

第19回
秋田県健康環境センター調査研究発表会
要旨集

日 時 令和6年7月19日（金）13：30～16：00

会 場 秋田県総合保健センター2階 大会議室

秋 田 県 健 康 環 境 セ ン タ ー

プ ロ グ ラ ム

【13:00～13:30】 受付・展示ブース紹介開始

【13:30～13:35】 開 会

所長あいさつ

調査研究発表

【13:35～14:15】 保健衛生部

- 1 保健衛生部の業務紹介と話題提供：感染症対策の砦 ----- p. 1～2
- 2 2023/2024 シーズンにおける秋田県内のインフルエンザ流行状況 ----- p. 3～4
- 3 秋田県におけるカルバペネム耐性腸内細菌目細菌感染症の現況 ----- p. 5～6

【14:15～14:55】 理化学部

- 4 理化学部の業務紹介と話題提供：食品添加物について ----- p. 7～8
- 5 農産物中残留農薬の部位別濃度及び調理による消長について ----- p. 9～12

【14:55～15:10】 休 憩、 展示ブース紹介 等

【15:10～15:50】 環境保全部

- 6 環境保全部の業務紹介と話題提供：環境監視テレメータシステムについて
----- p. 13～14
- 7 水温から考える湖沼環境 ----- p. 15～16
- 8 県内沿岸における光化学オキシダント及び関連物質の濃度動向について
----- p. 17～18

【16:00】 閉 会

展示ブースの概要

1 保健衛生部（細菌チーム）

- ・イロイロな寒天培地～食中毒菌の見える化～
- ・細菌の薬剤感受性試験について

2 保健衛生部（ウイルスチーム）

- ・病原体検査で活躍する機材の紹介
- ・感染症発生動向調査について

3 理化学部（理化学チーム）

- ・食品添加物について
- ・家庭用品の検査サンプルの展示
- ・放射能測定器の展示及び測定体験

4 環境保全部（環境保全チーム）

- ・大気の常時監視システムについて～測定から情報提供まで～
- ・湖沼の採水と採泥器具～湖底の水と泥の採取法～

保健衛生部の業務紹介と話題提供 ～感染症対策の砦～

○斎藤博之

1. 緒言

健康環境センター保健衛生部では、県内で発生する様々な健康被害のうち、細菌・ウイルス等の病原体に起因するものを扱っており、平時から有事に至るまで正に本県の“感染症対策の砦”としての機能を有している。直近では、2020（令和2）年1月に我が国に上陸した新型コロナウイルス感染症（COVID-19）が、同年3月には本県に侵入し、以後3年余りにわたる過酷な対応を迫られたことは記憶に新しい。一方で、保健衛生部が置かれている当センターは地方衛生研究所という分類に属する機関であり、保健所のように法律上の明確な位置付けがなされているわけではなかった。設置根拠が不明確な状態でコロナ禍に臨まなければならなかったことは、最初から大きなハンデを背負われていたに等しい。すなわち、組織体制、設備、予算、事業内容等は各自治体の判断次第で大きくバラつき、一般からは「何をやっているところかわからない」といわれる状況で、コロナ禍を機に突如として注目（主にPCR検査）されたことから、多くの誤解を生んでしまった部分もある。コロナ禍はCOVID-19の5類移行をもって一応の落ち着きを取り戻したが、今後繰り返し発生し得るであろう新たな感染症危機に備えて、今後、地方衛生研究所に関する法整備がなされた。我が国が経験したものとしては最大級のパンデミックを経ての制度改正は時代の要請のように思われる。本発表では、地方衛生研究所の法整備をめぐる流れと、保健衛生部がどのようにマッチングしているのかを紹介したい。

2. 前史

明治期から昭和期にかけて地域ごとに警察の細菌研究所、自治体の衛生試験所、ペスト検査所など多様な機関があったが、本県では1902（明治35）年の衛生試験所が起源である（旧伝染病

予防法制定の5年後）。1948（昭和23）年の地方自治法改正により都道府県に衛生部が設置され、厚生省は「地方衛生研究所設置要綱」を策定し、事務次官通達を発出して、自治体に設置を求めた。結局のところコロナ禍前はこれが唯一の設置根拠となっていた。1994（平成6）年に新たに制定された地域保健法は旧保健所法を受け継いだものであったが、その中に地方衛生研究所に関する記述はなく、同法に基づく厚生省告示の「基本指針」においてかろうじて規定されていたに過ぎない。1997（平成9）年には上記の設置要綱が改正され、地方衛生研究所を「地域における科学的かつ技術的中核」となる機関と位置付けて一層の機能強化が求められたものの、実際は地方財政の悪化を受けてあらゆるリソースが縮小している。本県も例外ではない。

3. 地方衛生研究所法制化への動き

コロナ禍は各方面に甚大な被害をもたらしたが、埋もれていた問題点を俎上に載せる機会でもあった。地方衛生研究所はPCR検査や変異株解析などで重要性が再認識されたが、真価はその初動体制にあった。未知の感染症にあっては、得られる情報も不十分であり、研究を進めながら判明した事実をもとに施策に反映させていくといったトライアルな対応が必須となる。国から発出される検査マニュアルも最小限のことしか書かれていないことから、各自治体でそれを読み解いて実装する必要がある。初期段階でこうしたことを外部委託するのは不可能で、地方衛生研究所の位置付けが不明確なままでは今後の感染症危機対応において支障をきたすとの負の側面が明らかとなってきた。多くの有識者の後押しを受ける形で地方衛生研究所の法制化へと動き出したが、その背景として、COVID-19のパンデミックを経験し、感染症危機管理体制

がこれまでと同じではだめだという、強い危機感があったものと思われる。地方衛生研究所の法制化は、大規模な制度改正の中の一環として行われたが、大きく 2 段階からなる。2022（令和 4）年 12 月 2 日に可決成立した改正地域保健法第 26 条に、地方公共団体の責務として、『調査及び研究並びに試験及び検査であって専門的な知識及び技術を必要とするもの』に関する体制整備が規定された。この時点ではまだ地方衛生研究所という文言は含まれていないが、その理由は 1997（平成 9）年の地方分権勧告まで遡り、必置規制（機関や職員などを必ず置かなければならないことを義務付けること）を最小限にすると定められていたことに起因する。一方で、附帯決議として『地方衛生研究所について、本法の趣旨を踏まえ、法律上の位置付けを明確にしつつ・・・』とあり、依然として位置付けが不明確なままであると指摘された。これを受けて、2023（令和 5）年 5 月 31 日に可決成立した同法第 26 条の第 2 項として、『地方公共団体が当該業務を行わせる機関を地方衛生研究所等という』という形で、歴史上初めて法律条文に地方衛生研究所という文言が書き込まれることになった。

4. 保健衛生部の業務構成（4 本柱）

保健衛生部の業務は多岐にわたるが、次のとおり大きく 4 つに分類される。これらは、地方衛生研究所の“4 本柱”と言われるもので、規模や特色の違いこそあれ、他自治体の機関と共通している。

4.1 試験検査

本県では年間計画に基づく試験検査として、食品収去検査や工場・事業場排水検査、生活衛生検査、公共用水域検査が行われている。また、二類・三類感染症や学校・社会福祉施設等での集団感染事案について、原因究明や拡大防止のための検査を実施している。腸管出血性大腸菌やノロウイルスを原因とした感染性胃腸炎が多い。他にもカルバペネム耐性腸内細菌目細菌等の薬剤耐性遺伝子検査、2015（平成 27）年に我が国から排除された麻疹ウイルスの検査、つつが虫病検査等がある。さらに、食中毒事案においては、細菌とウイルスの両面から原因究明のための検査が行われている。加えて、県内 9 か

所の医療機関から定期的に提供される検体を用いた病原体サーベイランス（監視）のための検査を行っており、後述する公衆衛生情報の収集・解析と合わせて感染症のモニタリング体制が構築されている。

4.2 調査研究

未知の感染症に備えるために、現時点で不明なことの探求や検査法の開発改良等の調査研究が行われている。感染症は県境も国境も超えて広がる災害であることから、厚生労働科学研究や AMED（日本医療研究開発機構）等の研究班に加わる形で進められることが多い。ここで得られた研究成果が、政策立案や制度設計に繋がっていくことになる。現在、当然の如く実施されている日常業務も、かつて保健衛生部で行われた調査研究に端を発するものが少なくない。

4.3 研修指導

県民向けの出前講座や各種研修会への講師派遣等、専門家集団としての役割を果たしている。また、本県が先行して取り組んでいるものについては、他自治体へのレファレンス業務や技術支援を行っている。

4.4 公衆衛生情報の収集・解析

感染症法第 16 条で規定されている『公衆衛生情報の公表』に対応するために感染症情報センターが設置されており、県内の感染症発生状況をモニタリングしている。今般の法制化によって強化が求められている部分でもある。

5. 未来への胎動

法制化により新たに追加された業務は多くはない。むしろ、これまで十分とは言えない状況下で粛々と実施してきたことに対して、法的根拠が明確になったという点が大きい。一方で、単にこれまでの業務の継続でよいはずがなく、質・量ともに充実度を向上させることが求められており、そのための各種リソースの確保は焦眉の急となっている。2003（平成 15）年の SARS 流行から数えても、2005（平成 17）年のノロウイルス、2009（平成 21）年の新型インフルエンザ、2014（平成 26）年のデング熱等、数年に 1 度は何らかの感染症危機が起きており、次のパンデミックまでの猶予はあまりない。保健衛生部が“感染症対策の砦”であり続けるため、引き続き各方面からの支援を期待する。

