

第11回

秋田県健康環境センター調査研究発表会

要旨集

日時 平成28年7月1日(金) 13:30~16:20

会場 秋田県総合保健センター2階 第1研修室

秋 田 県 健 康 環 境 セ ン タ ー

第11回秋田県健康環境センター調査研究発表会プログラム

開催日時 平成28年7月1日(金) 13:30~16:20
開催場所 秋田県総合保健センター2階 第1研修室

【13:30~13:40】 開 会
所長あいさつ

研究発表

【13:40~14:25】 保健衛生部 (3題)

- 1 秋田県で分離された結核菌のイソニアジド耐性関連遺伝子と遺伝系統の解析----- 1
- 2 ウイルス性肝炎陽性検体の遺伝子学的検討 ----- 3
- 3 食品のウイルス検査法としてのパンソルビン・トラップ法に用いる捕捉抗体の
供給源に関する検討----- 5

【14:25~14:35】 休 憩

【14:35~15:20】 理化学部 (1題),環境保全部 (2題)

- 4 平成22~27年度の食品収去検査における理化学検査結果について----- 7
- 5 田沢湖を含む玉川流域の水質改善に関する検討----- 9
- 6 秋田県におけるオキシダントの高濃度事例について----- 11

【15:40~16:20】 施設見学会 (事前希望者のみ)

【16:20】 閉 会

高齢者結核対策支援と薬剤耐性迅速診断法の導入に関する調査研究（平成 26～27 年度）

1 秋田県で分離された結核菌のイソニアジド耐性関連遺伝子と遺伝系統の解析

○今野貴之 高橋志保 熊谷優子

【はじめに】

結核は未だ国内最大の感染症であり、患者数は全国で年間約 2 万人、死亡者は 2 千人に及ぶ。現在は、数種類の薬剤を服用することで治療できるようになったが、服薬期間は少なくとも 6 ヶ月に及ぶ。しかしながら、治療の途中で服薬をやめてしまったり、不適切な服薬の仕方をしたりすると薬剤耐性となり、治療困難になる場合がある。結核菌に有効な抗菌薬は限られており、薬剤耐性結核菌の蔓延防止は、本感染症の対策上非常に重要である。

特に、イソニアジドは結核の治療や予防の第一選択薬であり、治療の柱となる薬剤の一つであるが、これまで秋田県におけるイソニアジド耐性結核菌に関する調査はなく、その耐性機構等については不明であった。そこで、本研究では秋田県の結核患者の治療・入院の中核的医療機関である市立秋田総合病院と共同で、イソニアジド耐性結核菌の検出状況とそのイソニアジド耐性に関わる遺伝子変異の保有状況を調査した。さらに、分子疫学的な解析をもとに秋田県における結核菌の遺伝系統を解明した。

【方法】

1. 供試菌株

市立秋田総合病院から 2012 年から 2015 年までに受領した結核菌 162 株を対象に調査した。

2. イソニアジド耐性関連遺伝子の解析

医療機関による薬剤感受性試験でイソニアジド耐性と判定された結核菌について、イソニアジド耐性に関わる遺伝子 *katG*, *fabG1/inhA*, *ahpC*, *furA* の DNA シークエンス解析を行い、遺伝子変異の有無を調査した。

3. JATA12-VNTR による遺伝系統の解析

結核菌のゲノム中の反復配列（VNTR）12 カ所を PCR 法により増幅し、増幅断片の大きさから反復数を計測した。得られた 12 カ所の反復数のプロファイルから、Seto, et al. (*Infect Genet Evol.*, 35, 82-88, 2015) の方法に従い、最大事後確率法により遺伝系統を推定した。

【結果と考察】

1. 結核菌のイソニアジド耐性遺伝子変異の検出状況

供試した結核菌 162 株のうち、医療機関における感受性試験によりイソニアジド耐性と判定されたのは 13 株であった。また、過去に結核治療歴があった人から分離された結核菌が 162 株中 22 株あり、イソニアジド耐性 13 株のうちの 7 株が治療歴のある人から分離された菌株であり、治療歴の有無がイソニアジド耐性化のリスクファクターとなっていた。これは、過去の結核治療の際、途中で治療を中断したり、治療が不十分であったりすると、イソニアジドに強い結核菌が体内に残存し、耐性化したためと考えられる。

イソニアジド耐性株 13 株のイソニアジド耐性に関わる遺伝子 *katG*, *fabG1/inhA*, *ahpC*, *furA* の変異保有状況を表に示す。13 株のうち、いずれかの遺伝子に何らかの変異が検出されたのは 8 株で、耐性機構の解明率は 62%であった。治療歴があった場合は、変異が検出された結核菌の割合も 18%と高率であった。

最も頻繁に変異が検出された遺伝子は、*katG* であった。イソニアジドはプロドラッグ（そのままでは不活性な、もしくは活性の低い状態で投与される医薬品）であり、結核菌の *katG*（カタラーゼ-ペルオキシダーゼ）の作用により活性化され効力を発揮する。そのため、*katG* に変異が生じ、その酵素活性が低下した結核菌ではイソニアジドが活性化されず耐性となる。

fabG1/inhA においては、2 株で遺伝子上流の転写活性に関わる領域に変異が検出された。*fabG1/inhA* は、結核菌の細胞壁を構成するミコール酸の合成に関与し、イソニアジドの標的となっている。転写調節領域への変異により発現量が増加したために、イソニアジド耐性となったと考えられる。*ahpC* においても、1 株で遺伝子上流に変異が検出された。*ahpC* のコードする酵素は、*katG* によるイソニアジドの活性化に抑制的に働くため、変異によりその抑制効果が高まったと考えられる。*furA* においては、1 株で変異が検出された。*furA* は *katG* の転写因子であり、*furA* の変異は *katG* の発現に影響する可能性がある。

