

第21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8年7月31日（金）13：15～16：45

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

12:45～13:15 受付・展示ブース紹介

13:15～13:20 開会・所長挨拶

調査研究発表

13:20～14:00 【理化学部】

- 1 漬物のタール色素表示に関する 10 年間の推移と残留要因 ----- 1
- 2 LC-MS/MS を用いたドクササコに含まれる有毒成分の分析について
～実際の食中毒事例から～ ----- 3

14:00～14:40 【環境保全部】

- 3 令和 7 年度田沢湖底質調査について ----- 7
- 4 八郎湖における塩化物イオン濃度について ----- 11

14:40～14:55 休憩・展示ブース紹介

14:55～15:35 【保健衛生部】

- 5 実際に食中毒事例で検出されたマイナーな食中毒菌 ----- 15
- 6 秋田県における 2025 年 4 月～2026 年 3 月の急性呼吸器感染症の発生動向を
生態学的に紐解く ----- 18

15:35 閉会

15:45～16:45 健康環境センター施設見学会（希望者のみ）

展示ブースの概要

- ・食品添加物について
- ・放射能測定器の展示及び測定体験
- ・残留農薬分析について
- ・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・採泥器具～湖底の水・泥の採取法～
- ・食中毒検査～イロイロな寒天培地～
- ・水質検査～大腸菌群と大腸菌の違い～
- ・麻疹ウイルス検査の実際
- ・感染症発生動向調査について～いま注意したい感染症～

漬物のタール色素表示に関する 10 年間の推移と残留要因

○佐藤寛子 渡辺和花 中村淳子 珍田尚俊 小林貴司

1. はじめに

食品の視覚的な魅力を高める食用タール色素（以下、タール色素）は、食品衛生法によって厳格に管理されている。秋田県では「県食品衛生監視指導計画」に基づく食品等の収去検査を実施しているが、2021 年 6 月の改正法施行により漬物製造業が新たに営業許可の対象となり、大幅に衛生管理が強化された。今回、この改正法施行前後 10 年間（2016～2025 年度）のタール色素検査結果の解析のほか、漬物樽の洗浄不足により残留した色素のキャリーオーバーの可能性を確認するため、簡易的な検証実験を行い、いくつかの知見を得たので報告する。

2. 対象と方法

2.1 データ精査・解析

対象は、2016～2025 年度の収去食品のうち、タール色素 12 種の検査を実施した 5 種 376 検体（漬物 234、つくだ煮 80、山菜・野菜加工品 34、生あん 18、珍味 10）である。食品表示と検査結果が不一致の検体を「表示不適合」とした。表示不適合の要因の把握等については、収去した保健所担当課の聞き取り調査によった。

2.2 標準品及び標準液

タール色素標準品は富士フィルム和光純薬製を用い、超純水で希釈し各色素 10 µg/mL の混合標準液を作成した。

2.3 二次汚染の検証実験

2.3.1 疑似樽の作成

検証実験には、プラスチック製の製氷皿（一区画 3.5×5×2.5cm）の 6 区画を疑似漬物樽とし、そのうち 3 区画を金たわしで 50 回擦過して使い込んだ漬樽とし、色素残留の差を検証した。タール色素は、漬物での使用頻度が高く、弱酸性下で疎水性のプラスチックにもなじみやすいとされるアゾ系色素の黄色 4 号（Y4）、黄色 5

号（Y5）及び赤色 102 号（R102）を使用した。タール色素 100 µg と市販のぬか（塩、唐辛子、昆布エキス入り）50 g を混合した漬け原材料（以下、ぬか床）を色素ごとに 2 つ作成した。このぬか床を傷なし、傷ありの区画にそれぞれ充填し、両区画にいぶりがっこ 1 枚（約 2.2 g）を埋め込んだ（各区画 n=1）。これを室温（20～21 °C）で 1 週間放置した後に内容物を除去し、各区画をペーパータオルで拭きとり、水道水 50 mL で洗浄した。目視で汚れがないことを確認した上で乾燥させ、洗浄不良の状態を再現した。

2.3.2 タール色素の抽出と分析

各区画にアンモニア・エタノール混液を 30 mL 入れ、超音波処理を 10 分間行い、溶出液とした。この溶出液について、ポリアミド染色法により抽出後、HPLC（FDA 付）を用いて分析を行った。機器の検出下限値（IDL）は、Y4 は 0.004 µg/mL、Y5 及び R102 は 0.003 µg/mL である。なお、本分析は、公定法に準じた定性試験法に基づくため、検出値は定性的な傾向を示す半定量値である。

3. 結果

3.1 データ精査・解析結果

解析した 376 検体のうち、漬物 12 検体（3.2%）が表示不適合であった（表 1）。当該製品の製造所は全て異なる小規模施設で、改正法施行前の約 5 年間は、4 検体、施行後の約 5 年間は 8 検体であった。要因は表示漏れが 7 検体、不適合表示 4 検体、二次汚染 1 検体であった。検出された色素は、Y4 が最多の 8 検体、Y5、R102 及び R106 は各 1 検体であった。

3.2 二次汚染の検証実験結果

傷なしの区画では、Y4 のみが検出された（0.007 µg/mL）。傷ありの区画からは、3 色共に検出され、Y4 が 0.010 µg/mL、Y5 が 0.003 µg/mL、R102 が 0.004 µg/mL であった（表 2）。

表 1 タール色素の表示不適合の食品（検体）の一覧：2016～2025 年度

	No.	年度	漬物の種類	タール色素表示	検出した色素	表示不適合の要因と詳細
改正法施行前	1	2016	からし漬	—	Y4	表示漏れ 添加物製剤変更後のラベル作成ミス
	2	2017	みそ漬	—	Y4、Y5、R106	表示漏れ 原材料の一部（ショウガ）含有色素の記載漏れ
	3		塩漬	Y4	—	不適正表示 ラベル作成ミス
	4	2018	からし漬	—	Y4	表示漏れ 添加物製剤変更後のラベル作成ミス
改正法施行後	5	2022	たくあん漬（いぶりがっこ）	—	Y4	二次汚染 収去品製造前に同じ漬け樽で Y4 添加たくあんを製造していた。収去品には Y4 を添加していないため、表示もされなかった。樽の洗浄不足が疑われる。
	6	2023	酢漬	Y4	—	不適正表示 添加物製剤変更後のラベル記載ミス
	7	2024	塩漬け	—	R102	表示漏れ 原材料の一部（エビ）含有色素の記載漏れ
	8		塩漬け	Y5	Y4	不適正表示 添加物製剤変更後のラベル作成ミス
	9		塩漬け	—	Y4	表示漏れ 添加物製剤変更後のラベル作成ミス
	10	2025	からし漬	Y4	—	不適正表示 添加物製剤変更後のラベル作成ミス
	11		たくあん漬	—	Y4	表示漏れ ラベル作成ミス
	12		たくあん漬	—	Y4	表示漏れ 添加物製剤変更後のラベル作成ミス

一：なし、Y4：黄色 4 号、Y5：黄色 5 号、R102：赤 102 号、R106：赤 106 号

表 2 タール色素の測定結果（μg/mL）

区画/色素	Y4	Y5	R102
傷なし	検出 (0.007)	ND	ND
傷あり	検出 (0.010)	検出 (0.003)	検出 (0.004)

IDL:Y4(0.004)、Y5・R102 (0.003)、ND:IDL 値未満

4. 考察

過去 10 年の県内流通食品におけるタール色素の使用状況はおおむね適正であった。漬物における表示不適合の要因は、ラベル作成時の確認不足や原材料成分の認識不足等のヒューマンエラーによる管理不備であり、このことは、先行調査でも指摘されている¹⁾。

2022 年度の表示不適合の要因として「二次汚染」があるが、この収去品は Y4 を添加したたくあんを製造した樽を洗浄後、新たに Y4 を添加せずに製造されたものであった。この事例を受け、今回実施した疑似樽による検証実験では、傷なしの区画においても Y4 のみが検出された (0.007 μg/mL)。また、傷ありの区画からは 3 色全てが検出されたが、Y4 (0.010 μg/mL) がほか 2 色 (0.003 μg/mL、0.004 μg/mL) に比べ高濃度であった。Y4 は、タール色素の中でも極めて水溶性が高く、容易に洗い流されると想定される。しかし、米ぬか由来のタンパク質や脂質などの有機的な汚れ、いぶりがっこ由来の燻煙成分や発酵して弱酸性となったぬか床が繋ぎ役と

なり、器具の内側への吸着性が強固となった可能性が考えられた。一方、その差は僅かではあるが Y4 に比べ Y5 はプラスチックに定着しにくく、R102 は親油性が高いため、ぬか床の脂質へ移行しやすく、内壁面に残留しにくかったと思われる。タール色素の二次汚染を防ぐには、器具共用を避けるのが第一であるが、やむを得ず共用で複数製品を製造する際は原料残渣の洗浄を徹底することのほか、タール色素の物性を理解しておくことも必要と考えられる。

5. まとめ

過去 10 年間の検査結果から、表示不適合 12 事例は意図しない残留や人為的な管理不備が主因であり、悪質な違反は認められなかった。

厚生労働省による衛生行政報告例（令和 6 年度）によると秋田県の漬物製造業施設数は全国第 5 位であり、東北では最も多い。地域に根づく漬物文化の存続や信頼性向上のため、検査結果の背景にある「製造工程」も洞察する視点を持ち、引き続き精度の高いデータの提供を通じて、食の安全確保に寄与したいと考えている。

参考文献

- 1) 若狭有望他：収去食品の理化学検査における漬物の違反事例について（H22 ～R 元），秋田県健康環境センター年報，16, 2020, 58-60.