2023/2024 シーズンにおける秋田県内のインフルエンザ流行状況

○柴田ちひろ 藤谷陽子 鈴木純恵 樫尾拓子 秋野和華子*¹ 斎藤博之

1. はじめに

インフルエンザは冬季に流行する代表的な急性呼吸器感染症である。感染症法における 5 類定点把握対象疾患に指定されていることから、患者数の推移（患者情報）や病原体の性状等（病原体情報）について、感染症発生動向調査による全国的サーベイランスが実施されている。

2020 年から始まった新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の世界的流行により、マスクの着用や手洗いの徹底といった感染予防対策が広く浸透した。その結果、インフルエンザを含む様々な感染症の流行が抑えられたが、昨年 5 月 8 日に COVID-19 の法定上の取り扱いが 2 類相当から 5 類定点把握対象疾患に移行したことで、COVID-19 流行以前の社会活動や生活様式が徐々に再開され、種々の感染症も再び流行が見られるようになった。秋田県内においても、4 シーズンぶりにインフルエンザの流行が確認されたことから、今回 2023/2024 シーズンにおけるインフルエンザ流行状況についてまとめたので報告する。

2. 対象と方法

2.1 対象期間

2023/2024 シーズンが始まった 2023 年第 36 週（9 月 4 日～9 月 10 日）から 2024 年第 13 週（3 月 25 日～3 月 31 日）とした。

2.2 患者情報

インフルエンザ／COVID-19 定点に指定されている県内 52 医療機関から報告された 1 週間あたりのインフルエンザ患者数を基に、定点あたり患者数として集計した。

2.3 病原体情報（病原体定点観測調査）

病原体定点に指定されている県内 9 医療機関から提供された呼吸器由来検体 194 検体を対象

に、インフルエンザ診断マニュアル（国立感染症研究所）に準じリアルタイム PCR により、インフルエンザウイルスの検出及び亜型の決定を行うとともに、AH1pdm 型についてはオセルタミビル耐性に関わる H275Y 変異の検索を行った。また、同診断マニュアルに従い MDCK 細胞を用いた細胞培養を実施し、分離株が得られた場合は赤血球凝集抑制試験（HI 試験）により抗原性を解析した。

3. 結果と考察

3.1 患者情報

定点あたり患者数の推移を、COVID-19 流行前の 3 シーズン（2016/2017 シーズン～2018/2019 シーズン）平均と比較した（図 1）。2023/2024 シーズンは、2023 年第 37 週（9 月 11 日～17 日）に流行の目安とされる定点あたり 1 を超え、今シーズンの流行期入りをした。これは AH1pdm 型の発生により流行状況が著しく乱れた 2009/2010 シーズンを除けば、現行の感染症発生動向調査が開始されて以降で最も早い流行期入りであった。第 50 週（12 月 11 日～17 日）にシーズン最大値の 21.21 となった後はなだらかに減少傾向を示したが、2024 年第 9 週（2 月 26 日～3 月 3 日）に再び増加へと転じ、第 11 週（3 月 11 日～17 日）に 15.80 のピークを形成した。例年、インフルエンザはいったん流行が始まると患者数は急増し、明確なピークを形成した後に減少する。しかし、今シーズンは 10 月から 1 月にかけての最初の流行時には明確なピークを認めず、最大値も例年より低い値であった。

3.2 病原体情報

194 検体中 38 検体からインフルエンザウイルスが検出され、内訳は AH1pdm 型が 20 検体、AH3 型が 13 検体、B 型（Victoria 系統）が 5 検

*¹ 元秋田県健康環境センター

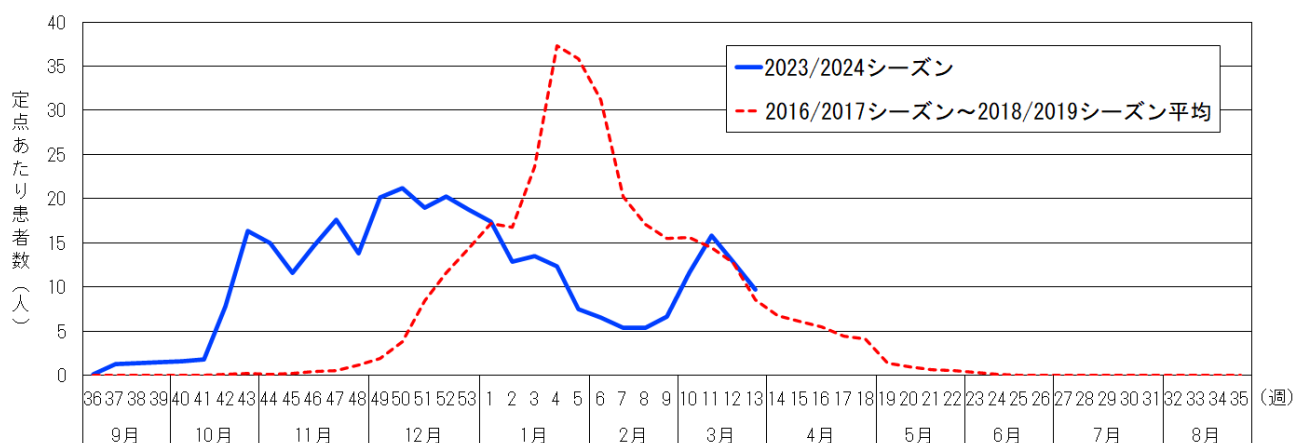


図1 定点あたり患者数の推移

体であった。AH1pdm 型については、全てオセルタミビル感受性株であり、耐性株は確認されなかった。

図2にこれら亜型の採取された時期を、採取地域別に示す。AH1pdm 型は2023年第40週（10月2日～8日）に県南で採取された検体から初めて検出され、週を追うごとに中央、県北へと流行が拡大した様子が見て取れる。一方、AH3型はほぼ同時期の2023年第39週（9月25日～10月1日）に県北で初めて検出された後、中央、県南へと広がっていた。B型（Victoria系統）は検出数が少ないながら、2024年第1週（1月1日～7日）に中央で採取された検体から最初に検出され、その後県北、県南からも検出された。

以上より、2023/2024シーズンは県南でH1pdm型、県北でH3型によるA型インフルエンザの流行がほぼ同時期に始まり、互いに流行域が拡大していく中で11月下旬～12月頃に中央地域で交差したと考えられた。その後、年末頃からB型の流行が始まった結果、各地域において時期をずらして異なる亜型による3回の流行が起きていたと推察される。これが図1に示したような例年とは異なる推移をとった一因と考えられた。

細胞培養及びHI試験については、AH1pdm型18検体、AH3型11検体、B型（Victoria系統）4検体から分離株が得られ、全ての株で抗原性は2023/2024シーズンのワクチン株と類似していたことが確認された。

今回、病原体定点観測調査の結果を基に、亜型の面から今シーズンの流行状況を検討した。

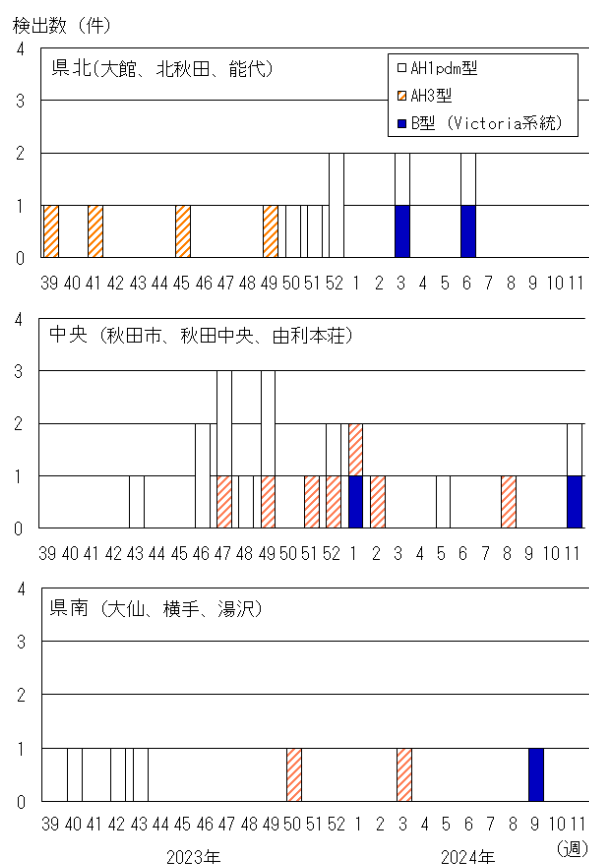


図2 検体採取週及び採取地域別の亜型内訳

しかし、全体として検出検体数が少なく、各地域のデータも連続性に乏しかったことから、正確な流行実態の把握という点では課題が残った。本調査は耐性株出現のモニタリングやワクチン株選定にも寄与しており、その意義は大きい。今後は、本調査の重要性を関係機関と改めて共有し、患者情報と病原体情報の両面から、秋田県内の流行状況をより詳細に把握できるよう努めていきたい。

秋田県におけるカルバペネム耐性腸内細菌目細菌感染症の現況

○高橋志保 佐藤由衣子 関谷優晟 伊藤佑歩 今野貴之

1. はじめに

カルバペネム系抗菌薬は、細菌の細胞壁合成を阻害するβ-ラクタム系抗菌薬の一種で、尿路感染症や菌血症などを引き起こすグラム陰性菌を原因とする感染症の治療において最も重要な抗菌薬である。しかし、近年はカルバペネム系抗菌薬に耐性を示す腸内細菌目細菌（CRE）が増加している。CREと判定される菌の中には、カルバペネム系抗菌薬分解酵素（カルバペネマーゼ）を産生するものがあり、感染対策上、問題となっている。

