

第7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24年6月19日（火） 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7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24年6月19日（火）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

【13：40～15：10】 保健衛生部（6題）

- 1 母子健康手帳改正にともなう胆道閉鎖症早期発見に向けたカラーカードの導入 ----- 1
- 2 感染症発生動向調査 週報・月報・ホームページに関するアンケート調査について ----- 3
- 3 秋田県における腸管出血性大腸菌（EHEC）感染症発生状況（1991-2011年） ----- 5
- 4 インフルエンザ菌の莢膜血清型別法の問題点と血液から分離されたe型菌について ----- 7
- 5 結核菌分子疫学解析法 JATA12 の概要と県内某施設において発生した
結核集団感染事例における JATA12 の応用事例 ----- 9
- 6 食品検体中の病原ウイルス検出を可能にした
汎用型パンソルビン・トラップ法の開発 ----- 11

【15：10～15：20】 休 憩

【15：20～16：20】 理化学部（1題）、環境保全部（2題）

- 7 福島第一原子力発電所の事故に伴う秋田県における放射能調査 ----- 13
- 8 県内の空間放射線量率に関する新モニタリングポストシステムの概要 ----- 15
- 9 もみ殻を原料とした選択的リン回収材の利活用 ----- 17

【16：20】 閉 会

1 母子健康手帳改正にともなう胆道閉鎖症早期発見に向けた便色カラーカードの導入

○安部真理子 秋野和華子 柴田ちひろ 野口篤子※¹

※¹秋田大学医学部小児科

【はじめに】

平成24年4月1日から母子健康手帳が10年ぶりの改正となり、生後1ヶ月の記録欄ページに赤ちゃんの便色見本が綴られることになった。これは、小児の肝疾患の中で死亡率が最も高い胆道閉鎖症を早期に発見するための便色カラーカードであり、筑波大学小児科の松井陽教授（現国立成育医療研究センター病院長）が考案したものである。当センターでは平成18年度からこのカラーカードを使用してきた。今回は母子健康手帳の改正内容の紹介も含めて、カラーカードの有用性等について報告する。

【母子健康手帳の主な改正内容】

改正の主な内容は以下のとおりである。

1. 妊娠期の記載欄の充実
2. 乳幼児の記載欄の充実
3. 乳幼児身体発育曲線の改訂
4. 便色の確認の記録
5. 予防接種記録欄の充実

【便色カラーカードについて】

便色カラーカードは1番から7番までの7色に分けられて印刷されており、保護者が乳児の便との比較に使用するものである。今回の改正で母子健康手帳に綴られたカラーカードには、色見本が2枚ついており、1枚は切り離して便色の比較に使用し、残る1枚はそのまま母子健康手帳に保管できるようになっている。1番から3番に近い色の場合は胆道閉鎖症などの病気の可能性があるので小児科の受診を勧めている。また、生後2週、生後1ヶ月、生後1～4ヶ月ごとに記録できるようになっている。便色だけでなく、白目が黄色、尿が濃い黄色の場合も注意するように記載されている。図1に母子健康手帳に綴られたカラーカード（新）、図2に当センターで使用していたカラーカード（旧）、図3に胆道閉鎖症早期発見のためのフローチャートを掲示した。

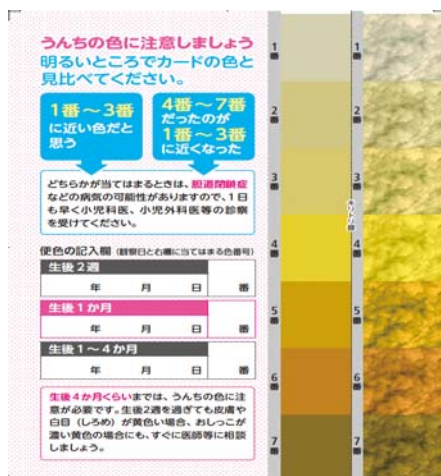


図1 新カラーカード



図2 旧カラーカード（秋田県版）

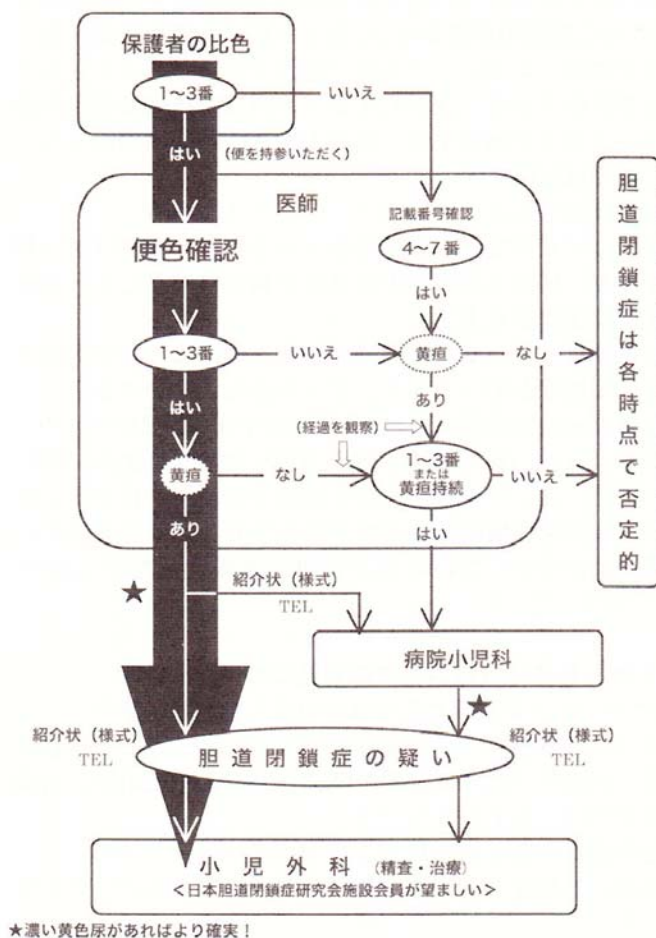


図3 胆道閉鎖症早期発見のための
フローチャート

普及後に、生後60日以内の胆道閉鎖症発見率が72.5%から97.1%に上昇していた。また、生後60日以内の早期段階で肝門部と腸管を縫い合わせる手術（葛西手術）の施行率が60%から74.3%に増加し、葛西手術後3ヶ月の減黄率は37%から59.5%に飛躍したと報告されている。これらの結果から、便色情報は早期発見、早期治療において重要な役割を果たしていると考えられた。当センターも含めてすでにこのカラーカードは、栃木県、茨城県、札幌市、岩手県、岐阜県、石川県、北海道、新潟県、富山市、神奈川県、宮城県の12の自治体で先進的に使用しているが、自治体ごとにさまざまな形式のカラーカードが配布されており、配布および回収などのシステムが自治体によって統一されていないこと、カラーカードの導入を希望しているにもかかわらず予算の捻出が困難な自治体があることなどの課題があった。今回の母子健康手帳はその問題点を改善するためにカラーカードが添付された。この新しいカラーカードの使用方法やQ&Aパンフレットはすでに厚労省から各市町村に配布されており、当センターホームページ上にも新しいカラーカードの導入について提示している。今後も保健所や医療機関と連携を図りながら胆道閉鎖症早期発見に向けた啓発に努めていきたいと考えている。

【まとめ】

- ・便色カラーカードの有用性は認識されていたが、これまで秋田県を含めた一部の自治体でしか使用されていなかった。
- ・母子健康手帳に活用しやすい便色情報が綴られた。
- ・すべての自治体が同じ形式のカラーカードが使用可能になった。

感染症発生動向調査事業

2 感染症発生動向調査 週報・月報・ホームページに関するアンケート調査について

○村山力則 植木ひとみ^{※1} 田中貴子 栗盛寿美子 岩谷金仁 高山憲男^{※1}

^{※1}元健康環境センター

【はじめに】

秋田県感染症情報センターでは、感染症発生動向調査事業の一環として、感染症週報・月報・ホームページ等で県民、県内の医療機関、社会福祉施設、学校等に県内・全国における感染症発生状況について情報提供を行っている。しかしながら施設等における、これら提供資料の利用状況、要望や改善点などを把握したことは今まで無かった。そこで今後の情報提供の質の向上を図るため、今回は秋田県内の医療機関に対して、週報等の提供資料に関するアンケート調査を行い、集計・解析を行った。

