

ISSN 2433-7145
CODEN:MHKKDS

三重保環研年報

Ann. Rep. Mie Pref.
Hlth & Environ. Res. Inst.

三重県保健環境研究所年報

第 21 号 (通巻第 64 号)

2019 年

Annual Report of Mie Prefecture Health and Environment Research Institute

No. 21 (Serial No. 64)

2019



三重県保健環境研究所

は じ め に

本年 5 月、「平成」から「令和」へ、元号が改められました。

令和元年度は、「みえ県民力ビジョン・第二次行動計画」の最終年度です。保健環境研究所は、三重県の第二次行動計画「みえ県民力ビジョン」で基本方向のうちの「守る」を基本理念に掲げ、地域における科学的、技術的中核機関として、日々、調査研究、試験検査をはじめ公衆衛生情報の収集・解析と提供などに取り組んでいます。

さて、本年 1 月、三重県内で県内外から集まった特異的な集団において麻しんの集団発生事例が起こり、参加者地方自治体及び県内ほぼ全域を巻き込んだ感染拡大防止に向けた取り組みが行われました。ご存じのように、2020 年には東京オリンピック・パラリンピック、2021 年には三重県で第 76 回国民体育大会「三重とこわか国体」、第 21 回全国障害者スポーツ大会「三重とこわか大会」と国内・県内のマスギャザリングイベントが予定されていて、海外・国内からの来日者・来県者を発端とする感染症の発生と拡大に注意が必要と思われます。

また、一方で環境分野に目を向けると、PM_{2.5}といった大気汚染の原因解明や、廃プラ問題、伊勢湾や河川など保全すべき水環境へのアプローチを求められているほか、近年の高温による熱中症搬送者数の増加や感染症拡大への懸念、大雨の頻発化に伴う水害、土砂災害の増加などが全国各地で起きており、こうした気候変動に対処するため、昨年 12 月に気候変動適応法が施行され、本県の気候変動適応に向け取り組むべき課題が山積しています。

こうした中、「命を守る」、「暮らしの安全を守る」、「環境を守る」をキーワードとして、積極的な感染症対策、食の安全・安心の確保や環境保全に係る新たな技術習得、調査研究や試験検査などに、科学的・技術的なエビデンスの提供に貢献できるよう、我々職員一人ひとりがしっかりと取り組んでまいります。

これまでも関係行政機関、医療機関、高等教育機関ほか、多く関係の皆様にご指導とご協力をいただきましたことを深く感謝し、ここに令和 元 年度の年報を提示いたします。ご高覧いただき、ご鞭撻賜りますよう重ねてお願い申し上げます。

※マスギャザリング：一定期間、限定された地域において、同一目的で集合した多人数の集団。

令和 元 年 1 2 月 5 日

三重県保健環境研究所

所 長 松 村 義 晴

目 次

I 概 要

1	沿革及び組織	頁
1. 1	沿 革	1
1. 2	組 織	3
2	業務概要	
2. 1	研 究	4
2. 2	試験検査	7
2. 3	研修指導	14
2. 4	情報の収集・解析・提供	18
2. 5	品質マネジメントシステム運用の経過と現状	18
3	学会報告	20
4	他誌掲載論文	24

II 研究報告

1	原著	29
	抗インフルエンザ薬バロキサビルマルボキシルにおける耐性変異を有する 季節性 A 型インフルエンザウイルスの動向把握-三重県(2018/19 シーズン) 矢野拓弥, 赤地重宏, 松村義晴	29
	人および伴侶動物から分離される基質特異性拡張型 β -ラクタマーゼ (ESB L) 産生菌	35
	永井佑樹, 楠原 一, 小林章人, 赤地重宏	
	三重県におけるカルバペネム耐性腸内細菌科細菌 (CRE) 感染症.....	42
	永井佑樹, 小林章人, 赤地重宏	
	三重県における雨水中の酸性沈着物質の長期変動.....	49
	国分秀樹, 小河大樹, 松谷知幸, 寺本佳宏, 佐藤邦彦, 小川正彦	
2	ノート	
	三重県における過去 10 年間の風しんの血清疫学調査について(2009~2018 年)	58
	矢野拓弥, 赤地重宏, 松村義晴	

季節性インフルエンザウイルスの遺伝子系統樹解析およびオセルタミビル 薬剤耐性インフルエンザウイルスの検出状況（2018/19 シーズン） -三重県 矢野拓弥，赤地重宏，松村義晴	68
工場排水等のふっ素測定精度の向上に関する研究…………… 近藤笑加，立野雄也，有富洋子	76
伊勢湾の水質構造調査…………… 渡邊 卓弥，奥山 幸俊，有富 洋子，辻 将治，大八木 麻希，千葉 賢	82
伊勢湾の有機物の分解特性に関する研究（その2）…………… 渡邊 卓弥，奥山 幸俊，有富 洋子，辻 将治，柘植 亮，大八木 麻希，千 葉 賢	88
3 資料	
三重県独自の調査様式による性感染症サーベイランス結果（2018 年） …… 岩出義人，原 康之，山内昭則，樋口奈津子	94
2018 年度の先天性代謝異常等検査の概要…………… 小林章人，内山信樹，山寺基子，赤地重宏	98
2018年度感染症流行予測調査結果（日本脳炎，インフルエンザ，風疹，麻疹） の概要…………… 矢野拓弥，楠原 一，中野陽子，小林章人，赤地重宏，松村義晴	103
2018 年感染症発生動向調査結果…………… 楠原 一，矢野拓弥，中野陽子，永井佑樹，内山信樹，小林章人，赤地 重宏	108
三重県における 2018 年度環境放射能調査結果…………… 西 智広，森 康則，吉村英基	116

I 概 要

1 沿革及び組織

1. 1 沿革

1) 衛生研究所

本研究所以前は、三重県には衛生試験所と細菌検査所があり、それぞれの目的に従って業務を行っていたが、地方衛生研究所設置に関する厚生省通達（昭和 23 年 4 月 7 日付発予第 20 号）により、昭和 23 年 6 月にこれらを統合して三重県衛生研究所が設立された。

昭和 23 年 6 月 10 日 衛生試験所及び細菌検査所を統合して三重県衛生研究所（津市広明町 310 番地）を設立。

昭和 28 年 7 月 16 日 食品衛生法の規定により検査施設として指定。（昭和 28 年 7 月 20 日三重県告示第 525 号）

昭和 40 年 11 月 1 日 津市栄町 1 丁目 172 番に移転。

昭和 58 年 3 月 15 日 三重県津庁舎（津市桜橋 3-446-34：保健所・衛生研究所棟）に移転。

平成 10 年 4 月 1 日 三重県行政組織規程の一部改正により、三重県科学技術振興センター衛生研究所として業務を開始。

2) 環境科学センター

地方公害試験研究機関は、現在ではすべての都道府県、政令指定都市に設置されているが、昭和 42 年に三重県と静岡県において初めて独立した機関として設置されたのがその原点となっている。

昭和 42 年 8 月 1 日 三重県公害センター（四日市市堀木 2-16-24）を設立。

昭和 48 年 2 月 19 日 三重県四日市庁舎敷地内（四日市市新正 4-21-5）に移転。

昭和 51 年 4 月 1 日 三重県環境科学センターに改組、併せて、南勢支所（津市高茶屋小森町）を設置。

昭和 54 年 10 月 16 日 三重県環境科学センター南勢支所を三重県松阪庁舎（松阪市高町 138）に移転。

平成 5 年 4 月 1 日 三重県環境科学センター南勢支所を廃止し、三重県環境科学センター松阪市駐在に改組。

平成 10 年 4 月 1 日 三重県行政組織規程の一部改正により、三重県科学技術振興センター環境科学センターとして業務を開始。

3) 保健環境研究所

県民の健康の維持増進と生活環境の安全確保のための科学的、技術的な基盤を担う三重県科学技術振興センター保健環境研究所として平成 11 年 4 月に衛生研究所と環境科学センターの統合がなされた。その後、地域保健・環境行政サービスの維持・向上を図るため、平成 20 年 3 月末をもって三重県科学技術振興センターが廃止。同年 4 月から保健環境研究部は健康福祉部と環境森林部の共同所管となり、併せて機関名称も保健環境研究所と改称した。

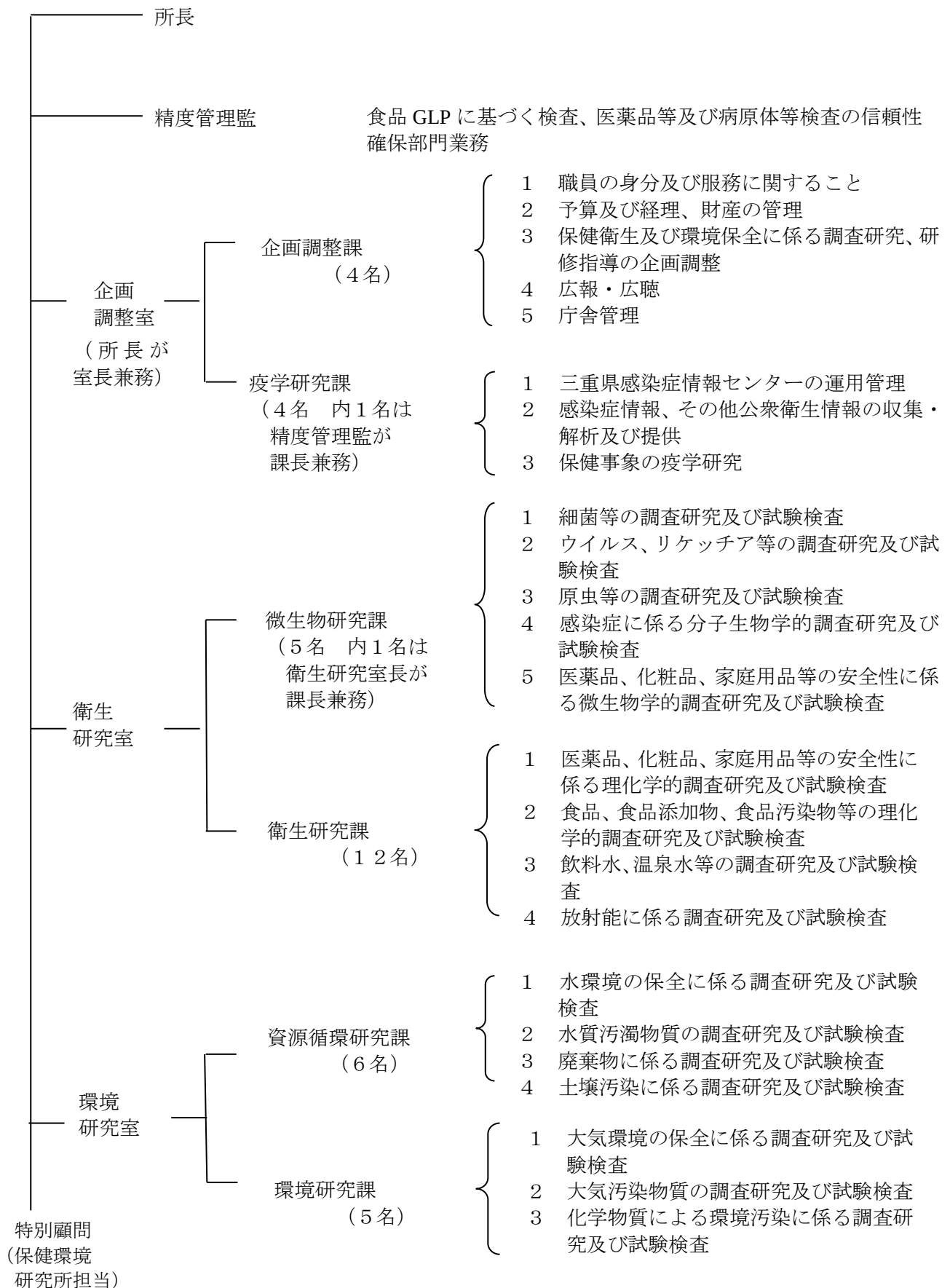
平成 11 年 4 月 1 日 三重県環境科学センターと三重県衛生研究所を統合し、三重県科学技術振興センター保健環境研究所として業務を開始。

平成 11 年 8 月 13 日 鈴鹿山麓リサーチパーク内（四日市市桜町 3690-1）に新築移転。

平成 13 年 4 月 1 日 組織改編に伴い三重県科学技術振興センター保健環境研究部と改称.

平成 20 年 4 月 1 日 組織改編に伴い三重県保健環境研究所と改称.

1. 2 組 織



2 業務概要

2.1 研究

1) 疫学研究課

(1) 症候群サーベイランスシステム（さっちみえ）の効果的な活用の検討（平成28～30年度）

2014年、大韓民国で流行したMERS（中東呼吸器症候群）は、感染者の情報把握と防疫の初動体制が遅れたことが大きな問題となった。また、我が国においては、2009年に流行したインフルエンザH1N1pdm09の世界的な流行を発端として、感染症の流行状況を早期に探知することの重要性が指摘されている。

このことから三重県では、「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」に基づく感染症発生動向調査システムの他にリアルタイムで患者発生情報が把握されている症候群サーベイランスシステムに注目し、2013年から一部の施設で導入を進めてきたが、まだ、十分な活用はできていない状況にある。この研究事業では、当システムの効果的な活用方法を提言するための検討を行う。

(2) 成人の侵襲性細菌感染症サーベイランス構築に関する研究（厚生労働科学研究費補助金）（平成27年度～30年度）

高齢者に対する肺炎球菌ワクチンの予防効果及び小児用13価ワクチンの接種の普及による成人の侵襲性肺炎球菌感染症の予防効果、及びワクチンの接種の普及による成人の侵襲性肺炎球菌感染症の血清型の推移を調査するため、感染症発生動向調査の基幹定点医療機関から侵襲性肺炎球菌感染症の届出がされた調査票と菌株を国立感染症研究所に送付する。また、成人における侵襲性インフルエンザ菌感染症についても同様に対応し、患者発生動向、臨床像及び原因菌の血清型分布の推移を明らかにすることで我が国における侵襲性肺炎球菌感染症及び侵襲性インフルエンザ菌感染症サーベイランスに役立てることを目的としている。

2) 微生物研究課

(1) 遺伝子解析によるノロウイルス流行株の把握に関する研究（平成27～30年度）

県内で発生した食中毒等の健康被害事例や小児の感染性胃腸炎から検出されたノロウイルスの遺伝子を解析することにより流行株の遺伝子型を分類し、その動向を早期に把握するとともに、これらの情報を関係機関と共有することによりノロウイルスの予防対策に資する。また、国立感染症研究所が検討している新しい遺伝子型分類法を導入し、遺伝子解析の精度向上を目指す。

ノロウイルスを原因とする食中毒や、老人施設や保育園などにおける集団感染事例は、毎年冬期を中心に多発し、数年毎に新しい流行株が出現して大流行するなど、社会問題となっている。流行株の把握にはノロウイルスの遺伝子解析が必須であるが、遺伝子の変異や新しい流行株の出現を察知するには継続的な遺伝子解析とそのデータを蓄積していくことが必要である。

ノロウイルスの遺伝子解析は多くの衛生研究所で行われているが、事例発生後、直ちに実施されることは少ない。そこで本研究では、ノロウイルス検出後は早急に遺伝子解析を行い、リアルタイムに流行株を把握する。

3) 衛生研究課

(1) 従来型の塩素系薬剤に阻害要因を有する浴用水の衛生管理方法の最適化（平成29～31年度）

レジオネラ属菌を原因菌とするレジオネラ症は、全国で年間1,500件を超える感染が報告されており、年々増加の一途を辿っている。レジオネラ症の主要な感染経路のひとつとされている公衆浴場では、これまで以上に厳格な衛生管理が求められている。

三重県内の温泉利用施設、生活衛生営業施設を対象に、従来型の塩素系薬剤（次亜塩素酸ナトリウム）を用いた際のレジオネラ属菌消毒への阻害要因に着目して、その現況調査を実施する。また、実

際の浴用水を用いて、衛生管理方法の最適化に向けた実験的検討を行うとともに、研究で得られた成果物のフィードバックに努め、生活衛生営業施設の自主的な衛生管理の推進とレジオネラ症の未然防止に資するものとする。

4) 資源循環研究課

(1) 工場排水等のふっ素測定精度の向上に関する研究(平成 29～30 年度)

ふっ素は、工場・事業場排水等の規制強化の一環で平成 13 年 7 月に新たに「人の健康に係る項目(有害物質)」に追加された。工場・事業場排水中のふっ素測定の方法は、JIS 規格 K0102 34.1 に規定する、「ランタン-アリザリンコンプレキソン吸光光度法」により行う。

水中のふっ素化合物は複雑な形態で存在しており、イオン状で存在するものの他に、鉄などの金属元素とフルオロ錯体を形成するものやアルカリ土類金属と結合して沈殿を生じるものがある。したがって、全てのふっ素化合物を定量する場合、蒸留操作でそれら全ての形態のふっ素をイオンに変化させる必要がある。様々なマトリックスが共存する工場・事業場排水においては、蒸留操作は必須の前処理となっている。しかしながら、蒸留操作における詳細な手順や注意点、測定妨害物質の影響の程度などが公定法には示されていないのが現状である。本研究は、結果の良好な再現性、測定の迅速性等の実現のためにこれら不明瞭な点を明らかにし、適切に対処できるような手順を確立することを目的とした。

(2) 汚泥肥料の利用における安全性確認に係る基礎的調査・研究(平成 30～令和 2 年度)

三重県は、資源循環型社会の構築を目指し、産業廃棄物の発生抑制など、3R の推進を行っている。産業廃棄物の中でも下水汚泥は、下水道普及率が年々増加してきていることから、今後、発生量が増えていくことが予想されるもののひとつである。下水汚泥はリン資源としての有用性が注目されており、汚泥肥料としての緑農地利用が推進されていくことが見込まれる一方で、微量に含有する可能性のある有害成分が施肥により土壤中に蓄積していくことが懸念される。

産業廃棄物の安全・安心なリサイクルを推進するために、汚泥肥料の有害成分の土壤中における挙動に関する基礎的な調査研究を実施し、汚泥肥料の安全性などを明確にし、適正性を検証することを目的とする。

5) 環境研究課

(1) リサイクル材の環境リスク評価に関する調査研究(平成 29～31 年度)

廃棄物のリサイクルについては、廃棄物の性状に応じた適正な処理および使用用途のもと安全・安心が確保される必要があるが、リサイクルを装った不適正処理や安易なリサイクルが実施され、有害ガスや汚水が発生する等の周辺環境に影響をおよぼす事案も発生している。

本研究では、環境リスクを把握することが急務である廃棄物について、有害物質の溶出、有害ガスの発生等のおそれを調査し、潜在的な環境リスク評価を実施するとともに、有効利用方法の方向性を検討することを目的とする。

結果を廃棄物担当行政部局に提供することで、産業廃棄物処分業および産業廃棄物処理施設の許可の際の許可条件や指導事項の判断材料のひとつとなりになり、ひいては廃棄物の適正処理およびリサイクルの安全・安心の確保に貢献できる。

(2) 光化学オキシダントの挙動における窒素酸化物の影響に関する研究(平成 30～令和 2 年度)

全国的にも環境基準達成率が非常に低い光化学オキシダントは、県内では大気汚染常時監視測定局の一般環境測定局 24 局で測定を行っているが、これまで環境基準を達成している測定局はない。また、窒素酸化物は自動車排ガスに多く含まれ、光化学オキシダントの生成と消滅に深く関わっている。しかし、県内の自動車排ガス測定局(自排局)8 局では光化学オキシダントの測定を行っておらず、光化学オキシダント濃度と窒素酸化物との詳細な関連性の解明はまだまだ不

十分である。

本研究では、沿道や固定発生源で窒素酸化物とともにオゾンを測定することにより、各地点の汚染の実態を把握し、自動車排ガス等の影響により光化学オキシダントがどのような挙動を示しているかを明らかにするとともに大気汚染常時監視測定局で得られる膨大な測定データから、光化学オキシダントの挙動に関して着目すべき測定項目を抽出し、光化学オキシダント濃度の変動要因の解明へとつなげていくことを目的とする。

(3) PRTR データを活用した有害大気汚染物質モニタリング調査の全県域的評価に関する調査 (平成 30～令和 2 年度)

平成 8 年 5 月に大気汚染防止法が改正され、低濃度ではあるが長期曝露によって人の健康を損なうおそれのある有害大気汚染物質の対策について制度化され、有害性の程度や大気環境の状況等により健康リスクがある程度高いと考えられる 22 (現在は 23) の「優先取組物質」が地方公共団体 (都道府県及び大気汚染防止法の政令市) においてモニタリング調査が行われるようになり、当県でも平成 9 年 10 月から調査を実施している。

同調査の事務処理要領および有害大気汚染物質モニタリング地点選定ガイドラインでは、人口や汚染物質の排出量の変化等により、地点を見直すことが明記されている。同一地点でモニタリング調査を継続することは、経年変化を確認するために重要であるが、一方で、周辺状況の変化等により現在の汚染物質の排出量等の実状に合っていない可能性もある。

本研究では、有害大気汚染物質の状況を正しく評価するために、各地域における汚染物質の排出量とモニタリング調査結果の比較の検証および県内における有害大気汚染物質の広域的な調査を行い、通常時における状況をデータとして蓄積する。この結果を環境担当部局に提供することで、最適な調査地点を決定するための判断材料のひとつとする。

(4) 全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会酸性雨全国調査

地球環境問題の一つである酸性雨の実態把握のため、全国環境研協議会による酸性雨全国調査が行われている。平成 3 年度からの第 1 次調査に始まり、現在は第 5 次調査を実施している。この調査は全国で約 60 の機関が参加しており、湿性沈着、乾性沈着 (フィルターパック法、パッシブ法) のサンプリングを行っている。当研究所の屋上において、降水時開放型捕集装置を用いて降水のサンプリングを実施した。調査項目は pH、電気伝導率、硫酸、硝酸等の陰イオン、アンモニア、カルシウム等の陽イオン及び降水量で、平成 30 年度の測定結果のうち、pH は 4.19～6.37 の範囲にあり、降水量加重平均値は 4.62 であった。

酸性雨問題は、その要因から地域的な問題であると同時に地球的な問題であり、近年では特に PM_{2.5} 等の問題を含め、大陸からの移流が大きな問題となっており、地域汚染よりも越境汚染の影響が大きな割合を占めてきている。国立環境研究所の試算では、約 49%が中華人民共和国由来と推定している。

(5) 地方公共団体環境研究機関等と国立環境研究所との共同研究 (Ⅱ型研究)

「PM_{2.5} の環境基準超過をもたらす地域的/広域的汚染機構の解明」 (平成 28～30 年度)

PM_{2.5} は高い地域依存性を持つと同時に、広域汚染の影響も受けるため、全国各地域における地域的/広域的メカニズムを解析することにより、PM_{2.5} 環境基準達成を目指す。

本研究は、(1) 汚染要因解析 (都市汚染、閉鎖性海域、輸送汚染、高濃度解析)、(2) 全国データ解析、(3) 化学輸送モデルによる地域別汚染寄与評価の 3 つの内容に分けられ、国立環境研究所と地方環境研究所がそれぞれ役割分担し研究を進めている。(共同研究機関：独立行政法人国立環境研究所、47 地方環境研究機関、大学等)

2. 2 試験検査

1) 微生物研究課

(1) 一般依頼検査

市町、医薬品・食品会社、個人等からの依頼があれば各種微生物分離、同定等の試験を行っている。1999年度から大多数の一般依頼検査は民間の検査機関へ移行し、当課では民間で対応できない試験検査等を対応している。平成29年度における試験検査（温泉水）の依頼は無かった。（表1）。

表 1 一般依頼検査			
検査等の項目	件数	検査項目	検査検体等
食品・水等の検査	0	一般細菌数	鉱水
		大腸菌（群）	鉱水
計	0		

(2) 行政検査

健康福祉部関係の依頼により、感染症発生動向調査事業、感染症流行予測事業及び感染症法に基づく病原微生物の分離、同定、分子疫学マーカーとなるPFGE、VNTR等のDNA検査や、養殖魚、鶏卵、蜂蜜の残留抗生物質検査、新生児の先天性代謝異常検査等を行った。

① 感染症発生動向調査事業

感染症の発生予防や蔓延防止対策の推進及び医療機関における適切な医療に寄与することを目的としたこの病原体等の検査は、桑名市、四日市市、鈴鹿市、津市、松阪市、伊賀市、伊勢市、尾鷲市、熊野市等の検査定点医療機関で採取された咽頭拭い液、糞便、髄液、尿、結膜拭い液、血液等からウイルスや細菌を検出するとともに急性期と回復期の血清を用いて検出された微生物に対する抗体価を測定した。検査対象は、麻疹、風疹、感染性胃腸炎及び嘔吐下痢症等の消化器疾患、無菌性髄膜炎、発疹症、インフルエンザ様疾患等である。2017年1月から12月までに県内の病原体検査定点等医療機関から患者917人の検査依頼（1425検体）があった。主な分離・検出病原体は、ノロウイルス（GII）、ライノウイルス、ヒトメタニューモウイルス、インフルエンザ（AH1pdm09, AH3, B型, C型）、RSウイルス、日本紅斑熱リケッチア、パラインフルエンザ（1型）、コクサッキーウイルス(A6, A16)等であった（表2）。

表 2 感染症発生動向調査事業病原体等検査			
検体名	検体数	検出病原体等	検出症例数
鼻汁	370	ノロウイルス GII	42
糞便	196	ライノウイルス	75
咽頭拭い液	232	ヒューマンメタニューモウイルス	13
血清	145	インフルエンザ AH1pdm09	39
髄液	27	インフルエンザ B 型	40
尿	120	RS ウイルス	17
その他	335	インフルエンザ AH3	55
		日本紅斑熱リケッチア	51
		パラインフルエンザウイルス 1 型	18
		コクサッキーウイルス A4	21
		コクサッキーウイルス A9	10
		その他	203
計	1425		584

② 感染症流行予測事業

日本脳炎（感受性・感染源調査），風疹，麻疹，インフルエンザ感受性調査ならびに新型インフルエンザ感染源調査を実施した．日本脳炎感染源調査については，2018年7～10月まで，三重県中部で飼育された6ヵ月齢の肉豚（計80頭）の血液を松阪食肉公社で採取し，血清中のHI抗体を測定した．調査期間中のHI抗体保有豚は80頭中1頭であった．抗体価が40倍以上のものについては 2-Mercaptoethanol（2-ME）感受性抗体の有無を確認しているが，本年度の調査においては抗体価40倍以上の個体は認められなかった．日本脳炎，風疹，麻疹，インフルエンザ感受性調査については，2017年4月から9月に県内医療機関等で採血された血清（計386人）を用いて，日本脳炎は中和抗体，風疹，インフルエンザはHI抗体，麻疹はPA抗体価の測定を実施した．各々の抗体保有率は，日本脳炎66.3%，風疹93.5%，麻疹97.7%であった．インフルエンザはA/Singapore/GP1908/2015（A/H1N1pdm）23.1%，A / Singapore/INFIMH-16-0019/2016（A/H3N2）68.9%，B/ Maryland/15/2016（ビクトリア系統）16.8%，B/Phuket/3073/2013（山形系統）45.6%であった．新型インフルエンザ感染源調査は，冬季に県内の豚を対象に100 頭調査したが，陽性例はなかった．

③ 感染症等対策事業

県内で発生した3類感染症の病原菌を感染症に対する防疫の見地から，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基づき，赤痢菌，志賀毒素産生性大腸菌について遺伝子解析を実施するため2018年度は赤痢菌1株，腸管出血性大腸菌50株を国立感染症研究所に送付した．

④ 養殖魚，牛乳，鶏卵，はちみつ及び食肉の残留抗生物質検査

β -ラクタム，アミノグリコシド，マクロライド及びテトラサイクリン系の抗生物質について指標菌によるバイオアッセイ法により実施した．検査対象はタイ，ハマチ，ウナギ等の養殖魚20 検体，はちみつ 4 検体，鶏卵 12検体，牛乳7 検体，食肉9 検体の合計52検体で，検査結果は全て陰性であった．

⑤ 先天性代謝異常検査

重症心身障害を未然に防止することを目的として，新生児を対象に先天性代謝異常症（フェニルケトン尿症，メープルシロップ尿症，ホモシスチン尿症，ガラクトース血症）の検査を行っている．（2013年3月からは，検査法にタンデムマス法を導入し，アミノ酸代謝異常5疾患，有機酸代謝異常7疾患，脂肪酸代謝異常4疾患を検査）なお，先天性甲状腺機能低下症（クレチン症）及び先天性副腎過形成症の検査は三重大学医学部小児科において行われている．

2018年度においては，検査依頼検体数は13,134件であり，このうち疑陽性と判定し，再採血・再検査を行ったものは550件（4.2%），精密検査依頼数は61件（0.46%）であった．内訳は，フェニルケトン尿症1件，メチルマロン酸血症/プロピオン酸血症2件，メチルクロトニルグリシン尿症/ヒドロキシメチルグルタル酸血症/複合カルボキシラーゼ欠損症2件，MCAD欠損症1件，LCAD欠損症1件，CPT II 欠損症3件，ガラクトース血症5件，先天性副腎過形成症28件，先天性甲状腺機能低下症16件であった．

⑥ 結核菌分子疫学解析事業

結核に関する特定感染症予防指針に基づき，結核病床を有する医療機関（伊勢赤十字病院・三重中央医療センター・四日市羽津医療センター）で新たに発生した結核患者から分離された結核菌についてVNTR法による分子疫学的解析を行い，感染源，感染経路等を解明し結核の感染予防につなげる．

2018年度においては，薬務感染症対策課データベースに77件の登録があり，結核菌株もしくは抽出核酸が搬入された66件についてVNTR法による分子疫学的解析を実施した．結果、新たに7種類のクラスターを確認した．

2) 衛生研究課

(1) 一般依頼試験

平成30年度の県民、事業者及び市町等からの一般依頼検査は、以下に示すとおりである。

① 地下水、水道水、温泉水、一般飲料水等試験

県民、事業者等からの依頼により、地下水等の水質について試験を行った。その結果は表1のとおりであった。

表 1 水等の依頼検査数

依頼品目	検体数	項目数
温泉付随ガス	1	1
鉱泉分析	13	—
その他	—	—
計	14	—

② 薬品等試験

県内の他検査機関で対応できない、医薬品の日本薬局方適否試験4検体（計32項目）の検査を行った。

(2) 行政検査

① 食品衛生行政検査

食品の衛生と安全性を確保するため、食品衛生法等に基づき食品衛生行政検査を実施した。

食品衛生行政検査には、食品添加物、残留農薬、残留動物用医薬品、アレルギー物質等の検査がある。検査結果は表2に示すとおりであり、延べ 460検体（9,486項目）について検査を実施した。

表 2 食品衛生行政検査結果

検査項目名	試験品数	試験項目数	不適合数
食品添加物			
品質保持剤：プロピレングリコール	3	3	0
保存料：ソルビン酸等9項目	31	279	0
防かび剤：イマザリル等4項目	19	76	0
酸化防止剤：BHA等4項目	19	76	0
着色料：合成着色料	12	312	0
甘味料：サイクラミン酸等3項目	19	57	1
漂白剤：二酸化イオウ・亜硫酸塩類	24	24	0
発色剤：亜硝酸ナトリウム	24	24	0
農産物等の残留農薬			
103項目	64	6,592	0
有機塩素系農薬	7	35	0
有機リン系農薬	21	420	0
茶農薬	5	210	0
残留動物用医薬品			
養殖魚	20	280	0
鶏卵	12	180	0
輸入肉	11	160	0
国産肉	32	485	0
総アフラトキシン	12	48	0

(表2の続き)

検査項目名	試験品数	試験項目数	不適合数
溶出試験	2	4	0
蛍光物質	6	6	0
遺伝子組み換え食品			
大豆	6	18	0
とうもろこし	6	12	0
アレルギー物質			
乳	11	22	0
卵	11	22	0
小麦	11	22	0
そば	11	22	0
落花生	11	22	0
えび、かに	11	22	0
魚介類中の環境汚染物質			
有機スズ化合物	10	20	0
総水銀・PCB	4	8	0
麻痺性貝毒	25	25	—
計	460	9,486	1

② 薬務行政検査

医薬品等の品質、有効性及び安全性を確保するため、薬機法（医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律）に基づき、県内製造医薬品2検体及び医薬部外品2検体の収去検査を行ったところ、いずれも規格に適合していた。

健康食品等に医薬品成分を故意に配合した無承認無許可医薬品による健康被害が多数報告されていることから、このようなものが含有されていないか、薬務感染症対策課で買い上げた製品（5検体）について試験（各6項目）を行ったところ、不適はなかった。

③ 大麻行政検査

三重県大麻栽培者監視指導要領に基づき収去された大麻草 277 検体について THC 含有量の検査を行った。

④ 医薬品等製造販売承認申請書の審査

薬機法に基づき、医薬品等製造販売承認申請書の規格及び試験方法等について35件の申請書の内容審査を行った。審査項目は、含量規格、性状、確認試験、示性値（pH）、定量法等であった。

⑤ 家庭用品行政検査

有害物質を含有する家庭用品の安全性を確保するため、有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律に基づき家庭用品試買検査を実施した。その結果は表3に示すとおりであり、繊維製品21検体、家庭用エアゾル製品9検体、住宅用洗浄剤5検体、かつら等接着剤5検体計40検体すべてが規制基準に適合していた。

表 3 家庭用品試買検査結果

検査項目	試験品数	不適数
ホルムアルデヒド	26	0
メタノール	9	0
塩化水素又は硫酸、水酸化ナトリウム又は水酸化カリウム	5	0
漏水試験	5	0
落下試験	5	0
耐酸性試験	5	0
圧縮変形試験	5	0
計	60	0

⑥ 温泉行政検査

温泉資源の保護の観点から、温泉法に基づく立入検査を実施し、源泉の成分変化の状況等の調査を行い、主要成分の成分分析を実施した。また、温泉の適正利用の観点から、県内の温泉利用施設を対象に調査を実施し、掲示内容が適切であるかの確認及び浴槽水の採水・分析を実施した。

・源泉調査

調査源泉数：12ヶ所

平成30年度温泉行政検査（源泉）実施要領等に基づき、主に伊賀地域防災総合事務所管内において源泉の調査を行った。

・温泉施設の浴槽水調査

調査施設数：13施設（1次調査）

平成30年度温泉利用施設の浴槽水質検査等実施要領に基づき、浴槽水の分析を行った。

⑦ 環境放射能測定調査

ア 環境放射能水準調査事業（原子力規制庁委託事業）

原子力の平和利用の推進及び放射線障害の防止を目的として、原子力規制庁の委託事業である環境放射能測定を実施した。平成30年度は表4に示した試料の放射能測定を行った。

表 4 環境放射能測定の概要

測定種別	対 象	試料数	備 考
全β線測定	降水	100	降雨ごと（1mm以上）
空間線量率測定	—	連続測定	モニタリングポスト
γ線核種分析	降下物	12	1ヶ月間採取
	大気浮遊じん	4	3ヶ月周期でサンプリング
	陸水	2	河川水、蛇口水
	土壌	2	0-5cm, 5-20cm
	穀類	1	精米
	農産物	4	茶、ほうれんそう、だいこん
	牛乳	1	生乳
	海産生物	3	まだい、はまぐり、わかめ

イ 核種分析装置精度管理

模擬牛乳1試料，模擬土壌1試料，寒天5試料の計7試料についてCd-109，Co-60，I-131，Cs-137，Mn-54，Fe-59，Ce-139等の放射性核種のγ線核種分析を行い，放射能測定の精度管理を行った。

ウ モニタリング強化

国内外における原子力関係事象発生時には，国の指示に従い環境放射能モニタリングの強化を行うこととなっている．平成30年度も福島第一原子力発電所事故への対応のため，サーベイメータによる空間放射線量率の監視強化を継続して実施した。

(3) 水道水質精度管理事業

県内の水道水質検査を行っている機関を対象にして，検査データの精確さの維持向上を図るため，水質外部精度管理及び内部精度管理を行った．平成30年度は，①色度 ②ヒ素及びその化合物 ③テトラクロロエチレン ④シアン化物イオン及び塩化シアン ⑤硬度の5項目について実施した．参加機関は，企業庁の6浄水場，厚生労働省登録分析機関の3機関，市町の5水質試験室，保健環境研究所の計15機関であった。

その結果，全体的に良好な結果であったが，外れ値として棄却された場合は，必要に応じて分析法の検討・改善を行った。

3) 資源循環研究課

(1) 公共用水域の常時監視

水質汚濁防止法第16条の規定により定められた「平成30年度三重県公共用水域及び地下水の水質測定計画」に基づき，県内主要河川の水質汚濁の状況を常時監視するため，県内36河川52地点の河川水の分析（延べ502検体，5,659項目）を環境研究課と協力して実施した。

(2) 工場・事業場排水の検査

水質汚濁防止法及び三重県生活環境の保全に関する条例に基づく規制対象工場・事業場について，排水基準等の遵守状況を把握するための立入検査時に採取された検体の分析（延べ217検体，1,620項目）を実施した。

(3) 問題発生時における原因調査等

へい死魚の発生や水質汚濁事故発生等に伴う原因究明調査等を実施している．平成30年度は，へい死関係（延べ3検体，29項目）及び水質汚染事故（延べ1検体，7項目）に対応するための緊急時の検査を実施した。

(4) 産業廃棄物関連調査

廃棄物対策局廃棄物監視・指導課が立入し，採取した不適正処理現場における浸透水等（4検体，4項目）及び産業廃棄物（1検体，25項目）の分析を実施した。

(5) 伊勢湾広域総合水質調査

伊勢湾の水質汚濁の実態と総合的な水質汚濁防止対策の効果を把握するため，毎年度，水質及び底質調査を次のとおり実施している。

① 水質調査

調査地点：13地点（上層水，下層水），調査回数：4回／年，調査項目：DO，COD，全窒素，全リン等15項目

② 底質調査

調査地点：3地点，調査回数：2回／年，調査項目：全窒素，全リン等10項目

4) 環境研究課

(1) 法・条例に基づく規制対象工場・事業場の検査等

大気汚染防止法および三重県生活環境の保全に関する条例に基づくばい煙発生施設等を有する工場・事業場の立入検査を行い、ばいじん、水銀、有害物質、VOCについて分析した。

また、他法令等に基づく規制対象工場・事業場の排出基準遵守状況を把握するための立入検査に伴う検体についてポリ塩化ビフェニル、農薬等の有害化学物質分析を行った。

① ばい煙発生施設等の検査

ばいじんについて14検体、水銀について6検体、有害物質について、窒素酸化物23検体、塩化水素8検体、硫黄酸化物13検体、計44検体、VOCについて11施設の測定を行った。

② 工場・事業場排水等の有害化学物質検査

ポリ塩化ビフェニル1検体、農薬（チウラム）2検体、農薬（シマジン、チオベンカルブ）3検体、有機リン化合物4検体の分析を行った。

(2) 公共用水域の常時監視

水質汚濁防止法第16条の規定により定められた「平成30年度三重県公共用水域及び地下水の水質測定計画」に基づき、県内主要河川の水質汚濁の状況を常時監視するため、県内33河川43地点の河川水の分析（152検体、延べ603項目、分析項目：LAS等生活環境項目、チウラム等健康項目およびオキシ銅等要監視項目）を実施した。

(3) アスベスト除去作業周辺モニタリング調査

大気汚染防止法に基づき、特定粉じん排出作業等（アスベスト建材を含む建造物等の取り壊しなど）に伴って発生するアスベスト繊維の敷地境界における環境濃度測定を行った。

調査作業所数：計22箇所

(4) 有害大気汚染物質モニタリング調査

大気汚染防止法に基づき有害大気汚染物質（優先取組物質）について、県内4地点で毎月1回サンプリングを実施し、以下の項目について分析した。

ニッケル化合物、ヒ素及びその化合物、マンガン及びその化合物、クロム及びその化合物、ベリリウム及びその化合物、水銀及びその化合物、VOC11物質（ベンゼン等）、アセトアルデヒド、ホルムアルデヒド、ベンゾ[a]ピレン及び酸化エチレンの計21物質。

(5) 化学物質環境実態調査（環境省委託事業）

化学物質による環境汚染の未然防止を図るため、全国の地方公設環境研究機関等が参加し、環境中（水質、底質、大気）における化学物質の濃度レベルを継続的に把握している。

平成30年度は、初期・詳細環境調査として四日市港の水について、2-エチルヘキサン酸等2物質、四日市の環境大気についてp-tert-ブチル安息香酸の測定分析を、さらに、モニタリング調査として四日市港の水・底質、鳥羽港の水・底質のサンプリングを実施した。

(6) NOx簡易測定調査（環境省委託事業）

自動車NOx・PM法に基づく対策地域内の、現況及び将来年度において二酸化窒素に係る環境基準の超過が予想される交差点等において、簡易測定を春季、夏季に実施し当該地点における状況を把握した。

調査地点：5交差点×4隅 調査回数：1週間×2回 調査項目：窒素酸化物、二酸化窒素

2. 3 研修指導

1) 共通

年月日	内 容	対象者	人 員	場 所	担当職員
2018.8.3	新医師臨床研修	新任医師（伊勢赤十字病院）	1 名	保健環境研究所	疫学研究課（山本） 微生物研究課（赤地）
8.20－8.24	インターンシップ	鈴鹿工業高等専門学校生	2 名	保健環境研究所	微生物研究課（赤地） 衛生研究課（吉村・森）
9.5	新医師臨床研修	新任医師（桑名市総合医療センター、いなべ総合病院）	3 名	保健環境研究所	疫学研究課（山本） 微生物研究課（赤地）
9.18－9.21 9.25	インターンシップ	鈴鹿工業高等専門学校生	2 名	保健環境研究所	資源循環研究課（全員） 環境研究課（全員）
10.5	新医師臨床研修	新任医師（桑名市総合医療センター、いなべ総合病院）	3 名	保健環境研究所	疫学研究課（山本） 微生物研究課（赤地）
10.22	新医師臨床研修	新任医師（鈴鹿回生病院）	1 名	保健環境研究所	疫学研究課（山本） 微生物研究課（赤地）
10.29	施設見学実習	鈴鹿医療科学大学薬学部	41 名	保健環境研究所	各 課
11.9	新医師臨床研修	新任医師（桑名市総合医療センター、いなべ総合病院）	3 名	保健環境研究所	疫学研究課（山本） 微生物研究課（赤地）
2019.2.4	新医師臨床研修	新任医師（鈴鹿回生病院）	1 名	保健環境研究所	疫学研究課（山本） 微生物研究課（赤地）
2.25	新医師臨床研修	新任医師（鈴鹿回生病院）	1 名	保健環境研究所	疫学研究課（山本） 微生物研究課（赤地）

3.1	新医師臨床研修	新任医師（伊勢赤十字病院）	2 名	保健環境研究所	疫学研究課（山本） 微生物研究課（赤地）
-----	---------	---------------	-----	---------	-------------------------

2）疫学研究課

年月日	内 容	対象者	人 員	場 所	担当職員
2018.5.16	獣医疫学に係る統計解析研修会	家畜保健所職員	14 名	中央家畜保健衛生所	山本
7.25	さっちみえ（三重県感染症情報センター）について	保育園・市町保育課の保育士等	45 名	三重県庁	岩出
8.22	さっちみえ（三重県感染症情報センター）について	学校・幼稚園・教育委員会の養護教員等	34 名	三重県庁	岩出
12.5	食中毒対応研修（応用編）	食品衛生監視員	4 名	三重県庁	山本
2019.2.1	行政が行う食品衛生検査と食品由来感染症の疫学	大学生	28 名	石川県立大学	岩出
3.19	精度管理の必要性	保健環境研究所研究員	12 名	保健環境研究所	山本

3）微生物研究課

年月日	内 容	対象者	人 員	場 所	担当職員
2018.4.18	ゆうパック梱包研修	保健所職員	15 名	三重県庁	矢野
4.19	紀南地域感染症対策協議会(三重県におけるダニ媒介性感染症発生状況, 2017/18 シーズンのインフルエンザ流行(三重県))	紀南地域感染症対策協議会員	20 名	熊野保健所	赤地, 矢野
5.23	リアルタイム PCR 研修（インフルエンザウイルス）	三重病院医師	1 名	保健環境研究所	矢野

6.4	出前トーク (節足動物由来感染症)	JR 職員	50 名	JR 多気	赤地
7.26	出前トーク (節足動物由来感染症)	一般県民	40 名	磯部生涯学習センター	赤地

4) 衛生研究課

年月日	内 容	対象者	人 員	場 所	担当職員
2018.4.12	出前トーク (三重県の温泉について)	一般県民	42 名	津市	森
5.20	第 83 回日本温泉気候物理医学会総会・学術集会	研究者・医師	150 名	鹿児島県	森
6.29	四日市大学 地域環境論	四日市大学学生 一般県民	30 名	四日市市	森
7.14	出前トーク (三重県の温泉について)	一般県民	59 名	四日市市	森
9.22	三重大学 公開講座	一般県民	50 名	津市	森
11.22	出前トーク (三重県の温泉について)	一般県民	84 名	度会町	森

5) 資源循環研究課

年月日	内 容	対象者	人 員	場 所	担当職員
2018.4.10	平成30年度廃棄物監視・指導課職員等オリエンテーション	行政担当者	26名	三重県庁	奥山、坂口
4.23	水質担当者連絡会議	行政担当者	14名	三重県庁	有富、近藤、立野

6) 環境研究課

年月日	内 容	対象者	人 員	場 所	担当職員
2018.7.13	・伊勢湾再生（四日市大学共同研究） ・PM2.5発生源推定研究（Ⅱ型）	学生、一般県民	50名	四日市大学	国分
8.24	行政インターンシップ	学生	1名	保健環境研究所	小川、寺本

2019.1.20	・伊勢湾再生（四日市大学共同研究） ・PM_{2.5}発生源推定研究（Ⅱ型）	一般県民	30名	四日市港管理組合ポートビル	国分
-----------	---	------	-----	---------------	----

2. 4 情報の収集・解析・提供

1) 三重県感染症情報センター（疫学研究課）

国の感染症発生動向調査事業実施要綱に基づき、県内すべての医療機関から直ちに届出される 1 類感染症～4 類感染症（63 疾患で、平成 18 年 12 月 8 日付で交付された感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律（以下感染症法）の一部を改正する法律に基づき、平成 19 年 4 月 1 日から結核を含む）、県内すべての医療機関から 7 日以内に届出される 5 類感染症（24 疾患、侵襲性髄膜炎菌感染症及び風疹・麻疹は、直ちに）、県内の指定届出機関（定点医療機関）から週単位で届出される 5 類感染症（17 疾患）、月単位で届出される 5 類感染症（7 疾患）、新型インフルエンザ等感染症（2 疾患）及び指定感染症（現在なし）、疑似症（2 疾患）合計 115 種類の患者発生情報を収集・解析し、週報、月報、年報等として提供した。特に平成 21 年 4 月以降に発生した新型インフルエンザ（後にインフルエンザウイルス AH1N1pdm09）の流行に際しては、三重県新型インフルエンザ対策行動計画に基づく各種サーベイランスを行うとともに、迅速な情報収集・解析・提供に努めた。

また、三重県独自の感染症発生動向調査事業として、平成 15 年 1 月から、小児科定点の協力によりマイコプラズマ肺炎、クラミジア肺炎、RS ウイルス性細気管支炎（平成 15 年 11 月 5 日付で施行された感染症法の一部を改正する法律に基づき、県独自の調査対象疾患から国の感染症発生動向調査事業実施要綱に基づく調査対象疾患に移行）の患者発生動向調査を実施するとともに、インフルエンザ定点の協力により迅速診断キットによる病原体診断の実施状況調査を行っている。平成 28 年以降では、平成 28 年 2 月に 4 類感染症に「ジカウイルス感染症」が追加された。

（1）患者情報の収集・解析

1～5 類感染症等の 115 疾患、三重県独自の小児科定点把握対象 2 疾患（マイコプラズマ肺炎、クラミジア肺炎）の患者発生情報等を収集し、厚生労働省（国立感染症研究所感染症疫学センター）にオンライン報告するとともに、これらのデータをエクセルデータに変換したのち、クロス集計、時系列解析、地理的解析等を行った。

（2）患者情報の提供

前記により収集・解析した感染症及び結核の患者情報、並びに当研究所微生物研究課による病原体検出情報を三重県感染症情報センターホームページで提供・公開するとともに、県・地区医師会（会員）、指定医療機関、一般医療機関等に感染症情報メーリングリスト、同 e-メールにより情報提供を行った。また、県医師会報（月刊誌）に情報投稿を行った。

（3）三重県感染症発生動向調査企画委員会の開催

感染症発生動向調査事業等の効果的・効率的な推進を図るため、平成 30 年 5 月及び 10 月に「三重県感染症発生動向調査企画委員会」を開催し、平成 29 年～30 年における感染症の患者発生状況及び病原体検出状況、並びに結核患者発生状況等の検討を行った。

2. 5 品質マネジメントシステム運用の経過と現状

当研究所食品衛生検査部門においては、食品衛生法に基づく GLP 基準及び ISO9002:1994 版国際規格に適合する品質システムを構築し、平成 12 年 12 月 22 日付けで（財）日本品質保証機構（JQA）の認証登録を受けた。また、同月 15 日付けで ISO9001:2000 版の新規格が発効したため、平成 13 年 4 月からシステムの再構築に着手し、平成 14 年 1 月 1 日付けで新システムの運用を開始し、同年 8 月 2 日付けで ISO9001:2000 版規格に基づく移行認証登録を受けた。新システムは、①顧客重視、②経営者のリーダーシップ、③関係職員の参画、④プロセスアプローチによる資源の運用管理、⑤システムアプローチによるマネジメント、⑥継続的なパフォーマンス改善、⑦事実に基づく意思決定へのアプローチ、⑧供給者との互惠関係の確保・維持の 8 原則を柱とし、PDCA

(Plan-Do-Check-Action) サイクルを廻転させることにより継続的改善が図られるものである。

平成 20 年 11 月 15 日には、ISO9001:2008 版が発効された。2008 年改訂版の規格要求事項には基本的な変更はないが、2000 年版の「要求事項の明確化」、「公式解釈を必要とするような曖昧さの除去」、「ISO14000 との整合性の向上」が行われた。本システムの品質方針は、「適正で信頼性の高い食品衛生検査を通じて、顧客の信頼と満足を得るとともに、公衆衛生の向上に寄与する」であり、これを実現するため、毎年度、具体的な品質目標並びに品質目標値及び重点施策を策定し、適切な品質活動と、顧客重視の視点等からのシステムの継続的改善に取り組んできた。

なお、平成 12 年度の認証以降平成 25 年度まで 6 月及び 12 月に定期（継続）審査を受け、当所の ISO システムが基準に適合していることが、確認できている。

このように認証から 13 年が経過し、多くの経験とノウハウを蓄積することができたことで、審査機関の介在がなくとも独自で運用が可能と判断し、平成 26 年度に ISO9001 システムの認証の継続を終了した。

地方衛生研究所をはじめとする県の食品衛生検査機関では、平成 10 年度からすべての食品検査について試験検査業務の適正管理運営基準（GLP）に基づく検査を行っているが、ISO で培ったノウハウを維持させながら、GLP の内部監査を実施している。

また、平成 24 年からは、PIC/S（医薬品査察協定及び医薬品査察協同スキーム）に係る公的認定試験検査機関として認定され、試験検査委託先からの適合性調査（毎年）を受けるとともに、平成 28 年 2 月 17 日には PMDA（医薬品医療機器総合機構）の査察を受けた。

さらに、感染症法（感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律）に基づく感染症の患者等の検体又は感染症の病原体の検査については、検査の信頼性を確保するための実施体制等が規定され、「検査施設における病原体等検査の業務管理要領」が平成 28 年 4 月 1 日より施行されることとなり、平成 28 年度から外部精度管理事業に参加し精度管理に取り組み、さらに平成 30 年 4 月 2 日より「三重県保健環境研究所病原体等に検査に係る業務管理要綱」を作成し施行した。

このようにして、食品衛生検査、医薬品等における検査、病原体等の検査を水平展開させ、信頼性確保部門として精度管理に努め検査精度の維持・向上に繋げていくこととしている。

3 学会報告

3. 1 疫学研究課

- 1) 山本昌宏：三重県独自の調査様式による性感染症サーベイランス検査結果について，平成30年度地研協議会東海・北陸支部保健情報疫学部会（2018.10.11-12 名古屋市）.

3. 2 微生物研究課

- 1) 赤地重宏，楠原 一：三重県における日本脳炎抗体保有状況調査，平成30年度獣医学術近畿地区学会（2018.10.14 大阪府）.
- 2) 矢野拓弥：三重県におけるインフルエンザ非流行期に分離された AH3 亜型インフルエンザウイルスの遺伝子系統樹解析(2012/13～2017/18 シーズン)-流行ウイルスとの相関性および動向調査に関する考察-，第71回三重県公衆衛生学会（2019.1.18 三重県）.
- 3) 松村義晴，赤地重宏，矢野拓弥：インフルエンザ非流行期および流行期に分離された AH3 亜型インフルエンザウイルスの Hemagglutinin 遺伝子の相関性について，第48回東海乳酸菌研究会研究報告（2019.2.9 愛知県）.
- 4) 矢野拓弥：三重県におけるインフルエンザの流行状況（2018/19 シーズン），地方衛生研究所協議会東海・北陸支部微生物部会（2019.3.7-8 福井県）.
- 5) 楠原 一：三重県における2018年感染症発生動向調査結果について，地方衛生研究所協議会東海・北陸支部微生物部会（2019.3.7-8 福井県）.
- 6) 小林章人：三重県における2018年食中毒発生状況および腸管系病原細菌検出状況，地方衛生研究所協議会東海・北陸支部微生物部（2019.3.7-8 福井県）.
- 7) 楠原 一：ノロウイルス GIV が検出された事例について，地方衛生研究所協議会東海・北陸支部微生物部会（2019.3.7-8 福井県）.

3. 3 衛生研究課

- 1) 森 康則，出口 晃¹⁾，美和千尋²⁾，島崎博也¹⁾，中村毅¹⁾，濱口真帆，一色 博：放射能泉を利用した熱気浴が深部体温，皮膚血流量，主観的感情に与える影響，第83回日本温泉気候物理医学会総会・学術集会(2018.5.19 鹿児島市)

1) 小山田記念温泉病院

2) 愛知医療学院短期大学

- 2) 浅井理香，濱口真帆，川邊揚一郎，勝矢晃治，林 克弘：収去検査における試験対応について（2017年度），平成30年第1回度食品衛生監視員研修会(2018.7.6 津市）.
 - 3) 森 康則，西 智広，吉村英基：海岸直近で掘削された井戸の現世海水混合の判定-水素・酸素同位体比・地下水位・溶存成分の変化から-，第71回日本温泉科学大会（2018.9.6 大分県）.
 - 4) 森 康則：地方衛生研究所が進める行政科学としての地球化学・温泉科学，2018年度日本地球化学会年会（2018.9.12 沖縄県）
 - 5) 竹内 浩，清水美緒¹⁾，佐藤 誠²⁾，林 克弘，吉村英基，松村義晴：食品に残留する防かび剤一斉分析法の検討，第51回東海薬剤師学術大会（2018.12.2 静岡県）
1) 三重県医療保健部ライフイノベーション課
2) 三重県桑名保健所
 - 6) 吉成知也¹⁾，小杉正樹²⁾，佐藤英子³⁾，七戸八重子⁴⁾，竹内 浩，谷口賢⁵⁾，藤吉智治⁶⁾，脇 ますみ⁷⁾，小西良子⁸⁾，大西貴弘¹⁾，工藤由紀子¹⁾：国内流通食品におけるステグリマトシスチンの汚染実態調査，日本マイコトキシシン学会第83回学術講演会（2019.1.11 川崎市）
1) 国立医薬品食品衛生研究所，2) (一財) 日本食品分析センター，3) 川崎市健康安全研究所，4) (一財) 日本食品検査，5) 名古屋市衛生研究所，6) (一財) 食品分析開発センターSUNATEC，7) 神奈川県衛生研究所，8) 麻布大
 - 7) 森 康則，西 智広，吉村英基：水素・酸素安定同位体比等を用いた海岸直近井戸の温泉適否判定，平成30年度地方衛生研究所全国協議会東海・北陸支部衛生化学部会（2019.1.31 岐阜市）
 - 8) 竹内 浩，清水美緒¹⁾，佐藤 誠²⁾，林 克弘，吉村英基，松村義晴：輸入果実に残留する防かび剤一斉分析法の検討，三重県薬剤師学術フォーラム2019（2019.3.10 鈴鹿市）
1) 三重県医療保健部ライフイノベーション課
2) 三重県桑名保健所
- #### 3. 4 資源循環研究課
- 1) 前川明弘¹⁾，市川幸治¹⁾，松浦真也¹⁾，奥山幸俊，坂口貴啓：木質バイオマス焼却灰を混入したモルタル硬化体の各種特性に関する基礎的研究，第29回廃棄物資源循環学会研究発表会

(2018.9.12-14 愛知県名古屋市).