カルバペネマーゼは、大部分のβ-ラクタム系抗菌薬を分解し、多剤耐性となることが多く、また、カルバペネマーゼ遺伝子は異なる菌種間でも水平伝達されることがある。そのため、医療機関等でCREが検出された場合、カルバペネマーゼ遺伝子の有無を確認する必要がある。さらに、カルバペネマーゼは国や地域によって遺伝子型が異なり、地域におけるまん延状況を把握することが重要となることから、厚生労働省から地方衛生研究所等に対し、CRE感染症の届出があった場合は、当該患者より分離された病原体の試験検査の実施及び医療機関等への情報提供を求める通知が発出されている。当センターにおいてもこの通知に基づき、CREについて病原体サーベイランスを実施している。

2. 秋田県におけるCRE感染症の発生状況

2014年から2023年における本県のCRE感染症の届出症例数は年々増加傾向にある（図1）。これまでに報告されたのは計146例で、菌種別にみると、*Klebsiella aerogenes*が全体の半数を占め、次いで*Enterobacter cloacae* complex（ECC）、*Serratia marcescens*、*Escherichia coli*の順に多かった（図2）。

3. CRE感染症例からの分離菌について

3.1 *K. aerogenes*

*K. aerogenes*については、これまでに62株の遺伝子検査を実施したが、カルバペネマーゼ遺伝子陽性となったものではなく、届出数は多いものの、カルバペネマーゼ産生菌は確認されなかった。その他のβ-ラクタマーゼについても検討したところ、基質特異性拡張型β-ラクタマーゼ（ESBL）遺伝子を保有する株が1株確認された。また、β-ラクタマーゼ産生性の確認試験において、分離菌の多くにクラスC-β-ラクタマーゼの産生を疑わせる所見が認められた。クラスC-β-ラクタマーゼ産生菌は、抗菌薬にさらされるとβ-ラクタマーゼの産生が誘導され、それが長年に及ぶと産生量はさらに増加し、カルバペネム系抗菌薬に耐性を示すことがある。

3.2 *E. cloacae* complex（ECC）

*E. cloacae*と近縁の菌種群は、生化学的性状での鑑別は困難であり、医療機関等からはECCの総称で報告されている。遺伝子検査では、33株中6株（18.2%）がカルバペネマーゼ遺伝子陽性で、その遺伝子型はIMP-1であった。2021年の国内CRE病原体サーベイランスにおけるECCのIMP型遺伝子保有率（16.8%）と比較しても、同程度である。

3.3 *E. coli*

これまでにCREとして届出された*E. coli* 8株について、遺伝子検査を実施した。そのうち、1株でIMP-1の保有を確認した。また、この株を含め、8株中7株がESBL遺伝子（CTX-M型）を保有しており、カルバペネマーゼ遺伝子と同様に菌種間における耐性遺伝子の拡散に注意が必要と考えられた。

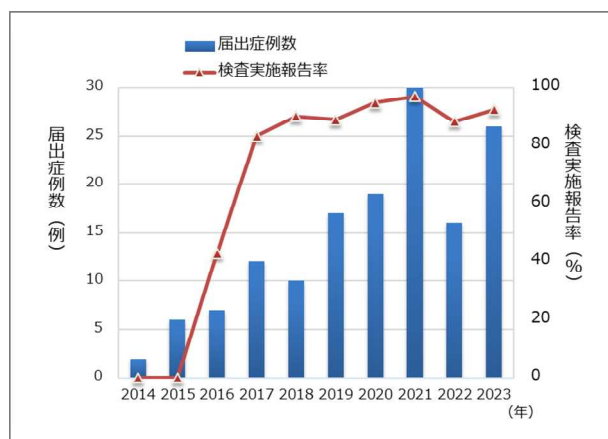


図1 秋田県における CRE 感染症発生状況

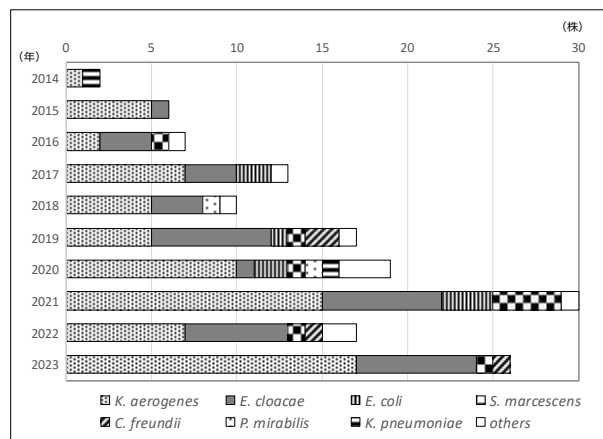


図2 CRE 感染症例で届出された菌種

3.4 *S. marcescens*、*Citrobacter freundii*、*Proteus mirabilis*、その他

CRE として *S. marcescens* や *C. freundii*、*P. mirabilis* などが分離されているが、カルバペネマーゼ遺伝子は確認されていない。一部の分離株では、ESBL 遺伝子やクラス C-β-ラクタマーゼ遺伝子などが検出されており、*K. aerogenes* と同様にクラス C-β-ラクタマーゼの産生や外膜蛋白の変異によって、カルバペネム系抗菌薬に耐性を示していると考えられた。

4. 分子疫学解析

ECC からは、カルバペネマーゼとして IMP-1 を保有する株が複数確認された。これらの疫学的関連性を推察するため、ECC の分子疫学解析用キット (POT キット、関東化学) を用いて菌株間の相同性を比較した。その結果、CRE 感染症由来の 6 株のうち 3 株は、同一医療機関から分離された菌株で、そのうち 2 株の POT 型が一致していた。また、CRE 感染症の原因菌とは断定されず届出のなかった菌株の中で見つかった IMP-1 保有株についても同様に比較したところ、同一医療機関の CRE 感染症由来株と POT 型が一致する株や複数の医療機関で POT 型が

一致する株も確認された。これらの POT 型は *E. hormaechei* または *E. asburiae* と推定される型であり、ECC の中でも、IMP 遺伝子を保有するのは一部の菌種に限られている可能性が示唆された。

5. まとめ

県内で確認されているカルバペネマーゼ産生菌は、*E. coli* 1 株を除き、すべて ECC であり、その遺伝子型は IMP-1 であった。IMP-1 を保有する ECC は、*E. hormaechei* あるいは *E. asburiae* と推定され、疫学的に重要であると考えられた。幸いにして、本県はカルバペネマーゼ産生菌が継続的に分離される状況にはないが、今後の感染拡大に備え、分子疫学解析用キット等を用いたデータを蓄積し、同一クローンによる感染拡大を感知できる体制を整えていく必要がある。

また、本県で届出されている CRE はカルバペネマーゼ非産生菌が大部分であるが、耐性化機構は複数あり、通常の遺伝子検査では検出されない耐性遺伝子を保有していることもあるため、医療機関等で実施された薬剤感受性試験結果にも注視して、適切な検査を実施していくことが重要である。

理化学部の業務紹介と話題提供 ～食品添加物について～

○木内雄 若狭有望

1. はじめに

健康環境センター理化学部は、県民の安全・安心な生活と健康を支えるため、化学物質による健康被害の防止に関する試験検査及び調査研究を所掌している。具体的には、食品衛生法に基づく食品中の添加物、残留農薬、放射能の行政検査やその他法令に基づく行政検査を実施しているほか、食品衛生に関する調査研究にも取り組んでいる。

本日は、これら試験検査及び調査研究の概要について紹介する。

2. 食品中の残留農薬等の検査

県内に流通する食品を対象として、残留農薬及び残留動物用医薬品の基準値適合性を判定するための検査を実施している。また、分析精度の向上を目的に外部精度管理調査への参加、及び内部精度管理や分析法の妥当性評価試験なども積極的に行っている。

検査は、最初に保健所の職員により販売店等から収去された食品が検体として搬入されることから始まる。搬入された検体は粉碎して試料とし、抽出、精製等の前処理を行い試料液を作製する。次に、その試料液をガスクロマトグラフ質量分析計（GC-MS/MS）及び液体クロマトグラフ質量分析計（LC-MS/MS）を用いて測定し、残留農薬等の検出や定量を行う。GC-MS/MSでは農薬約 300 成分、LC-MS/MSでは農薬約 160 成分、動物用医薬品約 100 成分について、一斉分析法によって網羅的に検査している。

令和 5 年度は、9 種類の食品 54 検体、延べ件数 15,287 件の検査を実施した。54 検体中 27 検体から農薬が検出されたが、基準値を超過した事例はなかった。また、25 種類の農薬が 46 件検出され、検出濃度は 0.01～2.0 ppm であった。

3. 残留農薬分析に関する調査研究（令和 3 年度～5 年度）

食品の安全性確保対策の一環として、残留農薬の検査体制強化のための研究及び洗浄や加熱等の調理操作による残留農薬の変化を調べる研究を実施した。

残留農薬等の検査では多種多様な食品に対応でき、かつ一律基準（0.01 ppm）レベルの高精度な分析が必須である。そこで、分析法を改良し、分析法の信頼性を裏付けるため 20 種類の食品において妥当性評価試験を行った。結果、測定項目の約 9 割で評価基準を満たし、従来法より高精度な分析法を確立し、分析可能食品を拡充できた。