【調査方法】

アンケートは昨年実施した。内容は週報、月報、ホームページのそれぞれの利用頻度、掲載して欲しい内容、および改善して欲しい点などについての設問とし、アンケートの最後に公表全体に関わる自由記載欄を設定した。アンケートは秋田県内の定点医療機関 84定点（施設の重複あり、60施設；病院20、診療所40）、病院57施設（県内77施設のうち20施設は定点のため除外）、小児科を掲げている診療所91施設（医療情報ガイドで検索、定点と休日診療所を除外）の合計232の医療機関へ送付した。回答はFAXで返送してもらい、集計を行った。

【結果および考察】

1. 回収率

232件のうち140件から回答があり、回収率は60.3%であった。医療機関の種類別では、定点医療機関は84定点中52件から回答があり、回答率は61.9%だった。定点以外の医療機関については、病院は57施設中43施設から回答があり、回答率は75.4%、小児科を掲げている診療所は91施設中45施設から回答があり、回答率は49.5%であった。

2. 回答者の職種

回答者の職種は、医師が89件64%で最も多く、次いで看護師17%、臨床検査技師7%であった（表1）。

表1: 回答者の職種

職種	定点 医療機関	定点以外の 医療機関	合計
医 師	36 件 (69%)	53 件 (60%)	89 件 (64%)
看護師	7 件 (13%)	17 件 (19%)	24 件 (17%)
薬剤師	0 件 (0%)	3 件 (3%)	3 件 (2%)
臨床検査技師	4 件 (8%)	6 件 (7%)	10 件 (7%)
事務員	1 件 (2%)	6 件 (7%)	7 件 (5%)
無回答	4 件 (8%)	3 件 (3%)	7 件 (5%)
合計	52 件 (100%)	88 件 (100%)	140 件 (100%)

3. 週報・月報・ホームページの利用状況

140件の回答のうち、それぞれについて「利用している」と回答したのは、週報102件（72.9%）、月報79件（56.4%）、ホームページ68件（48.6%）であった。利用頻度については、利用者の半数以上が「週（月）1回以上」と回答しており、更新の都度、利用している施設が多いと思われた。しかしながら一方で、週報や月報を「知らなかった」との回答も20%前後を占めていたが、今回のアンケートをきっかけに「今後利用したい」とのコメントも複数寄せられた（表2）。

表2: 週報・月報・ホームページの利用状況

	合計	利用している					利用して いない	知らな かった	無回 答	総計
		1回以上 /週(月)	1回/2週 (月)	1回/3-4 週(月)	その他	未記 入				
週報	102	59	18	14	10	1	12	25	1	140
月報	79	58	7	5	6	3	25	33	3	140
HP	68	31	10	15	11	1	69	-	3	140
週報	72.9%	42.1%	12.9%	10.0%	7.1%	0.7%	8.6%	17.9%	0.7%	100%
月報	56.4%	41.4%	5.0%	3.6%	4.3%	2.1%	17.9%	23.6%	2.1%	100%
HP	48.6%	22.1%	7.1%	10.7%	7.9%	0.7%	49.3%	-	2.1%	100%

4. 週報・月報・ホームページの利用方法

①地域での感染症流行状況を把握し、②患者への説明などで診察へ利用、③院内感染対策委員会の資料として共有、④職員への啓発や教育に利用しているという回答であった。月報の場合、今後の予測に利用しているという回答や、ホームページを最新情報の把握やアウトブレイクの察知に活用しているという回答もあった(表3)。

表3: 週報・月報・ホームページの利用方法(自由記載・複数回答)

区分	週報	月報	ホームページ
感染症情報の把握	感染症流行状況の把握	33	感染症情報の把握 19
			過去のデータの確認 1
			今後の予測 4
			最新情報の確認 2
			アウトブレイクの察知 1
自院と比較	自院との比較	2	自院との比較 2
診察時の活用	診察時の参考(患者説明など)	11	診察時の参考(患者説明など) 6
院内での活用	院内での情報共有	13	院内での情報共有(院内月報の参考に) 5
	院内感染対策委員会・ICTの資料	13	院内感染対策委員会・ICTの資料 11
職員への啓発	職員への啓発、教育	4	職員への啓発、教育 4
その他	閲覧のみ	1	週報の閲覧 2
			ウイルス・菌の分離状況の把握 1

(件)

5. 週報・月報・ホームページを利用していない理由

医師会や近隣医療機関、保健所などからの情報があるからという意見が多く寄せられた。月報では、「週報を利用しているため」という理由が最も多く、よりリアルタイムな情報を求めていることがわかった(表4)。

表4: 週報・月報を利用していない理由(自由記載・複数回答)

週報	月報
他(医師会・保健所等)から情報が入る 4	他(医師会・保健所等)から情報が入る 3
救急外来でわかる 1	週報を利用している 6
リアルタイムな情報がない 1	情報が遅い・古い 3
インターネットを使用していない 1	インターネットを使用していない 1
人員不足 1	時間がない 1
	過去の情報は役に立たない 1
	現場で必要性を感じない 2
	理由はない 1

(件)

【まとめ】

今回のアンケート調査により、週報や月報などの提供資料等が、県内の医療機関においてどの程度認識され、感染症情報がどのように利用されているか有意義な結果が得られた。また今回の調査では自由記載欄で改善点などの要望も多く寄せられ、医療関係者の関心の高さがうかがえた。感染症発生動向事業の制度上、反映不可能な要望もあったが、可能なものについては感染症評価委員会にて取り上げ、すでに修正済みである。また今回は医療機関のみが調査対象であったが、社会福祉施設や学校等を対象にした場合、また視点の違った回答が得られるものと思われる。今回の調査を踏まえ、感染症情報センターでは県民に対してより質の高い情報を今後も提供していく予定である。

感染症対策事業（3類感染症）・食中毒対策事業

3 秋田県における腸管出血性大腸菌（EHEC）感染症発生状況（1991-2011年）

○八柳 潤 今野貴之 高橋志保 熊谷優子 和田恵理子 千葉真知子 齊藤志保子

【背景と目的】

1991年に旧秋田県衛生科学研究所が秋田県で初めて腸管出血性大腸菌（EHEC）感染者を確認してから2011年で20年が経過した。その間、1996年に全国規模でEHEC O157食中毒が多発したことによりEHEC感染症が指定伝染病となり、その後、感染症法により3類感染症に位置づけられた。これにより、EHEC感染者が発生した際には行政的に感染拡大防止のための接触者調査や感染源調査が実施されることになり、それに伴い、遺伝子診断法を応用したベロ毒素（VT）遺伝子の迅速検査法に基づいた、秋田県のEHEC検査体制が健康対策課により制定・通知された。さらに、感染源や感染経路解明に有用なパルスフィールドゲル電気泳動（PFGE）システムも導入し、衛生科学研究所ではEHECの迅速分離同定と分子疫学解析を実施する体制が確立した。

1996年のEHEC O157食中毒事例多発以降、種々の対策が講じられてきたにもかかわらず、2011年に富山県を中心として5名の死者を伴うEHEC O111食中毒が発生し、この感染症・食中毒の健康被害の深刻さが再認識されることとなった。秋田県においては近年、深刻な健康被害を伴うEHEC感染事例が発生していなかったことから、この感染症・食中毒の重要性が看過される傾向にあったことは否めない。そこで、今回、EHEC感染症・食中毒の重要性に関する再認識を促すことを目的として、県内における1991年から2011年の20年間におけるEHEC感染症発生状況について報告すると共に、県内でこれまでに発生した注目すべきEHEC感染事例として1999年に発生した焼き肉店を原因とするEHEC O157食中毒事例、2000年に発生した、牛舎からの井戸水汚染によるEHEC O121家族内感染事例の概要を紹介する。

【方法】

1. EHEC感染者の確認と報告

1996年8月に生活環境部長・福祉保健部長名で発出された通知に基づき、医療機関から検査依頼されたEHEC感染疑い患者の糞便と、医療機関において下痢患者から分離された大腸菌分離株について、PCR法によるVT遺伝子の検出等の遺伝子診断法を実施し、EHECを分離・同定した。EHECが同定された場合、医療機関にその結果を回答すると同時に、現健康推進課と生活衛生課に報告した。また、感染者の発生に伴う保健所の接触者検査・感染源調査についても同様に対応した。

