

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 20 号 (通巻第 63 号)

2018 年

Annual Report of Mie Prefecture Health and Environment Research Institute

No. 20 (Serial No. 63)

2018



三重県保健環境研究所

はじめに

平成30年度は、三重県の第二次行動計画「みえ県民力ビジョン」後半に入り、「平成」という元号が1年間続く最後の年度となり、また、「平成」から次の新しい時代に橋渡しをする節目の年度となります。

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、昨年2月、県内南勢志摩地域において、麻しんの集団発生事例が起りましたが、関係者の努力によって大規模に発展することなく収束できました。また、本年3月には、沖縄県内で海外からの旅行客の1人が麻しんと診断され、その後、沖縄県を中心に全国に麻しんの感染が拡大していくという事態が起りました。このように感染症事案はいつ、どこで発生するかわからないという恐れが現実のものとなってきています。

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、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、平成30年6月13日に気候変動適応法が公布され、施行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、ここに平成30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。

平成30年10月1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	8
2.3	研修指導	15
2.4	情報の収集・解析・提供	19
2.5	品質マネジメントシステム運用の経過と現状	19
3	学会報告	21
4	他誌掲載論文	23

II 研究報告

1 原著

Human metapneumovirus における G 遺伝子に重複塩基配列を有するウイルスの動向について-三重県 (2016~2017 年)	27
矢野拓弥, 赤地重宏, 松村義晴	

2 ノート

三重県における過去 10 年間の麻しんの血清疫学調査に関する考察 (2008~2017 年)	35
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)	42
矢野拓弥, 赤地重宏, 松村義晴	

家庭用エアゾル製品中のメタノール分析における妨害物質と確認試験についての考察	51
濱口真帆, 内山恵美, 竹内 浩, 林 克弘, 川邊揚一郎, 吉村英基	

7 種防かび剤の一斉分析法についての考察	54
竹内 浩, 清水美緒, 佐藤 誠, 林 克弘, 山本昌宏, 吉村英基	
廃棄物溶出試験における重金属類測定手法の確立に関する研究	57
立野雄也, 柘植 亮, 佐来栄治	
伊勢湾における有機物の分解特性に関する研究.....	63
渡邊卓弥, 谷村讓紀, 奥山幸俊, 国分秀樹, 柘植 亮, 千葉 賢	
三重県北勢地域における大気中のオゾンとホルムアルデヒド, アセトアルデヒドの挙動.....	68
阪本晶子, 佐来栄治, 小河大樹, 寺本佳宏, 西山 亨, 佐藤邦彦, 川合行洋	
外壁材の再生利用に係る安全性についての基礎的調査研究について.....	77
佐藤邦彦, 柘植 亮, 立野雄也, 奥山幸俊, 坂口貴啓, 谷村讓紀	
3 資料	
2017 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	84
矢野拓弥, 楠原 一, 中野陽子, 小林章人, 赤地重宏	
2017 年度の先天性代謝異常等検査の概要.....	89
内山信樹, 小林章人, 中野陽子, 赤地重宏, 山寺基子	
2017年感染症発生動向調査結果	95
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	
三重県における 2017 年度環境放射能調査結果.....	103
西 智広, 森 康則, 一色 博, 吉村英基	
4 データ集	
2017 年度酸性雨調査結果.....	110

I 概要

1 沿革及び組織

1. 1 沿革

1) 衛生研究所

本研究所設立以前は、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所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。

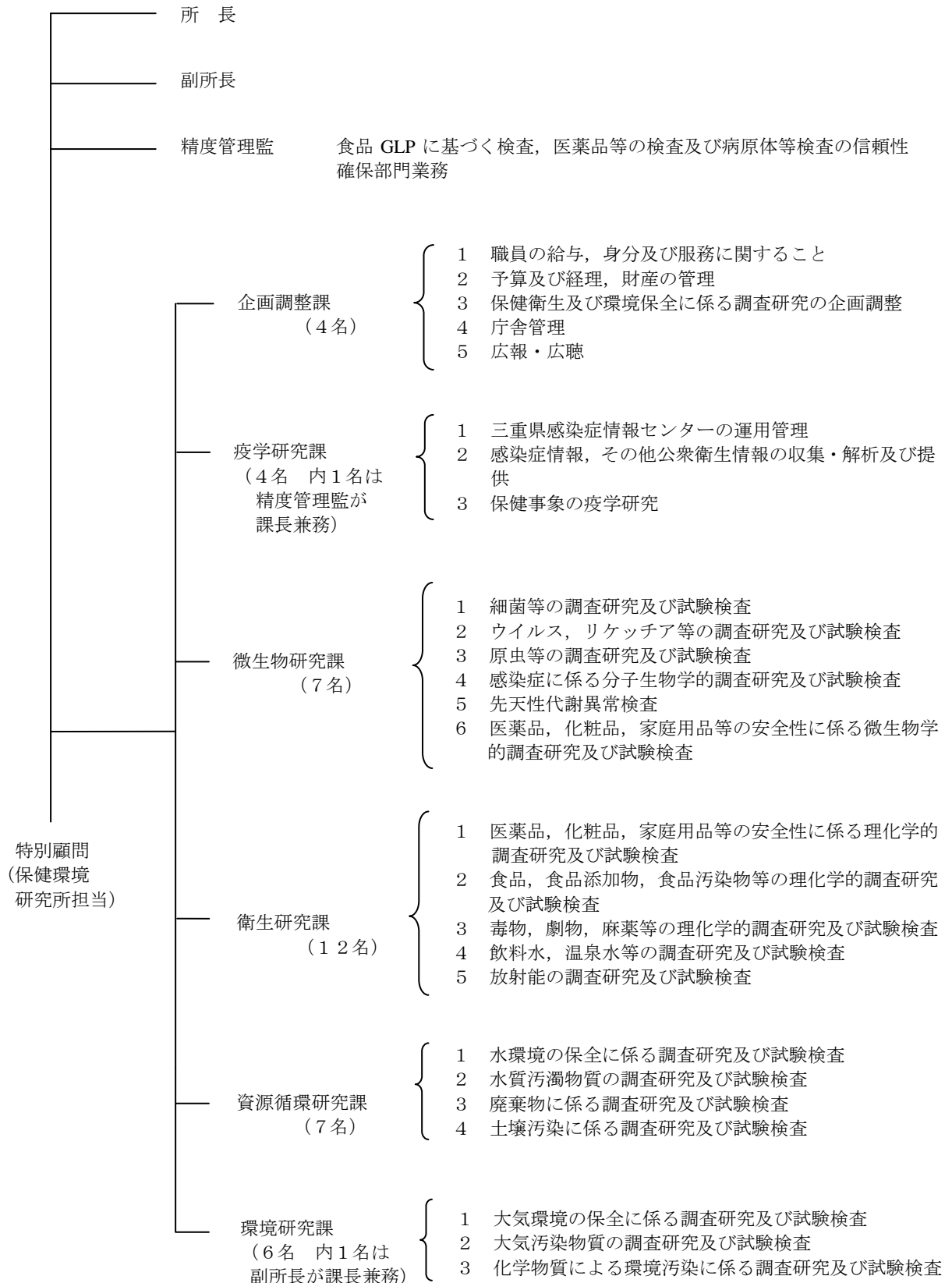
平成 11 年 8 月 13 日 鈴鹿山麓リサーチパーク内（四日市市桜町 3690-1）に新築移転。

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.

(平成 30 年 4 月 1 日現在)

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原因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、老人施設や保育所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地方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) 防かび剤一斉分析法の開発（平成28～29年度）

防かび剤は食品のかび等による腐敗・変敗の防止のため主に輸入農産物に多く使用されている食品添加物であり、食品衛生法第11条第1項においてその規格基準が定められている。現在、食品衛生法で指定されている防かび剤は従来から指定されているオルトフェニルフェノール、ジフェニル、チアベンダゾール、イマザリルに加え、近年、新たにフルジオキシソニル、アゾキシストロビン、ピリメタニルの3物質が追加され計7物質となっている。新たに指定された3物質につ

いては、従来の4物質の一斉分析法とは異なり、各々に個別の試験法が厚生労働省から通知されている。現在、収去検査は従来の4物質のみを対象としているが、県内でも新たに追加された防かび剤7物質を使用する農作物の流通が確認されているため、本研究で新たな物質を含めた防かび剤7物質の一斉分析法を開発し、迅速な結果の提供を行うことで食の安全・安心への貢献を目指すものである。

本研究では、従来から検査対象としている防かび剤4物質に加え、追加指定された3物質を含む7物質の一斉分析法を確立し、試験検査の実施に必要な試験法標準作業手順書を作成する。

(2) 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) 廃棄物溶出試験における重金属類測定手法の確立に関する研究(平成28~29年度)

廃棄物溶出試験において、重金属類(カドミウム、鉛、砒素及びセレン)の測定に用いるICP-MS等の精密分析機器は多元素を同時に高感度で測定できる利点があるものの、検液中の共存物質の影響による干渉作用を受けるため、測定結果に誤差を生じやすいという欠点がある。したがって、廃棄物溶出試験は共存物質の影響除去のために検液の前処理が重要となるが、公定法には明確な前処理手順が示されていないため、多量の共存物質を含有する検液の測定において、現状では結果報告までに時間を要している。共存物質による干渉作用の低減について記述されている文献はあるものの、どのような物質がどの程度共存すると測定結果にどのような影響を及ぼすのかについての実用面での具体性が乏しい。本研究はこれら不明瞭な点を明らかにし、適切に対処できる手法を確立することを目的としている。

これにより、迅速に正確な測定結果が得られ、法令基準への適合性を速やかに判定することができるようになり、廃棄物の処理事業者等に対して迅速な指導を行えるようになるため、廃棄物による周辺環境汚染の未然防止・拡大防止につながる事が期待できる。

(2) 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公定法は、JIS規格K010234.1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。

5) 環境研究課

(1) ジカルボン酸類を利用した PM_{2.5} の発生源寄与解析に関する研究(平成 27~29 年度)

近年、大気中の有機化合物であるジカルボン酸類が、揮発性有機化合物(VOC)の2次生成物の指標として注目されつつある。しかし、ジカルボン酸の分析については、成分分析マニュアルに記載がないのが実情である。

本調査研究では、まず大気中粒子状物質に含まれるジカルボン酸類の分析法を検討するために、イオンクロマトグラフを用いてジカルボン酸類の分析方法の検討を行った。イオンクロマトグラフの条件は、通常業務(大気立入検査やPM_{2.5}中の陰イオン成分分析)で使用している分析条件をあまり変更せず、他の陰イオン成分と同時に分析できるものを検討した。その結果、シュウ酸、マロン酸について、他の陰イオン成分と同時に測定できる方法を確立することができた。

確立した方法を用いて、PM_{2.5}の四季別2週間調査のろ紙を分析したところ、マロン酸については検出しない日が多かったが、シュウ酸については、ほとんどの日で、一定以上の濃度で検出されることがわかった。また、シュウ酸高濃度時は気象条件等から大陸からの原因物質の移流も示唆された。

また、PM_{2.5}の発生源解析の精度を向上するために、これまで使用していたイオン、無機元素、炭素(OC、EC)に、ジカルボン酸類を追加して、実施した。

(2) 大気中のオゾンとホルムアルデヒド、アセトアルデヒドの挙動に関する研究(平成 27~29 年度)

光化学オキシダントは、三重県内の一般環境測定局24局で測定を行っているが、近年、環境基準を達成している測定局はなく、全国的にも達成率が非常に悪い。本研究では、光化学オキシダントの主成分であるオゾンと、オゾンと同様に光化学反応で2次生成すると考えられるホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド(アルデヒド類)との挙動を明らかにしようとしている。

大気のサンプリングには、ポンプを用いて捕集する方法(アクティブ法)とポンプを用いずに捕集する方法(パッシブ法)があり、今回パッシブ法によるオゾンの測定法を確立し、パッシブ法とアクティブ法によるオゾンとアルデヒド類の並行サンプリングを、沿道、市街地、山間部の3地点で、年間を通じて行った。オゾンとアルデヒド類の双方において、パッシブ法とアクティブ法で同様の挙動を示していることを確認した。また、北勢地域の沿道4地点、住宅地10地点、バックグラウンド1地点にて、パッシブ法の24時間サンプリングによる実態調査を行った。オゾン濃度が最も高くなったのは東員町の地点で最も低かったのは桑名市の地点であった。また、アルデヒド類は、四日市市の地点で最も高い傾向が見られた。

また、アクティブ法によりオゾンとアルデヒド類の昼間と夜間の分割サンプリングを行った。オゾン濃度は昼間に高く、中でも日照時間が長く気温の上昇した日の昼間に最も高くなった。アルデヒド類も同日に最も高くなったが、ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドでは異なった挙動が見られた。さらに短時間に分割したサンプリングでも両アルデヒドの増減に違いが見られ、ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドの1日の中で異なる挙動を捉えた。

(3) 全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究会酸性雨全国調査

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6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29年度の測定結果のうち、pHは4.11~6.51の範囲にあり、降水量加重平均値は4.72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、近年では特に光化学オキシダント問題を含め、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。

東海・北陸・近畿支部共同調査研究では、この全国の酸性雨調査に継続して参加すると同時に、現在、独自研究として「雨水中のイオン成分と微量多元素成分の広域調査と長距離輸送の解析」を始めており、「エアロゾル成分分析」について検討している。（共同研究機関：全国環境研協議会東海・近畿・北陸支部所属の 10 地方環境研究機関）

（４）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 大腸菌（群）	鉱水 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951人の検査依頼（1493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	404	ノロウイルス GII	27
糞便	191	ライノウイルス	86
咽頭拭い液	280	ヒューマンメタニューモウイルス	17
血清	155	インフルエンザ AH1pdm09	29
髄液	23	インフルエンザ B 型	28
尿	138	RS ウイルス	20
その他	302	インフルエンザ AH3	76
		日本紅斑熱リケッチア	37
		パラインフルエンザウイルス 1 型	28
		コクサッキーウイルス A6	46
		コクサッキーウイルス A16	10
		その他	198
計	1493		602

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，2017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44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た。2-ME感受性抗体保有豚は38頭中6頭であった。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371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60.6%，風疹96.2%，麻疹99.2%であった。インフルエンザはA/Singapore/GP1908/2015（A/H1N1pdm）31%，A/Hong Kong/4801/2014（A/H3N2）63.1%，B/Texas/2/2013（ビクトリア系統）26.4%，B/Phuket/3073/2013（山形系統）54.2%であった。新型インフルエンザ感染源調査は，冬季に県内の豚を検体に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2017年度は腸管出血性大腸菌40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20検体，牛乳7検体，食肉10検体の合計63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。

2017年度においては，検査依頼検体数は13,595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512件（3.8%），精密検査依頼数は52件（0.38%）であった。内訳は，フェニルケトン尿症4件，メチルマロン酸血症/プロピオン酸血症5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，MCAD欠損症1件，ガラクトース血症5件，先天性副腎過形成症26件，先天性甲状腺機能低下症8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。

2017年度においては，健康福祉部薬務感染症対策課データベースに95件の登録があり，72件の結核菌株もしくは抽出核酸が搬入され71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5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29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	4	—
その他	1	1
計	6	—

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 458検体 (9,485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	0
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	1
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	10	160	0
国産肉	32	485	0
総アフラトキシン	12	48	1

(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	24	24	—
計	458	9,485	2

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、健康福祉部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 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2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。

④ 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	項目数	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

⑤ 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：8ヶ所

平成29年度温泉行政検査（源泉）実施要領等に基づき、主に桑名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：12施設（1次調査）

平成29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。

⑥ 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29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	95	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, あさり, 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-144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29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。

また，平成29年9月の北朝鮮の核実験実施発表への対応のためのモニタリング強化も実施した。

(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29年度は，①蒸発残留物 ②マンガン及びその化合物 ③クロロホルム ④塩素酸 ⑤臭素酸の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29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，5,725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229検体，1,604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29年度は，へい死関係（延べ4検体，151項目）水質汚染事故（延べ5検体，72項目）及び廃棄物関係（2検体，2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

廃棄物の不適正処理現場浸透水について，廃棄物対策局廃棄物監視・指導課が立入し，採取した検体の分析（2検体，8項目）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18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、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 20 検体、有害物質については、窒素酸化物 19 検体、塩化水素 11 検体、硫黄酸化物 10 検体の計 40 検体、VOC について 10 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 9 検体、農薬（チウラム）7 検体、農薬（シマジン、チオベンカルブ）8 検体、有機リン化合物 7 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 29 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シン銅等要監視項目）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 24 箇所

(4) 有害大気汚染物質モニタリング調査

大気汚染防止法の規定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 回モニタリングサンプリングを実施し、以下の項目について分析した。

有害金属類 6 項目（ニッケル、ヒ素、マンガン、クロム、ベリリウム、水銀）、ベンゼン等 VOC 11 項目、アルデヒド類 2 項目、ベンゾ[a]ピレン及び酸化エチレンの計 21 項目

(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 29 年度は、水質、底質の n-ヘキサンについて、分析法開発調査を実施するとともに、初期・詳細環境調査として四日市港の水について、酢酸-2-メトキシエチル等 4 物質、四日市の環境大気についてトルイジン類等 2 物質群の測定分析を、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において、簡易測定を秋季、冬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、一酸化窒素、三酸化窒素）

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
2017.8.24	薬学生インターンシップ	薬学部学生（愛知学院大学、名古屋市立大学、名城大学、金城大学、京都薬科大学）・県庁職員	10名	保健環境研究所	【実習】 衛生研究課 （吉村他） 【見学】 各課
9.13	新医師臨床研修	新任医師（桑名東医療センター、いなべ総合病院）	2名	保健環境研究所	疫学研究課 （山本） 微生物研究課 （赤地）
9.19－9.25	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	微生物研究課 （赤地） 衛生研究課 （竹内他） 資源循環研究課（全員） 環境研究課 （全員）
9.25	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）
10.10	新医師臨床研修	新任医師（桑名東医療センター、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）
10.30	施設見学実習	鈴鹿医療科学大学薬学部	45名	保健環境研究所	各 課
11.18	新医師臨床研修	新任医師（桑名東医療センター、いなべ総合病院）	3名	保健環境研究所	疫学研究課 （畑中） 微生物研究課 （赤地）
12.13	新医師臨床研修	新任医師（三重中央医療センター）	1名	保健環境研究所	疫学研究課 （山本） 微生物研究課 （赤地）
2.9	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 （小林、矢野）

2) 疫学研究課

年月日	内 容	対象者	人 員	場 所	担当職員
2017.7.13	食品衛生施設における業務要領研修会	家畜保健所職員	20名	中央家畜保健衛生所	山本
2017.7.27	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	40名	三重県合同ビル	岩出、畑中
2017.8.21	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	27名	三重県庁	畑中
2017.12.5	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
2018.2.21	次期感染症サーベイランスシステム研修会	保健所職員	18名	吉田山会館	岩出

3) 微生物研究課

年月日	内 容	対象者	人 員	場 所	担当職員
2017.6.8	感染症啓発研修	南伊勢町民	50名	南伊勢町役場 (南勢・南島)	赤地
10.20	生活と環境全国大会	環境技師・行政関係者	100名	四日市市文化会館	赤地
10.27	テロ対策パートナーシップ研修	パートナーシップ協定者	20名	四日市西警察署	赤地
11.27	ノロウイルスリアルタイムPCR研修	国立病院機構三重病院職員	2名	保健環境研究所	楠原
2017.2.9	狂犬病・動物愛護研修	市町関係者	50名	三重県総合文化センター	赤地
2.15	薬事工業会・微生物研究会	品質管理関係者	15名	工業研究所	赤地

4) 衛生研究課

年月日	内 容	対象者	人 員	場 所	担当職員
2017.5.29	第 29 回日本温泉地域学会 研究発表大会	研究者	70 名	津市	森
6.25	第 82 回日本温泉気候物理医 学会総会・学術集会シンポ ジウム	研究者・医師	100 名	北海道	森
6.28	出前トーク (三重県の温泉について)	一般県民	20 名	津市	吉村、森
7.12	出前トーク (三重県の温泉について)	一般県民	25 名	津市	森
7.14	出前トーク (三重県の温泉について)	一般県民	18 名	津市	森
7.26	菰野町職員研修	行政職員	70 名	菰野町	森、西
11.28	健康と温泉フォーラム研 究会	行政職員・事業 者等	58 名	東京都	森
12.21	三重大学農業農村工学キ ャリアアップ演習	学生	18 名	津市	森、西
2018.1.23	レジオネラ対策講習会	事業者	24 名	熊野市	森、川邊

5) 資源循環研究課

年月日	内 容	対象者	人 員	場 所	担当職員
2017.5.29	平成29年度分析講習会	新規採用職員, 水質汚濁防止 法を初めて担 当した職員等	16名	保健環境研究所	佐来、奥山、 坂口、近藤、 谷村、立野、 渡邊
9.25～27	インターンシップ	鈴鹿工業高等専 門学校学生	1名	保健環境研究所	奥山、坂口、 近藤、谷村、 渡邊
11.6	COD及び六価クロムの測定	天津市職員	3名	保健環境研究所	近藤、渡邊

2018.2.26	平成 29 年度 下水道担当 職員研修会	下水道担当職員	45 名	三重県勤労者福 祉会館	谷村、渡邊
-----------	-------------------------	---------	------	----------------	-------

6) 環境研究課

年月日	内 容	対象者	人員	場 所	担当職員
2017.6.9	・工場・事業場排水におけ るBODの簡便な推定法 の開発 ・三重県における微小粒子 状物質 (PM2.5) の状況	三重県環境測定 分析業協議会会 員	13名	プラザ洞津	川合
8.21	行政インターンシップ	学生	3名	保健環境研究所	川合
9.27~29	インターンシップ	鈴鹿工業高等専 門学校学生	1名	保健環境研究所	川合、佐藤、 西山、寺本、 阪本、小河
2018.3.12	京都大学大学院フィールド 視察 (ICETT)	京都大学学生、留 学生等	23名	保健環境研究所	佐藤、西山、 寺本

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（23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114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114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29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28年～29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、審査機関の存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んでいる。

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) 畑中秀康：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29年度地方衛生研究所全国協議会東海・北陸支部保健情報疫学部会（2017.10.12-13 岐阜県）。

3.2 微生物研究課

- 1) 楠原 一，赤地重宏：2016/17 シーズンに小児の感染性胃腸炎患者から検出されたノロウイルスについて－三重県，第63回東海公衆衛生学会（2017.7.15 三重県）。
- 2) 高野友美¹⁾，平松香菜恵¹⁾，松山美冬¹⁾，武藤かりん¹⁾，松本有加¹⁾，土岐朋義¹⁾，楠原 一，宝達 勉¹⁾：ネコノロウイルス(FNoV)感染ネコにおける同一ウイルス株の再感染について，第160回日本獣医学会学術集会（2017.9.13-15 鹿児島県）。
1)北里大学獣医学部
- 3) 赤地重宏，楠原 一：過去10年間の三重県における日本紅斑熱発生状況，平成28年度獣医学術近畿地区学会（2017.10.8 大阪府）
- 4) 矢野拓弥：呼吸器症状を呈した小児患者から検出されたヒトコロナウイルス（66症例）の流行疫学-三重県，第50回日本小児呼吸器学会（2017.11.10-11 東京都）。
- 5) 楠原 一，矢野拓弥：麻疹および風疹ウイルスの遺伝子検査におけるリアルタイムRT-PCR法の導入，第70回三重県公衆衛生学会（2018.1.19 津市）。
- 6) 米川 徹，楠原 一，永井祐樹，赤地重宏：犬および猫の腸管由来病原微生物の公衆衛生学的問題に関する研究－猫から検出されたネコノロウイルスの性状について－，第47回東海乳酸菌研究会研究報告（2018.2.3 愛知県）。
- 7) 矢野拓弥：三重県におけるインフルエンザの流行状況（2017/18 シーズン），地方衛生研究所全国協議会東海・北陸支部微生物部会（2018.3.1-2 岐阜県）。
- 8) 楠原 一：三重県における2017年感染症発生動向調査結果について，地方衛生研究所全国協議会東海・北陸支部微生物部会（2018.3.1-2 岐阜県）。
- 8) 赤地重宏：三重県における2017年食中毒発生状況および腸管系病原細菌検出状況，地方

衛生研究所全国協議会東海・北陸支部微生物部会（2018.3.1-2 岐阜県）。

3.3 衛生研究課

- 1) 森 康則，犬飼健自¹⁾，一色 博，今井奈妙²⁾：自律神経機能と感情尺度に着目したヒノキ製浴槽の入浴，第82回日本温泉気候物理医学会総会・学術集会(2017.6.24 北海道)。
1) 三重大学医学部附属病院，2) 三重大学医学部
- 2) 一色 博，林 克弘：特定原材料のスクリーニング検査における検出状況（2006～2016年度）平成29年度食品衛生監視員研修会(2017.7.7 津市)。
- 3) 森 康則，西 智広，吉村英基：三重県における温泉利用施設の浴槽水質検査から推測される利用状況と地域特性，第70回日本温泉科学大会 (2017.9.7 栃木県)。

3.4 資源循環研究課

- 1) 立野雄也，柘植 亮¹⁾，佐来栄治：廃棄物溶出試験における重金属類測定手法の確立に関する研究，第32回全国環境研協議会東海・近畿・北陸支部 支部研究会（2018.1.25-25 奈良県）。
1) 三重県環境生活部

3.5 環境研究課

- 1) 西山 亨，寺本佳宏，北見康子¹⁾，梅田真希²⁾，木戸瑞佳³⁾，山神真紀子⁴⁾，山本真緒⁵⁾，西村理恵⁶⁾，中坪良平⁷⁾，船木大輔⁸⁾，力 寿雄⁹⁾，菅田誠治¹⁰⁾：2017年2月におけるPM_{2.5}高濃度事例の解析②，第58回大気環境学会年会（2017.9.6-8 神戸市）。
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) 富山県環境科学センター，4) 名古屋市環境科学調査センター，5) 奈良県景観・環境総合センター，6) 大阪府立環境農林水産総合研究所，7) 兵庫県環境研究センター，8) 島根県保健環境科学研究所，9) 福岡県保健環境研究所，10)国立環境研究所
- 2) 寺本佳宏，西山 亨，阪本晶子，佐藤邦彦，岩崎誠二，川合行洋：三重県におけるPM_{2.5}の状況について，第58回大気環境学会年会（2017.9.6-8 神戸市）。
- 3) 岩崎 綾¹⁾，堀江洋佑²⁾，西山 亨，久恒邦裕³⁾，友寄喜貴¹⁾，河野明大⁴⁾，須藤欣一⁵⁾，船越吾朗⁶⁾：全国酸性雨調査(97)－湿性沈着－，第58回大気環境学会年会（2017.9.6-8 神戸市）。
1) 沖縄県衛生環境研究所，2) 兵庫県環境研究センター，

- 3) 名古屋市環境科学調査センター, 4) 徳島県立保健製薬環境センター, 5) 環境省
- 4) 木戸瑞佳¹⁾, 山神真紀子²⁾, 成田弥生³⁾, 梅田真希⁴⁾, 西山 亨, 西村理恵⁵⁾, 中坪良平⁶⁾, 山本真緒⁷⁾, 船木大輔⁸⁾, 山村由貴⁹⁾, 土肥正敬¹⁰⁾, 菅田誠治¹¹⁾: 2016年4月におけるPM_{2.5}高濃度事例の解析, 第58回大気環境学会年会(2017.9.6-8 神戸市).
- 1) 富山県環境科学センター, 2) 名古屋市環境科学調査センター, 3) 山形県環境科学研究センター, 4) 群馬県衛生環境研究所, 5) 大阪府立環境農林水産総合研究所, 6) 兵庫県環境研究センター, 7) 奈良県景観・環境総合センター, 8) 島根県保健環境科学研究所, 9) 福岡県保健環境研究所, 10) 長崎県環境保健研究センター, 11) 国立環境研究所
- 5) 西村理恵¹⁾, 福山由依子¹⁾, 鳴海 史²⁾, 成田弥生³⁾, 木戸瑞佳⁴⁾, 牧野雅英⁵⁾, 吉田 勤⁶⁾, 石川千晶⁷⁾, 長谷川就一⁸⁾, 堀本泰秀⁹⁾, 寺本佳宏, 中坪良平¹⁰⁾, 山神真紀子¹¹⁾, 船木大輔¹²⁾, 土肥正敬¹³⁾, 松本弘子¹⁴⁾, 菅田誠治¹⁵⁾: 2016年5月におけるPM_{2.5}高濃度事例の解析, 第58回大気環境学会年会(2017.9.6-8 神戸市).
- 1) 大阪府立環境農林水産総合研究所, 2) 岩手県環境保健研究センター, 3) 山形県環境科学研究センター, 4) 富山県環境科学センター, 5) 石川県保健環境センター, 6) 札幌市衛生研究所, 7) 仙台市衛生研究所, 8) 埼玉県環境科学国際センター, 9) 千葉県環境研究センター, 10) 兵庫県環境研究センター, 11) 名古屋市環境科学調査センター, 12) 島根県保健環境科学研究所, 13) 長崎県環境保健研究センター, 14) 福岡市保健環境研究所, 15) 国立環境研究所
- 6) 成田弥生¹⁾, 飯島史周²⁾, 梅田真希³⁾, 長谷川就一⁴⁾, 山神真紀子⁵⁾, 寺本佳宏, 山本真緒⁶⁾, 西村理恵⁷⁾, 中坪良平⁸⁾, 船木大輔⁹⁾, 力 寿雄¹⁰⁾, 菅田誠治¹¹⁾: 2016年7月におけるPM_{2.5}高濃度事例の解析, 第58回大気環境学会年会(2017.9.6-8 神戸市).
- 1) 山形県環境科学研究センター, 2) 栃木県保健環境センター, 3) 群馬県衛生環境研究所, 4) 埼玉県環境科学国際センター, 5) 名古屋市環境科学調査センター, 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) 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
- 7) 中川修平¹⁾, 船木大輔²⁾, 中坪良平³⁾, 西村理恵⁴⁾, 山本真緒⁵⁾, 西山 亨, 山神真紀子⁶⁾, 菅

田誠治⁷⁾: 2016年12月及び2017年2月におけるPM_{2.5}高濃度事例の解析①, 第58回大気環境学会年会(2017.9.6-8 神戸市).

- 1) 福岡県保健環境研究所, 2) 島根県保健環境科学研究所, 3) 兵庫県環境研究センター, 4) 大阪府立環境農林水産総合研究所, 5) 奈良県景観・環境総合センター, 6) 名古屋市環境科学調査センター, 7) 国立環境研究所
- 8) 石井克巳¹⁾, 北見康子²⁾, 長谷川就一³⁾, 梅田真希⁴⁾, 木戸瑞佳⁵⁾, 西村理恵⁶⁾, 池盛文数⁷⁾, 西山 亨, 山本真緒⁸⁾, 中坪良平⁹⁾, 船木大輔¹⁰⁾, 山村由貴¹¹⁾, 浅川大地¹²⁾, 菅田誠治¹³⁾: 2016年12月におけるPM_{2.5}高濃度事例の解析②, 第58回大気環境学会年会(2017.9.6-8 神戸市).
- 1) 千葉県環境研究センター, 2) 茨城県霞ヶ浦環境科学センター, 3) 埼玉県環境科学国際センター, 4) 群馬県衛生環境研究所, 5) 富山県環境科学センター, 6) 大阪府立環境農林水産総合研究所, 7) 名古屋市環境科学調査センター, 8) 奈良県景観・環境総合センター, 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) 大阪市立環境科学研究所, 13) 国立環境研究所
- 9) 佐藤邦彦, 柘植 亮¹⁾, 奥山幸俊, 坂口貴啓, 谷村讓紀, 立野雄也: 外壁材の再生利用に係る安全性についての基礎的調査研究, 第28回廃棄物資源循環学会研究発表会(2017.9.6-8 東京都).
- 1) 三重県環境生活部

4 他誌掲載論文

4. 1 微生物研究課

1) 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

矢野拓弥¹⁾, 中野陽子¹⁾, 楠原 一¹⁾, 赤地重宏¹⁾, 天野秀臣¹⁾, 米川 徹¹⁾, 館 和宏²⁾, 町田祐子³⁾, 栗原康輔³⁾, 渥美伸一郎³⁾, 落合 仁⁴⁾, 酒徳浩之⁵⁾, 谷口清州⁶⁾, 菅 秀⁶⁾, 吉澤恵美⁷⁾, 岡部世里佳⁷⁾, 大里奈々⁷⁾, 上嶋美佳⁷⁾, 河合信哉⁷⁾, 平岡 稔⁸⁾, 渡邊裕伸⁸⁾, 井上恵理⁸⁾, 杉野愛絵⁸⁾, 英 礁子⁸⁾, 林 宣男⁸⁾, 豊永重詞⁹⁾, 水谷加奈子⁹⁾, 三浪綾子⁹⁾, 西川 舞⁹⁾, 水谷 瞳⁹⁾, 鈴木まき⁹⁾

¹⁾三重県保健環境研究所, ²⁾たちこどもクリニック, ³⁾独立行政法人地域医療機能推進機構 四日市羽津医療センター, ⁴⁾落合小児科医院, ⁵⁾さかとおく小児科, ⁶⁾独立行政法人国立病院機構 三重病院, ⁷⁾四日市市保健所, ⁸⁾三重県鈴鹿保健所, ⁹⁾三重県伊勢保健所
病原微生物検出情報誌, **38**, 227-229, 2017.

【要旨】

2017年7月上旬に三重県北勢地域 A 市の保育所で A (H1N1) pdm09 ウイルスによる集団感染が発生し, さらに同地域の B 市においても同ウイルスによる感染者が確認された. その後, 2017年8月下旬~9月上旬(第35~37週)にかけて伊勢志摩地域で呼吸器症状を呈した患者から, A (H1N1) pdm09 ウイルスが分離・検出された. 2017年7~9月の A (H1N1) pdm09 ウイルス株について HA 遺伝子系統樹解析を実施したところ, すべて HA 遺伝子系統樹上のクレード 6B.1 (共通アミノ酸置換: S84N, S162N, I216T) に属し, さらに, アミノ酸置換 (S74R, I295V) を有する集団に属していた. また, 保育所での集団感染事例から分離された A (H1N1) pdm09 ウイルス株には前述のアミノ酸置換に加えて2つのアミノ酸置換 (P137S, A197T) を有する特徴がみられた. 一方, 8月下旬~9月上旬に分離された同ウイルス株はアミノ酸置換 (S164T) を有していた.

2) 過去 10 年間の三重県における日本紅斑熱発生状況

赤地重宏, 楠原 一

三重県保健環境研究所

三重県獣医師会報 しろちどり, **34**, 15-16, 2017.

【要旨】

日本紅斑熱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おいて第4類に指定されているマダニ媒介性感染症であり, 近年患者発生数が全国的に増加傾向にある. 三重県においては 2007 年より検査体制を構築し, 感染症発生動向調査事業に基づく検査を実施してきた. 過去 10 年間に於いて三重県での日本紅斑熱患者数が全国 1 位となった年数は 9 回であり, 全国で最も患者発生数の多い自治体となっている. そこで, 過去 10 年間の三重県における日本紅斑熱の発生状況からその傾向, 要因等について検討を行った. ヒト検体における調査については感染症発生動向調査事業により当所に搬入された検体(血液, 刺し口痂皮等皮膚材料, 血清(急性期, 回復期))を対象とした. 検査方法については, 国立感染症研究所の「紅斑熱群リケッチア検査マニュアル」により, PCR 法による抗原検査および蛍光抗体法による抗体検査を中心に実施した. 判定は日本紅斑熱届出基準に基づき, 提出された検体において基準を満たしたもののみを陽性と判定した. また, 県下 6 地点においてマダニを採取し, *R. japonica* 保有状況についても調査した. 結果, 過去 10 年間に於いて, 565 例中 372 例が届出基準を満たし日本紅斑熱陽性と判定された. 検体別では痂皮等皮膚材料および回復期血清抗体の検出感度が高かった. 各年の患者数は若干の変動があるものの 20~51 例の間で推移していた. 患者居住地域については県内において偏在性が確認され, 10 年の間に地域の拡大傾向が認められた. 市町別に患者の発生状況を検討したところ患者居住地域の偏在性と同様, 市町別の発生率が大きく異なることが判明した. 患者発生市町 4 地点および患者非発生市町 2 地点において採取したマダニ類において *Rickettsia* 属保有状況を調

査したところ、患者発生市町である D 町において環境中捕獲個体および同町内で捕獲されたニホンジカ付着個体より *Rickettsia japonica* 特異遺伝子が検出された。

3) Viral shedding and clinical status of feline–norovirus–infected cats after reinfection with the same strain

Tomomi TAKANO¹⁾, Kanae HIRAMATSU¹⁾, Mifuyu MATSUYAMA¹⁾, Karin MUTOH¹⁾, Yuka MATSUMOTO¹⁾, Toshifumi FUKUSHIMA¹⁾, Tomoyoshi DOKI¹⁾, Hajime KUSUHARA²⁾, Tsutomu HOHDATSU¹⁾

1) Laboratory of Veterinary Infectious Disease, School of Veterinary Medicine, Kitasato University 2) Mie Prefecture Health and Environment Research Institute

Arch. Virol., **163**, 1503-1510, 2018.

【Abstract】

Norovirus (NoV) infection is the most common cause of acute gastroenteritis in humans of all ages worldwide. When cats are experimentally infected with feline norovirus (FNoV), they develop symptoms of acute gastroenteritis. Therefore, FNoV infection may serve as an animal model for the disease caused by human norovirus infection. In this study, we examined whether FNoV of cats infected with genogroup GVI are protected from reinfection with the same strain. The blood anti-FNoV IgG level was inversely correlated with the viral load in stool samples and the clinical score of FNoV-infected cats, but complete prevention of reinfection was not observed. These findings were similar to the results of a reinfection experiment with NoV in human volunteers.

4. 2 衛生研究課

1) Changes in Core and Skin Temperatures, Skin Blood Flow, and Subjective Responses during Sauna at a Radioactive Spring

Yasunori MORI¹⁾, Akira DEGUCHI²⁾, Chihiro MIWA³⁾, Hiroya SHIMASAKI²⁾, Takeshi NAKAMURA²⁾, Maho HAMAGUCHI¹⁾, Hiroshi ISSHIKI¹⁾

¹⁾ Mie Prefecture Health and Environment Research Institute, ²⁾ Oyamada Memorial Spa Hospital, ³⁾ Aichi Medical College for Physical and Occupational Therapy

J. Balneol. Climatol. Phys. Med., **80**, 144-154, 2017.

【Abstract】

Radon is a major feature of radioactive springs. According to an official notification article in Japan, bathing in radioactive springs may alleviate the effects of hyperuricemia (gout), rheumatoid arthritis, and ankylosing spondylitis. This study focuses on changes in the body during the use of a low-temperature sauna at a radioactive hot spring. In this study, we measured the core temperature, skin temperature, and skin blood flow, and performed an emotional assessment (Mood Check List-Short form.2 (MCL-S.2), Visual Analog Scale (VAS), and Numerical Rating Scale (NRS)) in individuals using a sauna at a radioactive spring. Eight healthy adults participated in this study. All participants partook in two sauna interventions, including one sauna with a high radon concentration (approximately 710 Bq/m³) and one with a low radon concentration (approximately 140 Bq/m³). The indoor temperature and relative humidity of the sauna room were approximately 38°C and 78%, respectively. All participants remained in the sauna room for 40 min, and then rested in an antechamber for 40 minutes. Comparing the MCL-S.2 scores, a significant increase was observed in the pleasantness score in the radon intervention. In addition, after comparing the VAS scores, significant improvements in the feelings of coldness and stress were observed only in the radon intervention. Moreover, skin blood flow increased for a longer duration in the radon sauna intervention than the control intervention. The results suggest that using radon saunas gives rise to

positive effects, including reducing coldness, feelings of stress, and promoting blood circulation.

2) 三重県菰野町内のウォーキングプログラムによる唾液中コルチゾールと感情尺度の変化

森 康則¹⁾, 美和千尋²⁾, 出口 晃³⁾, 前田一範³⁾, 中村 毅³⁾, 浜口 均³⁾, 水谷真康³⁾, 島崎博也³⁾, 水野圭祐³⁾, 一色 博¹⁾, 川村直人³⁾

¹⁾三重県保健環境研究所, ²⁾愛知医療学院短期大学, ³⁾ 小山田記念温泉病院

日本温泉気候物理医学会雑誌, **80**, 135-143, 2017.

【要旨】

三重県を代表する温泉保養地のひとつである菰野町では, 温泉地およびその周辺健康資源としての活性化を目指した様々な取組が進められており, その取組の一環として, 菰野町内におけるウォーキングプログラムが実施されている. 本研究では, このウォーキングプログラムによるリラックス効果に着目し, ウォーキングプログラム前後における唾液中コルチゾール濃度と感情尺度の変化について, 調査を行った.

本研究の協力が得られた成年を被験者とし, 全行程約7 kmの2種類のコースのウォーキングプログラムを実施させた. 実施前後の唾液中コルチゾール濃度, Mood Check List-Short for m. 2 (MCL-S.2) と Visual Analog Scale (VAS) による感情尺度をそれぞれ測定し, 前後比較を行った.

調査の結果, 2種類のコースのいずれにおいても, プログラム実施後の唾液中コルチゾール濃度は, 対照としての安静時のコルチゾール濃度に比べて, 有意に減少した. コルチゾールは, 交感神経優位の際に分泌される副腎皮質ホルモンで, 低値を示す方が心理的にリラックスした状態とされることから, ウォーキングプログラムにより被験者のリラックス感が促されたことが示唆された. また, MCL-S.2による感情尺度評価では, 「菰野富士コース」で「快感情」と「リラックス感」のスコアの上昇と「不安感」のスコアの低下, VASでは, 「菰野富士コース」と「鶴川原コース」で, ポジティブな感情スコアの増加と, ネガティブな感情スコアの減少が, それぞれ有意に認められた.

これらの結果から, 菰野町内で実施されているウォーキングプログラムには, リラックス感の促進等の心理的な有用性が示唆された.

3) 平成29年度厚生労働科学研究 (健康安全・危機管理対策総合研究事業)

公衆浴場等施設の衛生管理におけるレジオネラ症対策に関する研究

分担研究報告書: pH10の温泉におけるモノクロラミン消毒

泉山信司¹⁾, 長岡宏美²⁾, 柳本恵太³⁾, 堀内雅人³⁾, 山上隆也³⁾, 植松香星³⁾, 久田美子³⁾, 森 康則⁴⁾, 杉山寛治⁵⁾, 田中慶郎⁵⁾, 市村祐二⁶⁾

¹⁾国立感染症研究所, ²⁾静岡県環境衛生科学研究所, ³⁾ 山梨県衛生環境研究所, ⁴⁾ 三重県保健環境研究所, ⁵⁾ 株式会社マールマ, ⁶⁾ ケイ・アイ化成株式会社

厚生労働科学研究費補助金 (健康安全・危機管理対策総合研究事業) 平成29年度 総括・分担研究報告書, 20-24, 2018.

