



栃木県

平成27年度版

栃木県保健環境センター一年報

第21号



**ANNUAL REPORT OF
TOCHIGI PREFECTURAL INSTITUTE OF
PUBLIC HEALTH AND
ENVIRONMENTAL SCIENCE
NO. 21 2016**

はじめに

栃木県保健環境センターは、保健衛生、環境分野の技術的な中核機関として、国や地方衛生・環境研究所などと連携・協力のもとに試験研究、技術的支援及び情報提供を行っております。

本年を振り返りますと、国内においては、熊本や鳥取の地震、東北・北海道での台風による豪雨など、大きな災害が発生しました。環境関係においては、地球温暖化防止に向けてのパリ協定が締結され、感染症関係では、4月に改正感染症法が施行になり、検体採取など病原体に関する情報収集体制の強化が図られました。

また、平成23年3月の東京電力福島第一原子力発電所の事故以来、保健衛生・環境の両分野で各種放射線関係の測定を実施し、測定結果の情報提供を継続して行っております。

我々の生活を取り巻くなかでも、特に健康危機管理が求められており、これに対応する研究体制の充実、行政と連携した迅速な検査や情報の収集・提供を進める必要性があります。

当センターでは、これからも健康危機管理の一翼を担う試験研究機関として、県民の健康と安全な生活環境の確保を目指して参りますので、関係各位の一層の御指導、御支援をよろしくお願いいたします。

このたび、平成27年度に実施した業務を取りまとめ「栃木県保健環境センター年報第21号」を作成いたしました。御高覧の上、忌憚ない御意見をいただければ幸いです。

平成28年12月

栃木県保健環境センター

参事兼所長 高山 尚志

目 次

I 沿革	3
II 事務概要	
1 組織	7
2 業務	7
3 職員	8
4 機器整備	9
5 歳入歳出決算書	11
6 学会発表等	12
7 表彰等	13
III 事業概要	
1 企画情報部	17
2 微生物部	21
3 食品薬品部	25
4 化学部	29
5 水環境部	30
6 大気環境部	32
IV 調査研究	
1 栃木県内流通食肉等の食中毒菌等汚染実態調査及び緩慢解凍による カンピロバクターの低減効果について	37
2 キノコ中毒における有毒成分の分析法の検討	42
3 畜産物中における有機塩素系農薬の迅速検査法の検討（第1報）	46
4 栃木県における微小粒子状物質（PM2.5）特定調査（第3報）	50
V 研究ノート	
1 平成27年度公衆浴場の <i>Legionella</i> 汚染実態調査	65
2 2009/2010～2015/2016 シーズンに栃木県内で検出された下痢症ウイルスの分子疫学的解析	68
3 堆肥化施設の臭気の発生抑制に関する調査（第1報）	72
4 志渡淵川の河川汚濁機構解明調査	77
5 平成25～27年度有害大気汚染物質モニタリング調査結果	81
6 栃木県における環境放射能測定結果—福島第一原子力発電所事故の影響について—	87
VI 資料	
1 平成27(2015)年度感染症流行予測調査	99
2 栃木県における流通食品等の放射性物質検査結果（第2報）	103
3 平成27年度湯ノ湖沈水植物植生調査	105
4 栃木県における環境放射能測定結果（平成27年度調査）	107
5 平成27年度アスベスト大気環境調査結果	112
6 平成27年度佐野市葛生地区における降下ばいじん量調査結果	114
7 平成27年度有害大気汚染物質モニタリング調査結果	116
8 平成27年度湿性沈着調査結果	120
9 平成27年度酸性降下物量調査結果	123
10 平成27年度外部精度管理調査結果	125
VII 他誌発表論文	
1 MicroRNA-155 knockout mice are susceptible to <i>Mycobacterium tuberculosis</i> infection	141

2	地方衛生研究所における細菌学的検査・研究の最新事情（新しい病原因子を標的とした結核ワクチンの開発）	142
3	Molecular Evolution of the Capsid Gene in Norovirus Genogroup I	144
4	国境を超える感染症 狂犬病	146
5	食品取扱者におけるノロウイルス食中毒の不顕性感染の実態調査	147

I 浴 革

沿 革

近年における技術革新や保健衛生、環境科学の進歩等に伴って、県民の生活環境に関するニーズは多様化、高度化しています。

このため、この分野を担当してきた衛生研究所及び公害研究所の試験検査業務について、その効率的な執行を図るとともに機能強化し、新たに発生する行政需要に対しても適切かつ迅速に対応できるよう、両研究所を統合して本県における保健と環境に関する科学的・技術的中核機関として平成8年4月「保健環境センター」が設置されました。

保健環境センターは、①行政検査機能、②調査研究機能、③指導援助機能、④情報提供機能の4つの機能を柱として業務に取り組むとともに、県民等が開かれた研究施設とするため県民実験室、視聴覚室及びエントランスホールなど保健衛生や環境保全について学べる場を設けています。

平成8年 4月	衛生研究所と公害研究所を統合し、7部制で業務開始。
平成11年 5月	ISO14001取得の宣言を行い、環境プロジェクトチームを発足し、環境マネジメントシステム作りに取り組む。
平成12年10月	ISO14001審査登録(10月27日:JSAE282)。
平成13年 2月	ダイオキシン類測定施設完成。
平成22年 4月	ISO14001を独自EMSへ変更。
平成23年 4月	栃木県庁全庁で独自EMSの運用を開始。当センターも従前のEMSを廃し、それに加わる。
平成26年 7月	省エネルギー加速化工事により一部照明をLED化。
平成27年 1月	省エネルギー加速化工事により、冷温水発生機をガスだき高効率機種へ更新すると共に、ボイラー3台を更新し燃料をA重油から都市ガスへ転換。

○旧衛生研究所の沿革

大正12年 4月	県庁警察部に細菌検査所及び衛生試験所が設置される。
昭和24年10月	厚生省通達により、2機関を統合して栃木県衛生研究所となる。 庶務課、細菌検査部、化学試験部の1課2部制となる。
昭和42年 5月	宇都宮市陽南に移転する。
昭和50年 4月	食品部が設置され、1課3部制となる。

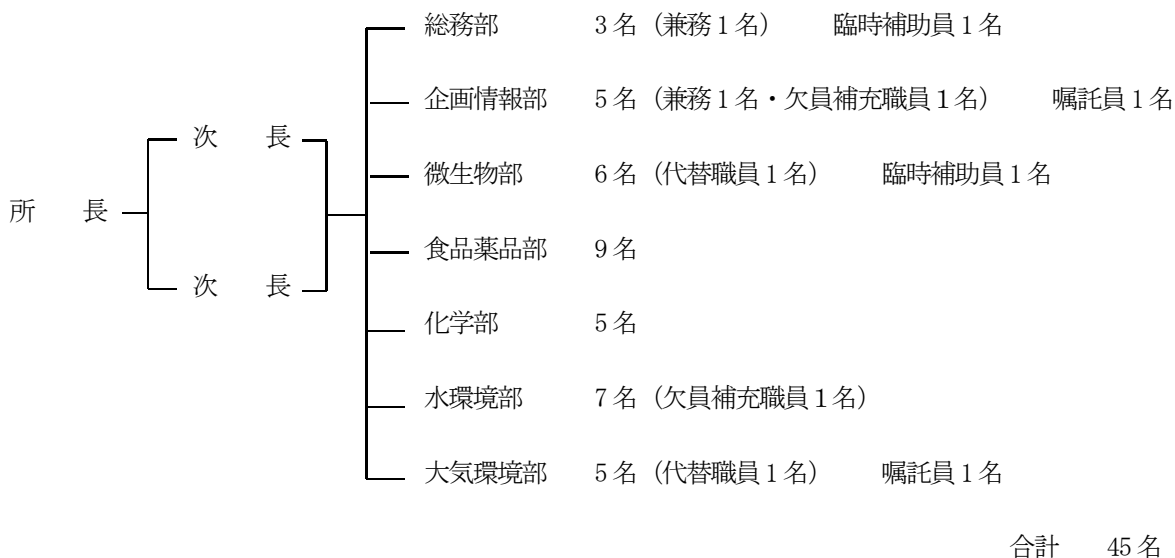
○旧公害研究所の沿革

昭和42年 8月	公害測定室が商工労働部振興課に設置される。
昭和45年 4月	振興課廃止により立地公害課所属となる。
昭和45年10月	設備等が拡張され、公害研究所となる。
昭和47年 4月	部制を敷き、水質部、大気騒音部の2部制となる。
昭和48年 4月	衛生環境部所属となる。
昭和55年 7月	宇都宮市桜に移転する。

Ⅱ 事務概要

1 組織

(平成 28 年 6 月 1 日現在)



2 業務

保健環境行政の科学的・技術的中核機関として、関係行政機関と緊密な連携のもとに、保健環境行政が科学的基盤を持った諸施策を進めるために必要とする次の業務を主に行っている。

2.1 総務部

県有財産の維持管理、物品の出納保管、予算、決算及び会計事務、文書の收受・発送・編集及び保存、職員の服務、公印の保管

2.2 企画情報部

調査研究に係る総合的な企画及び調整、保健・環境情報の収集・管理・解析及び提供、健康事象に関する疫学的調査研究、環境学習、関係機関・団体等職員に対する研修指導、環境マネジメントシステム及びネットワークの管理運営

2.3 微生物部

感染症予防及び疫学調査研究、病原性微生物の試験検査、血清学的検査、病理組織検査等臨床検査

2.4 食品薬品部

食品衛生に係る調査研究、食品及び家庭用品の試験検査、薬品及び衛生材料の試験検査

2.5 化学部

生活環境に係る調査研究、産業廃棄物及び生活衛生に係る試験検査、土壌汚染に係る試験検査及び調査研究、地盤沈下に係る調査研究

2.6 水環境部

水質汚濁に係る試験検査及び調査研究、水質汚濁に係る公害防止施設及び処理方法の調査研究、飲料水及び上下水道水の試験検査、温泉鉱泉水の試験検査

2.7 大気環境部

大気汚染に係る試験検査及び調査研究、大気汚染に係る分析方法の調査研究、騒音振動・悪臭に係る試験検査、環境放射能水準調査

3 職員

3.1 部別職員数

(平成28年6月1日現在)

	事務職員	技術職員							嘱託員	臨時補助員等	計
		獣医師	薬剤師	保健師	臨床検査技師	化学	農芸化学	工芸技術			
所長			1								1
次長	1(1)					1(1)					2(2)
総務部	2									1	3
企画情報部	1		2		1①				1		5①
微生物部		3	1		2①					1	7①
食品薬品部			8		1						9
化学部						5					5
水環境部			2		1①	4					7①
大気環境部			1			4①			1		6①
計	4(1)	3	15		5③	14(1)①			2	2	45(2)④

注 1) 事務次長は総務部長を、技術次長は企画情報部長を兼務

2) ()内は次長兼務数、○内は代替職員及び欠員補充職員数

3.2 職員の配置

(平成28年6月1日現在)

所属名	職名	氏名	所属名	職名	氏名
総務部	参事兼所長	高山 尚志	化学部	技師	飯野 聡子
	次長	橋本 裕二		技師	堀 亜裕美
	次長	中河原 浩		技師	若林 勇輝
企画情報部	部長(兼)	橋本 裕二	水環境部	部長	小池 静司
	部長補佐	塚本 高子		主任研究員	神野 憲一
	主査	崎谷 真弓		主任研究員	金田 治彦
	臨時補助員	角田 聡美		主査	平野 真弘
微生物部	部長(兼)	中河原 浩	大気環境部	技師	小西 智之
	部長補佐	石下 敏伸		部長	田村 博
	特別研究員	小林 一彦		特別研究員	野澤 剛
	技師	増田 明子		技師	中島 麻依子
食品薬品部	技師(欠)	石川 信一	大気環境部	技師	赤羽 則臣
	嘱託員	坂井 和代		技師	平山 大輔
	技幹兼部長	船渡川 圭次		技師	巻口 真穂
	特別研究員	鈴木 兼一		技師(欠)	山 口 宏
食品薬品部	特別研究員	桐谷 礼子	大気環境部	部長	石原島 栄二
	特別研究員	鈴木 尚子		特別研究員	齋藤 由実子
	特別研究員	鈴木 尚子		主任研究員	栗原 伸義
	主任	水越 文徳		技師	飯島 史周
	技師(代)	渡邊 裕子		技師(代)	篠崎 絵美
	臨時補助員	亀田 美奈子		嘱託員	島津 真輝
	技幹兼部長	黒崎 かな子			
特別研究員	駒場 直行				
主任研究員	松下 和裕				
主任研究員	渡辺 真美子				
主任	泉 聡美				
主任	徳田 侑子				

注 職員数・職員配置については、育児休業等の代替職員、欠員補充職員、嘱託員及び臨時補助員が含まれる。

4 機器整備

品名	規格	取得年月日	備考
電動式移動棚	文祥堂 BSD エロンパック 3連13	H 7.11.8	図書室
二波長クロマトスキャナー	島津製作所 CS-9300PC	H 6.7.25	食品薬品部
高速液体クロマトグラフ	日立製作所 L-7000	H 6.12.12	化学部
〃	日本分光 PU980 GULLIVER シリーズ	H 8.3.29	食品薬品部
〃	日本分光 LC2000plus シリーズ	H 13.10.12	食品薬品部
〃	島津製作所 LC-VP(ホストカラム反応蛍光検出器付)	H 17.10.20	食品薬品部
〃	日本分光 LC2000plus シリーズ	H 21.10.29	大気環境部
フーリエ変換赤外線分光光度計	日本分光 FT/IR-350	H 7.7.5	食品薬品部
ガスクロマトグラフ	横河電機 HP G1800A(GCD)(EID)	H 8.3.29	化学部
〃	島津製作所 GC-17A(Ver3)システム	H 11.2.10	大気環境部
〃	島津製作所 GC-2010(FPD)	H 16.10.12	食品薬品部
〃	アジレント 6890N(FID)	H 18.7.6	食品薬品部
〃	島津製作所 GC-2010(ECD)	H 20.10.24	食品薬品部
〃	島津製作所 GC-2014A(ECD・FPD)	21.11.18	化学部
高圧滅菌器	サクラ A3S-B09	H 7.6.28	微生物部
高圧滅菌器 (流し付き)	日立冷熱 VS-500	H 7.7.18	微生物部
〃	日立冷熱 VS-500	H 7.7.18	微生物部
高圧滅菌器	サクラ A3S-B09	H 7.6.28	微生物部
高圧滅菌器 (流し付き)	日立冷熱 VS-500	H 7.7.18	微生物部
〃	日立冷熱 VS-500	H 7.7.18	微生物部
遺伝子解析装置	パーキンエルマー ABI PRISM 310	H 8.12.24	微生物部
パルスフィールド電気泳動装置	日本バイオラッド CHEF-DR3	H 9.3.28	微生物部
落射蛍光顕微鏡	オリンパス BX60-F-set	H 10.8.20	微生物部
高速冷却遠心機	ベックマン・コールター HP-25	H 12.9.11	微生物部
原子吸光光度計	バリアン・テクノロジーズ・ジャパン AA-220SP	H 12.11.28	化学部
〃	アジレント AA240	H 25.2.8	化学部
自動分注器	オートマイクロタイター SGR300	H 14.7.23	微生物部
ドラフトチャンバー	ダルトン DC-101K	H 8.3.29	食品薬品部
〃 (有機溶媒用)	アドバンテック東洋	H 14.9.20	食品薬品部
〃	ヤマト科学 RFS-120SAZ-Y	H 15.10.8	食品薬品部
〃 (有機溶媒用)	ダルトン DFV-21EE-15BA1	H 25.1.31	水環境部
超高速遠心機	ベックマン・コールター HP-301	H 18.9.26	微生物部
ガスクロマトグラフ質量分析計	横河電機 HP-5973	H 9.12.12	水環境部
〃	アジレント 5975C	H 19.9.27	食品薬品部
〃	アジレント 5975C	H 20.9.30	化学部
〃	アジレント 5975C	H 20.10.24	大気環境部
〃	サーモフィッシャーサイエンティフィック TSQ Quantum GCシステムA	H 22.3.30	食品薬品部
〃	アジレント 5975 GC/MS	H 22.6.24	水環境部
〃	アジレント 5977A GC/MS (スニッピンク機能付)	H 28.1.28	化学部
イオンクロマトグラフ	東ソー IC-2010/IC-2010	H 23.8.1	化学部
〃	サーモフィッシャーサイエンテック ICS-2100	H 25.12.10	大気環境部
透過型電子顕微鏡	日本電子 JEM-1220	H 8.2.29	微生物部

品名	規格	取得年月日	備考
自動蛍光免疫測定装置	シスメック・ビオメリュー VIDAS 12	H 12. 11. 6	微生物部
VOC測定装置	アナテックヤナコ EHF-770V	H 18. 9. 29	大気環境部
リアルタイム PCR装置	アプライドバイオ 7500FAST	H 20. 8. 27	微生物部
〃	コバスTaqMan 48	H 23. 5. 12	微生物部
〃	アプライドバイオ 7500FAST	H 23. 6. 21	微生物部
〃	アプライドバイオ 7500	H 24. 11. 13	食品薬品部
遺伝子抽出装置	コバス AmpliPrep 492991	H 21. 3. 31	微生物部
DNAシーケンサー	ベックマン・コールター GenomeLab GeXP	H 21. 12. 18	微生物部
悪臭測定装置	GLサイエンスG-3000	H 4. 2. 28	大気環境部
煙道ばいじん量測定装置	濁川 NG-Z-5-D	H 5. 11. 29	大気環境部
騒音測定記録装置	リオン NA-35	H 7. 12. 25	大気環境部
旋光計	日本分光 DIP-1000	H 8. 8. 23	食品薬品部
アスベスト測定顕微鏡(位相差・微分干渉)	オリンパス BX-51	H 17. 12. 15	大気環境部
走査型電子顕微鏡	JSM-6010PLUS/LA	H 27. 2. 5	大気環境部
加熱気化水銀測定装置	日本インストルメンツ マキュリー MA-2000	H 21. 11. 18	食品薬品部
〃	〃	H 21. 11. 20	水環境部
キャニスタークリーニング装置	ジーエルサイエンス GCS-4AU	H 23. 7. 14	大気環境部
大気自動濃縮装置	ジーエルサイエンス ACS 2100	H 23. 8. 16	大気環境部
PM2.5 フィルター秤量用チャンバー	東京ダイレック PWS-PM2.5	H 23. 8. 31	大気環境部
PM2.5 サンプラー	東京ダイレック Model 2025D	H 23. 8. 31	大気環境部
食品・環境放射能測定	セイコー・イージー・アクト・ジューズ GEM15-70	H 24. 3. 1	食品薬品部
β線自動測定装置	日立アロカテック JDC-5200	H 25. 10. 9	大気環境部
マイクロチップ型電気泳動装置	Agilent2100	H 26. 12. 17	微生物部
分光光度計	日立U-3900Hシステム一式	H 27. 1. 27	食品薬品部
騒音振動分析装置	リオン SA-28	H 7. 12. 25	大気環境部
マイクロウェーブ高速試料分析装置	パーキンエルメージャパン B314	H 11. 8. 31	大気環境部
高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計	日本電子 JMS-700	H 14. 12. 18	水環境部
X線回折装置	リガク RINT Ultima ⁺	H 9. 12. 20	大気環境部
X線回折装置のアスベスト含有量測定システム変更用付属装置	リガク	H 17. 10. 17	大気環境部
誘導結合プラズマ質量分析装置	アジレントテクノロジー 7500 ICP-MS	H 17. 10. 19	化学部
液体クロマトグラフ質量分析計	日本ウォーターズ マイクロマス ZQ	H 15. 10. 7	食品薬品部
高速液体クロマトグラフ質量分析計	アプライドバイオ 3200 Q-TRQP LC/MS/MS	H 19. 11. 27	食品薬品部
マイクロウェーブ試料分解装置	MILESTONE ETHOS1	H 20. 11. 5	大気環境部
恒温恒湿室ユニット	ヤマト科学	H 7. 6. 28	食品薬品部
視聴覚教室AV設備	日本ビクター	H 7. 12. 27	視聴覚室
高度試験室(パネル)	日立冷熱	H 6. 10. 14	微生物部

重要物品 (平成28年6月1日現在)

5 歳入歳出決算書

1 歳入

(単位：千円)

科 目	決 算 額	備 考
衛 生 費 負 担 金	103	
衛 生 使 用 料	37	
弁 償 金	19,744	
雑 入	7,190	
計	27,074	

2 歳出

(単位：千円)

款	項	目	決 算 額	備 考
総 務 費			7,830	
	総務管理費		7,830	
		財 産 管 理 費	7,830	
衛 生 費			210,787	
	公衆衛生費		121,223	
		公衆衛生総務費	1,090	
		結核感染症対策費	15,761	
		動物管理指導費	425	
		衛生研究所費	103,947	
	環境衛生費		49,089	
		環境衛生総務費	2,054	
		食品衛生指導費	21,440	
		環境衛生指導費	25,595	
	医 薬 費		11,326	
		薬 務 費	11,326	
	環境対策費		29,149	
		環 境 対 策 費	29,094	
		環 境 政 策 費	55	
農林水産業費			46	
	農 業 費		46	
		農 業 総 務 企 画 費	46	
商 工 費			44	
	商 工 費		44	
		工 業 試 験 場 費	44	
教 育 費			51	
	高等学校費		49	
		全日制高等学校管理費	49	
	特別支援学校費		2	
		特 別 支 援 学 校 費	2	
	総 計		218,758	

6 学会発表等

6.1 全国等

- (1) 廃棄物の処理処分に関する調査
○高松香織 大森牧子
平成27年度廃棄物資源循環学会春の研究発表会
平成27年5月 川崎市
- (2) 食品取扱業者におけるノロウイルスの不顕性感染者の実態調査
○水越文徳 鈴木尚子 桐谷礼子 船渡川圭次 堀亜裕美¹ 塚越和幸¹ 今井理恵子¹ 福田亮人²
(¹県西健康福祉センター ²県北健康福祉センター)
平成27年度全国食品衛生監視員協議会関東甲信性ブロック研修会
平成27年8月 東京都
- (3) 狂犬病ウイルス遺伝子検査の精度向上に関する調査研究～参照陽性コントロールの作成と応用～
○水越文徳 船渡川圭次
第27年度関東・東京合同地区獣医師大会・三学会(日本獣医公衆衛生学会)
平成27年9月 横浜市
- (4) 栃木県保健環境センターにおける狂犬病検査の取り組みについて
○水越文徳 船渡川圭次
平成27年度関東甲信静支部ウイルス研究部会
平成27年9月 川崎市
- (5) 食品取扱業者におけるノロウイルスの不顕性感染者の実態調査
○水越文徳 鈴木尚子 桐谷礼子 船渡川圭次 堀亜裕美¹ 塚越和幸¹ 今井理恵子¹ 福田亮人²
(¹県西健康福祉センター ²県北健康福祉センター)
平成27年度全国食品衛生監視員協議会研究会
平成27年10月 東京都
- (6) 栃木県における光化学オキシダント(O_x)の特性解析調査(第2報)
○齋藤由実子 石原島栄二
平成27年度全環研関東甲信静支部大気専門部会
平成27年11月 静岡市
- (7) 公衆浴場等のレジオネラ属菌汚染実態調査からみる条例改正の効果について
○桐谷礼子 船渡川圭次
平成27年度関東甲信静支部細菌研究部会
平成28年2月 静岡市
- (8) 狂犬病ウイルス遺伝子検査の精度向上に関する調査研究
○水越文徳 井上智¹ 野口章¹ 畠山薫²
船渡川圭次(¹国立感染症研究所獣医科学部 ²東京都健康安全研究センター)
平成27年度日本獣医師会日本獣医公衆衛生学会年次大会
平成28年2月 秋田市

- (9) 畜産物中における有機塩素系農薬の迅速検査法の検討
○若林勇輝 駒場直行 飯野聡子 横塚直子¹
湯田雄一郎² 黒崎かな子
(¹前保健環境センター ²薬務課)
第52回全国衛生化学技術協議会年会
平成27年12月 静岡市
- (10) 畜産物中における有機塩素系農薬の迅速検査法の検討
○若林勇輝 駒場直行 飯野聡子 横塚直子¹
湯田雄一郎² 黒崎かな子
(¹前保健環境センター ²薬務課)
平成27年度地方衛生研究所全国協議会
関東甲信静支部第28回理化学研究部会研究会
平成28年2月 川崎市

6.2 県内

- (1) 公衆浴場等のレジオネラ属菌汚染実態調査からみる条例改正の効果について
○桐谷礼子 船渡川圭次
平成27年度栃木県公衆衛生学会
平成27年9月 宇都宮市
- (2) 平成26年度栃木県内流通食肉等の食中毒菌等汚染実態調査結果について
○鈴木尚子 渡邊裕子 鈴木兼一 船渡川圭次
平成27年度栃木県公衆衛生学会
平成27年9月 宇都宮市
- (3) 畜産物中における有機塩素系農薬の迅速検査方法の検討
○飯野聡子 若林勇輝 駒場直行 横塚直子¹
湯田雄一郎² 黒崎かな子
(¹前保健環境センター ²薬務課)
平成27年度栃木県公衆衛生学会
平成27年9月 宇都宮市
- (4) 民家で発生した塩素臭発生原因について
○金田治彦 大森牧子 荷見昭夫 石原島栄二 中島孝 平野真弘 高松香織 石原島晶子¹ 齋藤明日美¹ (¹県西健康福祉センター)
平成27年度栃木県公衆衛生学会
平成27年9月 宇都宮市
- (5) 栃木県感染症情報センターにおける情報提供方法の検討―第2報
○舟迫香 小林一彦 石下敏伸 津久井哲夫 和泉真美¹ (¹岡本台病院)
平成27年度栃木県公衆衛生学会
平成27年9月 宇都宮市
- (6) 栃木県における光化学オキシダントの特性解析調査(第3報)
○齋藤由実子 石原島栄二 館野雄備 篠崎絵美
平成27年度栃木県公衆衛生学会
平成27年9月 宇都宮市

- (7) 栃木県における微小粒子状物質 (PM2.5) 特性調査 (第1報)
○齋藤由実子 石原島栄二 船渡川茂¹
篠崎絵美 (1地球温暖化対策課)
平成27年度栃木県公衆衛生学会
平成27年9月 宇都宮市
- (8) 平成27年度公衆浴場等のレジオネラ属菌汚染実態調査
○桐谷礼子 船渡川圭次
平成27年度生活衛生関係業績発表会
平成28年3月 宇都宮市
- (9) 栃木県内流通食肉等の食中毒菌等汚染実態調査結果について (H25～H27)
○鈴木尚子 渡邊裕子 内藤秀樹¹ 桐谷礼子
鈴木兼一 船渡川圭次 (1動物愛護指導センター)
平成27年度生活衛生関係業績発表会
平成28年3月 宇都宮市
- (10) 畜産物中における有機塩素系農薬の迅速検査法の検討
○飯野聡子 駒場直行 若林勇輝 横塚直子¹
湯田雄一郎² 黒崎かな子
(¹前保健環境センター ²薬務課)
平成27年度生活衛生関係業績発表会
平成28年3月 宇都宮市
- (11) からの残留農薬迅速検査法における妥当性評価について
○若林勇輝 駒場直行 徳田侑子 飯野聡子
湯田雄一郎¹ 黒崎かな子 (¹薬務課)
平成27年度生活衛生関係業績発表会
平成28年3月 宇都宮市
- (12) 保健環境センターにおける食品中の放射性物質検査結果について
○徳田侑子 駒場直行 若林勇輝 飯野聡子
松下和裕 黒崎かな子
平成27年度生活衛生関係業績発表会
平成28年3月 宇都宮市

7 表彰等

年月	名称	受賞者
27.8.28	全国食品衛生監視員協議会 第55回関東ブロック研修会 優秀演題	微生物部 水越 文徳
27.9.4	全国公衆衛生獣医師協議会 平成27年度功労者	微生物部 船渡川 圭次
27.9.13	関東・東京合同地区獣医師会連合会 平成27年度功労者	微生物部 桐谷 礼子
27.9.13	関東・東京合同地区獣医師大会 (日本獣医公衆衛生学会) 地区学会長賞	微生物部 水越 文徳、 船渡川 圭次
27.10.23	平成27年度全国食品衛生監視員研修会 厚生労働省医薬食 品局食品安全部長表彰	微生物部 水越 文徳
28.3.11	平成27年度生活衛生関係業績発表会 食品衛生の部優秀課 題・平成28年度全国食品衛生監視員協議会関東甲信静ブロ ック研究会推薦課題	微生物部 鈴木 尚子
28.3.22	栃木県職員功績賞 知事表彰	微生物部 水越 文徳

Ⅲ 事業概要

企画情報部

センター内の調査研究に関する総合的な企画調整、保健衛生分野に関する調査研究、関係機関に対する技術支援、保健衛生及び環境保全に関する情報の収集・解析・管理・提供、普及啓発活動を行った。

また、栃木県庁 EMS の所内での運用管理を行った。

1 試験研究の企画調整

センターで行う試験検査及び調査研究について、以下の会議において評価、進行管理、技術交流などを実施した。

1.1 内部評価委員会の運営

センターで実施する調査研究の評価について、総合調整を含め内部評価委員会で執り行なった。その開催状況は表1のとおりである。

1.2 外部評価の実施

センターで実施中の調査研究のうち、より客観的かつ公正な評価を行う必要があるものについて、所長が委嘱した学識経験者5名による外部評価を実施した。実施状況は表2のとおりである。

1.3 保健環境センター試験研究連絡会議の運営

センターで実施する行政依頼検査及び調査研究について、関係機関と協議・意見交換を行った。連絡会議の開催状況は表3のとおりである。

1.4 栃木県試験研究機関連絡協議会における交流会の開催・参加

県試験研究機関（7 機関）で共同研究や研究者交流会を実施している。交流会の実施状況は表4のとおりである。

表 1 内部評価委員会開催状況

区分	開催日	内 容
第1回	27. 5. 22 5. 25	平成 27 年度調査研究の新規課題(5 題) 及び継続課題(8 題) について 事前評価及び中間評価を実施
第2回	27. 9. 29	平成 27 年度外部評価対象課題について協議
第3回	28. 3. 15	平成 27 年度実施した調査研究について事後評価及び中間評価を実施 (4 題を終了、3 題を延長、その他 6 題を継続)

表 2 外部評価実施状況

開催日	内 容
27. 11. 18	平成 27 年度実施中の調査研究状況について (4 題)

表 3 試験研究連絡会議開催状況

区分	開催日	協 議 事 項
環境部会	28. 2. 26	行政検査実施計画等

表 4 試験研究機関連絡協議会 交流会状況

開催日	概 要	参集者数
	○技術交流委員会・交流会	
27. 10. 15	ゆめファーム全農の視察	39 名
27. 12. 17	杏林製薬(株)わたらせ創業センターの視察	33 名
	○共同研究推進委員会・研究者交流会	
28. 1. 26	参加機関次年度調査研究計画	30 名

* 試験研究連絡協議会 構成機関 (平成 28 年 3 月 31 日現在)

林業センター、保健環境センター、産業技術センター、農業試験場、水産試験場、
県中央家畜保健衛生所、畜産酪農研究センター

1.5 地方衛生研究所全国協議会及び全国環境研協議会との連絡調整

これらの協議会の会員機関として、調査等に協力し、会議出席等の連絡調整、また会員機関同士の情報交換を行った。

2 調査研究

平成 27 年度は、次の調査研究を実施した。

「栃木県市町における脳卒中発症患者情報の検討」

3 技術的指導援助

県及び市町職員に対し、保健衛生及び環境保全に関する研修や技術的支援を行った。また、試験検査機関に対し精度管理事業を行った。

3.1 技術指導

初めて保健環境関係の試験検査を担当する職員に対する検査技術の基礎的知識及び基本操作についての研修、及び依頼のあった他の試験検査機関の職員などに対する試験検査技術の研修を行った。

平成 27 年度の実施状況は表 5 のとおりである。

表 5 試験検査技術研修の実施状況

実施日	研 修 内 容	受講者	担当部
27. 5. 13 ～14	試験検査初任者研修(工場排水) 宇都宮市衛生環境試験所、県南健康福祉センター他	3 名	水環境部
27. 5. 25 ～29	試験検査初任者研修(食中毒菌検査法) 宇都宮市衛生環境試験所、県南健康福祉センター他	8 名	微生物部
27. 8. 5	騒音・臭気測定研修会(県環境保全課と共催) 市町担当者	22 名	大気環境部

表 6 外部精度管理実施状況

実施区分	実施時期	検 査 項 目	参 加 機 関	担当部
細菌試験	27. 9. 8 ～10. 6	病原細菌	行政9機関	微生物部
水質試験	27. 9. 8 ～10. 6	クロム、溶解性マンガン	行政4機関、民間13機関	水環境部

表 7 精度管理委員会の開催及び検討会実施状況

開催日	区 分	実施区分	内 容
27. 12. 4	委員会		平成 27 度試験検査精度管理調査結果について
			平成 28 度試験検査精度管理調査について
	検討会	細菌試験 (微生物部主催)	外部精度管理参加機関へ調査結果などの報告
水質試験 (水環境部主催)		外部精度管理参加機関へ調査結果などの報告	

3.2 保健衛生及び環境保全に関する講演会・研修会の実施

センター職員の資質向上を図るため、職場研修を開催した。

3.3 精度管理事業

保健衛生及び環境保全に関する試験検査機関の検査精度の信頼性を確保するため、行政機関(健康福祉センター等)や民間機関(環境計量証明機関)を対象に「外部精度管理」を実施した。

実施にあたっては、当センターで予め調製した検体を参加機関に配布し、それぞれの機関で検査した結果を学識経験者、本庁関係課長等からなる「試験検査精度管理委員会」で評価した。実施状況は、表 6、表 7 のとおりである。

なお、精度管理の詳細については資料編に掲載した。

4 情報管理・提供

保健衛生・環境保全に関する行政需要に的確に対応するために必要な情報の収集・解析を行い、本庁関係課や健康福祉センター等に提供した。また、一般県民向けの相談・情報提供も行った。

4.1 栃木県感染症情報センター

厚生労働省が中心となり、全国で感染症発生動向調査事業が実施されている。各都道府県・政令指定市に感染症情報センターが置かれており、本県では当センターが「栃木県感染症情報センター」として次の業務を行った。

- (1) 県域内のシステム管理者として、ユーザー管理・技術支援を行った。
- (2) 県全体の集計・解析・情報蓄積を行い、流行状況を把握し、関係機関に情報提供した。
- (3) 県全体の集計値を毎週ホームページ上で一般に公

開した。

- (4) メーリングリスト「TIDC メール」を毎週発行し、主にホームページの更新情報を周知した。
- (5) 毎月開催される「栃木県結核・感染症サーベイランス委員会」に事務局として資料作成・提供した。
- (6) 国内外の感染症に関する情報を公的関係機関が発行するメーリングリストによって収集し、本庁関係課や健康福祉センターあて情報提供を行った。

4.2 脳卒中発症登録事業での情報管理

県において実施している「栃木県脳卒中発症登録事業」のうち、医療機関からの発症報告の登録管理を行った。平成27年度の登録件数は延べ4,773件であった。

4.3 栃木県保健環境センター年報の発行

センターの事業や調査研究を紹介する「栃木県保健環境センター年報第20号 平成26年度」を発行した。県内外の関係機関等へ配布した。

4.4 ホームページの運営

センター全体の概要や各部の業務、試験検査・調査研究の紹介や、栃木県感染症情報センターからの最新情報を提供するため、「栃木県保健環境センターホームページ」(<http://www.thec.pref.tochigi.lg.jp>)を平成12年10月に開設し運営している。

平成27年度のトップページへのアクセス数は、延べ5,096件であった。

4.5 「保健環境センターだより」の発行

センターの業務を紹介し興味を持ってもらうために、「保健環境センターだより」を発行した。平成27年度はVol.10～12の3号を、主に近隣自治会へ回覧板で配付するとともに、県内外関係機関へメール配信し、センターホームページに掲載した。

4.6 個別相談

平成27年度の保健・環境情報を提供し、関係機関からの個別相談に対応した。各健康福祉センター等に標準化死亡比(SMR)の情報などを提供した。

4.7 所内情報システムの運用管理

センターにおける調査研究・試験検査を支援するため、他から独立したネットワークである所内LANシステムとインターネット接続群を運用した。

5 普及啓発

センターに対する理解の促進を図るとともに、保健衛生及び環境保全に関する知識の普及啓発を図るため、各種事業を実施した。

5.1 イベント開催・参加

センター公開デーを実施したほか、他団体主催イベントに参加した。実施状況は表8のとおりである。

5.2 施設見学・実験講座

施設見学・視察・県民実験室利用による実験講座等の対応を行った。実施状況は表9のとおりである。

また、技術職インターンシップ(化学系)として8月19日に大学生3名を受け入れた。

5.3 学習会等への講師派遣

保健衛生及び環境保全に関する講話などセンター外の学習会等において講師派遣依頼があったものについて、職員を講師として派遣した。平成27年度の派遣状況は表10のとおりである。

5.4 環境学習ライブラリー

センター内に「環境学習ライブラリー」を開設し、関連図書・ビデオ等の貸し出しを行っている。平成27年度の新規登録者は29人、貸出し図書等延べ24点であった。

6 EMSへの取り組み

センターではこれまで行ってきたISO14001の取り組みを元に、平成23年度から県庁全体で取り組むこととなった栃木県EMSに移行し、環境負荷低減に向けて、積極的な取組を行っている。

表8 公開デー等の実施状況

イベント名	実施日	概要等
保健環境センター 公開デー	27. 7. 11	テーマ「～遊ぼう！学ぼう！科学ゆうえんち～」 1「身近な環境を調べようー簡単な測定を体験してもらおうー」 2「エネルギーとストップ温暖化」 3「ウイルスをやっつけろ」 4「保健環境センター施設見学 一般の方に保健環境センター内を案内」 5「カードゲーム『科学王者ジッケン』」 6「病は気から？ ストレスチェックをしてみませんか」、「ウイルスや細菌をみてみよう」、「手をきれいに洗いましょう」 7「光のふしぎ」 8「ゴミから作ろう！遊ぼう！紙おもちゃ」 9「水辺の生きものを探そう」 10「空気と遊ぼう！空気存在を自覚して、空気の持つ力や役割に興味を持つ」 11「とちぎの元気な森づくり」 12「大声コンテスト」 等 来場者 約647名 ((一財)環境技術協会、(公財)保健衛生事業団 食品環境検査所、 とちぎの元気な森づくり県民会議 と共同開催)
エコ・もりフェア 2015 (於：子ども総合科学館)	27. 10. 3	1ブースを担当した。(主催：栃木県エコ・もりフェア実行委員会) ・葉っぱでしおりをつくろう(葉脈しおりの作成) ・保健環境センターの業務紹介パネル展示 来場者：イベント全体で 約8,000名
ECOテック& ライブとちぎ2015 (於：マロニエプラザ)	27. 12. 5 ～ 6	1ブースを担当した。(主催：栃木県地球温暖化防止活動推進センター) ・葉っぱでしおりをつくろう(葉脈しおりの作成) ・保健環境センターの業務紹介パネル展示 来場者：イベント全体で(2日間計) 3,165名

表9 保健環境センター見学者数

実施日	見学者	人数	備考
27. 5. 14	宇都宮市立御幸が原小学校4年生	103	環境学習・施設見学
27. 7. 28	とちぎ子どもの未来創造大学	15	理科実験・施設見学
27. 10. 27	さくら市立押上小学校5年生	34	環境学習・施設見学
27. 11. 14	環境活動企画実践力研修受講者	12	環境学習・施設見学
28. 3. 17	衛生福祉大学校臨床検査学科1年生	18	機器分析研修・施設見学

表10 学習会等への講師派遣状況

実施日	名称	主催者	参加者	派遣講師
27. 8. 7	中禅寺湖湖上学習会	奥日光清流清湖 保全協議会	54人	水環境部
27. 8. 27	宇都宮市立錦小学校子どもの家(学童保育) 環境教室	錦子どもの家保護者会	39人	企画情報部
27. 9. 3	宇都宮市立御幸が原小学校環境学習	宇都宮市御幸が原小学校	35人	化学部 水環境部 大気環境部
27. 9. 16	壬生町食中毒予防に関する講習会	壬生町保健委員会事務局	33人	企画情報部
27. 9. 25	環境学習「水生生物」	那須塩原市立黒磯小学校	37人	水環境部

微生物部

平成27年度に微生物部で行った試験検査総数は6,385件で、前年度比約7%の減少を呈した。この減少は結核菌特異的IFN- γ 検査(接触者検診)の減少と、感染性胃腸炎起因ウイルス検査の減少の減少に起因している。一方、レジオネラ症発症に伴う、レジオネラ属検査(原因施設調査)の増加が見られた。

業務区分別検査数では、行政検査:2,183件(34.2%)、感染症発生動向調査2,158件(33.8%)、感染症流行予測調査772件(12.1%)、調査研究1,272件(19.9%)であった(表1)。

検査区分別検査数では、細菌検査2,198件(34.4%)、原虫・寄生虫検査217件(3.4%)、ウイルス検査3,970件(62.2%)であった(表1)。

1 細菌(リケッチア・クラミジアを含む)・原虫検査

感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律(感染症法)、食品衛生法、栃木県性感染症検査実施要領、栃木県食中毒処理要領、レジオネラ症防止指針等に基づき細菌、原虫、リケッチア検査を実施した(表2)。

1.1 腸管系感染症検査

行政検査、感染症発生動向調査、調査研究に係る検査を実施した。感染症発生動向調査では、感染症サーベイランス事業検査指針に規定された感染性胃腸炎起因細菌について検査を実施した(表2)。

1.2 食品検査

食肉を原因食品とする食中毒防止に寄与する目的から、栃木県内に流通する食肉の食中毒菌等汚染実態調査を実施した(表2)。詳細は、「IV 調査研究」に記載する。

1.3 結核検査

近年、結核感染診断の新しい検査法としてクオンテイフェロンTBゴールド(日本ビーシー製造)が開発された。当該検査は、結核菌に特有な3種の蛋白質ESAT-6、CFT-10、TB7.7を抗原としてリンパ球(Th1)を刺激し、Th1から産生されるインターフェロン γ を定量することで結核感染の有無を判定する特異性の高い結核診断補助試薬である。当該検査は、行政検査(接触者検診)として196件の検査を実施した(表2)。

当部では研究開発法人 国立国際医療研究センター研究所 感染症制御部との共同研究で、結核菌ゲノムオンライン解析システム(CASTB)の開発及び普及を実施している。当該システムは、次世代シーケンサーを用いて得られた結核菌全ゲノム情報をCASTBで解析する高精度の解析系である。CASTBでは Spoligotyping、Large Sequence Polymorphisms、北京型(Ancestral/modern)、SNPs Concatemer 系統樹解析、薬剤耐性が一斉解析され、特に被検菌株の Identical Origin の判定では現時最も高い信頼性を有している。このCASTBを用いアウトブレイクが疑われた臨床分離4菌株について、相同性を解析した(表2)。さらに、当

部で保管している全ての県内臨床分離結核菌株について、CASTBによる全ゲノム情報のデータベースを構築し、アウトブレイク解析に即時対応出来る体制を確立した。

1.4 施設環境検査

温泉水を含む浴槽水、空調機冷却塔冷却水、プールなどの環境水を対象に行政検査として、レジオネラ属273件、アメーバ217件、一般細菌数61件、大腸菌群61件の検査を実施した(表2)。詳細は、「V 研究ノート」に記載する。

1.5 性感染症検査

梅毒抗体検査1件の検査を実施した(表2)。性器クラミジア感染症、淋菌感染症検査は、栃木県性感染症検査実施要領、同マニュアルの改正(平成25年10月1日付)により、外部委託となった。

1.6 その他の感染症検査

感染症発生動向調査で、劇症型A群溶血レンサ球菌4件、オリエンティア ツツガムシ(恙虫病)6件の検査を実施した(表2)。

1.7 動物感染実験等

調査研究として、結核菌感染実験736件を実施した(表2)。

2 ウイルス検査

感染症法、食品衛生法、栃木県性感染症検査実施要領、栃木県食中毒処理要領等に基づきウイルス検査を実施した(表3)。

2.1 ウイルス性疾患検査

行政検査13件、感染症発生動向調査1,588件、調査研究230件の検査を実施した(表3)。

2.2 インフルエンザ様疾患検査

行政検査46件、感染症発生動向調査494件の検査を実施した(表3)。

2.3 感染性胃腸炎起因ウイルス検査

行政検査(食中毒、感染性胃腸炎集団発生)では、ノロウイルス遺伝子検査565件、サポウイルス遺伝子検査163件の検査を実施した(表3)。

感染症発生動向調査では、分離同定5件、ノロウイルス遺伝子検査10件、アデノウイルス抗原検査5件、ロタウイルス抗原検査5件、サポウイルス遺伝子検査7件の検査を実施した(表3)。

調査研究では、サポウイルス遺伝子検査59件の検査を実施した(表3)。

ノロウイルス検出状況については「V 研究ノート」に記載する。

2.4 感受性調査・感染源調査(感染症流行予測調査)

厚生労働省から依頼された感染症流行予測調査では、麻しん抗体検査220件、風しん抗体検査220件、インフルエンザ抗体検査220件、日本脳炎抗体検査112件の検査を実施した(表3)。詳細は、「VI 資料」に記載する。

表1 平成27年度 試験検査状況（総括）

検査区分	業務区分	行政検査	感染症発生 動向調査		調査研究	計
			感染症発生 動向調査	感染症流行 予測調査		
細菌検査	微生物学的検査	974	44	-	983	2,001
	免疫学的検査	197	-	-	-	197
原虫検査	微生物学的検査	217	-	-	-	217
寄生虫検査	微生物学的検査	-	-	-	-	-
ウイルス検査	微生物学的検査	791	2,114	-	289	3,194
	血清学的検査	4	-	772	-	776
合計		2,183	2,158	772	1,272	6,385

表2 細菌（リケッチア・クラミジアを含む）・原虫検査状況

検査項目	業務区分	行政検査	感染症発生 動向調査		調査研究	計
			感染症発生 動向調査	感染症発生 動向調査		
腸管系感染症	カンピロバクター属	-	-	-	-	-
	コレラ菌	-	-	-	-	-
	非 01, 0139 コレラ菌	-	-	-	-	-
	黄色ブドウ球菌	-	-	-	-	-
	腸炎ビブリオ菌	-	-	-	-	-
	腸チフス	-	-	-	-	-
	サルモネラ属	-	-	-	-	-
	赤痢菌	-	2	-	-	2
	毒素原性大腸菌	-	-	-	-	-
	腸管出血性大腸菌	-	-	32	10	42
食品検査	カンピロバクター属	110	-	110	220	
	サルモネラ属	110	-	110	220	
	腸管出血性大腸菌	110	-	-	110	
	大腸菌群	110	-	-	110	
	糞便系大腸菌	110	-	-	110	
食中毒検査	サルモネラ属	21	-	-	21	
	腸管出血性大腸菌	3	-	-	3	
	カンピロバクター属	1	-	-	1	
結核検査	結核菌遺伝子解析	4	-	-	4	
	結核菌特異的 IFN- γ	196	-	-	196	
薬剤感受性試験		-	-	2	2	
施設環境検査	レジオネラ属	273	-	15	288	
	アメーバ（原虫）	217	-	-	217	
	一般細菌数	61	-	-	61	
	大腸菌群	61	-	-	61	
性感染症検査	梅毒抗体検査	1	-	-	1	
その他の感染症	コリネバクテリウム属	-	-	-	-	
	劇症型 A 群溶血レンサ球菌	-	4	-	4	
	リケッチア ジャポニカ(日本紅斑熱)	-	-	-	-	
	オリエンティア ツツガムシ(恙虫病)	-	6	-	6	
動物感染実験等		-	-	736	736	
合計		1,388	44	983	2,415	

表3 ウイルス検査状況

検査項目	業務区分	行政検査	感染症発生 動向調査	感染症流行 予測調査	調査研究	計
ウイルス性疾患						
分離同定		11	196	-	20	227
抗原検査		-	7	-	30	37
遺伝子検査 (PCR法)		1	1,273	-	153	1,427
遺伝子検査 (シーケンス法)		1	112	-	27	140
血清学的検査		-	-	-	-	-
インフルエンザ様疾患						
分離同定		17	168	-	-	185
遺伝子検査 (PCR法)		22	215	-	-	237
赤血球凝集抑制試験		7	111	-	-	118
感染性胃腸炎起因ウイルス						
分離同定		-	5	-	-	5
ノロウイルス遺伝子検査 (リアルタイムPCR法)		220	5	-	-	225
ノロウイルス遺伝子検査 (PCR/シーケンス法)		345	5	-	-	350
アデノウイルス抗原検査 (免疫クロマト法)		-	5	-	-	5
A群ロタウイルス抗原検査 (免疫クロマト法)		-	5	-	-	5
サポウイルス遺伝子検査 (リアルタイムPCR法)		161	5	-	59	225
サポウイルス遺伝子検査 (PCR/シーケンス法)		2	2	-	-	4
感受性調査・感染源調査						
麻しん抗体検査 (ゼラチン粒子凝集法)		-	-	220	-	220
風しん抗体検査 (赤血球凝集抑制試験)		-	-	220	-	220
インフルエンザ抗体検査 (赤血球凝集抑制試験)		-	-	220	-	220
日本脳炎抗体検査 (赤血球凝集抑制試験)		-	-	112	-	112
性感感染症検査						
HIV抗体検査 (ウエスタンブロット法)		4	-	-	-	4
HIV遺伝子検査 (リアルタイムPCR法)		4	-	-	-	4
合計		795	2,114	772	289	3,970

表4 平成27年度 食中毒発生状況 (原因施設所在地:宇都宮市を除く県内)

発生日	発生場所	管轄保健所	原因施設	摂食者数(人)	患者数(人)	死者数(人)	原因食品	病因物質
1 H27. 5. 10	益子町	県東	販売店 (イベント会場)	9	4	0	ホタテ貝	麻痺性貝毒
2 H27. 9. 12	さくら市	県南	飲食店 (レストラン)	78	58	0	エビフライ カニコロッケ	サルモネラ属
3 H27. 9. 13	小山市	県南	飲食店 (仕出し弁当)	136	16	0	飲食店提供 の食事	腸管出血性 大腸菌 O157
4 H28. 1. 14	上三川市	県南	飲食店 (仕出し弁当)	132	44	0	飲食店提供 の食事	ノロウイルス
5 H28. 2. 22	那須塩原市	県北	飲食店 (旅館)	83	45	0	ホテル提供 の食事	ノロウイルス
	計			438	167	0		

2.5 性感染症検査

栃木県性感染症検査実施要領、栃木県性感染症検査マニュアルに基づき HIV 検査を実施した(表3)。確認検査としてリアルタイム PCR 抗原検査4件、ウエスタンブロット抗体検査4件を実施した(表3)。

3 食中毒の検査状況

食品衛生法、栃木県食中毒処理要領に基づき本県内(宇都宮市を除く)で発生した食中毒事件(表4)に係る病因物質検査を実施した。

ウイルス検査では、患者及び調理従事者等の糞便が搬入され、リアルタイム PCR 法によりノロウイルス遺伝子を検出した。その他、食中毒事件に係る病因物質検査として、サルモネラ属、腸管出血性大腸菌の検査を実施した(表2、表3、表4)。

4 感染症発生動向調査に伴う病原体検査

平成11年4月、病原体定点の見直しが実施され、現時16か所(宇都宮市を除く)の病原体定点から検体が搬入され、微生物学的検査が実施された。

感染症発生動向調査は、以下の目的達成の為に全国で実施されている。

- (1) 国外から侵入する病原体の検出
- (2) 国内病原体動向のモニター
- (3) インフルエンザ対策(ワクチン候補株の決定)
- (4) Diffuse Outbreak の感染源究明
- (5) 薬剤耐性菌対策

得られたデータは、国立感染症研究所感染症疫学センターに集約、解析され、国および世界レベルでの実践疫学の根拠となっている。

本県では、全てのインフルエンザ検体からウイルス分離が試みられ、得られた分離株については遺伝子解析を実施、薬剤耐性等変異を監視した。本県の2015/2016シーズンのインフルエンザ流行は1月と遅く、流行初期から AH1pdm09、AH3、B Victoria、B Yamagata と多くの亜型が検出された。検出数は、AH1pdm09 が半数を占め、次いで B Victoria、B Yamagata、AH3 の順であった。HI 試験では、AH3 を除く全ての亜型でホモ価と同等以上の値を示し、ワクチン株との抗原性類似が示された。以上の結果についてはインフルエンザセンターに逐次報告し、次期ワクチン株の選定等、病原体サーベイランス事業に寄与した。

近年本邦では、鳥インフルエンザ、重症急性呼吸器症候群(SARS)、中東呼吸器症候群(MERS)、デング熱、ジカ熱等、輸入感染症の発生が危惧されている。この様な社会背景から、感染症発生動向調査事業は、疫学に於いて最も重要な事業の一つとなっている。

5 調査研究

新興・再興感染症、原因不明疾患等の解析に即時対応するため、検査者には高い技術と応用力が求められる。当該能力の涵養には、通常業務以外の調査研究による個人的研鑽が必須である。そこで、当部では国立感染症研究所、国立国際医療研究センターとの共同研究、及び単独研究を実施している。調査研究について

は、次の7課題を実施した。

- (1) 新しい病原因子を標的とした結核菌ワクチンの開発。
 - ・日本細菌学雑誌, 70 巻 2 号, 309-318, 2015 に論文を掲載した。

当該研究から派生した次の6課題について実施した。

- ① 結核菌病原遺伝子 *PE_PGSR62* の同定。
- ② 宿主防御遺伝子 *Peroxiredoxin-1* の同定。
- ③ 栃木県で分離された結核菌の全ゲノム解析。
- ④ マウス抗結核感受性遺伝子の同定。
- ⑤ micro-RNA155 の抗結核感染性解析。
 - ・Tuberculosis, 95, 246-250, 2015 に論文を掲載した。
- ⑥ 細胞性免疫における血小板活性化因子(PAF)の機能解析。
- (2) 血管内留置カテーテルの皮膚貫通部に於ける Hydroxyapatite composite fabric の抗感染性検証。
- (3) 狂犬病ウイルス検査の精度向上に関する調査研究。
 - ・平成27年度日本獣医公衆衛生学会関東・東京合同地区学会 学会長賞受賞を受賞した。
- (4) 下痢症ウイルスの分子疫学と感染制御に関する研究。
- (5) 栃木県内医療機関において検出された呼吸器ウイルスの分子疫学。
- (6) 栃木県内流通食肉の食中毒菌汚染実態調査。
 - ・平成27年度生活衛生関係業績発表会 食品衛生の部 優秀課題を受賞した。詳細は、「IV 調査研究」に記載する。
- (7) 栃木県における公衆浴場のレジオネラ属等汚染実態調査。
 - ・詳細は、「V 研究ノート」に記載する。