2. EHECの同定法

①下痢患者糞便

患者糞便をCT-SMAC培地とDHL培地に接種・培養し、発育した菌苔から熱抽出により得たDNA溶液について、PCR法によりVT遺伝子を検出した。陽性の場合、平板上の個々のコロニーについてVT遺伝子保有株を検索した。

②大腸菌分離株

医療機関で分離されたEHEC疑い大腸菌分離株についてはVT, *eaeA*, *uidA*遺伝子を検出するPCR法によりEHECの同定を行った。EHECと同定された分離株については、大腸菌O抗原合成遺伝子群であるrfbO157, O111, O121, O26, O103, O145などを標的としたPCRと市販型別用血清によりO群を決定し、H抗原合成遺伝子であるfliCH7によりH型を決定した。また、CLIG, TSI, LIM培地により性状と運動性を確認した。なお、O121, O103, O145血清が市販されるまでは、Statens Serum Institut (SSI, International E. coli Reference Centre), Copenhagen Denmarkから型別用OK血清を輸入して対応した。型別不能株については、SSIのDr. Flemming Scheutzに型別を依頼した。

③EHEC分離株の分子疫学的性状解析

分離されたEHECの分子疫学的性状試験は、国立感染症研究所が示したXbaI PFGE解析プロトコールに従い実施した。

【結果と考察】

1. 秋田県で初めて確認されたEHEC感染事例

本県において確認された初めてのEHEC感染者は、1991年6月に大館保健所管内の医療機関で下痢と血便の症状を呈した80歳代女性であった。この患者からはEHEC O157が分離同定された。1991年は合計4名のEHEC O157感染者が確認され、そのうち1名は重症合併症である溶血性尿毒症症候群（HUS）を発症したが、この患者を含む4名は全員回復した。しかしながら、5月に出血性大腸炎を発症した男児はEHEC分離陰性であったが、HUSが悪化して死亡した。後に、患者の血清でO157抗体価が上昇していることが確認されたことから、この患者はEHEC O157感染に伴うHUSの併発により死亡したものと推察された。

2. 1996年以降のEHEC感染者発生状況

全国でEHEC食中毒が多発した1996年、秋田県では14事例のEHEC感染事例が確認された。その後、秋田県では年間30から40事例程度のEHEC感染事例が発生する状況で推移している。秋田県ではO157以外の血清型のEHECによる感染事例が多い傾向があり、EHEC O103（1996年）、EHEC O121（1997年）による感染事例は国内で最初に確認された事例となった。

3. EHEC集団感染事例

1996年から2010年までに10事例のEHEC集団感染事例が発生した。原因施設は、焼肉店、デイサービス施設の弁当（食中毒）、老人福祉施設、社会福祉施設、保育園（施設内感染）、中国修学旅行での感染、ふれあい動物イベントにおける動物からの直接感染であった。原因菌はEHEC O157、O26、O121であった。

4. EHEC感染に伴うHUS発症状況（当所把握分）

1991年から2011年までに26事例のHUS発症が確認された。原因菌は23事例がEHEC O157、3事例がEHEC O121であった。これらのうち、動物ふれあいイベント事例の1名（高齢女性）が脳症を発症して死亡した。県内におけるEHEC感染による死者はこの1名と1991年に死亡した男児のみである。1997年には由利本荘保健所管内の老人施設で高齢女性がHUSから播種性全身性血管内凝固症候群を発症して瀕死の重症となったが、無事に回復した。

5. 特徴的な事例の紹介

①1999年8月に、横手保健所管内の焼肉店を原因施設とする、県内初のEHEC O157食中毒事例が発生した。この事例では、患者由来株と焼肉店フキトリ由来株のPFGEパターンが一致し、原因施設に関する疫学的な知見を分子疫学的に裏付けることができた。

②2000年10月に横手保健所管内でEHEC O121による家族内感染事例が発生した。患者宅の井戸水と近隣牛舎の牛糞便からEHEC O121が分離され、分離株のPFGEパターンが一致したことから、本事例はEHEC O121を含む牛糞が患者宅の井戸水を汚染したことにより発生したと考えられた。

【まとめ】

- ・秋田県では年間30～40事例のEHEC感染事例が発生している。
- ・1991年以降の20年間に10事例の集団感染事例が発生した。その内訳は、食中毒（焼肉店、仕出し弁当）、老人福祉施設、社会福祉施設、保育園、ふれあい動物イベント、中国修学旅行であった。
- ・HUS等の重症感染症は26事例確認され、原因菌はEHEC O157とEHEC O121であった。2006年に1名（高齢女性）が脳症を併発し死亡した。また、1991年にもO157感染によると推定される死者（男児）が発生した。
- ・昨年、富山県で問題となったEHEC O111とドイツで集団事例を惹起したEHEC O104の侵淫実態は不明であり、今後の検討が必要であると考えられる。

インフルエンザ菌の遺伝子型別法の検討と分離実態の解明（平成23～24年度）

4 インフルエンザ菌の莢膜血清型別法の問題点と血液から分離されたe型菌について

○今野貴之 八柳 潤 高橋志保 熊谷優子 和田恵理子 千葉真知子

【はじめに】

インフルエンザ菌（*Haemophilus influenzae*）は、 $1\times 0.3\mu\text{m}$ ほどの多形性のグラム陰性桿菌で、菌体の表面に莢膜と呼ばれる構造を持つ菌と持たない菌が存在し、莢膜は血清学的に a～f の 6 型に分けられる。インフルエンザ菌は気管支炎、肺炎、中耳炎、副鼻腔炎といった市中感染症の起因菌となるが、特に b 型（Hib）は小児の細菌性髄膜炎等の侵襲性感染症の起因菌として知られている。菌型によって重症化する場合があるため、本菌による感染症の動向を把握する上で莢膜の血清型を明らかにすることは極めて重要である。

平成 23 年度からの調査研究事業において、これまでインフルエンザ菌 135 株について莢膜の遺伝子型別法を試行し、現行の血清型別と比較検討した。今回、その中で確認された血清型別法の問題点について報告する。また、平成 24 年 1 月に県内医療機関から検査依頼のあった血液から分離されたインフルエンザ菌（HI-2544）が莢膜の型の中でも比較的まれな e 型であることを確認したので報告する。

【対象と方法】

1. 莢膜型別

平成 20 年に県内医療機関から分与されたインフルエンザ菌 156 株のうち 135 株について、莢膜の型別を市販の抗血清を用いた免疫学的手法と PCR による遺伝子型別法（Falla et al., J Clin Microbiol., 32, 2382-2386, 1994）により行った。遺伝子型別は、まず莢膜遺伝子 *bexA* を標的とした PCR により、莢膜の有無を確認し、陽性であった株について a～f 型に特異的な PCR を行い型別した。

2. e 型菌の解析

HI-2544 の莢膜型別を市販の抗血清を用いた免疫学的手法と PCR による遺伝子型別法により行った。

さらに、薬剤耐性遺伝子を検出するため、ペニシリナーゼ（*bla*_{TEM}, *bla*_{ROB}）、および β -lactamase-negative ampicillin-resistant *H. influenzae* (BLNAR) の group I, II および III に特徴的な penicillin binding protein (PBP) のアミノ酸変異部分にプライマーを設計し、PCR を行った（図 1a）。

【結果と考察】

1. 平成 20 年インフルエンザ菌莢膜型別の状況

平成 20 年に県内医療機関から分与されたインフルエンザ菌 156 株のうち、21 株については発育不良のため検査不可であった。表 1 に莢膜の血清型別および遺伝子型別の結果を示す。血清型別により a 型に分類されたのは 135 株中 2 株、b 型が 3 株、c 型が 1 株、e 型が 1 株であった。一方、*bexA* 陽性となったのは 135 株中 4 株のみであり、残りの 131 株（97%）は非莢膜型と考えられた。莢膜株の内訳は b 型が 3 株、e 型が 1 株であった。b 型および e 型については血清型別と遺伝子型別の結果が一致したが、血清型別により a 型に分類された 2 株と c 型に分類された 1 株は一致せず、偽陽性と考えられた。