LC-MS/MS を用いたドクササコに含まれる有毒成分の分析について ～実際の食中毒事例から～

○佐藤大地 松渕亜希子 石田恵崇^{*1}

1. はじめに

毒キノコ的一种であるドクササコは、広葉樹林や竹やぶの地上に自生しており、中央部がくぼみ、フチが内側へ巻かれている特徴がある(図1)。有毒成分としてアクロメリン酸 A、アクロメリン酸 B、クリチジンなどが含まれているが、食用のナラタケ、ホテイシメジ等と外観が酷似しているため、食用キノコと誤認し喫食してしまう事による食中毒事例が全国でたびたび発生している。

秋田県においても、令和7年度に由利本荘保健所管内で発生した食中毒で、ドクササコが原因食品と判断された事例がある。本事例の原因食品の残品を入手できたことから、LC-MS/MSを用いてドクササコに含まれる有毒成分の分析を実施したので、その概要を報告する。



図1 ドクササコ

出典：厚生労働省ホームページ

<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000142713.html>

2. 本事例の経緯

令和7年10月20日、由利本荘保健所管内在住の70代男性が自宅敷地内に自生していたキノコを採取し、20日から23日にかけて、みそ汁にして喫食した。23日の起床後、四肢に痛みを感じ、翌24日に四肢、両耳及び両目に強い痛みの症状を呈したため、医療機関を受診し、同日入院した。

同月27日午前、医療機関から毒キノコによる食中毒疑い事例として由利本荘保健所に連絡があった。保健所による調査の結果、患者宅敷地内に自生しているドクササコを喫食したことによる食中毒と判断された。

その後、患者宅敷地内に自生していたドクササコ子実体(以下、「生キノコ」という。)及び患者がその生キノコを具材として調理したみそ汁が当センターに搬入された。この時点で食中毒としての対応は終了していたが、ドクササコの有毒成分について、理化学的手法による特定及び調理による挙動を確認するため、LC-MS/MSによる分析を実施することにした。

3. 分析方法

3.1 試料

患者宅から回収した生キノコは6個で、重量は1.01～7.28gであった(図2)。みそ汁は加熱されたドクササコ及び豆腐が含まれており、約400gであった。

生キノコは表面に付着していた枯葉や砂等の異物を取り除き、包丁で個々に全てを細切した。みそ汁は汁、ドクササコ、豆腐に分けて、包丁で細切した。

細切したものを50mLポリプロピレン遠沈管(以下、「遠沈管」という。)に2.0g量り採り、前処理用試料とした。なお、2.0gに満たない試料については全量を前処理に供した。

3.2 標準品

山形県衛生研究所から分与されたアクロメリン酸 A、アクロメリン酸 B 及びクリチジン(以下、「アクロメリン酸 A 等3成分」という。)を使用した。

50%(v/v)メタノール水溶液に溶解し、アクロメリン酸 A、アクロメリン酸 B は 10.0 µg/mL、

^{*1} 山形県衛生研究所

クリチジンは 500.0 µg/mL の標準原液を調製した。



図 2 患者宅敷地内に自生していたドクササコ

3.3 前処理（抽出）

生キノコ及びみそ汁の具材に 50%(v/v)メタノール水溶液 10 mL を加え、ホモジナイズ（10000 rpm、1 分間）した。みそ汁の汁はホモジナイズせず、50%(v/v)メタノール水溶液 10 mL を加え、手振とう（1 分間）した。次に、遠心分離（3000 rpm、10 °C、5 分間）を行い、上清を 20 mL メスフラスコに移した。別の遠沈管に 50%(v/v)メタノール水溶液 5 mL を加え、ホモジナイズ（10000 rpm、約 30 秒間）し、粉碎刃を洗浄した。この刃を洗浄した 50%(v/v)メタノール水溶液を先の残渣に加え、手振とう（約 30 秒間）した後、遠心分離（上記と同条件）を行い、得られた上清を先の上清に合わせ、50%(v/v)メタノール水溶液で 20 mL に定容し、抽出液とした。

3.4 前処理（精製）

C18 カラム（InertSepC18（500 mg）、ジーエルサイエンス社製）にメタノール 10 mL を注入し、コンディショニングを行った。抽出液 2000 µL（試料 0.2 g 相当）を正確に採取して C18 カラムに注入し、溶出液を 10 mL メス付きガラス試験管に回収した。さらに、0.2 % ぎ酸含有 90%(v/v)メタノール水溶液 5 mL を注入し、溶出液を回収した。得られた溶出液を超純水で 10 mL に定容し、親水性 PTFE フィルター（孔径 0.2 µm）でろ過したものを試験溶液とした。

3.5 測定条件

石田ら²⁾の条件を参考に設定した LC-MS/MS の測定条件を表 1 に示す。

3.6 検量線

0.5～100 ng/mL の範囲（9 点）で、ピーク面積による絶対検量線を作成し、良好な直線性（相関係数 0.999 以上）であることを確認した。

表 1 測定条件

カラム	Scherzo SS-C18 (2.0 mm i.d×100 mm 粒子径3 µm、インタクト社製)		
移動相	A液 : 0.2 % ぎ酸水溶液		
	B液 : 0.2 % ぎ酸・アセトニトリル		
グラディエント条件 (B液%)	0 min(0)→2 min(0)→12 min(30)→20 min(30) →20.1 min(0)→30 min(0)		
流速	200 µL/min		
カラム温度	40 °C		
注入量	5 µL		
イオン化法	ESI positiveモード		
測定モード	Scheduled MRM		
イオン源温度	500 °C		
イオン源電圧	5000 V		
MRM条件	成分	定量 (m/z)	定性 (m/z)
	アクロメリン酸A	311.0>265.1	311.0>219.0
	アクロメリン酸B	311.0>267.1	311.0>221.1
	クリチジン	271.1>139.0	271.1>121.0

3.7 添加回収試験

試料に市販のブナシメジ及びインスタントみそ汁の 2 食品を用いて実施した（添加濃度 0.1 µg/g、各食品 n=5）。

4. 結果

4.1 前処理の検討及び添加回収試験

抽出については、既報³⁾に従い 50%(v/v)メタノール水溶液で行った。精製については、脂質や色素などの除去に適した固相カラム C18 及び PSA による精製を試みたが、アクロメリン酸が不可逆的に PSA に吸着し溶出してこなかったため、C18 のみで行うとした。また、C18 でのアクロメリン酸 A 等 3 成分の最適な溶出条件をいくつか検討し、最終的に 0.2%ぎ酸含有 90%(v/v)メタノール水溶液で溶出することとした。

添加回収試験の結果を表 2 に示す。2 食品ともにアクロメリン酸 A 等 3 成分の回収率がほぼ 100%、相対標準偏差 10%以内となり、良好な結果が得られた。

4.2 回収品（生キノコ）の外観

当センターに搬入された生キノコの外観は、中央部がくぼんでいる、フチが内側に巻かれているなどの既出¹⁾のドクササコの特徴を有していた。

一方で、これらの知識がなければ、当該キノコの食用の可否を判別するのは困難であると考えられた。実際に、本事例の患者も当該キノコを虫が食べていたこと及び縦に裂けたことから、食用であると判断して喫食したとのことだった。なお、患者が判断材料としたこれらの根拠はいずれも迷信である。

4.3 アクロメリン酸 A 等 3 成分の分析結果

それぞれの試料における、アクロメリン酸 A 等 3 成分の濃度を表 3 に示す。

生キノコ 6 個から、アクロメリン酸 A が 6.6～9.6 µg/g、アクロメリン酸 B が 4.8～6.1 µg/g、クリチジンが 149.8～1140 µg/g で検出された。

みそ汁からは、キノコ、豆腐、汁から、アクロメリン酸 A が 0.9～1.3 µg/g、アクロメリン酸 B が 0.68～0.94 µg/g、クリチジンが 98.61～135.8 µg/g で検出された。

アクロメリン酸 A、B の 2 成分については、全ての生キノコで、また、みそ汁の汁及び各具材で、おおむね近い濃度であった。クリチジンについては、アクロメリン酸よりも高濃度で検出され、生キノコでアクロメリン酸の 70～150 倍、みそ汁で約 100 倍であった。さらに、生キノコのクリチジンでは、最低濃度と最高濃度でおおよそ 7 倍の差がみられた。

表 2 添加回収試験結果

成分			(%)
成分	ブナシメジ	みそ汁	
アクロメリン酸A	104.1 (3.7)※1	103.3 (1.9)	
アクロメリン酸B	100.4 (2.6)	104.0 (6.3)	
クリチジン	96.1 (6.4)	107.5 (9.0)	

※1 括弧内は相対標準偏差を示す (%)

表 3 食中毒原因食品の定量結果

試料				(µg/g)
試料	アクロメリン酸A	アクロメリン酸B	クリチジン	
生キノコ	子実体1	6.6	4.8	968.2
	子実体2	7.0	5.1	822.6
	子実体3	9.1	5.7	676.8
	子実体4	8.3	5.6	626.8
	子実体5	8.3	6.1	1140
	子実体6※3	9.6	5.6	149.8
みそ汁※1	キノコ	1.1 (4.0)※2	0.68 (1.3)	114.4 (3.4)
	豆腐	1.3 (8.5)	0.94 (4.8)	135.8 (2.7)
	汁	0.99 (3.5)	0.81 (3.4)	98.61 (1.4)

※1 各試料 n=3 で実施、各濃度は平均値を示す

※2 括弧内は相対標準偏差 (%) を示す

※3 試料量 1.01 g、2 g 相当に換算

5. 考察

LC-MS/MS を用いた分析により、全ての試料からアクロメリン酸 A 等 3 成分が検出された。このことから、本事例はドクササコを喫食した事による食中毒であることが裏づけられた。

みそ汁については、各具材、汁で、おおむね一定の濃度範囲内にあり、調理によって各成分が均一化されたと考えられた。また、アクロメリン酸 A 等 3 成分がキノコから汁へ移行することは既報⁴⁾により予測されていたが、本検査で、もう一つの具材である豆腐からも検出された。これは、水溶性であるアクロメリン酸 A 等 3 成分がみそ汁中の水分に溶解し、その水分が豆腐中の水分と置き換わったためと推察された。以上のことから、ドクササコそのものを喫食しなくても、一緒に調理した具材を喫食しただけで食中毒を発症する可能性のあることが示唆された。

今回分析に供した食中毒原因食品のみそ汁を一杯 200 g として、アクロメリン酸 A 等 3 成分の重量を算出すると、みそ汁一杯あたりアクロメリン酸 A が 0.22 mg、アクロメリン酸 B が 0.16 mg、クリチジンが 23.3 mg 含まれていたと推定される。患者は 10 月 20 日の朝食から 23 日の夕食まで、毎食 (20 日の夕食を除く計 11 回) ドクササコのみそ汁を喫食し、23 日の起床時には四肢に痛みを感じていたことから、20 日の朝食 (1 回目の喫食) から 22 日の夕食 (8 回目の喫食) のどこかで発症に至った摂取量に到達したと考えられる。以上より、今回の事例における発症に至った摂取量はアクロメリン酸 A が 0.22～1.76 mg、アクロメリン酸 B が 0.16～1.28 mg、クリチジンが 23.3～186.4 mg であると推定された。

秋田県は面積の約 7 割が山林に囲まれ、山の幸が豊富であり、キノコのシーズンになると各地の直売所等で天然キノコが販売され賑わいを見せている。一方で毒キノコによる食中毒もほぼ毎年発生しており、原因究明のための検査体制の整備や、予防のための啓発活動の重要性が更に増している。当センターにおける自然毒の分析体制の充実はもちろんのこと、関係機関と連携した啓発活動をとおして、今後も食中毒防止に資するよう努めていきたい。

参考文献

- 1) 厚生労働省：自然毒のリスクプロファイル：
ドクササコ (*Clitocybe acromelalga*) キシメジ
科カヤタケ属, <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000142713.html> [accessed April 23, 2026] .
- 2) 石田恵崇他：ドクササコに含有される有毒成分の精製および多成分同時分析法に関する研究, 食品衛生学雑誌, **63**, 2, 2022, 79-84.
- 3) 吉岡直樹他：ドクササコの毒性成分アクロメリン酸 A および B の LC-MS を用いた分析法の検討, 食品衛生学雑誌, **58**, 5, 2017, 241-245.
- 4) 石田恵崇他：ドクササコ有毒成分同時分析法の調理加工品への応用, 食品衛生学雑誌, **64**, 2, 2023, 89-93.