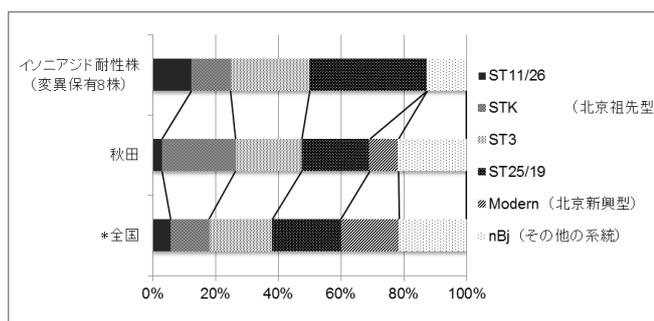
イソニアジドの耐性機構は多岐にわたり、完全に解明されてはいない。実際、不明な場合も多く、解明率はこれまでの報告でも 60~90% 程度である。県内のイソニアジド耐性株からも様々な遺伝子変異が検出されており、その耐性機構は多様であった。

表 イソニアジド耐性遺伝子変異の保有状況

イソニアジド耐性株	遺伝子解析				なし	変異保有株の割合
	変異あり					
	<i>katG</i>	<i>fabG1/inhA</i>	<i>ahpC</i>	<i>furA</i>		
治療歴あり (7株/22株)	2		1	1	3	18%
初回、不明 (6株/140株)	2	2			2	2.9%
計: 13株/162株	4	2	1	1	5	4.9%
		8				

2. 秋田県における結核菌の遺伝系統の特徴

結核菌は進化と伝播の歴史の中で、地理的分布と関連した遺伝系統を持っていることが報告されている。遺伝系統はインド・オセアニア、東アジア、東アフリカ・インド、ユーロ・アメリカ、西アフリカ I、西アフリカ II の 6 つの系統に大別される。国内で多い東アジア系統は北京型とも呼ばれ、北京型はさらに祖先型と新興型の遺伝子型に分けることができる。本研究では、Seto, et al. の方法に従い VNTR による分子疫学的解析から遺伝系統を推定した (図)。



*Iwamoto, et al. (*J Clin Microbiol.*, 47, 3340-3343, 2009) を参照

図 結核菌の遺伝系統の割合

結核菌の遺伝系統のうち、北京型の結核菌はこれまでの約 1,000 年の間で東アジア等における人口増加に伴って変異してきた系統で、一部の系統は薬剤耐性や感染力が強いなどの特徴を持っている。県内で特に分離頻度の高かった北京祖先型 STK は、Iwamoto, et al. の研究で若年層には少ない系統であることが示唆されており、本県における高齢者の結核の多さを反映している結果と考えられた。また、多剤耐性結核菌に多い系統とされる ST11/26 は分離数こそ少ないが、イソニアジド耐性の結核菌では全体に比べ割合がやや高かった。感染力が強いとされる北京新興型の割合は、秋田県では全国に比べるとやや低い傾向にあった。

このような薬剤耐性や感染力が強いなどの特徴的な遺伝系統の結核菌が今後増加するかどうかについては注視していく必要があり、遺伝系統の解析は今後の結核菌サーベイランスに有用な情報を提供するものと考えられた。

【研究協力者】 市立秋田総合病院 呼吸器内科 本間光信先生
臨床検査科 金田深樹先生

エイズ及び性感染症等個別相談事業

2 ウイルス性肝炎陽性検体の遺伝子学的検討

○柴田ちひろ 佐藤寛子 秋野和華子 斎藤博之

【はじめに】

輸血や血液製剤の使用による一連の薬害肝炎問題への対応として、秋田県では平成14年度からエイズ及び性感染症等個別相談事業の一環により、各保健所を窓口 to ウイルス性肝炎（B型、C型）の相談および検査を推進してきた。平成19年度には要綱の改訂により、無料化の対象を40歳未満にも拡大したことで、より検査を受けやすい体制が整備された。本事業において、当センターではHBs抗原およびHCV抗体の検査を担当してきたが、民間検査機関への検査委託に伴い、平成26年度をもって業務を終了した。今回、当センターで実施した検査状況をまとめるとともに、保管されている陽性検体についてウイルスの遺伝子学的検討を行ったので報告する。

【対象と方法】

1. 対象

検体が保管されている平成16年度～平成26年度を対象に、当センターで実施したHBs抗原およびHCV抗体の検査状況について集計した。陽性となった血清検体については、以下の方法でウイルスの遺伝子学的検討を行った。

2. 方法

1) B型肝炎ウイルス（HBV）

HBs抗原陽性検体について、Naitoらの方法（J. Clin. Microbiol., 39, 362-364, 2001）により遺伝子型別を行った。

2) C型肝炎ウイルス（HCV）

HCV抗体陽性検体について、急性ウイルス性肝炎診断マニュアル（国立感染症研究所）に従い、HCV遺伝子の検出を行った。検出された場合は引き続き、Okamotoらの方法（J. Gen. Virol., 73, 673-679, 1992）により遺伝子型別を行った。

【結果と考察】

1. 検査状況

当センターに依頼されたHBs抗原およびHCV抗体の検体数と陽性数を表に示す。平成16年度および18年度～21年度に検体数が増加していたが、これは厚生労働省が血液製剤納入医療機関を公表し検査の呼びかけを行った時期と一致する。この期間にはHCV抗体の陽性率も上昇しており、呼びかけに応じた血液製剤等由来のHCV感染者が集中したためと考えられる。一方、HBs抗原は他の年度と比較して陽性率が低下していた。この期間に増加した検査希望者の中には血液製剤由来のHBV感染者もいたと考えられるが、成人がHBVに感染した場合、持続感染化することは極めてまれであるため、当時HBVに感染していたとしてもすでにウイルスは体内から排除されていたと推察される。HBs抗原はあくまでも検査時点における感染状況を反映するため、

表 平成16年度～26年度におけるHBs抗原およびHCV抗体検査状況

年度	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	計	
HBs抗原	検体数（件）	215	42	140	969	344	334	155	159	133	124	147	2762
	陽性数（件）	3	2	0	12	4	1	5	4	3	1	3	38
	陽性率（％）	1.40	4.76	0.00	1.24	1.16	0.30	3.23	2.52	2.26	0.81	2.04	1.38
HCV抗体	検体数（件）	260	42	141	982	345	338	154	159	133	124	150	2828
	陽性数（件）	6	0	1	28	7	11	3	3	0	3	3	65
	陽性率（％）	2.31	0.00	0.71	2.85	2.03	3.25	1.95	1.89	0.00	2.42	2.00	2.30