【要旨】

pHが高い温泉では遊離塩素消毒に困難をきたしており, 代替方法として, 結合塩素 (モノクロラミン) による消毒に期待が寄せられている. これまでpH8ないし9の浴場施設では消毒効果が確認されているが, さらに高pHにおける効果は未確認である. 本研究では, pH10程度の温泉施設において, モノクロラミン消毒の実証試験を行った. 試験期間は6週間とした. 試験前に1回, 期間中は1週間に1回, 営業終了後に浴槽水の採水および配管のふきとりを行い, レジオネラ属菌は検出されなかった. レジオネラ属菌増殖の温床となるアメーバ, 衛生指標菌である大腸菌群も不検出であった. 一般細菌数と従属栄養細菌数は, モノクロラミン導入前後を比較すると, いずれも減少した. モノクロラミン消毒は, pH10程度の高pHであっても効果があり, 良好な衛生状

態を維持することができた。

4. 3 環境研究課

1) <特集>第5次酸性雨全国調査報告書（平成27年度）

全国環境研協議会 酸性雨広域大気汚染調査研究部会

解析委員（執筆担当） 西山 亨 他

全国環境研会誌，42(3)（通巻144号），2-45(83-126)，2017

【要旨】

全国環境研協議会による酸性雨全国調査は1991年度からの第1次調査に始まり，現在2009年度からの第5次調査を実施している。第1次調査では，ろ過式採取法による降水の調査を行い，第2次調査では流跡線解析による酸性雨物質の移流の可能性を調査し，第3次調査では，湿性沈着調査（降水時開放型捕集装置）に加えて乾性沈着調査（4段ろ紙法）を行い，第4次調査では，第3次調査に加えてパッシブ法を導入して調査を行ってきた。

第5次調査の目的は，日本全域における酸性沈着による汚染の実態を把握することであり，①国際標準の方法である降水時開放型捕集装置（ウェットオンリーサンプラー）による湿性沈着の把握，②自動測定機，国際的モニタリングネットワークでも用いられているフィルターパック法およびパッシブ法による乾性沈着成分（ガス／エアロゾル）濃度の把握，③インファレンシャル法による乾性沈着速度算出および乾性沈着量評価，以上の3つが主なテーマである。第5次調査の特徴としては，①第4次調査から準備年をおかずに継続していること，②パッシブ法を0式に統一することにより，広域の解析・とりまとめを目指すこと，③アンモニア・アンモニウム成分ごとの評価をめざすことなどがあげられる。平成27年度は，第5次調査の最終年であり，今回の報告書は6年間に渡る第5次調査のまとめでもある。

この調査研究は，全国約60の地方環境研究所との共同調査研究である。

II 研究報告

原 著

Human metapneumovirus における G 遺伝子に 重複塩基配列を有するウイルスの動向について -三重県(2016~2017年)

矢野拓弥, 赤地重宏, 松村義晴

Nucleotide Duplication in the G Gene of Human metapneumovirus Circulating -Mie Prefecture, Japan, (2016~2017)

Takuya YANO, Shigehiro AKACHI and Yoshiharu MATSUMURA

近年のHuman metapneumovirus(HMPV)の流行疫学を把握するために、三重県感染症発生動向調査事業において、2016年1月~2017年12月に三重県内の医療機関を受診した呼吸器症状患者483名を対象に調査を実施した。HMPV陽性者は483名中36名(7.5%)であった。採取年別のHMPV陽性者数は2016年31名、2017年5名であった。

調査期間中に検出された一部のHMPVについてG遺伝子系統樹解析によるサブグループ分類を実施した。サブグループの分類内訳はA2b(7件)、B1(4件)、B2(2件)であった。HMPVのサブグループA2bに分類された7件のうち3件は、G遺伝子内に180塩基の重複配列が挿入される変化を有しており、県内での浸潤状況および臨床的意義を明らかにするためにも、今後の継続的な調査が必要であると考えられた。

キーワード：急性呼吸器感染症, Human metapneumovirus, 流行疫学, 遺伝子系統樹解析

はじめに

急性呼吸器感染症(Acute Respiratory Infections: ARI)の起因ウイルスの一つであるHuman metapneumovirus(HMPV)は、2001年にオランダのvan den Hoogenらが、急性呼吸器症状を呈する小児の鼻咽腔吸引液から初めて発見¹⁾したウイルスである。日本国内では2003年に初めて宮城県において急性呼吸器症状を呈した小児の散発例からHMPVが検出された²⁾。その後、2004年には広島県で国内初の地域流行事例が報告³⁾された。

HMPVはPneumoviridae科のMetapneumovirus属に分類される一本鎖RNAウイルスであり^{1, 4)}、HMPVの血清型は1種類であるが、遺伝子配列比較によりAおよびBの2種類の遺伝子群に分けられる⁵⁻⁷⁾。これらのHMPVの遺伝子群(AおよびB)は、それぞれ2つの遺伝子亜群(A1, A2, B1,

B2)に分類される⁸⁾。さらにHMPV遺伝子亜群のA2は2つのクラスター(A2a, A2b)に分類され、現在のところ5種類(A1, A2a, A2b, B1, B2)の系統に分類されることが判明している⁷⁾。

そこで、我々は今後のHMPV流行動態の解明への一助となるよう、本県で明らかにされていないHMPVのクラスター別の浸潤状況を究明するため、乳幼児のARI患者を中心とした本ウイルスの動向調査を行ったので概要を以下に報告する。

対象と方法

1. 調査対象

2016年1月~2017年12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(12施設)を受診した呼吸器症状患者483名(インフルエンザと診断された者を除く)から得られた患者臨床検体(鼻汁, 咽頭拭い液, 気管吸引液)をHMPV発

生動向調査の対象とした。採取年別の検査人数は2016年264名、2017年219名であった。

なお、本調査には医療機関における施設内集団感染事例（2事例）が含まれる。

2. HMPVおよび他の呼吸器系ウイルスの検出

患者臨床検体から QIAamp Viral RNA Mini Kit (QIAGEN) を用いて抽出した RNA は使用時まで -80°C に保存した。HMPV 遺伝子の検出には国立感染症研究所のウイルス検査マニュアル⁹⁾に記載の Conventional-RT-PCR 法により HMPV-F 遺伝子の検出を実施した。

HMPV 以外の呼吸器系ウイルスの検出には、国立感染症研究所のウイルス検査マニュアルおよび論文で公表されている方法に準拠した。検出を試みたウイルスはインフルエンザウイルス C 型¹⁰⁾、RS ウイルス¹¹⁾、ボカウイルス¹²⁾、パラインフルエンザウイルス¹³⁻¹⁵⁾、コロナウイルス^{15,16)}、エンテロウイルス¹⁷⁾、ライノウイルス^{17,18)}、アデノウイルス¹⁹⁾ およびパレコウイルス²⁰⁾ を対象とし、各ウイルスの特異的遺伝子を PCR 法により検出を試みた。

なお、対象となった協力者あるいは小児の保護者から患者情報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。

3. 遺伝子系統樹解析

HMPV の F 遺伝子配列はグループ A と B の間では相同性が非常に高いが、一方で G 蛋白の遺伝子配列においては、グループ A と B の相同性が低いことから、より詳細なクラスター分類が可能である^{21,22)}。今回、検出された一部の HMPV について、既出論文による方法²³⁾により G 遺伝子の塩基配列の決定を行い、系統樹解析を実施した。

G 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。G 遺伝子系統樹の作成には、近隣結合法 (Neighbor-Joining : NJ 法) により行い、Bootstrap test は 1,000 回行った。

結果

1. HMPV検出状況

2016年～2017年に採取された483名の協力者の検体を用いてHMPV-F遺伝子の検出を実施した。なお、HMPVのみ単独で検出された患者を陽性者とした。年別のHMPV陽性者数は2016年31名（11.7%）、2017年5名（2.3%）の計36名（7.5%）であり、その性別は男性15名、女性21名であった。

これらのHMPV陽性者の月別検出数をTable1に示した。調査期間中のHMPV陽性者の検出月は、

Table 1. Number of HMPV positive patients by month of specimen collection from patients (January,2016～December,2017)

Month	Year of sample collection		Total	Positive patient number (%)
	2016	2017		
Jan.	17	14	31	0 (0)
Feb.	30	17	47	3 (6.4)
Mar.	32	23	55	5 (9.1)
Apr.	25	19	44	2 (4.5)
May	28	19	47	6 (12.8)
June	21	20	41	1 (2.4)
July	21	13	34	3 (8.8)
Aug.	23	21	44	6 (13.6)
Sep.	25	22	47	4 (8.5)
Oct.	24	17	41	4 (9.8)
Nov.	9	18	27	2 (7.4)
Dec.	9	16	25	0 (0)
Total	264	219	483	36 (7.5)

2月3名(6.4%)、3月5名(9.1%)、4月2名(4.5%)、5月6名(12.8%)、6月1名(2.4%)、7月3名(8.8%)、8月6名(13.6%)、9月4名(8.5%)、10月4名(9.8%)、11月2名(7.4%)、1月および12月は不検出であった。

検出されたHMPV陽性者の年齢構成は0歳児9名(25%)、1歳児5名(13.9%)、2歳児5名(13.9%)、3歳児3名(8.3%)、4歳児3名(8.3%)、5歳児2名(5.6%)、6歳児以上9名(25%)であった。

2. HMPV陽性者における他種ウイルスの重複検出例

HMPVと同時に他の呼吸器系ウイルスが検出された重複検出例は以下のとおりである。

HMPVのほかに、他の1種類のウイルスが検出された内訳は、パラインフルエンザウイルス18名、ライノウイルス15名、RSウイルス5名であった。コロナウイルス、パレコウイルス1型およびエコーウイルス3型は各々1名から検出された。

HMPVのほかに、他の2種類のウイルスが検出された内訳は、パラインフルエンザウイルス+RSウイルス3名であった。コロナウイルス+ライノウイルス、エコーウイルス6型+パラインフルエンザウイルス、パラインフルエンザウイルス+ライノウイルス、パレコウイルス6型+RSウイルス、ライノウイルス+RSウイルスおよびパラインフルエンザウイルス+パレコウイルス1型は各々1名からの検出であった。

3. HMPV陽性者の臨床診断名および発熱の程度

HMPV陽性者の臨床診断名は気管支炎21名(58.3%)、上気道炎7名(19.4%)、細気管支炎4名(11.1%)、咽頭炎2名(5.6%)、喉頭炎2名(5.6%)であり、下気道炎症状(気管支炎、細気管支炎)からは25名(69.4%)検出された(Table2)。

HMPV陽性者の医療機関受診時の平均体温は

Table 2. Clinical diagnosis of HMPV positive patients (January,2016~December,2017)

Clinical diagnosis	Positive patient number in 2016 and 2017		Positive patient number (%)
	2016	2017	
Bronchitis	17	4	21(58.3)
Upper respiratory infection	7	0	7(19.4)
Bronchiolitis	4	0	4(11.1)
Pharyngitis	1	1	2(5.6)
Laryngitis	2	0	2(5.6)
Total	31	5	36

38.5±1.23℃であった。受診時の体温は36℃台5名(13.9%)、37℃台2名(5.6%)、38℃台15名(41.7%)、39℃台12名(33.3%)、40℃台2名(5.6%)であった。

4. HMPV 遺伝子系統樹解析

今回、HMPV陽性者のうち13名から得られたHMPVのG遺伝子の塩基配列を解析し、クラスタ分類を行った。その結果は以下のとおりである(Fig1)。

本ウイルスのG遺伝子におけるサブグループ分類内訳はA2b(7件)、B1(4件)、B2(2件)であった。

採取年別の検出状況は、2016年はA2b(7件)、B1(3件)であった。2017年の検出状況はB1(1件)、B2(2件)であった。

2016年の採取月別の検出数は、A2bは2月(2件)、3月(2件)および5月(3件)の検出であった。B1は2月、5月および6月に各1件検出された。

2017年の採取月別検出数は、B1は1月(1件)であった。B2は1月(1件)、3月(1件)の検出であった。

検出された7件のA2bのうち3件(42.9%)は、G遺伝子内に180塩基の同一配列の繰り返しとなる重複配列が挿入される変化を有していた。

5. 医療機関内集団感染事例の概要

2016年の初夏および夏季に県内の2つの医療機関(精神科)の入院患者において、急性呼吸器症状を呈した複数の患者が発生し、これらの一部の患者よりHMPVが検出された。以下にHMPV施設内集団感染事例(2事例)の概要について示した。

1) 施設内集団感染事例(事例1)

三重県中部のA市の医療機関(精神科)において、2016年4月下旬から5月中旬にかけて急性呼吸器症状の患者が多数みられた。

本医療機関の入院患者は282名で、疫学調査の結果、そのうち少なくとも26名が発熱および発咳等の症状を呈していた。

本医療機関でインフルエンザウイルス、アデノウイルス、A群溶連菌の検査が実施されたが陰性であった。

本事例で検出されたHMPVについてG遺伝子塩基配列を解析した結果、サブグループA2bに分類された。なお、検出されたウイルスはG遺伝子内に180塩基の重複配列が挿入されていないウイルスであった。

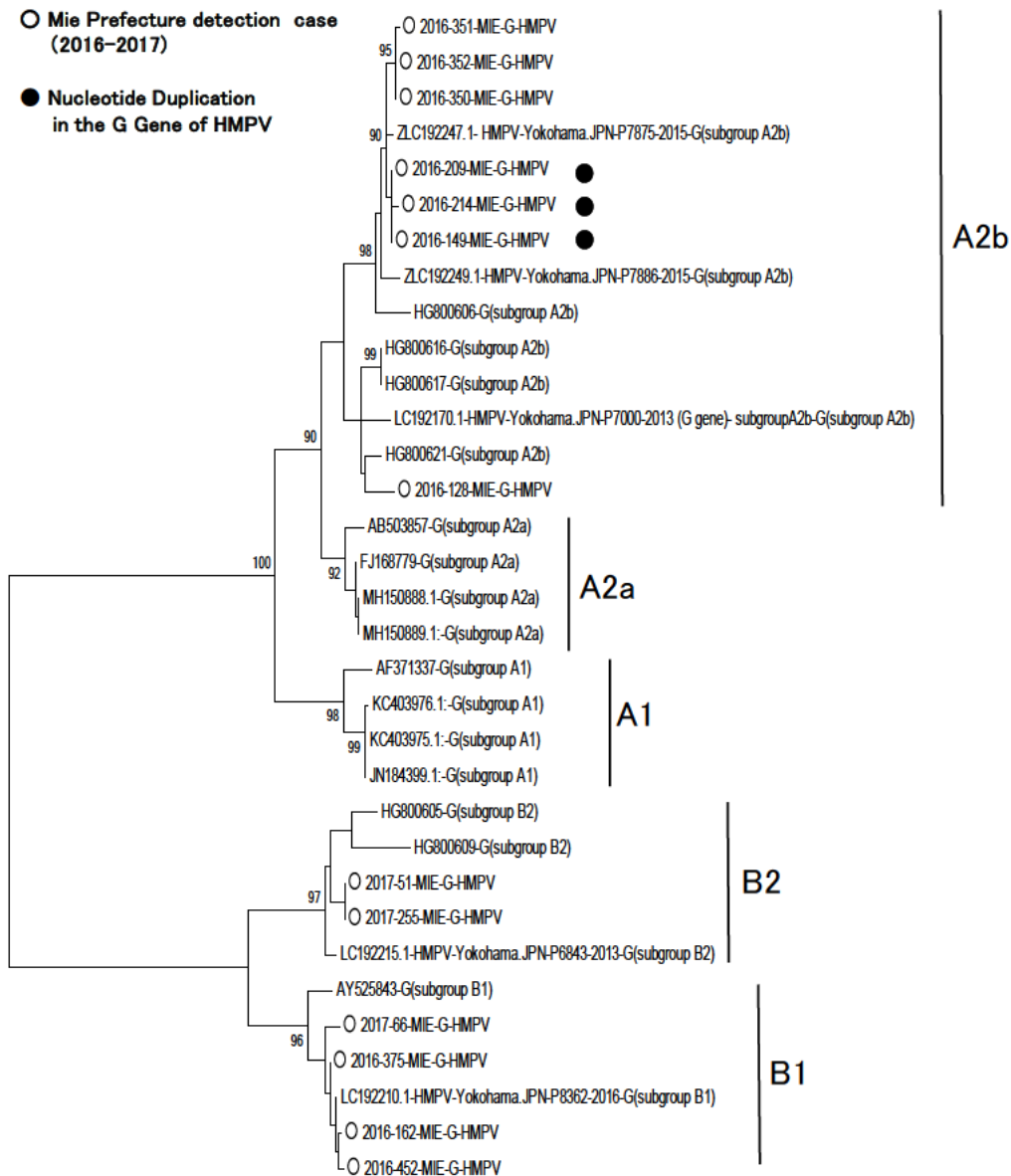


Fig1. Phylogenetic analysis of HMPV G gene . Phylogenetic tree of nucleotide sequences of the G gene of Mie prefecture HMPV groups A and B. The numbers at the branch nodes represent the number of bootstrap probabilities. Reference sequences for each genotype (A1, A2a, A2b, B1, and B2) were obtained from GenBank.

2) 施設内集団感染事例（事例2）

三重県北部のB市の医療機関（精神科）において、2016年6月下旬から8月中旬にかけて急性呼吸器症状の患者が多数みられた。

本医療機関の入院患者は211名で、疫学調査の結果そのうち少なくとも63名が発熱および発咳等の症状を呈していた。

医療機関で実施されたインフルエンザウイルス検査は、すべて陰性であった。

本事例で検出されたHMPVのG遺伝子塩基配列を解析した結果、サブグループB1に分類されるウイルスであった。

考 察

HMPVはオランダで2001年に発見されて以来、国内外で浸潤状況や病原性などの流行疫学に関する調査が実施され^{24~30)}、本ウイルスの究明に進展がみられた。

今回の調査は小規模ではあるものの、三重県内のHMPV流行疫学に関するいくつかの知見を得ることができた。

本調査期間中に実施したHMPVにおけるサブグループ解析の結果から、少なくともA2b、B1およびB2の3種類のウイルスが地域流行していたことが判明した。特にサブグループA2bに属するHMPV

については、県内で初めてG遺伝子に180塩基の同一の繰り返し配列（挿入）がみられる特徴的な変化を有した変異ウイルスが確認された。これらの重複変異を有するHMPVの県内での浸潤状況および、本ウイルスがもたらす臨床的意義は今のところ不明であるが、今後の継続的なモニタリングによる流行疫学の解析および患者臨床情報の蓄積が、本ウイルスの究明に繋がるものであると考えられる。

小児領域におけるARIの代表的なウイルスであるRespiratory syncytial virus (RSV)は、HMPVと近縁なウイルスである³¹⁾。HMPV罹患時の臨床症状はRSVと同様に細気管支炎や肺炎を呈することが多いとされ^{32,33)}、重症化が懸念^{34,35)}されるウイルスである。本調査におけるHMPV陽性者の臨床症状は、多種多様で発現した症状は多岐にわたるものであったが、HMPV陽性者の69.4% (25名)が下気道炎症状を呈していたことは、注視すべきと考えられる。さらにHMPV陽性者の37.5°C以上の発熱者は30名 (83.3%)を数え、このうち23名 (63.9%)は38.5°C以上の発熱者であった。このことは、基礎疾患を有する小児や高齢者への罹患時には、十分な対処が必要なウイルスであると思われる。

HMPV感染症は大多数が5歳から10歳頃までに、本ウイルスによる最初の感染を受けており、その後においても再感染率が高いことが示唆されている¹⁾。これまでのARI患者における年齢層別のHMPV検出割合は、5歳未満の小児 (10~15%程度)、成人 (5~10%程度)、高齢者 (10~15%程度)であったこと報告されている^{36,37)}。今回、本県におけるHMPV動向調査においても陽性者は初感染を受ける年齢層である乳幼児が中心であった。一方で本県において2016年に2つの医療機関 (精神科)で、成人患者におけるHMPV施設内集団発生が確認されており、国内においても同様にHMPV施設内集団感染事例が少数報告されている^{38,39)}。成人層では比較的軽微な症状を呈する場合があるため、感染拡大による施設内流行の長期化には注意が必要である。高齢者においては重症化が懸念され、特に施設内での急性呼吸器症状患者が発生した場合は、HMPV感染症を視野に入れた原因究明および感染予防対策が必要と考えられた。

HMPV感染症対策の一つとしてインフルエンザウイルス検査のように近年では急速に検査技術が進歩し、医療機関で迅速検査可能なHMPV簡易診断キットが普及し症例の検討などに使用され⁴⁰⁾、臨床所見と併せた鑑別診断が可能となっ

ている。小児だけでなく成人や高齢者が共同生活を営む入所施設内での集団発生時に、本診断キットの活用による早期診断を行うことは感染拡大予防の一助として期待される。その一方で本県の感染症発生動向調査事業において、HMPV陽性例が減少傾向にある。その一因として、医療機関においてHMPV陽性者の判別が可能となったため、陽性患者検体の提出が見送られるケースがあると推察される。このことは、迅速診断キットの普及しているRSウイルスにおいても同様の傾向にある。このように両ウイルスの検体収集が困難となりつつあるため、今後のHMPV・RSウイルスサーベイランス体制の維持・強化に必要な検体の確保について検討すべき課題であると思われる。

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および各保健所、関係各位に御礼申し上げます。

文 献

- 1) van den Hoogen BG, de Jong JC, Groen J et al : A newly discovered human pneumovirus isolated from young children with respiratory tract disease, *Nat. Med*, **7**, 719-724 (2001).
- 2) 後藤郁男, 山木紀彦, 植木 洋 他 : インフルエンザ様患者からのHuman metapneumovirusの分離-宮城県, 病原微生物検出情報, **24**, 64-65 (2003).
- 3) 高尾信一, 下藪広行, 柏 弘 他 : 本邦において初めて流行が確認された小児のhuman metapneumovirus 感染症の臨床的, 疫学的解析, 感染症誌, **78**, 129-137(2004).
- 4) 菊田英明 : ヒト・メタニューモウイルス, 臨床とウイルス, **56**, 173-182(2006).
- 5) van den Hoogen B.G, Bestebroer T.M, Osterhouse A.D et al : Analysis of the sequence of a human metapneumovirus, *Virology*, **295**, 119-132 (2003).
- 6) Biacchesi S, Skiadopoulos M.H, Boivin G et al : Genetic diversity between human metapneumovirus subgroups, *Virology*, **315**, 1-9 (2003).
- 7) Ishiguro N, Ebihara T, Endo R et al : High genetic diversity of the attachment (G) protein of human metapneumovirus, *J. Clin. Microbiol*, **42**, 3406-3414 (2004).
- 8) 竹田 誠, 白銀勇太 : ヒトメタニューモウイルス感染症, 臨床病理, **64**, 1057-1064(2016).
- 9) 国立感染症研究所 : ヒトメタニューモウイルス検査マニュアル 平成20年7月,

- (<https://www0.niid.go.jp/niid/reference/hMPV-manual.pdf>) .
- 10) 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.nih.go.jp/niid/images/lab-manual/Influenza2014.pdf>) .
 - 11) 国立感染症研究所：RSウイルス，
(<http://www0.nih.go.jp/niid/reference/RS-manual.pdf>) .
 - 12) 国立感染症研究所：ボカウイルス検査マニュアル 平成21年7月，
(<http://www0.nih.go.jp/niid/reference/HBoV-manual.pdf>) .
 - 13) 国立感染症研究所：パラインフルエンザウイルス検査マニュアル 平成21年7月，
(<http://www0.nih.go.jp/niid/reference/PIV-manual.pdf>) .
 - 14) Aguilar J. C, M. P. Pérez-Breña, M. L. Garcia et al : Detection and identification of human parainfluenza viruses 1, 2, 3, and 4 in clinical samples of pediatric patients by multiplex reverse transcription-PCR, *J Clin Microbiol* , **38**, 1191-1195 (2000).
 - 15) W. Y. Lam, Apple C. M. Yeung, Julian W. Tang et al : Rapid multiplex nested PCR for detection of respiratory viruses, *J Clin Microbiol* , **45**, 3631-3640 (2007).
 - 16) Susanna K. P. Lau, Patrick C. Y. Woo, Cyril C. Y. Yip et al : Coronavirus HKU1 and other coronavirus infections in Hong Kong, *J Clin Microbiol* , **44**, 2063-2071 (2006).
 - 17) 国立感染症研究所：無菌性髄膜炎病原体検査マニュアル，
(<http://www.nih.go.jp/niid/images/lab-manual/AsepticMening.pdf>) .
 - 18) 国立感染症研究所：ライノウイルス検査マニュアル 平成21年7月，
(<http://www0.nih.go.jp/niid/reference/RhinoVirus-manual.pdf>) .
 - 19) 国立感染症研究所：咽頭結膜熱・流行性角結膜炎 検査診断マニュアル（第2版），
(https://www.niid.go.jp/niid/images/lab-manual/adeno_v3.pdf) .
 - 20) Harvala H, Robertson I, McWilliam Leitch EC et al : Epidemiology and clinical associations of human parechovirus respiratory infections, *J. Clin. Microbiol*, **46**, 3446-3453(2008).
 - 21) Skiadopoulos MH, Biacchesi S, Buchholz UJ et al : The two major human metapneumovirus genetic lineages are highly related antigenically, and the fusion(F)protein is a major contributor to this antigenic relatedness, *J Virol*, **78**, 6927-6937 (2004).
 - 22) Endo R, Ebihara T, Ishiguro N et al : Detection of four genetic subgroup-specific antibodies to human etapneumovirus attachment(G) protein in human serum, *J Gen Virol*, **89**, 1970-1977 (2008).
 - 23) Miwako Saikusa, Chiharu Kawakami, Naganori Nao et al : 180-Nucleotide Duplication in the G Gene of Human metapneumovirus A2b Subgroup Strains Circulating in Yokohama City, Japan, since 2014, *Front.Microbiol*, **8**, 1-11(2017).
 - 24) Boivin G, Abed Y, Pelletier G et al : Virological features and clinical manifestations associated with human metapneumovirus : A new Paramyxovirus responsible for acute respiratory-tract infections in all age groups, *J Infect Dis*, **186**, 1330-1334(2002).
 - 25) Stockton J, Stephenson I , Fleming D : Human metapneumovirus as a cause of community-acquired respiratory illness, *Emerg Infect Dis*, **8**, 897-901(2002).
 - 26) Freymuth F, Vabret A, Legrand L et al : Presence of the new human metapneumovirus in French children with bronchiolitis, *Pediatr Infect Dis*, **22**, 92-94(2003).
 - 27) Peiris JSM, Tang WH, Chan KH et al : Children with respiratory disease associated with metapneumovirus in Hong Kong, *Emerg Infect Dis*, **9**, 628-633(2003).
 - 28) Kaida A, Iritani N, Kubo H et al : Seasonal distribution and phylogenetic analysis of human metapneumovirus among children in Osaka City, Japan, *J. Clin. Virol* , **35**, 394-399 (2006).
 - 29) Mizuta K, Abiko C, Aoki Y et al : Endemicity of human metapneumovirus subgenogroups A2 and B2 in Yamagata, Japan, between 2004 and 2009, *Microbiol. Immunol*, **54**, 634-638(2010).
 - 30) Nakamura M, Hirano E, Ishiguro F et al : Molecular epidemiology of human metapneumovirus from 2005 to 2011 in Fukui, Japan, *Jpn. J. Infect. Dis*, **66**, 56-59 (2013).
 - 31) Okamoto M, Sugawara K, Takashita E et al : Development and evaluation of a whole virus-based enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of human

- metapneumovirus antibodies in human sera, *J Virol Methods*, **164**, 24-29 (2010).
- 32) Williams JV, Harris PA, Tollefson SJ et al : Human metapneumovirus and lower respiratory tract disease in otherwise healthy infants and children, *N Engl J Med*, **350**, 443-450 (2004).
- 33) Ebihara T, Endo R, Kikuta H et al : Human metapneumovirus infection in Japanese children, *J Clin Microbiol*, **42**, 126-132 (2004).
- 34) Ulloa-Gutierrez R, Skippen P, Synnes A et al : Life-threatening human metapneumovirus pneumonia requiring extracorporeal membrane oxygenation in a preterm infant, *Pediatrics*, **114**, 517-519 (2004).
- 35) Wolf DG, Greenberg D, Shemer-Avni Y et al : Association of human metapneumovirus with radiologically diagnosed community-acquired alveolar pneumonia in young children, *J Pediatr*, **156**, 115-120 (2010).
- 36) Hoffmann J, Rabezanahary H, Randriamarotia M et al : Viral and atypical bacterial etiology of acute respiratory infections in children under 5 years old living in a rural tropical area of Madagascar, *PLoS One*, **7**, e43666(2012).
- 37) Fathima S, Lee BE, May-Hadford J et al : Use of an innovative web-based laboratory surveillance platform to analyze mixed infections between human metapneumovirus(hMPV) and other respiratory viruses circulating in Alberta(AB), Canada(2009-2012) , *Viruses*, **4**, 2754-2765 (2012).
- 38) 白石博昭, 豊村研吾, 平 泰子 他 : 高齢者福祉施設におけるヒトメタニューモウイルス集団感染事例-福岡県, 病原微生物検情報, **27**, 178-179(2006).
- 39) 横井 一, 水村綾乃, 小林圭子 他 : 福祉施設におけるヒトメタニューモウイルス集団感染事例-千葉市, 病原微生物検出情報, **34**, 234 -235(2013).
- 40) 堅田有宇, 加賀元宗, 鈴木菜絵子 他 : 迅速診断キットにより診断したヒトメタニューモウイルス感染症入院例の重症化リスク因子の検討, *小児感染免疫*, **26**, 459-464 (2014).

Nucleotide Duplication in the G Gene of Human metapneumovirus Circulating - Mie Prefecture , Japan, (2016~2017)

Takuya YANO, Shigehiro AKACHI and Yoshiharu MATSUMURA

Keywords: Acute respiratory infections, Human metapneumovirus, Epidemic epidemiology, Phylogenetic analysis of gene

The surveillance was undertaken in investigation project for the trend toward occurrence of infectious disease in Mie prefecture for 483 patients with respiratory symptoms who consulted medical institutions in Mie prefecture between January, 2016 and December, 2017 to grasp circulating epidemiology of Human metapneumovirus (HMPV) in recent years. Thirty six HMPV-positive patients (7.5%) were detected among 483 patients. The numbers of HMPV patients by collected year were 31 in 2016 and 5 in 2017.

Subgroup classification according to G phylogenetic tree analysis was conducted for a part of HMPV detected during investigation period. Subgroup classification included A2b(7cases), B1(4cases) and B2(2 cases). Three out of 7 cases classified into HMPV subgroup A2b showed the change with inserted duplication of 180 bases within G gene, and future continuous surveillance is required to clarify invasive state and clinical significance within the prefecture.

ノート

三重県における過去10年間の麻しんの血清疫学調査に関する考察 (2008~2017年)

矢野拓弥, 赤地重宏, 松村義晴

Seroprevalence of Measles Virus in Mie Prefecture, 2008-2017

Takuya YANO, Shigehiro AKACHI and Yoshiharu MATSUMURA

近年, 国外からの輸入麻しんによる国内発症例が多数報告されており, 2016年に関西圏および首都圏内の空港利用者を発端とした麻しん感染事例が確認された. また, 2018年3月以降, 沖縄県では県内を旅行した外国人を発端に地域流行がみられた. さらに愛知県では沖縄県への旅行歴のある者が受診した県内医療機関を中心に感染が広がった. そこで麻しんウイルスに対する免疫状態を把握し, 得られた知見を麻しん感染予防対策に活用するため, 本県における過去10年間の麻しん抗体保有状況を調査した. 対象は感染症流行予測調査事業において過去10年間(2008~2017年)の県内医療機関受診者等から採血された3205名を調査対象とし, 麻しん粒子凝集反応(Particle Agglutination: PA)法による抗体価測定を行った. 麻しんの発症予防には目安とされる128倍以上のPA抗体価が必要と考えられているが, 本調査の協力者のうちPA抗体価128倍未満の者は16.7%(534名)を占めており, PA抗体価128倍に満たない低感受性者が多く存在していたことは, 今後の修飾麻しん患者の発生が懸念された.

キーワード: 麻しん, 麻しん抗体保有率, 麻しん幾何平均抗体価, 輸入麻しん, 修飾麻しん, 麻しんワクチン

はじめに

麻しんは Paramyxovirus 科 Morbillivirus 属のエンベロープを有する一本鎖 RNA ウイルスである麻しんウイルスによって引き起こされる急性のウイルス性感染症である^{1,2)}. 本感染症は空気感染, 飛沫感染, 接触感染等で伝播し, その症状は発熱, 発疹, カタル症状を3主徴とし, 感染力は極めて強い³⁾. 一方で, 近年の麻しんの症状は3主徴を全て呈さない, 1症状あるいは2症状のみの非典型的な「修飾麻しん」の割合が増加している⁴⁾.

麻しんウイルスは一時的に宿主の免疫機能を抑制し, 肺炎あるいは脳炎を併発する患者症例も存在し死亡に至るケースがある⁵⁾.

本ウイルス疾患は効果的な治療薬および治療法はないが, 免疫増強により抑圧可能な疾患で

あり, 米国では, 予防接種の免疫により麻しん土着株が排除されている⁶⁾.

我が国での麻しん対策は予防接種法改正に基づき, 2006年4月に麻しん風しん混合ワクチンが新たに定期接種制度に導入された. 接種年齢は1歳児を対象とした第1期接種および年度内に6歳になる小児を対象とした第2期接種の2回接種である⁵⁾. さらに2008~2012年の予防接種施策^{5,7)}の成果により, 国内固有の土着株である麻しんウイルス(D5型)は2015年3月にWHO西太平洋地域麻疹排除認証委員会(RVC)より排除状態であると認定を受け⁸⁾, 現在も排除状態を維持⁹⁾している. しかし依然として麻しんは海外の多くの国で患者が発生している. 2017年の各地域における麻しん患者数はアメリカ地域272例, ヨーロッパ地域16,006例, 西太平洋地域9,329例, 南東アジア

地域69,719例，東地中海地域9,042例，アフリカ地域23,610例であった¹⁰⁾。特にヨーロッパ地域の患者数は2016年と比較し3倍に増加していた¹⁰⁾。このような麻しんの発生状況から，近年では国外からの輸入麻しんによる国内発症例が多数報告¹¹⁾されている。2016年には関西圏および首都圏の空港利用者を発端に麻しん感染事例が相次いで確認された¹²⁻¹⁴⁾。また，本県では，2017年に1事業所を中心とした県内3保健所にまたがる麻しんアウトブレイク事例を経験した¹⁵⁾。沖縄県では2018年3月に台湾からの旅行客が麻しんを発症し，沖縄県内を広範囲に移動したことにより，高次感染による患者が発生した¹⁶⁾。その後，愛知県では同時期に沖縄県への旅行歴のある者が麻しんと診断され，受診した医療機関を中心に感染が広がった¹⁷⁾。さらに，福岡県では麻しん流行地への旅行歴のない者が麻しんと診断され，愛知県と同様に受診医療機関を中心に感染者の発生がみられた^{18,19)}。このような国内での麻しん患者の発生により，厚生労働省は麻しんウイルスに感染するハイリスクに分類される医療，保育，学校関係者への麻しんのワクチン接種の推奨について通知した²⁰⁾。

そこで感染症流行予測調査事業において県民の麻しんウイルスに対する免疫状態を調査し，得られた知見を麻しん感染予防対策に活用するため，本県における過去10年間の麻しん抗体保有状況を報告する。

対象と方法

1. 調査対象者

感染症流行予測調査事業において 2008～2017年に県内医療機関受診者および職場健診受診者等から採血した血清検体を調査対象に用いた。年齢群別調査数は 0-5 ヶ月児 27 名，6-11 ヶ月児 86 名，1 歳 219 名，2～3 歳 223 名，4～6 歳 179 名，7～9 歳 126 名，10～14 歳 229 名，15～19 歳 429 名，20～29 歳 604 名，30～39 歳 411 名，40～49 歳 325 名，50～59 歳 247 名，60 歳以上 100 名の計 3205 名である。調査対象者は採血時に本人または保護者から血清検体および調査対象者情報の使用について書面にて同意を得た。調査対象者の年齢，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. 麻しん抗体測定

調査対象者の麻しんウイルスに対する血中抗体価測定には，粒子凝集（Particle Agglutination：PA）試験を実施した²¹⁾。被検血清をマイクロプレートの第1穴目に25μL入れ，第12穴目まで2倍階段希釈を行った。未感作粒子25μLを第2穴目に，感作粒子25μLを第3～12穴目に加えた。マイクロプレートを混和し，120分静置後に判定した。PA抗体価は凝集を起こした最高希釈倍数とした。抗体価（≥16）を陽性と判定し，調査対象者のPA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. 採血年別の麻しんPA抗体保有状況

採血年別の麻しんPA抗体保有状況およびGMTを表1に示した。2008～2017年に採血した3205名のうち16倍以上のPA抗体陽性者は3040名（94.9%）であった。採血年別のPA抗体保有率（≥16）は91.4～99.2%の範囲で推移していた。採血年別では2017年が最も高く99.2%であった。

2008～2017年に採血した対象者全体（3205名）のGMTは381.1であった。採血年別のGMTは303.9～614.7の範囲で推移していた。採血年別のGMTは2010年が最も高く614.7を示した。

表1 採取年別麻しんPA抗体保有状況（16倍以上）

採血年	検査数	陽性者数(%)	
		≥16	GMT*
2008年	289	271(93.8)	521.2
2009年	338	320(94.7)	406.1
2010年	291	273(93.8)	614.7
2011年	296	280(94.6)	329.5
2012年	279	255(91.4)	378.6
2013年	290	275(94.8)	303.9
2014年	429	408(95.1)	313.9
2015年	343	319(93)	322.3
2016年	279	271(97.1)	329.8
2017年	371	368(99.2)	425.7
計	3205	3040(94.9)	381.1

* GMT geometric mean antibody titer.