令和 7 年度田沢湖底質調査について

○中嶋周平 小林渉

1. はじめに

秋田県仙北市の田沢湖は、最大水深 423.4 m を誇る国内最深の湖である。田沢湖は元来 pH 6.7 の中性の湖であったが、昭和 15 年に電源開発と農地開拓を目的とした玉川酸性水の導入により、年々 pH が低下し、昭和 45 年頃には pH 4.2 まで低下した¹⁾。その後、平成 3 年 4 月から開始した中和処理事業により、水質の改善が図られているものの、令和 6 年度の平均値は pH 5.3²⁾と依然として水質管理目標の pH 6.0 以上の達成に向けた途上にある。

秋田県では、昭和 63 年 2 月に秋田県知事と東北地方建設局長（現、東北地方整備局長）の間で締結された協定（「玉川酸性水中和処理施設の維持管理に関する協定」及び「覚書」）に基づき、中和処理事業による水質への影響や効果の調査を目的として「玉川酸性水影響調査」を実施している。現在、当センターでは本調査のうち、「田沢湖水質調査」を 1 年に 2 回（5 月及び 7 月）、「田沢湖底質調査」を 5 年に 1 回実施している。

本報では、令和 7 年度に実施した「田沢湖底質調査」の概要と結果を報告し、当センターで毎年実施している「田沢湖水質調査」の結果を踏まえつつ、堆積層ごとの底質変化の要因を考察する。

2. 調査方法

2.1 調査日及び調査地点

令和 7 年 7 月 21 日に田沢湖湖心（北緯 39 度 43 分 14 秒、東経 140 度 39 分 44 秒）において底質を採取した。

2.2 採取方法

不攪乱柱状採泥器（離合社製、HR 型）を用いて採取した。得られた約 28 cm の柱状コア試料は、性状の変化を時系列的に把握するため、表層から 2 cm ごとに分画した。分画した試料は遠心分離を行い、上澄み液を捨てて残った底質を分析試料として使用した。

2.3 分析項目及び方法

分析項目は、含水率、強熱減量、金属含有量（Ca、Al、Fe）及びリン含有量とした。分析方法は「底質調査方法」（環境省、平成 24 年）に準じて行った。

3. 調査結果及び考察

3.1 含水率及び強熱減量

図 1 に含水率、図 2 に強熱減量の各層における結果を示す。

含水率は 46.5～86.3%の範囲にあり、垂直分布をみると、26-28 cm 層から 10-12 cm 層にかけて増加し、10 cm を境界に減少傾向に転じてから、4-6 cm 層で再び増加傾向に変わり、0-2 cm 層で最高値を示した。

また、強熱減量は 8.0～25.4%の範囲にあり、垂直分布をみると、含水率と似た増減傾向を示しているが、4-6 cm 層から表層にかけての増加割合は含水率よりも大きい傾向が見られた。

3.2 金属含有量

図 3 に各層における Ca、Al 及び Fe 含有量の結果、また図 4 に湖心表層における「田沢湖水質調査」の結果（pH、カルシウムイオン、アルミニウム

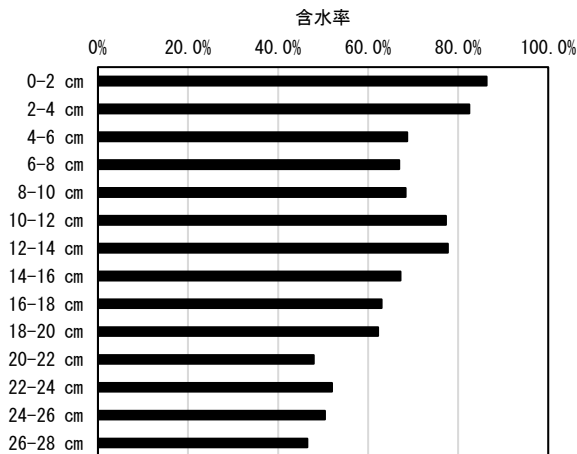


図 1 田沢湖底質試料の含水率

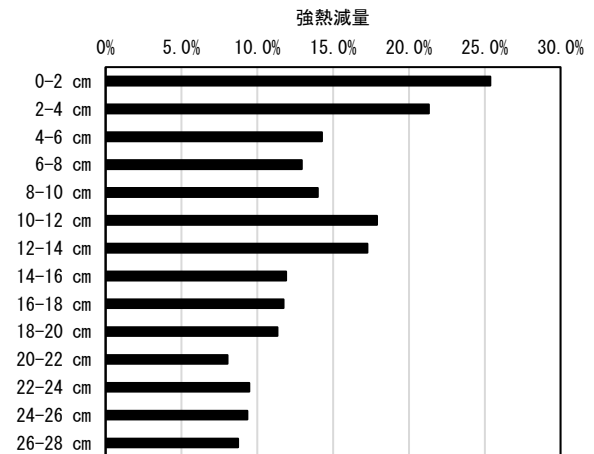


図 2 田沢湖底質試料の強熱減量

ムイオン、鉄イオン) を示す。

Ca 含有量は 3.1～9.5 g Ca/kg の範囲にあり、26-28 cm の層から 6-8 cm 層まで 3.5 g Ca/kg 付近を推移していたが、4-6 cm 層では 4.6 g Ca/kg に増加し、2-4 cm 層で最高値を示した。玉川酸性水中和処理施設では中和剤として石灰石（主成分：炭酸カルシウム、 CaCO_3 ）が使用されている。図 4 に示す湖心表層のカルシウムイオン（ Ca^{2+} ）濃度の経年変化を見ると、中和処理事業が開始した平成 3 年度以降、湖水中の濃度も増加傾向であることから、底質中 Ca 含有量の増加は中和剤である石灰石が影響していると考えられる。そのため、4-6 cm 層から表層までは中和処理事業開始（平成 3 年）以降に堆積した層である可能性が高いと推察できる。

Al 含有量は 65～170 g Al/kg の範囲にあり、26-28 cm 層から 14-16 cm 層までは 70 g Al/kg 付近を推移していたが、12-14 cm 層では 100 g Al/kg へと増加した。また、8-10 cm 層で 92 g Al/kg に減少し 6-8 cm 層まで減少傾向であったものの、4-6 cm 層で再び増加に転じ、2-4 cm の層で最高値を示した。

Fe 含有量は 46～100 g Fe/kg の範囲にあり、26-28 cm 層から 20-22 cm 層まで 46 g Fe/kg 付近を推移していたが、18-20 cm 層では 81 g Fe/kg に増加し、14-16 cm 層にかけておおむね同様の傾向で推移した。また、12-14 cm 層で 55 g Fe/kg に減少し、8-10 cm 層まで減少傾向であったものの、6-8 cm 層で再び

増加に転じ、2-4 cm の層で最高値を示した。

図 4 に示す、湖心表層の pH、アルミニウムイオン（ Al^{3+} ）、及び鉄イオン（ Fe^{2+} 、 Fe^{3+} ）濃度の経年変化より、平成 3 年の中和処理事業開始以降、湖水の pH の上昇に伴い Al^{3+} 濃度は減少し、鉄イオンは報告下限値を推移していることが分かる。 Al^{3+} は pH 5 付近で加水分解反応を起こし、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ の沈殿を生成することが知られている³⁾。そのため、4-6 cm 層から表層にかけての Al 含有量の増加は、玉川酸性水中に含まれる Al^{3+} が、pH 5 付近の湖心に流入して加水分解反応が起こったことで生成した沈殿が堆積したことによるものと考えられる。鉄イオンは、湖水中の濃度変化がほとんど見られなかったにも関わらず、底質中の含有量が増加した。この理由としては、中和処理施設から玉川ダムまでの間で玉川酸性水由来の Fe^{2+} が酸化反応と加水分解反応によって $\text{Fe}(\text{OH})_3$ の沈殿が生成するとされており³⁾、生成された $\text{Fe}(\text{OH})_3$ が湖心まで流入していることによるものと考えられる。

また、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ は 300 °C で熱分解反応を起こして水分子を脱離し⁴⁾、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ は 350～400 °C で熱分解反応を起こす性質をもつ⁵⁾。このことから、図 2 の強熱減量（処理温度：600 °C）が 4-6 cm 層から表層にかけて増加した要因の一つとして、上記の水酸化物の増加に伴う、熱分解反応による減量が挙げられると考えられる。

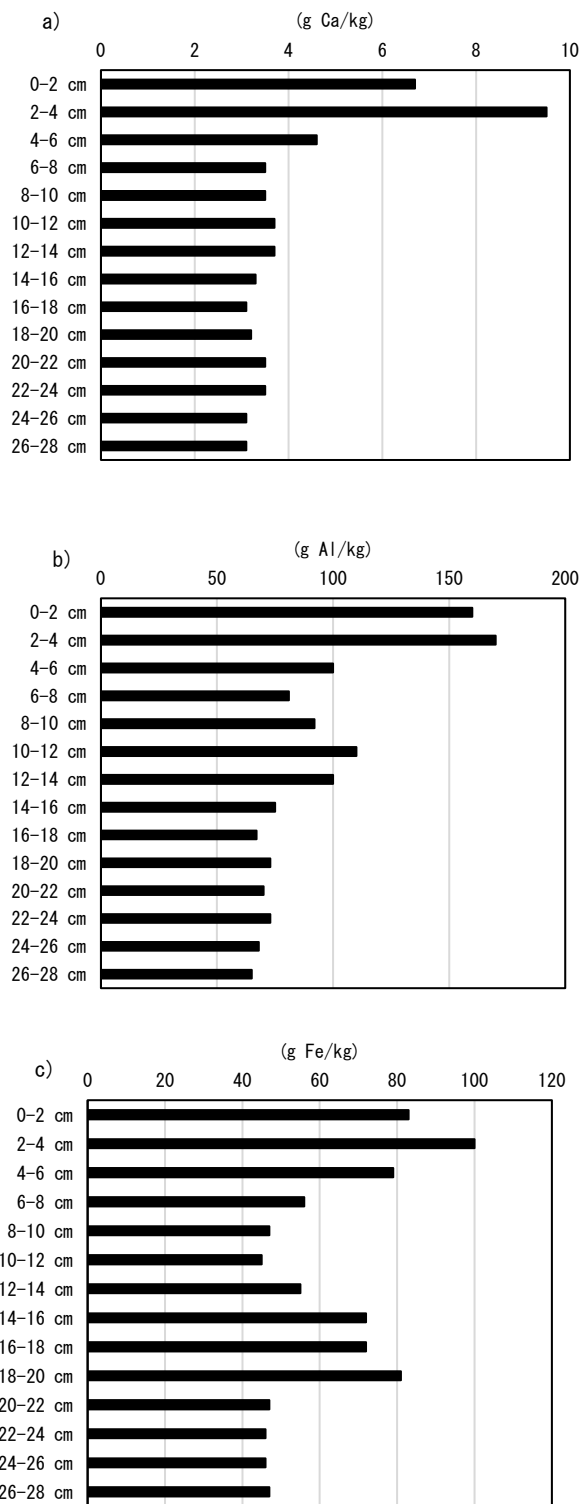


図3 田沢湖底質試料の金属含有量
a) Ca 含有量、b) Al 含有量、c) Fe 含有量



図4 田沢湖湖心表層における pH、各金属イオン
濃度変化 (昭和 63 年～令和 7 年)
a) pH、b) Ca^{2+} 、c) Al^{3+} 、d) $\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$