また、ほうれんそうやトマトなど 15 食品について、調理による残留農薬の変化を調査し、検出農薬と調理法の関連性や除去効果に関する有用な知見を得た。本調査のデータを用いてパンフレットを作成し、農場から食卓に上るまでの残留農薬に対する正しい知識の普及に取り組んでいる。

4. 環境及び食品中等の放射能検査

環境放射能水準調査及び福島原子力発電所事故に伴う放射能検査等を実施している。

国が実施している環境放射能水準調査は、環境中の放射能レベルを把握し、それらの変動を全国的に監視することを目的として実施されており、当センターでは昭和 36 年から参加して県内の放射能レベルの監視を継続している。

福島原子力発電所事故に伴う放射能検査は平成 23 年度から実施しており、当部では水道水、県内産の山菜、キノコ、生乳、県内で捕獲された野生鳥獣の肉などの放射能を検査している。

このほか、北朝鮮による核実験が実施された際の緊急調査にも対応している。

5. その他の行政検査

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、販売されている乳幼児用の繊維製品を対象としたホルムアルヒド検査等を行っている。

このほか、「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」に基づく医薬品等監視の一環として、医薬品収去検査における品質検査を実施している。

6. 食品添加物について

6.1 食品添加物の安全性を確保する取組みについて

食品添加物は食品衛生法上、「指定添加物」、「既存添加物」、「天然香料」及び「一般飲食物添加物」の4種類に分類される。

また、食品添加物の安全性を確保するために我が国では様々な取り組みがなされている。

①規格及び使用基準の設定

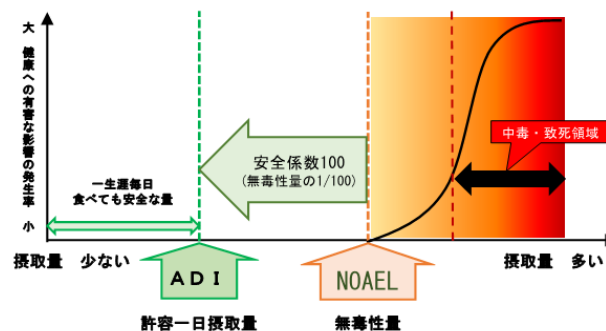
品質の安定した食品添加物が流通するように、純度や成分について遵守すべき項目（成分規格）、及び過剰摂取による健康被害が発生しないよう、食品添加物ごとに添加できる上限値（使用基準）を設定している。

②食品添加物の摂取量調査

実際に一般市場から仕入れた食品に含まれる添加物の種類と量を検査し、許容一日摂取量（ADI：人が毎日一生摂取し続けても、健康上何の影響も受けない一日あたりの摂取量）の範囲にあるかを確認している。

③既存添加物の安全性確保

既存添加物の安全性の確認を推進し、問題のある添加物などの製造・販売・輸入などの禁止を行っている。



化学物質の摂取量と、摂取により生体へどのような影響を受けるかの関係図。摂取量が多ければ、健康への影響は大きくなり、無毒性量（NOAEL）以下では影響は認められていない。無毒性量を100で割った値をADIとしている。

図 化学物質の摂取量と健康への影響の関係

6.2 食品添加物等の検査

県では「秋田県食品衛生監視指導計画」を策定し、これに基づき当部では県内に流通している食品等について成分規格、食品添加物の使用基準の他、食品の衛生管理に関する理化学的検査を実施している。

具体的には、漬物、食肉製品等の検体を受領し、粉碎・抽出等の前処理をした後、各種機器を用いた分析を行っている。

昨年度は、食品添加物の使用基準に係る違反が1件あり、流通防止措置が講じられた。

7. おわりに

理化学部では現在、食品検査が大きなウエイトを占めている。

県内流通食品の安全・安心を確保するため、精度管理を行うとともに試験検査のスキルアップに努め、今後も信頼性の高い検査を実施していく。

農産物中残留農薬の部位別濃度及び調理による消長について

○松渕亜希子 古井真理子 珍田尚俊 藤井愛実*1

1. はじめに

農産物中の残留農薬量は、基本的に剥皮や洗浄等の下処理をせずに検査した結果を用いて評価される。しかし、多くの一般家庭では、農産物は非可食部の除去、洗浄及び加熱等の調理を経て食されるため、調理後の残留実態の方がよりヒトの残留農薬の摂取状況に即すると考えられる。また、農産物中の残留農薬の分布は均一ではないため、喫食する部位によって実際の農薬摂取量は変動すると予想される。

そこで、スクリーニングを行い、一定量以上の残留農薬が検出された市販農産物を対象とし、部位別の残留農薬の分布実態に関する調査（部位別試験）¹⁾や調理前後の残留農薬の変化及び調理による農薬の除去効果に関する調査（調理別試験）¹⁾を行ったので報告する。

2. 方法

2.1 試験品及び対象農薬

試験品は、秋田市内で購入したほうれんそう、ミニトマト、いちご、りんご、玄米とした。各試験品において、基準値を超えて残留する農薬がないことを確認した。

対象農薬は GC-MS/MS 測定 275 成分、LC-MS/MS 測定 159 成分とした。

2.2 試料の調製

表 1 に部位別試験の試験部位及び調理別試験の調理方法を示す。表 1 のとおり各試料を調製し、磨砕均一化して必要量を秤量した。なお、調理別試験の場合、対照として、同じ使用部位を用いた未調理の試料も調製した。

2.3 試料の前処理及び測定

各試料について、QuEChERS 法（クエッチャーズ法）で抽出し、抽出液を得た。抽出液を各種固相カラムで精製したものを試験溶液とし、

表 1 試料の調製方法

試験品	部位別試験		調理別試験	
	試験部位	使用部位	調理方法	
ほうれんそう	上部	全体	流水洗浄	5及び30秒間
	下部		ゆでる	沸騰水 2分間
	(根元2cm)		炒める	油添加 強火2分間
ミニトマト	ヘタ 可食部	可食部	流水洗浄	5及び30秒間
			煮る	弱火 7分間
			天日乾燥	屋外 2日間
			オーブン乾燥	120℃ 60分間
			湯むき	沸騰水 1分間
いちご	ヘタ 可食部	可食部	流水洗浄	5及び30秒間
			ジャム調理	砂糖添加 弱火10分間
			天日乾燥	屋外 2日間
			オーブン乾燥	100℃ 90分間
りんご	〔非可食部〕 果梗 基部 芯 花落ち	全体	流水洗浄	5及び30秒間
			重曹洗浄	もみ洗い30秒間
			ジャム調理〔砂糖添加〕	
			鍋	弱火 20分間
	〔可食部〕 果肉 果皮	可食部	電子レンジ	600W 15分間
			オーブン焼き	200℃ 30分間
			フライパン焼き	油添加 中火片面2分間
			オーブン乾燥	100℃ 90分間
玄米	分づき米 ぬか	全体	洗米	20秒攪拌-水交換×3回
			炊飯	洗米あり・なし

GC-MS/MS 及び LC-MS/MS で測定した（検出限界 0.005 mg/kg、定量下限 0.01 mg/kg）。

検出濃度が 0.005 mg/kg 未満は不検出とし、0.005 mg/kg 以上 0.01 mg/kg 未満は痕跡値とした。

2.4 計算処理及び統計処理

2.4.1 部位別試験

各試験部位の濃度比率（分布比）を次式により算出した。

$$\text{分布比 (\%)} = \frac{\text{各試験部位の残留濃度 (mg/kg)}}{\text{各試験部位の残留濃度の総和 (mg/kg)}} \times 100$$

2.4.2 調理別試験

調理後の農薬濃度は、調理前の試料重量あたりに換算した。調理前に対する調理後の濃度比率（残存率）を次式により算出した。

*1 健康福祉部 医務薬事課 医務・薬務チーム

$$\text{残存率 (\%)} = \frac{\text{調理後の検出濃度 (mg/kg)}}{\text{調理前の検出濃度 (mg/kg)}} \times 100$$

有意差については、調理前（対照）と各調理後の2群間でWelchのt-検定（ $p < 0.05$ ）を用いて評価を行った。

3. 結果及び考察

3.1 部位別試験

図1に部位別試験の分布比の結果を示す。

ほうれんそうからは7農薬が検出され、3農薬で下部の分布比が100.0%であったが、ほかはおおむね上部、下部にわたり分布していた。

ミニトマト及びいちごでは、検出された全農薬で、ヘタの分布比が約90%以上となり、ヘタに偏在していた。

りんごからは11農薬が検出され、果肉・芯以外の部位ではほぼ100.0%を占めた。可食部（果皮、果肉）では、果皮のテブフェンピラド15.0%を除いて10%未満であり、ミニトマト、いちごと同様に可食部が顕著に低い傾向であった。

玄米からは3農薬が検出され、各精米段階のぬかにおいて、70～90%台と大きく分布していた。米の分布でみると、精米の度合いが上がるに従って、漸次的に減衰する場合と比較的一定の場合があり、農薬のオクタノール-分配係数や浸透移行性の違いに起因すると考えられた。

3.2 調理別試験

表2に調理別試験の結果を示す。

3.2.1 ほうれんそう

検出された3農薬のうち、「流水洗浄」ではシアゾファミドの30秒間洗浄で有意に減少し、残存率は68.7%であった。5秒間洗浄では減少がなかったことから、水へ接する時間を長くすることで、ほうれんそう表面のシアゾファミドの水への移行が進み、減少したと推測された。