表2 年齢群別麻しんPA抗体保有状況(採取年別:16倍以上)

年齢群	抗体保有率 (2008年)			抗体保有率 (2009年)			抗体保有率 (2010年)			抗体保有率 (2011年)			抗体保有率 (2012年)		
	検査数	GMT*		検査数	GMT*		検査数	GMT*		検査数	GMT*		検査数	GMT*	
		≥16			≥16			≥16			≥16			≥16	
0-5ヵ月	3	66.7	181	1	0	0	5	40	362	3	66.7	64	3	66.7	90.5
6-11ヵ月	7	14.3	16	8	0	0	8	0	0	5	0	0	14	0	0
1	16	68.8	423.8	20	85	122.9	25	88	373.6	30	83.3	131.6	22	81.8	287.4
2-3	25	96	886.3	27	96.3	525.8	29	100	1301	26	96.2	421.7	36	100	474
4-6	14	100	927.5	19	100	442.5	20	95	764.8	22	95.5	380.4	21	100	368.1
7-9	17	100	491.5	20	100	326.3	13	100	512	11	100	350.8	10	100	337.8
10-14	28	92.9	485.4	25	88	205.3	29	100	577	22	100	373.6	23	100	427.3
15-19	33	97	449.6	30	100	660.2	29	96.6	499.5	24	100	372.6	28	100	275.7
20-29	78	98.7	408.8	76	97.4	317.5	62	100	382.9	66	97	314.5	56	92.9	259.4
30-39	39	100	645.1	45	100	445.7	36	100	912.3	48	100	389.1	32	100	534.7
40-49	17	94.1	534.7	36	100	683.4	17	94.1	980.6	23	95.7	423.8	21	95.2	699.4
50-59	10	100	724.1	30	100	574.7	15	93.3	882.7	12	100	304.4	6	100	512
60-	2	100	1024	1	100	2048	3	100	406.4	4	100	430.5	7	100	512
計	289	93.8	521.2	338	94.7	406.1	291	93.8	614.7	296	94.6	329.5	279	91.4	378.6

年齢群	抗体保有率 (2013年)			抗体保有率 (2014年)			抗体保有率 (2015年)			抗体保有率 (2016年)			抗体保有率 (2017年)			抗体保有率 (2008-2017年)		
	検査数	GMT*		検査数	GMT*		検査数	GMT*		検査数	GMT*		検査数	GMT*		検査数	GMT*	
		≥16			≥16			≥16			≥16			≥16			≥16	
0-5ヵ月	1	100	32	3	100	101.6	8	87.5	26.3	0	0	0	0	0	0	27	70.4	66.4
6-11ヵ月	9	0	0	11	0	0	18	5.6	16	5	20	32	1	0	0	86	3.49	20.2
1	33	87.9	262.2	25	80	194	16	81.3	158.4	15	80	215.3	17	94.1	245.1	219	83.6	220.8
2-3	23	100	316.1	17	100	313.9	11	90.9	362	13	100	460.2	16	93.8	615.9	223	97.8	540.4
4-6	21	100	273.5	21	100	231.9	15	100	268.1	15	100	322.5	11	100	240.4	179	98.9	375.8
7-9	14	100	312.1	8	100	332	9	100	438.9	14	100	164	10	100	238.9	126	100	335.2
10-14	18	100	237	19	100	296.2	21	100	273.5	24	100	241.6	20	100	194	229	97.8	321.9
15-19	31	100	223.9	64	98.4	319	40	97.5	206.8	72	100	328.8	78	100	305.8	429	99.1	331.2
20-29	25	96	175.9	96	100	302.2	63	98.4	334.8	40	100	265	42	100	393.2	604	98.2	320.8
30-39	42	97.6	478.5	52	96.2	362	59	100	364.2	22	95.5	368.1	36	100	492.7	411	99	467.8
40-49	40	100	343.7	53	96.2	417.6	40	100	469.5	25	100	843.4	53	100	538.5	325	98.2	533.6
50-59	27	100	427.8	36	100	391	28	100	594	19	100	396.6	64	100	724.5	247	99.6	544.7
60-	6	100	406.4	24	100	234.8	15	100	536.2	15	100	337.8	23	100	512	100	100	401.7
計	290	94.8	303.9	429	95.1	313.9	343	93	322.3	279	97.1	329.8	371	99.2	425.7	3205	94.9	381.1

* GMT : geometric mean antibody titer

2. 年齢群別の麻しんPA抗体保有状況

年齢群別PA抗体保有状況(2008~2017年)およびGMTを表2に示した。対象者全体の16倍以上のPA抗体保有率は94.9%であった。

0-5ヵ月児は移行抗体と考えられるPA抗体保有者が70.4%存在していたが、移行抗体が減衰する6-11ヵ月児では3.49%にまで低下した。麻しんワクチン接種の第1期対象者である1歳児のPA抗体保有率は83.6%であったが、ワクチン接種後の

対象年齢の2-3歳群では97.8%まで上昇していた。さらに第2期の対象者(年度内に6歳になる者)以降の7-9歳群は100%、第3期以降の10-14歳群の抗体保有率は97.8%と高値を示していた。また、それ以降の年齢群においても、高い抗体保有率(98.2~100%)を有していた。

2008~2017年の0歳児のGMTは、0-5ヵ月児では66.4であったが、抗体保有率と同様に移行抗体の減退する6-11ヵ月児では20.2まで低下してい

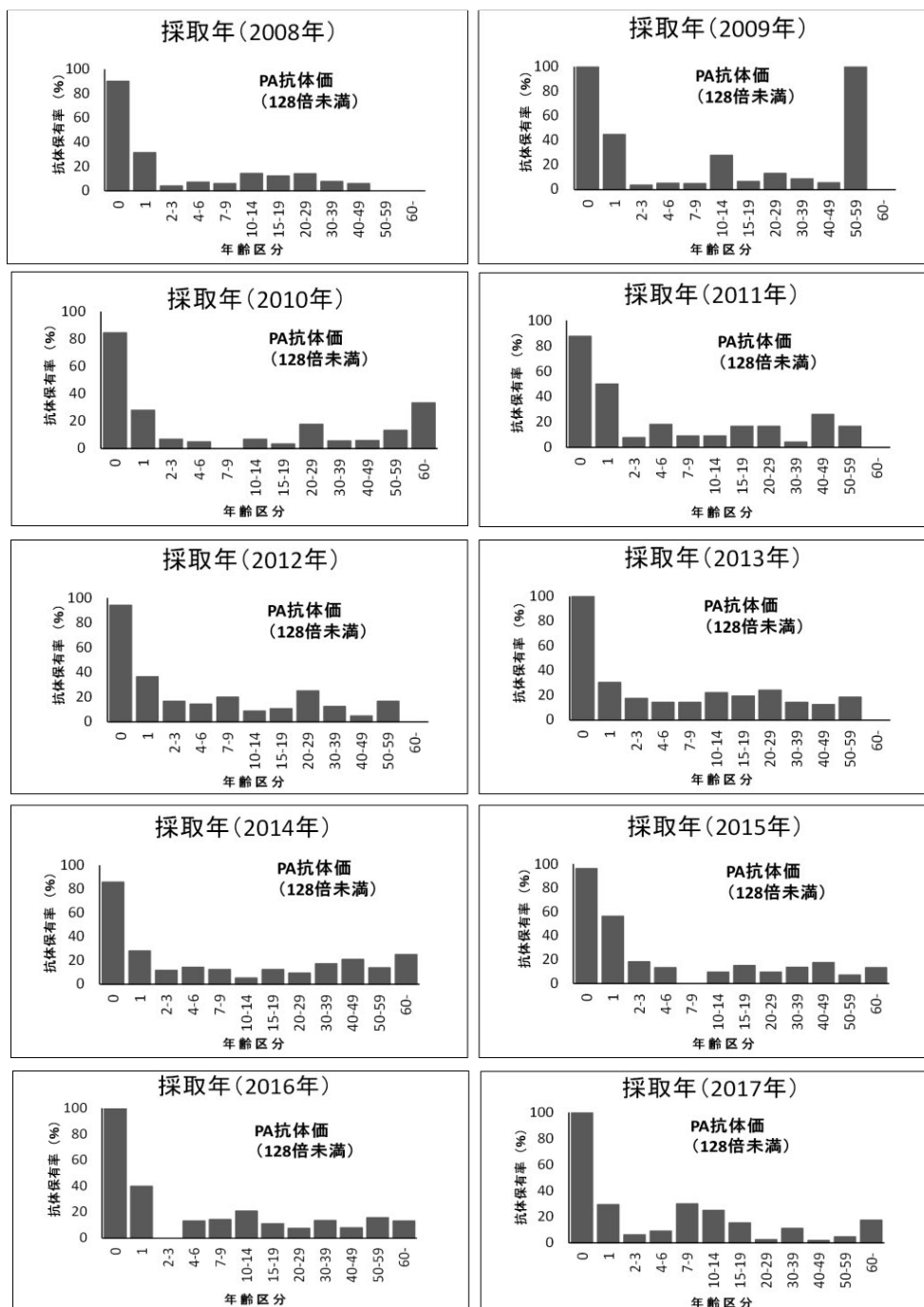


図1 2008年より10年間の麻しんPA抗体保有状況（128倍未満）

た。麻しんワクチン接種の第1期対象年齢の1歳児のGMTは220.8であり、ワクチン接種後の対象年齢の2～3歳の年齢群ではGMTは540.4を示した。それ以降の年齢群においても、高いGMT（320.8～544.7%）を保持していた。

3. 年齢群別PA抗体保有状況（128倍未満）

麻しんの発症予防には目安とされる128倍以上

のPA抗体価の獲得が必要と考えられている²²⁾。年齢群別PA抗体保有状況（128倍未満）を図1に示した。対象者全体（2008～2017年）の128倍に満たないPA抗体陽性者は534名（16.7%）で、発症予防に必要な抗体価を有していない低感受性者が多く存在した。採血年別では2012年が最も128倍未満の者が多く21.5%であった。各年の全体の年齢層の低感受性者は11.1～21.5%を占めた。

表3 麻しんワクチン接種者の年齢群別PA抗体保有状況

年齢群	抗体保有率 (2008年)			GMT*	抗体保有率 (2009年)			GMT*	抗体保有率 (2010年)			GMT*	抗体保有率 (2011年)			GMT*	抗体保有率 (2012年)			GMT*
	検査数	≥16	≥128		検査数	≥16	≥128		検査数	≥16	≥128		検査数	≥16	≥128		検査数	≥16	≥128	
0-11カ月	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
1	14	78.6	78.6	423.8	19	89.5	57.9	122.9	22	95.5	77.3	344.6	25	100	60	131.6	20	85	65	289.3
2-3	24	100	100	866.3	24	100	100	542.4	29	100	93.1	1301	25	96	92	406.4	35	100	82.9	454.6
4-6	14	100	92.9	927.5	19	100	94.7	442.5	18	94.4	94.4	769.7	21	95.2	81	362	21	100	85.7	368.1
7-9	15	100	93.3	561.6	18	100	94.4	335.2	11	100	100	451.4	10	100	90	362	10	100	80	337.8
10-14	25	96	92	527	21	90.5	71.4	184.4	26	100	92.3	525.8	19	100	89.5	355.5	18	100	100	532.1
15-19	15	100	80	308	11	100	90.9	545.3	20	100	100	461.4	21	100	85.7	393.2	24	100	91.7	279.2
20-29	25	100	88	347.3	31	100	90.3	350.1	21	100	90.5	368.1	29	100	93.1	412.9	25	100	76	235.6
30-39	8	100	87.5	469.5	16	100	87.5	378.1	6	100	100	724.1	13	100	100	413.7	8	100	75	332
40-49	7	100	100	840	7	100	100	760.8	5	80	80	861.1	4	75	50	322.5	5	100	100	294.1
50-59	1	100	100	1024	1	100	0	16	0	-	-	-	2	100	100	1448.2	1	100	100	512
60-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	2	100	100	256
計	148	97.3	90.5	539.8	167	97.6	86.2	334.6	158	98.1	91.8	582.9	169	98.2	84.6	334.4	169	98.2	83.4	344.3

年齢群	抗体保有率 (2013年)			GMT*	抗体保有率 (2014年)			GMT*	抗体保有率 (2015年)			GMT*	抗体保有率 (2016年)			GMT*	抗体保有率 (2017年)			GMT*	抗体保有率 (2008~2017年)			GMT*
	検査数	≥16	≥128		検査数	≥16	≥128		検査数	≥16	≥128		検査数	≥16	≥128		検査数	≥16	≥128		検査数	≥16	≥128	
0-11カ月	0	-	-	-	1	0	0	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1	0	0	-
1	29	93.1	75.9	276.5	19	100	89.5	191.2	13	100	53.8	158.4	14	85.7	64.3	215.3	17	94.1	70.6	245.1	192	92.7	69.8	219.1
2-3	21	100	85.7	344.6	16	100	87.5	317.9	10	100	90	362	13	100	100	460.2	15	100	100	615.9	212	99.5	92.5	546.8
4-6	18	100	83.3	246.3	21	100	85.7	231.9	13	100	100	334.2	15	100	86.7	322.5	10	100	90	238.9	170	98.8	88.8	377.3
7-9	9	100	77.8	203.2	8	100	87.5	332	9	100	100	438.9	14	100	85.7	164	10	100	70	238.9	114	100	88.6	324.5
10-14	5	100	80	337.8	17	100	94.1	277.8	18	100	88.9	256	23	100	82.6	271.9	20	100	75	194	192	98.4	87	329.7
15-19	5	100	80	256	58	100	87.9	295.5	36	100	86.1	203.2	64	100	89.1	314.5	68	100	86.8	320.4	322	100	88.2	310.7
20-29	7	85.7	71.4	161.3	20	100	90	349.7	20	100	95	374.8	6	100	100	362	23	100	95.7	346	207	99.5	89.4	337.3
30-39	5	100	80	445.7	8	100	75	256	10	100	80	222.9	4	100	75	215.3	20	100	90	362	98	100	86.7	359.5
40-49	5	100	100	891.4	3	100	66.7	645.1	6	100	66.7	228.1	4	100	100	724.1	21	100	100	666.7	67	97	91	594.4
50-59	3	100	66.7	256	0	-	-	-	3	100	100	2048	1	100	100	2048	16	100	93.8	558.3	28	100	89.3	594
60-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	2	100	100	512	2	100	100	724.1	6	100	100	456.1
計	107	97.2	80.4	290.6	171	99.4	87.1	282.3	138	100	86.2	273.3	160	98.8	86.9	302.4	222	99.6	87.8	350.3	1609	98.5	86.7	352.4

* GMT: geometric mean antibody titer.

年齢別には、対象者全体の128倍未満のPA抗体保有率は、0月児はPA抗体保有者が92.9%と多く存在していたが、麻しんワクチン接種の第1期対象者のPA抗体保有率は37%あった。さらにワクチン接種後の対象年齢の2-3歳群では9.4%まで低下していた。以降の年齢群は採血年によって、変動はあるものの、多くの低感受性者の存在が認められた。

4. 麻しんワクチン接種者の年齢群別PA抗体保有状況

麻しんワクチン接種者の年齢群別PA抗体保有状況およびGMTを表3に示した。調査対象者の申告に基づき、1回以上の麻しんワクチン接種者(ワクチン接種不明者を除く)1609名における16倍以上のPA抗体保有率は98.5%、128倍以上では86.7%であった。

16倍以上のPA抗体保有率は、麻しんワクチン接種の第1期対象者では92.7%で、ワクチン接種後の対象年齢の2-3歳群では99.5%であった。

128倍以上のPA抗体保有率は、第1期対象者で

は69.8%でワクチン接種後の対象年齢の2-3歳群では92.5%であった。またワクチン接種の第1期対象者のGMTは219.1であり、2歳以上の年齢群のGMTは310.7~594.4を推移していた。

また各採血年別の各年齢群において16倍以上のPA抗体保有者は多いが、一方でワクチン接種者においても128倍に満たない低感受性者が少数確認された。

考 察

わが国の麻しんは依然として散発的な患者発生や地域的な小流行が確認されている。我々は麻しん感染予防対策に資するため、本県民の麻しんウイルスに対する免疫状態を調査した結果、ワクチン接種者におけるPA抗体価16倍以上の保有率およびGMTは、2歳以上の年齢群で比較的高く推移していたものの、発症予防に必要な128倍以上¹³⁾のPA抗体価に満たない低感受性者が少数存在していたことが判明した。この要因として対象者に1回のみワクチン接種者が含まれていることと、近年、大規模な麻しん

の流行がなく、その影響で過去に獲得した麻疹ウイルスに対する抗体が経年的に減衰した secondary vaccine failure (SVF) の存在が疑われた。このことは今後、SVFにより非典型的で比較的軽微な修飾麻疹患者²³⁾の発生が懸念される。

修飾麻疹患者の発生を予防するためには、2回の定期ワクチン接種において各々95%以上の接種率を保持し、国民の麻疹抗体保有率を高く維持することが必須とされている⁴⁾。本調査期間中(2008～2017年)に発症予防に必要な抗体を有していない者(16.7%)が、多数確認されたことは今後、麻疹ウイルスに対する免疫の不十分な者が蓄積されることによる修飾麻疹患者の発生が懸念される。

近年、国内における修飾麻疹患者の存在が流行に関与したとされる事例は2016年に発生した関西圏での空港内事業所における集団感染事例^{12,13)}、2017年の本県における事業所での集団感染事例¹⁵⁾および山形県における自動車教習所内での集団感染事例²⁴⁾が挙げられる。本調査の結果から、1回以上の麻疹ワクチン接種者においても128倍以上のPA抗体保有者は86.7%に留まり、今後の修飾麻疹患者の発生が危惧される状況であり、ワクチン接種対策が急務であると考えられる。さらに、近年の国外における麻疹流行の背景¹⁰⁾から考えて、輸入麻疹ウイルスの侵入を阻止することは、非常に困難な状況にある。したがって、発症リスクの低減には重点的なワクチン接種が必要であり、特に海外旅行者や空港等の公共交通機関の労働者へのワクチン接種対策が課題である。

今後、東京オリンピック等で国外からの渡航者の増加が想定され、国内へのウイルスの持ち込みが懸念される状況にある。麻疹患者の早期発見に努めるためにも、より一層の病原体サーベイランスを強化する必要性が高まっている。なかでも適切な感染拡大防止措置を行うためには、感染経路や流行の実態調査の強化が求められており、迅速な麻疹ウイルス遺伝子検査診断²⁵⁾および遺伝子型の特定を行うことが、我々、地方衛生研究所の重要な役割であり、医療機関、保健所および関係機関と連携し迅速な麻疹対応に努めていきたいと考えている。

謝 辞

本調査研究を行うにあたり、三重県感染症流行予測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国立感染症研究所、保健所等、関係各位に御礼申し上げます。

文 献

- 1) Griffin D.E : Measles virus. In : Fields Virology 4th edition (ed by Knipe D.M., Howley P. M.) , 1401-1441. Lippincott Williams&Wilkins USA. (2001).
- 2) Katz SL, Gershon AA, Hotez PJ : Measles (Rubeola)-Krugman's Infectious Diseases of Children, 11th edition., Mosby-Year Book, Inc., New York, 353-371(2004).
- 3) Becker NG, Hasofer AM : Estimating the transmission rate for a highly infectious disease. *Biometrics*, **54**, 730-738 (1998).
- 4) 国立感染症研究所 : 麻疹 2018年2月現在, 病原微生物検出情報, **39**, 49-51 (2018).
- 5) 国立感染症研究所 : 麻疹 2015年3月現在, 病原微生物検出情報, **36**, 51-53 (2015).
- 6) 寺田喜平, 新妻隆広, 荻田聡子他 : 麻疹の院内感染とその後の抗体検査および対策-医療経済的な検証も含めて-, *感染症誌*, **75**, 480-484(2001).
- 7) 厚生労働省健康局結核感染症課, 国立感染症研究所 : 第6麻疹, 感染症流行予測調査報告書, 196-213 (2014).
- 8) 国内麻疹排除認定委員会 : わが国における麻疹排除の進捗に関する報告の概要(2014年度提出), 病原微生物検出情報, **36**, 65-67 (2015).
- 9) 駒瀬勝啓, 小林祐介, 砂川富正 他 : 麻疹ウイルスの遺伝子解析による2016年における日本の麻疹排除状態の解析, 病原微生物検出情報, **39**, 60-61 (2018).
- 10) 染谷健二, 竹田 誠 : 海外の麻疹の状況, 病原微生物検出情報, **39**, 62-64 (2018).
- 11) 国立感染症研究所 : 輸入例における麻疹ウイルス遺伝子型情報 (2015, 2016年) -渡航先および年齢等について, 病原微生物検出情報, **38**, 53-54 (2017).
- 12) 小林彩香, 金井瑞恵, 島田智恵 他 : 関西国際空港内事業所での麻疹集団感染事例について, 病原微生物検出情報, **38**, 48-49 (2017).

- 13) 倉田貴子, 木村和嗣: 関西国際空港内事業所における麻疹集団発生事例の検査から得られた知見, 臨床とウイルス, **46** (1), 5-10 (2018).
- 14) 砂川富正, 松井珠乃, 大石和徳 他: 首都圏内の空港に関連する遺伝子型D8の麻疹発生事例について, 病原微生物検出情報, **38**, 52-53 (2017).
- 15) 植嶋一宗, 星野郁子, 稲垣 香 他: 三重県松阪・伊勢・津地域における麻疹のアウトブレイクの概要と対応, 病原微生物検出情報, **39**, 52-53 (2018).
- 16) 国立感染症研究所: 沖縄県に関連する麻疹患者の発生状況について, (<https://www.niid.go.jp/niid/ja/id/655-disease-based/ma/measles/idsc/7971-measles20180412.html>).
- 17) 愛知県衛生研究所: 本県における麻しん・風しん患者発生報告状況 (2018年), (http://www.pref.aichi.jp/eiseiken/2f/mssl/mssl_2018.html).
- 18) 福岡県: 福岡県における麻しん患者発生状況, (<http://www.pref.fukuoka.lg.jp/uploaded/attachment/41258.pdf>).
- 19) 福岡県: 麻しん (はしか) に関する注意情報 (2018年), (<http://www.pref.fukuoka.lg.jp/contents/mashin20160908.html>).
- 20) 厚生労働省: 麻しんの予防接種の推奨の周知について (協力依頼: 2018年5月).
- 21) 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).
- 22) 多屋馨子, 佐藤 弘, 大石和徳 他: 麻疹の抗体保有状況-平成 29 (2017) 年と感染症流行予測調査 (暫定結果), 病原微生物検出情報, **39**, 61-62 (2018).
- 23) 国立感染症研究所: 麻疹 Q&A, (<http://www.nih.go.jp/niid/ja/diseases/ma/measles/221-infectious-diseases/disease-based/ma/measles/549-measles-qa.html#Q1-05>).
- 24) 駒林賢一, 瀬戸順次, 田中静佳 他: 山形県における麻しんの発生—修飾麻しん患者と典型麻しん患者の伝播の違い, 病原微生物検出情報, **39**, 59-60 (2018).
- 25) 駒瀬勝啓, 染谷健二, 中津祐一郎 他: 麻疹の検査診断法 (real-time PCR 法を中心に), 病原微生物検出情報, **38**, 55-56 (2017).

ノート

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)

矢野拓弥, 赤地重宏, 松村義晴

Genetic Correlation Seasonal Influenza Viruses Epidemic in Mie Prefecture (2017/18 season)

Takuya YANO, Shigehiro AKACHI and Yoshiharu MATSUMURA

三重県内において 2017/18 シーズン (2017 年第 36 週~2018 年第 21 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。その結果, AH1pdm09 インフルエンザウイルス, AH3 亜型インフルエンザウイルス, 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) は, 各々のワクチン株と同じクレードに属していた。

AH3 亜型インフルエンザウイルスはワクチン株と同一クレードに属していたものの, 遺伝子的に多様化が進み, 共通のアミノ酸を持たない集団が多く形成されており, さらにはワクチン株とは異なる抗原性を有する変異株が存在していた。

本シーズンは, 過去 5 シーズンで最も流行開始が早く, 大規模な流行となったシーズンであった。その要因の一つとして 3 タイプのインフルエンザウイルスが同時期に流行していたことが挙げられる。なかでも B 型インフルエンザウイルス (B 型山形系統) の早期流行と, その後の流行拡大が患者数の増加を促し, 過去例のない特徴的な流行像であった。

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, 薬剤耐性株,
B 型インフルエンザウイルス, 2017/18 シーズン

はじめに

季節性インフルエンザウイルスは急性呼吸器感染症のため幅広い年齢層で罹患し, 特に高齢者では重症化しやすく, 脳症などの合併症により重篤な経過をとり, 死因となりうるものが報告されている¹⁻⁵⁾。

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, 検体採取のための指定提出機関制度が創設された。指定提出機関に選定された医療機関から非流行期は月に 1 検体以上, 流行期には毎週 1 検体以上の検体提出を受け, 調査を実施することが明示され, 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⁾。

本県では 2014 年 8 月に高齢者施設での AH3 亜型インフルエンザウイルスによる集団発生事例および 2017 年 7 月には, 保育所内での AH1pdm09 インフルエンザウイルスによる集団発生事例を経験した^{7,8)}。これらは夏季に発生した事例で非流行期にもかかわらず, 地域の医師の情報共有によって, 早期に流行把握に至ったケースである。このように流行季節に捉われず, インフルエンザウイルスの動向を把握することは, 感染予防対策には必要であることが示された事例であった。これらの事例からも通年における季節性インフルエンザウイルスのサーベイランス体制の確立は, 非流行期のイン

フルエンザウイルスの動向把握や流行初期に分離・検出されるウイルス株の解析に繋がるものである。そこで我々は三重県感染症発生動向調査事業に基づき、2017/18 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（非流行期，流行期）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株の動向調査を実施した。また、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、2017年第36週～2018年第21週（2017/18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141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・検出を実施した。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、個人情報保護等に留意し実施した。

1) 季節性インフルエンザウイルスの分離

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⁹⁾。

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の亜型同定には、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⁹⁾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）の亜型同定試験を行った。

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⁹⁾。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。

3. 中和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/ウイルス感染細胞減数試験（MNT/Focus reduction assay）を実施した。

試験は既報¹⁰⁾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。

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、ノイラミニダーゼ（Neuraminidase：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⁹⁾より実施した。

本耐性株の検出にはAH1pdm09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、825番目の

CAC→TAC 置換, すなわち 275 位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 型山形系統および 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⁹⁾. 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を用い過去 5 シーズン分を集計した¹¹⁾.

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, 三重県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を用い, 過去 5 シーズン分を集計した¹²⁾.

3) 集団かぜ発生状況

県内小中学校等からの発生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を用いた¹³⁾.

結果

1. 季節性インフルエンザウイルスにおける型別の分離・検出数

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時期における型別分離・検出状況を表 1 に示した.

患者 141 人から採取された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, 132 人 (93.6%) から季節性インフルエンザウイルスが分離・検出された.

A 型インフルエンザウイルスは, AH1pdm09 ウイルス 27 人 (19.1%), AH3 亜型ウイルス 54 人 (38.3%) であった.

B 型インフルエンザウイルス 47 人から検出され系統内訳は山形系統 46 人 (32.6%) ビクトリア系統 1 人 (0.7%) であった.

その他, A 型インフルエンザウイルスおよび B 型インフルエンザウイルスの両方が陽性となった者は 4 人であった. その検出内訳は, AH1pdm09 ウイルス+B 型山形系統 1 人, AH3 亜型ウイルス+B 型山形系統 3 人であった. 陰性は 9 人であった.

検体採取月別の分離・検出は, 2017 年 9 月は AH1pdm09 ウイルス 2 人, 10 月には AH3 亜型ウイルス 3 人, 11 月には AH1pdm09 ウイルス 2 人, AH3 亜型ウイルス 3 人および B 型 (山形系統) 2 人であった.

2017 年 12 月以降は分離・検出数が増加し, AH1pdm09 ウイルス 13 人, AH3 亜型ウイルス 12 人, B 型山形系統 9 人および B 型ビクトリア系統 1 人であった. その後, 2018 年 1~3 月においても, 同様に AH1pdm09 ウイルス, AH3 亜型ウイルス, B 型山形系統が複数人から分離・検出された.

2. HA 遺伝子系統樹解析

1) AH1pdm09 インフルエンザウイルス

解析した AH1pdm09 ウイルス (9 株) は全て HA 遺伝子系統樹上のクレード 6B.1 (共通アミノ酸置換: S84N, S162N, I216T) に分類された. またクレード 6B.1 内にはアミノ酸置換 (S74R, I295V) を有する集団が存在し, 解析株は, さらにこの群内に分岐した S164T 群に属していた. (図 1).

今回の解析株は本シーズンのワクチン株 (A/Singapore/GP1908/2015(IVR-180)(H1N1)pdm09) と類似のクレード 6B.1 に分類された.

2) AH3 亜型インフルエンザウイルス

解析した AH3 亜型ウイルス (17 株) は全て HA 遺伝子系統樹上のサブクレード 3C.2a (共通アミノ酸置換: L3I, N144S, F159Y, K160T, Q311H, D489N) に属していた. 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. 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

表1 検体採取時期別の季節性インフルエンザウイルス分離・検出数

検体採取時期	週	定点あたりの患者数 (三重県)	定点あたりの患者数 (全国)	検査数	AH1pdm09	AH3亜型	B型 (山形系統)	B型 (ヒケリ7系統)	AH1pdm09 &B型 (山形系統)	AH3亜型 &B型 (山形系統)	計	
2017年	9月4日～9月10日	36	0.13	0.18	1	1					1	
	9月11日～9月17日	37	0.25	0.22	1	1					1	
	9月18日～9月24日	38	0.14	0.18	0						0	
	9月25日～10月1日	39	0.00	0.21	0						0	
	10月2日～10月8日	40	0.10	0.21	1	1					1	
	10月9日～10月15日	41	0.10	0.17	1	1					1	
	10月16日～10月22日	42	0.04	0.24	1	1					1	
	10月23日～10月29日	43	0.04	0.36	0						0	
	10月30日～11月5日	44	0.10	0.49	0						0	
	11月6日～11月12日	45	0.17	0.52	0						0	
	11月13日～11月19日	46	0.26	0.77	1	1					1	
	11月20日～11月26日	47	1.44	1.47	0						0	
	11月27日～12月3日	48	2.64	2.58	7	3	2	2			7	
	12月4日～12月10日	49	4.83	4.06	6		3	3			6	
	12月11日～12月17日	50	7.49	7.4	11	3	5	2			10	
	12月18日～12月24日	51	11.67	12.87	13	9	2	1	1		13	
	12月25日～12月31日	52	18.10	17.88	5		2	3			5	
2018年	1月1日～1月7日	1	14.61	16.31	4	2	1	1			4	
	1月8日～1月14日	2	26.97	26.44	16	1	10	4			15	
	1月15日～1月21日	3	62.43	51.93	9	1	2	4	1		8	
	1月22日～1月28日	4	60.38	52.35	6		2	1		3	6	
	1月29日～2月4日	5	58.28	54.33	5	1	3	1			5	
	2月5日～2月11日	6	44.36	45.38	6		2	4			6	
	2月12日～2月18日	7	30.67	29.65	7	3	2	2			7	
	2月19日～2月25日	8	24.67	22.64	13	1	5	4			10	
	2月26日～3月4日	9	17.40	17.42	6	1		4			5	
	3月5日～3月11日	10	12.22	12.05	8		3	5			8	
	3月12日～3月18日	11	7.83	8.65	4		1	3			4	
	3月19日～3月25日	12	4.21	5.35	0						0	
	3月26日～4月1日	13	1.92	3.39	1			1			1	
	4月2日～4月8日	14	1.06	2	1		1				1	
	4月9日～4月15日	15	0.56	1.66	0						0	
	4月16日～4月22日	16	0.59	1.76	2			1			1	
	4月23日～4月29日	17	0.39	1.23	1		1				1	
	4月30日～5月6日	18	0.24	0.61	1						0	
	5月7日～5月13日	19	0.14	0.42	1		1				1	
	5月14日～5月20日	20	0.36	0.4	1		1				1	
	5月21日～5月27日	21	0.56	0.27	1		1				1	
計					141	27	54	46	1	1	3	132

用いた AH3 亜型ウイルスのサブクレードは 3C.2a1b (6 株), 3C.2a2 (9 株), 3C.2a3 (2 株) に分類された (図 2)。

さらに 3C.2a1b 内には 3C.2a1b+135K (E62G, R142G, T135K) および 3C.2a1b+135N (T135N) が形成され、遺伝子的に多様化が進んでいた。今回解析した 3C.2a1b に分類された 6 株中 4 株は 3C.2a1b+135N に属していた。

今回の解析株は本シーズンのワクチン株

(A/Hong Kong/4801/2014(X-263)) と類似のサブクレード 3C.2a に属するウイルス株であった。

3) B 型インフルエンザウイルス(山形系統)

解析した B 型山形系統 (13 株) は全て、HA 遺伝子系統樹上のクレード 3 (共通アミノ酸置換 S150I, N165Y, N202S, S229D) に分類された。また全ての解析株はクレード 3 内のアミ

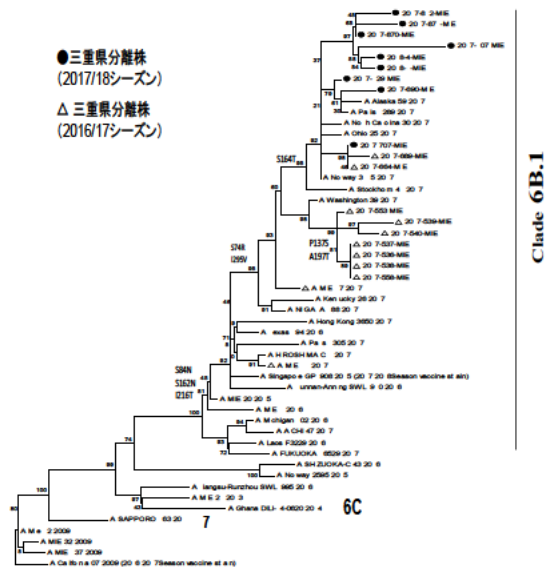


図1 AH1pdm09インフルエンザウイルス HA遺伝子系統樹解析

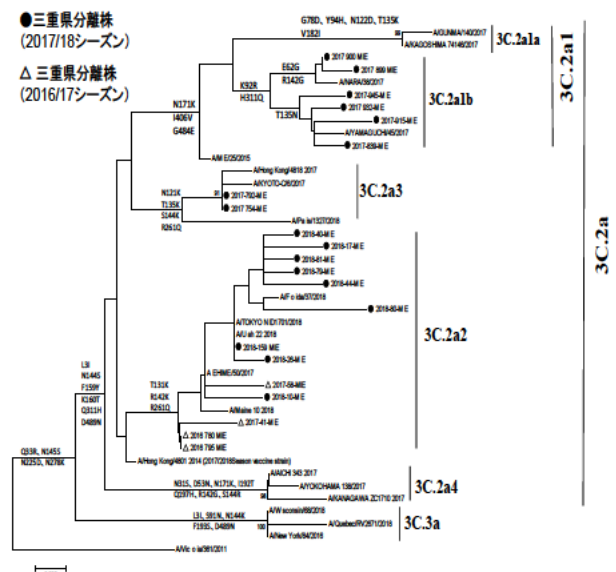


図2 AH3亜型インフルエンザウイルス HA遺伝子系統樹解析

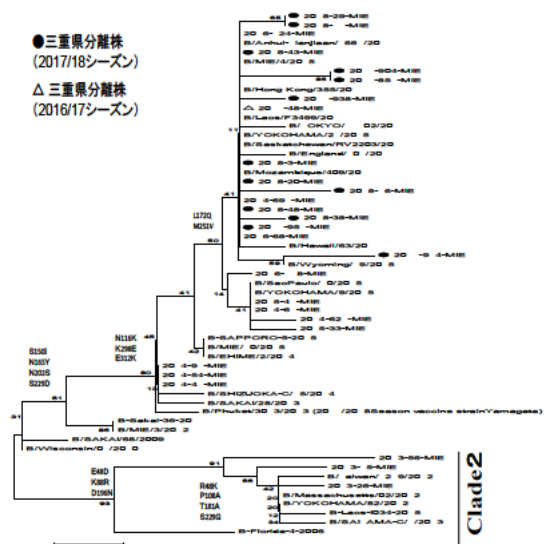


図3 B型インフルエンザウイルス(山形系統) HA遺伝子系統樹解析

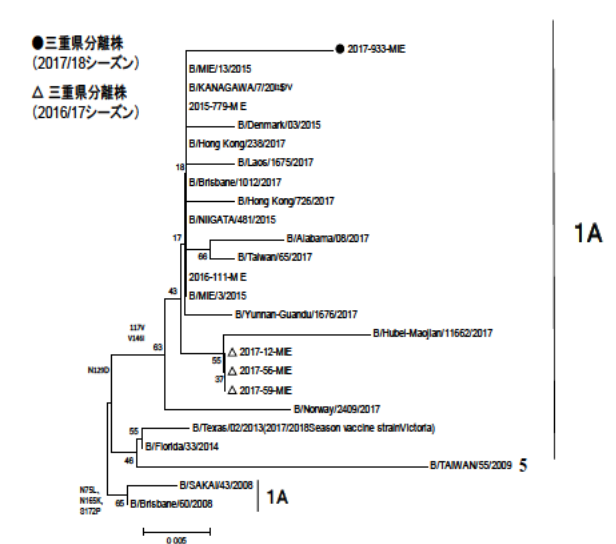


図4 B型インフルエンザウイルス(ビクトリア系統)HA遺伝子系統樹解析

ノ酸置換 (N116K, K298E, E312K) を有し、さらに再分岐したアミノ酸置換を有する群 (L172Q, M251V) に属していた (図3)。

今回の解析株は本シーズンのワクチン株 (B/Phuket/3073/2013) と類似のクレード 3 に属するウイルス株であった。

4) B 型インフルエンザウイルス(ビクトリア系統)
解析した B 型ビクトリア系統 (1 株) は、HA 遺伝子系統樹上のクレード 1A (共通アミノ酸置換 N75L, N165K, S172P) に分類された。さらに、解析株はクレード 1A 内の分岐したアミノ酸置換 (N129D, I117V, V146I) を

有する群に属していた (図4)。
今回の解析株は本シーズンのワクチン株 (B/Texas/2/2013) と類似のクレード 1A に属するウイルス株であった。

3. 中和試験による抗原解析

本県で分離したAH3 亜型ウイルス株(20 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中和試験による抗原解析を実施した。その結果、抗原解析を行った12 株のうち11 株が今シーズンのワクチン株である A/Hong Kong/4801/2014(X-263)に対して抗原変異株と判定された。採取月別の抗原変異

表2 オセルタミビル耐性株検出状況(AH1pdm09ウイルス)

採取月	検査数	耐性マーカー		計
		H275H (感受性)	H275Y (耐性)	
2017年	9月	2	1*	2
	10月	0		0
	11月	2	2	2
	12月	13	13	13
2018年	1月	4	4	4
	2月	5	5	5
	3月	1	1	1
計	27	26	1	27

* 抗インフルエンザ薬投与歴なし

株数は2017年10月1株、11月2株、12月6株、2018年1月2株であった。なお、AH1pdm09、B型山形系統およびB型ビクトリア系統の抗原解析は赤血球凝集抑制試験が実施され、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)の検出

2017年9月から2018年3月に検出されたAH1pdm09(27株)のNA遺伝子についてH275Y耐性変異に関するスクリーニングを実施した。その結果、27株中1株(3.7%)からH275Y耐性変異が検出された。このH275Y耐性変異株に関する疫学情報は、2017年9月(第36週)に伊勢志摩地域在住の抗インフルエンザ薬投与前の小児患者より分離された株であった(表2)。

5. NA阻害薬に対する感受性試験

本県で分離したオセルタミビル耐性ウイルスAH1pdm09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。

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320.10nM、14.60nM、0.38nM、1.06nM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。

さらに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から分与依頼のあったAH3亜型ウイルス、B型山形系統およびB型ビクトリア系統についてNA阻害薬に対する感

受性試験が実施された。その結果、一部のAH3亜型ウイルスはオセルタミビルとザナミビルに対して感受性が低下している低感受性株であった。

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過去4シーズンおよび2017/18シーズン(2017年第36週~2018年第21週)の定点あたりの週別インフルエンザ患者報告数(5シーズン)の推移を図5に示した。

定点あたりの週別患者報告数は、2017年第47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1.67人となった。2017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11.67人に達した。その後急速に、患者報告数は増加し2018年第3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62.43人となり、本シーズンの最大の患者報告数を記録した。2018年第

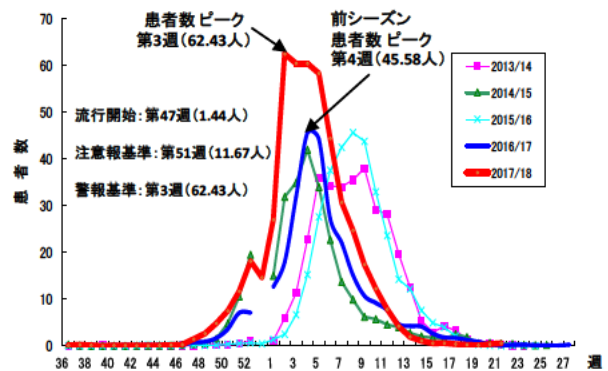


図5 定点あたりの患者報告数の推移

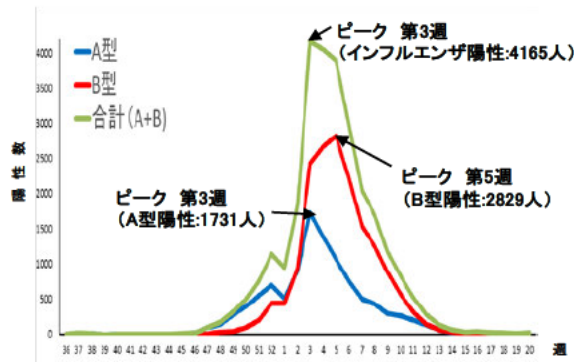


図6 インフルエンザ迅速診断キット測定状況(2017/18シーズン)

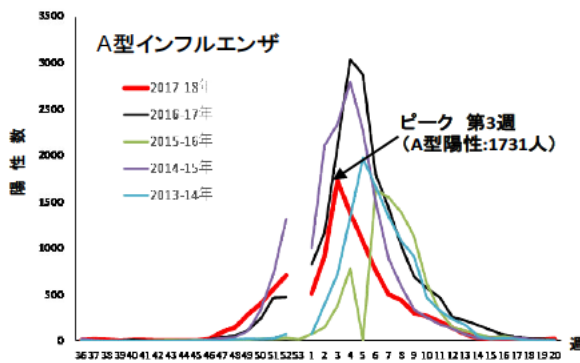


図7 インフルエンザ迅速診断キット陽性者数

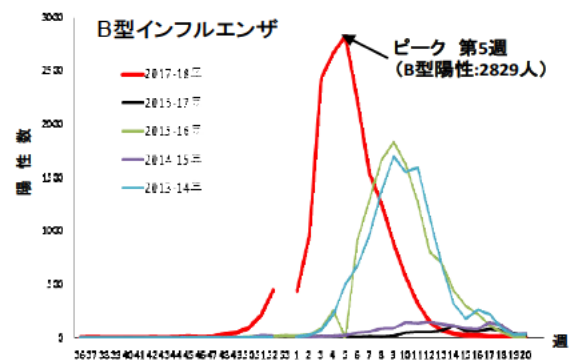


図8 インフルエンザ迅速診断キット陽性者数

4 週～第 5 週はほぼ横ばいの患者報告数であったが、第 6 週以降は急激な減少に転じ、第 8 週には 24.67 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 5 週間であった。2018 年第 15 週には、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。

2017/18 シーズンは過去 4 シーズンと比較し最も流行開始が早く、さらには患者報告数のピークにおいても最多であった。一方で今シーズンの流行期間は 20 週間で、過去 4 シーズンと比較して、平均的な流行期間であった。また本シーズンの本県の流行開始基準、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一週に基準に達していた。

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

2017 年第 36 週から 2018 年第 21 週までのインフルエンザ迅速診断キット測定状況は、測定数計 62,495 人のうち 28,055 名が迅速診断キット陽性者であった。陽性者のうち A 型陽性者は 10,679 人 (38.1%)、B 型陽性者は 17,273 人 (61.6%) であった。その他、AB 両陽性者 59 人、型別不明 44 人の報告であった。

迅速診断キット陽性者のうち、A 型インフルエンザは第 3 週に陽性者が最も多く、1,731 人であったが、本シーズンは過去 4 シーズンと比較すると、ピークが低く推移し小規模であった(図 6, 7)。

B 型インフルエンザは、本シーズンは過去 4 シーズンと比較すると、陽性者数は最も早く増加し、B 型陽性者は、A 型陽性者数を上回っていた。本シーズンは第 5 週に陽性者 2,829 人となりピークを示し、過去 4 シーズンで最多の陽性者数であった(図 6, 8)。

3) 集団かぜ発生状況

三重県では集団かぜおよびインフルエンザ発生予防のための学校等からの集団かぜ発生報告を収集し情報提供を実施している。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集団かぜの初発は、2017 年 9 月 11 日に伊勢保健所管内の小学校で学級閉鎖措置(4 年生)がとられた¹⁴⁾。これまでの県内における集団かぜ発生状況は、休校数 25、学年閉鎖校数 517、学級閉鎖校数 921、患者数 20,201 人、欠席者数 15,362 人であった(2018 年 5 月末現在)。

考 察

2017/18 シーズンにおいて 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 型山形系統および B 型ビクトリア系統は, 各々のワクチン株と同じクレードに属していた. しかしながら AH3 亜型ウイルスは共通のアミノ酸を持たない集団が多く形成されており, 遺伝子的に多様化が進んでいることが確認された. また国内外において解析された AH3 亜型ウイルス株の多くは, 今シーズンのワクチン株と同一クレードであったものの, 一部でワクチン株と抗原性状の異なるウイルス株¹⁵⁾ が含まれていた. インフルエンザウイルスの抗原性状の変化は, 流行動態および流行規模に密接な関係があるため, 次シーズンの動向に注意が必要である.

全国の AH1pdm09 ウイルスのオセルタミビル耐性株の検出状況¹⁶⁾ によると, 本シーズンは散発的に本耐性株が検出されていたが, 流行には至っておらず, 流行株の多くはオセルタミビル感受性株であった. また, NA 阻害薬に対する感受性試験により, 本県で分離された一部の AH3 亜型ウイルス株はオセルタミビルとザナミビルに対して感受性が低下しているウイルスが存在しており, 今後の動向に注意が必要である.

