、報告数が小児に偏ることが原因と考えられる。

一方で、定点把握では経時的な全体及び年齢階級ごとにおける流行の傾向と水準の把握が可能である。週別の年齢階級別の定点あたり報告数の推移グラフ（図9-1、9-2）を示す。各年代の推移は概ね全体と同様に流行期を示して推移した。10歳未満及び10歳代においては、7月から9月にかけての流行期の中で、9月前半頃に他の年代と比較して報告数が増えた。時期としては夏季休暇が明けて学校等の集団生活が再開した時期であった。

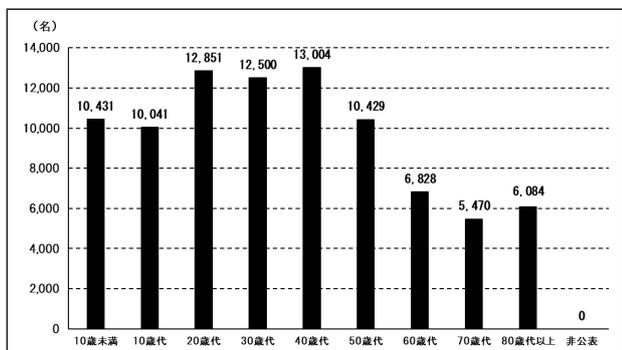


図4 年齢階級別発生状況  
(岡山県、2023年1月1日～2023年5月8日公表分)

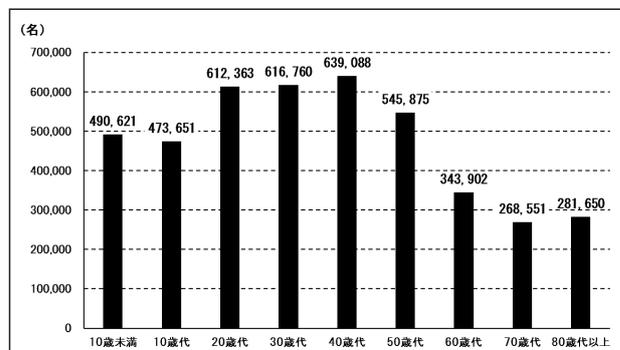


図6 年齢階級別発生状況  
(全国、2023年1月4日～2023年5月2日、非公表除く)

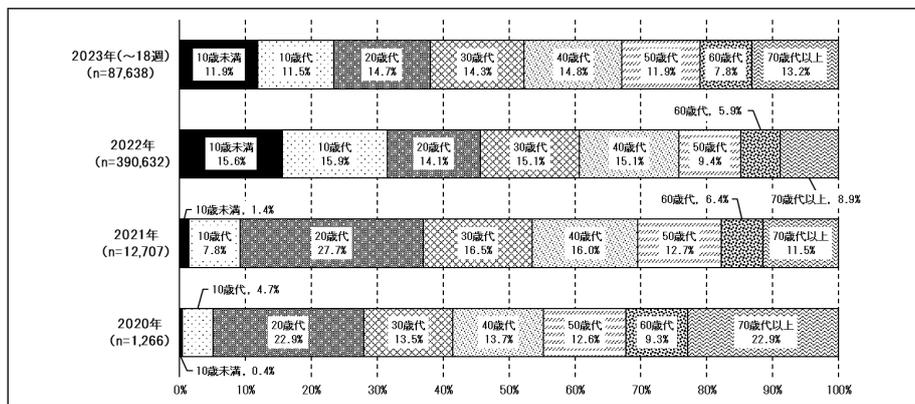


図5 各年の年齢階級別発生割合比較（2020～2023年（第18週（5月8日公表分）まで））（岡山県）

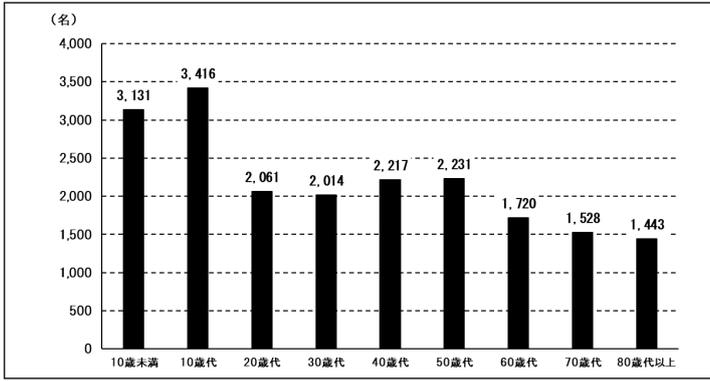


図 7-1 年齢階級別発生状況  
(定点把握：2023年第19週～第52週) (岡山県)

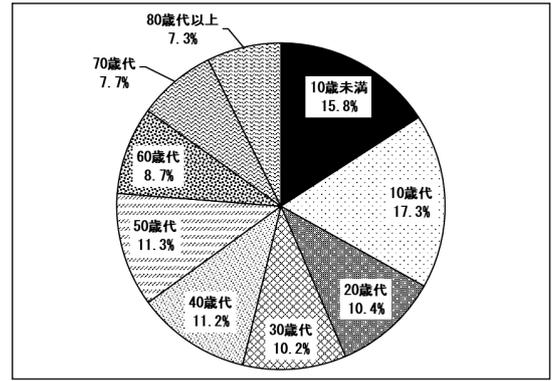


図 7-2 年齢階級別発生割合  
(定点把握：2023年第19週～第52週) (岡山県)