「ゆでる」ではシアゾファミド、イミダクロプリドで各残存率20～30%台、「炒める」では3農薬で60%台と、「ゆでる」で7～8割、「炒める」でおおよそ3割の有意な減少がみられた。「ゆでる」で減少した2農薬は沸騰水の温度では比較的安定なことから、大気中への揮散やゆで水

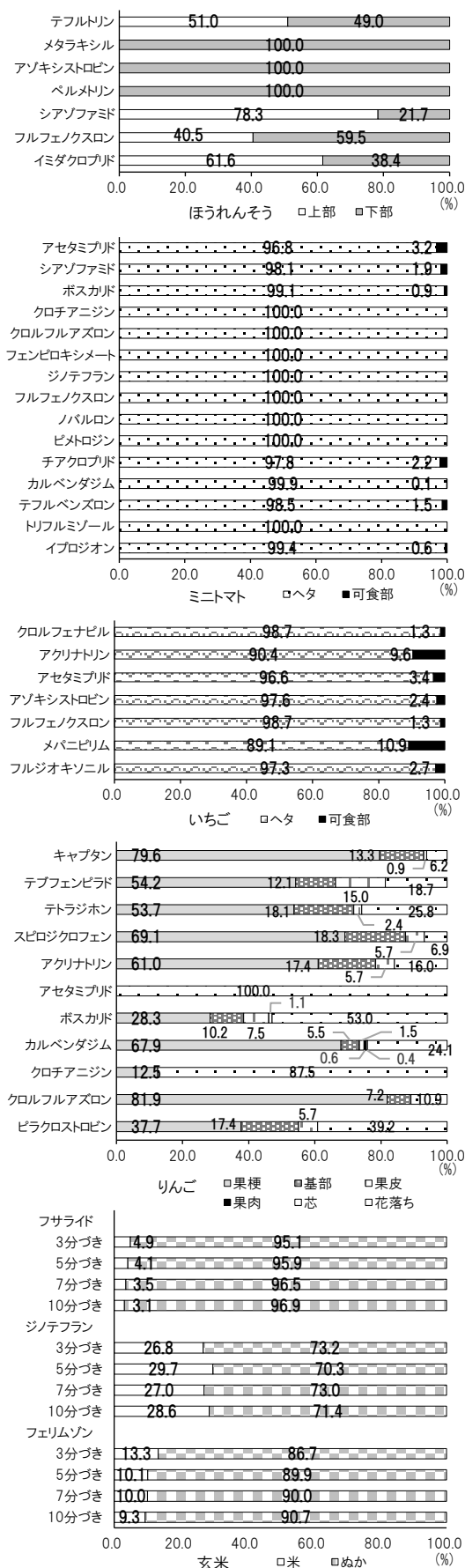


図1 部位別試験結果（分布比、各部位 n=1）
※痕跡値、不検出は 0.0%とした

への移行で減少したと考えられた。「炒める」では油を含めた試料を測定しており、フライパンの温度が200℃前後と高温であったことから、油分への移行ではなく、加熱による分解や大気中への揮散により減少したと考えられる。

3.2.2 ミニトマト

検出された5農薬のうち、「流水洗浄」ではボスカリドで約2～3割、シアゾファミドで約4～5割の有意な減少がみられた。

「湯むき」ではアセタミプリド以外の4農薬で有意に減少した。アセタミプリドは浸透移行性農薬であり、大半が果実内部に分布し、表層の分布は僅かであると推察された。そのため、剥皮の除去効果が限定的となり、有意な減少に至らなかったと考えられた。

「煮る」ではアセタミプリドが、「オープン乾燥」ではシアゾファミド及びチアクロプリドが有意に減少した。これらの農薬は比較的熱に安定であることから、加熱による分解ではなく、大気中に揮散し減少したと考えられた。

3.2.3 いちご

5試験品のうちで最も多い6農薬を検出した。「流水洗浄」ではアゾキシストロビンが有意に減少した。アゾキシストロビンは水溶解度が比較的大きいため、表面にある農薬が水へ移行したと考えられた。

「ジャム調理」では6農薬全てで、「オープン乾燥」では5農薬で有意に減少し、残存率はともに40～50%台であった。これらの農薬は150℃付近まで比較的安定であり、「ジャム調理」の鍋試料の温度が90℃前後を示したこと、「オープン乾燥」では100℃で乾燥を行っていることから、加熱による分解ではなく、大気中に揮散し減少したものと思われた。

「天日乾燥」ではアセタミプリドで有意な減少がみられ、いちご中の水分の蒸散とともに大気中への拡散が起こり、減少したと考えられた。

3.2.4 りんご

洗浄用、加熱調理用ともに4農薬を検出した。「流水洗浄」及び「重曹洗浄」では有意に減少した農薬はみられなかった。果皮表面のブルームや脂肪酸等の分泌物に農薬が取り込まれ、水

への移行が進まなかったと考えられた。

「ジャム調理（鍋、電子レンジ）」、「フライパン焼き」及び「オープン乾燥」では4農薬全てで有意な減少がみられた。3調理の温度帯90～180℃に対し、これらの農薬は比較的安定であることから、減少は加熱による分解ではなく、大気中への揮散によるものと考えられた。

「オープン焼き」ではキャプタンで痕跡値となり、ほか3農薬は残存率80～90%台と有意な減少はみられなかった。「オープン焼き」の試料は模擬的に丸ごとのりんごに成形している。この形状は相対的に大きな固まりであり、熱が伝わりにくい状態である。そのため、キャプタン以外の3農薬の大気中へ揮散が進まず、有意な減少とならなかったと思われる。

3.2.5 玄米

3農薬が検出され、「洗米」では3農薬で有意な減少がみられた。残存率はいずれも80～90%台と高率で、およそ1～2割の減少であった。研ぎ汁から3農薬が検出されており（データは示さず）、表面にある農薬が水へ移行したと考えられた。

「炊飯」では洗米の有無に関係なく、3農薬で有意な減少がみられ、フサライドは約4割、フェリムゾンとジノテフランは1割前後で減少していた。また、フサライドの残存率は「洗米」よりおよそ3割低く、「炊飯」調理自体が有意な減少に寄与していた。

「精米」ではフサライドとフェリムゾンで有意な減少がみられ、ともに全調理の中で最も低い残存率であった。これらの農薬は本部位別試験において8割以上が表層に分布しており、表層を削ることが最も減少に寄与したと思われる。ジノテフランは、浸透移行性を有し、本部位別試験でも玄米粒子内部への浸透がみられ、表層と内部でおおむね一様に分布していると推測された。そのため「精米」では表層からの減少がほかの2農薬に及ばなかったと考えられた。