本シーズンのインフルエンザ流行は, 過去 5 シーズンで最も流行開始が早く, 大規模な流行となった. その要因の一つとして 3 タイプのインフルエンザウイルスが同時期に流行していたことや, ワクチン株とは異なる抗原性を有する AH3 亜型ウイルス変異株が含まれていたことなどが挙げられる. なかでも B 型山形系統株の早期流行と, その後の流行拡大が患者数の増加を促し, 過去例のない特徴的な流行像となった. また本系統株は大きな抗原変異は確認されていないが, 大規模な流行に至った一因として前シーズンの B 型インフルエンザウイルスの流行が非常に小規模であったことが考えられる.

我々は, 本県の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基に, 国内および本県の感染症対策に活用可能な情報を迅速に発信することに努め報告^{8,17-19)} 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, 2016 年 4 月 1 日から施行された感染症法の改正により, 全国規模での通年における検体収集等による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, 国内の調査体制の整備および強化に至った

⁶⁾ 本法の改正によって国内におけるインフルエンザウイルス感染症対策が急速に進展し, このことは本感染症のみにとどまらず, 他の感染症対策の礎となることが期待されるものである.

本県におけるインフルエンザ患者数¹¹⁾ や流行ウイルスの型^{12,20)} などのインフルエンザに関する情報は, 三重県感染症情報センターから県内の医療機関等に発信され, 最新の流行状況の把握に活用されている. 今後も県民の感染症対策の第一歩となるよう, 流行ウイルスの亜型およびその性状について迅速かつ積極的な情報発信に努め, 公衆衛生の向上に寄与したいと考えている.

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および保健所, 関係各位に御礼申し上げます.

また, 季節性インフルエンザウイルス株の中和試験による抗原解析および薬剤感受性試験を実施していただきました国立感染症研究所の先生方に深謝いたします.

文 献

- 1) Goodman RA, Orenstein WA, Munro TF, Sikes KS: Impact of influenza A in a nursing home. *JAMA*, **247**, 1451-1453(1982).
- 2) 加地正郎: 高齢者におけるかぜ症候群, 臨床とウイルス, **15**, 296-299 (1987).
- 3) 吉村 元, 今井幸弘, 別府美奈子 他: 高齢者インフルエンザ脳症の1剖検例, 臨床神経学, **48**, 713-720(2008).
- 4) 厚生労働省インフルエンザ脳症研究班: インフルエンザ脳症ガイドライン 改訂版, 平成21年9月, (2009).
- 5) 北野喜良, 古田 清, 松下明正 他: <速報> インフルエンザ脳症による成人の死亡例, 病原微生物検出情報, **36**, 87-89(2015).
- 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) 矢野拓弥, 原 有紀, 植嶋一宗 他: インフルエンザ非流行期に高齢者福祉施設内における集団感染事例から検出されたAH3亜型インフルエンザウイルスのウイルス学的解析-三重県 (2014年), 三重保環研年報 第17号 (通巻第60号), 34-40(2015).

- 8) 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).
- 9) 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.
- 10) WHO Global Influenza Surveillance Network : Manual for the laboratory diagnosis and virological surveillance of influenza, 63-77(2011).
- 11) 三重県感染症情報センター : 県内定点医療機関からの患者届出数, (<http://www.kenkou.pref.mie.jp/topic/influ/influmenu.htm>).
- 12) 三重県感染症情報センター : 県内定点医療機関からの迅速診断キット報告, (<http://www.kenkou.pref.mie.jp/topic/influ/influmenu.htm>).
- 13) 三重県感染症情報センター : 県内の学校等における閉鎖処置の発生状況, (<http://www.kenkou.pref.mie.jp/sacchimieNEW/closure.html>).
- 14) 三重県感染症情報センター : 集団かぜ発生予防のための情報提供について (第1報), (http://www.kenkou.pref.mie.jp/topic/shudan-kaze/kaze17_18/20170911.pdf).
- 15) 国立感染症研究所, 厚生労働省結核感染症課 : 今冬のインフルエンザについて(2017/18シーズン) , (<https://www.niid.go.jp/niid/images/idsc/disease/influ/fludoco1718.pdf>).
- 16) 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>) .
- 17) 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ウイルスの性状-三重県, 病原微生物検出情報, **34**, 343-345 (2013).
- 18) 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).
- 19) 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).
- 20) 三重県感染症情報センター : 2017/18 シーズンのインフルエンザウイルス分離・検出状況, (<http://www.kenkou.pref.mie.jp/topic/influ/bunri/bunrihyou1718.htm>).

ノート

家庭用エアゾル製品中のメタノール分析における妨害物質と確認試験についての考察

濱口真帆, 内山恵美, 竹内 浩, 林 克弘, 川邊揚一郎, 吉村英基

Interfering Substance on Analysis of Methanol in Household Aerosol Products

Maho HAMAGUCHI, Emi UCHIYAMA, Hiroshi TAKEUCHI, Katsuhiko HAYASHI, Yoichiro KAWABE and Hideki YOSHIMURA

家庭用エアゾル製品中のメタノール検査において、公定法のガスクロマトグラフ水素炎イオン化検出器を用いる測定の際に、メタノールとほぼ同じ保持時間のピークを検出する事例が見られた。この場合における確認試験として、パックドカラムと測定条件を変更する分析方法が定められているが、結果の判明までに時間がかかる。より簡便で検査にかかる時間も短縮できる方法として、キャピラリーカラムを使用した分析法を検討したところ、確認試験に適用できた。今回の事例のメタノールとほぼ同じ保持時間の物質は、メタノール検査において妨害物質として報告されているジメチルエーテルと一致した。

キーワード：家庭用品，エアゾル製品，メタノール，ジメチルエーテル（DME）

はじめに

「有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律」により、家庭用エアゾル製品のメタノール含量（5 W/W%以下）とその検査法（以下、公定法という）が定められている。この公定法でメタノールの定性と定量は、ガスクロマトグラフ水素炎イオン化検出器（GC-FID）を用いる2つの測定条件（操作条件1および2）により行われるが、操作条件1ではメタノールとほぼ同じ時間に検出される妨害物質としてジメチルエーテル（DME）が報告されている^{1,2)}。操作条件1の測定で陽性となる場合、メタノールと妨害物質の判別を目的とした操作条件2での測定を続けて行うが、操作条件1と同じ装置で測定しようとする、カラムの交換、エイジング等に時間がかかる。近年はキャピラリーカラムを使用する分析が主流となっており、パックドカラムを使用できる機器は減少している。そこで本研究では、確認試験を迅速に行うためキャピラリーカラムを使用した分析法の検討を行った。

方法

1. 試料

家庭用品メタノール分析公定法の操作条件1でメタノール標準の保持時間と近似の位置にピークが見られるエアゾル製品。

2. 標準溶液および試薬

1) 標準溶液

メタノールは和光純薬工業（株）製インフィニティピュア（高純度試薬）を用い、公定法に従い調製した。DMEは東京化成工業（株）製東京化成特級を用い、冷却したエタノール中に噴射し、溶解させて調製した。

2) 試薬

精製水は、メルクミリポア（株）製の超純水装置から得られたものを用いた。エタノールおよび塩化ナトリウムは、和光純薬工業（株）製試薬特級を用いた。消泡剤は同社製生化学用を用いた。ヘキサンは、同社製残留農薬・PCB試験用(5000倍)を用いた。

3. 試験溶液の作製

公定法による方法および公定法を簡易に改変した方法により、2つの試験溶液を調製した。

1) 試験溶液1

公定法に従い試験溶液を調製した。

2) 試験溶液 2

アルミホイルで作製した器を氷冷した。その中にエアゾル製品を噴射し、試料 0.10 g を測り取った。これをエタノールで 10 mL にメスアップして試験溶液とした^{2,3)}。

4. 測定条件

測定条件は既報を参考にした^{2,3)}。

1) 公定法 (操作条件 1)

ガスクロマトグラフ：(株) 島津製作所製

GC-14B

分析カラム：Porapak Q 80-100mesh
2 m×3.2 mm (パックドカラム)

注入量：1.0 μL N₂ 流量：40 mL / min

カラム槽温度：140°C 注入口温度：170°C

検出器温度：170°C 検出器：FID

2) 公定法 (操作条件 2)

ガスクロマトグラフ：(株) 島津製作所製

GC-14B

分析カラム：10%PEG 1500 on Shimalite TPA
60-80mesh 2 m×3 mm
(パックドカラム)

注入量：1.0 μL N₂ 流量：30 mL / min

昇温条件：50°C(10 min) → 25°C / min
→ 120°C(10 min)

注入口温度：150°C 検出器温度：150°C

検出器：FID

3) 検討法

ガスクロマトグラフ：(株) 島津製作所製

GC-2010

分析カラム：Agilent Technologies (株) 製
DB-WAX 30.0 m×0.32 mm×
0.50 μm (キャピラリーカラム)

注入量：0.5 μL スプリット比：10:1

He 流量：30 mL / min

昇温条件：50°C(10 min) → 25°C / min
→ 200°C(10 min)

注入口温度：250°C 検出器温度：250°C

検出器：FID

結果および考察

試験溶液 1 は操作条件 1 および 2, 検討法で測定を行った。試験溶液 2 は操作条件 2 および検討法で測定を行った。

操作条件 1 で測定を行った結果、メタノール標準の保持時間は 2.165 分、検体のピーク X₁ は 2.213 分に出現し、両者の区別ができなかった(図 1)。

操作条件 2 および検討法で測定を行った結果、

検体に含有される物質のピーク X₂ (図 2) と X₃ (図 3) はメタノール標準のピークとの分離が見られ、妨害物質とメタノールの判別が可能であった。また、DME 標準の保持時間との比較から、今回の検体に含まれる妨害物質は DME であると考えられた(表 1, 表 2)。

試験溶液中の DME のピーク面積値は、試験溶液 1 と 2 でほぼ変化が無かった。このことから、試料中の DME は蒸留等を行っても測定溶液中に残留することが分かった(表 1, 表 2)。

表 1 公定法操作条件 2 の各物質の保持時間および面積値

	保持時間 (min)	面積値
メタノール	5.313	—
DME	0.644	—
試験溶液 1 (X ₂)	0.653	11012
試験溶液 2	0.653	12413

表 2 検討法の各物質の保持時間および面積値

	保持時間 (min)	面積値
メタノール	2.608	—
DME	1.280	—
試験溶液 1 (X ₃)	1.282	28048
試験溶液 2	1.280	36629

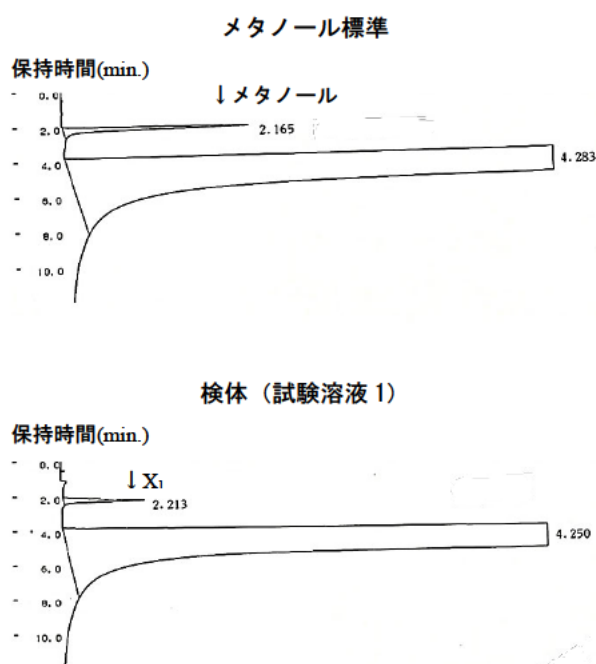


図 1 操作条件 1 のクロマトグラム

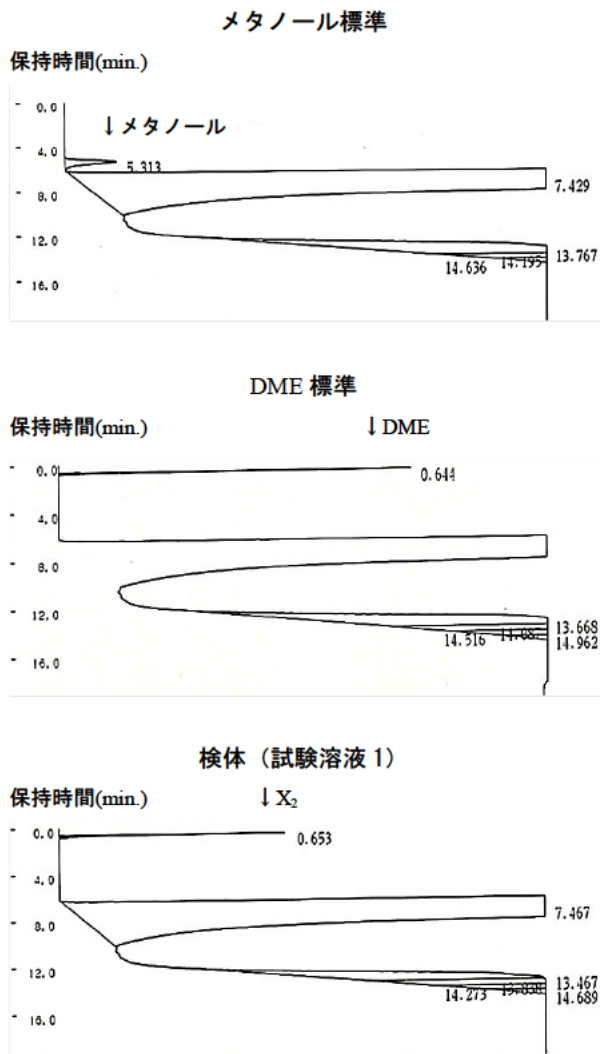


図2 操作条件2のクロマトグラム

まとめ

今回試料としたエアゾル製品に含まれる妨害物質はDMEであると考えられた。DMEの沸点は-23.6°Cだが、水およびエタノールに溶解するため、試験溶液を調製する過程で行う蒸留などでDMEを除去することは困難であった。

メタノール分析の公定法操作条件1で測定を行い、メタノール標準に近似するピークが見られた場合、操作条件2で確認を行うことになっているが、Agilent Technologies (株)製のキャピラリーカラム DB-WAX を使用する分析方法を検討したところ、確認試験に適応可能であった。キャピラリーカラムを使用する分析法はカラムのエージング等の時間が短縮できるため、分析前に十数時間のエージングが必要なパックドカラムと比較して迅速に試験を行うことができた。

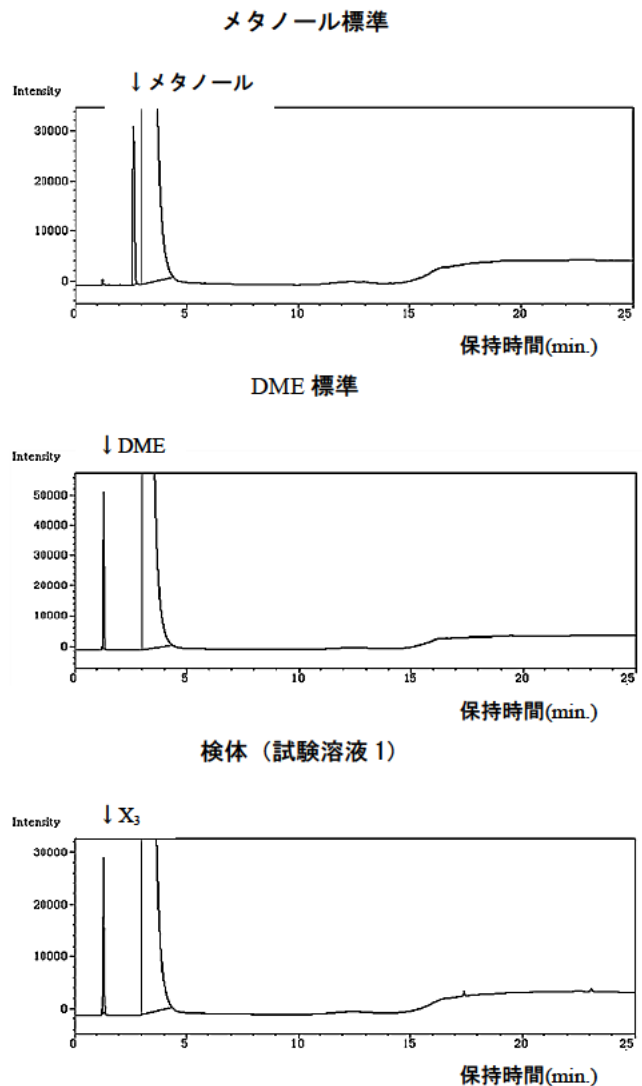


図3 検討法のクロマトグラム

文献

- 1) 佐藤真由美, 萩原彩子, 石井崇司, 小室道彦, 大曾根圭子: エアゾル製品中に含まれるメタノールの疑義事例に関する検討 茨城衛生研究所年報, **53**, 69-72 (2015).
- 2) 田邊英子, 肥塚加奈江, 山本淳, 北村雅美, 山辺真一, 今中雅章: 有害物質を含有する家庭用品の検査における疑義事例 岡山県環境保健センター年報, **31**, 143-147 (2007).
- 3) 山本淳, 肥塚加奈江, 石井学, 山辺真一: 家庭用エアゾル製品中のメタノール分析における疑義事例の確認法の検討 岡山県環境保健センター年報, **33**, 141-143 (2009).

ノート

7 種防かび剤の一斉分析法についての考察

竹内 浩, 清水美緒*, 佐藤 誠**, 林 克弘, 山本昌宏, 吉村英基

A study on simultaneous determination for fungicides

Hiroshi TAKEUCHI, Mio SHIMIDZU, Makoto SATOH, Katsuhiko HAYASHI,
Masahiro YAMAMOTO and Hideki YOSHIMURA

これまでの 4 種防かび剤 (ジフェニル, オルトフェニルフェノール, チアベンダゾールおよびイマザリル) に新たに加わった 3 種防かび剤 (フルジオキシニル, アゾキシストロビンおよびピリメタニル) 計 7 物質について, HPLC-PDA および FL 法による一斉分析法を検討した. その結果, かんきつ類においてアゾキシストロビンの回収率が 70% を下回った以外は, 良好な結果となる分析法を作成した.

キーワード: 防かび剤, HPLC, フォトダイオードアレイ検出器, 蛍光検出器, 一斉分析

はじめに

かんきつ類やバナナなどの果実を輸入する際, 輸送・貯蔵中のかびの発生を防ぐ目的で食品添加物として防かび剤の使用が認められている. 我が国では, 防かび剤として最初にジフェニル (DP) が昭和 46 年に指定され, 昭和 52 年にオルトフェニルフェノール (OPP), 昭和 53 年にチアベンダゾール (TBZ), 平成 4 年にイマザリル (IMZ) が指定され, 当所でも上記 4 物質について既報¹⁾の一斉分析法を用いて検査を実施してきた. その後, 平成 23 年にフルジオキシニル (FLD), 平成 25 年にアゾキシストロビン (AZX) およびピリメタニル (PYR) が新たに指定された. これら 7 物質に対する一斉分析法は厚生労働省から通知されており, 各分析機関が独自で検討を行っている. 文献によると DP および OPP は, LC/MS(MS)のエレクトロスプレーイオン化法 (ESI) では, 感度が低いために HPLC-FL で測定し, 他の成分を LC/MS(MS)で測定する分析機関が多い^{2~4)}. その他の方法として, 大阪市が OPP, DP, PYR および FLD を GC/MS で, その他 3 物質を LC/MS/MS で測定する方法を報告している⁵⁾.

今回, 平成 23 年以降に指定された 3 物質を含む防かび剤 7 物質について, HPLC-FL (蛍光検出器) および HPLC-PDA (フォトダイオードアレイ検出器) を用いた一斉分析法を検討したので報告

する.

実験方法

1. 試料

県内の小売店で市販されていた, オレンジ, グレープフルーツ, レモンおよびバナナを用いた.

2. 試薬

1) 標準試薬

OPP は和光純薬工業(株)製の食品添加物試験用, DP は同社製の残留農薬試験用, AZX および TBZ は同社製 Traceable Reference Material, IMZ, PYR および FLD は同社製 Trace Sure[®]を用いた.

2) 有機溶媒

アセトニトリルは和光純薬工業(株)製の高速液体クロマトグラフ用を用いた.

3) その他の試薬

塩化ナトリウム, くえん酸三ナトリウム二水和物, 水酸化ナトリウム, 無水硫酸マグネシウムおよびりん酸二水素カリウムは和光純薬工業(株)製特級, くえん酸水素二ナトリウム 1.5 水和物は同社製一級を用いた. IMZ の精製には, Agilent Technologies(株)製 Bond Elut C18 (500 mg) を用い, 使用前にアセトニトリル 10 mL および水 10 mL でコンディショニングを行った.

* 三重県医療保健部ライフイノベーション課

** 三重県桑名保健所

3. 標準溶液

IMZ, OPP, DP および TBZ は、約 20 mg を精密に量り、アセトニトリルに溶解し、全量を 100 mL とした。AZX, PYR および FLD は、約 10 mg を精密に量り、アセトニトリルに溶解し、全量を 100 mL とした。IMZ はアセトニトリル、その他の成分はアセトニトリル・水 (1+1) で段階的に希釈して用いた。

4. 装置および測定条件

1) HPLC-FL

液体クロマトグラフ：(株)島津製作所製 Prominence システム

蛍光検出器：同社製 RF-20A_{XS}

カラム：(一財)化学物質評価研究機構製 L-column ODS (4.6 mm i.d.×150 mm, 5 μm)

カラム槽温度：40℃

移動相 A 液：0.01 mol/L りん酸二水素カリウム試液

B 液：メタノール

流速：1.0 mL/min

(測定条件 1)

アイソクラティック条件：A : B = 48 : 52

測定波長：

チャンネル 1

TBZ：励起波長 297 nm 蛍光波長 351 nm

AZX：励起波長 280 nm 蛍光波長 325 nm

FLD：励起波長 270 nm 蛍光波長 325 nm

チャンネル 2

OPP：励起波長 286 nm 蛍光波長 345 nm

PYR：励起波長 270 nm 蛍光波長 450 nm

試料注入量：30 μL

(測定条件 2)

アイソクラティック条件：A : B = 22 : 78

測定波長：

DP：励起波長 248 nm 蛍光波長 314 nm

試料注入量：10 μL

2) HPLC-PDA

液体クロマトグラフ：(株)島津製作所製 LC-10A_{VP} システム

フォトダイオードアレイ検出器：同社製 SPD-M10A_{VP}

カラム：(一財)化学物質評価研究機構製 L-column ODS

(4.6 mm i.d.×150 mm, 5 μm)

カラム槽温度：40℃

移動相 A 液：0.01 mol/L りん酸二水素カリウム溶液

B 液：メタノール

アイソクラティック条件：A : B = 30 : 70

流速：1.0 mL/min

測定波長：230 nm

試料注入量：20 μL

5. 試験溶液の調製法

均一化した試料 5.0 g に水 5 mL および 10 mol/L 水酸化ナトリウム溶液 1 mL を加えて混和し、アセトニトリル 10 mL を加えて 10 分間振とうした。これに塩化ナトリウム 1 g、くえん酸三ナトリウム二水和物 1 g、くえん酸水素二ナトリウム 1.5 水和物 0.5 g および無水硫酸マグネシウム 4 g を加えて 1 分間振とうした後、3,000 rpm で 5 分間遠心分離し、アセトニトリル層を得た。アセトニトリル層 0.5 mL を分取し、水を加えて 1 mL に定容後、15,000 rpm で 5 分間遠心分離した上澄み液を TBZ, AZX, FLD, OPP, PYR (かんきつ類のみ) および DP の試験溶液とし、HPLC-FL で測定した。バナナの PYR については、アセトニトリル層 2 mL を分取し、窒素吹付濃縮装置で 0.5 mL 以下まで濃縮した。アセトニトリルを加えて 0.5 mL とし、水を加えて 1 mL に定容後、15,000 rpm で 5 分間遠心分離した上澄み液を試験溶液とし、HPLC-FL で測定をした。

IMZ については、既報¹⁾に準拠した。すなわち、上記の 3,000 rpm で 5 分間遠心分離して得られたアセトニトリル層 5 mL を分取し、40℃以下でロータリーエバポレーターを用い、減圧乾固した。残留物にアセトニトリル・0.1 mol/L りん酸二水素カリウム (1+9) 10 mL を加え、超音波溶解し、Bond Elut C18 に全量負荷した。試料容器をアセトニトリル・0.1 mol/L りん酸二水素カリウム (1+9) 5 mL で 2 回洗浄し、その洗液もカラムに負荷した。次いで、水 5 mL およびアセトニトリル・水 (7+3) 5 mL で洗浄し、アセトニトリル・0.01 mol/L りん酸二水素カリウム (7+3) 4 mL で IMZ を溶出した。溶出液に水を加えて 5 mL に定容後、一部を 15,000 rpm で 5 分間遠心分離した。得られた上澄み液を試験溶液とし、HPLC-PDA で測定した。

結果および考察

1. 測定条件の検討

移動相および分析カラムは 4. 装置および測定条件に記載したものをを用いた。検出器について、TBZ, OPP および DP は蛍光検出器、IMZ はフォトダイオードアレイ検出器を用いた。AZX, FLD および PYR については、フォトダイオードアレイ検出器よりも夾雑成分の影響を受けにくい蛍光検出器を用いて検討した。励起波長また蛍光波長の最適化には、一方の波長を固定し他方の波長を複数条件設定することで、各成分のピーク面積値が最大となる波長をそれぞれ求め、TBZ およ

びOPPを含めた5成分同時測定可能な条件を設定した。詳細については、4.装置および測定条件に記載した。

AZX, FLD および PYR は, TBZ, OPP および DP に比べて感度が劣るため, 注入量を変更して感度を得る検討を行った。注入量 10 μL から 50 μL まで測定したところ, 20 μL では, 注入量に比例してピーク高さが改善した。30 μL では, ピーク高さは注入量に比例するほど高くなるはならなかったが, ピーク形状は良好であった。40 μL 以上では, 保持の弱い TBZ においてピーク形状の悪化が顕著となった。このことから DP および IMZ 以外の5成分は, 注入量 30 μL とした。

2. 添加回収試験

オレンジ, グレープフルーツ, レモンおよびバナナ (全体) に防かび剤を添加し回収試験を行った。オレンジ等のかんきつ類への防かび剤の添加量は, DP は 10 $\mu\text{g/g}$ としそれ以外は食品添加物の使用基準に基づいて設定 (TBZ, PYR, OPP, FLD および AZX : 10 $\mu\text{g/g}$, IMZ : 5 $\mu\text{g/g}$) した。バナナ (全体) への添加量は, TBZ および IMZ は食品添加物の使用基準, AZX および PYR は残留農薬基準, FLD, OPP および DP は当試験法の報告下限値に基づいて設定 (TBZ: 3 $\mu\text{g/g}$, IMZ: 2 $\mu\text{g/g}$, AZX : 3 $\mu\text{g/g}$, PYR : 0.1 $\mu\text{g/g}$, FLD : 1 $\mu\text{g/g}$, OPP および DP : 0.04 $\mu\text{g/g}$) した。添加用標準液は, 0.5 mL が添加量になるように調製した。

妥当性評価の目標値⁶⁾を表1に, 結果を表2に示す。オレンジ, グレープフルーツおよびレモンの AZX が, 62.5%, 61.0%, 65.5% となり 70% に届かなかった。オレンジ, グレープフルーツおよびレモンの AZX 以外の6物質およびバナナ (全体) の7物質については全て良好な結果となった。

表1 妥当性評価の目標値

濃度 (ppm)	真度 (%)	併行精度 (RSD%)	室内精度 (RSD%)
≤ 0.001	70~120	30 >	35 >
0.001 < ~ ≤ 0.01	70~120	25 >	30 >
0.01 < ~ ≤ 0.1	70~120	15 >	20 >
0.1 <	70~120	10 >	15 >

表2 妥当性評価の結果

		IMZ	TBZ	AZX	FLD	OPP	PYR	DP
オレンジ	真度 (回収率%)	77.7	86.1	62.5	88.8	90.0	87.5	78.8
	併行精度 (RSD%)	1.7	1.0	4.1	0.9	1.0	1.1	1.3
	室内精度 (RSD%)	3.1	1.0	6.8	1.5	1.2	1.3	2.2
グレープフルーツ	真度 (回収率%)	77.0	90.0	61.0	88.4	90.5	81.8	77.9
	併行精度 (RSD%)	1.6	1.5	1.7	1.5	2.1	1.5	2.3
	室内精度 (RSD%)	4.4	1.9	7.4	1.6	2.5	1.4	2.3
レモン	真度 (回収率%)	77.0	88.6	65.5	85.0	89.5	87.1	76.6
	併行精度 (RSD%)	1.4	1.5	2.5	1.4	1.6	2.2	2.7
	室内精度 (RSD%)	4.9	1.1	6.7	1.2	1.3	1.9	3.2
バナナ	真度 (回収率%)	76.8	89.8	74.5	91.4	86.0	95.3	82.5
	併行精度 (RSD%)	1.9	1.0	1.2	1.4	4.3	6.0	1.5
	室内精度 (RSD%)	2.6	1.3	5.0	1.4	5.7	11.7	4.2

まとめ

1. AZX, FLD および PYR について, HPLC-FL の励起・蛍光波長を最適化するとともに注入量を 30 μL とし, TBZ および OPP を含めた5成分同時測定可能な条件を設定した。DP については, 上記5成分に比べ脂溶性が高いため, DP 単独で測定する条件を設定した。IMZ については, 既報に従い HPLC-PDA で測定した。
2. HPLC-PDA および FL を用いて, 防かび剤7種の一斉分析について検討し, オレンジ, グレープフルーツおよびレモンのかんきつ類3種とバナナ (全体) の妥当性評価を実施した。かんきつ類において AZX の回収率が 60% 台とやや低くなったが, それ以外の6物質およびバナナ (全体) では良好な結果が得られた。

文献

- 1) 小川正彦, 坂井 亨, 大熊和行, 佐藤 誠, 志村 恭子: HPLC 法による柑橘類およびバナナ中のポストハーベスト農薬の簡易系統分析法, 三重県衛生研究所年報, **42**, 111-117 (1996).
- 2) 氏家あけみ, 紙本佳奈, 上田淳司, 安永 恵: 輸入果実に残留する防かび剤の一斉分析法の検討, 香川県環境保健研究センター所報, **13**, 58-61 (2014).
- 3) 吉岡直樹, 林 幸子, 稲田忠明: かんきつ類における7種防かび剤の迅速分析法の検討, 食品衛生学雑誌, **56**, 228-232 (2015).
- 4) 小木曾俊孝, 中西加奈子, 新谷依子, 永島聡子, 高橋浩司, 平川博仙, 堀 就英, 梶原淳睦: 果実中防かび剤の分析法開発および妥当性評価, 福岡県保健環境研究所年報, **43**, 76-81 (2016).
- 5) 佐藤 環, 宮本伊織, 角谷直哉, 山野哲夫: かんきつ類中防かび剤の迅速一斉試験法の妥当性評価, 大阪市立環境科学研究所年報, **77**, 31-35 (2015).
- 6) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知: 食品中に残留する農薬等に関する試験法の妥当性評価ガイドラインの一部改正について, 食安発 1224 第1号, 平成22年12月24日

ノート

廃棄物溶出試験における重金属類測定手法の確立に関する研究

立野雄也, 柘植 亮*, 佐来栄治**

Establishment of Measurement Method of Heavy Metals in Waste Dissolution Test

Yuya TACHINO, Ryo TSUGE and Eiji SARAI

廃棄物溶出試験において、重金属測定に用いるICP-MSは、多元素を同時に高感度で測定できるが、共存物質による干渉を受けるため、測定結果に誤差を生じやすい。したがって、干渉除去のために検体の前処理が重要となるが、公定法に明確な前処理法が示されていない。本研究では、前処理に用いる酸の条件、検液の希釈、乾固による影響、手袋からの汚染、キレート樹脂充填固相を用いた前処理、マイクロウェーブ分解装置を用いた前処理についてそれぞれ検討を行った。

その結果、以下のことがわかった。前処理に用いる酸は硝酸とし、酸濃度を一致させる必要がある。検液の希釈により干渉を低減できた。検液を乾固させた場合、回収率の低下が認められた。保護具として用いる手袋の種類によっては汚染源になることがわかった。銅、亜鉛、カドミウム、鉛については適切に希釈することでキレート樹脂充填固相を用いた前処理が適用可能であることがわかった。マイクロウェーブ分解装置とプレートヒーター加熱は、同程度の加熱時間、温度においては同等の結果となった。

キーワード：廃棄物溶出試験、重金属、キレート樹脂充填固相、マイクロウェーブ分解装置

はじめに

廃棄物溶出試験において、重金属類（カドミウム、鉛、砒素、セレン、クロム、銅および亜鉛）の測定に用いる ICP-MS などの精密分析機器は多元素を同時に高感度で測定できる利点があるが、検液中の共存物質による干渉を受けるため、測定結果に誤差を生じやすい。したがって、廃棄物溶出試験は干渉除去のために検液の前処理が重要となるが、公定法には明確な前処理手順が示されていない。このため、多量の共存物質が含まれる検液の測定において、現状では測定結果を出すまでにかかなりの時間を要している。共存物質による干渉の低減について記述された文献^{1~4)}はあるが、どの物質がどの程度共存すると、測定結果にどのような影響を及ぼすかについて、実用面での具体性に乏しい。本研究はこれら不明瞭な点を明らかにし、さまざまな廃棄物に適切に対処できる手法を確立することを目的とした。

本前処理法が確立すれば、より正確な測定結果により、法令基準への適合性を判定することができる。これにより、廃棄物の処理事業者等に対して信頼性の高い指導を行えることで、廃棄物による周辺環境汚染の未然防止・拡大防止につながることを期待できる。

今回は前処理に用いる酸の条件、希釈、乾固、器具からの汚染、キレート樹脂充填固相を用いた前処理、マイクロウェーブ分解装置を用いた前処理についてそれぞれ検討を行い、知見が得られたので報告する。

方法

1. 試料

1) 溶出試験用試料

平成 28 年統一精度管理試料⁵⁾ (以下「ばいじん」という)、下水汚泥および窯業系サイディング材 (有機系塗料および無機系塗料) を用いた。

* 現所属：三重県環境生活部大気・水環境課。

** 現所属：公益財団法人三重県下水道公社。

2) 手袋

試験室で保護手袋として使用している手袋を用いた。用いた手袋の材質はポリエチレン、塩化ビニル（2種類）、クロロプレン、ラテックス、ニトリルであった。

2. 溶出試験

産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法⁶⁾に準拠し検液を作成した。

3. 各種前処理法による影響の検討

測定対象元素はクロム、銅、亜鉛、砒素、セレン、カドミウム、鉛とした。後述の 3.5 以外については、検体に、多元素混合標準液 (SPEX 製 XSTC-469) を各元素が 10 µg/L (亜鉛のみ 50 µg/L) になるように添加し回収率を求めた。後述の 3.1, 3.3, 3.6, 3.7 については同様の操作を 3 回行った。平均値を回収率とし、また、CV 値も求めた。3.3, 3.6 の鉛については、用いた 1.1) のばいじんの検液濃度が高かった (11.9 mg/L) ため、検液濃度に対する回収率として計算した。

3.1 酸加熱処理による影響

前処理に用いる酸の種類の違いが測定結果に影響を与えるかを調べるため、超純水について日本工業規格 K0102 (2016) (以下「JIS」という) 5.2, 5.3 および 5.4 に準拠し前処理を行った。

3.2 硝酸濃度の違いによる影響

検液の硝酸濃度の違いが測定結果に影響を与えるかを調べるため、超純水に段階的に硝酸を加え、硝酸濃度 1% の検量線溶液を用いて測定、回収率を求めた。

3.3 希釈による影響

検液の希釈により、マトリックス濃度を下げることによって、干渉を低減できるかを調べるため、1.1) のばいじん検液を段階的に希釈し、回収率を求めた。

3.4 乾固による影響

加熱操作を行う際に、乾固寸前まで濃縮すると、検液の酸濃度が上がり、効率的に有機物を分解できるが、乾固した場合の知見がないことから、超純水および 1.1) のばいじん検液について検液を以下のとおり乾固させ、回収率を求めた。

1) テフロンビーカーに検液 20 mL, 硝酸 2 mL を加えた。

2) ホットプレート上で加熱し、検液を乾固させた。

3) テフロンビーカーに硝酸 2 mL を加え、テフロンビーカーを洗い、超純水で 20 mL に定容した。

3.5 手袋からの汚染

1.2) の手袋からの汚染の有無を調べるために、手袋の 1 cm 角片を 10% 硝酸溶液 20 mL で 30 分間煮沸後、検液として測定した。

3.6 キレート樹脂充填固相を用いた前処理

イオン化干渉等を除去するため、キレート樹脂充填固相を用いた前処理で共存元素の分離を検討した。また、この操作は、廃棄物溶出試験における測定法の JIS (2013) の適用性検討が行われている操作であり、当所においても適用可能か検討した。試料には 1.1) のばいじんを用いた。

前処理操作は JIS 52.2 備考 6 に準拠し、以下のとおり行った。

1) キレート樹脂充填固相 (GL Sciences 製 InertSep@ME-2) に 2 mol/L 硝酸 5 mL, 超純水 5 mL, 0.1 mol/L 酢酸アンモニウム溶液 5 mL を順次流し、コンディショニングした。

2) 検液 20 mL に硝酸 200 µL を加え、200°C のプレートヒーター上で 10 分加熱した。

3) 放冷後、終濃度 0.1 mol/L になるように酢酸アンモニウムを加え、アンモニア水で pH5.6 に調整した。

4) キレート樹脂充填固相に検液を添加し、重金属を保持させた。

5) 0.5 mol/L 酢酸アンモニウム溶液で固相を洗浄、次いで 1 mol/L 硝酸 5 mL を 2 回流し、重金属を溶出した。

6) 溶出液を 1 mol/L 硝酸で 20 mL に定容し、重金属類を測定した。

7) キレート樹脂充填固相に重金属を保持した際に流下した液と、その後キレート樹脂充填固相を洗浄した際に流下した液を合一し (洗浄液)、重金属類を測定した。

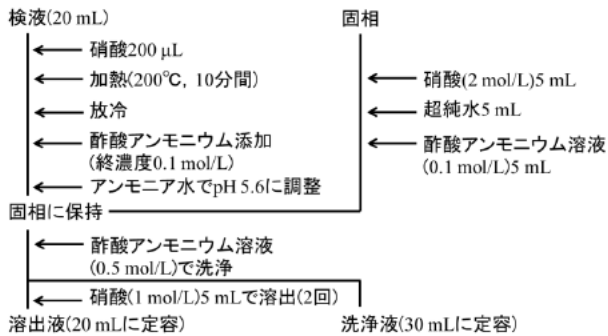


図1 キレート樹脂充填固相を用いた前処理の操作フローの概略

3.7 マイクロウェーブ分解装置を用いた前処理

効率的で強力な有機物の分解を目的としてマイクロウェーブ分解装置を用い、従来のプレートヒーター加熱と比較するため、1.1) の下水汚泥および窯業系サイディング材(有機系塗料および無機系塗料)を用い、以下の条件で加熱した。

- 1) 検液に体積の10%の硝酸を添加した。
- 2) マイクロウェーブ分解装置またはプレートヒーターを用いて表1の条件で加熱した。
- 3) 放冷後、超純水で20 mLに定容し、測定検液とした。

なお、加熱しない場合の干渉の有無を確認するため、非加熱の検液も測定した。

表1 検液の加熱条件

	加熱装置	
	マイクロウェーブ分解装置	プレートヒーター
検液量(mL)	10	20
設定温度(°C)	200	200
加熱時間(min)	60	60
内訳	昇温時間(min)	30
	保持時間(min)	30

結果および考察

1. 酸加熱処理による影響

各酸加熱処理における重金属の回収率を表2に示す。JIS5.2は硝酸のみを用いる方法、JIS5.3は硝酸と過塩素酸を用いる方法、JIS5.4は硝酸と硫酸を用いる方法である。JIS5.3およびJIS5.4では、重金属の回収率が110%より高いものが多く、物理干渉の影響があったと考えられた。また、JIS5.4の砒素およびセレンは多元素イオンによる干渉で回収率が異常に高くなったと考えられた。このことから、有機物が少ない場合は、JIS5.2により前処理を行うべきと考えられた。

表2 各酸加熱処理における重金属回収率(%)

重金属	酸加熱処理		
	JIS5.2	JIS5.3	JIS5.4
Cr	108(5.8)※	116(4.0)	111(8.9)
Cu	104(0.9)	121(7.4)	110(5.9)
Zn	108(8.8)	115(22.8)	113(7.4)
As	106(1.2)	114(4.9)	204(5.2)
Se	107(5.3)	118(7.9)	300(9.8)
Cd	105(0.5)	114(5.8)	108(2.7)
Pb	103(1.9)	106(4.0)	107(3.6)

※()内はCV値

2. 硝酸濃度の違いによる影響

硝酸濃度の違いによる重金属の回収率を図2に示す。検液の酸濃度が検量線溶液の硝酸濃度である1%と比べ高く、または低くなるにつれ回収率が100%より高くまたは低くなった。このことから、検量線溶液と検液の硝酸濃度は一定にする必要があると考えられた。

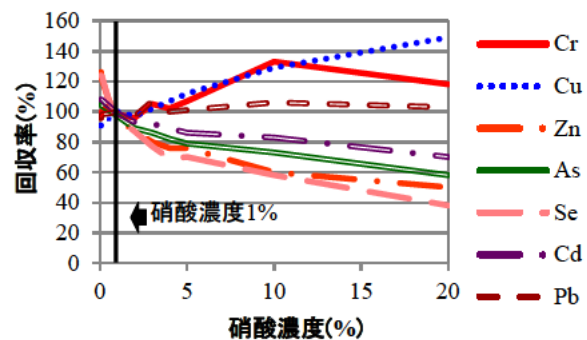


図2 各硝酸濃度における重金属回収率

3. 希釈による影響

希釈したばいじん検液の重金属回収率を図3に示す。低希釈倍率では回収率が低く、希釈倍率が上がるにつれて回収率が良くなる傾向が見られた。このことから、希釈することで共存物質の濃度が下がり、干渉を低減できた。表3に、各重金属の産廃溶出試験の報告下限値における定量可能な最大希釈倍率を示す。両者の関係から、各重金属で試料溶液を最大希釈倍率以下の希釈を行うことで、報告下限値を担保しつつ、干渉を低減でき、有効であることがわかった。