その他、平成26年度に終了した「食品取扱者におけるノロウイルスの不顕性感染者実態調査」では、平成27年度全国食品衛生監視員研修会において厚生労働省食品安全部長表彰を受賞した。

平成27年度は、獣医公衆衛生学会長賞受賞、食監研修会優秀課題受賞、学術誌論文掲載、狂犬病検査法(当部開発)の啓蒙普及等、調査研究の分野で公衆衛生の向上に貢献できた。

6 行政試験検査機関に対する技術指導支援

6.1 細菌試験検査新任者研修

健康福祉センター等検査機関における細菌試験検査新任者を対象に当該研修が実施された。

目的：食中毒起因菌の分離同定法習得。

期間：平成27年5月25日～平成27年5月29日。

場所：栃木県保健環境センター 微生物部。

参加者：県内健康福祉センター、食肉衛生検査所検査 宇都宮市衛生環境試験所 担当者 6名

6.2 試験検査精度管理調査(細菌試験)

試験検査精度管理実施要綱、試験検査精度管理実施要領に基づき当該調査(外部精度管理調査)を実施した。詳細は、「VI 資料」に記載する。

食品薬品部

1 行政試験

平成 27 年度の試験検査の状況は表 1 に示したとおり、実施総数が 1,854 件、41,188 項目であり、うち行政検査は 1,686 件で 90.9% を占めた。その内訳は、食品が精度管理を含めて 1,290 件 (76.5%)、医薬品等が 366 件 (21.7%)、家庭用品が 30 件 (1.8%) であった。

1.1 食品関連試験

県内各保健所及び食肉衛生検査所から搬入された収去品及び依頼品について試験を実施した。

1.1.1 残留農薬 (表 2)

農産物は、GC/MS/MS 及び LC/MS/MS による一斉分析を行い、県内産 9 品目及び輸入品 1 品目の計 58 検体について計 15,656 項目を検査したところ、37 検体から基準値未満の農薬を検出した。また、加工食品はブランピング野菜及び冷凍食品等計 10 検体について計 250 項目を、畜産物は 10 検体について塩素系農薬計 30 項目を検査したところ、いずれも農薬は検出されなかった。

1.1.2 残留動物用医薬品 (表 3)

県内で生産された畜水産物 4 種類 33 検体及び輸入の豚肉及び鶏肉計 15 検体について、合成抗菌剤、内寄生虫用剤、ホルモン剤及び抗生物質計 783 項目の検査を実施したところ、いずれについても残留動物用医薬品は検出されなかった。

1.1.3 カビ毒 (アフラトキシン) (表 4)

県内で原料として菓子の製造所に保管されていた輸入ピーナッツ 2 検体について、総アフラトキシンの検査を実施したところ、全て不検出であった。

1.1.4 海水魚中の水銀 (表 4)

県内の卸売市場に入荷した海水魚 8 種類 10 検体について総水銀の試験を実施したところ、全て暫定規制値以下であった。

1.1.5 放射性物質 (表 4)

県内産の牛乳、乳幼児食品及び一般食品計 246 検体について、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs を Ge 半導体検出器付き γ 線測定器で検査したところ、一般食品で基準値以下の検出が 1 検体あったが、他は全て不検出であった。

表 1 食品・薬品等試験検査及び精度管理の実施状況 (平成 27 年度)

区 分	行政検査		調査研究		合計	
	検体数	項目数	検体数	項目数	検体数	項目数
食品試験						
残留農薬	78	15,936	116	7,288	194	23,224
動物用医薬品	48	783	20	40	68	823
カビ毒	2	2	0	0	2	2
水銀	10	10	0	0	10	10
放射性物質	246	738	0	0	246	738
組換え遺伝子	20	30	0	0	20	30
アレルギー物質	20	20	0	0	20	20
添加物、食品細菌、乳等の規格等	703	2,296	3	3	706	2,299
その他	18	18	29	116	47	134
小 計	1,145	19,833	168	7,447	1,313	27,280
食品精度管理						
外部精度管理	16	28			16	28
内部精度管理	129	7,769			129	7,769
小 計	145	7,797			145	7,797
医薬品等試験						
医薬品	7	55	0	0	7	55
医薬部外品	5	30	0	0	5	30
医療機器	3	4	0	0	3	4
無承認無許可医薬品	5	30	0	0	5	30
指定薬物*	5	5,280	0	0	5	5,280
無毒大麻	340	680	0	0	340	680
鑑定	0	0	0	0	0	0
精度管理	1	2	0	0	1	2
小 計	366	6,081	0	0	366	6,081
家庭用品						
繊維製品	30	30			30	30
合 計	1,686	33,741	168	7,447	1,854	41,188

* 27年度試験として依頼、試験実施は28年度

表2 残留農薬試験結果 (平成27年度)

検体名	検体数	項目数	検出検体数	検出農薬 (単位: ppm)
県産農産物				
いちご	12	3,228	9	アゾキシストロビン 0.0073, 0.062, 0.085 クレソキシムメチル 0.24, 0.041 ジェトフェンカルブ 0.0066 ジフェノコナゾール 0.26 シルフエナミド 0.014 シメコナゾール 0.0073 テトラジホン 0.0078 ノバルロン 0.022 フェンピロキシメート 0.045 フルジオキシニル 0.13 フルフェノクスロン 0.021, 0.0064, 0.0061, 0.023 ヘキシチアゾクス 0.019, 0.076 ミクロブタニル 0.014, 0.036
なし	7	1,904	7	アゾキシストロビン 0.010 クレソキシムメチル 0.045, 0.0071, 0.0060, 0.030 クロルフェナピル 0.0060 ジフェノコナゾール 0.018 シプロジニル 0.081, 0.039 シヘルメトリン 0.022, 0.13 シラフルオフエン 0.093 テトラジホン 0.014, 0.017 テブフェンピラト 0.0057 テルタメトリン 0.0088 0.011, 0.019 トルフェンピラト 0.0091, 0.014 ピラクロストロビン 0.0087 0.015, 0.014, 0.049 フェンプロハートリン 0.091, 0.064 ボスカリト 0.014, 0.018, 0.023, 0.053
トマト	7	1,911	4	イントキサカルブ 0.017 エトフェンプロックス 0.13 ジェトフェンカルブ 0.024 ヒリタヘン 0.018
だいこん	5	1,355	0	—
なす	7	1,813	2	クロルフェナピル 0.13 フルジオキシニル 0.029
メロン	2	552	1	トリアジメノール 0.0058
にら	5	1,410	4	アセタミプリト 0.14, 0.096 アゾキシストロビン 0.056 クレソキシムメチル 0.35, 0.019 クロチアニジン 0.069 シヘルメトリン 0.099 テブコナゾール 0.0063 フルジオキシニル 0.039, 0.019
カキナ	3	798	0	—
ぶどう	5	1,330	5	アセタミプリト 0.074 アセフェート 0.028 イミタクロプリト 0.042 クロチアニジン 0.041 クロルフェナピル 0.0091, 0.032, 0.024 シプロジニル 0.064, 0.048, 0.037 テブコナゾール 0.043, 0.021 フェンコナゾール 0.0098 フルジオキシニル 0.0081 ボスカリト 0.0089
輸入農産物				
グレープフルーツ	5	1,355	5	イマザリル 1.1, 0.89, 1.2, 2.0 クロルピリホス 0.033 チアヘンダゾール 0.54, 0.44, 0.88 ピラクロストロビン 0.014, 0.031, 0.073 ヒリプロキシフェン 0.023, 0.033 ヒリメタニル 1.7, 0.82 マラチオン 0.0056
加工食品				
ブランチング野菜	5	145	2	イミタクロプリト 0.090, 0.057 イントキサカルブ 0.017
加工食品	5	105	1	ヒリホスメチル 0.0087
畜産物				
輸入鶏肉	5	15	0	—
豚肉	2	6	0	—
牛肉	3	9	0	—
合計	78	15,936	40	

表3 残留動物用医薬品試験結果 (平成27年度)

検体名	検体数	項目数	検査項目				検出医薬品 (単位: ppm)
			合成抗菌剤	寄生虫用剤	抗生物質 1	抗生物質 2	
鶏卵	10	150	110	20		10	10
あゆ	5	110	80	10	15	5	
にじます	8	168	120	16	24	8	
はちみつ	10	10				10	
輸入豚肉	10	230	180	30			20
輸入鶏肉	5	115	85	15	5	5	5
合計	48	783	575	91	44	38	35

抗生物質1: 理化学的試験法による。

抗生物質2: 微生物学的試験法による。

表4 カビ毒、水銀、放射性物質、組換え遺伝子、アレルギー物質試験結果（平成27年度）

項目	検体名	検体数	項目数	結果
カビ毒（総アフラトキシン）	ピーナッツ	2	2	全て不検出
水銀（総水銀）	海水魚	10	10	全て0.4ppm以下
放射性物質（ ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs）	牛乳	93	279	全て不検出
	乳児用食品	6	18	全て不検出
	一般食品	147	441	基準値以下1件。他全て不検出
組換え遺伝子（定性）	トウモロコシ加工品10	10	20	全て陰性
同（定量）	大豆穀粒	10	10	全て5%以下
アレルギー物質（乳）	菓子類6、肉卵類及びその加工品2 その他の食品2	10	10	不適合1件 他は全て適合
	同（卵）	菓子類6、肉卵類及びその加工品2 その他の食品2	10	10

表5 添加物、食品細菌、乳等の規格等試験結果（平成27年度）

検体名	検体数	項目数	検査項目																	
			理化学					細菌学												
			保存料	酸化防止剤	品質保持剤	甘味料	発色剤	漂白剤	着色料	規格・その他	一般細菌数	大腸菌群	大腸菌	黄色ブドウ球菌	乳酸菌数	サルモネラ属菌	腸炎ビブリオ	その他	抗生物質	
魚介類	20	26									3	3					20			
冷凍食品	28	56									28	11	17							
魚介類加工品	19	41	19	1				2				15				4				
肉卵類 ・その加工品	26	202	25					25 (2)			1	1	24	24		26		76		
乳	26	139								90	23	23							3	
乳製品	46	92									27	46			19					
乳類加工品	6	12									6			6						
アイスクリーム類 ・氷菓	58	116									58	58								
穀類・その加工品	54	200			38						54 (3)	14 (1)	40 (1)	54						
野菜類・果物 ・その加工品	136	445	90			49 (1)		7	60		23 (2)	38	13		35	25	105			
菓子類	56	216									56 (1)	56		56		48				
清涼飲料水	30	60	20			10						30								
酒精飲料	16	32	16	16 (3)																
その他の食品	182	659									182 (1)	176 (1)	176		20		105			
合計	703	2,296	170	17	38	59		27	7	60	90	455	260	298	323	25	133	45	286	3

() は衛生規範不適も含む不適の項目内数

1.1.6 組換え遺伝子（表4）

トウモロコシ加工品 10 検体について、安全性未審査組換え遺伝子の定性試験を、大豆穀粒 10 検体について安全性審査済み組換え遺伝子の定量試験を行ったところ、定性は全て陰性、定量は全て 5%以下であった。

1.1.7 アレルギー物質（表4）

それぞれ 10 検体の菓子類等に対して、表示にない乳又は卵を含んでいないかスクリーニング試験を行ったところ、乳で 1 検体の不適合があったが、他は全て適合であった。

1.1.8 添加物、食品細菌、乳等の規格等（表5）

県西及び県東保健所から搬入された 703 検体について、前述以外の規格基準及び衛生規範に係る計 2,296 項目の検査を行ったところ、酸化防止剤、甘味料、発色剤、一般細菌数、大腸菌群、大腸菌及び黄色ブドウ球菌の計 7 項目で不適が認められた。

1.1.9 食中毒の原因究明（表6）

県南保健所管内で発生した食中毒に関して、腸管出血性大腸菌 0157 の検査を行った。搬入された 81 品目の食品等について、迅速化のため 18 のグループにまとめ、PCR により毒素産生性を調べたところ、全て陰性であった。

表6 食中毒の原因究明（平成27年度）

検体名	検体数	混合品目数	主な混合品目内訳
ふき取り	2	12	2日、12箇所分
冷凍庫の霜	1	1	
氷	1	1	
井戸水原水	1	1	
自社調理品	1	4	椎茸含め煮、味付けホタテ等
冷凍食品製品	12	62	魚介類、魚介類加工品、冷凍野菜、食肉製品等
合計	18	81	

表7 医薬品等の試験結果（平成27年度）

検体	検体数	項目数	不適合及び 検出検体数	備考
医薬品	7	55		
医薬部外品	5	30		生理処理用品
医療機器	3	4		
無承認無許可医薬品	5	30		男性機能回復効果を暗示するもの
指定薬物	5	5,280		指定薬物の含有を暗示するもの(試験実施はH28)
無毒大麻	340	680		とちぎしろ種
精度管理	1	2		

1.2 医薬品・薬物関連試験（表1及び表7）

表1に示したとおり、県薬務課から依頼された医薬品等の規格、危険ドラッグ中の指定薬物及び無毒大麻中の有害成分等について検査を行った。

1.2.1 医薬品等の規格

県内で製造された医薬品、医薬部外品及び医療機器計15検体、89項目の規格について検査した結果、不適合はなかった。

1.2.2 無承認無許可医薬品

県内で販売されている、強壮・強精など男性機能回復を暗示する健康食品5検体について、薬務課の買い上げにより6項目の検査を行ったところ、全てについて無承認無許可医薬品は確認されなかった。

1.2.3 指定薬物

指定薬物の含有を暗示する製品5検体について、薬務課の買い上げにより、指定薬物計5,280項目の検査を行ったところ、全てについて指定薬物は確認されなかった。

1.2.4 大麻

県内で栽培されている、テトラヒドロカンナビノール（THC）の含量の少ない「とちぎしろ」種340検体について、在来種との交雑でTHC含量が増加していないかを検査したところ、全て交雑は認められなかった。

1.3 家庭用品（表1）

有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律により、出生後24ヶ月以内の乳幼児用の繊維製品30検体についてホルムアルデヒドの試験を行った結果、すべて基準に適合していた。

2 調査研究

2.1 「畜産物中における有機塩素系農薬の迅速検査法の検討」

畜産物中の塩素系農薬について、GPC装置を用いない前処理による、迅速な検査法を検討する。

2.2 キノコ中毒における有毒成分の分析法の検討」

キノコによる食中毒発生時の迅速な原因究明を目指し、有毒成分の抽出及び分析法の検討を行う。

化学部

化学部の主な業務は、一般廃棄物、産業廃棄物、汚染土壌等に関する試験検査及び調査研究である。平成 27 年度に実施した試験検査等は 249 検体、3,158 項目で、その内訳は表 1 のとおりである。

1 試験検査実施状況

廃棄物の処理及び清掃に関する法律、栃木県廃棄物処理に関する指導要綱等に基づく検査を実施した。

1.1 一般廃棄物関係

一般廃棄物最終処分場の周辺井戸水等について、10 検体、101 項目の検査を実施し、併せて精度管理も行った。

1.2 産業廃棄物関係

産業廃棄物最終処分場等の浸透水、周辺井戸水、環境

水及び廃棄物等について、211 検体 2,789 項目の検査等を実施した。

1.3 その他

事故の原因究明試験として、2 検体、放射能関係で 4 検体の検査を実施した。また、廃液（県内の試験研究機関等の廃液）搬出のために 7 検体の分析を行った。

2 調査研究

2.1 堆肥化施設の臭気の発生抑制に関する調査

廃棄物処理施設の堆肥化施設について、発酵の過程で生じる臭気の発生を抑制する要因や条件を調査するため、平成 27 年度から 4 カ年計画で行っている。

表 1 平成 27 年度試験検査実施状況

区	分	行政検査		調査研究		精度管理		合計	
		検体数	項目数	検体数	項目数	検体数	項目数	検体数	項目数
一般廃棄物関係									
	処分場浸出水、排水					7	14	7	14
	処分場周辺地下水、井水	3	87					3	87
	河川底質（溶出、含有試験）								
産業廃棄物関係									
	処分場浸透水、排水	34	322					34	322
	処分場周辺地下水、井水	59	1,419			37	58	96	1,477
	河川水、環境水	41	929					41	929
	廃棄物	7	28	33	33			40	61
	その他								
事故関係									
	河川水								
	地下水								
	土壌	2	54					2	54
	その他								
土砂関係									
	土砂								
放射能関係									
	放射能	4	8					4	8
森林関係									
				15	180			15	180
廃液排出									
		7	26					7	26
合計		157	2,873	48	213	44	72	249	3,158

水環境部

水環境部の主な業務は、河川水（水生生物を含む）、湖沼水、事業場排水、地下水及び水道水等に関する試験検査並びに調査研究である。平成27年度に実施した試験検査等は576検体、4,174項目であり、その内訳は表1のとおりである。

1 公共用水域水質調査

1.1 水生生物調査

公共用水域常時監視の一環として、鬼怒川・小貝川水系の環境基準点3地点において水生生物調査を11月に行い、委託分も含め全16地点の調査結果をとりまとめた。水生生物の観点からは、鬼怒川・小貝川水系の水域環境は改善されていると考えられた。参考までに、平均スコア値の経年変化を表2に示す。

1.2 渡良瀬川上流域水質調査

栃木県、群馬県及び古河機械金属株式会社の3者間で締結した公害防止協定に基づき、坑廃水処理水などの水質検査を年4回延べ56項目について実施した。全て協定の基準値に適合していた。

1.3 酸性雨モニタリング（陸水）調査

国内の酸性雨による中長期の影響を把握するため、環境省が実施する酸性雨モニタリング（陸水）調査を受託し、奥日光刈込湖の水質等を調査した。

5月、7月、9月、11月の計4回、16検体、延べ288項目の水質を調査するとともに、集水域の気象等に関する情報をとりまとめた。

1.4 化学物質環境実態調査

生産、使用及び廃棄により環境中に排出された化学物質が水中や川底の泥などにどの程度残留しているかを把握するため、環境省が実施する化学物質環境実態調査を受託し、宇都宮市内「田川」の1地点で、未規制化学物質（N,N-ジメチルアセトアミド及びクロロエタン）の河川水中濃度を調査した。

表1 平成27年度の試験検査等の実施状況

区分	検体数	項目数
湖沼（水質）	16	288
河川（水質）	16	457
（水生生物）	3	3
地下水	172	508
工場・事業所等排水*	223	1049
水道水源（農薬）	16	1600
（クリプトスポリジウム）	8	56
（放射能）	48	48
レジオネラ調査関連項目	65	65
その他	9	100
合計	576	4,174

*渡良瀬川上流域調査を含む

表2 鬼怒川・小貝川水系の平均スコア値の経年変化

調査年度	平成15	平成18	平成21	平成24	平成27
平均スコア値	6.5	6.9	7.2	7.1	7.0

表3 工場・事業場排水の水質検査

依頼機関	検体数	項目数	基準超過 検体数	基準超過 項目
県西環境森林事務所	35	231		
県東	60	306	3	pH
県南	45	177	1	ふっ素
県北	37	139		
小山環境管理事務所	46	196		
計	223	1049	4	

2 工場・事業場排水の水質検査等

2.1 工場・事業場排水の水質検査

水質汚濁防止法及び栃木県生活環境等の保全に関する条例に基づき、環境森林事務所等が特定事業場の立入検査時に採水した排水1,049項目について、水質検査を行った。結果を表3に示す。

2.2 地下水の水質検査

地下水汚染の状況を把握するため、172検体について水質検査を行った。

2.3 水道水質検査

水道水源の水質を把握するため、栃木県水道水質管理計画に基づき、県内8水道事業体の水道水源について、水道水質管理目標設定項目のうち農薬類100項目の水質検査を2回実施した。全て水質管理目標値に適合していた。

また、栃木県クリプトスポリジウム調査実施要領に基づき、県内の水道水源8地点について、クリプトスポリジウム等7項目の水質検査を7月と10月に実施した。

2.4 水道原水の放射能検査

東日本震災による放射能の影響を確認するため、水道原水の放射性セシウムの測定を月4検体、合計48検体について実施した。全て不検出であった。

3 精度管理

3.1 試験検査信頼性の確保

試験検査の信頼性を確保・確認するため、栃木県試験検査精度管理委員会が主催する試験検査精度管理調査に参加した。

3.2 精度管理調査

3.2.1 試験検査精度管理調査

栃木県試験検査精度管理委員会が主催する試験検査精度管理調査において水質試験部門を担当し、試料の調製・配付と、結果のとりまとめを実施した。

3.2.2 水質常時監視業務委託に係る精度管理調査

県が委託により実施している公共用水域及び地下水の常時監視業務の試験精度を確保するため、3 受託事業者について精度管理調査及び立入調査を行った。いずれの事業者も試験精度に問題は認められなかった。

4 普及啓発・技術援助

4.1 中禅寺湖湖上学習会

奥日光清流清湖保全協議会が主催する「中禅寺湖湖上学習会」で講師を務めた。

4.2 学習会等

小学校における「総合的な学習の時間」として行われた環境学習において講師を務めた。

(1) 宇都宮市立御幸が原小学校

センター施設見学、環境全般に関する講話の外、水生生物による水質調査の実習を行った。

(2) 那須塩原市立黒磯小学校

水質汚濁の説明や水生生物による水質調査の実習を行った。

(3) さくら市立押上小学校

センター施設見学、水生生物による水質調査の実習を行った。

4.3 異常水質担当者研修会

環境保全課主催の異常水質担当者研修会において講師を務めた。簡易水質検査方法の説明及び実習を行った。

5 調査研究

5.1 志渡淵川の河川汚濁機構解明調査

日光市を流れる志渡淵川において現地調査、汚濁源調査等を行うことで汚濁機構を解明し、将来水質を予測した。

大 気 環 境 部

大気環境部の主な業務は、有害大気汚染物質、酸性雨、VOC固定発生源、環境放射能等に関する調査研究である。平成27年度に実施した試験検査等は、1,717検体、9,297項目で、その内訳は表1のとおりである。

1 試験検査

1.1 有害大気汚染物質モニタリング調査

大気汚染防止法第18条の23及び24に基づき、平成9年10月から有害大気汚染物質のモニタリングを開始した。平成27年度の調査内容は、表2のとおりである。結果等の詳細については「VI 資料」に記載した。

1.2 酸性雨調査

県内の酸性雨の状況調査を行うと同時に、酸性雨は広域的な大気汚染であるため、関係都道府県との共同調査に参画し、継続的な調査研究を行っている。

(1) 全国環境研協議会酸性雨調査研究部会酸性雨全国調査

表3のとおり、湿性沈着調査を県内3地点で行った。

この調査で得たデータは同部会に送付した。本県における平成27年度調査結果の概要を「VI 資料」に記載した。

(2) 酸性降下物量調査

酸性降下物量調査は、昭和60年度から継続して調査を行っている。詳細は「VI 資料」に記載した。

1.3 微小粒子状物質 (PM2.5) 調査

微小粒子状物質の成分分析が常時監視項目となったことに伴い、四季ごとに真岡市で成分分析調査を実施した。また、関東地方大気環境対策推進連絡会関東浮遊粒子状物質調査会議に参加し、高濃度となる夏季に濃度レベルの把握、成分分析等を目的として調査を行った。調査結果については、「平成27年度浮遊粒子状物質合同調査報告書」として報告される予定である。

1.4 佐野市葛生地区における降下ばいじん量調査

同地区には、古くから石灰石を原料とした石灰、ドロマイト、セメントを製造する工場等が多数立地しているため、他の地域に比べて降下ばいじん量が多い。その実態を調査するため、表4のとおり3地点においてダストジャーを用い、1ヵ月毎に測定を行った。結果の詳細は「VI 資料」に記載した。

表 1 大気関係試験検査等検体・項目数

区分	検体数	項目数
大気環境 (降下ばいじん量調査等)	36	144
有害大気汚染物質等モニタリング調査	348	1,248
微小粒子状物質 (PM2.5) 調査	352	3,608
酸性降下物量調査	12	132
湿性沈着調査	114	1,218
VOC発生源調査	10	10
騒音・振動	2	2
悪臭	7	7
大気中アスベスト調査	26	26
環境放射能	522	686
全国環境研協議会酸性雨調査研究部会調査	(114)	(1,218)
関東地方環境対策推進本部大気専門部会 浮遊状粒子物質 (SPM) 調査	4	34
調査研究	284	2,164
計	1,717	9,279

注) *()は湿性沈着調査の再掲

表 2 有害大気汚染物質モニタリング調査

調査地点	調査回数	有害大気汚染物質調査項目
一般環境	1回/月	アクリロニトリル 塩化ビニルモノマー クロホルム
大田原市 (県北健康福祉センター)		1,2-ジクロロエタン ジクロロメタン
栃木市 (水道庁舎)		テトラクロロエチレン トリクロロエチレン ベンゼン
固定発生源周辺		1,3-ブタジエン トルエン
足利市 (足利市河南消防署南分署)		塩化メチル ニッケル化合物
下野市 (石橋高等学校)		ヒ素及びその化合物 ベリリウム及びその化合物
那須塩原市*1 (下井ロ公民館)		マンガン及びその化合物 クロム化合物
真岡市*2 (長沼中学校)		水銀及びその化合物 ベンゾ[a]ピレン ホルムアルデヒド アセトアルデヒド 酸化エチレン

*1 ジクロロメタンのみ, *2 マンガンのみ

表 3 湿性沈着調査

調査地点	調査回数	調査項目
日光市 (丸山浄水場)	1回/月	pH 導電率 (EC) 硫酸イオン 硝酸イオン 塩化物イオン
宇都宮市 (保健環境センター)		ナトリウムイオン カリウムイオン
小山市 (県南健康福祉センター)		マグネシウムイオン カルシウムイオン アンモニウムイオン

1.5 環境放射能水準調査（文部科学省委託）

東関東大震災による福島第一原子力発電所事故の影響や環境中の放射能を把握するため、空間放射線量率、雨水中の全β放射能、各種試料(大気浮遊じん、降下物、水道水、土壌、精米、野菜及び牛乳)の核種分析を行った。また、機器校正業務(各調査機関の分析精度を確保するための調査)として、分析比較試料(模擬寒天、模擬牛乳、模擬土壌)について核種分析し、結果を報告した。

さらに、北朝鮮が核実験を実施したため、影響を確認するためのモニタリングも行った。

なお、詳細は「VI 資料」に記載した。

1.6 アスベスト調査等

今後予想されるアスベスト使用建築物の解体の増加に伴い、環境中に排出されるアスベストの増加が懸念される。このため、一般環境3地点、道路沿道1地点において、各地点2箇所、3日間の連続サンプリングを行い、測定を行った。

なお、詳細は「VI 資料」に記載した。

1.7 揮発性有機化合物（VOC）発生源調査

浮遊粒子状物質、微小粒子状物質や光化学オキシダント等に係る大気汚染の状況はいまだ深刻であり、人への健康被害が懸念されている。この原因の一つとして、揮発性有機化合物が考えられており、この排出を抑制することを目的として「大気汚染防止法」が改正され平成17年度に施行された。VOC発生施設の規制基準適合状況を確認するため、VOC発生源調査を行った。

表 4 佐野市葛生地区降下ばいじん量調査地点及び調査項目

調査地点	調査回数	調査項目
あくとプラザ(国道293号沿い) 箱石神社 青藍泰斗高校	1回/月	貯水量 pH 溶解性成分 不溶解性成分 総降下量

1.8 悪臭調査

産業廃棄物最終処分場において、年2回、夏季及び冬季に大気をサンプリングし、臭気指数の測定を行った他、事業場等の臭気指数を測定した。

2 調査研究

2.1 栃木県における微小粒子状物質（PM2.5）特性調査

本県において、各季節ごとのPM2.5の特性を把握するために、成分分析調査結果を利用して検討した。また、本県におけるPM2.5の汚染実態及びPM2.5が高濃度となる時の気象条件や水溶性イオン成分との関連を検討した。

本調査研究は、関東SPM調査会議やII型研究(国立環境研究所と地方環境研究所との共同研究)と連携しながら実施している。

IV 調査研究

栃木県内流通食肉等の食中毒菌等汚染実態調査及び 緩慢解凍によるカンピロバクターの低減効果について

微生物部

鈴木 尚子 渡邊 裕子 桐谷 礼子 鈴木 兼一 船渡川 圭次

要旨

食肉等を原因とする食中毒は、牛・豚レバー及び豚肉の生食用の販売・提供が禁止された後も全国的に多発している状況がある。そこで、栃木県では食品事業者等への啓発に資するため、平成 25 年度から 3 年間、県内に流通する食肉等の食中毒菌等汚染実態調査を実施した。その結果、食肉等は通年で糞便系の汚染がみられ、特に国産鶏肉はサルモネラ及びカンピロバクターが約半数から検出された。また、カンピロバクターが検出された国産鶏肉の 66%が MPN 値 100 以上となり、食中毒を発生させるのに十分な菌量を保持していた。次に、緩慢解凍によるカンピロバクターの低減効果について検証を行ったところ、14 日間の冷凍後緩慢解凍を行うと、カンピロバクター生残率は 5%以下となった。これにより、緩慢解凍はカンピロバクター食中毒のリスクを低減する一手法になると考えられた。

キーワード：食肉等、汚染実態調査、MPN 値、カンピロバクター、緩慢解凍

1 はじめに

食肉の生食のリスクを低減するため、平成 23 年 10 月 1 日から生食用食肉（牛肉であって内臓肉を除く）の規格基準が施行され、平成 24 年 7 月から牛レバー、平成 27 年 6 月から豚肉及び豚レバーの生食用の販売・提供が禁止された。しかし、全国的には、食肉等の生食や加熱不十分の食肉等の提供が原因とみられる食中毒が多発している。そこで、栃木県では食品事業者に対する食肉の適切な取扱いの指導及び県民の食中毒防止の啓発に資するため、平成 25 年度から 3 年間、県内に流通する食肉等の食中毒菌等汚染実態調査を実施した。

平成 25 年度の調査において、サルモネラ属菌及びカンピロバクター属菌が多く検出されたため、平成 26、27 年度は MPN (Most Probable Number) 法を用いて定量を行い、食中毒のリスクを検討した。また、カンピロバクター属菌は食中毒を発生させる菌量が検出されたため、冷凍及び緩慢解凍による低減効果を検証した。

2 材料と方法

2.1 材料

平成 25 年度から平成 27 年度において、7 月から 8 月（以下、夏季）及び 11 月から 12 月（以下、冬季）に県内小売店で購入した市販流通食肉 327 検体（鶏肉：ササミ 46 検体、ムネ 51 検体、モモ 80 検体、豚肉：レバー 60 検体、豚肉 90 検体）を供試検体とし、各試験において 25 g ずつ採取した。

2.2 食中毒菌等検査

「平成 25 年度食品の食中毒菌汚染実態調査における検査法【厚労省】」に準拠し、糞便系大腸菌群、大腸菌、腸管出血性大腸菌、サルモネラ属菌及びカンピロバクター属菌の検出を行った。また、腸管出血性大腸菌、サルモネラ属菌及びカンピロバクター属菌のリアルタイム

PCR 法には QuickPrimer (Real Time) シリーズ（タカラバイオ）を使用した。なお、平成 26、27 年度はサルモネラ属菌及びカンピロバクター属菌の検査はリアルタイム PCR 法で陽性となった検体のみ培養法を行うこととし、また、サルモネラ属菌の選択増菌培地はラバポート・バシリアディス培地のみを使用し、省力化を図った。

2.3 サルモネラ属菌及びカンピロバクター属菌の定量 (MPN 法)

各段階 3 本ずつ 3 段階希釈における陽性検体 100 g 当たりの MPN 値を求めた。陽性の判定はリアルタイム PCR 法で陽性となったものを陽性管数とした。

2.4 急速解凍、緩慢解凍によるカンピロバクターの低減効果

2.4.1 血液寒天培地を用いた生菌数測定

食中毒由来株 *C. jejuni* 14-01 を滅菌した市販鶏挽肉 10g に 2.0×10^2 、 2.0×10^3 、 2.0×10^4 CFU/g となるよう添加した後、速やかに -20°C の冷凍庫内で冷凍保存した。1, 3, 7, 及び 14 日間冷凍保存後、それぞれ 42°C で急速解凍及び 4°C 、5 時間で緩慢解凍し、0.1% ペプトン加生食 90ml を加えて 10 倍乳剤を作成、同液または 10 倍遠心濃縮液 $100 \mu\text{l}$ を血液寒天培地 2 枚に塗抹し、 42°C 48 時間 微好気培養を行い、発育集落数を計測した。

2.4.2 EMA-PCR 法による生菌数測定

冷凍等により VNC (Viable but Non-Culturable、生きているが培養できない) の状態となったカンピロバクターが存在するかどうかを確認するため、EMA-PCR 法による生菌数測定を実施した。上記 10 倍乳剤 2ml を遠心濃縮して $100 \mu\text{l}$ の菌体懸濁液を作成し、Viable Campylobacter Selection Kit for PCR (タカラバイオ) で EMA 標識処理をした検体と無処理検体を QIAamp DNA Mini Kit (キアゲン) で DNA 抽出し、リアルタイム PCR 法で定量を試みた。各検体における (EMA 標識処理定量

値/無処理定量値)より生存率を求め、菌添加時の生菌数を生存率100%と仮定し、各検体の生菌数を算出した。

3 結果

3.1 食肉等汚染実態調査における食中毒菌等検出状況

季節別の各食中毒菌等の汚染状況について表1に示す。

3年間の調査を通して腸管出血性大腸菌は検出されなかった。

糞便系大腸菌群及び大腸菌は、鶏肉及び豚レバーにおいて季節にかかわらず高い陽性率を示した。

サルモネラ属菌は、国産鶏肉において夏季 35 検体 (50.0%)、冬季 32 検体 (46.4%)、輸入鶏肉において夏季 4 検体 (21.1%)、冬季 3 検体 (15.8%)、国産豚肉レバーにおいて夏季 5 検体 (16.7%)、冬季 3 検体 (10.0%)、国産豚肉において夏季 1 検体 (4.0%) から検出された。

C. jejuni は、国産鶏肉において夏季 41 検体 (58.6%)、冬季 27 検体 (39.1%)、輸入鶏肉において夏季 1 検体 (5.3%)、冬季 5 検体 (26.3%)、国産豚レバーにおいて夏季 1 検体 (3.3%) から検出された。

C. coli は、国産鶏肉において夏季 3 検体 (4.3%)、冬季 2 検体 (2.9%)、輸入鶏肉において夏季、冬季 1 検体ずつ (5.3%)、国産豚レバーにおいて夏季、冬季 1 検体ずつ (3.3%)、国産豚肉において夏季 1 検体 (4.0%) から検出された。

輸入豚肉からは、サルモネラ属菌及びカンピロバクター属菌は検出されなかった。

食中毒菌汚染が高率な国産鶏肉を検体ごとに見てみると、国産鶏肉 139 検体中カンピロバクター属菌のみが検出された検体は 32 検体 (23.0%)、サルモネラ属菌のみが検出された検体は 27 検体 (19.4%)、カンピロバクター属菌及びサルモネラ属菌が検出された検体は 39 検体 (28.1%) となり、98 検体、約 7 割の検体が食中毒菌に汚染されていることがわかった。(図1)

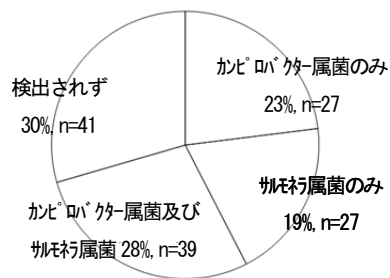


図1 国産鶏肉(n=139)食中毒菌検出状況

3.2 サルモネラ属菌の血清型別及び平成26、27年度陽性検体100g当たりのMPN値

分離されたサルモネラの血清型別を表2、陽性検体100g当たりのMPN値を表3に示す。国産鶏肉では *S. Infantis* が 53 検体 (79.1%) と最も多く、次いで *S. Manhattan*、*S. Typhimurium*、*S. Schwarzengrund* が検出され、*S. Infantis*、*S. Manhattan* 及び *S. Schwarzengrund* は3年続けて検出された。

陽性検体のMPN値は、国産鶏肉では30未満の検体が27検体 (65.8%)、100未満の検体は36検体 (87.8%) となった。また、輸入鶏肉では、30未満の検体が4検体 (80.0%)、430の検体が1検体 (20.0%) となった。

3.3 カンピロバクター属菌陽性検体100g当たりのMPN値

カンピロバクター属菌陽性検体100g当たりのMPN値を表4に示す。国産鶏肉のMPN値は30未満から11,000以上と幅が広く、100未満は16検体 (34.0%)、100以上は31検体 (66.0%) となった。輸入鶏肉では、30未満の検体が3検体 (60.0%)、36の検体が2検体 (40.0%) となった。

表1 食肉汚染実態調査 食中毒菌等検出状況

H25~27	検体数		糞便系大腸菌群				大腸菌				サルモネラ属菌				<i>C.jejuni</i>				<i>C.coli</i>			
	夏季	冬季	夏季		冬季		夏季		冬季		夏季		冬季		夏季		冬季		夏季		冬季	
			陽性数	(%)	陽性数	(%)	陽性数	(%)	陽性数	(%)	陽性数	(%)	陽性数	(%)	陽性数	(%)	陽性数	(%)	陽性数	(%)	陽性数	(%)
鶏肉	ササミ	24	22	24 (100)	22 (100)	21 (88)	17 (77)	10 (42)	8 (36)	10 (42)	6 (27)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	ムネ	25	26	24 (96)	26 (100)	19 (76)	20 (77)	13 (52)	13 (50)	14 (56)	12 (46)	1 (4.0)	1 (3.8)	1 (4.0)	1 (3.8)	1 (4.0)	1 (3.8)	1 (4.0)	1 (3.8)	1 (4.0)	1 (3.8)	
	モモ	21	21	21 (100)	20 (95)	20 (95)	19 (90)	12 (57)	11 (52)	16 (76)	9 (43)	2 (10)	1 (4.8)	2 (10)	1 (4.8)	2 (10)	1 (4.8)	2 (10)	1 (4.8)	2 (10)	1 (4.8)	
	計	70	69	69 (99)	68 (99)	64 (91)	56 (81)	35 (50)	32 (46)	41 (59)	27 (39)	3 (4.3)	2 (2.9)	3 (4.3)	2 (2.9)	3 (4.3)	2 (2.9)	3 (4.3)	2 (2.9)	3 (4.3)	2 (2.9)	
豚肉	輸入 モモ	19	19	18 (95)	18 (95)	16 (84)	16 (84)	4 (21)	3 (16)	1 (5.3)	5 (26)	1 (5.3)	1 (5.3)	1 (5.3)	1 (5.3)	1 (5.3)	1 (5.3)	1 (5.3)	1 (5.3)	1 (5.3)	1 (5.3)	
	レバー	30	30	28 (93)	25 (83)	27 (90)	25 (83)	5 (17)	3 (10)	1 (3.3)	0 (0)	1 (3.3)	1 (3.3)	1 (3.3)	1 (3.3)	1 (3.3)	1 (3.3)	1 (3.3)	1 (3.3)	1 (3.3)	1 (3.3)	
	豚肉	25	25	19 (76)	15 (60)	16 (64)	12 (48)	1 (4.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
	輸入 豚肉	20	20	14 (70)	7 (35)	13 (65)	7 (35)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
計	164	163	148	133	136	116	45	38	43	32	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4		

表2 サルモネラ属菌陽性検体の血清型

	H25	陽性数	H26	陽性数	H27	陽性数	計	(%)
鶏肉 (国産) 陽性検体 n=67	Infantis	24	Infantis	17	Infantis	12	53	(79.1)
	Manhattan	1	Manhattan	3	Manhattan	1	5	(7.5)
					Typhimurium	4	4	(6.0)
	Schwarzengrund	1	Schwarzengrund	1	Schwarzengrund	1	3	(4.5)
			Thompson	1		1	1	(1.5)
鶏肉 (輸入) 陽性検体 n=7	Heidelberg	2	Heidelberg	1	Heidelberg	2	5	(71.4)
			Gloucester	1		1	1	(14.3)
			Infantis	1		1	1	(14.3)
			Typhimurium	2	Typhimurium	1	3	(37.5)
	豚レバー (国産) 陽性検体 n=8	Derby	1	Derby	1		2	(25.0)
豚肉 (国産) 陽性検体 n=1	Colindale	1				1	1	(12.5)
			型別不能	1	型別不能	1	2	(25.0)
	Infantis	1				1	1	(100)

表3 サルモネラ属菌陽性検体のMPN値

H26~27	検体数	陽性数	陽性率 (%)	サルモネラ属菌MPN値(/100g)										
				<30	36	74	92	140	150	230	430			
ササミ	夏季	15	5 (33)	3	1		1							
	冬季	13	3 (23)	1									2	
国産 ムネ 鶏肉	夏季	15	9 (60)	7		1	1							
	冬季	16	7 (44)	5	1									1
モモ 鶏肉	夏季	16	9 (56)	7	1				1					
	冬季	15	8 (53)	4	3								1	
計	90	41 (46)	27	6	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1
輸入鶏肉 モモ	夏季	14	2 (14)	2										
	冬季	14	3 (21)	2										1
国産豚肉 レバー	夏季	20	3 (15)	2	1									
	冬季	20	3 (15)	3										

表4 カンピロバクター属陽性検体のMPN値

H26~27	検体数	陽性数	陽性率 (%)	カンピロバクター属菌MPN値(/100g)																						
				<30	30	36	74	92	110	150	210	230	270	380	430	530	750	930	1,500	2,400	4,600	11,000	>11,000			
ササミ	夏季	15	4 (27)	3		1																				
	冬季	13	2 (15)										1												1	
国産 ムネ 鶏肉	夏季	15	9 (60)	1	3	1						2	2													
	冬季	16	9 (56)	3	1							1	1					1	1	1						
モモ 鶏肉	夏季	16	14 (88)		1						1	2		3	1	2	1			1	1	1				
	冬季	15	9 (60)	1	1					1	2						1						2	1		
計	90	47 (52)	8	1	6	1	1	1	1	8	1	2	3	1	3	1	3	1	1	1	1	2	4	2		
輸入鶏肉モモ	冬季	14	5 (36)	3	2																					
国産豚レバー	夏季	20	2 (10)	1		1																				
国産豚肉	夏季	15	1 (6.7)																						1	

3.4 急速解凍及び緩慢解凍によるカンピロバクターの低減効果検体 100g 当たりのMPN値

血液寒天培地を用いた生菌数測定を行い、急速解凍及び緩慢解凍によるカンピロバクターの低減効果を調べた結果を図2、図3に示す。いずれの接種菌数及び冷凍保存日数においても、急速解凍に比べ緩慢解凍のほうが生残菌数は少なく、いずれの接種菌数においても、14日間

冷凍保存し緩慢解凍を行った場合は、生残率は5%未満となった。また、EMA-PCR法を用いた生菌数測定を行い、緩慢解凍によるカンピロバクターの低減効果を調べた結果を図4に示す。EMA-PCR法を用いた生菌数測定は、血液寒天培地を用いた培養法の生菌数測定に比べ生残菌数が少ない傾向となった。

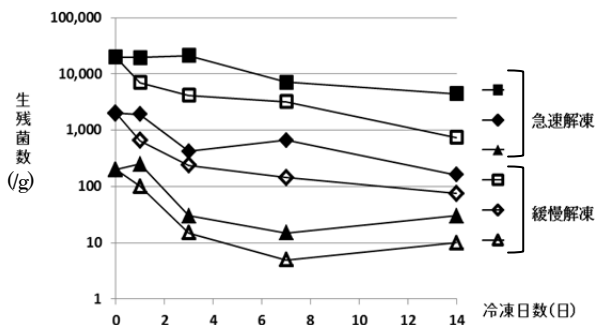


図2 急速・緩慢解凍によるカンピロバクターの生残菌数(/g)

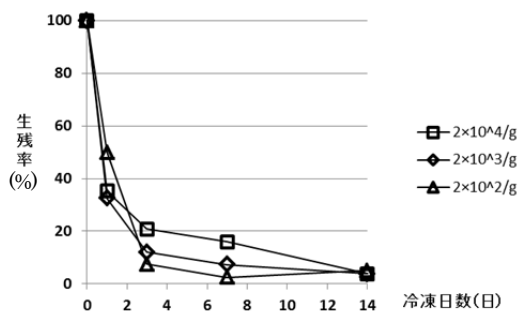


図3 緩慢解凍によるカンピロバクターの生残率(%)

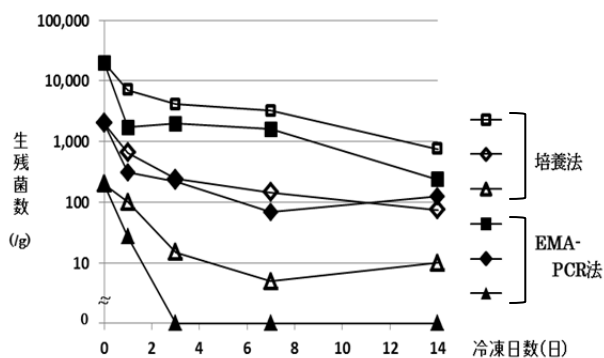


図4 緩慢解凍によるカンピロバクターの生残菌数(/g) (培養法とEMA-PCR法での生残菌数の比較)

4 考察

3年間の調査結果から、本県で市販されている食肉の多くから糞便系大腸菌群が検出された。また、国産鶏肉からは、カンピロバクター属菌のみ検出が23.0%、サルモネラ属菌のみ検出が19.4%、カンピロバクター属菌及びサルモネラ属菌検出が28.1%と約7割から食中毒菌が検出された。これらのことより、市販食肉等は通年で食中毒の原因となりうること及び食肉等の衛生状態に改善がみられないことが示唆された。

サルモネラ属菌が国産鶏肉等から多く検出されたため、菌の定量を行った。国産鶏肉のMPN値は100未満が87.8%となり、比較的少ない菌量の汚染であることがわかった。また、輸入鶏肉のMPN値が430を示したことからサルモネラ属菌は冷凍保存による影響を受けにくいと考えられること及び養鶏場ブロイラーの糞便から高率で分離される*S. Infantis*⁹⁾が食肉からも多く検出されることより、鶏肉のサルモネラ属菌の汚染は食鳥処理段階での腸内容物の汚染がそのまま残存していると考えられた。

カンピロバクター属菌も菌の定量を行ったところ、国産鶏肉のMPN値は100以上が66.0%となった。*C. jejuni*の発症最少菌量はヒトの感染実験で100~1000cfuと報告されており²⁾、国産鶏肉は食中毒を発生させるのに十分な菌量が付着していることが示された。また、輸入鶏肉のMPN値が30未満、36と低値を示したことから、長期保存及び凍結・解凍時による菌の損傷により菌量が減少したことが推測された。国産鶏肉の部位ごとに見ると、陽性率はモモ、ムネ、ササミの順に高く、どの部位も冬季に比べ夏季が高いが、MPN値に傾向はみられなかった。これらについては、国内ブロイラー鶏群のカンピロバクター保有率に季節性があること³⁾及び食鳥処理工程における腸内容物の易汚染部位や汚染程度の差に起因すると考えられた。

冷凍及び解凍によるカンピロバクターの低減効果では、

急速解凍よりも緩慢解凍のほうがより殺菌的に働くことが示唆された。これは、-5℃から0℃の最大氷結晶生成帯での時間が長くなること(緩慢解凍)により、細胞質膨張による細胞膜障害がより大きくなったためと思慮される。カンピロバクターは遺伝的多様性に富むことが知られており、菌株間で冷凍抵抗性に差異を示すことが明らかとなっているが⁴⁾、汚染菌量が少量であれば、凍結及び緩慢解凍することによって、食中毒を発生させるリスクを低減できると考えられた。

今回、冷凍等によりVNCの状態になったカンピロバクターが存在し食中毒に関与しているのではないかとの仮説を立て、EMA-PCR法と血液寒天培地を用いた生菌数測定と比較を行った。結果はEMA-PCR法の生残菌数のほうが少ない傾向となり、これらの実験系ではVNCの状態にあるカンピロバクターの存在を検証することはできなかった。これは、冷凍により細胞膜を損傷した生菌にEMAが浸透しDNAを修飾したためと考えられた。

カンピロバクターによる食中毒は平成26年には全国で306事例発生しており、ノロウイルスの293事例を抑え病因物質の1位になっている⁵⁾。原因食品としては鶏肉が特に多い。平成21年6月には食品安全委員会は鶏肉中のカンピロバクターのリスク評価を報告し、農場での鶏のカンピロバクター汚染率の低減及び食鳥処理場での汚染農場と非汚染農場の鶏の区分処理等を提言しているが、これらの交差汚染防止対策は実効性に乏しい。現状では家庭または飲食店での食中毒対策が重要であり、生食の割合や調理時交差汚染を現状より80%低減することができれば、食中毒のリスクがそれぞれ69.6%及び9.4%低減されると推定されている⁶⁾。

これまでの調査で、県内流通国産鶏肉がサルモネラ属菌及びカンピロバクター属菌に高率に汚染され、カンピロバクター属菌においては食中毒を発生させるのに十分な菌量が付着していることが明らかになった。これら食肉の食中毒菌汚染状況を踏まえ、生や加熱不十分の食肉を喫食する危険性や交差汚染を起こさない食品の取り扱いについて、県内食品事業者や県民に広く知らしめることは、食肉等を原因とする食中毒防止に非常に有効であると考えられる。また、食肉の冷凍及び緩慢解凍はカンピロバクター属菌の生菌数を減らせることから、食中毒のリスクを低減する手法の一つになり得ると考えられる。

5 参考文献

- 1) 食品健康影響評価のためのリスクプロファイル～鶏肉におけるサルモネラ属菌～(改訂版)、食品安全委員会、2012年1月
- 2) 品川邦汎、カンピロバクター食中毒とその予防対策、(財)食品分析開発センター、2011年2月

- 3) 食品安全に関するリスクプロファイルシート（細菌）、農林水産省、2015年2月16日
- 4) 朝倉宏、山本詩織、橋理人、吉村昌徳、山本茂貴、五十君静信、冷凍処理による鶏肉中でのカンピロバクター汚染低減効果に関する検討、日本食品微生物学会雑誌、32(2)、159-166、2015
- 5) 食中毒発生事例、厚生労働省
- 6) 鶏肉中のカンピロバクター・ジェジュニ/コリ、食品安全委員会、2009年6月25日

キノコ中毒における有毒成分の分析法の検討

食品薬品部

松下 和裕 若林 勇輝 駒場 直行 徳田 侑子 飯野 聡子
渡辺 真美子 泉 聡美 堀 亜裕美 黒崎 かな子

要旨

ドクツルタケ及びドクツルタケを含む調理品を細切し、メタノール中で超音波処理により抽出後、煩雑な精製操作を必要とせず、ろ過により試料溶液を得る迅速・簡便な前処理により、アマニタトキシン類を分析する方法を確立した。本法を用いて未調理のドクツルタケに含まれるアマニタトキシン類の分布を調べたところ、 α -アマニチン、 β -アマニチン及びファロイジンのいずれについても濃度・含量ともに「かさ」の部分で最も高い値を示した。また、ドクツルタケを加えた「うどん」を調理し、調理後のアマニタトキシン類の分布を調べたところ、ドクツルタケに残存するよりも多くのアマニタトキシン類がドクツルタケ以外の「麺」、「具」及び「汁」に移行していた。このことから、キノコ中毒発生時に毒キノコの残品がなくても、その他の調理残品からアマニタトキシン類を検出可能であること、ドクツルタケを直接喫食しなくても健康被害を及ぼす危険性があることが示された。

キーワード：ドクツルタケ、アマニタトキシン類、 α -アマニチン、 β -アマニチン、ファロイジン、調理残品

1 はじめに

栃木県は植物性自然毒による食中毒の発生件数が多く、そのほとんどが毒キノコを原因とするものである¹⁾。毒キノコによる食中毒では通常、患者の臨床症状や調理残品のキノコの形態的な特徴から原因食品(キノコ)の特定が行われるが、調理残品のキノコが得られない、あるいは調理の影響により形態からの鑑別が困難な場合がある。

そこで本研究では、キノコ中毒における原因食品(キノコ)の特定に有用な情報を得るため、毒キノコに含まれる有毒成分の分析法について検討を行った。

2 実験方法

2.1 対象キノコ

毒キノコのうち、本県において過去に食中毒が発生し、死亡事例のあるドクツルタケを対象とした。

2.2 分析項目

ドクツルタケに含まれる有毒成分のうち、 α -アマニチン、 β -アマニチン及びファロイジン(以下、これら3成分をまとめて「アマニタトキシン類」という。)を対象とした。

2.3 試料

栃木県林業センターより譲受したドクツルタケを用いた。また、模擬調理品の調製には市販の肉、野菜、麺及び調味料等を使用した。

2.4 標準物質

α -アマニチン及び β -アマニチンはSigma-Aldrich社製のものを、ファロイジンは和光純薬工業(株)製・生化学用を使用した。

2.5 試薬

市販の特級、アミノ酸自動分析用及び高速液体クロマトグラフィー用の試薬を用いた。

2.6 装置及び測定条件²⁾

装置及び測定条件を表1に示した。

表1 装置及び測定条件

【装置】

SCIEX 3200 Q TRAP[®] LCMSMSシステム

【測定条件】

分析カラム	相	温度	流速	注入量	グラジエント条件	イオン化法	モニターイオン	Precursor ion	m/z	Product ion	m/z
Mightysil RP-18 PA(2.0×150 mm, 3 μ m)	(A) 10 mmol/L 酢酸アンモニウム-酢酸緩衝液(pH5.0) (B) アセトニトリル	40°C	0.2 mL/min	10 μ L	(A):(B) 85:15 (3 min hold)— 75:25 (6 min, 4 min hold)— 85:15 (10 min, 5 min hold)	ESI法	α -アマニチン β -アマニチン ファロイジン	m/z 919.3 m/z 920.3 m/z 789.3	86.2 259.2 86.0		

2.7 前処理方法

久野らの方法³⁾を参考に検討した。ただし、迅速かつ簡便な分析を行うため、固相抽出による精製操作を行わない方法とした(図1)。

2.8 調理品マトリックスによる影響

調理品として、肉や野菜など、様々な食材を含み、複雑なマトリックスを生成すると予想される「肉野菜炒め」を2種類、また、水分が多く、キノコ中毒事例の多い「うどん」を調製した。なお、「うどん」については、嗜好により香辛料の使用が想定されることから、参考までに七味の有/無の2種類を調製した。

マトリックスによる影響は、調理品の一部を採取し、図1に従って前処理を行い、得られた試料溶液にアマニタトキシン類を添加して調製したマトリックス標準液(以下、「M-STD」と)、マトリックスを含まない標準液(以下、「n-STD」)について、ピーク面積を比較して評価した。