平成 20 年 12 月からの小児向け Hib ワクチンの販売開始により、ワクチンに含まれない b 型以外による侵襲性感染症の増加も懸念されており、本菌による感染症の今後の発生動向が注目されている。そのため、正確に菌型を把握することが重要となっている。血清型別法は菌の保

存状態や継代、培養条件等によって大きく左右されることが指摘されていた。

今回、血清型別法と遺伝子型別法の比較により、血清型別法における偽陽性の可能性を確認した。偽陽性の存在は、正確な感染症の発生動向を把握する上で大きな問題と考えられる。特に重大な侵襲性感染症が予想される場合には、血清型別法のみでなく遺伝子型別法を用いて正確に莢膜型を確認することが必要と思われる。

2. 血液から分離された e 型菌について

インフルエンザ菌 (HI-2544) が、平成 24 年 1 月 5 日の肺炎患者の静脈血培養から分離され、当センターにおいて莢膜の型別と薬剤耐性遺伝子の検出を行った。

HI-2544 は e 型の抗血清に特異的に凝集を示すとともに、PCR 法においても e 型に特異的なバンドが検出され、莢膜 e 型と判定された。

薬剤耐性に関与する遺伝子としてペニシリナーゼ (*bla*_{TEM}, *bla*_{ROB}) および PBP のアミノ酸変異の検出を PCR 法にて行った。HI-2544 は *bla*_{TEM}, *bla*_{ROB} に関しては両方とも (－) であったが、BLNAR group III に該当する PBP の変異が検出され、薬剤耐性菌と考えられた (図 1b)。

今回、肺炎から菌血症に至った患者の血液培養よりインフルエンザ菌 e 型を確認した。特に e 型が分離された症例はまれであるが、その臨床的な特徴は Hib と同様と考えられている。また、BLNAR の場合、治療に難渋することが多く、薬剤耐性の状況も併せて注視していくことが必要と思われる。

【まとめ】

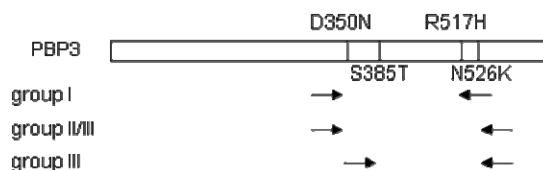
- ・平成 20 年に県内で分離されたインフルエンザ菌について、莢膜の型別を血清型別法と遺伝子型別法にて行い、血清型別法による偽陽性の可能性を確認した。
- ・平成 24 年 1 月に肺炎患者の血液から分離されたインフルエンザ菌が、莢膜 e 型の BLNAR であることを確認した。

表 1 莢膜の血清型別と遺伝子型別の対応

	遺伝子型別						
	a	b	c	d	e	f	NT
a							2
b		3					
c							1
d							
e					1		
f							
NT							128

NT: Non-Typeable.

(a)



(b)

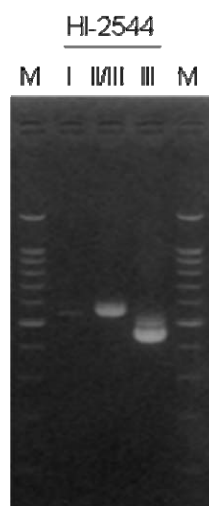


図 1 PCR for BLNAR

(a) primer 設計位置. (b) HI-2544 の BLNAR 型別. M: 100bp ladder, I: 536 bp, II/III: 569 bp, III: 459 bp.

結核菌の DNA シークエンスに基づいた分子疫学解析法と薬剤耐性の迅速検査法に関する調査研究（平成 22～23 年度）

5 結核菌分子疫学解析法 JATA12 の概要と県内某施設において発生した結核集団感染事例における JATA12 の応用事例

○八柳 潤 田中貴子 千葉真知子 齊藤志保子

【背景と目的】

厚生労働省は平成11年に結核緊急事態宣言を発令し、対策に取り組んできた。秋田県の結核新登録患者数は平成10年の311名から平成23年の127名まで漸減傾向にあるものの、他者に結核菌を感染させる危険性が大きい塗沫陽性患者数は46名から92名の間で横ばい状態にあり、継続した対策が必要な状況にある。結核による集団感染事例は、食中毒のように同時多発しない限り、散发例として見逃されてしまう傾向にあり、感染が拡大する危険性が高い。結核菌

(*Mycobacterium tuberculosis*) の分子疫学的性状解析は、集団感染事例における特定菌株の拡散規模を把握するうえで特に有用な方法である。また、この解析により得られた情報を菌株同士で比較することにより、見逃されやすい「隠れた集団感染事例」の探知も可能となることから、感染拡大防止上も有用である。結核菌の分子疫学的性状の解析手法としてはRFLP分析が国際標準法として確立しており、当センターにおいても平成12年から13年に分析技術を導入した。しかし、RFLP分析により得られるデータはアナログ的な画像（バーコード様）であることから多数のデータの比較と、他機関で得たデータの比較は困難である。これらの難点を解決する方法として、近年、国内で分離される結核菌の80%を占める「北京型株」の解析に最適化されたJapan Anti-Tuberculosis Association (JATA) 12法が国内標準法として普及しつつある。JATA12法で得られる結果はデジタル的な数値であることから、データベース化に適し、且つ、異なる機関で得られたデータの比較が容易である。しかしながら、分子疫学解析は微生物学的な専門技術に立脚しているために、結核対策を直接担う行政担当者や医療機関の結核担当者には十分に理解されているとは言い難い状況にあった。

先般、秋田市内の某施設で結核の集団感染事例が発生した。この事例の対応において、患者から分離された結核菌についてJATA12法と旧来のRFLP分析を実施する機会を得た。今回、当該事例における解析の実例を示しながら、結核菌の分子疫学解析が結核の感染疫学を理解する上でどのように有用かについて報告する。

【方法】

1. RFLP 分析

オランダの RIVM（The National Institute for Public Health and the Environment）で開発された RFLP 分析法の変法（結核研究所，高橋）に従い実施した。

2. JATA12 法

前田らが報告したJATA12法に従い実施した（結核，2008 ;83 : 673-8）。

3. 供試株

平成23年4月15日に報告された初発患者から、平成24年2月20日に報告された患者のうち、12名から分離された結核菌についてJATA12法とRFLP分析を実施した。

【結果と考察】

事例の概要

秋田市保健所管内の某施設で咳、痰、発熱、呼吸困難の症状を呈した入所者が市内の医療機関に転院し、塗沫検査、PCR、画像診断の結果から肺結核（ガフキー9号）と診断されたことにより、事例が探知された。調査の結果、初発患者を含み患者が14名、感染者（QFT陽性）が35名の大規模な施設内結核集団感染事例であることが明らかとなった。

1. 結核菌分離株のJATA12法とRFLP分析による解析結果

表に供試した結核菌12株の菌株番号、報告月日、JATA12プロファイルを示す。JATA12プロフ

ファイルは、12桁の数値で表現される。初発患者（インデックスケース）と同じプロファイルを分類Aとし、その他のプロファイルを分類B、Cとした。インデックスケースがガフキー9号と多量の結核菌を排菌している状況であったこと、そして原因施設が特殊な閉鎖環境であったことから、他の11名の患者は全てインデックスケースから結核菌に感染したと推定された。そのため、分離された結核菌のJATA12プロファイルはインデックスケースと同一であろうと予想された。しかしながら、予想に反してTB205とTB206のJATA12プロファイルはインデックスケース（TB204）のプロファイルと異なっていた。RFLP分析によっても全く同じ結果が得られたことから、TB205とTB206が分離された患者は施設内でインデックスケースから感染を受けたのではなく、施設外で感染して入所後に発病したものと考えられた。一方、TB215は施設内でインデックスケースと全く接触が無かったことから、当初はこの集団事例とは無関係と考えられていた。しかしながら、TB215のJATA12プロファイルがインデックスケースと同じであったために、この患者も集団感染の一部であると考えられ、この患者は、インデックスケースからの直接感染ではなく、インデックスケースから感染した他の患者を介して感染を受けたものと推定された。