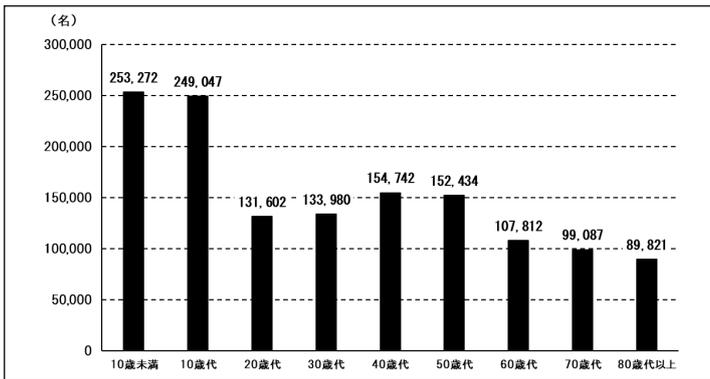


図 8-1 年齢階級別発生状況  
(定点把握：2023年第19週～第52週) (全国)

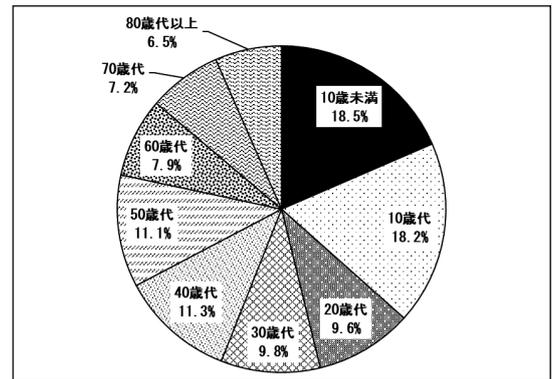


図 8-2 年齢階級別発生割合  
(定点把握：2023年第19週～第52週) (全国)

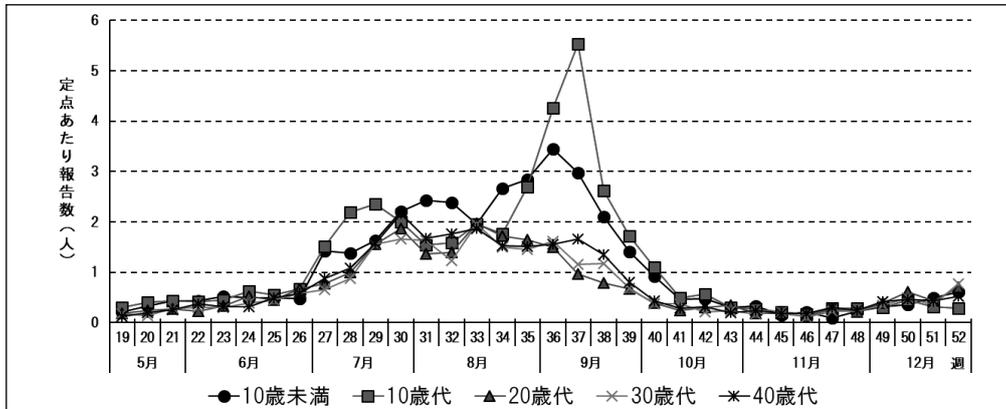


図 9-1 年齢階級別週別発生状況 (定点把握：2023年第19週～第52週) (岡山県) (10歳未満～40歳代)

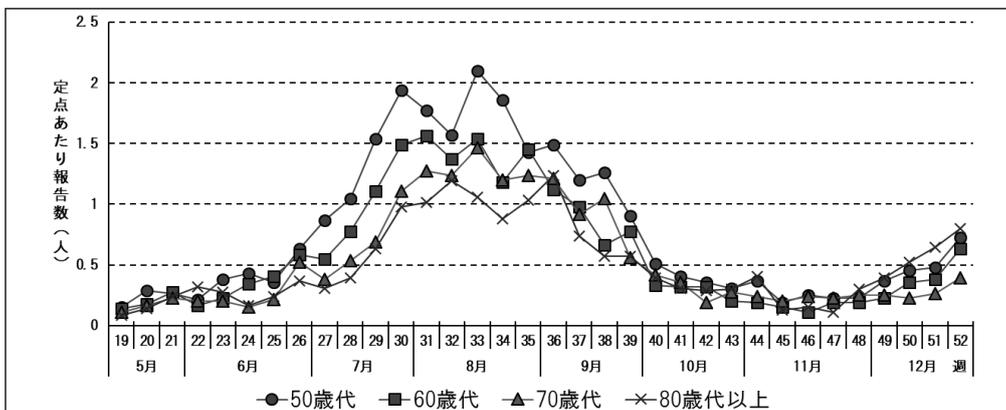


図 9-2 年齢階級別週別発生状況 (定点把握：2023年第19週～第52週) (岡山県) (50歳代～80歳代以上)

### 3.3 クラスター種類別発生状況

(公表資料より。全数把握期まで。)