2.9 添加回収試験

調理品の一部を採取し、アマニタトキシン類を添加して添加試料(添加濃度:各1 μg/g)を調製し、図1に従って処理後、分析した。得られたピーク面積を、検体中のアマニタトキシン類濃度が1 μg/g相当となるように調製したn-STD又はM-STDのピーク面積と比較し、各有毒成分の回収率を算出した。なお、「うどん」については、実際の調理残品として想定され、水分が多い試料の例として「汁」のみを採取し、添加試料を調製した。

2.10 ドクツルタケ中アマニタトキシン類の分析

ドクツルタケ(1個体)を「かさ」、「軸」、「つぼ」の部位に分け、それぞれ一部を採取して分析し、各部位におけるアマニタトキシン類濃度を調べた。

定量にはM-STDで作成した検量線(濃度範囲:0.5~2.5 μg/g)を用いた。なお、検量線の上限を超えた場合は外

挿により濃度を算出した。

2.11 調理品中アマニタトキシン類の分析

2.10で用いたドクツルタケの残りを使い、「うどん」を調理した。調理後のドクツルタケの「かさ」、「軸」、「つぼ」及び「麺」、「具材」(ドクツルタケを除く)、「汁」の6つを試料として試料溶液を調製し、分析した。なお、定量値は2.10と同様に求めた。

3 結果

3.1 調理品マトリックスによる影響の検討

調理品マトリックスの存在下におけるアマニタトキシン類のピーク面積を比較した結果を図2に示す。調理品の種類、あるいは有毒成分の種類によってマトリックスによる影響の受け方は異なるが、M-STDのピーク面積はn-STDに対して75.4~137.3%の値を示した。なお、「うどん」については、七味を加えた場合の方が、ややピーク面積が小さくなる傾向が認められた。

3.2 添加回収試験

添加回収試験の結果を表2に示す。調理品の種類、あるいは有毒成分の種類によってn-STDに対する回収率とM-STDに対する回収率に差が認められるものがあった。一方、n-STDに対する回収率は78.7~146.2%、M-STDに対する回収率は74.9~135.9%の範囲であり、大きな差は認められなかった。

3.3 ドクツルタケ中アマニタトキシン類の分析

アマニタトキシン類の部位別分布を表3に示す。α-アマニチン、β-アマニチン及びファロイジンのいずれについても「かさ」に最も高濃度かつ多量に含まれていた。また、α-アマニチン及びβ-アマニチンについては、「かさ」の濃度を1としたとき、「軸」の濃度は0.63及び0.59、「つぼ」の濃度は0.14及び0.13であり、同様

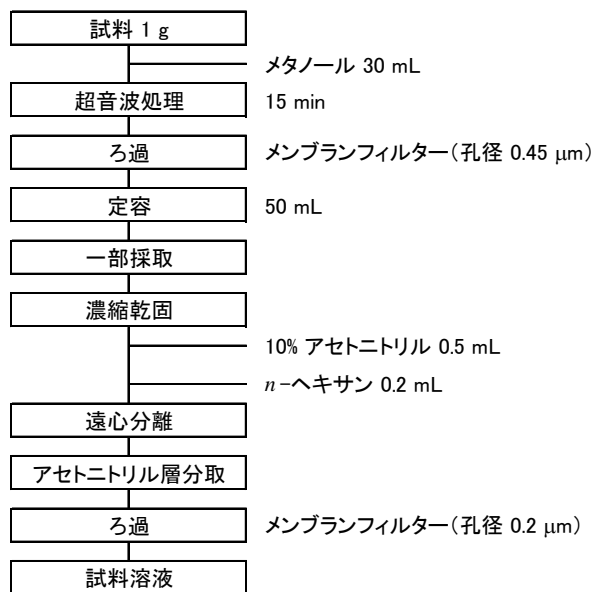
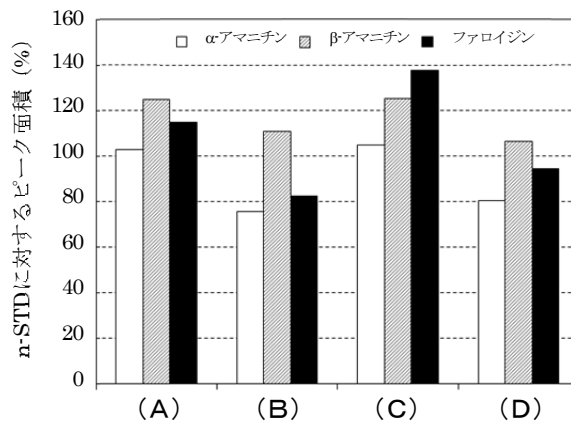


図1 前処理方法



(A) 肉野菜炒め (塩こしょう) (B) 肉野菜炒め (みそ)
(C) うどん (七味なし) (D) うどん (七味あり)

図2 調理品マトリックスによる影響

表2 添加回収試験

有毒成分	調理品	回収率(%)		
		対 n-STD (A)	対 M-STD (B)	差 (A)-(B)
α-アマニチン	肉野菜炒め(塩こしょう)	118.7	115.8	2.9
	肉野菜炒め(みそ)	84.5	112.2	▲27.7
	うどん汁(七味なし)	95.3	100.4	▲5.1
	うどん汁(七味あり)	82.3	105.6	▲23.3
β-アマニチン	肉野菜炒め(塩こしょう)	103.2	82.7	20.5
	肉野菜炒め(みそ)	108.2	97.8	10.4
	うどん汁(七味なし)	78.7	74.9	3.8
	うどん汁(七味あり)	89.2	124.4	▲35.2
ファロイジン	肉野菜炒め(塩こしょう)	126.8	110.4	16.4
	肉野菜炒め(みそ)	111.8	135.9	▲24.1
	うどん汁(七味なし)	146.2	98.9	47.3
	うどん汁(七味あり)	126.6	111.0	15.6

添加濃度:各 1 μg/g

表3 ドクツルタケ中アマニタトキシン類の分布

	α-アマニチン		β-アマニチン		ファロイジン	
	濃度(μg/g)	含有量(μg)	濃度(μg/g)	含有量(μg)	濃度(μg/g)	含有量(μg)
かさ	1362	6277	300	1381	177	817
軸	858	1939	178	402	115	260
つぼ	196	798	39	161	125	509

表4 調理品中アマニタトキシン類の分布

	α-アマニチン		β-アマニチン		ファロイジン	
	濃度(μg/g)	含有量(μg)	濃度(μg/g)	含有量(μg)	濃度(μg/g)	含有量(μg)
かさ	430	1032	91	218	53	127
軸	346	353	74	76	44	45
つぼ	98	265	21	56	61	163
麺	2.9	737	0.31	77	0.61	154
具材	6.1	865	1.3	180	0.96	137
汁	9.8	1735	2.0	344	1.7	293

の濃度分布を示した。一方、ファロイジンについては、 α -アマニチン、 β -アマニチンと比較して相対的に「つぼ」の濃度が高く(0.71)、異なる濃度分布を示した。

3.4 調理品中アマニタトキシン類の分析

調理品中のアマニタトキシン類の分布を表4に示す。調理前(表3)と比較してドクツルタケ中のアマニタトキシン類濃度が低下し、「麺」、「具材」、「汁」からいずれの有毒成分も検出された。

また、各部位の重量を加味してアマニタトキシン類の含量を求めたところ、いずれの有毒成分もドクツルタケに残存するよりも調理品中に移行する量が多かった。

4 考察

キノコ中毒発生時には原因となった毒キノコを特定し、患者に適切な処置を施すとともに、被害の拡大を防ぐことが最も重要である。この点において本法は迅速に調理品中から有毒成分を分析可能であり、有用な方法であると考えられる。

一方、今回の研究の結果、調理品マトリックスによる影響は有毒成分や調理品の種類によって異なり、ピーク面積や回収率に差が生じる場合が認められた。しかしながら、実際のキノコ中毒ではどのような調理品が検査対象となるか予測することはできず、また、調理品のマトリックスを正確に再現することは極めて困難である。加えて、表2に示したとおり、回収率の範囲はn-STDを対照にした場合(78.7~146.2%)とM-STDを対照にした場合(74.9~135.9%)で大きな差が認められないことから、n-STDを対照に用い、本法を原因食品を特定するための行政検査に活用することは可能であると考えられる。

本法を用いて未調理のドクツルタケに含まれるアマニ

タトキシン類の分布を調べたところ、いずれの有毒成分も「かさ」に最も高濃度かつ多量に存在していた。一方、「軸」や「つぼ」にもアマニタトキシン類が含まれており、部位にかかわらず摂取した場合には健康被害が生じる可能性がある。

また、ドクツルタケを加えた「うどん」を調理し、調理品中のアマニタトキシン類の分布を調べたところ、ドクツルタケからアマニタトキシン類が溶出し、調理品へ移行していることが確認できた。その溶出のパターンは有毒成分の種類よりも存在部位の違いが影響していると推察された。

調理後は、ドクツルタケに残存するよりも多くのアマニタトキシン類がドクツルタケ以外の「麺」、「具材」及び「汁」に移行していた。このことは、キノコ中毒発生時に毒キノコの残品が得られなかった場合でも、その他の調理残品からアマニタトキシン類を検出可能であること、ドクツルタケを直接摂取しなくても健康被害を及ぼす可能性があることを示している。

5 参考文献

- 1) 笠原正義、有毒植物による食中毒の最近の動向と今後の課題、食品衛生学雑誌、51、311-318、2008
- 2) 鈴木修、屋敷幹雄編、薬毒物分析実験ハンドブック、東京、じほう、405-406、2002
- 3) 久野恵子、高井靖智、橋爪崇、山東英幸、健康危機管理に対応した自然毒一斉分析法の検討—有毒植物および毒きのこ19成分—、第48回全国衛生化学技術協議会年会講演集、118-119、2011

畜産物中における有機塩素系農薬の迅速検査法の検討（第1報）

食品薬品部

若林 勇輝 湯田 雄一郎¹ 駒場 直行 横塚 直子²
 松下 和裕 徳田 侑子 飯野 聡子 黒崎 かな子

(¹現薬務課、²前保健環境センター)

要旨

現在畜産物の脂肪中に残留する有機塩素系農薬の行政検査で使用している試験法について、検査に要する時間と使用溶媒量の削減を目的として、迅速検査法の検討を行った。抽出工程、精製工程の検討を重ねることにより、検査時間及び使用溶媒量を大幅に削減することができた。

キーワード：有機塩素系農薬、畜産物、脂肪、多孔性ケイ藻土カラム

1 はじめに

当センターでは年間10検体の豚、鶏、牛の主に脂肪について有機塩素系農薬の残留農薬検査を行っている。畜産物中の農薬検査においては、厚生労働省通知¹⁾により、精製にゲル浸透クロマトグラフィー（以下GPC）を使用することとされているが、当センターにはGPCが無いため、液-液抽出による独自の方法で行っている。しかし、この方法は操作が煩雑であるため時間を要し、さらに試薬の使用量が多いという問題がある（図1）。

農産物中の残留農薬検査においては近年、QuEChERS法等の迅速分析法が多数報告されているが、畜産物中の有機塩素系農薬に関する迅速検査法の報告は少ない。そこで、当該検査の迅速簡易化を図る検討を行ったところ、若干の知見が得られたので報告する。

2 実験方法

2.1 検討項目

塩素系農薬5項目

総BHC（ α -BHC、 β -BHC、 γ -BHC、 δ -BHC）、総DDT（p,p'-DDE、p,p'-DDD、o,p'-DDT、p,p'-DDT）、アルドリン及びディルドリン、エンドリン、ヘプタクロル（ヘプタクロル、エキソエポキシド体及びエンドエポキシド体）の14化合物

2.2 試料

鶏、豚、牛の脂身

2.3 試薬

標準品には、和光純薬工業(株)、Riedel-de Haën社、AccuStandard, Inc社製残留農薬分析用を用いた。その他の試薬は、関東化学(株)及び和光純薬工業(株)製を、固相抽出カラム（C18、C18/PSA）、多孔性ケイ藻土カラムはジェーエルサイエンス(株)製を用いた。

2.4 前処理方法

図2 前処理フローにおける試験法(A)(B)(C)のとおり

2.5 標準液の調製方法

各農薬標準品10 mgを適宜溶解希釈混合し、混合標準

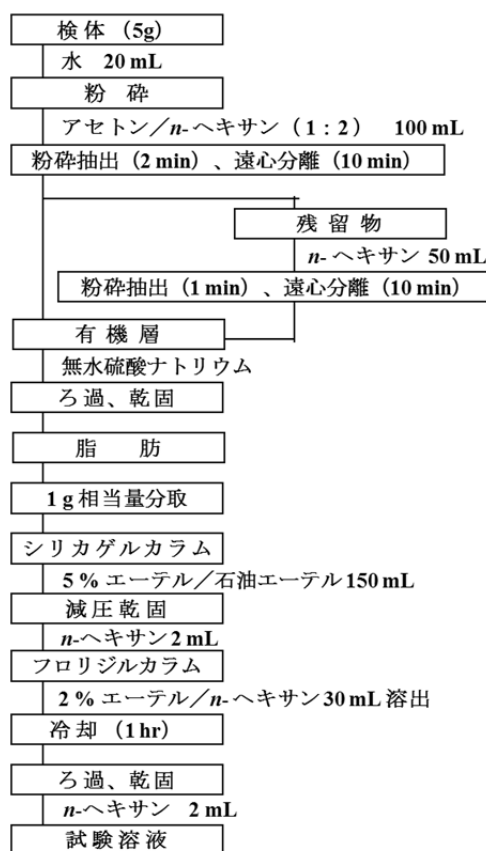


図1 現行法フロー

液（以下n-STD）を調製した。マトリクス添加標準液（以下M-STD）は各試験法により得られた試験溶液（以下MTBL）の一定量を採り、乾固した後、同量の混合標準液に再溶解して調製した。

2.6 添加回収試験

各試料にn=2で検討項目の基準値相当量になるよう添加し、試験法(A)ではn-STDを、試験法(B)、(C)ではM-STDを用いて、得られたピーク面積の比較により回収率を算出した。また、n=2で実施した添加回収試験液間の回収率の差を算出した。回収率の目標値は70~120%、回収率の差の目標値は10未満とした。

試験法(A)

検体 (5g)
+ 10 mL 超純水
粉砕 (2 min)
+ 40 mL 1% 酢酸含有アセトニトリル
粉砕抽出 (1 min)
+ 4 g 無水酢酸ナトリウム
+ 4 g 無水硫酸マグネシウム
振とう (1 min)
遠心分離(3200 rpm 10 min)
50 mL 定容
10 mL 分取
減圧濃縮、乾固
+ 2 mL アセトニトリル
C-18 ミニカラム (1g)
+ 20 mL アセトニトリル溶出
減圧濃縮、乾固
+ アセトン/ <i>n</i> -ヘキサン(1:1)
1 mL 定容

試験法(B)

検体 (5g)
+ 10 mL 超純水
粉砕 (1 min)
+ 40 mL <i>n</i> -ヘキサン
粉砕抽出 (1 min)
+ 4 g 無水硫酸マグネシウム
振とう (1 min)
遠心分離 (3200 rpm 10 min)
50 mL 定容
10 mL 分取
+ 50 mL ヘキサン飽和アセトニトリル
振とう (1 min)、静置 (30 min)
ヘキサン層
アセトニトリル層 + 50 mL ヘキサン飽和アセトニトリル
振とう (1 min)、静置 (30 min)
アセトニトリル層
濃縮・乾固
+ 2 mL アセトニトリル
C-18 ミニカラム (1g)
+ 20 mL アセトニトリルで溶出
濃縮・乾固
+ アセトン/ <i>n</i> -ヘキサン(1:1)
1 mL 定容

試験法(C)

検体 (5g)
+ 10 mL 超純水
粉砕 (1 min)
+ 40 mL <i>n</i> -ヘキサン
攪拌抽出 (1 min)
+ 4 g 無水硫酸マグネシウム
振とう (1 min)
遠心分離 (3200 rpm 10 min)
50 mL 定容
10 mL 分取
多孔性ケイ藻土カラム
静置 (10 min)、吸引 (10 min)
+ <i>n</i> -ヘキサン飽和アセトニトリル 60 mL 溶出
濃縮・乾固
+ 2 mL アセトニトリル
C-18/PSA ミニカラム (1g/ 500 mg)
+ 20 mL アセトニトリル溶出
濃縮・乾固
+ アセトン/ <i>n</i> -ヘキサン(1:1)
1 mL 定容

図2 前処理フロー

2.7 装置及び測定条件

装置：(株)島津製作所製 GC2010
 検出器：電子捕獲型検出器 (ECD)
 カラム：アジレント・テクノロジー社製 DB-5
 30m×0.25mm 膜厚0.25µm
 カラム温度：50°C(1min)－20°C/min－200°C－5°C/min
 －230°C(5min)－15°C/min－320°C
 (22min)
 キャリアガス：He

3 結果、考察

3.1 試験法(A)の検討

当センターの農産物の試験法であるが、回収率が目標値を満たさない項目が多かった(表1)。回収率が低い原因としては抽出が不十分であること、高すぎる原因としては脂肪等の夾雑物の影響が考えられた。

3.2 試験法(B)の検討

回収率の改善のため、抽出溶媒を検討したところ、極性の低い溶媒ほど回収率は高くなる傾向がみられた。そこで、抽出溶媒を *n*-ヘキサンとし、精製の有効性を検討するため、液液分配の工程を導入した。また、*n*-STD と *M*-STD を比較したところ、総 DDT やディルドリンにおいてピーク面積値に大きな差がみられ、ピークの分離についても違いがみられたため、添加回収試験の評価は *M*-STD を用いることとした(試験法(B))。その結果、試験法(A)と比べ、回収率には改善がみられたが、回収率の差が大きい項目が多くなった(表1)。また、精製は有効と思われたが、液液分配では、使用器具、溶媒量、処理

時間が増加し、当初の目的である迅速簡易化には適さないと考えられたため、試験法(B)について問題点を一つずつ検討することにした。

3.3 問題点の検討

3.3.1 回収率の差

n-ヘキサンによる粉砕抽出時には、ポリトロンシャフトに大量の付着物があり、これを回収する際に差が出たのではないかと考えられた。そこで、抽出方法を粉砕抽出からボルテックスミキサーによる攪拌抽出に変更したところ、器具への付着物はなくなり、回収率の差が小さくなった(表2)。

3.3.2 精製方法の迅速化

液液分配に替わる迅速簡易的な精製方法として、上野の方法²⁾を参考にして多孔性ケイ藻土カラム(以下カラム)を検討した。その結果、溶媒量、処理時間を約半分にすることができ、加えて使用器具の削減を図ることができたが、回収率の差の大きい項目もあった。要因は、*n*-ヘキサン抽出液をカラムに負荷後、アセトニトリルで溶出する際、カラム中に残っていた *n*-ヘキサン中に溶解した脂肪等の夾雑物が同時に溶出してしまったためと考えられた。そこで、抽出液をカラムに負荷した後、吸引を行って *n*-ヘキサンを十分に除去し、その後、アセトニトリルで溶出したところ、回収率はやや低下したものの全て目標値を満たし、回収率の差は非常に小さくなった。これは、*n*-ヘキサンを除去することにより、脂肪等の夾雑物が十分カラム内に吸着し、除去されたためと考えられた(表3)。

表1 各前処理方法の回収率及び回収率の差

試験法(A)

農薬名	鶏				豚				牛			
	回収率(%)	回収率 平均値(%)	回収率の差	回収率の差	回収率(%)	回収率 平均値(%)	回収率の差	回収率の差	回収率(%)	回収率 平均値(%)	回収率の差	回収率の差
α-BHC	101.9	105.1	103.5	3.2	92.5	88.5	90.5	4.0	177.4	177.9	177.7	0.5
β-BHC	100.9	113.1	107.0	12.2	78.2	77.5	77.9	0.7	127.0	132.8	129.9	5.8
γ-BHC	77.2	76.9	77.1	0.3	120.1	134.7	127.4	14.6	100.7	112.8	106.8	12.1
δ-BHC	101.1	104.6	102.9	3.5	87.8	84.0	85.9	3.8	120.8	131.9	126.4	11.1
o,p'-DDT	67.9	69.1	68.5	1.2	65.1	64.1	64.6	1.0	93.3	105.2	99.3	11.9
p,p'-DDD	88.5	91.2	89.9	2.7	69.0	68.9	69.0	0.1	148.2	156.2	152.2	8.0
p,p'-DDE	58.0	58.4	58.2	0.4	54.4	59.6	57.0	5.2	71.7	76.8	74.3	5.1
p,p'-DDT	77.8	78.4	78.1	0.6	68.6	68.0	68.3	0.6	105.7	117.3	111.5	11.6
アルドリン	39.1	38.1	38.6	1.0	81.5	91.5	86.5	10.0	53.4	55.4	54.4	2.0
エンドリン	61.5	62.8	62.2	1.3	78.6	83.0	80.8	4.4	105.4	111.6	108.5	6.2
ディルドリン	56.1	58.9	57.5	2.8	80.7	85.9	83.3	5.2	83.0	87.1	85.1	4.1
ヘブタクロル	64.7	63.7	64.2	1.0	107.3	111.8	109.6	4.5	91.7	107.3	99.5	15.6
ヘブタクロルexo	76.3	77.2	76.8	0.9	103.7	109.7	106.7	6.0	102.8	107.9	105.4	5.1
ヘブタクロルendo	75.1	76.3	75.7	1.2	75.6	85.9	80.8	10.3	96.5	101.4	99.0	4.9
平均		75.7		2.3		84.9		5.0		109.3		7.4

試験法(B)

農薬名	鶏				豚				牛						
	回収率(%)	回収率 平均値(%)	試験法(A)との 比較	回収率の差	回収率(%)	回収率 平均値(%)	試験法(A)との 比較	回収率の差	回収率(%)	回収率 平均値(%)	試験法(A)との 比較	回収率の差			
α-BHC	95.1	108.0	101.6	▼	12.9	97.7	83.4	90.6	△	14.3	81.4	70.3	75.9	▼	11.2
β-BHC	99.9	115.1	107.5	△	15.2	78.8	70.9	74.8	▼	7.9	91.6	99.5	95.6	▼	7.9
γ-BHC	87.6	98.9	93.3	△	11.3	95.6	89.2	92.4	▼	6.3	71.0	80.0	75.5	▼	9.0
δ-BHC	75.8	104.4	90.1	▼	28.6	95.6	89.2	92.4	△	6.3	82.5	61.7	72.1	▼	20.8
o,p'-DDT	77.9	89.9	83.9	△	12.0	93.8	86.6	90.2	△	7.2	77.9	74.3	76.1	▼	3.6
p,p'-DDD	119.3	142.3	130.8	△	23.0	122.5	112.0	117.3	△	10.5	104.6	101.0	102.8	▼	3.7
p,p'-DDE	92.0	107.5	99.8	△	15.5	97.6	88.7	93.2	△	8.9	80.0	76.2	78.1	△	3.9
p,p'-DDT	79.8	96.5	88.2	△	16.7	95.7	87.4	91.5	△	8.3	80.6	76.6	78.6	▼	4.0
アルドリン	87.8	98.9	93.4	△	11.1	97.6	85.0	91.3	△	12.6	71.2	65.7	68.4	▼	5.5
エンドリン	92.6	111.5	102.1	△	18.9	97.2	85.1	91.1	△	12.1	74.1	70.5	72.3	△	3.6
ディルドリン	94.9	112.3	103.6	△	17.4	101.8	90.3	96.0	△	11.6	81.0	78.3	79.7	▼	2.8
ヘブタクロル	89.3	98.9	94.1	△	9.6	94.2	88.0	91.1	▼	6.2	73.9	71.0	72.5	▼	2.8
ヘブタクロルexo	95.6	109.3	102.5	△	13.7	102.7	91.2	97.0	▼	11.5	77.4	77.3	77.3	▼	0.0
ヘブタクロルendo	95.0	109.2	102.1	△	14.2	103.9	92.4	98.2	△	11.5	77.7	77.1	77.4	▼	0.6
平均		99.5		△	15.7		93.4		△	9.7		78.7		▼	5.7

試験法(C)

農薬名	鶏				豚				牛						
	回収率(%)	回収率 平均値(%)	試験法(B)との 比較	回収率の差	回収率(%)	回収率 平均値(%)	試験法(B)との 比較	回収率の差	回収率(%)	回収率 平均値(%)	試験法(B)との 比較	回収率の差			
α-BHC	77.9	81.3	79.6	▼	3.4	91.1	94.0	92.6	△	2.9	95.4	96.4	95.9	△	1.0
β-BHC	72.0	74.6	73.3	▼	2.6	113.9	104.4	109.2	△	9.5	92.6	89.3	90.9	▼	3.3
γ-BHC	72.6	75.1	73.9	▼	2.5	81.2	84.6	82.9	▼	3.4	85.3	83.5	84.4	△	1.8
δ-BHC	88.1	90.2	89.1	▼	2.1	91.4	94.6	93.0	△	3.2	84.9	83.9	84.4	△	1.0
o,p'-DDT	79.9	81.8	80.9	▼	1.9	85.7	85.7	85.7	▼	0.0	95.2	80.8	88.0	△	14.4
p,p'-DDD	117.9	120.0	118.9	▼	2.1	90.0	91.9	91.0	▼	1.9	103.2	82.8	93.0	▼	20.4
p,p'-DDE	88.4	90.3	89.4	▼	1.9	88.8	88.1	88.5	▼	0.7	97.0	81.1	89.0	△	15.9
p,p'-DDT	81.1	82.0	81.5	▼	0.9	84.4	85.1	84.8	▼	0.7	94.2	78.0	86.1	△	16.2
アルドリン	79.7	87.4	83.6	△	7.7	91.0	91.9	91.5	△	0.9	90.8	81.5	86.1	△	9.3
エンドリン	86.7	79.4	83.0	△	7.3	91.5	99.8	95.7	▼	8.3	95.7	97.0	96.3	△	1.3
ディルドリン	89.2	93.6	91.4	△	4.4	97.9	90.9	94.4	△	7.0	83.8	84.9	84.3	△	1.1
ヘブタクロル	97.9	89.0	93.4	△	8.9	110.4	112.1	111.3	△	1.7	94.1	86.6	90.4	△	7.5
ヘブタクロルexo	89.6	94.1	91.8	△	4.5	97.9	97.8	97.9	△	0.1	96.5	91.8	94.1	△	4.7
ヘブタクロルendo	89.9	94.1	92.0	△	4.2	95.9	96.5	96.2	▼	0.6	98.1	90.1	94.1	△	8.0
平均		87.3		▼	3.9		93.9		△	2.9		89.8		△	7.6

■ : 回収率の目標値を満たさなかった項目
 ■ : 2回の差が10以上の項目
 △ : 回収率が上がったもの
 ▼ : 回収率が下がったもの

表2 粉碎抽出時と攪拌抽出時の比較(豚)

農薬名	粉碎抽出		攪拌抽出	
	回収率 平均値(%)	回収率の 差	回収率 平均値(%)	回収率の 差
α-BHC	90.6	14.3	77.0	6.4
β-BHC	74.8	7.9	105.5	2.6
γ-BHC	92.4	6.3	72.6	0.6
δ-BHC	92.4	6.3	75.8	0.4
o,p'-DDT	90.2	7.2	81.5	8.1
p,p'-DDD	117.3	10.5	100.9	11.8
p,p'-DDE	93.2	8.9	77.0	9.3
p,p'-DDT	91.5	8.3	81.5	11.6
アルドリン	91.3	12.6	76.5	6.7
エンドリン	96.0	11.6	70.1	3.2
ディルドリン	91.1	12.1	63.9	0.7
ヘブタクロル	91.1	6.2	82.4	6.1
ヘブタクロルexo	97.0	11.5	75.8	3.8
ヘブタクロルendo	98.2	11.5	79.1	6.2
平均値	93.4	9.7	80.0	5.5

■ : 回収率の目標値を満たさなかった項目
 ■ : 2回の差が10以上の項目

表3 多孔性ケイ藻土カラム導入結果(豚)

農薬名	液-液分配		ケイ藻土(吸引なし)		ケイ藻土(吸引あり)	
	回収率 平均値(%)	回収率の 差	回収率 平均値(%)	回収率の 差	回収率 平均値(%)	回収率の 差
α-BHC	90.6	14.3	83.6	13.0	88.3	2.0
β-BHC	74.8	7.9	112.9	8.5	87.0	4.2
γ-BHC	92.4	6.3	105.8	9.2	75.4	1.9
δ-BHC	92.4	6.3	102.8	15.4	74.1	0.6
o,p'-DDT	90.2	7.2	80.0	8.0	71.4	0.8
p,p'-DDD	117.3	10.5	100.7	11.0	90.4	1.2
p,p'-DDE	93.2	8.9	74.9	8.1	70.6	0.5
p,p'-DDT	91.5	8.3	78.5	8.6	70.7	0.5
アルドリン	91.3	12.6	75.6	8.1	72.8	0.6
エンドリン	91.1	12.1	121.8	15.3	96.9	2.2
ディルドリン	96.0	11.6	82.9	7.4	84.9	6.6
ヘブタクロル	91.1	6.2	76.1	6.6	74.5	1.2
ヘブタクロルexo	97.0	11.5	90.3	7.4	77.7	1.5
ヘブタクロルendo	98.2	11.5	88.1	7.2	75.7	1.4
平均値	93.4	9.7	91.0	9.6	79.3	1.8

■ : 回収率の目標値を満たさなかった項目
 ■ : 2回の差が10以上の項目

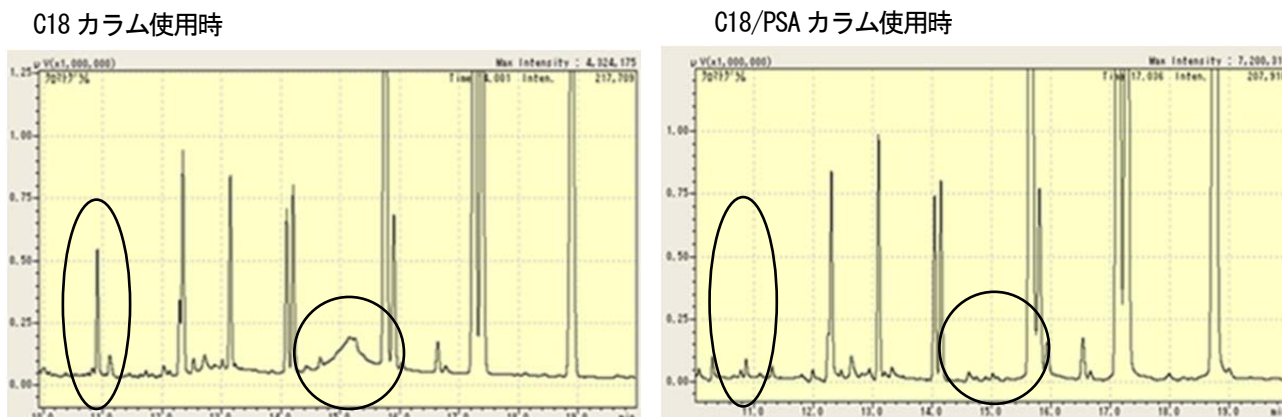


図3 M-STD クロマトグラム (豚)

3.4 精製工程の追加

MTBL 及びM-STD のクロマトグラム上で、脂肪や脂肪酸を含む夾雑物の影響と思われるベースラインの盛り上がりやピークが確認され、さらなる精製が必要と考えられた。そこで、脂肪酸除去を目的として、固相抽出カラムをC18 からC18/PSAに変更し検討した。その結果、MTBL、M-STD のクロマトグラムにおいて、夾雑ピークの減少及びベースラインの安定化がみられ、精製効果が向上したことが確認された (図3)。

3.5 試験法(C)の検討

3-3、3-4 の結果を取り入れた試験法(C)を検討したところ、試験法(B)に比べ、牛の総 DDT における回収率の差が大きくなった他は、鶏、牛について全項目で良好な回収率、回収率の差を得ることができた (表1)。また、現行法では、前処理に2~3日要し煩雑であるのに対し、試験法(C)では1日で処理が可能となり、大幅な迅速簡易化を図ることができた。さらに使用溶媒量は338mLから133.5mLと大幅に削減することができた。

4 まとめ

今回の検討の結果、*n*-ヘキサンによる攪拌抽出、多孔性ケイ藻土カラム及びC18/PSAカラムを使用することにより、良好にかつ迅速簡易的に畜産物の脂身から塩素系農薬を抽出できることがわかった。今後は、さらに精製方法を検討し、検査法を確立し、妥当性評価を行うこととする。

参考文献

- 1) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知、食安発第0124001号、平成17年1月24日
- 2) 上野英二、日本農薬学会誌、35、74-78(2010)

栃木県における微小粒子状物質 (PM2.5) 特性調査 (第3報)

大気環境部

館野 雄備 篠崎 絵美 船渡川 茂¹ 石原島 栄二
(¹都市整備課)

要旨

栃木県は微小粒子状物質(以下「PM2.5」という。)の常時監視モニタリングを行っており、平成27年度は県内すべての測定局で環境基準を達成した。PM2.5濃度は県北地域に比べ県南地域の方が高くなる傾向が見られた。四季ごとにPM2.5成分分析を行い、組成と発生源は、秋季を除く3季に水溶性イオン成分の割合が最も高く、秋季には炭素成分の割合が高かった。また発生源寄与解析から、二次生成の寄与率が最も高く、次いで自動車排出ガスが高いことがわかった。高濃度日におけるPM2.5濃度と気象条件については、高気温の日は日射量に伴うPM2.5及びオキシダントから光化学反応との関連が示唆された。渡良瀬遊水地で行われたヨシ焼きに伴うPM2.5濃度の経時変化を観測し、地点間の成分割合について調べたところ、NO₃⁻イオンの輸送に伴う乾性沈着速度に平野部と山間部で差が見られた。

キーワード：微小粒子状物質、PM2.5、成分分析、発生源寄与解析、高濃度化、花火、ヨシ焼き

1 はじめに

PM2.5は、大気中に浮遊する2.5µm以下の微細な粒子である。環境基本法第16条により人の健康を適切に保護するために維持されることが望ましい水準として、環境基準を年平均値15µg/m³以下、かつ日平均値の年間98%値35µg/m³以下と規定している。

本県においては県内のPM2.5濃度を把握するために、平成28年3月現在、一般環境大気測定局(以下、「一般局」という。)12局、及び自動車排出ガス測定局(以下、「自排局」という。)2局(ただし、うち各1局は宇都宮市設置)の計14局にPM2.5自動測定機を設置し、大気中のPM2.5濃度を1時間ごとに測定している。また、PM2.5中の成分等についても、比較的高濃度化する頻度が高い真岡市役所測定局において、平成25年度から試料を採取し、成分分析を実施している。

本研究では、栃木県におけるPM2.5の高濃度化対策及び発生源対策に資する基礎資料の作成を目的として、平成25年度から調査を開始した。第1報¹⁾では四季の成分分析及び日平均値が25µg/m³以上となった際の水溶性イオン成分分析結果について考察し、第2報²⁾では発生源寄与解析の実施や常時監視データの詳しい解析を行ってきた。

平成27年度は、新たに蓄積したデータ及びこれまでの解析データを用いて、より詳細に調査を実施した。本稿では、本調査研究の平成27年度分の結果、並びに3年間分の研究結果をまとめたので報告する。

2 調査方法及び内容

2.1 県内のPM2.5濃度の把握

2.1.1 調査地点

栃木県においては、図1に示すとおり常時監視測定局にPM2.5自動測定機を設置し、調査を行っている。これらのうち、一般局の栃木市役所旧庁舎、鹿沼市役所、大田原

市総合文化会館、那須塩原市黒磯保健センター及び益子町役場の5局は平成26年8月から新たに測定を開始したものである。

2.1.2 調査期間

平成25年4月1日から平成28年3月31日まで

2.1.3 調査内容

1時間ごとの常時監視局のPM2.5濃度の測定データ(以下、「PM2.5濃度(常時監視)」という。)から、日平均値の年間98%値及び年平均値を算出した。県内のPM2.5濃度の状況を把握するとともに、環境基準の短期基準及び長期基準と比較し、環境基準適合状況を評価した。なお、算出及び解析に使用した常時監視データは、ホームページ「とちぎの青空」の大気汚染常時監視測定結果を用いた。



図1. 栃木県内の常時監視測定局

2.2 四季調査

2.2.1 調査地点

真岡市の中心部に位置する真岡市役所屋上において調査を実施した。

2.2.2 調査期間

平成27年度のサンプリングは、春季が5月7日から20日まで、夏季が7月22日から8月4日まで、秋季が10月22日、24日から30日及び11月2日から7日まで、冬季が1月21日、1月25日から28日及び30日から2月7日までとした。本稿では、平成27年度は春季及び夏季までの解析とした。

なお、各季節とも14日間連続して調査を実施することを原則としたが、サンプリング装置の不調等が発生した場合は、合計14日分のデータが得られるまでサンプリングを実施した。

2.2.3 調査内容

サンプラー (Thermo Scientific社製、Model 2025D) を2台用いて、石英フィルター及びPTFEフィルターで同時に捕集し、PM2.5の成分等を調査した。

調査項目は、PM2.5の質量濃度 (以下、「PM2.5濃度 (質量濃度)」という。)、各イオン成分濃度、金属成分及び炭素成分濃度とした。また、隣接する真岡市役所常時監視測定局のPM2.5濃度 (常時監視) との関連についても検討した。

PM2.5濃度 (質量濃度) の測定にあつては、PTFEろ紙により捕集した試料を恒温恒湿チャンバー (東京ダイレック社製、PWS-PM2.5) 内で、温度 $21.5 \pm 1.5^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $35 \pm 5\%$ の条件を設定し秤量した。

成分分析は大気中微小粒子状物質 (PM2.5) 成分分析マニュアル (以下、「マニュアル」という。)³⁾ に準拠し、水溶性イオン成分については石英フィルターで採取したPM2.5試料を用い、ナトリウムイオン (Na^+)、アンモニウムイオン (NH_4^+)、カリウムイオン (K^+)、マグネシウムイオン (Mg^{2+})、カルシウムイオン (Ca^{2+})、塩化物イオン (Cl^-)、硝酸イオン (NO_3^-) 及び硫酸イオン (SO_4^{2-}) の8成分をイオンクロマトグラフ法 (Thermo Fisher SCIENTIFIC社製、ICS-2100) により測定した。炭素成分についても石英フィルターで採取した試料を用い、元素状炭素成分 (以下、「EC」という。) 及び有機炭素成分 (以下、「OC」という。) をIMPROVEプロトコル法 (Sunset Laboratory社製、CAA-202M-D) で測定した。水溶性有機炭素成分 (以下、「WSOC」という。) については燃焼酸化-赤外線式TOC法 (Analytik Jena社製、multi N/C3100) で測定した。金属成分についてはPTFEフィルターを用い、ナトリウム (Na)、アルミニウム (Al)、カリウム (K)、カルシウム (Ca)、スカンジウム (Sc)、チタン (Ti)、バナジウム (V)、クロム (Cr)、マンガン (Mn)、鉄 (Fe)、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、銅 (Cu)、亜鉛 (Zn)、ヒ素 (As)、セレン (Se)、ルビジウム (Rb)、モリブデン

(Mo)、アンチモン (Sb)、セシウム (Cs)、バリウム (Ba)、ランタン (La)、セリウム (Ce)、サマリウム (Sm)、ハフニウム (Hf)、タングステン (W)、タンタル (Ta)、トリウム (Th) 及び鉛 (Pb) の29元素をICP/MS法 (Agilent社製7500ce) で分析した。

なお、本調査及び濃度が上昇した日に関する調査において、解析に使用したPM2.5濃度 (常時監視) の日平均値は、サンプリング時間に合わせた午前11時から翌日午前10時までの1時間値の平均値とした。

2.3 発生源寄与と推定解析

2.3.1 調査地点及び期間

解析には、真岡市における平成25年度春季から27年度夏季までの四季調査の結果を使用した。

2.3.2 調査内容

発生源寄与率の推定方法は、四季調査における分析結果の期間平均値を季節毎に算出し、ケミカルマスバランス法 (CMB法) を用いて有効分散最小二乗法により計算した。ソフトウェアは、花石竜治氏が公開している『CMB8J』^{4) 5)} を使用した。

四季調査の結果は、採取したPM2.5の特性が地域を代表しているか検証するため、各成分の濃度とPM2.5濃度 (質量濃度) とが整合しているかをマスクロージャーモデル (EPAモデル)⁶⁾ を用いてスクリーニングを行った。その結果、測定した質量濃度の実測値と以下に示す質量濃度の推定値 (M) が大きく異なる場合は、そのデータを除外して発生源寄与解析を行った。

$$M = 1.375[\text{SO}_4^{2-}] + 1.29[\text{NO}_3^-] + 2.5[\text{Na}^+] + 1.4[\text{OC}] + [\text{EC}] + [\text{SOIL}]$$

$$[\text{SOIL}] = 9.19[\text{Al}] + 1.40[\text{Ca}] + 1.38[\text{Fe}] + 1.67[\text{Ti}]$$

解析に使用した発生源プロファイルを表1に示す。発生源は、土壌・道路粉じん、海塩粒子、鉄鋼業由来、重油燃焼、廃棄物焼却、自動車排出ガス、ブレーキ粉じん及び植物燃焼由来の合わせて8種類に分類した。この発生源プロファイルは、東京都微小粒子状物質検討会報告書⁷⁾ のデータから引用したものである。ただし、東京都のプロファイルから臭素 (Br) を除き、濃度の単位をmg/kgに変換する等、一部改変を施した上で使用した。

なお、今回の発生源寄与解析ではNa、K及びCaは水溶性イオン成分分析結果によるものを用いた。また、主に二次生成粒子を構成する SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 NH_4^+ 及びOC、並びに真岡市において春季及び夏季に例外的に濃度が著しく高いと考えられたVの6成分をCMB法による発生源解析の対象から除外し、それ以外の物質のフィッティングから一次発生源の寄与を解析した。

表1 発生源寄与解析に使用したプロフィール

		単位:mg/kg									
		SO ₄ ²⁻		NO ₃ ⁻		Cl ⁻		Na ⁺		K ⁺	
土壌・道路粉じん		568 ±	449	193 ±	118	335 ±	153	12500 ±	2660	12700 ±	3390
海塩粒子		78000 ±	16000			551000 ±	27500	304000 ±	15200	11000 ±	1100
鉄鋼						34100 ±	6820	13600 ±	2720	13200 ±	2640
重油燃焼		318000 ±	160000			920 ±	920	10000 ±	5000	850 ±	850
廃棄物焼却						270000 ±	27000	120000 ±	12000	200000 ±	20000
自動車排出ガス		21600 ±	2160			200 ±	20.0	76.4 ±	7.64	197 ±	19.7
ブレーキ粉じん		4900 ±	1520			12500 ±	2500	7600 ±	2500	3500 ±	700
植物燃焼由来		16100 ±	3220	2030 ±	406	25900 ±	5180	6550 ±	1310	63200 ±	12600

		Ca ²⁺		NH ₄ ⁺		OC		EC		Al	
土壌・道路粉じん		55200 ±	26400	6050 ±	968	69000 ±	28300	12800 ±	4100	61100 ±	7660
海塩粒子		11700 ±	585								
鉄鋼		45100 ±	9020					5000 ±	5000	9990 ±	2000
重油燃焼		850 ±	430					300000 ±	125000	2100 ±	1100
廃棄物焼却		11000 ±	2200					50000 ±	50000	4200 ±	840
自動車排出ガス		1460 ±	146			247000 ±	24700	494000 ±	49400	1570 ±	157
ブレーキ粉じん		31800 ±	6360			79800 ±	30700	153000 ±	76000	19400 ±	3880
植物燃焼由来		415 ±	83.0	12700 ±	2540	415000 ±	82900	97100 ±	19400	370 ±	74.0

		Sc		V		Cr		Mn		Fe	
土壌・道路粉じん		13.3 ±	3.52	108 ±	34.5	279 ±	155	1060 ±	386	53100 ±	6420
海塩粒子											
鉄鋼		1.32 ±	0.00	125 ±	25.0	3160 ±	632	22000 ±	2200	157000 ±	15700
重油燃焼				6380 ±	3190	210 ±	105	120 ±	40.0	4600 ±	2300
廃棄物焼却				27.0 ±	13.5	850 ±	850	330 ±	330	6100 ±	6100
自動車排出ガス				7.25 ±	0.73	11.6 ±	1.16	19.3 ±	1.93	989 ±	98.9
ブレーキ粉じん		4.00 ±	0.80	59.0 ±	11.8	421 ±	84.2	720 ±	144	91200 ±	18200
植物燃焼由来								10.0 ±	2.00	100 ±	20.0

		Zn		As		Se		Sb		La	
土壌・道路粉じん		1310 ±	796	11.3 ±	4.19	1.43 ±	0.55	13.0 ±	7.42	31.3 ±	10.5
海塩粒子											
鉄鋼		51500 ±	10300	103 ±	103	51.1 ±	51.1	90.0 ±	90.0	9.75 ±	9.75
重油燃焼		400 ±	200	23.0 ±	12.0	48.0 ±	48.0	6.90 ±	3.50	40.0 ±	40.0
廃棄物焼却		26000 ±	13000	150 ±	150			952 ±	480	7.70 ±	7.70
自動車排出ガス		624 ±	62.4	3.69 ±	0.37	1.67 ±	0.17	19.6 ±	1.96		
ブレーキ粉じん		3260 ±	652	22.0 ±	4.40	3.50 ±	1.75	2130 ±	426	7.00 ±	1.40
植物燃焼由来		100 ±	20.0								

2.4 濃度が上昇した日に関する調査

2.4.1 調査地点

真岡市(真岡市役所屋上)及び県内のPM2.5常時監視局

2.4.2 調査期間

真岡市においては、平成25年4月から平成28年3月までの期間のうち、PM2.5濃度(常時監視)の日平均値が25 µg/m³以上となった日を抽出して調査を実施した。

他の常時監視局においては、平成27年3月から平成28年3月までの期間のうち、1時間値が概ね70 µg/m³を超えた時間を抽出して調査対象とした。

2.4.3 調査内容

各季節や各月ごとのPM2.5濃度上昇の傾向やその時の水溶性イオン成分の特徴を把握するために、真岡市役所屋上で採取したサンプルを用いて、水溶性イオン成分の濃度を測定した。また、各種大気汚染物質等の関連因子の濃度は、真岡市役所常時監視局のデータを用い、気象データのうち気温及び雨量はアメダス真岡観測所の結果を、湿度、気圧及び日射量は地理的に最も近い宇都宮気象台の測定データをそれぞれ用いた。

他の地点については、1時間値が70 µg/m³を超えた時間帯にPM2.5自動測定機に捕集されたテープ式ろ紙を回収し、水溶性イオン成分の分析を行った。

3 結果及び考察

3.1 県内のPM2.5濃度

栃木県における環境基準達成状況を表2に、平成27年度の常時監視局14局における欠測日を除いた有効日数、PM2.5濃度(常時監視)の日平均値の年間98%値及び年平均値を表3に示す。

平成27年度は、長期基準並びに短期基準ともに全局で環境基準を達成した。一般局の年平均値は、小山市役所が14.5 µg/m³で最も高く、日光市今市小学校が5.8 µg/m³で最も低かった。その他の地点は、県南地域に位置している県安蘇庁舎及び真岡市役所では、それぞれ13.0 µg/m³及び12.8 µg/m³、県のほぼ中央に位置する雀宮中学校では12.6 µg/m³であった。一方で、比較的北部に位置する那須塩原市黒磯保健センター及び矢板市役所では、それぞれ8.6 µg/m³及び9.2 µg/m³とやや低めであった。このように、

平成26年度と同様、県南方面に近づくとともに年平均値が高くなる傾向がみられた。

平成27年度における日平均値の年間98%値は、真岡市役所が33.6 μg/m³と最も高く、次いで小山市役所、県安蘇庁舎と続いていた。最小値は日光市今市小学校の19.7 μg/m³で、他の地点と比較して5.2~13.9 μg/m³低かった。日平均値の年間98%値も年平均値と同様に、県南地域で高くなる傾向がみられた。また、県南那須庁舎では年平均値が低いにも関わらず、日平均値の年間98%値が高くなる傾向が観察された。このことは通常は低濃度であるが、他の地点よりも濃度が上昇する頻度が高いことを示しており、広域的な濃度上昇要因の他に、局所的な発生源の存在も考えられた。

次に、平成27年度の一般局と自排局との濃度差を検討するため、地理的位置が比較的近い県南地域の足利市久保田公園（自排局）と県安蘇庁舎（一般局）、県央地域の平出（自排局）と雀宮中学校（一般局）とをそれぞれ比較した。年平均値では、足利市久保田公園と県安蘇庁舎との間には差がみられなかったが、平出と雀宮中学校とでは自排局である平出の濃度がやや高めであった。一方、日平均値の年間98%値では、県安蘇庁舎よりも足利市久保田公園の方がやや低く、平出と雀宮中学校では平出の方がやや高めであった。

また、足利市久保田公園と県安蘇庁舎及び平出と雀宮中学校とについて、PM2.5濃度時間値の間には有意差はなかった（それぞれ、p=0.99及びp=0.059）。平成27年度においても、平成26年度と同様に県南及び県央地域では、一般局と自排局との間に一定の傾向が見出されず、明確な差はみられなかった。

そこでデータ数を増やし、より長いスパンでの傾向をみるため、平成25年度から27年度までの時間値データを用いて、一般局と自排局の濃度差を検討した。久保田公園と安蘇庁舎とでは有意差はなかった（p=0.97）が、平出と雀宮中とでは、自排局の平出が有意に高かった（p=9.8

×10⁻⁵）。長期間のデータを比較することにより濃度差が明確となり、PM2.5濃度は県南地域では道路沿道よりも他の要因の影響が大きく、県央地域では道路沿道の影響を受けていることが示唆された。

平成25~27年度の年平均値及び日平均値の年間98%値を表4に示す。年平均値では、日平均値の年間98%値と同様に、いずれの地点も平成25年度が最も高く、平成27年度は最も低かった。また、日平均値の年間98%値は平成25年度が最も高く、県南那須庁舎及び小山市役所を除き、平成27年度が最も低かった。なお、栃木市役所旧庁舎、鹿沼市役所、大田原市総合文化会館、那須塩原市黒磯保健センター及び益子町役場の5局は、平成26年度の測定時間が6,000時間未満であることから、年度間の比較は行わなかった。

平成25~27年度のPM2.5濃度（常時監視）の月平均値の経月変化を図2に示す。濃度経月変化は、県内各測定地点のいずれにおいても類似していたが、特に、平成26及び27年度における各測定地点間の動向は類似していた。また7月に高く、9月及び12月に低濃度となる傾向がみられたが、平成25年度は特に8月の濃度が他の年度よりも高く、環境基準達成率に影響した可能性が考えられた。平成27年度は5月及び10月の濃度も高かった。

表2 栃木県における環境基準達成状況

	長期基準		短期基準	
	一般局	自排局	一般局	自排局
H24	6/7	1/1	5/7	0/1
H25	7/8	1/2	3/8	0/2
H26	7/7	2/2	6/7	2/2
H27	12/12	2/2	12/12	2/2

（達成局数／全測定局数）

表3 平成27年度の常時監視測定局の有効日数、PM2.5濃度（常時監視）年平均値及び日平均値の年間98%値

	一般局												自排局	
	県安蘇庁舎	県南那須庁舎	小山市役所	真岡市役所	今市小学校	矢板市役所	雀宮中学校	栃木市役所旧庁舎	鹿沼市役所	大田原市総合文化会館	那須塩原市黒磯保健センター	益子町役場	足利市久保田公園	平出
有効日数(日)	358	360	359	361	361	359	364	360	361	361	361	361	358	357
年平均値	13.0	9.9	14.5	12.8	5.8	9.2	12.6	11.0	10.4	10.8	8.6	10.3	13.0	13.6
日平均値の年間98%値	32.8	30.2	33.2	33.6	19.7	25.6	29.5	30.7	26.4	28.2	24.9	26.3	31.6	31.5

表4 平成25~27年度のPM2.5濃度（常時監視）年平均値及び日平均値の年間98%値

		一般局											自排局		
		県安蘇庁舎	県南那須庁舎	小山市役所	真岡市役所	今市小学校	矢板市役所	雀宮中学校	栃木市役所旧庁舎	鹿沼市役所	大田原市総合文化会館	那須塩原市黒磯保健センター	益子町役場	足利市久保田公園	平出
年平均値	H25	14.9	12.2	16.2	14.9	6.4	12.0	13.7	-	-	-	-	-	15.0	15.2
	H26	14.0	11.1	14.8	13.6	6.1	11.9	13.3	11.8	9.5	10.5	8.2	11.1	14.0	14.5
	H27	13.0	9.9	14.5	12.8	5.8	9.2	12.6	11.0	10.4	10.8	8.6	10.3	13.0	13.6
日平均値の年間98%値	H25	39.7	36.4	45.3	39.7	24.8	34.4	34.6	-	-	-	-	-	44.0	35.5
	H26	33.6	29.6	32.2	35.7	21.4	31.1	33.5	26.8	22.4	25.6	23.2	25.2	32.4	33.0
	H27	32.8	30.2	33.2	33.6	19.7	25.6	29.5	30.7	26.4	28.2	24.9	26.3	31.6	31.5

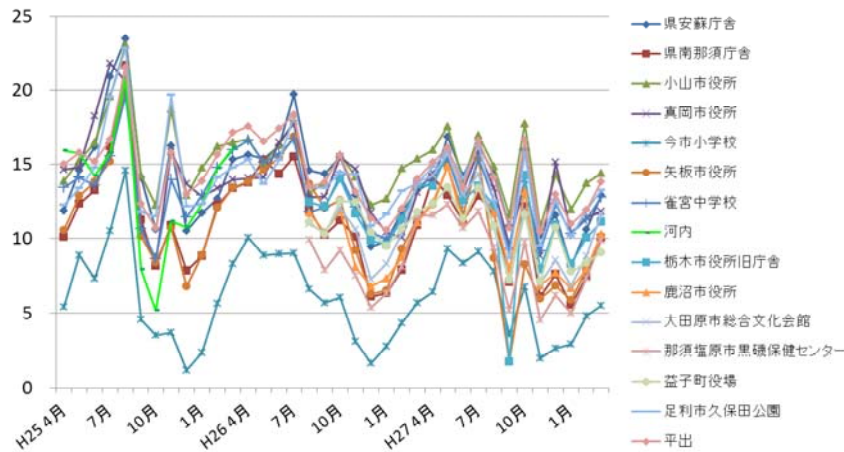


図2. 平成25～27年度のPM2.5濃度(常時監視)の月平均値の経月変化

3.2 四季調査

3.2.1 質量濃度及び気象状況

平成27年度の真岡市におけるPM2.5濃度及び各種気象状況を表5に示す。PM2.5濃度の質量濃度及び常時監視の平均値は、春季が17.6及び16.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で有意差はなかったが($p=0.19$)、夏季が20.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及び23.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と有意差が認められ($p=1.6\times 10^{-8}$)、夏季には、PM2.5中の揮発しやすい成分の存在が示唆された。