1) 三重県工業研究所

3. 5 環境研究課

1) 梅津貴史¹⁾, 吉田 勤²⁾, 北見康子³⁾, 飯島史周⁴⁾, 梅田真希⁵⁾, 長谷川就一⁶⁾, 堀本泰秀⁷⁾, 武田麻由子⁸⁾, 木戸瑞佳⁹⁾, 牧野雅英¹⁰⁾, 山神真紀子¹¹⁾, 寺本佳宏, 森 育子¹²⁾, 中坪良平¹³⁾, 高林愛¹⁴⁾, 金津雅紀¹⁵⁾, 力 寿雄¹⁶⁾, 岡田真由¹⁷⁾, 松本弘子¹⁸⁾, 菅田誠治¹⁹⁾: 2017 年 5 月における PM_{2.5} 高濃度事例の解析①, 第 59 回大気環境学会年会 (2018.9.12-14 福岡県春日市).

1) 山形県環境科学センター, 2) 札幌市衛生研究所, 3) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター, 4) 栃木県保健環境センター, 5) 群馬県衛生環境研究所, 6) 埼玉県環境科学国際センター, 7) 千葉県環境研究センター, 8) 神奈川県環境科学センター, 9) 富山県環境科学センター, 10) 石川県保健環境センター, 11) 名古屋市環境科学調査センター, 12) 大阪府立環境農林水産総合研究所, 13) 兵庫県環境研究センター, 14) 奈良県景観・環境総合センター, 15) 島根県保健環境科学研究所, 16) 福岡県保健環境研究所, 17) 北九州市保健環境研究所, 18) 福岡市保健環境研究所, 19) 国立環境研究所

2) 森 育子¹⁾, 梅津貴史²⁾, 木戸瑞佳³⁾, 牧野雅英⁴⁾, 石川千晶⁵⁾, 北見康子⁶⁾, 飯島史周⁷⁾, 梅田真希⁸⁾, 長谷川就一⁹⁾, 堀本泰秀¹⁰⁾, 武田麻由子¹¹⁾, 中込和徳¹²⁾, 西山 亨, 中坪良平¹³⁾, 高林愛¹⁴⁾, 久恒邦裕¹⁵⁾, 金津雅紀¹⁶⁾, 山村由貴¹⁷⁾, 山口真一¹⁸⁾, 菅田誠治¹⁹⁾: 2017 年 5 月における PM_{2.5} 高濃度事例の解析②, 第 59 回大気環境学会年会 (2018.9.12-14 福岡県春日市).

1) 大阪府立環境農林水産総合研究所, 2) 山形県環境科学センター, 3) 富山県環境科学センター, 4) 石川県保健環境センター, 5) 仙台市衛生研究所, 6) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター, 7) 栃木県保健環境センター, 8) 群馬県衛生環境研究所, 9) 埼玉県環境科学国際センター, 10) 千葉県環境研究センター, 11) 神奈川県環境科学センター, 12) 長野県環境保全研究所, 13) 兵庫県環境研究センター, 14) 奈良県景観・環境総合センター, 15) 名古屋市環境科学調査センター, 16) 島根県保健環境科学研究所, 17) 福岡県保健環境研究所, 18) 北九州市保健環境研究所, 19) 国立環境研究所

3) 梅田真希¹⁾, 吉田 勤²⁾, 北見康子³⁾, 飯島史周⁴⁾, 長谷川就一⁵⁾, 堀本泰秀⁶⁾, 木戸瑞佳⁷⁾, 牧野雅英⁸⁾, 池盛文数⁹⁾, 西山 亨, 高林愛¹⁰⁾, 西村理恵¹¹⁾, 中坪良平¹²⁾, 金津雅紀¹³⁾,

中川修平¹⁴⁾, 中村悦子¹⁵⁾, 土肥正敬¹⁶⁾, 菅田誠治¹⁷⁾: 2017 年 11 月における PM_{2.5} 高濃度事例の解析①, 第 59 回大気環境学会年会 (2018.9.12-14 福岡県春日市).

1) 群馬県衛生環境研究所, 2) 札幌市衛生研究所, 3) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター, 4) 栃木県保健環境センター, 5) 埼玉県環境科学国際センター, 6) 千葉県環境研究センター, 7) 富山県環境科学センター, 8) 石川県保健環境センター, 9) 名古屋市環境科学調査センター, 10) 奈良県景観・環境総合センター, 11) 大阪府立環境農林水産総合研究所, 12) 兵庫県環境研究センター, 13) 島根県保健環境科学研究所, 14) 福岡県保健環境研究所, 16) 北九州市保健環境研究所, 17) 長崎県北振興局, 18) 国立環境研究所

4) 寺本佳宏, 北見康子¹⁾, 梅田真希²⁾, 長谷川就一³⁾, 石井克巳⁴⁾, 久恒邦裕⁵⁾, 西村理恵⁶⁾, 高林愛⁷⁾, 中坪良平⁸⁾, 金津雅紀⁹⁾, 中川修平¹⁰⁾, 菅田誠治¹¹⁾: 2017 年 11 月における PM_{2.5} 高濃度事例の解析②, 第 59 回大気環境学会年会 (2018.9.12-14 福岡県春日市).

1) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター, 2) 群馬県衛生環境研究所, 3) 埼玉県環境科学国際センター, 4) 千葉県環境研究センター, 5) 名古屋市環境科学調査センター, 6) 大阪府立環境農林水産総合研究所, 7) 奈良県景観・環境総合センター, 8) 兵庫県環境研究センター, 9) 島根県保健環境科学研究所, 10) 福岡県保健環境研究所, 11) 国立環境研究所

5) 堀本泰秀¹⁾, 石川千晶²⁾, 北見康子³⁾, 熊谷貴美代⁴⁾, 長谷川就一⁵⁾, 木戸瑞佳⁶⁾, 山神真紀子⁷⁾, 西山 亨, 森 育子⁸⁾, 中坪良平⁹⁾, 金津雅紀¹⁰⁾, 山村由貴¹¹⁾, 菅田誠治¹²⁾: 2017 年 12 月における PM_{2.5} 高濃度事例の解析, 第 59 回大気環境学会年会 (2018.9.12-14 福岡県春日市).

1) 千葉県環境研究センター, 2) 仙台市衛生研究所, 3) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター, 4) 群馬県衛生環境研究所, 5) 埼玉県環境科学国際センター, 6) 富山県環境科学センター, 7) 名古屋市環境科学調査センター, 8) 大阪府立環境農林水産総合研究所, 9) 兵庫県環境研究センター, 10) 島根県保健環境科学研究所, 11) 福岡県保健環境研究所, 12) 国立環境研究所

6) 山村由貴¹⁾, 松本弘子²⁾, 山口新一³⁾, 金津雅紀⁴⁾, 中坪良平⁵⁾, 山本真緒⁶⁾, 西村理恵⁷⁾, 寺本佳宏, 池森文数⁸⁾, 木戸瑞佳⁹⁾, 石井克巳¹⁰⁾, 長谷川就一¹¹⁾, 熊谷貴美代¹²⁾, 飯島史周¹³⁾, 北見康子¹⁴⁾, 石川千晶¹⁵⁾, 梅津貴史¹⁶⁾,

菅田誠治¹⁷⁾：2018年3月におけるPM_{2.5}高濃度事例の解析，第59回大気環境学会年会（2018.9.12-14 福岡県春日市）。

1) 福岡県保健環境研究所，2) 福岡市保健環境研究所，3) 北九州市保健環境研究所，4) 島根県保健環境科学研究所，5) 兵庫県環境研究センター，6) 奈良県景観・環境総合センター，7) 大阪府立環境農林水産総合研究所，8) 名古屋市環境科学調査センター，9) 富山県環境科学センター，10) 千葉県環境研究センター，11) 埼玉県環境科学国際センター，12) 群馬県衛生環境研究所，13) 栃木県保健環境センター，14) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター，15) 仙台市衛生研究所，16) 山形県環境科学研究所，17) 国立環境研究所

7) 池森文数¹⁾，熊谷貴美代²⁾，石川千晶³⁾，梅津貴史⁴⁾，北見康子⁵⁾，飯島史周⁶⁾，長谷川就一⁷⁾，石井克巳⁸⁾，齊藤信治⁹⁾，木戸瑞佳¹⁰⁾，寺本佳宏，山本真緒¹¹⁾，西村理恵¹²⁾，中坪良平¹³⁾，金津雅紀¹⁴⁾，中川修平¹⁵⁾，藍川昌秀¹⁶⁾，菅田誠治¹⁷⁾：2018年3月におけるPM_{2.5}高濃度事例の有機トレーサー成分の地域特性，第59回大気環境学会年会（2018.9.12-14 福岡県春日市）。

1) 名古屋市環境科学調査センター，2) 群馬県衛生環境研究所，3) 仙台市衛生研究所，4) 山形県環境科学研究所，5) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター，6) 栃木県保健環境センター，7) 埼玉県環境科学国際センター，8) 千葉県環境研究センター，9) 東京都環境科学研究所，10) 富山県環境科学センター，11) 奈良県景観・環境総合センター，12) 大阪府立環境農林水産総合研究所，13) 兵庫県環境研究センター，14) 島根県保健環境科学研究所，15) 福岡県保健環境研究所，16) 北九州市立大学，17) 国立環境研究所

8) 西村理恵¹⁾，熊谷貴美代²⁾，池盛文数³⁾，梅津貴史⁴⁾，阿部敦子⁵⁾，武田麻由子⁶⁾，寺本佳宏，平澤幸代⁷⁾，阪井裕貴⁸⁾，吉田天平⁹⁾，浅川大地¹⁰⁾，中川修平¹¹⁾，菅田誠治¹²⁾：PM_{2.5}中レボグルコサン濃度分布とバイオマス燃焼の影響評価-西日本，第59回大気環境学会年会（2018.9.12-14 福岡県春日市）。

1) 大阪府立環境農林水産総合研究所，2) 群馬県衛生環境研究所，3) 名古屋市環境科学調査センター，4) 山形県環境科学研究所，5) 札幌市衛生研究所，6) 神奈川県環境科学センター，7) 京都府保健環境研究所，8) 奈良県景観・環境総合センター，9) 和歌山県環境衛生研究センター，10) 大阪市立環境科学研究所，11) 福岡県保健環境研究所，12) 国立環境研究所

9) 熊谷貴美代¹⁾，西村理恵²⁾，梅津貴史³⁾，阿部敦子⁴⁾，武田麻由子⁵⁾，西山 亨，平澤幸代⁶⁾，阪井裕貴⁷⁾，吉田天平⁸⁾，池盛文数⁹⁾，浅川大地¹⁰⁾，中川修平¹¹⁾，菅田誠治¹²⁾：PM_{2.5}中レボグルコサン濃度分布とバイオマス燃焼の影響評価-東日本，第59回大気環境学会年会（2018.9.12-14 福岡県春日市）。

1) 群馬県衛生環境研究所，2) 大阪府立環境農林水産総合研究所，3) 山形県環境科学研究所，4) 札幌市衛生研究所，5) 神奈川県環境科学センター，6) 京都府保健環境研究所，7) 奈良県景観・環境総合センター，8) 和歌山県環境衛生研究センター，9) 名古屋市環境科学調査センター，10) 大阪市立環境科学研究所，11) 福岡県保健環境研究所，12) 国立環境研究所

10) 久恒邦裕¹⁾，堀江洋佑²⁾，西山 亨，北岡宏道³⁾，宮野高光⁴⁾，石飛博之⁵⁾，船越吾朗⁵⁾：全国酸性雨調査（101）-湿性沈着-，第59回大気環境学会年会（2018.9.12-14 福岡県春日市）。

1) 名古屋市環境科学調査センター，2) 兵庫県環境研究センター，3) 熊本県保健環境科学研究所，4) 広島市衛生研究所，5) 徳島県立保健製薬環境センター，5) 環境省

11) 佐藤邦彦，立野雄也，奥山幸俊，坂口貴啓，近藤笑加，肴倉宏史¹⁾：木質バイオマス焼却灰の再生利用に係る安全性についての基礎的調査研究，第29回廃棄物資源循環学会研究発表会（2018.9.12-14 愛知県名古屋市）。

1) 国立環境研究所

12) Hideki KOKUBU, Yuichi ISHII¹⁾, Hajime Miyazaki²⁾, Toru YABE³⁾：Estimation of Carbon Storage in Sea Grass and Intertidal Zone in ISE Bay, Toward A Blue Carbon Evaluation, EMECS12 (2018.11.4-8 Pattaya Thailand) 1) Tokyo Metropolitan Research Institute for Environmental Protection, 2) Hyogo Prefectural Institute of Environmental Sciences, 3) National Institute for Environmental Studies

13) 国分秀樹，羽生和弘¹⁾：アサリの生活史における伊勢湾奥部港湾区域の重要性，第65回海岸工学講演会（2018.11.14-16 鳥取県鳥取市）。

1) 三重県水産研究所

14) 遠藤 徹¹⁾，嶋野 純平¹⁾，池永 健二¹⁾，国分秀樹，DICの空間分布調査による大阪湾，播磨灘および英虞湾のCO₂フラックスの評価，第65回海岸工学講演会（2018.11.14-16 鳥取県鳥取市）。1) 大阪市立大学

15) 永尾 謙太郎¹⁾，国分 秀樹，中村 由行²⁾，

- 荒居 博之¹⁾，中西 靖裕³⁾，沿岸遊休地の干潟再生による貧酸素水塊の改善効果の推定，第 65 回海岸工学講演会（2018.11.14-16 鳥取県鳥取市）． 1) いであ株式会社， 2) 横浜国立大学， 3) 環境省
- 1 6) 佐来栄治：n-ヘキサン（水質、底質）の分析法，平成 30 年度化学物質環境実態調査環境化学セミナー（2019.1.21-22 東京都墨田区）．
- 1 7) 国分秀樹，石井裕一¹⁾，宮崎一²⁾，矢部徹³⁾：伊勢湾内干潟アマモ場における炭素貯留量の評価，2019 第 34 回全環研交流シンポジウム（2019.2.14-15 茨城県つくば市）．
- 1) 東京都環境科学研究所， 2) 兵庫県環境研究センター， 3) 国立環境研究所

4 他誌掲載論文

4. 1 微生物研究課

1) 三重県における日本脳炎抗体保有状況調査

赤地重宏¹⁾, 楠原 一¹⁾

¹⁾ 三重県保健環境研究所

三重県獣医師会報 しろちどり, 35, 13-14, 2018.

【要旨】

日本脳炎はコガタアカイエカによって媒介される, ヒト, ブタ, 蚊間の共通感染症である. 日本においてはワクチンの普及により患者は激減しているものの, 依然として公衆衛生上重要な疾病の1つとなっている. 当県では日本脳炎の動態調査を目的とし, 感染症流行予測調査事業により平成11年より三重県産ブタにおける夏期の日本脳炎抗体の保有状況調査を, 平成19年より日本脳炎ヒト抗体の保有状況調査を実施している. そこで, これら結果から日本脳炎ウイルスの動態を探るとともにヒトの感染リスクについて検討した. 検査材料には感染症流行予測調査事業に基づき, と殺時に採材された県内産ブタ血清および県内病院にて採材された健常ヒト血清を用いた. 抗体検査はブタ血清については日本脳炎 CF・HA 抗原「生研」(JaGAr#01)を用いた HI 法, ヒト血清については国立感染症研究所より提唱された Beijing 株を用いたフォーカス計数法により測定した. ブタにおける抗体価については, 多くは7月中旬に HI 抗体が検出され, 同時期あるいはやや遅れて 2ME 感受性抗体が検出される傾向にあった. よって, 三重県下においては毎年7~8月に日本脳炎ウイルス保有蚊が存在しているものと推定されたが, 夏期に抗体が検出されなかった年も存在した. ヒトにおける抗体価については10倍以上の抗体価を有するものを抗体保有と判定した結果, 三重県では年ごとのワクチン接種率は59.7~77.7%, 抗体保有率が51.5~66.3%であった. また, ワクチン未接種者の中で抗体保有者が過去10年間で5.9~27.4%存在し, 日本脳炎発生のリスクが三重県において依然として存在することが示唆された. 日本脳炎はヒトにおいてはワクチン接種により予防されているものの, 日本脳炎患者は三重県内で平成17年, 22年, 25年にそれぞれ1名が報告されており, いずれも60歳以上であったことから, 中年~高齢層においてワクチンの追加接種等による抗体付与の必要性が伺われた. また, ヒト抗体の調査結果から, ワクチン未接種者において高い日本脳炎ウイルス中和抗体価を示す年が認められ, それらの年は県内産ブタの日本脳炎ウイルス抗体保有率が高い傾向にあった. したがって, ブタ抗体の測定による日本脳炎注意喚起はヒト日本脳炎予防等に関し有用と考えられた.

2) 新規抗インフルエンザ薬パロキサビル未投与患者からのパロキサビル耐性変異ウイルスの検出

高下恵美¹⁾, 小川理恵¹⁾, 森田博子¹⁾, 藤崎誠一郎¹⁾, 白倉雅之¹⁾, 三浦秀佳¹⁾, 中村一哉¹⁾, 岸田典子¹⁾, 桑原朋子¹⁾, 秋元未来¹⁾, 佐藤 彩¹⁾, 菅原裕美¹⁾, 渡邊真治¹⁾, 小田切孝人¹⁾, 矢野拓弥²⁾, 赤地重宏²⁾, 松村義晴²⁾, 落合 仁³⁾, 川上千春⁴⁾, 清水耕平⁴⁾, 小澤広規⁴⁾, 宇宿秀三⁴⁾, 田中伸子⁴⁾, 大久保一郎⁴⁾, 太田 陽⁵⁾, 富樫勇人⁵⁾, 田中文子⁵⁾, 齋藤綾子⁶⁾, 市川正孝⁷⁾, 三田村敬子⁸⁾, 安倍 隆⁹⁾, 山崎雅彦¹⁰⁾

¹⁾ 国立感染症研究所インフルエンザウイルス研究センター, ²⁾ 三重県保健環境研究所, ³⁾ 落合小児科医院, ⁴⁾ 横浜市衛生研究所, ⁵⁾ 済生会横浜市南部病院小児科, ⁶⁾ さいとう小児科, ⁷⁾ 市川こどもクリニック, ⁸⁾ 公益財団法人ライフ・エクステンション研究所附属永寿総合病院, ⁹⁾ あべこどもクリニック, ¹⁰⁾ 座間小児科診療所

病原微生物検出情報誌, 40 67-69, 2019.

【要旨】

2018年11月に三重県保健環境研究所において, 12歳の小児から PA I38T 耐性変異ウイルス(A/三重/41/2018)が検出された. 患者は散発例で発症翌日に医療機関を受診し, インフルエンザと診断された. 検体採取前に抗インフルエンザ薬の投与を受けておらず, パロキサビル未投与例であった.

2019年1月には横浜市衛生研究所において, インフルエンザにより入院中の5歳と6歳の小児からそれぞれ PA I38T 耐性変異ウイルス(A/横浜/88/2019 および A/横浜/87/2019)が検出された.

2019年2月には国立感染症研究所において、生後8か月の乳児からPA I38T耐性変異ウイルス(A/神奈川/IC18141/2019)が検出された。検体採取前には抗インフルエンザ薬の投与を受けておらず、バロキサビル未投与例であったが、発症前日に兄がインフルエンザを発症しバロキサビルの投与を受けており、兄弟間での感染伝播の可能性がある。PA I38T耐性変異はバロキサビル投与に起因する変異であると考えられているため、上記3名のバロキサビル未投与患者から検出された3株のPA I38T耐性変異ウイルス(A/三重/41/2018, A/横浜/88/2018 および A/神奈川/IC18141/2019)は、バロキサビル投与患者から感染伝播した可能性が示唆される。バロキサビル耐性変異ウイルスの発生動向の把握は、国内のみならず世界的にも極めて重要な公衆衛生上の課題であり、国立感染症研究所と全国地方衛生研究所では引き続きバロキサビル耐性株サーベイランスを実施し、速やかに情報提供を行う予定である。

3) Detection of influenza A(H3N2) viruses exhibiting reduced susceptibility to the novel cap-dependent endonuclease inhibitor baloxavir in Japan, December 2018

Takashita E¹⁾, Kawakami C²⁾, Morita H¹⁾, Ogawa R¹⁾, Fujisaki S¹⁾, Shirakura M¹⁾, Miura H¹⁾, Nakamura K¹⁾, Kishida N¹⁾, Kuwahara T¹⁾, Mitamura K³⁾, Abe T⁴⁾, Ichikawa M⁵⁾, Yamazaki M⁶⁾, Watanabe S¹⁾, Odagiri T¹⁾, On Behalf Of The Influenza Virus Surveillance Group Of Japan⁷⁾.

¹⁾ Influenza Virus Research Center, National Institute of Infectious Diseases, Tokyo, Japan ,

²⁾ Yokohama City Institute of Public Health, Kanagawa, Japan ,³⁾ Eiju General Hospital, Tokyo, Japan,⁴⁾ Abe Children's Clinic, Kanagawa, Japan,⁵⁾ Ichikawa Children's Clinic, Kanagawa, Japan,⁶⁾ Zama Children's Clinic, Kanagawa, Japan ,⁷⁾ The members of the group are listed at the end of the article.

Euro Surveill. Jan;24(3). doi: 10.2807/1560-7917.ES.2019.24.3.1800698. 2019.

【Abstract】

The novel cap-dependent endonuclease inhibitor baloxavir marboxil was approved for the treatment of influenza virus infection in Japan in February 2018. Two influenza A(H3N2) viruses carrying an I38T substitution in the polymerase acidic subunit (PA) were detected in baloxavir-treated children in December 2018. This mutation is known to confer reduced susceptibility to baloxavir, and the two mutant viruses exhibited 76- and 120-fold reduced susceptibility to baloxavir

4. 2 衛生研究課

1) 三重県における温泉利用施設の浴槽水質検査結果から推測される温泉資源の利用状況と地域特性

森 康則¹⁾, 西 智広¹⁾, 川邊揚一郎¹⁾, 吉村英基¹⁾

¹⁾三重県保健環境研究所

温泉科学, 68, 13-24, 2018.

【要旨】

平成16年(2004年), 加水や加温, 入浴剤の添加, 循環ろ過の使用に関する表示義務を内容とする温泉法施行規則改正がなされたことを契機に, 平成17年(2005年)から三重県では, 温泉法第35条に基づく立入検査を強化し, 「温泉利用施設の浴槽水質検査等実施要領」を策定して, 温泉利用施設の浴槽水質を対象とした行政検査を継続している。検査開始から12年が経過した現在, これまでに蓄積された検査データをもとに, 三重県内の温泉利用状況やその地域特性を検討した。

同要領では, 浴槽水の対象成分濃度が源泉タンク水の濃度との乖離が著しい場合等, 通常の成分変動幅を超える何らかの要因(温泉法に基づく掲示のある加水は除く)の可能性が考えられる場合を「逸脱」として判定することを規定しており, このような場合には, 必要に応じて, 追加調査や行政指導を実施している。本研究で対象とする平成17年度(2005年度)から平成28年度(2016年度)の12年間に於いて, 226施設を対象に検査を実施し, うち69施設が「逸脱」と判定された。検査結果を地域区分別に検討したところ, 南勢志摩地域(伊勢市, 鳥羽市, 志摩市, 度会郡)は逸脱判定率が54%であ

ったのに対し、桑名地域（桑名市、いなべ市、桑名郡、員弁郡）では逸脱判定率が4%と、地域区分別で大きな差異が認められた。この差異の理由について検討したところ、南勢志摩地域に位置する温泉利用施設の多さに対し、同地域の温泉水の使用可能量が少ないことが遠因となっていることが推測された。加えて、南勢志摩地域は、付加体構造に代表される複数の断層系が発達した複雑な地質環境であるため、温泉資源の新規開発が容易ではなく、現状の温泉資源量の不足分を津地域からの運び湯によって供給を安定化している現状が窺われた。このような地域の実情や特性に考慮しながら、引き続き効果的な行政施策に努めていく必要がある。

2) 42℃入浴における体温と最高動脈血流速度の変化－温泉大浴槽入浴と家庭用浴槽入浴の比較－

島崎博也^{1),2)}, 水野圭祐²⁾, 水谷真康²⁾, 中村 毅²⁾, 前田一範²⁾, 出口 晃²⁾, 川村直人²⁾, 鈴木恵理³⁾, 美和千尋¹⁾, 森 康則⁴⁾

¹⁾鈴鹿医療科学大学, ²⁾小山田記念温泉病院, ³⁾三重県立総合医療センター, ⁴⁾三重県保健環境研究所

日本温泉気候物理医学会雑誌, **81**, 63-69, 2018.

【要旨】

温泉の効果の一つに温熱作用がある。この効果は体温を上昇させ、体温調節機能が作動し、血流量の増大を引き起こす。本研究では、これらの変化が、浴槽の大きさ、温泉の泉質によるものかを検討した。成人健常男性10名（平均年齢25.2歳）を対象として10分間42℃の入浴を実施した。実施は、大浴場（約1,700 L：アルカリ性単純温泉）と家庭浴槽（約300 L：温水、0.1%人工塩化物泉）を用いた。測定項目は、深部体温と最高動脈血流速度とし、それぞれの値を入浴中10分目、20分目、30分目で比較し、さらに各条件で前安静値からの変化を求めた。

入浴10分目で深部体温と最高動脈血流速度の上昇値は、大浴槽の温泉が家庭浴槽での値に比べ、有意な高値を示した。また、大浴場の温泉の深部体温は入浴3分目から有意に上昇した。後安静での深部体温は、大浴槽の温泉は15分間、家庭浴槽の人工塩化物泉は16分間、温水は13分間有意な上昇が維持された。温泉大浴槽の方が家庭浴槽に比べて、深部体温上昇、最高動脈血流速度が大きかったのは、大浴槽では豊富な湯量により湯温の下降を妨げ、家庭用浴槽での深部体温が継続されたのは、人工塩化物泉が体温上昇を維持させたと考えられる。

3) Relationship of daily hot water bathing at home and hot water spa bathing with underlying diseases in middle-aged and elderly ambulatory patients: a Japanese multicenter cross-sectional study

Hiroharu Kamioka¹⁾, Yasunori Mori²⁾, Katsutaro Nagata³⁾, Shigeaki Iwanaga⁴⁾, Masahiko Uzura⁵⁾, Satoru Yamaguchi⁶⁾

¹⁾ Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture, ²⁾ Mie Prefecture Health and Environment Research Institute, ³⁾ Chiyoda International Clinic, ⁴⁾ Iwanaga Ladies Clinic, ⁵⁾ Department of Emergency Medicine, Jikei University School of Medicine Kashiwa Hospital, ⁶⁾ Department of Oriental Medicine, Saitama Medical University

Complementary Therapies in Medicine, **43**, 232-239, 2019.

【Abstract】

The purpose of this study was to clarify the relationship of daily hot water bathing at home (DHW) and hot water spa bathing (HSPA) with the number of underlying diseases in middle-aged and elderly ambulatory patients.

We defined the number of underlying diseases as the main outcome and dependent (criterion) variable. The frequency and time of DHW and the frequency of HSPA were set as explanatory variables. Multiple logistic regression analysis was performed for each frequency and time, adjusted age and sex. Odds ratio (OR) and 95% confidence interval (95% CI) were calculated.

Among the 1,261 patients who participated, there was no significant difference in age between males (n=508, 72.8±6.8 years) and females (n=753, 73.5±6.9 years). There was also no significant age difference

between males (number of diseases: 2.7 ± 2.0 pts.) and females (number of diseases: 2.7 ± 2.1 pts.) in the occurrence of underlying diseases. Frequency and time of DHW were not associated with the occurrence of underlying diseases. However, compared with participants who utilized hot water spa at least once a week, the occurrence of underlying diseases was significantly associated with bathing frequency: one to three times per month (OR 2.72, 95% CI 1.63-4.52); twice or five times a year (OR 1.92, 95% CI 1.25-2.94).

In conclusion, lower frequency of HSPA was significantly associated with increased risk of the occurrence of underlying diseases in middle-aged and elderly ambulatory patients. However, the relationship between proactive use of hot water spa and patients' mental and physical support should be clarified by well-designed cohort studies.

4. 3 環境研究課

1) Estimation of Carbon Storage in Sea Grass and Intertidal Zone in ISE Bay, Toward A Blue Carbon Evaluation

Hideki KOKUBU¹⁾, Yuichi ISHII²⁾, Hajime Miyazaki³⁾, Toru YABE⁴⁾

¹⁾ Mie Prefecture Fisheries Research Institute, Shiroko 1-6277-4, Suzuka, Mie Japan.

²⁾ Tokyo Metropolitan Research Institute for Environmental Protection, 1-7-5 Shinsuna, Koutou-ku, Tokyo, Japan.

³⁾ Hyogo Prefectural Institute of Environmental Sciences, 3-1-18Yukihira-cho, Suma-ku, Kobe, Hyogo, Japan.

⁴⁾ National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki, Japan.

Proceedings of EMECS12, 2018.

【Abstract】

The carbon captured by living organisms in coastal area which called “Blue Carbon” is stored in the form of sediments from mangroves, salt marshes and seagrasses. These values are estimated approximately 55% of the fixed carbon by global photosynthesis. Because Japan is located in Island state, and places the sixth in the world's ranking of longest coast length, quantitative evaluation of the “Blue Carbon” as an ecosystem service which provided from coastal ecosystems are significant challenge. The organisms which live in the ecosystems around the tidal flat, seagrass and seaweed beds have a short life-span compared with living in the coral reef and mangroves. In these areas, the carbon fix and release were occurred at the same time, but the quantitative estimation of carbon storage has not studied enough.

In this study, the carbon storage in the tidal flat, sea grass and seaweed beds were estimated by field re-search and laboratory experiment. As the field research, biomass and necromass which contained in sediment and seawater were investigated in Ise Bay, Japan. As the laboratory experiment, the ratio of easily de-composable and persistent substances in biomass and necromass were estimated by long-term (100days) biodegradation test. Then these persistent substances were estimated as the “Blue Carbon”. The carbon storage in tidal flat and seagrass beds were estimated 29.5~35.7t-C/ha, 47.7~48.5t-C/ha respectively.

2) アサリの生活史における伊勢湾奥部港湾区域の重要性

国分 秀樹¹⁾, 羽生 和弘²⁾

¹⁾ 三重県保健環境研究所, ²⁾ 三重県水産研究所

土木学会論文集 B2(海岸工学), 74(2) I_1249-I_1254, 2018.

【要旨】

伊勢湾内の湾奥部に位置する名古屋港湾区域およびその周辺域を対象として、アサリの分布および浮遊幼生の調査を実施し、伊勢湾内のアサリ母貝場としての港湾区域の重要性について検討した。名古屋港内では水深 5m 以浅のエリアに殻長 20mm 以下の稚貝と殻長 20mm 以上の成貝が、木曽三川河口域では、潮間帯から最大水深 10m のエリアで主に稚貝の成育が確認でき、名古屋港内のアサリは大きく減少することなく生残成長した。また浮遊幼生の分布と周辺海域

のアサリ成貝の肥満度と生殖細胞の成熟度との比較により、伊勢湾奥部では、2017年7月と12月にアサリの産卵が行われていることが分かった。湾奥部の名古屋港港湾区域では、通年安定して約1000トン規模の資源量が維持されており、それらの産卵によって伊勢湾中南部へ浮遊幼生を供給する重要な母貝場として機能していることが推測された。

3) DICの空間分布調査による大阪湾、播磨灘および英虞湾のCO₂フラックスの評価

遠藤 徹¹⁾，嶋野 純平¹⁾，池永 健二¹⁾，国分 秀樹²⁾

¹⁾ 大阪市立大学，²⁾ 三重県保健環境研究所

土木学会論文集 B2(海岸工学)，74(2) I_1315-I_1320，2018.

【要旨】

大阪湾のCO₂吸収能を把握するため、環境特性の異なる大阪湾、播磨灘および英虞湾の3海域を対象にDICの空間分布調査を実施し、DICの分布特性を比較するとともに海面CO₂フラックスを評価した。外部負荷の影響を強く受ける大阪湾奥部では、植物プランクトンの現存量が多くDICは低かった。一方、養殖が盛んな英虞湾のDICは、底質の有機汚濁により全体的に高かった。また、日中は全海域で概ねCO₂の吸収源となっており、特に大阪湾は表層海水中のCO₂分圧が他海域と比べて小さく、他海域と比べて高いCO₂の吸収ポテンシャルを有していた。

DICとpHから炭酸化学理論に基づいてCO₂フラックスを求めた結果、大阪湾は春：12.6，秋：14.0 mg CO₂/m²/hr，播磨灘は春：3.7，秋：1.5 mg CO₂/m²/hr，英虞湾は秋：0.8 mg CO₂/m²/hrでCO₂を吸収しており、大阪湾のCO₂吸収量は、世界各地で報告されている沿岸海域の平均より高かった。

4) 沿岸遊休地の干潟再生による貧酸素水塊の改善効果の推定

永尾 謙太郎¹⁾，国分 秀樹²⁾，中村 由行³⁾，荒居 博之¹⁾，中西 靖裕⁴⁾

¹⁾ いであ株式会社，²⁾ 三重県保健環境研究所，³⁾ 横浜国立大学，⁴⁾ 環境省 水・大気環境局水環境課 閉鎖性海域対策室

土木学会論文集 B2(海岸工学)，74(2) I_1165-I_1170，2018.

【要旨】

日本の閉鎖性水域の沿岸には、かつては農地・工業用地に利用されていたが現在は遊休地となっている場所が少なくない。本研究では英虞湾を例にとり、数値シミュレーションモデルを用いて、沿岸遊休地の干潟再生による貧酸素水塊の改善効果を算定した。予測結果から英虞湾において現在遊休地となっているすべての箇所を干潟に再生した場合、枝湾内の貧酸素水塊の面積は約75%解消されることが明らかとなった。この貧酸素水塊の解消要因について、物理的および生物学的な視点から考察を行ったところ、貧酸素水塊の解消に最も効果的な現象は、遊休地への海水導入による湾内の水平方向の海水交換機能の改善であった。沿岸遊休地への海水導入による干潟再生は閉鎖性水域の貧酸素水塊の改善対策として非常に有効な手段であると考えられる。

II 研究報告

原 著

抗インフルエンザ薬バロキサビル マルボキシルに おける耐性変異を有する季節性A型インフルエンザ ウイルスの動向把握-三重県（2018/19 シーズン）

矢野拓弥，赤地重宏，松村義晴

**Epidemic trend of seasonal influenza A viruses with a baloxavir marboxil - resistant
mutation - Mie prefecture, Japan, (2018/19 season)**

Takuya YANO, Shigehiro AKACHI and Yoshiharu MATSUMURA

2018年10月から2019年4月までに三重県で分離されたA(H1N1)pdm09ウイルス（28株）およびA(H3N2)ウイルス（29株）について，新規の抗インフルエンザ薬であるバロキサビル マルボキシル（バロキサビル）に対する耐性変異の指標であるPolymerase acidic subunit（PA）遺伝子の38番目のアミノ酸配列解析を実施した．

2018年11月にバロキサビルの投薬歴がない小児患者から分離されたA(H3N2)ウイルス（1株）はPA I38T耐性変異を有していた．この患児はバロキサビル未投与であったことから，バロキサビルの投与により選択的に患者体内でPA I38T耐性変異ウイルスが増殖した可能性は否定された．本事例はPA I38T耐性変異ウイルスが，ヒトからヒトへ伝播した可能性を示唆している．

キーワード：抗インフルエンザ薬，バロキサビル マルボキシル，薬剤感受性試験，抗インフルエンザ薬耐性株サーベイランス

はじめに

我が国における抗インフルエンザ薬の消費量は世界随一で¹⁾，2017年10月～2018年3月の消費量は約1,397万人分であった²⁾．2008/09シーズンに，北欧を由来とするオセルタミビル耐性ウイルス（AH1N1ウイルス：Aソ連型）が急速に広がり，国内におけるオセルタミビル耐性ウイルスの検出割合は2007/08シーズンの2.6%から2008/09シーズンは99.6%へと大幅に増加に転じオセルタミビル耐性ウイルスの蔓延が明らかになった³⁾．これらの背景から薬剤耐性ウイルスの出現の際には治療薬剤の選択戦略が必要となるため，継続的な薬剤耐性ウイルスの動向把握が必要となる．

薬剤耐性ウイルスの動向について迅速な情報発信が医療機関や保健所等の関係機関から求められているなかで，国内では国立感染症研究所と

全国地方衛生研究所が共同でオセルタミビル，ザナミビル，ペラミビル，ラニナミビルおよびアマンタジンに対する抗インフルエンザ薬耐性株サーベイランスが実施され，全国の検出状況がWeb上で迅速に公開されている⁴⁾．さらに2018年3月より使用可能となった新規の抗インフルエンザ薬であるキャップ依存性エンドヌクレアーゼ阻害剤バロキサビル マルボキシル（バロキサビル；商品名ゾフルーザ）が2017/18シーズンより抗インフルエンザ薬耐性株サーベイランスに追加された⁵⁾．

2018年12月には横浜市においてバロキサビル投与後の患者2名から分離されたA(H3N2)ウイルスはバロキサビル耐性変異を有するウイルスであった．その後，三重県において遡り調査を実施したところ，2018年11月にバロキサビル未投与の

Table 1 Detection of A (H1N1)pdm09 virus with PA I38T/M/F resistance mutation - Mie Prefecture (2018/19 Season)

No.	Disease onset date			Specimen collection date			Age in years	Antiviral treatment	PA substitution (PA I38T/M/F)	Body temperature (°C)
1	2018	10	26	2018	10	29	2	No medication	I 38 I	39.8
2	2018	11	1	2018	11	2	9M	No medication	I 38 I	39.3
3	2018	11	4	2018	11	5	4	Unknown	I 38 I	37.9
4	2018	11	14	2018	11	5	9	Unknown	I 38 I	40.2
5	2018	11	4	2018	11	15	44	Unknown	I 38 I	39
6	2018	11	29	2018	11	29	4	Unknown	I 38 I	39.5
7	2018	11	29	2018	11	30	6	Unknown	I 38 I	39.3
8	2018	12	2	2018	12	3	6	Unknown	I 38 I	39.1
9	2018	12	3	2018	12	4	9	Unknown	I 38 I	37.8
10	2018	12	3	2018	12	4	7	Unknown	I 38 I	39
11	2018	12	7	2018	12	7	10	Unknown	I 38 I	39
12	2018	12	5	2018	12	5	7	Unknown	I 38 I	39.6
13	2018	12	6	2018	12	7	6	Unknown	I 38 I	39.7
14	2018	12	18	2018	12	19	8	Unknown	I 38 I	39.5
15	2018	12	16	2018	12	17	11	Unknown	I 38 I	38.8
16	2018	12	21	2018	12	17	14	Unknown	I 38 I	39.4
17	2018	12	21	2018	12	14	12	Unknown	I 38 I	38
18	2018	12	20	2018	12	21	7	No medication	I 38 I	39.6
19	2018	12	20	2018	12	21	9	Unknown	I 38 I	39.7
20	2019	1	8	2019	1	8	1	No medication	I 38 I	39.2
21	2019	1	21	2019	1	22	8	No medication	I 38 I	38.5
22	2019	1	24	2019	1	24	3	Unknown	I 38 I	39.4
23	2019	3	7	2019	3	7	9	Unknown	I 38 I	38.7
24	2019	3	8	2019	3	8	9	Unknown	I 38 I	38
25	2019	3	10	2019	3	11	9	Unknown	I 38 I	39.9
26	2019	3	11	2019	3	15	73	No medication	I 38 I	38.4
27	2019	3	5	2019	3	15	71	Medication	I 38 I	40
28	2019	3	21	2019	3	22	1	Unknown	I 38 I	38.6

小児患者1名から耐性変異を有するA(H3N2) ウイルスが分離された⁴⁾。

そこで三重県内におけるバロキサビル耐性変異ウイルスの浸潤状況を把握するために、2018/19シーズンに本県で分離された季節性A型インフルエンザウイルス（A(H1N1)pdm09ウイルス、A(H3N2)ウイルス）について調査したので概要を以下に報告する。

対象と方法

1. 調査対象

1) 調査期間

2018年10月～2019年4月に三重県感染症発生動向調査事業において、県内の医療機関を受診しイ

ンフルエンザと診断された患者から分離された季節性A型インフルエンザウイルス株（A(H1N1)pdm09ウイルス株、A(H3N2)ウイルス株）を対象とした。

2) 検体採取月

使用したA(H1N1)pdm09ウイルスの検体採取月別調査数は2018年10月1株、11月6株、12月12株、2019年1月3株、2月0株、3月6株の計28株である(Table1)。使用したA(H3N2)ウイルスの検体採取月別調査数は2018年10月3株、11月2株、12月4株、2019年1月10株、2月7株、3月1株、4月2株の計29株である(Table2)。

Table 2 Detection of A (H3N2) virus with PA I38T/M/F resistance mutation - Mie Prefecture (2018/19 Season)

No.	Disease onset date			Specimen collection date			Age in years	Antiviral treatment	PA substitution (PA I38T/M/F)	Body temperature (°C)
1	2018	10	18	2018	10	19	4	Unknown	I 38 I	39.8
2	2018	10	18	2018	10	19	9	Unknown	I 38 I	39
3	2018	10	19	2018	10	19	9	Unknown	I 38 I	38.7
4	2018	11	5	2018	11	6	7	No medication	I 38 I	38.9
5	2018	11	20	2018	11	21	12	No medication	I 38 T *	37.8
6	2018	12	12	2018	12	14	3	No medication	I 38 I	39.7
7	2018	12	18	2018	12	19	9 months	Unknown	I 38 I	40.2
8	2018	12	22	2018	12	22	11	Unknown	I 38 I	39.4
9	2018	12	24	2018	12	25	4	No medication	I 38 I	39.1
10	2018	12	31	2019	1	4	2	No medication	I 38 I	38.9
11	2019	1	7	2019	1	7	4	Unknown	I 38 I	39
12	2019	1	5	2019	1	7	6	No medication	I 38 I	40
13	2019	1	10	2019	1	11	7	Unknown	I 38 I	39
14	2019	1	11	2019	1	11	4	No medication	I 38 I	40.1
15	2019	1	14	2019	1	15	7	Unknown	I 38 I	39
16	2019	1	14	2019	1	15	4	Unknown	I 38 I	39.6
17	2019	1	16	2019	1	16	9	Unknown	I 38 I	39
18	2019	1	22	2019	1	23	9	Unknown	I 38 I	39.8
19	2019	1	27	2019	1	29	6	No medication	I 38 I	39.9
20	2019	1	30	2019	2	1	5	Unknown	I 38 I	39.2
21	2019	2	3	2019	2	4	2	Unknown	I 38 I	38.8
22	2019	2	13	2019	2	13	3	Unknown	I 38 I	38.4
23	2019	2	16	2019	2	16	6	Unknown	I 38 I	39.1
24	2019	2	17	2019	2	18	4	Unknown	I 38 I	39.8
25	2019	2	17	2019	2	18	4	Unknown	I 38 I	39.9
26	2019	2	24	2019	2	25	10	Unknown	I 38 I	39
27	2019	3	9	2019	3	11	13	Unknown	I 38 I	39.4
28	2019	4	4	2019	4	6	13	No medication	I 38 I	40
29	2019	4	15	2019	4	19	3	No medication	I 38 I	40.4

3) 患者情報

対象となった調査協力者あるいは小児の保護者から患者情報（年齢、投薬歴、臨床症状）および患者検体の使用に関する承諾書への署名を得た。当研究所へ調査を依頼した医療機関において記入された調査票（患者情報）の使用にあたっては、倫理的配慮として、個人情報保護などに留意し実施した。

2. PA遺伝子解析によるI38T/M/F耐性変異検出状況

本県で分離されたA(H1N1)pdm09ウイルス株およびA(H3N2)ウイルス株についてQIAamp Viral RNA

Mini Kit (QIAGEN) を用いてRNAを抽出した。抽出RNAは使用時まで-80℃に保存し、Polymerase acidic subunit (PA) 遺伝子の検出に使用した。

臨床試験により季節性インフルエンザウイルス (A(H1N1)pdm09ウイルス, A(H3N2)ウイルス) のバロキサビル耐性変異の指標⁵⁾とされるPA遺伝子の検出には国立感染症研究所のインフルエンザ診断マニュアル⁶⁾に記載のConventional-RT-PCR法により実施した。検出したPA遺伝子は塩基配列を決定し、PA遺伝子の38番目のアミノ酸について Isoleucine (I) がThreonine (T), Methionine (M) あるいはPhenylalanine (F) への置換 (I38T, I38M,

I38F)の有無を調べ、バロキサビル耐性変異ウイルスの判別を行った。

3. 薬剤感受性試験

PA遺伝子の38番目のアミノ酸がI38T, I38MあるいはI38Fのいずれかの置換を有する耐性変異が確認された場合は、国立感染症研究所インフルエンザウイルス研究センターにて、各種抗インフルエンザ薬における(バロキサビル, オセルタミビル, ペラミビル, ザナミビル, ラニナミビル)の薬剤感受性試験を実施した^{7,8)}。なお、オセルタミビル, ペラミビル, ザナミビル, ラニナミビルはMUNANA基質を用いた蛍光法により測定し、バロキサビルはFocus reduction assayにより薬剤感受性試験を実施した。

結 果

1. I38T/M/F耐性変異検出状況

1) A(H1N1)pdm09ウイルス

本県で2018年10月から3月に分離されたA(H1N1)pdm09ウイルス(28株)について、PA遺伝子のアミノ酸配列解析を実施したところ、調査期間中に分離されたA(H1N1)pdm09ウイルスからはI38T, I38MあるいはI38FのいずれのPAアミノ酸置換は確認されず、全てバロキサビル感受性ウイルスであった(Table1)。

2) A(H3N2)ウイルス

本県で2018年10月から4月までに分離されたA(H3N2)ウイルス(29株)について、PA遺伝子のアミノ酸配列解析を実施したところ、2018年11月に発熱、咳等の症状を呈する小児患者(12歳;男児)から分離されたA(H3N2)ウイルス(1株)はPA I38T耐性変異を有するウイルス(A/三重/41/2018)であった(Table2)。

このPA I38T耐性変異を有するA(H3N2)ウイルスが分離された患児に関する投薬歴等の疫学情報は県内の医療機関を2018年11月下旬に受診したが、本患児には、バロキサビルやオセルタミビルを含む抗インフルエンザ薬の投薬歴は無く、当該医療機関では、本患児以外の患者についても、バロキサビル使用歴は無かった。また本患児の近親者の、直近のインフルエンザ罹患歴および抗インフルエンザ薬の投与歴は不明であった。

2. 薬剤感受性試験

本県で確認されたPA I38T耐性変異ウイルス(A/三重/41/2018)について国立感染症研究所インフルエンザウイルス研究センターにて、各種抗インフルエンザ薬(バロキサビル, オセルタミビル, ペラミビル, ザナミビル, ラニナミビル)に

対する薬剤感受性試験を実施した。各種抗インフルエンザ薬に対するウイルスの感受性は、薬剤感受性試験により算出されるIC₅₀値(50%阻害する薬剤濃度)によって表される。オセルタミビル, ペラミビル, ザナミビル, ラニナミビル, バロキサビルに対するIC₅₀値は0.31nM, 0.14nM, 0.68nM, 0.97nM, 702.97nMで、各種感受性参照株と比較してバロキサビルに対する感受性が低下していた。

考 察

我が国では2018/19シーズンよりバロキサビル薬剤耐性株サーベイランス体制が整備され、全国規模における積極的な調査が実施されている^{1,7)}。

2018年12月に横浜市から分離されたA(H3N2)ウイルス2株はバロキサビルが投与された患者からのPA I38T耐性変異ウイルスの検出事例であった^{7,8)}。これらは患者体内でバロキサビルの投与により患者体内で選択的に増殖した可能性が示される事例であった^{7,8)}。

また、バロキサビル未投与の患者からの国内最初のPAアミノ酸のI38T耐性変異の報告例は、2019年1月から2019年2月にかけて神奈川県でバロキサビル未投与の患者2名から分離されたA(H3N2)ウイルス2株であった⁹⁾。

今回、本県において遡ってPA耐性変異(I38T, I38M, I38F)を有するウイルスの検索を実施したところ、2018年11月にバロキサビル未投与の小児患者から分離されたA(H3N2)ウイルス1株よりPA I38T耐性変異が確認され、薬剤感受性試験においてもバロキサビルに対する感受性が低下していた。このことは、バロキサビルの投与により患児の体内で選択的にPA I38T耐性変異ウイルスが増殖した可能性は否定され、PA I38T耐性変異ウイルスが、ヒトからヒトへ伝播した可能性を示唆する事例であった。PA I38T耐性変異ウイルスが分離された患者では感受性ウイルスが分離された患者と比べて罹病期間が長引くことが示唆され、この要因として患者体内においてウイルスが再増殖することが報告^{5,10)}がされているが、三重県において本事例(2018年11月)以降の患者からは、PA I38T耐性変異ウイルスを有するA(H3N2)ウイルスは確認されておらず拡散の兆候はみられていない。なお、現在のところ、本県で分離されたA(H1N1)pdm09ウイルス株においても、I38T, I38MあるいはI38Fのいずれかのアミノ酸置換を有する耐性変異ウイルスは確認されていない。

これまでに、国内において、バロキサビル耐性変異を有するウイルスは、A(H1N1)pdm09ウイルス5株、A(H3N2)ウイルス30株確認¹⁾された。なお、現在のところ、B型インフルエンザウイルスからはバロキサビル耐性変異は確認されていない。

(2019年6月中旬集計) . これらの耐性変異ウイルスのうちA(H1N1)pdm09ウイルスの5株は全てバロキサビル投与歴のある患者であった。一方で、A(H3N2)ウイルスは30株のうち4株は投薬歴のない患者から分離されていた。このことは異なる抗インフルエンザ薬ではあるが、2013年11月～2014年初めに、札幌市を中心に発生したオセルタミビル耐性ウイルスの地域流行¹¹⁾のように、ヒトからヒトへの伝播による感染拡大が憂慮される。

現在のところ調査数は少なく、今後、国内でのバロキサビル耐性変異ウイルスの動向を見極めるためにも、積極的かつ継続的な動向監視を行い、多くの症例の解析で科学的根拠を蓄積し、適正な評価に繋げていくことが必要である。

謝 辞

本報告を行うにあたり、抗インフルエンザ薬の感受性試験を実施して頂きました国立感染症研究所の諸先生方にお礼申し上げます。

三重県感染症発生動向調査事業で検体採取を担当された医療機関の諸先生方および各保健所、関係各位に御礼申し上げます。

文 献

- 1) 国立感染症研究所：抗インフルエンザ薬耐性株サーベイランス、
(<https://www.niid.go.jp/niid/ja/influ-resist.html>) .
- 2) 厚生労働省：平成30年度 今冬のインフルエンザ総合対策について、
(<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/influenza/index.html>) .
- 3) Ujike M, Shimabukuro K, Mochizuki K et al :
Oseltamivir-resistant A/H1N1 viruses during the 2007-2009 influenza seasons, Japan. Emerg Infect Dis **16** : 926-935 (2010).
- 4) 高下恵美, 小川理恵, 森田博子 他：新規抗インフルエンザ薬バロキサビル未投与患者からのバロキサビル耐性変異ウイルスの検出, 病原微生物検出情報, **40** , 67-69 (2019).
- 5) Omoto S, Speranzini V, Hashimoto T et al. Characterization of influenza virus variants induced by treatment with the endonuclease inhibitor baloxavir marboxil. Sci Rep. 2018;8: 9633.
- 6) 国立感染症研究所：インフルエンザ診断マニュアル（第4版）, （平成30年12月）
- 7) Takashita E, Morita H, Ogawa R, et al. Susceptibility of influenza viruses to the novel cap-dependent endonuclease inhibitor baloxavir marboxil. Front Microbiol. 2018;9: 3026.
- 8) Takashita E, Kawakami C, Morita H, et al. Detection of influenza A(H3N2) viruses exhibiting reduced susceptibility to the novel cap-dependent endonuclease inhibitor baloxavir in Japan, December 2018. Euro Surveill. 2019;24: pii=1800698.
- 9) Takashita E, Kawakami C, Ogawa R et al. Influenza A(H3N2) virus exhibiting reduced susceptibility to baloxavir due to a polymerase acidic subunit I38T substitution detected from a hospitalised child without prior baloxavir treatment, Japan, January 2019. Euro Surveill . 2019;24: pii=1900170.
- 10) Hayden FG, Sugaya N, Hirotsu N, et al. Baloxavir marboxil for uncomplicated influenza in adults and adolescents. N Engl J Med. 2018;379: 913-923.
- 11) Takashita E, Ejima M, Itoh R et al : A community cluster of influenza A(H1N1) pdm09 virus exhibiting cross-resistance to oseltamivir and peramivir in Japan, November to December 2013. Euro Surveill. **19**:pii: 20666 (2014).

Epidemic trend of seasonal influenza A viruses with a baloxavir marboxil - resistant mutation - Mie prefecture, Japan, (2018/19 season)

Takuya YANO, Shigehiro AKACHI and Yoshiharu MATSUMURA

Keywords: Anti-influenza drug, Baloxavir marboxil, Antiviral susceptibility test, Antiviral resistance influenza virus surveillance

Substitution of the Isoleucine 38 of the influenza virus polymerase acidic subunit (PA) to Threonine (PA I38Tmutation) is an indicator of anti-influenza drug, baloxavir marboxil-resistant mutation. To understand the epidemic trend of baloxavir marboxil-resistant viruses, we conducted a sequence analysis of the PA gene of influenza A(H1N1)pdm09 virus (25 strains) and influenza A(H3N2) virus (29 strains) which were isolated in Mie prefecture between October 2018 and April 2019.

Our analysis revealed that influenza A(H3N2) virus isolated from a child patient without prior baloxavir treatment possesses the baloxavir-resistant PA I38T mutation. Since this patient has never received baloxavir treatment, There for, it has been denied that the administration of baloxavir allowed the PA I38 mutant virus to selectively propagate in this patient.

This result suggests a possible acquisition of the PA I38T mutant virus by human-to-human transmission.

原 著

人および伴侶動物から分離される基質特異性拡張型 β -ラクタマーゼ (ESBL) 産生菌

永井佑樹, 楠原 一, 小林章人, 赤地重宏

Prevalence of Extended-Spectrum β -lactamase (ESBL)-producing Isolates from Human and Companion Animals

Yuhki NAGAI, Hajime KUSUHARA, Akihito KOBAYASHI and Shigehiro AKACHI

近年, 薬剤耐性 (AMR) の一つである基質特異性拡張型 β -ラクタマーゼ (ESBL) 産生菌の拡散が社会的に大きな問題となっているが, 伴侶動物における実態は不明な点も多い. そこで今回犬猫を対象に ESBL 産生菌の保菌率を調査し, 人由来の株と比較を行った. その結果, 人の ESBL 産生菌の保菌率は 12.5%, 犬猫の保菌率は 8.6%であった. 人と犬猫で共通した variant 型は, *bla*_{CTX-M-14}, *bla*_{CTX-M-15}, *bla*_{CTX-M-65}, *bla*_{CTX-M-79} の 4 種類みられたが, POT 法による分子疫学解析の結果, 共通した POT 型は確認されなかった. また今回の調査では, 人で流行しているパンデミッククローン ST131 は犬猫では確認されなかった. 大腸菌の系統発生群解析では, 人では病原性が高いとされる B2, D 群が大多数 (93.3%) を占めるのに対し, 犬猫では A, B1 群が優勢 (77.8%) であった. 以上から, 人および犬猫由来 ESBL 産生大腸菌は本来異なる遺伝系統であり, 人と健康な犬猫間では菌が伝播している可能性は低いと考えられた. しかしながら, レプリコンタイプでは IncFIB や IncI1 など人と犬猫で共通した type がみられることや, 最近の研究で ESBL を産生する ST131 クローンが既に動物病院の犬猫で確認されていることから, 今後, 市中の健康な犬猫の間でも, 人と同じように ST131 クローンが拡散していく可能性が示唆された.