ウイルスが排除された感染既往者は陰性と判定され、陽性数には反映されない。その結果、感染既往者も陽性となるHCV抗体とは対称的に、HBs抗原は陽性率が低下したと考えられた。

2. HBVの遺伝子学的検討結果

HBs抗原陽性であった38件について遺伝子型別を行った結果、genotype Bが24件、genotype Cが8件、型別不能が6件であった。型別不能であった6件について、追加としてMizokamiら（FEBS Letters, 450, 66-71, 1999）によるシークエンス解析を行ったところ、1件がgenotype A、1件がgenotype Bと判明したが、残り4件は遺伝子増幅を認めず解析不能であった。二法の結果を合わせると、計34件について遺伝子型が判明し、内訳はgenotype Aが3.0% (1/34)、genotype Bが73.5% (25/34)、genotype Cが23.5% (8/34) となり、その他の型（genotype D～F）は確認されなかった（図）。過去の報告によると、日本国内の分布はgenotype Cが優勢であるものの、日本海側を中心とした東北地方と沖縄県ではgenotype Bが多いとされている。今回の検討でも、日本海側に位置する秋田県ではgenotype Bが大半を占めており、同様の傾向がみられた。しかし近年、国内のB型急性肝炎においてgenotype Aの占める割合が年々増加している。genotype Aは他の遺伝子型と比較して慢性化しやすいことが指摘されている。本検討で1件確認されたことに加え、感染症発生動向調査においても秋田県内から過去10年で4例報告されており、今後の浸淫が懸念される。HBV遺伝子型の鑑別は、患者の治療方針や経過の予測といった臨床面だけではなく、疫学的にも非常に重要かつ有益な情報であることから、県内における遺伝子型情報の集積が望まれる。

genotype A	genotype B	genotype C	型別不能
—	24	8	6
シークエンス解析			
genotype A	genotype B	genotype C	解析不能
1	1	—	4
↓			
genotype A	genotype B	genotype C	型別不能
1	25	8	4

図 HBV 型別結果

3. HCVの遺伝子学的検討結果

1) HCV保有状況

HCV抗体陽性であった65件についてHCV遺伝子の検出を行った結果、22件から検出され、検査当時もHCVに感染していたことが確認された。陽性となった22件のHCV抗体価は全て高力価群であり、中力価群、低力価群からは検出されなかった。HCVに感染した場合、感染者の約70%は体内からウイルスが排除されることなくそのまま慢性化するとされる。しかし、今回の結果から無症候性キャリアあるいは慢性肝炎の状態にあると思われるのは全陽性者の33.8% (22/65) に過ぎず、70%を大きく下回っていた。血液製剤等によって感染し慢性化した患者の多くは、感染から数十年が経過したことで何らかの疾患や肝機能の低下により、呼びかけが行われる以前からすでに医師の管理下にあったと考えられる。このような感染者が本検討の対象から外れていたため、ウイルスが排除された感染既往者の割合が多くなったと推察される。

2) HCV遺伝子型別結果

HCV陽性であった22件について遺伝子型別を行った結果、1b型が最も多く12件 (54.6%)、2a型と2b型が各5件 (22.7%) であった。日本国内における分布はそれぞれ70%、20%、10%程度とされていることから、今回の検討対象においては1b型の比率が少ない傾向にあった。HCVの遺伝子型はインターフェロン療法の効果に大きく関与するが、大半を占める1b型がインターフェロンに対する反応性が低いため、C型肝炎全体としての治療成績は決して良好とはいえなかった。しかし近年、他の薬剤との併用やインターフェロンによらない抗ウイルス薬が保険適用となったことで、遺伝子型に応じた治療ガイドラインが作成され、治療成績は格段に向上している。平成19年度の陽性者の中には、検査以前からHCVへの感染を指摘されながら一度も受診していない陽性者も見受けられた（当センター年報第3号、77-80）。このような感染者も含め、未だ医師の管理下に無い感染者に対して、検査や受診に繋げる情報提供が必要と考えられた。

厚生労働科学研究費補助金（食品の安全確保推進研究事業）

3 食品のウイルス検査法としてのパンソルビン・トラップ法に用いる捕捉抗体の供給源に関する検討

○斎藤 博之 秋野 和華子 田中 智之*¹ 野田 衛*²

*¹堺市衛生研究所 *²国立医薬品食品衛生研究所

【背景と目的】

平成27年の食中毒統計によると、全国で1年間に22,718人が食中毒による健康被害を受けており、その内65%に相当する14,876人がノロウイルス（NoV）の感染によるものである（原因物質別患者数の第1位）。同様に事例数においても、全食中毒事例1,202例の約4割に相当する481事例がNoVによって引き起こされている（原因物質別事例数の第1位）。このように、食中毒事例の大きな部分を占める原因物質がNoVであることが判明しているにもかかわらずカキ以外の一般的な食品からウイルスを検出することは技術的に困難であった。NoVは、未だ実験室内で培養する技術が確立していないため、それを検出するためには検体に含まれるウイルスの遺伝子をPCR法により直接増幅する必要がある。我々はこれまでに、固形・液状・練り物・油物等、どのような種類の食品においてもNoV検査を可能とすることを目指し、抗体によるウイルス粒子の特異的捕獲を基本原理とするパンソルビン・トラップ法（パントラ法）を開発した^{1,2)}。本法は、黄色ブドウ球菌の表面に、捕捉抗体を介してウイルス粒子を吸着させて回収・検出するという性質上、添加する抗体の選択が重要となる。捕捉抗体の供給源として、多種類のウイルスの抗体が含まれている医療用ガンマグロブリン製剤を用いていることで、NoVのみならず、サポウイルス（SaV）、A型肝炎ウイルス（HAV）、アデノウイルス41型（AdV41）などの回収に汎用できる可能性がある。一方、ガンマグロブリン製剤は、医薬品であることから普及に当たって障害となる部分もあった。具体的には次の4点が懸念されている。