調査期間中の気象状況に関しては、平均気温が春季及び夏季でそれぞれ19.0 $^{\circ}\text{C}$ 及び28.2 $^{\circ}\text{C}$ 、降水量がそれぞれ75.0mm及び23.5mm、並びに日射量が20.8 MJ/m^2 及び21.1 MJ/m^2 であった。特に、夏季は気温が高めであり、日照が多い天候であった。

3.2.2 成分組成の概要

平成27年度の各季節のPM2.5濃度(質量濃度)と各種成分の組成について、平成25及び26年度の結果と併せて図3に、また平成25年度春季から平成27年度夏季までの各主成分組成比を表6に示す。炭素成分については、質量濃度との関係をより正確にするために、OC濃度に有機粒子への換算係数(1.4)⁶⁾を乗じたものとEC濃度との和とした。また、平成26年度の夏季においては、花火大会があった7月26日を除く13日間の平均とした。

平成27年度は、これまでと同様に春季及び夏季において水溶性イオン成分が最も多く、次いで炭素成分の順であった。平成27年度春季では水溶性イオン成分の組成比は43.3%であり、平成25及び平成26年度よりも小さかった。しかし、平成25～27年度を通じて、各季節とも水溶性イオン成分と炭素成分とで73～98%を占めていた。なお、秋季は炭素成分が、その他の季節はイオン成分の割合が最も高かった。また、金属成分の割合はいずれの季節も1～2%と少なかった。

3.2.3 水溶性イオン成分

平成25～27年度におけるPM2.5中の水溶性イオン成分の構成比及びPM2.5濃度(質量濃度)を図4に示す。

水溶性イオン成分は37～59%であり、秋季に顕著に低下する傾向がみられた。また、水溶性イオン成分のうち二次無機粒子である SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 及び NH_4^+ は、いずれの季節も水溶性イオン成分全体の概ね95%を占めていた。二次無機粒子に注目すると、 NH_4^+ は大きな季節変動はみられなかったが、 SO_4^{2-} は夏季において顕著に濃度が高く、冬季に低かった。 SO_4^{2-} が主に光化学反応により生成し、気温が高く反応が活発な夏季に濃度が上昇したと考えられた。また、 Cl^- 及び NO_3^- は、 SO_4^{2-} と異なり夏季に濃度が低く、冬季の濃度が高かった。 NO_3^- は、 SO_4^{2-} と同様に光化学反応により生成するが、PM2.5として捕集された硝酸塩のうち、大部分を占める NH_4NO_3 は昇華性があり、温度上昇により NH_3 と HNO_3 に解離、ガス化するため⁸⁾夏季に濃度が低下すると考えられた。 Cl^- は、粒子化した NaCl にガス化した HNO_3 が作用して、粒子から HCl として Cl^- が消失するクロリンロス⁹⁾により濃度が低下したと考えられた。二次生成粒子中では、気温の高い環境では $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ が、気温の低い環境では NH_4NO_3 が支配的であると考えられた。

3.2.4 炭素成分

平成25～27年度におけるPM2.5中の炭素成分の構成比及びPM2.5濃度(質量濃度)を図5に示す。なお、OCはWSOC

表5 平成27年度の真岡市におけるPM2.5濃度と各種気象状況

	春季		夏季	
	平均	SD	平均	SD
PM2.5濃度(質量濃度) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	17.6	± 7.1	20.2	± 9.1
PM2.5濃度(常時監視) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	16.7	± 6.9	23.9	± 9.8
気温 ($^{\circ}\text{C}$)	19.0	± 1.8	28.2	± 1.3
湿度 (%)	58.8	± 15.9	71.7	± 7.7
降水量 (mm)	75.0		23.5	
気圧 (hPa)	993.0	± 4.9	993.7	± 1.5
日射量 (MJ/m^2)	20.8	± 5.5	21.1	± 4.0

と非水溶性有機炭素（以下、「WIOC」という。）の和であるため、WSOCとWIOCに分けて表示した。また、OC濃度の測定値がWSOCよりも低かった場合は、OCの値を用いて検討した。

平成25及び26年度共に秋季の炭素成分比率が高くなっていた。個別の成分で見ると、ECは炭化水素が高温で不完全燃焼する際などに生成し、ボイラーや自動車の化石燃料の燃焼によって排出されるため、暖房等に使用する化石燃料が増加する冬季に多くなることが予想されたが、むしろ秋季にやや増加する傾向がみられた。その原因については今後明らかにしたい。また、OCはいずれの期間もWSOCが多くを占めていたが、平成25年度の夏季及び平成26年度の秋季にWIOCの増加がみられた。WSOCは主に光化学反応によって生成すると考えられているが、平成25年度においては夏季におけるWSOCが少なく、調査期間内の日射量が平成26及び27年度よりも大幅に少なかったこと等の影響が考えられた。^{1) 2) 10)}

3.2.5 金属成分

3.2.5.1 概要

平成25～27年度に実施した金属成分の分析結果のうち、主成分については図6(A)～(C)に、微量成分につい

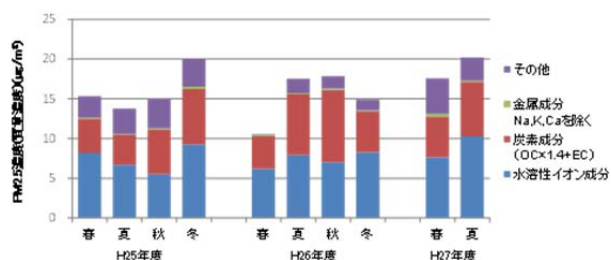


図3. 平成25～27年度の四季調査におけるPM2.5濃度(質量濃度)と各種成分の組成

表6 平成25～27年度の四季調査におけるPM2.5中の各成分の組成比

	H25				H26				H27	
	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏
水溶性イオン成分	53.4	48.9	36.7	46.4	58.8	51.4	39.4	55.6	43.3	50.8
炭素成分	27.9	27.5	37.5	34.4	39.0	37.6	50.8	34.8	29.2	34.0
金属成分	1.1	0.7	0.9	1.7	1.4	1.3	1.1	1.0	2.1	0.8
その他	17.6	23.0	24.9	17.4	0.9	9.7	8.8	8.6	25.3	14.4
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

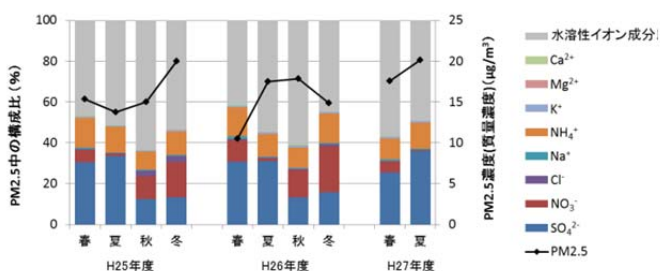


図4. 平成25～27年度におけるPM2.5中の水溶性イオン成分の構成比及びPM2.5濃度(質量濃度)

ては図7(A)～(C)にそれぞれ示す。

いずれの年度においても、Na、Al、K、Ca、Fe及びZn等の濃度が高く、次いでV、Ni、Pb、Ti、Mn、Cu、Mo及びBa等も比較的高かった。また、季節による濃度変動の傾向については、概ね春季にNa濃度が高めで、夏季にAl及びCaが低めであることを除いて、年度により異なっていた。また、W濃度が冬季にやや上昇する傾向も見受けられた。

3.2.5.2 花火との関連

花火による影響について検討するため、平成27年夏季平均と花火開催日の金属成分濃度を図8に示す。平成26年7月26日は真岡市において花火大会が開催され、金属成分の濃度に特徴ある所見がみられた。特に、Kの濃度が顕著に高く観察された。花火に用いられる火薬は、酸化剤として使用される硝石(KNO₃)や過塩素酸カリウム(KClO₄)が多く使用されており¹¹⁾、その影響が考えられた。さらに、花火の発色剤に用いられているCu及びBa濃度も上昇していた。他の金属では、Na、Al、Fe等も高めの濃度であったが、Na及びFeは花火大会が開催されていない日にも同程度の濃度となる場合があった。

また、水溶性イオン成分においても、K⁺及びSO₄²⁻の濃度が高かったことから、SO₄²⁻についても火薬に用いられる硫黄分による影響が考えられた。なお、平成27年度においては、7月25日に真岡市で花火大会が開催されたが、この時にはPM2.5濃度に大きな濃度上昇はみられず、成分組成についても大きな変化がみられなかったことから、風向等の気象条件が影響しているものと考えられた。

ところが、平成27年8月1日に採取した試料では、図8に示したとおり、K、Cu及びBaが調査期間平均濃度の約5～6倍程度濃度が上昇しており、平成26年7月26

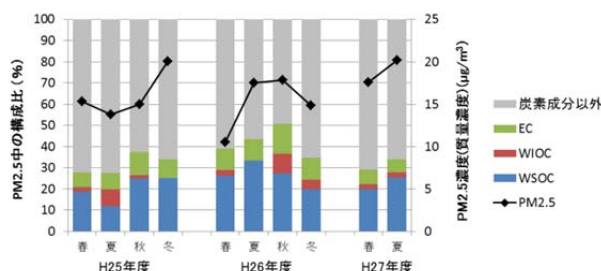


図5. 平成25～27年度におけるPM2.5中の炭素成分の構成比及びPM2.5濃度(質量濃度)

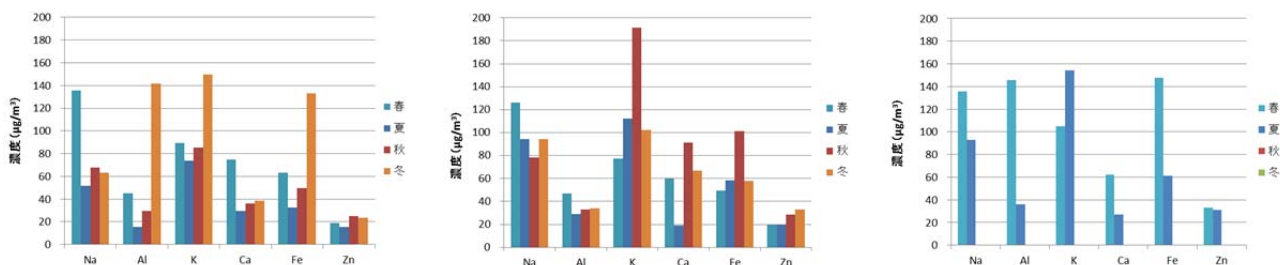


図 6 (A). 平成 25 年度の金属主成分

(B). 平成 26 年度の金属主成分

(C). 平成 27 年度の金属主成分

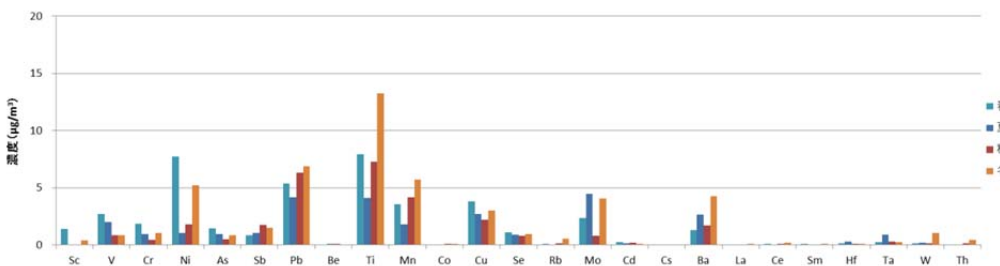


図 7 (A). 平成 25 年度の金属微量成分

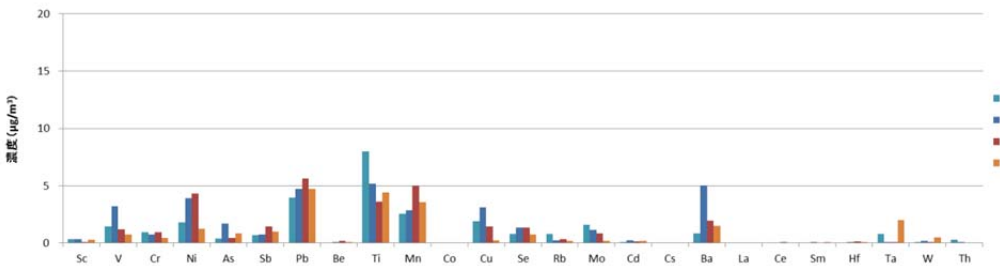


図 7 (B). 平成 26 年度の金属微量成分

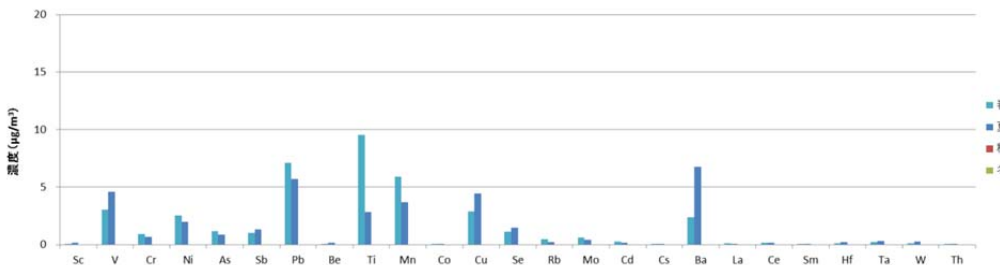


図 7 (C). 平成 27 年度の金属微量成分

日の場合と同様に、花火の影響が示唆された。当該日は近隣の芳賀町で花火大会が開催されていたが、花火大会開催時は真岡市での風向が南南西、1.2m/sであり風上であることから、直接的に関連しているかは明確にはわからなかった。

3.2.5.2 バナジウム/マンガン比

石油燃焼起源の指標としてVが用いられているが、鉄鋼工業や土壌等の発生源にも普遍的に含まれているMnとの濃度比(V/Mn)は、発生源の推定に有用であると考えられている¹²⁾。平成25~27年度の各季節におけるV/Mn比を表7に示す。地殻中のV/Mn比は0.16¹³⁾であり、微小粒子(<2.1 µm)では0.21~0.28、全粒径(<11 µm)では0.17~0.18^{14) 15)}と報告されている。平成25及

び26年度の秋季と冬季は、溝畑ら¹⁴⁾及びFurutaら¹⁵⁾の報告値と一致していた。また、いずれの年度も春季及び夏季はV/Mn比が大きく上昇していることから、石油燃焼の寄与が強くなっていることが考えられた。冬季ではなく、春季及び夏季にV/Mn比の増加がみられたことから、サンプリング地点近傍において空調用のボイラー等化石燃料を使用する機器がある可能性も考えられた。

3.3 発生源寄与推定解析

平成25~27年度における発生源寄与推定解析の結果を図9に示す。図中のSO₄²⁻、NO₃⁻及びNH₄⁺は、分析の結果からCMB法により一次粒子として割り当てられた濃度を差し引いた値に基づき、OCについては、同様に分析結果から一次粒子として割り当てられた濃度を差し引いた値

表7 平成25～27年度におけるV/Mn比

	V(ng/m ³)	Mn(ng/m ³)	V/Mn	
H25	春	2.70	3.55	0.76
	夏	1.98	1.79	1.11
	秋	0.84	4.16	0.20
	冬	0.85	5.72	0.15
H26	春	1.48	2.58	0.57
	夏	3.24	2.86	1.13
	秋	1.19	4.96	0.24
H27	冬	0.74	3.54	0.21
	春	3.02	5.92	0.51
	夏	4.61	3.66	1.26

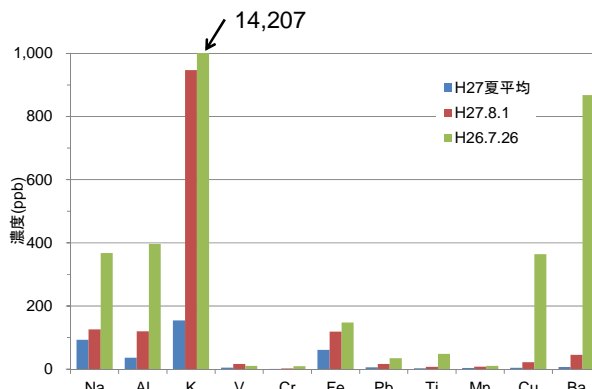


図8. 平成27年夏季平均と花火開催日の金属成分濃度

に、有機粒子への換算係数(1.4)を掛けた値¹⁶⁾に基づき算出した。

平成25～27年度の真岡市では、いずれの季節も二次生成粒子([SO₄²⁻] + [NO₃⁻] + [NH₄⁺] + [OC])の寄与が最も大きく、その値は59～72%であった。次いで自動車排出ガスの寄与が12～24%と大きかった。自動車排出ガスは、平成25及び26年度のいずれも秋季における寄与が他の季節よりも大きく、秋季に炭素成分の割合が上昇するのは自動車排気ガス由来であることが示唆された。

その他の発生源については、土壌の寄与が平成25～27年度の春季及び平成25年度の冬季が大きかった。なお、海塩及びバイオマス燃焼についてはいずれの季節でも寄与は認められなかった。

3.4 濃度が上昇した日に関する調査

3.4.1 日平均値 25 µg/m³ 以上の日に関する調査

3.4.1.1 日平均値 25 µg/m³ 以上の日数の変化

平成24～27年度の4年間で、真岡市において日平均値が25 µg/m³以上となった日数を表8に示す。その日数は平成25年度が最も多く、平成27年度が最も少なかった。月別で見ると、いずれの年度もややばらつきがあるものの、6月、7月、12月及び3月の頻度が高めであり、9月は頻度が低い傾向がみられた。

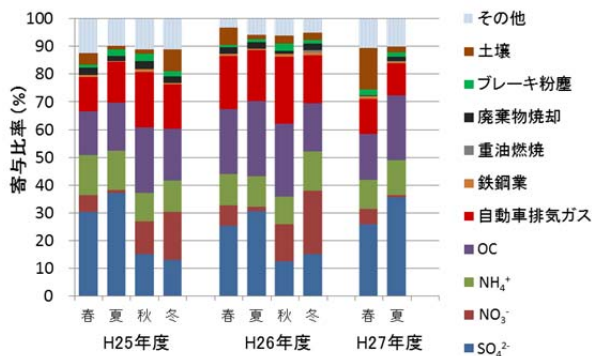


図9. 発生源寄与と推定解析

なお、データ数を増やすために平成24年度のデータも追加して解析した。

3.4.1.2 PM2.5 と気象条件との関係

真岡市におけるPM2.5の日平均値と気象条件(温度・湿度)との関係を図10(A),(B)に示す。

平均気温が概ね15℃以上となる日においては、気温の上昇とともにPM2.5濃度(常時監視)が上昇する傾向がみられ、特に春季及び夏季に顕著であった。湿度については、低湿度領域で湿度の上昇とともにPM2.5濃度の上昇がみられた。これは粒子中に含まれる(NH₄)₂SO₄やNH₄NO₃などのアンモニウム塩が潮解性を有し、粒子が成長するためと考えられた。

一方で、湿度がある閾値を超えると、PM2.5濃度は急激な減少を示した。その理由として、潮解による粒子成長の結果、粒径の膨張や液滴化したためにエアサンプラーのバーチャルインパクタによって除外されSPM側で捕集されたことが考えられた。またその閾値は、相対湿度がそれぞれ夏季では80%、冬季では65%ほどであり、それぞれ支配的であると考えられるアンモニウム塩の潮解点¹⁷⁾に近い値であることから粒子成長の影響であることが示唆された。

表8 平成24～27年度の日平均濃度が25µg/m³以上の日数

	H24 (日)	H25 (日)	H26 (日)	H27 (日)	平均 (日)
4月	2	4	1	2	2.3
5月	3	2	5	2	3.0
6月	0	5	6	4	3.8
7月	6	8	7	4	6.3
8月	0	9	0	4	3.3
9月	0	1	0	0	0.3
10月	2	1	5	3	2.8
11月	1	5	3	0	2.3
12月	6	5	3	5	4.8
1月	3	3	1	0	1.8
2月	3	5	1	2	2.8
3月	9	4	4	0	4.3
年計	35	52	36	26	

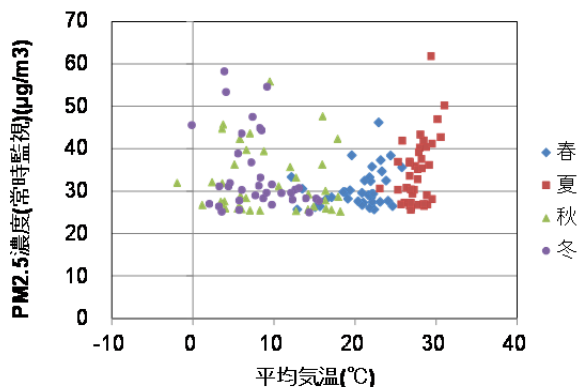
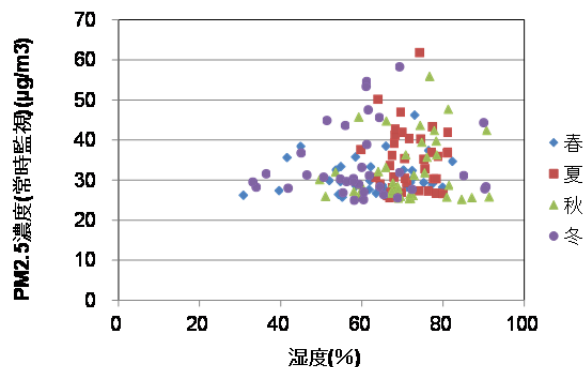


図10(A). 気温とPM2.5濃度(常時監視)

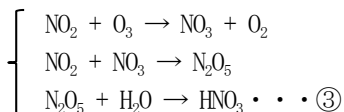
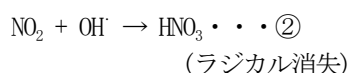
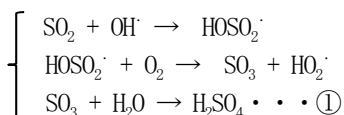


(B). 湿度とPM2.5濃度(常時監視)

3.4.1.3 水溶性イオン成分との関係

平均気温と NO₃⁻モル濃度に対する SO₄²⁻モル濃度比(以下、「SO₄²⁻/NO₃⁻値」)との関係を図11に示す。

また、大気環境中における H₂SO₄ と HNO₃ の生成機構を以下に示す¹⁸⁾。



H₂SO₄ 及び HNO₃ は、日中に式①及び②のとおり、オゾンの光分解等によって生じる OH (ヒドロキシルラジカル) が関与する反応により生じ、さらに HNO₃ は夜間においても式③による生成過程が考えられている。

従って、光化学反応が活発な日は、H₂SO₄ 及び HNO₃ のいずれもが生成すると考えられる。しかしながら、大気中における NH₄NO₃ は NH₃ と HNO₃ との解離平衡にありガス化する⁸⁾。この平衡は気温が高くなるほど解離方向に傾くため、成分分析結果のとおり PM2.5 の中では硝酸塩の量が減少していると考えられる。一方、粒子中の硫酸塩のうち大部分を占める (NH₄)₂SO₄ は昇華性がないため、気温が高い日は日射量も多く、光化学反応が進みやすい環境となり、SO₄²⁻/NO₃⁻値が大きかったと考えられる。

ここで、図11から SO₄²⁻/NO₃⁻値は平均気温 20°C において大きな変化がみられたため、その付近の気温が PM2.5 の生成過程に関与することが示唆された。そこで、PM2.5 濃度(常時監視)の日平均値が 25 μg/m³ 以上の日の中で、最低気温 20°C 以上の日と、最高気温 10°C 未満の日において、PM2.5 濃度と他の条件との関係を検討した。

まず、それぞれの気温範囲における PM2.5 濃度(常時監視)とオキシダント(以下、「Ox」という。)濃度と日射量との関係を図12(A),(B)に示す。なお解析の過程で、Ox濃度が 0.07ppm 以下の時間帯を抽出した場合に、日射量と PM2.5 濃度に依存関係が見いだされたことから、図12

(A) では、Ox 濃度の上限を 0.07ppm に設定した。また、光化学反応に要する時間を考慮して、ある時刻における日射量とその2時間後の PM2.5 及び Ox の濃度について検討した。

図12(A)から、気温 20°C 以上の日では、Ox 濃度が概ね 0.07 ppm を超えない場合、グラフ右下の領域を除き日射量に対する PM2.5 と Ox の濃度の分布が類似していた。次に、グラフ右下の領域、すなわち日射量が比較的多いにもかかわらず PM2.5 濃度が比較的低い場合について、PM2.5 の原料物質と想定される非メタン炭化水素(以下「NMHC」という。)及び窒素酸化物(以下「NO_x」という。)の各濃度1時間値を詳細に観察した。その結果、その条件に合致する時間は、平成 25~27 年度に 20 時間あり、各時間の PM2.5 濃度(常時監視)及びその2時間前の日射量は、それぞれ 17~35 μg/m³ 及び 2.13~3.43 MJ/m² であった。それに対応する時間の NMHC 濃度及び NO_x 濃度は、それぞれ 0.02~0.10 ppmC 及び 0.002~0.009 ppm であった。右上の領域と比較すると、NMHC 及び NO_x のいずれの濃度についてもばらつきが大きかったが、それらの濃度は PM2.5 の濃度にほとんど影響していなかった。

一方で、図12(B)のとおり、気温 10°C 未満の日では日射量の増加とともに Ox 濃度は上昇し、逆に PM2.5 濃度は減少していた。以上から、気温が高い日では、Ox が 0.07ppm 程度までの範囲において PM2.5 濃度と光化学反応が密に関係し、気温の低い日では PM2.5 濃度と Ox 濃度とが拮抗することが示唆された。

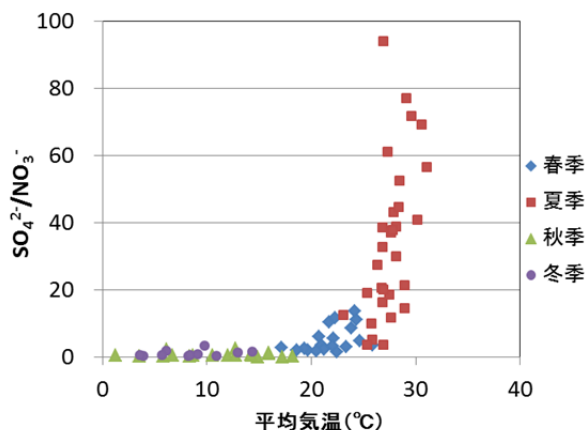


図11. 平均気温と SO₄²⁻/NO₃⁻値との関係

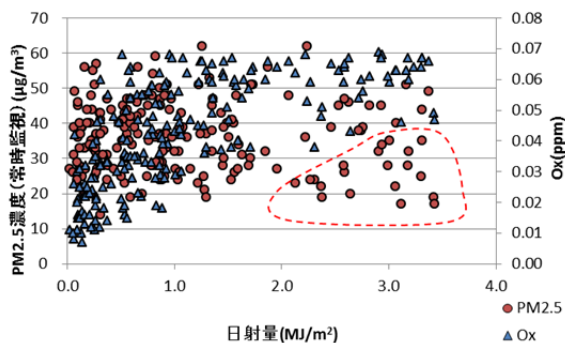


図 12(A). 気温 20 度以上の日における PM2.5 (常時監視) と O_x 濃度と日射量との関係

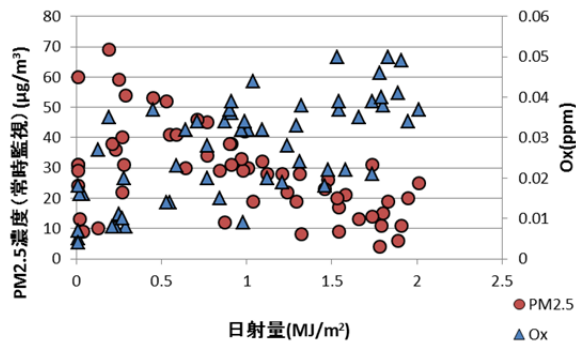


図 12(B). 気温 10 度未満の日における PM2.5 (常時監視) と O_x 濃度と日射量との関係

今後、原料物質と PM2.5 の濃度について、経時的な変化を解析していきたい。また、 SO_4^{2-}/NO_3^- 値が気温に大きく依存している点について、 NH_4NO_3 の昇華性以外にも PM2.5 生成に係る光化学反応の側面からも検討が必要と考えている。

3.4.1.4 原料物質の濃度と PM2.5 濃度の日平均値

それぞれの気温範囲における、NO_x 及び NMHC 濃度日平均値に対する PM2.5 濃度 (常時監視、日平均値) を図 13(A), (B) に示す。なお、PM2.5 濃度はバブルの大きさを示した。

気温 20°C 以上での NO_x と NMHC の濃度に対する PM2.5 濃度の分布は、NO_x 濃度よりも NMHC 濃度に依存して PM2.5 濃度が上昇する傾向を示した。

一方で、気温 10°C 未満では NO_x と NMHC の分布に、一次の正の相関が見られた。そのため、それぞれの濃度変化に追従し、PM2.5 濃度は正の一次相関を示すことが予想されたが、その傾向は見られなかった。以上から、低温においては原料物質濃度にあまり影響を受けず、日射量が増加すると PM2.5 濃度が低下する傾向が示唆された。

3.4.2 1 時間値が 70 µg/m³ を超えた日に関する調査

3.4.2.1 概況

調査期間中、PM2.5 濃度 (常時監視) が 70 µg/m³ を超えたのは、平成 27 年 3 月 22 日、5 月 26 日、7 月 27 日、10 月 10 日、10 月 24 日、10 月 26 日、12 月 10 日、12 月 23 日及び平成 28 年 3 月 26 日の合計 10 日間であった。これらのうち、渡良瀬遊水地で実施されたヨシ焼が原因で PM2.5 濃度が広域的に上昇したと考えられる平成 27 年 3 月 22 日の事例を詳細に検討することとした。

3.4.2.2 平成 27 年 3 月 22 日の PM2.5 濃度上昇事例

各 PM2.5 の常時監視局の経時変化を表 9 に、分析結果を図 14 に示す。また当日の風向は南南西～南、風速 2.1 m/s であった。分析結果のうち、70 µg/m³ を超えた栃木

表 9 平成 27 年 3 月 22 日における PM2.5 濃度の経時変化

	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時
芳草那須庁舎_那須烏山	7	18	24	24	24	21	46	48	41	27	23
小山市役所	20	19	25	33	64	47	33	21	30	29	18
日光市今市小学校	7	9	9	14	15	18	31	68	28	21	
矢板市役所	18	17	19	18	24	27	25	46	58	39	32
栃木市役所日庁舎	14	16	20	24	30	64	151	42	28	31	19
鹿沼市役所	13	16	17	17	21	22	68	100	53	36	32
大田原市総合文化会館	18	15	20	29	33	34	32	42	53	40	29
那須塩原市黒磯保健センター	14	18	24	22	36	37	26	35	47	56	28

市と鹿沼市の水溶性イオン成分の経時変化をみると、カチオンでは、いずれもバイオマス燃焼由来と考えられる K⁺ 濃度の上昇がみられたが、比率では 2 地点間で大きな変化はなかった。一方、アニオンは栃木市で NO₃⁻ 濃度が約 4 倍に増加したが、鹿沼市では 2 倍程度にとどまった。これは移動時における乾性沈着の影響と考えられる。

表 9 に示した 8 地点で、PM2.5 濃度 (常時監視) が最も高くなった時刻における NO₃⁻ の割合 (水溶性イオン成分に対する質量比) と発生源からの距離との関係を図 15 に示した。発生源に近い小山市と栃木市では NO₃⁻ の割合が高かったが、それ以外の地点では距離との関係は一定ではなかった。ただし、鹿沼市、日光市及び那須烏山市を除くと、距離に依存して減衰する傾向がみられた。

各測定地点と発生源との位置関係を図 16 に示す。3 月 22 日の例では、NO₃⁻ の割合が高かった地点は、主に平地で開けている地点が多く、概ね直線上に分布していた。また、NO₃⁻ の割合が低い地点は、主に山間部に近い地点であった。

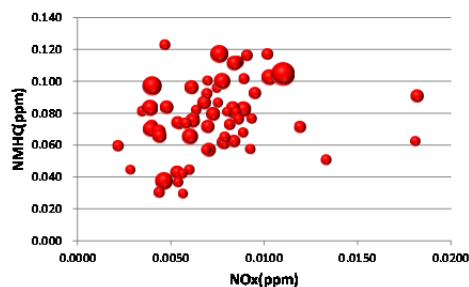


図 13(A). 気温 20 度以上の日における PM2.5、NO_x 及び NMHC 濃度の関係

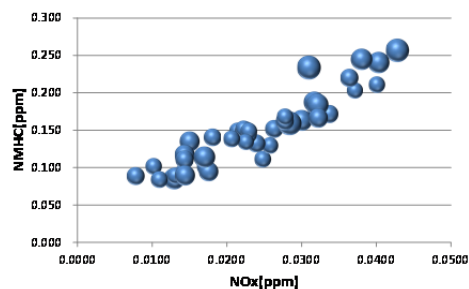


図 13(B). 気温 10 度未満の日における PM2.5、NO_x 及び NMHC 濃度の関係

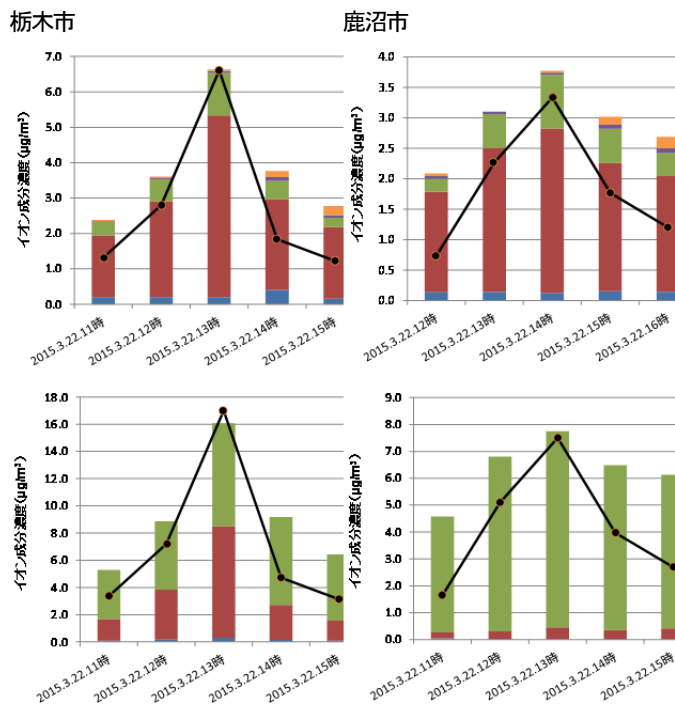


図 14. 栃木市と鹿沼市のPM2.5 質量濃度と水溶性イオン成分の経時変化(カチオン:上、アニオン:下)

粒子の乾性沈着は、沈着面近傍の層において、ブラウン運動による物理的衝突が支配的であり、成分間に差異は生じにくいと考えられる。しかしながら、ガス状の HNO_3 の沈着速度は粒子や SO_2 に比べ大きく、沈着面近傍において NH_4NO_3 への平衡移動が生じてガス化が促進され、見かけ上沈着速度が速くなると考えられた。

以上から、生成した NO_3^- の沈着速度は SO_4^{2-} に比べて速く、また山間部では山の斜面や樹木への乾性沈着の寄与が大きくなり、平地よりも速いと考えられた。そのため発生源との単純な距離によらず、平野部では NO_3^- 濃度が高く、山間部では低かったものと推察される。

4 まとめ

平成 27 年度のPM2.5 濃度(常時監視)の年平均値は、小山市役所で最高値 $14.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、日光市今市小学校で最低値 $5.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、環境基準を超過した地点はなかった。平成 26 年度と同様に、県南地域ほど濃度が高くなる傾向が見られた。

四季調査における分析結果から、水溶性イオン成分の二次無機粒子である SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 及び NH_4^+ がいずれの期間も水溶性イオン成分全体の95%を占めていた。 NH_4^+ の割合は季節変動がみられなかったが、 SO_4^{2-} は夏季に、 NO_3^- は冬季にその割合が増加した。以上から、夏季では $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ が、冬季では NH_4NO_3 が支配的であることが示唆された。夏季で Cl^- と NH_4NO_3 濃度が低い理由としては、 NH_4NO_3 の解離平衡によるガス化及びクロリンロスの影響が考えられた。

平成 25~27 年度の真岡市役所における発生源寄与率は、季節を問わず二次生成粒子の寄与が最も大きく、次

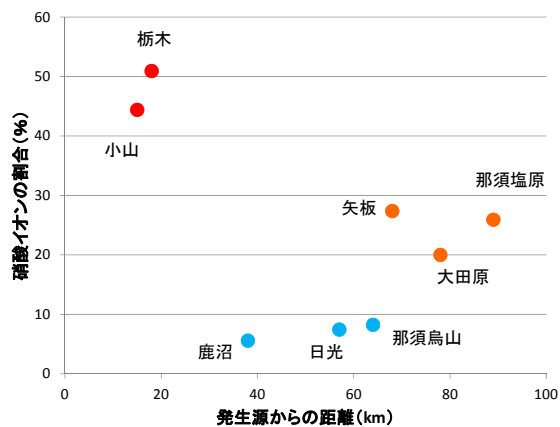


図 15. NO_3^- 成分の割合と発生源からの距離との関係

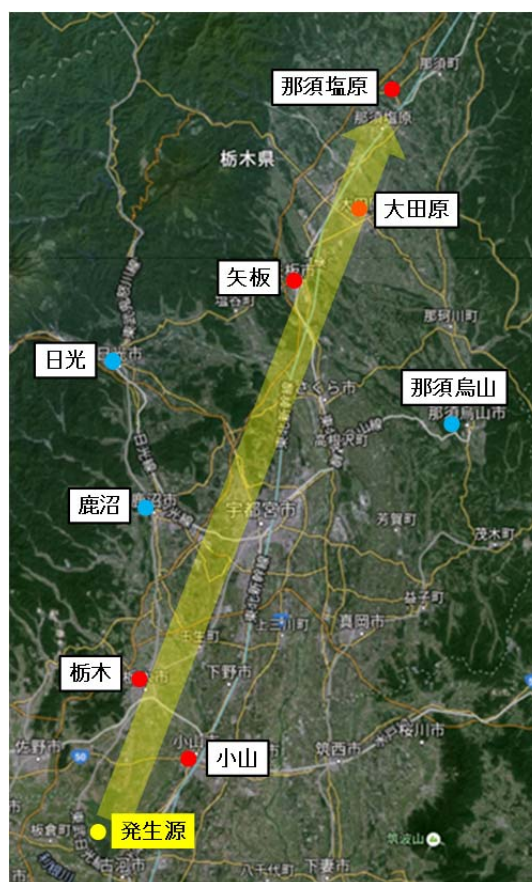


図 16. ヨシ焼きの発生源と常時監視局の設置位置

いで自動車排出ガスからの寄与が大きかった。

PM2.5 濃度(常時監視)と気象条件との関係を見ると、平均気温 15°C 以上で気温の上昇と共にPM2.5濃度が上昇していた。平均気温と水溶性イオン成分の関係を見ると、 $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$ が平均気温 20°C 以上で変化がみられた。最低気温 20°C 以上だった日と、最高気温 10°C 未満だった日について抽出し解析したところ、 20°C 以上の日は光化学反応の影響が大きいことが考えられた。 10°C 未満の日では日射量の増加に伴うPM2.5濃度の減少を観測し、PM2.5の生成が光反応に依存しない可能性が示唆された。

平成27年3月22日における渡良瀬遊水池でのヨシ焼きの例では、地点によってNO₃⁻の割合が大きく異なった。NO₃⁻の割合が高かった地点は主に開けた地点であり、概ね直線上に分布していた。これは山間部と平野部でのNO₃⁻の乾性沈着速度の差の影響と推察された。

5 謝辞

川崎市環境総合研究所の鈴木様には、『CMB8J』の導入等にご協力いただきました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

6 参考文献

- 1) 栃木県保健環境センター年報, 19, 99-105, 2014.
- 2) 栃木県保健環境センター年報, 20, 76-83, 2015.
- 3) 環境省水・大気環境局大気環境課, 大気中微小粒子状物質 (PM2.5) 成分測定マニュアル, 平成24年4月
- 4) とある化学者のウェブサイト
http://rhanaishi.world.coocan.jp/index.html
- 5) 平山ら, 川崎市における微少粒子状物質 (PM2.5) の成分組成 (2013年度), 川崎市環境総合研究所年報 (2014)
- 6) 環境省, 微小粒子状物質曝露影響調査報告書 (2007)
- 7) 東京都微小粒子状物質検討会 レセプターワーキング報告書, PM2.5の発生源寄与の推定に関するワーキンググループ (2011)
- 8) 田中茂, 駒崎雄一, 山形勝弘, 橋本芳一 (1987) 大気中塩化アンモニウムおよび硝酸アンモニウムの挙動とその解離平衡, 日本化学会誌, 2338-2343.
- 9) 田中茂, 小田切幸成, 加藤利明, 橋本芳一 (1982) 海洋大気中での汚染物質による海塩粒子からの塩素の脱離, 日本化学会誌, 1946-1952.
- 10) Miyazaki, Kondo, *et. al.*, "Chemical characteristics of water-soluble organic carbon in the Asian outflow", *J. Geophys. Res.*, 112, 2007, D22S30.
- 11) 宮原章: 花火の化学, 科学と教育, 42巻7号, (1994).
- 12) 日置ら, 松山, 大阪, つくばで観測した浮遊粉じん中金属元素濃度による長距離輸送と地域汚染特性の解析, 大気環境学会誌, 44, 91-101, 2009
- 13) McLennan, S. M. : Relationships between the trace element composition of sedimentary rocks and upper continental crust, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* (2001)
- 14) 溝畑朗, 真室哲雄, 境における大気浮遊粒子状物質中の諸元素の発生源の同定(II), 大気汚染学会誌, 15, p. 225-233 (1980)
- 15) Furuta N, Iijima A, Kambe A, Sakai K. and Sato K. (2005). Concentrations, enrichment and predominant sources of Sb and other trace elements in size classified airborne particulate matter collected in Tokyo from 1995 to 2004. *J. Environ. Monit.*, 7, 1155-1161.
- 16) 山神ら, 微小粒子状物質 (PM2.5) の発生源寄与率の推定, 名古屋市環境科学調査センター年報 (2012)
- 17) Kvetoslav R. S., (2000), *Aerosol Chemical Processes in the Environment*, 154, CRC Press.
- 18) 原宏, 酸性雨とは? : 定義とその生成機構, 日本気象学会春季大会シンポジウム (1994)

V 研究ノート

平成 27 年度 公衆浴場等の *Legionella* 汚染実態調査

微生物部

桐谷 礼子 鈴木 兼一 鈴木 尚子 船渡川 圭次

1 はじめに

レジオネラ症はレジオネラ属菌を含むエアロゾル等の吸入により発症する感染症で、患者数は年々増加傾向にあり、H27 年は全国で 1,587 人に達している。また 10 万人当たりの患者数を見ると、栃木県は 2.17 人とワースト 2 位であり、本県のレジオネラ症対策は急務である。栃木県では、旅館及び公衆浴場等の入浴施設の水質基準を定めるほか、レジオネラ属菌汚染実態調査を行っている。今回は、県西、県北健康福祉センターと共同でレジオネラ症患者が利用した入浴施設等について患者関連調査を実施した。また H24～26 年度の汚染実態調査の結果について健康福祉センター別に集計し、地域による特徴がみられたので、併せて報告する。

2 材料及び方法

2.1 検査対象

H24～H26 年度は、レジオネラ属菌調査等実施計画およびレジオネラ症患者関連調査の 367 検体を対象とした。H27 年度は県西健康福祉センター122 検体（浴槽水等 52 検体と拭き取り 70 検体）、県北健康福祉センター 40 検体（浴槽水等 16 検体と拭き取り 24 検体）を対象とした。調査目的はレジオネラ症患者関連調査が 7 施設、また以前レジオネラ属菌が陽性だった施設の改善確認も実施した。

2.2 検査方法

レジオネラ属菌は、第 3 版レジオネラ症防止指針¹⁾の冷却遠心法、熱処理法にて分離培養した。

3 結果及び考察

3.1 H24～26 年度健康福祉センター別汚染実態

レジオネラ属菌陽性率を表 1 に示す。県北、県西、県東の順に高く、県南と安足は低かった。

前回の調査で、レジオネラの陽性率は浴槽水の遊離残留塩素濃度（以下「残塩」と略す）に依存して下がり、維持管理基準である残塩 0.2ppm 以上で効果があると確認した。²⁾健康福祉センターごとに残塩 0.2ppm 以上の浴槽水が占める割合は、県西 44.9%が最も低く、次いで県北 59.0%、県東 63.3%、県南 64.3%であり、安足は 86.8%と高い。また、陽性検体のうち残塩 0.2ppm 未満は、県北 35/43 検体、県西 27/28 検体、県東 5/5 検体、県南 1/2 検体であり、県西・県北・県東・県南地区では残塩の適正保持を指導することが重要と示唆された。なお、県北では残塩 0.2ppm 以上（0.2～0.4ppm

表 1 H24～26 浴槽水のレジオネラ属菌陽性率

センター	検査数	陽性数	陽性率
県西	109	28	25.7%
県東	30	5	16.7%
県南	42	2	4.8%
県北	148	43	29.1%
安足	38	0	0.0%
県内計	367	78	21.3%

で 6 件、0.8 及び 1.3ppm で各 1 件)でもレジオネラ属菌が検出されており、これらでは浴槽のブラシ洗浄・配管洗浄等のバイオフィーム対策が必要であることがわかる。

3.2 患者関連調査および改善確認

結果を表 2 に示す。患者関連調査は、県西で 5 施設 (A、B、C、D、E) でのべ 6 回、県北で 1 施設 (O) の調査を実施した。レジオネラ属菌は 4 施設で陽性だったが、浴槽水から検出できたのは施設 D だけで、施設 A と B はふきとり検査でようやく検出できた。施設 E は複数回患者発生があり 2 回の患者関連調査を行った。1 回目は浴槽壁のふきとりも含め全て不検出だったが、シャワー水からの検出事例³⁾もあることから、2 回目は担当者が検体を見直し、シャワー水、カラン水、ふきとり（シャワーヘッド、補給湯口）等を検体に追加し、これらからレジオネラ属菌を検出することができた。その後、シャワー水、カラン水と関係部位のふきとりで不検出となるまで合計 5 回の立入を行った。

患者関連調査ではいずれの事例でも患者由来菌株が送付されず、施設由来株との比較はできなかった。レジオネラ症の原因を特定して適切な感染防止対策をとるためには、患者由来株との遺伝子パターンを比較することが必要であり、感染症担当者から医療機関に向けて患者からの菌分離を周知啓発することが望まれる。

改善確認は、過去にレジオネラ属菌陽性となった施設の再調査として、E のほか 2 施設で 3 回 (H1 回、N2 回) 実施した。施設 N では浴槽水とふきとり（シャワーヘッド、浴槽壁、オーバーフロー口）から 2 回ともレジオネラ属菌を検出した。さらに再調査を行ったところ浴槽水とふきとり（浴槽壁）で陽性だったため、継続して指導している。

H21年にはシャワー水を感染源とする患者発生があった⁴⁾ことから、患者関連調査では浴槽水の検査だけでは不十分であるとわかる。患者発生の感染源となり得る箇所の採水とふきとりを適切に行い、その結果を基にレジオネラ属菌の感染防止対策をとる必要がある。浴槽水のレジオネラ属菌は、塩素剤の追加で一時的に陰性となるが、汚染源が残っていて管理状況が悪ければ再汚染される。残塩が0.2ppm以上の場合水からの検出は難しいが、浴槽壁などのバイオフィルム中のふきとりなどが検出に役立つと考える。これにより汚染源がわかれば、清掃や消毒などの適切な衛生措置

を講じることができる。

患者関連調査および改善確認の採水検査およびふきとり検査の結果を図1に示す。採水では、浴槽水、シャワー水、カラン水からレジオネラ属菌を検出した。シャワー水やカラン水はレジオネラ症の感染源となり得ることから、県内での実態調査が望まれる。ふきとりでは浴槽壁、シャワーヘッド、カラン、オーバーフロー口、補給湯口から検出した。汚染源や感染源となり得る部位を効率よく検査するために、ふきとり検査を活用していきたい。

表2 患者関連調査および改善確認結果

施設	目的	採水検査結果				ふきとり検査結果					
		浴槽水	貯湯槽原湯	シャワー水	カラン水	浴槽壁	シャワーヘッド	カラン	オーバーフロー口	補給湯口	その他
A	患	—	—			+	—	—			—
B	患	—		—	—	+++	—	—		—	—
C	患	—		—	—	—	—	—		—	—
D	患	+		—	—	+	—	—			—
O	患	—					—				
E	1回目 患	—	—			—			—	—	—
	2回目 患	—		+++	+++	—	+	—		++	—
	3回目 改	—		+	+	+	+	+			—
	4回目 改	—	—	+	+	—	—	—			—
	5回目 改			—	—		—	—			
N	1回目 改	++		—		++	++		+++		
	2回目 改	+				+	—		—		
H	改	—	—								—

注) 「患」は患者関連調査、「改」は改善確認の略

+ : 10~100cfu、++ : 100~1000cfu、+++ : 1000cfu~ 採水100ml、ふきとり1検体あたり

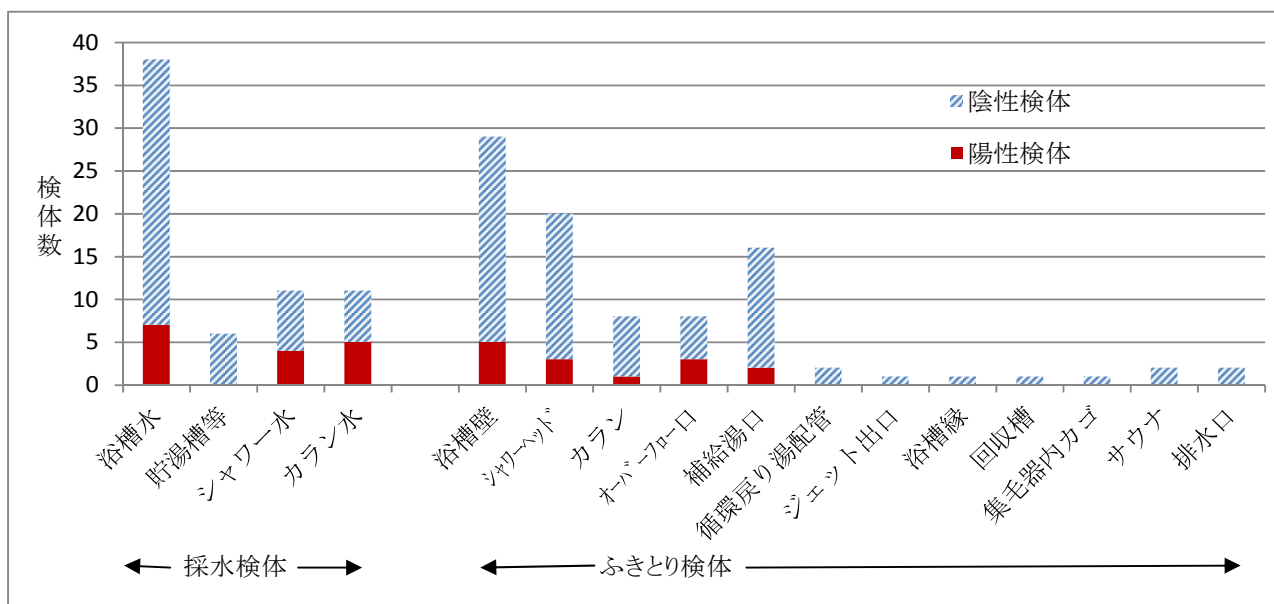


図1 患者関連調査・改善確認の採水及びふきとり検査の結果

4 まとめ

H24～H26年度の検査結果を健康福祉センター別に集計したところ、地域によって浴槽水のレジオネラ属菌汚染の状況は異なり、県北と県西は陽性率が高く、県南と安足は低かった。浴槽水の残塩濃度0.2ppm以上の保持を指導することが陽性率の低下に有効である。さらに、バイオフィルム対策も講じる必要がある。

浴槽水から検出しない場合でも、シャワーヘッド、浴槽壁、オーバーフロー口などのふきとりからレジオネラ属菌を検出でき、ふきとり検査が有効であることがわかった。また、シャワー水、カラン水からレジオネラ属菌が検出され、シャワー水を感染源と疑う事例もあることから、この汚染実態調査を行う必要がある。

患者関連調査及び改善確認では、レジオネラ属菌汚染を見つけるという意識を持ち、浴槽水や原水等に加えシャワーやカランの採水、ふきとり等広く検体採取を行うことが必要と考える。患者関連調査においては感染源の特定は重要で、そのためには患者由来菌株と施設由来株との遺伝子パターンの比較が必要である。

しかし患者からの菌分離は一般的でなく、医療機関の理解と協力がなければ実現しない。感染症担当者がその必要性を医師等に説明して連携し、感染源を断つような体制を作っていくことも重要である。

5 参考文献

- 1) 財団法人ビル管理教育センター、レジオネラ症防止指針第3版、28-36、2009
- 2) 桐谷他、レジオネラ属菌調査結果からみる条例改正の効果と今後の課題について、栃木県保健環境センター年報、20、69-72、2015
- 3) 岡山大学医学部附属病院感染症予防対策委員会、岡山大学医学部附属病院におけるレジオネラ症に関する調査報告書、2003
- 4) 石山康史他、シャワー水を感染源としたレジオネラ症例について、IASR Vol. 31、2010

2009/2010～2015/2016 シーズンに栃木県内で検出された

下痢症ウイルスの分子疫学的解析

微生物部

水越 文徳 鈴木 尚子 渡邊 裕子
 榎渕 泉美 船渡川 圭次

1 はじめに

ウイルス性胃腸炎の原因として、ノロウイルス (Norovirus; NoV)、サポウイルス (Sapovirus; SaV)、ロタウイルス、アデノウイルスなどがある。特に、冬季にはNoVを主な原因とするウイルス性胃腸炎が流行する。NoV 感染症の症状は、下痢、嘔吐、発熱で、特に新生児や高齢者などでは重症化し、脱水症状を引き起こす場合がある。この感染症に対する効果的な治療薬やワクチンがないため、一度発症してしまうとその対応は対症療法のみである。したがって、NoV 感染症には感染源の遮断が最も有効な予防法となり、そのためには正確な疫学情報や流行予測が必要となる。それ故に、その発生状況の詳細を解析して、それらの結果をフィードバックすることは地方衛生研究所の重要な役割の一つである。そこで、2009/2010～2015/2016の7シーズンに栃木県内で検出されたNoV、SaVを対象とした分子疫学的解析の結果を報告する。