4. まとめ

市販農産物5種類（ほうれんそう、ミニトマト、いちご、りんご、玄米）について、部位別及び調理別試験を行った。

部位別試験では、各農産物を2～6部位に分け

表 2 調理別試験結果

試験品 検出農薬	調理(n=5-7)									
	濃度(mg/kg) / 残存率(%) ^{a)}									
ほうれんそう	調理前(全体)	流水洗浄 5秒間	流水洗浄 30秒間	ゆでる		炒める				
シアゾファミド	0.067±0.007 ^{b)}	0.071±0.019 100.0 ^{c)}	0.046±0.015 * ^{d)} 68.7	0.021±0.005 *	31.3	0.045±0.007 *	67.2			
イミダクロプリド	0.092±0.013	0.085±0.011 92.4	0.079±0.017 85.9	0.021±0.004 *	22.8	0.063±0.012 *	68.5			
テフルトリン	0.025±0.003	0.024±0.002 96.0	0.026±0.002 100.0	0.022±0.002 88.0		0.016±0.002 *	64.0			
ミニトマト	調理前(可食部)	流水洗浄 5秒間	流水洗浄 30秒間	湯むき(果肉)		煮る				
アセタミプリド	0.15±0.009	0.13 ±0.026 86.7	0.16±0.010 100.0	0.12±0.021 80.0		0.11±0.015 *	73.3			
ボスカリド	0.71±0.049	0.50±0.098 *	0.59±0.086 *	0.080±0.012 *	11.3	0.71±0.099	98.6			
シアゾファミド	0.027±0.004	0.016±0.004 *	0.013±0.002 *	ND ^{e)} *	0.0	0.022±0.002	81.5			
チアクロプリド	0.046±0.004	0.041±0.010 89.1	0.035±0.013 76.4	0.028±0.009 *	60.9	0.044±0.009	95.7			
イブプロジオン	0.27±0.035	0.24±0.043 88.9	0.34±0.021 100.0	Tr ^{f)} *	0.0	0.24±0.027	88.9			
		天日乾燥	オープン乾燥							
アセタミプリド		0.12±0.020 80.0	0.15±0.021 100.0							
ボスカリド		0.75±0.067 100.0	0.64±0.047 90.1							
シアゾファミド		0.026±0.006 96.3	0.010±0.004 *	37.0						
チアクロプリド		0.046±0.008 100.0	0.025±0.004 *	54.3						
イブプロジオン		0.24±0.020 88.9	0.33±0.046 100.0							
いちご	調理前(可食部)	流水洗浄 5秒間	流水洗浄 30秒間	ジャム調理		天日乾燥		オープン乾燥		
アセタミプリド	0.080±0.011	0.081±0.013 100.0	0.071±0.014 88.8	0.039±0.007 *	48.8	0.061±0.013 *	76.3	0.042±0.015 *	52.5	
アゾキシストロビン	0.046±0.012	0.032±0.009 *	0.028±0.007 *	60.9	0.021±0.005 *	45.7	0.040±0.013 87.0	0.041±0.023 89.1		
フルフェナスロン	0.045±0.007	0.049±0.006 100.0	0.038±0.009 84.4	0.023±0.006 *	51.1	0.040±0.009 88.9	0.025±0.008 *	55.6		
メバニピリム	0.061±0.022	0.066±0.018 100.0	0.055±0.010 90.2	0.033±0.015 *	54.1	0.049±0.015 80.3	0.036±0.015 *	59.0		
フルジオキソニル	0.14±0.052	0.12±0.029 85.7	0.11±0.034 78.6	0.074±0.037 *	52.9	0.11±0.046 78.6	0.073±0.027 *	52.1		
クロルフェナヒル	0.082±0.026	0.070±0.025 85.4	0.065±0.020 79.3	0.045±0.023 *	54.9	0.060±0.015 73.2	0.033±0.014 *	40.2		
りんご	調理前(全体)	流水洗浄 5秒間	流水洗浄 30秒間	重曹洗浄						
キャプタン	0.039±0.011	0.037±0.007 94.9	0.040±0.015 100.0	0.031±0.014 79.5						
テトラジホン	0.029±0.003	0.035±0.011 100.0	0.039±0.012 100.0	0.033±0.006 100.0						
ボスカリド	0.035±0.006	0.040±0.005 100.0	0.041±0.010 100.0	0.040±0.010 100.0						
カルベンダジム	0.045±0.010	0.033±0.007 73.3	0.037±0.006 82.2	0.033±0.007 73.3						
	調理前(可食部)	ジャム調理(鍋)	ジャム調理(電子レンジ)	オープン焼き		フライパン焼き		オープン乾燥		
キャプタン	0.017±0.007	ND *	ND *	ND *	0.0	Tr *	0.0	Tr *	0.0	
テトラジホン	0.017±0.002	Tr *	Tr *	0.016±0.002 94.1	0.012±0.002 *	70.6	Tr *	0.0		
ボスカリド	0.028±0.004	0.014±0.002 *	0.015±0.004 *	0.025±0.006 89.3	0.019±0.004 *	67.9	0.017±0.001 *	60.7		
カルベンダジム	0.028±0.004	0.013±0.001 *	0.016±0.003 *	0.024±0.003 85.7	0.016±0.002 *	57.1	0.017±0.002 *	60.7		
玄米	調理前(全体)	洗米	炊飯(洗米なし)	炊飯(洗米あり)		精米				
フサライド	0.032±0.001	0.027±0.001 *	0.019±0.002 *	59.4	0.019±0.001 *	59.4	0.012±0.001 *	37.5		
ジノテフラン	0.11±0.002	0.095±0.004 *	0.099±0.004 *	90.0	0.10±0.005 *	90.9	0.10±0.006 90.9			
フェリムゾン	0.12±0.005	0.11±0.007 *	0.10±0.007 *	83.3	0.11±0.004 *	91.7	0.076±0.001 *	63.3		

a) 調理前の残存率は100.0%とした b) 平均値±標準偏差 c) 調理後濃度が調理前濃度以上の場合、残存率は100.0%とした
d) *: p < 0.05 e) ND: 不検出、残存率は0.0%とした f) Tr: 痕跡値、残存率は0.0%とした

て、部位ごとの残留農薬量を比較した。ヘタ、果梗などの非可食部において、可食部より多数の農薬を検出し、さらに分布比が顕著に高い傾向であった。

調理別試験では、洗浄及び加熱調理を中心に各調理前後の残留農薬量を比較した。洗浄については、りんご以外でいくつかの検出農薬が約1～5割の有意な減少を示したが、8～9割以上の大幅な低減には至らなかった。加熱調理については、全ての試験品から検出された農薬のい

れかで有意な減少がみられた。減少した農薬は比較的熱に安定であるものが多く、減少の主な要因は加熱による分解ではなく、大気中への揮散によるものと推察された。

参考文献

- 1) 松渕亜希子, 古井真理子, 珍田尚俊, 藤井愛実: 農産物中の残留農薬の部位別分布及び調理操作による変化について, 秋田県健康環境センター年報, **18**, 2022, 31-47.

環境保全部の業務紹介と話題提供

～環境監視テレメータシステムについて～

○清水匠

1. はじめに

テレメータシステムとは、遠隔地で測定した測定値を無線や専用回線を使用して送信し、監視局でデータを集中管理するシステムのことをいう。健康環境センターでは、環境放射線モニタリングシステム及び大気汚染常時監視システムといった 2 つのテレメータシステムにより空間放射線量及び大気汚染物質を常時監視しており、その仕組みと役割等について紹介する。

2. 環境監視テレメータシステムの概要

2.1 環境放射線モニタリングシステム

秋田県では、空間放射線量の測定を平成 23 年度までは秋田市の 1 地点に設置したモニタリングポスト（空間放射線量測定装置）において実施していたが、平成 23 年 3 月に発生した東日本大震災に伴う福島第一原発事故後に監視体制を強化し、平成 24 年度からは鹿角、山本、由利、仙北、雄勝を加えた計 6 局（図 1）にモニタリングポストを設置し、テレメータシステムによる監視を行っている。

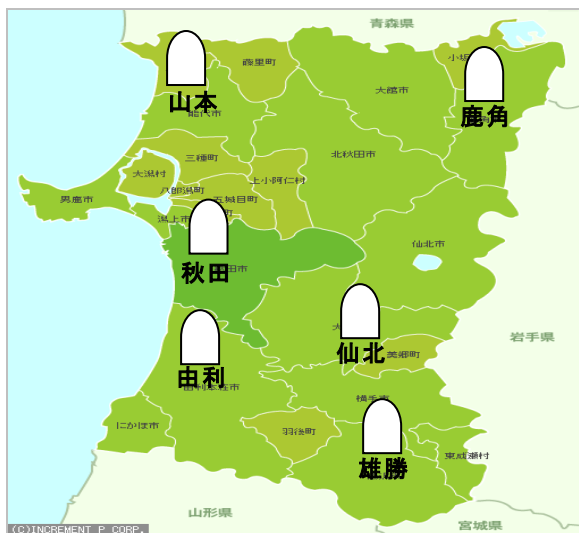


図 1 モニタリングポスト配置図

各測定局において測定されたデータはオンラインで当センター内にある収集サーバに集められ、国へリアルタイムで送信されている。また、こうして集められた日本全国の測定結果は原子力規制庁のホームページ上で誰でも見るができるようになっている（図 2）。

なお、県内の測定局において高濃度の放射線量や機器の異常が観測された場合は、即時に担当者に通知が届く仕組みになっており、24 時間体制での監視が可能なシステムとなっている。

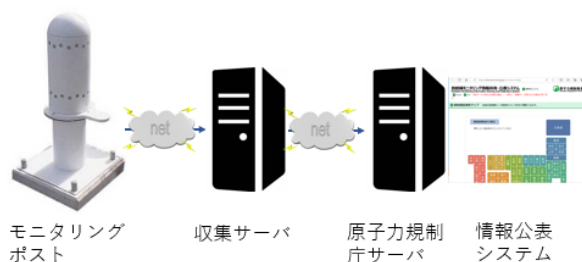


図 2 環境放射線モニタリングシステムの仕組み

2.2 大気汚染常時監視システム

大気汚染の常時監視は、大気汚染防止法により知事に義務づけられており、これに基づき秋田県は、昭和 45 年から大気汚染の自動測定を実施し、以来、時代の流れに即して測定局や測定器の設置や廃止を行いながら常時監視を実施している。令和 6 年度現在では、秋田市が設置したものを含め県内 16 地点の一般環境大気測定局と 1 地点の自動車排出ガス測定局において大気汚染状況を監視している。さらに県内 5 カ所の協定工場にも工場局用のシステムを設置し、常時監視を行っている（図 3）。



図3 大気常時監視測定局配置図

これらの各測定局で測定されたデータは、環境放射線モニタリングシステムと同様にオンラインで当センター内にある収集サーバに集められる。また、協定工場以外のデータについては国へリアルタイムで送信されており、秋田県及び環境省のホームページ上で速報値を見ることができる（図4）。

なお、測定局において異常値等が観測された場合には、放射線と同様に即時に通知が担当者に届く仕組みとなっている。

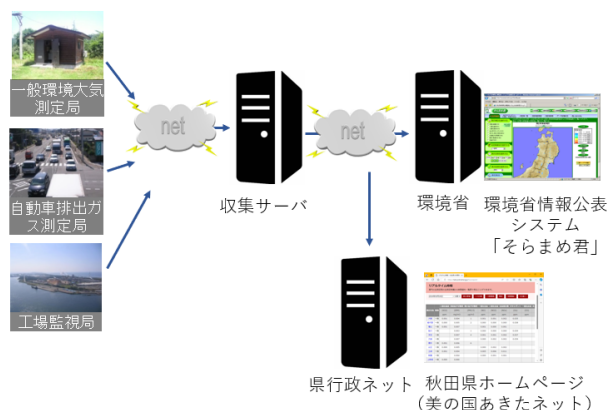


図4 大気汚染常時監視システムの仕組み

3. 環境監視テレメータシステムの役割と必要性

テレメータシステムの主なメリットとしては、①遠隔地のデータをリアルタイムで収集可能、②人員を遠隔地に派遣する必要の減少による運用コストの減少、③ヒューマンエラーが減少することによるデータの正確性の向上、④異常等の早期検知、⑤収集したデータをリアルタイムで公開することによる情報の透明性の向上等である。