従って、4-6 cm 層から表層にかけて Ca とともに Al 及び Fe 含有量が増加していることは、中和処理事業による pH 上昇の効果が、底質の化学組成の変化として反映されていることを示している。

3.3 リン含有量

図 5 に各層におけるリン含有量の結果を示す。

リン含有量は 0.56~0.80 g P/kg の範囲にあり、26-28 cm 層から 12-14 cm 層にかけて増加傾向で、12 cm を境界に減少傾向に転じてから 4-6 cm 層で再び増加傾向に転じた。

中和処理事業開始以降に堆積したと推察できる、4-6 cm 層から表層までにおける層ごとのリン含有量が再び増加傾向に転じた要因としては、有酸素環境下では、水中のリン酸イオンは $\text{Fe}(\text{OH})_3$ に吸着するため、 Fe^{3+} に捕捉されて不溶解性の凝集物として沈降、堆積する性質を持つことが挙げられる⁶⁾。すなわち、中和処理によって生成された $\text{Fe}(\text{OH})_3$ のうち、水中のリン酸イオンを捕捉した凝集物の一部が玉川ダム等で沈降しきれずに田沢湖内へ流入し、湖底に堆積したためと考えられる。

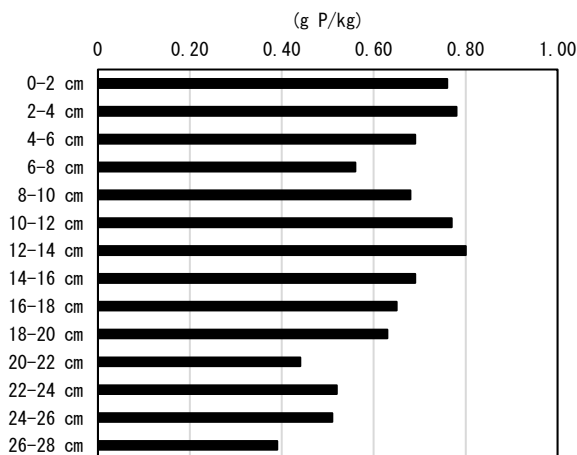


図 5 田沢湖底質試料のリン含有量

4. まとめ

本調査により、以下のことが明らかになった。

1. 田沢湖の湖心における底質 4-6 cm 層から表層において、強熱減量、Ca、Al 及び Fe 含有量の増加が確認された。Ca 含有量の増加は玉川酸性水中和処理事業で使用されている石灰石による影響が考えられる。また、強熱減量、Al 及び Fe 含有量の増加は、玉川酸性水由来の Al 及び Fe が加水分解反応により水酸化物として沈殿・堆積した影響が一因していると考えられ、中和処理事業による田沢湖湖心の pH 上昇の影響が底質の組成変化として反映されている。
2. リン含有量については 4-6 cm 層から表層にかけて、再び増加傾向に転じた。このことから、中和処理によって生成された $\text{Fe}(\text{OH})_3$ のうち、水中のリン酸イオンを捕捉した凝集物の一部が田沢湖内に流入し、湖底に堆積した可能性が考えられる。

参考文献

- 1) 秋田県：令和 7 年版 環境白書，2026，86-91.
- 2) 秋田県：令和 7 年版 環境白書（資料編），2026，65.
- 3) 成田修司他：玉川源泉の成分変化が田沢湖の pH に及ぼす影響，秋田県健康環境センター年報，5，2009，93-99.
- 4) 大木道則他：化学便覧基礎編 I 改訂 4 版，丸善出版，1993，120.
- 5) 昭和化学株式会社：安全データシート（SDS），水酸化鉄（III），http://www.showa-chem.com/M_SDS/09101350.pdf [accessed May 29, 2026].
- 6) 永田俊他：温暖化の湖沼学，京都大学学術出版会，2012，153.

八郎湖における塩化物イオン濃度について

○對馬就

1. はじめに

八郎湖は、八郎潟の干拓によって残存した湖である。干拓前の八郎潟は船越水道で日本海と繋がる汽水湖であったが、干拓事業の際に設置された防潮水門で日本海からの海水の浸入を遮断したことで、現在では淡水湖となっている¹⁾。

八郎湖水は主に農業用水として利用されている。塩化物イオン濃度が高くなると湖水の電気伝導度が高くなり、水稻をはじめとする作物の生育に影響を与えることが知られている²⁾。当センターでは、定期的に塩化物イオン濃度を測定し、その推移をモニタリングしている。本報では、昭和 55 年度から令和 6 年度までの八郎湖公共用水域水質調査地点における塩化物イオン濃度について、地点ごとの違いや経年変化、季節変動を整理するとともに、湖水中に含まれる塩化物イオンによる作物への影響について、文献を参考に検討したので報告する。

2. 方法

昭和 55 年度から令和 6 年度までの公共用水域水質測定結果の結果から、図 1 に示す八郎湖

内 8 地点（浜口機場、野石橋、大潟橋、調整池東部、大久保湾、湖心、調整池西部、防潮水門）、排水機場 2 地点（南部排水機場、北部排水機場）における毎月 1 回のデータを使用した。

塩化物イオン濃度の測定は、試料を孔径 0.6 μm のガラス繊維ろ紙でろ過した後、JIS の規定に基づき、イオンクロマトグラフィーにて分析した。

3. 結果及び考察

3.1 水平分布

各地点における昭和 55 年度から令和 6 年度までの塩化物イオンの平均濃度を図 2 に示す。八郎湖内 8 地点の平均濃度は 35～95 mg/L であり、船越水道から近い調査地点ほど塩化物イオン濃度が高くなる傾向が見られた。八郎湖は防潮水門により日本海と遮断されたが、湖と海を行き来する漁船や生き物が往来できるよう、閘門ゲートや魚道が設けられており、そこから海水が侵入している影響で数値が高いと考えられる。排水機場 2 地点はいずれも 150 mg/L と、湖



図 1 八郎湖全体図と調査地点

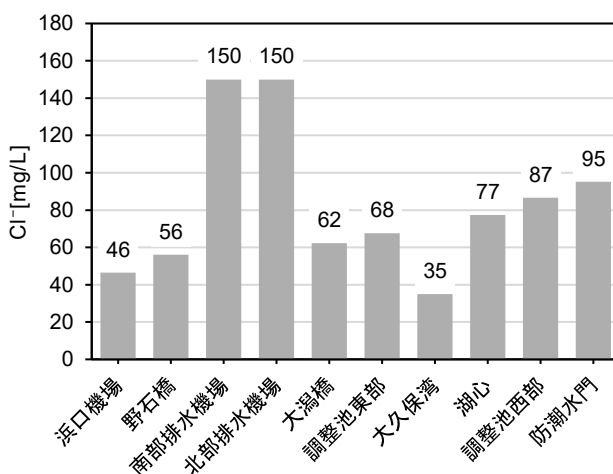


図 2 昭和 55 年度から令和 6 年度までの各地点における Cl⁻ 濃度の平均値

内と比較して高い値を示した。幹線排水路が整備されている大潟村は長年汽水湖であった八郎湖の干拓によって誕生したため、その土壌には大量の塩分を含んでいる。また、大潟村では堤防からしみ出した八郎湖由来の浸透水が至る所から湧いており、これが地表の排水と混ざって塩分を含み、一級幹線排水及び中央幹線排水路を通して南部排水機場や北部排水機場へ流れ込むため、この2地点の塩化物イオン濃度が高くなっていると考えられる。

3.2 経年変化

各地点における昭和55年度から令和6年度までの塩化物イオン濃度の年平均値を図3に示す。排水機場2地点では、最も高い年度で250 mg/L程であったが、近年は120~130 mg/L程と半分以下の濃度となっている。このことは、干拓地の塩分の溶脱が長い年月をかけて確実に進行していることを示唆している。ほかの地点においても、塩化物イオン濃度は低下傾向を示していた。防潮水門が完成した昭和36年以降、調整池の塩化物イオンの最終到達濃度は100 mg/Lとシミュレーションされていた³⁾が、近年では30~60 mg/L程まで下がっており、湖水の淡水化が着実に進行していることが確認された。

昭和62年度は、8月31日から9月1日にかけて台風が接近した影響を受け、八郎湖調整池内に海水が大量に流入した⁴⁾。その結果、湖内の塩化物イオン濃度が1000 mg/L以上と、他年度の10倍以上の値となった。

3.3 経月変化（季節変動）

各地点における昭和55年度から令和6年度までの塩化物イオン濃度の各月平均値を図4に示す。八郎湖8地点については、年間を通じて平均濃度45~68 mg/Lと、おおむね一定の濃度で推移していた。

排水機場2地点では9月から4月の期間においては平均濃度200 mg/L前後で推移しているが、5月から8月にかけて平均濃度80 mg/Lと半分以下の濃度となっていた。八郎湖では、5月から8月頃にかけて農業活動が活発に行われるため、農業用水として排水機場から大量の湖水をくみ上げている。この過程で排水機場の塩化物イオン濃度が湖水によって急激に希釈され、