2 材料と方法

2.1 材料

2009年(平成21年)9月から2016(平成28年)3月までに栃木県内で検出されたNoVとSaVを対象とした。本研究では、ウイルス性胃腸炎の発生ピークが冬季であることから、1シーズンを9月から翌年8月までとした。

2.2 ウイルスの検出と分子疫学的解析

下痢症ウイルス (NoV、SaV) の検出は、RT-PCR、またはリアルタイム定量PCRによって実施した^{1), 2), 3)}。

ウイルスが検出された検体について、PCR増幅産物を

用いたダイレクトシーケンセス法により塩基配列を解読した。このうち、ORF2のCapsid領域の塩基配列を解読できた株を対象に、分子疫学的な解析を実施した。さらに、2015/16シーズンでは、ORF1のRdRp領域も塩基配列の解読も行った。遺伝子型および亜型の決定、塩基配列の比較解析には、Norovirus Genotyping Tool Version 1.0⁴⁾、Basic Local Alignment Search Tool (BLAST)⁵⁾、Molecular Evolutionary Genetics Analysis 6 (MEGA6)⁶⁾を用いた。解析にあたり、同一事例内において、同一の塩基配列であった場合、一つの株を選出して代表株とした。

さらに、2013/2014～2015/16の3シーズンにおいて、十分な長さのCapsid領域を解読できたNoV GII株について、系統樹をMEGA6で最尤法(Maximum likelihood method; ML法)により作成した⁶⁾。

3 結果

3.1 2009/2010～2015/16 (7シーズン)におけるウイルス検出状況

過去7シーズンに検出された下痢症ウイルスのうち、解析可能だった検体は252株で、内訳はNoV GI群が18株(7.1%)、NoV GII群が217株(86.1%)、SaVが17株(6.7%)だった(表1)。いずれのシーズンもNoV GII群が検出株の殆どを占めていた。

また、シーズン毎の遺伝子型、および亜型の検出状況について、図1に示した。2009/2010シーズンでは、GII.4 Den Haag株、次いでGII.4 New Orleans株、GII.3遺伝子型が最も検出された。2012/2013シーズン以降は、

表1. シーズン毎の検出数とウイルスの内訳

シーズン	小計	ウイルスの内訳 (%)					
		NoV GI 群		NoV GII 群		SaV	
2009/2010	57	2	(3.5)	53	(93.0)	2	(3.5)
2010/2011	19	2	(10.5)	14	(73.7)	3	(15.8)
2011/2012	21	4	(19.0)	13	(61.9)	4	(19.0)
2012/2013	56	4	(7.1)	48	(85.7)	4	(7.1)
2013/2014	38	1	(2.6)	36	(94.7)	1	(2.6)
2014/2015	35	4	(11.4)	29	(82.9)	2	(5.7)
2015/2016	26	1	(3.8)	24	(92.3)	1	(3.8)
合計	252	18	(7.1)	217	(86.1)	17	(6.7)

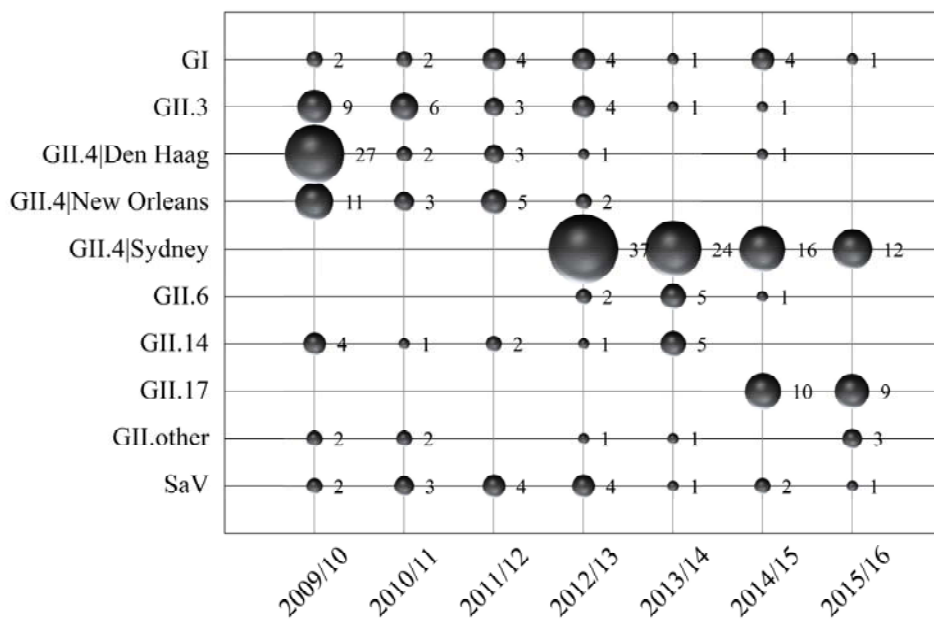


図1. 2009/2010～2015/2016におけるシーズン毎の検出状況
(丸の大きさが検出数の程度を表し、グラフ内の数字が検出数を示す)

GII. 4 Sydney 株が主に検出された。さらに、2014/2015シーズン以降は、GII. 17 遺伝子型が多く検出された。

3.2 2013/2014～2015/16 (3 シーズン) における月毎のウイルス検出状況

2013/2014～2015/16 (3 シーズン) について、月毎のウイルス検出状況を図2に、検出されたNoV GII群 *Capsid* 領域のML 系統樹を図3に示した。2013/2014では、シーズンを通して主にGII. 4 Sydney 株が検出された(図2)。一方、2014/2015、2015/16では、流行期の前半では主にGII. 4 Sydney 株が検出され、後半にGII. 17 遺伝子型の割合が増加する傾向だった(図2)。 *Capsid* 領域のML 系統樹より、これらのGII. 17 株は、Kawasaki308 株(LC037415)と近縁で、2005年以前に検出されたGII. 17のCS-E1 株(AY502009)やKatrina-17 株(DQ438972)とは遺伝学的に異なるクラスターに分類された(図3)。また、ORF1 の *RdRp* 領域の一部を比較解析した結果、栃木県内で検出されたGII. 17 株は、Kawasaki308 株と同様に新規遺伝子型GII. P17であった。さらに、 *RdRp* 領域の解

析は 2015/16 シーズンのみの実施であるが、GII. P12-GII. 3やGII. P7-GII. 6などの組替えキメラウイルスが検出された。

4 考察

1995年にGII. 4 US95_96株のパンデミックが発生して以来、GII. 4 遺伝子型は主流の遺伝子型として検出されてきた⁷⁾。さらに、このGII. 4 遺伝子型は約2～3年ごとに新たな変異株を出現させて、置き換わるように流行している⁷⁾。2006年にはGII. 4 Den Haag株が、2009年にはGII. 4 New Orleans株が、2012年にはGII. 4 Sydney株が、日本だけではなく、世界的な大流行を引き起こした^{8), 9)}。栃木県においても、2009/2010シーズンはGII. 4 Den Haag株、およびGII. 4 New Orleans株が主流の検出株であった。また、2012/2013シーズン以降は、世界的な動向と同様に、GII. 4 Sydney株が主流となった。

GII. 4 Sydney株の出現した2012/2013は、全国的にNoVの大流行が生じた。栃木県においてもNoVの検出数

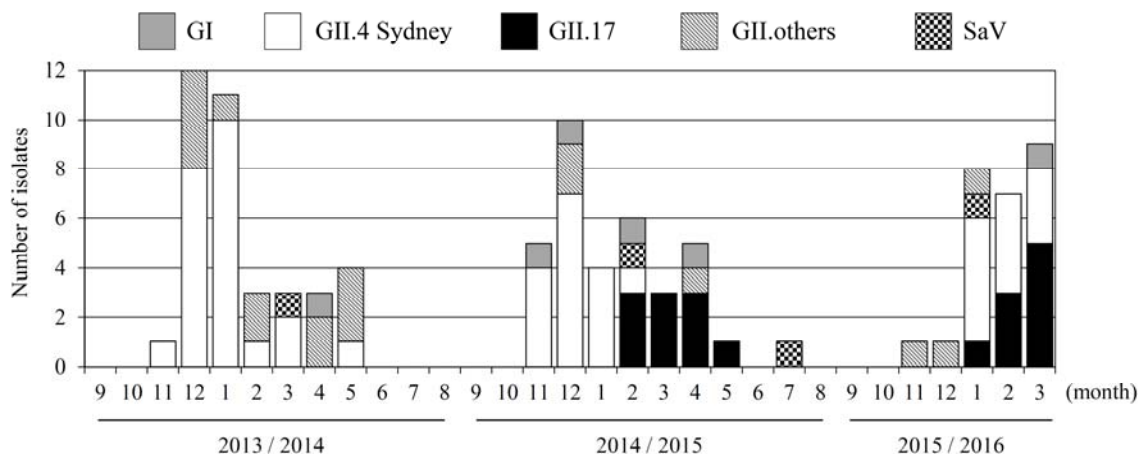


図2. 2013/2014～2015/2016における月毎の検出状況

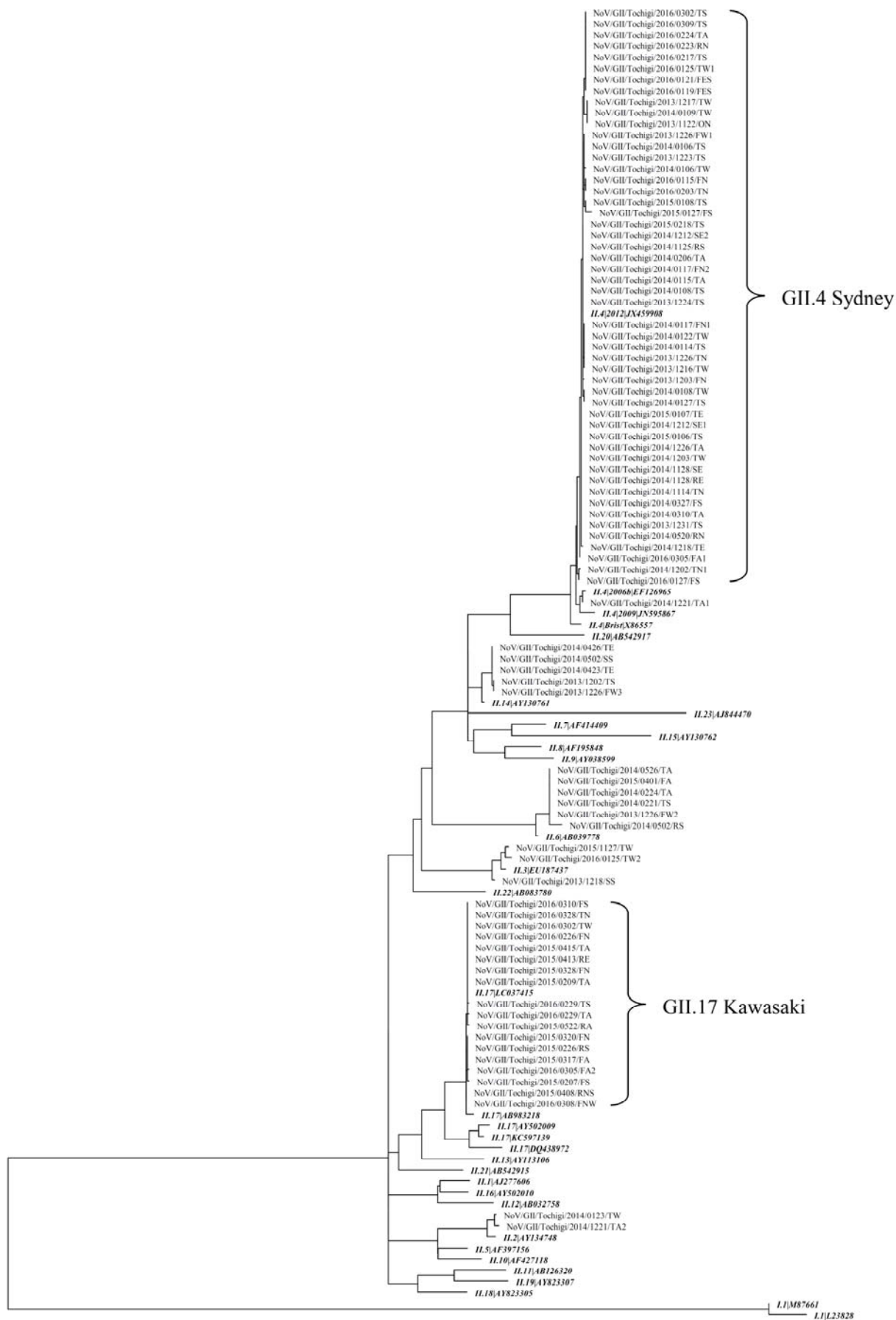


図3. 2013/2014～2015/2016 シーズンに検出された NoV GII 群 *Capsid* 領域の系統樹解析 (ML 法; 228 塩基)
 イタリアック体; 参照株

は前シーズンよりも増加し、その検出株の約 66.1%が GII.4 Sydney 株だった。なお、本邦では、前シーズンの 2012 年 1 月に北海道と大阪で検出され、5 月まで発生が数件ほど認められた¹⁰⁾。その後、ウイルス性胃腸炎の非流行期では殆ど検出されていなかったが、2012 年 10 月以降、日本各地で胃腸炎事例から検出され、検出地域が急増し、全国的に GII.4 Sydney 株による集団胃腸炎が多発した¹⁰⁾。GII.4 Sydney 株の抗原性が異なるため、大流行したのではないかと推測されている。このように GII.4 変異株の出現が、その後のシーズンに影響を及ぼす。したがって、遺伝子解読によって NoV の性状を迅速に把握し、その動向を注意深く監視して、流行よりも前に変異型の出現を探知することが感染拡大の予防にとって重要である。

2014/2015 に突如として出現した GII.17 Kawasaki 株は、日本のみならず世界各地で流行した^{11), 12)}。栃木県内においては 2015 年 2 月に初めて検出され、Kawasaki308 株と同様に新規遺伝子型 GII.P17 を有する GII.17 変異型であった¹¹⁾。その後、2014/2015 のシーズン後半では、これまで優位株だった GII.4 Sydney 株と入れ替わるように、GII.17 Kawasaki 株が主流株となった。そのため、翌シーズンの 2015/2016 に GII.17 Kawasaki 株が大流行すると推測され、メディア等でも大きく取り上げられた。しかしながら、2015/2016 では従来通りに GII.4 Sydney 株が先行的に流行し、そのシーズン後半に GII.17 Kawasaki 株が増加する傾向だった。これまでの NoV の流行株は、GII.4 遺伝子型の変異株が入れ替わりながら流行を繰り返してきた。今後、この GII.17 遺伝子型が GII.4 遺伝子型に代わって主要流行株となるのか、もしくは両方の株が主流株として流行するのか、その動向には細心の注意を払う必要がある。

NoV は、ORF1/ORF2 ジャンクション領域で組替えを起こすことが知られている¹³⁾。そのため、一般的に用いられる ORF2 の塩基配列をベースとした遺伝子型の分類に加え、解析領域を広めて ORF1 の遺伝子型の解読も求められるようになった¹⁴⁾。一部の検出株について ORF1 領域の解析を行った結果、栃木県でも組替えキメラウイルスの出現を確認した。さらには、ORF2 の変異株である GII.4 Sydney 株や GII.17 Kawasaki 株も、ORF1 が組替えを起こしたキメラウイルスであることが報告されている^{11), 12)}。NoV 大流行を事前に察知するためには、*Capsid* 領域の変異株だけでなく、組替えキメラウイルスも監視する必要がある。このように、NoV の流行状況を正確に把握するためには、解読する遺伝子領域を拡大してより詳細な分子疫学的な解析を行い、データを蓄積していく必要がある。

NoV は遺伝子型の変異・組替えを起こし、しばしば世界的な大流行を発生させている。このようなウイルスの遺伝子型を解読して、その発生状況の詳細を解析し、その分子疫学的情報をフィードバックすることは地方衛生

研究所の重要な役割の一つである。このような疫学研究の情報が NoV 感染拡大の予防や流行予測に必要な不可欠であり、詳細なウイルスのサーベイランスを継続していくことが重要である。

5 参考文献

- 1) 国立感染症研究所ウイルス 2 部 ウイルス下痢症診断マニュアル第 3 版 (平成 15 年 7 月)
- 2) Okada M et al., The detection of human sapoviruses with universal and genogroup-specific primers, *Arch Virol*, 151, 2503-2509, 2006.
- 3) Okada M et al., Detection of Human Sapovirus by Real-Time Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction, *J Med Virol*, 78, 1347-1353, 2006.
- 4) Norovirus Genotyping Tool Version 1.0 (<http://www.rivm.nl/mpf/norovirus/typingtool>)
- 5) Basic Local Alignment Search Tool (BLAST; <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>)
- 6) Tamura K et al., MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0, *Molecular Biology and Evolution*, 30 2725-2729, 2013.
- 7) Vinjé J et al., Advances in laboratory methods for detection and typing of norovirus, *J Clin Microbiol*, 53, 373-381, 2015.
- 8) Motomura K et al., Divergent Evolution of Norovirus GII/4 by Genome Recombination from May 2006 to February 2009 in Japan, *J Virol*, 84, 8085-8097, 2010.
- 9) Kumazaki M et al., Genetic Analysis of Norovirus GII.4 Variant Strains Detected in Outbreaks of Gastroenteritis in Yokohama, Japan, from the 2006-2007 to the 2013-2014 Seasons, *PLoS One*, 10, e0142568, 2015.
- 10) 田村務他, <速報> ノロウイルス GII/4 の新しい変異株の遺伝子解析と全国における検出状況, *IRSR*, 2012/11/28 掲載
- 11) Matsushima Y et al., Genetic analyses of GII.17 norovirus strains in diarrheal disease outbreaks from December 2014 to March 2015 in Japan reveal a novel polymerase sequence and amino acid substitutions in the capsid region, *Euro Surveill*, 2;20(26), pii:21173, 2015
- 12) de Graaf M. et al., Emergence of a novel GII.17 norovirus - End of the GII.4 era?, *Euro Surveill*, 2;20(26), pii:21178, 2015.
- 13) Eden JS et al., Recombination within the pandemic norovirus GII.4 lineage, *J Virol*, 87, 6270-6282, 2013.
- 14) 片山和彦, ノーウォークウイルス (ノロウイルス) の遺伝子型 2014 年版, *IASR*, 35 173-175, 2014.

堆肥化施設の臭気の発生抑制に関する調査(第1報)

化学部

高松 香織¹ 大森 牧子²

(¹環境保全課、²県西環境森林事務所)

1 はじめに

廃棄物処理施設の堆肥化施設では、稼働後、悪臭防止対策が設計どおりに十分な効果を発揮しきれず、悪臭苦情を引き起こしてしまう事例がある。このような場合、事業者はさらなる設備投資等により対策を講じることとなるが、施設設置後の設備追加は、改善までに時間がかかるだけでなく、コスト面における事業者の負担も大きい。このため、堆肥化施設の悪臭防止対策設備は、堆肥化施設から発生する悪臭物質の種類及び量をあらかじめ明確にした上で、設計することが重要である。

本調査では、堆肥化施設における臭気物質の発生要因等について調査し、堆肥化施設に対する審査・指導の参考となる行政資料を作成することを目的とする。

2 調査方法

2.1 概況調査

実地調査の測定項目を選定するため、悪臭苦情の状況が異なる施設を調査した。調査では、資料調査や施設管理者のヒアリング調査により、施設構造や堆肥化条件等を確認した他、悪臭物質濃度等の測定、発酵途中の堆積物採取による臭気物質の定性試験を行った。

2.1.1 調査対象施設

調査対象施設の概要を表1に示す。施設Aは悪臭苦情がほとんどないのに対し、施設Bは悪臭苦情が県に寄せられている。両施設には、施設の構造が堆積式であること、切返しを手動で週1回実施していること、送風設備があること、取扱い品目に動植物性残さがあるといった共通点が多いにも関わらず、悪臭苦情の状況が大きく異なる。

2.1.2 調査年月日

施設A 平成28年2月15日

施設B 平成27年11月19日

2.1.3 調査項目

調査項目を表2に示す。堆肥化施設設計マニュアル¹⁾によれば、堆肥化では好気性微生物の活動を活発にすることが重要であり、良好な堆肥化には、水分、栄養(有機物)、空気、微生物、温度、時間が大きな要因であるため、これらの条件を確認した。

また、堆肥化施設で発生する臭気については、臭いセンサーによる測定、アンモニア及びメチルメルカプタン

の濃度測定を行った他、堆肥化途中の堆積物を一定間隔で採取し、臭気物質の定性試験を行った。

2.2 臭気物質のGC/MSによる定性試験

原因となる臭気物質を把握するため、固相マイクロ抽出(Solid Phase Microextraction: SPME)法を用い、GC/MSにより定性分析した。

概況調査時に採取した堆積物試料約500cm³を密閉容器に入れ、70℃で40分加温後、ヘッドスペースで100分間臭気成分をファイバーに吸着させた。SPME SIGMA-ALDRICH製 SUPELCO ポリエチレングリコールファイバー(膜厚60μm)を用いた。

臭気成分の脱離はGC注入口において、230℃、2分間加熱により行い、キャピラリーカラムに移送した。

臭気成分の分析には、臭い嗅ぎ装置(ODP)付きGC/MSを用いた。ODP-GC/MSは、キャピラリーカラムの出口を二つに分岐し、一方をODP、もう一方をMSに接続したものであり、物質の質量分析に併せて、当該物質の臭いも嗅ぎとることができる。ODP-GC/MSの測定条件を表3に示す。

定性は、検出された物質のライブラリー(NIST)検索により行った。この際、基準化合物としてn-アルカンミックス(パラフィン溶液)を用い、相対保持指標(Retention Index: RI)を算出し、アロマオフィス(西川計測(株))により検索した。

3 結果及び考察

3.1 概況調査結果

3.1.1 原料受入及び混合

各堆肥化施設について、臭気の状態や受入物等の状態を表4に示す。施設の状態を比較した結果は、以下のとおりであった。

臭いセンサー測定結果は、施設Aより苦情がある施設Bの方が高かった。

両施設とも、動植物性残さを原料の一つとしている。動植物性残さは、「水分が多い²⁾」、「C/N比が低い³⁾」、「pHが低い^{3)~5)}」という特徴があり、また、動物のふん尿のようにそしゃく・酵素による分解を経っていないため、発酵管理が難しいと一般的に言われており、原料受入の管理と副資材混合による水分調整が重要である⁶⁾。

受入物を発酵槽に投入するまでの保管期間は、両施設とも1週間以内と違いは見られないが、施設Aでは、水

分が多い場合、戻し堆肥と混合して保管していた。

副資材は、両施設ともパークを使用しているが、施設Aの方が施設Bよりも細かい形状のものを使用していた。また、原料と副資材の比率は、施設Aが1:1であるのに対し、施設Bは1:2~1:4と、副資材の割合が大きい状況であった。これは、施設Bの受入物に占める動植物性残さの割合が、施設Aより2~3割高いことに起因するものと推察された。

副資材混合後（発酵開始時）の状況は、施設Aでは全体的に細かく均一化されている状況であったが、施設Bでは、野菜の固まりなどが散見され、不均一な状況が見られた他、床にはたまり水が確認された。施設Bの堆積高さは、施設Aに比べて高く、また、上記のとおり原料の粒径が粗く、水分が多いことから、堆積物の内部が嫌氣的になりやすいと推測された。

3.1.2 堆肥化の状況

各施設の堆肥化工程を図1に、堆肥化時間と温度を図2に示す。施設Aでは、堆積物の温度は初めの一週間で約80℃まで上昇し、2週目で以降緩やかに低下した。一方、施設Bでは、堆積物の温度はなかなか上昇せず、3週目に64℃まで上昇した後低下し、5週目から再度上昇して6週目によく最高72℃に達していた。

1週目及び4週目の温度や臭気物質の濃度等を表5に示す。

施設Aでは、受入物のpHは中性であったが、1週目のpHは9、また、アンモニアは24ppm検出、メチルメルカプタンは検出されなかった。アンモニアはたんぱく質等が微生物によって好氣的に分解される時に発生し、メチルメルカプタンは嫌氣的に分解される時に発生することから、1週目で好氣的な堆肥化が進んでいると推察された。

一方、施設Bでは、1週目のpHが4と弱酸性を示したこと、4週目でアンモニアが検出されず、メチルメルカプタンが検出されていたこと、また、温度上昇が緩やかで不規則なことから、嫌気状態で分解が優勢であると推察された。

3.2 臭気物質のGC/MSによる定性試験

両施設で採取した試料の、ODP-GC/MS分析結果（トータルイオンクロマトグラム）を図3に示す。

「あまり臭いが無い」と感じた施設Aの試料（4週目堆肥）では、酢酸とイソ吉草酸が検出され、脂肪酸ピークの面積の合計は約 4×10^6 であった。一方、臭いを感じた施設Bの試料（1週目堆肥）では、酢酸とイソ吉草酸の他、プロピオン酸やn-酪酸などの脂肪酸が検出され、脂肪酸ピークの面積の合計は約 2.4×10^9 と、施設Aと3桁異なるほど大きかった。このことから、施設Bでは一部が嫌気状態にあり、高濃度の脂肪酸が発生していると推察された¹⁾。

脂肪酸は、嗅覚閾（いき）値が非常に低く⁷⁾、低濃度

でも悪臭の原因になると考えられる。また、堆肥中の脂肪酸はコマツナの発芽を抑制することが報告されている⁸⁾。好気状態での堆肥化は脂肪酸の発生抑制に効果があり、悪臭の発生抑制と作物に生育障害を起こさない堆肥づくりにつながると考えられる。

3.3 実地調査項目の検討

良好な堆肥化には、嫌気性微生物よりも有機物の分解速度が格段に速い好気性微生物の役割が重要であり、好気性微生物の働きは分解に伴う発酵熱による堆肥温度の上昇と、アンモニアの発生により推測することができる。施設Aでは初期の段階からこの状態が確認された。

一方、嫌気性微生物の働きが活発な場合、有機物の分解速度は遅く、発酵熱が少ないため堆肥の温度上昇は小さく、メチルメルカプタンや脂肪酸の発生が見られる。施設Bでは、この状態が確認された。

今回の概況調査では、前述のとおり発酵の状況と臭気物質の発生状況を概ね把握することができた。今回の概況調査の結果を踏まえ、今後の実地調査項目は、栄養（有機物）の指標であるC/N比を追加した以下の項目とする。

<投入物混合後の状態>

- ・副資材の種類及び混合比
- ・混合物の水分率、比重、pH、C/N比、温度、粒径

<臭気の発生状況>

- ・臭いセンサー測定値
- ・アンモニア及びメチルメルカプタン濃度
- ・脂肪酸濃度

<管理方法>

- ・堆肥化期間
- ・日常の管理項目及び管理方法
- ・切返し、空気供給量、脱臭施設の管理

4 まとめ

- ・悪臭苦情の状況の異なる2施設で概況調査を実施し、実地調査の測定項目を選定した。
- ・SPME-ODP-GC/MS法による定性分析では、臭気物質である脂肪酸の発生が、施設Aより施設Bで多いことが確認された。
- ・好氣的な堆肥化が良好に進むことで、脂肪酸の発生を抑え、悪臭の発生抑制につながると考えられた。

5 謝辞

本調査に際して、御指導いただきました栃木県農業試験場の亀和田研究総括監（現栃木県農業環境指導センター所長）に深謝いたします。

6 参考文献

- 1) 堆肥化施設設計マニュアル, 社団法人中央畜産会, 1-31, 2011.
- 2) 高橋淳根他, DB菌・市場食品残渣の良質堆肥化, 畜産の研究, 63(6), 611-615, 2009.
- 3) 内田啓一他, 牛ふんと生ゴミの堆肥化における高温発酵と悪臭低減効果, 岡山県総合畜産センター研究報告, 14, 83-88, 2003.
- 4) 福岡農業総合試験場畜産環境部環境衛生チーム, 乾燥給食残渣混合牛ふんの堆肥化と臭気発生状況, 農業・食品総合研究機構HP, 研究成果情報, 2005.
- 5) 近藤一他, 食品残渣の堆肥化促進に対する家畜ふんの混合の効果, 愛知農業総合試験場研究報告, 36, 105-109, 2004.
- 6) コンポスト化マニュアル, 社団法人日本有機資源協会, 74-80, 2004.
- 7) 財団法人日本環境衛生センター所報, 17, 77, 1990.
- 8) Kiyonori Haga et al, Constituents of the Anaerobic Portion Occurring in the Pile during Composting of Cattle Waste, 農業施設, 29(3), 125-130, 1998.

表1 調査対象施設の概要

	施設A	施設B
取扱品目	動植物性残さ、汚泥	動植物性残さ、汚泥、動物のふん尿等
苦情	ほとんど無	有
施設の構造	開放型、堆積式	開放型、堆積式
建屋の構造	半密閉	密閉
脱臭	無(消臭剤散布)	木質チップ
切返し	手動、週1回	手動、週1回
通気	送風機	送風機
受入可能量(m ³ /週)	132	1,000

表2 調査項目

目的	項目
堆肥化の状況確認	混合物の比重
	混合物の水分
	混合物の大きさ・形状
	堆積高
	切返し、通気
	温度
	湿度
臭気の確認	pH
	戻し堆肥、菌の添加
	臭いセンサー(新コスモス電機(株)製XP-329ⅢR)測定値
	アンモニア濃度(検知管)
	メチルメルカプタン濃度(検知管)
	GC/MSによる定性試験

表3 ODP-GC/MS 測定条件

GC	Agilent 7890B
MS	Agilent 5977A
カラム	DB-WAX(30m×0.25mm, 0.25μm)
注入口	230(°C)
ガス	He
流量	1(mL/min)
昇温	40°C(2min)→10°C/min→230°C(5min)
モード	scan

表4 各施設の堆肥化概況

項目		施設A	施設B
調査年月日		平成28年2月15日	平成27年11月19日
苦情		ほとんど無	有
臭気	臭いセンサー測定値	(入口)約100 (内部)最大約540	(入口)約660 (内部)最大約1300
廃棄物の受入・保管	取扱品目	動植物性残さ、汚泥	動植物性残さ、汚泥、木くず、動物のふん尿等
	受入量	約14t/日	60~80t/日
	保管場所の有無	有	有
	通常保管期間	最長1週間	最長1週間
主原料	動植物性残さが占める割合	1割未満	2~3割
副資材	種類	バーク(細かい、比重0.24)	バーク(粗い、比重0.24)
混合物	廃棄物と副資材の比率	廃棄物：副資材=1：1	廃棄物：副資材=1：2~4
	比重	約0.35	約0.45
	水分	たまり水なし	床にたまり水
	大きさ・形状	細かい	粗い
堆肥化	堆肥化期間	4週間	3ヶ月
	堆積高(m)	2.3	3.5
	切返し	手動、週1回	手動、週1回
	通気	送風機	送風機
	菌の添加	有	有
	戻し堆肥	有	無

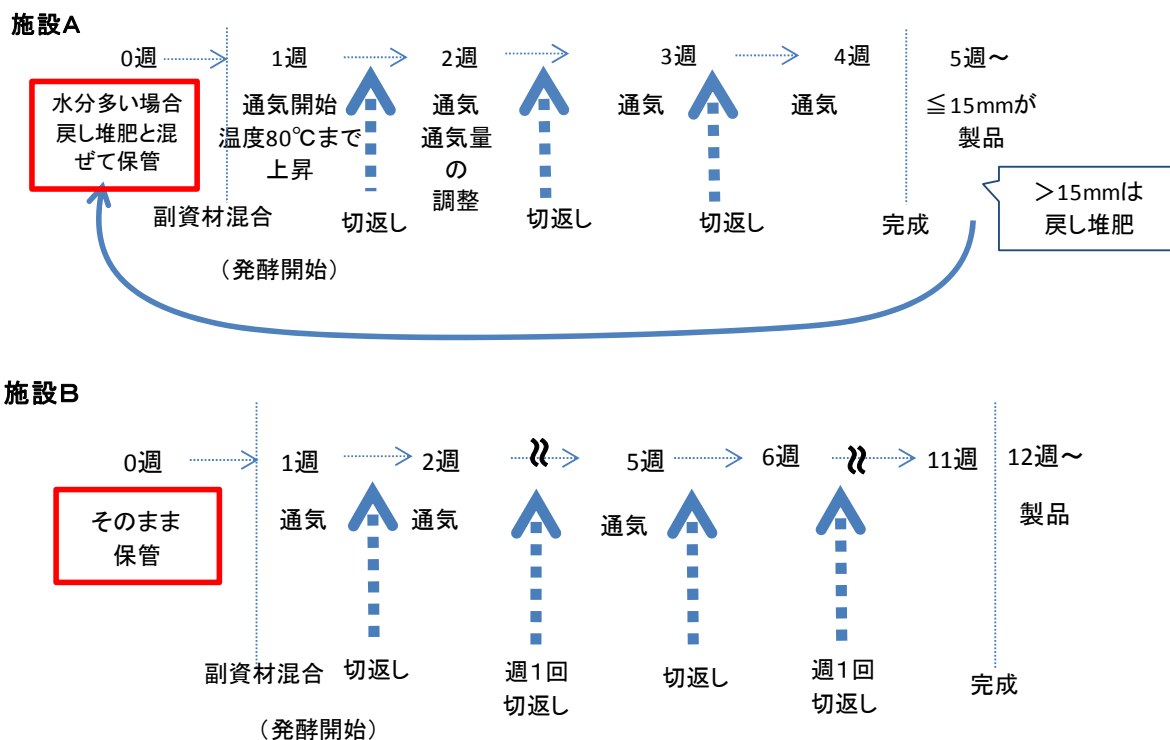


図1 各施設の堆肥化工程

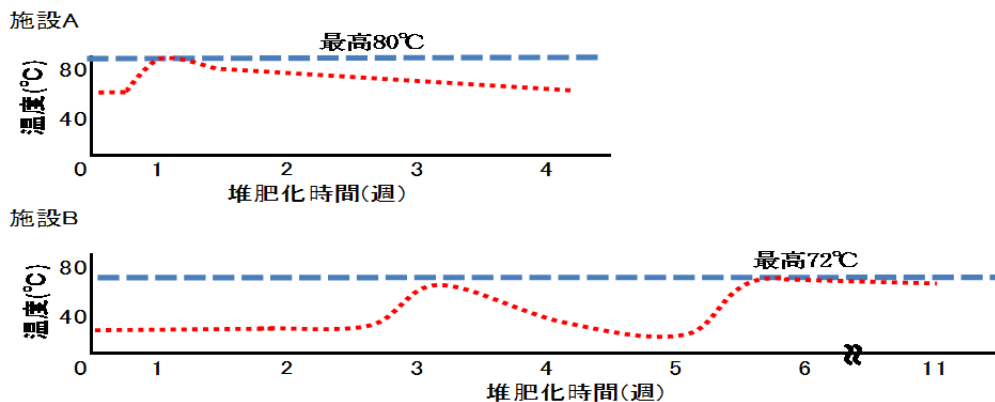


図2 各施設における堆肥化時間と温度

表5 原料混合後1週目及び4週目の状況

	施設 A		施設 B	
	1週目	4週目	1週目	4週目
温度(°C)	80	50	-	48
湿度(%)	80	-	64	85
pH	9	8	4	8
アンモニア*	24	5	-	ND
メチルメルカプタン*	ND	ND	ND	0.3

*単位：ppm、-：測定値なし

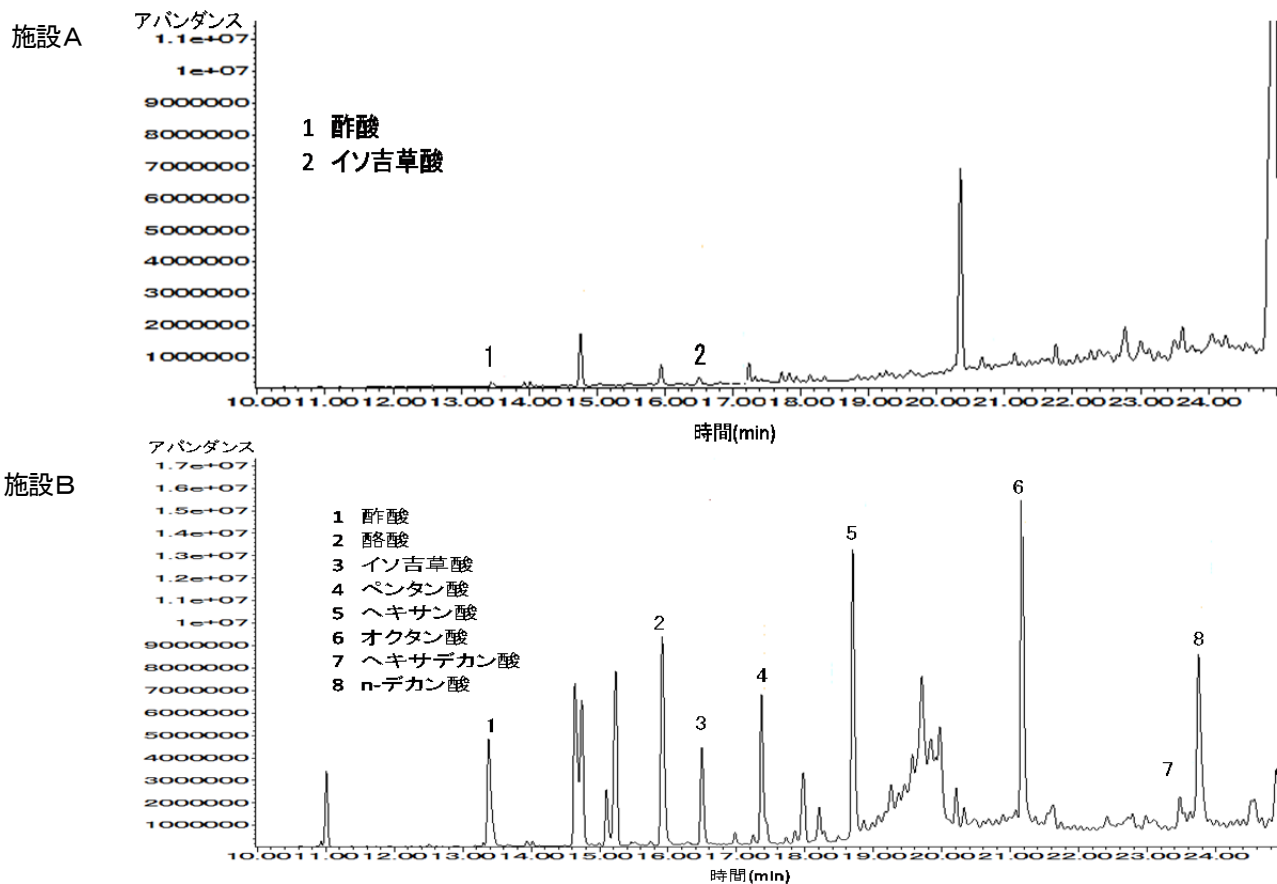


図3 各施設における臭気物質のトータルイオンクロマトグラム

志渡沢川の河川汚濁機構解明調査

水環境部

赤羽 則臣 野澤 剛 田村 博

要旨

環境基本法第 16 条の規定により、都道府県はそれぞれの水域の状況に応じ、水域類型を指定することとされており、その類型指定については、水利用の態様の変化等、事情の変更に応じ適宜見直すこととされている。

本調査では県が実施している環境基準水域類型指定の見直し作業において、調査の対象とされた志渡沢川水域について、汚濁源等を把握し将来の水質を予測した。

キーワード：志渡沢川、汚濁負荷量、BOD、将来予測、Streeter-Phelps 式

1 はじめに

栃木県は平成 28 年 3 月、水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準の水域類型指定の見直しを行った。

本調査は栃木県日光市を流れる志渡沢川について、流域の状況、現状水質、汚濁負荷量等の現状把握及び将来水質の予測を実施し、水域類型指定見直しのための資料とすることを目的として実施したものである。

2 調査方法

支川の流入位置を勘案し、流域を 5 ブロックに分け(図 1)、水質基点を志渡沢川本川に 4 点(A~D)設定し、以下のとおり調査を実施した。

2.1 現地調査

各ブロックの流入地点(支川の末流若しくはブロック内の最下流地点)及び本川の各水質基点において以下の項目について調査した。

流量、流速、BOD、水質基点 D までの距離及び流下時間

2.2 汚濁負荷量の算定

各ブロックの負荷量を平成 22 年国勢調査結果、平成 25 年栃木県観光客入込数・宿泊数推定調査結果、平成 25 年工業統計結果報告書等を基に生活系、観光系、産業系、面源系の 4 つに分け算定した。各負荷量の算出方法は表 1 に示すとおりである。

2.3 将来予測

流量、流速、汚濁負荷量等を用いて Streeter-Phelps 式により河川自浄係数、汚濁流達率を算出し、平成 32 年度を対象年として人口、下水道水洗化率、産業出荷額、観光客数の変化を勘案して環境基準点(D)における将来水質を予測した。

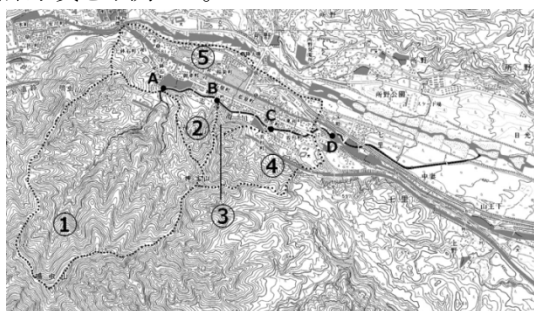


図 1 志渡沢川流域並びに水質基点の位置図

表 1. 汚濁負荷量の算定方法

定量化対象とする発生・排出源名		定量化方法	
点源	生活系	合併処理浄化槽	(し尿+雑排水)発生負荷量原単位×排出率 ×合併処理浄化槽人口
		単独処理浄化槽	{(し尿+雑排水)発生負荷量原単位×排出率 +(雑排水)発生負荷原単位}×単独処理浄化槽人口
		汲み取り	(雑排水)発生負荷量原単位×汲み取り人口
	産業系	水質汚濁防止法等対象	排水量×排水水質
その他		発生負荷量原単位×出荷額×排出率	
観光系	日帰り客	日帰り客発生負荷量原単位×排出率×日帰り客数	
	宿泊客	宿泊業に属する特定施設の排出負荷量	
営業系	-	家庭排水と同様とみなし、算定除外とする。	
面源	面源系	ブロック内人口 および面積	$L=0.06 \times QA$ L : 自然汚濁負荷量 (kg/日・km ²)、 QA : 平均比流量 (l/s・km ²)

3 調査結果

3.1 現地調査

現地調査によって得られた各水質基点での調査結果は表 2、各ブロックの流入地点の調査結果は表 3 のとおりであった。

表 2. 各水質基点の調査結果

水質基点	流量 (m ³ /s)	流速 (m/s)	BOD (mg/L)	基点Dまでの距離 (m)	基点Dまでの流下時間 (s)
A	0.082	0.47	0.18	1,923	4,844
B	0.068	0.35	0.17	1,334	3,406
C	0.073	0.54	0.22	739	2,071
D	0.140	0.17	0.76	-	-

表 3. 各ブロックの流入地点の調査結果

ブロック	流入流量 (m ³ /s)	流入 BOD (mg/L)	基点Dまでの距離 (m)	基点Dまでの流下時間 (s)	人口	面積 (km ²)
1	0.082	0.18	1,923	4,844	0	2,348
2	-	-	1,336	3,412	41	0,222
3	0.005	0.19	741	2,077	64	0,135
4	-	-	370	1,037	503	0,401
5	0.071	1.24	206	577	2,461	0,984

3.2 汚濁負荷量の算出

各ブロック内の発生源別汚濁負荷量を表4及び図2に、汚濁負荷の割合を図3に示す。

表4. 発生源別汚濁負荷量(kg/年)

ブロック	生活系	産業系	観光系	面源系	計
1	0	0	0	1,182	1,182
2	32	22	6	112	172
3	49	35	9	68	161
4	0	0	0	202	202
5	1,895	1,546	1,049	495	4,986
計	1,976	1,603	1,065	2,059	6,703

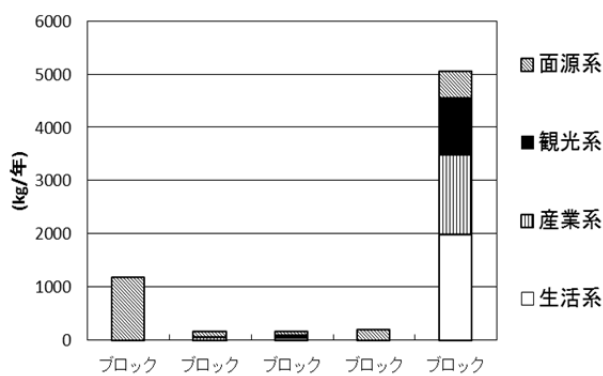


図2. ブロック別汚濁負荷量

ブロック1及び5の発生源負荷量が大きく、ブロック2、3及び4からの発生源負荷量はごく僅かであった。また、その割合はブロック1では面源系負荷が100%を占め、市街地のブロック5は生活系、産業系、観光系の負荷が大きい結果となった。なお、ブロック4は流入支川がないため面源系のみとなっている。

流域全体では図3に示すとおり、生活系及び観光系で47%と汚濁負荷のほぼ半分を占め、産業系は24%であった。

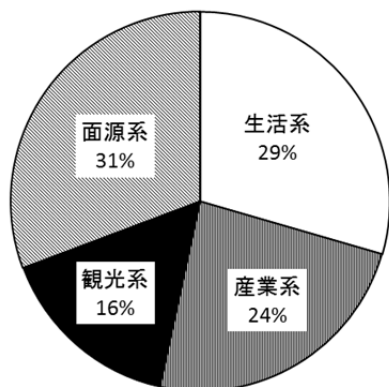


図3. 発生源別汚濁負荷量割合

3.3 解析

3.3.1 汚濁流達率及び河川自浄係数

各ブロックにおける汚濁負荷量と流入水の実測値から汚濁流達率は表5のとおり算出され、河川自浄

係数は0.0583h⁻¹と算出された。

表5. 各ブロックにおける流達率

ブロック	流達率
1	0.392
2	0.182 ^{D)}
3	0.182
4	0.182 ^{D)}
5	0.550

1) 調査時ブロック2、4からは流入水がなかったため、地理的要因が類似しているブロック3の流達率を使用した。

3.3.2 水質予測式の再現性検証

3.3.1で得られた汚濁流達率と河川浄化係数を用いて、Streeter-Phelpsの式により、各水質基点におけるBOD値を算出し、それらの値と実測値とを比較することにより再現性の検証を行った。その結果を表6に示す。全ての水質基点で実測値と計算値の乖離が±30%未満であり、水質予測式の再現性は良好であったため、流達率の補正は行わないこととした。

表6. 各水質基点における再現性の検証結果

水質基点	実測値 (mg/L)	計算値 (mg/L)	実測値と計算値の乖離 (%)
A	0.18	0.18	±0
B	0.17	0.21	+24
C	0.22	0.20	-9
D	0.76	0.72	-5

3.3.3 環境基準点(筋違橋)の負荷量

各ブロックの発生源から発生した汚濁負荷が環境基準点である筋違橋(水質基点D)に到達した時点での負荷の割合を図4に示す。ブロック5からの負荷量が全体の84.2%を占めており、次いでブロック1の13.3%となっている。

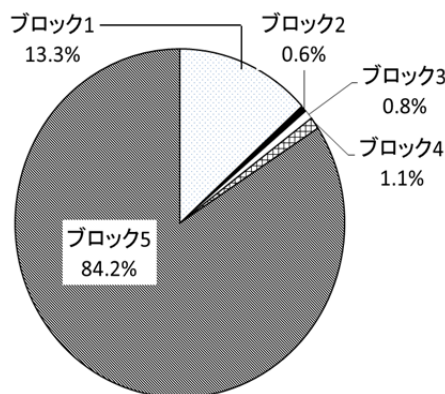


図4. 筋違橋(水質基点D)におけるブロック負荷量の割合

また、発生源別の割合は図5に示すとおりであり、生活系と観光系で約半分を占め、産業系の影響は全体の約1/4であった。

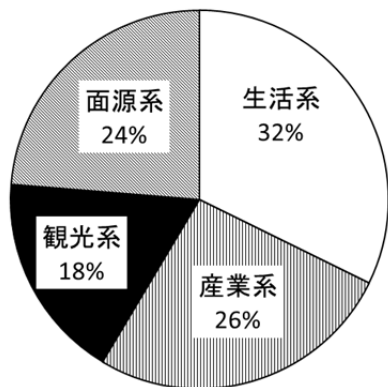


図5. 筋違橋（水質基点D）における汚濁負荷量の割合

4 将来水質の予測

平成32年時点の志渡淵川の水質を人口、下水道普及率、工業出荷額、観光客数が以下のとおり変化するものとして予測した。

(1) 人口

各ブロックの将来人口は平成32年度推計人口¹⁾と日光市の現在の人口の比と同じ比で変化するものとする。この想定での各ブロックの現在の人口及び将来人口は表7に示すとおりとなる。

表7. ブロック別平成27年人口及び平成32年推定人口

ブロック	平成27年	平成32年
1	0	0
2	41	39
3	64	61
4	503	476
5	2,461	2,328

(2) 下水道水洗化率

近年の下水道水洗化率の推移を加味して平成27年度から平成32年度にかけて対象水域の水洗化率が2%上昇し、94%になる。

(3) 工業出荷額

日光市産業振興ビジョン³⁾において日光市は市民一人当たりの総生産額を平成30年度までに平成18年度比20%増加することを目標としている。そこで、工業出荷額は平成30年度に平成18年度比で20%増加し、その後平成32年度までは横ばいで推移するものとする。この想定での産業中分類別工業出荷額は表8に示すとおりとなる。なお、平成27年度時点で目標値に達しているものはそのまま推移するとした。

表8. 産業中分類別工業出荷額(百万円)

中分類	平成27年	平成32年
食料品	34,555	34,555
飲料・たばこ	999	1,263
木材	2,698	2,698
家具	932	1,054
パルプ・紙	1,914	2,172
印刷	329	434
化学	132,589	132,589
プラスチック	2,464	2,464
窯業・土石	4,164	5,034
非鉄	98,721	140,539
金属	12,717	16,928
一般機械器具製造業	4,060	21,916
電子部品	24,300	24,300
電気機械	18,213	18,213
情報機械	1,609	4,022
輸送機械	803	1,826
その他	2,887	3,511
計	343,952	413,518

(4) 観光客数

宿泊観光客数および日帰り観光客数は、日光市産業振興ビジョンにおける平成30年度の目標値まで増加し、その後平成32年度まで横ばいで推移するものとする。この想定でのブロック別の日帰り客数及び宿泊客数を表9に示すとおりとなる。

表9. ブロック別平成27年観光客数及び平成32年推定観光客数

ブ ロ ッ ク	H27 観光客数		H32 推計観光客数	
	日帰り客 (人/日)	宿泊客 (人/日)	日帰り客 (人/日)	宿泊客 (人/日)
1	0	0	0	0
2	34	9	44	12
3	53	14	75	20
4	414	107	592	157
5	2,029	522	2,897	770

以上の想定で各ブロックにおける負荷量を算出すると、表10に示すとおりとなる。

また、算出した汚濁負荷量を基に平成32年時点の水質を予測した結果を表11に示す。

表 10. ブロック別負荷量予測値(kg/年)

ブロック	平成32年				
	生活系	産業系	観光系	面源系	計
1	0	0	0	1,182	1,182
2	22	21	6	112	161
3	35	33	10	68	146
4	0	0	0	202	202
5	1,344	1,486	1,427	495	4,753
計	1,402	1,540	1,443	2,059	6,444

表 11. 各水質基点の現況水質と平成 32 年予測水質

水質基点	BOD (mg/L)	
	平成 27 年	平成 32 年
A	0.18	0.18
B	0.17	0.22
C	0.22	0.22
D(筋違橋)	0.76	0.70

環境基準点の筋違橋の水質は調査時点の 0.76mg/L から 0.70mg/L へと良好となると予想された。

5 参考資料

- 1) 日本の地域別将来推計人口－平成 22(2010)年から平成 52(2040)年－(国立社会保障・人口問題研究所 平成 25 年 3 月推計)
- 2) 日光市産業振興ビジョン(日光市平成 21 年 9 月)

平成 25～27 年度有害大気汚染物質モニタリング調査結果

大気環境部

齋藤 由実子 石原島 栄二 船渡川 茂¹
 舘野 雄備² 篠崎 絵美 島津 真輝³
 (¹都市整備課、²工業振興課、³元公害研究嘱託員)

1 はじめに

有害大気汚染物質については、平成8年の大気汚染防止法改正により「継続的に摂取される場合には人の健康を損なうおそれがある（長期毒性を有する）物質で大気の汚染の原因となるもの」と定められている。そのうち、健康リスクがある程度高いと考えられる22物質が、優先取組物質として選定された。

栃木県は、平成9年10月から「有害大気汚染物質モニタリング指針」¹⁾に基づき、県内における有害大気汚染物質モニタリング調査を開始した。その後、平成22年10月の中央環境審議会大気環境部会の「今後の有害大気汚染物質対策のあり方について（第九次答申）」を受け、優先取組物質が23物質に見直され、ヒ素及びその化合物に係る指針値が設定された。また、「大気汚染防止法第22条の規定に基づく大気の汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準」が改正されたことを踏まえ、測定地点及び対象物質の見直しが行われた。優先取組物質のうち、ダイオキシン類を除く22物質が測定対象となり、そのうち「クロム及び三価クロム化合物」並びに「六価クロム化合物」は「クロム及びその化合物」として従来通り測定することから、実質的に21物質について調査を実施することとなった。

最近では、平成26年4月の「今後の有害大気汚染物質対策のあり方について（第十次答申）」を受け、マンガン及びその化合物について指針値が設定された。

本県においては、平成25年度はこれまでの地点において、また平成26年度からは測定地点の区分として新設された「全国標準監視視点」として3地点、「地域特設監視視点」として3地点の計6地点において調査している。