キーワード: ESBL, 伴侶動物, ST131

はじめに

近年, 抗菌薬が効かなくなる薬剤耐性 (Antimicrobial Resistance: AMR) 感染症が世界的に拡大しており, 社会的にも非常に大きな問題となっている. AMRの一つである基質特異性拡張型 β -ラクタマーゼ (Extended Spectrum β -lactamase :ESBL) 産生菌は, 主にペニシリン系薬を分解するクラスAの β -ラクタマーゼ遺伝子に変異が起こることにより, 第三世代セファロスポリンやモノバクタム系の抗菌薬を分解する能力を獲得した β -ラクタマーゼである. 近年このESBLを産生する菌が院内のみならず市中感染症の起因菌としても増加しており深刻な問題となっているが^{1,2)}, その急激な増加要因は明らかになっていない. またこのESBL産生菌はヒトだけでなく動物からも分離されており, ヒトと動物

間での耐性菌 (耐性遺伝子) の伝播も懸念されている. 動物から分離される耐性菌においては, 食用動物や畜産動物についての調査はこれまでに多数報告されているが, 伴侶動物における調査はあまり実施されていない. さらに国内では伴侶動物における耐性菌のサーベイランスシステム自体が構築されておらず, 伴侶動物における耐性菌の拡がりを調査することはAMR対策を進めるうえでも必要不可欠と考えられる.

こうした背景を踏まえ, 本研究では犬猫を対象に ESBL産生菌の保菌率を調査し, 得られた菌株の分子疫学的解析を行うとともに, 人由来の株と比較することで, 伴侶動物と人との間でのESBL産生菌の伝播状況について考察することを目的とした.

方 法

1. 被検材料

1-A. 人から分離された ESBL/AmpC 産生菌

2016 年 3 月から 8 月にかけて感染症発生動向調査および平成 28 年度 AMED 感染症実用化研究事業砂川分担研究班「NESID を中心とした下痢症ウイルスの疾病負荷や疫学に関する研究」の研究事業に基づいて県内の医療機関から提供された 256 検体を使用した。検体は小児科を有する県内 11 の医療機関（北勢 6, 中勢 2, 南勢 1, 伊賀 2）を受診し、感染性胃腸炎と診断された小児患者（平均年齢 3.0 歳；0～19 歳, SD=2.95）の糞便あるいは直腸ぬぐい液を対象とした。

1-B. 犬猫から分離された ESBL/AmpC 産生菌

2015 年 4 月から 2017 年 12 月にかけて県内の保健所に収容された犬猫由来の 116 検体（犬：83 検体, 猫：33 検体）を対象に検査を実施した。

2. 分離と同定

検体を $2 \mu\text{g/mL}$ の CTX 加 DHL 寒天培地（栄研化学）に画線塗抹し、 35°C , 24 時間培養後、赤色を呈するコロニーが形成されたものを ESBL 産生疑い株と判定した。また犬猫由来の検体は同時にクロモアガー-ESBL 培地（関東化学）にも画線塗抹した。DNA 抽出は加熱抽出法により実施し、PCR およびシーケンス用のテンプレートとして使用した。菌種の同定は、Api20E（シスメックスバイオメリュー）により実施し、判定ができなかったものに関しては 16SrRNA 解析により菌種同定を行った。

3. ESBL 遺伝子の検出

ESBL 産生疑い株は Shibata ら³⁾の方法に従い TEM, SHV, CTX-M-1, CTX-M-2, CTX-M-9, CTX-M-8 group⁴⁾の ESBL 遺伝子検出を行った。さらに Perez ら⁵⁾の方法により plasmid AmpC の遺伝子（MOX, CMY-2, DHA, ACC, EBC, FOX）についても同時に PCR を実施した。PCR により ESBL 陽性となった検体については、ダイレクトシーケンスにより塩基配列を決定し variant 型別を実施した。シーケンスは BigDye Terminators v3.1 Cycle Sequencing Kit（Applied Biosystems）を使用し、3130

Genetic Analyzer（Applied Biosystems）により塩基配列を決定した。

4. 薬剤感受性試験

薬剤感受性試験は CLSI の抗菌薬ディスク感受性試験実施基準に基づき、市販の感受性試験用ディスク（センシディスク, BD）を用いて実施した。供試薬剤はクロラムフェニコール（CP）、テトラサイクリン（TC）、ストレプトマイシン（SM）、カナマイシン（KM）、スルファメトキサゾールトリメトプリム（ST）、ナリジクス酸（NA）、ノルフロキサシン（NFLX）、ゲンタマイシン（GM）、ホスホマイシン（FOM）、シプロフロキサシン（CPFX）、イミペネム（IPM）の 11 薬剤とした。

5. 系統発生群(phylogenetic groups)解析

分離株（大腸菌）における系統発生群分類は Clermont⁶⁾らの方法により実施し、4つのグループ（A 群, B1 群, B2 群, D 群）に分類した。

6. POT 法による分子疫学解析

菌株の分子疫学解析として PCR-based Open Reading Frame Typing（POT）法を実施した。解析はシカジーニアス分子疫学解析 POT キット（大腸菌用）（関東化学）を用いて行った。2 組の multiplex PCR を実施した後、PCR 産物を 4% Nusieve 3:1 agarose（Lonza）を用いて電気泳動を行った。電気泳動像から、各 POT ナンバーのバンドの有無を確認し、各菌株の POT 型（POT 1-2-3）を決定した。また電気泳動には分子量マーカーとして 50bp DNA ladder（日本ジェネティクス）を使用した。

7. ST131 およびサブクローン H30 の検出

Johnson ら⁷⁾の報告に従い、パンデミッククローン ST131 株を検出するための PCR（ST131-specific PCR）を実施した。また ST131 と同定された株については、Colpan⁸⁾らの方法に従い ST131 のサブクローンである H30（allele 30 of *fimH*）を検出した。さらに H30 サブクローンのうちキノロン耐性株については H30R と定義した。

Table 1. Distribution of ESBL and other β -lactamases isolated from pediatric patients with gastroenteritis

Species	ESBL						Other β -lactamases		
	CTX-M-9 group			CTX-M-1 group			TEM	p-AmpC	
	CTX-M-14	CTX-M-27	CTX-M-65	CTX-M-55	CTX-M-15	CTX-M-79	TEM-1	CMY-2	DHA
<i>Escherichia coli</i>	14	7		3	3	3	9	2	1
<i>Citrobacter freundii</i>			1						
<i>Citrobacter koseri</i>				1					
<i>Serratia liquefaciens</i>								1	

8. replicon typing

既報に従い、プラスミドのレプリコンタイプを解析した^{9,10)}。

結 果

1. ESBL 産生菌の検出

1-A. 人から分離された ESBL/AmpC 産生菌

検査対象となった 256 名のうち、37 名の検体で ESBL 産生疑い株が検出され、PCR の結果 32 名 (12.5%) から ESBL 産生菌が分離された。性別による保菌率は男性が 12.6%、女性が 12.4%と男女間で差はなく、保菌者の年齢分布は 0~4 歳が 28 名と最も多く、0 歳児でも 3 名の保菌が確認された。菌種の内訳としては *E.coli* が 30 株と最も多く、*Citrobacter freundii* と *C.koseri* が 1 株ずつ検出された (Table 1)。また、ESBL ではなかった疑い株 (5 株) では AmpC である CMY-2 産生株が 3 株 (*E.coli* ; 2 株, *Serratia liquefaciens* ; 1 株), DHA 産生株 1 株 (*E.coli*) が確認された。残りの 1 株は、プロトタイプの TEM-1 のみを保持しておりそれ以外の耐性遺伝子は確認されなかった (TEM-1 の 9 株のうち 8 株は CTX-M 型と重複)。

1-B. 犬猫から分離された ESBL/AmpC 産生菌

116 検体中、ESBL 産生菌が 10 株 (8.6% : 犬 9 検体、猫 1 検体)、AmpC 産生菌が 2 株 (1.7% : 犬 1 検体、猫 1 検体) 確認され、AmpC は 2 株とも CMY-2 産生菌であった (Table 2)。

2. ESBL 遺伝子の遺伝子型別

人由来 32 株の ESBL 遺伝子型は、22 株が CTX-M-9-group で、残りの 10 株は CTX-M-1-group であった。シーケンスにより ESBL 遺伝子の

variant 型別を実施した結果、CTX-M-9-group の 22 株のうち、*bla*_{CTX-M-14} が 14 株、*bla*_{CTX-M-27} が 7 株、*bla*_{CTX-M-65} が 1 株であった。一方、CTX-M-1-group の 10 株は、型別の結果 *bla*_{CTX-M-55} が 4 株、*bla*_{CTX-M-15} が 3 株、*bla*_{CTX-M-79} 株が 3 株であった (Table 1)。

一方、犬猫由来 10 株の遺伝子型は、CTX-M-1 group が 4 株、CTX-M-9 group が 3 株、CTX-M-2 group が 2 株、CTX-M-8 group が 1 株であった。variant 型別の内訳は、CTX-M-1 group の 4 株のうち *bla*_{CTX-M-1} が 2 株、また *bla*_{CTX-M-15} が 1 株、*bla*_{CTX-M-79} が 1 株であった。CTX-M-9 group の 3 株は、*bla*_{CTX-M-14} が 2 株、*bla*_{CTX-M-65} が 1 株、CTX-M-2 group の 2 株は、*bla*_{CTX-M-44} の 2 株であった (Table 2)。

3. 感受性試験

1-A. 人由来 ESBL 産生菌の感受性試験

感受性試験の結果、各薬剤における耐性率は CP ; 3.1%(1/32), Tc ; 34.4%(11/32), SM ; 37.5%(12/32), KM ; 6.3%(2/32), GM ; 21.9%(7/32), ST ; 31.3%(10/32), FOM ; 0%(0/32), N/A ; 75%(24/32), NFLX ; 50%(16/32), CPFX ; 50%(16/32), IPM ; 0%(0/32)となった。ESBL の variant 別における耐性薬剤数は、*bla*_{CTX-M-14} が平均 2.57 薬剤、*bla*_{CTX-M-15} が平均 2.33 薬剤、*bla*_{CTX-M-27} が平均 3.57 薬剤、*bla*_{CTX-M-55} が平均 1.5 薬剤、*bla*_{CTX-M-65} が平均 7 薬剤、*bla*_{CTX-M-79} が平均 6 薬剤となった。また ST131 株では平均で 3.7 薬剤に耐性を示し、N/A; 100% (10/10), NFLX; 80% (8/10), CPFX; 80% (8/10) とキノロン系に高い耐性率を示した。

1-B. 犬猫由来 ESBL 産生菌の感受性試験

各薬剤における耐性率は CP ; 10%(1/10), Tc ; 50%(5/10), SM ; 50%(5/10), KM ; 10%(1/10), GM

Table 2. Characterization of ESBL/pAmpC-producing *Enterobacteriaceae* isolated from dogs and cats in Mie Prefecture

Isolates	<i>Enterobacteriaceae</i>	Origin	Area	CTX-M type β-lactamase	Other β-lactamase	Phylogenetic group	Replicon typing	POT number
A	<i>Escherichia coli</i>	dog	Matsusaka	CTX-M-65		A	HI2	26-16-9
B	<i>Escherichia coli</i>	dog	Matsusaka	CTX-M-14	TEM-1	D	ND	16-18-11
C	<i>Escherichia coli</i>	dog	Ise	CTX-M-44		A	ND	26-148-32
D	<i>Escherichia coli</i>	dog	Ise	CTX-M-44		A	ND	24-148-32
E	<i>Escherichia coli</i>	dog	Kumano	CTX-M-1		A	I1	10-1-0
F	<i>Escherichia coli</i>	dog	Kumano	CTX-M-1		A	I1	10-1-0
G	<i>Escherichia coli</i>	dog	Suzuka	CTX-M-15		B1	I1,FIA, FIB	8-1-28
H	<i>Escherichia coli</i>	dog	Suzuka	CTX-M-14		D	F	17-16-135
I	<i>Enterobacter cloacae</i>	cat	Suzuka	CTX-M-8		NT	B/O, I1	NT
J	<i>Escherichia coli</i>	dog	Suzuka	CTX-M-79		B1	I1,FIB	10-17-0
K	<i>Escherichia coli</i>	cat	Ise	-	CMY-2	B1	I1	8-32-0
L	<i>Citobacter freundii</i>	dog	Matsusaka	-	CMY-2	NT	ND	NT

Table 3. Characterization of *Escherichia coli* ST131 clone isolated from pediatric patients with gastroenteritis

No	type	POT Number	Phylogenetic Group	Replicon typing	ST131 subclone	Quinolone Resistance	Drug resistance
C1	CTX-M-27	49-56-81	B2	FIA, FIB, I1	H30	R	NA, NFLX, CPFX
C2	CTX-M-14	49-62-43	B2	FIA, FIB, Frep	H30	R	NA, NFLX, CPFX
C3	CTX-M-27	49-58-23	B2	FIA, FIB, Frep	H30	R	NA, NFLX, CPFX, TC, SM
C4	CTX-M-27	49-58-83	B2	FIA	H30	R	NA, NFLX, CPFX
C5	CTX-M-14	49-56-73	B2	FIA, FIB	non-H30	S	NA, TC, SM, ST
C6	CTX-M-27	49-58-83	B2	FIA, FIB	H30	R	NA, NFLX, CPFX
C7	CTX-M-27	49-58-83	B2	FIA, FIB	H30	R	NA, NFLX, CPFX, TC, SM, ST
C8	CTX-M-27	49-58-83	B2	FIA	H30	R	NA, NFLX, CPFX, SM, ST
C9	CTX-M-15	49-21-56	B2	FIB, I1	non-H30	S	NA
C10	CTX-M-79	49-57-8	B2	FIA, FIB, I1	non-H30	R	NA, NFLX, CPFX, GM

; 10%(1/10), ST ; 30%(3/10), FOM ; 0%(0/10), N/A ; 50%(5/10), NFLX ; 20%(2/10), CPFX ; 20%(2/10), IPM ; 0%(0/10)となった。

5. POT 法による分子疫学解析

POT 法を実施した人由来大腸菌 30 株のうち、POT 型は全部で 26 種類確認された。同一 POT 型が複数検出されたものは 2 種類あり、最も多く検出された POT 型は (49-58-83) が 4 株、次いで (16-6-7) が 2 株であった。

一方、犬猫由来の大腸菌 10 株のうち同一 POT 型は 1 種類 (10-1-0) 確認され、2 株とも同じ保健所由来であった (Table 2, E, F)。また POT ナンバー 1 のみが異なる類似株 (Table 2, C, D) も確認されが、これらの株も同じ保健所由来であった。

6. ST131 およびサブクローン H30

POT 法の POT1 のスコアならびに、ST131-specific PCR の結果から、人由来大腸菌 30 株のうち 10 株が ST131 クローンと判定された (Table 2)。また今回検出された ST131 クローン 10 株の ESBL 型は、*bla*_{CTX-M-27} が 6 株と最も多く、次いで *bla*_{CTX-M-14} が 2 株、*bla*_{CTX-M-15} と *bla*_{CTX-M-79} がそれぞれ 1 株ずつであった。また ST131 クローン 10 株の系統群は全て B2 群であった。さらに ST131 のサブクローンを同定したところ、10 株のうち 7 株が H30R であった。一方で犬猫由来の大腸菌では ST131 クローンは確認されなかった。

7. replicon typing

耐性遺伝子を担うプラスミドのレプリコンタイプを解析したところ、人由来の ESBL 産生菌 32 株のうち 22 株が IncF グループ (FIA, FIB) のプラスミドを保有していた。その他には 8 株が IncI を保持しており、5 株はどのタイプにも分類され

なかった。また ST131 クローンの 10 株は全て IncF プラスミドを保有し、H30R サブクローンの 7 株については全て FIA を保有していた (Table 3)。

一方で、犬猫由来の ESBL, AmpC 産生菌 12 株のうち 6 株が IncI1 プラスミドを保持していた。また 4 株はいずれのレプリコンタイプも検出されなかった (Table 2)。

考 察

本研究の結果、人の ESBL 産生菌の保菌率は 12.5%、犬猫の保菌率は 8.6%となり、犬猫では既報よりやや低い傾向がみられた¹¹⁾。その要因として、本研究では動物病院由来ではなく、保健所に収容された犬猫を対象にしていることが考えられる。また ESBL 産生菌の遺伝子型は、人では *bla*_{CTX-M-14} や *bla*_{CTX-M-27} が多くみられ、犬猫では *bla*_{CTX-M-8} など人ではあまりみられない遺伝子型が確認された。人と犬猫で共通した遺伝子型は、*bla*_{CTX-M-14}、*bla*_{CTX-M-15}、*bla*_{CTX-M-65}、*bla*_{CTX-M-79} の 4 種類みられたが、POT 法による分子疫学解析では共通した POT 型は確認されなかった。また今回の調査では、人で流行しているパンデミッククローン ST131 は、犬猫では確認されず、大腸菌の系統発生群では人および犬猫で明らかな違いが認められた。すなわち人では、病原性が高いとされる B2, D 群が大多数 (93.3%) を占めるのに対し、犬猫では commensal な A, B1 群が優勢 (77.8%) であった。以上から、人および犬猫由来 ESBL 産生大腸菌は本来それぞれ異なる遺伝系統であり、現時点では、人と健康な犬猫間で菌が伝播している可能性は低いと考えられた。しかしながら、プラスミドの replicon type では IncFIB や IncI1 など人と犬猫で共通した type がみられることや、最近の研究で ESBL を産生する ST131 クローンは既に動物病院の犬猫で確認されていることから¹¹⁾、今後、

市中の健康な犬猫の間でも、人と同じように ST131 クローンが拡散し、人への感染源となりうる可能性が示唆された。また今回猫から IncI1 プラスミドを保有する *bla*_{CTX-M-8} 産生株が 1 株確認された (Table 2, sample I)。近年の研究で、この *bla*_{CTX-M-8} を仲介する IncI1 プラスミドは、ニワトリを起源とし、鶏肉を介して人に伝達された可能性が指摘されており¹²⁾、今後さらなる調査が必要である。

また今回、人由来および犬猫由来大腸菌について POT 法により分子疫学解析を行った。人で最も多く検出された POT 型 (49-58-83 ; 4 株) は現在市中で急激に拡散している ESBL 産生菌 B2-ST131-*H30R* クローンであった。このクローンはキノロン系に耐性を獲得した株が多く、さらに一部のクローンは敗血症を起こしやすいなど病原性が高いことも指摘されており^{13,14)}、今後も動向を注視していくことが必要である。

一方で犬猫由来大腸菌では同一 POT 型は 1 種類 (10-1-0) 確認され、POT 1 のみが異なる類似株 (26-148-32, 24-148-32) も確認された。これらの株は、同時期に同一保健所に収容されていた犬由来の株である。通常同時期に収容された犬は、同じ犬舎で生活している可能性が高く、もともと ESBL 産生菌を保菌していた犬から同居している別の犬に伝播した可能性が考えられた。また通常 POT 法では POT 1 は菌株の系統依存的な部位の保有パターンを示し、POT 2 と POT 3 は外来遺伝子の保有パターンから算出されている。よって POT 2 と POT 3 が同じで POT 1 のみ異なる株の場合、*plasmid* 等の外来遺伝子が菌から菌へ伝達された可能性が示唆された。

本研究では、三重県の犬猫における ESBL 産生菌の保有状況を初めて明らかにすることができた。しかしながら、犬猫の検体数が少ないことや治療歴が不明な点など課題も多い。また、市中にいる健康な犬猫と動物病院の犬猫の耐性菌保菌状態の違い等、不明な点も多いことから、今後も引き続き犬猫の検体を収集しサーベイランスを継続していくことが重要であると思われる。

謝 辞

本研究の実施にあたり臨床検体を提供頂いた国立病院機構三重病院の谷口清州先生、中村春奈先生ならびに各医療機関の先生方に深謝致します。また犬猫の検体提供にご協力いただき各保健所および三重県動物管理事務所の関係各位にお礼申し上げます。なお本研究の一部は大同生命厚生事業団による助成を受け実施しています。

文 献

- 1) Colodner R, Rock W, Chazan B, et al: Risk factors for the development of extended-spectrum beta-lactamase-producing bacteria in nonhospitalized patients. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis.* **23**:163-167 (2004).
- 2) Pitout JD, Hanson ND, Church DL, et al: Population-based laboratory surveillance for *Escherichia coli*-producing extended spectrum beta lactamases: importance of community isolates with *bla*_{CTX-M} genes. *Clin Infect Dis.* **38**:1736-1741 (2004).
- 3) Shibata N, Kurokawa H, Doi Y, et al: PCR classification of CTX-M-type beta-lactamase genes identified in clinically isolated gram-negative bacilli in Japan. *Antimicrob Agents Chemother.* **50**:791-795 (2006).
- 4) Kameyama M, Chuma T, Yabata J, et al: Prevalence and epidemiological relationship of CMY-2 AmpC β -lactamase and CTX-M extended-spectrum β -lactamase-producing *Escherichia coli* isolates from broiler farms in Japan. *J Vet Med Sci.* **75**:1009-1015 (2013).
- 5) Pérez-Pérez FJ, Hanson ND: Detection of plasmid-mediated AmpC beta-lactamase genes in clinical isolates by using multiplex PCR. *J Clin Microbiol.* **40**:2153-2162 (2002).
- 6) Clermont O, Bonacorsi S, Bingen E: Rapid and simple determination of the *Escherichia coli* phylogenetic group. *Appl Environ Microbiol.* **66**:4555-4558 (2000).
- 7) Johnson JR, Menard M, Johnston B, et al: Epidemic clonal groups of *Escherichia coli* as a cause of antimicrobial-resistant urinary tract infections in Canada, 2002 to 2004. *Antimicrob Agents Chemother.* **53**:2733-2739 (2009).
- 8) Colpan A, Johnston B, Porter S, et al: *Escherichia coli* sequence type 131 (ST131) subclone *H30* as an emergent multidrug-resistant pathogen among US veterans. *Clin Infect Dis.* **57**:1256-1265 (2013).
- 9) Carattoli A, Bertini A, Villa L, et al: Identification of plasmids by PCR-based replicon typing. *J Microbiol Methods.* **63**:219-228 (2005).
- 10) Johnson TJ, Wannemuehler YM, Johnson SJ, et al: Plasmid replicon typing of commensal and pathogenic *Escherichia coli* isolates. *Appl Environ Microbiol.* **73**:1976-1983 (2007).
- 11) Kawamura K, Sugawara T, Matsuo N, et al: Spread of CTX-Type Extended-Spectrum

- β -Lactamase-Producing *Escherichia coli* Isolates of Epidemic Clone B2-O25-ST131 Among Dogs and Cats in Japan. *Microb Drug Resist*. **23**:1059-1066 (2017).
- 12) Norizuki C, Wachino JI, Suzuki M, et al: Specific bla(CTX-M-8)/IncI1 Plasmid Transfer among Genetically Diverse *Escherichia coli* Isolates between Humans and Chickens. *Antimicrob Agents Chemother*.**61**:6(2017).
 - 13) Price LB, Johnson JR, Aziz M, et al: The epidemic of extended-spectrum β -lactamase producing *Escherichia coli* ST131 is driven by a single highly pathogenic subclone, H30-Rx. *MBio*. **4**(6):e00377-13 (2013).
 - 14) Mathers AJ, Peirano G, Pitout JD. The role of epidemic resistance plasmids and international high-risk clones in the spread of multi-drug-resistant *Enterobacteriaceae*. *Clin Microbiol Rev*.**28**:565-591 (2015).

Prevalence of Extended-Spectrum β -lactamase (ESBL)-producing Isolates from Human and Companion Animals

Yuhki NAGAI, Hajime KUSUHARA, Akihito KOBAYASHI, and Shigehiro AKACHI

Keywords: ESBL, companion animal, ST131

Recently, the resistance of ESBL-producing *Enterobacteriaceae* has currently become one of the most important public health problems around the world. However, knowledge about ESBL in healthy companion animals is limited. In this study, we evaluated the rate of fecal carriage of ESBL producing isolates from human and companion animals. Of the 116 animals, 10 carried ESBL producing isolates (8.6%). While, 37 human isolates out of 256 studied were ESBL positive (12.5%). Common ESBL variant were *bla*_{CTX-M-14}, *bla*_{CTX-M-15}, *bla*_{CTX-M-65}, and *bla*_{CTX-M-79} between companion animals isolates and human isolates. However, same POT types were not found. Further, of the 9 ESBL-producing *E. coli* from companion animals, none was found to belong to ST131 clone. Phylogenetic analyses also showed that *E. coli* strains isolated from human were belonged to the pathogenic phylogenetic groups (B2 or D) (93.3%). Meanwhile, *E. coli* strains isolated from companion animals were belonged to the commensal groups (A or B1) (77.8%). As a result, these findings raise the low possibility of transmission of ESBL-producing isolates from companion animals to human. However, common replicon types were found such as IncFIB or IncI1 between companion animals and human in this study. In addition, recent studies showed that the ESBL-producing pandemic *E. coli* of ST131 clone has already appeared in Japanese clinical companion animals. Consequently, these results raise the possibility that ESBL-producing *E. coli* of ST131 clone have spread among healthy companion animals in community.

原 著

三重県におけるカルバペネム耐性腸内細菌科細菌 (CRE) 感染症

永井佑樹, 小林章人, 赤地重宏

Carbapenem-resistant Enterobacteriaceae Infectious Diseases in Mie Prefecture

Yuhki NAGAI, Akihito KOBAYASHI and Shigehiro AKACHI

2017年4月から2019年3月までに三重県内の医療機関で検出されたカルバペネム耐性腸内細菌科細菌 (CRE) 53株について, 詳細な解析を実施した. 分離された CRE 53株のうちカルバペネマーゼ産生株 (CPE) は19株 (35.8%) 確認され, IMP型が18株, KPC型が1株であった. 検出されたカルバペネマーゼ遺伝子のバリエーション型は, IMP型の18株は全て *bla*_{IMP-6}, KPC型の1株は *bla*_{KPC-2} であることが確認された. また今回検出された *bla*_{IMP-6} を保有する株は全て IncN プラスミドを保持しており, 18株のうち15株は CTX-M-2 group の ESBL (Extended spectrum β -lactamase) を同時に保有していた. この *bla*_{IMP-6} 産生株はいわゆるステルス型と呼ばれるタイプでイミペネムに感受性を示すことがあり, 今回検出された *bla*_{IMP-6} 産生株も18株中16株がイミペネムに感受性であった. また今回海外型カルバペネマーゼである *bla*_{KPC-2} 産生株が1株確認され, MLST (Multi Locus Sequence Typing) 解析の結果は ST48 (CG43) であった. 以上の結果から三重県においても CPE が複数株検出され, 海外型を除けば全てが *bla*_{IMP-6} 産生株であることが明らかとなった. また海外型 CPE も1株確認されたことから, 海外から侵入してくる新型の CPE をできるだけ早期に探知し, 国内に定着させないことが非常に重要であると思われた.

キーワード: CRE, CPE, *bla*_{IMP-6}, *bla*_{KPC-2}, ステルス型

はじめに

カルバペネム耐性腸内細菌科細菌 (Carbapenem Resistant Enterobacteriaceae: CRE) 感染症は, メロペネムなどのカルバペネム系抗菌薬および広域 β -ラクタム剤に対して耐性を示す腸内細菌科細菌による感染症である. カルバペネム系薬剤は, 腸内細菌における感染症において最も重要な治療薬の一つであり, 耐性菌の出現は医療上の大きな問題となる. 近年, 世界的にも CRE の増加が懸念されており, わが国でも海外からの輸入事例の早期探知, 国内での感染拡大防止を目的として, 平成26年9月から「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律」(感染症法) 上の5類全数把握対象疾患に指定されている.

また平成29年3月付け厚労省通知において¹⁾, CRE 感染症の届出がなされた場合は, 地域における薬剤耐性菌の蔓延などの流行状況を把握する為, 病原体

の収集および詳細な解析を行い, 検査結果については感染症サーベイランスシステムによって厚労省に報告するよう示された. これを受け当所では CRE の検査体制を整備し, 2017年4月から医療機関協力のもと患者から分離された CRE 菌株の検査を三重県感染症発生動向調査事業に基づき実施している. また CRE の中でもカルバペネマーゼを産生する腸内細菌科細菌 (Carbapenemase Producing Enterobacteriaceae: CPE) は临床上, さらに院内感染対策上も重大な問題となるが, 三重県における CPE の分布状況や遺伝子型についてはこれまで明らかにされていない. そこで今回2017年4月から2019年3月までの間に当所に搬入された CRE の菌株について, 詳細な調査を実施したので, その結果について報告する.

方 法

1. 被検材料

2017 年 4 月から 2019 年 3 月に医療機関で CRE 感染症の患者から分離され、当所に搬入された 53 株（患者 47 名）を対象とした。

2. スクリーニング検査

β -ラクタマーゼの産生性確認試験として、通知¹⁾に示された β -ラクタマーゼ阻害剤であるメルカプト酢酸 (SMA) および 3-アミノフェニルボロン酸 (APB) を用いたディスク法を実施した (Figure 1)。阻害剤の存在下で、阻止円径の拡張がみられたものを阻害あり（陽性）とし、SMA によりセフトアジジム (CAZ) またはカルバペネム系薬剤の阻止円が拡張した場合はカルバペネマーゼ産生、APB の添加によりカルバペネム系薬剤の阻止円径が拡張した場合は、AmpC β -ラクタマーゼ産生疑い株と判定した。

3. PCR 法による β -ラクタマーゼ遺伝子の検出

カルバペネマーゼ遺伝子の検出は国立感染症研究所の薬剤耐性菌研修会資料²⁾および病原体検出マニュアル³⁾に従い実施した。対象の遺伝子は、IMP-1 型、IMP-2 型、VIM-2 型、KPC 型、NDM 型、OXA-48 型とした。また ESBL (Extended spectrum β -lactamase) 遺伝子は Shibata ら⁴⁾の方法に従い TEM, SHV, CTX-M-1, CTX-M-2, CTX-M-9 および CTX-M-8/25 group の検出を行った。さらに Perez ら⁵⁾の方法により plasmid AmpC の遺伝子 (MOX, CMY-2, DHA, ACC, EBC, FOX) についても PCR を実施した。

4. β -ラクタマーゼ遺伝子の variant 型別

PCR によりカルバペネマーゼおよび ESBL 遺伝子が陽性となった検体については、ダイレクトシーケンスにより塩基配列を決定しバリエーション型別を実施した。シーケンスは BigDye Terminators v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems) を使用し、3130 または 3500 Genetic Analyzer (Applied Biosystems) により塩基配列を決定した。またカルバペネマーゼの IMP 型については、一部の検体について multiplex PCR により *bla*_{IMP-1} と *bla*_{IMP-6} の鑑別を実施した⁶⁾。

5. KPC 産生株の MLST 解析

KPC 陽性の *Klebsiella pneumoniae* については MLST (Multi Locus Sequence Typing) 解析を行った。MLST 型別は Institut Pasteur *K. pneumoniae* MLST Database (www.pasteur.fr/mlst) に基づいて実施した。

6. 薬剤感受性試験

供試菌株のうち β -ラクタマーゼ産生株の 25 株を対象に薬剤感受性試験を実施した。感受性試験は CLSI の抗菌薬ディスク感受性試験実施基準に基づき、市販の感受性試験用ディスク (センシディスク, BD) を用いて実施した。供試薬剤はクロラムフェニコール (CP), テトラサイクリン (TC), ストレプトマイシン (SM), カナマイシン (KM), スルファメトキサゾールトリメトプリム (ST), ナリジク酸 (NA), ノルフロキサシン (NFLX), ゲンタマイシン (GM), ホスホマイシン (FOM), シプロフロキサシン (CPFX), イミペネム (IPM), コリスチン (CL) の 12 薬剤とした。

7. 系統発生群 (phylogenetic groups) 解析

搬入された菌株のうち大腸菌については Clermont⁷⁾ らの方法により、系統発生群分類を実施し、4 つのグループ (A 群, B1 群, B2 群, D 群) に分類した。

8. POT 法による分子疫学解析

大腸菌の分子疫学解析として PCR-based Open Reading Frame Typing (POT) 法を実施した。解析はシカジーニアス分子疫学解析 POT キット (大腸菌用) (関東化学) を用いて行った。2 組の multiplex PCR を実施した後、PCR 産物を 4% Nusieve 3:1 agarose (Lonza) を用いて電気泳動を行った。電気泳動像から、各 POT ナンバーのバンドの有無を確認し、各菌株の POT 型 (POT 1-2-3) を決定した。また電気泳動には分子量マーカーとして 50bp DNA ladder (日本ジェネティクス) を使用した。

Table 1. Distribution of species and β -lactamases isolates from CRE patients in Mie prefecture.

Species	CRE	CPE	AmpC	ESBL
<i>Klebsiella aerogenes</i>	19	0	0	0
<i>Enterobacter cloacae</i>	12	1	7	0
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	9	8	0	9
<i>Escherichia coli</i>	7	6	0	5
<i>Klebsiella oxytoca</i>	3	3	0	3
<i>Serratia marcescens</i>	2	0	0	0
<i>Morganella morganii</i>	1	1	1	1
total	53	19	8	18

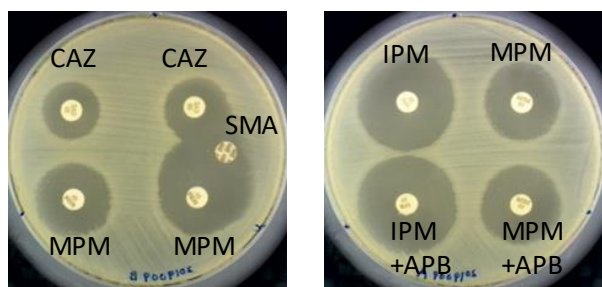


Figure 1. Phenotypic test for carbapenemase producing isolates.

IPM: Imipenem disc
CAZ: Ceftazidime disc
MPM: Meropenem disc
APB: 3-Aminophenylboronic acid
SMA: Sodium mercaptoacetic acid

9. ST131 およびサブクローン H30の検出

POT 法の POT ナンバー1 のスコアから ST131 クローンの判定を行った。また ST131 と同定された株については、Colpan⁸⁾らの方法に従い ST131 のサブクローンである H30 (allele 30 of *fimH*) を検出した。さらに H30 サブクローンのうちキノロン耐性株については H30R と定義した。

10. replicon typing

PCR で β -ラクタマーゼ遺伝子 (カルバペネマーゼ, ESBL, AmpC) が陽性となった検体については、既報に従い、プラスミドのレプリコンタイプを解析した^{9,10)}。

結 果

1. 試供菌株

搬入された 53 株 (47 名) の由来は、性別では男性が 32 名で、女性 (15 名) の約 2 倍であった。年齢は 36 歳から 102 歳 (平均 75.3 歳) で 80~89 歳が最も多く、60 歳以上の高齢者が 85%以上 (40/47) を占めた。菌種は *Klebsiella aerogenes* が 19 株と最も多く、次いで *Enterobacter cloacae* が 12 株、*Klebsiella pneumoniae* が 9 株、*Escherichia coli* が 7 株、*Klebsiella oxytoca* が 3 株、*Serratia marcescens* が 2 株、*Morganella morganii* が 1 株であった。

2. CRE 感染症由来株の β -ラクタマーゼ遺伝子保有状況

県内の医療機関で分離された CRE 感染症由来株 53 株のうちカルバペネマーゼ遺伝子を保有していたのは 19 株、AmpC 遺伝子を保有していたのは 8 株 (重複 2 株含む) であった (Table 1)。その内訳として、カルバペネマーゼ遺伝子は IMP

型が 18 株、KPC 型が 1 株であった。AmpC 遺伝子では、EBC が 7 株、DHA が 1 株であり EBC 遺伝子陽性株は全て *Enterobacter cloacae* であった。また 53 株のうち 15 株は ESBL 遺伝子を保有しており (他遺伝子との重複を含む)、15 株が CTX-M-2 group, 2 株が CTX-M-9 group, 1 株が CTX-M-1 group を保有していた。なお 15 株のうち 3 株は CTX-M 型遺伝子を二つ保持していた。

3. β -ラクタマーゼ遺伝子の variant 型別

カルバペネマーゼ遺伝子 IMP 型の 18 株の塩基配列を解析した結果、18 株全て *bla*_{IMP-6} であった。また KPC 型の 1 株についても塩基配列解析の結果、*bla*_{KPC-2} であることが確認された。

ESBL についても塩基配列を決定した結果、CTX-M-2 group は *bla*_{CTX-M-2} が 12 株、*bla*_{CTX-M-44} が 3 株、CTX-M-9 group は *bla*_{CTX-M-27} が 2 株、CTX-M-1 group は *bla*_{CTX-M-15} が 1 株であった。

4. KPC 産生株の MLST 解析

KPC 産生株の MLST 解析を行った結果、ST48 (CG43) であることが確認された (Allele : *mdh* 2, *pgi* 2, *phoE* 7, *rpoB* 1, *gapA* 2, *infB* 5, *tonB* 10)。

5. 薬剤感受性試験

感受性試験の結果、各薬剤における耐性率は CP ; 3.8%(1/26), Tc ; 65.4%(17/26), SM ; 57.7%(15/26), KM ; 73.1%(19/26), GM ; 7.7%(2/26), ST ; 38.5%(10/26), FOM ; 69.2%(18/26), N/A ; 38.5%(10/26), NFLX ; 26.9%(7/26), CPMX ; 26.9%(7/26), CL ; 3.8%(1/26), IPM ; 7.7%(2/26)となった。各遺伝子型における平均耐性薬剤数は、*bla*_{IMP-6} 単独が平均 7 剤 (n=2), *bla*_{IMP-6}+CTX-M 型が 5 剤 (n=15), *bla*_{IMP-6}+EBC が 5 剤 (n=1), KPC 型が 10 剤 (n=1), SHV が 1 剤 (n=1), EBC が 0.7 剤 (n=6) であった。また *bla*_{IMP-6} 産生株の IPM に対する感受性は 18 株中 16 株が感受性であった。さらに今回、コリスチン耐性が 1 株 (No.2017133, Table 2) 確認された。

6. 系統発生群

解析した大腸菌 7 株のうち、B2 群が最も多く 5 株 (71.4%)、次いで A 群と D 群が 1 株ずつであった。

7. POT 法による分子疫学解析

POT 法を実施した大腸菌 7 株のうち、POT 型は全部で 6 種類確認された (同一 POT 型は検出されず、1 株は判定不能)。

Table 2. Characterization of Carbapenemase-producing *Enterobacteriaceae* isolated in Mie Prefecture

Strain No	Sex	Age	Area	Hospital	Isolates	Beta-lactamase	ST type	Replicon typing
2017094	M	81	Ise	G	<i>Escherichia coli</i>	IMP-6, CTX-M-44	ST131	FIA, FIB, N
2017133	F	59	Tsu	M	<i>Morganella morganii</i>	IMP-6, CTX-M-44, DHA		N
2017184	M	70	Ise	H	<i>Escherichia coli</i>	IMP-6, CTX-M-44	ST131	N
2017201	F	77	Yokkaichi	D	<i>Enterobacter cloacae</i>	IMP-6, EBC		N
2017203	M	86	Matsusaka	I	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	IMP-6, CTX-M-2, SHV		N
2018001	F	68	Tsu	O	<i>Klebsiella oxytoca</i>	IMP-6		N
2018018	M	65	Tsu	M	<i>Escherichia coli</i>	IMP-6	ST131	FIA, N
2018029	F	88	Matsusaka	E	<i>Escherichia coli</i>	IMP-6, CTX-M-2, CTX-M-27	ST131	FIA, N
2018091	M	90	Matsusaka	E	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	IMP-6, CTX-M-2, SHV		N
2018092	M	57	Kuwana	B	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	KPC-2, CTX-M-15, TEM, SHV	ST48	ND
2018109	F	78	Ise	A	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	IMP-6, CTX-M-2, SHV		N
2018120	M	85	Matsusaka	E	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	IMP-6, CTX-M-2, SHV		N
2018121	F	98	Matsusaka	E	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	IMP-6, CTX-M-2, TEM, SHV		N
2018149	F	91	Ise	A	<i>Escherichia coli</i>	IMP-6, CTX-M-2, CTX-M-27	ST131	FIA, FIB, N
2018150	M	65	Tsu	K	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	IMP-6, CTX-M-2		N
2018181	F	87	Matsusaka	J	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	IMP-6, CTX-M-2		N
2018194	M	78	Matsusaka	J	<i>Klebsiella oxytoca</i>	IMP-6, CTX-M-2		N
2018213	same as		Matsusaka	E	<i>Klebsiella oxytoca</i>	IMP-6, CTX-M-2, CTX-M-8		N
2018214	2018194		Matsusaka		<i>Escherichia coli</i>	IMP-6, CTX-M-2		B/O, FIB, N

8. ST131 およびサブクローン H30

今回 POT 型が得られた 6 株のうち 5 株が ST131 クローンと判定された。また今回検出された ST131 クローン 5 株は、すべて *bla*_{IMP-6} を保持しており、系統分類も全て B2 群であった。さらに ST131 のサブクローンを同定したところ、5 株全てが H30R であった。

9. replicon typing

耐性遺伝子を担うプラスミドのレプリコンタイプを解析したところ、解析した 26 株のうち 18 株が IncN プラスミド、7 株が IncF グループ (FIA, FIB) のプラスミド、1 株が IncK/B を保有していた。また今回 *bla*_{IMP-6} を保有する 18 株は全て IncN プラスミドを保持していた (Table 2)。

考 察

今回検査対象となった CRE 53 株のうち、カルバペネマーゼ遺伝子が陽性となった検体 (CPE) は 19 株 (35.8%) であった。これは全国のデータ (28%; 239/865) と比較するとやや高い傾向がみられた¹⁴⁾。検出されたカルバペネマーゼは IMP 型が 18 株、KPC 型が 1 株確認され、バリエーション型の結果、IMP 型は全て *bla*_{IMP-6}、KPC 型は *bla*_{KPC-2} であった。国内での CPE の分布を調査した報告では、東日本では *bla*_{IMP-1}、西日本では *bla*_{IMP-6} を保有する株が多く検出されており、地域差があることがわかっている。三重県に近い愛知県や岐阜県では、*bla*_{IMP-1} および *bla*_{IMP-6} の両方が検出され、そのうち *bla*_{IMP-1} が多く検出されている^{12,13)}。なぜ地域差があるのかは分かっていないが、東海地方を境に *bla*_{IMP-1} と *bla*_{IMP-6} の分布状況に変化が

みられ、三重県から以西は *bla*_{IMP-6} が優勢となる可能性が示唆された。

また今回検出された *bla*_{IMP-6} を保有する 18 株は全て IncN プラスミドを保持しており、さらに 18 株のうち 15 株は CTX-M-2 group (*bla*_{CTX-M-2} or *bla*_{CTX-M-44}) の ESBL を同時に保有していた。Kayama ら¹⁴⁾は、ステルス型のカルバペネム耐性 *K. pneumoniae* を全ゲノムシーケンスにより解析した結果、IncN プラスミド上に *bla*_{IMP-6} と *bla*_{CTX-M-2} の両方が保持されていることを確認しており、今回三重県で確認された *bla*_{IMP-6} 産生株もこれと同じタイプの株であると考えられた。このステルス型と呼ばれる *bla*_{IMP-6} 産生株は、イミペネムに対して感受性と判定されることがあり、感受性試験で使用する抗菌薬の種類によっては検出できない可能性が指摘されている¹⁵⁾。今回我々が実施した検査でも、*bla*_{IMP-6} 産生株 18 株中 16 株がイミペネムに感受性を示していた。したがって実際に届出されている以上に *bla*_{IMP-6} 産生株が潜在的に存在している可能性は否定できない。以上のことから、CRE の感受性検査ではメロペネムの併用や、低濃度カルバペネム系薬で測定をするなどの対策が必要と考えられる。

また *bla*_{IMP-6} 産生株のうち大腸菌が 6 株確認されたが、そのうち 5 株が B2-ST131-H30R であった。このクローンは近年 ESBL 産生大腸菌が市中で急激に増加している要因の一つと考えられており、非常に拡散しやすいクローンとして世界的にも警戒されている¹⁶⁾。ESBL と同じように CRE が市中に拡がれば、より対策が困難になるため、今後も継続して *bla*_{IMP-6} 産生株の動向を注視していく必要があると考えられた。

一方、今回渡航歴のある患者から KPC 産生株が 1 株確認された。KPC は classA に属するセリン-β-ラクタマーゼで、2001 年に米国で初めて報告された¹⁷⁾。検出頻度の高い地域として中国、北米など広範な地域があげられる。地理的に近い韓国や中国で検出されるカルバペネマーゼとしては KPC が最も多く、IMP 型の多い日本の状況とは大きく異なっている。しかしながら近年メディカルツーリズムが盛んになるに従い、患者の国際的移動に伴う耐性菌の移動頻度も増加しており、今後、海外型の耐性菌が国内に入ってくる可能性は高くなるものと思われる。実際、国内でも KPC 型によるアウトブレイクが報告されており¹¹⁾、今後も引き続き警戒が必要である。

感受性試験の結果では、今回コリスチン耐性が 1 株 (No. 2017133, Table 2) 確認された。コリスチンは 1949 年に日本で発見された抗菌薬で 1960～1970 年代に使用されていたが、腎機能障害や神経毒性などの強い副作用を有することから 2004 年に承認が取り消された。しかしながら近年の多剤耐性グラム陰性桿菌の世界的な拡散により、抗菌薬の選択肢も限られてきていたことから、国内では 2015 年に注射製剤が再承認されている。現在このコリスチンは、多剤耐性グラム陰性桿菌に対して「最後の砦」として使用されているが、2015 年に中国で初めてプラスミド性のコリスチン耐性遺伝子 *mcr-1* が発見された¹⁸⁾。その後、瞬く間に世界各地の動物や食肉、さらには人から *mcr-1* の分離報告がなされ、世界的な脅威となっている。今回、耐性を示した株は *bla*_{IMP-6}, *bla*_{CTX-M-44}, DHA の同時産生株であり、今後耐性機序を調査する必要がある。

以上の結果から三重県においても CPE が複数株検出され、海外型を除けば全てが *bla*_{IMP-6} 産生株であることが明らかとなり、今後も継続して動向を注視していく必要があると考えられた。また海外型の *bla*_{KPC-2} 産生株も 1 株確認されたことから、海外から侵入してくる新型の CPE をできるだけ早期に探知し、国内に定着させないことが非常に重要であると思われた。

謝 辞

本研究の実施にあたり検体を提供頂いた各医療機関の先生方に深謝致します。また検体の収集等にご協力いただきました各保健所の関係各位にお礼申し上げます。

文 献

- 1) 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 (健感

- 発 0328 号第 4 号平成 29 年 3 月 28 日) .
- 2) 国立感染症研究所 薬剤耐性菌研究センター : 薬剤耐性菌研修会資料 (2016-2018) .
- 3) 国立感染症研究所 病原体検出マニュアル : 薬剤耐性菌 (2017) .
- 4) Shibata N, Kurokawa H, Doi Y, et al: PCR classification of CTX-M-type beta-lactamase genes identified in clinically isolated gram-negative bacilli in Japan. *Antimicrob Agents Chemother.* **50**:791-795 (2006).
- 5) Pérez-Pérez FJ, Hanson ND: Detection of plasmid-mediated AmpC beta-lactamase genes in clinical isolates by using multiplex PCR. *J Clin Microbiol.* **40**:2153-2162 (2002).
- 6) Nakano A, Nakano R, Suzuki Y, et al: Rapid identification of *bla*_{IMP-1} and *bla*_{IMP-6} by multiplex amplification refractory mutation system PCR. *Ann Lab Med.* **38**:378-380 (2018).
- 7) Clermont O, Bonacorsi S, Bingen E: Rapid and simple determination of the *Escherichia coli* phylogenetic group. *Appl Environ Microbiol.* **66**:4555-4558 (2000).
- 8) Colpan A, Johnston B, Porter S, et al: *Escherichia coli* sequence type 131 (ST131) subclone *H30* as an emergent multidrug-resistant pathogen among US veterans. *Clin Infect Dis.* **57**:1256-1265 (2013).
- 9) Carattoli A, Bertini A, Villa L, et al: Identification of plasmids by PCR-based replicon typing. *J Microbiol Methods.* **63**:219-228 (2005).
- 10) Johnson TJ, Wannemuehler YM, Johnson SJ, et al: Plasmid replicon typing of commensal and pathogenic *Escherichia coli* isolates. *Appl Environ Microbiol.* **73**:1976-1983 (2007).
- 11) 病原微生物検出情報 Vol.40 No.2 (2019.2).
- 12) 坂梨大輔, 山岸由佳, 川本柚香 他 : 愛知県で臨床分離されたカルバペネマーゼ産生腸内細菌科細菌と meropenem 最小発育阻止濃度によるスクリーニングの検討. *医学検査*, **67**: 294-298 (2018).
- 13) 野田万希子, 門倉由紀子, 酢谷奈津 他 : 岐阜県におけるカルバペネム耐性腸内細菌科細菌感染症の届出情報と患者由来株のカルバペネム耐性機序の解析 (2014-2017 年) . 岐阜県保健環境研究所報, **26**: 11-15(2018).
- 14) Kayama S, Shigemoto N, Kuwahara R, et al: Complete nucleotide sequence of the IncN plasmid encoding IMP-6 and CTX-M-2 from emerging carbapenem-resistant Enterobacteriaceae in

- Japan. Antimicrob Agents Chemother. **59**: 1356-1359 (2015).
- 15) Shigemoto N, Kuwahara R, Kayama S, et al: Emergence in Japan of an imipenem-susceptible, meropenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* carrying blaIMP-6. Diagn Microbiol Infect Dis. **72**: 109-112 (2012).
 - 16) Price LB, Johnson JR, Aziz M, et al: The epidemic of extended-spectrum β -lactamase producing *Escherichia coli* ST131 is driven by a single highly pathogenic subclone, H30-Rx. MBio. **4**:e00377-13 (2013).
 - 17) Yigit H, Queenan AM, Anderson GJ, et al: Novel carbapenem-hydrolyzing beta-lactamase, KPC-1, from a carbapenem-resistant strain of *Klebsiella pneumoniae*. Antimicrob Agents Chemother. **45**:1151-1161 (2001).
 - 18) Liu YY, Wang Y, Walsh TR, et al: Emergence of plasmid-mediated colistin resistance mechanism MCR-1 in animals and human beings in China: a microbiological and molecular biological study. Lancet Infect Dis. **16**:161-168 (2016).

Carbapenem-resistant Enterobacteriaceae (CRE) Infection in Mie Prefecture

Yuhki NAGAI, Akihito KOBAYASHI and Shigehiro AKACHI

Keywords: CRE, CPE, *bla*_{IMP-6}, *bla*_{KPC-2}, stealth-type

We investigated the molecular characteristics of 53 CRE isolated from hospitals in Mie Prefecture between April 2017 to March 2019. Of 53 CRE isolates, CPE (Carbapenemase-producing Enterobacteriaceae) were detected in 19 (35.8%). The most dominant carbapenemase genotype was IMP (18/19), followed by KPC (1/19). Variant of IMP was all *bla*_{IMP-6} (18/18) with IncN plasmid, and 83% (15/18) of the strains were simultaneous CTX-M-2 group producers. Recent study showed that the combination of *bla*_{IMP-6} and *bla*_{CTX-M-2} gives stealth phenotype not detectable with imipenem. Indeed, 16 isolates of 18 *bla*_{IMP-6} were susceptible to imipenem. Meanwhile, KPC variant was *bla*_{KPC-2}. Multilocus sequence typing (MLST) of a subset of *bla*_{KPC-2} isolate identified ST48 (CG43). Our data suggest that CPE (*bla*_{IMP-6}) have already emerged in Mie Prefecture. Further, as *bla*_{KPC-2} was detected in Mie prefecture, active surveillance of CPE from abroad will be an effective strategy to limit the spread of CPE.