クラスターの発生状況については、2022年9月26日(第39週)からの全数把握方法の見直しで患者情報が限定されたことにより、高齢者施設及び医療機関以外での発生状況の把握が困難となっている。さらに、定点把握へ移行に伴い、岡山県の公表は2023年5月8日をもって終了となったため、2023年1月1日から5月8日までの公表分を集計した。

岡山県で発生したクラスターは、施設数では、「高齢者施設」が最も多く、次いで「医療機関」、「社会福祉施設(障害者福祉施設等)」の順であった(図10)。

また、クラスター発生施設数は、感染者数の多い1月に多く、週単位では第2週(1/9~1/15)に最も多かった(図11)。

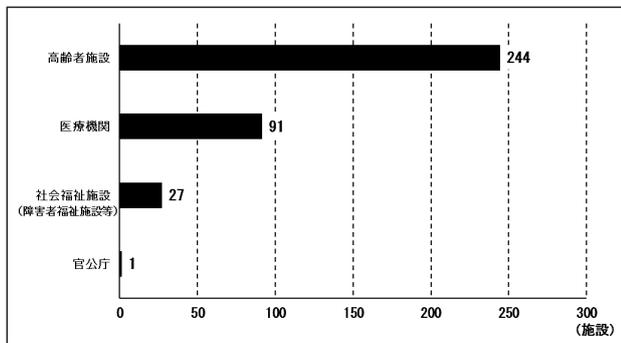


図10 クラスター発生状況  
(2023年1月1日~2023年5月8日公表分)(施設数)

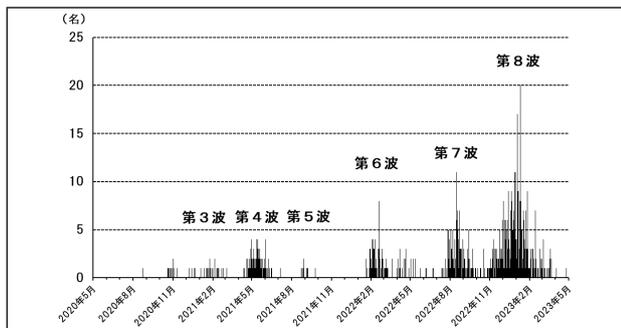


図12 死亡者発生状況  
(日単位, 2020年5月9日~2023年5月9日, 岡山県)

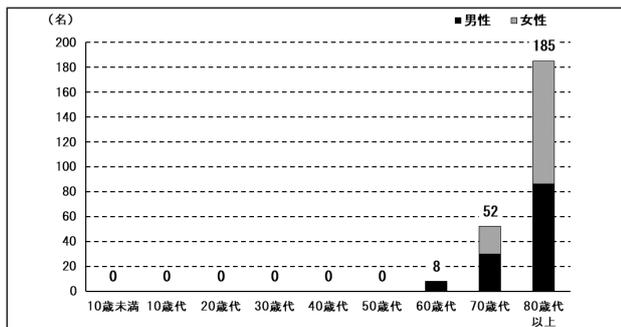


図14 年齢階級別死亡者数  
(岡山県、2023年1月4日~2023年4月25日、非公表除く)

### 3.4 死亡者・入院患者

#### 3.4.1 死亡者(全数把握期まで)

死亡者の発生状況については、定点把握へ移行後は公表が終了したため、定点把握移行前までの状況を集計した。日単位の死亡者の発生状況について、過年を含めて厚生労働省オープンデータ<sup>9)</sup>を用いて作成したグラフを示す(岡山県:図12, 全国:図13。いずれも集計対象期間は2020年5月9日から2023年5月9日まで)。岡山県, 全国共に、発生状況は感染者数の推移に追従した推移を示した。

年齢階級の死亡者数について、厚生労働省オープンデータ<sup>10)</sup>を用いて作成したグラフを示す(岡山県:図14, 全国:図15。いずれも集計対象期間は2023年1月4日から2023年4月25日まで。年代非公表を除く)。岡山県の死亡者は、全国と同様、80歳代以上の高齢者に多く認められた。

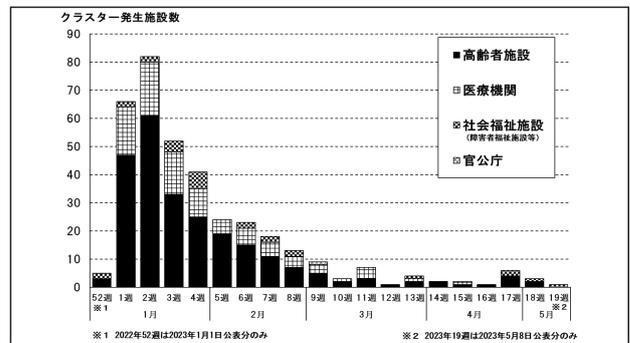


図11 週単位クラスター発生状況  
(2023年1月1日~2023年5月8日公表分)(施設数)