本報は、平成25～27年度の結果をとりまとめたものである。

2 調査概要

2.1 調査地点

平成25年度は、前年度までと同様に一般環境2地点、固定発生源周辺2地点（長期モニタリング1地点、短期モニタリング1地点）、道路沿道1地点の計5地点で調査を実施した。平成26年度以降は、全国標準監視視点3地点（一般環境2地点、固定発生源周辺1地点）、地域特設監視視点3地点（固定発生源周辺3地点）の、計6地点で実施した。平成26年度以降の調査地点を図1に、調査地点の変遷詳細を表1に示す。

2.2 調査期間

平成25年4月～平成28年3月の3年間
 原則として月1回、24時間サンプリングを行った。

2.3 調査対象物質

- (1) 揮発性有機化合物 (VOCs) : 12 物質
 アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン、ジクロロメタン、テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、1,3-ブタジエン、ベンゼン、塩化メチル、トルエン、酸化エチレン
- (2) 重金属類 : 6 物質
 ニッケル化合物(ニッケル)、ヒ素及びその化合物(ヒ素)、ベリリウム及びその化合物(ベリリウム)、マンガン及びその化合物(マンガン)、クロム及びその化合物(クロム)、水銀及びその化合物(水銀)
- (3) 多環芳香族炭化水素 : 1 物質
 ベンゾ[a]ピレン
- (4) アルデヒド類 : 2 物質
 アセトアルデヒド、ホルムアルデヒド

2.4 試料採取及び分析方法

調査項目及び分析方法を表2に示す。分析は「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」²⁾に準拠した。

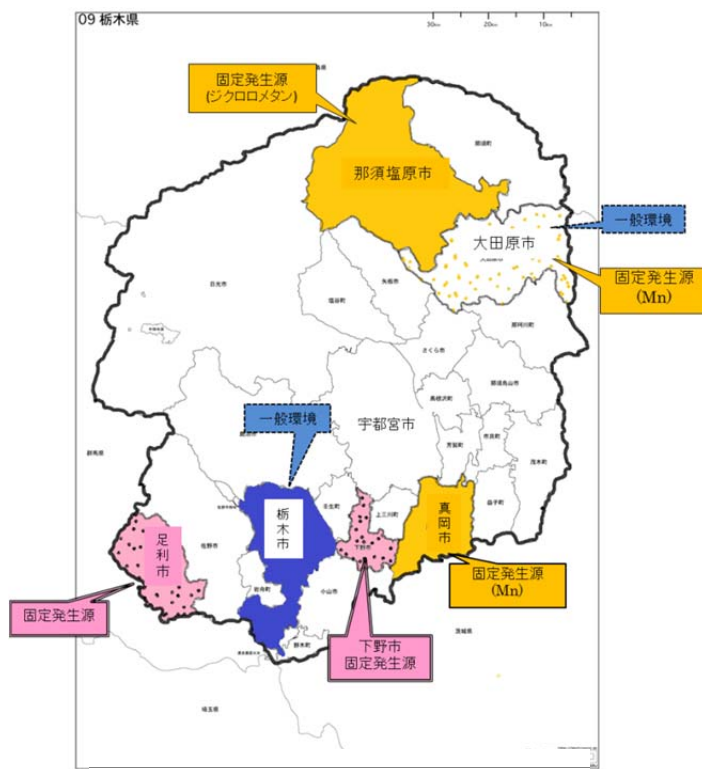


図1 調査地点

表1 調査地点の変遷

年度	一般環境		固定発生源(長期モニタリング)	固定発生源(短期モニタリング)	道路沿道
25	大田原市 (県那須庁舎)	栃木市 (栃木市水道庁舎)	真岡市 (真岡市立長田小学校)	小山市 (県南健康福祉センター)	栃木市 (平柳町交差点局)

年度	全国標準監視地点			地域特設監視地点		
	一般環境		固定発生源(全項目)		固定発生源(限定項目)	
26	大田原市 (県北健康福祉センター)	栃木市 (栃木市水道庁舎)	足利市 (河南消防署南分署)	下野市 (石橋高校)	大田原市 (野崎中学校)	那須塩原市 (下井口公民館)
27					真岡市 (長沼中学校)	

表2 調査項目及び採取分析方法

分類	物質	サンプリング方法 分析方法
揮発性 有機化合物 (VOC)	塩化ビニル 1,3-ブタジエン アクリロニトリル ジクロロメタン クロロホルム 1,2-ジクロロエタン ベンゼン トリクロロエチレン テトラクロロエチレン 塩化メチル トルエン	キャニスター捕集法 大気濃縮装置による GC-MS法
	酸化エチレン	固体捕集管法 GC-MS法
多環芳香族類 (PAHs)	ベンゾ[a]ピレン	石英フィルター捕集法 HPLC法
アルデヒド類	ホルムアルデヒド アセトアルデヒド	固相捕集法 HPLC法
重金属類	ニッケル化合物 ベリリウム及びその化合物 マンガン及びその化合物 クロム及びその化合物 ヒ素及びその化合物	石英フィルター捕集法 ICP-MS法
	水銀及びその化合物	金アマルガム捕集法 加熱気化原子吸光法

3 調査結果及び考察

3.1 長期モニタリング調査

3.1.1 長期モニタリングの概要

物質別の調査結果を表3に示す。

環境基準が設定されている8物質及び指針値が設定されている5物質については、全物質ともそれぞれの基準値または指針値を下回る濃度であった。

3.1.2 揮発性有機化合物 (VOCs)

アクリロニトリル、1,3-ブタジエン及びベンゼンについては、いずれも平成25年度は道路沿道である栃木市(平柳町交差点局)で、平成26及び27年度は下野市で、それぞれ平均濃度の値が最も高く、平成27年度の1,3-ブタジエンを除き大田原市で値が最も低かった。なお、平成27年度の1,3-ブタジエン濃度は、一般環境の栃木

市が最も低かった。アクリロニトリルについては、平成25年度は栃木市(平柳町交差点局)以外の地点で、また平成26年度は大田原市以外の地点でほぼ同程度の濃度であったが、平成27年度は地点間の濃度差が大きくなり、大田原市、栃木市、足利市、そして下野市の順で顕著に濃度が高くなっていった。1,3-ブタジエンの平成25から27年度の各平均値、並びにベンゼンの平成25及び26年度平均値は、それぞれ最高値を示した地点以外でほぼ同程度の濃度であったが、ベンゼンの平成27年度平均値は、アクリロニトリルほど顕著ではないものの、同様な傾向を示していた。

また他の揮発性有機物質の濃度についても、各年度における平均値は、塩化メチル及びトルエンを除き大田原市が最も低いか、またはクロロホルムまたは1,2-ジクロロエタンのように全地点ともに同程度であったかのいずれかであった。なお、平成25年度におけるクロロホルム、1,2-ジクロロエタン及び後述するジクロロメタンの濃度は、短期モニタリング地点である小山市も含めた5地点全てで、同程度の平均濃度を示していた。

塩化ビニルモノマーの平均濃度は、一般環境の栃木市(栃木市水道庁舎)において高めの値であった。なお、平成25年度については栃木市(栃木市水道庁舎)以外の3地点の濃度が同程度であったが、平成26及び27年度は、足利市及び下野市の濃度が栃木市の濃度に近づいていた。

テトラクロロエチレン及びトリクロロエチレンは、いずれも、平成25年度は道路沿道地点の栃木市(平柳町交差点局)で、平成26及び27年度は足利市で、それぞれ濃度が高かった。テトラクロロエチレンは、平成25年度の一般環境の栃木市(栃木市水道庁舎)でも高めの濃度を示した。平成26及び27年度は、足利市に加えて、栃木市及び下野市でも高めとなっていたが、これら3地点間の濃度差は小さかった。一方トリクロロエチレンは、テトラクロロエチレンと比較して、地点間の濃度差が大きく、平成25年度は、第二位から栃木市(栃木市水道庁舎)、真岡市の順であり、平成26及び27年度は、同様に栃木市、下野市の順であった。

ジクロロメタンについては、平成25年度は各地点とも同程度の平均濃度であったが、平成26年度以降モニタリングを開始した地域特設監視地点である那須塩原市で高い値となっていた。平成26年度は、那須塩原市以外の地点では概ね同程度の濃度であった。平成27年度は、足利市では比較的大きな幅で、下野市及び栃木市では若干濃度が上昇したため、地点間の濃度差が生じていた。

塩化メチルの平均濃度は、平成25年度の平均濃度が、栃木市の一般環境及び道路沿道のいずれの地点においてもやや高めであり、大田原市及び真岡市ではやや低かった。平成26年度には栃木市と下野市で、平成27年度にはさらに足利市も加えて高めとなり、それらの地点間では同程度の濃度となった。

トルエンは、平成25年度の濃度が全地点において、概ね同程度であった。平成26年度は足利市と下野市の濃度が同程度に高くなり、平成27年度には足利市の濃度が低下した一方、下野市の濃度は上昇した。なお、平成26年度の大田原市と栃木市並びに平成27年度の大田原市、栃木市及び足利市の平均濃度は、それぞれ比較的近い濃度であったが、値としてはいずれの年度も栃木市が最も低い値であった。

酸化エチレンは一般環境である大田原市及び栃木市の2地点でモニタリングを実施しているが、平成25から27年度いずれにおいても、平均濃度は栃木市の方がやや高めであった。

1,3-ブタジエンの平成25年4月から平成28年3月までの経月変化を図2に示す。各地点とも月毎の増減はあるものの、冬季に濃度が高くなる傾向がみられた。固定発生源周辺に区分される足利市及び下野市と、道路沿道に区分された栃木市(平柳町交差点局)は特にこの傾向が顕著にみられた。1,3-ブタジエンは移動発生源からの寄与が大きく、冬季には大気逆転層が起こるため拡散しにくいことが影響していると考えられる。なお、VOCについては、顕著な季節変動はみられなかった。

3.1.3 重金属類

ニッケルは、平成25年度の平均濃度が短期モニタリング地点の小山市も含めて、5地点ともほぼ同程度の濃度であった。平成26及び27年度は、栃木市、足利市及び下野市の濃度が概ね同程度であり、大田原市の濃度は低かった。

ヒ素は、平均濃度が平成25年度に道路沿道の栃木市(平柳町交差点局)で高めであったが、それ以外の地点は同程度であった。平成26年度に下野市で高めの値となるとともに、大田原市、栃木市及び足利市においても濃度が前年度よりも上昇し、下野市を除く3地点は同程度の濃度となった。平成27年度になると、下野市を除いて平均濃度がやや低下し、栃木市及び足利市が同程度、大田原市で低めの濃度となった。

バリリウム、マンガン及びクロムについても、平成25年度に道路沿道の栃木市(平柳町交差点局)で高めの濃

度であり、続いて真岡市と栃木市(栃木市水道庁舎)とが同程度であった。平成26及び27年度では、大田原市以外の3地点は同程度の濃度であった。マンガンは、平成26年度では特設監視地点である大田原市(野崎中学校)で、平成27年度では足利市で最も濃度が高かった。平成27年度の真岡市の特設監視地点のマンガン濃度は、栃木市及び下野市と同程度であった。また平成25年度におけるクロムの濃度は、真岡市、次いで栃木市の順であり、平成26及び27年度は、発生源周辺である足利市または下野市の濃度が高く、次いで栃木市の順であった。

なお、バリリウム、マンガン及びクロムについては、いずれの年度においても大田原市(一般環境)が最も低い値であった。

水銀は、平成25年度の真岡市でやや濃度が低かったことを除き、平成25から27年度までを通じて、短期モニタリング地点も含めてほぼ同程度の濃度を示していた。さらに、各年度の平均値についても、 $1.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ から $2.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ と地点間及び年度間の差が小さかった。

3.1.4 多環芳香族炭化水素(ベンゾ[a]ピレン)

ベンゾ[a]ピレンは、平成25年度の平均濃度が短期モニタリング地点(小山市)も含めた全5地点で、概ね同程度の濃度であった。平成26年度は発生源周辺2地点が変更され、また道路沿道地点が廃止されたが、変更された後の下野市の濃度が高めであったことを除けば、残りの3地点はやはり同程度の濃度であった。平成27年度は、栃木市を除き平成26年度よりも各地点で濃度が低下したが、栃木市は大田原市よりも、また下野市は足利市よりも高めであった。なお、栃木市(栃木市水道庁舎)は平成25から27年度までにわたり、平均濃度は上昇傾向であった。

3.1.5 アルデヒド類

アセトアルデヒドは、平成25年度においては短期モニタリング地点も含めた全地点で同程度の濃度であったが、平成26及び27年度では発生源周辺である下野市において高めの濃度となり、それ以外の地点は同程度の濃度であった。

ホルムアルデヒドは、平成25から27年度までを通じて、一般環境である大田原市及び栃木市(栃木市水道庁舎)以外の地点でやや濃度が高く、一般環境との濃度差がみられた。ただし、平成26年度はその差が比較的小さかった。

図3にホルムアルデヒド、図4にアセトアルデヒドの経月濃度変化を示す。ホルムアルデヒドは平成27年8月の足利市を除いて、夏季(7-9月)に濃度が高くなる傾向がみられ、アセトアルデヒドも同じような傾向が見られた。

3.2 短期モニタリング調査

短期モニタリング調査は、小山工業団地を含む周辺事業所の影響を受けると考えられる地域の実態を把握するために、県南健康福祉センターを調査地点に設定した。

固定発生源周辺における短期モニタリング調査結果及び平成22年度に実施した同地点での結果比較を表4に示す。

全ての物質において、平成25年度の年平均値及び最大値は共に環境基準値又は指針値以下であった。塩化メチルとトルエンの年平均値はそれぞれ $2.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 及び $8.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、いずれの物質も全国平均値 ($1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 及び $7.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) よりもやや上回っていた。

平成25年度 PRTR データ³⁾より、トルエンの大気への届出排出量は栃木県全体で 1,767t/年であり、このうち小山市における届出排出量は 75t/年と全体の 4.2%を占めていた。小山市におけるトルエンの届出事業所は 34か所あり、上位8事業所のうち6か所は、測定地点のおおよそ 3km 以内に位置する。表4よりトルエンの大気中濃度は $2.5 \sim 16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と、測定対象の VOC 成分の中で最も濃度が高く、固定発生源の影響が示唆された。

塩化メチルは県内の届出排出量は 590t/年であるが、小山市に届出排出事業所はないことから、届出外排出(規模未滿、対象業種外等)の寄与の可能性が示唆された。

平成22年度の同地点での年平均値と比較してみると、アクリロニトリル、ニッケル、マンガン、クロムは平成22年度の方が高く、塩化ビニルモノマーは平成25年度の方が濃度が高く、それ以外の物質については同程度であった。

4 参考文献

- 1) 環境省大気保全局, 「有害大気汚染物質モニタリング指針」(平成9年2月12日付環大規第26号大気保全局長通知)
- 2) 環境省環境管理局大気環境課, 有害大気汚染物質測定方法マニュアル(平成23年3月改訂)
- 3) 経済産業省及び独立行政法人製品評価技術基盤機構, PRTR データ分析システム PRTR けんさくくん 2011年2月改版
- 4) 栃木県保健環境センター年報, 第19~20号, 2014~2015
- 5) 環境省, 平成22年度大気汚染状況について(有害大気汚染物質モニタリング調査結果報告), 平成24年2月24日

表3 長期モニタリング結果

物質	年度	一般環境						発生源周辺						道路沿道・栃木市(H25)			環境基準値及び指針値
		大田市			栃木市			真岡市(H25)、足利市(H26~H27)			短期(H25)、下野市(H26~H27)			ジクロロメタン・那須塩原市(H26-27)、 Mn:大田市(野崎 H26)、真岡市(H27)			
		平均	最大値	～ 最小値	平均	最大値	～ 最小値	平均	最大値	～ 最小値	平均	最大値	～ 最小値	平均	最大値	～ 最小値	
アクリロニトリル	25	0.044	0.13	0.0060	0.055	0.13	0.0060	0.047	0.15	0.0060	0.057	0.12	0.0060	0.061	0.15	0.0060	2
	26	0.020	0.054	0.0014	0.027	0.091	0.0014	0.027	0.068	0.0037	0.027	0.079	0.0014				
	27	0.023	0.11	0.0016	0.047	0.19	0.0016	0.065	0.17	0.0016	0.12	0.42	0.0016				
塩化ビニルモノマー	25	0.018	0.040	0.0060	0.029	0.057	0.0070	0.019	0.046	0.0060	0.021	0.052	0.0060	0.022	0.044	0.0060	10
	26	0.027	0.12	0.0013	0.055	0.28	0.0030	0.055	0.24	0.0030	0.035	0.18	0.0030				
	27	0.016	0.046	0.0017	0.028	0.087	0.0049	0.024	0.049	0.0020	0.021	0.051	0.0020				
クロロホルム	25	0.16	0.20	0.10	0.16	0.22	0.10	0.17	0.20	0.10	0.16	0.22	0.10	0.16	0.20	0.10	18
	26	0.15	0.23	0.077	0.16	0.24	0.096	0.15	0.24	0.077	0.15	0.23	0.086				
	27	0.18	0.22	0.12	0.18	0.21	0.14	0.19	0.24	0.12	0.18	0.20	0.15				
1,2-ジクロロエタン	25	0.12	0.22	0.061	0.11	0.21	0.057	0.12	0.21	0.061	0.11	0.19	0.057	0.11	0.19	0.055	1.6
	26	0.11	0.22	0.032	0.11	0.20	0.039	0.11	0.22	0.032	0.11	0.21	0.035				
	27	0.11	0.15	0.069	0.11	0.16	0.060	0.12	0.17	0.075	0.11	0.16	0.067				
ジクロロメタン	25	1.6	5.5	0.48	1.8	3.6	0.59	1.7	3.7	0.60	1.4	2.5	0.51	1.6	2.7	0.53	150
	26	1.4	3.2	0.59	1.5	2.8	0.59	1.6	4.0	0.59	1.3	2.6	0.66	5.7	19	0.55	
	27	1.4	4.2	0.50	1.9	6.2	0.78	3.1	4.2	1.2	2.1	3.9	1.1	6.8	16	0.79	
テトラクロロエチレン	25	0.063	0.13	0.020	0.11	0.13	0.020	0.078	0.18	0.020	0.094	0.15	0.020	0.13	0.25	0.020	200
	26	0.055	0.11	0.016	0.074	0.17	0.016	0.083	0.11	0.0092	0.073	0.14	0.028				
	27	0.072	0.14	0.0065	0.12	0.42	0.0077	0.15	0.34	0.077	0.13	0.31	0.052				
トリクロロエチレン	25	0.15	0.25	0.020	0.78	1.3	0.27	0.25	0.60	0.020	0.44	0.82	0.020	1.9	4.4	0.18	200
	26	0.18	0.53	0.029	0.72	1.1	0.098	1.4	3.9	0.31	0.24	0.79	0.057				
	27	0.24	0.22	0.092	1.1	3.7	0.25	2.2	0.24	0.092	0.36	0.20	0.095				
1,3-ブタジエン	25	0.077	0.23	0.0080	0.088	0.20	0.0080	0.098	0.23	0.0080	0.12	0.29	0.011	0.16	0.52	0.0080	2.5
	26	0.062	0.16	0.014	0.072	0.16	0.025	0.074	0.17	0.0090	0.11	0.27	0.020				
	27	0.085	0.30	0.005	0.069	0.21	0.005	0.091	0.39	0.0050	0.12	0.35	0.0050				
ベンゼン	25	0.84	1.5	0.45	0.88	1.6	0.53	1.0	1.8	0.56	1.0	1.6	0.59	1.2	1.9	0.68	3
	26	0.74	1.3	0.26	0.83	1.2	0.45	0.86	1.2	0.42	1.1	1.6	0.43				
	27	0.70	1.4	0.26	0.89	2.4	0.39	0.95	2.1	0.40	1.1	2.4	0.57				
酸化エチレン	25	0.069	0.13	0.029	0.087	0.18	0.040										-
	26	0.067	0.11	0.014	0.10	0.18	0.059										
	27	0.065	0.14	0.035	0.088	0.13	0.038										
塩化メチル	25	1.3	1.5	0.91	1.7	2.8	1.3	1.4	1.8	1.0	2.6	6.4	1.2	1.7	2.4	1.3	-
	26	1.3	1.5	0.90	1.8	2.3	0.93	1.3	2.0	0.91	1.9	6.3	1.2				
	27	1.4	1.7	1.2	2.1	3.9	1.4	1.9	3.7	1.4	2.3	4.4	1.3				
トルエン	25	5.3	16	1.4	4.5	7.9	1.1	5.3	19	4.4	8.4	16	2.5	5.9	8.5	1.8	-
	26	6.9	27	0.88	4.7	14	2.0	9.7	34	3.4	9.5	33	2.9				
	27	6.1	17	0.94	5.5	18	2.0	6.1	28	5.3	11	22	5.8				
ニッケル化合物	25	1.0	2.4	0.14	0.93	1.6	0.14	1.0	2.3	0.14	1.0	1.8	0.14	1.2	2.8	0.14	25
	26	0.72	1.1	0.28	1.4	4.2	0.24	1.6	4.7	0.12	1.8	3.2	0.79				
	27	0.71	1.5	0.11	1.8	4.2	0.62	1.6	2.9	0.11	1.9	4.0	0.11				
ヒ素及びその化合物	25	0.52	1.6	0.13	0.54	1.4	0.20	0.52	1.7	0.16	0.65	2.2	0.17	0.73	1.8	0.22	6
	26	0.85	1.4	0.28	0.75	1.5	0.34	0.76	1.7	0.30	0.90	3.0	0.25				
	27	0.50	0.98	0.0075	0.68	1.6	0.059	0.65	1.4	0.18	0.92	3.7	0.099				
ベリリウム及びその化合物	25	0.0094	0.022	0.0031	0.014	0.027	0.0068	0.015	0.032	0.0031	0.036	0.15	0.00080	0.028	0.050	0.0029	-
	26	0.019	0.069	0.0069	0.024	0.045	0.0094	0.024	0.050	0.0050	0.029	0.068	0.012				
	27	0.010	0.023	0.00055	0.019	0.037	0.0055	0.018	0.023	0.0021	0.020	0.044	0.0094				
マンガ及びその化合物	25	7.0	15	2.1	9.6	21	5.2	11	22	7.5	18	35	7.8	16	29	7.2	140
	26	11	23	2.8	14	24	5.3	17	26	5.5	19	35	11	25	54	5.2	
	27	7.7	17	2.5	13	23	3.6	19	37	2.5	16	30	9.2	14	29	5.5	
クロム化合物	25	1.0	2.2	0.28	1.4	2.7	0.30	1.6	3.0	0.30	2.3	6.4	0.30	2.3	3.5	0.30	-
	26	1.5	3.0	0.40	1.9	4.8	0.40	2.3	4.7	0.70	2.6	4.5	1.0				
	27	1.9	4.0	0.10	2.1	4.1	0.075	2.9	6.1	0.075	2.7	4.7	0.075				
水銀及びその化合物	25	2.1	3.4	1.4	2.1	3.8	1.3	1.5	2.0	1.1	2.0	3.1	1.4	1.7	2.4	1.1	40
	26	2.3	4.0	1.6	1.8	2.7	1.2	1.8	2.4	1.4	1.9	4.6	1.3				
	27	2.1	4.1	1.4	2.0	2.9	1.5	2.0	2.9	1.4	2.2	4.8	1.4				
ベンゾ[a]ピレン	25	0.19	0.39	0.038	0.18	0.34	0.033	0.23	0.81	0.031	0.21	0.63	0.038	0.22	0.45	0.047	-
	26	0.19	0.88	0.040	0.21	0.52	0.076	0.17	0.35	0.051	0.27	1.1	0.095				
	27	0.12	0.31	0.021	0.23	0.96	0.038	0.14	0.52	0.030	0.22	0.74	0.033				
アセトアルデヒド	25	1.2	2.1	0.53	1.3	2.7	0.61	1.3	2.2	0.59	1.5	2.4	0.75	1.5	2.6	0.82	-
	26	1.3	3.3	0.55	1.5	3.0	0.67	1.3	2.9	0.59	1.7	2.9	0.77				
	27	1.0	2.1	0.66	1.2	2.3	0.63	1.0	2.5	0.16	1.9	2.4	1.2				
ホルムアルデヒド	25	2.1	4.2	0.74	2.1	4.6	0.79	2.6	6.7	1.1	2.6	5.1	1.0	2.9	5.1	1.2	-
	26	2.7	7.1	0.95	2.7	5.8	0.89	3.0	6.2	0.95	3.0	5.8	1.2				
	27	1.8	4.8	0.90	2.0	5.2	0.74	2.4	5.0	0.69	2.9	5.7	1.5				

単位：ng/m³（重金属及びベンゾ[a]ピレン）
μg/m³（その他）

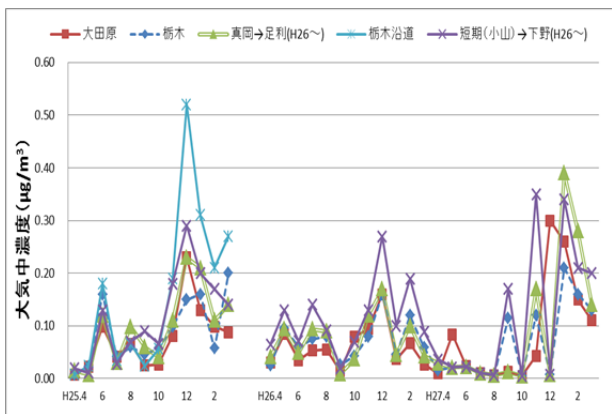


図2 1,3-ブタジエン経月濃度変化

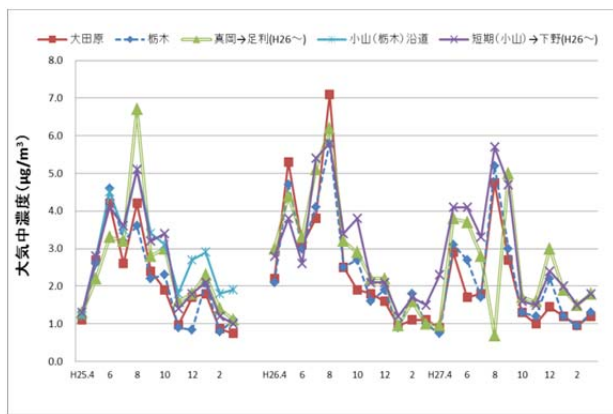


図3 ホルムアルデヒド経月濃度変化

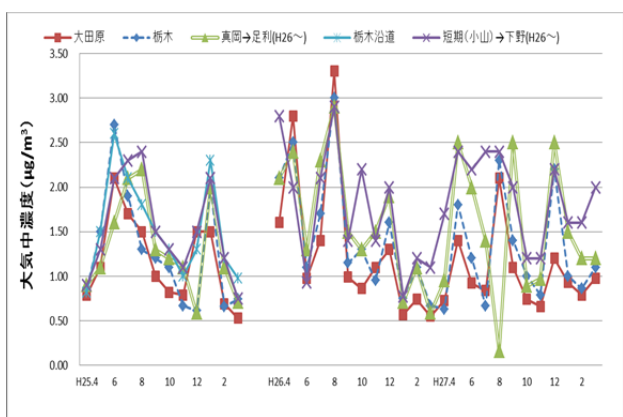


図4 アセトアルデヒド経月濃度変化

表4 短期モニタリング結果

物質	H25 小山(県南健康福祉センター)				全国平均 (発生源周辺)	H22 小山(県南健康福祉センター)				環境基準値 及び 指針値
	平均	最大値	～	最小値		平均	最大値	～	最小値	
アクリロニトリル	0.057	0.12		0.0060	0.11	0.11	0.21	0.044	0.14	2
塩化ビニルモノマー	0.021	0.052		0.0060	0.054	0.0073	0.027	0.0026	0.14	10
クロホルム	0.16	0.22		0.10	0.28	0.13	0.32	0.048	0.24	18
1,2-ジクロロエタン	0.11	0.19		0.057	0.21	0.10	0.30	0.055	0.21	1.6
ジクロロメタン	1.4	2.5		0.51	1.8	1.2	2.8	0.21	1.9	150
テトラクロロエチレン	0.094	0.15		0.020	0.16	0.083	0.18	0.016	0.18	200
トリクロロエチレン	0.44	0.82		0.020	0.75	0.42	1.0	0.028	0.54	200
1,3-ブタジエン	0.12	0.29		0.011	0.15	0.12	0.38	0.011	0.16	2.5
ベンゼン	1.0	1.6		0.59	1.2	0.86	1.9	0.36	1.2	3
酸化エチレン					0.11					-
塩化メチル	2.6	6.4		1.2	1.6	塩化メチル及びトルエンは				-
トルエン	8.4	16		2.5	7.3	H23年度から調査実施				-
ニッケル化合物	0.96	1.8		0.14	6.5	1.3	3.5	0.19	5.3	25
ヒ素及びその化合物	0.65	2.2		0.17	3.0	0.62	1.3	0.057	2.0	6
バリウム及びその化合物	0.036	0.15		0.00080	0.028	0.044	0.23	0.0061	0.038	-
マンガン及びその化合物	18	35		7.8	36	22	44	9.6	37	-
クロム化合物	2.3	6.4		0.30	6.7	3.2	7.7	0.16	7.5	-
水銀及びその化合物	2.0	3.1		1.4	2.1	1.8	2.5	1.4	2.0	40
ベンゾ[a]ピレン	0.21	0.63		0.038	0.36	0.23	0.69	0.022	0.31	-
アセトアルデヒド	1.5	2.4		0.75	2.0	1.8	3.5	0.56	1.9	-
ホルムアルデヒド	2.6	5.1		1.0	2.5	2.9	6.6	0.99	2.4	-

単位：ng/m³ (重金属及びベンゾ[a]ピレン)、µg/m³(その他)

栃木県における環境放射能測定結果 —福島第一原子力発電所事故の影響について—

大気環境部 齋藤 由実子 石原島 栄二
荒川 涼¹⁾ 小平 智之²⁾ 大塚 香穂里
島津 真輝³⁾ 渡邊 裕子³⁾

(¹ 地球温暖対策課、² 廃棄物対策課、³ 元公害研究嘱託員)

1 はじめに

平成23年3月11日の東日本大震災の影響により、福島第一原子力発電所において津波による浸水、電源喪失が発生した。翌12日に1号機水素爆発、14日に3号機水素爆発、15日に2号機格納容器損傷及び4号機水素爆発と、連鎖的に事故(以後「原発事故」という。)が発生した。栃木県は原子力発電所が設置されている県の隣接県として平常時から実施している環境放射能水準調査に加え、国の指示による緊急時調査並びに県独自の放射能調査も実施した。

原発事故から5年が経過することから、事故の影響について検証し、平常時との比較検討をするために、放射能の推移等をまとめたので、その結果を報告する。

2 調査項目及び方法

2.1 平常時調査

2.1.1 調査方法の概要

各試料の採取及び測定は、文部科学省による「環境試料採取法」、「全β放射能測定法」、「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」及び、原子力規制庁による「放射能測定調査委託実施計画書」に基づき、栃木県保健環境センター(宇都宮市)において実施した。

2.1.2 定時降水

雨水採取装置(当センター屋上に設置)により、降雨があった日ごとに、午前9時に雨水を採取し、その100mL(100mLに満たない場合は全量)を加熱濃縮・乾固し、ベータ放射能自動測定装置(日立アロカメディカルJDC-163(GM式)またはJDC-5200(プラスチックシンチレータ式))により全β放射能を測定した。採取装置を図1



図1 定時降水



図2 降下物

に示す。

2.1.3 空間放射線量率(以下、「空間線量率」という。)

全期間を通して、モニタリングポストで測定した各月の空間線量率の変動幅及び平均値を測定した。

なお本県では、原発事故発生以前は、モニタリングポストは当センター屋上に設置された1台(MAR-21)のみであったが、平成24年4月7日よりモニタリングポストの増設とともにオンライン化され、既設モニタリングポストの他、県内8か所の測定地点である子ども総合科学館(宇都宮市)、安蘇庁舎(佐野市)、県東環境森林事務所(日光市)、小山庁舎(小山市)、県東環境森林事務所(真岡市)、那須塩原市役所、那須町役場、馬頭図書館(平成26年12月に那珂川町山村開発センターから移設)の計9地点において空間線量率を自動測定している。なお、オンライン化とともに、当センターのモニタリングポストを、日立アロカメディカル(株) MAR-22に更新し、新設のモニタリングポストには、いずれも東芝放射線テクノサービス(株) D6000UM-DR(R1000D)を用いた。

2.1.4 ゲルマニウム半導体核種分析装置(セイコー・イージーアンドジー-ORTEC GEM15またはORTEC GEM25-70以下、「Ge検出器」という。)を用いた環境試料の核種分析

2.1.4.1 大気浮遊じん

当センター屋上にて毎月3日間、それぞれ1,720m³の大気に相当する浮遊じんをハイボリュームエアサンブラを用いてろ紙に採取し、四半期ごとに15,000m³程度の大気量に相当する浮遊じんをまとめ、Ge検出器で70,000秒間測定した。

2.1.4.2 降下物

当センター4階渡り廊下に設置した、内径79.8cm(受水面積5,000cm²)の大型水盤により毎月1か月分の雨水を採取し、その全量を加熱濃縮した後、Ge検出器で70,000秒間測定した。採取に用いる装置を図2に示す。

2.1.4.3 上水・蛇口水

当センターにおいて、上水を毎年6月に100L採取し、加熱濃縮後、Ge検出器で70,000秒間測定した。

2.1.4.4 土壌

日光市において、コアサンプラーで上層(地表下0~5cm)と下層(地表下5~20cm)の土壌を数kgずつ採取した。これらを乾燥した後、2mmのふるいを通し均一になるように一定量を分取し、それぞれGe検出器で70,000秒間測定した。採取及び前処理の様子を図3に示す。

2.1.4.5 精米・牛乳

精米及び牛乳はそれぞれ2Lマリネリ容器にとり、Ge

検出器で70,000秒間測定した。なお、精米は宇都宮市、牛乳は那須塩原市において採取した。

2.1.4.6 野菜（根菜及び葉菜）

毎年、根菜及び葉菜の中からそれぞれ1種類ずつ、いずれも宇都宮市で採取したものを、それぞれ約5kgとり、細切、定温乾燥機（105℃）で乾燥後、電気炉（450℃、24時間）で灰化し、Ge検出器で70,000秒間測定した。前処理の様子を図4(A)～(C)に示す。

2.2 緊急時調査

2.2.1 概要

平成23年3月11日の東日本大震災による福島第一原子力発電所における事故発生を受けて、以下のとおりモニタリングを強化し、空間線量率、上水及び降下物の放射能を測定した。

2.2.2 空間線量率

モニタリングポストにより、毎時間ごとの空間線量率を測定した。

2.2.3 上水及び降下物の放射能



図3 土壌サンプリング地点及び前処理の様子



(A) 細断前後



(B) 乾燥後



(C) 灰化後

図4 根菜（ニンジン）前処理

平成23年3月18日から12月27日までは、上水2L及び降下物（定時降水用に採取したのも）80mLを毎日採取し、それぞれ直接マリネリ容器またはU8容器に入れてGe検出器で測定時間20,000秒で放射能を測定した。

上水については、平成24年1月からは毎日1.5Lずつ、3か月間採取したものを合わせて加熱濃縮し、Ge検出器により測定時間を70,000秒として放射能を測定した。

3 結果及び考察

3.1 地理的位置関係

福島第一原子力発電所及び栃木県の位置関係を図5に示す。宇都宮市にある保健環境センターまで、直線距離で約136km、那須町役場まで約95km、那須塩原市役所まで約104km、また県西環境森林事務所まで約145kmである。

3.2 空間線量率

各地点における平成23年1月から平成28年3月までの空間線量率月平均値の推移を図6に示す。

那須塩原市役所、那須町役場、及び県西環境森林事務所は県内の他の測定地点に比べて、原発事故後の空間線量率が明らかに高く、事故から約1年を経過した平成24年4月でも、月平均値はそれぞれ、283nGy/h、246nGy/h、151nGy/hであった。そこで、これら3地点と事故前からモニタリングを実施してきた保健環境センターを加えた計4地点について、考察を進めることとする。これらのうち空間線量率が高かった3地点については、県内でも山間地域に位置しており、放射性物質を含んだ大気が山の斜面に流入した時に沈着し、空間線量率に影響を及ぼしたものと考えられる。

また、那須塩原市では平成25年2月に204 nGy/hであった空間線量率が、3月には187 nGy/h、4月には164 nGy/hと急速な低下がみられ、これは3月に那須塩原市役所周辺の除染を行った影響と考えられる。

3.2.1 降雪及び降雨との関連性

平成26年2月は、特異的な空間線量率の変動が観察された。その時の保健環境センター（宇都宮市）、県西環境森林事務所（日光市）、那須塩原市役所、那須町役場の日平均空間線量率を図7に示す。この月は2回（8～9日、14～15日）にわたり、関東地方ではまれにみる大雪に見舞われた。



図5 栃木県及び福島県の位置図 地図データ©2015Google, ZENRIN 20km

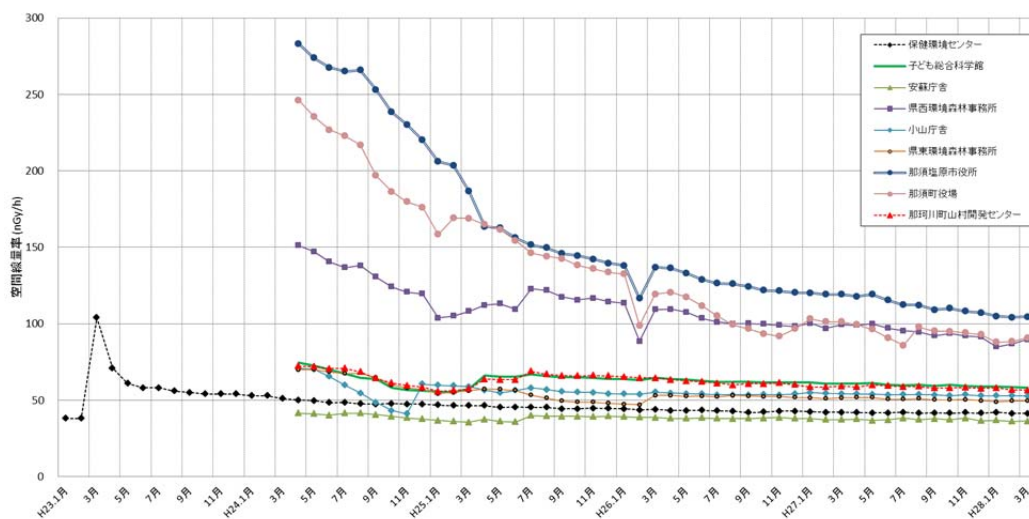


図6 栃木県内の空間線量率の推移

宇都宮市の降雪量は2月8日が13cm、9日が1cm、14日が8cm、15日が25cm、那須高原では同じく33cm、5cm、17cm、58cmであった。降雪の翌日には保健環境センターを除く3地点共に大幅に値が下がり、2月8日から9日にかけて、那須塩原市役所では130 nGy/hから100nGy/hに、那須町では125 nGy/hから96nGy/hに、また県西環境森林事務所では104 nGy/hから80nGy/hになった。同様に2月14日から15日にかけては、それぞれ123 nGy/hから87nGy/hに、108 nGy/hから85nGy/hに、90 nGy/hから63nGy/hに減少した。

降雪時間帯を詳細に検討するために、那須町役場の空間線量率10分値の推移を図8に示した。なお、比較のため、保健環境センターについても記載した。雪が降り始めた2月8日06:00には一度値が高くなり(0.140

nGy/h)、その後積雪の増加と共に値が減少し、最大積雪量を観測した2月8日19:00には0.114 nGy/h、降雪終了の2月9日10時には0.087 nGy/hに減少した。

地殻γ線は、大気の状態による大きな変動は示さないが、地表全体を覆うような積雪がある場合には雪によって減衰され、雪上での空間線量率は顕著な低下を示すことが知られている¹⁾²⁾。従って、降雪の翌日は積雪による遮へい効果により空間線量率が下がり、融雪と共に徐々に値が元のレベルに戻ったと考えられる。

雪の降り始めには前述のように値が上昇する傾向がみられるが、雪に限らず降雨時にも同じ状況がみられる。平成26年5月9日を中心とした空間線量率10分値の推移を図9に示す。保健環境センター及び那須町役場のそれぞれにおいて、雨の降り始めと共に値が上昇し、降り

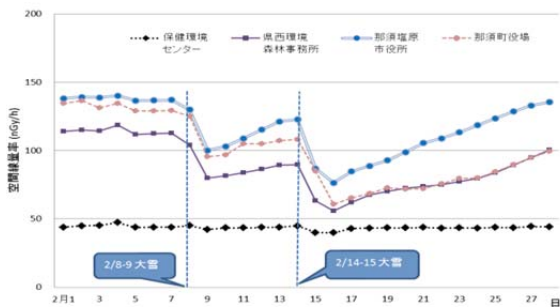


図7 降雪の空間線量率に対する影響 (平成26年2月)

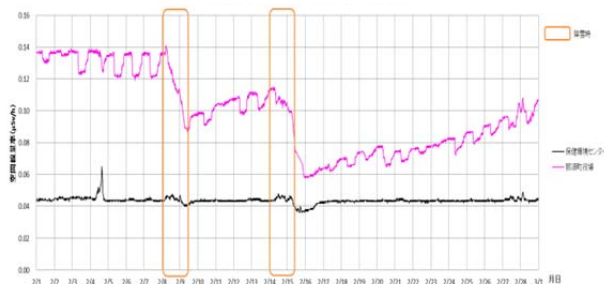


図8 降雪時の空間線量率10分値の推移 (平成26年2月)

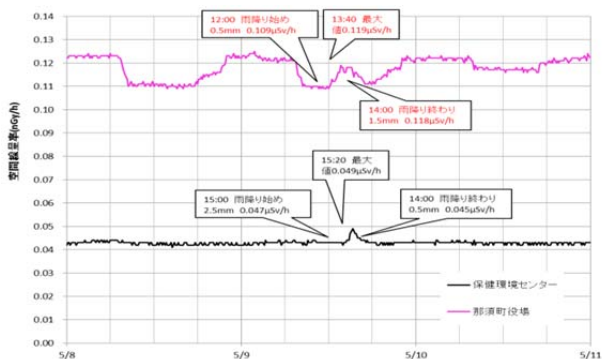


図9 降雨時の空間線量率10分値の推移 (平成26年5月9日)



図10 那須町役場のモニタリングポスト設置場

終わると減少した。降雨により、大気中の放射性物質が湿性沈着し、モニタリングポスト付近を通過する放射性物質の量が増加するためと考えられる。

3.2.2 モニタリングポストの設置場所の特性

図8に示したとおり、那須町役場の値は、凹凸を繰り返す特徴的な挙動を示している。平日であって降雪のない日は、夜間から早朝の136~138 nGy/hに比べて、8:30~18:00の時間帯には122~125 nGy/hと減少する特徴がみられた。降雪のない週末(2月1日~2日、2月22日~23日)及び祝日(2月11日)は、凹凸がみられない。当該モニタリングポストは、那須町役場の建物に隣接する駐車場の片隅に設置されており(図10)、平日の日中は役場への来場者の車が多く駐車されているため、地面からの放射線が車両により遮へいされて空間線量率が減少するためと考えられる。

3.3 降下物

3.3.1 緊急時調査の降下物(定時降水)の放射性核種の濃度(平成23年3月18日~12月27日)

降下物(定時降水)中の最高濃度は、放射性ヨウ素131(以下「I-131」という。)が、3月21~22日の25,000MBq/km²、放射性セシウム134(以下「Cs-134」という。)が4月11~12日の520MBq/km²、放射性セシウム137(以下「Cs-137」という。)が3月30~31日の505MBq/km²であり、いずれもサンプリング中に降雨を伴っていた。

期間中、最も早く降下物(定時降水)中のI-131濃度が最高値に達した3月21~22日からやや遅れて水道水が最高値を示していることから、降雨と共に降下したI-131が河川に入り水道水として検出されたと考えられる。一方Cs-134及びCs-137は、降下してもそのまま水道水には移行しにくいことが示唆された。

3.3.2 事故前後の推移

平成22年度から平成27年度の月間降下物中のI-131、Cs-134及びCs-137濃度推移を図11に示す。原発事故以前はI-131、Cs-134及びCs-137全て不検出であったが、平成23年3月はCs-134が5,800MBq/km²、Cs-137が5,700MBq/km²、さらにI-131も140,000MBq/km²と極めて高い値であった。事故以前の平成23年2月に、これら3核種が検出されているが、2月分を採取し前処理を行っている際に事故が発生し、その影響により試験室内が放射性物質で汚染されたためと考えられる。

I-131は半減期が8日間と短いため、検出されたのは平成23年5月までで、6月には不検出に戻った。Cs-134及びCs-137は増減を繰り返しながら、徐々に低下しており事故から4年経過した平成27年3月の値は、Cs-134が0.33MBq/km²、Cs-137が1.2MBq/km²になった。

これら2つの核種は、事故発生月の3月及び4月はほぼ同程度の濃度で、Cs-134/Cs-137比は1.02であったが、半減期(Cs-134は2年、Cs-137は30年)の違いにより、Cs-134の方がCs-137よりも速く減少し、平成27年3月

にはCs-134/Cs-137比は0.28と非常に小さくなった。

3.3.3 季節的要因

濃度推移を考察するため、原発事故1年後の平成24年度から平成28年度までの月間降下物の放射性セシウム濃度推移を図12に示す。Cs-134、Cs-137共に12月～4月頃にかけてやや値が上昇し、その後減少する傾向が毎年みられた。月間降下物を採取している当センターに最も近い大気常時監視局である「宇都宮市河内」及び、本報告において考察対象としている那須塩原市役所及び那須町役場に近い「那須塩原市」、県西環境森林事務所に近い「日光市今市」の計3か所における風向風配図を図13に示す。どの地点も春・夏季の4～9月はS～SSE(SSW)が、また秋・冬季にはNW～NNWが卓越していることがわかる。放射性セシウム濃度が冬季に上昇する季節変動の要因として、風向が北寄りであり、春季の4月頃から南寄りの風に移行していくことが考えられる。また、冬季は強風や乾燥による粉じんの巻き上げが起りやすいと推察される。

なお、月間降水量と放射能濃度の関連性はみられなかった。

3.4 上水

3.4.1 緊急時調査

平成24年1月からは、測定精度を高めるため、土日祝日を除く毎日、1.5Lを採取・濃縮し、3か月分まとめてU-8容器を用いてGe半導体検出器(70,000秒)で測定する方法に変更された。これにより、検出下限値は0.18～0.35Bq/Lであったものが、0.4～1.9mBq/Lとなり、約100倍以上低い濃度まで測定できるようになった。また、毎日採取することにより期間中の平均的な濃度も把握することができた。

平成23年3月18日から4月30日までの放射性核種の濃度推移を図14に示す。事故当時はCs-134及びCs-137と比較し、I-131が突出して検出されていたことがわかる。最高濃度が検出されたのは、I-131が、3月24日の110,000mBq/L、Cs-134とCs-137はともに3月21日で、それぞれ、6,200mBq/L及び6,000mBq/Lであった。その後、5月にはいずれの核種も不検出となった。

3か月毎の測定となった以降における上水の放射性セシウム濃度推移を図15に示す。平成24年度7～9月のCs-134が4.1mBq/L、Cs-137が12mBq/Lと高めであった。その後は、各年共に7～9月(平成25年度は4～6月に次いで)が最も高く、その後、秋から冬にかけて低くなるというサイクルを経ながら徐々に濃度が低下していることがわかる。当センターの水道水は宇都宮市の松田新田浄水場から給水を受けており、水源は日光市の北に位置する川治ダム・湯西川ダムとなっている。梅雨から台風の時期に濃度が高くなる要因として、降雨が沢から川に入り、水道水の原水となることが要因と考えられる。Cs-134は、平成27年10月以降は不検出となった。

3.4.2 平常時調査

上水中の放射性セシウムの経年変化を図16に示す。原発事故前の平成22年度までは、不検出であったが、事故から約3か月後の6月に採取した平成23年度は、Cs-134が66mBq/L、Cs-137は68mBq/L検出された。平成23年度をピークとして両核種共に毎年減少している。なお、I-131については、事故前から一貫して不検出となっている。

放射性セシウムの物理的半減期は、Cs-134が2.07年、Cs-137が30.1年となっている。両核種の理論上の減衰曲線を図17に示す。これらを比較すると、水道中の放

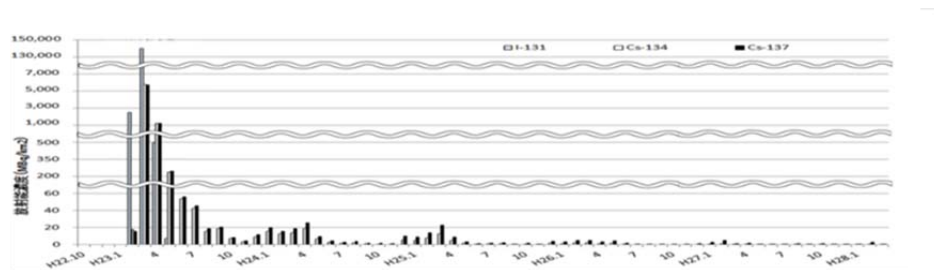


図11 月間降下物のI-131、Cs-134及びCs-137濃度推移

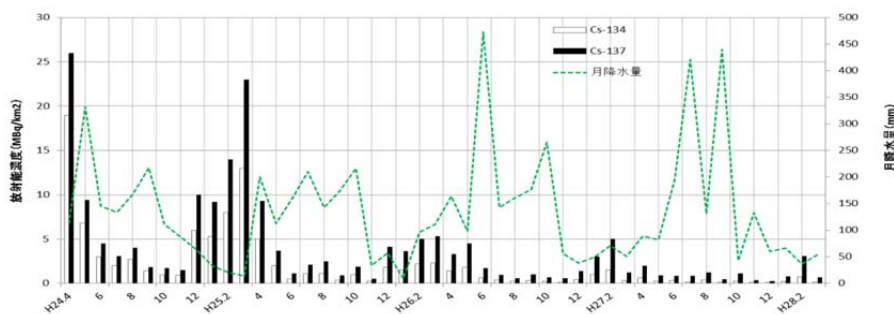


図12 月間降下物のCs-134及びCs-137濃度並びに月間降水量推移(平成24～27年度)

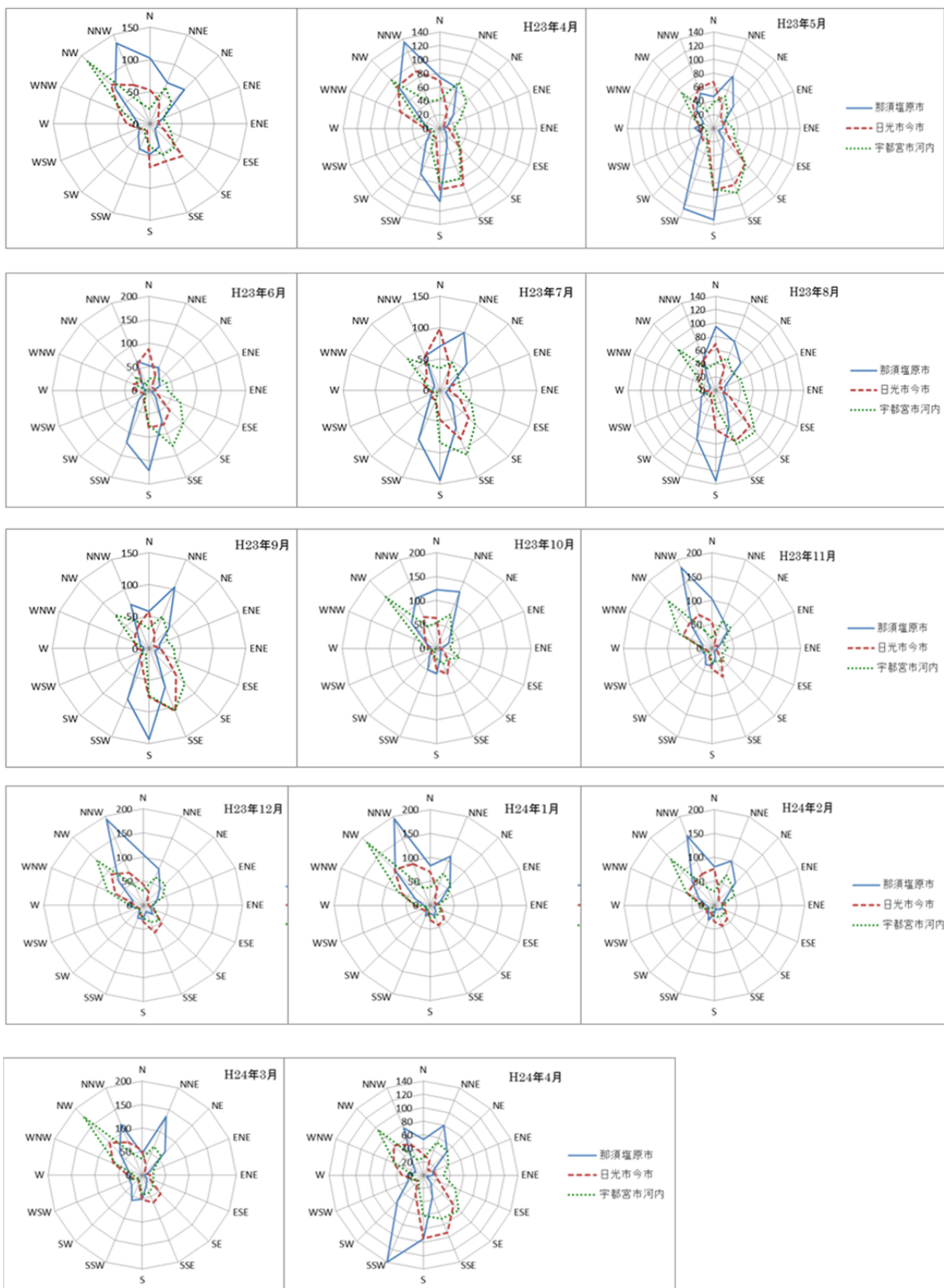


図 13 栃木県主要地点の風向風配図 (H23. 3~H24. 4)