菌株	患者	報告	JATA12 プロファイル	分類
TB204	HK	4/15	4-3-3-4-7-3-7-5-5-7-2-6	A
TB205	YY	5/9	5-3-4-3-5-3-9-4-5-7-6-4	B
TB206	MK	6/22	6-3-3-3-6-3-7-4-5-6-7-6	C
TB207	SY	7/4	4-3-3-4-7-3-7-5-5-7-2-6	A
TB208	HY	6/1	4-3-3-4-7-3-7-5-5-7-2-6	A
TB209	HT	6/10	4-3-3-4-7-3-7-5-5-7-2-6	A
TB210	AM	7/20	4-3-3-4-7-3-7-5-5-7-2-6	A
TB211	MT	7/8	4-3-3-4-7-3-7-5-5-7-2-6	A
TB212	OA	8/11	4-3-3-4-7-3-7-5-5-7-2-6	A
TB213	SK	8/11	4-3-3-4-7-3-7-5-5-7-2-6	A
TB214	SM	2/7*	4-3-3-4-7-3-7-5-5-7-2-6	A
TB215	GT	2/20*	4-3-3-4-7-3-7-5-5-7-2-6	A

*平成24年

今回の集団感染事例の分離株についてJATA12法を実施した結果、集団内における特定菌株（インデックスケース）の拡散規模を把握することが可能であることが実証された。このように、JATA12法により多数の感染者の中で特定菌株に感染しているグループを識別することが可能となり、集団感染事例における感染疫学を詳細に知る上で極めて有効であることが確かめられた。今後も県内の特定地域で結核患者が多発した場合、分離株についてJATA12法を実施することにより、特定菌株に罹患している患者が集団発生しているのか、疫学的関連の無い患者が偶然多発しているのかを明確に判別することが可能となり、とるべき対策を決定する際に有用な情報が得られるものと考えられる。

【まとめ】

- ・秋田市内の某施設で発生した大規模な結核集団感染事例において、患者から分離された結核菌12株についてJATA12法を実施する機会を得た。
- ・施設が特殊な閉鎖環境であったために、全ての患者が初発患者（インデックスケース）から施設内で感染したものと推察されたが、分離株のJATA12プロファイルを比較した結果、12名中2名が施設外で感染を受け、入所後に発病したことが示された。
- ・JATA12法により多数の感染者の中で特定菌株に感染しているグループを識別することが可能となり、集団感染事例における感染疫学を詳細に知る上で極めて有効であることが確かめられた。

厚生労働科学研究研究費補助金（食品の安全確保推進研究事業）

6 食品検体中の病原ウイルス検出を可能にした汎用型パンソルビン・トラップ法の開発

○斎藤博之 東方美保^{*1} 岡 智一郎^{*2} 片山和彦^{*2} 田中智之^{*3} 野田 衛^{*4}

^{*1}福井県衛生環境研究センター ^{*2}国立感染症研究所 ^{*3}堺市衛生研究所

^{*4}国立医薬品食品衛生研究所

【背景と目的】

平成23年の食中毒統計によると、全国で1年間に21,616人が食中毒による健康被害を受けており、その内約4割に相当する8,619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1,062例の約3割に相当する296事例がNoVによって引き起こされている（カンピロバクターの336事例に次いで2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できた例はほとんど報告されていない。そのため、具体的な汚染ルートの解明が困難で、予防対策においても決め手を欠いているのが実状である。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。

パントラ法の開発段階では様々な反応条件を最適化するために系を単純化する必要があり、NoV-GII/4型で汚染させた市販食品をモデル食品とし、添加する抗体としてGII/4型のNoVウイルス様粒子（VLPs）を免疫して作製したウサギ抗血清を用いて検討した。しかし、このようにして作製された抗血清の絶対量は少なく、全国の食中毒事例に対応するには全く不十分であった。また、現在のところNoV-GII/4を含めて19遺伝子型に対する特異的抗血清が利用可能であるが、その他の遺伝子型には対応できない。一方、実際に食品検体が搬入される時点では遺伝子型は不明なため添加抗体の選択が困難であるという実践的な問題もある。さらに、サボウイルス(SaV)などNoV以外の食中毒起因ウイルスへの対応も必要である。このようなことから本研究は、パントラ法を実際の食中毒事例へ適用させるために、安定した抗体供給源としてガンマグロブリン製剤を用いた汎用プロトコル構築を目標とし、今後の食品衛生に関する制度に組み入れてゆくことを目的とする。

【方法】

添加回収試験に用いるモデル食品として、市販されているポテトサラダと焼ソバを、NoV-GII/4型を含む糞便で汚染させたものを用いた。汚染食品 10g を 50ml の洗滌液（0.1M Tris・HCl-0.5M NaCl-0.1%Tween20, pH8.4）に懸濁させた後、3,000rpm 30 分の遠心で固形物を除去した（このとき、上清が濁っていても問題は無い）。食品の遠心上清に NoV-GII/4 型に対するウサギ抗血清、または医薬品として流通しているガンマグロブリン製剤（米国 Baxter 社製「Gammagard」）を加えて NoV 粒子と抗体の複合体を形成させ、そこにパンソルビン（黄色ブドウ球菌をホルマリン固定し、熱処理したもの）を加えた。黄色ブドウ球菌表面に存在するプロテイン A は抗体成分である IgG と強固に結合する性質があるため、この段階で菌の表面に抗体を介して大量の NoV が吸着した構造が出来上がることになる。NoV を吸着した菌体を 3,000rpm 20 分の遠心で回収し、少量の緩衝液で再懸濁したものをフェノール/クロロホルム混液で溶媒抽出した。水層に含まれる RNA を市販精製キットである「QIAamp Viral RNA Mini Kit」を用いて精製し、60 μ l の RNA 抽出液を得た。抽出した RNA から、逆転写反応によって cDNA を合成し、リアルタイム PCR 法によって NoV のコピー数を測定した。また、実際の事例において食品検体を扱う場合は、通常のリアルタイム PCR 法より感度の高い nested PCR 法（二重 PCR 法：定性試験となる）が用いられることを想定し、段階希釈により汚染レベルの異なるモデル食品を作成し、検出限界について評価を行った。

【結果】

1. 食品検体からの回収率

食品 1g 当たり 8.17×10^4 コピーの NoV-GII/4 型を含む汚染モデル食品を用いた NoV の回収率は、試験を 3 回繰り返した結果、ポテトサラダで $78.3 \pm 10.8\%$ (NoV 特異的抗血清使用) と $24.4 \pm 3.6\%$ (ガンマグロブリン製剤使用)、焼きそばで $81.5 \pm 10.2\%$ (NoV 特異的抗血清使用) と $25.6 \pm 2.3\%$ (ガンマグロブリン製剤使用) であった。抗体を添加しなかった場合は、それぞれ $0.33 \pm 0.08\%$ と $1.15 \pm 0.25\%$ であり、抗原抗体反応によるウイルス粒子の捕獲が理論どおりに成立していることがわかる。

2. 検出限界に関する評価

段階希釈によって汚染レベルの異なるモデル食品を作成し、高感度な nested PCR 法を用いた場合、ポテトサラダと焼きそばのいずれも食品 1g 当り 10 コピー (NoV 特異的抗血清使用)、及び 35 コピー (ガンマグロブリン製剤使用) の汚染まで検出できた。

【考察】

ヒトは成長する過程で、様々なウイルスの感染を受けてそれらに対する抗体を持つに至っている。NoV に対しても同様であることが抗体保有調査の結果から判明している。従って、本法における添加抗体として市販ヒト血清を用いれば量的制約を受けることなしに、多くの型の NoV や他の食中毒起因ウイルスにも対応できることが期待される。しかし一方で、保有抗体レベルの個人差をどのように平準化させるかという新たな問題が生ずる。そこで、1 万人単位でプールされた血漿から製造・販売されているガンマグロブリン製剤を利用することでこの問題を解決することができた。ガンマグロブリン製剤は多くの医薬品メーカーで製造されているが、国内製のものよりも米国製のものの方が抗体含有量において優れている。これは、米国では事実上の売血制度 (血漿成分の有償採取) が存続していることを反映しているものと考えられる。回収率や検出限界の数値としては、NoV 特異的抗血清の方がやや高いが、1 反応サイクルの違いで 2 倍の数値差が生ずるという PCR の特性からすれば、実質的な差は少ないものと考えられる。むしろ、ガンマグロブリン製剤の使用は次に示す大きな利点がある。

- 1) 医薬品として流通しているため量的な制約を受けないこと。
- 2) 多様な抗体を含んでいるため、NoV 以外にも SaV や A 型肝炎ウイルス、アデノウイルス 41 型などにも対応できること。