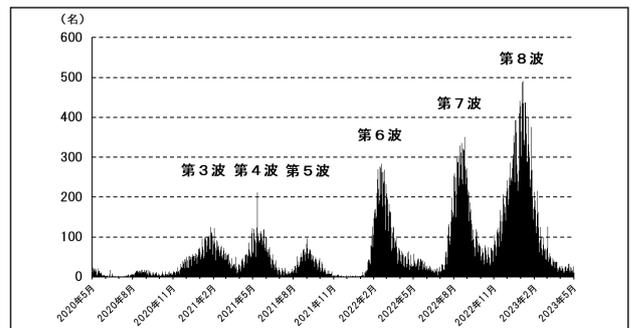


図13 死亡者発生状況  
(日単位, 2020年5月9日~2023年5月9日, 全国)

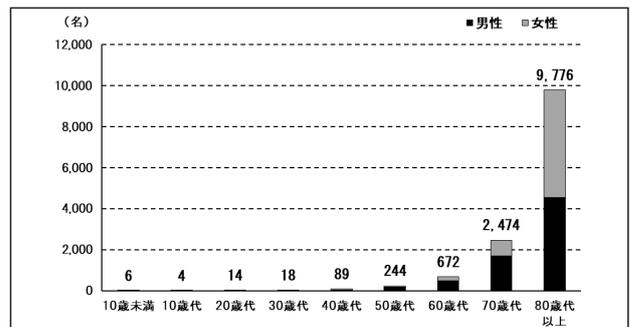


図15 年齢階級別死亡者数  
(全国、2023年1月4日~2023年4月25日、非公表除く)

### 3.4.2 入院患者（2023年第39週以降）

2023年9月25日（第39週）から、入院患者の発生動向や重症化の傾向を経時的に把握することを目的として基幹定点医療機関（岡山県の基幹定点数：5）からの新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の入院患者数等の報告（週単位）による入院基幹定点サーベイランスを開始した。岡山県の状況について、週単位及び年齢階級別の発生状況のグラフ（図16及び17）を示す。発生状況は感染者数の推移に追随した推移を示した。なお、第47週の大半は同一医療機関内における院内感染によるものであった。年齢階級別では、80歳代以上が最も多い全体割合52%を占め、次いで70歳代、60歳代の順であり、70歳代以上の高齢者が全体の75%を占めた。

### 3.5 変異株の状況について

岡山県、全国の2022年以前の変異株の状況については、既報<sup>2)3)4)11)12)</sup>のとおりである。

全国の状況として、第8波（2022年11月～2023年4月）では、10月以降BQ.1系統及びBA.2.75系統の占める割合が上昇傾向にあったが<sup>13)</sup>、感染ピーク時期（2022年12月～2023年1月）の主流は第7波（2022年7月～10月）に引き続きBA.5系統であった<sup>14)</sup>。

5月以降、感染者数が微増を続ける中、主流株はBA.5系統からXBB系統に置き換わったが、第9波（2023年7月～9月）では、EG.5系統に置き換わった<sup>15)</sup>。

12月以降、感染者数が微増を続ける中、主流株のEG.5系統から新たに出現したJN.1系統への置き換わりが進み、第10波のピーク時期（2024年1月～2月）には主流株はJN.1系統及びBA.2.86系統となった<sup>16)</sup>。

岡山県においては全国と同様の推移を示し、全国の流行と異なる系統が流行の主流となることはなかった。

## 4 まとめ

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）については、岡山県では2020年3月から感染者が発生し、その後は流行の波ごとに首都圏等の大規模流行に追随する形で県内に感染が広がり、流行の波が生じていた。2021年は、アルファ株やデルタ株といった従来株よりも感染力が強い変異株の出現により感染が拡大した。2022年に入ってから、更に感染力が強いオミクロン株が流行の主流となり、これまでに経験したことのない急激かつ大規模な流行の波（第6～8波）をみた。2023年も同様にオミクロン株が流行の主流であり、流行の波（前年から続く第8波、第9波、翌年へ続く第10波）をみた。各流行波ではオミクロン株の変異が確認された。デルタ株流行期までは、典型的な新型コロナウイルスの感染によるウイルス性肺炎によって重篤な呼吸不全を発症する事例が多かったが、2022年のオミクロン株流行期における死亡者は、高齢者施設の利用者が感染し、基礎疾患の悪化等の影響で死亡するなど、新型コロナウイルスの感染が直接の死因でない事例も少なくないことが報告されている<sup>17)</sup>。2022年は特に感染の急拡大により感染者数が急増するとともに、医療機関における集団感染の増加等もあり、医療提供体制がひっ迫し、高齢者や重症化リスクが高い方に適切な医療が提供できなくなることが危惧された。2023年も死亡者数や入院基幹定点からの入院患者報告数によると、報告の大半を占める高齢者の重症化が危惧される。2024年も引き続き新たな流行の波がみられている。そのため、基本的な感染防止策（換気、こまめな手洗い・手指消毒、場面に応じたマスク着用等）の徹底、ワクチン接種の検討、医療提供体制のひっ迫回避が重要である。