原 著

三重県における雨水中の酸性沈着物質の長期変動

国分秀樹，小河大樹，松谷知幸，寺本佳宏，佐藤邦彦，小川正彦

Long-term Fluctuation of the Acid Deposition of Rainwater in Mie Prefecture

Hideki KOKUBU, Daiju OGAWA, Tomoyuki MATSUTANI,
Yoshihiro TERAMOTO, Kunihiko SATO and Masahiko OGAWA

2003 年 4 月から 2016 年 3 月に三重県四日市市桜町で実施した雨水中の酸性沈着物質の調査結果と全国の雨水中の酸性沈着物質の変動を解析することにより，三重県内の酸性雨の変動の特徴について検討した．2003 年から 2016 年までの雨水中の酸性沈着物質の解析の結果，三重県四日市における雨水の pH は上昇傾向に，非海塩性の硫酸イオンや硝酸イオン濃度は減少傾向にあることが明らかになった．また，四日市に降下する酸性物質の約 40～50%程度が県内から，50～60%が日本海側からの酸性物質の越境の影響によることが推測された．双方ともに 2003 年以降改善傾向にあり，大気汚染防止法や自動車 NOx・PM 法をはじめとする，大気環境施策の効果が現れてきていると考えられた．

キーワード：三重県，酸性雨，pH，非海塩性硫酸イオン，硝酸イオン

はじめに

酸性雨による影響は，1960 年代に欧米において湖沼の酸性化と森林被害で明らかになり，問題化した¹⁾．1970 年代には我が国でも大気汚染に起因する降雨の酸性化が問題になり始めた^{2,3)}．環境省では，国内の酸性沈着の状況やその影響を把握するため，1983 年から酸性雨調査を開始した⁴⁾．

当県では，1970 年代に予備的な酸性雨の調査⁵⁻⁷⁾を実施し，1987 年以降酸性雨調査を継続的に行ってきた⁸⁻¹⁰⁾．さらに 1991 年以降は，全国地方自治体の環境関係試験研究機関で構成されている全国環境研協議会(以下，全環研)による酸性雨全国調査に参加してきた¹¹⁻¹⁵⁾．全環研による酸性雨の全国調査は，第1次から第5次調査まで実施され，現在は第6次調査が実施されている^{16,17)}．これまで，西山ら¹⁸⁾により，各年代における県内の雨水中の酸性沈着物質の特徴については，いくつかの報告がなされているが，経時的な変動については，報告がない．

そこで本調査では，全国と三重県内の雨水中の酸性沈着物質の変動を解析することにより，三重県内の酸性雨の特徴について考察したので報告する．

調査方法

1. 調査地点

酸性雨試料の採取は，三重県保健環境研究所（三重県四日市市桜町）の屋上で実施した．



図1 調査地点と比較対象地点

2. 採取方法および分析方法

試料採取は自動雨水採水装置（株式会社小笠原計器製作所 US-330 型）を用いて行った。採取した雨水は、装置内のタンクに冷蔵保存され、1 週間毎に回収した。回収した試料は、湿性沈着モニタリング手引き書¹⁹⁾に従って、水素イオン指数 (pH)、電気伝導率 (EC)、イオン濃度 (硫酸イオン (SO_4^{2-}), 硝酸イオン (NO_3^-), 塩化物イオン (Cl^-), アンモニウムイオン (NH_4^+), カルシウムイオン (Ca^{2+}), カリウムイオン (K^+), マグネシウムイオン (Mg^{2+}) およびナトリウムイオン (Na^+)) の 10 項目について測定・分析を実施した。分析手法については以下に示す。

水素イオン指数 (pH) : ガラス電極法
電気伝導率 (EC) : 導電率計法
イオン成分 : イオンクロマトグラフ法

以上の調査を実施した 2003 年 4 月～2016 年 3 月までのデータを解析対象とした。ただし 2007 年のデータは当研究所が試料採取および分析を実施していないため欠測とした。

なお、 SO_4^{2-} および Ca^{2+} は海水中にも多量に含まれ、海塩粒子として大気中に放出されるため、湿性沈着調査において、降水中に含まれるこれらの海塩に由来する成分を Na^+ を基準として海水中の Na^+ に対する比率から算出し、それぞれ SO_4^{2-} および Ca^{2+} の全体から海塩に由来する部分の ss-SO_4^{2-} および ss-Ca^{2+} (ss : sea salt) を差し引くことによって海塩粒子に由来しない部分である nss-SO_4^{2-} および nss-Ca^{2+} (nss : non seasalt) を求めた。算出式を以下に示す。

$$[\text{nss-SO}_4^{2-}] = [\text{SO}_4^{2-}] - 0.06028 \times [\text{Na}^+] \quad \text{式 1}$$

$$[\text{nss-Ca}^{2+}] = [\text{Ca}^{2+}] - 0.02161 \times [\text{Na}^+] \quad \text{式 2}$$

((単位 : $\mu\text{mol/L}$) 海水中の濃度を Na^+ : 468.3 mmol/L, SO_4^{2-} : 28.23 mmol/L, Ca^{2+} : 10.12 mmol/L とした。)

3. 解析に使用した全国データ

比較解析対象データは、地球環境センターが公開している第4次および第5次酸性雨全国調査データ^{16,17)}を用いた。

また、三重県との比較対象地点として、図1に示した、全国調査地点の日本海側 (JS), 東部 (EJ), 西部 (WJ) の区分の中から、それぞれ金沢、川崎、

大宰府の観測点を選定した。地点の選定は、期間を通して欠測が少ないことや、立地条件が四日市と比較的類似した状況である等の条件を考慮して行った。

結果および考察

1. 雨水中の酸性沈着物質の経年変化

降水が酸性を示す主な原因物質は、硫酸イオン (SO_4^{2-}) や硝酸イオン (NO_3^-) が考えられる。これらの酸性物質が大気中に増加すると雨水の酸性化 (pH の低下) が起こるといわれている²⁰⁾。そこで、雨水中の酸性沈着物質の経時変化について検討を行った。

1.1 pH および水素イオン沈着量

四日市および比較対象とする、金沢、川崎、大宰府における雨水中の pH 及び水素イオン沈着量 (以下 $[\text{H}^+]$ 沈着量) の 2003 年から 2016 年の月別の経時変化を図 2 に示した。 $[\text{H}^+]$ 沈着量は、pH から算出した水素イオン濃度 ($\mu\text{mol/L}$) と降水量 (mm) の積から算出した。

2003 年から 2016 年の pH の変化は年平均値として、四日市で 4.51 から 4.71, 金沢で 4.50 から 4.64, 川崎で 4.75 から 5.33, 大宰府で 4.62 から 4.60 であり、月変動はあるものの、大宰府を除くすべての地点で pH は上昇傾向、 $[\text{H}^+]$ 沈着量は減少傾向であった。特に関東エリアの川崎では、その傾向がもっと大きかった。また、日本海側の金沢と太平洋側の川崎や四日市では降雨の傾向が逆転し、前者では冬降雨、後者では夏降雨の傾向であった。これは、2003 年以降、四日市、金沢、川崎で大気中の酸性物質の量が減少していることが考えられた。日本海側の北九州地方は特に大陸からの越境大気汚染の影響を受けるといわれており²¹⁾、その影響により、酸性沈着物質量が減少しないのではないかと考えられた。

表 1 各調査地点における酸性沈着物質濃度

		単位	2003年	2009	2015年
四日市	pH		4.51	4.56	4.71
	nss-SO_4^{2-}	$\mu\text{mol/L}$	28.7	24.9	8.9
	NO_3^-	$\mu\text{mol/L}$	29.0	24.1	18.4
川崎	pH		4.75	4.80	5.33
	nss-SO_4^{2-}	$\mu\text{mol/L}$	23.6	19.8	14.2
	NO_3^-	$\mu\text{mol/L}$	24.8	19.3	14.4
金沢	pH		4.50	4.50	4.64
	nss-SO_4^{2-}	$\mu\text{mol/L}$	19.5	17.2	14.8
	NO_3^-	$\mu\text{mol/L}$	27.3	28.7	20.4
大宰府	pH		4.62	4.61	4.60
	nss-SO_4^{2-}	$\mu\text{mol/L}$	22.6	23.9	19.1
	NO_3^-	$\mu\text{mol/L}$	27.8	27.7	23.4

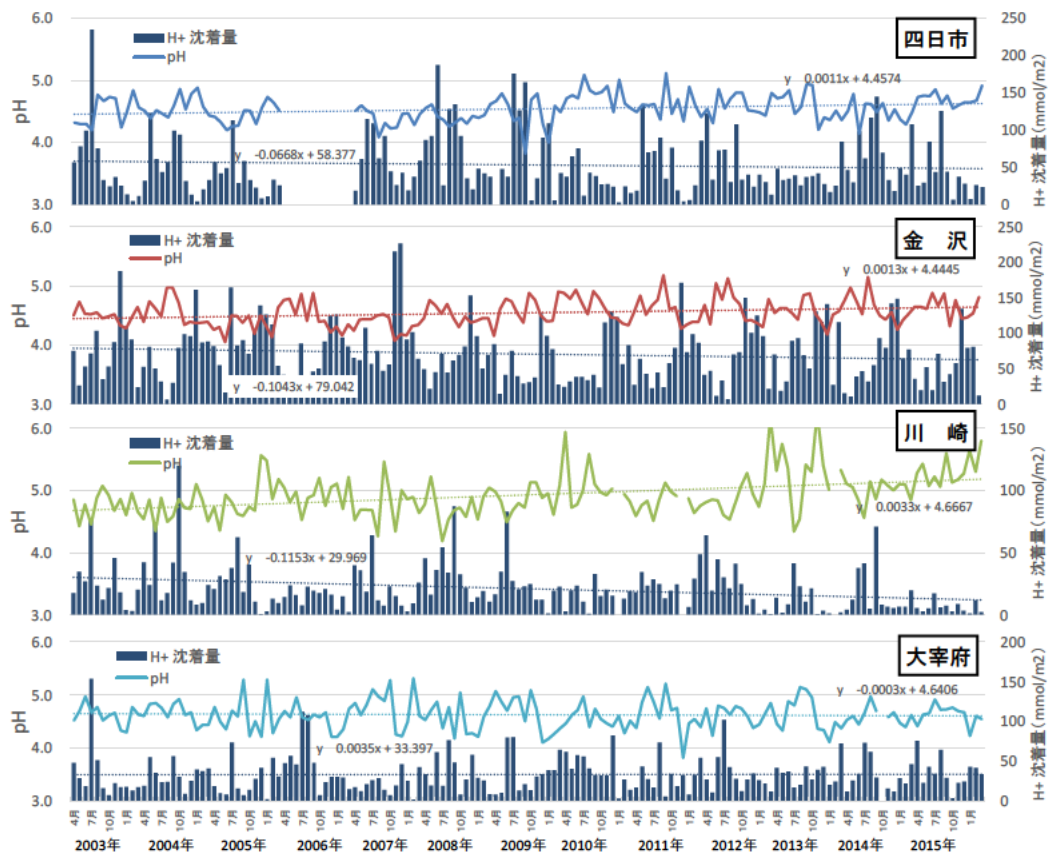


図2 四日市、金沢、川崎、大宰府における雨水中の pH および水素イオン沈着量の経時変化

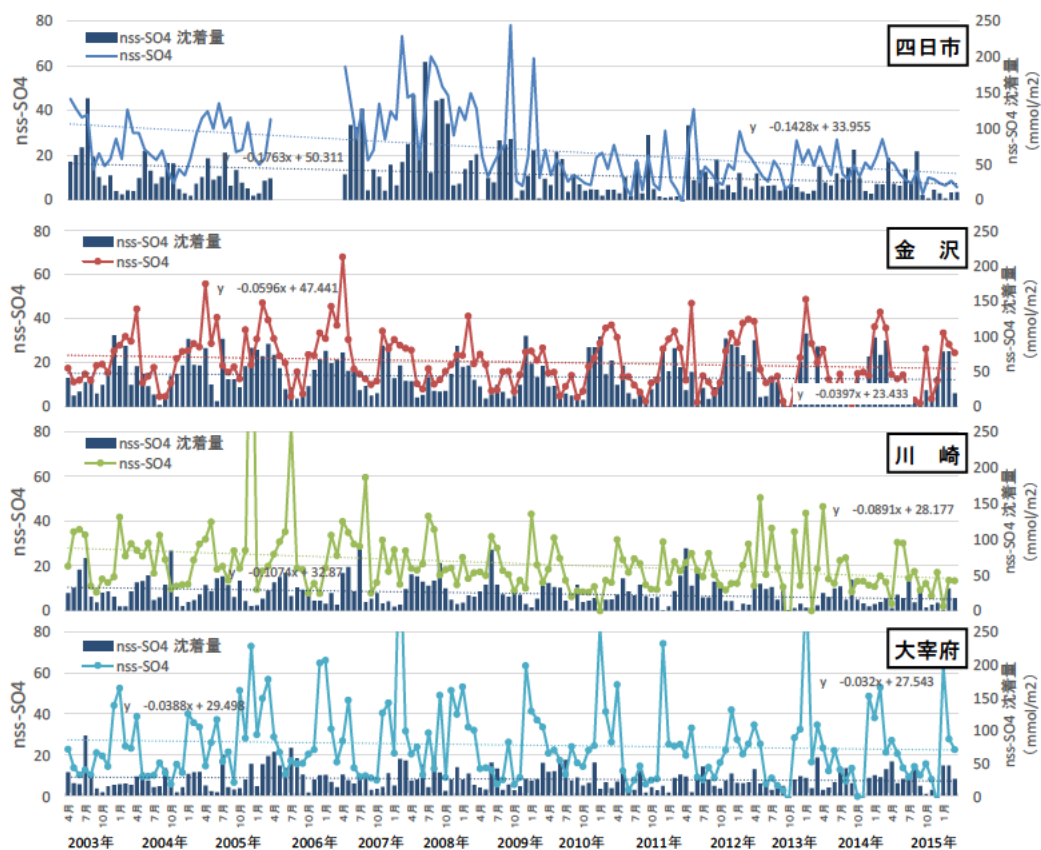


図3 四日市、金沢、川崎、大宰府における雨水中の nss-SO₄ 濃度および nss-SO₄²⁻沈着量の経時変化



図4 四日市、金沢、川崎、大宰府における雨水中の NO_3^- イオン濃度および NO_3^- 沈着量の経時変化

1.2 nss-SO_4^{2-} 濃度および nss-SO_4^{2-} 沈着量

海塩粒子の影響を除去した、非海塩性の硫酸イオン(nss-SO_4^{2-})について、四日市および比較対象とする、金沢、川崎、大宰府における雨水中の nss-SO_4^{2-} 濃度および nss-SO_4^{2-} 沈着量の2003年から2016年の月別の経時変化を図3に示した。 nss-SO_4^{2-} 沈着量は、 nss-SO_4^{2-} 濃度($\mu\text{mol/L}$)と降水量(mm)の積から算出した。

2003年から2016年の nss-SO_4^{2-} 濃度の変化は年平均値として、四日市で28.7から $8.9\mu\text{mol/L}$ 、金沢で19.5から $14.8\mu\text{mol/L}$ 、川崎で23.6から $14.2\mu\text{mol/L}$ 、大宰府で22.6から $19.1\mu\text{mol/L}$ であり、月ごとの変動はあるものの、すべての地点で nss-SO_4^{2-} 濃度、 nss-SO_4^{2-} 沈着量ともに減少傾向であった。特に太平洋側の四日市で、その傾向がもっとも大きかった。また、西部(WJ)エリアの大宰府では、降水量の低い冬季に高濃度になる事例が頻繁に確認され、これは大陸からの越境大気汚染の影響ではないかと推測された。

雨水中の硫酸イオンのもととなる大気中の硫黄酸化物は、日本では主に石油系燃料、特に重油中の硫黄分の燃焼により生成するため、主要な発生源は、重油を使用するボイラーや加熱炉等を持つ工場であるといわれている²²⁾。また、ディーゼルの燃料である軽油に含まれている硫黄分の規制が、1992年(0.5 → 0.2%)と1997年(0.2 → 0.05%)2004年(0.05 → 0.005%)に行われた²³⁾。さらに2012年には、航行船舶に使用される重油中の硫黄分についても規制(4.5 → 3.5%)²³⁾が実施された。これらの対策の効果により徐々に大気中の濃度が減少し(図3)、硫酸イオン沈着量は減少傾向を示したと推測できた。

1.3 NO_3 濃度および NO_3 沈着量

硝酸イオン(NO_3)について、四日市および比較対象とする、金沢、川崎、大宰府における雨水中の NO_3 濃度及び NO_3 沈着量の2003年から2016年の月別の図3に示した。 NO_3 沈着量は、 NO_3 濃度($\mu\text{mol/L}$)と降水量(mm)の積から算出した。

2003年から2016年の NO_3 濃度の変化は年平均値として、四日市で29.0から $18.4\mu\text{mol/L}$ 、金沢で

27.3 から 20.4 $\mu\text{mol/L}$, 川崎で 24.8 から 14.4 $\mu\text{mol/L}$, 大宰府で 27.8 から 28.4 $\mu\text{mol/L}$ であり, 月ごとの変動はあるものの, 大宰府を除くすべての地点で NO_3 濃度, NO_3 沈着量ともに減少傾向であった. また特に太平洋側の四日市, 川崎で減少量が大きかった. 一方西部 (WJ) エリアの大宰府では, 近年増加傾向を示しており, 降水量の低い冬季に高濃度になる事例が頻繁に確認された. これは大陸からの越境大気汚染の影響ではないかと推測された.

雨水中の硝酸イオンの原因となる大気中の窒素酸化物は, 主に物質の燃焼にともなって生成し, 主な発生源は工場などの固定発生源と自動車などの移動発生源といわれている²²⁾. 自動車からの排出総量の削減を図るため, 1992 年に自動車 NO_x 法が制定され, 2001 年に自動車 $\text{NO}_x \cdot \text{PM}$ 法に改正された. 三重県では, 県北部の四日市市, 桑名市 (多度町を除く), 鈴鹿市, 三重郡朝日町および同郡川越町の区域が対策地域として指定されている. さらに低排出ガス車優遇制度などによる, 低公害車の導入率の増加によって, 自動車から大気中へ排出される窒素酸化物は減少していると考えられる. 図 5 に示す全国の窒素酸化物の大気排出量の変化からも大気中の窒素酸化物濃度は, 2006 年以降減少傾向にあり, 本研究結果と一致した.

2. 四日市における雨水中の酸性沈着物質の季節変動と発生源の検討

前段の雨水中の酸性沈着物質の経年変化の解析結果から, 大気中の酸性物質の濃度の低下が確認できた. しかし, 日本海側の大宰府や金沢では, 冬季の大陸からの越境汚染の影響が確認でき, 四日市においても, 冬季に酸性物質の沈着量が増加する事象が確認できた. そこで, 四日市地域における, 雨水中の酸性物質の発生源について, 季節変化を合わせて検討を行った.

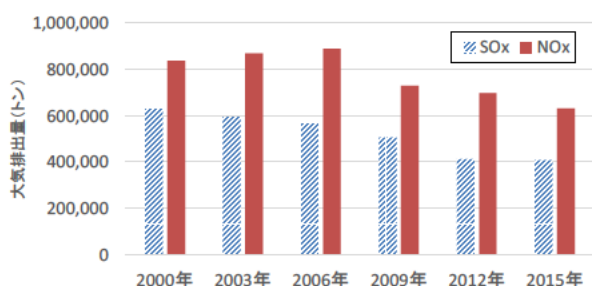


図 5 全国における窒素酸化物と硫黄酸化物の大気排出量の変化

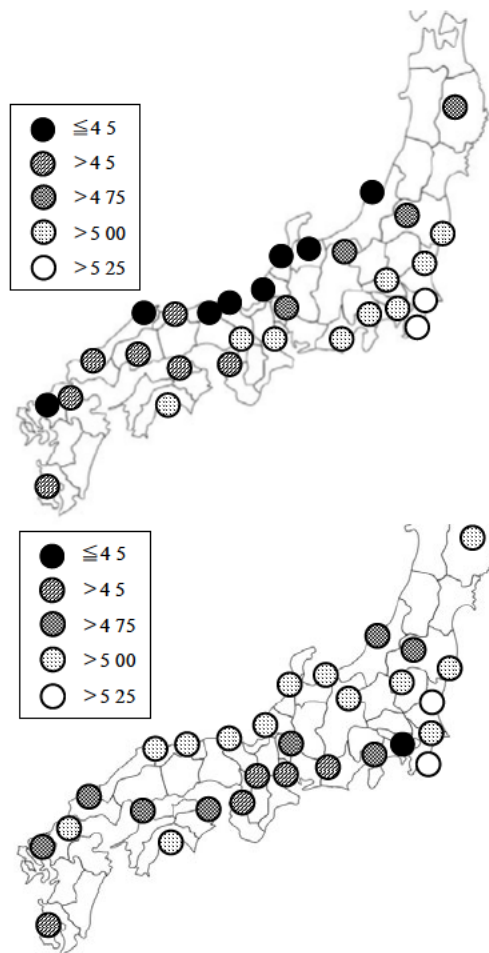


図 6 全国の調査地点における雨水の pH の分布 (上段: 2012 年 1 月, 下段: 2012 年 6 月)

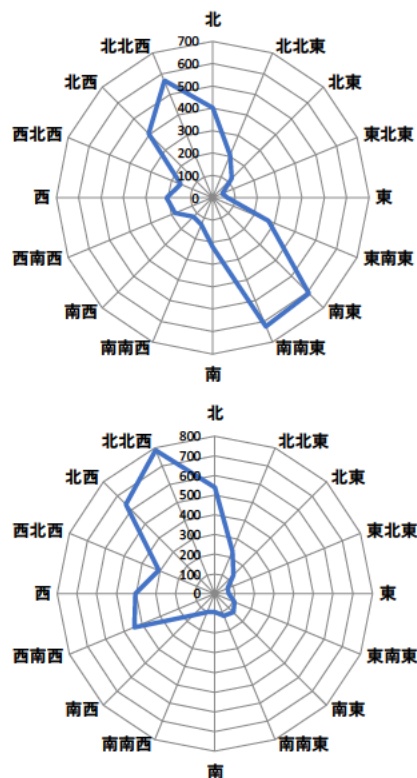


図 7 四日市における暖候期 (4~10 月: 上段) と寒候期 (10~3 月: 下段) の風向分布

2.1 pH および水素イオン沈着量の国内の分布

全国の酸性雨観測地点における、月別の pH のデータを用いて、国内の雨水中の pH の分布図を作成した。分布図は、国立環境研究所の「見え見えくん 3.6.2」²⁴⁾を用いて作成した。2012 年 1 月と 6 月における、pH の国内の分布図を図 6 に示した。この分布パターンは、2012 年だけでなく、複数の年度で見られた典型的なパターンである。冬季には、日本海沿岸部と九州北部で低い pH の地点が多く確認でき、太平洋側では、相対的に高くなった。また、夏季においては、太平洋沿岸域の関東や中部の都市部で pH が低くなり、日本海沿岸部では高くなる傾向が得られた。これは、季節風による影響が考えられた。図 7 に四日市における、2003～2016 年の暖候期（4～9 月）と寒候期（10～3 月）の風向の分布図を示す。寒候期には北北西から北西風が卓越し、夏季には南東と北西風が主な方向で吹いていることがわかる。四日市の観測地点は、三重県の北西部の鈴鹿山麓に位置し、

観測地点の北西方向には鈴鹿山脈、南東方向には、伊勢湾沿岸に四日市コンビナートがあり、主要幹線道路のほとんどが存在する。このことから、冬季には日本海側からの影響を大きく受け、また夏季には、日本海側からの影響に加え、地域内の太平洋沿岸のコンビナート地域からの影響を受けることが推測された。

2.2 雨水中の酸性沈着物質の季節変動

前述した分布図の解析から、夏季と冬季で風向が大きく異なることから、四日市と金沢における暖候期（4～9 月）と寒候期（10～3 月）における、 nss-SO_4^{2-} と NO_3^- 総沈着量の年変化をそれぞれ図 8、9 に示した。四日市では、 nss-SO_4^{2-} と NO_3^- 双方ともに、暖候期のほうが寒候期よりも高い沈着量を示した。一方日本海側の金沢では、 nss-SO_4^{2-} と NO_3^- 双方ともに、寒候期のほうが、暖候期よりも高い沈着量を示した。この結果は四日市では、寒候期の日本海側からの酸性物質の越境の影響よりも暖候期の南東風による地域内の伊勢湾沿岸のコンビ

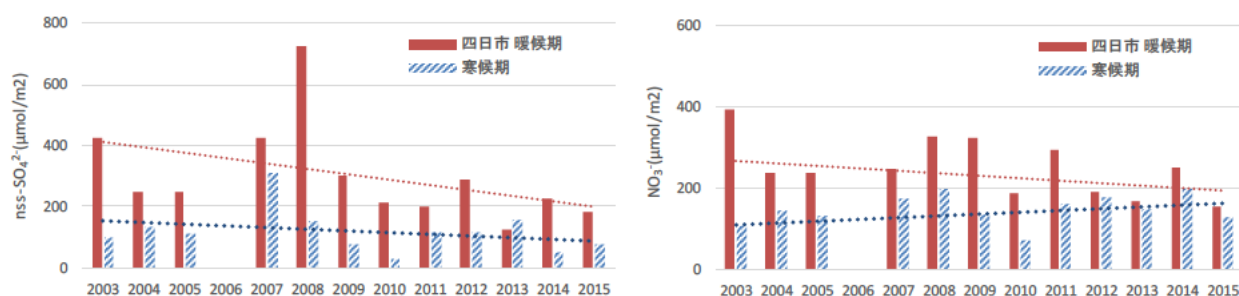


図 8 四日市における暖候期及び寒候期の雨水中の nss-SO_4^{2-} と NO_3^- 沈着量の経時変化

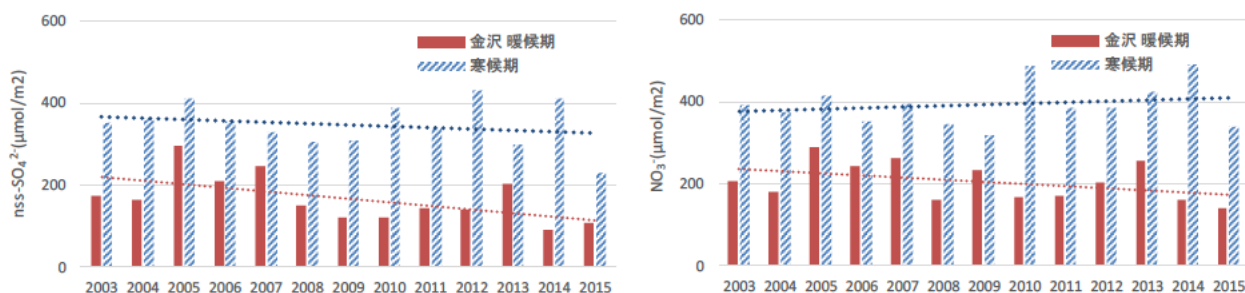


図 9 金沢における暖候期及び寒候期の雨水中の nss-SO_4^{2-} と NO_3^- 沈着量の経時変化

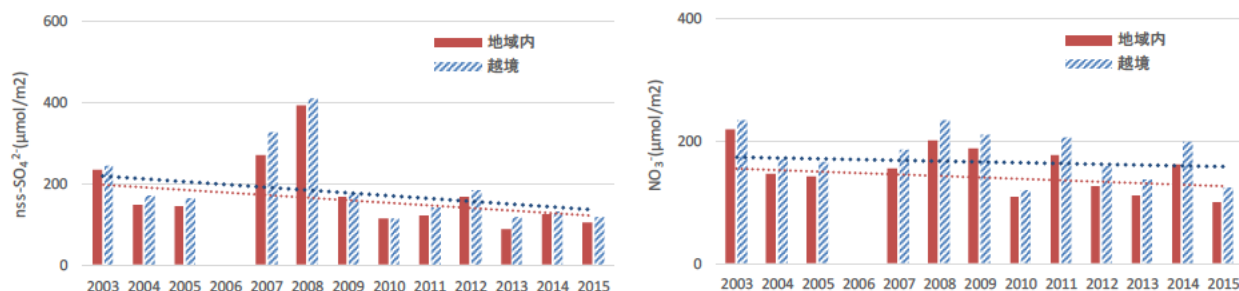


図 10 四日市における雨水中の nss-SO_4^{2-} と NO_3^- 沈着量の越境、地域内汚染の影響割合の試算結果

ナート地域からの影響が大きいと考えられる。また、金沢については、寒候期の大陸からの酸性物質の越境の影響が大きいことが推測された。

さらに、年間の風向によって、その風上方向から酸性物質が移送されていると仮定し、式3, 4を用いて風向の頻度分布の割合と、各月の沈着量の積から、四日市における、日本海側からの越境とコンビナートからの影響を算出し、図10に示した。

$$C_{se} = \sum_{m=1}^{12} D \times \frac{F_{se}}{F_a} \quad \text{式3}$$

$$C_{nw} = \sum_{m=1}^{12} D \times \frac{F_{nw}}{F_a} \quad \text{式4}$$

ここで、 C_{se} と C_{nw} はそれぞれ、南東、北西風によって移送される酸性沈着物質量 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$) を、 D は四日市における各月の酸性物質量 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)、 F_{se} , F_{nw} はそれぞれ四日市における各月の南東、北西風が主方向で吹いた日数を、 F_a は、各月の風向観測日数を示す。

その結果全体の沈着量に対するコンビナートからの影響は、 nss-SO_4^{2-} で約 43~50%, NO_3^- で約 44~48% となり、北西風の越境による酸性物質とほぼ同等となった。また、2003 年から 2015 年の間では、両方とも減少傾向を示した。以上の結果は、越境酸性物質の移流については、近年の大陸からの越境汚染の減少とも傾向が一致した。また、コンビナート地域からの影響についても、燃料規制と自動車排ガス規制等の我が国の大気規制の効果が現れていることが推測された。

まとめ

本研究では、全国と三重県内の雨水中の酸性沈着物質の変動を解析することにより、三重県内の酸性雨の変動の特徴について考察した。以下に得られた主な知見を示す。

- 1) 2003 年から 2016 年までの雨水中の酸性沈着物質の解析の結果、 pH , nss-SO_4^{2-} と NO_3^- とともに改善傾向にあることが明らかになった。
- 2) 風向の解析の結果、四日市では、冬季には北西風が卓越し、夏季には、北西風と南東風が主な方向で吹いており、冬季には日本海側からの影響を

、夏季には、日本海側からの影響に加え、太平洋沿岸のコンビナート地域からの影響を大きく受けることが推測された。

- 3) 三重県四日市における雨水中の酸性沈着物質は、40~50%程度が県内から、50~60%が日本海側からの影響によることが推算され、双方ともに 2003 年以降減少傾向にあることが明らかになった。

以上より、三重県内の雨水中の酸性物質量は、近年改善傾向にあり、大気汚染防止法や自動車 $\text{NOx} \cdot \text{PM}$ 法をはじめとする、大気環境施策、燃料規制の効果が現れてきていることが推測された。

文 献

- 1) US Environmental Protection Agency : The Acidic Deposition Phenomenon and Its Effects. Critical Assessment Review, Vol.II, ed. A. P. Altshuller and R. Linthurst, EPA 600/8.83/016 BF. (1984).
- 2) 関東地方公害策推進本部 : 関東地方におけるいわゆる酸性雨(湿性大汚染)について, 76 (1975).
- 3) Japan Meteorological Agency : Annual Report of Background Air Pollution Observation 1976. 55, (1977).
- 4) 酸性雨対策検討大気分科会 : 酸性雨対策調査中間報告書, 121pp (1987).
- 5) 高塚美和 : 四日市地域における大気汚染の推移—主として降下ばいじん SO_2 (PbO_2 法) を中心に, 三重県公害センター年報, 3, 1-17, (1975).
- 6) 高芝芳裕, 貝川弘毅, 藤本久博, 村田 穰, 中谷博行, 森 薫, 三木正尚, 上村隼右, 森本啓之, 島 洋久 : 雨水調査に関する研究—雨採取の場合 (第 1 報) —, 三重県公害センター年報, 4, 34-37(1976).
- 7) 高塚美和, 山田幸延 : 降雨水の酸性化について, 三重県環境科学センター研究報告, 1, 64 -66 (1977).
- 8) 塚田 進, 内田郁夫, 渡辺将隆, 中川喜明, 山本晃道, 松井孝悦, 広部 宏, 上田俊夫 : (資料) 県内の酸性降雨の現況について (第 1 報), 三重県環境科学センター研究報告, 7, 57 -61 (1987).
- 9) 塚田 進, 山本晃道, 渡辺将隆, 岩崎誠二, 高橋正昭, 長井喜久 : (研究報告) 県内の酸性雨について (第 2 報), 三重県環境科学センター研究報告, 9, 21-33 (1989).
- 10) 塚田 進, 岩崎誠二, 吉岡 理, 仲 邦熙, 長井喜久, 山本晃道, 地主照博, 松井孝悦, 高橋

- 正昭：(資料) 県内の酸性雨の現状について（第3報），三重県環境科学センター研究報告，**10**，57-62(1990).
- 11) 全国公害研協議会・酸性雨調査研究部会：酸性雨全国調査結果報告書（平成3年度から平成5年度），季刊全国公害研会誌，**20**，58-130 (1995).
- 12) 全国環境研協議会・酸性雨調査研究部会事務局：第3次酸性雨全国調査報告書（平成11～13年度のまとめ），季刊全国環境研会誌，**28**，126-196 (2003).
- 13) 全国環境研協議会・酸性雨調査研究部会事務局：第4次酸性雨全国調査報告書（平成15年度），季刊全国環境研会誌，**30**，58-135(2005).
- 14) 全国環境研協議会・酸性雨調査研究部会事務局：第4次酸性雨全国調査報告書（平成16年度），季刊全国環境研会誌，**31**，118-186 (2006).
- 15) 全国環境研協議会・酸性雨調査研究部会事務局：第4次酸性雨全国調査報告書（平成17年度），季刊全国環境研会誌，**32**，78-152 (2007).
- 16) 岩崎 綾，久恒邦裕，堀江洋佑，西山亨，宮野高光，北岡宏道，木戸瑞佳，濱村研吾，三田村徳子，山口高志，横山新紀，佐藤由美，松本利恵，山添良太，家合浩明，仲井哲也，宇野克之，紺田明宏：第5次酸性雨全国調査報告書，全国環境研会誌，**42**，No.3 79-118 (2016).
- 17) 岩崎 綾，久恒邦裕，堀江洋佑，西山亨，宮野高光，北岡宏道，木戸瑞佳，濱村研吾，三田村徳子，山口高志，横山新紀，佐藤由美，松本利恵，山添良太，家合浩明，仲井哲也，宇野克之，紺田明宏：第6次酸性雨全国調査報告書，全国環境研会誌，**43**，(3) 79-118 (2018).
- 18) 西山 亨，佐来栄治，小山善丸，寺本佳宏，吉岡 理，大熊和行：三重県における2007-2009年度の酸性雨の状況，三重保環研年報，**12**号，72-79 (2010) .
- 19) 環境省水・大気環境局大気環境課：湿性沈着モニタリング手引書，(2001).
- 20) 玉置元則・平木隆年・渡辺 弘：大気中の窒素酸化物による雨水の質的变化，大気汚染学会誌 (2) 71-81 (1985).
- 21) 村岡俊彦・豊永悟史・古澤尚英・今村 修・北岡宏道：九州・山口地域における有害大気汚染物質濃度の経年変化への越境大気汚染の影響，全国環境研会誌，**38**，(4) (2013).
- 22) 森 淳子，大原真由美，若松伸司，村野健太郎，田口圭介，関口恭一，玉置元則，加藤拓紀，北村守次，大喜多敏一，山中芳夫，原 宏：酸性沈着物における硝酸イオンと硫酸イオンの当量比に関する考察，日本化学会誌 **6**，920-929 (1991).
- 23) 公害防止の技術と法規編集委員会編：公害防止の技術と法規大気編，56-68 (2013).
- 24) 曾我 稔：環境系データ解析支援ソフト見え見えくんマニュアル，(2016).

Long-term Fluctuation of the Acid Deposition of Rainwater in Mie Prefecture

Hideki KOKUBU, Daiju OGAWA, Tomoyuki MATSUTANI,
Yoshihiro TERAMOTO, Kunihiro SATO and Masahiko OGAWA

Keywords: Mie prefecture, acid rain, pH, nss-SO_4^{2-} , NO_3^-

Long-term fluctuations of the acid deposition of rainwater from April 2003 to March 2016 in Yokkaichi Mie prefecture were reviewed. The pH in rainwater was increased, and the concentration of the nss-SO_4^{2-} and NO_3^- in rainwater were decreased from 2003 to 2016 in Yokkaichi measuring station. It is estimated that 40~50% of acid deposition were fell from Mie prefecture, and 50~60% of them were trans-boundary movement from Japan sea side. These results indicated that measures to improve air quality such as Automotive NOx • PM method and Air Pollution Control Law works effectively.

ノート

三重県における過去10年間の風しんの血清疫学調査について（2009～2018年）

矢野拓弥，赤地重宏，松村義晴

Seroprevalence of Rubella Virus in Mie Prefecture, 2009-2018

Takuya YANO, Shigehiro AKACHI and Yoshiharu MATSUMURA

2014年～2017年の風しん患者は減少傾向であったが，2018年には全国で風しん患者が多数報告され再流行に転じた．風しんの流行は2019年においても継続しており，妊娠女性（胎児）への感染により先天性風しん症候群（congenital rubella syndrome：CRS）の発生が危惧されている．

三重県における過去10年間の風しんウイルスに対する赤血球凝集抑制（Hemagglutination inhibition：HI）試験による抗体保有状況の調査を実施したところ，成人男性は成人女性のHI抗体保有率と比較して，各年齢群で下回る傾向がみられた．成人の男性および女性ともに陰性者あるいは低い抗体価の者の存在が，今後の風しん患者の発生および増加に繋がることが予想される．このことから成人男性の風しんワクチン接種率向上により，男性の風しん患者を抑制することが，CRS発生の低減に繋がるものと思われる．

キーワード：風しん HI 抗体保有率，風しん幾何平均抗体価（GMT），先天性風しん症候群（CRS）

はじめに

風しんウイルスは1962年に米国で初めて分離され，ヒトのみを自然宿主とし，主として発熱，発疹，リンパ節腫脹の症状を示す¹⁻³⁾．注視すべきは妊娠初期に風しんウイルスに感染すると先天性心疾患，白内障，難聴等を特徴とする先天性風疹症候群（congenital rubella syndrome：CRS）を引き起こす場合があることである⁴⁻⁶⁾．国内では小児へのワクチン定期接種により2000年以降は2004年に比較的大きな流行があったものの，その後は小児への大規模な流行は認められなくなった^{7,8)}．しかし，2008年に風しんが全数把握疾患の対象となった以来，2011年以降は，成人男性を中心に散発的な職場内感染事例が相次ぎ^{9,10)}，特に関西圏や関東圏において成人男性を主体に風しん流行の兆しが認められた¹¹⁻¹³⁾．これらの流行は30代の男性が中心で，風しんが全数把握の対象疾患となってからは，国内の患者報告数が初めて増加に転じた^{4,7,8)}．その後，国内での2012～

2013年を中心とした風しんの流行が起こり，CRSの発生が危惧されるなかで⁸⁾，2013年には本県において1997年以来¹⁴⁾のCRS患者が2症例確認された．CRSの対策には安全性と有効性が明らかにされているMRワクチンの2回接種¹⁵⁾の実施により，各人が高い抗体価を維持し風しんを抑制することが重要である．そこで風しんウイルスの動向予測および感染予防対策に資するため，三重県内において過去10年における風しんウイルスに対する抗体保有状況を調査したので報告する．

対象と方法

1. 調査対象者

感染症流行予測調査事業における過去10年間（2009～2018年）の県内医療機関受診者および職場健診受診者等のうち，採血時に本人または保護者から本調査における検体および対象者情報の使用について書面にて同意の得られた3,302人（男性1,479人，女性1,823人）を対象とした．調査対

象者の年齢、性別、採血年、ワクチン接種歴等は本人または保護者記載の承諾書兼調査票の情報を基に集計を行った。

2. 風しん HI 抗体測定

調査対象者の風しんウイルスに対する血中抗体価測定には赤血球凝集抑制（Hemagglutination inhibition：HI）試験を実施¹⁶⁾し、HI 抗体価は HI を起こした最高希釈倍数とした。HI 抗体価が陰性あるいは 16 倍未満の者に対して CRS の発生を防止する風しんワクチン接種が勧奨⁶⁾されていることから、抗体価 16 倍以上（ ≥ 16 倍）を陽性と判定し、調査対象者の HI 抗体保有率および幾何平均抗体価（geometric mean antibody titer: GMT）を算出した。

結 果

1. 調査期間中の風しん HI 抗体保有状況の推移

採取年別の風しん HI 抗体保有率（ ≥ 16 倍）および GMT を表 1 に示した。

対象者（男性・女性）は 3,302 人中 2,753 人（83.4%）が陽性者で、GMT は 47.1 あった。10 年間の HI 抗体保有率の範囲は 72%～91.6%，同 GMT の範囲は 34.8～56.7 で推移していた。

男性および女性別では、男性の HI 抗体陽性者は 1,479 人中 1,142 人（77.2%）で、GMT は 44.6 あった。HI 抗体保有率は 65.8%～89.8%，GMT は 32.2～56.2 の範囲であった。女性の陽性者は 1,823 名中 1,611 名（88.4%）で、GMT は 48.9 あった。HI 抗体保有率は 77.3%～92.6%，GMT は 36.1～57.1 の範囲であった。

2. 年齢群別風しん HI 抗体保有状況

調査期間（2009～2018 年）の年齢群別の HI 抗体保有率（ ≥ 16 倍）および GMT を表 2-1～2-3 に示した。

1) 0 歳児の HI 抗体保有状況および GMT

ワクチン接種前あるいは風しん未罹患であることが考えられる 0 歳児の HI 抗体保有率（2009～2018 年の総計）は男性・女性（8.3%），男性（9.4%），女性（7.1%），GMT は男性・女性（12.7），男性（14.7），女性（11.3）であった。

2) 1 歳児～9 歳の HI 抗体保有状況および GMT

2009～2018 年（総計）の HI 抗体保有率（男性・女性）は 1 歳児（74%），2-3 歳群（90.7%），4-6 歳群（89.5%），7-9 歳群（94%）であった。GMT

は 1 歳児（46.8），2-3 歳群（51.8），4-6 歳群（44.8），7-9 歳群（39.2）であった。

男性の年齢群別における HI 抗体保有率は、1 歳児（72.6%），2-3 歳群（89.1%），4-6 歳群（88.3%），7-9 歳群（93.9%）であった。GMT は 1 歳児（45.3），2-3 歳群（51.1），4-6 歳群（42.3），7-9 歳群（38.6）であった。

女性の HI 抗体保有率は、1 歳児（75.5%），2-3 歳群（92.8%），4-6 歳群（91%），7-9 歳群（94.1%）であった。GMT は 1 歳児（48.7），2-3 歳群（52.6），4-6 歳群（48.2），7-9 歳群（39.6）であった。

3) 10 歳児～29 歳の HI 抗体保有状況および GMT

HI 抗体保有率（男性・女性）は 10-14 歳群（89.2%），15-19 歳群（91.3%），20-29 歳群（89.7%）であった。GMT は 10-14 歳群（33），15-19 歳群（32.3），20-29 歳群（42.5）であった。

男性の年齢群別における HI 抗体保有率は、10-14 歳群（84.1%），15-19 歳群（91.3%），20-29 歳群（82.7%）であった。GMT は 10-14 歳群（28.6），15-19 歳群（29），20-29 歳群（32.9）であった。

女性の HI 抗体保有率は、10-14 歳群（93.9%），15-19 歳群（91.3%），20-29 歳群（93.2%）であった。GMT は 10-14 歳群（37.4），15-19 歳群（34.2），20-29 歳群（47.9）であった。

4) 30 歳以上の HI 抗体保有状況および GMT

30 歳以上（2009～2018 年の総計）の HI 抗体保有率（男性・女性）は、30-39 歳群（82.8%），40-49 歳群（82.7%），50-59 歳群（76.5%），60 歳以上（83.9%）であった。GMT は 30-39 歳群（58.6），40-49 歳群（63.7），50-59 歳群（75.7），60 歳以上（75.9）であった。

男性（30 歳以上）の陽性者は、30-39 歳群（69.9%），40-49 歳群（68.9%），50-59 歳群（69.7%），60 歳以上（86.6%）であった。GMT は 30-39 歳群（50.4），40-49 歳群（64），50-59 歳群（78.1），60 歳以上（85.6）であった。

女性（30 歳以上）の陽性者は、30-39 歳群（93.5%），40-49 歳群（93.7%），50-59 歳群（84.6%），60 歳以上（80.4%）であった。GMT は 30-39 歳群（64.6），40-49 歳群（63.6），50-59 歳群（73.2），60 歳以上（64）であった。

3. 成人層（30～49 歳群）の風しん抗体保有状況

成人層における 30～49 歳群（5 歳区分）の男性および女性の風しん HI 抗体保有状況（ ≥ 16 倍）の 10 年間の推移を図 1 に示した。男性の抗体保有

状況は30～34歳群（50～100%）、35～39歳群（41.2～85.7%）、40～44歳群（50～100%）、45～49歳群（50～100%）であった。女性のHI抗体保有状況は30～34歳群（87.5～100%）、35～39歳群（50～100%）、40～44歳群（83.3～100%）、45～49歳群（70～100%）であった。

男性の30～49歳までの各年齢群においてHI抗体保有率が100%に達した採取年は、30-34歳群の2017年、40-44歳群の2011年、45-49歳群の2010年、2016年、2017年の計5回であった。一方で、女性の30～49歳までの各年齢群においてHI抗体保有率が100%に達した採取年は、30-34歳群の2010～2014年、35-39歳群の2009年、2010年、2012年、2013年、2018年、40 - 44歳群の2009年～2012年、2017年、2018年、45 - 49歳群の2010年～2012年、2014年、2017年の計21回であった。

4. 風しんワクチン接種者のHI抗体保有状況

風しんワクチン接種者（男性・女性別）のHI抗体保有状況（ ≥ 16 倍）およびGMTを表3-1～3-2に示した。調査対象者の申告に基づいた風しんワクチン接種者（ワクチン接種不明者を除く）は男性646人、女性977人である。HI抗体保有率（2009～2018年の総計）は男性が87.5%、女性が92.3%、GMTは男性37.7、女性43.7であった。

考 察

近年の風しん患者は2014年から2017年までは減少傾向であったが、2018年には全国で風しん患者2,917人の報告があり、再流行に転じた。風しん患者は2019年においても第12週時点で1,000人を超えている状況である¹⁷⁾。我々は今後の風しん患者の動向予測および予防対策に資する目的で、過去10年間の県民における風しんウイルスに対する免疫状態を把握するため、風しんHI抗体保有状況（ ≥ 16 倍）の調査を実施した。その結果、男性のHI抗体陽性者（全年齢層）は77.2%で、GMTは44.6であった。一方で女性の陽性者（全年齢層）は88.4%で、GMTは48.9であった。男性のHI抗体保有率およびGMTはともに、女性より低く、今後、男性への風しんウイルスの感染拡大が懸念される。

男性および女性におけるHI抗体保有率の年齢差は、20歳未満ではほとんど認められていないが、20歳以上の同年代の男性と女性を比較すると、男性のHI抗体保有率は低率となる傾向がみられた。

成人層の30～49歳群の5歳区分におけるHI抗体保有状況は男性と女性では、各年の年齢区分に

おいて成人女性の陽性者は概ね80%以上を維持しており、採血年別にはHI抗体保有率が100%に達している年が複数年でみられた。一方で、男性の多くは女性のHI抗体保有率と比べ、各年齢群において大部分で下回っていた。このことは、国内において2018年以降、男性を中心とした流行¹⁷⁾が続いていることに対する血清学的な裏付けといえる。

近年における国内のCRS発生状況は、2012年4例、2013年32例、2014年には9例が報告された¹⁸⁾。その後、2018年以降の国内での風しんウイルス流行により妊娠年齢女性のCRS発症リスクが高い状況にあり、2019年には2例の報告（2019年5月13日現在）がされている¹⁸⁾。本調査で男性および女性ともに陰性者あるいは低い抗体価の者が存在することが明らかとなり、今後の風しん患者やCRSの発生が危惧される。

調査対象者の申告に基づいた風しんワクチン接種者（ワクチン接種不明者を除く）は男性646人、女性977人であった。ワクチン接種者は80%後半から90%前半のHI抗体保有率であり、男性および女性のワクチン接種者におけるHI抗体保有率およびGMTには差がないことから、継続的なワクチン接種による集団免疫が有効である。国内では2019年から約3年間、第5期定期接種対象の成人男性へのワクチン対策が実施される¹⁷⁾。男性へのワクチン接種率向上により、男性の風しん患者の抑制がCRS発生の低減に繋がることが期待される。

2020年度までの風しん排除達成に向けて、風しん対策に係る省令が改正¹⁹⁾され、早期にCRSの発生を阻止し、風しん排除を達成するための積極的な対策が必要とされる^{20,21,22)}。しかし、近年の国外における風しん流行^{23,24)}による風しんウイルスの国内への持ち込み例^{25,26)}が報告されている。今後、国内で開催される国際的なイベント等で、我が国への渡航者の増加が見込まれ、国内への風しんウイルスの侵入機会の増加が懸念される。風しん患者の早期発見のためにも迅速な風しんウイルス遺伝子検査や毎年の血清疫学調査を行うことで予防接種政策の策定やCRS発症リスク予測等の科学的根拠となる基礎情報の提供に努めることが、我々、地方衛生研究所の重要な役割であると考えられる。

文 献

- 1) Weller TH, Neva FA : Propagation in Tissue

- Culture of Cytopathic Agents from Patients with Rubella-like Illness, *Proc Soc Exp Biol Med*, **111**, 215-225 (1962).
- 2) Hobman T, Chantler J : Rubella virus, David M Knipe , Peter M Howley(eds). In *Fields's Virology*, 5th edition, Lippincott Williams & Wilkin, 1069-1070 (2007).
 - 3) Dwyer DE, Robertson PW : Field PR Broadsheet : Clinical and laboratory features of rubella, *Pathology*, **33**, 322-328 (2001).
 - 4) 多屋馨子 : 風疹・CRS の流行疫学と血清疫学, *臨床とウイルス*, **42**, 3-11 (2014).
 - 5) Reef SE, Plotkin S, Cordero JF, Katz M, Cooper L, *et al.* : Preparing for elimination of congenital Rubella syndrome (CRS) , summary of a workshop on CRS elimination in the United States, *Clin Infect Dis*, **31**, 85-95 (2000).
 - 6) 厚生労働科学研究費新興再興感染症研究事業分担研究班 : 「風疹流行にともなう母児感染の予防対策構築に関する研究」, 風疹流行および先天性風疹症候群の発生に関する緊急提言, (平成 16 年 8 月).
 - 7) 厚生労働省健康局結核感染症課, 国立感染症研究所 : 第 5 風疹, 感染症流行予測調査報告書, 149-193 (2016).
 - 8) 国立感染症研究所 : 風疹・先天性風疹症候群病原微生物検出情報, **34**, 87-108 (2013).
 - 9) 渡邊香奈子, 田澤 崇, 渡部 香, 昆 美也子, 田村 務 他 : 新潟県内の A 事業所で起きた風疹感染, 病原微生物検出情報, **32**, 252-254 (2011).
 - 10) 三好正浩, 駒込理佳, 長野秀樹, 高橋健一, 岡野素彦 他 : 北海道内の事業所で発生した風疹の集団感染事例, 病原微生物検出情報, **32**, 254-255 (2011).
 - 11) 倉田貴子, 井澤恭子, 西村公志, 加瀬哲男, 高橋和郎 : 大阪府内における 2011 年の風疹患者発生状況, 病原微生物検出情報, **32**, 255-257 (2011).
 - 12) 倉田貴子, 上林大起, 駒野 淳, 西村公志, 加瀬哲男 他 : 大阪府内における 2012 年の風疹患者発生状況, 病原微生物検出情報, **34**, 97-98 (2013).
 - 13) 高橋琢理, 杉下由行, 灘岡陽子, 長谷川道弥, 林 志直 : 東京都における風しんの発生状況(2012 年～2013 年第 8 週), 病原微生物検出情報, **34**, 101-102 (2013).
 - 14) 矢野拓弥, 福田美和, 川田一伸, 杉山 明, 櫻井悠郎 他 : 1997 年度感染症サーベイランス成績の解析, 三重衛研年報, **43**, 43-48 (1997).
 - 15) 寺田喜平, 尾内一信, 庵原俊昭, 岡田賢司, 沼崎啓 : 麻疹・風疹混合(MR)ワクチンの 2 回接種における安全性と有効性, 感染症学雑誌, **82**, 414-418 (2008).
 - 16) 厚生労働省健康局結核感染症課 国立感染症研究所 感染症流行予測調査事業委員会 : 風疹, 感染症流行予測調査検査術式, 40-45 (2002).
 - 17) 国立感染症研究所 : 風疹流行に関する緊急情報 : 2019 年 5 月 15 日.
<https://www.niid.go.jp/niid/images/epi/rubella/2019/rubella190515.pdf>
 - 18) 先天性風しん症候群 (CRS) の報告 (2019 年 5 月 13 日現在).
<https://www.niid.go.jp/niid/ja/rubella-m-111/700-idsc/8588-rubella-crs.html>
 - 19) 国立感染症研究所 : 風しん対策に係る省令等の改正, 病原微生物検出情報, **39** , 31-32(2018).
 - 20) 小森 貴 : 2020 年度の風しん排除に向けて, 病原微生物検出情報, **37**, 78-80 (2016).
 - 21) 国立感染症研究所 : 風疹・先天性風疹症候群 2018 年 1 月現在, 病原微生物検出情報, **39**, 29-31(2018).
 - 22) 佐藤 弘, 多屋馨子, 大石和徳, 森 嘉生, 竹田 誠 : 2017 年度風疹予防接種状況および抗体保有状況-2017 年度感染症流行予測調査 (暫定結果) 病原微生物検出情報, **39**, 39-41 (2018) .
 - 23) 国立感染症研究所 : 海外での風疹対策の現状, 病原微生物検出情報, **37**, 76-77(2016).
 - 24) 国立感染症研究所 : WHO 西太平洋地域における風疹排除の進展と現在の取り組み, 病原微生物検出情報, **39**, 44-46(2018).
 - 25) 赤地重宏, 楠原 一, 矢野拓弥, 小林隆司, 西中隆道 他 : ベトナム帰国者より風疹ウイルスが検出された症例—三重県, 病原微生物検出情報, **37**, 31(2016).
 - 26) 小林祐介, 神谷 元, 福住宗久, 森野紗衣子, 佐藤 弘 他 : 埼玉県内における外国人職業技能集合講習を発端とした風疹広域感染事例, 病原微生物検出情報, **38**, 188-190(2017).

表1 採取年別風しんHI抗体保有状況(16倍以上)

採取年	男 性				女 性				計(男性・女性)			
	検査数	陽性者数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	陽性者数	抗体保有率(%)	GMT	検査総数	陽性者数	抗体保有率(%)	GMT
2009年	124	94	75.8	54.7	214	195	91.1	52.1	338	289	85.5	53
2010年	119	98	82.4	50.5	172	151	87.8	57.1	291	249	85.6	54.4
2011年	129	100	77.5	56.2	167	154	92.2	57.1	296	254	85.8	56.7
2012年	111	91	82	55.1	168	152	90.5	55.1	279	243	87.1	55.1
2013年	177	129	72.9	32.2	113	98	86.7	39	290	227	78.3	34.8
2014年	224	166	74.1	53.1	205	181	88.3	48.4	429	347	80.9	50.6
2015年	158	104	65.8	35.4	185	143	77.3	36.1	343	247	72	35.8
2016年	130	104	80	37.7	149	123	82.6	40.2	279	227	81.4	39.1
2017年	127	114	89.8	44	244	226	92.6	48.9	371	340	91.6	47.2
2018年	180	142	78.9	41.6	206	188	91.3	53.8	386	330	85.5	48
計	1479	1142	77.2	44.6	1823	1611	88.4	48.9	3302	2753	83.4	47.1

* GMT : geometric mean antibody titer.

表2-1 年齢群別風しんHI抗体保有状況(16倍以上:男性・女性)

年齢群	2009年			2010年			2011年			2012年			2013年			2014年		
	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT
0	9	0	0	13	23.1	16	8	12.5	16	17	17.6	13.9	10	0	0	14	7.1	10.1
1	20	80	59.3	25	92	68	30	73.3	53.8	22	81.8	64	33	69.7	36.4	25	68	44.3
2-3	27	96.3	85.8	29	100	72.1	26	88.5	64	36	88.9	42.7	23	95.7	47.3	17	76.5	26.9
4-6	19	94.7	59.5	20	85	45.3	22	90.9	56.1	21	95.2	53.8	21	90.5	34.2	21	90.5	50.2
7-9	20	85	34.3	13	84.6	33.8	11	100	49.7	10	100	42.2	14	100	39	8	87.5	58
10-14	25	88	37	29	86.2	29.7	22	90.9	32	23	95.7	53	18	94.4	33.3	19	94.7	33.3
15-19	30	93.3	42.2	29	96.6	36.2	24	100	45.3	28	96.4	38.3	31	96.8	35.9	64	95.3	34.6
20-29	76	93.4	54.2	62	88.7	66.3	66	92.4	56	56	89.3	52.7	25	96	32.9	96	87.5	35.9
30-39	45	86.7	51.1	36	80.6	75.7	48	79.2	72.7	32	93.8	86.4	42	73.8	40.3	52	80.8	64
40-49	36	83.3	64	17	88.2	88.4	23	95.7	96.4	21	100	92	40	70	30	53	73.6	107.6
50-59	30	70	53	15	80	67.8	12	66.7	59.7	6	66.7	90.5	27	48.1	23.5	36	72.2	121.4
60-	1	100	256	3	66.7	32	4	100	53.8	7	85.7	90.5	6	100	28.5	24	83.3	107.6
合計	338	85.5	53	291	85.6	54.4	296	85.8	56.7	279	87.1	55.1	290	78.3	34.8	429	80.9	50.6

年齢群	2015年			2016年			2017年			2018年			計(2009-2018年)		
	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT
0	26	3.8	9.5	5	0	0	1	0	0	6	0	0	109	8.3	12.7
1	16	37.5	20.6	15	73.3	56.4	17	76.5	29.5	12	83.3	48.5	215	74	46.8
2-3	11	72.7	40.3	13	100	46.5	16	87.5	44.2	18	88.9	44.3	216	90.7	51.8
4-6	15	93.3	50	15	80	40.3	11	81.8	23.4	16	87.5	36.4	181	89.5	44.8
7-9	9	100	50.8	14	100	39	10	100	32	8	87.5	32	117	94	39.2
10-14	21	81	27.4	24	91.7	38.7	20	95	30.9	21	76.2	21.5	222	89.2	33
15-19	40	77.5	21.3	72	90.3	29.2	78	91	34.7	76	86.8	27.1	472	91.3	32.3
20-29	63	79.4	30	40	82.5	27.4	42	95.2	30.5	46	97.8	43.3	572	89.7	42.5
30-39	59	83.1	43.8	22	72.7	48.1	36	86.1	57.2	53	88.7	66.7	425	82.8	58.6
40-49	40	70	44.2	25	76	56.1	53	98.1	56.8	62	83.9	64.8	370	82.7	63.7
50-59	28	78.6	85	19	63.2	55.2	64	92.2	86	48	85.4	105	285	76.5	75.7
60-	15	80	38.5	15	66.7	112.8	23	95.7	109.3	20	80	69.1	118	83.9	75.9
合計	343	72	35.8	279	81.4	39.1	371	91.6	47.2	386	85.5	48	3302	83.4	47.1

* GMT : geometric mean antibody titer.

表2-2 年齢群別風しんHI抗体保有状況(16倍以上:男性)

年齢群	2009年			2010年			2011年			2012年			2013年			2014年		
	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT
0	5	0	0	4	50	16	3	33.3	32	11	18.2	16	4	0	0	6	0	0
1	9	66.7	49.4	13	92.3	71.8	17	70.6	57.5	11	90.9	59.7	19	73.7	47.3	15	66.7	34.3
2-3	15	93.3	115.9	15	100	80.6	13	76.9	50.8	20	95	45.3	14	92.9	35.3	8	62.5	16
4-6	10	90	45.3	11	90.9	45.3	15	93.3	67.2	11	100	46.7	10	90	42.2	11	90.9	73.5
7-9	11	81.8	38.7	4	100	45.3	4	100	45.3	3	100	64	8	100	38.1	2	50	16
10-14	12	91.7	33.9	13	76.9	24	11	81.8	28.2	11	90.9	48.5	9	88.9	32	8	87.5	29
15-19	5	80	32	4	100	45.3	5	100	36.8	0	—	—	4	75	32	35	94.3	28.2
20-29	7	85.7	64	14	78.6	45.3	15	80	60.4	18	77.8	39	16	93.8	29.3	43	83.7	29.8
30-39	13	61.5	45.3	20	65	60.7	23	60.9	60.9	12	83.3	119.4	34	67.6	30.3	21	61.9	67.5
40-49	11	63.6	105	7	71.4	48.5	10	90	109.7	4	100	90.5	29	65.5	29.2	35	62.9	136.3
50-59	25	76	52	11	90.9	64	9	66.7	70.7	3	66.7	128	24	45.8	22.6	23	60.9	199.9
60-	1	100	256	3	66.7	32	4	100	53.8	7	85.7	90.5	6	100	28.5	17	88.2	154
合計	124	75.8	54.7	119	82.4	50.5	129	77.5	56.2	111	82	55.1	177	72.9	32.2	224	74.1	53.1

年齢群	2015年			2016年			2017年			2018年			計(2009-2018年)		
	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT
0	15	0	8	2	0	0	0	—	—	3	0	0	53	9.4	14.7
1	10	30	16	8	62.5	48.5	11	81.8	36.3	4	100	38.1	117	72.6	45.3
2-3	7	71.4	50.8	9	100	54.9	8	100	69.8	10	80	27.4	119	89.1	51.1
4-6	10	90	50.8	8	62.5	22.6	8	75	17.4	9	88.9	27.4	103	88.3	42.3
7-9	3	100	50.8	5	100	36.8	5	100	27.9	4	100	32	49	93.9	38.6
10-14	11	72.7	25.4	11	90.9	36.8	10	90	22.6	11	72.7	18.1	107	84.1	28.6
15-19	5	80	13.9	31	93.5	31.3	37	94.6	29.6	35	85.7	27.2	161	91.3	29
20-29	35	74.3	27.7	20	80	26	5	100	21.1	18	94.4	33.3	191	82.7	32.9
30-39	27	77.8	39.9	9	66.7	39	9	77.8	78	25	80	50.3	193	69.9	50.4
40-49	20	60	37.6	10	60	50.8	12	91.7	99.5	26	69.2	54.3	164	68.9	64
50-59	11	81.8	118.5	9	77.8	86.1	15	80	86.1	25	72	137.7	155	69.7	78.1
60-	4	100	64	8	75	78	7	100	190.2	10	70	64	67	86.6	85.6
合計	158	65.8	35.4	130	80	37.7	127	89.8	44	180	78.9	41.6	1479	77.2	44.6

* GMT : geometric mean antibody titer.