実際の運用面では、ガンマグロブリン製剤を常用し、NoV 特異的抗血清は理論的な裏付けが強固であるという特長を生かして精度管理に使用するようにすれば量的な制約も回避できる。ガンマグロブリン製剤を用いた汎用型パントラ法によって実事例の食品から検出できた例として、大阪堺市 (平成23年9月：NoV-GI型検出) と島根県 (平成24年3月：NoV-GII型検出) のケースがある。本法は「食品衛生検査指針2012年版」への収載が決定しており、正式に制度として組み込まれることとなった。そのため、行政手続法第39条に基づくパブリック・コメント (意見公募) が厚生労働省において実施されている。今後は食品からのウイルス検出例が増えることが予想され、その蓄積のもとにリスク・プロファイルを作成することで衛生管理に寄与することが期待される。また、本研究の過程で感染者の回復期血清を使用したウイルス回収も試みられて良好な結果を得ている。このことは、将来未知のウイルスが出現した場合の対応策の一つとして意義があるものと考えられる。

【まとめ】

1. ガンマグロブリン製剤を用いた汎用型パントラ法を開発し、実事例への適用が可能となった。
2. NoV で汚染されたポテトサラダと焼きそばからの本法による回収率は約 25% であった。
3. 食品 1g 当り NoV 35 コピーの汚染レベルまで検出できた。
4. 本法は「食品衛生検査指針2012年版」に収載される。

環境放射能水準調査

7 福島第一原子力発電所事故に伴う秋田県における放射能調査

○菅原 剛 珍田尚俊^{※1} 高橋知子 松田恵理子

^{※1} 仙北地域振興局福祉環境部

【はじめに】

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災とそれに伴う巨大津波により、福島第一原子力発電所で深刻な事故が発生し、大量の人工放射性物質が環境中に放出された。当センターでは昭和 30 年代から定期的に環境放射能調査を行ってきたが、今回発生した事故による県内への影響を把握するために、空間放射線量率の監視を強化するとともにセンター敷地内で採取した定時降下物及び蛇口水の測定を実施した。また、食に関する県民の安全・安心を確保するため、県内の農産物等についても県独自で調査を実施した。

ここでは事故後の県内における放射能の状況と、平成 23 年 12 月末までの空間放射線量率、定時降下物、蛇口水及び食品についての調査結果の概要を報告する。

【調査内容】

- 1) 空間放射線量率の測定：当センター屋上（高さ 23m）及び地上 1m, 50cm, 1cm 高さの空間放射線量率を、モニタリングポスト及びシンチレーションサーベイメーターにより測定した。
- 2) 放射性物質の分析：センター内で採取した定時降下物、蛇口水及び牛肉・玄米等の食品試料について、ゲルマニウム半導体検出器により測定した。

【調査結果】

1. 空間放射線量率の測定

モニタリングポスト測定値の日平均の経時変化を図-1 に示した。事故後の空間放射線量率は $0.028 \sim 0.043 \mu\text{Sv/h}$ であり平常値 ($0.022 \sim 0.086 \mu\text{Sv/h}$) を超えることはなく、事故由来と思われる異常値は見られなかった。加えて、6 月から毎日 10 時にシンチレーションサーベイメーターを使用してセンター敷地内の地上 1m, 50cm, 1cm 高さの空間放射線量率測定を行った。その結果、いずれの高さからも事故由来と思われる異常値は見られなかった（表-2 参照）。

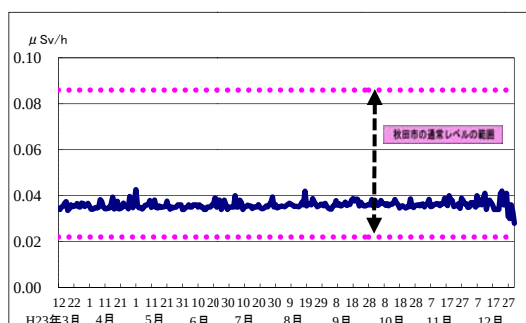


図-1 モニタリングポストによる福島原発以降の空間放射線量率の経時変化（日平均）

表-2 シンチレーションサーベイメーターによる地表付近の空間放射線量率

測定場所（センター内）	空間放射線量率
敷地内・地上 1m	$0.04 \sim 0.08 \mu\text{Sv/h}$
敷地内・地上 50cm	$0.05 \sim 0.09 \mu\text{Sv/h}$
敷地内・地上 1cm	$0.05 \sim 0.10 \mu\text{Sv/h}$

2. 放射性物質の分析

1) 定時降下物

1日分の塵や雨を3月19日から12月28日まで毎日採取し、その測定結果を図-2に示した。4月末までに事故由来のヨウ素131、セシウム134及びセシウム137（以下放射性セシウム）が検出（最大値：ヨウ素131；89Bq/m²、放射性セシウム；170Bq/m²）されたが、5月1日以降は検出されなかった。

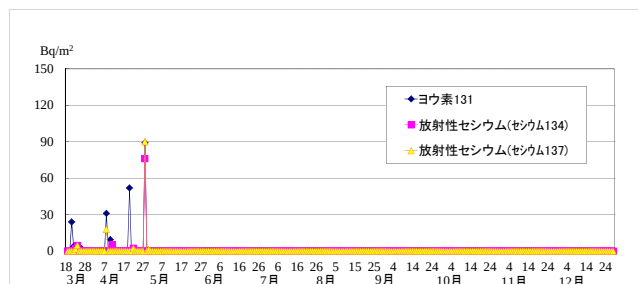


図-2 秋田市における定時降下物の人工放射性物質濃度の推移（H23.3.18以降）

2) 蛇口水

センター内の蛇口水を3月18日から12月27日まで毎日採取し、その測定結果を図-3に示した。3月22日から4月1日までの間で連続して事故由来のヨウ素131が検出（最大値：2.0Bq/kg）されたが放射性セシウムは検出されず、ヨウ素131も4月2日以降検出されなかった。

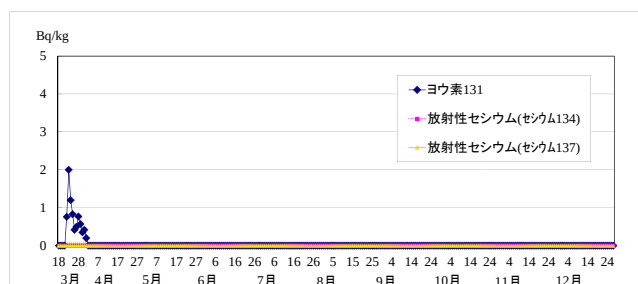


図-3 秋田市における蛇口水中の人工放射性物質濃度の推移（H23.3.18以降）

3) 食品試料

事故由来の人工放射性物質の食品に対する影響を調べるため、県内の農産物を始めとした食品の放射性物質測定を行った。

放射性セシウムに汚染された県外産の稲わらを給餌された秋田県産牛肉の検査を行った。調査開始当初は放射性セシウムが高濃度に検出された検体もあったが時間経過と共に濃度は下がってきており、12月からはほぼ10Bq/kg以下になっている。

9月には秋田県産の玄米について、収穫前調査として県北・中央・県南の3カ所分、収穫後調査として旧市町村単位の69カ所分の検査を行った。その結果、全ての玄米から人工放射性物質は検出されなかった。

野菜・果実や牛乳などその他の食品についても検査を行った結果、いずれの検体からもヨウ素131は検出されなかった。放射性セシウムは鮎（最大値3.5Bq/kg）及びキノコ（最大値7.7Bq/kg）、県内で捕獲された熊の肉（最大値9.1Bq/kg）など一部の検体から微量に検出されたが、これらの値はその他食品の現在の基準値である100Bq/kgを大きく下回っている。

【まとめ】

調査の結果から、福島第一原子力発電所の事故が県内に与えた影響は極めて少なかったものと考えられる。今年度は調査対象をより増やし、放射能に関する安全・安心を引き続き確保するため、情報を提供していく。