- ①薬機法に定められている「特定生物由来製品」に該当するため、製造番号などの使用記録を20年間保管する義務が生じる。
- ②計画生産品であることから流通量に上限があり、医療目的が優先されるために試験検査目的の場合は安定供給されない可能性がある。
- ③医薬品であることから、医師のいない環境系試験検査機関では購入が困難である。
- ④将来、試薬メーカーが本法を元に検査キットを開発しようとしても、医薬品を組み入れるのは難しい。

本研究では、これらの懸念を払拭し、食品のウイルス検査の円滑な普及に繋げるために、医薬品以外で安定的に使用できる捕捉抗体供給源を検討し、安定供給ルートの開拓を行った。

【方法】

医薬品ではないガンマグロブリンは、製品として流通していなかった（平成25年度時点）ことから、インド Bharat Serums & Vaccines グループ傘下の Advy Chemical 社と交渉し、同グループの HDM Laboratories 社（ニューヨーク）で製造された工業用ガンマグロブリン粉末を入手した。続いて、工業用ガンマグロブリンが、医療用ガンマグロブリン製剤（米国 Baxter 社製「Gammagard」）と同等に用いることができるかを次の手順で比較検討した。

最初に予備実験として食品洗滌液（0.1M Tris・HCl-0.5M NaCl-0.1%Tween20, pH8.4）50 mL 中に 1.33×10^6 コピーの NoV-GII.4 型を投入し、さらに工業用ガンマグロブリンの添加量を変えてパントラ法によるウイルス粒子の回収を試み、real-time PCR による定量値をもとに最適添加量を検討した。次に NoV の GI.4, GI.6, GII.2, GII.4, GII.6 と SaV の GI.1, GII.3, GIV.1, GV.1, さらに HAV と AdV41 を用いて、医療用ガンマグロブリン製剤との回収率の比較を行った。さらに、NoV-GII.4 型で汚染させたポテトサラダと焼きそばを用いて、回収率を比較した。

【結果】

NoV-GII.4を含む50 mLの食品洗滌液への工業用ガンマグロブリン添加量の検討では、5%溶液を150 µL加えた条件が最も高い回収率を示した。ここで最適化された添加量を用いて、上記の11種類の病原ウイルスについて食品洗滌液からの回収を試みたところ、食中毒の原因ウイルスとして最多のNoV-GII.4に対して工業用ガンマグロブリンを用いた場合の回収率は52.0%で、医療用ガンマグロブリン製剤を用いた場合は46.8%であった。以下、NoV-GII.2に対しては38.6%/38.2%（工業用/医療用）、NoV-GII.6: 15.5%/13.3%、NoV-GI.4: 35.7%/37.6%、NoV-GI.6: 12.1%/6.1%、SaV-GI.1: 24.3%/23.7%、SaV-GII.3: 18.1%/17.0%、SaV-GIV.1: 29.7%/25.0%、SaV-GV.1: 29.5%/24.8%、HAV: 17.8%/13.1%、AdV41: 33.0%/32.7%であり、比較した全てにおいて両者は同等であった。また、実際の汚染食品をモデルとした比較試験においても、工業用ガンマグロブリンを用いた系はポテトサラダで40.6%、焼きそばで33.5%と、医療用のそれ（ポテトサラダで34.7%、焼きそばで32.4%）と同等以上の回収率を示した。

【考察】

本研究では、食品のウイルス検査の円滑な普及に繋げるために、医薬品ではない、工業用ガンマグロブリンを用いることを検討した。パントラ法における工業用ガンマグロブリンの添加量は150µLで最適化された。医療用ガンマグロブリン製剤の最適添加量も150 µLであることから、汎用プロトコルを改変することなしに、ガンマグロブリンの部分を置き換えるだけで済むことになる。次に食品洗滌液からのウイルスの回収率を、工業用と医療用のガンマグロブリンをそれぞれ用いた場合について比較した。ここでは、食品を用いていないため、純粋に抗原抗体反応の比較となる。その結果、工業用ガンマグロブリンは医療用と比べて同等以上の効果を有することが明らかとなった。さらに、実際の食品を用いて回収率を比較した場合でも、工業用ガンマグロブリンの有用性は証明された。これらのことから、使用において特段の制約の無い工業用ガンマグロブリンを試薬としてパントラ法に導入することは大変合理的であり、汎用性を担保する意味でも積極的な活用と流通ルートの整備が望まれた。

これまで我が国では、ガンマグロブリンは医療用のものしか販売されていなかったが、本研究の実績を踏まえて、工業用のものを改めて試薬として包装したものが一般に購入できるようになった。具体的には、HDM Laboratories社のニューヨーク工場で製造されたガンマグロブリン粉末を、Advy Chemical社日本法人（東京・神田）が輸入し、各地の納入業者を通じて販売している。このガンマグロブリンは、あくまでも試薬であって医薬品ではないことから、薬機法の適用を受けないという特長がある。さらに、試薬購入の利便性を考慮して、パンソルビンを製造しているメルク社（ドイツ・ダルムシュタット）から、ガンマグロブリンとの試薬セットが販売された。

こうした普及のための取り組みを経て、本法は「食品衛生検査指針・2015（微生物編）」に収載され³⁾、日本食品衛生協会の受託検査項目に加えられた。また、平成26年1月16日に浜松市で発生した学校給食による大規模食中毒事例（患者数1,271人）において、原因食品がパンであることを突き止めるのに用いられた⁴⁾。今後は平成32年の東京オリンピックが視野に入る他、TPP等の枠組みで輸入・輸出にかかる食品の安全管理にも活用できるものと期待される。

【参考文献】

- 1). 斎藤博之: 食品のノロウイルス検査の汎用化を目指したパンソルビン・トラップ法の開発, *日本食品微生物学会雑誌*, **29**, No.1, 32-37, 2012.
- 2). Hiroyuki Saito et. al.: Development of a practical method to detect noroviruses contamination in composite meals. *Food and Environmental Virology*, **7**, No.3, 239-248, 2015.
- 3). 斎藤博之, 他: 食品・臨床材料・拭き取りの前処理法, *食品衛生検査指針 2015（微生物編）*, 607-617, 2015.
- 4). 土屋祐司, 他: パンを原因としたノロウイルス食中毒事例, *日本食品微生物学会雑誌*, **32**, No.3, 153-158, 2015.