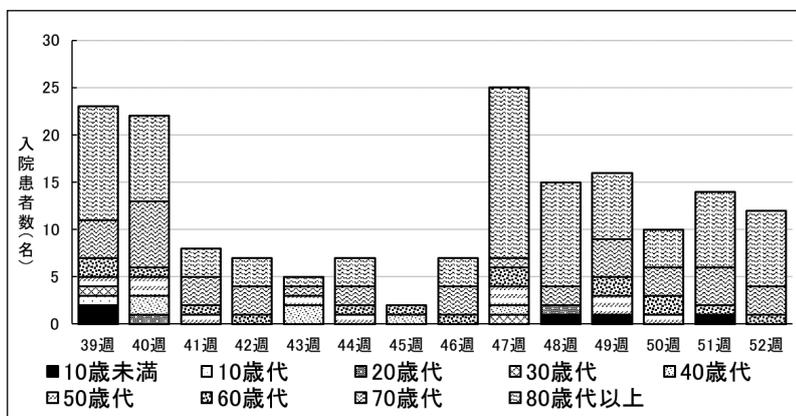


図16 週単位入院患者発生状況

（入院基幹定点サーベイランス：2023年第39週～第52週）（岡山県）

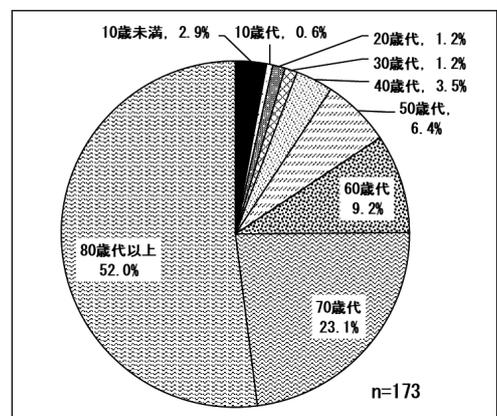


図17 年齢階級別入院患者発生割合

（入院基幹定点サーベイランス：2023年第39週～第52週）（岡山県）

## 文 献

- 1) 国立感染症研究所：IDWR 2021年第39号／注目すべき感染症（直近の新型コロナウイルス感染症の状況），<https://www.niid.go.jp/niid/images/idsc/idwr/IDWR2021/idwr2021-39.pdf>（2024.11.15 アクセス）
- 2) 北村雅美，木村英治，望月 靖：岡山県における新型コロナウイルス感染症の発生状況について（2020年），岡山県環境保健センター年報，45，95-98，2021
- 3) 北村雅美，木下浩行，林 隆義，望月 靖：岡山県における新型コロナウイルス感染症の発生状況について（2021年），岡山県環境保健センター年報，46，89-93，2022
- 4) 木下浩行，北村雅美，林 隆義，望月 靖：岡山県における新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の発生状況について（2022年），岡山県環境保健センター年報，47，83-88，2023
- 5) おかやまオープンデータカタログ：新型コロナウイルス感染症に関するデータ（岡山県），感染者数\_全数届出見直し後，<https://www.okayama-opendata.jp/resources/12566>（2024.8.1 アクセス）
- 6) 石井 学，土本祐栄，牧本智恵，清迫理恵，佐藤 淳ら：岡山県における全ゲノム解析によるSARS-CoV-2の発生動向調査（2023-2024），岡山県環境保健センター年報，48，45-50，2024
- 7) 厚生労働省：（参考）定点医療機関合計報告数と定点当たり報告数（令和4年10月3日～令和5年5月7日の週次データ），<https://www.mhlw.go.jp/content/001144223.xlsx>（2024.8.2 アクセス）
- 8) 厚生労働省：データからわかる－新型コロナウイルス感染症情報－，年代別新規陽性者数（週別），<https://covid19.mhlw.go.jp/>（2024.8.1 アクセス）
- 9) 厚生労働省：データからわかる－新型コロナウイルス感染症情報－，死亡者数の推移，<https://covid19.mhlw.go.jp/>（2024.8.1 アクセス）
- 10) 厚生労働省：データからわかる－新型コロナウイルス感染症情報－，性別・年代別死亡者数（累積），<https://covid19.mhlw.go.jp/>（2024.8.1 アクセス）
- 11) 土本祐栄，岡本尚子，石井 学，船橋圭輔，長尾和彦ら：岡山県におけるSARS-CoV-2の次世代シーケンサーによる全ゲノム解析調査（2020-2022），岡山県環境保健センター年報，46，49-51，2022
- 12) 土本祐栄，岡本尚子，石井 学，池田和美，船橋圭輔ら：岡山県におけるSARS-CoV-2の次世代シーケンサーによる全ゲノム解析調査（2022-2023），岡山県環境保健センター年報，47，37-42，2023
- 13) 国立感染症研究所：感染・伝播性の増加や抗原性の変化が懸念される新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）の変異株について（第27報），<https://www.niid.go.jp/niid/ja/2019-ncov/2551-cepr/12000-sars-cov-2-27.html>（2024.11.15 アクセス）
- 14) 厚生労働省：第114回新型コロナウイルス感染症対策アドバイザリーボード（令和5年1月17日），資料1，p2，<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/001039358.pdf>（2024.11.15 アクセス）
- 15) 国立感染症研究所：新型コロナウイルス感染症サーベイランス週報：発生動向の状況把握2023年第39週（2023年9月25日～10月1日），[https://www.niid.go.jp/niid/images/epi/covid19/pdf/COVID-19\\_2023w39.pdf](https://www.niid.go.jp/niid/images/epi/covid19/pdf/COVID-19_2023w39.pdf)（2024.11.15 アクセス）
- 16) 国立感染症研究所：新型コロナウイルス感染症サーベイランス週報：発生動向の状況把握2024年第6週（2月5日～2月11日），[https://www.niid.go.jp/niid/images/epi/covid19/pdf/COVID-19\\_2024w06v2.pdf](https://www.niid.go.jp/niid/images/epi/covid19/pdf/COVID-19_2024w06v2.pdf)（2024.11.15 アクセス）
- 17) 厚生労働省：第121回新型コロナウイルス感染症対策アドバイザリーボード（令和5年4月19日），資料1，p5，<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/001088918.pdf>（2024.11.15 アクセス）