表2-3 年齢群別風しんHI抗体保有状況(16倍以上:女性)

年齢群	2009年			2010年			2011年			2012年			2013年			2014年		
	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT
0	4	0	0	9	11.1	16	5	0	8	6	16.7	11.3	6	0	0	8	12.5	10.1
1	11	90.9	68.6	12	91.7	64	13	76.9	49.7	11	72.7	69.1	14	64.3	24.9	10	70	64
2-3	12	100	60.4	14	100	64	13	100	79.2	16	81.3	39.7	9	100	74.7	9	88.9	40.3
4-6	9	100	80.6	9	77.8	45.3	7	85.7	39	10	90	64	11	90.9	28.2	10	90	34.3
7-9	9	88.9	29.6	9	77.8	29.6	7	100	52.5	7	100	35.3	6	100	40.3	6	100	71.8
10-14	13	84.6	40.3	16	93.8	34.9	11	100	36.3	12	100	57	9	100	34.6	11	100	36.3
15-19	25	96	44.6	25	96	34.9	19	100	47.8	28	96.4	38.3	27	100	36.4	29	96.6	43.7
20-29	69	94.2	53.4	48	91.7	73.3	51	96.1	54.9	38	94.7	59.3	9	100	40.3	53	90.6	41.4
30-39	32	96.9	52.7	16	100	90.5	25	96	80.6	20	100	73.5	8	100	98.7	31	93.5	62.5
40-49	25	92	55	10	100	119.4	13	100	88.1	17	100	92.4	11	81.8	32	18	94.4	80.6
50-59	5	40	64	4	50	90.5	3	66.7	40.3	3	66.7	64	3	66.7	32	13	92.3	67.8
60-	0	-	-	-	-	0	0	-	-	0	-	-	0	-	-	7	71.4	36.8
合計	214	91.1	52.1	172	87.8	57.1	167	92.2	57.1	168	90.5	55.1	113	86.7	39	205	88.3	48.4

年齢群	2015年			2016年			2017年			2018年			計(2009-2018年)		
	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT
0	11	9.1	11.3	3	0	0	1	0	0	3	0	0	56	7.1	11.3
1	6	50	32	7	85.7	64	6	66.7	20.2	8	75	57	98	75.5	48.7
2-3	4	75	25.4	4	100	32	8	75	26.3	8	100	76.1	97	92.8	52.6
4-6	5	100	48.5	7	100	78	3	100	50.8	7	85.7	52.5	78	91	48.2
7-9	6	100	50.8	9	100	40.3	5	100	36.8	4	75	32	68	94.1	39.6
10-14	10	90	29.6	13	92.3	40.3	10	100	42.2	10	80	26	115	93.9	37.4
15-19	35	77.1	22.6	41	87.8	27.8	41	87.8	40.1	41	87.8	27	311	91.3	34.2
20-29	28	85.7	32.9	20	85	28.8	37	94.6	32	28	100	51.2	381	93.2	47.9
30-39	32	87.5	46.8	13	76.9	55.7	27	88.9	52.3	28	96.4	84	232	93.5	64.6
40-49	20	80	50.1	15	86.7	58.4	41	100	48.8	36	94.4	71.8	206	93.7	63.6
50-59	17	76.5	67.5	10	50	35.3	49	95.9	86	23	100	83.9	130	84.6	73.2
60-	11	72.7	32	7	57.1	215.3	16	93.8	84.4	10	90	74.7	51	80.4	64
合計	185	77.3	36.1	149	82.6	40.2	244	92.6	48.9	206	91.3	53.8	1823	88.4	48.9

* GMT : geometric mean antibody titer.

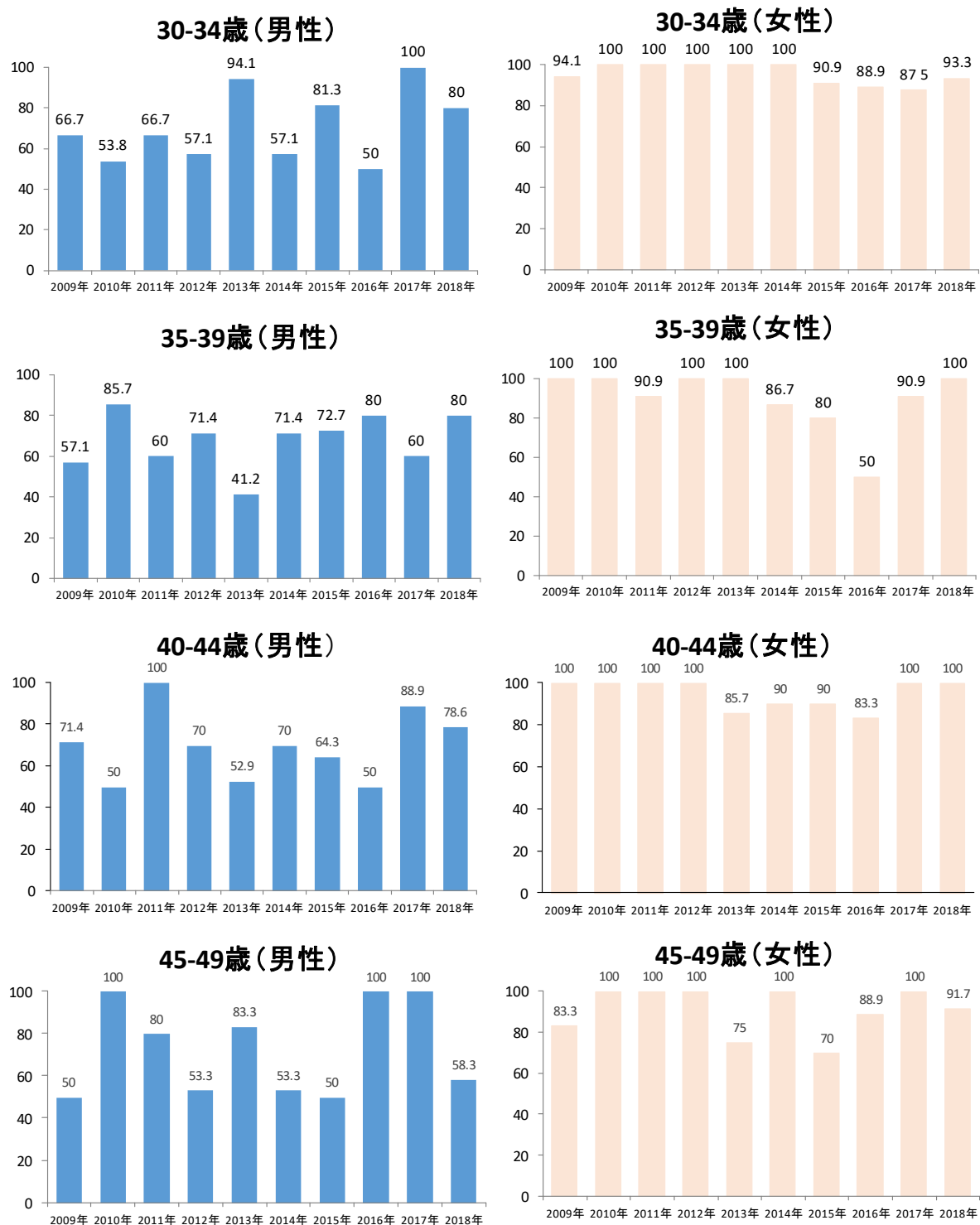


図1 成人層（30-49歳群）風しんHI抗体保有状況

表3-1 風しんワクチン接種者のHI抗体保有状況（16倍以上:男性）

	2009年			2010年			2011年			2012年			2013年			2014年		
	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT
0	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-
1	8	75	49.4	12	100	71.8	13	92.3	57.5	11	90.9	59.7	16	75	47.6	13	76.9	34.3
2-3	12	100	135.6	15	100	80.6	13	76.9	50.8	18	94.4	45.3	12	91.7	33.9	7	71.4	18
4-6	10	90	45.3	10	90	43.5	14	92.9	64	11	100	46.7	8	87.5	41.5	10	100	73.5
7-9	11	81.8	38.7	4	100	45.3	4	100	45.3	3	100	64	4	100	38.1	2	50	16
10-14	12	91.7	33.9	10	70	23.5	10	90	32	10	90	47	2	50	64	6	83.3	21.1
15-19	2	50	16	2	100	22.6	4	100	45.3	0	-	-	0	-	-	31	100	28.6
20-29	0	-	-	0	-	-	1	100	32	6	100	35.9	4	100	26.9	8	75	26.3
30-39	0	-	-	1	100	32	0	-	-	0	-	-	6	83.3	25.4	0	-	-
40-49	1	100	128	0	-	-	1	100	128	0	-	-	3	33.3	12.7	2	50	256
50-59	0	-	-	0	-	-	1	0	0	0	-	-	1	0	0	0	-	-
60-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	2	100	45.3	0	-	-	0	-	-
合計	56	87.5	51.9	54	92.6	51	61	88.5	50.4	61	95.1	47.7	56	80.4	35.1	79	87.3	32

	2015年			2016年			2017年			2018年			計(2009～2019年)		
	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT
0	0	-	-	0	-	-	0	-	-	1	0	-	1	0	-
1	8	37.5	16	7	71.4	48.5	11	90.9	46.7	4	100	38.1	103	81.6	46.6
2-3	6	83.3	50.8	9	100	54.9	7	100	64	9	88.9	27.4	108	91.7	51.9
4-6	8	87.5	52.5	8	62.5	22.6	7	71.4	17.7	9	88.9	27.4	95	88.4	42
7-9	3	100	50.8	5	100	36.8	6	83.3	22.6	4	100	32	46	91.3	37.3
10-14	9	77.8	24.7	10	100	36.8	10	90	22.6	11	72.7	18.1	90	84.4	28.3
15-19	4	75	13.5	27	96.3	30.4	30	100	30.6	27	85.2	24.8	127	94.5	27.9
20-29	6	66.7	20.2	4	75	16	3	100	20.2	7	85.7	35.3	39	84.6	26.2
30-39	1	100	64	0	-	-	2	50.0	64	4	100	90.5	14	85.7	44.1
40-49	4	50	45.3	1	0	-	2	100	45.3	1	100	64	15	60	46.7
50-59	1	100	512	1	100	128	1	100	512	0	-	-	5	60	322.5
60-	0	-	-	0	-	-	1	100	128	0	-	-	3	100	64
合計	50	72	31	72	88.9	33.6	80	92.5	32.9	77	85.7	28.2	646	87.5	37.7

* GMT : geometric mean antibody titer.

表3-2 風しんワクチン接種者のHI抗体保有状況（16倍以上:女性）

2009年				2010年			2011年			2012年			2013年			2014年		
検査数	抗体保有率(%)	GMT		検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT
0	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	1	0	-
1	11	90.9	68.6	10	100	64	12	83.3	49.7	9	77.8	64	12	75	24.9	6	100	64
2-3	10	100	64	14	100	64	12	100	76.1	16	81.3	39.7	8	100	83	9	88.9	40.3
4-6	9	100	80.6	8	75	43.1	7	85.7	39	10	90	64	9	88.9	25.4	10	90	34.3
7-9	8	87.5	29.3	7	85.7	39	6	100	64	7	100	35.3	2	100	32	6	100	71.8
10-14	9	88.9	34.6	15	93.3	35.1	9	100	37.3	9	100	54.9	0	-	-	11	100	36.3
15-19	13	92.3	39.6	13	92.3	26.9	14	100	45.3	24	95.8	39.5	2	100	45.3	25	96	41.1
20-29	27	92.6	44.7	20	95	66.3	26	100	49	17	100	54.4	3	100	40.3	14	100	52.5
30-39	17	94.1	50.1	6	100	143.7	10	100	84.4	7	100	70.7	1	100	128	6	100	57
40-49	12	91.7	41.2	6	100	64	9	100	74.7	9	100	80.6	3	66.7	32	1	0	8
50-59	0	-	-	0	-	-	1	100	32	0	-	-	0	-	-	1	100	128
60-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	1	100	32
合計	116	93.1	47.5	99	93.9	52	106	97.2	54.3	108	93.5	50.8	40	87.5	37	91	94.5	44.6

2015年				2016年			2017年			2018年			計(2009～2019年)		
検査数	抗体保有率(%)	GMT		検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT	検査数	抗体保有率(%)	GMT
0	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	1	0	-
1	5	60	32	7	85.7	64	6	66.7	20.2	6	83.3	64	84	83.3	48
2-3	4	75	25.4	4	100	32	7	85.7	26.3	8	100	76.1	92	93.5	52.5
4-6	5	100	48.5	7	100	78	3	100	50.8	6	83.3	45.3	74	90.5	47.5
7-9	6	100	50.8	9	100	40.3	5	100	36.8	4	75	32	60	95	41.7
10-14	8	87.5	26.3	13	92.3	40.3	10	100	42.2	9	88.9	29.6	93	94.6	37
15-19	32	78.1	22.1	37	89.2	28	36	91.7	40.3	35	85.7	26.8	231	90	32.4
20-29	12	83.3	32	3	100	50.8	22	95.5	33	20	100	52	164	96.3	47.1
30-39	4	75	26.9	3	33.3	64	12	100	32	12	91.7	80.6	78	93.6	60
40-49	6	83.3	64	4	75	26.9	11	100	32	15	100	50.8	76	93.4	49.2
50-59	0	-	-	1	100	128	9	100	54.9	8	100	69.8	20	100	64
60-	0	-	-	2	100	256	1	100	32	0	-	-	4	100	90.5
合計	82	81.7	29.8	90	90	39.2	122	94.3	36.1	123	91.9	44.2	977	92.3	43.7

* GMT : geometric mean antibody titer.

ノート

季節性インフルエンザウイルスの遺伝子系統樹解析 およびオセルタミビル薬剤耐性インフルエンザウイルス の検出状況（2018/19 シーズン）-三重県

矢野拓弥，赤地重宏，松村義晴

Gene Phylogenetic Analysis of Seasonal Influenza Virus and Oseltamivir Drug Resistant Influenza Virus detection (2018/19 season)-Mie prefecture

Takuya YANO, Shigehiro AKACHI and Yoshiharu MATSUMURA

2018/19 シーズン（2018 年第 36 週～2019 年第 20 週）に分離・検出された季節性インフルエンザウイルスについて Hemagglutinin(HA)遺伝子の系統樹解析を実施した. AH1pdm09 インフルエンザウイルスは全てクレード 6B.1A に属していたが HA アミノ酸置換 (S183P) に加え，さらに異なる HA アミノ酸置換を有する複数の群（183P-1～183P-7）に分類された. AH3 亜型インフルエンザウイルスは多くがサブクレード 3C.2a1b に分類され，ワクチン株と同一クレードに属していたが，共通の HA アミノ酸を持たない集団が多く形成され遺伝子的に多様化がみられた. B 型インフルエンザウイルス（B 型ビクトリア系統）は，クレード 1A とサブクレード 1A.1 に属するウイルスが分離された. クレード 1A には，3 つの HA アミノ酸の欠損を有するウイルスが確認された. また，サブクレード 1A.1 は 2 つの HA アミノ酸が欠損したウイルスが確認された.

AH1pdm09 インフルエンザウイルスの抗インフルエンザ薬であるオセルタミビルについて Neuraminidase (NA) アミノ酸置換 (H275Y) の有無による薬剤耐性変異を調べたところ，院内での集団発生事例からオセルタミビル投与歴のある患者より分離された 2 株が H275Y 耐性変異を有するウイルスが検出され，そのうち 1 株は H275H および H275Y が混在するウイルスであった.

キーワード：季節性インフルエンザウイルス，遺伝子系統樹解析，薬剤耐性ウイルス，
2018/19 シーズン

はじめに

本県では非流行期における季節性インフルエンザに関する調査情報を感染症対策に活用するために迅速に情報発信することやインフルエンザウイルス株の解析に努め報告¹⁻⁵⁾してきた. これまでは通年におけるインフルエンザ検体の収集が困難であったため，断片的な情報発信に留まっていたが，感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律（以下，「感染症法」）の改正（2016 年 4 月 1 日施行）に

より，国内で流行している季節性インフルエンザウイルスの疫学調査の充実を図ることが規定された. このことにより検体採取のための指定提出機関制度が創設され，通年におけるインフルエンザサーベイランス体制が整備された⁶⁾.

そこで我々は三重県感染症発生動向調査事業に基づき，2018/19 シーズンに分離・検出された季節性インフルエンザウイルスについて，ヘマグルチニン（Hemagglutinin : HA）遺伝子

系統樹解析および薬剤耐性ウイルスの動向調査を実施した。また、県内の流行状況の把握のため患者発生状況について集計したので以下に報告する。

対象と方法

1. 季節性インフルエンザウイルスの分離・検出および亜型同定

三重県感染症発生動向調査事業において、2018年第36週～2019年第20週（2018/19シーズン）の間に県内の医療機関を受診し、インフルエンザと診断された患者97人から採取した呼吸器由来の臨床検体を用いて季節性インフルエンザウイルスの分離・検出を行った。

なお、調査対象者の臨床情報および臨床検体の使用に関しては三重県感染症発生動向調査事業における病原体検査指針に従い、調査対象者または保護者による承諾書への署名を得た。検査依頼医療機関記入の調査票（患者情報）の使用にあたっては、倫理的配慮として、個人情報保護に留意し実施した。

1) 季節性インフルエンザウイルスの分離

インフルエンザウイルス分離には MDCK（Madin-Darby canine kidney）細胞を用いた。分離のために同細胞を24ウェルの培養用プレートを用いてCO₂インキュベーター内で34℃、3～4日間単層培養した後、臨床検体0.1mlを接種し、60分間吸着後にトリプシン添加分離用培地を1ml加えた。その後、6～7日間のウイルス分離培養を行い、倒立顕微鏡下において細胞変性効果の有無を観察した⁷⁾。

2) 季節性インフルエンザウイルスの検出および亜型同定試験

季節性インフルエンザウイルス分離株については赤血球凝集抑制（Hemagglutination inhibition：HI）試験による亜型同定試験⁷⁾を実施した。あるいは季節性インフルエンザウイルス分離株および臨床検体から QIAamp Viral RNA Mini Kit（QIAGEN）を用いてRNAを抽出し、Conventional RT-PCR法およびReal-Time RT-PCR法による季節性インフルエンザウイルスのHA遺伝子の検出⁷⁾を行い、AH1pdm09インフルエンザウイルス（AH1pdm09ウイルス）、AH3亜型インフルエンザウイルス（AH3亜型ウイルス）、B型インフルエンザウイルス（B型山形系統およびB型ビクトリア系統）の亜型同定を行った。

2. 季節性インフルエンザウイルスの

HA 遺伝子系統樹解析

本シーズンに本県で分離あるいは検出された季節性インフルエンザウイルスについて、HA 遺伝子の塩基配列を決定し遺伝子系統樹解析を実施した⁷⁾。HA 遺伝子系統樹解析には、塩基配列解析ソフトウェア Molecular Evolutionary Genetics Analysis（MEGA）version 5を用いた。HA 遺伝子の系統樹作成には、近隣結合法（Neighbor-Joining：NJ法）により行い、Bootstrap testは1,000回実施した。

国内外で流行しているウイルスと比較するため、Global Initiative on Sharing All Influenza Data (GISAID) EpiFlu databaseに登録された国内外の季節性インフルエンザウイルス株のHA 遺伝子配列データを入手し、HA 遺伝子系統樹解析を行った⁷⁾。

3. 中和試験およびHI試験による抗原解析

本シーズンに本県で分離したAH3亜型ウイルス株を用いて中和試験による抗原解析を実施した。

試験は国立感染症研究所インフルエンザウイルス研究センターにおいてMDCK-SIAT1細胞を用いた中和/ウイルス感染細胞巣減数試験（MNT/Focus reduction assay）を実施した。

試験は既報⁸⁾に準じた方法により、本シーズンのワクチン株およびレファレンス株の抗原解析用血清（感染フェレット抗血清）によるウイルス中和反応を実施し、ウイルスが細胞に感染した際に形成される感染細胞巣（Focus）の減数率に基づいて、中和抗体価を算定した。

AH1pdm09ウイルスおよびB型インフルエンザウイルスについてはHI試験による抗原解析を実施した⁷⁾。

4. オセルタミビル耐性ウイルス（AH1pdm09インフルエンザウイルス）の検出

オセルタミビル耐性ウイルスはノイラミニダーゼ（Neuraminidase：NA）蛋白に特徴的なアミノ酸変異（H275Y）をもつことから、本耐性株の検出は、NA 遺伝子を対象とした部分シーケンス法および国立感染症研究所インフルエンザウイルス研究センターが開発したTaqMan RT-PCR法を用いたH275Y耐性変異のスクリーニングの2法⁷⁾より実施した。

本耐性ウイルスの検出にはAH1pdm09ウイルス分離株（27株）から抽出したRNAを用いた。部分シーケンス法ではRT-PCRにより増幅したNA 遺伝子（1143bp）の塩基配列から、275番目のアミノ酸におけるヒスチジン（H）からチロシン（Y）への置換（H275Y）の有無

を検索した。TaqMan RT-PCR 法では allelic discrimination により H275Y 変異を検出した。

5. NA阻害薬に対する薬剤感受性試験

本シーズンに分離した一部の季節性インフルエンザウイルス株 (AH1pdm09 ウイルス, AH3 亜型ウイルス, B 型ビクトリア系統) について 4 種類の NA 阻害薬 (オセルタミビル, ペラミビル, ザナミビル, ラニナミビル) に対する感受性試験を国立感染症研究所インフルエンザウイルス研究センターにおいて実施した。

試験は NA-Fluor Influenza Neuraminidase Assay Kit (Applied Biosystems) を用いた蛍光法により行った。各々の NA 阻害薬に対する解析ウイルス株の感受性は、ウイルスの NA 活性を 50% 阻害する薬剤濃度 (IC₅₀) により比較した⁷⁾。判定は薬剤耐性 A 型インフルエンザウイルスでは 100 倍以上, B 型インフルエンザウイルスでは 50 倍以上の感受性低下が確認された場合に耐性ウイルスと判定した。

6. 患者発生状況

1) 定点あたりのインフルエンザ患者数

三重県感染症発生動向調査事業による三重県内の患者定点医療機関 (72 定点) から県内保健所へ報告された患者報告数⁹⁾ を用い、本シーズンと過去 5 シーズンの患者報告数の推移をグラフ化した (図 4)。

2) インフルエンザ定点における迅速診断キット測定状況

三重県感染症発生動向調査事業により、三重内のインフルエンザ定点 (内科, 小児科) から県内保健所へ報告された迅速診断キット測定結果⁹⁾ を用い、本シーズンと前シーズンの陽性者の推移をグラフ化した (図 5)。

3) 集団かぜ発生状況

県内小中学校等から報告された「集団かぜ・インフルエンザ発生予防のための情報提供資料⁹⁾」を用いた。

結 果

1. 季節性インフルエンザウイルスの週別の分離・検出状況

調査期間中に分離・検出された季節性インフルエンザウイルスの検体採取週別の分離・検出状況を表 1 に示した。

調査対象者 97 人から採取された呼吸器由来の臨床検体を用いて季節性インフルエンザウイルスの分離・検出を実施したところ、94 人

(96.9%) から季節性インフルエンザウイルスが確認された。

分離・検出された A 型インフルエンザウイルスは、AH1pdm09 ウイルス 42 件 (43.3%) , AH3 亜型ウイルス 43 件 (44.3%) であった。

B 型インフルエンザウイルスは 9 件 (9.3%) 検出されたが、全てビクトリア系統であった。なお、本シーズンは、B 型山形系統は検出されなかった。

検体採取週別の分離・検出数は、AH1pdm09 ウイルスが 2018 年第 44 週に 2 件確認され、以降は第 51 週まで毎週確認されたが、2019 年以降は減少した。

AH3 亜型ウイルスは 2018 年第 42 週に 3 件確認され、2018 年第 50 週から 2019 年第 9 週までは毎週確認された。

B 型ビクトリア系統は 2018 年第 48 週 1 件、2019 年第 4 週 1 件、第 17 週 2 件、第 19 週 1 件、第 20 週 4 件であった。

2. HA 遺伝子系統樹解析

1) AH1pdm09 インフルエンザウイルス

AH1pdm09 ウイルス 11 株を解析したところ、全て本シーズンのワクチン株である A/Singapore/GP1908/2015(IVR-180)(H1N1)pdm09 と同じ HA 遺伝子系統樹上のクレード 6B.1 (HA アミノ酸置換: S84N, S162N, I216T) に分類された (図 1)。クレード 6B.1 内には異なる HA アミノ酸置換 (S74R, I164T, I295V) を有する 6B.1A に分類されるが、今回の解析ウイルス株は全て 6B.1A に属していた。6B.1A 内は HA アミノ酸置換 (S183P) を含む複数の群 (183P-1~183P-7) に分類される。今回、解析した株は 183P-2 (5 株), 183P-5 (1 株), 183P-7 (5 株) に分類された。

2) AH3 亜型インフルエンザウイルス

AH3 亜型ウイルス 15 株を解析したところ、全て本シーズンのワクチン株である A/Singapore/INFIMH-16-0019/2016(IVR-186) と同じ HA 遺伝子系統樹上のサブクレード 3C.2a (HA アミノ酸置換: L3I, N144S, F159Y, K160T, Q311H, D489N) に属していた (図 2)。サブクレード 3C.2a 内には 3C.2a1, 3C.2a2, 3C.2a3, 3C.2a4 が形成されている。サブクレード 3C.2a1 はさらに 3C.2a1a および 3C.2a1b に分類されるが、今回、解析に用いた AH3 亜型ウイルスのサブクレードは 3C.2a1b (13 株), 3C.2a2 (2 株) に分類された。さらに 3C.2a1b 内には 3C.2a1b+131K (E62G+T131K+V529I), 3C.2a1b+135K (E62G, R142G, T135K),

表1 季節性インフルエンザウイルスの検体採取週別検出数

検体採取時期		週	AH1pdm09	AH3亜型	B型 (山形系統)	B型 (ヒノカキ系統)	陰性	計
2018年	9月 3日	～ 9月9日	36					0
	9月10日	～ 9月16日	37					0
	9月17日	～ 9月23日	38					0
	9月24日	～ 9月30日	39					0
	10月1日	～ 10月7日	40					0
	10月8日	～ 10月14日	41					0
	10月15日	～ 10月21日	42	3				3
	10月22日	～ 10月28日	43					0
	10月29日	～ 11月4日	44	2				2
	11月 5日	～ 11月11日	45	1	1		1	3
	11月12日	～ 11月18日	46	2				2
	11月19日	～ 11月25日	47	1	2			3
	11月26日	～ 12月 2日	48	6	1	1		8
	12月3日	～ 12月 9日	49	7				7
	12月10日	～ 12月16日	50	3	3		1	7
	12月17日	～ 12月23日	51	6	2			8
	12月24日	～ 12月30日	52		3			3
2019年	12月31日	～ 1月 6日	1		1			1
	1月 7日	～ 1月13日	2	1	4			5
	1月14日	～ 1月20日	3	2	6			8
	1月21日	～ 1月27日	4	3	2	1		6
	1月28日	～ 2月 3日	5	1	2		1	4
	2月 4日	～ 2月10日	6		1			1
	2月11日	～ 2月17日	7	1	2			3
	2月18日	～ 2月24日	8		2			2
	2月25日	～ 3月 3日	9		1			1
	3月 4日	～ 3月10日	10	2				2
	3月11日	～ 3月17日	11	3	1			4
	3月18日	～ 3月24日	12	1	2			3
	3月25日	～ 3月31日	13					0
	4月 1日	～ 4月 7日	14		1			1
	4月 8日	～ 4月14日	15					0
	4月15日	～ 4月21日	16		1			1
	4月22日	～ 4月28日	17			2		2
	4月29日	～ 5月 5日	18					0
	5月 6日	～ 5月12日	19			1		1
	5月13日	～ 5月19日	20		2	4		6
計			42	43	0	9	3	97

3C.2a1b+135N (T135N) 群が形成されていた。今回解析した 3C.2a1b に分類された 13 株中 12 株は 3C.2a1b+131K に属し 1 株は 3C.2a1b+135K であった。

3) B 型インフルエンザウイルス (ビクトリア系統)

B 型ビクトリア系統 4 株を解析したところ、本シーズンのインフルエンザウイルスのワクチン株である B/Maryland/15/2016 (NYMC BX-69A(ビクトリア系統)) と同じ HA 遺伝子系統樹上のクレード 1A (HA アミノ酸置換 N75L, N165K, S172P) に分類された (図 3)。さらに、解析ウイルス株はクレード 1A 内の分岐した HA アミノ酸置換 (N129D, I117V, V146I) を有する群に属していた。今回、解析したクレード 1A に属するウイルス株は、HA アミノ酸置換 (K136E) を有し、3 つの HA アミノ酸 (アミノ酸 162～164 番目) の欠損を有するウイルスが 2 株確認された。また、別の異なる HA アミノ酸置換 (I180V+R498K) を有す

るサブクレード 1A.1 は 2 つの HA アミノ酸 (アミノ酸 162～163 番目) が欠損したウイルスが 2 株確認された。

3. 中和試験および HI 試験による抗原解析

本県で分離した AH1pdm09 ウイルス 5 株、AH3 亜型ウイルス株 2 株および B 型ビクトリア系統 2 株、各々を無作為に選定し、国立感染症研究所インフルエンザウイルス研究センターで AH1pdm09 ウイルス株と B 型ビクトリア系統株は HI 試験、AH3 亜型ウイルス株は中和試験による抗原解析が実施された。解析された各インフルエンザウイルス株は各々ワクチン類似株と判定された。

4. オセルタミビル耐性ウイルス (AH1pdm09 インフルエンザウイルス) の分離

2018 年 10 月から 2019 年 3 月までに分離された AH1pdm09 ウイルス (41 株) の NA 遺伝子について H275Y 耐性変異の有無を調べた。その結果、H275Y 耐性変異 (A/MIE/15/2019 株)

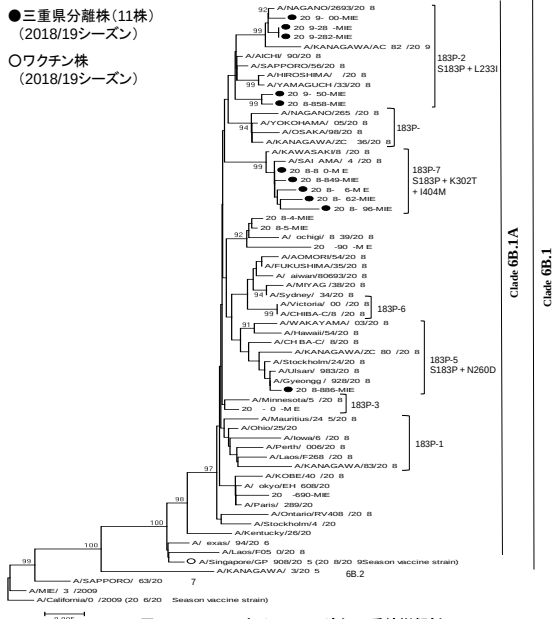


図1 AH1pdm09ウイルス HA遺伝子系統樹解析

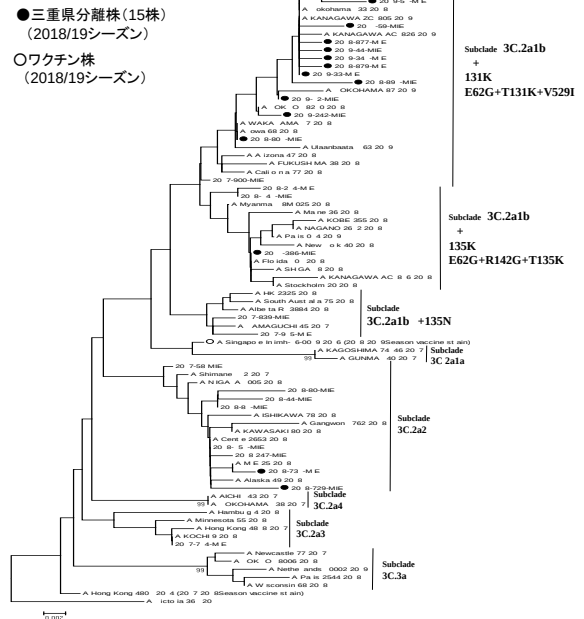


図2 AH3型インフルエンザウイルス HA遺伝子系統樹解析

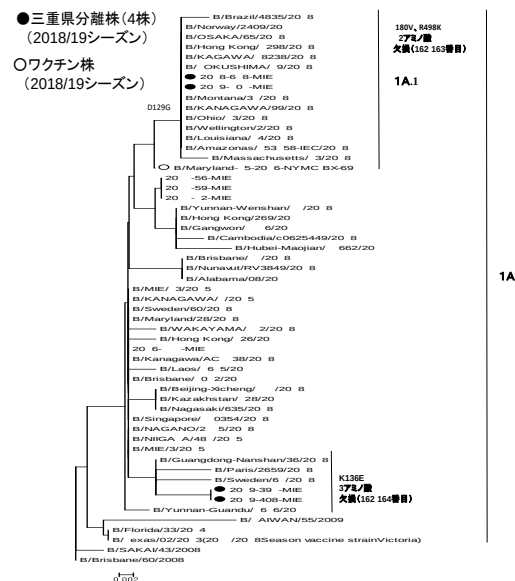


図3 B型インフルエンザウイルス(ビクトリア系統)HA遺伝子系統樹解析

を有するウイルスと H275H および H275Y 耐性変異が混在するウイルス (A/MIE/16/2019 株) 2 株 (4.9%) が分離された (表 2) . これら 2 株の H275Y 耐性変異ウイルスに関する疫学情報は、2019 年 3 月 (第 11 週) に北勢地域の医療機関において、院内での集団発生事例のオセルタミビル投与歴のある患者より分離されたウイルスであった。

5. NA 阻害薬に対する感受性試験

上記の H275Y 耐性変異を有する AH1pdm09 ウイルス (2 株) を国立感染症研究所インフルエンザウイルス研究センターへ送付し、NA 阻

害薬に対する感受性試験を実施した。

H275Y 耐性変異を有する A/MIE/15/2019 株は、オセルタミビル、ペラミビル、ザナミビル、ラニナミビルに対する IC₅₀ 値は各々 59.31nM, 7.48nM, 0.25nM, 0.82nM で、感受性参照株と比較してオセルタミビルおよびペラミビルに対する感受性が低下していた。一方、ザナミビルおよびラニナミビルに対しては感受性を保持していた。

H275H および H275Y 耐性変異が混在する A/MIE/16/2019 株は、混在する感受性ウイルスの影響により、オセルタミビルおよびペラミビルに対する感受性の低下は認められなかったことが、国立感染症研究所インフルエンザウイルス研究センターより報告された。

6. 患者発生状況

1) 定点あたりのインフルエンザ患者報告数

三重県感染症発生動向調査事業における 2018/19 シーズン (2018 年第 36 週～2019 年第 20 週) と過去 5 シーズンの定点あたりの週別インフルエンザ患者報告数 (6 シーズン) の推移を図 4 に示した。

定点あたりの週別患者報告数は、2018 年第 42 週に流行開始の基準 (定点あたりの患者報告数 1 人以上) を超える 1.35 人となった。2018 年第 51 週には注意報基準 (定点あたりの患者報告数 10 人以上) を超える 12.18 人に達した。その後急速に、患者報告数は増加し 2019 年第 2 週に警報基準 (定点あたりの患者報告数 30 人以上) を超える 40.15 人となり、その後、

**表2 オセルタミビル耐性ウイルス検出状況
(AH1pdm09インフルエンザウイルス)**

採取月	検査数	耐性マーカー(NA遺伝子)		
		H275H (感受性)	H275Y (耐性)	H275H/Y (感受性/耐性mix)
2018年 10月	1	1		
11月	10	10		
12月	17	17		
2019年 1月	5	5		
2月	2	2		
3月	6	4	1*	1*
計	41	39	1	1

* 抗インフルエンザ薬投与歴あり

2019 年第 4 週に本シーズンの最多の患者報告数 (50.69 人) となった。第 5 週には 31.65 人となり減少に転じ、第 6 週には 19.18 人となり警報基準を下回った。本シーズンの定点あたりの患者報告数による警報基準の持続期間は 4 週間であった。2019 年第 13 週には、一旦、定点あたりの患者報告数 1 人を下回ったが、再び、第 14 週以降は 1 人を超え、第 17 週には 2.38 人まで増加したが、第 18 週以降は定点あたりの患者報告数 1 人を下回り流行終息となった。

2) インフルエンザ定点における迅速診断 キット測定状況

2018 年第 36 週から 2019 年第 20 週までのインフルエンザ迅速診断キット測定結果は、測定数計 47,544 人のうち 18,753 名が陽性者であった。陽性者のうち A 型陽性者は 18,347 人 (38.6%)、B 型陽性者は 371 人 (0.8%) であった。その他、AB 両陽性者 7 人、型別不明が 28 人であった。

三重県内における本シーズンのインフルエンザ迅速診断キットによる陽性者の週別の推移を図 5 に示した。本シーズンの A 型陽性者は、前シーズンの陽性者のピーク時と比較し、およそ 2 倍に増加し、同時期 (第 20 週) の陽性者数の累計においても、およそ 1.7 倍に増加していた。一方で B 型陽性者は前シーズンの同時期 (第 20 週) の陽性者数の累計と比較すると、前シーズンのおよそ 17,000 人から本シーズンは 300 人ほどにまで激減していた (図 5)。

7. 集団かぜ発生状況

三重県における集団かぜ発生状況によると本シーズンのインフルエンザによる集団かぜの初発は、2018 年 10 月 9 日に伊賀保健所管内の小学校で学級閉鎖措置 (4 年生) がとられた。

これまでの県内における集団かぜ発生状況は、休校数 14、学年閉鎖校数 261、学級閉鎖校数 477、患者数 10,659 人、欠席者数 8,299 人であった (2019 年 5 月第 20 週現在)。

考 察

本県では三重県感染症情報センターからインフルエンザ患者数などのインフルエンザに関する情報⁹⁾が県内の医療機関等に定期的に発信され、最新の流行状況把握に活用されている。今回、2018/19 シーズンの三重県内における流行ウイルスの亜型を把握するために調査を実施したところ、シーズンの前半は AH1pdm09 ウイルスの分離・検出数が多く、後半は、AH1pdm09 ウイルスは減少し AH3 亜型ウイルスの分離・検出割合が増加した。全体を通して B 型インフルエンザウイルスの分離・検出は非常に少なかったが、2019 年 4 月 (第 17 週) 以降に B 型ビクトリア系統が増加する傾向がみられた。

2018/19 シーズンに分離・検出された季節性インフルエンザウイルスについて HA 遺伝子系統樹解析を行ったところ AH1pdm09 ウイルス、AH3 亜型ウイルス、B 型ビクトリア系統は、本シーズンの各々のワクチン株と同じクレードに属していたが、遺伝子学的には以下の特徴が認められた。解析した AH1pdm09 ウイルスは、全てクレード 6B.1A に属していたが、HA アミノ酸置換 (S183P) に加え、さらに異なる同アミノ酸置換を有する複数の群 (183P-1 ~ 183P-7) が確認されており、今後の動向が注目される。

解析した AH3 亜型ウイルスは多くがサブクレード 3C.2a1b に分類され、さらに 13 株中 12 株は 3C.2a1b+131K に属し 1 株は 3C.2a1b+135K であった。近年の AH3 亜型ウイルスは、遺伝子的に多様化が進んでおり^{5,10)}、今後の主流となる流行ウイルスの動向に関心がもたれる。

解析した B 型ビクトリア系統はクレード 1A およびサブクレード 1A.1 に分類された。2019 年 4 月以降に分離された 2 株は、クレード 1A に属し 3 つの HA アミノ酸の欠損がみられるウイルスであり、本ウイルスの抗原性と 2019 年 4 月 (第 17 週) 以降の流行との関連性及びシーズンの動向が注目される。

流行ウイルスとワクチン株との比較では、国立感染症研究所インフルエンザウイルス研究センターで実施された本県の季節性インフルエンザウイルス分離株 (AH1pdm09 ウイルス、AH3 亜型ウイルス、B 型ビクトリア系統) の中和試験および HI 試験による抗原解析が実施さ

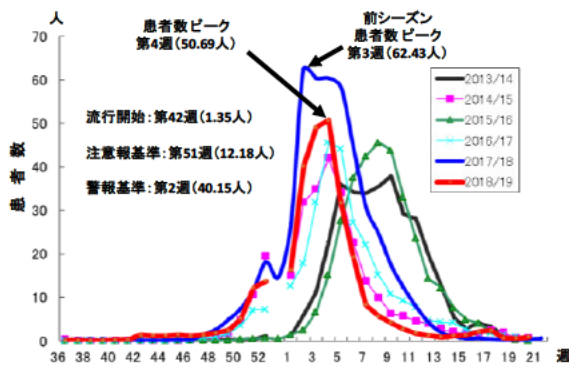


図4 直近6シーズンにおける定点あたりのインフルエンザ患者報告数の推移

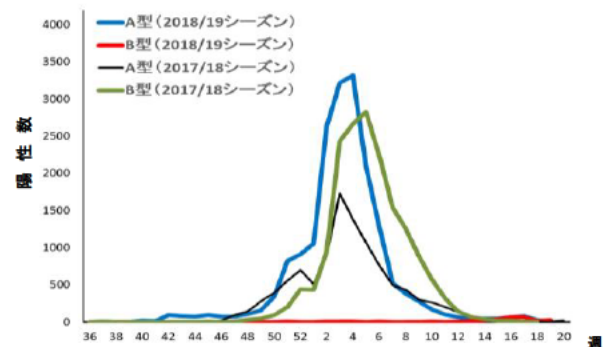


図5 直近2シーズンのインフルエンザ迅速診断キット陽性者数の週別推移

れ、各々、ワクチン類似株と判定されており、HA 遺伝子系統樹解析結果と一致していた。しかし、近年の AH3 亜型ウイルスは発育鶏卵でのワクチン製造過程で生じる卵馴化による抗原変異¹¹⁾により、流行ウイルスとワクチンとの乖離が見られることが課題である。

NA アミノ酸置換 (H275Y) を有するオセルタミビル耐性ウイルスの分離・検出状況は、薬剤投与後の患者検体から本県で確認された 2 株を含み、国内では散発的に確認¹²⁾されている。現在のところ、国内において本薬剤耐性ウイルスは流行には至っていないものの、本耐性ウイルスの動向調査は投薬治療時における薬剤の選定に関する根拠として、有用な知見となるため、継続的な動向監視が重要となる。また、2018 年 3 月より国内で使用可能となった新規の抗インフルエンザ薬であるキャップ依存性エンドヌクレアーゼ阻害剤バロキサビル マルボキシル (商品名: ゾフルーザ) の耐性ウイルスが三重県内で、2018 年 11 月に薬剤投与歴のない患者より 1 株分離¹³⁾されており今後の動向監視の強化が必要である。

2018/19 シーズンの流行状況は過去 5 シーズンと比較し最も流行開始が早く、2019 年 4 月第 13 週に流行は一旦終息したが、再度、定点あたりの患者報告数 1 人を上回り、流行は計 27 週間となり長期にわたった。また本県において流行開始基準を超えた週は、全国より 7 週間早かったが、注意報基準および警報基準を超えた週は、各基準ともに全国と比較し同週あるいは 1 週間早く、基準に達しており類似していた。

三重県内における本シーズンのインフルエンザ迅速診断キットの B 型陽性者は前シーズンの同時期⁵⁾と比較すると、大幅に減少していた。

集団かぜの患者数についても前年の同時期と比べ、半減しており、前述した B 型インフル

エンザウイルスの検出の減少と、前シーズンの大規模流行⁵⁾が患者数の半減に至った要因であると思われる。

インフルエンザワクチン株と流行株との抗原性状の差異は、インフルエンザウイルスの流行動態および流行規模に密接な関係があり、改正感染症法に基づき薬剤耐性ウイルスを含めた通年における動向監視が必要な感染症であり、インフルエンザ感染予防対策のために今後も継続的な調査を実施し、県民へ向けた迅速な情報発信に努めていきたい。

謝 辞

本調査研究を行うにあたり、三重県感染症発生動向調査事業で検体採取を担当された医療機関の諸先生方、保健所および関係各位に御礼申し上げます。

また、本県で分離した季節性インフルエンザウイルス株の抗原解析および薬剤感受性試験を実施して頂いた国立感染症研究所の先生方に深謝いたします。

文 献

- 1) 矢野拓弥, 前田千恵, 赤地重宏 他: 2013年9月に分離されたA(H1N1)pdm09ウイルス性状-三重県, 病原微生物検出情報, **34**, 343-345 (2013).
- 2) 矢野拓弥, 前田千恵, 赤地重宏 他: 2015年9月上旬に上海への渡航歴のある患者から分離されたA (H1N1) pdm09ウイルスの遺伝子解析-三重県, 病原微生物検出情報, **36**, 223-224(2015).
- 3) 矢野拓弥, 前田千恵, 楠原 一 他: 2016年9月上旬にシンガポールへの渡航歴のある患者から分離されたA/H3亜型インフルエンザウイルス-三重県, 病原微生物検出情報, **37**, 233-234(2016).

- 4) 矢野拓弥, 中野陽子, 楠原 一 他: 2016/17 シーズン終盤から2017/18シーズン初めに分離されたA (H1N1) pdm09ウイルス-三重県, 病原微生物検出情報, **38**, 227-229(2017).
- 5) 矢野拓弥, 赤地重宏, 松村義晴: 三重県における季節性インフルエンザウイルスの遺伝子系統樹解析および流行状況 (2017/18シーズン) 三重保環研年報, **20** (63), 42-50 (2018).
- 6) 厚生労働省: 感染症発生動向調査事業実施要項の一部改正について (健発0212第4号 平成28年2月12日).
- 7) 国立感染症研究所: インフルエンザ診断マニュアル (第3版) 平成26年9月.
(<http://www.kenkou.pref.mie.jp/disease.html>)
- 8) WHO Global Influenza Surveillance Network : Manual for the laboratory diagnosis and virological surveillance of influenza, 63-77(2011).
- 9) 三重県感染症情報センター: 疾患別情報 インフルエンザ,
(<http://www.kenkou.pref.mie.jp/disease.html>).
- 10) 国立感染症研究所: インフルエンザ 2017/18 シーズン, 病原微生物検出情報, **39** , 181-183(2018).
- 11) 厚生労働省健康局健康課予防接種室: 2018/19 シーズンインフルエンザワクチン株選定経過と製造過程を踏まえた状況, 病原微生物検出情報, **39**, 195-197(2018).
- 12) 国立感染症研究所: 抗インフルエンザ薬耐性株サーベイランス,
(<https://www.niid.go.jp/niid/ja/influ-resist.html>) .
- 13) 高下恵美, 小川理恵, 森田博子 他: 新規抗インフルエンザ薬バロキサビル未投与患者からのバロキサビル耐性変異ウイルスの検出, 病原微生物検出情報, **40**, 67-69(2018).