食品衛生対策事業

4 平成22～27年度の食品収去検査における理化学検査結果について

○小川千春 佐藤晴美 宇賀神理奈 圓子隆信

【はじめに】

秋田県では県内に流通する食品等の安全性を確保するため、食品衛生監視指導計画を策定し、県の管轄保健所（秋田市を除く秋田県内）の食品衛生監視員による食品製造施設等の監視指導や食品等の収去を行っている。そして収去検体の検査は、平成22年度に保健所の試験検査業務が当センターに統合されて以降、当センターが実施している。今回は、平成22年度から平成27年度までの6年間に実施した食品収去検査のうち、理化学検査の検体数及び検査件数の推移並びに違反事例について報告する。

【収去検体，検査項目及び検査方法】

収去検体：県内に流通している食品，食品添加物及び器具・容器包装
合計1,325検体

検査項目：成分規格27項目，食品添加物11項目，暫定的規制値1項目及び秋田県食品等の指導基準2項目 合計41項目（表1）

検査方法：検査実施標準作業書に従った。

【検体数及び検査件数の推移】

平成22年度から平成27年度までの6年間に実施した収去食品の理化学検査は、1,325検体，3,811件であった。年度ごとに見ると平成22年度が最も多く、284検体，808件であった。翌年度から検体数及び検査件数が減少し、平成25年度以降は検体数，検査件数ともに大きな変動はなく推移している（表2）。

【6年間の違反事例】

平成22年度から平成27年度までの間に基準違反となった食品は4検体だった。いずれも平成22年度に収去した漬物で、甘味料として使用される食品添加物のサッカリンが使用基準を超えて検出された。漬物以外の食品では、成分規格などの基準に適合しない食品はなかった。

表1 理化学検査項目

成分規格	食品添加物
乳固形分	サッカリン
無脂乳固形分	ソルビン酸
乳脂肪分	安息香酸
比重	パラオキシ安息香酸
酸度	タール色素
シアン	クチナシ色素
カドミウム	銅葉緑素
スズ	二酸化硫黄
パツリン	ピロ亜硫酸カリウム
亜鉛	亜硝酸根
鉄	プロピレングリコール
銅	合計 11 項目
マンガン	
砒素	暫定的規制値
鉛	水銀
液性	合計 1 項目
強熱減量	
フッ化水素酸残留物	秋田県食品等の指導基準
水可溶物	酸価
塩酸可溶物	過酸化作物価
乾燥減量	合計 2 項目
重金属	
フェノール	
ホルムアルデヒド	
蒸発残留物	
pH	
水分活性	
合計 27 項目	

表2 収去食品の理化学検査における検体数及び検査件数の推移

	H22	H23	H24	H25	H26	H27	合計
検体数	284	248	233	179	189	192	1,325
検査件数	808	720	657	524	558	544	3,811

表3 検査結果が表示内容と異なる検査件数及び検体数

検査項目 食品の種類	食品添加物						成分規格		その他	合計	検査結果が表示内容 と異なる検体数 / 全収去検体数 (%)
	サッカリン	ソルビン酸	安息香酸	タール色素	クチナシ色素	グリコピレン	無脂乳固形分	乳脂肪分			
牛乳・乳製品							8	3		11	9 / 177 (5.1)
生菓子		2		8						10	9 / 87 (10.3)
生めん					3	5				8	7 / 101 (6.9)
漬物	40	6		13						59	50 / 235 (21.3)
山菜等農産物加工品				2						2	2 / 50 (4.0)
みそ		1								1	1 / 47 (2.1)
しょう油			1							1	1 / 70 (1.4)
つくだ煮・そうざい	1		3	2						6	6 / 56 (10.7)
珍味	1									1	1 / 21 (4.8)
その他*)										0	0 / 481 (0.0)
合計	42	9	4	25	3	5	8	3	0	99	
全収去検査件数	534	577	80	477	101	101	189	136	1,616	3,811	86 / 1,325 (6.5)
(%)	(7.9)	(1.6)	(5.0)	(5.2)	(3.0)	(5.0)	(4.2)	(2.2)	(0.0)	(2.6)	

*)その他:食肉製品、清涼飲料水、はし、ケイソウ土 など

また、検査結果が表示内容と異なる食品は86検体あり、そのうち50検体を漬物が占めていた。漬物は食品の種類別に見た全収去検体数が235検体と最も多く、全収去検体数に対する検査結果が表示内容と異なる検体数の割合も21.3%と他の食品に比べて高かった(表3)。

検査結果が表示内容と異なる検査件数は99件あり、検査項目別に見るとサッカリンが42件、タール色素が25件と多かった。これらは全収去検査件数も多く、全収去検査件数に対する検査結果が表示内容と異なる検査件数の割合も高い検査項目であった。

検査結果が表示内容と異なる事例の中には、その後の保健所の調査により表示違反ではないことが判明した事例もあった。使用表示のない生めんからプロピレングリコールが微量検出された事例では、製造時に使用した食品添加物のクチナシ色素にプロピレングリコールが溶剤として含まれていた。この事例では、プロピレングリコールは原材料からのキャリーオーバーとして表示が免除されるため、表示違反とはならない。この他にも保健所の調査の結果、表示が適正であったとの情報提供を受けた事例があるため、実際に表示違反となった食品は86検体よりも少なくなっている。

【考察】

漬物で基準違反や検査結果と表示内容の相違が多い理由として、秋田県では漬物製造業は営業許可を受ける必要がないことから事業を始めやすく、中には食品添加物の使用についての知識が十分でない業者も存在していることが考えられる。そのため、漬物製造業者に対する監視指導が重点的に行われており、収去検体数も多くなっている。

【まとめ】

平成22年度から平成27年度までの6年間に1,325検体の収去食品について3,811件の理化学検査を実施した。そのうち基準違反となったものは4検体4件、検査結果が表示内容と異なるものは86検体99件であった。検査結果が表示内容と異なるものの中には、検出された食品添加物が原材料からのキャリーオーバーのために表示違反とならないものもあった。しかし、漬物など、基準違反や検査結果と表示内容の相違が多い食品もあり、食品による健康被害を未然に防ぐためにも、今後も保健所と情報交換を密にし、信頼性の高い食品収去検査を実施していきたい。