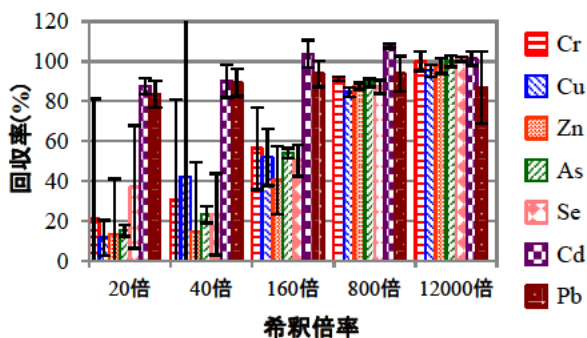


図3 ばいじん検液の希釈倍率と重金属回収率 (希釈倍率は測定時の値)

表3 各重金属の産廃溶出試験の報告下限値における定量可能な最大希釈倍率 (希釈操作のみ)

重金属	報告下限値における 定量可能な最大希釈倍率
Cr	1250
Cu	2500
Zn	2500
As	250
Se	250
Cd	225
Pb	250

4. 乾固による影響

検液を乾固させた場合の重金属の回収率を表4に示す。標準液を添加した超純水を乾固した場合は良好な回収率となった。ばいじん検液については、クロム、銅、亜鉛、砒素、セレンの回収率が低くなった。このことから、検液を加熱する際は、回収率が低下する可能性があるため、乾固しないようにする必要があることがわかった。

表4 検液を乾固させた場合の重金属回収率 (%)

重金属	試料		
	超純水 標準添加	ばいじん	ばいじん 標準添加
Cr	97	83	90
Cu	106	76	87
Zn	99	85	88
As	100	66	85
Se	100	14	61
Cd	99	99	96
Pb	97	94	93

5. 手袋からの汚染

手袋からの汚染の有無を調べた結果を表5に示す。ポリエチレン製手袋以外は多量の亜鉛が溶出しており、汚染源になりうるということがわかった。また、塩化ビニル製手袋①は砒素とセレンが高濃度となっているが、これは手袋に含まれる塩素とアルゴンの二元素イオン等の多元素イオンによる干渉だと考えている。塩化ビニル製手袋②は全体的に値が高く、検液の粘性による物理干渉等が起こっている可能性がある。以上のことから、手袋の材質によっては汚染源になる可能性があるため、取扱いには十分注意する必要がある。

表5 各手袋の検液の重金属濃度 ($\mu\text{g/L}$)

重金属	手袋					
	ポリエチレン製手袋	塩化ビニル製手袋①	塩化ビニル製手袋②	クロロプレン製手袋	ラテックス製手袋	ニトリル製手袋
Cr	<0.04	<0.04	3.6	<0.04	0.04	0.15
Cu	0.13	0.22	0.95	<0.04	0.09	0.04
Zn	0.80	16	>3000	>3000	>3000	>3000
As	<0.04	6.1	0.31	<0.04	0.04	<0.04
Se	<0.04	5.7	1.1	0.26	0.13	0.15
Cd	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Pb	<0.04	0.04	1.2	0.06	0.64	0.20

6. キレート樹脂充填固相を用いた前処理

超純水に標準液を添加し、アンモニア水で調整する pH を変えながら前処理を行った結果を図4に示す。このグラフから、pH5.6 付近では銅、亜鉛、カドミウム、鉛の回収率が高く、共存元素との分離が行われていると考えられる。しかし、pH4 以下で亜鉛とカドミウムの、pH6 以上で鉛の回収率が低下していることから、pH を 5.6 付近にすることが重要だと考えられる。クロム、砒素、セレンについてはいずれの pH でも回収率が低く、分離ができなかった。

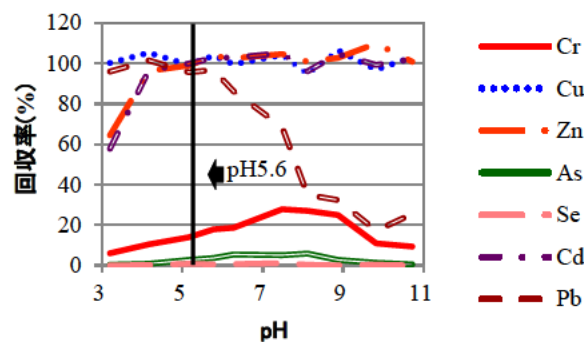


図4 各 pH でのキレート樹脂充填固相による前処理の重金属回収率

次に、前処理を行ったばいじん検液の溶出液および洗浄液の重金属回収率を図5および6に示す。横軸は固相に保持する際の検液の希釈倍率である。

図5から、2倍希釈の検液では、各元素回収率が非常に低く、CV値が高くなった。これは、検液のイオン濃度が高いためと考え、希釈倍率を上げたところ、回収率、CV値共に改善された。各重金属の産廃溶出試験の報告下限値における定量可能な最大希釈倍率を表6に示す。銅、亜鉛、カドミウムについてはより低希釈倍率で分離可能であることがわかった。鉛については検液濃度が高く、1200倍希釈することで定量可能濃度となっているが、このときの濃度は9.91 µg/Lで他の元素と同様の挙動と言える。以上のことから、銅、亜鉛、カドミウム、鉛については適切に希釈することで適用可能であることがわかった。なお、図6から、クロム、砒素、セレン、は固相に保持されず、洗浄液に流出していることがわかった。このことから、クロム、砒素、セレンについては適用不可であることがわかった。

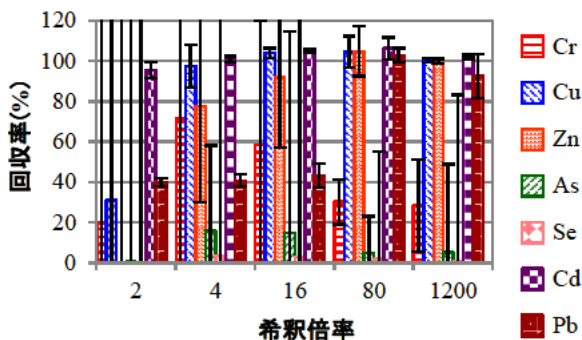


図5 ばいじん検液の溶出液における重金属回収率(エラーバーはCV値)

表6 各重金属の産廃溶出試験の報告下限値における定量可能な最大希釈倍率(キレート樹脂充填固相を用いた前処理)

重金属	報告下限値における 定量可能な最大希釈倍率
Cr	不可
Cu	333
Zn	333
As	不可
Se	不可
Cd	30
Pb	33

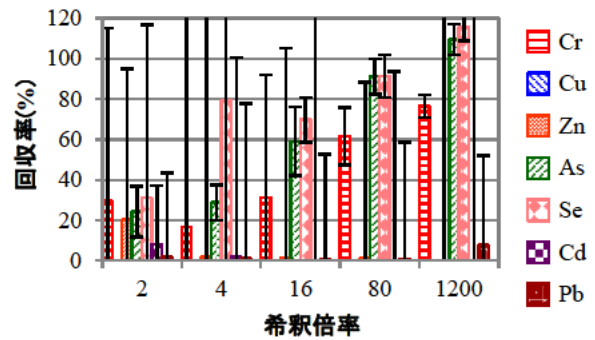


図6 ばいじん検液の洗浄液における重金属回収率(エラーバーはCV値)

7. マイクロウェーブ分解装置を用いた前処理

マイクロウェーブ加熱とプレートヒーター加熱を下水汚泥検液に適用した結果を図7に、窯業系サイディング材有機系塗料検液に適用した結果を図8に、窯業系サイディング材無機系塗料検液に適用した結果を図9に示す。各試料ともに、マイクロウェーブ(MW)とプレートヒーター(PH)加熱では回収率は100%に近く、CV値も低く両加熱法で同等の結果となった。非加熱の場合、下水汚泥のセレンの回収率が低くなっており、何らかの干渉を受けている可能性がある。これらのことから、同等の加熱条件ではマイクロウェーブとプレートヒーター加熱は同等の結果となることがわかった。

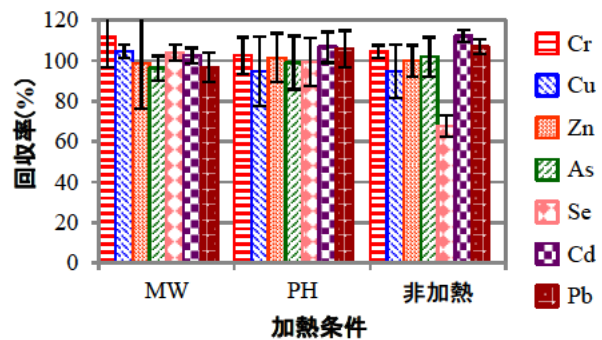


図7 各加熱条件における下水汚泥検液の重金属回収率(エラーバーはCV値)

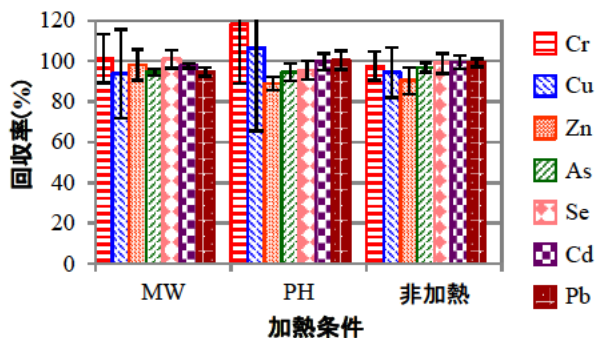


図8 各加熱条件における窯業系サイディング材有機系塗料検液の重金属回収率(エラーバーはCV値)

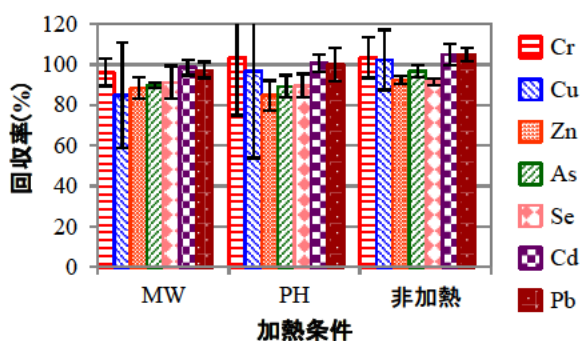


図9 各加熱条件における窯業系サイディング材無機系塗料検液の重金属回収率(エラーバーはCV値)

まとめ

1. 酸の種類が異なると測定に影響が出ることがわかった。有機物の少ない検液の前処理はJIS5.2で行う必要がある。
2. 酸の濃度が異なると測定結果に影響が出ることがわかった。検液と検量線溶液で酸濃度を一致させる必要がある。
3. 検液を希釈することで共存元素の濃度が下がり、干渉を低減できることがわかった。適切な倍率で希釈することで干渉を低減できる。

4. 検液を乾固させた場合、回収率が2割程度低下した。加熱操作時には乾固させないように注意する必要がある。

5. 汚染防止や保護のため使用している手袋の種類によっては亜鉛等の汚染源となる可能性がある。

6. キレート樹脂充填固相を用いた前処理について、銅、亜鉛、カドミウム、鉛については適切に希釈することで適用可能であった。クロム、砒素、セレンについては適用不可であった。

7. マイクロウェーブ分解装置を用いた前処理では、プレートヒーターと同程度の加熱温度、時間では同等の回収率、CV値となり、使用可能であることがわかった。

文献

- 1) 芦塚由紀ら：マイクロウェーブ分解装置を用いた重金属の迅速分析法の検討。福岡県保健環境研究所年報，36，61～66(2009)。
- 2) 丸田文之ら：キレートディスク前処理/ICP-MSによる海水及び河川水中のウラン及び希土類元素の多元素同時分析法の検討。新潟県放射線監視センター年報，1，45～49(2003)。
- 3) 林 光一ら：キレートディスク濃縮/ICP-AESによる排水中重金属の定量法の検討。川崎市公害研究所年報，30，45～50(2003)。
- 4) 北田久美子ら：誘導結合プラズマ質量分析法による下水汚泥中の重金属の分析。下水道協会誌，35(432)，143～156(1998)。
- 5) 環境省。環境測定分析統一精度管理調査サイト (<http://www.env.go.jp/air/tech/seidokanri/report/index.html>)。平成28年度環境測定分析統一精度管理調査結果。
- 6) 昭和48年2月17日環境庁告示第13号。

ノート

伊勢湾における有機物の分解特性に関する研究

渡邊卓弥, 谷村譲紀, 奥山幸俊, 国分秀樹*, 柘植 亮**, 千葉 賢***

Characteristics of organic matter decomposition in Ise Bay

Takuya WATANABE, Yoshinori TANIMURA, Yukitoshi OKUYAMA,
Hideki KOKUBU, Ryo TUGE and Satoshi CHIBA

伊勢湾内の底層では毎年のように貧酸素水塊が発生しており, 生物生息環境の悪化などの影響を与えている. 貧酸素水塊の発生要因の1つとして, 水中に存在する有機物の分解に伴い, 酸素が消費される点が挙げられることから, 湾内3地点(湾奥, 湾央, 湾口)の表底層水を用いた生分解試験を行い, 水質の変化を調査した. その結果, 湾奥の表層では他の地点に比べ多くの懸濁態有機炭素(POC)が含まれており, 分解の特性時間(緩和時間)は3~7日程度であることが分かった. また, 溶存酸素量(DO)の変化量に対する溶存態無機窒素(DIN)の変化量の関係から, 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.

キーワード: 伊勢湾, 有機物, 生分解, 分解特性, TOC, COD

はじめに

伊勢湾の水環境は高度経済成長期に発生した水質汚濁により悪化が懸念されていたが, 現在では改善してきていると考えられている¹⁾. 実際に, 1979年から実施されている伊勢湾総量削減等の取り組みにより, 伊勢湾内に流入する陸域負荷は減少し, 湾内の全窒素(TN), 全リン(TP)の濃度も減少してきている²⁾. しかし一方で, 湾内の底層では毎年のように貧酸素水塊が発生しており, 生物生息環境の悪化などの影響を与えている.

貧酸素水塊の発生要因の1つとして, 水中に存在する有機物の分解に伴い, 酸素が消費される点が挙げられる³⁾が, 沿岸海域の有機物の分解特性に関する知見は少ない.

そこで本調査では, 湾内3地点(湾奥, 湾央, 湾口)の表層水および底層水を用いて実験室で生分解試験を実施し, 全有機炭素(TOC)や溶存酸素量(DO)などの経時変化から, 有機物の分解特性について考察した.

調査方法

1. 調査地点および採水日

2017年7月10日および2017年9月8日, 三重県水産研究所が実施する浅海定線観測調査地点のSt.2(湾奥), St.11(湾央), St.18(湾口)において, 表層水(0.5m)および底層水(Bottom-1m)を採水した. なお, 底層水の採水はCTD搭載のニスキン採水器を用いて行った. 調査地点を図1に, 調査地点の座標および水深を表1に示した.

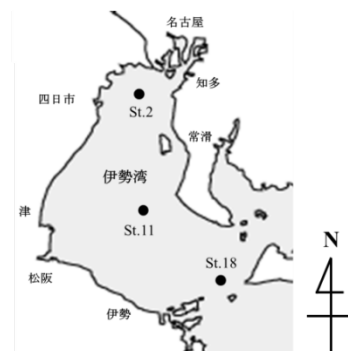


図1 調査地点

* 三重県水産研究所鈴鹿研究室(現所属・三重県保健環境研究所)

** 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

表 1 調査地点の座標および水深

調査地点	世界測地系		水深(m)	
	北緯	東経	7月10日	9月8日
St.2	34°57.00'	136°43.95'	23	24
St.11	34°43.11'	136°44.63'	35	35
St.18	34°35.16'	136°56.74'	57	56

2. 生分解試験条件

採水地点の環境に近づけるため、表層水は好気的條件、底層水は嫌氣的條件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 200ml 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、7 月は表層水、底層水でそれぞれ 25℃、18℃とし、9 月は 25℃、20℃とした。生分解試験開始から 0, 2, 7, 14, 30, 52 日目に DO, TOC, 溶存態有機炭素 (DOC), 化学的酸素要求量 (COD) について分析を行った。また、0, 30, 52 日目には TN, TP, 亜硝酸態窒素 (NO₂-N), 硝酸態窒素 (NO₃-N), アンモニア性窒素 (NH₄-N), リン酸態リン (PO₄-P) も分析した。ただし、52 日目は表層水のみ分析した。

表層水は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採用した。

3. 水質分析方法

水質分析は表 2 に示す方法で行った。なお、DOC は 450℃で 2 時間焼成した GF/F 濾紙で濾過した試料を用いて分析した。また、懸濁態有機炭素 (POC) については、TOC 値から DOC 値を差し引いた値として求めた。

表 2 水質分析方法

分析項目	分析方法	使用機器
DO	JIS K0102 32.3	ワイエスアイ・ナノテック社製 YSI DOメーター 52型
COD	JIS K0102 17	
TOC	JIS K0102 22.2	島津製作所製
DOC	JIS K0102 22.2	全有機炭素計 TOC-V
TN	JIS K0102 45.2	
TP	JIS K0102 46.3.4	BLTEC社製
NO ₃ -N	JIS K0102 46.2.6	連続流れ分析装置
NO ₂ -N	JIS K0102 43.1.3	SWATT型
NH ₄ -N	JIS K0102 42.6	
PO ₄ -P	JIS K0102 46.1.4	

結果および考察

1. TOC, DOC, POC, COD の経時変化と分解の特性時間

図 2 に示した COD の経時変化を見ると、生分解試験開始直後から減少し、7 月の St.2 と St.11 の表層水を除いたほとんどの試料で、52 日目の濃度は 0.5~1.0mg/L 程度となった。一方、TOC は生分解試験開始直後に減少するものの、14 日目以降はほとんど変化が見られず、52 日目には多くの試料で 1.0mg/L 程度となった。これは、14 日目までに易分解性の有機物の分解が進み、難分解性の有機物が残った結果であると考えられる。DOC については初期濃度からほとんど変化しない試料が多いことから、難分解性の有機物が中心の組成で

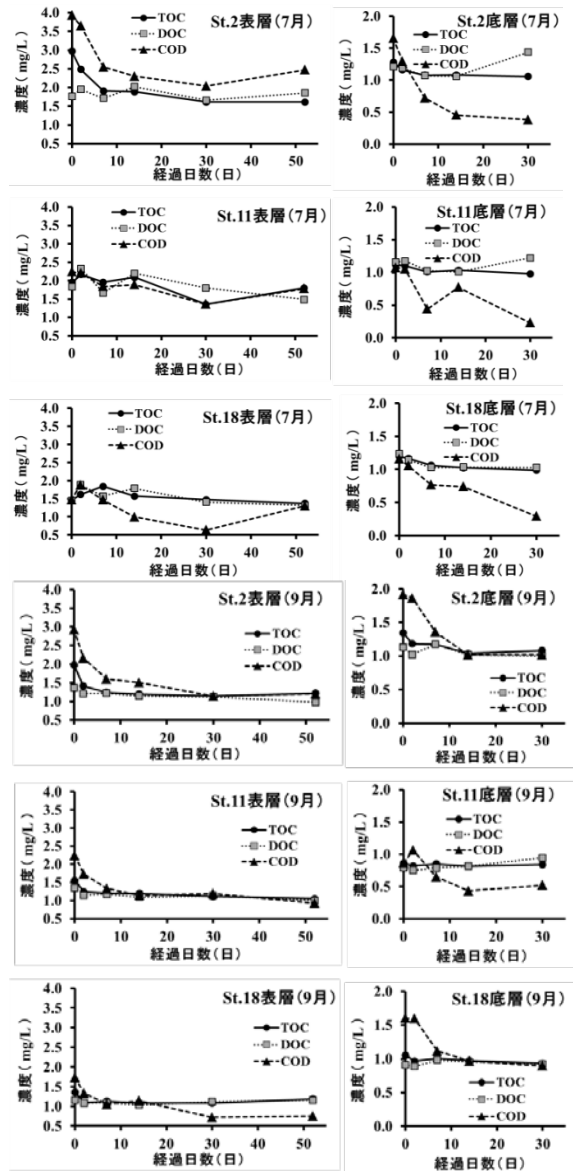


図 2 生分解試験における TOC, DOC, COD 濃度の経時変化

あると考えられる。このことに関して、生分解試験最終日には、 $TOC \approx DOC$ となっていることから、 $TOC \approx DOC > POC \approx 0$ の濃度関係を読み取ることができる。

また、図2の各地点における表層水と底層水のTOCおよびCODの減少の挙動を見ると、表層水と底層水の両方、特に底層水において、TOCの変化が小さくなった後もCODは減少を続ける現象が確認され、TOCとCODが異なる挙動を示した。さらに、図3に示したCOD/TOCの経時変化を見ると、7月のSt.2の表層水を除き、経過日数とともに減少する傾向が見られた。播磨灘においても、同様の現象が確認されており⁴⁾、生分解試験後の有機物に関して、COD値として評価される有機物の含有率が生分解前よりも低下したことを示している。

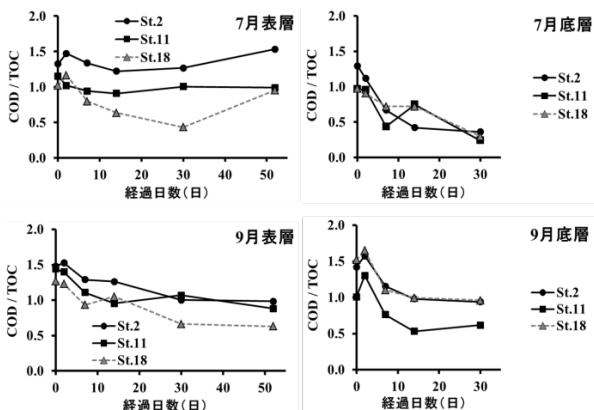


図3 生分解試験におけるCOD/TOCの経時変化

表3に各調査地点における試料採取時のPOC濃度を示した。湾奥(St.2)の表層水では7月、9月ともに、他の地点に比べ多くのPOCが含まれていることが分かった。そしてこのPOCは図4に示すように時間が経過するにつれ減少し、7日~14日ではほとんど存在しなくなることから、易分解性であることが分かる。

表3 各調査地点の試料採取時のPOC濃度(mg/L)

調査地点	調査日	
	7月10日	9月8日
St.2(表層)	1.20	0.62
St.2(底層)	0.07	0.21
St.11(表層)	0.12	0.20
St.11(底層)	0	0.07
St.18(表層)	0	0.21
St.18(底層)	0	0.14

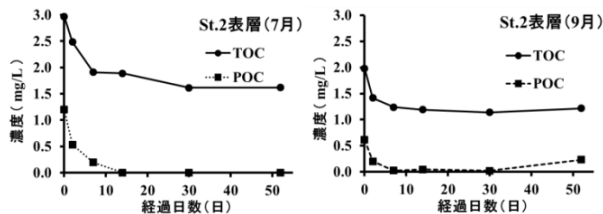


図4 St.2におけるTOC, POC濃度の生分解試験時の経時変化

また、生分解試験後半の30日目、52日目になると、St.2表層水のTOCはほとんど変化しなくなることから、難分解性成分のTOCであると仮定し、これらの平均値を難分解性成分のTOC濃度とした。0, 2, 7, 14日目のTOC濃度からこの濃度を差し引くことでTOCの易分解性成分のみの濃度を求め、0日目の易分解性成分濃度に対する0, 2, 7, 14日目の易分解性成分濃度の割合を算出した。その結果を図5のように指数近似し、回帰式から分解の特性時間を計算した。なお、この特性時間は緩和時間を意味し、ここでは、その時間が経過するごとに易分解性成分濃度が1/e倍となる時間とする。その結果、7月が7.3日、9月が3.2日であり、分解の特性時間は3~7日程度であることが分かった。

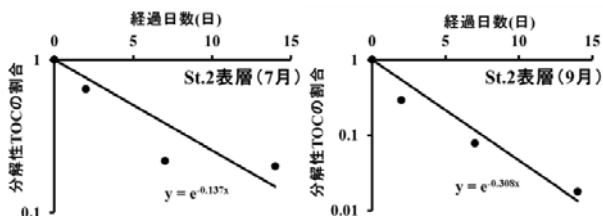


図5 St.2における易分解性成分の経時的な分解特性

2. DOの経時変化と有機物分解の関係性

貧酸素水塊の発生に関係する底層水のDOの変化であるが、生分解試験開始後から減少し、しだいに穏やかになるものの、30日目の生分解試験終了時点まで減少し続けた(図6)。

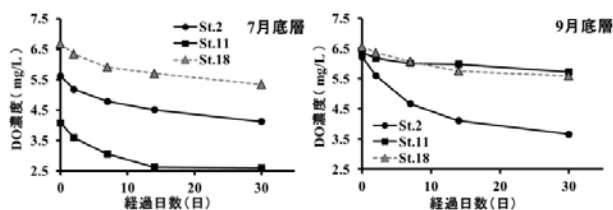


図6 生分解試験における底層水のDOの経時変化

次に、DO の減少は有機物の分解に伴うものと考え、生分解試験の開始時（0 日目）から終了時（30 日目）までの DO の変化量に対する COD の変化量の関係を図 7 に示した。その結果、相関係数は $R^2=0.30$ であり、相関があるとは一概には言えない結果となった。

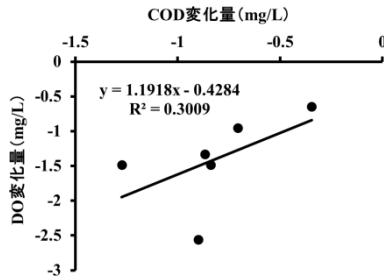


図 7 DO の変化量に対する COD の変化量の関係

また、同様に DO の変化量に対する溶存態無機窒素（DIN）の変化量の関係を図 8 に示した。なお DIN は、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の合計値とした。その結果、 $R^2=0.87$ という良い相関係数を示した。

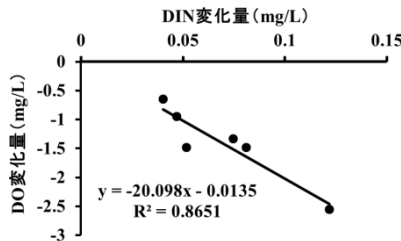


図 8 DO の変化量に対する DIN の変化量の関係

次に、DO の変化量に対する DIN の変化量の回帰直線の傾きを見ると、約 20 となっていることがわかる（図 8）。ここで、TN から DIN を差し引いた値を全有機態窒素（TON）とし、底層水の有機物の生分解開始時の C/N 比を TOC と TON の濃度から計算すると、モル比で 9.34 となる。有機物酸化の際の $\text{C}:\text{O}_2$ 比を 1.0（モル比）と仮定すると、有機物酸化の際の酸素消費量に対する DIN の増加量は重量比で 21.3 ($=9.34 \times 32 / 14$) となる。また、有機物の分解の際に発生するのはアンモニア態窒素であり、図 9 に示す生分解試験の結果を見ると硝酸態窒素まで変化しているので、硝化により酸素が消費されていると考えられる⁵⁾。これに必要な酸素量は、重量比で 2.29 となる。前述の 21.3 にこれを加えると、その値は 23.6 となり、DO と DIN の変化量の回帰直線の傾きよりも僅か

に大きい。これは、実際の海水中には一部の有機物は完全には酸化されず、酸素の消費が小さくなるためであると考えられる。

以上から、DO の減少は有機物の酸化及び硝化の進行によるものと考えられた。

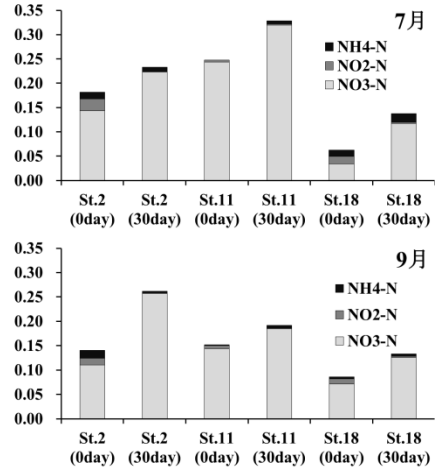


図 9 生分解試験における無機態窒素の経時変化

3. 窒素、リンの無機化に関する考察

図 10 に示すように、今回調査した全ての試料において、生分解試験開始時に比べ、終了時の DIN 濃度は増加しており、有機物の分解に伴い有機態の窒素が無機態に変化していることが示唆された。

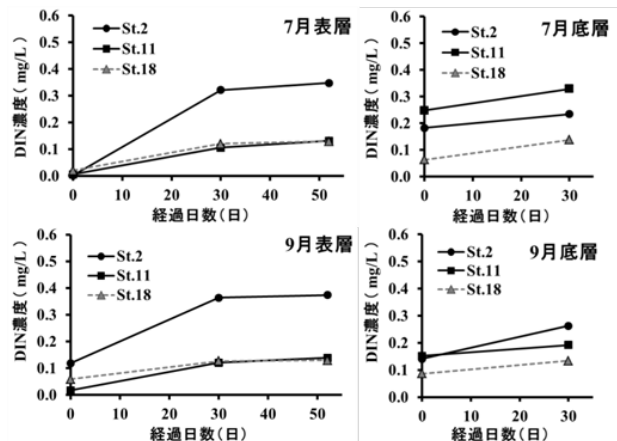


図 10 生分解試験における DIN 濃度の経時変化

また、TOC / TON、TOC / TOP の経時変化を図 11、図 12 に示した。なお、TOP（全有機態リン）は TP から $\text{PO}_4\text{-P}$ を差し引いた値とした。各比は主に表層において時間経過に伴い増加しており、TOC に対して TON、TOP の割合が小さくなっていることが分かる。つまり、TOC の分解による炭素の無機化よりも先に、有機物中の窒素、リンが

DIN, 溶存態無機リン (DIP) として無機化していることが推察された。しかし、底層における TOC / TON に関しては同様の挙動を示さないケースも確認された。有機態リンよりも有機態窒素の方が相対的に分解速度が速いという報告⁶⁾もあり、物質の種類や形態によって無機化の挙動は異なると思われることから、今後さらなる調査が必要である。

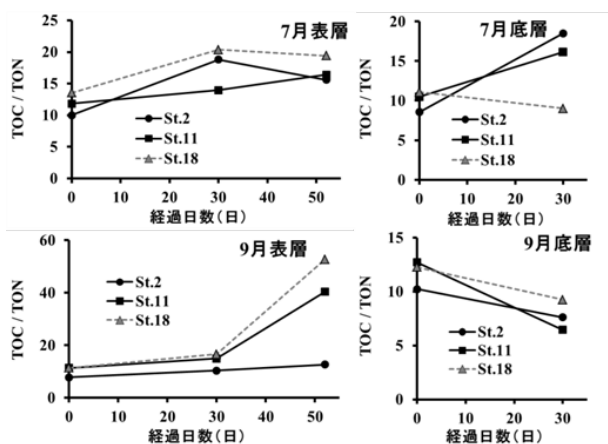


図 11 各調査地点における TOC/TON の経時変化

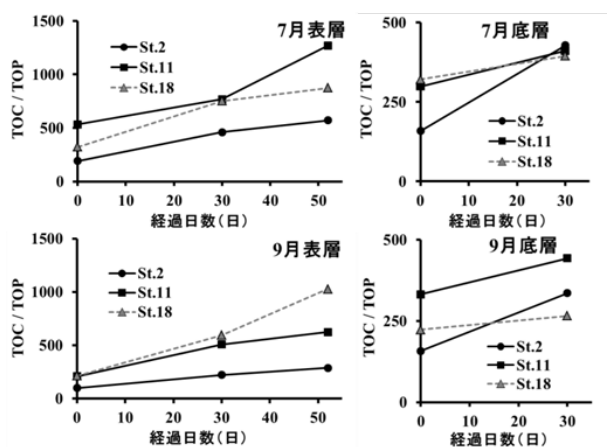


図 12 各調査地点における TOC/TOP の経時変化

まとめ

今回の調査によって、伊勢湾内の有機物の分解特性に関する以下の知見が得られた。

生分解試験による 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 であり、TOC の最終濃度は表層水、底層水ともに 1.0mg/L 程度となった。また、POC は易分解性成分、DOC は難分解性成分が中心の組成であることが分かった。COD/TOC の経時変化から、生分解試験によって TOC 中の COD 値として評価される有機物の含有率は低下していくことが分かった。湾奥 (St.2) における易分解性成分の分解の特性時間は、3~7 日程度であることが分かった。DO の変化量に対する DIN の変化量の関係の回帰直線の傾きから、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であると判断された。生分解試験後、全試料で DIN 濃度は増加したことから、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。

文献

- 1) 環境省：環境・循環型社会・生物多様性白書，第 2 部，第 4 章，大気環境，水環境，土壤環境等の保全 (2017)。
- 2) 谷村譲紀，奥山幸俊，国分秀樹，佐藤弘之，小林利行，千葉 賢，大八木 麻希：伊勢湾の水質の変化とその傾向についての考察，三重県保健環境研究所年報，**19**，50-54 (2017)。
- 3) 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)。
- 4) 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，兵庫環境研究センター紀要，**3**，9-15 (2011)。
- 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)。
- 6) 鈴木 款：海洋の二酸化炭素の調節と海洋生態系の役割，鍵は有機物循環，日本海洋学会誌，**65**，21-28 (2011)。

ノート

三重県北勢地域における大気中のオゾンとホルムアルデヒド, アセトアルデヒドの挙動

阪本晶子, 佐来栄治*, 小河大樹, 寺本佳宏, 西山 亨**, 佐藤邦彦, 川合行洋*

Behavior of Atmospheric Ozone, Formaldehyde and Acetaldehyde in Northern Part of Mie Prefecture.

Akiko SAKAMOTO, Eiji SARAI, Daiju OGAWA, Yoshihiro TERAMOTO,
Toru NISHIYAMA, Kunihiko SATO and Yukihiro KAWAI

三重県北勢地域でオゾンとホルムアルデヒド, アセトアルデヒドの大気中濃度やその変動を調査した。沿道, 市街地, 山間部の3地点における3年間の調査では, オゾンは春先から夏にかけて高く, アルデヒド類は夏に高い傾向にあった。地域別では, 山間部ではオゾンは高いがアルデヒド類が低く, 逆に沿道ではアルデヒド類は高いがオゾンが低かった。日内変動では, 3物質とも昼間が夜間より高かったが, 域外からの移流と思われる夜間上昇があった。

三重県各地に光化学スモッグ予報が発令された日に実態調査を行った。東員町の地点でオゾン濃度が最も高くなり, 最寄りの測定局と同程度となったが, これも移流によるものと考えられた。アルデヒド類は, 四日市市内の市街地で高い傾向が見られた。

キーワード: オゾン, ホルムアルデヒド, アセトアルデヒド, パッシブ法,
三重県北勢地域

はじめに

光化学オキシダント(Ox)は, 大気汚染に係る環境基準物質であり, 三重県内の大気環境測定局(測定局)のうち一般環境測定局(一般局)24局で測定を行っているが, これまでに環境基準を達成した測定局はない。

Oxの主成分はオゾンであり, オゾンは大気中の酸素, 窒素酸化物, 炭化水素などから光化学反応によって生成(二次生成)する。ホルムアルデヒドおよびアセトアルデヒド(アルデヒド類)も, オゾンと同様に二次生成すると考えられている。光化学スモッグとは, オゾンなどの酸化性物質, ホルムアルデヒドなどの還元性物質, エアロゾル等が混在し, 視程が低下した状態をいう。Oxは光化学スモッグの指標とされ, 光化学スモッグが発生する際は, オゾンとともにアルデヒド類も高くなると考えられている。

大気試料のサンプリング方法には, ポンプを用いて捕集するアクティブ法とポンプを用いずに捕集するパッシブ法があり, これまでにオゾンとアルデヒド類のこれら測定方法について報告している^{1,2)}。今回, 調査対象によってアクティブ法とパッシブ法を使い分け, オゾンとアルデヒド類の挙動について, 三重県北勢地域で調査を行ったので報告する。

方法

1. 試薬, 器具および装置

アルデヒド類-2,4-ジニトロフェニルヒドラジン(DNPH)混合標準原液(HPLC用)は関東化学株式会社大気汚染物質測定用を用いた。ホルムアルデヒド, アセトアルデヒド混合標準液(アルデヒド類混合標準液)は, アルデヒド類-2,4-DNPH混合標準原液を1mL採り,

* (公財) 三重県下水道公社, ** 桑名地域防災総合事務所環境室

アセトニトリルで50mLに定容し標準溶液とした。これを段階的に希釈し、検量線用標準液とした。その他の試薬は既報²⁾と同じものを用いた。

捕集管、自動ガス採取装置、測定装置も既報²⁾と同じものを用いた。

2. 試験液の調製および測定条件

HPLC 試験液は既報^{2,3)}により捕集後の捕集管から溶出させ HPLC 試験液とし、既報³⁾の測定条件により HPLC による測定を実施した。

3. 3地点における経時的サンプリング

2015～2017年度に、図1の赤色の●印に示す三重県北部の3地点、すなわち市街地に位置する桑名庁舎（桑名市中央町5-71）、自動車排気ガス測定局（自排局）である国道23号鈴鹿（R23 鈴鹿：鈴鹿市白子駅前6-33）、山間部に位置する当研究所（桜：四日市市桜町3684-11）で年12回、アクティブ法の捕集管 BPE-DNPH を用い、ポンプ吸引量 0.1L/min で24時間の捕集を行った。



図1 アクティブ法による経時的サンプリングの調査地点

4. アクティブ法による短時間サンプリング

1) 12時間サンプリング

2017年5月15日（月）～19日（金）に図1の緑の▲印に示す鈴鹿算所保育所（鈴鹿市算所五丁目17-1）で12時間ごとの連続サンプリングを行った。サンプリングは捕集管 BPE-DNPH を用い、ポンプ吸引量 0.1L/min とした。

2) 6時間サンプリング

2015年7月27日（月）～8月4日（火）の間に計4回、桜において、9時から6時間ごとの連続サンプリングを行った。サンプリングは BPE-

DNPH を用い、ポンプ吸引量 0.1L/min で行った。

3) 2時間サンプリング

2018年3月27日（火）～30日（金）に桜において、BPE-DNPH を用い、ポンプ吸引量 1L/min で2時間ごとの連続サンプリングを行った。

5. パッシブ法による実態調査

2017年5月29日（月）～30日（火）に、表1に示す北勢地域の沿道4地点、住宅地9地点、山間部1地点の計14地点で、パッシブ法の捕集管である DSD-DNPH および DSD-OZONE を用いて24時間サンプリングを行った。図2には本研究のすべての調査地点と、北勢地域の測定局の位置を示した。

表1 パッシブ法による実態調査の調査地点

調査地点名	種類
R258桑名	沿道(自排局)
納屋	沿道(自排局)
東名阪	沿道(自排局)
R23鈴鹿	沿道(自排局)
東員町	住宅地
朝日町	住宅地
菰野町	住宅地
東坂部(四日市市)	住宅地
大井手(四日市市)	住宅地
南浜田(四日市市)	住宅地
小林(四日市市)	住宅地
鈴鹿市	住宅地
鈴鹿算所保育所	住宅地(一般局)
桜	山間部

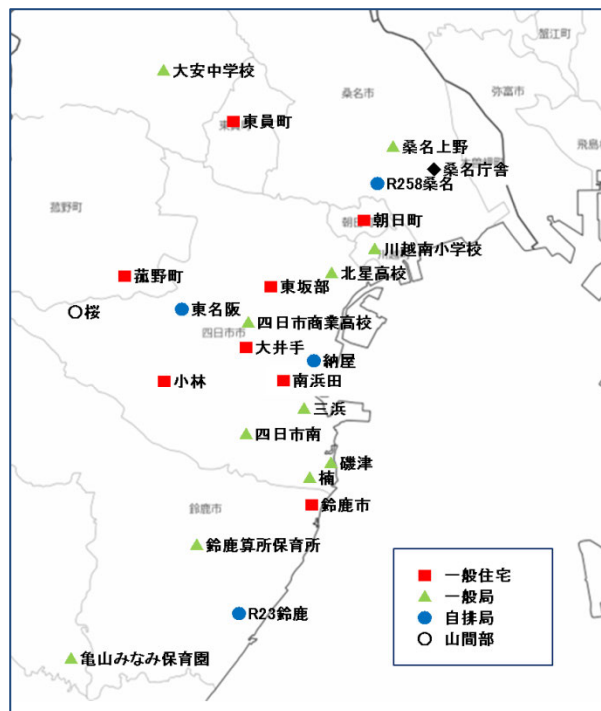


図2 本研究における全調査地点および北勢地域の測定局の位置

結果および考察

1. オゾン、アルデヒド類の3年間における変動

表2, 表3, 表4に, 桑名庁舎, R23 鈴鹿, 桜の各地点におけるサンプリング日, 3 物質の大気中濃度, サンプリング時間中の平均気温, 平均湿度, 平均気圧および設置時と回収時の天候を示した. なおサンプリングの不具合等により一部を欠測としている. また, 今回測定局の Ox 濃度と比較するため, オゾンの濃度単位は ppb で表した.

オゾン, ホルムアルデヒド, アセトアルデヒドの, 桑名庁舎, R23 鈴鹿, 桜の3 地点における大気中濃度の月変動を図3, 図4, 図5に示した.

既報^{1,2)}で一部報告したが, 3 地点ともに3 年ともオゾンは春先から夏にかけて高く, ホルムアルデヒドは夏に高く冬は低かった. アセトアルデヒドはホルムアルデヒドに比べ全体的に低かったが, 秋から冬にかけてのアセトアルデヒドの濃度はホルムアルデヒドと同程度であった.

高濃度の Ox が観測されるのは春季と夏季で⁴⁾, 春季のオゾン濃度の経年の増加傾向は東アジア排出量の変化でほぼ説明づけられる⁴⁾. また, 夏季におけるホルムアルデヒドの日中の急激な濃度上昇は光化学反応

の寄与が大きいと考えられている⁴⁾. このことから, 今回の春のオゾンが高濃度であったのは大陸からの越境汚染の影響が, 夏のオゾンとホルムアルデヒドの高濃度については昼間の二次生成の寄与がそれぞれ大きいと思われた.

また, 一次排出によるホルムアルデヒド/アセトアルデヒド濃度比は約1 と推定されている⁵⁾ことから, 秋から冬にかけてのアルデヒド類は一次排出の寄与が大きいものと推察された.

3 年間のオゾンの平均濃度は, それぞれ桑名庁舎が24ppb, R23 鈴鹿が19ppb, 桜が25ppb となり, 3 地点とも3 年間では2017 年度がもっとも高かった. また, 山間部の桜で高く, 沿道に位置する自排局のR23 鈴鹿で低い結果となった.

同様にホルムアルデヒドの平均濃度は, 桑名庁舎が1.8 μg/m³, R23 鈴鹿が2.3 μg/m³, 桜が1.3 μg/m³, アセトアルデヒドの平均濃度は, 桑名庁舎 1.4 μg/m³, R23 鈴鹿 1.6 μg/m³, 桜 1.0 μg/m³ であり, アルデヒド類は, 桑名庁舎が2015 年度, R23 鈴鹿と桜は2017 年度がもっとも高かった. また, アルデヒド類はオゾンとは逆に, 沿道のR23 鈴鹿で高く山間部の桜で低くなった.