表1 定点把握対象：  
新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の発生状況（週別）

2023年（第19週～第52週）

	患者報告数	定点あたり 報告数
総数	19,761	235.25
19週	126	1.50
20週	176	2.10
21週	226	2.69
22週	224	2.67
23週	253	3.01
24週	290	3.45
25週	309	3.68
26週	428	5.10
27週	618	7.36
28週	780	9.29
29週	1,062	12.64
30週	1,296	15.43
31週	1,199	14.27
32週	1,154	13.74
33週	1,333	15.87
34週	1,201	14.30
35週	1,285	15.30
36週	1,466	17.45
37週	1,356	16.14
38週	973	11.58
39週	681	8.11
40週	411	4.89
41週	274	3.26
42週	255	3.04
43週	209	2.49
44週	202	2.40
45週	136	1.62
46週	130	1.55
47週	163	1.94
48週	182	2.17
49週	253	3.01
50週	332	3.95
51週	321	3.82
52週	457	5.44

表2 定点把握対象：新型コロナウイルス感染症  
（COVID-19）年齢階級別報告数

2023年（第19週～第52週）

	患者報告数
総数	19,761
～6か月	178
～12か月	257
1歳	337
2歳	262
3歳	249
4歳	234
5歳	283
6歳	251
7歳	340
8歳	366
9歳	374
10～14歳	2,099
15～19歳	1,317
20～29歳	2,061
30～39歳	2,014
40～49歳	2,217
50～59歳	2,231
60～69歳	1,720
70～79歳	1,528
80歳以上	1,443

## 報告書等

### 人形峠周辺の環境放射線等測定報告（令和4年度）

森上嘉亮, 中野拓也, 小川 登, 信森達也, 徳田 亨, 木村英治, 望月 靖

岡山県：人形峠周辺の環境放射線等測定報告書（第45号）

# シキミの実を喫食したことによる食中毒

難波順子

公衆衛生情報, 53, 17-19, 2024

# 中国四国ブロックにおける食品由来感染症の病原体解析の手法及び病原体情報の共有に関する研究（令和5年度分担研究報告書）

河合央博, 池田和美, 梶原知博 他

（厚生労働科学研究費補助金 新興・再興感染症及び予防接種政策推進研究事業）

食品由来感染症の病原体解析の手法及び病原体情報の共有に関する研究

令和5年度 分担研究報告書及び令和3年～令和5年度総合研究報告書：88-100, 2024

食品由来感染症の広域事例発生時には、各事例由来病原体分離株の分子疫学解析結果等を各自治体が共有し、その比較・解析によって事例間の関連性を明らかにすることが感染源の特定や拡大防止のために有用である。そのためには、地方衛生研究所(以下「地衛研」という。)における病原体分離株の分子疫学解析手法について、解析精度・解析能力の向上・安定化を目的とした精度管理体制の維持・強化が不可欠である。そこで、中国四国ブロック内の地衛研を対象に、腸管出血性大腸菌（以下「EHEC」という。）O111株を用いたパルスフィールドゲル電気泳動法（以下「PFGE法」という。）及びmultiple-locus variable-number tandem-repeat analysis（以下「MLVA法」という。）の精度管理調査を実施した。その結果、PFGE法では、全施設で同一バンドパターンを認めたことから、おおむね良好と判断した。他方、MLVA法では、1施設で偽ピークの検出による誤判定があり、その要因はテンプレートの核酸汚染(コンタミネー

ション)と推察された。その他、MLVA法の一部の遺伝子座で生じるダブルピークについては、各施設でその蛍光強度が異なっていたことから、一律の判定は困難と考えられた。

中国四国ブロックで発生したEHEC事例について、MLVA法による解析結果等を収集し比較調査を行ったところ、ブロック内の複数の自治体（県）の事例で構成されるMLVA complexが認められ、近縁のEHECが県境を越えて伝播していると考えられた。本調査ではこれらの事例間の関連性は明確にならなかったが、日常的に食品の広域流通が行われている現在は、常に自治体を越えた食中毒事件の発生リスクがある。そのため、その対応に当たる我々地衛研は、日々の研鑽により精度の高い検査技術を維持する必要があると考える。