玉川上流部における中和対策の効率化とpHを含む水質改善の促進（平成25～27年度） 5 田沢湖を含む玉川流域の水質改善に関する検討

○生魚利治 鈴木純恵

【背景と目的】

仙北市に位置する田沢湖は、現在、酸性湖沼に分類される。この要因は、昭和15年に電源開発と農業用水利用のため、強酸性の玉川温泉水が流れ込む玉川の河川水を導水し酸性化したことにある。玉川温泉由来の酸性水対策のため、玉川ダムの附属施設として玉川酸性水中和処理施設（中和処理施設）が建設され恒常的に中和処理が行われていることで、田沢湖のpHは改善傾向にあった。しかし、平成14年頃に観測された玉川温泉水の酸度上昇等の水質変化の影響を受け、再び田沢湖のpHは低下し、近年はおよそ5.2で推移している（図1）。このことから、当センターでは、田沢湖の水質改善のためにはpH低下の原因である玉川流域の増加した酸度等についての対策が必要であると考えている。今回は、増加した酸度の効率的中和方法を検討するため、玉川上流域を対象に実施した中和実証試験（実証試験）について報告する。

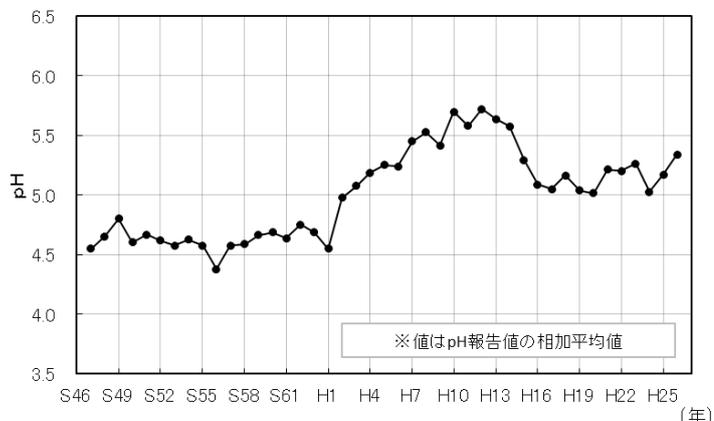


図1 田沢湖心表層のpH平均値の経年変化

【対象と方法】

実証試験は、平成25年度から27年度にかけて計4回実施した。調査地点は、玉川温泉から玉川ダム流入前までの9地点とした（図2）。湯川と渋黒川の合流点と地点④の間の地点において、中和材を4時間連続投入し水質の変化を調べた。中和材には、乳化液状にした酸化カルシウムを用いた。調査項目は、pH、流量、フェノールフタレイン酸度（PP酸度）、鉄濃度およびアルミニウム濃度等とした。pHは連続測定とし、流量は全地点で2回測定し、その平均値を地点流量とした。その他の項目については、全地点において中和材投入前およびpH上昇開始1, 2, 3時間後の計4回採水し分析した。

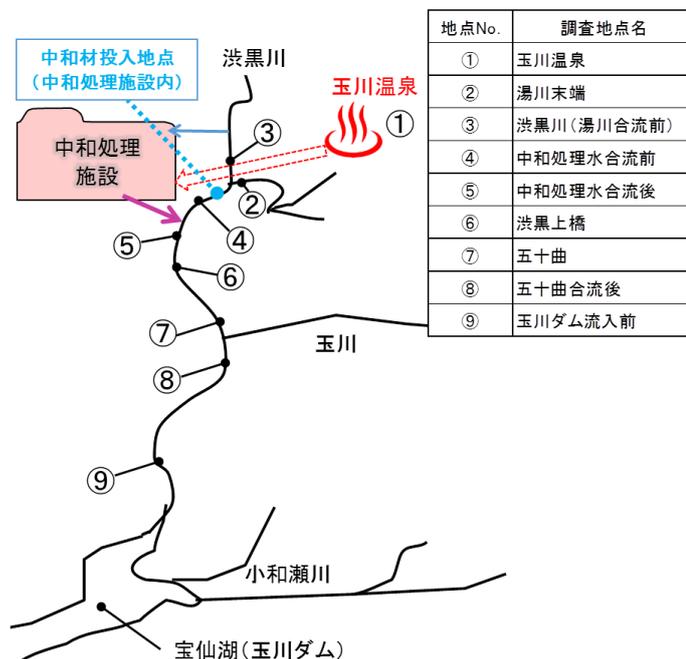


図2 玉川ダム上流域における実証試験調査地点

今回の報告は、特にアルカリ消費量を示すPP酸度に着目し、平成25年10月2日（第1回）、平成26年10月2日（第2回）および平成27年9月9日（第3回）の測定結果について行う。PP酸度は、JIS K 0101に記載されている滴定法（pH8.3）を用いて測定し、酸化カルシウム消費量に換算し表記した。また、PP酸度と流量の積からPP酸度総量を算出し、酸化カルシウム投入前の値から投入中3回の平均値を差し引いた値をPP酸度総量の減少量とした。なお、地点⑧は、河川工事により第1回および第2回の試験で採水が行えなかったため、本報告からは除外した。

【結果と考察】

酸化カルシウム投入の効果の評価するため、各回の酸化カルシウム投入量およびPP酸度総量の減少量を示す(図3)。PP酸度総量の減少量は、酸化カルシウム投入付近である地点④および⑤では、投入量とほぼ同量のPP酸度減少量を示した。この結果から、投入地点付近の酸度総量低下に、投入量のほぼ全量が効果を示すことが明らかとなった。しかし、地点⑥より下流の地点では、PP酸度総量の減少量が流下に伴い低下する現象が見られた。これは、酸化カルシウム投入中の河川において、何らかの形でアルカリ分が消費されていることによると考えられる。同様の現象は、昭和45年に石灰石を用いた実証試験でも観測されており、短時間投入では常時酸性化にさらされている河床により投入した中和材のアルカリが消費される¹⁾と考えられている。