表2 桑名庁舎における3 物質の大気中濃度および気象条件

サンプリング日	オゾン(ppb)	ホルムアルデヒド(μg/m ³)	アセトアルデヒド(μg/m ³)	平均気温(℃)	平均湿度(%)	平均気圧(hPa)	設置時天候-回収時天候
2015年 4月16-17日	38	23	20	16.4	48	1009.3	晴-晴
5月13-14日	48	31	22	23.5	27	1010.6	晴-晴
6月 9-10日	34	17	13	22.8	63	1005.0	曇-晴
7月23-24日	11	3.5	1.6	27.8	58	1007.5	曇-曇
8月19-20日	27	3.8	2.0	26.8	63	1007.5	曇-雨
9月24-25日	19	2.0	1.4	20.3	60	1002.6	雨-雨
10月 5- 6日	15	2.5	2.1	19.8	39	1018.3	曇-晴
11月 9-10日	14	1.7	1.7	19.2	63	1010.7	曇-晴
12月 1- 2日	17	1.4	1.4	10.9	35	1024.4	晴-晴
2016年 1月12-13日	16	1.1	1.4	5.9	37	1014.9	晴-晴
2月 3- 4日	23	0.93	1.1	5.0	35	1023.1	晴-晴
3月 8- 9日	34	1.3	1.0	15.3	34	1014.4	晴-雨
4月 4- 5日	31	0.84	0.81	16.2	42	1008.6	雨-曇
5月10-11日	17	1.6	1.6	18.6	75	1002.0	曇-曇
6月 1- 2日	39	1.2	0.63	20.0	26	1002.9	曇-晴
7月 4- 5日	16	2.5	1.1	29.9	65	1013.0	晴-晴
8月 3- 4日	24	2.4	1.4	29.8	72	1007.6	曇-晴
9月13-14日	17	1.8	1.6	26.5	77	1013.9	曇-曇
10月 3- 4日	6.6	1.4	0.99	22.5	95	1012.0	雨-曇
11月 8- 9日	21	2.0	1.9	12.6	72	1016.3	曇-晴
12月 7- 8日	18	1.8	1.5	9.4	60	1017.5	晴-晴
2017年 1月25-26日	18	1.2	1.0	2.8	62	1026.3	晴-晴
2月 1- 2日	29	0.84	1.1	5.0	59	1017.8	晴-晴
3月 1- 2日	21	1.5	1.6	7.6	85	1014.5	曇-雨
4月 5- 6日	31	2.4	1.9	14.8	74	1025.3	晴-曇
5月 9-10日	40	1.9	1.4	17.9	81	1015.1	曇-曇
6月 5- 6日	—*	—*	—*	21.5	50	1015.5	晴-晴
7月 3- 4日	—*	—*	—*	31.1	59	1007.3	晴-曇
8月 9-10日	20	3.7	1.9	31.2	52	996.8	晴-曇
9月 4- 5日	—*	—*	—*	25.1	62	1014.3	曇-曇
10月 3- 4日	26	1.3	1.1	21.8	55	1012.4	曇-曇
11月 1- 2日	14	2.1	2.1	14.9	65	1019.6	晴-晴
12月 4- 5日	—*	—*	—*	9.3	61	1011.0	曇-晴
2018年 1月10-11日	20	1.2	1.1	5.1	62	1013.4	晴-晴
2月 5- 6日	28	0.79	0.95	0.8	54	1016.0	曇-曇
3月 6- 7日	29	1.3	1.0	7.3	49	1027.1	晴-曇

*: 欠測

表3 R23 鈴鹿における3物質の大気中濃度および気象条件

サンプリング日	オゾン(ppb)	ホルムアルデヒド($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	アセトアルデヒド($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	平均気温($^{\circ}\text{C}$)	平均湿度(%)	平均気圧(hPa)	設置時天候-回収時天候
2015年4月16-17日	32	18	14	15.4	66	1009.5	晴-晴
5月13-14日	36	33	24	22.7	41	1011.4	晴-晴
6月9-10日	19	2.5	1.6	22.2	55	1006.1	曇-晴
7月23-24日	13	3.9	1.6	28.2	68	1008.1	曇-晴
8月19-20日	10	3.2	1.3	26.5	79	1007.6	曇-曇
9月24-25日	23	1.9	1.0	20.8	65	1002.6	雨-雨
10月5-6日	13	3.6	2.6	19.6	38	1016.3	曇-晴
11月9-10日	7.7	2.2	1.9	18.5	60	1008.0	曇-晴
12月1-2日	10	1.7	1.6	9.4	38	1018.8	晴-晴
2016年1月12-13日	10	1.6	1.5	5.3	41	1015.7	曇-曇
2月3-4日	19	1.5	1.5	4.9	36	1022.5	晴-晴
3月8-9日	17	1.9	1.3	14.3	40	1014.9	曇-雨
4月4-5日	34	1.6	1.1	14.8	44	1008.3	曇-曇
5月10-11日	17	1.7	1.4	18.8	67	1002.2	曇-曇
6月1-2日	31	1.7	0.81	20.3	29	1003.7	曇-晴
7月4-5日	15	3.1	1.6	29.7	66	1013.9	晴-晴
8月3-4日	21	2.4	1.3	28.8	78	1008.3	晴-晴
9月13-14日	12	2.0	1.4	26.0	83	1014.6	雨-曇
10月3-4日	4.7	1.8	1.0	23.0	91	1012.5	雨-曇
11月8-9日	19	1.8	1.8	12.6	71	1016.9	雨-晴
12月7-8日	14	1.7	1.6	8.8	65	1018.1	晴-晴
2017年1月25-26日	16	1.1	0.87	3.3	70	1028.6	晴-晴
2月1-2日	—*	—*	—*	4.6	69	1018.2	曇-雪
3月1-2日	13	1.7	1.8	7.2	93	1013.6	曇-曇
4月5-6日	28	2.0	1.8	14.0	85	1025.4	曇-雨
5月9-10日	40	1.6	1.1	17.3	88	1015.1	曇-曇
6月5-6日	26	2.9	1.8	21.4	50	1016.5	晴-晴
7月3-4日	20	4.3	1.8	30.7	63	1008.3	晴-曇
8月9-10日	19	5.0	2.6	31.2	59	997.5	晴-晴
9月4-5日	23	3.9	5.1	24.4	64	1014.8	曇-曇
10月3-4日	22	1.7	1.4	20.9	59	1014.2	曇-曇
11月1-2日	17	3.4	2.9	13.7	65	1019.5	晴-晴
12月4-5日	18	1.6	1.2	8.8	64	1010.9	曇-晴
2018年1月10-11日	14	1.3	1.1	3.5	69	1013.8	晴-晴
2月5-6日	27	0.87	0.89	1.4	39	1015.1	曇-晴
3月6-7日	17	1.4	1.2	6.3	56	1027.7	晴-曇

*: 欠測

表4 桜における3物質の大気中濃度および気象条件

サンプリング日	オゾン(ppb)	ホルムアルデヒド($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	アセトアルデヒド($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	平均気温($^{\circ}\text{C}$)	平均湿度(%)	平均気圧(hPa)	設置時天候-回収時天候
2015年4月16-17日	46	1.6	1.2	14.9	62	991.4	晴-晴
5月13-14日	52	2.4	1.7	20.4	43	989.0	晴-晴
6月9-10日	22	0.93	0.70	19.4	88	984.0	曇-晴
7月23-24日	13	2.9	0.96	24.6	90	991.6	曇-晴
8月19-20日	19	1.8	0.79	25.3	84	991.7	曇-雨
9月24-25日	20	0.73	0.44	19.0	96	986.2	雨-雨
10月5-6日	15	1.7	1.5	17.1	71	997.6	曇-晴
11月9-10日	8.4	0.85	1.1	17.5	95	992.4	曇-晴
12月1-2日	26	0.91	0.90	7.8	62	1003.7	晴-晴
2016年1月12-13日	25	0.42	0.52	4.0	62	993.8	曇-曇
2月3-4日	34	0.46	0.68	2.6	55	1001.9	晴-晴
3月8-9日	33	1.2	0.92	13.7	62	994.2	曇-雨
4月4-5日	34	0.64	0.62	13.7	74	988.3	曇-曇
5月10-11日	16	0.71	1.2	17.4	98	981.6	雨-曇
6月1-2日	37	0.95	0.54	17.9	49	982.9	曇-晴
7月4-5日	13	1.5	0.48	26.6	75	993.3	曇-晴
8月3-4日	22	2.3	0.96	27.2	79	988.2	曇-晴
9月13-14日	9.4	0.59	0.32	23.9	95	994.0	雨-曇
10月3-4日	8.6	0.54	0.23	21.2	98	991.9	雨-曇
11月8-9日	20	1.1	1.3	11.3	79	995.3	曇-晴
12月7-8日	23	1.0	1.1	7.9	61	996.3	晴-晴
2017年1月25-26日	29	0.66	0.65	0.3	77	1007.7	晴-晴
2月1-2日	30	0.71	0.85	3.4	67	996.1	晴-晴
3月1-2日	24	0.99	1.0	6.3	86	994.5	曇-雨
4月5-6日	41	1.8	1.4	13.2	78	1004.3	曇-曇
5月9-10日	35	1.7	1.5	16.7	79	994.8	曇-雨
6月5-6日	—*	—*	—*	18.9	50	994.6	晴-晴
7月3-4日	22	3.1	1.0	29.3	60	987.8	晴-曇
8月9-10日	16	2.9	2.2	28.3	63	977.2	晴-曇
9月4-5日	—*	—*	—*	22.2	65	994.1	曇-曇
10月3-4日	—*	—*	—*	19.1	67	992.0	曇-曇
11月1-2日	25	2.4	2.3	12.7	62	998.6	晴-晴
12月4-5日	22	1.1	1.2	7.8	64	990.0	曇-晴
2018年1月10-11日	26	0.65	0.88	2.8	62	991.3	晴-晴
2月5-6日	30	0.60	0.82	-0.4	46	993.3	晴-晴
3月6-7日	31	0.81	0.81	5.5	46	1004.6	晴-晴

*: 欠測

自動車などの移動体からは窒素酸化物 (NOx) が排出されるが、NOx はオゾンの前駆物質であるとともに、オゾン分解作用があり、沿道のような NOx 排出量の多い地域ではオゾンの減少が知られている (NO

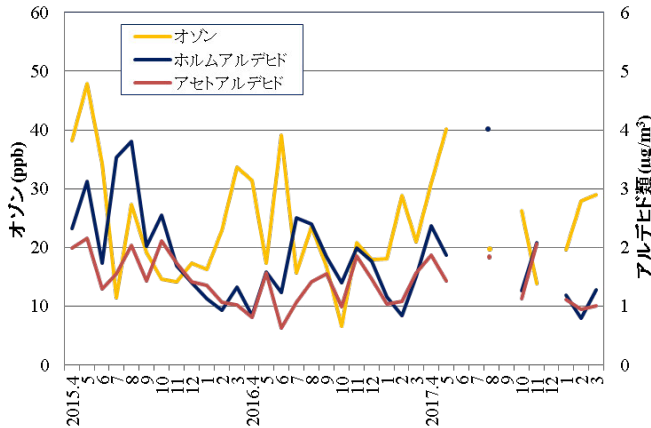


図3 桑名庁舎におけるオゾン、アルデヒド類の3年間の変動

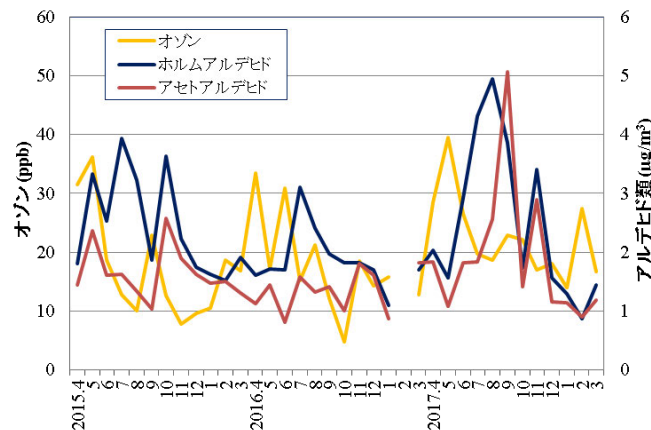


図4 R23 鈴鹿におけるオゾン、アルデヒド類の3年間の変動

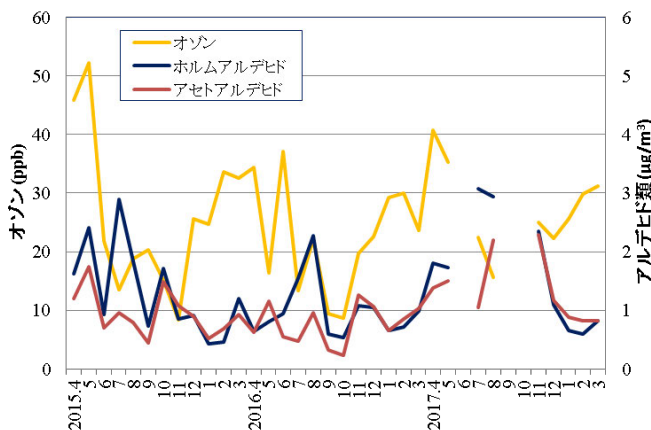


図5 桜におけるオゾン、アルデヒド類の3年間の変動

タイトレーション効果という)⁴⁾。また、ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドは、二次生成のほか移動体からも多く排出されている^{6,7)}。沿道に位置する R23 鈴鹿では、NOx によってオゾンが分解されて低くなり、アルデヒド類は自動車などからの一次排出が二次生成に付加されて高くなったものと考えられた。

2. オゾン、アルデヒド類の日内変動

図6に鈴鹿算所保育所測定局における12時間サンプリングにおける3物質の大気中濃度の変動およびサンプリング時のOxとNOxの推移を示した。サンプリングは、月曜日の18時から金曜日の6時まで行った。また、OxとNOxの測定値は調査期間中の昼(6~18時)と夜(18~6時)の12時間平均値で示した。

オゾンは昼と夜で増減を繰り返しており、最も濃度が高くなった木曜日昼は、この調査期間中で最もよく晴れて気温が上昇した。ホルムアルデヒドはオゾンと同様に推移しており、両物質の濃度上昇は光化学反応による二次生成の寄与が大きいものと思われた。

一方、アセトアルデヒドは昼夜関係なく徐々に上昇し、木曜日の昼に一旦減少した後、木曜日の夜に最高値となった。アセトアルデヒドの大気中濃度への発生源の寄与は、二次生成が最も大きく(81%)、次いで一次排出の移動体(9.3%)、森林(6.0%)の寄与が大きいとされている⁷⁾。この場所では昼よりも二次生成が発生しないと考える夜に高くなっていることから、一次排出による寄与の割合が大きいと推察された。

Ox濃度と、オゾン濃度の変動はよく一致した。またNOxは期間中Oxとは逆に昼間低く夜間に高かった。期間中のNOxとOxの1時間値を比較したところ、NOxが上昇するとOxが減少し、NOxが減少するとOxが

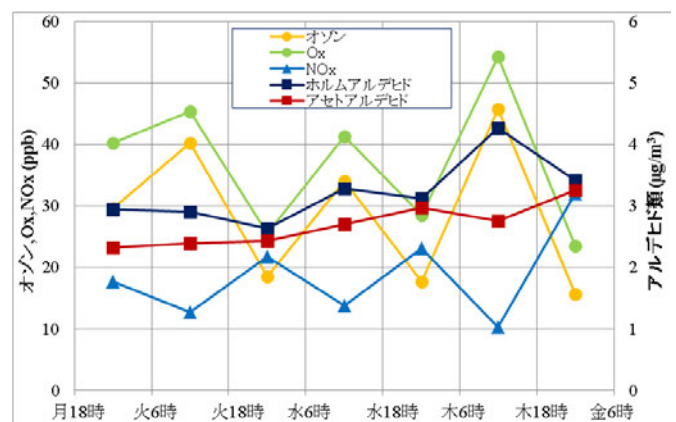


図6 12時間サンプリングにおける3物質の大気中濃度の変動およびサンプリング時のOxとNOxの12時間平均値の推移(鈴鹿算所保育所測定局)

増加するというNO_xとO_xの関係性が認められ、NOタイトレーション効果の影響が見られた。

図7には、6時間サンプリングの結果を示した。オゾンとホルムアルデヒドは夜間(21~翌3時)に減少し、12時間サンプリング(図6)の夜間と同様となった。一方、アセトアルデヒドも夜間に減少したが、その減少幅は少なく、4回中3回で夜間のホルムアルデヒド濃度を上回った。12時間サンプリングは市街地で行ったが、6時間サンプリングは移動体や事業所など一次排出源のない山間部の桜で行っており、この日内変動は光化学反応の大きさによるものと考えられる。二次生成は、オゾンとホルムアルデヒドで顕著だが、アセトアルデヒドはホルムアルデヒドに比べて少なく、このことは、夏季にみられるホルムアルデヒド/アセトアルデヒド濃度比の上昇は、一次排出によるものではなく、光化学反応による二次生成による⁵⁾という埼玉県の推定と一致した。

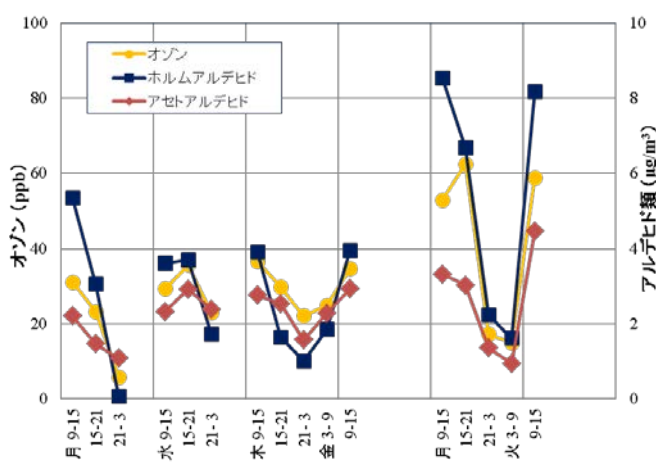


図7 6時間サンプリングにおける3物質の大気中濃度の変動

図8には2時間サンプリングの結果を示した。サンプリングは桜で行った。3物質ともこれまで同様昼間に高くなり夜間に低くなる傾向にあったが、真夜中にも上昇することがあった。

オゾンは火曜日21~23時、水曜日21~23時、木曜日19~21時、金曜日5~7時に、ホルムアルデヒドは水曜日1~3時、水曜日23時~木曜日1時に、アセトアルデヒドは水曜日3~5時、木曜日1~3時に夜間のピークがあった。

このうち、オゾンの上昇した火曜日21~23時、水曜日21~23時にはアルデヒド類は減少しており、その後オゾンが減少すると逆にアルデヒド類が増加した。また、これらの時間にはいずれもアセトアルデヒドがホ

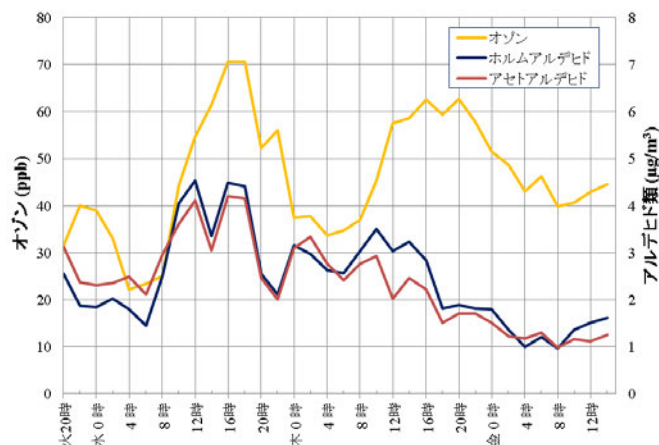


図8 2時間サンプリングにおける3物質の大気中濃度の変動

ルムアルデヒドを上回った。

2時間サンプリングは沿道や市街地からは離れた山間部で行っており、これら夜間の濃度上昇の原因として、地域外からの移流が示唆された。また、郊外では広域的にこのような現象が起きていると考えられた。

3. 北勢地域における実態調査

パッシブ法による実態調査は月曜日20時から火曜日20時の24時間で行った。調査日はよく晴れて日中気温が30℃近くまで上昇し、いなべ市の一部、桑名市の一部、朝日町、木曾岬町、伊賀市、名張市の各地域には光化学スモッグ予報が発令された。

表5に北勢地域の測定局におけるO_x濃度の月曜日20時から火曜日20時の24時間平均値を示した。高値を記録したのは四日市商業高校(58ppb)、次いで桑名上野(57ppb)、大安中学校(56ppb)であった。

図9に調査日昼間のO_xの推移を示した。大安中学校、桑名上野、北星高校では、環境基準(60ppb)の2倍を超過し、日最高値を記録したのはいずれも15時で

表5 実態調査時のO_x濃度

測定局名	O _x * (ppb)
桑名上野	57
大安中学校	56
川越南小学校	47
磯津	51
四日市商業高校	58
四日市南	51
三浜	51
北星高校	51
楠	51
鈴鹿算所保育所	47
亀山みなみ保育園	47

*実態調査時の24時間平均値。

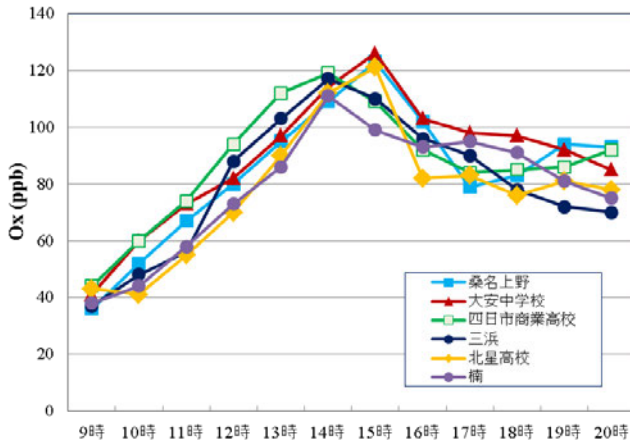


図9 2017年5月30日(火) 9~20時の測定局におけるOxの推移

あった。次いで高濃度であったのは四日市商業高校、三浜、楠で、日最高値の時刻はいずれも14時であった。表6に実態調査の調査結果を示した。オゾンの平均値は42ppbで、2015~2017年度の3地点における最高値および平均値と比べると、それぞれ3年間における最高値52ppbおよび平均値23ppbを上回った。ホルムアルデヒドの最高値は6.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、平均値は5.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、3年間における最高値5.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ および平均値1.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を、アセトアルデヒドの最高値は6.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、平均値は4.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、3年間における最高値5.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ および平均値1.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を大きく上回った。オゾンの最高値は東員町の55ppbで、最寄りの測定局である大安中学校におけるOx(56ppb)と同程度であった。東員町に次いで高かったのは大井手、最も低かったのは納屋、次いで東名阪であった。高濃度の地域と低濃度の地域が隣接しているが、納屋と東名阪は沿道のため、NOxによりオゾンが消費され低くなったものと思われる。

表6 北勢地域における実態調査の結果

調査地点名	オゾン (ppb)	ホルムアルデヒド ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	アセトアルデヒド ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
R258桑名	39	4.7	3.4
納屋	25	6.4	6.3
東名阪	32	5.0	4.2
R23鈴鹿	43	4.2	2.2
東員町	55	5.5	3.6
朝日町	43	4.4	3.0
菰野町	49	4.5	3.2
東坂部(四日市市)	53	5.6	5.7
大井手(四日市市)	54	5.4	4.8
南浜田(四日市市)	41	6.4	4.9
小林(四日市市)	39	5.8	4.7
鈴鹿市	36	3.3	2.4
鈴鹿算所保育所	39	4.9	4.1
桜	33	3.6	2.2

図10に沿道と住宅地別の調査地点でオゾンの高い順に3物質の濃度を、図11にはオゾンが高濃度であった地点と低濃度であった地点を示した。ホルムアルデヒドが高かったのは納屋と南浜田、低かったのは鈴鹿市、次いで桜であった。アセトアルデヒドが高かったのは納屋、次いで東坂部、低かったのは桜、次いで鈴鹿市であった。アルデヒド類が高かったのは、いずれも四日市市内の市街地に位置する住宅地や沿道であった。ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドが共に高かった納屋は沿道で、自動車などからの一次排出による付加が大きかったものと思われる。

図12に調査日13時、14時、15時の風向風速を示した。この時間帯の北勢地域には南寄りの風が吹き、風速は0.2~3.8m/sと弱かった。15時に日最高値を記録

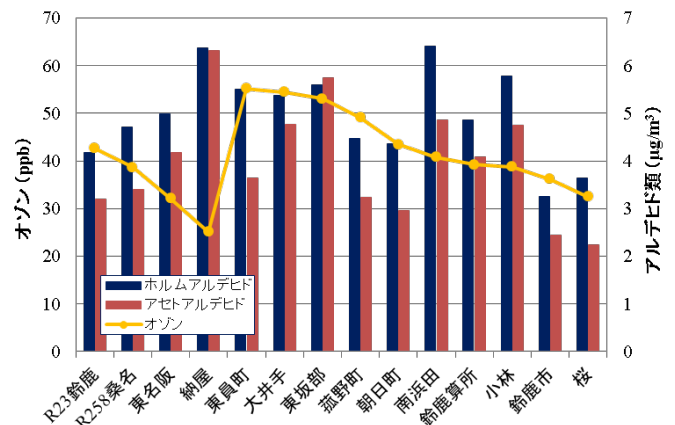


図10 オゾン濃度順の沿道と住宅地の各地点

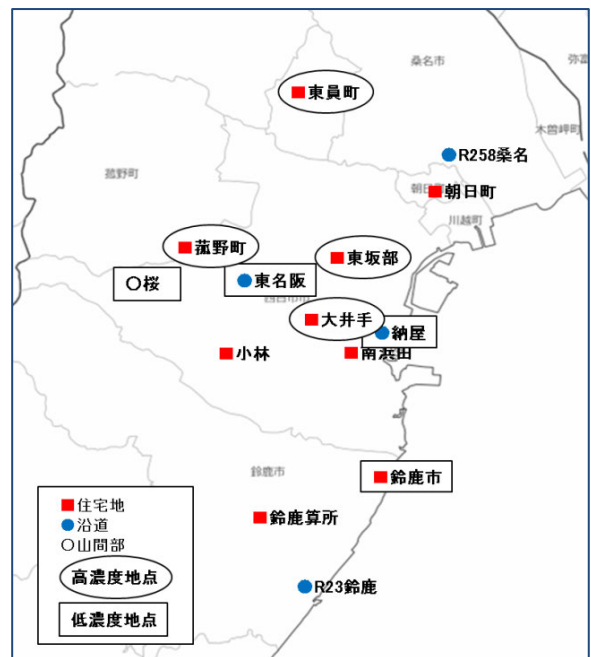


図11 オゾンの高濃度4地点および低濃度4地点

した3地点は、14時に日最高値を記録した3地点よりも北部に位置する。南に位置する市街地から北に位置する郊外の地域に大気がゆっくり移動するうちに、強い日差しを受け、もともと高かったオキシダント濃度がさらに上昇したもので、地域外からの移流により高くなったと考えられた。

まとめ

沿道、市街地、山間部の3地点におけるオゾン、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドの3年間の経時的変化を調査したところ、オゾンは春先から夏にかけて高く、ホルムアルデヒドは夏に高く冬は低かった。またホルムアルデヒドはアセトアルデヒドより総じて高かったが、秋から冬にかけてのホルムアルデヒドとアセトアルデヒドの濃度は同程度であった。春のオゾンの上昇は大陸からの越境汚染、夏のオゾンとアルデヒド類は昼間の二次生成、秋から冬にかけてのアルデヒド類は一次排出の寄与が大きいものと推察された。

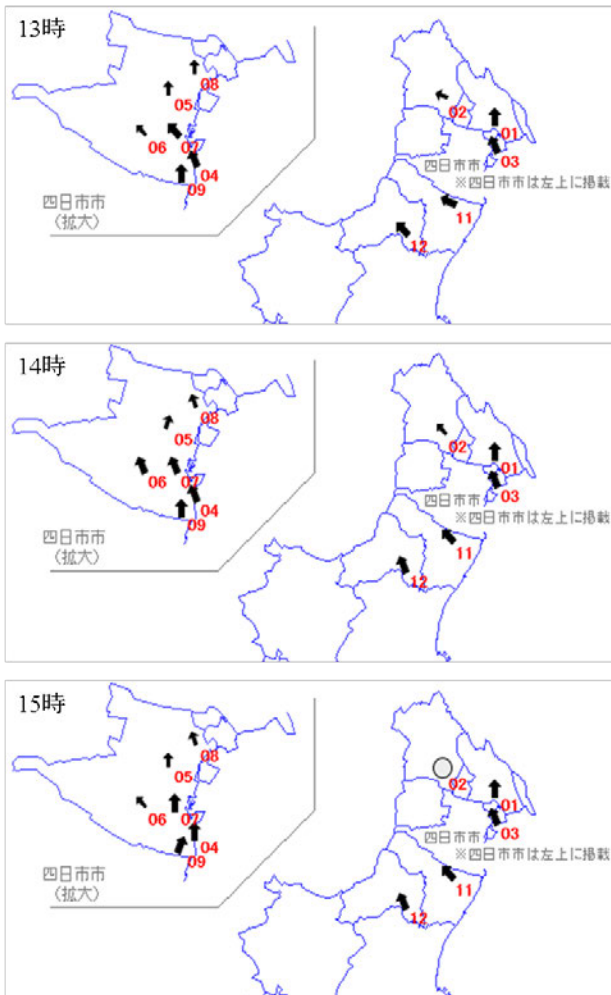
地点別では、オゾンは山間部で高く沿道で低く、アルデヒド類は逆に沿道で高く山間部で低かった。沿道では、オゾンはNOタイトレーション効果で低くなり、アルデヒド類は自動車などからの一次排出が多くなっていると考えられた。

日内変動では、3物質とも昼間の濃度上昇が確認され、光化学反応による二次生成によるものと推察された。また、ホルムアルデヒドの方がアセトアルデヒドより濃度上昇が大きく、光化学反応による生成能はホルムアルデヒドの方がアセトアルデヒドよりも大きいと考えられた。また、3物質とも夜間濃度が上昇することがあり、地域外からの移流が示唆された。

三重県各地に光化学スモッグ予報が発令された日に、北勢地域15地点において実態調査を行った。調査地点のうち最も北に位置する地点で最もオゾン濃度が高くなり、市街地のOxが北に位置する郊外の地域に移流してきたものと考えられた。アルデヒド類は、四日市市内の市街地で高い傾向が見られ、最も高かった地点は沿道であった。当該日この地点のNO濃度は非常に高く、アルデヒド類も一次排出量が大きかったと思われる。また、オゾン濃度は調査地点の中で最も低く、沿道のOxは二次生成による増加よりもNOタイトレーションによる減少の影響が大きいものと考えられた。

文献

- 1) 阪本晶子, 佐来栄治, 川合行洋: アクティブ法及びパッシブ法によるオゾンとアルデヒド類の測定, 第31回全国環境研協議会東海・近畿・北陸支部研究会講演要旨集, 7-8 (2017.1).
- 2) 阪本晶子, 佐来栄治, 寺本佳宏, 岩崎誠二, 佐藤邦彦, 西山 亨, 川合行洋: アクティブ法およびパッシブ法による大気中オゾンの測定, 三重保健環境研究所年報 No.19, 62-67 (2017).
- 3) 佐来栄治, 寺本佳宏, 岩崎誠二: ホルムアルデヒドおよびアセトアルデヒドのサンプリング



No	測定局名
01	桑名上野
02	大安中学校
03	川越南小学校
04	磯津
05	四日市商業高校
06	四日市南
07	三浜
08	北星高校
09	楠
11	鈴鹿算所保育所
12	亀山みなみ保育園

凡例(風向・風速)



図12 2017年5月30日13~15時の測定局における風向・風速の推移

方法について, 三重保健環境研究所年報 No.18, 74-81(2016).

- 4) 環境省：光化学オキシダント調査検討会 報告書－今後の対策を見すえた調査研究のあり方について－, 2012, https://www.env.go.jp/air/osen/pc_oxidant/conf/chosa/rep201203/01.pdf, https://www.env.go.jp/air/osen/pc_oxidant/conf/chosa/rep201203/02.pdf, https://www.env.go.jp/air/osen/pc_oxidant/conf/chosa/rep201203/03.pdf
- 5) 細野繁雄, 松本利恵, 佐坂公規：埼玉県内の大気中ホルムアルデヒド濃度の継続観測結果, 全国環境研会誌, Vol.41 No.2, 15-20 (2016).
- 6) 独立行政法人 産業技術総合研究所・化学物質リスク管理研究センター共編：詳細リスク評価書シリーズ 17 ホルムアルデヒド, 丸善(2009).
- 7) 独立行政法人 産業技術総合研究所・化学物質リスク管理研究センター共編：詳細リスク評価書シリーズ 11 アセトアルデヒド, 丸善(2007).

ノート

外壁材の再生利用に係る安全性についての 基礎的調査研究について

佐藤邦彦, 柘植 亮*, 立野雄也, 奥山幸俊, 坂口貴啓, 谷村譲紀

A Basic Study on Safety of Outer Wall Recycling.

Kunihiko SATO, Ryo TSUGE*, Yuya TACHINO,
Yukitoshi OKUYAMA, Takahiro SAKAGUCHI and Yoshinori TANIMURA

建築物の外壁材は、廃棄物となった場合、土木資材等のリサイクル材として利用されることが想定される。しかしながら、外壁材には、近年、難燃性や保温性等の品質を高めるために多様な材質が使用されているにもかかわらず、リサイクル材として使用された場合の周辺環境に対する影響や汚染のリスクに関する知見が見当たらない。本研究では、外壁材が一般環境中で再生利用された場合の安全性について、有害物質の溶出、汚濁水および硫化水素の発生の観点から安全性試験を実施した結果、有害物質の溶出や汚濁水および硫化水素の発生の可能性について配慮すべき知見が得られた。

また、有効なリサイクル方法の方向性について検討するために物性調査を行ったところ、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 Fe_2O_3 が主成分であったことからセメント原料への利用が有効であると考えられた。

キーワード：リサイクル材，外壁材，安全性試験，溶出試験，有効利用

はじめに

循環型社会の形成促進には、焼却や埋立されている未利用廃棄物や新たに排出される廃棄物の再生利用を促進する必要があるが、廃棄物は有用な成分以外に有害物質等を含むことがあることから、一般環境中で使用する場合の環境リスクを把握したうえで安全・安心が確保されたリサイクルが必要である。

近年、建築物の外壁材は、工法としてボード状の外壁材（サイディング）を利用する方法が多用されるようになったことから、難燃性や保温性等の性能を高めるために、繊維質、樹脂、セラミック、金属や軽量気泡コンクリート（ALC）等の多様な素材が多岐に使用されている。これらの外壁材は、今後、大量の廃棄物となり、これらが再生路盤材等土木資材原料として利用されることが想定される。しかしながら、これらの外壁材が、

再生利用された場合の周辺環境に対する影響や汚染のリスクに関する知見が見当たらない。

そこで、本研究では、これらの外壁材が、一般環境中で再生利用された場合の安全性について、有害物質の溶出、汚濁水および硫化水素の発生の観点から安全性試験を実施するとともに、有効なリサイクル方法の方向性について検討するために物性調査を実施したので報告する。

方 法

1. 対象サンプル

本研究で対象とした外壁材（サイディング）は、製造メーカーから提供された窯業系サイディングと ALC とした。

窯業系サイディングは、(1)木繊維補強セメント板系の木繊維混入セメント・けい酸カルシウム板 2 種類、(2)繊維補強セメント板系 1 種類、(3)繊維

* 現所属：三重県環境生活部大気・水環境課。

補強セメント・けい酸カルシウム板系の繊維混入セメント・石灰・けい酸カルシウム板と繊維混入セメント・けい酸カルシウム板各2種類の合計7種類を用いた。そのうち、(3)繊維補強セメント・ケイ酸カルシウム板系は有機系と無機系の塗料

の種類のみが違う各2種類を用意した。

ALCは、無筋、有筋タイプの2種類を用い、有筋タイプについては、鉄筋部分を除き、防錆材部分を削ぎ落とし試料に加えた。

試験試料の概要を表1に示す。

表1 試験試料の概要

試料	組成	塗料	
		有機系	無機系
窯業系サイディング			
(1)木繊維補強セメント板系			
木繊維混入セメント・けい酸カルシウム板	けい酸カルシウム硬化物,有機質繊維,無機質繊維,有機質混和材,無機質混和材	Y1	
木繊維混入セメント・けい酸カルシウム板	セメント質原料,木質系繊維,無機質系混和材,有機質系混和材,無機質系繊維	Y7	
(2)繊維補強セメント板系			
繊維補強セメント板系	普通ポルトランドセメント,けい酸質原料,無機質混和材,無機質軽量材,有機繊維	Y6	
(3)繊維補強セメント・けい酸カルシウム板系			
繊維混入セメント・石灰・けい酸カルシウム板	けい酸カルシウム化合物,有機質系繊維,有機質系混和材,無機質系混和材	Y2y	Y2m
繊維混入セメント・けい酸カルシウム板	けい酸カルシウム化合物,有機質系繊維,有機質系混和材,無機質系混和材	Y3y	Y3m
ALC(軽量気泡コンクリート)			
ALC		Am	Ay

2. 試験方法

1) 溶出試験および含有量試験

溶出試験は、「土壌の汚染に係る環境基準(平成3年8月23日環境庁告示第46号)」,(以下「環告46号法」という)により行った。

含有量試験は、「土壌汚染対策法における土壌含有量試験の試験方法(平成15年3月6日環境省告示第19号)」,(以下「環告19号法」という)により行った。

ただし、試験は試料を2mm以下に粉砕したものを検体とし、分析法はカドミウム、鉛、砒素はICP質量分析法、セレンはICP質量分析法または水素化物発生原子吸光法、シアンは4-ピリジンカルボン酸-ピラロゾン吸光光度法、六価クロムはジフェニルカルバジド吸光光度法、総水銀は還元気化原子吸光法、ふっ素はランタン-アリザリンコンプレキソン吸光光度法、ほう素はICP発光分光分析法にて行った。なお、以下、特に記述のない場合の分析法は、これらの方法による。

2) 環境最大溶出可能量試験

環境最大溶出可能量試験は、「廃棄物関連試料の分析マニュアル(一社)廃棄物資源循環学会」¹⁾に準じて行った。試験フローを図1に示す。

試験は、「酸系列」、「アルカリ系列」の2系列、各2ステップで行い4検液が得られる。例として、酸系列の操作概要は次のとおりである。まず、ステップ1として、2mm以下に粉砕したものを乾燥後、ボールミルおよびめのう乳鉢で微粉砕して125 μ mの篩にかけて通過した検体16gを量り取り、50倍量(液固比50(L/kg))の純水を加えて混合し、pHガラス電極をセットし、マグネチックスターラーで3時間攪拌する。開始から10分以降にpHが7.5を超える場合は硝酸を添加してpH6.5~7.5の範囲で3時間保持する。7.5未満の場合、pH調整は行わない。続いて溶液を遠心分離し、0.45 μ mメンブランフィルターでろ過を行い、ろ液を検液A1とする。続いて、ステップ2として、ステップ1の残さと50倍量の純水を混合し、攪拌を3時間継続する。開始から10分以降にpHが4.1以上の場合には硝酸を添加してpH3.9~4.1の範囲で3時間保持する。4.1未満の場合はpHの調整は行わない。3時間後、同様の方法でろ過を行い、ろ液を検液A2とする。

アルカリ系列は、pH調整試薬として水酸化ナトリウム溶液を用いる。

クロムの分析法はICP質量分析法にて行った。

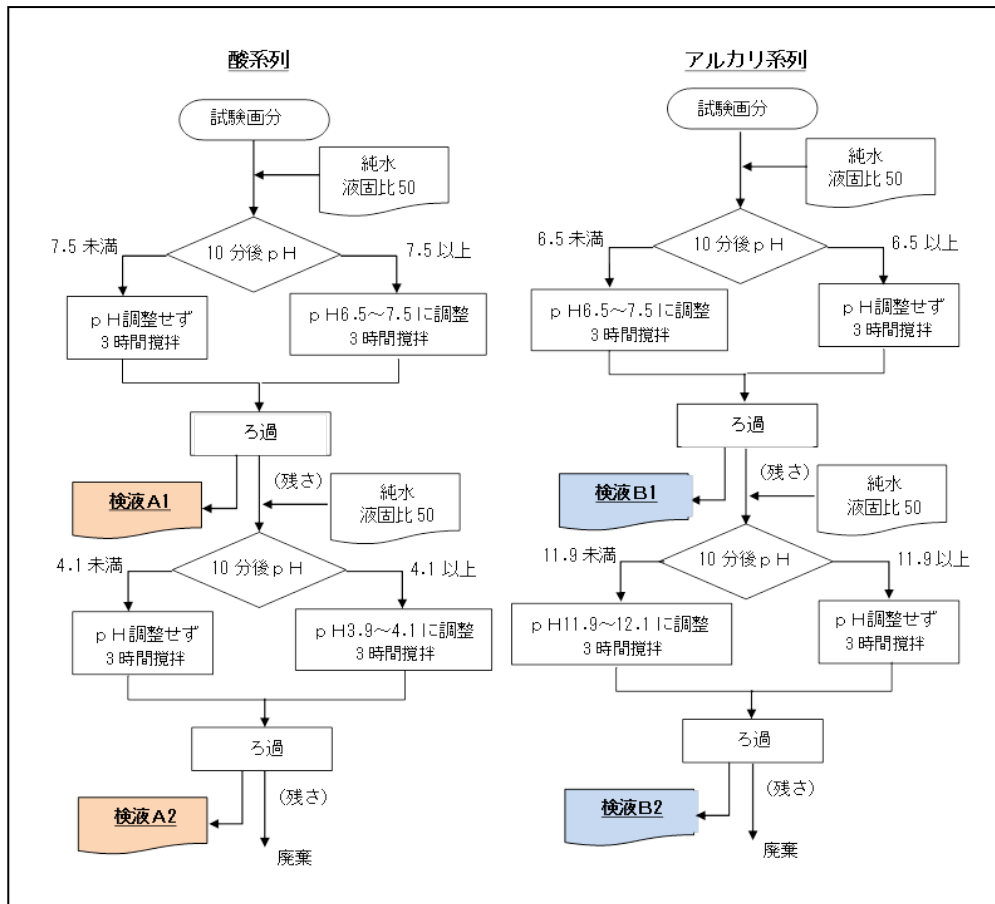


図1 環境最大溶出可能量試験の実施手順

3) 汚濁水および硫化水素の発生可能性調査

水質汚濁，硫化水素発生の可能性をみるために，前述の環告46号法にて前処理した溶出液を用いて，色相，色度，濁度，pH，生物化学的酸素要求量(BOD)，化学的酸素要求量(COD_{Mn})，全有機炭素(TOC)，硫酸イオン(SO₄²⁻)を分析した。