本研究により、EHEC分子疫学解析法であるPFGE法及びMLVA法について、中国四国ブロック内の地衛研におけるサーベイランス技術水準の向上に貢献できた。

## 中国四国ブロックにおける食品由来感染症の病原体解析の手法及び病原体情報の共有に関する研究（令和3年～令和5年度分担研究報告書）

河合央博, 池田和美, 梶原知博, 岡田達郎, 狩屋英明, 中島 洋 他

（厚生労働科学研究費補助金 新興・再興感染症及び予防接種政策推進研究事業）

食品由来感染症の病原体解析の手法及び病原体情報の共有に関する研究

令和5年度 分担研究報告書及び令和3年～令和5年度総合研究報告書：118-129, 2024

食品由来感染症の広域事例発生時には、各事例由来病原体分離株の分子疫学解析結果等を各自自治体が共有し、その比較・解析によって事例間の関連性を明らかにすることが感染源特定や拡大防止のために有用である。そのためには、地方衛生研究所（以下「地衛研」という。）における病原体分離株の分子疫学解析手法について、解析精度・解析能力の向上・安定化を目的とした精度管理体制の維持・強化が不可欠である。そこで、令和3年度から令和5年度まで、中国四国ブロック内の地衛研を対象に、腸管出血性大腸菌（以下「EHEC」という。）O157、O26及びO111株を用いたパルスフィールドゲル電気泳動法（以下「PFGE法」という。）及びmultiple-locus variable-number tandem-repeat analysis（以下「MLVA法」という。）の精度管理調査を実施した。その結果、多くの施設で良好な解析結果が得られた。しかしながら、MLVA法では、一部の施設で「ピークの採否（取捨）」を原因とする誤判定が認められた。様々な要因で変動するピークの採否条件をあらかじめ設定するのは困難であり、正しい結果を得るには熟練した技術、

知識及び経験が必要とする。そのため、今後も各施設に対し、経験の浅い職員に対する技術支援や検査技術の維持を目的とした精度管理調査を実施する必要があると考える。

また、中国四国ブロックで発生したEHEC事例について、MLVA法による解析結果等を収集し比較調査を行ったところ、ブロック内の複数の自治体（県）の事例で構成されるMLVA complexが認められ、近縁のEHECが県境を越えて伝播していると考えられた。本調査ではこれらの事例間の関連性は明確にならなかったが、日常的に食品の広域流通が行われている現在は、常に自治体を越えた食中毒事件の発生リスクがある。そのため、その対応に当たる我々地衛研は、日々の研鑽により精度の高い検査技術を維持する必要があると考える。

3年間にわたる本研究により、EHEC分子疫学解析法であるPFGE法及びMLVA法について、中国四国ブロック内の地衛研におけるサーベイランス技術水準の向上に貢献できた。

# ワンヘルスに基づく食品由来薬剤耐性菌のサーベイランス体制強化のための研究 (分担課題) 全国地研ネットワークに基づく食品およびヒトから分離される サルモネラ、大腸菌、カンピロバクター等の薬剤耐性の動向調査

四宮博人, 河合央博, 池田和美, 梶原知博 他

(厚生労働科学研究費補助金 食品の安全確保推進研究事業)

令和5年度 分担研究報告書: 10-32, 2024

薬剤耐性菌を制御するためには、環境—動物—食品—ヒトを包括するワンヘルス・アプローチが重要である。先行研究班で構築された地方衛生研究所（以下、地研）ネットワークの協力により、ヒト及び食品由来サルモネラ、大腸菌、カンピロバクターについて薬剤耐性状況を調査した。今期（2023年）分離株において、サルモネラに関しては、ヒト由来194株中の85株（43.8%）、及び食品由来186株中の166株（89.2%）が、17剤中の1剤以上に耐性を示した。これらは、2015-2022年に分離されたヒト由来計2,316株の888株（38.3%）、及び食品由来計987株中の892株の耐性率（90.4%）とそれぞれ近似で、現在の日本の状況を反映していると考えられる。2023年分離のサルモネラについて血清型別の詳細な解析を行ったところ、食品由来株では *S. Schwarzengrund* の占める割合が2015-2022年よりも高かったが、耐性傾向は大きくは異なっていなかった。一方、ヒト由来株においては血清型別に特徴的な耐性傾向が認められるため、血清型別の耐性率を経年的に比較した。また、ヒト由来株のうち食品からも分離された血清型、*S. Infantis*, *S. Schwarzengrund*, *S. Manhattan* では、2015-2022年分離株と同様にヒト由来株と食品由来株の耐性傾向に強い類似性があり、食品由来耐性菌とヒト由来耐性菌との関連が強く示唆された。一方、大腸菌については、2023

年分離のヒト由来508株中の192株（37.8%）、及び食品由来57株中の33株（57.9%）が1剤以上に耐性を示し、2015-2022年分離株の結果と近似であった。その他の大腸菌（病原因子陰性株など）は6剤以上の多剤耐性株が多く、下痢原性大腸菌よりも高度の多剤耐性傾向を示した。カンピロバクターについては、2023年分離の *C. jejuni* (157株)と *C. coli* (21株) はともにヒト由来株と食品由来株の耐性傾向に強い類似性があり、食品由来耐性菌とヒト由来耐性菌との関連が強く示唆された。以上の薬剤感受性検査に加えて、2015-2022年分離のサルモネラと大腸菌を対象に、基質特異性拡張型  $\beta$ -ラクタマーゼ (ESBL) 産生遺伝子、AmpC型  $\beta$ -ラクタマーゼ (AmpC) 遺伝子の検出を行った。さらに、2017-2022年分離のサルモネラ株 (2,290株) を対象に、研究代表者である国立感染症研究所薬剤耐性研究センターと共同でゲノム解析を進め、19地研の1,265株（ヒト由来683株、食品由来582株）について同意が得られ、全ゲノム解析を実施した。本分担班で取得された薬剤耐性データは、我が国の「薬剤耐性ワンヘルス動向調査年次報告書」及びWHOのGLASSに提供され、ゲノム解析情報と合わせて食品由来薬剤耐性菌の動向把握や対策に寄与している。