今後、田沢湖のpH改善を進めるためには、玉川流域で減少させなければならないPP酸度総量の算定が必要となるが、流下に伴うアルカリ消費の現象の有無によってその量は大きく異なることが推測される。この現象は、本実証試験においては中和材の短時間投与が影響して発生したと考えられるが、恒常的な中和対策を行う際の発生についても把握する必要があると考えられる。

また、実際に中和対策を行う場合は、本実証試験に用いた酸化カルシウムは水と反応すると発熱することから輸送や保管にあたって留意する必要がある。また、乳化液状での河川への直接投入は、河川中の様々なイオンとの反応により石膏や水酸化物等の沈殿を生成することから、河川の透明度の悪化にも配慮する必要がある。これらのことから、使用する中和材も含め効果的な中和方法についてさらなる検討を進めていく必要があると考える。

【まとめ】

- ・投入地点付近の酸度総量低下に、酸化カルシウム投入量のほぼ全量が効果を示すことが明らかとなった。
- ・PP酸度総量の減少量が流下に伴い小さくなる現象が見られた。
- ・恒常的な中和対策を行う際にも、この現象の有無を把握する必要がある。
- ・使用する中和材も含め効果的な中和方法についてさらなる検討を進めていく必要がある。

【参考文献】

- 1) 中和沈殿物の除去対策試験調査(1970) 荏原インフィルコ株式会社

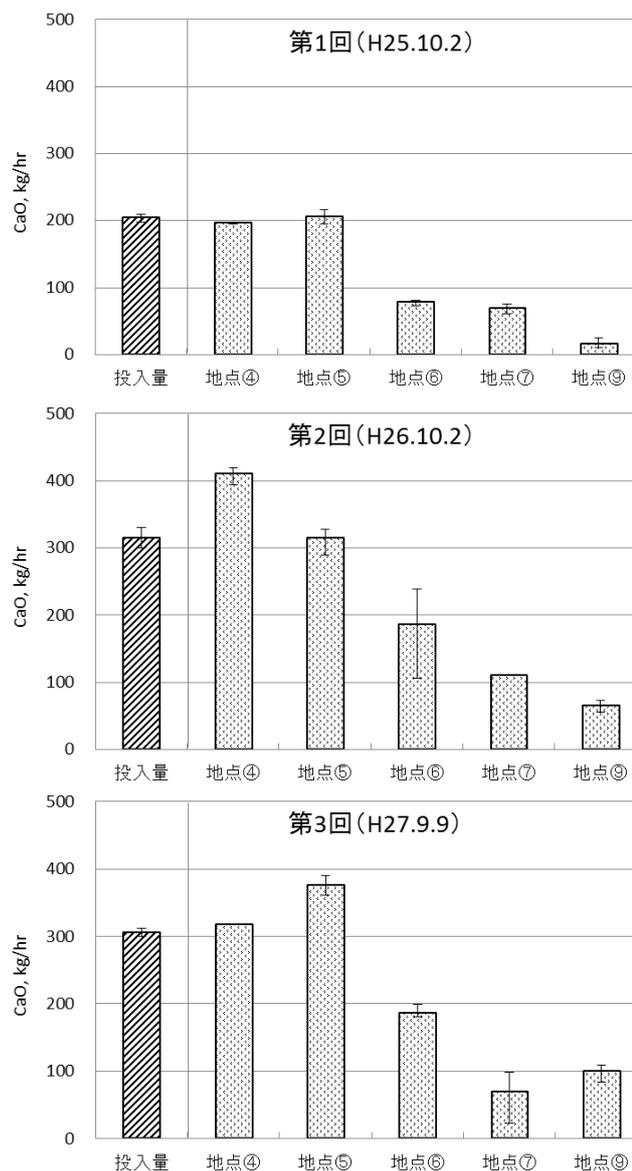


図3 酸化カルシウム投入量
およびPP酸度総量の減少量

大気汚染対策事業

6 秋田県におけるオキシダントの高濃度事例について

○佐藤 健

【はじめに】

オキシダントの高濃度事象は関東以西で多く確認されているが、近年は東北地方でも観測されており、平成27年7月には福島県で光化学オキシダント注意報が発令された。本県でも、平成27年4月28日にオキシダント濃度の日最大1時間値が、注意報発令の目安（120 ppb）に迫る114 ppbを記録した。本報告では、同事例について気象状況からの考察や後方流跡線を用いたオキシダントの起源解析を行った。

【調査方法】

県内6か所の大気常時監視測定局（図1）に設置されたオキシダント自動測定機による測定データを用いて、オキシダント濃度の推移を調査した。また、高濃度事象が確認された期間について、当時の気象データや国立環境研究所が作成したCGER METEXによる後方流跡線を用いて解析を行った。



図1 オキシダント測定地点

【結果】

1. 県内各測定局におけるオキシダント濃度

平成27年4月28日前後の県内各測定局におけるオキシダント濃度の推移を図2に示す。昼間のオキシダント濃度は、全測定局において似たような挙動を示していたが、27～28日にかけては測定地点によって濃度推移に差が生じ、28日にはオキシダント濃度の日最大1時間値が大曲局で114 ppb（13:00）、船川局で86 ppb（12:00）となった。

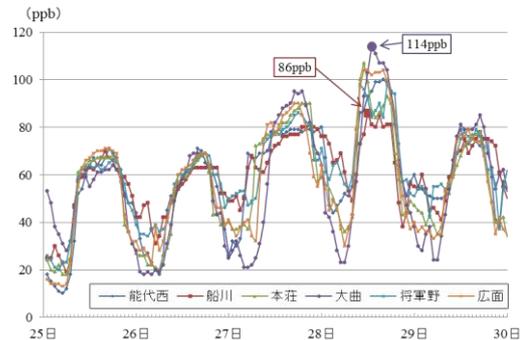


図2 オキシダント濃度の時間推移

2. 気象状況とオキシダント濃度

4月28日に全測定局中最大の日最高1時間値（114 ppb）を記録した大曲局と、同日に全測定局中最低の日最高1時間値（86 ppb）を記録した船川局について、当時の気象状況及びオキシダント濃度を表1に示す。風向は、船川及び能代西局の県沿岸北部、大曲及び他3局の県央～県南部でそれぞれ同様の傾向を示していた。対象期間を通して、最高気温は大曲局が船川局と比べ3℃以上高く、27～28日には6℃以上高かった。