放射性セシウムは、実際には、理論よりも速く減衰していることがわかり、降雨場所や降水量、土壌等様々な自然環境の影響によるものと推察される。

3.5 大気浮遊じん

大気浮遊じんのサンプリング機材及びろ紙を図 18 に、平成 22 年度から平成 27 年度の大気浮遊じんの放射性セ

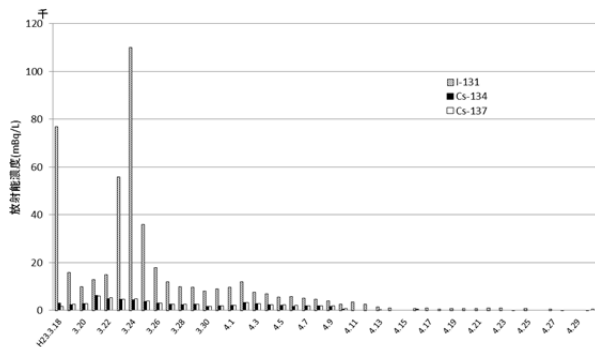


図 14 上水の放射性核種濃度の推移（毎日）

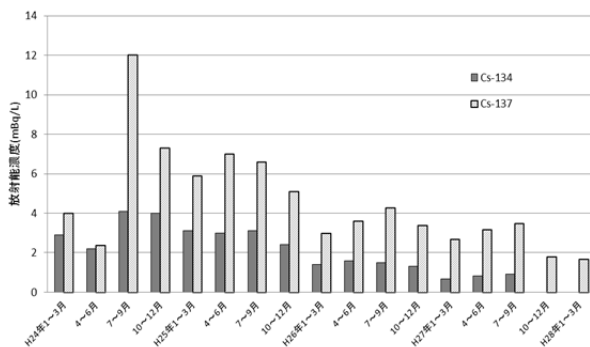


図 15 上水の放射性セシウム濃度推移（3か月毎）

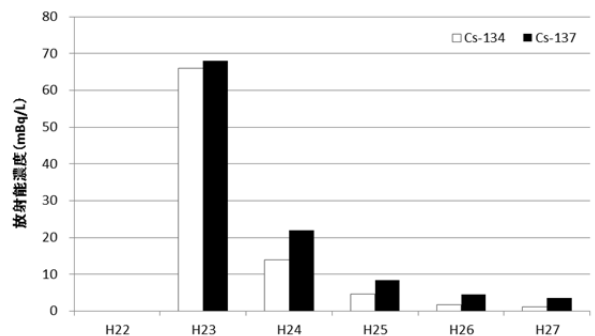


図 16 上水中の放射性セシウムの濃度推移（年1回）

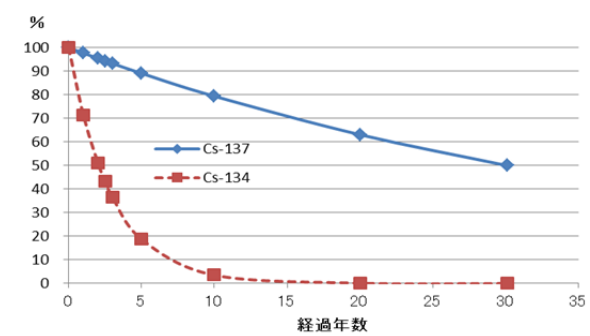


図 17 半減期からみた放射性セシウム減衰曲線による理論値



(A) ハイピュラムエアー (B) サンプルング後のろ紙面サンプラー

図 18 大気浮遊じんサンプリング機材及びろ紙

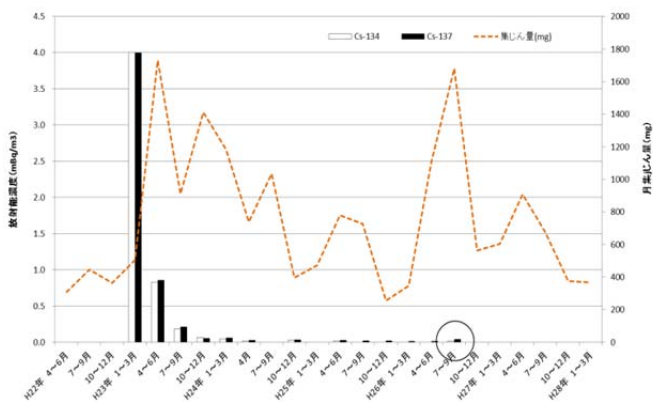


図 19 大気浮遊じん中の放射性セシウムの濃度推移

シウムの濃度推移を図 19 に示す。原発事故以前は不検出であったが、事故発生日時を含む期間の平成 23 年 1～3 月に Cs-134 及び Cs-137 が共に 4.0mBq/m³ と、初めて検出された。また I-131 も 500mBq/m³ と検出されたが、半減期が短いことから次のサンプリング期間（平成 23 年 4～6 月）には不検出に戻った。

Cs-134 及び Cs-137 はその後減少し、平成 26 年 10～12 月には両核種共に不検出となり、今日に至っている。なお、平成 26 年 7～9 月には Cs-134 が 0.013 mBq/m³、Cs-137 が 0.038 mBq/m³ とやや値が上昇した。これは、サンプリ

ング場所である当センターの屋上において、ボイラー設置工事が 8 月末から開始し、セメントやその他の浮遊じんの舞い上がり等の影響を受けたと推察される。この期間の集じん量が 1,682mg と多かったことから裏付けられる。これ以降は、両核種共に不検出が続いている。

3.6 土壌

平成 22 年度から平成 27 年度までの土壌中の Cs-134 及び Cs-137 の濃度推移について、上層（0～5cm）を図 20 に、下層（5～20cm）を図 21 に、また積み上げグラフを図 22 に示す。

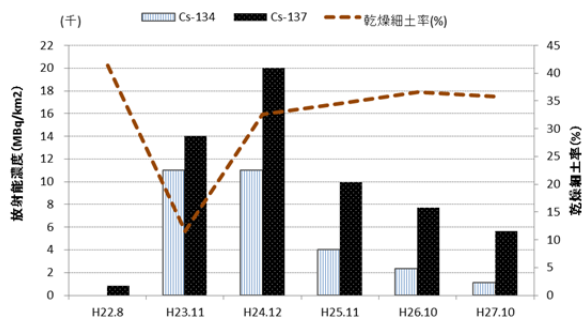


図 20 上層 (0~5cm) の放射性セシウムの経年変化

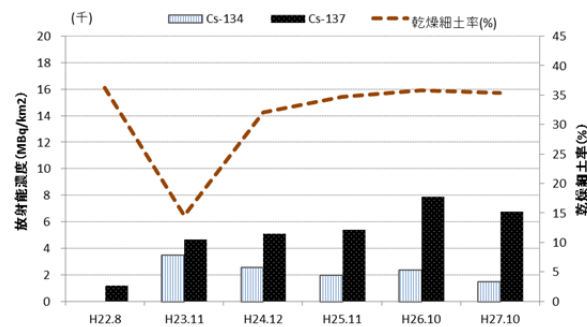


図 21 下層 (5~20cm) の放射性セシウムの経年変化

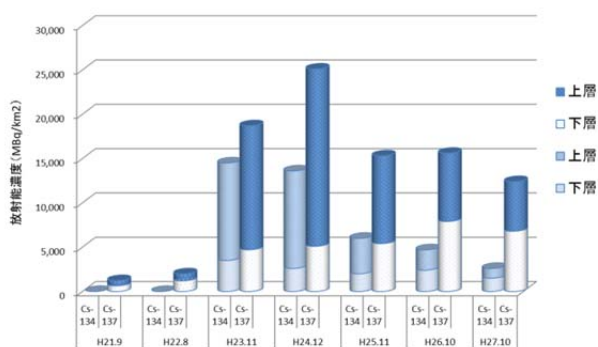


図 22 放射性セシウムの経年変化積み上げグラフ

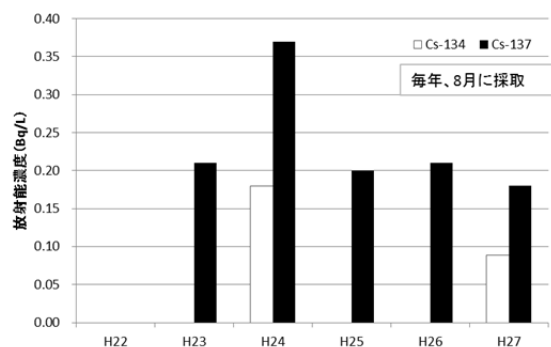


図 23 牛乳中の放射性セシウムの経年変化

Cs-134 は上層・下層共に原発事故前の平成 22 年度までは不検出であった。原発事故後の平成 23 年度に初めて上層に 11,000Bq/km²、下層に 3,500Bq/km² と放射能が検出された。

一方、Cs-137 は上層、下層共に原発事故以前もわずかであるが検出されており、これは 1960 年代に各国が行った核実験の影響と考えられる。上層では、平成 24 年度に Cs-137 が 20,000Bq/km² と最も高い濃度となり、その後次第に減少した。Cs-134 は平成 23 及び 24 年度の 11,000Bq/km² を最高値としてその後毎年減少を続けている。平成 23 年度よりも、平成 24 年度の結果の方が Cs-137 の濃度は高く、これは平成 23 年 3 月の事故後に育った汚染植物が、その年の冬に枯れて土に戻り、土壤に移行した可能性が示唆される。

土壤が大气汚染物質により汚染される機構は、大気に乗って上空に飛来した汚染物質が乾性沈着や湿性沈着したものに加えて、山、谷や森林から河川や小川の流れによって輸送されてくるものに由来すると考えられる。従って、当初は放射性核種は地表に生えている植物に一旦沈着し、その後の降雨・落葉及び落枝等の物質循環の過程で表層土壤に集まると考えられる³⁾。初期の段階では上層の濃度の方が高いが、年月と共に表面が洗い流されたり、地下に浸透したりして上層の放射能濃度が減少し、下層は半減期の長い Cs-137 が徐々に上昇していると推察される。図 22 から、原発事故後 3 年半後の平成 26 年度の結果は、Cs-134 及び Cs-137 共に上層と下層の濃

度の差が小さくなり、同程度になっていることがわかる。Cs-134 及び Cs-137 の合算値を見てみると、平成 24 年度をピークとして減少する傾向にある。

土壤中でセシウムは陽イオンとなるが、土壤や有機物に固定されやすく、水と共に移動しにくいことが大きな特徴である³⁾。一般的に、固定されたセシウムイオンは他の陽イオンと交換されて可溶化するが、雲母類の風化により形成される「フレイドエッジ」と呼ばれる粘土鉱物の層状六員環には強く固定されることが知られている。フレイドエッジに固定されたセシウムは、イオン交換による脱着をほとんど示さず、植物によって吸収もされにくい^{3,4,5)}。土壤が放射性セシウムを固定する作用の大きさは、雲母類の風化状況の違いに大きく影響され、各方面の研究の成果が待たれる。

3.7 牛乳

毎年 8 月に採取し測定した牛乳(生乳)の放射性セシウムの濃度経年変化を図 23 に示す。なお、牛乳は複数の乳牛から搾乳した混合物を採取した。牛の本来の寿命は 15~20 年であるが、乳牛としては 5~6 年であるため、途中で搾乳した牛が別の牛に入れ替わっている可能性がある。

原発事故以前の平成 22 年度は Cs-134、Cs-137 共に不検出であったが、平成 23 年度は Cs-134 は不検出のまま、Cs-137 は 0.21Bq/L 検出された。最大値を示したのは平成 24 年度で、Cs-134 が 0.18Bq/L、Cs-137 が 0.37Bq/L であったが、その後減少傾向にある。事故直後の平成 23

表1 牛乳（生乳及び灰化物）の核種別濃度経年変化

採取年度	牛乳(生乳)						牛乳(灰化物)				
	核種別放射能濃度(Bq/L)						核種別放射能濃度(Bq/L)				
	I-131	Cs-134	Cs-134 検出下限	Cs-137	Cs-137 検出下限	K-40	I-131	Cs-134	Cs-137	K-40	
2009	H21	ND	ND	0.072	ND	0.078	52	ND	ND	ND	51
2010	H22	ND	ND	0.070	ND	0.077	54	ND	ND	ND	52
2011	H23	ND	ND	0.17	0.21	0.19	44	ND	0.16	0.17	44
2012	H24	ND	0.18	0.12	0.37	0.14	52	ND	0.24	0.35	50
2013	H25	ND	ND	0.11	0.20	0.15	50	ND	0.078	0.19	50
2014	H26	ND	ND	0.10	0.21	0.13	48	ND	0.056	0.19	44
2015	H27	ND	0.089	0.064	0.18	0.087	50	ND	0.06	0.20	48
過去3年間 (2012~ 2014年度) のデータ	平均値	ND	0.18		0.26		50	ND	0.12	0.24	48
	標準偏差	ND	-		0.10		2.0	ND	0.10	0.09	3.5
	最大値	ND	0.18		0.37		52	ND	0.24	0.35	50
	最小値	ND	ND		0.20		48	ND	0.056	0.19	44
	変動幅	ND~ND	ND~0.18		0.20~0.37		48~52	ND~ND	0.056~0.24	0.19~0.35	44~50

*2010年度の牛乳は福島第一原発事故前にサンプリングした。

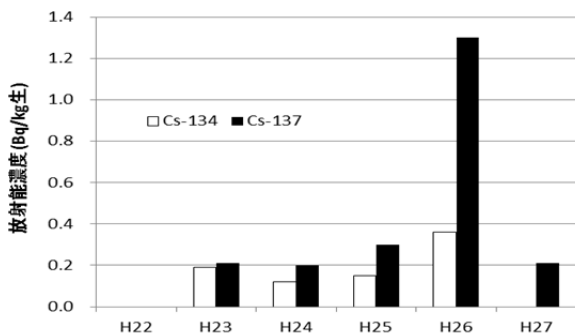


図24 精米（コシヒカリ）の放射性セシウム濃度経年変化

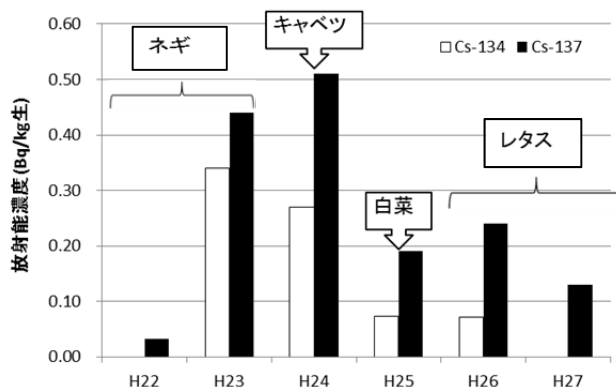


図25 葉菜の放射性セシウム濃度経年変化

年度よりも平成24年度の値が高かったのは、乳牛の飼料の50~60%を占めるサイレージが、前年度に作成したもので放射性セシウムが含まれていた等の影響が考えられる。

牛乳（生乳）及びその灰化物（450℃で24時間）をGe検出器で測定（70,000秒）した結果を表1に示す。検出下限をみると、事故年の平成23年度は、Cs-134が0.070 Bq/Lから0.17 Bq/L、Cs-137が0.077 Bq/Lから0.19 Bq/Lへ両核種共に前年度までの値より高い値となっていることがわかる。一方、天然核種のK-40は事故前後とも約50 Bq/L前後で推移していることから、測定結果は妥当であると考えられる。検出値は検出下限値をわずかに超える程度であることから、平成23年度のCs-134の不検出は、室内汚染等により検出下限値が上がったためと考えられる。事故後、室内保管や前処理中の検体が汚染されて核種が検出された事例が、関東地方の各県で発生したことから本県でも同様であったと考えられる。検出下限値はその後徐々に減少傾向にあり、平成27年度にCs-134が検出されたのは、検出下限値が0.064 Bq/Lと低いレベ

ルにまで下がったためと考えられる。

3.8 精米

精米（コシヒカリ）の放射性セシウムの濃度経年変化を図24に示す。原発事故以前の平成22年度は不検出であったが、平成23年度は生重に対して、Cs-134が0.19 Bq/kg、Cs-137が0.21 Bq/kgであった。平成26年度はCs-134が0.36 Bq/kg、Cs-137が1.3 Bq/kgと、事故後のピーク値を示した。事故から3年後に最大値になった理由としては、米の品種は継続してコシヒカリであり、土壌や水等に何らかの環境の変化があったことが考えられる。

3.9 野菜

野菜については、毎年葉菜及び根菜をそれぞれ1種類ずつ調査している。種類については、提供元の県農政部関連機関の作付状況により決定され、収穫時期は10月から11月頃である。葉菜及び根菜の放射能濃度をそれぞれ図25及び図26に示す。なお、放射能の濃度は未乾燥の生重に対する値である。

3.9.1 葉菜

事故発生以前の平成22年度はネギを分析し、Cs-137

がわずかに検出された。これは、1960年代の各国の核実験の影響が残っていたと考えられる。事故発生年の平成23年秋に収穫したネギ及び、翌年のキャベツの濃度をピークとして、それ以降は減少傾向にある。

3.9.2 根菜

平成22年度はごぼうを分析し、葉菜と同様、Cs-137がわずかに検出された。事故発生年の平成23年度は大根を分析したが、Cs-134が1.0 Bq/kg、Cs-137が1.2 Bq/kgであった。これをピークとしてその後は減少傾向にある。

4 参考文献

- 1) 長岡鋭他, 積雪による地殻γ線線量率の減衰, 保健物理, 23, 309~315(1998)
- 2) 長岡鋭他, 積雪による地殻γ線線量率の減衰(Ⅱ), 保健物理, 27, 113~121(1992)
- 3) 中尾淳, 放射能除染の土壌科学 特集 1, 学術の動向, 2012. 10
- 4) 中尾淳, セシウムの土壌科学, 日本学術会議土壌科学分科会シンポジウム, 2012.3.14

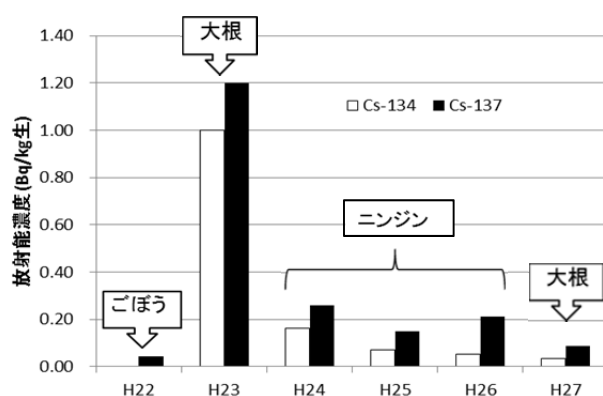


図26 根菜の放射性セシウム濃度経年変化

- 5) 塩沢昌, 水田の放射能汚染と稲への移行, 農業農村工学誌, 第80巻第7号
- 6) 栃木県保健環境センター年報, 第16~20号, 2010~2015

VI 資 料

平成 27 (2015) 年度感染症流行予測調査

微生物部

鈴木 兼一 桐谷 礼子 鈴木 尚子
水越 文徳 櫛淵 泉美 船渡川 圭次

1 はじめに

感染症流行予測調査は、厚生労働省が昭和 37 年から都道府県の協力を得て実施している。その目的は、「集団免疫の現況把握及び病原体の検索等の調査を行い、各種疫学資料と併せて検討し、予防接種事業の効果的な運用を図り、さらに長期的視野に立ち総合的に疾病の流行を予測する」ことである¹⁾。

栃木県においては日本脳炎の感染源調査(ブタ)及び風疹、麻疹、インフルエンザの感受性調査(ヒト)の 4 項目について実施した。その結果概要について報告する。

2 材料と方法

2.1 材料

日本脳炎感染源調査(ブタの日本脳炎抗体保有状況調査)については、平成 27 年 7 月から 9 月に(株)栃木県畜産公社と畜場に搬入された県内産の生後 6 ヶ月令肥育豚を対象に、全 8 回計 112 頭の採血を行った。

風疹感受性調査(風疹抗体保有状況調査)、麻疹感受性調査(麻疹抗体保有状況調査)、インフルエンザ感受性調査(ヒトのインフルエンザ抗体保有状況調査)については、平成 27 年 8 月から 9 月の間に職員検診を受診し、その中でインフォームドコンセントの得られた 20~67 歳の 218 名を対象に採血を行った。

2.2 方法

検査は感染症流行予測調査事業検査術式(平成 14 年 6 月)²⁾により行った。インフルエンザ感受性調査に用いたウイルスは以下の 4 つである¹⁾。

- ① A/カリフォルニア/7/2009 [A(H1N1)pdm09 亜型]
- ② A/スイス/9715293/2013 [A(H3N2)亜型]
- ③ B/プーケット/3073/2013 [B 型(山形系統)]
- ④ B/テキサス/2/2013 [B 型(ヒュートリア系統)]

2.3 抗体価の評価

日本脳炎感染源調査は赤血球凝集抑制(HI)試験抗体価 10 倍以上を陽性とした。陽性率が調査したブタの 50%を超え、かつ 2-メルカプトエタノール(2-ME)感受性抗体が検出された場合にその地域は、日本脳炎に対して注意を促す地域とされている¹⁾。

風疹感受性調査は HI 抗体価 8 倍以上を抗体保有とした。麻疹感受性調査はゼラチン粒子凝集(PA)抗体価 16 倍以上を抗体保有とした。

インフルエンザ感受性調査は、重症化予防の目安と考えられる HI 抗体価 40 倍以上を抗体保有とした。抗体保有率については、60%以上を「高い」、40%以上 60%未満

を「比較的高い」、25%以上 40%未満を「中程度」、10%以上 25%未満を「比較的低い」、5%以上 10%未満を「低い」、5%未満を「きわめて低い」と表した¹⁾。

3 結果と考察

感染症流行予測調査実施要領¹⁾では、感受性調査の被験者について、年齢区分ごとの対象人数を設けており、すべての年齢層からまんべんなく被験者を選定することとされている。しかし本県では県職員検診を受診した職員に協力を仰いでいるため、定期予防接種の対象年齢となる 0~19 歳のデータが得られず 20 歳以上の県民の調査となった。

3.1 ブタの日本脳炎抗体保有状況(平成 27 年)(表 1)

日本脳炎は、ウイルスに感染したヒトのうち、数百人に一人が発症すると考えられている重篤な脳炎である。日本脳炎ウイルスは、日本では主にコガタアカイエカが媒介し、増幅動物である感染ブタを吸血し、その後ヒトを刺す事によって感染する。増幅動物であるブタのうち、前年の日本脳炎流行期に感染を受けていない若いブタの抗体を測定し、感染状況を確認することにより、ヒトへの感染の危険性を推測し日本脳炎に対する注意を喚起するものである。

今回の調査では、9 月 14 日と 28 日で HI 抗体価 320 倍が 14 例中 3 例ずつ検出され、21%の陽性率となった。2-ME 感受性抗体保有率は HI 抗体価陽性 3 例中 1 例が保有し保有率 33%であった。陽性率が調査したブタの 50%を超えなかったため、日本脳炎に対する注意を促す地域とはならなかった。今後の注意が必要と思われる。

表 1 日本脳炎ウイルス HI 抗体保有状況(ブタ) H27

採血月日	頭数	HI 抗体価 (10倍以上を陽性とする)									陽性率 (%)	2-ME感受性抗体保有率 (%)
		<10	10	20	40	80	160	320	640-			
7/13	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7/27	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8/3	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8/17	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8/24	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9/7	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9/14	14	11	0	0	0	0	0	3	0	21	33	
9/28	14	11	0	0	0	0	0	3	0	21	33	

3.2 風疹抗体保有状況(平成27年)(表2-1~4)

風疹は、基本的に予後良好な疾患であるが、妊娠初期に罹患すると、風疹ウイルスが胎盤を介して胎児に感染し、出生児に白内障、先天性心疾患、難聴等の症状がみられる先天性風疹症候群(CRS)を発生することがある。

今回の調査では、全体のHI抗体保有率は92.2%で高率であった。男女別の保有率では、男性は89.3%で女性の保有率95.3%に比較して6.0ポイント低かった。年齢群別の保有率では20~29歳群が100%(男女共に100%)であった。30~39歳群では95.3%(男性92.1%、女性100.0%)、40~49歳群は92.5%(男性84.2%、女性97.1%)、50~59歳群は76.7%(男性71.4%、女性95.5%)、60~歳群は100%(男女共に100%)で、50~59歳群以外は、いずれも高率であった。

過去の風疹抗体保有率は平成25年93.4%、平成26年91.8%であり、平成27年は92.2%、であった。特に男性においては、40~59歳で低く、平成26年50~59歳群での保有率は53.3%であり特に低い傾向であった。女性においては、各年度、各年齢群で、90%以上であった(表2-4)。

平成23年から始まった風疹の流行は、平成25年第19~22週にピークを迎えその後減少した³⁾。栃木県において、風疹の届出は平成25年51件⁴⁾、平成26年4件⁵⁾平成27年2件⁶⁾と減少し、全国と同様の傾向を示した。CRS児の出生は風疹の流行後20~30週程度の時間差が生じるといわれており、CRS届出は平成25年に全国で32件、栃木県では1件、平成26年は、全国で9件、栃木県では0件であった³⁾。風疹の流行は過去にワクチン接種がおこなわれなかった35歳以上の男性を中心に20~40代の男性が報告患者数の81%を占めるといわれている⁷⁾。栃木県においても40~59歳男性で抗体保有率が低かった。今後の対策として、全体の風疹ワクチンの接種率を上げることによって流行そのものを抑制し、妊婦が風疹ウイルスに曝露されないようにすることが重要である。妊娠可能年齢女性の配偶者や予防接種前の乳幼児の家族となる可能性がある男性は、抗体保有率を高めるための予防接種による免疫付与が今後の重要な課題である。今後の発生動向及び地域の免疫状況について注意し、風疹対策の一層の徹底が必要である。

表2-1 年齢群別風疹HI抗体保有状況H27:全体

年齢群	合計	HI抗体価(8倍以上を抗体保有とする)									保有率(%)
		<8	8	16	32	64	128	256	512	1024+	
TOTAL	218	17	2	9	30	40	47	39	24	10	92.2
20-29	43	0	1	4	10	9	11	4	2	2	100.0
30-39	64	3	0	0	6	9	22	16	4	4	95.3
40-49	53	4	0	3	5	13	5	14	7	2	92.5
50-59	43	10	0	0	8	6	6	2	10	1	76.7
60-	15	0	1	2	1	3	3	3	1	1	100.0

表2-2 年齢群別風疹HI抗体保有状況H27:男性

年齢群	合計	HI抗体価(8倍以上を抗体保有とする)									保有率(%)
		<8	8	16	32	64	128	256	512	1024+	
TOTAL	112	12	2	5	16	13	24	24	10	6	89.3
20-29	21	0	1	2	6	3	4	4	0	1	100.0
30-39	38	3	0	0	4	3	13	11	1	3	92.1
40-49	19	3	0	1	1	2	3	5	3	1	84.2
50-59	21	6	0	0	4	2	2	2	5	0	71.4
60-	13	0	1	2	1	3	2	2	1	1	100.0

表2-3 年齢群別風疹HI抗体保有状況H27:女性

年齢群	合計	HI抗体価(8倍以上を抗体保有とする)									保有率(%)
		<8	8	16	32	64	128	256	512	1024+	
TOTAL	106	5	0	4	14	27	23	15	14	4	95.3
20-29	22	0	0	2	4	6	7	0	2	1	100.0
30-39	26	0	0	0	2	6	9	5	3	1	100.0
40-49	34	1	0	2	4	11	2	9	4	1	97.1
50-59	22	4	0	0	4	4	4	0	5	1	81.8
60-	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	100.0

表2-4 年度別風疹HI抗体保有状況(%)

男女別	TOTAL	平成25		平成26		平成27	
		男	女	男	女	男	女
		87.0	96.9	80.0	96.3	89.3	95.3
年齢群	20-29	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	30-39	88.5	100.0	90.5	95.3	92.1	100.0
	40-49	71.4	90.6	80.0	93.6	84.2	97.1
	50-59	87.5	95.2	53.3	96.7	71.4	95.5
	60-	100.0	100.0	75.0	100.0	100.0	100.0
全体	TOTAL	93.4		91.8		92.2	

3.3 麻疹抗体保有状況(平成27年)(表3-1~2)

全体の麻疹PA抗体保有率は95.0%で高率であった。年齢群別では20~29歳群で95.3%、30~39歳群で95.3%、40~49歳群で94.3%、50~59歳群で93.0%、60~歳群で100%と高い保有率であった。

麻疹ウイルスの感染力は極めて強く、麻疹ウイルスに対する免疫を持たない、いわゆる麻疹感受性者が感染した場合、ほぼ100%が発症するといわれている。発症すると対症療法以外に根本的な治療がなく、ワクチン接種が唯一の予防対策である。

平成18年6月より開始された2回接種制度が功を奏し、麻疹患者数は確実に減少している⁸⁾。平成27年の本県の麻疹抗体保有状況調査では、発症を予防するために望ましいとされる128倍以上⁹⁾の抗体保有者が83.9%であった。平成27年の抗体保有率を平成25年や26年と比較すると、平成25年度16倍以上の抗体保有率は97.5%、128倍以上の抗体保有率は90.3%、平成26年は96.8%、89.5%、平成27年は95.0%、83.9%であった。麻疹排除を達成するためには、抗体保有率が95%以上になること、そのためには2回目の予防接種率が95%以上であることが必要とされる¹⁰⁾。積極的疫学調査の迅速な実施と適切な感染拡大予防策を講じることが重要である。

表3-1 年齢群別麻疹PA抗体保有状況H27

年齢群 合計	PA抗体価(16倍以上を抗体保有とする)												保有率(%)
	<16	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	8192	保有率(%)	
TOTAL	218	11	3	11	10	12	32	43	31	40	12	13	95.0
20-29	43	2	0	5	1	2	12	12	1	4	1	3	95.3
30-39	64	3	2	5	4	5	6	10	12	12	2	3	95.3
40-49	53	3	0	0	3	4	5	9	7	12	5	5	94.3
50-59	43	3	0	1	2	1	7	7	10	8	3	1	93.0
60-	15	0	1	0	0	0	2	5	1	4	1	1	100.0

表3-2 年度別麻疹PA抗体保有率(%)

	平成25		平成26		平成27	
	16倍以上	128倍以上	16倍以上	128倍以上	16倍以上	128倍以上
TOTAL	97.5	90.3	96.8	89.5	95.0	83.9
年齢群20-29	94.9	87.2	95.7	87.2	95.3	81.4
30-39	98.6	89.9	96.9	90.6	95.3	78.1
40-49	97.8	95.7	96.5	91.2	94.3	88.7
50-59	97.3	94.6	97.8	88.9	93.0	86.0
60-	100.0	50.0	100.0	85.7	100.0	93.3

3.4 ヒトのインフルエンザ抗体保有状況(平成27年)

インフルエンザ感受性調査は、毎年、インフルエンザの本格的な流行が始まる前に、インフルエンザに対する住民の抗体保有状況(免疫状況)を把握し、感受性者に対するワクチン接種等の注意喚起ならびに今後のインフルエンザの流行の推測を行うことを目的としている¹⁾。

近年、インフルエンザの流行はA(H1N1)pdm09およびA(H3N2)に加えてB型である山形系列とビクトリア系列の混合流行が続いており、WHOも2013年シーズン(南半球向け)から4価ワクチン向けにB型2系統からそれぞれワクチン株を推奨していた。これを受け、日本でも検討の結果、A/H1N1pdm09、A/H3N2に加えてB/山形系統およびB/ビクトリア系統の4価のワクチンとなった¹¹⁾。以下に述べる4つのワクチン株について抗体保有状況調査を行った。

① A/カリフォルニア/7/2009 [A(H1N1)pdm09 亜型] (表4-1)

HI抗体保有率は、34.9%で中程度の状況であり、昨年度の59.5%より低下した¹²⁾。各年齢群においては20~29歳群で51.2%と比較的高い状況であり、30~39歳群で39.1%、40~49歳群で24.5%、50~59歳群で27.9%、60~歳群では26.7%であった。

表4-1 年齢群別インフルエンザHI抗体保有状況H27: A/カリフォルニア/7/2009 [A(H1N1)pdm09 亜型]

年齢群 合計	HI抗体価(40倍以上を抗体保有とする)											保有率(%)
	<10	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	保有率(%)	
TOTAL	218	52	47	43	31	29	9	5	1	1	0	34.9
20-29	43	3	7	11	8	8	4	1	0	1	0	51.2
30-39	64	12	10	17	7	15	0	2	1	0	0	39.1
40-49	53	15	18	7	4	3	5	1	0	0	0	24.5
50-59	43	15	10	6	8	3	0	1	0	0	0	27.9
60-	15	7	2	2	4	0	0	0	0	0	0	26.7

表4-2 年齢群別インフルエンザHI抗体保有状況H27: A/スイス/9715293/2013 [A(H3N2) 亜型]

年齢群 合計	HI抗体価(40倍以上を抗体保有とする)											保有率(%)
	<10	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	保有率(%)	
TOTAL	218	1	59	107	36	12	0	3	0	0	0	23.4
20-29	43	0	13	23	4	2	0	1	0	0	0	16.3
30-39	64	1	17	20	17	3	0	0	0	0	0	31.3
40-49	53	0	17	24	9	3	0	0	0	0	0	22.6
50-59	43	0	6	29	4	3	0	1	0	0	0	18.6
60-	15	0	6	5	2	1	0	1	0	0	0	26.7

表 4-3 年齢群別インフルエンザ HI 抗体保有状況 H27:
B/プーケット/3073/2013 [B 型(山形系統)]

年齢群 合計	HI 抗体価(40倍以上を抗体保有とする)										保有率(%)	
	<10	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560		
TOTAL	218	100	57	45	12	3	1	0	0	0	0	7.3
20-29	43	11	11	15	4	2	0	0	0	0	0	14.0
30-39	64	27	20	11	6	0	0	0	0	0	0	9.4
40-49	53	27	15	10	0	0	1	0	0	0	0	1.9
50-59	43	25	7	8	2	1	0	0	0	0	0	7.0
60-	15	10	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0.0

表 4-4 年齢群別インフルエンザ HI 抗体保有状況 H27:
B/テキサス/2/2013 [B 型(ヒクトリア系統)]

年齢群 合計	HI 抗体価(40倍以上を抗体保有とする)										保有率(%)	
	<10	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560		
TOTAL	218	7	136	59	15	1	0	0	0	0	0	7.3
20-29	43	2	33	8	0	0	0	0	0	0	0	0.0
30-39	64	2	41	18	3	0	0	0	0	0	0	4.7
40-49	53	2	25	14	11	1	0	0	0	0	0	22.6
50-59	43	1	26	16	0	0	1	0	0	0	0	2.3
60-	15	0	11	3	1	0	0	0	0	0	0	6.7

② A/スイス/9715293/2013 [A(H3N2)亜型] (表 4-2)

HI 抗体保有率は、全体で 23.4%、20～29 歳群で 16.3%、30～39 歳群で 31.3%、40～49 歳群で 22.6%、50～59 歳群で 18.6%、60～歳群で 26.7%と比較的低い状況であった。

③ B/プーケット/3073/2013 [B 型(山形系統)] (表 4-3)

HI 抗体保有率は、全体で 7.3%、各年齢群においては、20～29 歳群で 14.0%、30～39 歳群で 9.4%、40～49 歳群で 1.9%、50～59 歳群で 7.0%、60～歳群では 0.0%で低い状況であった。

④ B/テキサス/2/2013 [B 型(ヒクトリア系統)] (表 4-4)

HI 抗体保有率は、7.3%で低い状況であった。各年齢群においては、20～29 歳群で 0.0%、30～39 歳群で 4.7%、40～49 歳群で 22.6%、50～59 歳群で 2.3%、60～歳群で 6.7%で低い状況であったが、あった。

[A(H1N1)pdm09 亜型]は若い年齢に高い傾向がみられたが、それ以外は中程度であった。[A(H3N2)亜型]は中程度から比較的低い状態であった。[B 型(山形系統)]および、[B 型(ヒクトリア系統)]は全体的に低い傾向であった。全国の保有状況と比較し全体的に低い値であった¹³⁾。

インフルエンザについてワクチン接種や感染予防対策への注意喚起のため、調査結果を流行期前に国立感染症研究所において公表している(公表は11月下旬)¹⁴⁾。イ

ンフルエンザによる健康被害を最小限にするためには、発生動向の観察、分離株の解析、抗体保有状況の把握を基にワクチン接種勧奨、手洗いなどの衛生管理の徹底を丁寧に啓発する必要がある。

4 文献

- 1) 平成 26 年度感染症流行予測調査実施要領、厚生労働省健康局結核感染症課、平成 27 年 7 月、2015。
- 2) 感染症流行予測調査事業検査術式(平成 14 年 6 月)、厚生労働省健康局結核感染症課、国立感染症研究所感染症流行予測調査事業委員会、2002。
- 3) 先天性風しん症候群、感染症発生動向調査、2012 年～2014 年第 12 週現在、厚生労働省健康局結核感染症課、国立感染症研究所、2014。
- 4) 風疹、感染症発生動向調査速報データ、2013 年第 52 週、厚生労働省健康局結核感染症課、国立感染症研究所、2013。
- 5) 風疹、感染症発生動向調査速報データ、2014 年第 52 週、厚生労働省健康局結核感染症課、国立感染症研究所、2014。
- 6) 風疹、感染症発生動向調査速報データ、2015 年第 53 週、厚生労働省健康局結核感染症課、国立感染症研究所、2015。
- 7) 砂川富正、風疹排除に向けて-先天性風疹症群の予防と今後の課題-、平成 26 年度感染症危機管理研修会、厚生労働省健康局結核感染症課、国立感染症研究所、
- 8) 2014 年度麻疹予防接種状況および抗体保有状況、病原微生物検出情報、厚生労働省健康局結核感染症課、国立感染症研究所、Vol. 36、No. 4、60-62、2014。
- 9) 2009 年度麻疹血清疫学調査ならびに予防摂取率、IASR、Vol. 31、36-39、2010。
- 10) 我が国の麻疹排除計画とその実践、ウイルス、第 60 巻 第一号、pp. 59-68、2010。
- 11) 平成 27 年度インフルエンザ HA ワクチン製造株の検討について(回答) 感染研第 10 号平成 27 年 4 月 23 日。
- 12) 平成 26 (2014) 年度感染症流行予測調査、栃木県保健環境センター年報、第 20 号資料 平成 26 年度、87-90。
- 13) インフルエンザ抗体保有状況 平成 27 年度(2015 年度)第 3 報、厚生労働省健康局結核感染症課、国立感染症研究所、2015。
- 14) インフルエンザ抗体保有状況 平成 28 年度(2016 年度)第 1 報、厚生労働省健康局結核感染症課、国立感染症研究所、2016。

栃木県における流通食品等の放射性物質検査結果（第2報）

食品薬品部

駒場 直行 徳田 侑子 松下 和裕
若林 勇樹 黒崎 かな子

1 はじめに

平成23年3月の東日本大震災により発生した原発事故に伴い、食品中の放射性物質汚染が問題化した。

当部では、平成24年3月に測定機器を導入し、平成24年度から原則として県の年間計画¹⁾に基づいて検査を実施してきたところであり、平成24年度分については、既に第1報として報告した²⁾。

今回は、事故後5年を経過したので、平成27年度までの結果について取りまとめたものを報告する。

2 試験方法

2.1 対象核種

放射性物質のうち、ヨウ素 131 (¹³¹I)、セシウム 134 (¹³⁴Cs) 及びセシウム 137 (¹³⁷Cs)

2.2 対象品目

県内で生産・製造された、または卸売市場で流通していた食品。ただし、平成24年度のみ、県内で採取された山菜等を含む。

2.3 試料の調製

厚生労働省の通知³⁾に基づき、サンプルを^{年度}細切均一化し試料とした。

2.4 測定条件

機器：ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメータ(セイコー・イージーアンドジー社製 GEM15-70)
測定容器：2L マリネリ容器またはU-8 容器 (ポリプロピレン製)

測定時間：試料量及び検出下限値を考慮し、1,000～64,800秒とした。

3 結果及び考察

平成24年3月から平成28年3月までに967件の検査を実施し、47件から放射性物質を検出した(表1)。平成24年度は41件(牛乳3件、畜産物1件、水産物5件、加工食品1件、山菜の農場採取6件、野生採取18件、野生鳥獣肉7件)、25年度は水産物3件、26年度は畜産物2件、27年度は水産物1件と減少傾向にある(図1)。

表1 流通食品等の放射性物質検査結果(概要)

分類		基準値 Bq/kg	検体数	検出数	基準値超過数	最高値 (放射性セシウム) Bq/kg	
流通食品	牛乳	50	386	3	—	8.6	
	乳幼児用食品	50	清涼飲料水	3	—	—	ND
			調製粉乳	24	—	—	ND
	ミネラルウォーター類	10	4	—	—	ND	
	一般食品	100	農産物	168	—	—	ND
			畜産物	83	3	—	16
水産物			139	9	—	78	
加工食品			109	1	—	6.3	
冰雪			4	—	—	ND	
流通前食品	山菜等	100	農場採取	19	6	—	60
			野生採取	19	18	7	990
			野生鳥獣肉	9	7	—	77
計			967	47	7		

ND：検出下限値以下

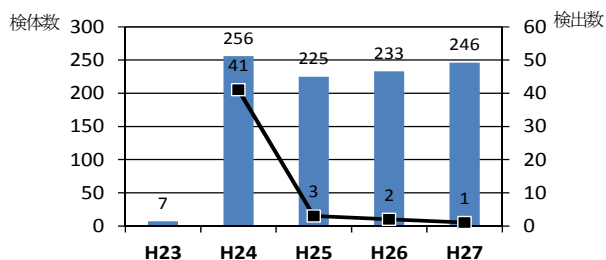


図1 放射性物質検査の検体数及び検出数の推移

表2 規制値と基準値

(単位：Bq/kg)

項目	食品群	規制値 ※1	基準値 ※2
放射性ヨウ素 (¹³¹ I)	飲料水、牛乳、乳製品	300	—
	野菜類(根菜・芋類除く)、魚介類	2000	—
放射性セシウム (¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs)	飲料水	200	10
	牛乳	200	50
	乳製品	200	乳児用食品 50
	その他	500	一般食品 100

※1 H23.3.17～H24.3.31 ※2 H24.4.1～

流通食品 920 件については、放射性セシウムを 16 件検出したが、基準値(表 2) を超えるものはなかった。

流通前の山菜等については、47 件中 31 件で放射性セシウムを検出し、そのうち基準値(100 Bq/kg)を超えたのは 7 検体(野生のたらのめ、こしあぶら、ちちたけ等)、最高値はちちたけの 990 Bq/kg であった²⁾。

なお、すべての検体において、ヨウ素 131 の検出はなかった。以下、分類ごとの結果を示す。

3.1 牛乳

小児の放射性物質に対する感受性を考慮し、測定機器設置直後から検査を開始しており、県内すべての製造業者を対象とし、学校給食に提供している施設を中心に、概ね毎月検査を実施した。

平成 23 年度 7 件、24 年度 98 件、25 年度 93 件、26 年度 95 件、27 年度 93 件、計 386 件の検査を行い、24 年度に 3 件検出²⁾(最高値：放射性セシウム 8.6Bq/kg) して以降、検出していない。

3.2 乳児用食品

県内製造業者が製造した調製粉乳 24 件及び乳児用清涼飲料水 3 件について検査を実施したところ、放射性物質の検出はなかった。

3.3 ミネラルウォーター類

県内製造業者が製造した 4 件を検査したところ、いずれも放射性物質の検出はなかった。

3.4 一般食品

3.4.1 農産物

県内産の農作物 168 件(表 3) について検査を実施したところ、放射性物質の検出はなかった。事故発生直後から、生産流通が、適正に管理されていたことがうかがわれる。

3.4.2 畜産物

県内で流通していた宮城県産牛肉 1 件、県内で生産された鶏卵 40 件及びはちみつ 42 件について検査を実施した。平成 24 年度に牛肉 1 件で放射性セシウム 15.5Bq/kg を検出、26 年度にはちみつ 2 件で放射性セシウム 5.8 及び 13Bq/kg を検出したが、いずれも基準値以下であった。

3.4.3 水産物

県内に流通していた鮮魚介類 139 件(表 4) について検査を実施した。7 種 9 件で放射性セシウムを検出(平成 24 年度 5 件、25 年度 3 件、27 年度 1 件)、漁獲海域は、すべて東日本の太平洋沖(水揚げ地が岩手県である 1 件を含む)であった。最高値は 24 年度のタラで、放射性セシウム 78Bq/kg であった。

3.4.4 加工食品

県内製造業者が製造した加工食品 109 件(表 5) について、検査を実施した。平成 24 年度に、粉末清涼飲料水 1 件からセシウム 137 を 6.3Bq/kg 検出したが、その他の検体から放射性物質は検出しなかった。

3.5 山菜等

平成 24 年度に、県環境森林部からの依頼を受け、野生採取の山菜等 11 種 47 件について検査を実施したところ、31 件で放射性セシウムを検出し、うち 7 件で基準値を超過した²⁾。

4 まとめ

原発事故後 5 年を経過し、ひとつの区切りを迎えたことから、今般、検査結果を集計し報告した。検査した範囲において、検出数は減少傾向にあり、検出されても基準値以下であり健康に影響を及ぼす恐れのないものであった。

しかし、平成 28 年度に、県内の規制区域内で採取し、基準値を超える放射性セシウムを含有するたけのこ、こしあぶらの流通が、相次いで明らかとなった。海外や西日本での放射性物質に対する不安も根強く、セシウム 137 は半減期が 30 年と長いことから、放射性セシウムについて、継続的な検査が必要と考えられる⁴⁾。

参考文献等

- 1) 栃木県食品衛生監視指導計画
- 2) 松下和裕他、栃木県における流通食品等の放射性物質検査結果、栃木県保健環境センター年報、第 18 号、123-126(2013)
- 3) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知、食品中の放射性物質の試験法について、食安発 0315 第 4 号、平成 24 年 3 月 15 日
- 4) 植草義徳他、市販流通食品中の放射性セシウム調査(平成 24 年度及び平成 25 年度)、食品衛生学雑誌、Vol. 56 No.2、49-56(2015)

表 3 農作物の検査品目

検体	検体数	検体	検体数
ほうれん草	22	ブルーベリー	4
さといも	16	ちんげんさい	3
なす	15	葉たまねぎ	3
小松菜	13	あぶらな	3
かぶ	10	枝豆	3
ねぎ	7	からしな	3
いんげん	7	大豆	3
ピーマン	4	レタス	3
サニーレタス	4	モロヘイヤ	2
ズッキーニ	4	ブロッコリー	2
大根	4	その他	33
		計	168

表 4 水産物の検査品目

検体	検体数 (検出数)	検体	検体数 (検出数)
サバ	20	ブリ	4
カツオ	15	マトウダイ	3
アブラツノザメ	14 (1)	ワラサ	3 (1)
アジ	10 (1)	スルメイカ	2
イナダ	10 (1)	タイ	2
サンマ	10	トウバツカジカ	2
タラ	9 (2)	ネズミザメ(モウカザメ)	2 (1)
イワシ	6	マコガレイ	2
サケ	4	ワカシ	2
トビウオ	4	サゴシ	2
ヒラメ	4 (2)	その他	9
		計	139 (9)

表 5 加工食品の検査品目

検体	検体数 (検出数)	検体	検体数 (検出数)
弁当・そうざい	27	清涼飲料水	5
漬物	19	みそ	5
食肉製品	16	生ゆば	4
魚肉練り製品	12	あん	2
めん類	10	果実酒	2
加工食品	7 (1)	計	109 (1)

平成 27 年度湯ノ湖沈水植物植生調査

水環境部

高橋 直人¹ 野澤 剛 中島 麻依子
 奥田 千尋² 赤羽 則臣 山口 宏 田村 博
 (¹ 県東環境森林事務所 ² 県北健康福祉センター)

1 はじめに

栃木県及び日光市は奥日光水域の水環境保全対策の一環として、湯ノ湖に繁茂する外来種の水草、コカナダモの刈取りを毎年実施している。本調査は、コカナダモ刈取りに当たり、在来種を保護するため、事前に沈水植物の植生を把握し、刈取り可能な範囲を特定するものである。

2 調査年月日

平成 27 年 8 月 28 日、9 月 2、4、15 日

3 調査方法

3.1 沈水植物の生育範囲

調査範囲は湯ノ湖の北半分、図 1 の破線以北の区域とし、ソナー (EAGLE Fish Elite 640C、GPS 付魚群探知機) を装備した船で、図中の実線 (走査線) 上を航行して湖底を探索した。これにより、湖内沈水植物の草丈及び生育範囲を把握した。

3.2 沈水植物の同定

水中カメラ及び目視により、図 1 に示す箇所で沈水植物の同定を行った。同定した沈水植物の位置は、ソナーの GPS 機能 (測地系は WGS84) を使用して特定した。

4 結果

調査により得られた植生図を図 2 に示す。

コカナダモは、下水処理場前、レストハウス前、西岸の一部及び兎島北西部の一部で、コカナダモが水面から深さ 2m より浅いところまで生育していた。

下水処理場前及びレストハウス前は、毎年コカナダモの繁茂が著しいが、今年度も同様であった。下水処理場前では水深 1~3m においてコカナダモが優占種となっていた。また、岸から 5m 以内の水深の浅いところ (~1m) では、カタシャジクモが優占種となっていた。レストハウス前の沿岸部では、水深 1~3m においてコカナダモが優占種となっており、一部ヒメフラスコモと混在している区域も確認された。また、平成 25 年度から引き続きツツイトモの生育が確認され、その生育範囲は、約 10×1m であった。

湯ノ湖西岸は、沿岸に枯れた倒木が多く、また沖へ離れると急激に深くなるという地形的特徴がある。確認されたコカナダモは全体的に草丈が短く量も少なかったが、機械刈取りが可能な草丈にまで生育している区域もわず

かにあった。

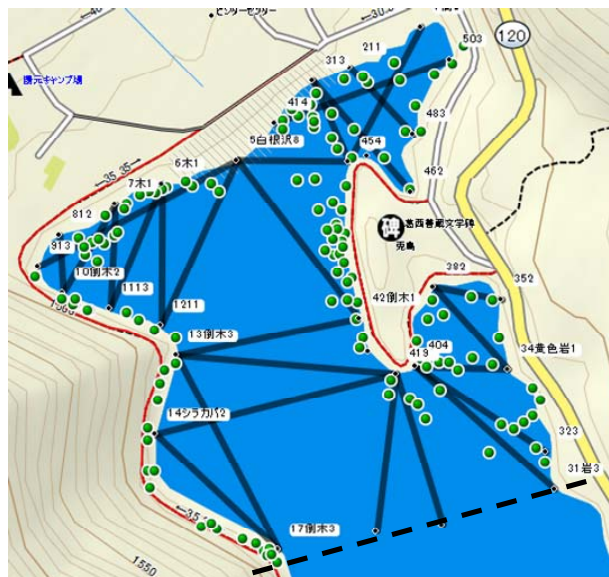


図 1 調査場所 (—: 走査線 ●: 水中カメラ等による同定箇所)

兎島西岸にはコカナダモ及びヒメフラスコモが混在して生育していた。また、兎島西岸の南部ではカタシャジクモも混在していた。

兎島の南側においてもコカナダモを確認したが、周辺を岩で囲まれているか、若しくはコカナダモと同程度の草丈のヒメフラスコモと混在しており、刈取り可能な場所はなかった。

その他の在来種については、ヒンジモが昨年度と同様に西岸の北部で確認された。また、その付近に平成 22、23 年度と生育が確認されていたものの、平成 24 年度以降の調査では確認されていなかったセキシウモが数十株確認された。ヒメミズニラについては昨年度と同様の地点に十数株の生育が確認された。

刈取り船による刈取りが可能な範囲は水面から深さ 1.5m までである。コカナダモは 9 月上旬~10 月中旬までの間に草丈が 30 cm 程度生育すること¹⁾を考慮すると刈取りを実施する 11 月の時点までに刈取り可能な草丈となる範囲は図 3 に示すとおりと予想された。

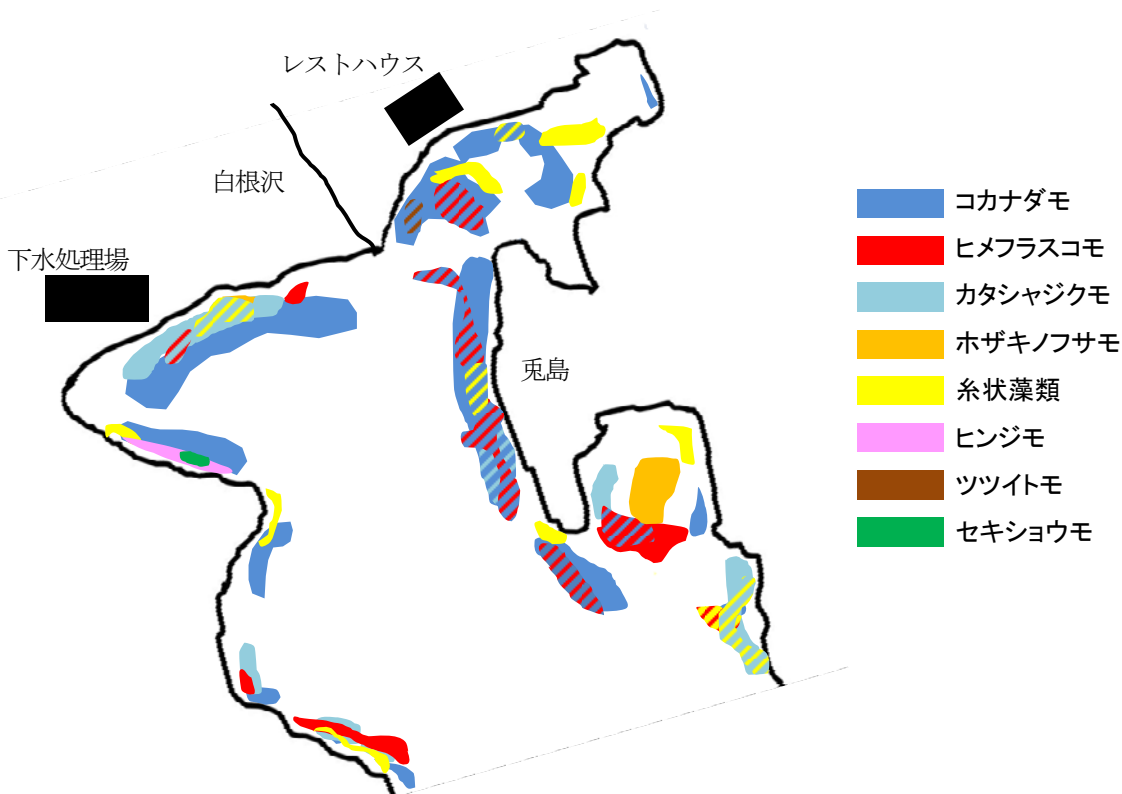


図2 平成27年度湯ノ湖植生図（北半分）（斜線箇所は混在を表す。）

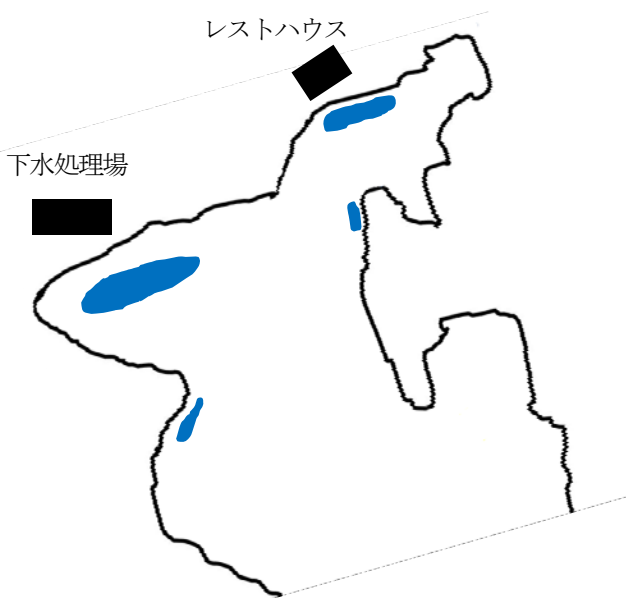


図3 コカナダモが11月時点までに刈取り可能な草丈となると予想される区域

5 まとめ

調査の結果、コカナダモ、ヒメフラスコモ、カタシャジクモ、ホザキノフサモ、ヒメミズニラ、ヒンジモ、ツツイトモ、セキショウモの生育が確認された。（ただし、ヒメミズニラは植生図上に記載していない。）