環境放射能水準調査事業

8 県内の空間放射線量率に関する新モニタリングポストシステムの概要

○玉田将文 田村高志 高橋英之 高嶋司 菅原剛 柴田義明

【はじめに】

当センターでは、昭和45年から国の委託を受け、過去の核実験等の放射能汚染実態を把握するため、センター屋上に設置したモニタリングポスト（図1）により県内の空間放射線量率を継続的に測定してきた。特に福島第一原子力発電所（以下、原発）の事故後は、県民の安全・安心を確保するため、毎時測定データを公開してきた。



図1 モニタリングポスト

しかし、この測定体制では、データの公開までに多くの労力を要すること、地上1m地点における測定ではないこと、秋田市以外の状況を把握できないという問題があったため、測定データを広範囲に収集し、迅速かつ自動的に公開する必要性が高まった。そこで、このようなニーズを満たす新モニタリングポストシステムを構築し、平成24年4月から運用を開始した。新システムでは、県民の求める詳細な測定結果の迅速な公表が可能となっている。本発表では、上記新システムの概要と本県及び本県に隣接する自治体等における空間放射線量率の測定結果を併せて報告する。

【測定方法】

1) 旧システムの問題点

秋田県における旧モニタリングポストシステムの概要を、図2-1に示す。原発事故前は、年1回文部科学省へ報告していたが、同事故後から平成23年度にかけては、当センターのモニタリングポストシステムの測定値を読み取り、秋田県のウェブサイトで公表してきた。

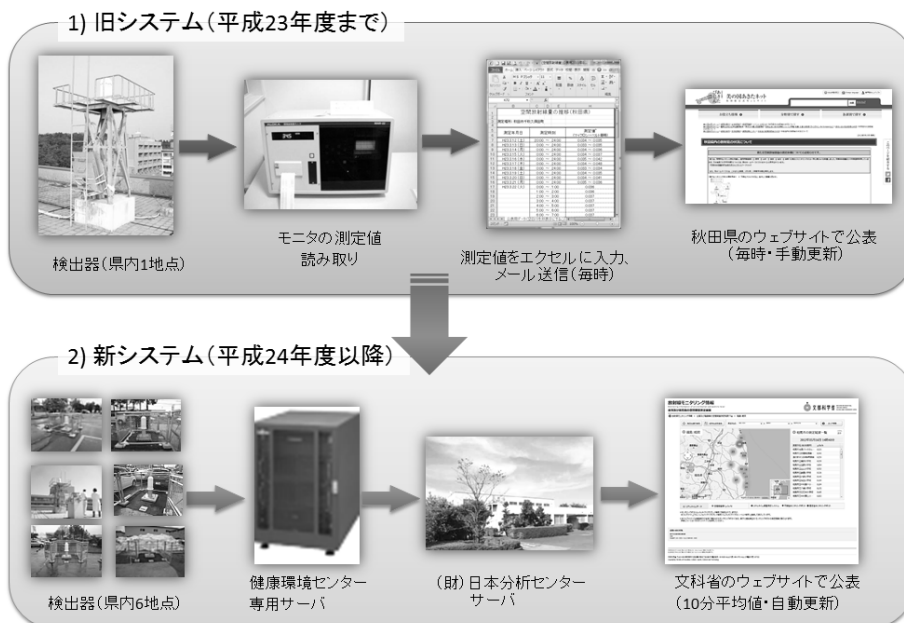


図2 秋田県におけるモニタリングポストシステムの概要

しかし、測定値の読み取り・入力・公表等に多くの時間と労力を要したため、これらの問題点を解決する為の新システムの構築を検討した。

2) 構築した新システムの概要

平成24年度から運用を開始した新システム（図2-2）では、県内の測定地点を1地点から6地点（鹿角,山本,秋田市,仙北,由利,雄勝）に増やすとともに、各モニタリングポストから連続測定データのデータが毎分、当センターの専用サーバに自動的に送信・集積される。これらのデータは、10分間の平均値として、（財）日本分析センターのサーバに送信され、文部科学省のウェブサイトにて公開されている¹⁾。

このように新システムは旧システムと比較して、迅速に県内6地点の測定結果を集積し、公表することが可能である。なお、県内6地点の測定データは専用サーバに集積され、そのサーバには県庁内PCからアクセス可能であり、異常値検出時には担当者へメールで連絡される体制となっているため、県民への情報提供も速やかに行うことができる。

【結果と考察】

上記新システムによる平成24年5月16日午前9時現在の測定結果を、図3に示す。秋田県（6地点）の空間放射線量率は、0.031～0.042 $\mu\text{Sv/h}$ であり、秋田市における昭和45年から原発事故前における測定値、0.022～0.086 $\mu\text{Sv/h}$ の範囲内である。岩手県（7地点）及び山形県（26地点）では、それぞれ0.023～0.101 $\mu\text{Sv/h}$ 、0.026～0.071 $\mu\text{Sv/h}$ であり、原発事故前の測定値とほぼ同レベルにある。一方、福島市（387地点）では0.087～1.658 $\mu\text{Sv/h}$ であり、市内全測定地点の約63%（243/387地点）が、年間積算線量として1mSvを超過している。福島市は除染計画を策定し、今後2年間で市内全域の日常生活環境における空間放射線量率を1 $\mu\text{Sv/h}$ 以下にすることを目指している²⁾。福島県大熊町（17地点）では0.656～36.928 $\mu\text{Sv/h}$ であり、市内全測定地点の約82%（14/17地点）が、年間積算線量として20 mSvを、約35%（6/17地点）が同50mSvを超過している。政府は現在、警戒区域となっている同町全域を3つの区域に再編し、国による直接除染事業を実施する方向で検討が進められている³⁾。

上記の結果から、秋田県、岩手県及び山形県における空間放射線量率は、原発事故前とほぼ変わりなく、外部被曝による健康リスクへの影響を懸念する必要はないと推察される。当センターでは、今後も原子力関連施設や核実験等による本県への放射線影響を監視する予定である。

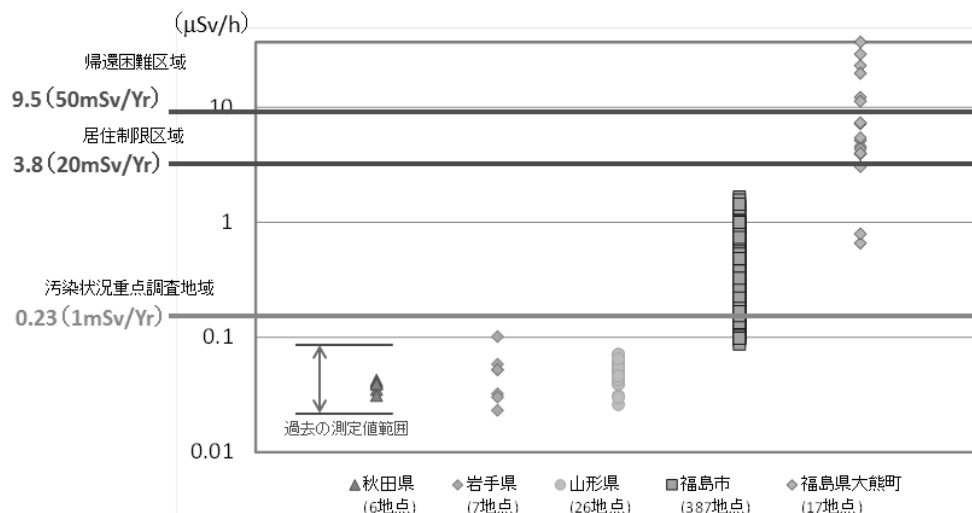


図3 新モニタリングポストシステムによる各自治体の空間放射線量率測定結果

【参考文献】

- 1) 文部科学省（2012）全国及び福島県の空間線量測定結果 - 放射線量測定マップ
<http://radioactivity.mext.go.jp/map/ja/>
- 2) 福島市（2011）福島市ふるさと除染計画（第1版）
<http://www.city.fukushima.fukushima.jp/soshiki/70/5178.html>
- 3) 環境省（2012）大熊町住民説明会
http://www.town.okuma.fukushima.jp/setumeikai_201205_hokoku.html