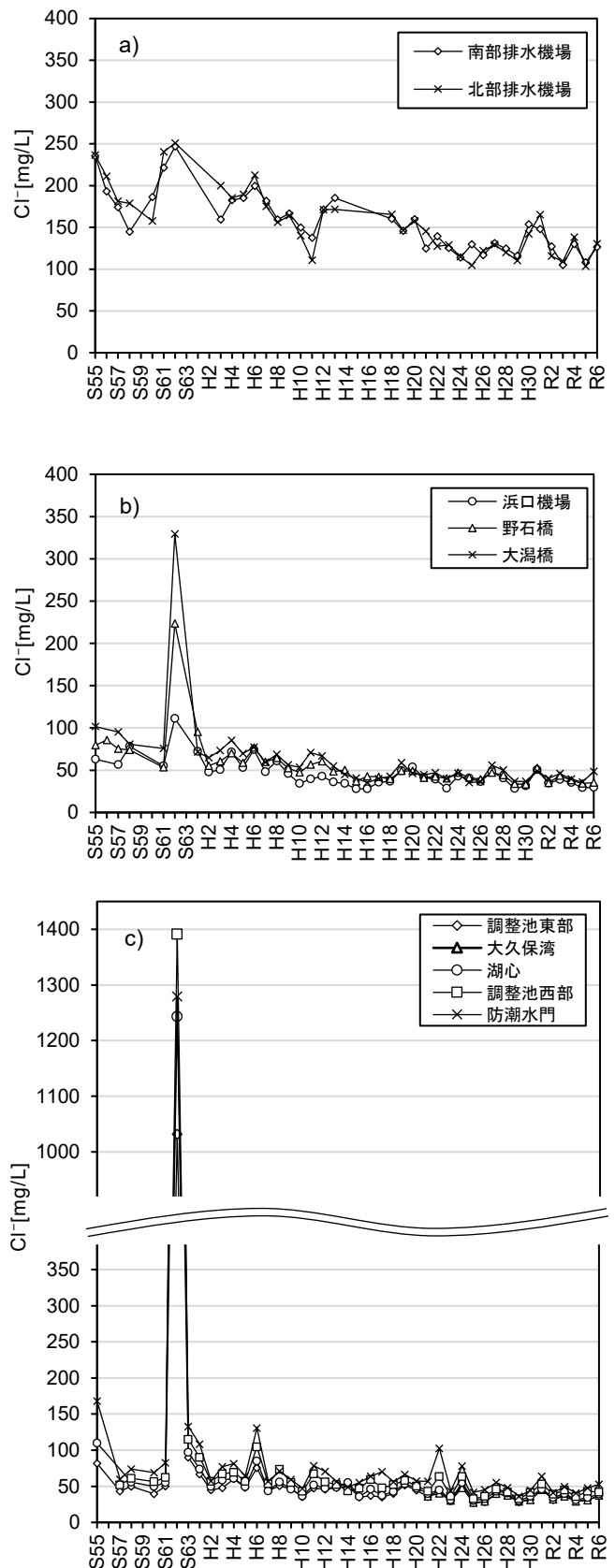


図3 各地点における Cl^- 濃度の経年変化

- a) 南部排水機場、北部排水機場
- b) 浜口機場、野石橋、大潟橋
- c) 調整池東部、大久保湾、湖心、調整池西部、防潮水門

濃度が低下していると考えられる。

3.4 水稻への影響

農業用水の要望水質（水稻）では、水稻の正常な生育のために望ましい灌漑用水の指標として、電気伝導度は $300\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 以下とされている⁵⁾。図5に、昭和56年度から令和6年度までの灌漑期における八郎湖内8地点の電気伝導度の平均値を示す。電気伝導度は全地点にて低下傾向を示しており、直近ではおよそ $200\sim 300\ \mu\text{S}/\text{cm}$ と、指標を満たしていることが確認された。

また、八郎潟干拓計画時の指標として、八郎湖における灌漑用水の許容塩化物イオン濃度は、田植え時及び出穂時に $350\ \text{mg}/\text{L}$ 以下、生育時に $600\ \text{mg}/\text{L}$ 以下とされている⁶⁾。八郎湖水の塩化物イオン濃度は $50\sim 60\ \text{mg}/\text{L}$ であるため、塩化物イオンによる水稻への影響は小さいとみられる。

4. おわりに

八郎湖中の塩化物イオン濃度は船越水道に近い地点や南部排水機場、北部排水機場にて高くなる傾向が見られ、海水の侵入や干拓地からの塩分の溶出による影響が考えられた。

排水機場2地点の塩化物イオン濃度は灌漑期に大きく低下することが確認され、八郎湖水の利水状況により大きく変化することが示唆された。

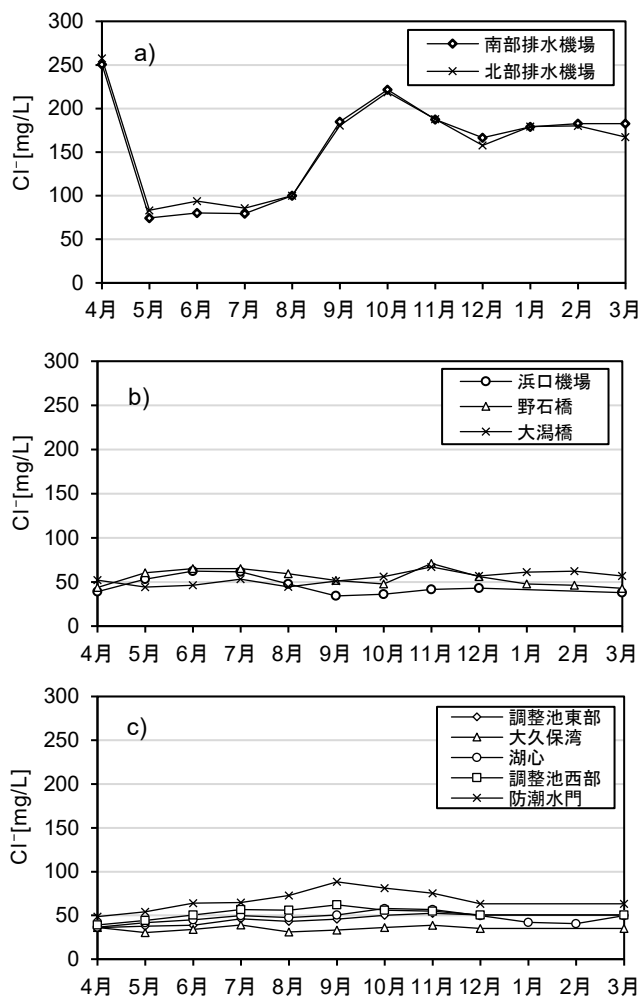


図4 各地点における Cl^- 濃度の経月変化

- a) 南部排水機場、北部排水機場
b) 浜口機場、野石橋、大潟橋
c) 調整池東部、大久保湾、湖心、調整池西部、防潮水門

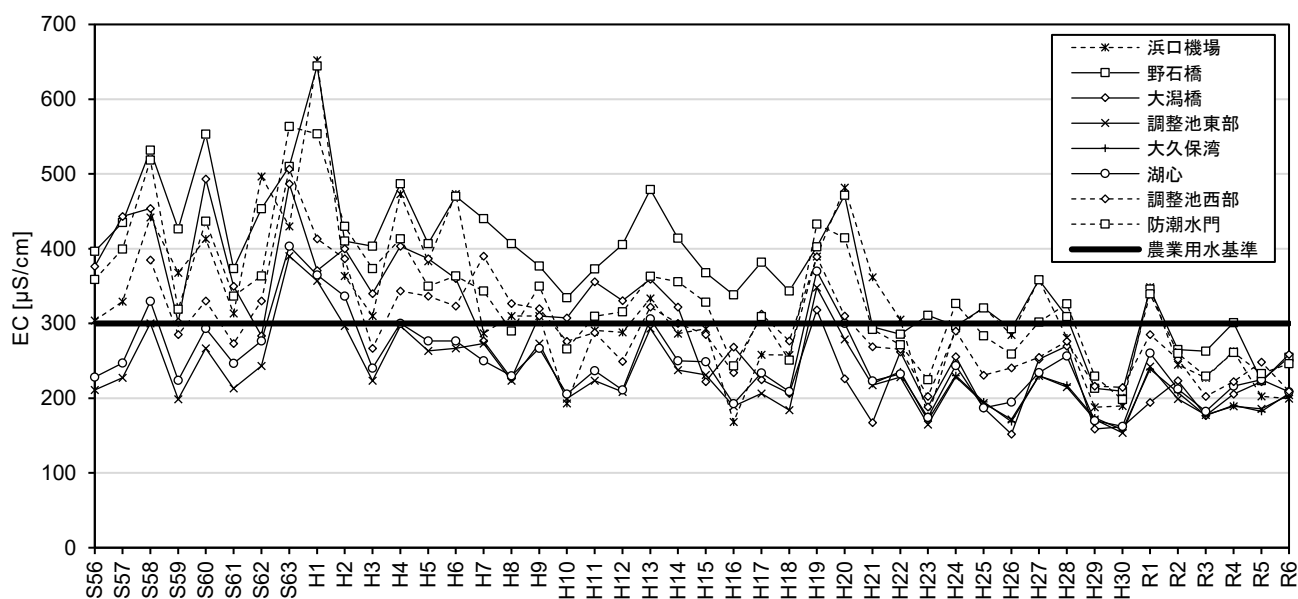


図5 昭和56年度から令和6年度までの灌漑期における八郎湖内8地点の電気伝導度の平均値

八郎湖水の電気伝導度と塩化物イオン濃度はどちらも減少傾向であることが確認され、直近の結果では両数値に関する指標も満たしていることから、電気伝導度と塩化物イオンによる水稻への影響は小さいと考えられた。

参考文献

- 1) 秋田県（2025）：八郎湖に係る湖沼水質保全計画（第4期），2026.
- 2) 農林水産省：農地の塩害と除塩，<https://www.maff.go.jp/j/press/nousin/saigai/pdf/110414-01.pdf>
- 3) 田内他：八郎潟淡水湖の実績，農業土木学会誌，**44**, 9, 1976, 48-52.
- 4) 秋田県：八郎湖の概要，<https://www.pref.akita.lg.jp/pages/archive/26334>
- 5) 農林省公害研究会：農業用水の要望水質（水稻），1970.
- 6) 八郎潟干拓事務所：八郎潟干拓事業誌，1969.

実際に食中毒事例で検出されたマイナーな食中毒菌

○今野貴之 佐藤由衣子 伊藤佑歩 関谷優晟 高橋志保

1. はじめに

細菌チームでは、保健衛生、食品衛生、環境保全に係る様々な試験検査業務を行っているほか、食中毒等の集団発生に伴う原因究明のための検査や、これらの試験検査に関連した調査研究を実施している。

2025年8月某日、他県保健所からの連絡により、秋田県内の宿泊施設利用者に食中毒を疑う症状が出ていることが判明した。管轄保健所の疫学調査により、8月の特定の期間に当該施設に宿泊、食事をした171名のうち88名が水様性下痢、腹痛、倦怠感などの症状を呈していたことが確認された。本事例では、病因物質の調査過程で、主要な食中毒菌以外にも、様々な非典型的な食中毒菌が検出された。

今回、当該食中毒事例の検査概要とともに、検出された非典型的な食中毒菌について、センターのこれまでの研究成果等と併せて紹介する。

2. 方法

2.1 食中毒対応検査の調査対象

食中毒の発生に伴う検査として、患者便2検体、従事者便17検体、食品（牛肉）1検体、フキトリ16検体、水7検体（氷1検体含む）を調査した。

2.2 病因物質の検査

病原大腸菌、赤痢菌、サルモネラ属菌、ビブリオ属菌、セレウス菌、ウェルシュ菌、黄色ブドウ球菌、エルシニア・エンテロコリチカ／シュードツベルクロシス、カンピロバクター・ジェジュニ／コリを対象に、常法に従い培養検査を実施し、各食中毒原因菌の主要な病原遺伝子等をPCRにより確認した。