また，評価のための比較対象として2mm以下に破碎した石膏ボードも同様に分析した。分析法はTOCは全有機炭素計，SO₄²⁻はイオンクロマトグラフ法にて行った。

4) 物性調査

有効利用の方向性を検討するために三成分(水分，可燃分，灰分)，強熱減量および組成の分析を行った。

三成分は，「一般廃棄物処理事業に対する指導に伴う留意事項について」(環整95号)²⁾に従い，強熱減量は底質調査法³⁾に示す方法により実施した。また，評価のための比較対象として石膏ボードも同様に分析した。

組成分析は，灰化物(800℃)を微粉碎し，ガラスビード法により成型したものを試料とし，

波長分散型蛍光X線分析装置にてFP法による半定量分析を実施した。

調査結果および考察

1. 溶出試験および含有量試験の結果

地方自治体のリサイクル認定制度等において，用途が土壌と接したり，混合して使用される埋戻し材等の土木資材の安全性の確認については，環告46号法および環告19号法を準用し，判断していることが多いことから，これらの基準と比較し評価した。

溶出試験結果を表2に示す。窯業系サイディングにおいて，六価クロムについては，Y2yが基準値の1.2倍，ほう素については，Y2mが基準値の1.3倍とわずかながら基準を上回った。一方，ALCは，すべて基準値以下であった。

含有量試験結果を表3に示す。窯業系サイディングおよびALCともにすべて土壌含有量基準値以下であった。

また，窯業系サイディングにおける有機系塗料と無機系塗料の違いおよびALCにおける有筋，無筋の違いに有意な差は確認できなかった。

表 2 溶出試験の結果 (mg/L)

試験項目	窯業系サイディング							ALC		土壌環境基準値
	Y1	Y7	Y6	Y2y	Y2m	Y3y	Y3m	Am	Ay	
カドミウム	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.01
シアン	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	検出されないこと
鉛	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.01
六価クロム	0.04	<0.04	0.04	0.06	<0.04	0.04	0.05	<0.04	<0.04	0.05
砒素	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.01
総水銀	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0005
セレン	<0.002	<0.002	<0.002	0.004	0.008	0.007	0.010	<0.002	<0.002	0.01
ふっ素	0.20	0.09	0.13	0.16	0.09	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	0.8
ほう素	<0.1	<0.1	<0.1	0.8	1.3	0.3	0.2	<0.1	<0.1	1

表 3 含有量試験の結果 (mg/kg)

試験項目	窯業系サイディング							ALC		含有量基準値
	Y1	Y7	Y6	Y2y	Y2m	Y3y	Y3m	Am	Ay	
カドミウム	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	150
シアン	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	50
鉛	<15	38	24	63	27	32	31	16	19	150
六価クロム	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	250
砒素	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	150
総水銀	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	15
セレン	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	150
ふっ素	<400	<400	<400	<400	<400	<400	<400	<400	<400	4000
ほう素	<400	<400	<400	<400	<400	<400	<400	<400	<400	4000

2. 環境最大溶出可能量試験の結果

環境最大溶出可能量試験は、固体試料（循環資源や再生製品）に含まれる有害物質が、環境中へ溶出しうる最大量を評価することを目的とする特性化試験であり、詳細評価を行うに際して注目すべき有害物質の絞り込み等を行うことが可能である。

環境最大溶出可能量試験結果を表 4 に示す。

今回の試験による溶出特性としては、すべての試料について、酸系列においてアルカリ系列より多く有害物質が溶出した。その中で、六価クロム、クロムおよびセレンについては、アルカリ系列においても酸系列と同程度の溶出量であった試料もみられた。外壁材の種類に特有な溶出傾向は認められなかった。また、窯業系サイディングにおける有機系塗料と無機系の違いに特徴的な傾向は認められなかった。

また、本試験は、結果により詳細評価の対象

物質を絞り込むため「廃棄物資源循環学会試験規格シリーズ案「再生製品の環境安全性評価試験」⁴⁾に提案されている土壌環境基準値の 10 倍値 (mg/kg 換算値) で評価した。

アルカリ系列（検液 B1+検液 B2）では、全ての試料において 10 倍値以下であった。酸系列（検液 A1+検液 A2）では、窯業系サイディングは、鉛、六価クロム、クロム、砒素、ふっ素、ほう素が、ALC は砒素が 10 倍値を超過した数値を示したことから、この 6 項目において溶出ポテンシャルがあると考えられた。このことから、これら外壁材を用いた再生製品が、酸性域から中性域の一般環境中において使用されることが想定される場合は、詳細評価として再生製品の性状、使用用途を考慮した溶出特性を把握するための溶出挙動試験を実施するなど、溶出ポテンシャルがある項目に着目することが必要と考える。

表 4 環境最大溶出可能量試験の結果 (mg/kg)

試料	カドミウム ¹⁾		鉛 ¹⁾		六価クロム ²⁾		クロム ²⁾	
	酸系列	アルカリ系列	酸系列	アルカリ系列	酸系列	アルカリ系列	酸系列	アルカリ系列
Y1	0.21	<0.01	0.26	<0.01	2.4	1.1	3.9	1.3
Y7	<0.01	<0.01	0.064	<0.01	<1.0	1.0	0.50	0.68
Y6	0.63	<0.01	0.38	<0.01	7.3	1.8	7.4	1.9
Y2y	1.0	<0.01	0.93	<0.01	3.8	1.4	3.9	1.5
Y2m	0.59	<0.01	0.74	0.12	1.8	1.0	2.8	1.0
Y3y	0.79	<0.01	1.1	<0.01	1.1	<1.0	2.7	0.79
Y3m	0.60	<0.01	1.4	0.015	1.1	<1.0	2.7	0.58
Ay	0.15	<0.01	0.043	<0.01	<1.0	<1.0	0.63	0.48

試料	砒素 ¹⁾		セレン ¹⁾		ふっ素 ³⁾		ほう素 ⁴⁾	
	酸系列	アルカリ系列	酸系列	アルカリ系列	酸系列	アルカリ系列	酸系列	アルカリ系列
Y1	1.1	0.035	0.20	0.084	210	17	14	1.9
Y7	0.11	0.026	0.077	0.10	72	13	28	12
Y6	0.23	0.014	0.29	0.14	130	10	41	5.6
Y2y	1.0	0.060	0.32	0.14	210	11	110	19
Y2m	1.2	0.073	0.32	0.18	120	8.7	170	33
Y3y	1.8	0.16	0.38	0.28	77	2.7	51	11
Y3m	1.1	0.14	0.33	0.32	100	2.9	34	8.8
Ay	1.8	0.15	0.087	0.048	9.4	<1.0	9.8	2.5

1)土壌環境基準換算値(10倍値):1mg/kg, 2)同換算値(10倍値):5mg/kg, 3)同換算値(10倍値):80mg/kg, 4)同換算値(10倍値):100mg/kg

3. 汚濁水および硫化水素の発生可能性調査の結果

硫化水素の発生については、「廃棄物最終処分場における硫化水素対策検討会報告書(平成12年9月)」等^{5,6)}において、次の5つの条件が全て揃った場合に硫化水素が発生するとされている。

- ①硫酸イオン(SO₄²⁻)が高濃度で存在すること
- ②有機物(硫酸塩還元菌の炭素源)が存在すること
- ③嫌気性の環境であること(酸素が存在しない)
- ④埋立層内に水がたまっていたり、たまりやすい状況であること
- ⑤硫酸塩還元菌が存在すること

また、「安定型最終処分場における高濃度硫化水素発生機構の解明ならびにその環境汚染対策防止に関する研究(国立環境研究所報告第188号)」⁷⁾によると、前述の①から⑤に加えて

- ⑥発生した硫化水素と化合する物質が少ないの条件が示されている。

そこで、有機物と硫酸塩(S)に着目し、硫化水素発生ポテンシャルの指標項目としてTOC、SO₄²⁻について評価した。

また、工場・事業場からの排水は水質汚濁

防止法において排出規制されており、その規制項目の中で有機汚濁の指標項目として規定されているBOD、CODについて評価するとともにpHも測定した。

試験結果を表5に示す。

1) pH

石膏ボードがpH7.6と中性を示したのに対して、ALCはpH9.9、窯業系サイディングはpH10~12のアルカリ性を示した。

2) BOD, COD

有機汚濁指標であるBOD、CODについて、水質汚濁防止法の排水基準値(BOD、COD 160mg/L)と比較すると、ほとんどの窯業系サイディングは、同程度およびそれ以上の数値を示したことから、有機汚濁水の発生につながる可能性があると考えられ、この視点で再生製品を評価することが必要である。

3) TOC, SO₄²⁻

TOCについて、窯業系サイディングは、75~330mg/Lで石膏ボードと同程度もしくはそれ以上の数値を示した。一方、ALCは13mg/Lであった。小野ら⁸⁾によると一定の硫酸イオンの共存下でTOCが30mg/L以上の場合に硫化水素発生の可能性が高いことが報告されていることか

ら、これを前述②の指標とすると、窯業系サイディングは硫化水素発生原因の有機物源となる可能性があると考えられる。

SO₄²⁻について、ALCは1200mg/Lを示し、石

膏ボードと同程度の数値であったことから、これを前述①の指標とすると、硫化水素発生の硫酸塩(S)源となる可能性があると考えられる。

表5 汚濁水および硫化水素発生可能性試験の結果

試験項目	窯業系サイディング							ALC	石膏ボード
	Y1	Y7	Y6	Y2y	Y2m	Y3y	Y3m	Am	
色相	淡黄色	無色	無色	無色	無色	淡黄色	淡黄色	無色	無色
pH	11	12	12	11	12	11	10	9.9	7.6
BOD(mg/L)	320	210	95	160	160	300	280	11	140
COD(mg/L)	230	130	53	120	130	410	430	11	140
TOC(mg/L)	220	160	75	130	130	330	300	13	120
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	100	61	39	160	150	290	310	1200	1600
色度(度)	100	73	37	38	52	120	110	1.5	32
濁度(度)	0.10	0.058	0.55	1.3	2.3	7.0	3.5	0.18	0.051

4. 物性調査

有効成分等の測定分析を実施するために三成分および強熱減量を測定するとともに灰化物の組成分析を行った。

三成分(水分、可燃分、灰分)および強熱減量の試験結果を表6に示す。

窯業系サイディングは、石膏ボードと比較して可燃分が多かった。これは、配合されている木繊維、有機質繊維の有機物によるものと考えられた。

強熱減量について、ALCは5%をやや上回る値であったが、窯業系サイディングは13~18%

であった。セメントペーストに含まれる水和水は500℃程度で揮発することが報告⁹⁾されており、窯業系サイディングとALCは、セメントと同様の性状が主成分であることから、強熱減量分の一部については、水和水等の無機物が揮発したものであると考えられる。

三成分および灰化物の蛍光X線分析の結果から換算した試料の組成比を図2に示す。

窯業系サイディングおよびALCは、SiO₂、Al₂O₃、CaO、Fe₂O₃が主成分(75~89%)であったことからセメント原料への利用が有効であると考えられた。

表6 三成分および強熱減量試験の結果

試験項目	窯業系サイディング							ALC	石膏ボード
	Y1	Y7	Y6	Y2y	Y2m	Y3y	Y3m	Am	
水分(%)	5.4	6.8	7.6	6.2	6.8	5.0	3.1	5.3	9.4
可燃分(%)	11	12	11	14	13	13	16	3	6
灰分(%)	84	81	82	80	80	82	81	91	84
強熱減量(%)	13	17	16	17	18	15	16	6	16

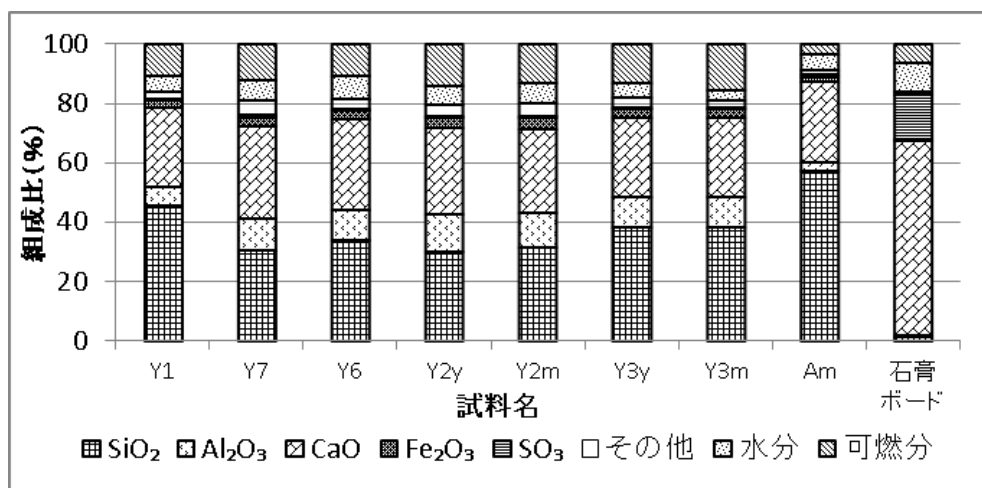


図 2 組成比

まとめ

外壁材が、一般環境中で再生利用された場合、有害物質の溶出や汚濁水および硫化水素の発生の可能性について、下記の配慮すべき知見が得られた。

- ・窯業系サイディングおよび ALC は、SiO₂、Al₂O₃、CaO、Fe₂O₃ が主成分であったことからセメント原料への利用が有効であると考えられた。
- ・環告 46 号法の溶出量について、窯業系サイディングで、六価クロム、ほう素が土壤環境基準をわずかながら上回った試料があったが、環告 19 号法の含有量は基準値以下であった。
- ・環境最大溶出可能量試験の結果、酸系列において、窯業系サイディングはカドミウム、鉛、クロム、砒素、ふっ素、ほう素が、ALC は砒素が溶出ポテンシャルがあると考えられた。このことから、酸性域から中性域の一般環境下において使用されることが想定される場合は、詳細評価として再生製品の性状、使用用途を考慮した溶出特性を把握するための溶出挙動試験を実施するなど、溶出ポテンシャルがある項目に着目することが必要と考える。
- ・窯業系サイディングは、有機汚濁水の発生および硫化水素の発生の有機物源となる可能性があると考えられ、ALC は、硫酸塩 (S) 源となる可能性があると考えられた。

再生利用される外壁材は、建築物の解体廃棄物であること、実際に使用される再生製品の性状等は本研究で用いた試料とは同一でないことから、再生製品の性状、使用用途等を考慮した安全性試験を実施し、安全性を確認したうえで利用するとともに再生製品の製造段階での安全性管理が重要である。

文献

- 1) (一社)廃棄物資源循環学会：廃棄物関連試料の分析マニュアル，pp.365-370.
- 2) 一般廃棄物処理事業に対する指導に伴う留意事項について(昭和 52 年 11 月 4 日 環整 95 号；平成 2 年 2 月 1 日 衛環 22 号)。
- 3) 底質調査法 (昭和 63 年 9 月 8 日 環水管 127 号)。
- 4) 廃棄物資源循環学会試験規格シリーズ案「再生製品の環境安全性評価試験」廃棄物資源循環学会廃棄物試験検査法部会 HP
<http://jsmcwm.or.jp/wastest-group/files/2012/12/ca540ecd7f3dac6980d2fb51b69255ae.pdf>
- 5) 環境省廃棄物リサイクル部：廃棄物最終処分場における硫化水素対策検討会報告書 (2000)。
- 6) 旧厚生省：最終処分場における硫化水素対策検討会報告骨子
http://www.env.go.jp/recycle/kosei_press/h000906a.html
- 7) 国立環境研究所報告第 188 号：安定型最終処分場における高濃度硫化水素発生機構の解明ならびにその環境汚染対策防止に関する研究。
- 8) 小野雄策、田中信寿：建設廃棄物埋立における硫化水素ガス発生の可能性と管理法に関する考察，廃棄物学会論文誌，14(5)，pp. 248-257 (2003)。
- 9) 笠井順一；セメント化学概論 (その 3)，コンクリート工学，21(11)，pp.100-106 (1983)。

資料

2017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

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。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、2017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) 豚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ヵ月齢の肉豚である。2017年7月20日から10月19日の間に採血した80頭を調査材料とした。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豚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、2017年4~9月に県内の病院等で、採取された男性127名、女性244名の合計371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。なお、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) 豚のインフルエンザ感染源調査材料

三重県鈴鹿市および志摩市で飼育された約6ヵ月齢の豚を対象とした。2017年11月28日(40

頭；鈴鹿市），2017年12月22日（30頭；志摩市），2018年2月2日（30頭；志摩市）に採取した計100頭の鼻腔拭い液を調査材料とした。

2. 測定方法

1) 日本脳炎 HI 抗体測定

豚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 $^{\circ}$ C 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 $^{\circ}$ C にて一晩感作後，0.33%ガチョウ血球を 50 μ L 添加し，37 $^{\circ}$ C 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 $^{\circ}$ C，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 $^{\circ}$ C で 60 分間反応させた後，25 μ L を Vero（Osaka 株）細胞に接種し，37 $^{\circ}$ C，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た^{2,3)}。

3) 豚からのインフルエンザウイルス分離

豚の鼻腔拭い液を 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 $^{\circ}$ C，20 時間処理した。次に非動化（56 $^{\circ}$ C，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 $^{\circ}$ C で 45 分間静置後に判定した。不活化 HA 抗原は，A/Singapore/GP1908/2015（A/H1N1pdm2009），A/Hong Kong/4801/2014（A/H3N2），B/Texas/2/2013（ビクトリア系統），B/Phuket/3073/2013（山形系統）を用いた。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/Hong Kong/4801/2014（H3N2）の HI 試験には，0.75%モルモット赤血球を使用し 4 $^{\circ}$ C 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 $^{\circ}$ C 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た。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（豚）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。2017 年度

に実施した調査結果は以下のとおりである。

1. 豚の日本脳炎 HI 抗体および 2-ME 感受性抗体の経時的推移

JEV に対する豚の血中 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。2017 年 7 月 20 日から 10 月 19 日の間に採血した豚(80 頭)を調査した結果、HI 抗体保有豚(10 倍以上)は 8 月 4 日以降の豚から 44 頭確認された。

最近の感染か否かを把握するための指標である 2-ME 感受性抗体は合計 6 頭検出された。その内訳は 2017 年 8 月 4 日に採取された 3 頭から検出され、その後、同年 8 月 18 日(2 頭)および 9 月 1 日(1 頭)の豚から確認された。

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 36.6%、5-9 歳 92.9%、10-14 歳 100%、15-19 歳 89.7%、20-29 歳 88.1%、30-39 歳 72.2%、40-49 歳 37.7%、50-59 歳 25%、60 歳以上は 34.8%であった(表 2)。

3. 豚からのインフルエンザウイルス分離状況

2017 年 11 月 28 日から 2018 年 2 月 2 日の間に鈴鹿市および志摩市で飼育された豚について調査を実施した結果、調査期間中に豚 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

2017/2018 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)は、以下のとおりである。

流行の主流となる乳幼児期の抗体保有率は A 型の A/Singapore/GP1908/2015(A/H1N1pdm2009)は 0-4 歳 2.4%、5-9 歳 28.6%であった。A/Hong Kong/4801/2014(A/H3N2 型)は 0-4 歳 31.7%、5-9 歳 64.3%であった。

B 型の B/Texas/2/2013(ビクトリア系統)は 0-4 歳 2.4%、5-9 歳 7.1%で、B/Phuket/3073/2013(山形系統)は 0-4 歳 2.4%、5-9 歳 35.7%であった(表 3)。

5. 風疹年齢別 HI 抗体保有状況

男女合計の年齢群別の風疹 HI 抗体保有率は 0 歳 0%、1-4 歳 97.5%、5-9 歳 100%、10-19 歳 98%、20-29 歳 100%、30-39 歳 86.1%、40-49 歳 98.1%、50 歳以上は 95.4%であった。採血者全体の HI 抗

体保有率は 96.2%で、男女別の抗体保有率は男性 96.1%、女性 96.3%であった(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、0-1 歳群 88.9%、2-3 歳群 93.8%であったが 4-6 歳以上の年齢群は 100%と高く推移していた。全体では 371 名中 368 名(99.2%)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 371 名(男性 127 名、女性 244 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豚 HI 抗体および 2-ME 感受性抗体保有状況

採血日 (2017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20日	10	10								0	0/0	-	
8月 4日	10	7					1		2	3	3/3	100	
8月 10日	10	2	2			1	1	4		8	0/6	0	
8月 18日	10	5	1						2	2	5	2/4	50
8月 25日	10	4	1	1			1	2	1	6	0/4	0	
9月 1日	10	3						3	4	7	1/7	14	
9月 22日	10	3		1	1	1	2	2		7	0/6	0	
10月 19日	10	2			2	1	3	1	1	8	0/8	0	
計	80	36	4	2	3	3	8	14	10	44	6/38	15.8	

*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

年齢区分	調査数	陽性数
0-4歳	41	15 (36.6%)
5-9歳	14	13 (92.9%)
10-14歳	20	20 (100%)
15-19歳	78	70 (89.7%)
20-29歳	42	37 (88.1%)
30-39歳	36	26 (72.2%)
40-49歳	53	20 (37.7%)
50-59歳	64	16 (25%)
60歳～	23	8 (34.8%)
合計	371	225 (60.6%)

()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/Hong Kong /4801/2014 (A/H3N2亜型)	B/Texas/2/2013 (ビクトリア系統)	B/Phuket/3073/2013 (山形系統)
0-4歳	41	1(2.4%)	13(31.7%)	1(2.4%)	1(2.4%)
5-9歳	14	4(28.6%)	9(64.3%)	1(7.1%)	5(35.7%)
10-14歳	20	11(55%)	15(75%)	5(25%)	7(35%)
15-19歳	78	54(69.2%)	70(89.7%)	32(41%)	56(71.8%)
20-29歳	42	24(57.1%)	31(73.8%)	8(19%)	39(92.9%)
30-39歳	36	3(8.3%)	16(44.4%)	9(25%)	28(77.8%)
40-49歳	53	7(13.2%)	32(60.4%)	22(41.5%)	24(45.3%)
50-59歳	64	10(15.6%)	37(57.8%)	16(25%)	35(54.7%)
60歳～	23	1(4.3%)	11(47.8%)	4(17.4%)	6(26.1%)
合計	371	115(31%)	234(63.1%)	98(26.4%)	201(54.2%)

()内は抗体保有率。

表 4. 風疹年齢別 HI 抗体保有状況

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	0	0(0%)	1	0(0%)	1	0(0%)
1-4歳	24	24(100%)	16	15(93.8%)	40	39(97.5%)
5-9歳	8	8(100%)	6	6(100%)	14	14(100%)
10-19歳	47	46(97.9%)	51	50(98%)	98	96(98.0%)
20-29歳	5	5(100%)	37	37(100%)	42	42(100%)
30-39歳	9	7(77.8%)	27	24(88.9%)	36	31(86.1%)
40-49歳	12	11(91.7%)	41	41(100%)	53	52(98.1%)
50歳～	22	21(95.5%)	65	62(95.4%)	87	83(95.4%)
合計	127	122(96.1%)	244	235(96.3%)	371	357(96.2%)

()内は抗体保有率.

表 5. 麻疹年齢別 PA 抗体保有状況

年齢区分	調査数	陽性数
0-1歳	18	16(88.9%)
2-3歳	16	15(93.8%)
4-6歳	11	11(100%)
7-9歳	10	10(100%)
10-14歳	20	20(100%)
15-19歳	78	78(100%)
20-24歳	16	16(100%)
25-29歳	26	26(100%)
30-39歳	36	36(100%)
40歳～	140	140(100%)
合計	371	368(99.2%)

()内は抗体保有率.

資料

2017年度の先天性代謝異常等検査の概要

内山信樹, 小林章人, 中野陽子, 赤地重宏,
山寺基子

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, CPT I欠損症)は, いずれも重松ら³⁾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.

損症, CPT I欠損症)の計16疾患を対象疾患に追加し, 現在は上記19疾患³⁾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.

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⁴⁾, 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4疾患(MCAD欠損症, VLCAD欠損症, 三頭酵素欠損症, CPT I欠損症)は, いずれも重松ら⁵⁾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」)にて測定した.

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されている)

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	
代謝異常症	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	0.6	nmol/ml
			C8/C10	1.0		
		VLCAD欠損症	C14:1	0.4	1.0	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	
CPT I 欠損症	C0/(C16+C18)	80				
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		
内分泌疾患	先天性甲状腺機能低下症	TSH	12	30	μ U/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

2017年度の検査総数は初回受付数 13,595 件と再検査受付数 512 件の合計 14,107 件であった。2017年度の確定患者数は、フェニルケトン尿症 3 件、先天性甲状腺機能低下症 5 件、プロピオン酸血症 2 件、MCAD 欠損症 1 件であった。過去 10 年間での先天性代謝異常等疾患の確定患

者数は 74 人で、先天性甲状腺機能低下症が 62 人と最も多く、次いでフェニルケトン尿症 5 人、プロピオン酸血症 4 人、先天性副腎過形成症 2 人、MCAD 欠損症 1 人であった⁶⁾。内訳を表 2 に示す。

表 2 10年間の先天性代謝異常等検査実施状況

年度	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	計
初回検査受付件数	17,033	16,690	16,376	16,148	15,764	15,298	14,927	14,827	14,276	13,595	154,934
再検査受付件数	539	503	544	504	444	609	590	566	555	512	5,366
再採血依頼件数	491	478	504	465	444	467	468	441	424	408	4,590
精密検査依頼件数											
フェニルケトン尿症	0	0	0	0	0	3	1	3	2	4	13
メーブルシロップ尿症	0	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	0
ガラクトース血症	3	0	0	1	1	0	0	0	0	5	10
先天性副腎過形成症	35	34	22	33	33	39	14	32	25	26	293
先天性甲状腺機能低下症	14	23	9	18	17	16	18	10	10	8	143
その他代謝異常症	/	/	/	/	1	16	14	17	19	9	76
計	52	57	31	52	52	74	47	62	56	52	535
確定患者数											
フェニルケトン尿症	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3	5
メーブルシロップ尿症	0	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	0
ガラクトース血症	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
先天性副腎過形成症	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
先天性甲状腺機能低下症	7	10	8	6	4	7	9	6	0	5	62
その他代謝異常症	/	/	/	/	0	1	0	0	1	3	5
計	7	10	8	6	4	10	10	6	2	11	74
検体不備	69	64	58	40	45	67	24	51	14	25	457

2. 初回採血による検査結果

2017年度の県内の出生数は 13,039 人⁷⁾であり、初回検体数 13,595 人から計算すると受検率は約 104.3%となった。100%を超えているのは、県外者が「里帰り出産」のため県内で受検するためだと考えられる。また、県民が「里帰り出産」のため県外で受検することも考えられることから、正確な受検率は算出できないが、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 13,151 件、再採血依頼となったのは 408 件、精密検査依頼となったのは 21 件、検体不備(再採血依頼件数)となったのは 25 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、先天性副腎過形成症と他の疾患であった。検体不備で、先天性副腎過形成症の疑いで再検査依頼もしくは精密検査依頼となった例が 7 件あった。内訳を表 3 に示す。

表3 2017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				検体不備 (再採血 依頼件数)
		正常	再採血 依頼件数	再採血 依頼率 (%)	精密検査 依頼件数	
フェニルケトン尿症			6	0.04	0	0.00
メープルシロップ尿症			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			29	0.21	1	0.01
プロピオン酸血症			7	0.05	0	0.00
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			2	0.01	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			1	0.01	0	0.00
MCAD欠損症			0	0.00	1	0.01
VLCAD欠損症			0	0.00	0	0.00
三頭酵素欠損症			0	0.00	0	0.00
CPT I 欠損症			0	0.00	0	0.00
ガラクトース血症			8	0.06	0	0.00
先天性甲状腺機能低下症			155	1.14	3	0.02
先天性副腎過形成症			200	1.47	16	0.12
計	13595	13151	408 ^{注1}		21 ^{注2}	25 ^{注3}

注 依頼検査項目の重複あり

- 1) フェニルケトン尿症と先天性副腎過形成症の疑い 1件
 1) 甲状腺機能低下症と先天性副腎過形成症の疑い 2件
 1), 3) 検体不備と先天性副腎過形成症の疑いで再採血 6件
 2), 3) 検体不備と先天性副腎過形成症の疑いで精密検査 1件

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 6 件、プロピオン酸血症/メチルマロン酸血症 29 件、イソ吉草酸血症 7 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、グルタル酸血症 I 型 1 件、ガラクトース血症 8 件、先天性甲状腺機能低下症 155 件、先天性副腎過形成症 200 件であった。

精密検査依頼となった内訳は、プロピオン酸血症/メチルマロン酸血症 1 件、MCAD欠損症 1 件、先天性甲状腺機能低下症 3 件、先天性副腎過形成症 16 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 200 件のうち、基準値を超えたのは 62 件(31.0%)で、95%タイルによる再採血依頼が 138 件(69.0%)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 58 件 (29.0%) および精密検査依頼となったうちの 13 件 (81.3%) 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 2017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

	件数	うち、 低出生体重児		判定理由	件数 (%)	
		件数	(%)			(%)
再採血 依頼件数	200	58	29.0	基準値超え	62	31.0
				上位5% タイル	138	69.0
精密検査 依頼件数	16	13	81.3			

初回検査における検体不備(再採血依頼件数)は25件であった。そのうち、6件が先天性副腎過形成症の疑いで再検査依頼、先天性副腎過形成症の疑いで精密検査依頼となった。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	13	52.0	0
哺乳不能	8	32.0	6
採血が早い	4	16.0	2
計	25 ^{注1}		8

注 重複検査項目あり

- 1) 先天性副腎過形成症の疑いで再採血 6件
- 1) 先天性副腎過形成症の疑いで精密検査 1件

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512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31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4件、プロピオン酸血症/メチルマロン酸血症4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、ガラクトース血症5件、先天性甲状腺機能低下症5件、先天性副腎過形成症10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26件のうち22件は低出生体重児であり、医師の判断により、22件の再検査を行ったところ、21件は正常であった。

また、イソ吉草酸血症により再採血依頼となった7件についても医師からの依頼により当所で再検査を行ったところ、7件すべてが正常であり、ピボキシル基を有する抗生剤の影響が強く疑われた⁸⁾。

表6 再採血による検査結果

	再採血 受付	結果	
		正常	精密 検査
フェニルケトン尿症	172	168	4
メープルシロップ尿症	167	167	0
ホモシスチン尿症	167	167	0
シトルリン血症I型	167	167	0
アルギニノコハク酸尿症	167	167	0
メチルマロン酸血症	195	191	4
プロピオン酸血症			
イソ吉草酸血症	174	174	0
メチルクロトニルグリシン尿症	168	165	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			
グルタル酸血症I型	168	168	0
MCAD欠損症	167	167	0
VLCAD欠損症	167	167	0
三頭酵素欠損症	167	167	0
CPT I欠損症	167	167	0
ガラクトース血症	181	176	5
先天性甲状腺機能低下症	318	313	5
先天性副腎過形成症	307	297	10
計	512	481	31

まとめ

2017年度における先天性代謝異常等検査は、14,107件の検査を行い、再採血依頼408件、検体不備25件、精密検査依頼52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4件、プロピオン酸血症/メチルマロン酸血症5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、MCAD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8件、先天性副腎過形成症26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3人、先天性甲状腺機能低下症5人、プロピオン酸血症2人、MCAD欠損症1人であった。

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) 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).
- 5) 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).
- 6) 小林章人，中野陽子，内山信樹，楠原一，永井佑樹，赤地重宏，前田千恵：2016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. 19, 72-76 (2017).
- 7) 三重県：みえ DATABOX，人口・世帯の動き 平成30年4月1日現在，
<http://ss140094/DATABOX/000213994.htm>
- 8) 重松陽介：ESI-MS/MS 新生児マススクリーニング事業の再検討，平成10年度厚生科学研究費補助金（子ども家庭総合研究事業）分担研究報告書，74-76.

資料

2017 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 39 年にわたって本事業を続けてきた。また, 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, PCR 法や Real time PCR 法等の遺伝子検査も導入し, 検査精度の向上を図ってきた。その結果, 麻疹や風疹等, 季節消長の明らかであった疾患が, 発生数の減少や流行規模の縮小により最近では季節性が薄れている一方で^{1,2)}, 多くの疾患で新たなウイルスや多様性に富んだ血清型や遺伝子型を持つウイルスの存在が明らかになってきた³⁻⁵⁾。

以下, 2017 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。

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。昨年同様 25 ヶ所の病原体定点を対象に調査を実施した⁵⁾。

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⁶⁾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ついて検査対象とした。

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 2017 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, リケッチアなどの病原体検索は, 主に国立感染症研究所の病原体検出マニュアル⁷⁾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 産物の遺伝子配列解析を実施し、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

2017 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 155 人、インフルエンザ 136 人、麻疹 130 人、手足口病 93 人、日本紅斑熱 65 人、不明発疹症 22 人、急性脳炎とヘルパンギーナがそれぞれ 16 人等で、その他の疾患として、気管支炎や咽頭炎、扁桃炎等が 234 人であった（表 2）。2 月に県内で麻疹の集団発生が起き、それに伴い検査患者数が増加した。また、全国的な流行によりインフルエンザと手足口病の検査患者数も 2016 年に比べて増加した⁸⁾。

検査依頼のあった患者 951 人中、病原体および有意な抗体等が検出されたのは 602 人（63.3%）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。

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		
急性灰白髄炎									1				1	
中東呼吸器症候群		1											1	
E型肝炎							1			1			2	
A型肝炎		2											2	
Q熱								1		1			2	
シカウイルス感染症									1				1	
重症熱性血小板減少症候群			1	1					2	1			5	
ダニ媒介脳炎			1										1	
つつが虫病					1				2		1		4	
デング熱			1	1			1						3	
日本紅斑熱			1	2	6	11	9	7	13	12	3	1	65	
マラリア									1				1	
レプトスピラ症							1		1	1	1	1	5	
ウイルス性肝炎						2							2	
カルバペネム耐性腸内細菌科細菌感染症				1		1		1	2	2	1		8	
急性脳炎	2	3	1	2			2	1	3		1	1	16	
侵襲性細菌感染症			1										1	
バイコマイシン耐性黄色ブドウ球菌感染症	1												1	
風疹									1		1	1	3	
麻疹	3	87	9	12	5	3	2	2	3	2	2		130	
インフルエンザ	33	23	16	4	2	1	7		5	3	4	38	136	
RSウイルス感染症	1								1		1	1	4	
咽頭結膜熱													1	1
感染性胃腸炎	7	8	23	13	15	24	7	8	11	13	12	14	155	
水痘			1	1									2	
手足口病	1	3	2	1	4	21	19	19	9	5	7	2	93	
伝染性紅斑				1									1	
突発性発疹			2				1				2		5	
百日咳						1							1	
ヘルパンギーナ	1	1	1			5	2	3		2	1		16	
流行性角結膜炎					1	1		1		1			4	
無菌性髄膜炎	1	2	2					1	1	1		1	9	
不明発疹症	1	1		4	3	2	3	3		1	1	3	22	
シカ熱・チクングニア熱					1								1	
重症熱性血小板減少症候群・日本紅斑熱					1		2	1		1			5	
チクングニア熱・デング熱			1										1	
日本紅斑熱・つつが虫病											1		1	
風疹・麻疹			2							1			3	
インフルエンザ・不明発疹症												1	1	
感染性胃腸炎・ヘルパンギーナ							1						1	
手足口病・不明発疹症								1					1	
その他	11	17	22	22	20	23	12	23	22	22	19	21	234	
合 計	65	149	83	65	59	95	70	72	79	72	56	86	951	

表3. 疾患別病原体検出患者数

検出病原体名	病原体名(略称)													合計	
	中東呼吸器 症候群 症候群	重症急性 呼吸器症 候群	アライグマ 熱	ツブシ虫 熱	チング 熱	日本 紅熱	ウイルス性 肝炎	カリシカム ウイルス 肝炎	カリシカム ウイルス 肝炎	カリシカム ウイルス 肝炎	カリシカム ウイルス 肝炎	カリシカム ウイルス 肝炎	カリシカム ウイルス 肝炎		
Ad1														1	1
Ad2															7
Ad3														2	5
Ad5														2	1
Ad6														1	2
Ad40/41															6
AstroV1型															1
AstroV4型															1
AstroVNT															1
Bordetella pertussis															1
CA2															2
CA6															27
CA10															7
CA16															2
CA16															6
CBI															1
CB2															2
CoronaV															2
CoronaV															2
CRE															3
Cytomegalov															2
Denagov1型															1
E3															1
E8															1
E9															5
EBV															1
EV71															9
HRV6															1
HRV7															4
IMPV															1
IMPV															1
HSV2型															5
Human Bocav															1
Human Bocav															1
InflAHI pdm09															29
InflAHS															76
InflB															28
InflB															1
Leptospira Hebdomadis															1
MeaslesVA型															4
MeaslesVD8型															19
MeaslesVNT															2
MumpsV															2
MumpsV															1
NGV I															3
NGV II															3
NGV II															24
Otsutsugamushi Kawasaki型															1
ParainfluenzaV1型															17
ParainfluenzaV2型															7
ParainfluenzaV2型															7
ParainfluenzaV2型															8
ParainfluenzaV4型															1
ParainfluenzaV4型															1
ParainfluenzaV4型															1
ParainfluenzaV6型															1
Rhinov															9
Rhinov															1
Rhinov															2
Rh															1
RoAG1															2
RoAG2															1
RoAG3															2
RoAG3															2
RoAG9															2
RoANT															1
RoANT															1
RSV															10
SFTSV															1
SFTSV															5
SVG I															14
SVG II															14
VZV															1
小計															124
合計															513

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				
中東呼吸器症候群	InfB	1												1	1	1	
重症熱性血小板減少症候群	SFTSV								1					1	1	5	
つつが虫病	O.tsutsugamushi Kawasaki												1	1	1	4	
デング熱	Leptospira Hebdomadis							1						1	1	3	
日本紅斑熱	Rj				2	5	7	5	4	8	4	2		37	37	65	
ウイルス性肝炎	Ad5						1							1	2	2	
	Ad6						1							1			
カルバペネム耐性腸内細菌科細菌感染症	CRE								1		1	1		3	3	8	
急性脳炎	EBV				1									1	11	16	
	HHV6	1										1		2			
	HHV7		1											1			
	InfAH3		1											1			
	MumpsV								1	1				2			
	RhinoV								1					1			
	CA6&CytomegaloV				1									1			
	CB1&HHV6									1				1			
	HHV7&RhinoV								1					1			
	麻疹	MeaslesVA型		1	1	2									4	25	130
MeaslesD8型		2	15	1	1									19			
MeaslesVNT		2												2			
インフルエンザ	InfAH1pdm09		1	1				7		5			15	29	133	136	
	InfAH3	29	19	9	1	1					3	3	11	76			
	InfB	3	2	7	2	1	1						1	11	28		
RSウイルス感染症	RSV	1											1	2	4	4	
	RhinoV												1	1			
	RhinoV&RSV								1					1			
咽頭結膜熱	Ad3												1	1	1		
感染性胃腸炎	Ad40/41		1	1		1	3			1		1		8	84	155	
	AstroV1型		1	1	2	2	1							7			
	AstroV4型				1									1			
	AstroVNT				1									1			
	CB2								1	1				2			
	E3								1					1			
	E6		2	2	1									5			
	NVG1			1				1	1					3			
	NVG2	3	2	1	1	1	5	1	3		2	2	3	24			
	RoAG1			1	1									2			
	RoAG2					1								1			
	RoAG3					2								2			
	RoAG9				1	1								2			
	RoANT			1										1			
	SVG1	1				2			1		1			5			
	SVG2				1	1	3					6	3	14			
	AstroV4型&SVG1								1					1			
	NVG1&NVG2							1						1			
	NVG2&RoAG1				1									1			
	NVG2&SVG1	1												1			
RoAG1&SVG1				1									1				
水痘	VZV				1								1	1	2		
手足口病	CA6		1					9	10	6	1			27	77	93	
	CA10									1	1			2			
	CA16									1		3	2	6			
	CytomegaloV				1						1			2			
	E3									1				1			
	EB										1			1			
	EV71					3	2			3	1			9			
	RhinoV							2	3		1		2	9			
	Ad2&CA16&CytomegaloV									1				1			
	CA6&CytomegaloV							1	2	1				4			
	CA6&CytomegaloV&EBV										1			1			
	CA6&CytomegaloV&HHV6			1										1			
	CA6&EBV										1			1			
	CA6&EBV&HHV6							1						1			
	CA6&EBV&HHV6&HHV7							1						1			
	CA6&HHV6							2						2			
	CA6&HSV2型								1					1			
	CA16&CytomegaloV								1					1			
	CA16&CytomegaloV&EBV										1			1			
	CA16&EBV										1			1			
	CA16&HHV6&HHV7										1		1	2			
	CytomegaloV&EBV											1		1			
	EV71&HHV7							1						1			
	突発性発疹	HHV6		1											1	2	5
		CytomegaloV&HHV6									1				1		
	百日咳	Bordetella pertussis							1						1	1	1
	小計		42	51	29	21	21	45	38	26	27	15	24	46	385	385	631