ノート

工場排水等のふっ素測定精度の向上に関する研究

近藤笑加，立野雄也，有富洋子

Improvement of Fluorine Measurement Accuracy in Factory and Workplace Drainage

Emika KONDO, Yuya TACHINO and Yoko ARITOMI

工場・事業場排水中に含まれるふっ素およびその化合物の測定方法であるランタン - アリザリンコンプレキソン吸光光度法について，測定精度向上，遊離塩素による発色妨害への対処手法について検討した．蒸留時に添加する酸としては過塩素酸で良好な回収率となった．蒸留の留出速度を毎分3～5mLに維持したとき，回収率が最大となった．排水基準を超過するような濃度の銅，亜鉛，マンガンおよびクロムが共存していても水蒸気蒸留操作を行うことで共存物質の影響を防止できた．遊離塩素による発色妨害がある場合は，発色試薬添加前に還元剤としてL(+)-アスコルビン酸100mgを添加する方法で簡便な対処が可能であることがわかった．

キーワード：ふっ素，水蒸気蒸留，アルフッソン退色，L(+)-アスコルビン酸

はじめに

工場・事業場排水（以下「工場排水等」という．）に含まれるふっ素およびその化合物（以下「ふっ素」という．）は，工場排水等の規制強化の一環で平成13年7月に新たに「人の健康に係る項目（有害物質）」に追加された．ふっ素の測定方法は，環境大臣が定める排水基準に係る検定方法（昭和49年9月30日環境庁告示第64号）が引用する日本工業規格工場排水試験方法K0102（以下「JIS K0102」という．）に，ランタン - アリザリンコンプレキソン吸光光度法やイオン電極法，イオンクロマトグラフ法，流れ分析法がある¹⁾．当所では工場排水等に含まれるふっ素は主にランタン - アリザリンコンプレキソン吸光光度法により測定している．

水中のふっ素化合物は複雑な形態で存在しており，イオン状で存在するものの他に，鉄などの金属元素とフルオロ錯体を形成するものやアルカリ土類金属と結合して沈殿を生じるものがある．それら全ての形態のふっ素化合物を測定するには，水蒸気蒸留によりイオン化させる必要がある．また，アルミニウム，鉄等の共存物質が測定を妨害するが，水蒸気蒸留によりこれら測定妨害物質を分離除去できる²⁾．しかし，この水蒸気蒸留は用いる酸，留出速度等の蒸留条件のわずかな差により回収率が大きく変動するという課題が

ある．

また，工場排水等の水蒸気蒸留操作中，留出液はアルカリ性であるにもかかわらずフェノールフタレインの微紅色が消失することがある．これは工場排水等に含まれる塩化物イオンと硝酸イオンが水蒸気蒸留中に反応して生成する遊離塩素が原因である³⁾．指示薬と同様に発色試薬も退色するため本法による定量は不可能となり，他の測定方法で定量するための手間と時間をさらに要する．

本研究ではふっ素が安定して高回収率となるよう，水蒸気蒸留操作において用いる酸，留出速度の違いが回収率に与える影響について検討するとともに，水質汚濁防止法で排水基準項目に設定されている銅，亜鉛，マンガン，クロムが共存する場合のふっ素測定に与える影響について検討した．また，遊離塩素の妨害に対する簡便な対処として，留出液に還元剤を添加する手法について検討した．

方 法

1. 試料

平成30年度に当所に搬入された金属製品加工業等の工程排水や温泉水を含む工場排水等を使用した．

2. 測定方法

2.1 測定フロー

ふっ素の測定は、JIS K0102 34.1¹⁾に規定されているランタン-アリザリンコンプレキソン吸光度法に従って操作を行った。図1に測定フローを示す。

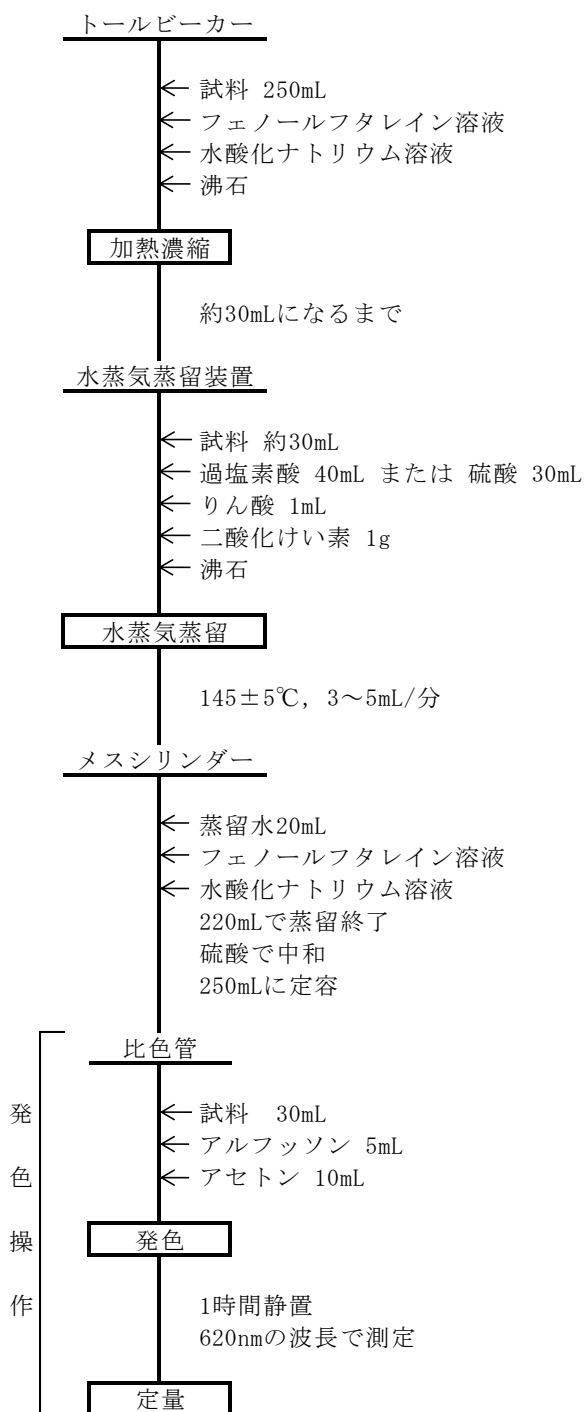


図1 ランタン-アリザリンコンプレキソン吸光度法によるふっ素測定法フロー図

2.2 使用装置および機器

- (1) 水蒸気蒸留装置
宮本理研工業株式会社製
AFC-81DX および FGR-1AT
- (2) 紫外可視分光光度計
島津製作所株式会社製 UV-1800

2.3 試薬

- (1) ふっ化物イオン標準液（富士フィルム和光純薬株式会社製，1000mg/L）
- (2) 過塩素酸（富士フィルム和光純薬株式会社製，特級）
- (3) 硫酸（富士フィルム和光純薬株式会社製または関東化学株式会社製，特級）
- (4) 銅標準液（富士フィルム和光純薬株式会社製，銅 100 mg/L）
- (5) 亜鉛標準液（富士フィルム和光純薬株式会社製，亜鉛 100 mg/L）
- (6) マンガン標準液（富士フィルム和光純薬株式会社製，マンガン 1000 mg/L）
- (7) クロム標準液（富士フィルム和光純薬株式会社製，クロム 100 mg/L）
- (8) L(+)-アスコルビン酸（富士フィルム和光純薬株式会社製，特級）
- (9) 次亜塩素酸ナトリウム溶液（富士フィルム和光純薬株式会社製，化学用）
- (10) 水酸化ナトリウム（富士フィルム和光純薬株式会社製，特級）

2.4 検量線

ふっ化物イオン標準液 1mL を蒸留水で 100mL に定容後，0.3～4.5mL を段階的にとり，蒸留水で全量を 30mL とした。

3. 分析条件の検討

3.1 蒸留に用いる酸の違いがふっ素回収率に与える影響

蒸留水 30mL にふっ化物イオン標準液を 0.25mL 添加したものを試料として，図1のフローに従い過塩素酸または硫酸を用いてふっ素の回収率を得た。

3.2 蒸留の留出速度の違いがふっ素回収率に与える影響

蒸留水 30mL にふっ化物イオン標準液 0.25mL を添加した試料を用いて，水蒸気蒸留終了時の留出速度が①毎分 3mL 未満，②毎分 3mL 以上 5mL

未満, ③毎分 5mL 以上となるよう水蒸気発生フラスコの加熱量を一定にした場合と, 蒸留操作の全期間において留出速度が①毎分 3mL 未満, ②毎分 3mL 以上 5mL 未満, ③毎分 5mL 以上を維持するよう水蒸気発生フラスコの加熱量を調節した場合で, 図 1 のフローに従い過塩素酸を用いてふっ素の回収率を調べた。蒸留開始から 10 分までは 1 分毎に, それ以降は 5 分毎に, 受器の 250mL 有栓メスシリンダーの液量を記録した。留出速度は, 蒸留開始から t 分後の液量 V_t から蒸留開始 0 分の液量 V_0 を引いた液量を蒸留時間 t で割って算出した。

$$\text{留出速度(mL/min)} = \{V_t - V_0\} \div t$$

3.3 共存物質による影響

まず, 共存物質による発色操作への影響を調べるため, 水質汚濁防止法で排水基準項目に設定され, 工場排水等に多量に共存する可能性がある銅, 亜鉛, マンガンおよびクロムの標準液を 0.1, 0.5, 1, 5 および 10mg/L となるよう蒸留水にそれぞれ添加し, さらにふっ化物イオン標準液を用いてふっ素が 1mg/L または 8mg/L となるよう添加した。この溶液を水酸化ナトリウム溶液で中和して 100mL に定容した試料 30mL または 3.75mL を比色管 3 本にそれぞれ分取して発色操作を行い, ふっ素の回収率を求めた。

次いで, 全測定操作を通してのふっ素の定量を行った。発色操作のみでふっ素の添加回収率が 90 ~ 110% の範囲を満たさない共存物質と濃度条件のみ実施した。蒸留水 250mL に銅, 亜鉛, マンガンおよびクロムの標準液とふっ化物イオン標準液を用いて, 共存物質を添加し, 加熱濃縮後, 過塩素酸存在下で留出速度を毎分 3 ~ 5mL に維持して水蒸気蒸留を行った。得られた留出液についてふっ素を定量した。

3.4 還元剤添加が吸光度に与える影響

ふっ化物イオン標準液を用いて 0mg/L または 1mg/L となるよう添加した蒸留水 30mL に, 蒸留水に溶かした還元剤 (L(+)-アスコルビン酸) を段階的に 0 ~ 200mg 添加し, 発色させた後, 吸光度を測定した。

3.5 遊離塩素添加が吸光度に与える影響

蒸留水 30mL を入れた比色管に遊離塩素濃度が 5 ~ 1,000mg/L となるよう次亜塩素酸ナトリウム溶液を段階的に添加し, 発色させた後, 吸光度を測定した。また同様に, 段階的に次亜塩素酸ナト

リウム溶液を添加した蒸留水に還元剤 100mg を添加し, 発色させた後, 吸光度を測定した。

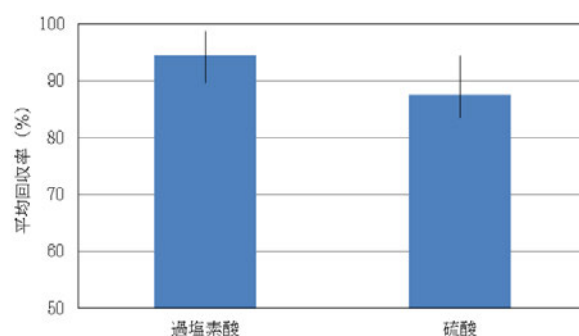
3.6 還元剤添加による対処手法の有効性検討

工場排水等 250mL にふっ化物イオン標準液を 0.25mL 添加したものを図 1 のフローに従い過塩素酸を用いて水蒸気蒸留を行い得られた留出液のうち, アルカリ性であるにもかかわらずフェノールフタレインの微紅色が消失した留出液を検討に用いた。留出液 30mL を比色管に分取し, 還元剤 100mg を添加, 発色試薬のアルフッソソで発色させた後, 吸光度を測定してふっ素濃度を定量し, 試料に添加したふっ素の回収率を得た。あわせて還元剤を添加せず同様に発色操作を行い, 試料に添加したふっ素の回収率を得た。さらに, 留出液に含まれる遊離塩素濃度を JIS K0102 33.3 よう素滴定法に準拠し測定した。

結果

1. 蒸留に用いる酸の違いがふっ素回収率に与える影響

蒸留水におけるふっ素回収率の平均値を図 2 に示す。ふっ素を含む蒸留水を水蒸気蒸留した場合, 硫酸を用いた時より過塩素酸を用いた時の方が回収率は約 7% 高かったことから, 今後の検討では過塩素酸を用いることとした。



※縦線は得られた回収率の範囲を示す。

図 2 蒸留に用いる酸の違いによるふっ素回収率の差 (n=12)

2. 留出速度の違いがふっ素回収率に与える影響

加熱量を一定にして蒸留終了時の留出速度が毎分 3mL 以上 5mL 未満となるよう蒸留した場合と, 加熱量を調節して留出速度が常に毎分 3mL 以上 5mL 未満となるよう蒸留した場合の留出速度の変化を図 3 に示す。加熱量を一定にして蒸留した場合, 留出速度は蒸留開始 2 分後に最大となり,

5分頃までは毎分5mLを超過した。以降、徐々に留出速度は減少し、開始20分を過ぎると一定になった。

次に、その方法を用いた留出速度とふっ素回収率の関係を図4に示す。回収率は、加熱量を調節した場合に高く、特に留出速度を毎分3mL以上5mL未満に維持した場合に最も高くなった。このことから、水蒸気蒸留操作においては、蒸留の初期、特に開始5分までの加熱量に留意して毎分3mL以上5mL未満の留出速度を維持すると、精度良く測定できることがわかった。

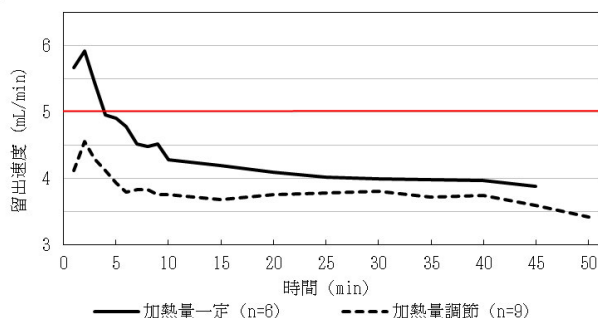


図3 加熱方法の違いによる留出速度の差

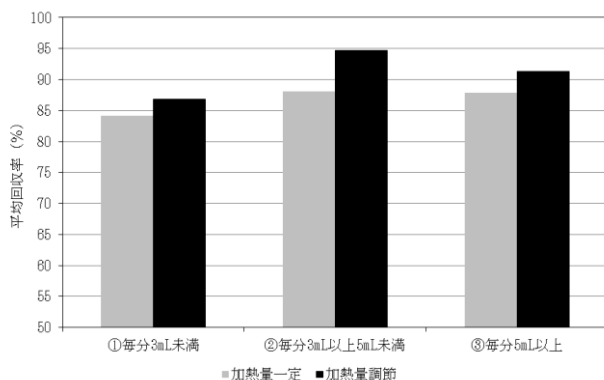


図4 留出速度の違いによるふっ素回収率の差 (n=5以上)

3. 共存物質による影響

銅、亜鉛、マンガンおよびクロム共存時のふっ素の回収率を図5と図6に示す。ふっ素濃度1mg/Lで亜鉛10mg/L(図5)の時と、ふっ素濃度8mg/Lで銅10mg/L(図6)の時、発色操作のみを実施したところ、平均回収率90~110%を満たさなかった。この2つの条件について、図1に示す全操作を行ったところ、表1に示すように平均回収率はほぼ100%であった。したがって、水蒸気蒸留操作を行うことで、共存するこれらの物質の影響を除去できることがわかった。

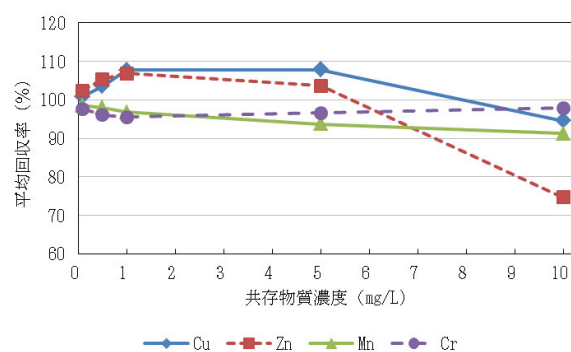


図5 4種共存物質の濃度とふっ素回収率の関係 (ふっ素濃度1mg/L・発色操作のみ実施の場合)

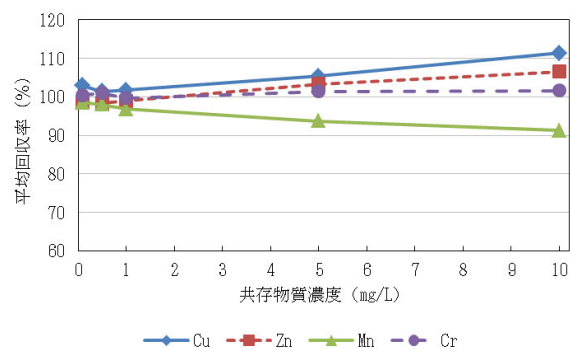


図6 4種共存物質の濃度とふっ素回収率 (ふっ素濃度8mg/L・発色操作のみ実施した場合)

表1 図1の全操作実施時のふっ素平均回収率

共存物質	平均回収率(%)
亜鉛 10mg/L	101.4
銅 10mg/L	99.6

(n=3)

4. 還元剤を用いた発色妨害への対処手法の検討

L(+)-アスコルビン酸水溶液の620nm付近の吸収スペクトルを確認したところ吸光度は0であったことから、還元剤はL(+)-アスコルビン酸を使用することとした。次に還元剤がふっ素発色に与える影響を図7に示す。還元剤添加量が150mg超で吸光度が低くなったことから、以降の検討においては還元剤100mgを添加することにした。

塩素水の添加によるアルフッソン退色の状況を図8に示す。比色管11本の遊離塩素濃度は左から0, 5, 10, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500および1,000mg/Lである。遊離塩素濃度が高くなるにしたがい、アルフッソン特有の濃紫色が消失している。

遊離塩素に対する還元剤添加の効果を図9に示す。還元剤100mgの添加で遊離塩素濃度が1,000mg/Lでもその影響を除去することができた。

一方、無添加の場合は、遊離塩素濃度の上昇とともに吸光度は減少し、遊離塩素濃度 400mg/L 以上で、吸光度は約-0.4 となり、最小となった。これらの結果から、還元剤 100mg の添加によって遊離塩素濃度 1,000mg/L までの発色妨害除去を確認できた。なお、目視でアルフッソンの退色を確認できるのは概ね遊離塩素濃度 50mg/L 以上であったことから、目視による退色確認では遊離塩素の影響は把握できないため、遊離塩素の測定が必要と考えられた。

実際に遊離塩素による妨害がある工場排水等の留出液を用い、還元剤を添加して有効性を確認した結果を図 10 に示す。妨害がある 9 試料すべてで、添加したふっ素の回収率は 4.6～91.6%増加した。遊離塩素濃度が高く吸光度がマイナス値となった試料（留出液 8）でも回収率を得ることが可能となった。

以上の結果から、水蒸気蒸留操作により生成した遊離塩素が妨害する場合は、アルフッソンを添加する前に還元剤 100mg を添加するという簡便的な対処で妨害を除去できることが確認できた。

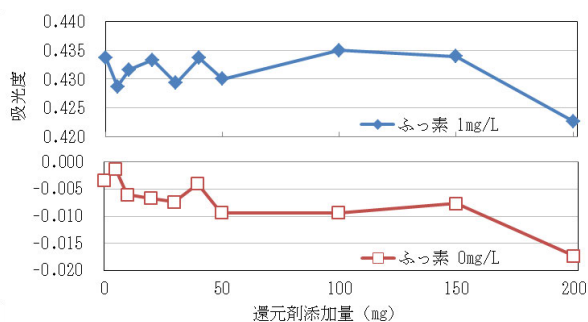


図 7 発色操作時の還元剤添加量と吸光度の関係

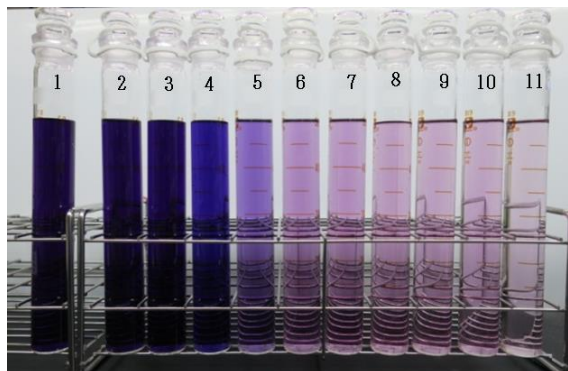


図 8 遊離塩素濃度とアルフッソン退色の状況
(ふっ素濃度：1mg/L, 遊離塩素濃度 mg/L：1;0, 2;5, 3;10, 4;50, 5;100, 6;150, 7;200, 8;300, 9;400, 10;500, 11;1,000)

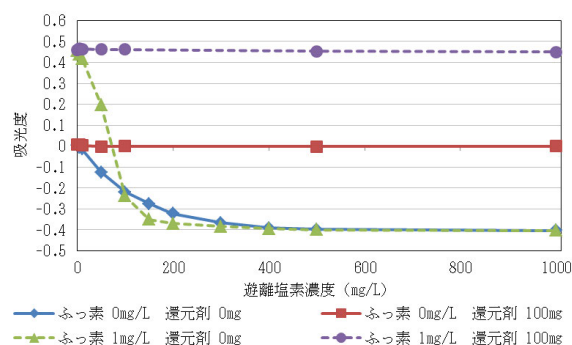


図 9 遊離塩素に対する還元剤添加の効果

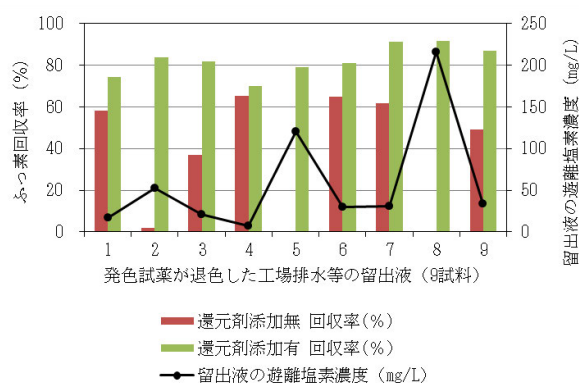


図 10 工場排水等における還元剤添加による
ふっ素回収率向上効果

まとめ

ふっ素分析における測定精度の向上のため、蒸留条件、共存物質による影響および還元剤を用いた遊離塩素による発色妨害への対処手法について検討した。

蒸留時に用いる酸を検討した結果、蒸留水による添加回収試験で過塩素酸が良好な回収率であった。

留出速度については、蒸留初期から留出速度を毎分 3～5mL に維持したとき、回収率が最大となった。

共存物質による影響については、排水基準を超過するような濃度の銅、亜鉛、マンガン、クロムが共存していても水蒸気蒸留により影響は排除できた。

水蒸気蒸留操作で生成する遊離塩素については、発色試薬を添加する前に L(+)-アスコルビン酸 100mg を添加する簡便的な方法で遊離塩素による妨害を除去できた。

文 献

- 1) 日本工業規格 工場排水試験方法 K0102 34 (2016).

2)常政 典貴, 中富 光信, 馬部 文恵, 小中 ゆかり, 佐伯 彩路, 橋本 和久, 尾川 健, 今村 光徳: ふっ素及びその化合物分析法の検討(2), 広島市衛生研究所年報, **21**, 56~59 (2002).

3)武田 圭右, 西塚 一茂, 草苺 裕樹, 佐藤 勉: フッ素分析におけるアルフソン退色現象とその対策について (第二報), 山形県環境科学研究センター年報, **19**, 57~58 (2012).

ノート

伊勢湾の水質構造調査

渡邊 卓弥，奥山 幸俊，有富 洋子，辻 将治*，大八木 麻希**，千葉 賢**

Investigation of Distribution of Water Quality in Ise Bay

Takuya WATANABE, Yukitoshi OKUYAMA, Yoko ARITOMI,
Masaharu TSUJI, Maki OYAGI and Satoshi CHIBA

伊勢湾の伊良湖水道を挟んだ湾内から外海にかけて、鉛直方向の水質について調査したところ、伊勢湾内から外海にかけての縦断面の水質構造は、湾央では鉛直混合が弱く密度成層が生じ、底層付近では貧酸素水塊が広がる一方で、伊良湖水道付近では強い鉛直混合により、水質の一様化が生じていた。クロロフィル極大層は湾央から湾口にかけて水深 10m 付近に発生していた。また、光量子と栄養塩濃度のバランスが極大層の発生水深に影響を及ぼしていると考えられた。湾口から外海にかけては渦鞭毛藻類はほとんど存在せず、湾央付近においては、渦鞭毛藻類もある程度確認されたものの、それぞれ珪藻類が大多数を占めていた。

キーワード：伊勢湾，水質構造，植物プランクトン，貧酸素水塊

はじめに

伊勢湾は東西に約 30km，南北に約 70km，平均水深約 20m という，わが国最大の水域面積を持つ内湾であるが，湾口部には島々が存在し，外海との海水交換は幅約 4km という狭い伊良湖水道を介して行われるため，貧酸素水塊が発生しやすい地形となっている¹⁾。

貧酸素水塊は，溶存酸素量（DO）が低くなった低酸素状態の水塊および水域を指し，夏季を中心に閉鎖性水域などの底層で発達しやすい。底層 DO が低くなると，底生生物は生息できなくなり，還元状態が促進されることで，硫化水素などの有害物質も発生することから，水環境および水産資源に悪影響を及ぼす。貧酸素水塊は，春季に水温成層が形成され，海底付近で冷水塊が発生することに端を発し，水の鉛直循環の弱体化によって底層への酸素供給が断たれることにより始まる。その中で，水中および底質中の有機物が分解されることによって酸素消費が進み，DO の低下した水域が形成されると考えられている²⁾。そこで，本調査では湾内と外海の水の循環に着目し，

伊良湖水道をはさんだ湾央から外海にかけての 6 地点各 4 層の水質データを取得し，伊勢湾内から外海にかけての縦断面の水質構造について考察した。

調査方法

1. 調査地点，採水日および採水方法

2018 年 8 月 2 日および 3 日に，四日市大学が実施した伊勢湾海洋調査実習において，湾央から外海にかけて図 1 に示す調査地点 B1～B6 の 6 地点各 4 層（表層，中層，底層（Bottom-1m）およびクロロフィル極大層（以下，「極大層」という）の海水を採取した。調査地点の座標を表 1，採取水深を表 2 に示す。

採水には CTD 装置搭載のニスキン採水器を用い，採取試料はポリエチレン製の瓶に入れて冷蔵保存し，8 月 4 日に保健環境研究所および鈴鹿水産研究室に搬入後分析を行った。植物プランクトンの検鏡に用いる試料については試料 900mL に 20%グルタルアルデヒド溶液を 100mL 混合することにより固定した。

* 三重県水産研究所鈴鹿研究室

** 四日市大学環境情報学部

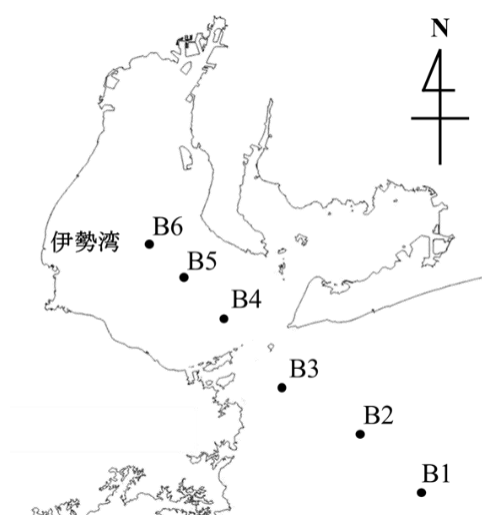


図1 伊勢湾内外における調査地点

表1 調査地点座標

世界測地系		
地点番号	北緯	東経
B1	34°19.3'	137°17.7'
B2	34°24.4'	137°10.2'
B3	34°29.4'	137°03.3'
B4	34°36.4'	136°53.0'
B5	34°40.0'	136°48.0'
B6	34°43.0'	136°45.0'

表2 各調査地点における採取水深

地点番号	表層(m)	中層(m)	底層(m)	極大層(m)
B1	0.5	27.7	48.1	8.6
B2	0.5	18.1	47.8	7.4
B3	0.5	8.3	17.7	5.8
B4	0.5	7.2	28.1	7.2
B5	0.5	8.7	32.8	8.7
B6	0.5	11.2	35.3	5.3

2. 水質構造調査

2-1. 測定項目

水温, 塩分, DO, クロロフィル a, 光量子量, 全有機炭素 (TOC), 溶存態有機炭素 (DOC), 懸濁態有機炭素 (POC), 化学的酸素要求量 (COD), 全窒素 (TN), 全リン (TP), 亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$), 硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$), アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$), リン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$), 植物プランクトンの細胞数および植物プランクトンの同定を測定項目とした。

2-2. 測定方法

水温, 塩分, DO, クロロフィル a および光量子量は採水現場において調査船搭載の CTD 装置で

測定を行った。CTD 装置の詳細については, 表 3 に示す。TOC, DOC, COD, TN, TP, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ および $\text{PO}_4\text{-P}$ の水質分析は表 4 に示す方法で行った。なお, DOC は 450°C で 2 時間焼成した GF/C ろ紙でろ過したろ液を用いて分析し, POC は, TOC から DOC を差し引いた値として求めた。また, 植物プランクトンは, 固定した試料から 1mL を採取し, プランクトン計数板に滴下し, 顕微鏡でプランクトンを種類ごとに計数した。

表3 CTD 装置の詳細

CTD装置機器構成	測定項目	備考
水中ユニット モデルSBE-25	水温 電気伝導度(塩分)	
DOセンサー モデルSBE-43	DO	
海底高度計 PSA-916D	水深	
蛍光光度センサー Seapoint	クロロフィルa	
水中光量子センサー QSP-2300	光量子(水中)	400-700nmで均等レスポンス 700nm以上400nm以下で急激に減衰
空中光量子センサー QSR-2200	光量子(水面)	400-700nmで均等レスポンス 700nm以上400nm以下で急激に減衰

表4 水質分析方法

分析項目	分析方法	使用機器
TOC	JIS K0102 22.2	島津製作所製
DOC	JIS K0102 22.2	全有機炭素計TOC-V
COD	JIS K0102 17	
TN	JIS K0102 45.6	
TP	JIS K0102 46.3.4	
$\text{NO}_2\text{-N}$	JIS K0102 43.1.3	BLTEC社製
$\text{NO}_3\text{-N}$	JIS K0102 43.2.6	連続流れ分析装置
$\text{NH}_4\text{-N}$	JIS K0102 42.6	SWAAT型
$\text{PO}_4\text{-P}$	JIS K0102 46.1.4	

2-3. コンター図作成方法

水温, 塩分, DO, クロロフィル a, TN, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, 溶存態無機窒素 (DIN), TP, $\text{PO}_4\text{-P}$, TN/TP, TOC, DOC, POC および COD のコンター図は, ソフトウェアとして Gsharp (日本電子計算株式会社) を用い, 線形補間を行うことにより測定した。なお, DIN は, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ および $\text{NH}_4\text{-N}$ の和として表した。

結果および考察

1. 調査地点における水質

1-1. 水温, 塩分および DO

図 2 に水温, 塩分, DO, クロロフィル a, TN, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, DIN, TP, $\text{PO}_4\text{-P}$, TN/TP,

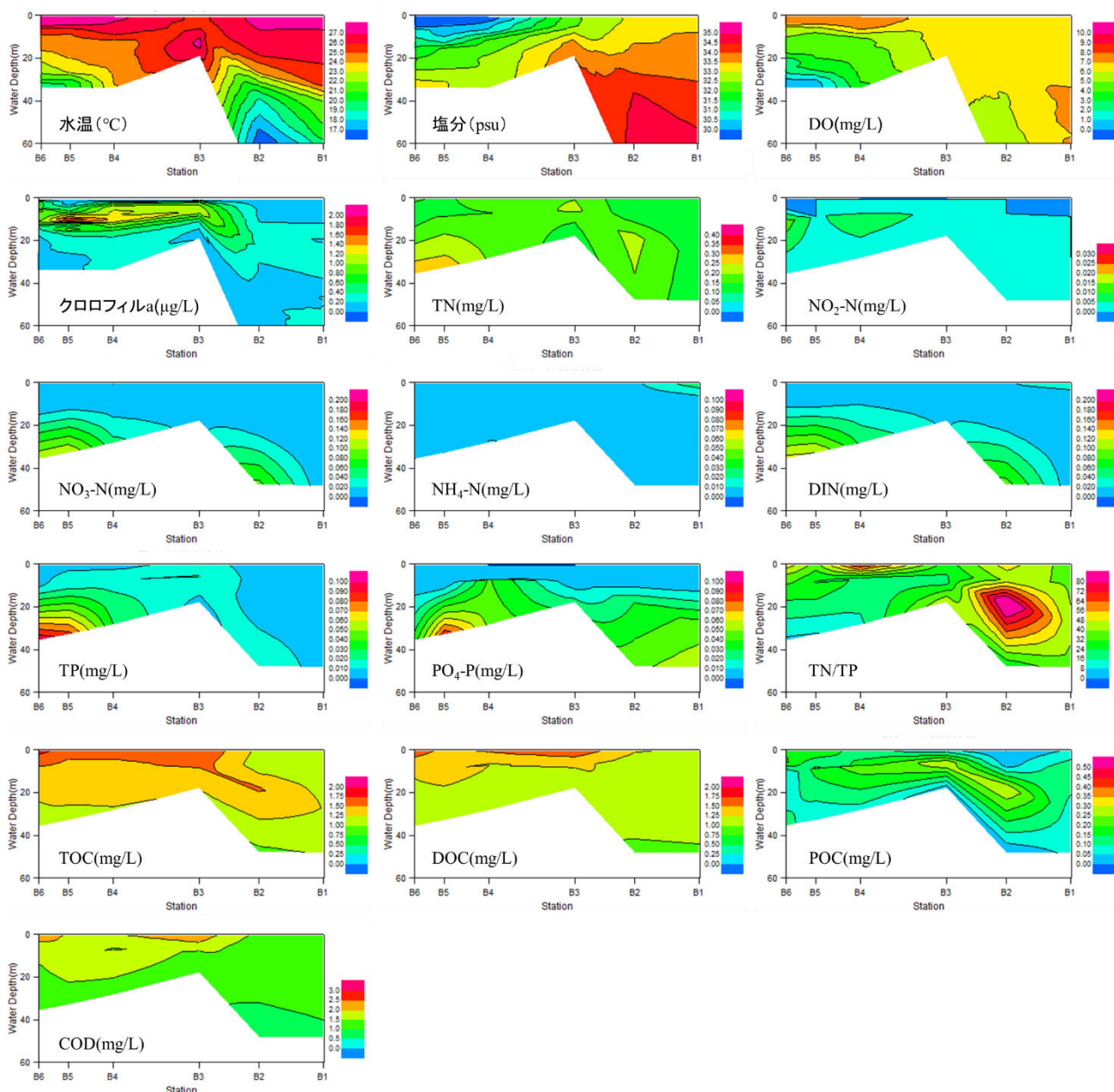


図2 各調査地点における水温、塩分、DO、クロロフィル a、TN、NO₂-N、NO₃-N、NH₄-N、DIN、TP、PO₄-P、TN/TP、TOC、DOC、POC および COD のコンター図

TOC、DOC、POC および COD のコンター図を示す。コンター図は、縦軸を水深、横軸を調査地点とすることで、湾央 (B6) から外海 (B1) にかけての縦断面図を表した。

水温、塩分および DO を見ると、伊良湖水道をまたぐ B3 から B4 にかけて等値線が垂直方向を向いており、これは鉛直混合が強いことを示している。一方で、湾央付近の B5 から B6 にかけては、等値線が水平方向を向いていることから、鉛直混合が弱く、成層化することで、貧酸素化していた

と推察することができた。

1-2. クロロフィル a

B3 から B5 にかけて水深約 10m にクロロフィル a の極大層が見られ、その下端部は B2 中層付近 (水深約 20m) まで達しており、湾外 (B3) から湾央 (B6) にかけての中層で基礎生産が活発な様子が確認された。

1-3. TN、NO₂-N、NO₃-N、NH₄-N、DIN、TP、PO₄-P 各濃度および TN/TP

TN および TP は、いずれも湾内である B5 およ

び B6 地点の底層でやや高い濃度を示した。NO₃-N は、湾内外の表層で濃度は 0 に近く、底層に近づく程高い濃度を示した。NO₂-N は、全層でほとんど一様であり、NO₃-N と比べて濃度は低かった。NH₄-N は B1 から B6 地点の全層において、ほとんど濃度が 0 であった。PO₄-P は、湾内外の 10m 以浅では濃度は 0 に近く、底層に近づく程高い濃度を示し、B5 で最大であった。

湾口部 (B3 および B4) では、表層を通じて湾内水が流出し、中底層を通じて外海水が流入する³⁾ため、PO₄-P の濃度分布によれば、外海から湾内へ約 0.01mgP/L 程度のリンの流入が推定できる。

伊勢湾の平均交換水量は 7 億 m³/day⁴⁾であることから、リンの流入量は約 7tonP/day となる。伊勢湾への陸域負荷量は約 8.2tonP/day⁵⁾であることから、陸域負荷と同程度のリンが外海から流入していることが判明した。

1-4. TN/TP 比

TN/TP 比は、海水面に近いほど大きくなる傾向が見られた。植物プランクトンの体組成を表すレッドフィールド比はおよそ N:P=16:1⁶⁾であり、TN/TP 比が 16 以下では窒素制限、16 以上ではリン制限として、窒素またはリン濃度によって植物プランクトンの生育に制限がかかる。今回の調査結果から、B3 から B6 にかけての中層付近において TN/TP 比が 16 程度の適度な比率の栄養塩環境であることがわかった。

1-5. TOC, DOC, POC および COD

TOC は湾口 (B3) 表層から湾央 (B6) 表層にかけてと、外海 (B2) 中層で高かった。DOC は湾内外でほとんど一様であったが、湾央 (B6) 表層および湾口部 (B3 および B4) 表層でやや高く、POC に関しては B2 から B3 中層で高くなる結果となった。COD については、湾口 (B3 および B4) 表層および湾内 (B6) 表層でやや高く、外海 (B1) から湾内 (B4 から B6) 中底層の広い範囲において約 1.0mg/L であることがわかった。

2. 植物プランクトンの分布

2-1. 光量子量とクロロフィル a 濃度の関係

光量子の鉛直分布を図 3 に、クロロフィル a 濃度の鉛直分布を図 4 に示した。なお、図 3 では、水面の光量子量を 1 として正規化したものを示している。ここで、B4 のクロロフィル a 濃度の極大が中層の水深 10m 付近に存在している点に着目すると、図 2 の DIN および PO₄-P にも示すように、表層では栄養塩類が枯渇しており、またリン制限

が強い状態であるために基礎生産を効率的に行えないことがわかる。しかし水深 10m になると、B4 では光量子量が表層の 10%程度まで減少するものの (図 3)、栄養塩類が獲得しやすく、適度な TN/TP 比となっている (図 2) ことから、表層よりも植物プランクトンが増殖しやすい条件になっていた可能性が考えられる。

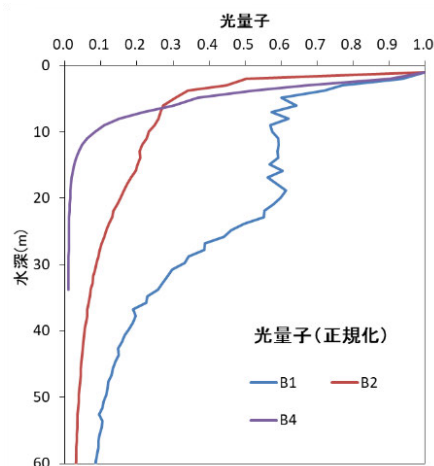


図 3 調査地点 B1, B2 および B4 における光量子の鉛直分布図

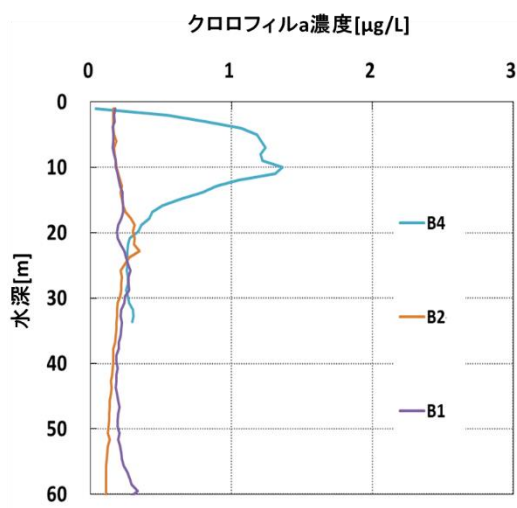


図 4 調査地点 B1, B2 および B4 におけるクロロフィル a 濃度の鉛直分布図

2-2. 植物プランクトンの分布

各調査地点における渦鞭毛藻類および珪藻類の分布を図 5 に示す。B1 表層と中層には珪藻類が見られ、*Chaetoceros* spp. の細胞数が最大であった。また、渦鞭毛藻類は見られなかった。B2 は、表層

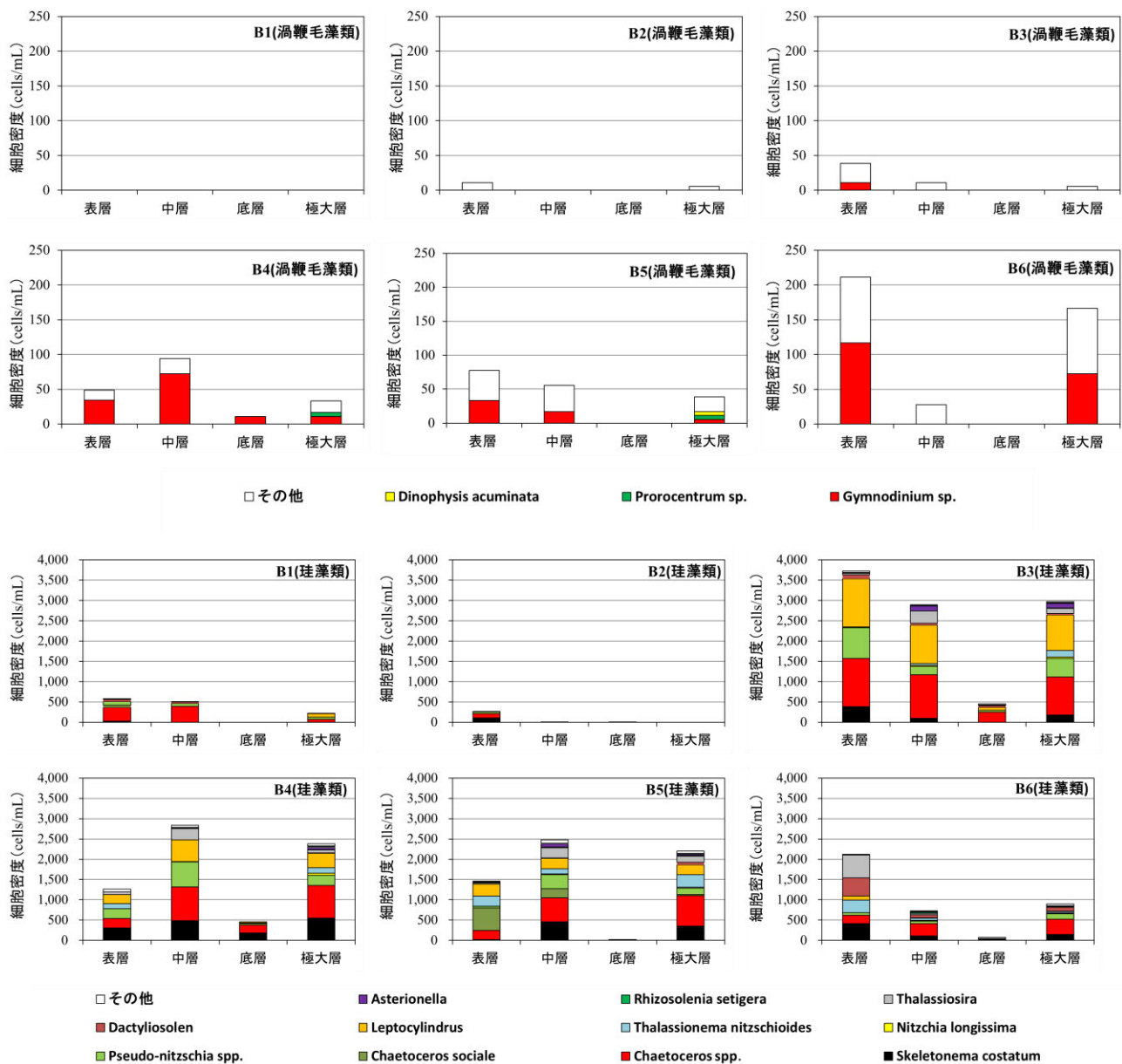


図5 各調査地点における渦鞭毛藻類および珪藻類の分布

において渦鞭毛藻類及び珪藻類が見られたが、出現数が少なく、クロロフィル極大層においては、わずかに渦鞭毛藻類が見られたのみであった。B3およびB4では、渦鞭毛藻類が存在していたものの、圧倒的に珪藻類が多く、*Chaetoceros* spp., *Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus*などが各層で優占種となった。B5およびB6においても、渦鞭毛藻類は見られたが、多くは珪藻類であり、*Chaetoceros* spp., *Chaetoceros sociale*, *Thalassiosira*などが優占種であった。

過去の伊勢湾湾央付近の植物プランクトン調査^{7,8)}においては、*Ceratium fusus*などの渦鞭毛藻類が検出されていたが、今回のプランクトン調査

においては、湾央(B6)から湾口(B3)にかけてのクロロフィル極大層の優占種は珪藻類という結果であった。

まとめ

今回の調査によって、伊勢湾内の水質構造に関する以下の知見が得られた。

伊良湖水道をまたぐ調査地点B3からB4において、強い鉛直混合により、水質の一様化が生じていた。湾央に近いB5およびB6地点では鉛直混合が弱く密度成層が生じ、底層付近では貧酸素水塊が広がっていた。陸域負荷(約8.2tonP/day)と同程度のリン(約7tonP/day)が外海から流入していることが判明した。クロロフィル極大層は、B5

から B3 地点の水深 10m 付近に発生していたが、この現象は、水深 10m 以浅では栄養塩類の濃度が低く、光量子量と栄養塩濃度のバランスによって引き起こされていると考えられた。また、植物プランクトンの分布調査結果から、湾口 (B3) から外海 (B1) にかけては渦鞭毛藻類はほとんど存在せず、珪藻類が主体であることがわかった。湾央 (B6) においては、渦鞭毛藻類もある程度確認されたものの、珪藻類が大多数を占めており、*Chaetoceros* spp.等が優占種であることがわかった。

文 献

- 1) 笠井 亮秀, 杉本 亮, 赤嶺 里美: 内湾域における中層クロロフィル極大の形成機構, 空と海, **82**, 53-60(2007).
- 2) 柳 哲雄: 貧酸素水塊の生成・維持・変動・消滅機構と化学・生物的影響, 海の研究, **13**(5), 451-460(2004).
- 3) 笠井 亮秀, 川西 里佳, 藤原 建紀: 伊勢湾の流動構造と貧酸素水塊, 水産海洋研究, **64**(4), 235-243(2000).
- 4) 千葉 賢: 2010 年と 2011 年の伊勢湾の水質と流動の再現計算と海水交換特性について, 土木学会 論文集 B2(海岸工学), **69**(2), 1071-1075(2013).
- 5) 三重県: 平成 30 年版環境白書, 第 2 部, 第 1 章, 水環境の保全(2018).
- 6) 田口 哲: レッドフィールド比: 研究の歴史と現状, 今後の展望, 海の研究, **25**(4), 123-132(2016).
- 7) 足立 敦子, 巽 正志, 齋藤 麻衣, 国分 秀樹, 仲野 申一, 小林 利行, 秋永 克三, 前川 行幸: 伊勢湾における貧酸素水塊発生時の植物プランクトン種の特徴について, 三重保環研年報, **16**, 66-73(2014).
- 8) 天野 晴貴, 足立 敦子, 新家 淳治, 国分 秀樹, 竹之内 健介, 小林 利行: 伊勢湾における貧酸素水塊発生時の植物プランクトン種および各種環境要因への湾内流の影響について, 三重保環研年報, **17**, 58-73(2015).

ノート

伊勢湾の有機物の分解特性に関する研究（その2）

渡邊 卓弥，奥山 幸俊，有富 洋子，辻 将治*，柘植 亮**，大八木 麻希***，千葉 賢***

Characteristics of Organic Matter Decomposition in Ise Bay (Part 2)

Takuya WATANABE, Yukitoshi OKUYAMA, Yoko ARITOMI,
Masaharu TSUJI, Ryo TUGE, Maki OYAGI and Satoshi CHIBA

伊勢湾内の底層では毎年夏季を中心に貧酸素水塊が発生しているが、発生面積の減少が見られず、長期化が問題となっている。貧酸素水塊の発生要因として、水中に存在する有機物の分解時の酸素消費が挙げられることから、有機物の分解に着目した調査を行った。

伊良湖水道を挟んだ外海2地点、湾口1地点を選定し、表層水および底層水を用いた生分解試験を行った結果、湾口に存在する易分解性有機物の分解特性時間は表層で9.8日、底層で13.9日であった。また、外海から湾内に向けてTOC約1.0mg/Lの難分解性有機物が湾口で鉛直混合されながら中底層へ流入していることが示唆された。

キーワード：伊勢湾，有機物，生分解，分解特性

はじめに

筆者らは既報²⁾において、伊勢湾内3地点（湾奥，湾央および湾口）の有機物の分解特性調査を行い、以下の知見を得た。

- 1) 生分解試験による化学的酸素要求量（COD）の最終濃度は、表層水で約0.5～1.0mg/L、底層水で約0.5mg/Lであった。全有機炭素（TOC）の最終濃度は表層水、底層水ともに約1.0mg/Lであった。
- 2) 懸濁態有機炭素（POC）は易分解性成分、溶存態有機炭素（DOC）は難分解性成分が中心の組成であった。
- 3) COD/TOCの経時変化から、生分解試験によってTOC中のCODとして評価される有機物の含有率が低下した。
- 4) 湾奥表層における易分解性成分の分解特性時間は、3～7日程度であった。
- 5) 溶存酸素量（DO）の減少は、有機物の酸化分解および硝化の進行によるものと考えられた。
- 6) 溶存態無機窒素濃度（DIN）が生分解試験後、

全試料で増加したことから、有機物の分解に伴って、有機態窒素が無機態窒素へと変化したことが示唆された。なお、DINは、亜硝酸態窒素（NO₂-N）、硝酸態窒素（NO₃-N）およびアンモニア態窒素（NH₄-N）の和である。

本報では、湾口1地点、外海2地点を選定し、表層水および底層水を用いた生分解試験を行い、TOCなどの経時変化から有機物の分解特性について考察することで、既報では得られていない伊勢湾内へと流入する外海水に関して検討し、外海との関連性を考察した。

調査方法

1. 調査地点，採水日および採水方法

2018年8月2日および3日に、四日市大学が実施した伊勢湾海洋調査実習において、湾央から外海にかけて図1に示すB1、B2およびB4の3地点の表層および底層（Bottom-1m）の海水を採取した。調査地点の座標を表1、採取水深を表2に示す。採水にはCTD搭載のニスキン採水器を用い、

* 三重県鈴鹿水産研究室

** 三重県環境生活部大気・水環境課

*** 四日市大学環境情報学部

ポリエチレン製の瓶に入れて冷蔵保存したものを、保健環境研究所で分析した。表層水は、動物性プランクトンを除くために 0.335mm 目合いのプランクトンネットです過したものを試料とした。

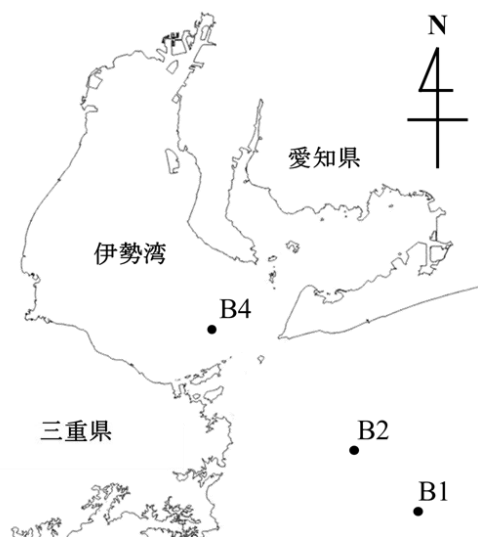


図1 伊勢湾内外における調査地点

表1 調査地点座標

世界測地系		
地点番号	北緯	東経
B1	34°19.3'	137°17.7'
B2	34°24.4'	137°10.2'
B4	34°36.4'	136°53.0'

表2 採取水深

地点番号	表層(m)	底層(m)
B1	0.5	48.1
B2	0.5	47.8
B4	0.5	28.1

2. 生分解試験調査

2-1. 測定項目

TOC, DOC, POC, COD, 全窒素 (TN), 全リン (TP), NO₂-N, NO₃-N, NH₄-Nおよびリン酸態リン (PO₄-P) を測定項目とした。

2-2. 測定方法

各測定項目の水質分析は表3に示す方法で行った。なお、DOCは450℃で2時間焼成したGF/Cろ紙です過したろ液を用いて分析し、POCは、TOC

からDOCを差し引いた値として求めた。

表3 水質分析方法

分析項目	分析方法	使用機器
TOC	JIS K0102 22.2	島津製作所製
DOC	JIS K0102 22.2	全有機炭素計TOC-V
COD	JIS K0102 17	
TN	JIS K0102 45.6	
TP	JIS K0102 46.3.4	
NO ₂ -N	JIS K0102 43.1.3	BLTEC社製
NO ₃ -N	JIS K0102 43.2.6	連続流れ分析装置
NH ₄ -N	JIS K0102 42.6	SWAAT型
PO ₄ -P	JIS K0102 46.1.4	

2-3. 生分解試験の試験条件

採水地点の環境に近づけるため、表層水は好気的条件、底層水は嫌気的条件下で生分解試験を行った。表層水は2Lガラス瓶に入れ、通気性を保ちながら遮光して恒温槽で振とうした（毎分50回転）。底層水は250mLフラン瓶に入れて密栓し、遮光して恒温槽で静置した。恒温槽の設定温度は採取時の水温を参考に、表層水は3地点とも27.5℃、底層水はB1およびB2で20.0℃、B4で24.0℃とした。生分解試験開始から0, 2, 5, 9, 17および30日目にTOC, DOC, COD, TN, TP, NO₂-N, NO₃-N, NH₄-NおよびPO₄-Pを分析した。表層水は分析日にガラス瓶から必要な試料量だけを抜き取り、底層水は分析日にフラン瓶ごと必要数を取り出して分析に用いた。ガラス瓶、フラン瓶ともに分析日ごとに同一の試料を3本ずつ用意し、その平均値を結果として用いた。

結果および考察

1. 調査地点におけるTOC, DOCおよびCOD濃度の経時変化

伊勢湾調査地点の表層および底層におけるTOC, DOCおよびCOD濃度の経時変化を図2に示す。B1およびB2のTOCおよびDOC濃度は、表層、底層とも生分解試験開始時から終了時までにならずに減少するものの、変化量は少なく、両者の濃度にもほとんど差がないことから、TOC成分の大部分が溶存態の難分解性有機物で構成されていたと考えられる。一方、CODに関しては、特に底層において、分解試験開始直後に減少するが、途中から変化しなくなり、TOCおよびDOCとは異なる挙動を示した。TOCおよびDOCが変化し

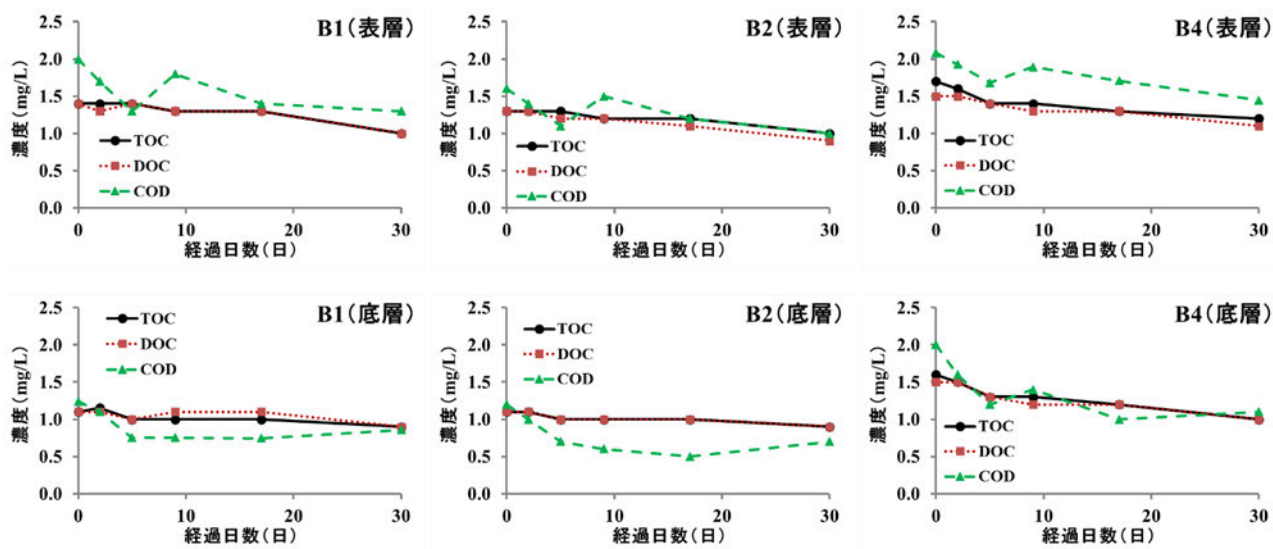


図2 伊勢湾調査地点の表層および底層における TOC, DOC および COD 濃度の経時的変化

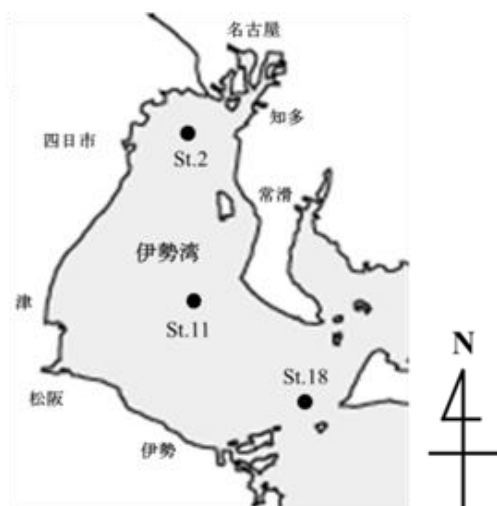


図3 2017年度伊勢湾内調査地点図

表4 2017年度調査地点座標

地点番号	世界測地系	
	北緯	東経
St.2	34°57.0'	136°44.0'
St.11	34°43.1'	136°44.6'
St.18	34°35.2'	136°56.7'

ないにも関わらず、COD が減少するこの現象に関しては、2017年度の湾内底層の生分解試験調査²⁾や播磨灘³⁾においても確認されている。これは、時間経過とともに、酸化分解によって難分解性有機物の分子鎖が部分的に切断されていったことが原因と推察される。酸化分解できる部位が減少すると COD としては減少するものの、無機化する

までには至っていないことから、TOC としては変化しない結果となった可能性が考えられる。なお、最終的に COD は、外海 (B1 および B2) 表層で約 1.0~1.5mg/L、底層で約 0.5mg/L となり、湾口 (B4) は表層で 1.5mg/L、底層で約 1.0mg/L となった。TOC は B4 (表層) を除いて、約 1.0mg/L となった。2017 年度の湾内 3 か所の調査地点については図3に、調査地点の座標については表4に示した。

2. 調査地点における COD/TOC の経時的変化

COD/TOC の経時的変化を図4に示す。生分解試験開始5日後までは3地点の表層および底層全てにおいて単調に減少したが、その後は、地点や採水層によって異なる挙動を示した。調査地点は

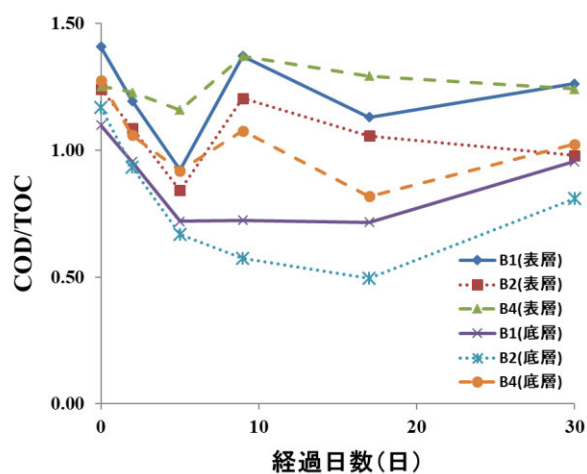


図4 調査地点の表層および底層における COD/TOC の経時的変化

異なるが、湾内の試料である 2017 年度の COD/TOC の経時変化の結果²⁾では主に単調減少、もしくは減少後に横ばいになっていく現象が確認されていた。今回の試料は陸域由来の COD 源が少ないと考えられることから、TOC が変化しないにも関わらず COD が減少する現象が 2017 年度試料で顕著に表れたのは、陸域由来の分解性の COD の割合が外海よりも高いことが理由であると推察された。

3. 有機物の分解特性時間

図 2 に示す TOC の経時変化を見ると、B1 および B2 と比較して B4 は、生分解試験開始時と終了時で差があることから、分解性の TOC が存在していることを示している。そこで、0, 2, 5, 9 および 17 日目の TOC から 30 日目の TOC を差し引くことで、各分析日時点における分解性 TOC を求め、0 日目の分解性 TOC に対する各分析日時点での分解性 TOC の割合を算出した結果を図 5 に示す。また、指数近似による回帰直線から分解特性時間を計算した。なお、この特性時間は、その時間が経過するごとに分解性 TOC が $1/e$ 倍となる時間を意味する。

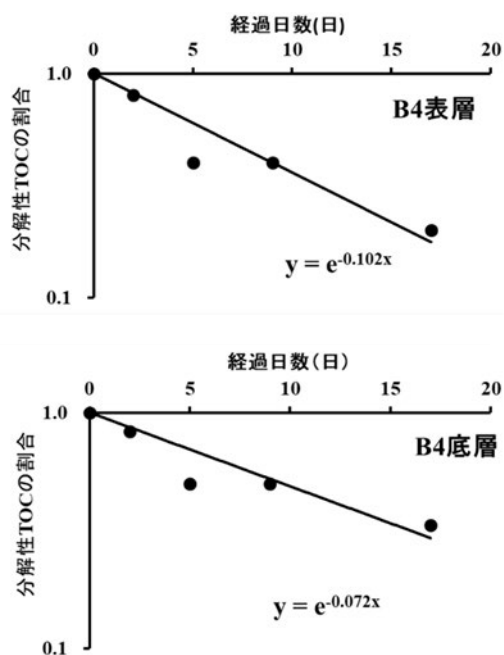


図5 調査地点 B4 の表層および底層における分解性有機物の分解特性時間

その結果、有機物の分解特性時間は B4 地点表層で 9.8 日、底層で 13.9 日であることがわかった。2017 年度の湾奥 (St.2) 表層水の生分解試験結果によると、有機物の分解特性時間は 3~7 日程度で

あることから、湾奥よりも湾口の方が分解特性時間が長く、有機物の分解性が低いことが示唆された。

また、2017 年度および今回の生分解試験の結果、湾奥 (St.2)、湾央 (St.11)、湾口 (St.18 および B4) および外海 (B1 および B2) の表層及び底層のほぼすべてにおいて、TOC が約 1.0mg/L に収束していくデータが得られている。このことは、外海から湾内に向けて TOC 約 1.0mg/L の難分解性有機物が湾口で鉛直混合されながら中底層へ流入し、湾内を循環していることを示唆している。これらの結果から、この難分解性有機物を含んだ外海由来の海水がエスチュアリー循環によって湾奥まで運ばれながら湾奥表層で上昇し^{1),4)}、ここに湾内で基礎生産された有機物が上乗せされ、分解・沈降を伴いながら湾口・外洋へと輸送されることで有機物が循環している構図が推定できる。図 6 に難分解性有機物の循環構造を示す。なお、図中の B1, B2 および B4 は調査地点、数値は TOC 濃度 (単位は mg/L)、矢印 (←) の向きは水の流れの方向を表す。