これらのメリットの中で、環境監視テレメータシステムにおいて最も重要な役割は④の異常等の早期検知である。テレメータシステムにより高濃度の環境汚染が観測され、健康被害等のおそれがある緊急時には、県は注意報等を発令し住民に早めの対応を促すとともに、発生源に対して協力の要請を行うことができることとなっている。

このように、環境監視テレメータシステムは緊急時において県民の安全を確保する上で非常に重要な役割を担っており、必要不可欠なものである。

水温から考える湖沼環境

○生魚利治

1. はじめに

水温は、湖沼において重要な役割を持つ。深い湖沼において夏期及び冬期に表層部と深層部との間に生じる温度差は、温度成層という物理的な構造をもたらす。また、水温は化学的及び生物学的反応の速度を制御する¹⁾。

IPCC の第六次報告書では、2011 から 2020 年の世界平均気温は、工業化前と比べて約 1.09℃上昇したとし、気候変動は陸域、淡水及び海洋生態系に重大な損害と不可逆的な損失を引き起こしている²⁾としている。

気候変動による湖沼への影響は、湖沼の位置する場所の気候のほか、面積、深さ及び水質など湖沼ごとに異なると考えられることから、湖沼ごとの影響を検討しておくことは、その適応策を考えていく上で重要である。

本報告では、当センターで調査を実施している湖沼の中から、山間部に位置し平均水深が 71.0 m と深い貧栄養湖の十和田湖（図 1）、及び日本海沿岸部に位置し調整池の平均水深が 3.3 m と浅く富栄養湖の八郎湖（図 2）の水質データを用いて、水温による湖内の物理的な構造の状況と、その構造の気象及び季節の変化に起因する水質の変化をまとめた。また、気候変動によって湖沼に起こりうる影響を検討した。

2. 方法

十和田湖における、循環期から成層期及び成層期から翌循環期にかけての湖内の構造及び水質の鉛直分布の変化を検討するため、秋田・青

森両県で実施する定点層別調査結果のうち、令和 2 年 5 月 8 日、8 月 18 日及び令和 3 年 5 月 11 日の水温、溶存酸素濃度（DO）及び硝酸態窒素濃度（NO₃-N）の値を用いた。なお DO は、飽和度（DO 飽和度）に換算した。

八郎湖は、気象がもたらす湖内の構造と水質への影響を検討するため、令和 3 年の 7 月 7 日、8 月 4 日及び 9 月 14 日に水深約 7 m の調整池湖心にて蛍光 DO メーター（HACH HQ40d）を用いて、表層から湖底までの水深 50 cm ごとの水温及び DO の値を採取した。別途、水深 0、1、2 及び 5 m で採水し分析したアンモニア態窒素濃度（NH₄-N）、リン酸態リン濃度（PO₄-P）の値を用いた。

3. 結果及び考察

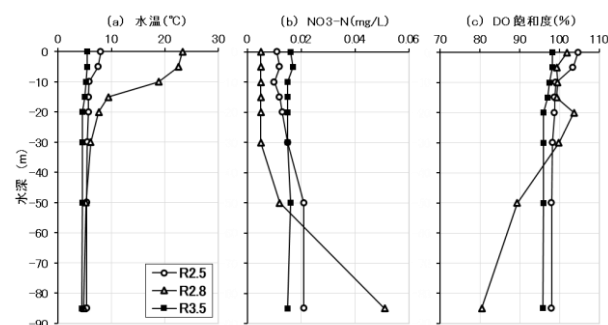


図 3 十和田湖定点の水質の鉛直分布
(a) 水温、(b) NO₃-N、(c) DO 飽和度

十和田湖の令和 2 年及び 3 年の 5 月の水温の鉛直分布（図 3a）は、いずれも表層から 5 m まだが 10 m 以深よりも 1～3℃程度高いものの、水温躍層は確認できないことや、NO₃-N（図 3b）及び DO 飽和度（図 3c）の鉛直分布も表層から 85 m まで、ほぼ様な値を示すことから、循環期が終了して間もない湖内の状況を反映していると考えられる。一方で、令和 2 年 8 月は、表層水の水温が上昇し、水深 10～15 m 間に水温躍層が形成されていることから、成層していることが分かる。このとき、令和 2 年 5 月と比較し

て、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は表層から水深 50 m までは減少するが水深 85 m では増加し、DO 飽和度は 50 m 以深で減少する。これは、日光の届く層（有光層）では、植物プランクトンの生産活動により硝酸イオン（ NO_3^- ）を消費し DO は供給されるが、日光の届かない層（無光層）では、生物の排泄、分解及び硝化等の活動により NO_3^- を生成し DO は消費されることを表している。循環期の湖水は鉛直方向へも混合するため、水質は令和 3 年 5 月の値が示すように再び全層で均質化される。十和田湖の様に深い湖の循環期は、成層期に深層部で生成した栄養塩を表層部へ供給することで春の生物生産を支え、また、深層部へは表層部から溶存酸素の供給という重要な役割をもつ。

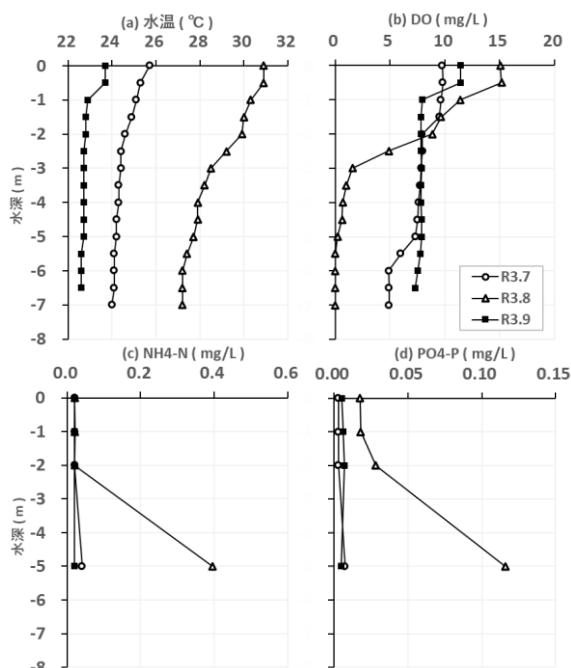


図 4 八郎湖湖心の水質の鉛直分布

(a) 水温、(b) DO、(c) $\text{NH}_4\text{-N}$ 、(d) $\text{PO}_4\text{-P}$

令和 3 年の八郎湖の湖心における水温の鉛直分布（図 4a）では、7 月が 24～26 °C、8 月が 27～31 °C、9 月が 22～23 °C であった。DO の結果では 8 月の水深 1 m から 3 m にかけて大きく減少し、5 m 以深ではほぼ 0 mg/L となった。 $\text{NH}_4\text{-N}$ の結果では、8 月の水深 5 m のみ 0.39 mg/L と高い値を示した。 $\text{PO}_4\text{-P}$ の結果でも、8 月の水深 5 m のみ 0.116 mg/L と他の月や同月の水深 2 m までと比較し高い値を示した。これは、7 月及び 9 月の調査日は、2 日前及び前日に日最大瞬間風速が 10 m/s を超える日があったことに対し、8 月は、調査前 5 日間は微風かつ晴天が続いた

ことによると考えられる。7 月及び 9 月は、水温や水質が表層から水深 5 m までほぼ一様の値を示すことから、風による湖水の攪乱が湖底まで到達してから間もないタイミングであったと考えられる。一方で 8 月は、晴天で微風が続いたことにより、表層水が暖められ鉛直方向での水温差が生じ成層したと考えられる。夏期になり水温が上昇すると、細菌の活性が上がり湖水や湖底堆積物中の有機物の分解が促進されるが、成層すると水の鉛直方向の循環がなくなるため、無光層において分解生成物である $\text{NH}_4\text{-N}$ 及び $\text{PO}_4\text{-P}$ は増加し、呼吸により DO は減少する。また、DO が欠乏すると、湖底堆積物からも $\text{PO}_4\text{-P}$ が溶出する。これらの栄養塩類は、強風で湖水が攪乱されると表層部へ供給され、有光層の植物プランクトンの増殖に利用されることが考えられる。

4. 気候変動による影響の検討

気候変動に伴い表層部の水温が上昇する時期が早まることで、十和田湖では、成層期の長期化及び夏期の成層強度の強化などの影響が懸念される。これらにより、植物プランクトンが増殖する深さやタイミングの変化、あるいは出現する種自体が変わる可能性が考えられる。植物プランクトンへの影響は、水質の変化や植物プランクトンを基盤とする湖内の生態系へも影響を及ぼすと考えられる。

八郎湖では、表層部と湖底付近の水温差が生じる時期が早まることで、湖底付近の貧酸素化、湖底堆積物からの栄養塩溶出及びアオコ発生時期の早期化及び長期化が考えられる。また、アオコの発生は、湖内の光環境を悪化させ、日中の無光層及び夜間は呼吸によって DO を消費することから、湖底堆積物からの栄養塩溶出を助長し、さらなる富栄養化及びアオコ発生量の増加という悪循環に陥ることが懸念される。

参考文献

- 1) ホーン, ゴールドマン: 陸水学 (手塚泰彦訳), 京都大学学術出版会, 1999.
- 2) 環境省: IPCC 第 6 次評価報告書第 2 作業部会報告書「政策決定者向け要約」環境省による確定訳, 2023.