表4. (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						
ヘルパンギーナ	CA2		1											2	12	16			
	CA6						2	2	3					7					
	CA10										1			1					
	CytomegaloV							1						1					
	HHV6&RhinoV							1						1					
流行性角結膜炎	Ad2										1			1	4	4			
	Ad3					1	1							2					
	Ad3&CA16								1					1					
無菌性髄膜炎	CB1			1										1	8	9			
	E3										1			1					
	E6		1	1										2					
	MumpsV			1										1					
	RhinoV								1		1			2					
	HHV6&HHV7												1	1					
不明発疹症	E3								1					1	12	22			
	E9										1	1		2					
	HHV6		1						1	1			1	4					
	RhinoV									1				1					
	Ad2&CytomegaloV							1						1					
	Ad2&RhinoV						1							1					
	Ad6&RhinoV			1										1					
	E3&CytomegaloV								1					1					
	Rj								2					2			2	5	
	DengueV1型			1										1			1	1	
	InfA/B												1	1			1	1	
感染性胃腸炎・ヘルパンギーナ	CA6							1					1	1	1				
その他	Ad1												1	1	176	261			
	Ad2				1		1			1	2		2	7					
	Ad3						1					1		2					
	Ad6												1	1					
	CoronaV		1		1								3	5					
	E3						1			1				2					
	hMPV				2		1			2				5					
	HSV2型												1	1					
	HumanBocaV				4	2								6					
	ParainfluenzaV1型								3	3	2	5	4	17					
	ParainfluenzaV2型									3	3	1		7					
	ParainfluenzaV3型								2	3	2			8					
	ParainfluenzaV4型					1								1					
	ParechoV3型							1						1					
	ParechoV6型					1								1					
	RhinoV		2	8	5	2	6	6	1	2	4	7	4	2			49		
	RSV		2	2	1	1		1					2	1			10		
	Ad1&RhinoV																1		
	Ad2&CytomegaloV																1		
	Ad3&RhinoV					1											1		
	Ad6&CytomegaloV					1											1		
	CB1&ParechoV6型					1											1		
	CB2&ParechoV1型								1								1		
	CoronaV&ParainfluenzaV1型												1				1		
	CoronaV&RhinoV				1								2	1			4		
	CoronaV&RhinoV&RSV																1	1	
	E3&hMPV						1										1		
	E3&RSV										1						1		
	E6&HumanBocaV					1											1		
	hMPV&ParainfluenzaV1型										1						1		
	hMPV&ParainfluenzaV2型										1						1		
	hMPV&ParainfluenzaV3型										1						1		
	hMPV&ParainfluenzaV4型			1	1												2		
	hMPV&RhinoV						1										1		
	hMPV&RSV			1						1				1			3		
	HumanBocaV&ParainfluenzaV4型						1										1		
	HumanBocaV&ParainfluenzaV4型&RhinoV						1										1		
	HumanBocaV&RhinoV					2	1										3		
	ParainfluenzaV1型&ParechoV1型&RhinoV										1	1					2		
	ParainfluenzaV1型&RhinoV									2	2	2					6		
	ParainfluenzaV1型&RSV											1					1		
	ParainfluenzaV2型&ParechoV6型											1					1		
	ParainfluenzaV2型&RhinoV											1	1				2		
	ParainfluenzaV3型&RhinoV								1		1						2		
	ParainfluenzaV4型&RhinoV					1		1									2		
	ParainfluenzaV4型&RhinoV&RSV										1						1		
	ParainfluenzaV4型&RSV					1											1		
	ParechoV1型&RhinoV								1								1		
	ParechoV1型&RhinoV&RSV																1		
	RhinoV&RSV									2		1					3		
	小計		10	16	17	17	14	22	16	26	21	23	16	19			217	217	320
	合計		52	67	46	38	35	67	54	52	48	38	40	65			602	602	951

Ad: アデノウイルス, CA: コクサッキーA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: リリケツアジャボニカ, RoA: A群ロタウイルス, RS: RSVウイルス, SV: サボウイルス, VZV: 水痘帯状疱疹ウイルス, NT: Not typed

1) 感染性胃腸炎

患者155人中84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27人、サポウイルス GⅡ型が14人、アデノウイルス 40/41型とサポウイルス GⅠ型がそれぞれ8人、アストロウイルス1型が7人等であった(表4)。

2) インフルエンザ

患者136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76人、AH1pdm09型が29人、B型が28人であった(表4)。

3) 麻疹

患者130人中25人からウイルス遺伝子等が検出された。検出された麻疹ウイルスの内訳はD8型が19人、A型が4人、型別不能が2人であった(表4)。

4) 手足口病

患者93人中77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 A6 (CA6)が39人、コクサッキーウイルス A16とサイトメガロウイルスがそれぞれ12人、エンテロウイルス71型が10人、ライノウイルスが9人、EB (Epsteine-Barr)ウイルスが7人等であった(表4)。

5) 日本紅斑熱

患者65人中37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)。

6) 不明発疹症

患者22人中12人からウイルス遺伝子等が検出された。内訳は主にヒトヘルペスウイルス6型 (HHV6)が4人、ライノウイルスが3人、サイトメガロウイルスとエコーウイルス3および9型、アデノウイルス2型がそれぞれ2人等であった(表4)。

7) 急性脳炎

患者16人中11人からウイルス遺伝子等が検出

され、HHV6が3人で最も多かった。その他にヒトヘルペスウイルス7型、ライノウイルス、ムンプスウイルス等が検出された(表4)。

8) ヘルパンギーナ

患者16人中12人からウイルス遺伝子等が検出され、CA6が7人で最も多かった。その他にコクサッキーウイルスA2等が検出された(表4)。

9) 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261人中176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81人、パラインフルエンザウイルス1型が28人、RSウイルスが22人、ヒューマンメタニューモウイルスが15人、ヒューマンボカウイルスが12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、鈴鹿保健所管内が384人と最も多く、以下、伊勢が307人、松阪が85人、桑名が67人、津が66人、四日市市が23人、伊賀が14人、熊野が4人、尾鷲が1人の順であった。

まとめ

2017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951人で、このうち602人(63.3%)から病原体等が検出された。

県内における麻疹の集団発生と全国的なインフルエンザと手足口病の流行により、昨年に比べてこれらの疾患の検査患者数は大幅に増加した。

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、麻疹が麻疹ウイルス D8型、手足口病が CA6、日本紅斑熱が日本紅斑熱リケッチア、不明発疹症と急性脳炎が HHV6、ヘルパンギーナが CA6であった。

また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パラインフルエンザウイルス1型等が検出された。

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	5	4	7	4	4	8	5	8	6	5	2	9	67
四日市市		1	1			2	6	1	4	1	4	3	23
鈴鹿	22	28	36	26	32	41	31	36	34	31	30	37	384
津	10	9	5	5	1	3	4	10	6	3	2	8	66
松阪	3	65	4	2	2	1	2	3		1		2	85
伊勢	23	39	27	26	18	40	22	12	26	30	18	26	307
伊賀	2	3	3	2	1			1	2				14
尾鷲								1					1
熊野					1				1	1		1	4
合 計	65	149	83	65	59	95	70	72	79	72	56	86	951

文 献

- 丸山勝己, 大川正文, 倉田英雄: 感染症情報の解析, 三重衛研年報, 38, 61-70 (1992).
- 麻疹・風疹患者発生情報
http://www.kenkou.pref.mie.jp/MR_srv/MR_srv_results.htm
- 小林真美, 福田美和, 川田一伸 他: 1994年感染症サーベイランス成績, 三重衛研年報, 40, 133-138 (1994).
- 山内昭則, 中野陽子, 矢野拓弥 他: 2004年感染症発生動向調査結果, 三重保環研年報, 50, 80-85 (2005).
- 赤地重宏, 楠原 一, 小林章人 他: 2014年感染症発生動向調査結果, 三重保環研年報, 60, 86-93 (2015).
- 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.
- 国立感染症研究所, 病原体検出マニュアル
<http://www.nih.go.jp/niid/ja/lab-manual.html>
- 楠原 一, 矢野拓弥, 前田千恵 他: 2016年感染症発生動向調査結果, 三重保環研年報, 62, 82-89 (2017).

資 料

三重県における 2017 年度環境放射能調査結果

西 智広, 森 康則, 一色 博, 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。

また、2017年度は2017年9月3日の北朝鮮の核実験実施発表への対応のため、原子力規制庁からの協力依頼を受けてモニタリング強化を実施した。

本報では、2017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。

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）	2017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	12月	三重県四日市市
	だいこん	2018年1月	三重県多気郡明和町
	まだい	2017年4月	三重県北牟婁郡紀北町（熊野灘）
	あさり	4月	三重県伊勢市（伊勢湾沿岸）
わかめ	2018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)を取り試料とした。

前処理: 試料にヨウ素担体 (1mg/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ポ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: 三重県三重郡菟野町地内の草地(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°C 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(勸進橋下)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。なお, 「総合モニタリング計画」²⁾ が改定され, 2016 年度から四半期ごとの蛇口水の測定は年 1 回の採取, 測定となり環境放射能水準調査の測定と統合された。

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), 海産物(まだい, あさり, 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°C, 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

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

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)製ハイポ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 2017 年度に測定を実施した 97 件の結果を示した。97 試料中 19 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。

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

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)
2017年 4月	198.0	8	2	11
5月	118.0	7	2	27
6月	286.5	9	-	N.D.
7月	173.5	10	2	25
8月	283.5	12	-	N.D.
9月*	135.5	7	1	1.5
10月	565.0	11	-	N.D.
11月	47.5	8	1	1.4
12月	49.5	5	3	13
2018年 1月	79.5	9	3	19
2月	74.0	3	2	4.4
3月	170.5	8	3	50
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
2014年度	2337.5	102	16	N.D.~67

注) N.D.: 不検出 (計数値が計数誤差の3倍を下回るもの).

* 2017年9月はモニタリング強化のため2検体欠測がある.

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)⁶⁾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2017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。

Cs-137は、土壌表層(0-5cm)から検出されたが、降下物から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。Cs-137以外の人工放射性核種は検出されなかった。土壌のCs-137検出濃度は事故前と同程度であった。事故後の全国の環境放射能調査状況⁸⁾から見ると、2017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2017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、あさり、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⁹⁾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。

2017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)¹⁰⁾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⁹⁾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2017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あるいは降雪時に観測され、気象現象に伴う変動と判断された。特に東紀州局では、2017年8月に短時間で急激な降水量の増加があったため、例年よりも測定値の大きな上昇が観測された。県内の4局の2017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。

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	2017年	4月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	1.62
		5月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	0.87
		6月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
		7月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
		8月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	0.80
	2018年	9月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	0.66
		10月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
		11月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	2017年度	12月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	0.97
		1月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	0.76
	2012~2016年度	2月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	0.94
		3月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	0.90
		12月	12	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.~1.62
	2012~2016年度	60	60	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	
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	2017年	4~6月	1	mBq/m ³	N.D.	N.D.	N.D.	0.246
		7~9月	1	mBq/m ³	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
		10~12月	1	mBq/m ³	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	2018年	1~3月	1	mBq/m ³	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
		2017年度	4	mBq/m ³	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.~0.246
	2012~2016年度	20	20	mBq/m ³	N.D.	N.D.	N.D.	0.197~0.310
		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)	2017年	10月	1	mBq/L	N.D.	N.D.	N.D.	50.5
	2012~2016年度	5	5	mBq/L	N.D.	N.D.	N.D.	66.1~81.3
		2011年度	1	1	mBq/L	N.D.	N.D.	N.D.
	2003~2010年度	8	8	mBq/L	N.D.	-	N.D.	58.1~78.9
土壌(0-5cm)	2017年	7月	1	Bq/kg 乾	N.D.	N.D.	1.56	802
	2012~2016年度	5	5	Bq/kg 乾	N.D.	N.D.	1.03~1.39	706~767
		2011年度	1	1	Bq/kg 乾	N.D.	N.D.	1.19
	1989~2010年度	22	22	Bq/kg 乾	N.D.	-	N.D.~2.69	556~812
土壌(5-20cm)	2017年	7月	1	Bq/kg 乾	N.D.	N.D.	N.D.	765
	2012~2016年度	5	5	Bq/kg 乾	N.D.	N.D.	N.D.	711~743
		2011年度	1	1	Bq/kg 乾	N.D.	N.D.	N.D.
	1989~2010年度	22	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。

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¹¹⁾。

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)^{4,12)}により推定することができる。それぞれの地点の2017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52nSv/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。

$$\text{Hex(Sv)} = \text{Dex(Gy)} \times 1.0 \dots (1)$$

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

2017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

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	2017年6月	1	mBq/L	N.D.	N.D.	19.9
	2012～2016年度	5	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)	2017年9月	1	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	25.1
	2012～2016年度	5	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	25.9～27.4
	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)	2017年5月	2	Bq/kg 乾	N.D.	N.D.	618～719
	2012～2016年度	10	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	2017年8月	1	Bq/L	N.D.	N.D.	45.3
	2012～2016年度	5	Bq/L	N.D.	N.D.	46.9～49.7
	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	2017年12月	1	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	214
	2012～2016年度	5	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	141～209
	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1月	1	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	62.9
	2012～2016年度	5	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	70.3～124
	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	2017年4月	1	Bq/kg 生	N.D.	0.153	152
	2012～2016年度	5	Bq/kg 生	N.D.	0.156～0.180	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
あさり	2017年4月	1	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	75.0
	2012～2016年度	5	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	2018年2月	1	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	198
	2012～2016年度	5	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	219～267
	2011年度	1	Bq/kg 生	N.D.	N.D.	236
	1998～2010年度	13	Bq/kg 生	-	N.D.	105～278

考慮すると、2017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握しておく必要があると思われる。

4. モニタリング強化

モニタリング強化は海外で原子力事象が発生した際等に国からの指示に基づき実施することになっており、その実施内容は「環境放射能水準調査委託実施計画書」(原子力規制庁)¹⁾に定められている。2017年度は北朝鮮による核実験実施発表

があった9月3日から9月11日まで9日間モニタリング強化を行った。実施内容はモニタリングポストによる空間放射線量率連続測定の監視強化と大気浮遊じん、降下物および降水についてのガンマ線核種分析であった。

1) 空間放射線量率連続測定の監視強化

モニタリングポストの連続測定データは現在オンラインで10分間値が国へ報告されており、その値を元に公表¹³⁾が行われたが、ここでは、期間中の1時間値の最大値、最小値、平均値を表7に示した。核実験実施発表前と比較して大きな変動はなく、影響は認められなかった。

表5 2017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)

測定年月	北勢局モニタリングポスト(nGy/h)				サーバイメータ(nGy/h) (地上1 m)				
	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
2017年 4月	720	46	64	44	1	62	-	-	-
5月	744	46	62	45	1	66	-	-	-
6月	720	47	64	45	1	66	-	-	-
7月	744	46	63	44	1	65	-	-	-
8月	744	46	86	44	1	64	-	-	-
9月	720	46	60	45	1	66	-	-	-
10月	738*	47	67	44	1	61	-	-	-
11月	720	46	62	45	1	70	-	-	-
12月	736*	47	63	45	1	68	-	-	-
2018年 1月	744	47	64	44	1	64	-	-	-
2月	669*	46	55	45	1	68	-	-	-
3月	744	47	61	44	1	67	-	-	-
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
2013年度	8758	46	67	43	12	-	68	75	63

* 機器点検等のため欠測がある。

表6 2017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
2017年 4月	66	85	63	51	80	49	83	108	81
5月	66	83	63	51	74	49	83	101	80
6月	66	85	63	52	65	49	84	105	81
7月	65	80	63	51	60	49	83	111	80
8月	66	98	63	52	89	49	84	147	80
9月	66	92	63	52	77	49	83	103	81
10月	67	84	63	53	86	48	85	115	79
11月	66	81	64	51	65	49	83	99	81
12月	66	81	63	51	76	49	83	99	81
2018年 1月	66	88	63	51	82	48	83	108	81
2月	65	79	63	51	65	49	83	99	81
3月	66	88	63	52	80	49	84	110	80
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
2013年度	66	99	55	52	80	43	87	123	78

2) ガンマ線核種分析

①大気浮遊じん

通常のモニタリングで実施する方法と同様に24時間集じんを行ったろ紙を円形に打ち抜き分取してU-4容器に充填したものを測定試料とした。この測定試料を測定時間21,600秒でガンマ線核種分析を行った。

②降下物および降水

通常モニタリングにおいて全β放射能測定に使用している降水採取装置を用い24時間の降

下物および降水を採取した。降水が80mL以上採取された場合は80mLを分取し、80mL未満の場合は全量をU-8容器に充填し測定試料とした。降水がなかった場合は採取装置内を少量の純水で洗浄し洗浄液をU-8容器に充填し試料とした。この測定試料を測定時間21,600秒でガンマ線核種分析を行った。

大気浮遊じん、降下物および降水とも核種分析の結果、人工放射性核種は検出されず核実験の影響は認められなかった。

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(2017).
- 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) (財) 日本分析センター：平成 5 年度～平成 22 年度環境放射能水準調査結果総括資料.
- 10) 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」.
- 11) 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).
- 12) 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).
- 13) 原子力規制委員会ウェブサイト「北朝鮮による核実験実施発表に対する放射能影響の観測結果について」<http://www.nsr.go.jp/activity/monitoring/monitoring5.html>

表 7 モニタリング強化期間の空間放射線量率

	nGy/h	平均値	最大値	最小値
北勢局	期間前	46	91	34
	期間中	47	54	45
中勢伊賀局	期間前	66	109	63
	期間中	66	92	63
南勢志摩局	期間前	51	86	46
	期間中	52	68	50
東紀州局	期間前	83	114	78
	期間中	83	100	81

期間前：2016 年 4 月 1 日～2017 年 3 月 31 日

期間中：2017 年 9 月 3 日 15:00～11 日 15:00

まとめ

1. 2017 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. 2017 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. 2017 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. 2017 年度の環境放射能水準調査で得られた結果は 2016 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。
5. 2017 年 9 月 3 日の北朝鮮による核実験実施発表への対応として行ったモニタリング強化では，異常は観測されなかった。

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。

データ集

2017年度酸性雨調査結果

調査概要

1. 調査の経緯

当研究所は1991年度から全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会の全国酸性雨調査に参加し、継続的に県内の酸性雨の調査を行っている。2016年度からの第6次全国酸性雨調査において、雨水中のpH、電気伝導度および陽陰イオン性物質を、また全国環境研協議会東海・近畿・北陸支部共同調査研究(越境/広域大気汚染)において雨水中の金属元素を測定した。

2. 調査地点および調査期間

調査は図1に示すとおり、当研究所(四日市市桜町)の屋上(標高約190m(北緯34度59分31秒, 東経136度29分8秒))で、2017年4月3日から2018年4月2日までの1年間実施した。

3. サンプルング方法および測定方法

調査方法は、国際的な標準法である自動雨水採水器(降水時開放型、小笠原計器製作所製US-330型(冷蔵庫付き、採取口直径20cm, 図2))を用いたW.O.法調査法を採用した。サンプルングは原則1週間単位で実施した。採取した試料は降雨量を計量後、pH、電気伝導度、陰イオン類、陽イオン類および無機金属元素の測定を行った。測定方法は表1のとおりである。ただし、降雨量が少なく、分析資料が確保できない場合は、pH、電気伝導度、陽陰イオン性物質、金属元素の順に優先順位を決めて分析を行った。

4. 調査結果

表2に示すとおりであった。なお、pHの年間加重平均値は4.72であった。

5. 調査担当課名

環境研究課



図1 調査地点図(三重県北勢地域)



図2 自動雨水採水器(降水時開放型)

表1 測定項目, 測定方法, 測定機器名

測定項目	測定方法	測定機器名
pH	pH計	TOA-DKK HM-30R
電気伝導度	電気伝導度計	TOA-DKK CM-30R
陰イオン類	イオンクロマトグラフィー	Dionex ICS-2000
陽イオン類	イオンクロマトグラフィー	Dionex ICS-1500
無機金属元素	ICP-MS	Agilent 7500ce

表 2 2017 年度酸性雨調査結果

採取期間	採取量 (mL)	pH	EC (μ S/m)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)
4月03日 ~ 4月10日	960	4.2	40.0	0.64	0.12	0.02	0.06	0.02
4月10日 ~ 4月17日	1120	5.3	8.3	0.36	0.25	0.04	0.21	0.05
4月17日 ~ 4月24日	2480	5.2	10.7	0.56	0.51	0.07	0.12	0.07
4月24日 ~ 5月01日	240	5.1	24.8	1.29	0.56	0.12	0.78	0.13
5月01日 ~ 5月08日	4	5.7	68.6	2.93	1.19	0.46	2.06	0.38
5月08日 ~ 5月15日	1920	4.6	18.0	0.79	0.15	0.05	0.12	0.03
5月15日 ~ 5月22日	0	-	-	-	-	-	-	-
5月22日 ~ 5月29日	870	4.5	25.0	0.86	0.21	0.03	0.12	0.04
5月29日 ~ 6月05日	366	4.9	19.2	1.43	0.06	0.07	0.35	0.03
6月05日 ~ 6月12日	780	4.6	25.8	0.81	1.24	0.06	0.12	0.15
6月12日 ~ 6月19日	0	-	-	-	-	-	-	-
6月19日 ~ 6月26日	6260	5.2	5.6	0.18	0.21	0.02	0.02	0.02
6月26日 ~ 7月03日	1830	4.6	14.4	0.37	0.02	0.01	0.02	0.00
7月03日 ~ 7月10日	2120	5.0	7.5	0.39	0.06	0.01	0.02	0.01
7月10日 ~ 7月18日	493	4.4	21.8	0.74	0.08	0.01	0.04	0.01
7月18日 ~ 7月24日	860	4.7	16.3	0.77	0.23	0.03	0.05	0.02
7月24日 ~ 7月31日	2027	4.6	20.9	0.89	0.37	0.02	0.03	0.03
7月31日 ~ 8月07日	1400	4.7	20.2	0.88	0.66	0.03	0.04	0.06
8月07日 ~ 8月14日	6860	5.0	11.5	0.24	0.90	0.03	0.04	0.08
8月14日 ~ 8月21日	1200	4.3	30.9	0.71	0.27	0.02	0.04	0.03
8月21日 ~ 8月28日	140	4.5	25.4	0.62	1.12	0.06	0.10	0.11
8月28日 ~ 9月04日	0	-	-	-	-	-	-	-
9月04日 ~ 9月11日	900	4.4	20.1	0.41	0.21	0.01	0.04	0.03
9月11日 ~ 9月19日	2780	5.0	18.1	0.11	1.73	0.05	0.06	0.17
9月19日 ~ 9月25日	178	4.3	35.9	1.21	0.50	0.06	0.23	0.06
9月25日 ~ 10月02日	1175	4.7	16.5	0.30	0.95	0.03	0.04	0.09
10月02日 ~ 10月10日	4320	4.9	8.8	0.12	0.41	0.02	0.03	0.04
10月10日 ~ 10月16日	1280	4.5	15.2	0.21	0.02	0.01	0.02	0.00
10月16日 ~ 10月23日	7970	5.1	4.3	0.11	0.04	0.02	0.02	0.00
10月23日 ~ 10月30日	2240	5.0	8.5	0.09	0.36	0.02	0.04	0.03
10月30日 ~ 11月06日	0	-	-	-	-	-	-	-
11月06日 ~ 11月13日	310	4.4	23.3	0.57	0.40	0.04	0.11	0.04
11月13日 ~ 11月20日	1350	5.4	8.3	0.20	0.21	0.02	0.32	0.03
11月20日 ~ 11月27日	205	5.2	8.4	0.17	0.35	0.02	0.12	0.05
11月27日 ~ 12月04日	0	-	-	-	-	-	-	-
12月04日 ~ 12月11日	13	4.1	6.5	1.33	0.91	0.17	2.05	0.24
12月11日 ~ 12月18日	119	5.2	11.3	0.32	0.52	0.09	0.19	0.06
12月18日 ~ 12月25日	1420	4.5	21.1	0.42	0.26	0.02	0.05	0.03
12月25日 ~ 1月04日	318	4.5	68.4	1.84	4.19	0.23	1.03	0.50
1月04日 ~ 1月09日	420	4.7	12.2	0.19	0.19	0.01	0.06	0.02
1月09日 ~ 1月15日	120	4.7	24.0	1.50	0.28	0.06	0.15	0.04
1月15日 ~ 1月22日	390	4.7	13.6	0.26	0.17	0.01	0.05	0.02
1月22日 ~ 1月29日	370	4.7	22.5	0.63	0.58	0.04	0.17	0.06
1月29日 ~ 2月05日	6.8	6.5	25.9	2.20	0.51	0.12	0.74	0.06
2月05日 ~ 2月13日	350	4.5	21.2	0.48	0.10	0.02	0.14	0.02
2月13日 ~ 2月19日	60	4.3	66.4	1.82	3.44	0.45	0.61	0.39
2月19日 ~ 2月26日	0	-	-	-	-	-	-	-
2月26日 ~ 3月05日	2120	5.0	15.6	0.57	0.84	0.06	0.09	0.08
3月05日 ~ 3月12日	1700	4.7	10.8	0.17	0.07	0.01	0.02	0.01
3月12日 ~ 3月19日	410	5.0	10.0	0.63	0.09	0.01	0.06	0.01
3月19日 ~ 3月26日	1300	5.0	7.6	0.25	0.06	0.01	0.01	0.01
3月26日 ~ 4月02日	0	-	-	-	-	-	-	-

表 2 (続き)

採取期間	Cl ⁻ (mg/L)	NO ³⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Be (μg/L)	Al (μg/L)	Mn (μg/L)
4月03日 ~ 4月10日	0.24	1.57	1.05	0.059	4.6	0.88
4月10日 ~ 4月17日	0.41	0.64	0.91	0.047	<3.0	2.62
4月17日 ~ 4月24日	0.91	0.73	1.31	0.057	5.4	1.30
4月24日 ~ 5月01日	1.02	2.85	3.62	0.055	21.3	12.76
5月01日 ~ 5月08日	1.93	7.13	8.09	-	-	-
5月08日 ~ 5月15日	0.32	1.98	1.55	0.048	6.1	1.93
5月15日 ~ 5月22日	-	-	-	-	-	-
5月22日 ~ 5月29日	0.37	2.02	2.49	0.046	9.6	1.51
5月29日 ~ 6月05日	0.19	2.84	2.34	0.047	21.6	3.73
6月05日 ~ 6月12日	2.09	2.05	1.87	0.042	13.2	1.15
6月12日 ~ 6月19日	-	-	-	-	-	-
6月19日 ~ 6月26日	0.41	0.41	0.27	0.041	<3.0	0.17
6月26日 ~ 7月03日	0.13	1.05	1.22	0.036	3.1	0.30
7月03日 ~ 7月10日	0.13	0.76	0.55	0.041	<3.0	0.24
7月10日 ~ 7月18日	0.21	2.25	1.73	0.039	15.1	0.86
7月18日 ~ 7月24日	0.42	1.58	1.67	0.036	7.0	0.77
7月24日 ~ 7月31日	0.66	1.80	2.15	0.034	7.2	0.54
7月31日 ~ 8月07日	1.20	2.23	1.24	0.034	5.2	0.45
8月07日 ~ 8月14日	1.61	0.91	0.41	0.042	<3.0	0.28
8月14日 ~ 8月21日	0.46	2.33	2.76	0.032	12.5	0.72
8月21日 ~ 8月28日	1.86	1.66	2.30	0.038	13.9	1.55
8月28日 ~ 9月04日	-	-	-	-	-	-
9月04日 ~ 9月11日	0.50	1.26	1.90	0.036	16.1	0.59
9月11日 ~ 9月19日	3.15	0.83	0.49	0.034	14.7	0.46
9月19日 ~ 9月25日	0.95	3.12	3.88	0.041	26.0	3.38
9月25日 ~ 10月02日	1.66	1.13	0.98	0.056	5.2	0.35
10月02日 ~ 10月10日	0.75	0.55	0.50	0.042	<3.0	0.23
10月10日 ~ 10月16日	0.12	1.32	0.68	0.036	5.3	0.38
10月16日 ~ 10月23日	0.08	0.29	0.29	0.038	<3.0	<0.16
10月23日 ~ 10月30日	0.66	0.50	0.43	0.038	<3.0	0.33
10月30日 ~ 11月06日	-	-	-	-	-	-
11月06日 ~ 11月13日	0.76	1.70	2.07	0.041	9.0	1.20
11月13日 ~ 11月20日	0.30	1.07	0.71	0.045	7.6	2.87
11月20日 ~ 11月27日	0.75	0.45	0.81	0.044	32.0	0.82
11月27日 ~ 12月04日	-	-	-	-	-	-
12月04日 ~ 12月11日	1.67	5.18	11.36	-	-	-
12月11日 ~ 12月18日	0.95	0.94	1.05	0.038	43.7	1.77
12月18日 ~ 12月25日	0.55	1.47	1.31	0.039	4.7	0.85
12月25日 ~ 1月04日	7.08	5.82	6.07	0.044	85.2	9.88
1月04日 ~ 1月09日	0.33	0.98	0.75	0.035	28.9	0.66
1月09日 ~ 1月15日	0.47	3.82	2.01	0.038	39.8	3.65
1月15日 ~ 1月22日	0.32	0.98	0.91	0.035	15.0	0.70
1月22日 ~ 1月29日	1.14	1.78	1.75	0.039	50.3	1.84
1月29日 ~ 2月05日	0.98	2.65	3.42	-	-	-
2月05日 ~ 2月13日	0.30	1.51	1.83	0.035	29.3	2.43
2月13日 ~ 2月19日	6.48	5.33	4.72	0.043	168.4	8.40
2月19日 ~ 2月26日	-	-	-	-	-	-
2月26日 ~ 3月05日	1.53	1.34	0.89	0.041	6.2	0.98
3月05日 ~ 3月12日	0.10	0.45	0.42	0.042	4.7	0.32
3月12日 ~ 3月19日	0.16	1.11	1.00	0.031	8.2	0.75
3月19日 ~ 3月26日	0.07	0.48	0.81	0.035	<3.0	0.26
3月26日 ~ 4月02日	-	-	-	-	-	-

表 2 (続き)

採取期間	Fe ($\mu\text{g/L}$)	Co ($\mu\text{g/L}$)	Ni ($\mu\text{g/L}$)	Cu ($\mu\text{g/L}$)	Zn ($\mu\text{g/L}$)	Rb ($\mu\text{g/L}$)
4月03日 ~ 4月10日	<8.0	<0.75	<0.85	0.51	4.83	0.069
4月10日 ~ 4月17日	<8.0	<0.75	<0.85	<0.40	2.76	0.086
4月17日 ~ 4月24日	<8.0	<0.75	<0.85	<0.40	2.33	0.122
4月24日 ~ 5月01日	<8.0	<0.75	<0.85	1.54	19.30	0.363
5月01日 ~ 5月08日	-	-	-	-	-	-
5月08日 ~ 5月15日	<8.0	<0.75	<0.85	0.56	5.36	0.113
5月15日 ~ 5月22日	-	-	-	-	-	-
5月22日 ~ 5月29日	<8.0	<0.75	<0.85	0.94	5.04	0.088
5月29日 ~ 6月05日	<8.0	<0.75	<0.85	1.19	17.76	0.218
6月05日 ~ 6月12日	9.5	<0.75	<0.85	1.21	11.43	0.088
6月12日 ~ 6月19日	-	-	-	-	-	-
6月19日 ~ 6月26日	<8.0	<0.75	<0.85	<0.40	1.56	0.048
6月26日 ~ 7月03日	<8.0	<0.75	<0.85	0.62	1.76	0.049
7月03日 ~ 7月10日	<8.0	<0.75	<0.85	<0.40	1.25	0.050
7月10日 ~ 7月18日	8.8	<0.75	<0.85	0.97	6.81	0.060
7月18日 ~ 7月24日	<8.0	<0.75	<0.85	0.78	3.76	0.071
7月24日 ~ 7月31日	<8.0	<0.75	<0.85	0.57	3.62	0.067
7月31日 ~ 8月07日	<8.0	<0.75	<0.85	0.70	5.92	0.058
8月07日 ~ 8月14日	<8.0	<0.75	<0.85	<0.40	2.20	0.060
8月14日 ~ 8月21日	<8.0	<0.75	<0.85	1.27	4.93	0.071
8月21日 ~ 8月28日	<8.0	<0.75	<0.85	0.97	4.85	0.111
8月28日 ~ 9月04日	-	-	-	-	-	-
9月04日 ~ 9月11日	<8.0	<0.75	<0.85	0.64	3.09	0.060
9月11日 ~ 9月19日	<8.0	<0.75	<0.85	0.54	2.27	0.058
9月19日 ~ 9月25日	21.4	<0.75	<0.85	2.57	15.24	0.181
9月25日 ~ 10月02日	<8.0	<0.75	<0.85	0.94	2.00	0.077
10月02日 ~ 10月10日	<8.0	<0.75	<0.85	<0.40	1.21	0.057
10月10日 ~ 10月16日	<8.0	<0.75	<0.85	0.65	1.83	0.056
10月16日 ~ 10月23日	<8.0	<0.75	<0.85	<0.40	0.98	0.048
10月23日 ~ 10月30日	<8.0	<0.75	<0.85	<0.40	1.86	0.055
10月30日 ~ 11月06日	-	-	-	-	-	-
11月06日 ~ 11月13日	<8.0	<0.75	<0.85	0.85	7.24	0.095
11月13日 ~ 11月20日	<8.0	<0.75	<0.85	<0.40	2.10	0.064
11月20日 ~ 11月27日	<8.0	<0.75	1.67	0.78	3.26	0.086
11月27日 ~ 12月04日	-	-	-	-	-	-
12月04日 ~ 12月11日	-	-	-	-	-	-
12月11日 ~ 12月18日	<8.0	<0.75	1.00	0.94	8.14	0.090
12月18日 ~ 12月25日	<8.0	<0.75	<0.85	0.70	5.44	0.085
12月25日 ~ 1月04日	23.8	<0.75	2.07	2.29	42.94	0.367
1月04日 ~ 1月09日	<8.0	<0.75	<0.85	0.36	4.92	0.063
1月09日 ~ 1月15日	12.6	<0.75	<0.85	1.18	23.66	0.211
1月15日 ~ 1月22日	<8.0	<0.75	<0.85	0.33	4.65	0.066
1月22日 ~ 1月29日	<8.0	<0.75	<0.85	0.86	12.29	0.108
1月29日 ~ 2月05日	-	-	-	-	-	-
2月05日 ~ 2月13日	<8.0	<0.75	<0.85	1.16	19.64	0.092
2月13日 ~ 2月19日	25.4	<0.75	<0.85	3.15	42.13	0.391
2月19日 ~ 2月26日	-	-	-	-	-	-
2月26日 ~ 3月05日	<8.0	<0.75	<0.85	1.05	5.00	0.092
3月05日 ~ 3月12日	<8.0	<0.75	<0.85	0.42	2.95	0.066
3月12日 ~ 3月19日	<8.0	<0.75	1.00	1.32	7.88	0.079
3月19日 ~ 3月26日	<8.0	<0.75	<0.85	0.20	2.00	0.043
3月26日 ~ 4月02日	-	-	-	-	-	-

表 2 (続き)

採取期間		Mo ($\mu\text{g/L}$)	Cd ($\mu\text{g/L}$)	Cs ($\mu\text{g/L}$)	Ba ($\mu\text{g/L}$)	La ($\mu\text{g/L}$)
4月03日	～ 4月10日	0.408	0.055	<0.015	0.537	<0.018
4月10日	～ 4月17日	0.156	0.057	<0.015	0.680	<0.018
4月17日	～ 4月24日	0.065	0.074	<0.015	0.469	<0.018
4月24日	～ 5月01日	0.159	0.179	<0.015	3.461	<0.018
5月01日	～ 5月08日	-	-	-	-	-
5月08日	～ 5月15日	<0.044	0.097	<0.015	0.817	<0.018
5月15日	～ 5月22日	-	-	-	-	-
5月22日	～ 5月29日	<0.044	0.060	<0.015	0.857	<0.018
5月29日	～ 6月05日	<0.044	0.133	<0.015	1.620	<0.018
6月05日	～ 6月12日	<0.044	0.052	<0.015	0.799	<0.018
6月12日	～ 6月19日	-	-	-	-	-
6月19日	～ 6月26日	<0.044	0.044	<0.015	0.142	<0.018
6月26日	～ 7月03日	<0.044	0.043	<0.015	0.274	<0.018
7月03日	～ 7月10日	<0.044	0.042	<0.015	0.206	<0.018
7月10日	～ 7月18日	<0.044	0.042	<0.015	0.501	<0.018
7月18日	～ 7月24日	<0.044	0.053	<0.015	0.927	<0.018
7月24日	～ 7月31日	<0.044	0.064	<0.015	0.505	<0.018
7月31日	～ 8月07日	<0.044	0.052	<0.015	0.710	<0.018
8月07日	～ 8月14日	0.808	0.050	<0.015	0.178	<0.018
8月14日	～ 8月21日	<0.044	0.052	<0.015	0.760	<0.018
8月21日	～ 8月28日	<0.044	0.061	<0.015	0.604	<0.018
8月28日	～ 9月04日	-	-	-	-	-
9月04日	～ 9月11日	<0.044	0.045	<0.015	0.429	<0.018
9月11日	～ 9月19日	<0.044	0.040	<0.015	0.195	<0.018
9月19日	～ 9月25日	0.086	0.137	<0.015	1.709	<0.018
9月25日	～ 10月02日	<0.044	0.065	<0.015	0.256	<0.018
10月02日	～ 10月10日	<0.044	0.048	<0.015	0.199	<0.018
10月10日	～ 10月16日	<0.044	0.045	<0.015	0.187	<0.018
10月16日	～ 10月23日	<0.044	0.042	<0.015	0.116	<0.018
10月23日	～ 10月30日	<0.044	0.044	<0.015	0.230	<0.018
10月30日	～ 11月06日	-	-	-	-	-
11月06日	～ 11月13日	<0.044	0.077	<0.015	0.597	<0.018
11月13日	～ 11月20日	<0.044	0.058	<0.015	0.583	<0.018
11月20日	～ 11月27日	<0.044	0.047	<0.015	0.468	<0.018
11月27日	～ 12月04日	-	-	-	-	-
12月04日	～ 12月11日	-	-	-	-	-
12月11日	～ 12月18日	<0.044	0.061	<0.015	0.617	<0.018
12月18日	～ 12月25日	<0.044	0.091	<0.015	0.366	<0.018
12月25日	～ 1月04日	<0.044	0.212	0.024	3.608	<0.018
1月04日	～ 1月09日	<0.044	0.062	<0.015	0.369	<0.018
1月09日	～ 1月15日	<0.044	0.189	<0.015	1.653	<0.018
1月15日	～ 1月22日	<0.044	0.075	<0.015	0.378	<0.018
1月22日	～ 1月29日	<0.044	0.093	<0.015	0.833	<0.018
1月29日	～ 2月05日	-	-	-	-	-
2月05日	～ 2月13日	<0.044	0.087	<0.015	0.797	<0.018
2月13日	～ 2月19日	<0.044	0.215	<0.015	14.062	<0.018
2月19日	～ 2月26日	-	-	-	-	-
2月26日	～ 3月05日	<0.044	0.061	<0.015	0.611	<0.018
3月05日	～ 3月12日	<0.044	0.048	<0.015	0.280	<0.018
3月12日	～ 3月19日	<0.044	0.052	<0.015	0.431	<0.018
3月19日	～ 3月26日	<0.044	0.045	<0.015	0.313	<0.018
3月26日	～ 4月02日	-	-	-	-	-

表 2 (続き)

採取期間		Ce ($\mu\text{g/L}$)	Sm ($\mu\text{g/L}$)	Pb ($\mu\text{g/L}$)	Th ($\mu\text{g/L}$)
4月03日 ~	4月10日	<0.017	<0.023	0.59	0.09
4月10日 ~	4月17日	<0.017	<0.023	0.21	<0.028
4月17日 ~	4月24日	<0.017	<0.023	0.56	<0.028
4月24日 ~	5月01日	<0.017	<0.023	0.81	<0.028
5月01日 ~	5月08日	-	-	-	-
5月08日 ~	5月15日	<0.017	<0.023	1.14	<0.028
5月15日 ~	5月22日	-	-	-	-
5月22日 ~	5月29日	<0.017	<0.023	0.77	<0.028
5月29日 ~	6月05日	<0.017	<0.023	1.14	<0.028
6月05日 ~	6月12日	<0.017	<0.023	0.59	<0.028
6月12日 ~	6月19日	-	-	-	-
6月19日 ~	6月26日	<0.017	<0.023	0.17	<0.028
6月26日 ~	7月03日	<0.017	<0.023	0.21	<0.028
7月03日 ~	7月10日	<0.017	<0.023	0.26	<0.028
7月10日 ~	7月18日	<0.017	<0.023	0.69	<0.028
7月18日 ~	7月24日	<0.017	<0.023	0.76	<0.028
7月24日 ~	7月31日	<0.017	<0.023	1.13	<0.028
7月31日 ~	8月07日	<0.017	<0.023	0.54	<0.028
8月07日 ~	8月14日	<0.017	<0.023	0.08	<0.028
8月14日 ~	8月21日	<0.017	<0.023	1.24	<0.028
8月21日 ~	8月28日	<0.017	<0.023	0.96	<0.028
8月28日 ~	9月04日	-	-	-	-
9月04日 ~	9月11日	<0.017	<0.023	0.55	<0.028
9月11日 ~	9月19日	<0.017	<0.023	0.43	<0.028
9月19日 ~	9月25日	<0.017	<0.023	1.93	<0.028
9月25日 ~	10月02日	<0.017	<0.023	0.57	<0.028
10月02日 ~	10月10日	<0.017	<0.023	0.08	<0.028
10月10日 ~	10月16日	<0.017	<0.023	0.19	<0.028
10月16日 ~	10月23日	<0.017	<0.023	0.05	<0.028
10月23日 ~	10月30日	<0.017	<0.023	0.15	<0.028
10月30日 ~	11月06日	-	-	-	-
11月06日 ~	11月13日	<0.017	<0.023	0.51	<0.028
11月13日 ~	11月20日	<0.017	<0.023	0.06	<0.028
11月20日 ~	11月27日	<0.017	<0.023	0.26	<0.028
11月27日 ~	12月04日	-	-	-	-
12月04日 ~	12月11日	-	-	-	-
12月11日 ~	12月18日	<0.017	<0.023	0.21	<0.028
12月18日 ~	12月25日	<0.017	<0.023	0.79	<0.028
12月25日 ~	1月04日	<0.017	<0.023	4.59	<0.028
1月04日 ~	1月09日	<0.017	<0.023	0.54	<0.028
1月09日 ~	1月15日	<0.017	<0.023	2.22	<0.028
1月15日 ~	1月22日	<0.017	<0.023	0.57	<0.028
1月22日 ~	1月29日	<0.017	<0.023	1.63	<0.028
1月29日 ~	2月05日	-	-	-	-
2月05日 ~	2月13日	<0.017	<0.023	0.86	<0.028
2月13日 ~	2月19日	<0.017	<0.023	3.28	<0.028
2月19日 ~	2月26日	-	-	-	-
2月26日 ~	3月05日	<0.017	<0.023	0.52	<0.028
3月05日 ~	3月12日	<0.017	<0.023	0.13	<0.028
3月12日 ~	3月19日	<0.017	<0.023	0.42	<0.028
3月19日 ~	3月26日	<0.017	<0.023	0.18	<0.028
3月26日 ~	4月02日	-	-	-	-

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20号(通巻第63号)

2018年

発行年月 平成30年10月(2018.10)

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