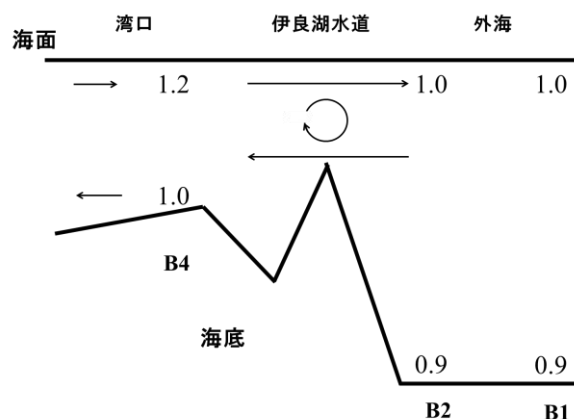


図6 伊勢湾における難分解性有機物の循環構造 (伊勢湾縦断面)

4. 調査地点における TN, NO₃-N, NO₂-N, NH₄-N, TP および PO₄-P 濃度の経時変化

TN, NO₃-N, NO₂-N および NH₄-N 各濃度の経時変化を図 7 に、TP および PO₄-P 両濃度の経時変化を図 8 に示す。なお、B4 底層の 30 日目の TN に関しては欠測となった。3 地点すべてにおいて NH₄-N 濃度の増加が確認されたが、NO₂-N および NO₃-N 濃度は増加しなかった。有機物は、まず微生物による分解によって NH₄-N が遊離し、その

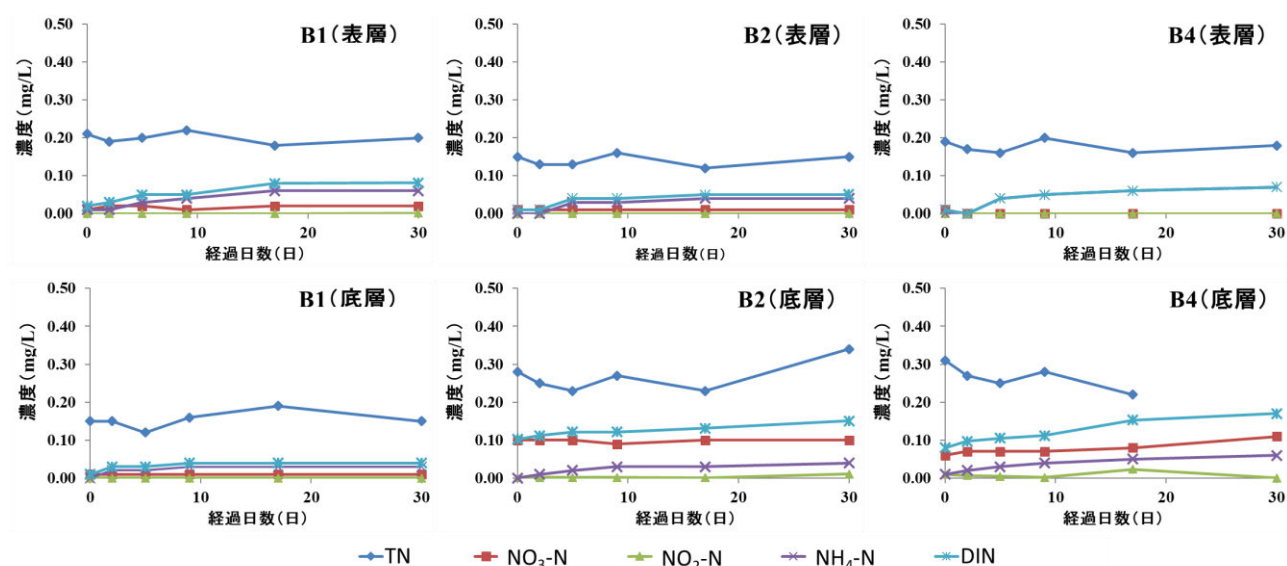


図 7 調査地点の表層および底層における TN, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ および $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の経時的変化

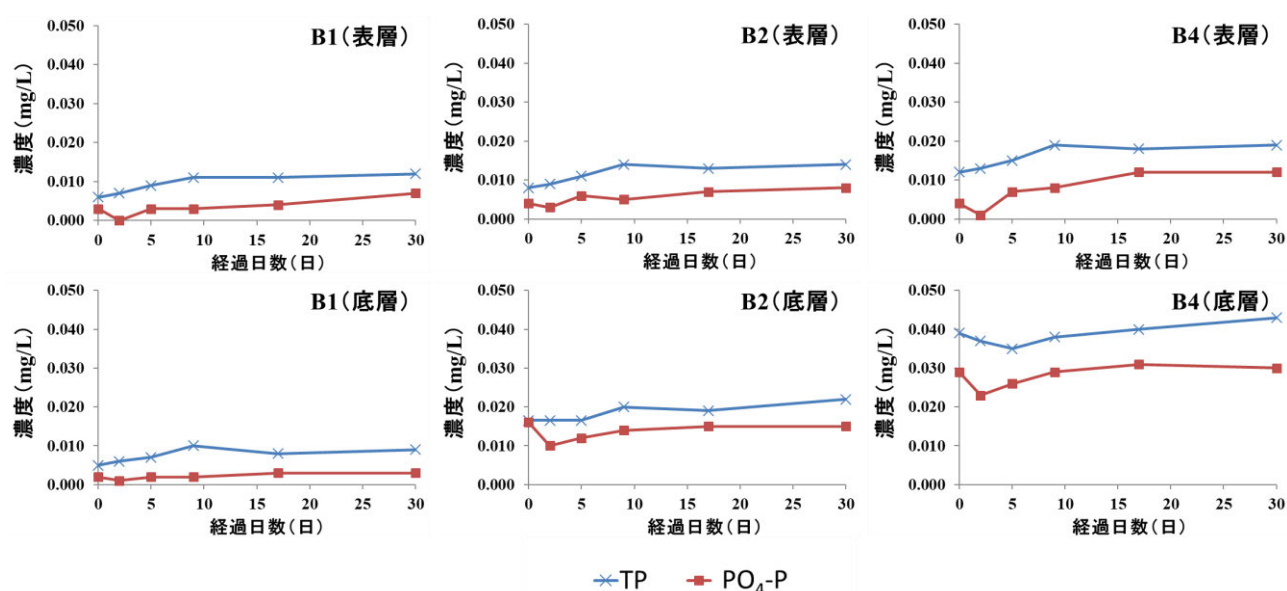


図 8 調査地点の表層および底層における TP および $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の経時的変化

後硝化細菌による硝化反応によって $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ へと変化していくとされている⁵⁾が、今回の結果では、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の増加は確認されたものの、硝化の進行は確認されなかった。また、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度においてもすべての場合でわずかに増加傾向が見られた。

まとめ

今回の調査によって、有機物の分解特性に関する以下の知見が得られた。

- 1) 生分解試験の結果、COD の最終濃度は、外海表層で約 1.0~1.5mg/L、底層で約 0.5mg/L となり、湾口表層で約 1.5mg/L、底層で約 1.0mg/L であった。
- 2) 2017 年度と同様に、POC は易分解性成分、DOC は難分解性成分が中心の構成となっていたことがわかり、最終的な TOC は、湾口表層を除き約 1.0mg/L であった。2017 年度の生分解試験結果において、湾内の難分解性 TOC も約 1.0mg/L となったことから、外海から湾内に向けて TOC 約 1.0mg/L

の難分解性有機物が湾口で鉛直混合されながら中底層へ流入し、湾内を循環していることが示唆された。

3) COD/TOC の経時的変化から、生分解試験開始直後には、単調な減少が確認されたが、5 日目以降は各地点および層によって異なる挙動を示した。

4) 生分解試験の結果、湾口の表層水および底層水の易分解性有機物の分解特性時間はそれぞれ 9.8 日、13.9 日であることが分かった。これは、2017 年度に実施した湾奥表層の生分解試験結果である 3~7 日と比較して長い。すなわち、同量の分解性有機物が存在した場合、湾口よりも湾奥の方が早く分解および酸素消費が進むと考えられた。

5) この難分解性有機物を含んだ外海由来の海水がエスチュアリー循環によって湾奥まで運ばれながら湾奥表層で上昇し、ここに湾内で基礎生産された有機物が上乘せされ、分解・沈降を伴いながら湾口・外洋へと輸送されることで有機物が循環している構図が推察された。

6) 3 地点全ての表層および底層において、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が増加したことによる DIN の増加が確認され、有機物中の窒素が分解によって無機態窒素へと変化した可能性が考えられる。この現象は、2017 年度にも確認されているが、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ へと変化していく硝化反応については確認されなかった。

本調査によって、外海と伊勢湾内のベースとなる有機物量とその循環構造が明らかとなり、また、

湾口と湾奥の分解性有機物の分解特性時間の比較を行うことができた。しかし、貧酸素水塊の原因と考えられる有機物源を突きとめ、発生面積の減少が見られない貧酸素水塊の発生メカニズムの解明を進めるには、有機物量や沈降速度に着目した調査を行うことにより、有機物分解による酸素消費が貧酸素水塊へどの程度寄与しているかを考察していく必要があると考える。

文 献

- 1) 笠井 亮秀, 川西 里佳, 藤原 建紀: 伊勢湾の流動構造と貧酸素水塊, 水産海洋研究, **64**(4), 235-243(2000).
- 2) 渡邊 卓弥, 谷村 謙紀, 奥山 幸俊, 国分 秀樹, 柘植 亮, 千葉 賢: 伊勢湾における有機物の分解特性に関する研究, 三重保環研年報, **20**, 63-67(2018).
- 3) 仲川 直子, 吉田 光方子, 金澤 良昭, 前川 真徳: 加古川流域起源有機物との比較における播磨灘海域の難分解性有機物に関する特性評価, 兵庫県環境研究センター紀要, **3**, 9-15(2011).
- 4) 笠井 亮秀, 杉本 亮, 赤嶺 里美: 内湾域における中層クロロフィル極大の形成機構, 空と海, **82**, 53-60(2007).
- 5) 芳倉 太郎, 西尾 孝之, 福永 勲: 生物学的硝化脱窒法による排水の高度処理, 生活衛生, **43**(2), 49-64(1999).

資 料

三重県独自の調査様式による
性感染症サーベイランス結果（2018 年）

岩出義人，原 康之，山内昭則，樋口奈津子

キーワード：性感染症，サーベイランス，無症状病原体保有者，パートナー検診，咽頭感染

はじめに

性感染症は感染しても無症状や軽症にとどまる場合が多く，自覚症状がある場合でも医療機関を受診しないことがある（性感染症に関する特定感染症予防指針¹⁾）ため，感染の実態を把握することが困難となっている．また，感染症法に基づく発生動向調査で把握される全国の報告数は全体的に減少傾向がみられるものの，依然として十代半ばから二十代にかけての若年層における発

生の割合が高いことに加え，性行動の多様化により咽頭感染などの増加が懸念され，対策の必要性が指摘されている．しかし，現行の発生動向調査による性感染症サーベイランスでは，無症状病原体保有者，咽頭感染，混合感染などを把握することはできない．このことから，三重県では，独自の調査様式による性感染症サーベイランスを2012 年1 月から開始した．以下に，2018 年の概要を報告する．

表1. 三重県独自の性感染症4 疾患患者報告様式

別記様式7-4

月 報

感染症発生動向調査(STD定点) 平成 年 月分

医療機関名				総受診者数	検査件数	性感染症の患者を診断されなかった場合は、□にレ点を記入し、報告をお願いします。 報告例なし □															
					クラミジア	件	淋菌	件	次の項目で該当するものがあれば番号に○を付けてください。												
					梅毒	件	HIV	件													
患者番号	性	年齢	配偶者	国籍	住所	疾患名（該当する欄に有症状は○を、無症状は□にレ点を記入してください。）		クラミジア感染症 注1)検査陽性例		性器ヘルペス ウイルス 感染症 (再感染届出不要)		尖圭コンジローマ		淋菌感染症 注1)検査陽性例		その他の疾患 注2)		受診契機		その他の状況	
						性器・血清	咽頭	性器・眼	咽頭	性器・眼	咽頭	性器・眼	咽頭	性器・眼	咽頭	性器・眼	咽頭	性器・眼	咽頭	性器・眼	咽頭
1	男	女	有	無	日本 外国			無症状 □	無症状 □					無症状 □	無症状 □	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6		
2	男	女	有	無	日本 外国			無症状 □	無症状 □					無症状 □	無症状 □	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6		
3	男	女	有	無	日本 外国			無症状 □	無症状 □					無症状 □	無症状 □	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6		
4	男	女	有	無	日本 外国			無症状 □	無症状 □					無症状 □	無症状 □	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6		
5	男	女	有	無	日本 外国			無症状 □	無症状 □					無症状 □	無症状 □	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6		
6	男	女	有	無	日本 外国			無症状 □	無症状 □					無症状 □	無症状 □	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6		
7	男	女	有	無	日本 外国			無症状 □	無症状 □					無症状 □	無症状 □	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6		
8	男	女	有	無	日本 外国			無症状 □	無症状 □					無症状 □	無症状 □	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6		
9	男	女	有	無	日本 外国			無症状 □	無症状 □					無症状 □	無症状 □	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6		
0	男	女	有	無	日本 外国			無症状 □	無症状 □					無症状 □	無症状 □	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6		
特記事項(特徴的な事例、患者に関する特記事項等があれば、ご記入ください。)																					

注1)クラミジア感染症、淋菌感染症について

●報告は、届出基準にある臨床的特徴を有し、かつ下記の検査陽性の患者の他、無症状の患者も届出をお願いします。

●クラミジア感染症:次の①の①～③、②の①～②のいずれかに該当する検査所見を認めるもの

①検査材料が尿道、性器から採取した材料の場合、又は咽頭ぬぐい液の場合

①分離・同定による病原体の検出 ②蛍光抗体法又は酵素抗体法による病原体抗原の検出 ③PCR法による病原体遺伝子の検出

②検査材料が血清の場合

①ベア血清による抗体陽転又は抗体価の有意の上昇 ②単一血清で抗体価の高値

●淋菌感染症:尿道、性器から採取した材料、眼分泌物、咽頭拭い液で次の①～⑤のいずれかに該当する検査所見を認めるもの

①分離・同定による病原体の検出 ②鏡検による病原体の検出 ③蛍光抗体法による病原体抗原の検出 ④酵素抗体法による病原体抗原の検出 ⑤PCR法による病原体遺伝子の検出

注2)後天性免疫不全症候群および梅毒は5類感染症全数把握疾患に定められており、患者及び無症状病原体保有者を診断した医師は7日以内に最寄りの保健所に届け出ることになっています。

注3)用紙が不足する場合は2枚目にご記入をお願いします。

表 2. 三重県独自の調査様式による STD 定点患者情報 (2018 年)

疾患名		性	年齢階級別患者数														受診契機					その他の状況									
			0 9	10 14	15 19	20 24	25 29	30 34	35 39	40 44	45 49	50 54	55 59	60 64	65 69	70 以上	計	有 症 状	バ イ ト ナ ー が 有 症 状	妊 婦 健 診	人 工 妊 娠 中 絶	自 己 検 査 陽 性	不 妊 治 療	そ の 他	性 風 俗 業 従 事 者 と の 接 触	性 同 性 間 接 触	C S W	C S W と の 接 触	コ ン ド ム 不 使 用	バ イ ト ナ ー 複 数	
有 症 状	性器クラミジア感染症	男女			1	15	6	10	7	5	7	2	2	2	1	58	46	2							24	1		22	26		
		男女			22	36	18	2	6	2	1					87	69	6	7	2			4		67		1				1
	咽頭クラミジア感染症	男女														0															
		男女				1				2	1					4	3								1				2	3	
	性器ヘルペスウイルス感染症	男女			1	6	5	8	5	3	3	2	3		1	37	35							1							
		男女			1	1	1	1	8	3	2		1	1		18	17							1				2	2	1	
	尖圭コンジローマ	男女			1	1	1	1	1							5	2		2					1				5			
無 症 状	淋菌感染症(咽頭を除く)	男女			1	9	4	5	3	2	10	1		1	36	32									16			17	13		
		男女			1			1							2	2									2						
	淋菌感染症(咽頭)	男女													0	0															
		男女													0	0															
	性器クラミジア感染症	男女				1				1	1					3	4	3							3						4
		男女			10	28	35	19	11	4		1				108	108	4	14	51	10		20	7		59					
	咽頭クラミジア感染症	男女														0															
再 掲		男女								1					0	0															
	淋菌感染症(咽頭を除く)	男女								1					1	1									1						
		男女				2				1					3		2						1	2					1		
	淋菌感染症(咽頭)	男女																													
		男女																													
	その他の疾患	男女								1	1		1			3	2						1		2			1			1
		男女			2	4	4	3	2	1						16	11		3				1		13		1				
	性器クラミジア(有症状)/その他	女					1									1	1								1						
	性器クラミジア(有症状)/性器ヘルペス	女																							1						
	性器クラミジア(有症状)/尖圭コンジローマ	女				1										1	1								1						
	性器クラミジア(有症状)/梅毒	女						1								1	1								1						
性器クラミジア(有症状)/淋菌(有症状)	女									1					1	1											1				
性器クラミジア(有症状)/淋菌(有症状)/膣トリコモナス	男					1		2	1		3			1	8	8								2			6	4			
性器クラミジア(有症状)/膣トリコモナス	女					1									1	1								1							
性器ヘルペス/梅毒	女					1	3								4	4								3					1		
性器クラミジア(無症状)/梅毒	女							1							1	1								1							
性器クラミジア(無症状)/淋菌(無症状)	女							1							1			1						1							
	女					2									2		2							2							

定点数:泌尿器科6定点, 皮膚科3定点, 産婦人科8定点の計17定点. CSW:性風俗産業従事者
「受診契機」及び「その他の状況」は無回答または複数回答を含むため患者数と一致しない。

方 法

調査の対象として性感染症 (Sexually Transmitted Infection:以下, STI) の 4 疾患患者情報を, 17 医療機関 (泌尿器科 6, 皮膚科 3, 産婦人科 8:以下, STD (Sexually Transmitted Diseases) 定点医療機関) に依頼した。

報告様式は, 国の報告様式にはない調査項目 (医療機関の受診者総数, STI 関連検査件数, 患者毎に性, 年齢, 配偶者の有無, 国籍, 住居地, 疾患名 (性器クラミジア感染症と淋菌感染症は無症状, 咽頭感染の項目を追加), その他の感染症 (臍トリコモナス症等), 受診の契機 (パートナーが有症状, 妊婦健診等), その他の状況 (性風俗産業従事者 (Commercial Sex Worker:以下, CSW) との接触等) を追加した県独自の様式 (表 1) を使用し, 調査を行った。

結 果

1. STD 定点患者・感染者情報

1) クラミジア感染症

性器クラミジア感染症の報告数は, 有症状: 男 58

人, 女 87 人, 無症状: 男 3 人, 女 108 人と, 有症状, 無症状を合わせた STI 疾患感染者数の中で最も多かった。男女とも咽頭クラミジア感染症の報告はなかった。

男性は 20 から 30 代が多く, 女性は 10 代後半から 20 代が多かった。また受診契機は, 男女とも「有症状」が多く, 女性の無症状感染者では, 「妊婦健診」が多かった。その他の状況で, 有症状の男性 58 人中 22 人 (37.9%) は, 「CSW との接触」があった。(表 2)。

女性の症状の有無別の患者数を図 1 に示した。20 代後半から 40 代前半で, 無症状患者数が有症状患者数を上回っていた。

2) 性器ヘルペス感染症

報告数は, 男 4 人, 女 37 人で, 年齢階級別で, 女性は 10 代後半から 60 代後半まで幅広く報告があった (表 2)。

3) 尖圭コンジローマ

報告数は, 男 18 人, 女 5 人で, 年齢階級別では, 男性は 20 代前半から 60 代前半まで広い範囲で報告があった (表 2)。

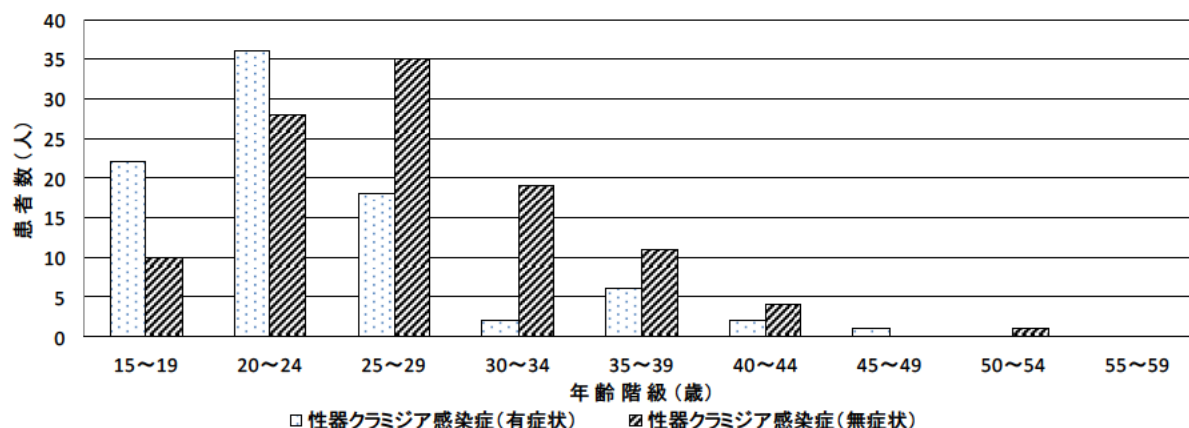


図 1. 性器クラミジア感染症における有症状者と無症状者の年齢階級別患者数（女性）

4) 淋菌

報告数は、有症状：男 36 人，女 2 人，無症状：男 1 人，女 3 人で、全て咽頭以外であった。年齢階級別では、男性は 20 代前半と 40 代後半からの報告が多く、60 代後半からも 1 人の報告があった。女性は 20 代前半が多かった。また、受診契機は、男性は「有症状」、女性は「有症状」または「パートナーが有症状」が多かった。

男性の患者 36 人のうち 17 人が CSW との接触歴があり（図 2）、特に 20 代後半から 40 代前半にその割合が高かった。女性の無症状淋菌 2 人の受診契機はパートナーが有症状であった。（表 2）

5) その他報告された感染症

男性では梅毒 2 人，女性では膣トリコモナス症が 9 人，B 型肝炎 3 人，梅毒 3 人の報告があった。

6) 混合感染

男は全て性器クラミジア（有症状）・淋菌（有症状）の混合感染で、報告数は 8 人であった。女は混合感染の組み合わせが 9 通りあり、最も多か

ったのは報告数 4 人の性器クラミジア（有症状）・膣トリコモナス、次いで報告数 2 人の性器クラミジア（無症状）・淋菌（無症状）で、その他の組み合わせはそれぞれ 1 人であった。また、3 疾患の混合感染が 1 人あり、疾患は性器クラミジア（有症状）・淋菌（有症状）・膣トリコモナスであった（表 2）。

2. 各診療科別患者・感染者報告数及び検査件数

各診療科別に報告された患者・感染者数及び実施された検査件数を表 3 に示した。クラミジアに比べて淋菌の検査件数は少なく、特に、産婦人科における淋菌の検査件数はクラミジアの 1/10 以下にとどまった。

まとめ

三重県独自の調査様式によるサーベイランスの結果として、男性の感染経路として「CSW との接触」が 1/3 近くを占め、感染拡大が危惧されること、女性は、「妊婦健診」や「不妊治療」等を

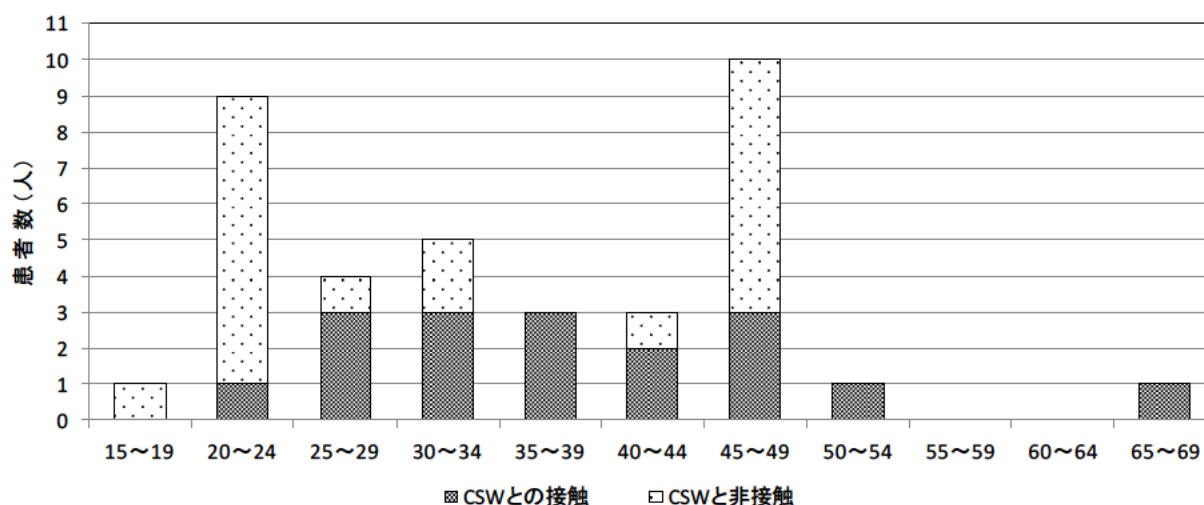


図 2. 淋菌感染症の年齢階級別患者数（男性）

表 3. STD 定点サーベイランスによる診療科別患者数および検査数 (2018 年)

標榜科区分	患者総数		検査項目	検査件数	患者報告数	
	男性	女性			有症状	無症状
泌尿器科 (6定点)	105	0	クラミジア	607	58	3
			淋菌	211	36	3
			梅毒	9600	0	
			HIV	4396	0	
産婦人科 (8定点)	0	244	クラミジア	3267	87	108
			淋菌	309	2	3
			梅毒	3328	3	
			HIV	3327	0	
皮膚科 (3定点)	10	0	クラミジア	0	0	0
			淋菌	0	0	0
			梅毒	6	2	
			HIV	1	0	

検査件数は妊婦健診、不妊治療、手術前検査の件数を含む、各定点医療機関から月報として報告された件数の合計。

契機として、多数の無症状クラミジア感染を把握できたこと、男性の無症状のクラミジア感染者や、女性の無症状の淋菌感染者は「パートナーが有症状」であることを契機に受診しており、パートナー検診の重要性が再確認²⁾できたことなどが挙げられる。

一方、女性の淋菌感染報告は少数であったが、妊婦健診で検査費用の公費負担が得られるクラミジアと異なり、淋菌検査は公費負担の検査項目にないため、検査未実施による多数の感染者が潜在することが考えられたこと、性行動の多様化により、淋菌、クラミジアともに咽頭を介した感染例の増加が指摘されている^{3~4)}。三重県における咽頭感染の報告は、2015 年はクラミジア無症状で 2 例、2016 年ではクラミジア無症状で 1 例、淋菌無症状で 3 例と少なく、このことも検査未実施に起因するものと考えられ、今後の課題である。

また、多数の無症状クラミジア感染を把握することができたが、医療機関受診の動機を持たない若年層では無症状や軽症の感染者であることから多数潜在化していると思われ、医療機関からの報告とは別途、何らかの把握をするための対策が必要となること、「パートナーが有症状」を契機に受診して感染が確認された者はまだ少数に止まっており、医療機関などにおいてパートナー検診の積極的な勧奨が必要であること、その他の感

染症で非淋菌性、非クラミジア性尿道炎や子宮頸管炎の原因微生物として関心が高まっている *Mycoplasma genitalium* や *Ureaplasma urealyticum* の感染報告⁵⁾が認められなかったことなど、新たな課題も明らかとなった。

文 献

- 1) 2012 年 1 月 19 日付 健感発 0119 第 1 号健康局結核感染症課長通知「性感染症に関する特定感染症予防指針の一部改正について」。
- 2) 山内昭則, 高橋裕明, 福田美和, 大熊和行: 三重県における 2007~2009 年度の全数サーベイランスによる性器クラミジア感染症, 性器ヘルペス感染症, 尖圭コンジローマおよび淋菌感染症の発生状況と今後の課題, 日本性感染症学会誌, **22**(1), 73-88(2011)。
- 3) 感染症 診断・治療ガイドライン 2011, 日本性感染症学会誌, **22**(1), supplement, 10,36-39(2011)。
- 4) 余田敬子: 特集 性感染症 診断・治療ガイドライン 2011 を読んで, 淋菌の咽頭感染, クラミジアの咽頭感染に関する更新, 改訂について, 泌尿器外科, **25**, 1783-1787, (2012)。
- 5) 伊藤 晋: 泌尿器科の立場から 尿道炎の治療戦略, 日本性感染症学会誌, **24**(2), 47(2013)。

資料

2018年度の先天性代謝異常等検査の概要

小林章人，内山信樹[※]，山寺基子，赤地重宏

キーワード：先天性代謝異常等検査，先天性副腎過形成症，先天性甲状腺機能低下症
先天性アミノ酸代謝異常症，先天性有機酸代謝異常症，先天性脂肪酸代謝異常症

はじめに

先天性代謝異常症とは遺伝子変異の結果，特定の蛋白質が合成されないために発症する疾患，ある種の酵素の異常や到達経路の異常により代謝されるべき物質の貯留によって発症する疾患と定義されている¹⁾。現在では，酵素化学的研究および分子遺伝学的研究の進展に伴い遺伝子異常の本態が明らかになりつつあるが，その病態に関しては不明な部分が多く，病因解明に比し治療法の遅れが指摘されている²⁾。

アミノ酸代謝異常症，有機酸代謝異常症，脂肪酸代謝異常症はそれぞれアミノ酸，有機酸，脂肪酸などの中間代謝産物の蓄積に起因する疾患である。一方，内分泌疾患である先天性甲状腺機能低下症(Congenital hypothyroidism)と先天性副腎過形成症(Congenital adrenal hyperplasia)は特定物質の合成障害に起因する疾患である。先天性代謝異常等症は治療困難なものが多いが，可及的早期に診断，治療を開始すれば，機能障がいなどに陥ることを予防できる疾患もある。

新生児を対象とした先天性代謝異常症マス・スクリーニング事業は，1977年10月から全国的に開始され，三重県においても1977年11月から県内で出生した新生児を対象に5疾患(フェニルケトン尿症，メープルシロップ尿症，ホモシスチン尿症，ヒスチジン血症およびガラクトース血症)について検査が開始された。次いで1979年から先天性甲状腺機能低下症が，1989年から先天性副腎過形成症が追加され，1994年にはヒスチジン血症が中止となっている。2013年3月にはアミノ酸代謝異常症2疾患(シトルリン血症Ⅰ型，アルギニノコハク酸尿症)，有機酸代謝異常症7疾患(メチルマロン酸血症，プロピオン酸血症，イソ吉草酸血症，メチルクロトニルグリシン尿症，ヒドロキシメチルグルタル酸血症，複合カルボキシラーゼ欠損症，グルタル酸血症Ⅰ型)，脂肪酸代謝異常症4疾患(MCAD欠損症，VLCAD欠損症，三頭酵素欠損症，CPTⅠ欠損症)の計16疾患を対象疾患に追加し19疾患³⁾となり，さらに

2018年4月よりCPTⅡ欠損症が加わり，現在は上記20疾患⁴⁾についてマス・スクリーニングを行い早期発見に努めている。なお，当所および三重大学における先天性代謝異常等検査については2019年3月25日受付の検体までとなり，以後は岐阜県公衆衛生検査センターにて実施している。

検査方法と材料

1. 検体

三重県内で出生した新生児のうち，保護者が検査を希望する児について採血された検体を使用した。検体は生後4～7日目(哺乳開始後4日以降)の新生児血液を規定のろ紙に径1cm位まで充分染み込ませて採血し⁵⁾，涼風乾燥後，当所に郵送されたものを検査材料とした。検査には乾燥したろ紙血液を直径3mmに打ち抜いた血液ろ紙ディスクを使用した。

2. 検査方法

検査対象疾患名とその検査項目，基準値を表1に示す。

アミノ酸代謝異常症5疾患(フェニルケトン尿症，メープルシロップ尿症，ホモシスチン尿症，シトルリン血症Ⅰ型，アルギニノコハク酸尿症)，有機酸代謝異常症7疾患(メチルマロン酸血症，プロピオン酸血症，イソ吉草酸血症，メチルクロトニルグリシン尿症，ヒドロキシメチルグルタル酸血症，複合カルボキシラーゼ欠損症，グルタル酸血症Ⅰ型)，脂肪酸代謝異常症5疾患(MCAD欠損症，VLCAD欠損症，三頭酵素欠損症，CPTⅠ欠損症，CPTⅡ欠損症)は，いずれも重松ら⁶⁾の方法を用いて抽出を行い，LC/MS/MS(HPLC部：(株)島津製作所製，MS部：(株)AB SCIEX製API3200)を用いて測定した。

ガラクトース血症は，マイクロプレート酵素法(シーメンスヘルスケア・ダイアグノスティックス社製キット「エンザプレート GAL」使用)にて測定した。

※三重県鈴鹿保健所

先天性甲状腺機能低下症, 先天性副腎過形成症の2疾患については, ELISA 法(栄研化学社製キット「クレチン TSH ELISA II ‘栄研’」および「17-OHP D-ELISA ‘栄研’ II」使用)によりそれぞれ甲状腺刺激ホルモン (Thyroid stimulating

hormone, TSH), 17 α -水酸化プロゲステロン (17-OHP) の濃度を測定した。(この2疾患の検査については, 国立大学法人三重大学医学部小児科に委託)

表1 検査対象疾患

検査対象疾患名		検査項目	基準値		
			要再検査	要精密検査	単位
アミノ酸代謝異常	フェニルケトン尿症	Phe	100	510	nmol/ml
	メープルシロップ尿症	Leu+Ilu	350	600	nmol/ml
		Val	250		nmol/ml
	ホモシスチン尿症	Met	80		nmol/ml
	シトルリン血症Ⅰ型	Cit	85	255	nmol/ml
	アルギニノコハク酸尿症	Cit	85	255	nmol/ml
有機酸代謝異常	メチルマロン酸血症	C3	3.6	8	nmol/ml
		C3/C2	0.25	0.25	
	プロピオン酸血症	C3	3.6	8	nmol/ml
		C3/C2	0.25	0.25	
	イソ吉草酸血症	C5	1.0	5	nmol/ml
	メチルクロトニルグリシン酸尿症	C5-OH	1.0	2	nmol/ml
	ヒドロキシメチルグルタル酸血症	C5-OH	1.0	2	nmol/ml
	複合カルボキシラーゼ欠損症	C5-OH	1.0	2	nmol/ml
	グルタル酸血症Ⅰ型	C5-DC	0.30		nmol/ml
脂肪酸代謝異常	MCAD欠損症	C8		0.3	nmol/ml
		C8/C10		1.0	
	VLCAD欠損症	C14:1		0.4	nmol/ml
		C14:1/C2		0.011	
	三頭酵素欠損症	C16-OH		0.05	nmol/ml
		C18:1-OH		0.05	nmol/ml
	CPTⅠ欠損症	C0/(C16+C18)		80	
	CPTⅡ欠損症	C14/C3		0.40	
		C16+C18:1/C2		0.44	
ガラクトース血症		ガラクトース	6		mg/dl
		ガラクトース-1-P	20		mg/dl
先天性甲状腺機能低下症		TSH	12	30	μU/ml
先天性副腎過形成症		17-OHP(抽出法)	5	10	ng/ml
		17-OHP(直接法)		50	ng/ml

結 果

1. 検査実施状況

2018 年度の検査実施状況について, 内訳を表2に示す.

検査総数は初回受付数 13,134 件と再検査受付数 550 件の合計 13,684 件であった. 確定患者数は, フェニルケトン尿症 1 人, ガラクトース血症 1 人, 先天性甲状腺機能低下症 5 人, 先天性副腎過形成症 4 人, メチルクロトニルグリシン尿症

1 人, VLCAD 欠損症 1 人であった. 過去 10 年間での先天性代謝異常等疾患の確定患者数は 79 人で, 先天性甲状腺機能低下症が 60 人と最も多く, 次いでフェニルケトン尿症 6 人, 先天性副腎過形成症 6 人, プロピオン酸血症 4 人, ガラクトース血症 1 人, メチルクロトニルグリシン尿症 1 人, MCAD 欠損症 1 人, VLCAD 欠損症 1 人であった⁷⁾.

表 2 10年間の先天性代謝異常等検査実施状況

年度	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	計
初回検査受付数	16,690	16,376	16,148	15,764	15,298	14,927	14,827	14,276	13,595	13,134	151,035
再検査受付数	503	544	504	444	609	590	566	555	512	550	5,377
再採血依頼数	478	504	465	444	467	468	441	424	408	429	4,528
精密検査依頼数	フェニルケトン尿症	0	0	0	3	1	3	2	4	1	14
	メーブルシロップ尿症	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ホモシスチン尿症	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ガラクトース血症	0	0	1	1	0	0	0	5	5	12
	先天性副腎過形成症	34	22	33	33	39	14	32	25	28	286
	先天性甲状腺機能低下症	23	9	18	17	16	18	10	10	8	145
	その他代謝異常症				1	16	14	17	9	11	87
計	57	31	52	52	74	47	62	56	52	61	544
確定患者数	フェニルケトン尿症	0	0	0	0	1	1	0	0	3	6
	メーブルシロップ尿症	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ホモシスチン尿症	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ガラクトース血症	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	先天性副腎過形成症	0	0	0	0	1	0	1	0	4	6
	先天性甲状腺機能低下症	10	8	6	4	7	9	6	0	5	60
	その他代謝異常症				0	1	0	0	3	2	6
計	10	8	6	4	10	10	6	1	11	13	79
検体不備	64	58	40	45	67	24	51	14	25	16	404

2. 初回採血による検査結果

初回検査による検査結果の内訳を表3に示す。

2018年度の県内の出生数は12,885人⁸⁾であり、当所での初回検体数13,134人から計算すると受検率は約101.9%となった。県外者および県民の「里帰り出産」を考慮しても、県内で出生した新生児は、ほぼ全員が受検していると推測される。検査を行った結果、正常と判定されたのは12,658件、再採血依頼となったのは429件、精密検査依頼と

なったのは35件、検体不備(再採血依頼件数)となったのは16件であった。また、2疾患以上が重複して再検査依頼となった例は3件あり、いずれも、先天性甲状腺機能低下症と先天性副腎過形成症であった。検体不備となった検体が先天性甲状腺機能低下症の疑いで再検査依頼となった例が1件あった。

表 3 2018年度の初回受付分の先天性代謝異常等検査結果

受付検査件数	結果				
	正常	再採血依頼数	再採血依頼率(%)	精密検査依頼数	精密検査依頼率(%)
フェニルケトン尿症		1	0.01	0	0.00
メーブルシロップ尿症		0	0.00	0	0.00
ホモシスチン尿症		0	0.00	0	0.00
シトルリン血症Ⅰ型		0	0.00	0	0.00
アルギニノコハク酸尿症		0	0.00	0	0.00
メチルマロン酸血症		7	0.05	0	0.00
プロピオン酸血症					
イソ吉草酸血症		6	0.05	0	0.00
メチルクロトニルグリシン尿症					
ヒドロキシメチルグルタル酸血症		2	0.02	0	0.00
複合カルボキシラーゼ欠損症					
グルタル酸血症Ⅰ型		0	0.00	0	0.00
MCAD欠損症		0	0.00	0	0.00
VLCAD欠損症		0	0.00	1	0.01
三頭酵素欠損症		0	0.00	0	0.00
CPTⅠ欠損症		0	0.00	0	0.00
CPTⅡ欠損症		0	0.00	2	0.02
ガラクトース血症		7	0.05	0	0.00
先天性甲状腺機能低下症		216	1.64	13	0.10
先天性副腎過形成症		190	1.45	19	0.14
計	13134	12658	429*	35	16

*再採血依頼項目の重複あり

初回検査で再採血依頼となった内訳は、フェニルケトン尿症 1 件、プロピオン酸血症/メチルマロン酸血症 7 件、イソ吉草酸血症 6 件、メチルクロトニルグリシン尿症/ヒドロキシメチルグルタル酸血症/複合カルボキシラーゼ欠損症 2 件、ガラクトース血症 7 件、先天性甲状腺機能低下症 216 件、先天性副腎過形成症 190 件であった。

精密検査依頼となった内訳は、VLCAD 欠損症 1 件、CPT II 欠損症 2 件、先天性甲状腺機能低下症 13 件、先天性副腎過形成症 19 件であった。

先天性副腎過形成症により再採血依頼となった 190 件のうち、基準値を超えたのは 46 件 (24.2%) で、上位 5% タイルによる再採血依頼が 144 件 (75.8%) を占めた。また、先天性副腎過形成症により再採血依頼となったうちの 41 件 (21.6%) および精密検査依頼となったうちの 12 件 (63.2%) は出生体重 2,000g 未満の低出生体重児(以下、低出生体重児)であった。先天性副腎過形成症で再採血依頼および精密検査依頼になった検体の内訳を表 4 に示す。

表4 2018年度の先天性副腎過形成症で再採血依頼および精密検査依頼になった検体の内訳

	うち、 件数 低出生 体重児	(%)	判定理由	件数 (%)
再採血 依頼件数	190	41 21.6	基準値超え 上位5% タイル	46 24.2 144 75.8
精密検査 依頼件数	19	12 63.2		

初回検査における検体不備(再採血依頼件数)は 16 件であった。そのうち、1 件が先天性甲状腺機能低下症の疑いで再検査依頼となった。その内訳は表 5 のとおりであった。

表5 検体不備内訳

	件数	(%)	うち、低出生体重児
郵送の遅延	8	50.0	0
哺乳不能	3	18.8	0
未哺乳	3	18.8	0
採血が早い	2 *	12.5	1
計	16		0

*先天性甲状腺機能低下症の疑いで再採血になったものを含む

3. 再採血による再検査結果

再採血依頼となった新生児、検体不備および低出生体重児の再検査依頼などを含め、計 550 件の再検査を行った。再検査の結果、精密検査依頼となったのは 26 件であった。内訳は表 6 に示すと

おり、フェニルケトン尿症 1 件、プロピオン酸血症/メチルマロン酸血症 2 件、メチルクロトニルグリシン尿症/ヒドロキシメチルグルタル酸血症/複合カルボキシラーゼ欠損 3 件、グルタル酸血症 I 型 1 件、MCAD 欠損症 1 件、CPT II 欠損症 1 件、ガラクトース血症 5 件、先天性甲状腺機能低下症 3 件、先天性副腎過形成症 9 件であった。

なお、先天性副腎過形成症により初回検査および再検査が精密検査依頼となった 28 件のうち 12 件は低出生体重児であり、医師の判断により、12 件の再検査を行ったところ、11 件は正常であった。

表6 再採血の受付による検査結果

	再採血 受付件数	結果	
		正常	精密検査依頼
フェニルケトン尿症	142	141	1
メーブルシロップ尿症	141	141	0
ホモシスチン尿症	141	141	0
シトルリン血症 I 型	162	162	0
アルギニノコハク酸尿症	162	162	0
メチルマロン酸血症	162	160	2
プロピオン酸血症	162	162	0
イソ吉草酸血症	162	162	0
メチルクロトニルグリシン尿症	162	159	3
ヒドロキシメチルグルタル酸血症			
複合カルボキシラーゼ欠損症	162	161	1
グルタル酸血症 I 型			
MCAD欠損症	162	161	1
VLCAD欠損症	162	162	0
三頭酵素欠損症	162	162	0
CPT I 欠損症	162	162	0
CPT II 欠損症	162	161	1
ガラクトース血症	162	157	5
先天性甲状腺機能低下症	357	354	3
先天性副腎過形成症	294	285	9
計	550	525	26*

*精密検査依頼項目に重複あり

まとめ

2018 年度における先天性代謝異常等検査は、13,684 件の検査を行い、再採血依頼 429 件、検体不備 16 件、精密検査依頼 61 件であった。

精密検査依頼となった内訳は、フェニルケトン尿症 1 件、プロピオン酸血症/メチルマロン酸血症 2 件、メチルクロトニルグリシン尿症/ヒドロキシメチルグルタル酸血症/複合カルボキシラーゼ欠損症 3 件、グルタル酸血症 I 型 1 件、MCAD 欠損症 1 件、VLCAD 欠損症 1 件、CPT II 欠損症 3 件、ガラクトース血症 5 件、先天性甲状腺機能低下症 16 件、先天性副腎過形成症 28 件であった。そのうち確定診断がついたのは、フェニルケトン尿症 1 件、ガラクトース血症 1 件、先天性甲状腺機能低下症 5 件、先天性副腎過形成症 4 件、メチルクロトニルグリシン尿症 1 件、VLCAD 欠損症 1 件であった。

文 献

- 1) 藪内百治：先天性代謝異常，日本医事新報，No. 3279，23-28 (1987).
- 2) 北川昭雄：アミノ酸代謝異常症，酵素障害の多様性と脳障害，脳と発達，4，387-500 (1972).
- 3) 2011 年 3 月 31 日付け雇児母発 0331 第 1 号厚生労働省雇用均等・児童家庭局母子保健課長通知：「先天性代謝異常の新しい検査法（タンデムマス法）について」.
- 4) 平成 29 年 7 月 7 日付け雇児母発 0707 第 2 号厚生労働省雇用均等・児童家庭局母子保健課長通知：「新生児マススクリーニング検査（タンデムマス法）の対象疾患の追加について」.
- 5) 梅橋豊蔵：濾紙血の採取法・採血時期・保存法，日本マス・スクリーニング学会誌，8，Supplement2，24-27 (1998).
- 6) 重松陽介，畑郁江，稲岡一孝：タンデムマス・スクリーニングにおける非誘導体化分析，日本マス・スクリーニング学会誌，21，213-218 (2011).
- 7) 内山信樹，小林章人，中野陽子，赤地重宏，山寺基子：2017 年度の先天性代謝異常等検査の概要，三重県保健環境研究所年報，No. 20，89-94 (2018).
- 8) 三重県：みえ DATABOX，人口・世帯の動き 平成 31 年 4 月 1 日現在，
<http://www.pref.mie.lg.jp/DATABOX/23355003425.htm>

資 料

2018 年度感染症流行予測調査結果 （日本脳炎，インフルエンザ，風疹，麻疹）の概要

矢野拓弥，楠原 一，中野陽子※，
小林章人，赤地重宏，松村義晴

キーワード：感染症流行予測調査，日本脳炎，インフルエンザ，風疹，麻疹

はじめに

本事業は 1962 年から「伝染病流行予測調査事業」として開始している。その目的は集団免疫の現状把握および病原体の検索等を行い，各種疫学資料と併せて検討することによって，予防接種事業の効果的な運用を図り，さらに長期的視野に立ち総合的に疾病の流行を予測することである。その後，1999 年 4 月「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」の施行に伴い，現在の「感染症流行予測調査事業」へと名称変更された。ワクチンによる予防可能疾患の免疫保有調査を行う「感受性調査」およびヒトへの感染源となる動物の病原体保有を調査する「感染源調査」を国立感染症研究所および県内関係機関との密接な連携のもとに実施している。これまでの本県の調査で，晩秋から初冬に日本脳炎ウイルス（JEV）に対する直近の感染を知る指標である 2-メルカプトエタノール（2-ME）感受性抗体が出現¹⁾したことなど興味深い現象が確認されてきた。また，以前は伝染病流行予測調査事業内で実施されていたインフルエンザウイルス調査において，1993/94 シーズンに分離されたインフルエンザウイルス B 型（B/三重/1/93 株）が，ワクチン株に採用された等の実績がある。ヒトの感染症における免疫状態は，各個人，地域等，さまざまな要因で年毎に異なるので，本年度採取できた血清は同一人であっても毎年の免疫状態とは必ずしも同じではないことが推察される。これらのことはヒト血清だけでなく動物血清についても同様であり，毎年の感染症流行予測調査事業における血清収集は重要である。集団免疫の現状把握と予防接種事業の促進等，長期的な流行予測調査が感染症対策には不可欠であるので，本調査のような主要疾患についての免疫状態の継続調査は，感染症の蔓延を防ぐための予防対策として必要性は高い。以下に，2018 年度の感染症流行予測調査（日本脳炎，インフルエンザ，風疹，麻疹）の結果について報告する。

方 法

1. 調査材料

1) ブタの日本脳炎感染源調査材料

日本脳炎感染源調査の対象は，三重県志摩市磯部町近郊の豚舎で飼育された約 6 ヶ月齢のブタである。2018 年 7 月 13 日から同年 11 月 1 日の間に採血した 80 頭の血液を調査材料とした。なお，2014 年度まで対象としていた三重県度会郡玉城町内の養豚場が閉鎖もしくはウインドウレス化により，調査対象として良好でないと考えられたため，2015 年度より志摩市磯部町の開放型豚舎で飼育されたブタを対象とし調査を継続している。

2) 日本脳炎・ヒトインフルエンザ・風疹・麻疹感受性調査材料

ヒトの日本脳炎・インフルエンザ・風疹・麻疹感受性調査は，2018 年 4～8 月に県内の病院等で採取された男性 180 名，女性 206 名の合計 386 名の血清検体を用いて抗体価測定を行った。感染症流行予測調査事業の実施要項に基づき，採血時に本人または保護者から書面で本調査（検体および対象者情報の使用）に同意を得た。日本脳炎の抗体価の測定には PAP（Peroxydase-antiperoxydase）複合体を用いたフォーカス計数法を用い，インフルエンザ，風疹は赤血球凝集抑制（Hemagglutination inhibition：HI）試験，麻疹は粒子凝集反応（Particle Agglutination：PA）法を用いた。

3) ブタのインフルエンザ感染源調査材料

三重県津市および伊賀市で飼育された約 6 ヶ月齢のブタを対象とした。2018 年 12 月 12 日 40 頭（津市：20 頭，伊賀市：20 頭），2019 年 1 月 17 日 30 頭（津市：15 頭，伊賀市：15 頭），同年 2 月 25 日 30 頭（津市：15 頭，伊賀市：15 頭）の

※三重県津保健所

計 100 頭の鼻腔拭い液を採取し調査材料とした。

2. 測定方法

1) 日本脳炎 HI 抗体測定

ブタの動脈血をと殺時に試験管に採血し、遠心分離後の血清を HI 抗体測定に供した。被検血清はアセトン処理を行い、非特異的な凝集抑制物質を除去した後、100%ガチョウ血球 50 μ L を加え 4℃で 15 分間静置した。その後 3,000rpm, 5 分間遠心分離した上清を測定用試料とした。試料をマイクロプレートの第 1 穴目に 25 μ L 入れ、第 2 穴目から 25 μ L ずつの 2 倍階段希釈を行い、JEV の HA 抗原 (JaGAr 01 株; デンカ生研製) を 4HA 単位に調製し 25 μ L ずつ加えた。4℃にて一晩感作後、0.33%ガチョウ血球を 50 μ L 添加し、37℃孵卵器にて 60 分間静置後判定した。HI 抗体 10 倍以上を陽性とし、40 倍以上の血清について、2-ME 処理を行い、処理後の抗体価が処理前の 1/8 以下に減じたものを 2-ME 感受性抗体陽性とした²⁾。

2) ヒトの日本脳炎中和抗体測定

非動化 (56℃, 30 分間) した被検血清 8 μ L を細胞培養液 72 μ L で 10 倍希釈し、中和抗体測定用血清とした。処理血清を 2 倍階段希釈し、日本脳炎ウイルス (Beijing-1 株; 100FFU/25 μ L) を処理血清 40 μ L に対して等量加えた。次に 37℃で 60 分間反応させた後、25 μ L を Vero (Osaka 株) 細胞に接種し、37℃, 5%CO₂ 下で 46 時間培養後に 99.5%エタノールで固定した。作成した固定細胞プレートを用いて PAP 複合体を用いたフォーカス計数法により測定し、10 倍以上を陽性とした^{2,3)}。

3) ブタからのインフルエンザウイルス分離

ブタの鼻腔拭い液を 3,000rpm で 10 分間遠心分離し、上清をウイルス分離に供した。上清はイヌの腎臓由来細胞である Madin-Darby canine kidney (MDCK) 細胞に接種し、ウイルス分離を実施した⁴⁾。

4) ヒトインフルエンザ HI 抗体測定

被検血清 100 μ L に RDE (Receptor destroying enzyme) II 「生研」 (デンカ生研製) 300 μ L を加えて 37℃, 20 時間処理した。次に非動化 (56℃, 60 分間) 後、滅菌生理食塩水を 600 μ L 添加し、100%ニワトリ血球 100 μ L を加え、室温で 60 分間

静置した。その後 2,000rpm, 20 分間遠心分離し、その上清を HI 測定用処理血清とした。処理血清を 25 μ L ずつの 2 倍階段希釈を行い、不活化 HA 抗原 (4HA 単位) を 25 μ L ずつ加えた。室温で 60 分間静置後、使用赤血球 (0.5%ニワトリ赤血球) を 50 μ L 添加し 4℃で 45 分間静置後に判定した。本シーズンのインフルエンザワクチン株の A/Singapore/GP1908/2015(A/H1N1pdm2009), A/Singapore/INFIMH-16-0019/2016(IVR-186) (A/H3N2), B/Maryland/15/2016(NYMC BX-69A) (ビクトリア系統), B/Phuket/3073/2013 (山形系統) の不活化 HA 抗原を用い HI 試験を実施した。

HI 抗体価は HI を起こした最高希釈倍数とし、抗体価 40 倍以上を陽性とした⁴⁾。なお、A/Singapore/INFIMH-16-0019/2016(IVR-186) (A/H3N2) の HI 試験には、0.75%モルモット赤血球を使用し 4℃で 60 分間静置後に判定した。

5) 風疹 HI 抗体測定

風疹 HI 試験は被検血清 200 μ L に PBS (-) 600 μ L, 25%カオリン 800 μ L を加え混合後、室温で 20 分間静置した。2,000rpm, 20 分間遠心分離した。これに 50%固定ニワトリ血球 50 μ L を加え、氷水中に 60 分間静置した。その後 2,000rpm, 20 分間遠心分離した上清を HI 測定用処理血清とした。処理血清を 25 μ L ずつの 2 倍階段希釈を行い、風疹 HA 抗原 (デンカ生研製) を 4 単位に調製後、25 μ L を加えて室温で 60 分間静置して抗原抗体反応を行った。0.25%固定ニワトリ血球 50 μ L を加え 4℃で 60 分間静置後判定した。HI 抗体価は HI を起こした最高希釈倍数とし、抗体価 8 倍以上を陽性と判定した⁵⁾。

6) 麻疹 PA 抗体測定

麻疹抗体の測定には市販キット (富士レビオ: セロディア-麻疹) の PA 法を用いた。被検血清を第 1 穴目に 25 μ L 入れ、第 12 穴目まで 2 倍階段希釈を行った。未感作粒子 25 μ L を第 2 穴目に、感作粒子 25 μ L を第 3 穴～第 12 穴目に加えた。マイクロプレートを混和し、120 分間静置後に判定し 16 倍以上を陽性とした⁶⁾。

結 果

感染症流行予測調査事業では、人の年齢別抗体調査による免疫保有状況 (感受性) および動

物（ブタ）に潜伏している病原体（感染源）の把握を目的として調査を実施している。2018 年度に実施した調査結果は以下のとおりである。

1. ブタの日本脳炎 HI 抗体および 2-ME 感受性抗体の経時的推移

JEV に対するブタの血中 HI 抗体および 2-ME 感受性抗体の経時的推移を表 1 に示した。2018 年 7 月 13 日から 11 月 1 日の間に採血したブタ（80 頭）を調査した結果、HI 抗体保有ブタ（10 倍以上）は 8 月 3 日に採血したブタ 1 頭のみであった。最近の感染か否かを把握するための指標である 2-ME 感受性抗体は検出されなかった。

2. ヒトの日本脳炎年齢別中和抗体保有状況

年齢群別の日本脳炎中和抗体保有率は 0-4 歳 56.5%、5-9 歳 85.7%、10-14 歳 95.2%、15-19 歳 93.4%、20-29 歳 95.7%、30-39 歳 73.6%、40-49 歳 37.1%、50-59 歳 29.2%、60 歳以上は 35%であった。全体では 386 名中 256 名（66.3%）が日本脳炎中和抗体を保有していた（表 2）。

3. ブタからのインフルエンザウイルス分離状況

津市および伊賀市で飼育されたブタについて調査を実施した結果、調査期間中にブタ 100 頭から採取した鼻腔拭い液からはインフルエンザウイルスは分離されなかった。

4. ヒトインフルエンザ年齢別 HI 抗体保有状況

2018/2019 シーズンのインフルエンザ流行期前の年齢別 HI 抗体保有率（40 倍以上）の推移を表 3 に示した。流行の主流となる乳幼児期の抗体保有率は以下のとおりである。A 型インフルエンザウイルスに対する HI 抗体保有率は A/Singapore/GP1908/2015(A/H1N1pdm2009)は 0-4 歳 17.4%、5-9 歳 28.6%、全体では 23.1%であった。A/Singapore/INFIMH-16-0019/2016(IVR-186)（A/H3N2 型）は 0-4 歳 43.5%、5-9 歳 100%、全体では 68.9%であった。B 型インフルエンザウイルスの B/Maryland/15/2016(NYMC BX-69A)（ビクトリア系統）は 0-4 歳 0%、5-9 歳 0%、全体では 16.8%であった。B/Phuket/3073/2013（山形系統）は 0-4 歳 10.9%、5-9 歳 35.7%、全体では 45.6%であった（表 3）。

5. 風疹年齢別 HI 抗体保有状況

年齢群別（男性・女性）の風疹 HI 抗体保有率は 0 歳 0%、1-4 歳 92.5%、5-9 歳 100%、10-19 歳

99%、20-29 歳 100%、30-39 歳 96.2%、40-49 歳 91.9%、50 歳以上は 88.2%であった。採血者全体の HI 抗体保有率は 93.5%で、男女別の抗体保有率は男性 89.4%、女性 97.1%であった。男性の抗体保有率は 30 歳以上の年齢層（30-39 歳 92%、40-49 歳 80.8%、50 歳以上 80%）で陽性者の割合が女性の同年齢層よりも低く推移していた（表 4）。

6. 麻疹年齢別 PA 抗体保有状況

年齢別の麻疹 PA 抗体保有率は、2-3 歳群～10-14 歳、20-24 歳～25-29 歳および 40 歳以上は 100%と全て陽性であったが、0-1 歳、15-19 歳および 30-39 歳では一部の陰性者の存在がみられた。全体では 386 名中 377 名（97.7%）が麻疹 PA 抗体を保有していた（表 5）。

謝 辞

感染症流行予測調査事業の実施にあたって、本事業の趣旨をご理解いただいた協力者 386 名（男性 180 名、女性 206 名）の方々に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 川田一伸, 福田美和, 小林真美, 矢野拓弥, 他: 三重県における過去数年間の日本脳炎流行予測調査成績の解析, 三重衛研年報, 42, 69-73 (1996).
- 2) 厚生労働省健康局結核感染症課, 国立感染症研究所 感染症流行予測調査事業委員会: 日本脳炎, 感染症流行予測調査検査術式 27-39 (2002).
- 3) 国立感染症研究所: PAP 法を応用したフォーカス計数法による日本脳炎中和抗体価測定法 (平成 18 年).
- 4) 厚生労働省健康局結核感染症課, 国立感染症研究所 感染症流行予測調査事業委員会: インフルエンザ, 感染症流行予測調査検査術式 9-26 (2002).
- 5) 厚生労働省健康局結核感染症課, 国立感染症研究所 感染症流行予測調査事業委員会: 風疹, 感染症流行予測調査検査術式 40-45 (2002).
- 6) 厚生労働省健康局結核感染症課, 国立感染症研究所 感染症流行予測調査事業委員会: 麻疹, 感染症流行予測調査検査術式 47-52 (2002).