2.3 分子疫学解析

病原大腸菌等の一部の菌株については、PCRによる血清型別、*Xba*Iを使用したパルスフィールドゲル電気泳動を行った。

3. 結果及び考察

3.1 病因物質の検出状況

秋田県で検査した患者2名からは主要な食中毒菌は検出されなかったが、1名から病原大腸菌の検査に関連して毒素遺伝子の一種である*astA*のみを保有した大腸菌、黄色ブドウ球菌の検査に関連して *Staphylococcus argenteus* *seb*(+) が検出された。従事者では、17名のうち2名から腸管病原性大腸菌、3名からセレウス菌 *ces*(-)、1名からウェルシュ菌 *cpe*(-)、5名から黄色ブドウ球菌（1名のみ *sec*+) が検出されたほか、7名から *astA* 単独保有大腸菌が検出された。フキトリからは、16検体中2件からウェルシュ菌 *cpe*(-)、ほか1件からセレウス菌 *ces*(-)が検出された。食品及び水からは主要な食中毒菌は検出されなかったが、施設の使用水1検体から病原大腸菌の検査に関連して *Escherichia albertii* が検出された。秋田県の検査結果をもとに、患者が発生している自治体に病因物質の調査を依頼したところ、21か所の自治体の患者72名うち、11名から腸管病原性大腸菌、2名からセレウス菌 *ces*(-)、1名からウェルシュ菌（*cpe* 不明）の検出が報告されたほか、10名から *astA* 単独保有大腸菌、2名から *afaD* 保有大腸菌、4名から *E. albertii* の検出が報告された（表）。

非典型的な食中毒菌として検出された *astA* 単独保有大腸菌の一部を解析したところ、複数の種類が混在していたが、一部で従事者と患者由来株に共通の菌株が確認された。*afaD* 保有大腸菌2株は同一のPFGEパターン、*E. albertii* についても水由来株と患者由来3株のPFGEパターンが一致しており、食中毒への関与が示唆された。

表 2025 年 8 月に発生した食中毒事例における病因物質の検出状況

検査項目	カテゴリー 病原遺伝子	検体の種類				
		食品 n=1	水 n=7	フキトリ n=16	従事者便 n=17	患者便 n=74*
主要な食中毒菌	病原大腸菌	腸管病原性大腸菌	—	—	—	2名
		他	—	—	—	—
	黄色ブドウ球菌	<i>sec</i> (+)	—	—	—	1名
		<i>sea-see</i> (-)	—	—	—	4名
	セレウス菌	<i>ces</i> (-)	—	—	1件	3名
	ウェルシュ菌	<i>cpe</i> (-)、不明	—	—	2件	2名
非典型的な 食中毒菌	その他（5項目）	—	—	—	—	—
	<i>astA</i> 保有大腸菌	—	—	—	7名	11名
	<i>afaD</i> 保有大腸菌	NT	NT	NT	NT	2名
	<i>E. albertii</i>	—	1件	—	—	4名
	<i>S. argenteus</i>	<i>seb</i> (+)	—	—	—	1名

NT: 検査せず

*管轄している自治体により検査項目が異なる

3.2 非典型的な食中毒菌について

3.2.1 *Staphylococcus argenteus*

S. argenteus は、黄色ブドウ球菌の近縁種で、元々は黄色ブドウ球菌の特定の遺伝系統に属していたが、2015年に新種として再分類された。黄色色素を産生せず、培地上では白色のコロニーを形成するのが特徴で、「黄金」を意味する *aureus* に対して、*argenteus* は「銀色」を意味する。過去に秋田県でも *S. argenteus* による食中毒が発生しており、毒素遺伝子として *seb* を保有していた。ただし、ブドウ球菌による食中毒は、食品中に産生された毒素が原因となるため、潜伏期間が平均約 3 時間と短いのが特徴であり、今回の食中毒事例に対する本菌の関与は不明であった。

3.2.2 *astA* 単独保有大腸菌（EAST1EC）

病原大腸菌は、病原性の違いにより腸管出血性大腸菌、腸管病原性大腸菌、毒素原性大腸菌、腸管侵入性大腸菌、腸管凝集付着性大腸菌の 5 つに大別されるが、EAST1EC は腸管凝集付着性大腸菌にみられる毒素遺伝子 *astA* のみを保有する。近年、集団食中毒の原因菌として報告されているが、健康保菌者も多く、病原性については未だ確立されていない。そのため、食中毒等の原因菌と特定するためには、ほかに主要な食中毒菌が検出されていないことや性状が同一の菌株が多数検出されることが重要と考えられている。今回の食中毒事例では、比較的検出率が

高かった一方、主要な食中毒菌として腸管病原性大腸菌も検出されていた。様々な血清型が確認され、必ずしも同一の性状ではなかったが、分子疫学解析により一部で従事者由来株と患者由来株に関連がみられたことから、病因物質の一つである可能性が考えられた。

3.2.3 *afaD* 保有大腸菌

afaD は大腸菌の腸管細胞への接着様式の一つである分散接着性に関わる遺伝子である。分散接着性大腸菌は多様な菌群であり、その病原性は明確になっていない。今回の食中毒事例で検出されたのは、同一の自治体の患者由来 2 株のみで、検出数は多くなかったが、秋田県を含め多くの自治体では検査項目に含まれていないことも考えられる。患者由来の菌株と施設との関連を調査することはできなかったが、分散接着性大腸菌を下痢原性の大腸菌の一種としている場合もあり、病因物質の一つとなっていた可能性が考えられた。

3.2.4 *Escherichia albertii*

E. albertii は、2003年に新種として承認された新規の食中毒菌で、病原遺伝子として腸管病原性大腸菌や腸管出血性大腸菌と共通する *eae* や、一部の菌株ではペロ毒素の亜型（主に *stx2f*）を併せ持っている場合がある。また、細胞膨化致死毒素の遺伝子 *cdt* を保有する。

本菌の感染経路は明確になっていないが、食肉以外にも野菜類や貝類等で汚染が見られる。

また、環境水では比較的検出率が高いことが分かっており、環境水が直接又は食品等を汚染して間接的に感染源になっている可能性が考えられる（図）。今回の食中毒事例では、患者 4 名から検出され、得られた分離株のうち 3 株で施設の使用水由来の菌株と同一の PFGE パターンを示していた。このことは、今回の事例への本菌の関与を強く示唆しており、*E. albertii* も病因物質の一つと考えられた。

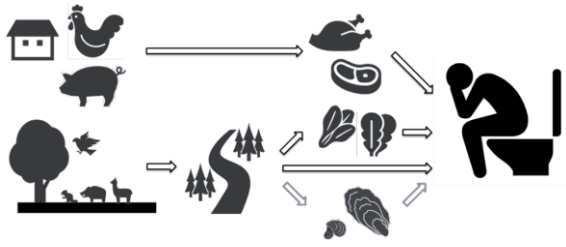


図 *Escherichia albertii* の感染経路モデル

4. まとめ

今回の食中毒事例では、様々な細菌が検出され、複合的な感染が疑われた。施設で使用していた水からは *E. albertii* しか検出できなかったが、その PFGE パターンは患者由来株と一致しており、水系感染による食中毒であったと推定された。その他の病因物質と推定された菌についても、様々な血清型が検出されたが、このことは特定の菌によって汚染された食品が感染源ではなく、消毒されていない水を介して施設内で広く食中毒菌の汚染が起こっていた可能性が高いことを示したものと考えられた。

秋田県における 2025 年 4 月～2026 年 3 月の 急性呼吸器感染症の発生動向を生態学的に紐解く

○萩生田遼 小川千春 檜尾拓子 藤谷陽子 柴田ちひろ 斎藤博之 木内雄

1. はじめに

令和 7 年 4 月 7 日から、急性呼吸器感染症（Acute Respiratory Infection、以下 ARI）が感染症法上の五類感染症に位置づけられ、定点サーベイランスが開始された。本サーベイランスは、流行中の呼吸器感染症の動向を把握するとともに、新興・再興感染症の発生を迅速に探知することを目的としている。報告対象となる症例定義は、「咳嗽、咽頭痛、呼吸困難、鼻汁、鼻閉のいずれか一つ以上の症状を呈し、発症から 10 日以内の急性的な症状であり、かつ医師が感染症を疑う外来症例」とされている。

近年、新型コロナウイルス感染症の世界的流行を経て、様々な呼吸器感染症の流行動態が不規則化しており、その動向把握は公衆衛生上の重要な課題となっている。このような背景から、感染症の流行動態を環境要因や病原体間の関係性から理解する「感染症生態学」の視点が重要視されている。多岐にわたる呼吸器症状を引き起こす病原体を網羅的に捕捉できる ARI サーベイランスのデータは、単一の病原体の動向だけではなく、複数の病原体の構成バランスや流行の遷移といった包括的な解析に適している。

そこで本検討では、秋田県における ARI サーベイランス導入初年度の 1 年間（2025 年 4 月 7 日～2026 年 3 月 31 日）に ARI 患者から検出された病原体の発生動向について、生態学的な観点からの解析結果を報告する。

2. 材料及び方法

2.1 対象検体

2025 年 4 月 7 日～2026 年 3 月 31 日に、県内 6 か所の ARI 病原体定点医療機関（A～F）で ARI 患者から採取された呼吸器由来検体（鼻咽頭拭い液、鼻汁等）618 検体を対象とした。

2.2 病原体探索

2.2.1 対象病原体

国から指定された呼吸器感染症ウイルス 7 種及び県独自項目として呼吸器症状を引き起こす病原体 5 種、計 12 種について病原体探索を行った（表 1）。

2.2.2 遺伝子解析

自動核酸精製装置 MagNA Pure 24（Roche）を用いて検体 500 μ L から 100 μ L の核酸抽出液を得た。

表 1 対象病原体

分類	検査項目		
	病原体名	対象型	国指定
RNAウイルス	インフルエンザウイルス（Flu）	A型：H1pdm型、H3型 B型：ビクトリア系統	○
	パラインフルエンザウイルス（PIV）	1～4型	○
	RSウイルス（RSV）		○
	ヒトメタニューモウイルス（hMPV）		○
	ライノウイルス/エンテロウイルス（RhV/EV）		○
	新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）		○
	ヒトコロナウイルス（HCoV）	229E型、OC43型 NL63型、HKU1型	
	パレコウイルス（PeV-A）		
DNAウイルス	アデノウイルス（AdV）		○
	ヒトパルボウイルスB19（PVB19）		
	ヒトボカウイルス（HBoV）		
細菌	肺炎マイコプラズマ（MP）		

その後、リアルタイムPCR（THUNDERBIRD Probe One-step qRT-PCR Kit,東洋紡;LightCycler 480 II,Roche）により計12種の病原体の検出を試みた。

2.3 統計解析

統計解析は R version 4.6.0 を用いて行った。病原体検出数データに基づき、病原体相の多様度を定量化する指標として、種の豊富さと均等を反映する Shannon 指数を算出した。算出には R パッケージ「vegan」の diversity 関数を用いた。次に、検出病原体相の類似度を評価するために、Bray-Curtis 距離を用いて距離行列を算出し、検体採取月及び各 ARI 病原体定点医療機関における病原体群集構造の相違を可視化した。月別の解析には同パッケージの metaMDS 関数による非計量多次元尺度構成法 (NMDS) を適用した。一方、医療機関別の解析においては、各施設からの検体数の違いが結果に及ぼす影響を配慮し、施設間の傾向を客観的に比較・評価するため、cmdscale 関数による主座標分析 (PCoA) を適用し、各主座標軸の寄与率を算出した。