表1 船川・大曲両局における気象状況及び日最高オキシダント濃度

測定局名(局)	4月25日		4月26日		4月27日		4月28日		4月29日	
	船川	大曲	船川	大曲	船川	大曲	船川	大曲	船川	大曲
天気	晴		晴のち曇		晴のち曇		晴時々曇		晴	
日照時間(h)	10.8	11.7	11.7	12.5	10.8	11.7	11.0	11.4	11.5	12.1
最高気温(℃)	14.7	17.7	16.5	21.2	18.3	25.2	18.7	25.0	25.8	30.7
昼間の風向	南	西南西	南	西北西	南	西南西	南	西北西	北	南～西
オキシダント最大濃度(ppb) 〔()内は記録した時刻〕	70 (16:00)	64 (18:00)	64 (19:00)	69 (15:00)	80 (19:00)	95 (17:00)	86 (12:00)	114 (13:00)	78 (17:00)	85 (17:00)

3. 後方流跡線

4月28日の船川局及び大曲局について、高度500mにおける120時間の後方流跡線を図3及び4に示す。図3の水平流跡線図からは、気流が中国大陸を起源とし、経度120°付近にあたる大陸極東部を周遊していることが確認された。図4の高度流跡線図からは、気流が経度120°付近上空にて大きく落ち込んでいることが確認された。

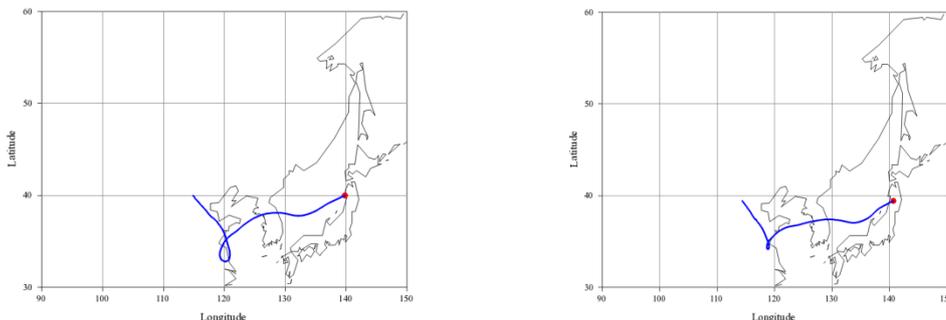


図3 4月28日12:00の後方水平流跡線図（左：船川局，右：大曲局）

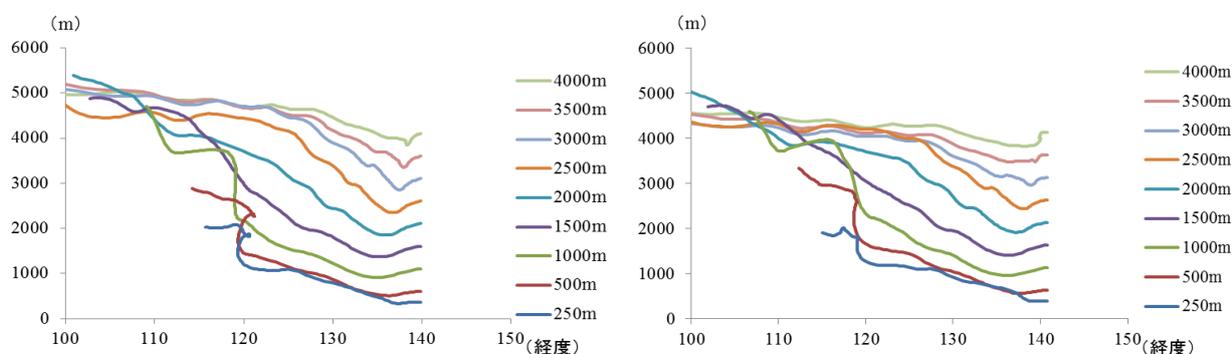


図4 4月28日12:00の後方高度流跡線図（左：船川局，右：大曲局）

【考察】

本県では、4月27日から29日にかけてオキシダントの高濃度化が発生した。県内の全測定地点で似たような挙動を示しオキシダントの高濃度化が確認されたこと、後方流跡線解析で中国大陸からの気流が確認されていること等から、オキシダントの高濃度化を引き起こす気団の移流があったと推測される。また、28日正午には、大陸極東部の上空2000～3000 mを周遊し、本県250～500 m付近に落ちてくる気流が確認された。大陸からの気団の移流及び気流の落ち込みが、28日にオキシダントの高濃度事象をもたらした大きな要因の一つと考えられる。

年間を通じて、各測定局の昼間の日最高オキシダント濃度ほとんど差がないものの、4月28日は30 ppb程度の差が生じた。この大きな原因は、測定局の立地にあると考えられる。船川局は小高い丘の上に位置し、2方を海に囲われた地に立地している。周囲には山脈も存在せず、風が吹いている限り大気が滞留することはほとんどない。そのため、大陸から移流した大気が高濃度化を引き起こす前に抜けていったと考えられる。一方、大曲局は横手盆地に位置し、東部には標高の高い奥羽山脈が存在する。28日は西寄りの風が吹いており、12時までは風速も弱かったため、大陸からの気流が山脈を越えずに滞留して高濃度化を引き起こしたと考えられる。13時からは大曲局周辺で風速が5mを超え、滞留した大気が拡散して濃度が下がったと考えられる。

【参考文献】

- 1) 国立環境研究所 CGER METEX (<http://db.cger.nies.go.jp/metex/trajectory.jp.html>) 2016.5
- 2) 環境省大気汚染物質広域監視システム（そらまめ君）(<http://soramame.taiki.go.jp/>) 2016.5
- 3) 日本気象協会 tenki.jp (<http://www.tenki.jp/>) 2016.5

秋 田 県 健 康 環 境 セ ン タ ー

Akita 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