9 もみ殻を原料とした選択的リン回収材の利活用

○成田修司 石垣 修 鈴木忠之

【背景と目的】

「米どころ」秋田は、大量の「もみ殻」が排出されている。使い道に困った「もみ殻」は、「もみ殻焼き」が行われ、大気汚染の原因として、「米どころ」における長年の懸案事項となっている。この「もみ殻」の焼却時に発生する物質の中に、ぜんそく等のアレルギーを引き起こす「ホルムアルデヒドや針状物質」などが含まれていることが、近年の研究で明らかとなった¹⁻²⁾。秋田県健康環境センターでは、これらの報告を受け、県民の健康を守ることを目的として、もみ殻を有効利用し、適正処理のための技術開発を目指した。その技術は「もみ殻」を適正処理する過程でリンを除去・回収するという付加価値をつけ、水質浄化という新たな役割を担ってもらうという素材開発である。また、この素材がリンを除去・回収した後の利用としては、農業分野への活用も視野に入れている。このようなコンセプトのもとに、当センターでは初の特許（特許第4840846号）となる技術・素材を開発した。本研究では、この素材の効果的な利活用を目的として、次に示す2つのフィールドで試験を行った。一つは八郎湖の富栄養化の一因である高濃度リン湧出水³⁾の除去回収、もう一つは「リンを回収したもみ殻」の肥効試験である。ここでは、これら利活用の成果を報告する。

【試験方法】

1. もみ殻を原料としたリン回収材の開発

本特許ではリンと親和性が高く環境中に豊富に存在しているカルシウム(Ca)との複合化を試みた。もみ殻とCaを複合化させるために、以下の2つの方法を用い、検討を行った(図1)。一つめは、所定量の水酸化カルシウム($\text{Ca}(\text{OH})_2$)をイオン交換水に分散し、得られた懸濁液にもみ殻を含浸する方法である。二つめは、前述の懸濁液まで同様に調整し、酸を添加し、溶液が透明になるように調整した($\text{pH}=2\sim4$)。この溶液に水酸化ナトリウムを添加し、 pH を $6\sim7$ に調整し、得られたCa溶液をもみ殻内部に約1～3時間含浸させた。上記の2つの方法により得られたCa含浸試料をフタ付きのるつぼに入れ、所定の温度で60分間加熱した後、室温まで冷却して、それぞれの回収材を得た。もみ殻の重量比が1:10の時、前者は、ME1/10[650]、後者はMN1/10[650]と表記する(図1)。これら2つのリン回収材を用いて、リン酸イオンの吸着試験(初濃度 $[\text{PO}_4^{3-}]=50\text{ mg/L}$)を行った結果、24時間後の後者のリン回収量は、前者(15 mg/g-sample)と比較して約2倍以上の吸着容量(35 mg/g-sample)となった。そのため、以降の記述は、リン回収性能の高いMN1/10[650]の利活用について述べる。

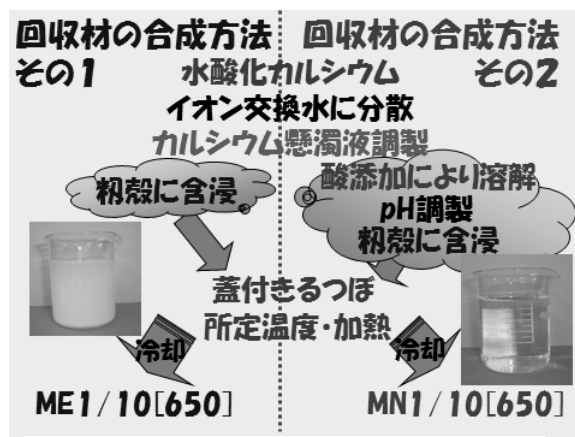


図1 もみ殻を原料とした素材開発

2. リン湧出水中のリン除去・回収試験

試験は大潟村南部のフィールドにある水路で実施する予定であったが、秋田県内で絶滅したと考えられていた「イトクズモ」の生息がその水路に確認されたことから、その生息環境を保護するため、図2に示したリン除去・回収装置を設置し、同水路の水を引き込むことに

より実施した。図2の装置に前述したリン回収材MN 1/10[650]を400L充填し，同水路の水を1～10 L/min の速度で導入し，試験を行った。

3.リン吸着もみ殻の肥効試験

リン吸着後のもみ殻炭を用いた，ブロッコリー栽培の肥効試験は日本植生(株)に委託し，次のように行った。

土壌は花崗岩が風化したマサ土とピートモス，バーキュライトを8:1:1の比で混合したものを用いた。比較に用いた化成肥料は，窒素，リン，カリが各8%含有している8-8-8を使用した。栽培はワグネルポット1/2000(15L)を使用し，化成肥料8-8-8を7.5g / pot 施肥した。リン吸着後のもみ殻を用いた試験条件は，次の通りである。リン吸着後のもみ殻1gあたり，リンが20 mg含まれるものを30g (P施肥量0.6 g)，硫酸2.1g (窒素21%)，塩化カリウム1.0g (カリウム60%)を上記土壌に混合し，栽培開始から個々の生育状況の評価を行った。

【結果と考察】

上記リン除去・回収装置による試験結果を図3に示す。リン湧出水のリン濃度はPO₄-P mg/Lで約1.8 mg/Lであるが，浄化後の濃度は約0.5 mg/Lと約1/4の濃度に減少した。また，水質汚濁の指標であるCOD (化学的酸素要求量)についても同時に調査したところ，湧出水では約5 mg/Lであったが，4 mg/L程度まで減少していたことから，20%ほどの除去が確認された。つまり，この回収装置はリンの除去・回収のみの削減を狙ったものであったが，副次的な効果としてCODも削減できることが明らかとなった。

リン吸着後の「もみ殻炭」を用いた，上記条件での肥効試験結果を図4に示す。この結果は栽培開始2週間後の写真である。葉の大きさに著しい違いが見られ，化成肥料と比べ，リン吸着後のもみ殻を施肥したものの生育が良いことがわかった。さらに，化成肥料を用いて栽培したものは，初期に生育した葉が紫色に変化していることが明らかとなった。これは，栄養素が溶脱によって欠乏したことによるものと考えられる。同現象は，もみ殻を用いた場合には見られなかった。

参考文献

- 1) Katsumi Trigoe et al. Pediatrics International, 42, 143-150, 2000.
- 2) Hiroyuki Kayaba et al, Tohoku J. Exp. Med., 204, 27-36, 2004.
- 3) 片野登 他，秋田県環境技術センター年報，18, 104-109, 1990.



図2 フィールドに設置したリン除去・回収装置

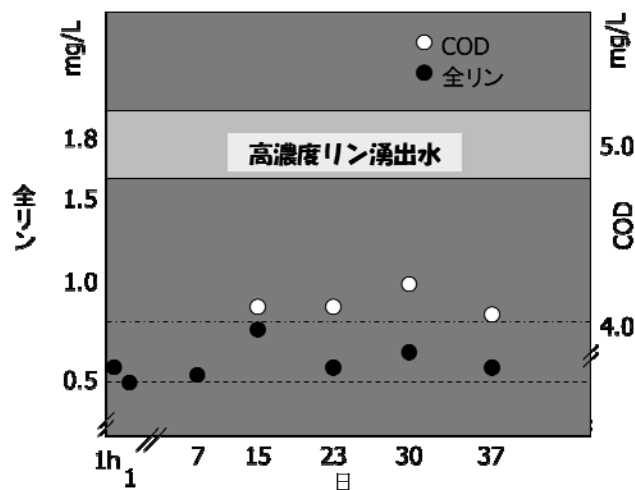


図3 フィールドにおけるリン除去性能評価

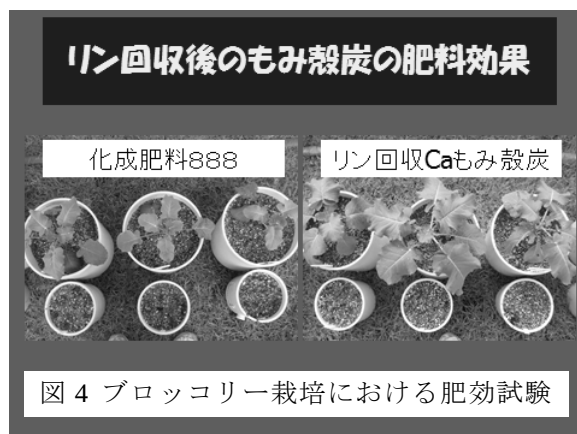


図4 ブロッコリー栽培における肥効試験

memo

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

URL <http://www.pref.akita.lg.jp/rcphe/>