3. 結果及び考察

3.1 ARI 検体数の推移

ARI 病原体定点医療機関別（A～F）の年間検体数は 12（A）～238 検体（E、F）と施設の規模や診療状況等により、検体数に幅が見られた（図 1）。

各医療機関の月別検体数推移を図 2 に示す。医療機関 A からは、診療状況等に応じ、年間を通じてスポット的に検体が提出された。また、医療機関 B、C 及び D からの提出数は、春季から初夏（4～7 月）の期間に集中する傾向がみられ、さらに医療機関 C においては 11 月にも再び提出数の増加がみられた。一方で、医療機関 E 及び F からは、年間を通じて極めて安定した頻度で提出が維持されていた。

ARI 患者から採取された計 618 検体のうち 435 検体から病原体が検出された（年間平均陽性率 70.4%）（図 3）。月別検体数は 32～72 検体の間で変動がみられたが、一定以上の検体数が確保されていた。一方で、月別の検出病原体の陽性率には顕著な季節変動がみられた。4 月（41.8%）を最低値として秋季に向けて上昇し、

10 月（93.0%）に最高値に達した後、11～12 月にかけて約 8 割の陽性率（79.6～89.8%）が続いた。8 月の検体数減少は受診者数の減少や医療機関の休診等の影響と考えられた。以上より、本結果は検体採取の偏りを含みつつも、地域の実際の流行動態を一定の精度で捉えている可能性が高いと考えられた。

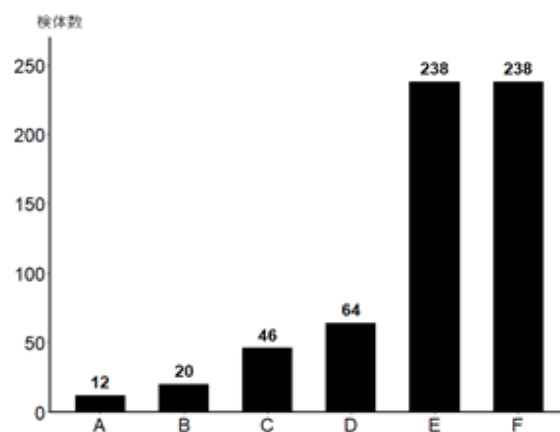


図 1 ARI 病原体定点医療機関の ARI 検体数

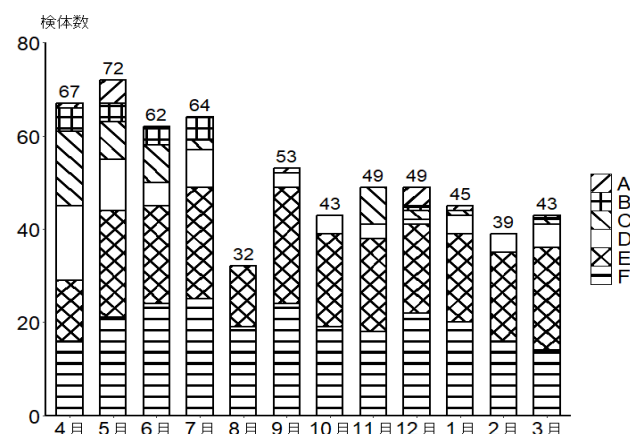


図 2 ARI 病原体定点医療機関の検体数の月別推移

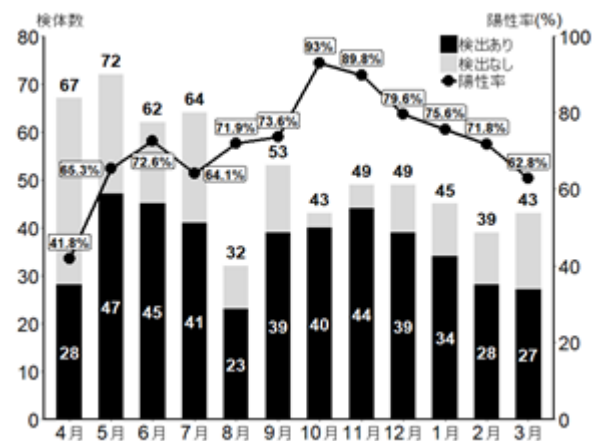


図 3 ARI 検体数の月別推移と陽性率

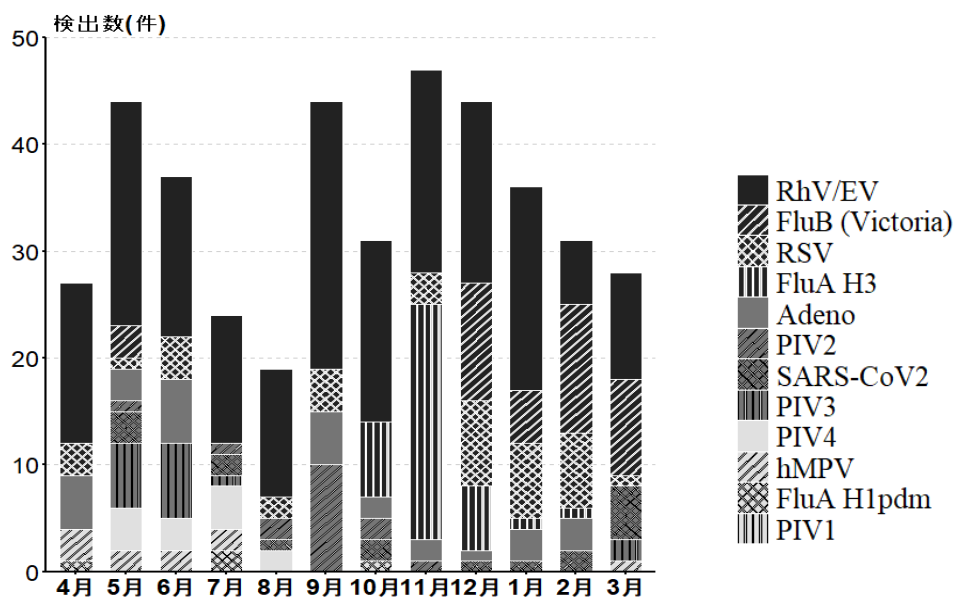


図 4 国指定の検出病原体の内訳

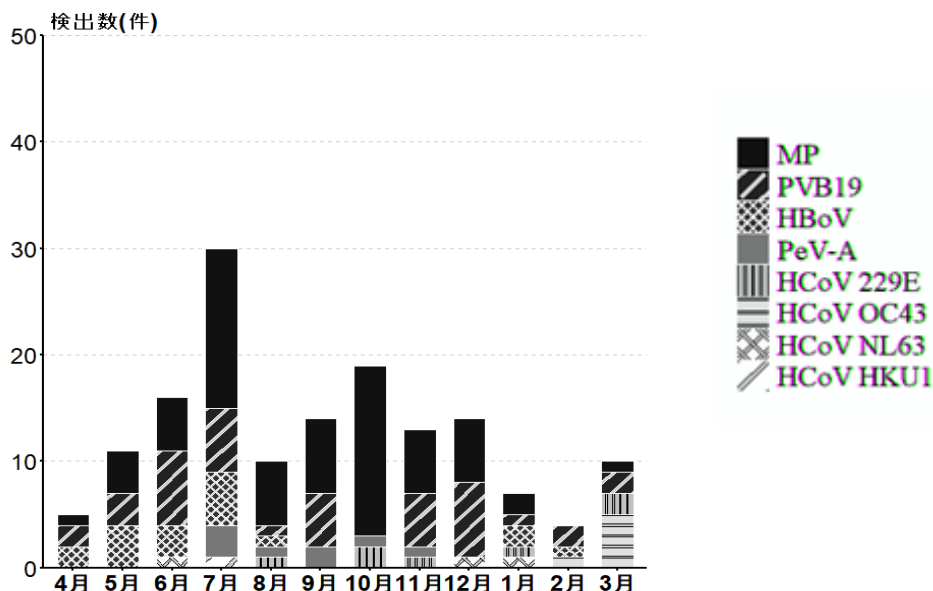


図 5 県独自の検出病原体の内訳

3.2 検出病原体の内訳

国が指定する対象項目と県独自の追加検査項目に基づき、ARI 患者検体から検出された病原体の内訳を評価した（図 4、5）。

国指定の検出病原体については、RhV/EV が最も多く（計 188 検体）、かつ通年で検出されており、県内における呼吸器病原体相の主要な構成要素となっていることが示された。一方で、各病原体の流行時期には明らかな季節性が認められた。4～6月に PIV3 型や 4 型、Adeno が計 20 検体前後検出され、8月の減少期を経て、秋季の 9月には PIV2 型（10 検体）が一時的に増加した。さらに、検出数がピーク期であった

11 月には FluA H3 が 22 検体と急激な検出数の増加、12 月以降は FluB へと流行の中心がシフトするパターンが観察された（図 4）。

県独自の検出病原体については、年間の総検出数は国指定項目に比べて限定的であったものの、MP は 2 月を除き年間を通じて持続的に検出され、特に 7 月（15 検体）、10 月（16 検体）に明らかなピークがみられた。これは県内における散発的な流行動態を捉えていると考えられた。月別内訳の比較において、10～11 月の全体検出数のピークは、単一の病原体によるものではなく、FluAH3 と MP の同時流行によるものであることが示された（図 5）。5～7 月にかけて

は、HBoV や PVB19 の検出数が相対的に増加した。3 月については、HCoV OC43 型の検出数が相対的に増加した。一方で、PeV-A の検出は年間を通じて極めて少数であった（図 5）。

3.3 月別の検出病原体相の多様性解析

月別の検出病原体相の多様度を Shannon 指数 (H') で評価した（図 6）。その結果、多種多様な病原体が混在した 5～7 月に高値を維持し、7 月に最高値 ($H' = 2.096$) が示された。一方、秋季以降は低下傾向に転じ、11 月に最低値 ($H' = 1.637$) となった。これは、夏季のように多種多様な病原体が混在する構造から、秋季以降に特定の主要病原体へ流行が集約されたためと考えられた。9 月 ($H' = 1.644$) は RhV/EV (25 検体) と PIV2 (10 検体)、10 月 ($H' = 1.678$) は MP (16 検体) と RhV/EV (17 検体)、11 月 ($H' = 1.637$) は FluA H3 (22 検体) と RhV/EV (19 検体) が全体の 8 割以上を占めた。この結果より、県内における呼吸器病原体相の多様性が、特定の主要病原体の優占化や、季節的な流行規模の増減と連動して変動していることが定量的に示された。

月別の検出病原体相の構成に基づき、月別の類似度を NMDS 解析によって二次元平面上に可視化した結果を図 7 に示す (Stress 値 = 0.14)。本解析ではストレス値が 0.2 未満の良好なデータの再現性が得られた。