表 1 日本脳炎ウイルスに対するブタ HI 抗体および 2-ME 感受性抗体保有状況

採血日 (2018年)	調査数	HI抗体価								HI抗体	2-ME感受性抗体	
		<10	10	20	40	80	160	320	≥640	陽性数	陽性数/検査数*	陽性率(%)
7月13日	10	10								0	0/0	-
7月20日	10	10								0	0/0	-
8月 3日	10	9	1							1	0/1	0
8月31日	10	10								0	0/0	-
9月 6日	10	10								0	0/0	-
9月14日	10	10								0	0/0	-
9月21日	10	10								0	0/0	-
11月 1日	10	10								0	0/0	-
計	80	36	1	0	0	0	0	0	0	1	0/1	0

*40倍以上の血清について、2-ME処理を行い、処理後の抗体価が処理前の1/8以下に減じたものを2-ME感受性抗体陽性とした。

表 2 日本脳炎ウイルスに対するヒトの中和抗体保有状況（10 倍以上）

年齢区分	調査数	陽性数
0-4歳	46	26(56.5%)
5-9歳	14	12(85.7%)
10-14歳	21	20(95.2%)
15-19歳	76	71(93.4%)
20-29歳	46	44(95.7%)
30-39歳	53	39(73.6%)
40-49歳	62	23(37.1%)
50-59歳	48	14(29.2%)
60歳～	20	7(35%)
合計	386	256(66.3%)

()内は抗体保有率。

表 3 ヒトインフルエンザ年齢別 HI 抗体保有状況（40 倍以上）

年齢区分	調査数	陽性数			
		A/Singapore /GP1908/2015 (A/H1N1pdm2009)	A/Singapore/INFIMH- 16-0019/2016(IVR-186) (A/H3N2亜型)	B/Maryland/15/2016(N YMC BX-69A (ビクトリア系統)	B/Phuket/3073/2013 (山形系統)
0-4歳	46	8(17.4%)	20(43.5%)	0(0%)	5(10.9%)
5-9歳	14	4(28.6%)	14(100%)	0(0%)	5(35.7%)
10-14歳	21	5(23.8%)	19(90.5%)	2(9.5%)	12(57.1%)
15-19歳	76	35(46.1%)	70(92.1%)	17(22.4%)	38(50%)
20-29歳	46	17(37%)	35(76.1%)	4(8.7%)	37(80.4%)
30-39歳	53	8(15.1%)	32(60.4%)	4(7.5%)	25(47.2%)
40-49歳	62	6(9.7%)	39(62.9%)	24(38.7%)	24(38.7%)
50-59歳	48	5(10.4%)	30(62.5%)	13(27.1%)	29(60.4%)
60歳～	20	1(5%)	7(35%)	1(5%)	1(5%)
合計	386	89(23.1%)	266(68.9%)	65(16.8%)	176(45.6%)

()内は抗体保有率。

表 4 風疹年齢別 HI 抗体保有状況（8 倍以上）

年齢区分	男 性		女 性		合計(男性・女性)	
	調査数	陽性数	調査数	陽性数	調査数	陽性数
0歳	3	0 (0%)	3	0 (0%)	6	0 (0%)
1-4歳	21	20 (95.2%)	19	17 (89.5%)	40	37 (92.5%)
5-9歳	6	6 (100%)	8	8 (100%)	14	14 (100%)
10-19歳	46	45 (97.8%)	51	51 (100%)	97	96 (99%)
20-29歳	18	18 (100%)	28	28 (100%)	46	46 (100%)
30-39歳	25	23 (92%)	28	28 (100%)	53	51 (96.2%)
40-49歳	26	21 (80.8%)	36	36 (100%)	62	57 (91.9%)
50歳～	35	28 (80%)	33	32 (97%)	68	60 (88.2%)
合計	180	161 (89.4%)	206	200 (97.1%)	386	361 (93.5%)

()内は抗体保有率.

表 5 麻疹年齢別 PA 抗体保有状況（16 倍以上）

年齢区分	調査数	陽性数
0-1歳	18	11 (61.1%)
2-3歳	18	18 (100%)
4-6歳	16	16 (100%)
7-9歳	8	8 (100%)
10-14歳	21	21 (100%)
15-19歳	76	75 (98.7%)
20-24歳	21	21 (100%)
25-29歳	25	25 (100%)
30-39歳	53	52 (98.1%)
40歳～	130	130 (100%)
合計	386	377 (97.7%)

()内は抗体保有率.

資 料

2018 年感染症発生動向調査結果

楠原 一, 矢野拓弥, 中野陽子^{*}, 永井佑樹,
内山信樹^{**}, 小林章人, 赤地重宏

キーワード: 感染症発生動向調査事業, 病原体検査定点医療機関, 感染性胃腸炎, 麻疹,
日本紅斑熱, インフルエンザ

はじめに

感染症発生動向調査事業の目的は, 医療機関の協力を得て, 感染症の患者発生状況を把握し, 病原体検索により当該感染症を微生物学的に決定することで流行の早期発見や患者の早期治療に資することにある。また, 感染症に関する様々な情報を収集・提供するとともに, 積極的疫学調査を実施することにより, 感染症のまん延を未然に防止することにもある。

三重県では, 1979 年から 40 年にわたって本事業を続けてきた。その間, 検査技術の進歩に伴い, 病原体の検出に必要なウイルス分離や同定を主としたウイルス学的検査や血清学的検査に加えて PCR 法等の遺伝子検査や DNA シークエンス解析を導入し, 検査精度の向上を図ってきた。さらに検査患者数の増加により多くのデータが蓄積されてきた結果, 様々な疾患で新たなウイルスや多様性に富んだ血清型, 遺伝子型を持つウイルスの存在が明らかになってきた¹⁻³⁾。

以下, 2018 年の感染症発生動向調査対象疾患の検査定点医療機関等で採取された検体について, 病原体検査状況を報告する。

※三重県津保健所

※※三重県鈴鹿保健所

方 法

1. 感染症発生動向調査定点医療機関

感染症発生動向調査 5 類感染症患者定点および病原体検査定点の医療機関数を表 1 に示した。

2. 対象疾患および検体

1) 対象疾患

対象疾患は, 三重県感染症発生動向調査事業実施要綱⁴⁾に記された対象感染症であるが, 一部対象外の疾患(気管支炎, 咽頭炎, 扁桃炎等)についても必要と判断された場合には検査対象とした。

2) 検体

三重県感染症発生動向調査病原体検査指針⁶⁾に基づき, 病原体定点および一部定点外の医療機関において 2018 年 1 月～12 月までの間に採取された咽頭拭い液, 鼻汁, 糞便, 嘔吐物, 髄液, 尿, 血液, 皮膚病巣等を検体とした。

3. 病原体の分離・検出方法

腸管系ウイルス, 呼吸器系ウイルス, リケッチア等の病原体検索は, 主に国立感染症研究所の病原体検出マニュアル⁵⁾に準拠し, ELISA 法などによる抗原検出や各種 PCR 法による特異的遺伝子の検出, 血清学的検査等により行った。

表 1. 感染症発生動向調査 5 類感染症および病原体検査定点医療機関数

定点種別	インフルエンザ		小児科	眼科	STD	基幹	合計
	内科	小児科					
患者定点	27	45	45	12	17	9	155
病原体検査定点	3	6	6	1		9	25

ウイルス分離には各種細胞（HEp-2, MDCK, RD, Vero9013 等）を使用し、必要に応じて継代培養を行い、細胞変性効果（CPE）をウイルス分離の指標とした。CPE の認められたものについては、抗血清を用いた中和試験法や PCR 法により分離ウイルスの同定を行い、必要に応じて PCR 産物の DNA シークエンス解析を実施し、遺伝子型別等を決定した。

結 果

1. 疾患別患者数および分離・検出病原体

2018 年疾患別月別検査患者数, 疾患別病原体検出患者数および疾患別月別病原体検出患者数を表 2～4 に示した。

疾患別検査患者数は、多い順に感染性胃腸炎

が 161 人、インフルエンザが 140 人、日本紅斑熱が 80 人、麻疹が 73 人、ヘルパンギーナが 55 人、手足口病が 35 人、カルバペネム腸内細菌科細菌（CRE）感染症が 33 人、風疹が 32 人、不明発疹症が 29 人等で、その他の疾患として、気管支炎や咽頭炎等が 180 人であった（表 2）。麻疹の集団発生と手足口病の全国的な流行が起こった 2017 年と比較して、これらの検査患者数は大幅に減少した⁶⁾。

検査依頼のあった患者 917 人中、病原体および有意な抗体等が検出されたのは 584 人（63.7%）で、疾患別の主な分離・検出病原体等は以下のとおりであった。なお患者 1 人から複数の病原体が検出された場合、本文中ではそれぞれの病原体で 1 人として計算した。

表2. 疾患別月別検査患者数

疾患名(診断名)	月 別 検 査 患 者 数												合 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	
ジフテリア								1					1
A型肝炎				1							1		2
ジカウイルス感染症										1			1
重症熱性血小板減少症候群					1	1		1		2	1		6
つつが虫病									1				1
デング熱		1							1				2
日本紅斑熱	1		2	4	6	15	6	11	16	16	2	1	80
ライム病												1	1
レプトスピラ症								2	1		1		4
カルバペネム耐性腸内細菌科細菌感染症	2		2	1	1	2	6	5	3	5	5	1	33
急性弛緩性麻痺							1						1
急性脳炎		2		1	2	3	1	2	1			1	13
劇症型溶血性レンサ球菌感染症	1					1			1				3
侵襲性インフルエンザ菌感染症		1				1			1				3
侵襲性肺炎球菌感染症	2	4	1	1	3	1			1	1			14
先天性風疹症候群												2	2
風疹		1	2				1	3	2	13	5	5	32
麻疹	2	1	1	7	29	6	2	4	11	2	4	4	73
インフルエンザ	34	33	18	4	4	1				4	13	29	140
RSウイルス感染症							2	1					3
咽頭結膜熱							1	2					3
感染性胃腸炎	11	8	5	5	12	21	17	9	16	11	20	26	161
水痘							2				1		3
手足口病		2	2	2	3	3	12	6	4			1	35
伝染性紅斑	1												1
突発性発疹			2			4		1		1			8
ヘルパンギーナ	3				1	8	16	9	4	10	2	2	55
流行性耳下腺炎	1			2									3
流行性角結膜炎				1			1	1			1		4
無菌性髄膜炎	1		2			3	1	3		1	1		12
不明発疹症	1	1	1		3	5	5	3	2	3	3	2	29
重症熱性血小板減少症候群・日本紅斑熱					1				1		1		3
風疹・麻疹									1	2			3
RSウイルス感染症・不明発疹症								1					1
ヘルパンギーナ・不明発疹症									1				1
その他	12	22	23	14	7	19	15	13	14	14	15	12	180
合 計	72	76	61	43	73	94	89	78	82	86	76	87	917

表3. 疾患別病原体検出患者数

検出病原体名	疾患名(診断名)																				合 計		
	A型肝炎	重症熱性 血小板減少 症候群	カリバネム 菌性腸内 細菌性腸菌 感染症	風疹	麻疹	インフル エンザ	RSウイルス 感染症	咽頭結膜熱	感染性 胃腸炎	水痘	手足口病	突発性発疹	ヘルパン ギーナ	流行性 角結膜炎	無菌性 髄膜炎	不明発疹症	重症熱性 血小板減少 症候群・ 日本紅斑熱	風疹・麻疹	RSウイルス 感染症・ 不明発疹症	ヘルパン ギーナ・ 不明発疹症		その他	
Ad1																					1		
Ad2																					3		
Ad3								3						3							5		
Ad4																					1		
Ad5									1												1		
Ad6																1					1		
Ad40/41									8												8		
AstroV1 型								11													11		
AstroV4 型								4													4		
CA2													14								14		
CA4													11						1		13		
CA6										2											2		
CA9										1						7					8		
CA10													3								3		
CA16										1											1		
CB4								2							1						1		
CB5								1													1		
CoronaV																					8		
CPE			14																		14		
Cytomegalov E11				1					2						1						1		
EBV				1																	3		
EVA71											4										4		
HAV(1A)																					2		
HHV6	2									1	5				1	2					9		
HHV7												1									1		
hMPV																					6		
HumanBocaV																					1		
InflA(H1 pdm09						38															38		
InflA(H3						52															52		
InflB						36															36		
InflC													1								1		
MeaslesV(D8 型																					2		
MumpsV															1						1		
NVG1									1												1		
NVG2									41												41		
Orientia tsutsugamushi(Karp)																					1		
Orientia tsutsugamushi(Kuroki)																	1				1		
ParainfluenzaV1 型																					14		
ParainfluenzaV2 型																					2		
ParainfluenzaV3 型																					8		
ParainfluenzaV4 型																					5		
ParechoV1 型																					2		
ParechoV6 型																					1		
RhinoV				2													6				37		
Rj																					51		
RoAG1									1												1		
RSV																					17		
RubellaV1E																		2	1		11		
SFTSV		1																			1		
SVG1									21												21		
SVG2									3												3		
SVG4									1												1		
VZV																					3		
小計	2	1	52	14	4	12	6	129	2	3	97	3	14	6	34	3	4	16	1	2	1	109	516

表3. 疾患別病原体検出患者数 (続き)

検出病原体名	カレンベーム										疾患名(診断名)										合 計	
	A型肝炎 血小板減少 症候群	重症熱性 血小板減少 症候群	急性咽炎	風疹	麻疹	インフル エンザ	RSウイルス 感染症	咽頭結膜熱	感染性 胃腸炎	水痘	手足口病	突発性発疹	ヘルペス ギンガ	流行性 角結膜炎	無菌性 髄膜炎	不明発疹症	重症熱性 血小板減少 症候群 日付不明熱	RSウイルス 感染症・ 不明発疹症	ヘルペス ギンガ・ 不明発疹症	その他		
Ad3R&RhinoV																				1	1	
AstroV4型&SVGI1									1												1	
CA2&ParechoV3型																					1	
CA2&RhinoV													3								3	
CA4&ParainfluenzaV2型																					1	
CA4&RhinoV													6								6	
CA4&EVD68													1								1	
CA6&RhinoV										1											2	
CA9&RhinoV																					1	
CA16&RhinoV										1											1	
CoronaV&RhinoV																					1	
CoronaV&RSV																					1	
CytomegaloV&EBV&RhinoV			1																		1	
CytomegaloV&HHV6			1																		1	
CytomegaloV&HHV6&HHV7			1																		1	
EVA71&RhinoV										3											3	
HHV6&HHV7				3											1	1					5	
HHV7&MumpsV															1						1	
hMPV&ParainfluenzaV1型																					2	
hMPV&ParainfluenzaV1型&RhinoV																					2	
hMPV&ParainfluenzaV3型																					1	
hMPV&ParainfluenzaV4型&RhinoV																					1	
hMPV&RhinoV																					1	
InfA11 pdm09&InfB						1															1	
InfA13&InfB						3															3	
InfC&hMPV																					1	
InfC&RhinoV																					1	
InfC&RSV																					2	
NNVG2&SVGI1									1												2	
ParainfluenzaV1型&RhinoV																					3	
ParainfluenzaV1型&RSV																					1	
ParainfluenzaV2型&RSV																					1	
ParainfluenzaV3型&RhinoV																					4	
ParainfluenzaV4型&RhinoV																					1	
ParainfluenzaV4型&RSV																					1	
ParechoV1型&RhinoV																					1	
ParechoV1型&RSV																					2	
RhinoV&RSV																					5	
RoAG3&SVG5									1												1	
小計	0	0	0	0	6	0	0	0	3	0	5	0	10	0	2	3	0	0	0	0	35	
合計	2	1	52	14	10	12	6	133	2	3	100	3	19	6	44	3	6	19	1	2	1	144

Ad: アデノウイルス, CA: コクサッキーA群ウイルス, CB: コクサッキーB群ウイルス, E: エコーウイルス, EV: エンテロウイルス, HAV: A型肝炎ウイルス, HHV: ヘルペスウイルス, hMPV: ヒューマンメタニューモウイルス, hSV: 単純ヘルペスウイルス, hFA: インフルエンザウイルスA型, hRB: インフルエンザウイルスB型, NV: ノロウイルス, R: リンテアジャポニカ, RoA: A群ロタウイルス, RS: RSウイルス, SV: サボウイルス, NT: Not typed

表4. 疾患別月別病原体検出患者数

疾患名(診断名)	検出 病原体名	月別病原体検出患者数														合計	総計	依頼 患者数
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
A型肝炎	HAV(IA)				1							1		2		2	2	
重症熱性血小板減少症候群	SFTSV						1							1		1	6	
日本紅斑熱	Orientia tsutsugamusi(Karp)											1		1		52	80	
	Rj				1	5	10	3	5	14	12	1		51				
カルバペネム耐性腸内細菌科細菌感染症	CPE	1		2	1		1	1	2	1	2	2	1	14		14	33	
急性脳炎	CytomegaloV				1									1		10	13	
	EBV								1					1				
	RhinoV					1	1							2				
	CytomegaloV&EBV&RhinoV												1	1				
	CytomegaloV&HHV6					1								1				
	CytomegaloV&HHV6&HHV7						1							1				
	HHV6&HHV7		1						1	1				3				
風疹	RubellaV1E								1		8	1	2	12		12	32	
麻疹	MeaslesvD8型								1	1				2		6	73	
	RubellaV1E					1	1		1	1				4				
インフルエンザ	InfAH1 pdm09	4	4	2							1	7	20	38		133	140	
	InfAH3	15	12	4	2	3	1				3	4	8	52				
	InfB	10	12	12	1							1		36				
	RSV		3											3				
	InfAH1 pdm09&InfB	1												1				
	InfAH3&InfB	2	1											3				
RSウイルス感染症	RSV							2						2		2	3	
咽頭結膜熱	Ad3							1	2					3		3	3	
感染性胃腸炎	Ad5									1				1		100	161	
	Ad40/41				2					1	3	2		8				
	AstroV1型							2	2	2		3	2	11				
	AstroV4型										1	2	1	4				
	CB4							1			1			2				
	CB5										1			1				
	E11								1	1				2				
	NVG1					1								1				
	NVG2	8	6	2		4	2	1			3	2	13	41				
	RoAG1					1								1				
	SVG1	3		1		1	5	1	2			5	3	21				
	SVG2							2	1					3				
	SVG4							1						1				
	AstroV4型&SVG1													1		1		
	NVG2&SVG1												1	1				
	RoAG3&SVG5						1							1				
水痘	VZV							2				1		3		3	3	
手足口病	CA6							1		1				2		19	35	
	CA9							1						1				
	CA16												1	1				
	EVA71						1	2	1					4				
	HHV6		1											1				
	RhinoV						1	3	1					5				
	CA6&RhinoV									1				1				
	CA16&RhinoV								1					1				
	EVA71&RhinoV							1	1	1				3				
突発性発疹	HHV6			2			2				1			5		6	8	
	HHV7						1							1				
ヘルパンギーナ	CA2	1					4	7	2					14		44	55	
	CA4						1	3	2	1	2	1	1	11				
	CA10									1	2			3				
	InfC	1												1				
	RhinoV							1	2	1	1			5				
	CA2&RhinoV						1	2						3				
	CA4&RhinoV						1			1	4			6				
	CA4&EVD68										1			1				
小計		46	40	25	9	18	36	38	30	30	46	34	55	407		407	647	

表4. 疾患別月別病原体検出患者数(続き)

疾患名(診断名)	検出 病原体名	月別病原体検出患者数												合計	総計	依頼 患者数
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
流行性角結膜炎	Ad3				1			1	1					3	3	4
無菌性髄膜炎	CB4						1							1	6	12
	E11										1			1		
	HHV6						1							1		
	MumpsV								1					1		
	HHV6&HHV7											1		1		
	HHV7&MumpsV							1						1		
不明発疹症	Ad6	1												1	19	29
	CA9						2	2		2	1			7		
	HHV6					1							1	2		
	RhinoV					1	1	1	1				2	6		
	CA9&RhinoV						1				1			2		
	HHV6&HHV7					1								1		
重症熱性血小板減少症候群・日本紅斑熱	Orientia tsutsugamushi(Kuroki)											1		1	1	3
風疹・麻疹	RubellaV1E									1	1			2	2	3
RSウイルス感染症・不明発疹症	RSV								1					1	1	1
ヘルパンギーナ・不明発疹症	CA4									1				1	1	1
その他	Ad1			1										1	144	217
	Ad2				1	1								1	3	
	Ad3		1	3					1					5		
	Ad4			1										1		
	CA4									1				1		
	CB4										1			1		
	CoronaV	2	3	2	1									8		
	hMPV				2	3							1	6		
	HumanBocaV													1	1	
	InfC	1					1							2		
	ParainfluenzaV1型	1					1	3	1	2		1	5	14		
	ParainfluenzaV2型		1							1				2		
	ParainfluenzaV3型					1	3	4						8		
	ParainfluenzaV4型								1			4		5		
	ParechoV1型	1	1											2		
	ParechoV6型			1										1		
	RhinoV	1	5	3	4	2	3		2	3	8	5	1	37		
	RSV		3	2	1				1	2	1		1	11		
	Ad3&RhinoV	1												1		
	CA2&ParechoV3型								1					1		
	CA4&ParainfluenzaV2型							1						1		
	CoronaV&RhinoV				1									1		
	CoronaV&RSV								1					1		
	hMPV&ParainfluenzaV1型						2							2		
	hMPV&ParainfluenzaV1型&RhinoV							2						2		
	hMPV&ParainfluenzaV3型						1							1		
	hMPV&ParainfluenzaV4型&RhinoV											1		1		
	hMPV&RhinoV										1			1		
	InfC&hMPV		1											1		
	InfC&RhinoV				1									1		
	InfC&RSV			2										2		
	ParainfluenzaV1型&RhinoV								1	2				3		
	ParainfluenzaV1型&RSV			1										1		
	ParainfluenzaV2型&RSV									1				1		
	ParainfluenzaV3型&RhinoV						1	3						4		
	ParainfluenzaV4型&RhinoV											1		1		
	ParainfluenzaV4型&RSV									1				1		
	ParechoV1型&RhinoV											1		1		
	ParechoV1型&RSV			2										2		
	RhinoV&RSV	1		1					1	1		1		5		
小 計		9	20	16	11	9	18	17	15	18	16	17	11	177	177	270
合 計		55	60	41	20	27	54	55	45	48	62	51	66	584	584	917

Ad: アデノウイルス, CA: コクサッキーA群ウイルス, CB: コクサッキーB群ウイルス, E: エコーウイルス, EV: エンテロウイルス, HAV: A型肝炎ウイルス, HHV: ヘルペスウイルス, hMPV: ヒューマンメタニューモウイルス, HSV: 単純ヘルペスウイルス, InfA: インフルエンザウイルスA型, InfB: インフルエンザウイルスB型, NV: ノロウイルス, Rj: リケッチアジャポニカ, RoA: A群ロタウイルス, RS: RSウイルス, SV: サボウイルス, NT: Not typed

1) 感染性胃腸炎

患者 161 人中 100 人からウイルス遺伝子等が検出された。内訳は主にノロウイルス GⅡが 42 人、サボウイルス GⅠ型が 23 人、アストロウイルス 1 型が 11 人、アデノウイルス 40/41 型 8 人等であった（表 4）。

2) インフルエンザ

患者 140 人中 133 人からウイルス遺伝子等が検出された。検出されたインフルエンザウイルスの内訳は AH3 型が 55 人、B 型が 40 人、AH1pdm09 型が 39 人であった（表 4）。

3) 日本紅斑熱

患者 80 人中 52 人から日本紅斑熱リケッチア遺伝子あるいは有意な抗体が検出された（表 4）。

4) 麻疹

患者 73 人中 6 人からウイルス遺伝子等が検出された。検出されたウイルスは麻疹ウイルス D8 型が 2 人、風疹ウイルス 1E 型が 4 人であった（表 4）。

5) ヘルパンギーナ

患者 55 人中 44 人からウイルス遺伝子等が検出された。内訳は主にコクサッキーウイルス A4（CA4）が 18 人、CA2 が 17 人、ライノウイルスが 14 人、CA10 が 3 人等であった（表 4）。

6) 手足口病

患者 35 人中 19 人からウイルス遺伝子等が検出された。内訳は主にライノウイルスが 10 人、エンテロウイルス A71 が 7 人、CA6 が 3 人等であった（表 4）。

7) CRE 感染症

患者 33 人から分離された耐性菌 33 株中 14 株からカルバペネマーゼ遺伝子が検出された（表 4）。

8) 風疹

患者 32 人中 12 人から風疹ウイルスの遺伝子が検出された。検出された風疹ウイルスの遺伝

子型は全て 1E 型であった（表 4）。

9) 不明発疹症

患者 29 人中 19 人からウイルス遺伝子が検出された。内訳は主に CA9 が 9 人、ライノウイルスが 8 人、ヒューマンヘルペスウイルス 6 型が 3 人等であった（表 4）。

10) その他

その他の疾患として主に呼吸器系疾患を呈した気管支炎等の患者 217 人中 144 人よりウイルス遺伝子等が検出された。その内訳は主に、ライノウイルスが 58 人、RS ウイルスが 23 人、パラインフルエンザウイルス 1 型が 22 人、パラインフルエンザウイルス 3 型が 13 人、ヒューマンメタニューモウイルスが 14 人、コロナウイルスが 10 人等であった（表 4）。

2. 保健所管内別患者数

保健所別月別患者数を表 5 に示した。管内別では、伊勢保健所管内が 354 人と最も多く、以下、鈴鹿が 351 人、桑名が 54 人、津が 45 人、松阪が 42 人、四日市市が 38 人、伊賀が 26 人、熊野が 6 人、尾鷲が 1 人の順であった。

まとめ

2018 年 1 月 1 日～12 月 31 日までに県内の病原体検査定点医療機関等から検査依頼のあった患者数は 917 人で、このうち 584 人（63.7%）から病原体等が検出された。

検査依頼のあった主な疾患とその疾患で最も多く検出された病原体等は、感染性胃腸炎がノロウイルス GⅡ型、インフルエンザがインフルエンザウイルス AH3 型、日本紅斑熱が日本紅斑熱リケッチア、麻疹が風疹ウイルス 1E 型、ヘルパンギーナが CA4、手足口病がライノウイルス、風疹が風疹ウイルス 1E 型、不明発疹症が CA9 で、麻疹における風疹患者の紛れ込み症例が多く見られた。

また、CRE 感染症患者から分離された耐性菌 33 株中 14 株からカルバペネマーゼ遺伝子が検出された。さらに、その他の疾患として呼吸器系疾患を中心にライノウイルスや RS ウイルス等が検出された。

表5. 保健所別月別患者数

保健所管内	月 別 検 査 患 者 数												合 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	
桑名	8	7	3	1	10	1	8	2	2	3	2	7	54
四日市市	3	1	1	3	6	4	2	4	3	1	6	4	38
鈴鹿	36	34	29	11	25	29	41	27	32	27	30	30	351
津	1	3	4	6	6	5	4	4	2		3	7	45
松阪	2	3	2	3	5	1	1	1		12	6	6	42
伊勢	19	22	22	18	16	50	33	36	39	41	27	31	354
伊賀	2	4			5	3		4	3	2	1	2	26
尾鷲											1		1
熊野	1	2		1		1			1				6
合 計	72	76	61	43	73	94	89	78	82	86	76	87	917

文 献

- 1) 福田美和, 小林真美, 仲 正子 他 : 1995 年感染症サーベイランス成績, 三重衛研年報, 41, 55-61 (1995).
- 2) 山内昭則, 中野陽子, 矢野拓弥 他 : 2005 年感染症発生動向調査結果, 三重保環研年報, 51, 101-106 (2006).
- 3) 楠原 一, 小林章人, 矢野拓弥 他 : 2015 年感染症発生動向調査結果, 三重保環研年報, 61, 105-113 (2016).
- 4) 三重県保健環境研究所 : 三重県感染症発生動向調査事業報告書, 2014 年 (平成 26 年) 版.
- 5) 国立感染症研究所, 病原体検出マニュアル <https://www.nih.go.jp/niid/ja/lab-manual.html>
- 6) 楠原 一, 矢野拓弥, 中野陽子 他 : 2017 年感染症発生動向調査結果, 三重保環研年報, 63, 95-102 (2018).

資 料

三重県における 2018 年度環境放射能調査結果

西 智広，森 康則，吉村英基

キーワード：環境放射能，核種分析，全ベータ放射能，空間放射線量率

はじめに

日本における環境放射能調査は，1954 年のビキニ環礁での核実験を契機に開始され，1961 年から再開された米ソ大気圏内核実験，1979 年スリーマイル島原発事故，1986 年チェルノブイリ原発事故を経て，原子力関係施設等からの影響の有無などの正確な評価を可能とするため，現在では全都道府県で環境放射能水準調査が実施されている¹⁾。

三重県は 1988 年度から同事業を受託し，降水の全ベータ放射能測定，環境試料および食品試料のガンマ線核種分析ならびにモニタリングポスト等による空間放射線量率測定を行って県内の環境放射能のレベルの把握に努めている。

さらに福島第一原子力発電所事故後は，国のモ

ニタリング調整会議が策定した「総合モニタリング計画」²⁾に基づき原子力規制庁が実施する調査の一部もあわせて行っている。

本報では，2018 年度に実施した調査の結果について報告する。

方 法

1. 調査の対象

調査対象は，定時降水（降雨），降下物，大気浮遊じん，土壌，淡水（河川水），蛇口水，穀類，農産物，牛乳，海産生物および空間放射線量率である。表 1 に測定項目，試料の種別，採取場所等を示す。海産生物の貝類について，2018 年度はあさが不漁のため，はまぐりを試料として用いた。

表 1 放射能調査の試料種別の採取時期・場所

項目	試料の種別	採取月等	採取場所
全ベータ放射能	降水（雨水）	降水ごと（09:00）	三重県四日市市
ガンマ線核種分析	降下物（雨水＋ちり）	毎月（1 ヶ月間分）	三重県四日市市
	大気浮遊じん	四半期ごと（3 ヶ月間分）	三重県四日市市
	淡水（河川水）	2018 年 10 月	三重県亀山市（鈴鹿川）
	土壌（草地）	7 月	三重県三重郡菰野町
	蛇口水	6 月	三重県四日市市
	穀類（精米）	9 月	三重県松阪市
	茶（荒茶）	5 月	三重県亀山市，多気郡大台町
	牛乳	8 月	三重県度会郡大紀町
	ほうれんそう	11 月	三重県四日市市
	だいこん	12 月	三重県多気郡明和町
	まだい	8 月	三重県北牟婁郡紀北町（熊野灘）
	はまぐり	4 月	三重県伊勢市（伊勢湾沿岸）
	わかめ	2019 年 2 月	三重県鳥羽市（答志島沖）
空間放射線量率	—	連続／毎月 1 回	三重県四日市市，三重県伊賀市 三重県伊勢市，三重県尾鷲市

2. 採取および測定の方法

試料の採取，処理および測定は，「環境放射能水準調査委託実施計画書」（原子力規制庁）¹⁾に基づき実施した。

1) 全ベータ放射能測定

試料の採取：三重県四日市市（34°59'31"，136°29'06"）の当所屋上（地上 18.6m）に設置した

降水採取装置で雨水を採取し，24 時間の降雨量が 1mm 以上（毎朝 9:00 時点）のとき，そこから 200mL（それ以下の場合は全量）を採り試料とした。

前処理：試料にヨウ素担体（1mgI/mL）1mL，0.05mol/L 硝酸銀 2mL および硝酸（1+1）数滴を加え加熱濃縮し，ステンレス製試料皿（50mm φ）で蒸発乾固した。

測定：採取 6 時間後にベータ線自動測定装置で測定を行った。比較試料は、酸化ウラン (U₃O₈：日本アイソトープ協会製ベータ線比較線源 50Bq) を用いた。測定時間は測定試料、比較試料、バックグラウンド試料（空試料）すべて 40 分とした。

2) 核種分析

降下物：当所屋上に設置した大型水盤で、1 ヶ月間に降下した雨水およびちりを採取し、濃縮後全量を U-8 容器に移し乾固して測定試料とした。

大気浮遊じん：当所屋上に設置したハイボリウムエアサンプラを用いて、3 ヶ月間で 10 回サンプリング（流速 54.0m³/h，24h）を行い、約 13,000m³の大気を吸引して大気浮遊じんを 10 枚のろ紙（ADVANTEC HE-40T）上に採取した。このろ紙を円形に打ち抜き、U-8 容器に充填して測定試料とした。

土壌：三重県三重郡菰野町地内の草地（山砂土）において梅雨明け後、2～3 日降雨がない日に深度 0～5cm、5～20cm の土壌を採取した。これを 105℃で乾燥後、ふるい（2mm メッシュ）を通して得た乾燥細土 100～120g 程度を U-8 容器に充填し測定試料とした。

淡水：鈴鹿川の河川水 100L を、三重県亀山市関町地内（勧進橋下）で採取し、塩酸（HCl(1+1) 2mL/L）を加えて濃縮後、全量を U-8 容器に移し乾固して測定試料とした。

蛇口水：当所 1 階研究室の蛇口から水道水を 100L 採取し濃縮後、全量を U-8 容器に移し乾固して測定試料とした。

食品：穀類（精米）および牛乳は、それぞれ年 1 回採取し、約 2kg をそのまま 2L マリネリ容器に入れ測定試料とした。農産物（茶、野菜）、海産生物（まだい、はまぐり、わかめ）は、それぞれ

年 1 回収穫時期に採取し、可食部約 4～8kg を、蒸発皿で炭化後、電気炉（450℃，24 時間）で灰化した。灰化物を磨砕後、ふるい（0.35mm メッシュ）を通して異物を除去し、U-8 容器に分取して測定試料とした。

これら測定試料は、Ge 半導体検出器で測定時間を 70,000 秒とし放射性核種の測定を行った。

3) 空間放射線量率測定

モニタリングポストによる空間放射線量率の連続測定は県内 4 地点で実施する体制となっている。北勢局は当所の屋上（地上 18.6m の位置）に検出器を設置している。その他 3 局は県伊賀庁舎（中勢伊賀局：三重県伊賀市）、県伊勢庁舎（南勢志摩局：三重県伊勢市）、県広域防災拠点施設（東紀州局：三重県尾鷲市）に設置しており、すべて地上 1m の位置に検出器を置き、測定を実施している。

4 局の測定データ（10 分間値）はオンラインで国へ報告され、ウェブサイト上で公表されている³⁾。

あわせて、月 1 回（毎月第 2 週水曜日 10:00）当所前駐車場の地上 1m の位置で、シンチレーションサーベイメータによる測定を行った。測定法は、時定数を 30 秒として 30 秒間隔で 5 回指示値を読み、その平均値をとる方法とした。

3. 採取・測定装置

1) 全ベータ放射能測定

採取装置：ステンレス製降水採取装置（受水面積：1,000cm²）

降雨量測定装置：（株）小笠原計器製作所製 C-R543 型雨量計、光進電気工業（株）KP-020 型雨量計

測定装置：日立アロカメディカル（株）製 β 線自動測定装置 JDC-3201

表 2 定時降水中の全ベータ放射能測定結果

採取期間	降水量(mm)	試料数	検出数	降下量(MBq/km ²)
2018 年 4 月	180.5	6	2	9.9
5 月	224.5	8	-	N.D.
6 月	266.0	10	1	9.2
7 月	278.0	8	1	3.0
8 月	270.0	9	-	N.D.
9 月	389.5	14	-	N.D.
10 月	29.5	6	-	N.D.
11 月	52.5	5	-	N.D.
12 月	66.0	8	-	N.D.
2019 年 1 月	39.0	9	1	3.7
2 月	62.5	6	1	7.6
3 月	98.0	11	4	8.2
2018 年度	1956.0	100	10	N.D.～9.9
2017 年度	2181.0	97	19	N.D.～50
2016 年度	2361.5	110	15	N.D.～70
2015 年度	2300.5	105	12	N.D.～35

注) N.D.：不検出（計数値が計数誤差の 3 倍を下回るもの）。

2) 核種分析

降下物採取装置：ステンレス製大型水盤(受水面積：5,000cm²)

大気浮遊じん採取装置：柴田科学(株)製ハイボリウムエアサンプラ HV-1000F

核種分析装置：キャンベラ製 Ge 半導体検出器 GC2519-DSA2000, GC2520-DSA1000

3) 空間放射線量率測定

モニタリングポスト：日立アロカメディカル(株)製環境放射線モニタ装置 MAR-22

シンチレーションサーベイメータ：日立アロカメディカル(株)製 TCS-171

結果および考察

1. 全ベータ放射能測定

全ベータ放射能の測定は、同種の試料の放射能レベルの相互比較において、迅速に概略の情報を得られる手法であるため^{4,5)}、環境放射能水準調査では降雨ごとに全ベータ放射能を測定し環境中の放射能の推移などを把握することになっている¹⁾。表2に2018年度に測定を実施した100件の結果を示した。100試料中10試料から全ベータ放射能が検出された。全ベータ放射能が検出された試料は核種分析を実施したが、人工放射性核種は検出されず、特に異常と判断される試料はなかった。

表3 環境試料中の I-131, Cs-134, Cs-137 および K-40 濃度

試料	採取時期	試料数	単位	I-131	Cs-134*	Cs-137	K-40
降下物	2018 年	4 月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	1.83
		5 月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	0.87
		6 月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.
		7 月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	1.23
		8 月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	1.20
		9 月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	1.00
		10 月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	0.62
		11 月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.
		12 月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.
		2019 年	1 月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.
		2 月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.
		3 月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	1.19
	2018 年度	12	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.~1.83
	2012~2017 年度	72	MBq/km ²	N.D.	N.D.~0.631	N.D.~2.00	N.D.~1.96
	2011 年度	12	MBq/km ²	N.D.~13.3	N.D.~18.4	N.D.~17.7	N.D.~1.85
	1989~2010 年度	264	MBq/km ²	N.D.~1.24	-	N.D.~0.348	N.D.~57.9
大気浮遊 じん	2018 年	4~6 月	1	mBq/m ³	N.D.	N.D.	0.189
		7~9 月	1	mBq/m ³	N.D.	N.D.	0.122
		10~12 月	1	mBq/m ³	N.D.	N.D.	N.D.
	2019 年	1~3 月	1	mBq/m ³	N.D.	N.D.	0.134
		2018 年度	4	mBq/m ³	N.D.	N.D.	N.D.~0.189
	2012~2017 年度	24	mBq/m ³	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.~0.310
	2011 年度	4	mBq/m ³	N.D.	N.D.~0.296	N.D.~0.317	0.239~0.317
	1989~2010 年度	88	mBq/m ³	N.D.	-	N.D.	N.D.~0.565
淡水 (河川水)	2018 年 10 月	1	mBq/L	N.D.	N.D.	N.D.	56.1
	2012~2017 年度	6	mBq/L	N.D.	N.D.	N.D.	50.5~81.3
	2011 年度	1	mBq/L	N.D.	N.D.	N.D.	67.3
	2003~2010 年度	8	mBq/L	N.D.	-	N.D.	58.1~78.9
土壌 (0-5cm)	2018 年 7 月	1	Bq/kg 乾	N.D.	N.D.	N.D.	725
	2012~2017 年度	6	Bq/kg 乾	N.D.	N.D.	1.03~1.56	706~802
	2011 年度	1	Bq/kg 乾	N.D.	N.D.	1.19	775
	1989~2010 年度	22	Bq/kg 乾	N.D.	-	N.D.~2.69	556~812
土壌 (5-20cm)	2018 年 7 月	1	Bq/kg 乾	N.D.	N.D.	N.D.	701
	2012~2017 年度	6	Bq/kg 乾	N.D.	N.D.	N.D.	711~765
	2011 年度	1	Bq/kg 乾	N.D.	N.D.	N.D.	750
	1989~2010 年度	22	Bq/kg 乾	N.D.	-	N.D.~1.63	593~856

注) N.D.：不検出（計数値が計数誤差の3倍を下回るもの）。

過去のデータの採取場所は、表1と異なるものがある。

Cs-134 は 2010 年度以前には測定対象としていない。

2. 核種分析

環境放射能水準調査における核種分析は、原子力発電所の事故や核実験等により大気中に放出された放射性物質による影響を評価するため、大気浮遊じん、降下物、土壌、淡水の環境試料と蛇口水、精米、野菜類、茶、牛乳、水産生物の食品試料について実施している。

定量対象としている核種は、短半減期の核種⁶⁾のうち甲状腺への内部被ばくの影響が大きい I-131 (半減期 8.02d)、比較的長半減期の核種⁶⁾の指標として Cs-137 (半減期 30.04y)、比較の指標として天然放射性核種のうち K-40 (半減期 1.277×10^9 y)⁷⁾と 2011 年度から福島第一原子力発電所の事故を踏まえて追加した Cs-134 (半減期

2.06y)⁸⁾の合計 4 核種である。なお、蛇口水、精米及び牛乳を除く食品試料は灰化して測定を行うため、I-131 は定量対象としていない。

1) 環境試料

表 3 に 2018 年度における三重県内の降下物、大気浮遊じん、淡水、土壌のガンマ線核種分析結果を示す。

土壌表層 (0-5cm) において例年検出されている Cs-137 は、2018 年度では検出されなかった。K-40 は降下物及び大気浮遊じんの一部、淡水、土壌から検出された。事故後の全国環境放射能調査状況⁹⁾から見ると、2018 年度の結果は特に異常は見られず、県内の環境に影響を与えるレベルではないと考えられるが、今後も継続し

表 4 食品試料中の Cs-134, Cs-137 および K-40 濃度

試料	採取時期	試料数	単位	Cs-134*	Cs-137	K-40
蛇口水	2018 年 6 月	1	mBq/L	N.D.	N.D.	19.1
	2012～2017 年度	6	mBq/L	N.D.	N.D.	16.9～23.1
	2011 年度	1	mBq/L	0.408	0.434	24.5
	1989～2010 年度	36	mBq/L	-	N.D.～0.313	17.6～69.9
穀類 (精米)	2018 年 9 月	1	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	21.5
	2012～2017 年度	6	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	25.1～27.4
	2011 年度	1	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	23.0
	1989～2010 年度	22	Bq/kg 生	-	N.D.	21.9～34.2
茶 (荒茶)	2018 年 5 月	2	Bq/kg 乾	N.D.	N.D.	563～753
	2012～2017 年度	12	Bq/kg 乾	N.D.～0.436	0.161～0.643	544～741
	2011 年度	2	Bq/kg 乾	3.83～4.42	3.87～4.71	623～633
	1989～2011 年度	42	Bq/kg 乾	-	N.D.～1.72	417～766
牛乳	2018 年 8 月	1	Bq/L	N.D.	N.D.	46.4
	2012～2017 年度	6	Bq/L	N.D.	N.D.	45.3～49.7
	2011 年度	1	Bq/L	N.D.	N.D.	49.0
	1989～2010 年度	36	Bq/L	-	N.D.	32.0～51.8
ほうれんそう	2018 年 11 月	1	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	169
	2012～2017 年度	6	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	141～214
	2011 年度	1	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	146
	1989～2010 年度	22	Bq/kg 生	-	N.D.～0.058	58.0～237
だいこん	2018 年 12 月	1	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	77.7
	2012～2017 年度	6	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	62.9～124
	2011 年度	1	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	77.6
	1989～2010 年度	22	Bq/kg 生	-	N.D.～0.056	63.0～106
まだい	2018 年 8 月	1	Bq/kg 生	N.D.	0.156	152
	2012～2016 年度	6	Bq/kg 生	N.D.	0.153～0.180	152～172
	2011 年度	1	Bq/kg 生	N.D.	0.130	147
	1994～2010 年度	17	Bq/kg 生	-	0.090～0.244	92.5～164
はまぐり	2018 年 4 月	1	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	55.3
あさり	2012～2017 年度	6	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	72.3～78.6
	2011 年度	1	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	73.0
	2001～2010 年度	10	Bq/kg 生	-	N.D.	31.9～83.2
わかめ	2019 年 2 月	1	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	221
	2012～2017 年度	6	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	198～267
	2011 年度	1	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	236
	1998～2010 年度	13	Bq/kg 生	-	N.D.	105～278

注) Cs-134 は 2010 年度以前には測定対象としていない。

た監視を行っていく必要があると考えている。

2) 食品試料

表4に2018年度における県内の蛇口水、県内で生産された精米、茶（荒茶）、野菜類（ほうれんそう、だいこん）、牛乳、県近海でとれた水産生物（まだい、はまぐり、わかめ）のガンマ線核種分析結果を示す。

まだいからCs-137が検出されたが、検出値は以前の結果⁸⁾と比較して特に高いものではなく平常の値の範囲内にあると考えられた。

2018年度の食品試料における放射性セシウムの検出値は、2012年4月に施行された食品の規格基準（飲料水 10Bq/kg、乳児用食品・牛乳 50Bq/kg、一般食品 100Bq/kg）⁹⁾を大きく下回る値であった。

K-40はすべての試料から検出されたが、表4に示した過去の結果および他県の結果⁸⁾との比較から、平常値の範囲と判断された。

食品試料においてもCs-137以外の人工放射性核種は検出されなかった。

3. 空間放射線量率測定

表5および6に2018年度の三重県内におけるモニタリングポストおよびサーベイメータによる空間放射線量率の測定結果を示す。モニタリングポストの測定値は、従前から報告してきた1時間値の平均値、最大値、最小値を記載した。

各局の最大値は降雨時に観測され、気象現象に伴う変動と判断された。特に2018年度は例年よりも突発的な豪雨が多く観測され、最大値が高くなる回数も多かった。

県内の4局の2018年度の測定結果は、過去3年間の結果および他都道府県の観測値³⁾と比較して異常な値は観測されていないことから、平常の範囲内にあったと考えられる。

東紀州局の測定値が他局と比較して高い値となるのは、この地域の花崗岩質の地質によるものと推定している¹⁰⁾。

空間放射線量率を測定することで、公衆の線量当量を外部被ばく推定式(1)^{4,11)}により推定することができる。それぞれの地点の2018年度の年平均値を式(1)により換算すると、北勢局 46nSv/h、中勢伊賀局 66nSv/h、南勢志摩局 51nSv/h、東紀州局 83nSv/h となり、すべての局で公衆の年線量当量限度（1mSv/年）⁴⁾の時間換算量（114nSv/h）を下回っており問題のない結果であると言える。

$$\text{Hex(Sv)} = \text{Dex(Gy)} \times 1.0 \cdots (1)$$

Hex(Sv)：時間当たりの(実効)線量当量

Dex(Gy)：時間当たりの(空気)吸収線量

2018年度も福島第一原子力発電所事故を考慮し換算係数は緊急時の1.0を用いた。

地上1mでのサーベイメータによる測定についても、異常値は観測されていない。機器の精度、回数および測定条件等から、結果が変動しやすく、測定地点の違いからモニタリングポストの測定値より高い値を示す傾向があることを考慮すると、2018年度の測定結果は平常値の範囲と判断された。異常時に的確に対応するためには、さらに観測を継続して平常時における各地域の空間放射線量率の変動幅などについて把

表5 2018年度の空間放射線量率1（宇宙線による線量率（約30 nGy/h）を含まない）

北勢局モニタリングポスト(nGy/h)						サーベイメータ(nGy/h)（地上1 m）				
測定年月		測定回数	平均値	最大値	最小値	測定回数	測定値	平均値	最大値	最小値
2018 年	4 月	720	46	61	44	1	68	-	-	-
	5 月	744	47	67	44	1	67	-	-	-
	6 月	720	46	61	44	1	80	-	-	-
	7 月	744	46	77	44	1	66	-	-	-
	8 月	744	46	57	44	1	64	-	-	-
	9 月	720	47	63	44	1	68	-	-	-
	10 月	744	46	54	44	1	69	-	-	-
	11 月	718*	46	53	44	1	65	-	-	-
	12 月	744	47	65	45	1	67	-	-	-
2019 年	1 月	744	47	73	44	1	71	-	-	-
	2 月	666*	46	61	45	1	73	-	-	-
	3 月	744	46	57	44	1	67	-	-	-
2018 年度		8752	46	77	44	12		69	80	64
2017 年度		8743	46	86	44	12		66	70	61
2016 年度		8750	46	91	34	12	-	66	69	61
2015 年度		8751	47	79	41	12	-	68	74	65
2014 年度		8751	46	75	40	12	-	67	69	65

注) 機器点検等のため欠測がある。

表6 2018年度の空間放射線量率2 (宇宙線による線量率(約30 nGy/h)を含まない)

測定年月		中勢伊賀局(nGy/h)			南勢志摩局(nGy/h)			東紀州局(nGy/h)		
		平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値
2018 年	4 月	66	99	63	51	67	48	83	104	81
	5 月	66	88	63	51	75	48	84	110	80
	6 月	66	83	63	51	64	48	83	111	79
	7 月	65	109	63	51	91	48	83	100	79
	8 月	65	74	63	51	79	48	83	97	79
	9 月	66	79	63	51	73	45	83	138	79
	10 月	66	73	63	51	67	48	83	105	80
	11 月	66	79	64	51	65	49	83	98	81
	12 月	66	85	64	51	69	49	83	101	81
2019 年	1 月	67	102	64	51	79	49	84	125	82
	2 月	66	88	63	51	75	49	83	107	81
	3 月	66	94	63	51	70	48	83	99	81
2018 年度		66	109	63	51	91	45	83	138	79
2017 年度		66	98	63	52	89	48	83	147	79
2016 年度		66	109	63	51	86	46	83	114	78
2015 年度		66	103	63	52	83	49	83	121	80
2014 年度		66	110	62	53	80	49	83	115	78

握しておく必要があると思われる。

まとめ

1. 2018年度の三重県定点における降水中の全ベータ放射能測定からは、特に異常なデータは得られなかった。

2. 2018年度の環境試料(降下物, 大気浮遊じん, 陸水, 土壌) および食品試料(蛇口水, 農産物, 水産物) 中のガンマ線放出核種の測定結果では、人工放射性核種である Cs-137 が一部試料から検出された。検出濃度は問題となるレベルではなかったが、今後も調査を継続し推移を把握していく必要がある。

3. 2018年度の三重県定点におけるモニタリングポストによる連続測定、サーベイメータを用いた月1回の測定では、空間放射線量率の異常値は観測されなかった。

4. 2018年度の環境放射能水準調査で得られた結果は 2017 年度の観測結果とほとんど変化はなく平常の状態であったと言える。

本報告は、原子力規制庁からの受託事業として、三重県が実施した「環境放射能水準調査」の成果である。

文 献

- 1) 原子力規制庁監視情報課放射線環境対策室：環境放射能水準調査委託実施計画書(2018)。
- 2) モニタリング調整会議：「総合モニタリング計画」(2013)。

- 3) 原子力規制委員会ウェブサイト「放射線モニタリング情報」。 <http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/>
- 4) 原子力安全委員会：環境放射線モニタリング指針(2008)。
- 5) 文部科学省：放射能測定法シリーズ1「全β放射能測定法」(1976)。
- 6) (社) 日本アイソトープ協会：アイソトープ手帳 11 版, 丸善(2011)。
- 7) Measurement of Radionuclides in Food and the Environment / A Guidebook, IAEA, VIENNA (1989)。
- 8) ウェブサイト「日本の環境放射能と放射線」。 <http://www.kankyo-hoshano.go.jp/>
- 9) 2012年3月15日付け食安発 0315 第1号厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知：「乳及び乳製品の成分規格等に関する省令の一部を改正する省令, 乳及び乳製品の成分規格等に関する省令別表の二の(一)の(1)の規定に基づき厚生労働大臣が定める放射性物質を定める件及び食品, 添加物等の規格基準の一部を改正する件について」。
- 10) 尾辺俊之, 富森聡子, 橋爪 清：三重県内の空間放射線量率について, 三重県衛生研究所年報, 39, 93-98 (1993)。
- 11) 吉岡満夫：公衆の被ばく線量評価, 中島敏行編 緊急時における線量評価と安全への対応, 放射線医学総合研究所, 17-40 (1994)。

三重県保健環境研究所年報
ISSN（国際標準逐次刊行物番号）等履歴

発行年	雑誌名	ISSN	雑誌名	ISSN CODEN
～1998 年	三重県衛生研究所 年報 (～通巻 43 号)	0912-5752	三重県環境科学 センター研究報告 (～通巻 19 号)	0388-2640
1999 年	三重県保健環境研究 所（衛生部門）年報 第 1 号（通巻 44 号）	1345-4595	三重県保健環境研究 所（環境部門）年報 第 1 号（通巻 20 号）	1345-4587
2000 年 (1 冊に統合)	三重県保健環境研究所年報 第 2 号（通巻 45 号）			1346-1001 MHKKCR
2001 年	三重県科学技術振興センター保健環境研究部年報 第 3 号（通巻 46 号）			1346-9517 MHKKCR
2002 年～	三重県科学技術振興センター保健環境研究部年報 第 4 号（通巻 47 号）～			1346-9517 MKGSBH
2008 年～	三重県保健環境研究所年報 第 10 号（通巻 53 号）～			1882-9139 MHKKDS
2017 年～	三重県保健環境研究所年報 第 19 号（通巻 62 号）～			2433-7145 MHKKDS

三重県保健環境研究所年報
第 21 号（通巻第 64 号）

2019 年

発行年月 令和元年 12 月（2019.12）

編集発行 三重県保健環境研究所

〒512-1211 三重県四日市市桜町 3684-11

TEL 059-329-3800

FAX 059-329-3004