県内沿岸における光化学オキシダント及び関連物質の濃度動向について

○小林 渉

1. はじめに

光化学オキシダント（以下「Ox」という。）は、光化学スモッグの指標とされる汚染物質であり、「1 時間値が 0.06 ppm 以下であること。」という環境基準が定められている。Ox の大部分はオゾンであるが、地表近くのオゾンは、工場や自動車等から排出される窒素酸化物（以下「NOx」という。）や非メタン炭化水素（炭化水素のうち光化学反応性に乏しいメタンを除いたもの。以下「NMHC」という。）等が大気中で太陽光を受け、光化学反応を起こすことにより生成する。令和 3 年度の全国における Ox の環境基準達成率は一般局で 0.2%であり、極めて低い水準となっている。一方で、NOx 及び NMHC の濃度は全国的に減少傾向となっており、原因物質が減っているにも関わらず、Ox の環境基準達成率が改善していない状況が続いている。

秋田県では、令和 6 年 4 月 1 日現在、大気汚染防止法（昭和 43 年法律第 97 号）に基づき、県内 7 地点で一般環境大気の常時監視を行っている。このうち、男鹿市船川地内に設置されている一般環境大気測定局（以下「船川局」という。）は、沿岸域に設置されており、かつ Ox、NOx 及び NMHC を測定しているため調査対象として選定した。ここでは、船川局における Ox、NOx 及び NMHC 測定結果を集計し、沿岸域における Ox とその原因物質である NOx 及び NMHC の濃度動向をまとめたので報告する。

2. 調査方法

船川局で測定した Ox、NOx 及び NMHC について、平成元年度～令和 3 年度までのデータを対象とし、年間値を集計した。また、令和 3 年度のデータについては、月間値も併せて集計した。加えて、環境省が公表している大気汚染物質常時監視測定結果のデータを比較対象として活用した¹⁾。

3. 結果

3.1 Ox、NOx 及び NMHC の経年変動

Ox は光化学反応によって生成するため、5 時～20 時までの時間帯を昼間と定義し、この間の濃度を評価している。平成元年度～令和 3 年度までの船川局及び全国における「昼間の日最高 1 時間値の年平均値」を図 1 に示す。船川局、全国ともに横ばいから微増の傾向であった。また、船川局の濃度は全国比で 90～120%程度であり、おおむね全国と同等の濃度水準であった。

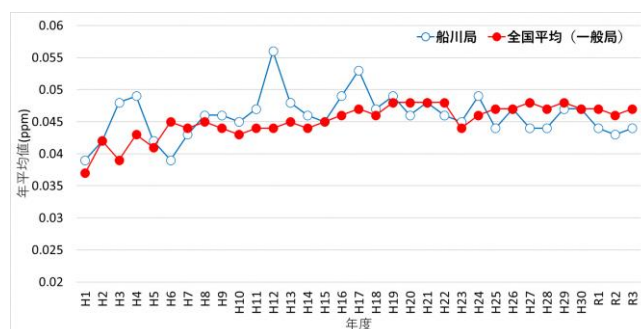


図 1 Ox の昼間の日最高 1 時間値の年平均値

NOx（一酸化窒素及び二酸化窒素の合計）の「平均値」を図 2 に示す。船川局、全国ともに減少傾向であり、船川局の濃度は、全国比で 20～30%程度と低濃度の水準であった。

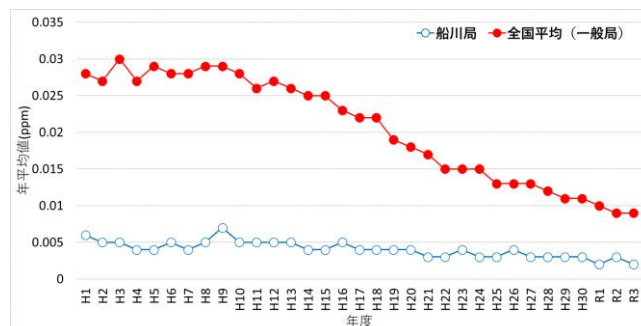


図 2 NOx の年平均値

NMHC は中央公害審議会大気部会炭化水素に係る環境基準専門委員会（昭和 51 年 7 月 30 日）で大気環境指針「午前 6 時～9 時の 3 時間平均値が

0.20～0.31 ppmC 以下」が定められていることから、「午前 6 時～9 時における 3 時間平均値の年平均値」を図 3 にまとめた。船川局、全国ともに減少傾向であったが、船川局は全国と比較して年による変動が大きかった。また、船川局の濃度は、全国比で 20～70% 程度の濃度水準であった。

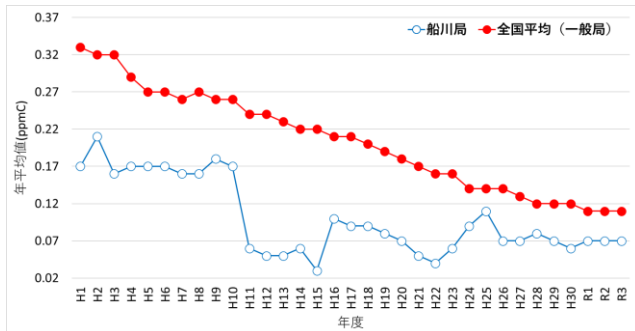


図 3 NMHC の午前 6 時～9 時における 3 時間平均値の年平均値

3.2 船川局における O_x の昼間の 1 時間値の最高値と環境基準値を超過した時間数の経月変動

令和 3 年度の船川局における O_x の「昼間の 1 時間値の最高値」及び「環境基準値を超過した時間数」を図 4 に示す。4 月～6 月及び 2 月～3 月にかけて、昼間の 1 時間値の最高値が高くなっていた。環境基準値を超過する時間数は 6 月が最も多かったが、冬季の 2 月及び 3 月でも見られた。大気中の光化学反応は、紫外線が強く温度が高い条件で活発に起こるとされているため、季節的には夏季に O_x が生成しやすいとされる。しかし、船川局においては、むしろ夏季よりも春季や冬季に 1 時間値の最高値が高く、環境基準値を超過する時間数が増える傾向にあった。

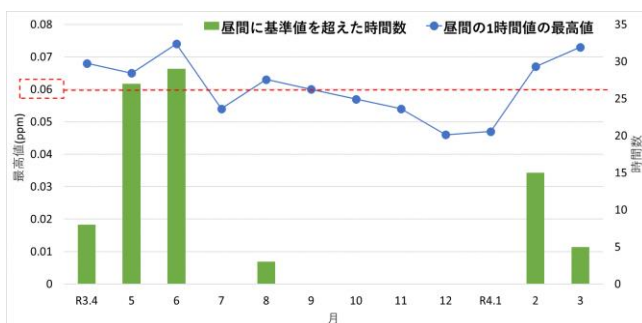


図 4 O_x の昼間の 1 時間値の最高値と環境基準値を超過した時間数

4. 考察

経年変動によると、船川局における NO_x 及び NMHC 濃度が全国比でかなり低い濃度水準であ

るにも関わらず、 O_x 濃度が全国平均と同等の濃度水準であった。このことから、船川地域で生成する O_x 以外の寄与が考えられた。

加えて、経月変動によると、夏季よりも春季や冬季に O_x 濃度が高くなる傾向にあり、この時期は、大陸から日本に向かって季節風が吹くことから、大陸から越境輸送されてくる O_x が船川地域に影響している可能性が考えられた。アジア排出インベントリ REAS (Regional emission inventory in Asia) によると、中国を中心にアジア地域の NO_x 及びメタンを除く揮発性有機化合物 (以下「NMVOC」という。) の排出量は大幅に増加している²⁾。2003 年時点の中国を例にとると、 NO_x 及び NMVOC の排出量は、1980 年比でそれぞれ 3.8 倍、2.5 倍増加しているとのことである³⁾。これら大陸で排出された NO_x 及び NMVOC が光化学反応を起こしてオゾンを生成し、このオゾンを中心とする O_x が日本に越境輸送され、船川局でも観測されたと考えられた。

5. まとめ

全国的に O_x 生成の原因物質である NO_x 及び NMHC の濃度は減少傾向にある。船川局では NO_x 及び NMHC が全国比で低い濃度水準にあるものの、 O_x は全国と同等の濃度を示した。また、光化学反応が活発ではないとされる春季や冬季に環境基準値の超過が見られたことから、この時期の季節風による O_x の越境輸送が影響していると考えられた。

参考文献

- 1) 環境省：令和 3 年度大気汚染物質（有害大気汚染物質等を除く）に係る常時監視測定結果，URL. <https://www.env.go.jp/content/000139516.pdf> [accessed May 21, 2024] .
- 2) Junichi Kurokawa, Toshimasa Ohara: Long-term historical trends in air pollutant emissions in Asia: Regional Emission inventory in Asia (REAS) version 3, URL. <https://acp.copernicus.org/articles/20/12761/2020/> [accessed May 21, 2024] .
- 3) 大原利眞：東アジアにおける広域越境大気汚染と日本への影響，URL. <https://www.pref.kanagawa.jp/documents/3463/kensi2009-7.pdf> [accessed May 21, 2024] .

— Note —

秋 田 県 健 康 環 境 セ ン タ ー

Akita Prefectural Research Center for Public Health and Environment

〒010-0874 秋田市千秋久保田町6番6号

電話	018(832)5005(代表)
FAX	018(832)5938
E-mail	b10266@pref.akita.lg.jp