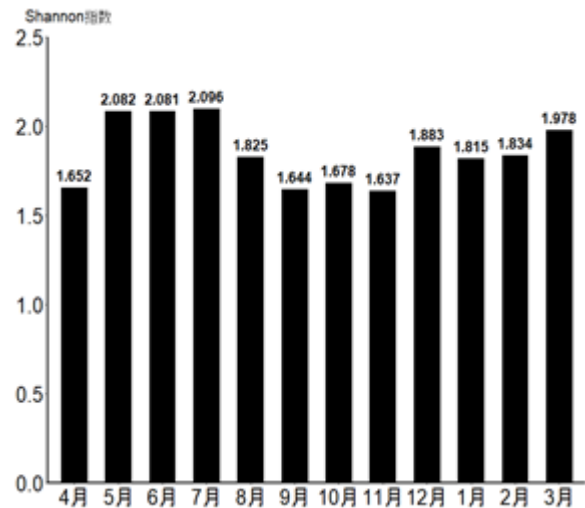


図 6 月別の検出病原体相の多様度

プロット間の距離は検出病原体相の構成の類似性を反映し、各月はランダムに分散せず、特定の時期ごとに明確なクラスターを形成した。4～6 月（春～初夏）にかけては近いところにプロットされたことにより、病原体相の構成が非常によく似ていることが示された。続く 7 月は、この 4～6 月のクラスターから、病原体相の構成が異なり始めた初期の段階であることが示された。さらに 8 月は、7 月からさらに構成が変化して、9 月のプロットへと近接した。そして、9～11 月（秋季）にかけては、それまでの春夏季とは異なる病原体相の構成へと明確に変化していく動態が確認された。これは、秋季において特定の構成が維持されるのではなく、季節

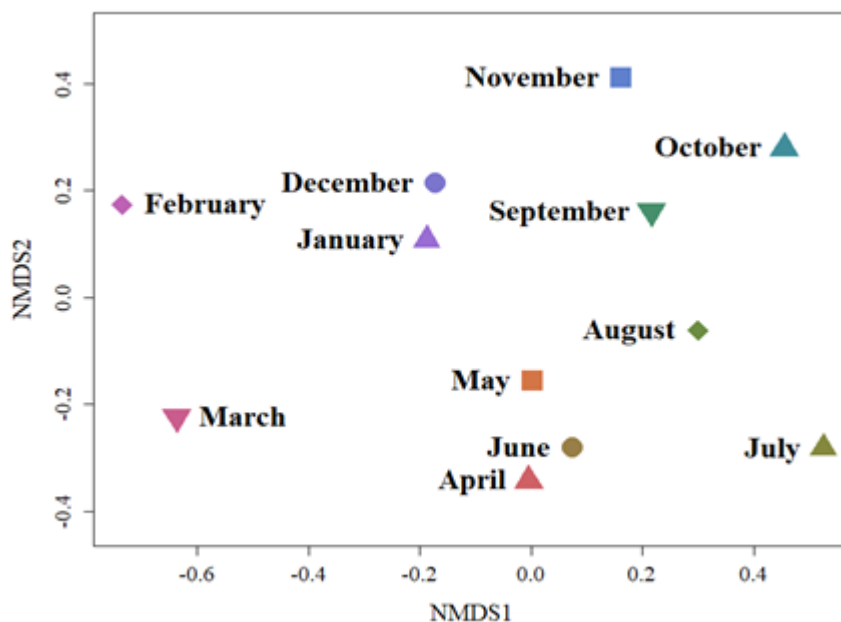


図 7 月別の検出病原体相の NMDS

の移り変わりに伴って検出される病原体の種類やバランスが月単位で変遷していることを示している。さらに、12～2月にかけては近いところにプロットされたことにより、この冬季において病原体相の構成が再び非常によく似ていることが示された。一方で、3月は、ほかの全ての月から極めて大きく離隔した位置にプロットされ、年間を通じたほかのどの時期の病原体相とも構成が大きく異なることが明らかになった。今後は、これら群集構造の変化を駆動する環境因子を解明し、季節ごとに異質化する病原体相の構成を見据えた、タイムリーで効果的な感染予防・管理対策を確立することが不可欠である。

3.4 医療機関別の検出病原体相の多様性解析

ARI 病原体定点医療機関別の検出病原体相の多様度を Shannon 指数 (H') で評価した (図 8)。その結果、最高値 (医療機関 E: $H' = 2.319$) から最低値 (医療機関 A: $H' = 1.551$) まで、施設間で多様度指数に差が認められた。ただし、各医療機関の年間総提出検体数は、施設間で検体提出の規模に幅が存在することに留意する必要がある (図 1)。多様度指数が高値であった医療機関 E 及び F ($H' = 2.087$) は年間総提出検体数がともに最多の 238 体であり、一方で指数が低値に留まった医療機関は総提出検体数が少ない傾向にあり、検出される病原体の多様性と各施設の検体数との関連性が示唆された。

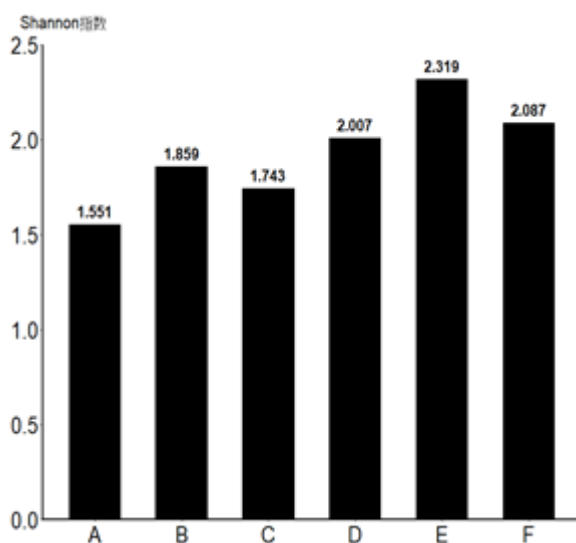


図 8 ARI 病原体定点医療機関別の検出病原体相の多様度

施設間の病原体相の類似度及びそこに及ぼす検体数の違いを評価するため、主座標分析 (PCoA) による二次元平面上への可視化を行った (図 9)。第一主座標 (PCoA1) の寄与率は 51.7%、第二主座標 (PCoA2) の寄与率は 24.5% であり、2 軸を合わせることで全体の差異の 76.2% が説明された。PCoA1 において、各医療機関は明確に左右に分離し、施設間の差異の 51.7% がこの軸によって説明された。これは各施設の年間検体数と強く一致しており (図 1)、PCoA1 が各施設の検体数の違いに由来する統計学的な特性を反映している可能性が示唆された。具体的には、図 1 に示した年間総提出検体数の規模に応じる形で、各医療機関のプロットが左右に配置される傾向が認められた。右側に極めて近い位置でプロットされた医療機関 E 及び F は、両施設間の病原体相の高い類似性が示された。これは両施設が年間を通じて十分な検体数が集積された施設であり、確率的なノイズが抑えられ、地域全体の実際の流行状況に近づくことを示していると考えられた。一方で、左側にプロットされた医療機関 A、B、C は、各施設の診療規模等に基づく検体数の背景差を反映した配置と考えられた。PCoA2 の垂直方向においては、医療機関 A～D の間で、それぞれの検体数の提出パターンを反映したプロットの解離が確認された。年間検体数が比較的少なく、年間を通じてスポット的な提出にとどまる医療機関 (A) や、春先から初夏の特定の季節に提出が集中する医療機関 (B、C、D) のように限定的である施設では (図 2)、その時々流行していた病原体が局所的に強調されやすい。PCoA2 における垂直方向の配置において、医療機関 A が最上部に位置したのに対し、医療機関 B と C は下部の比較的近い位置にプロットされた (図 9)。これは、医療機関 B と C との間で、提出時期 (図 2) の重なりが共通していたことから、検出された病原体相の構成に高い類似性が生じたものと推察された。したがって、PCoA2 における各プロットの挙動は、これらサンプリング時期の季節的偏りに由来する統計学的な特性を反映している可能性が示唆された。以上の結果は、各医療機関が位置する地域特有の病原体相の相違というよりも、施設間の検体数の背景差や提出パターンの違いが検出プロファイルに及ぼす影響

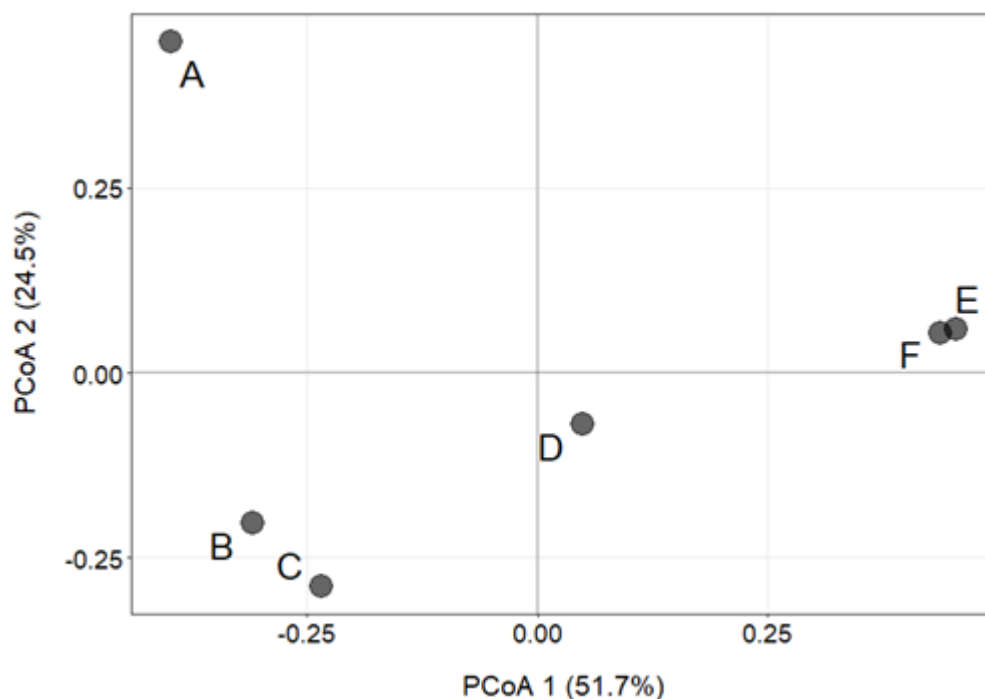


図 9 ARI 病原体定点医療機関別の検出病原体相の PCoA

の実態を、PCoA によって視覚的かつ統計学的に浮き彫りにしたものである。したがって、県内における呼吸器病原体相の動向を正確に把握するためには、流行の季節性を考慮するだけでなく、定点医療機関間における検体数の背景差に由来する影響を、適切に評価・補正していく必要がある。この知見は今後の感染症サーベイランスシステムの精度向上において極めて重要であると考えられた。

4. 結語

本研究により、県内の呼吸器病原体相は季節変化のパターンを示す一方、ARI 病原体定点医療機関間の検体数の格差に伴うバイアスを反映している実態が明らかとなった。今後はこれら施設間の検体数格差の評価・補正手法を洗練させつつ、医療機関等との連携の下で本調査を継続する。これにより、地域で流行する病原体の検出動態及び特性をより高精度に集積・分析し、多様な感染症の発生動向の早期把握とまん延防止に貢献していく所存である。

— 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