## ワンヘルスに基づく食品由来薬剤耐性菌のサーベイランス体制強化のための研究 (分担課題) 全国地研ネットワークに基づく食品およびヒトから分離される サルモネラ、大腸菌、カンピロバクター等の薬剤耐性の動向調査

四宮博人, 河合央博, 池田和美, 梶原知博, 狩屋英明 他

(厚生労働科学研究費補助金 食品の安全確保推進研究事業)

令和3年～令和5年 分担総合研究報告書：11-32, 2024

薬剤耐性菌を制御するためには、環境—動物—食品—ヒトを包括するワンヘルス・アプローチが重要である。先行研究班で構築された地方衛生研究所（以下、地研）ネットワークの協力により、ヒト及び食品由来サルモネラ、大腸菌、カンピロバクターについて薬剤耐性状況を調査した。本研究班（2021-2023年）分離株において、サルモネラに関しては、ヒト由来株の年次別の耐性率（17剤中の1剤以上に耐性）は30.8%、30.5%、43.8%、食品由来株では86.4%、90.9%、89.2%で、年次間の耐性率に大きな違いはなく、最近の日本の状況を反映していると考えられる。2021-2023年分離のサルモネラについて血清型別の詳細な解析を行ったところ、食品由来株ではS. Schwarzengrundの占める割合が2015-2020年（前々回・前回研究班）よりも高くなったが、耐性傾向は大きくは異なっていなかった。一方、ヒト由来株においては血清型別に特徴的な耐性傾向が認められるため、血清型別の耐性率を経年的に比較した。また、ヒト由来株のうち食品からも分離された血清型、S. Infantis, S. Schwarzengrund, S. Manhattanでは、ヒト由来株と食品由来株の耐性傾向に強い類似性があり、食品由来耐性菌とヒト由来耐性菌との関連が強く示唆された。一方、大腸菌については、2021-2023年分離ヒト由来株の年次別の耐性率は32.9%

35.0%、37.8%、食品由来株では70.6%、48.6%、57.9%であった。大腸菌の種類別によって耐性傾向が異なり、常在性大腸菌を含むその他の大腸菌（病原因子陰性株など）は6剤以上の多剤耐性株が多く、EHECなどの下痢原性大腸菌よりも高度の多剤耐性傾向を示した。カンピロバクターについては、2021-2023年分離のC. jejuniとC. coliはともにヒト由来株と食品由来株の耐性傾向に強い類似性があり、食品由来耐性菌とヒト由来耐性菌との関連が強く示唆された。以上の薬剤感受性検査に加えて、2015-2022年分離のサルモネラと大腸菌を対象に、基質特異性拡張型β-ラクタマーゼ（ESBL）産生遺伝子、AmpC型β-ラクタマーゼ（AmpC）遺伝子の検出を行った。さらに、2017-2022年分離のサルモネラ株（2,290株）を対象に、研究代表者である国立感染症研究所薬剤耐性研究センターと共同でゲノム解析を進め、19地研の1,265株（ヒト由来683株、食品由来582株）についてゲノム解析の同意が得られ、全ゲノム解析を実施した。本分担班で取得された薬剤耐性データは、我が国の「薬剤耐性ワンヘルス動向調査年次報告書」及びWHOのGLASSに提供され、ゲノム解析情報と合わせて食品由来薬剤耐性菌の動向把握や対策に寄与している。

## 学会発表

題 名	学会名	発表者
パッシブサンプラーを用いた環境モニタリング手法に関する研究	第64回大気環境学会年会	森 寛史, 大月史彦, 野村 茂, 畝山善光, 小川知也
災害等の発生時に有効な簡易大気モニタリング手法について	令和5年度全国環境衛生職員団体協議会事例研究発表会	小川知也
テングタケに含まれる毒成分のLC-MS/MSを用いた一斉分析法の検討	第66回中国地区公衆衛生学会	難波順子, 藤本佳恵, 大月史彦, 金子英史, 繁田典子
LC-MS/MSを用いた牛の筋肉中の抗菌性物質一斉分析法の検討	第28回岡山県保健福祉学会	難波順子





---

## 岡山県環境保健センター年報 第48号

(令和5年度)

令和7年3月1日発行

編集・発行 岡山県環境保健センター  
〒701-0298 岡山県岡山市南区内尾739-1  
TEL 総務課 086-298-2681 企画情報室 086-298-2682  
大気科 086-298-2683 水質科 086-298-2684  
放射能科 086-298-2685 細菌科 086-298-2686  
ウイルス科 086-298-2687 衛生化学科 086-298-2688  
FAX 086-298-2088  
ホームページ <https://www.pref.okayama.jp/site/712/>

---