コカナダモの機械刈取りが可能な区域は、下水処理場前の岸から5m以上離れた区域及びレストハウス前であった。ただし、一部の区域では在来種が混在しているため、その付近では刈取りを避けるべきと考えられた。

以上の調査結果に基づき、平成27年度の刈取りが11月2日～5日（機械刈取り）及び11日（人力刈取り）の計5日間実施され、合計16.4tのコカナダモが除去された。

6 謝辞

本調査に際して、御協力いただきました全国内水面漁業協同組合日光支所、日光湯元レストハウスの皆様に感謝いたします。

7 参考文献

- 1) 田村博他, 湯の湖におけるコカナダモに関する調査研究, 栃木県保健環境センター年報, 第8号, 2003

栃木県における環境放射能測定結果（平成27年度調査）

大気環境部

齋藤 由実子 石原島 栄二 島津 真輝¹
 （¹元公害研究嘱託員）

1 はじめに

昭和61年4月、旧ソビエト連邦（現ウクライナ共和国）にあるチェルノブイリ原子力発電所の爆発事故により大量の放射性物質が大気中に拡散した。それ以降、本県では、公衆の受ける線量の推定・評価に資すること及び環境における空間放射線の変動状況・放射性物質の蓄積状況を把握すること等を目的として、原子力規制庁の委託を受け、環境放射能調査を実施している。

また、平成23年3月に福島第一原子力発電所で事故が発生したことを受けて、平成27年度も引き続き緊急時調査として上水中の放射能濃度モニタリング調査を実施したので、併せて報告する。

2 調査方法

2.1 平常時調査

2.1.1 調査方法の概要

各試料の採取及び測定は、文部科学省による「環境試料採取法」、「全ベータ放射能測定法」、「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」及び、原子力規制庁による「平成27年度放射能測定調査委託実施計画書」に基づき、栃木県保健環境センター（宇都宮市）において、平成27年4月1日から平成28年3月31日まで行った。

2.1.2 全ベータ放射能測定

雨水採取装置（当センター屋上に設置）により、降雨があった日ごとに、午前9時に雨水を採取した。その100mL（100mLに満たない場合は全量）を加熱濃縮・乾固し、ベータ放射能自動測定装置（日立アロカメディカルJDC-5200（プラスチックシンチレータ式））により測定した。

2.1.3 空間放射線量率測定

全期間を通して、モニタリングポストから各月の空間放射線量率を測定し、日平均値及び変動幅を用いて年間平均値を算出した。

なお、平成24年4月7日よりモニタリングポストがオンライン化され、既設の1台（当センター屋上に設置、日立アロカメディカルMAR-22）の他、県内8か所の測定地点である子ども総合科学館（宇都宮市）、安蘇庁舎（佐野市）、県西環境森林事務所（日光市）、小山庁舎（小山市）、県東環境森林事務所（真岡市）、那須塩原市役所、那須町役場、馬頭図書館（平成26年12月に那珂川町山村開発センターから移設）において、いずれも東芝放射線テクノサービス（D6000UM-DR（R1000D））で、自動測定を行っている。

2.1.4 ゲルマニウム半導体核種分析装置（セイコー・イ

ージアンドジージORTEC GEM15又は、ORTEC GEM25-70以下、「Ge 検出器」という。）を用いた核種分析

① 大気浮遊じん

当センター屋上にて毎月3日間、それぞれ1,720m³の大気中の浮遊じんをハイボリュウムエアサンプラを用いてろ紙に採取し、四半期ごとに15,000m³程度の大気中の浮遊じんをまとめ、Ge 検出器で70,000秒間測定した。

② 降下物

当センター4階屋外渡り廊下に設置した直径79.8cm（内径）、受水面積5,000cm²の大型水盤により毎月1か月分の雨水を採取し、全量を加熱濃縮した後、Ge 検出器で70,000秒間測定した。

③ 上水・蛇口水

当センターの蛇口水を平成27年6月に100L採取し、加熱濃縮後、Ge 検出器で70,000秒間測定した。

④ 土壌

平成27年10月にコアサンプラーを用い、日光市内において土壌を上層（地表下0～5cm）と下層（地表下5～20cm）に分け、それぞれを数kgずつ採取した。これらを乾燥した後、2mmふるいにより均一になるように一定量を分取し、それぞれGe 検出器で70,000秒間測定した。

⑤ 精米・牛乳

精米は1.8kg、牛乳は2Lをそれぞれ2Lマリネリ容器にとり、Ge 検出器で70,000秒間測定した。なお、精米は平成27年12月に宇都宮市、牛乳は平成27年8月に那須塩原市において採取した。

⑥ 野菜（大根及びレタス）

大根及びレタスは平成27年11月にいずれも宇都宮市で採取したものを、それぞれ約5kgとり、細切、定温乾燥機（105℃）で乾燥後、電気炉（450℃、24時間）で灰化し、Ge 検出器で70,000秒間測定した。

2.2 緊急時調査

2.2.1 福島第一原子力発電所事故

平成23年3月11日の東日本大震災による福島第一原子力発電所事故を受けて、空間放射線量率の測定に加え、上水の放射能調査を継続して実施した。

上水は、平成27年4月から毎日1.5Lずつ、3か月間ごとに採取したものを集めて加熱濃縮し、Ge 検出器で70,000秒間測定した。

2.2.1 北朝鮮地下核実験

平成28年1月6日、北朝鮮が地下核実験を実施したことを受けて、当該日から1月15日までの10日間、原子

力規制庁の依頼に基づき以下のモニタリング強化調査を実施した。

降下物は毎日15時から24時間採取し、大気浮遊じんは毎日9時から24時間採取して、Ge検出器によりそれぞれ20,000秒間測定した。

3 結果及び考察

3.1 平常時

3.1.1 全ベータ放射能測定

測定結果を表1¹⁾に示した。93検体のうち2検体で全ベータ放射能を検出した。平成28年3月に検出されたものが3.7Bq/Lと最も高かったが、福島第一原子力発電所の事故以前の検出事例の濃度水準を下回っていた。

3.1.2 空間放射線量率測定

月別のモニタリングポストによる測定結果を表2に示した。保健環境センターにおける年間平均値は、42nGy/hであり、事故直後(最大値1,318nGy/h)と比較すると大きく減少した。県内全9地点の値を比較すると、年間平均値が最も高かったのは那須塩原市役所の110nGy/h、次いで那須町役場及び県西環境森林事務所の93nGy/hであったが、いずれも直近3か年の値より減少していた。県内9地点におけるモニタリングポストの月間平均値の経月変化を図1に示した。空間放射線量率経月変化は、ほぼ横ばいになった地点が6か所、徐々に低下傾向にある地点が3か所であった。

直近4年間の当県、隣接県(茨城県、群馬県、埼玉県)及び全国の空間放射線量率の平均値を表3²⁾に示した。平成23年3月に発生した福島第一原子力発電所の事故後、平成24年度から国内各都道府県にモニタリングポストが増設され、固定型モニタリングポストによる本県の測定地点は、表2に示す全9地点となった。全測定地点の平均値は全国平均値よりも高い値であったが、これは、一部地域(那須塩原市役所、那須町役場、県西環境森林事務所)において全国平均を大きく上回る値を示したためと考えられるが、全国平均値との差は年々小さくなっている。本県は事故直後の平成24年度の値が最も高く、その後減少傾向にある。なお、隣接県でも同様の傾向が見られた。

3.1.3 Ge検出器を用いた核種分析

人工放射性核種であるCs-134、Cs-137並びに天然放射性核種であるK-40の測定結果を表4に示した。

Cs-134及びCs-137は、平成26年度と比較すると、牛乳でCs-134が前年度にNDであったものがわずかに検出された以外は、いずれの試料も前年度より低い値となった。

また、K-40は全ての試料において、過去3年間³⁾と同程度またはそれ以下で推移していた。

土壌中のCs濃度については、上層の濃度の方が下層よりも高めである傾向はこれまでみられ、降下した放射性物質は表層の土壌に沈着し、下層には浸透しにくいと考えられる。上層及び下層において、両核種共に昨年度より濃度は低下した。

降下物中のI-131、Cs-134及びCs-137の放射能降下量の経月変化を図2に示した。福島第一原子力発電所の事故直後である平成23年4月は高い値を示したが、その後降下量は減少し、値は低くなっている。なお、12月～4月に放射能の降下量がやや増加する傾向がみられ、これは強風や乾燥による粉じんの巻き上げによるものと推察される。また、概ね夏季には降下量が減少しており、風向等の気象条件の影響が考えられる。

3.2 緊急時調査

3.2.1 福島第一原子力発電所事故

上水中の放射性物質を表5に示す。I-131が全期間を通して不検出、Cs-134及びCs-137は、それぞれ4～6月が0.83mBq/L及び3.2mBq/L、7～9月が0.92mBq/L及び3.5mBq/L、10～12月がND及び1.8mBq/L、1～3月がND及び1.7mBq/Lであった。年平均値を比較すると、Cs-134は平成26年度が1.3mBq/Lに対して、平成27年度は0.88mBq/L、Cs-137は3.5mBq/Lに対して2.6mBq/Lと両核種共に濃度が低下した。福島第一原子力発電所事故後、各核種の濃度は、変動しながらも徐々に低下傾向にある。

3.2.2 北朝鮮地下核実験

平成28年1月6日から1月15日の調査期間中のモニタリングポストの値を表6に示す。期間中の当センターにおける空間放射線量率の日最大値は46nGy/h、最小値は38nGy/h、平均値は41～42nGy/hと、平常時の値と同等の水準であった。また、降下物、大気浮遊じんのいずれからも人工放射性核種は検出されなかった。

4 参考文献

- 1) 栃木県保健環境センター年報, 第13～15号, 2007～2009.
- 2) 環境放射能データベース, 原子力規制庁 (<http://www.kankyo-hoshano.go.jp>)
- 3) 栃木県保健環境センター年報, 第18～20号, 2012～2014.

表1 定時降水中の全β放射線

採取年月	降水量 (mm)	放射能濃度 (Bq/L)		月間降水量 (MBq/km ²)
		測定数 (検出数)	最高値	
平成27年 4月	89.3	8 (1)	2.1	5.3
5月	81.7	5 (0)	ND	ND
6月	194.9	9 (0)	ND	ND
7月	421.3	15 (0)	ND	ND
8月	131.0	9 (0)	ND	ND
9月	440.0	11 (0)	ND	ND
10月	42.9	4 (0)	ND	ND
11月	132.5	10 (0)	ND	ND
12月	60.3	4 (0)	ND	ND
平成28年 1月	66.0	4 (0)	ND	ND
2月	36.8	5 (0)	ND	ND
3月	54.4	9 (1)	3.7	33
年間値	1751.1	93 (2)	3.7	ND~33
平成19年~平成21年の3年間の値		267 (11)	6.2	ND~92
平成24年~平成26年の3年間の値		263 (14)	4.5	ND~78

ND: 不検出

表2 県内の空間線量率の経月変化 (日平均値の月間平均)

測定年月	モニタリングポスト (nGy/h)																	
	保健環境センター		子ども総合科学館		安藤庁舎		県西環境森林事務所		小山市庁舎		県東環境森林事務所		那須塩原市役所		那須町役場		那珂川町馬場図書館	
	平均値	変動幅	平均値	変動幅	平均値	変動幅	平均値	変動幅	平均値	変動幅	平均値	変動幅	平均値	変動幅	平均値	変動幅	平均値	変動幅
平成27年 4月	42	41~47	61	59~70	38	36~47	99	96~108	54	52~60	52	50~57	118	115~122	99	96~105	59	56~62
5月	42	41~44	61	60~63	37	36~41	100	97~103	54	52~58	52	50~56	119	116~122	96	93~101	60	58~63
6月	42	41~45	60	58~63	37	35~39	97	93~103	54	52~56	51	49~54	115	111~122	91	86~96	59	57~65
7月	42	40~45	60	57~62	38	36~45	95	91~99	54	52~61	51	48~57	112	108~117	86	80~97	59	56~62
8月	42	41~44	60	58~62	37	36~41	95	91~102	54	52~62	51	49~60	112	109~116	98	94~102	59	57~63
9月	42	41~44	59	58~62	38	36~43	92	90~97	53	52~57	50	49~54	109	107~114	95	92~101	58	57~63
10月	41	41~43	60	58~61	37	36~40	94	92~96	53	52~56	50	49~52	110	107~113	95	94~99	58	57~60
11月	42	41~45	59	58~64	38	36~43	92	89~99	54	52~59	51	49~56	108	106~113	94	91~99	58	56~63
12月	41	41~43	59	58~61	37	35~39	91	90~93	53	52~55	50	49~52	107	106~109	93	90~96	58	56~59
平成28年 1月	42	41~45	59	57~63	37	35~46	85	88~94	53	52~60	49	45~55	105	91~109	88	74~96	58	55~63
2月	41	41~44	58	57~63	36	35~39	87	77~92	53	52~58	49	48~56	104	98~107	88	75~97	57	55~60
3月	41	41~46	58	57~65	36	35~45	90	87~96	53	51~61	50	48~57	105	102~109	91	88~96	57	55~63
年間平均値	42	40~47	60	57~70	37	35~47	93	88~108	53	51~62	50	45~60	110	91~122	93	74~105	58	55~65
前年度までの過去3年間の値	43~48	40~57	62~65	54~79	38~39	34~50	101~127	56~156	54~58	38~82	52~62	38~82	125~241	77~289	103~199	61~262	61~65	51~79

表3 近隣県の空間放射線量率経年変化(年間平均値)

(単位: nGy/h)

年度	固定型モニタリングポスト				
	栃木県*1)	茨城県*2)	群馬県*3)	埼玉県*4)	全国平均
24年度	100	97	63	71	54
25年度	80	80	53	65	56
26年度	71	69	47	61	53
27年度	66	64	44	57	52

*1) 宇都宮市 県保健環境センター

*2) 水戸市 旧県環境放射線監視センター

*3) 前橋市 県衛生環境研究所

*4) さいたま市 県衛生研究所

*5) 平成23年度まで各都道府県のモニタリングポストは各県1基の設置だったが平成24年度に増設されたため、全地点の平均値を掲載。

原子力規制庁「環境放射線データベース」

(<http://search.kankyo-hoshano.go.jp/servlet/search.top>)

(参照 2016-4-22)

表4 ゲルマニウム半導体検出器により核種分析

試料名	採取場所	採取年月日	検体数	Cs-134			Cs-137			K-40			単位	
				平成27年度	平成26年度	過去3年間の値 最高値	平成27年度	平成26年度	過去3年間の値 最高値	平成27年度	平成26年度	過去3年間の値 最高値		
大気浮遊じん	宇都宮市	H27.4~H28.3	4	ND~ND	ND~0.013	0.026(H24.10~12)	ND~ND	ND~0.038	0.038(H26.7~9)	ND~ND	ND~ND	0.25(H24.4)	mBq/m ³	
降下物	宇都宮市	H27.4~H28.3	12	0.083~0.69	0.17~1.8	19(H24.4)	0.24~3.1	0.56~5.0	26(H24.4)	ND~1.3	ND~1.5	2.6(H25.3)	MBq/km ²	
陸水(蛇口水)	宇都宮市	H27.6.8	1	1.2	1.8	14(H24.6)	3.5	4.6	22(H24.6)	42	46	51(H25.6)	mBq/L	
土壌	上層(0~5 cm)	日光市	H27.10.16	1	59	110	620(H24.12)	290	350	1100(H24.12)	130	150	150(H24.12, H26.10)	Bq/kg乾土
	下層(5~20 cm)	日光市	H27.10.16	1	25	44	49(H24.12)	110	150	150(H26.10)	130	140	160(H25.11)	Bq/kg乾土
精米	宇都宮市	H27.12.8	1	ND	0.36	0.36(H26.11)	0.21	1.30	1.3(H26.11)	21	23	23(H26.11)	Bq/kg生	
野菜	根菜(ダイコン)	宇都宮市	H27.11.19	1	0.032	0.053	0.16(H24.11)	0.087	0.21	0.26(H24.11)	66	100	100(H25.10, H26.11)	Bq/kg生
	葉菜(レタス)	宇都宮市	H27.11.19	1	ND	0.072	0.27(H24.11)	0.13	0.24	0.51(H24.11)	80	100	100(H26.11)	Bq/kg生
牛乳	那須塩原市	H27.8.20	1	0.089	ND	0.18(H24.8)	0.18	0.21	0.37(H24.8)	50	48	52(H24.8)	Bq/L	

ND:不検出

○内は、最高値を示した採取月

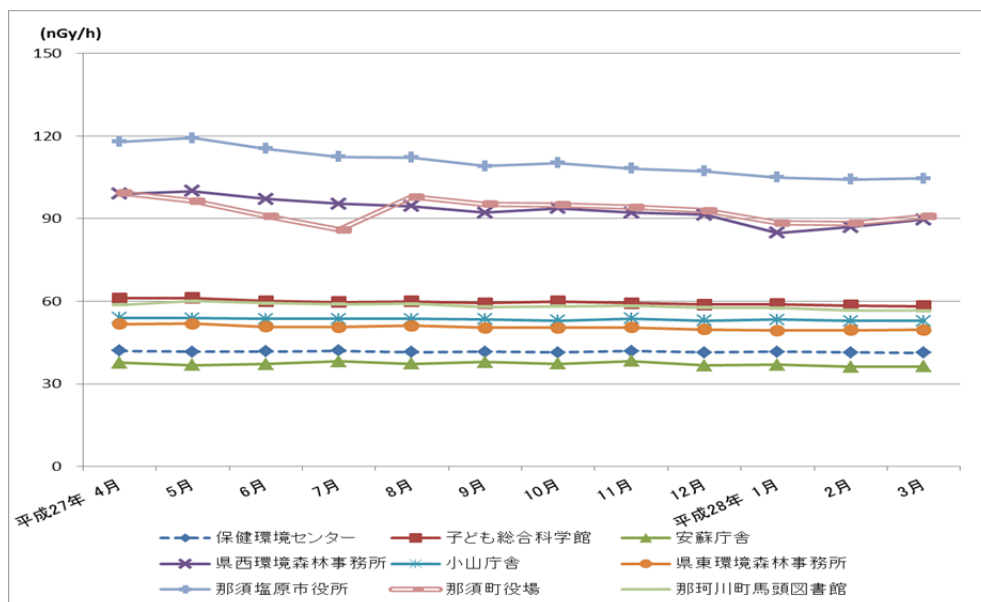


図1 県内空間線量率の経月変化

* 那須町役場は検出器をH27年7月に調整

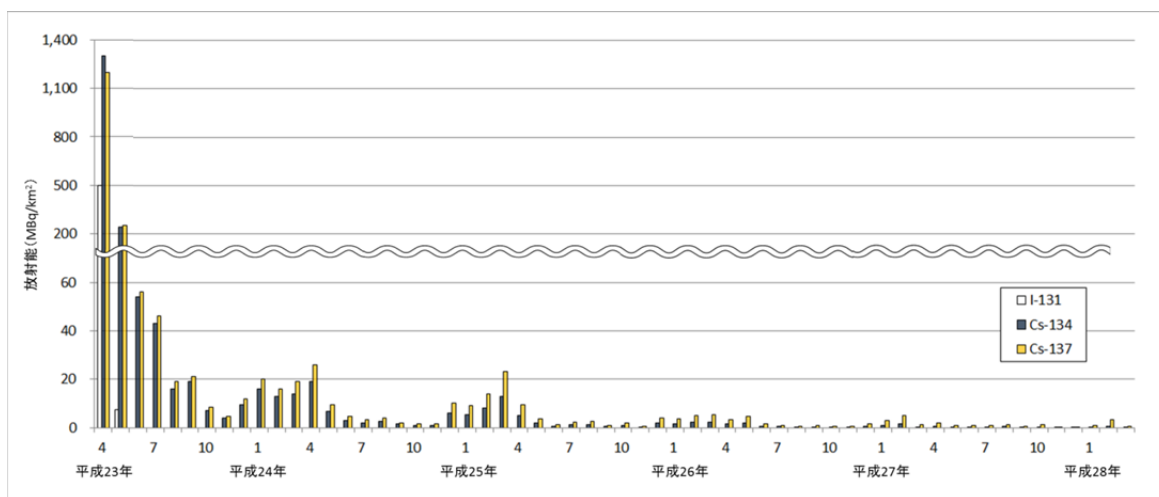


図2 降下物中の放射能(I-131, Cs-134, Cs-137)の経月変化(保健環境センター)

表5 上水中の放射性物質

(mBq/L)

年度	採取期間	I-131	Cs-134		Cs-137	
			四半期	平均	四半期	平均
H26	2014年4~6月	ND	1.6	1.3	3.6	3.5
	2014年7~9月	ND	1.5		4.3	
	2014年10~12月	ND	1.3		3.4	
	2015年1~3月	ND	0.67		2.7	
H27	2015年4~6月	ND	0.83	0.88	3.2	2.6
	2015年7~9月	ND	0.92		3.5	
	2015年10~12月	ND	N.D		1.8	
	2016年1~3月	ND	N.D		1.7	

表6 緊急事態期間中の空間放射線量率
(保健環境センターモニタリングポスト)

H27年 月日	線量率	
	上値の最大値 (nGy/h)	下値の最小値 (nGy/h)
1月6日	45	39
1月7日	45	38
1月8日	45	38
1月9日	45	38
1月10日	46	38
1月11日	45	38
1月12日	45	38
1月13日	45	38
1月14日	45	38
1月15日	45	38
最大値	46	
最小値		38

平成27年度アスベスト大気環境調査結果

大気環境部

館野 雄備¹⁾ 齋藤 由実子 石原島 栄二
(¹⁾工業振興課)

・小山市役所小山東出張所

1 はじめに

アスベスト(石綿)は、耐熱性、耐薬品性、絶縁性などの優れた物性を持っているため、かつては工業原料として各方面にわたって幅広く利用されてきた。しかし、大気環境中に飛散したアスベストを吸入することにより、石綿肺、肺がん、中皮腫等の健康障害が引き起こされることが明らかとなった。このため、国は平成元年に大気汚染防止法を改正し、石綿その他の人の健康に被害を生ずるおそれがある粉じんを特定粉じんとし、規制基準を設けた。

栃木県では、平成17年度から「一般環境中におけるアスベスト調査計画」に基づき、継続的に県内の大気中アスベスト濃度の調査を行ってきた。また、これまで国内で製造、使用されていたアスベスト製品の大部分はクリソタイルが主成分であったため、クリソタイルを中心とした調査内容としてきた。

その後、平成22年6月に、アスベストモニタリングマニュアル第4.0版¹⁾(以下、「マニュアル第4版」という。)が示された。これは、アスベストによる健康影響が社会問題化する等の近年の社会情勢の変化により、アスベストの発生源としての石綿製品製造工場が存在しなくなり、アスベストの主な発生源が解体現場等に変化したこと、また、クリソタイル以外のアスベストの排出も懸念されるようになったことに対応したものである。マニュアル第4版では、クリソタイル以外の各種アスベストについても定性、定量する調査方法に変更されている。本県の調査も、同年度からマニュアル第4版に移行し、現在に至っている。本報告は、平成27年度に実施したアスベスト大気環境調査の結果である。

2 調査方法

2.1 調査地点

マニュアル第4版に示されている測定地域区分に従い、以下に示すとおり、一般環境のバックグラウンド地域として住宅地域3地域6地点、沿道地域として幹線道路沿線の1地域2地点を選定し、調査を実施した。

2.1.1 バックグラウンド地域

- ① 県北地域(大田原市)
 - ・栃木県県北健康福祉センター
 - ・栃木県那須庁舎別館
- ② 県央地域(宇都宮市)
 - ・栃木県精神保健福祉センター
 - ・栃木県保健環境センターテニスコート
- ③ 県南地域(小山市)
 - ・栃木県県南健康福祉センター

2.1.2 沿道地域

- 県南地域(小山市)
 - ・小山市中央町交差点
 - ・小山市役所

2.2 サンプリング実施日

平成27年11月30日～12月2日(連続3日間)1月

2.3 試料採取方法

マニュアル第4版に従い、直径47mm、平均孔径0.8μmのメンブランフィルターをオープンフェイス型フィルターホルダーにセットし、10L/minの流速で1日あたり4時間(概ね午前10時～午後2時)ずつフィルターに捕集した。この操作を3日間行い、1日ごとに個別のフィルターに捕集した。

なお、試料の採取については業者委託とした。

2.4 測定方法

マニュアル第4版に従い、以下のとおり位相差顕微鏡法(以下、「PCM法」という。)にて総繊維数濃度を測定した。捕集面を下にしたメンブランフィルター(1/4片)をスライドガラスにのせ、アセトン蒸気発生装置(QuickFix model 2122A)を用いて透明化処理を行った。次いでトリアセチンをフィルターに滴下し、カバーガラスをのせて固定した後、位相差顕微鏡(Olympus BX51)を用いて繊維数を計数した。総繊維数濃度が1f/Lを超えた試料については、走査型電子顕微鏡法(以下、「A-SEM法」という。)により確認試験を実施するが、今回該当する検体はなかった。

3 調査結果

平成27年度の各調査地点における、調査概要及びPCM法による測定結果を表1に示す。

PCM法による各地点の大気中総繊維数の幾何平均濃度は、バックグラウンド地域では0.16～0.38f/L、沿道地域では0.14～0.48f/Lであった。前年度結果²⁾と比較すると、バックグラウンド地域のいずれの地点においても総繊維数濃度が高めであった。沿道地域においては、小山市中央町交差点の総繊維数濃度が低く、小山市役所は高めであった。総繊維数濃度は昨年度よりも高めの地点が多かったものの、いずれのサンプリング実施日においても、総繊維数濃度が1f/Lを超えた地点はなかった。

4 参考文献

- 1) 環境省水・大気環境局大気環境課、アスベストモニタリングマニュアル(第4.0版)、平成22年6月
- 2) 栃木県保健環境センター大気環境部、平成26年度アスベスト大気環境調査結果、100-101、2015

表1 平成27年度アスベスト大気環境調査結果 (PCM法)

調査地点	バックグラウンド地域																		
	県北(県北健康福祉センター)			県北(県那須庁舎別館)			県央(精神保健福祉センター)			県央(保健環境センターテニスコート)			県南(県南健康福祉センター)			県南(小山市役所小山東出張所)			
調査日	11/30	12/1	12/2	11/30	12/1	12/2	11/30	12/1	12/2	11/30	12/1	12/2	11/30	12/1	12/2	11/30	12/1	12/2	
天候	曇り	晴れ	曇り	曇り	晴れ	曇り	曇り	晴れ	曇り	曇り	晴れ	曇り	晴れ	晴れ	曇り	曇り	晴れ	曇り	
採取開始時刻	10:38	10:24	10:10	11:19	10:43	10:42	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00	10:41	10:52	10:20	10:37	10:55	10:25	
採取終了時刻	14:38	14:24	14:10	15:19	14:43	14:42	14:00	14:00	14:00	14:00	14:00	14:00	14:41	14:52	14:20	14:37	14:55	14:25	
採取方向(近隣の主要車道)	南南東(国道400号線)			東北東(大田原高林線)			東(国道4号線)			東(国道4号線)			北北東(※)			南南西(小山結城線)			
開始	風向	北北西	北西	南東	南南西	北東	北北東	東北東	北東	南東	東北東	東	東南東	北西	西	西	北西	南西	西
	風速(m/s)	<0.5	1.4	<0.5	<0.5	1.7	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	<0.5
終了	風向	北北東	北北西	南南東	南南西	北東	西南西	南西	南東	南東	南西	南東	東	西南西	東	西	西南西	南東	西
	風速(m/s)	<0.5	1.0	0.6	0.8	0.8	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
採取時間(hr)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	
採気量(L)	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	
位相差顕微鏡(PCM法)	総繊維数濃度(f/L)	0.199	0.425	0.312	0.510	0.454	0.255	0.0851	0.142	0.369	0.567	0.0851	0.255	0.425	0.284	0.284	0.397	0.454	0.199
	総繊維数換算平均濃度(f/L)	0.29			0.38			0.16			0.23			0.32			0.32		
備考																※主要車道なし			

調査地点	沿道地域						
	小山市中央町交差点			小山市役所			
調査日	11/30	12/1	12/2	11/30	12/1	12/2	
天候	晴れ	晴れ	曇り	晴れ	晴れ	曇り	
採取開始時刻	10:22	10:34	10:00	10:10	10:23	10:05	
採取終了時刻	14:22	14:34	14:00	14:10	14:23	14:05	
採取方向(対象車道)	西北西(国道4号線)			東南東(国道4号線)			
開始	風向	北西	南	北北西	北西	南	北北西
	風速(m/s)	<0.5	0.6	<0.5	<0.5	0.5	<0.5
終了	風向	南南西	南	北北西	南南西	南東	北北西
	風速(m/s)	<0.5	<0.5	<0.5	1.0	<0.5	<0.5
採取時間(hr)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	
採気量(L)	2400	2400	2400	2400	2400	2400	
位相差顕微鏡(PCM法)	総繊維数濃度(f/L)	0.0851	0.199	0.199	0.510	0.567	0.397
	総繊維数換算平均濃度(f/L)	0.14			0.48		
備考							

<参考事項>

測定方法:「アスベストモニタリングマニュアル(第4.0版)環境省H22.6」の光学顕微鏡法

※計数対象:位相差顕微鏡を用いて、長さ5μm以上、幅3μm未満で、かつ長さとの比が3:1以上の繊維状物質を計数の対象とした[総繊維数濃度]。

※計数方法:同一試料について計数を複数回実施し、その平均値とフィルターブランク値の差を計数値とした。

※ND:検出下限値未満。

※検出下限値:0.056f/L

平成27年度佐野市葛生地区における降下ばいじん量調査結果

大気環境部

篠崎 絵美 島津 真輝¹⁾ 石原島 栄二
(¹元公害研究員)

1 はじめに

日本有数の石灰鉱山等の密集地域である佐野市葛生地区は、降下ばいじん量の多い地域である。昭和50年代前半以降、固定発生源である工場・事業場における対策が実施されてきたことにより、降下ばいじんの主な発生源が道路粉じんに移行してきたが、その動向を把握するために継続的に調査を実施している。

本報告は、平成27年度に行った佐野市葛生地区における降下ばいじん量の調査結果である。

2 調査方法

2.1 調査地点

道路粉じんの影響を受ける地点として国道293号沿いの地点であるあくとプラザと箱石神社の2地点を、また、道路粉じんの影響が少ない青藍泰斗高校を対照地点として選定し、モニタリングを行った。各地点の位置を図1に示す。

- | | |
|----------|-------------|
| ① あくとプラザ | 佐野市あくと町3084 |
| ② 箱石神社 | 佐野市豊代150 |
| ③ 青藍泰斗高校 | 佐野市葛生東2-8-3 |

2.2 調査期間

平成27年4月から平成28年3月までの1年間

2.3 採取方法

ガラス製ダストジャー（口径12.7cm、高さ25.0cm）に蒸留水250mLと藻の発生防止剤として0.02N-CuSO₄を10mL入れ、1カ月間採取した。



図1 調査地点

国土地理院の数値地図 25000 (地図画像)『佐野』を掲載

2.4 調査項目

- 貯水量、pH
- 不溶解性成分及び溶解性成分（総降下ばいじん量）

3 調査結果

平成27年度の調査結果を表1に示す。総降下ばいじん量は、年平均値で3.76~6.90t/km²/30daysであった。

図2に昭和46年度から平成27年度までの総降下ばいじん量の経年変化を示す。国道293号道路沿道では、昭和54年度から約20t/km²/30daysで推移していたが、その後、平成8年頃から、調査地点付近（約100m）においてバイパス工事の影響により一旦増加に転じた。その後、バイパス工事終了に伴い、平成11年度以降は減少傾向となり、やや下げ止まりの様相を呈したが、平成24年度から再び減少傾向が現れ、現在はピーク時である昭和47年度の降下量の5分の1以下になっている。平成8年度に調査を開始した箱石神社は、あくとプラザと比較し降下ばいじん量は少ないものの、平成21年度以降、約5t/km²/30days程度で推移している。

総じて、葛生地区の降下ばいじんは、長期的には減少傾向が継続しているとうかがえる。国道293号道路沿道は、他地点と比較して総降下ばいじん量がやや多いが、平成27年度の結果によれば他の2地点の濃度レベルに近づいたと考えられる。

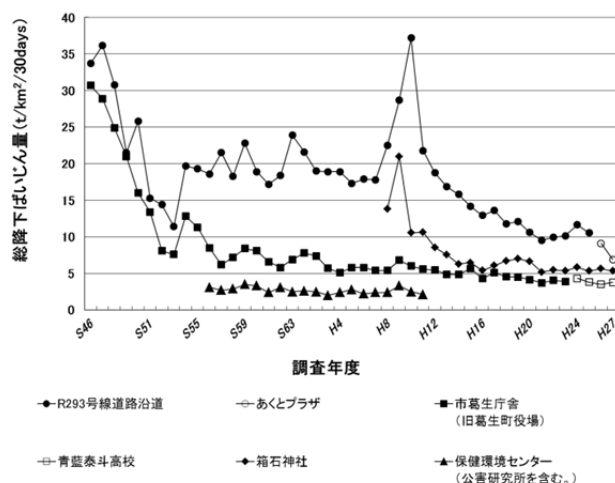


図2 総降下ばいじん量の経年変化

表1 降下ばいじん量調査結果 (平成27年度)

		降下量単位 : t/km ² /30days						
調査地点	年月	貯水量 (L)	pH	溶解性成分	不溶解性成分	総降下ばいじん量		
1 国道293号道路沿 あくとプラザ (あくと町3084)	平成27年 4月	0.87	6.5	2.13	11.00	13.13		
	5月	0.41	5.2	1.19	7.49	8.68		
	6月	1.71	6.0	1.76	5.14	6.90		
	7月	2.45	6.1	0.71	6.30	7.01		
	8月	1.42	6.5	1.71	4.13	5.84		
	9月	2.43	7.5	1.40	5.35	6.75		
	10月	0.55	6.2	1.07	5.90	6.97		
	11月	1.64	6.0	1.09	5.72	6.81		
	12月	0.44	5.7	0.95	7.36	8.31		
	平成28年 1月	0.56	5.7	0.61	5.69	6.30		
	2月	0.57	5.7	0.25	5.84	6.09		
	3月	0.85	5.4	欠測	7.60	欠測		
	平均		1.16	6.0	1.17	6.46	7.53	
			(加重平均 5.9)					
2 箱石神社 (豊代150)	平成27年 4月	0.82	6.1	1.52	6.16	7.68		
	5月	0.40	6.2	2.15	7.79	9.94		
	6月	1.51	5.8	1.57	3.31	4.88		
	7月	2.56	5.8	0.75	2.87	3.62		
	8月	1.38	5.7	1.53	3.23	4.76		
	9月	2.47	7.1	0.88	1.93	2.81		
	10月	0.53	6.4	0.75	3.41	4.16		
	11月	1.70	5.9	0.95	2.86	3.81		
	12月	0.50	5.7	1.21	4.44	5.65		
	平成28年 1月	0.60	5.7	0.37	3.90	4.27		
	2月	0.62	5.7	0.68	4.45	5.13		
	3月	0.90	5.4	1.75	5.73	7.48		
	平均		1.17	6.0	1.18	4.17	5.35	
			(加重平均 5.8)					
3 青藍泰斗高校 (葛生東2-8-3)	平成27年 4月	0.79	5.7	1.41	3.22	4.63		
	5月	0.29	5.3	1.05	3.44	4.49		
	6月	1.19	5.6	1.80	1.91	3.71		
	7月	2.49	5.5	1.86	2.09	3.95		
	8月	1.08	5.4	1.82	1.88	3.70		
	9月	2.55	6.8	1.68	1.08	2.76		
	10月	0.37	6.1	1.02	2.23	3.25		
	11月	1.43	5.9	1.46	2.10	3.56		
	12月	0.36	5.8	1.82	1.87	3.69		
	平成28年 1月	0.39	5.5	0.31	2.14	2.45		
	2月	0.48	5.6	0.93	2.41	3.34		
	3月	0.65	5.3	2.02	3.56	5.58		
	平均		1.00	5.7	1.43	2.33	3.76	
			(加重平均 5.7)					

平成27年度5月の箱石神社は、鳥の糞混入。液の濁りあり。

平成27年度7月及び9月は全地点でオーバーフローのため参考値とする。

平成27年度3月は、あくとプラザの減圧ろ過中に三角フラスコが損壊した為、溶解性成分の試料を損失した。→欠測とする。

平成 27 年度有害大気汚染物質モニタリング調査結果

大気環境部

齋藤 由実子 栗原 伸義 舘野 雄備¹

篠崎 絵美 石原島 栄二 島津 真輝²

(¹工業振興課、²元公害研究嘱託員)

1 はじめに

有害大気汚染物質については、大気汚染防止法により「継続的に摂取される場合には人の健康を損なうおそれがある（長期毒性を有する）物質で大気の汚染の原因となるもの」と定められている。

栃木県では、平成9年10月から「有害大気汚染物質モニタリング指針」¹⁾に基づき、有害大気汚染物質モニタリング調査を実施している。

その後、平成22年10月の中央環境審議会大気環境部会からの「今後の有害大気汚染物質対策のあり方について（第九次答申）」を受け、人への健康影響への可能性がある物質のうち、ある一定程度を超える濃度で検出されている物質、または重篤な影響を有し一定の暴露性のある物質とされる23物質を優先取組物質とすることに見直された。また併せて、ヒ素及びその化合物に係る指針値が設定された。

さらに、「PRTR データを活用した大気濃度シミュレーションの実施等により、モニタリングの効率化を検討すること」とされたことを受け、「大気汚染防止法第22条の規定に基づく大気汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準について」の一部改正が行われた。その中で、これまでの地域分類（一般環境、固定発生源、沿道）に加え、全国標準監視地点（全国的な視点を踏まえ、測定可能なすべての優先取組物質の大気環境の全般的な状況とその経年変化の把握を目的に選定される測定地点）と地域特設監視地点（全国標準監視地点以外の地点で地域的な視点を踏まえ、他都道府県からの移流及びこれまでの継続性の観点等地域の実情に応じた目的で選定される測定地点）という2つの分類が設定された。

さらに平成26年4月の第十次答申を受け、マンガン及び無機マンガン化合物について指針値が設定された。

本報告は、優先取組物質のうちの21物質について、平成27年度に実施した有害大気汚染モニタリング調査をまとめたものである。

2 調査概要

2.1 調査地点

(1) 一般環境 (2 地点)

大田原市（県北健康福祉センター）

… 全国標準監視地点

栃木市（栃木市水道庁舎）… 全国標準監視地点

(2) 固定発生源周辺 (4 地点)

足利市（足利市河南消防署南分署）

… 全国標準監視地点

下野市（石橋高校）

… 地域特設監視地点

那須塩原市（下井口公民館）… 地域特設監視地点

（ジクロロメタンのみ実施）

真岡市（長沼中学校）

… 地域特設監視地点

（マンガンのみ実施）

2.2 調査期間

平成27年4月～平成28年3月の1年間に原則として月1回、24時間サンプリングした。

2.3 調査対象物質

(1) 揮発性有機化合物 (VOCs) : 12 物質

アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン、ジクロロメタン、テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、1,3-ブタジエン、ベンゼン、酸化エチレン、塩化メチル、トルエン

(2) 重金属類 : 6 物質

ニッケル化合物（ニッケル）、ヒ素及びその化合物（ヒ素）、ベリリウム及びその化合物（ベリリウム）、マンガン及びその化合物（マンガン）、クロム及びその化合物（クロム）、水銀及びその化合物（水銀）

(3) 多環芳香族炭化水素 : 1 物質

ベンゾ[a]ピレン (B[a]P)

以後、重金属類と多環芳香族炭化水素については、() 内の略称で記述することとする。

(4) アルデヒド類 : 2 物質

アセトアルデヒド、ホルムアルデヒド

2.4 試料採取及び分析方法²⁾

2.4.1 揮発性有機化合物（酸化エチレン以外）

あらかじめN₂ガスで洗浄後、13Pa以下に減圧した容量6Lの真空キャニスター（レステック製SilcoCan）に、流量3～4 mL/分で大気試料を採取した。これを大気自動濃縮装置（GLサイエンス製ACS-2100）を用いて濃縮し、ガスクロマトグラフ質量分析計（アジレント製7890A及び5975C）により測定した。なお、カラムはアジレント製DB-1（内径 0.32mm、長さ 60m、膜厚 1.0 μm）を使用した。

2.4.2 酸化エチレン

臭化水素酸含浸グラファイトカーボン系吸着剤が充填

された捕集管（スベルコ製 ORB0-78）に、流量 0.7L/分で大気試料を採取し 2-ブロモエタノールとして捕集した。これをトルエン-アセトニトリル混合溶媒で抽出して試験液を調製し、ガスクロマトグラフ質量分析計（アジレント製 6890 及び 5973）により測定した。なお、カラムはアジレント製 DB-WAX（内径 0.25mm、長さ 30m、膜厚 0.25 μm）を使用した。

2.4.3 重金属類（水銀以外）

ハイボリウムエアサンプラー（柴田科学製 HV-1000F）を用い、あらかじめデシケータで乾燥しておいた石英フィルター（アドバンテック製 QR-100）に大気試料を流量 1,000L/分で捕集した。このフィルターに硝酸、過酸化水素水及びフッ化水素酸を加え、圧力容器を用いてマイクロウェーブ（マイルストーン製 ETHOS-1）で加熱分解後、誘導結合プラズマ質量分析計（アジレント製 7500ce）による同時分析を実施した。なお、クロムは全クロムとして測定した。

2.4.4 水銀及びその化合物

携帯型ガス採取装置（日本インスツルメンツ製 PS-4）を用い、0.5L/分の流量で大気試料中の水銀を捕集管（日本インスツルメンツ製 M-160）に金アマルガムとして捕集し、加熱気化冷原子吸光法による水銀分析計（日本インスツルメンツ製 MA-2000）で測定した。なお、捕集管はあらかじめ空焼きしたものを用いた。

2.4.5 多環芳香族炭化水素

サンプリングは重金属類と同様な方法で行った。試料採取後、フィルターを直径 47mm の円形に打ち抜き、ジクロロメタンで抽出し、濃縮後アセトニトリルに再溶解したものを試験液とし、蛍光検出器を装備した高速液体クロマトグラフ（日本分光製 LC-2000 Plus）で測定した。

2.4.6 アルデヒド類

2,4-ジニトロフェニルヒドラジン含浸シリカゲルが充填された捕集管（GL サイエンス製 GL-Pak mini AERO DNPH）を用いて、流量 0.1 L/分で大気試料を採取した。捕集管からアセトニトリルで抽出して試験液を調製し、UV 検出器を装備した高速液体クロマトグラフ（日本分光製 LC-2000 Plus）により測定した。

3 調査結果

3.1 揮発性有機化合物（VOCs）

地点別の年平均値を表 1 に示す。

環境基準が設定されている 4 物質（ジクロロメタン、テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、ベンゼン）、及び指針値が設定されている 5 物質（アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン、1,3-ブタジエン）については、全物質とも全地点において、それぞれの基準値または指針値を下回る濃度であった。

一般環境に分類される大田原市は、1,3-ブタジエン及びトルエンを除き全物質とも最も低い年平均値を示した。

これらのうち、塩化ビニルモノマーは栃木市で、アクリロニトリル、ベンゼン及び塩化メチルは下野で、テトラクロロエチレン及びトリクロロエチレンは足利市でそれぞれ値が高かった。特にトリクロロエチレンは他地点よりも 2~9 倍程度、濃度が高かった。

1,3-ブタジエンは、一般環境の栃木市の平均値が、0.069 μg/m³ と最も低く、固定発生源周辺の下野市が 0.12 μg/m³ と最も高い値を示した。トルエンについては、栃木市が 5.5 μg/m³ と最も低く、足利市が 14 μg/m³ と最も高い値となり、その差は 2 倍を超えていたが、下野市においても一般環境の 2 地点よりも 2 倍近く濃度が高かった。ジクロロメタンについては、那須塩原市が 6.8 μg/m³ と最も高い値を示した。那須塩原市は地域特設監視地点であり、ジクロロメタンの発生が懸念される事業所周辺であることによる影響と考えられ、今後推移を注視する必要がある。なお、クロロホルム及び 1,2-ジクロロエタンについては、いずれの地点においても同程度の年平均値となり、地点間差は見られなかった。

また、大田原市、栃木市、下野市及び足利市の測定結果について前年度の結果（年平均値）³⁾ と比較すると、いずれの地点においても、塩化ビニルモノマーは低下し、1,2-ジクロロエタン及びベンゼンは同程度、トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレンは上昇していた。アクリロニトリル及びジクロロメタンも大田原市を除き上昇傾向であった。また、1,3-ブタジエンは大田原市で値がやや上昇したが、他の地点では同程度であり、クロロホルム、塩化メチル及びトルエンについては足利市でやや上昇したが、他地点では同程度であった。総じて前年度と同レベルか上昇した物質が多かった。

3.2 重金属類

地点別の年平均値を表 2 に示す。

指針値が設定されているニッケル、ヒ素、マンガン及び水銀については、全地点においてそれぞれ指針値を下回る濃度であった。

水銀を除き、大田原市で全地点の中で最も低い年平均値を示し、ニッケル、ヒ素及びベリリウムは下野市で最も高い年平均値を示した。なお、水銀の各地点の年平均値は、2.0~2.2 ng/m³ と、地点間の差はほとんどなかった。足利市は、マンガン及びクロムの濃度が全地点のうち最も高かった。

前年度の結果³⁾ と比較すると、大田原市のクロム、栃木市のニッケル、足利市のクロムの値がやや増加した他はやや低めか同程度の濃度であった。

3.3 多環芳香族炭化水素

地点別年平均値を表 3 に示す。

大田原市の B[a]P の年平均値が 0.12 μg/m³ と最も低く、栃木市が 0.23 μg/m³ と最も高い値を示した。前年度と比較すると、大田原市で低下した以外は概ね同程度の濃度であった。

3.4 アルデヒド類

地点別年平均値を表4に示す。

アセトアルデヒド及びホルムアルデヒドの濃度は、いずれも大田原市が全地点の中で最も低く、下野市が最も高かった。また、各地点のアセトアルデヒドとホルムアルデヒドの濃度の年平均値をプロットすると、両者は極めて強い相関 ($R^2=0.9983$) を示していた。

また、いずれの地域でもホルムアルデヒドの方がアセトアルデヒドよりも濃度が高かった。前年度と比較すると、大田原市は両物質ともに、栃木市ではホルムアルデヒドが減少傾向であったが、栃木市のアセトアルデヒド及び下野市と足利市の両物質は同程度の濃度であった。

4 参考文献

- 1) 環境省大気保全局, 「有害大気汚染物質モニタリング指針」, 平成9年2月12日
- 2) 環境省環境管理局大気環境課, 有害大気汚染物質測定方法マニュアル (平成23年3月)
- 3) 栃木県保健環境センター年報, 第20号, 2015

表1 揮発性有機化合物の大気中濃度

測定地点	大気中濃度年平均値 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (測定回数 [回/年])						環境基準値 及び指針値 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	一般環境		固定発生源周辺				
	大田原	栃木	下野	足利	那須塩原		
アクリロニトリル	0.023 (11)	0.047 (12)	0.12 (12)	0.065 (12)	- (-)		2
塩化ビニルモノマー	0.016 (12)	0.028 (12)	0.021 (12)	0.024 (12)	- (-)		10
クロロホルム	0.18 (12)	0.18 (12)	0.18 (12)	0.19 (12)	- (-)		18
1,2-ジクロロエタン	0.11 (12)	0.11 (12)	0.11 (12)	0.12 (12)	- (-)		1.6
ジクロロメタン	1.4 (12)	1.9 (12)	2.1 (12)	3.1 (12)	6.8 (12)		150
テトラクロロエチレン	0.073 (12)	0.12 (12)	0.13 (12)	0.15 (12)	- (-)		200
トリクロロエチレン	0.24 (12)	1.1 (12)	0.36 (12)	2.2 (12)	- (-)		200
1,3-ブタジエン	0.084 (12)	0.069 (12)	0.12 (12)	0.091 (12)	- (-)		2.5
ベンゼン	0.70 (12)	0.89 (12)	1.1 (12)	0.95 (12)	- (-)		3
酸化エチレン	0.065 (12)	0.088 (12)	- (-)	- (-)	- (-)		-
塩化メチル	1.4 (12)	2.1 (12)	2.3 (12)	1.9 (12)	- (-)		-
トルエン	6.1 (12)	5.5 (12)	11 (12)	14 (12)	- (-)		-

表2 重金属類の大気中濃度

測定地点	大気中濃度年平均値 [ng/m^3] (測定回数 [回/年])						環境基準値 及び指針値 [ng/m^3]
	一般環境		固定発生源周辺				
	大田原	栃木	下野	足利	真岡(長沼中学校)		
ニッケル化合物	0.71 (5)	1.8 (12)	1.9 (12)	1.6 (12)	- (-)		25
ヒ素及びその化合物	0.50 (12)	0.68 (12)	0.92 (12)	0.65 (12)	- (-)		6
ベリリウム及びその化合物	0.010 (9)	0.019 (12)	0.020 (12)	0.018 (12)	- (-)		-
マンガン及びその化合物	7.7 (12)	13 (12)	16 (12)	19 (12)	14 (12)		140
クロム化合物	1.9 (8)	2.1 (12)	2.7 (12)	2.9 (12)	- (-)		-
水銀及びその化合物	2.1 (10)	2.0 (12)	2.2 (11)	2.0 (11)	- (-)		40

表3 多環芳香族の大気中濃度

測定地点	大気中濃度年平均値 [ng/m^3] (測定回数 [回/年])				環境基準値 及び指針値 [ng/m^3]
	一般環境		固定発生源周辺		
	大田原	栃木	下野	足利	
ベンゾ[a]ピレン	0.12 (12)	0.23 (12)	0.22 (12)	0.14 (12)	-

表4 アルデヒド類の大気中濃度

測定地点	大気中濃度年平均値 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (測定回数 [回/年])				環境基準値 及び指針値 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	一般環境		固定発生源周辺		
	大田原	栃木	下野	足利	
アセトアルデヒド	1.0 (12)	1.2 (12)	1.9 (12)	1.5 (12)	-
ホルムアルデヒド	1.8 (12)	2.0 (12)	2.9 (12)	2.4 (12)	-

平成 27 年度湿性沈着調査結果

大気環境部

篠崎 絵美 石原島 栄二

1 はじめに

酸性雨は、原因物質が長距離にわたって移動し、その影響は原因が発生した国内にとどまらず、国境を越えて広がる恐れがあることから、地球規模の環境問題の一つとして位置付けられている。

日本における酸性雨問題は、昭和40年代後半頃から社会問題化し、さまざまな調査が実施されてきた。また平成3年度からは、その広域汚染の実態を把握するため、酸性雨に関する全国調査が実施されている。

本県では独自のモニタリング調査として、昭和60年度からろ過式採取装置を用いた酸性降下物調査を実施してきた。平成15年度からは、雨水中に溶解している物質について把握するため、河内町（現宇都宮市）において、平成20年度からは日光市及び小山市においても、湿性沈着調査を行っている。

本報告は、平成27年度の雨水中の湿性沈着調査結果をとりまとめたものである。

平成 27 年 4 月 6 日～平成 28 年 3 月 22 日（1 年間）

2.2 調査地点

- ① 日光市（日光市丸山浄水場）
- ② 宇都宮市（栃木県保健環境センター）
- ③ 小山市（栃木県南健康福祉センター）

2.3 採取方法

環境省の「湿性沈着モニタリング手引き書（第2版）」に従い、自動雨水採水器（㈱小笠原計器製作所製 US-330H、採取口面積 314cm²）を用いて、1～3 週間単位で試料の採取を行った。

2.4 分析項目及び分析方法

pH：ガラス電極法

EC：電気導電率計による方法

イオン成分（SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻、NH₄⁺、Na⁺、K⁺、Ca²⁺及びMg²⁺）：イオンクロマトグラフ法

なお、各試料の測定結果について、概ね月単位となるように4～6 週間分をまとめ、降水量による加重平均等の操作により平均化し、各月のデータを得た。

2 調査方法

2.1 調査期間

表 1 湿性沈着調査結果（日光市）

月	採取期間		降水量 mm	pH	EC μS/cm	濃度 (mg/L)							
	開始日	終了日				SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
4	4/6	～ 4/20	105.3	5.52	6.51	0.71	0.70	0.11	0.21	0.04	0.02	0.11	0.02
5	5/7	～ 6/1	82.8	4.99	10.04	1.34	1.10	0.20	0.30	0.11	0.07	0.23	0.04
6	6/1	～ 6/29	241.5	4.71	13.58	1.54	0.86	0.25	0.31	0.09	0.04	0.10	0.02
7	6/29	～ 7/27	314.6	4.95	5.95	0.51	0.22	0.29	0.06	0.14	0.01	0.03	0.02
8	7/27	～ 9/7	280.1	4.49	21.50	2.14	1.05	0.23	0.31	0.06	0.02	0.05	0.01
9	9/7	～ 10/5	606.6	5.79	2.22	0.15	0.16	0.05	0.01	0.04	0.02	0.03	0.01
10	10/5	～ 11/2	40.8	5.76	11.12	1.34	0.43	0.43	0.06	0.15	0.88	0.89	0.11
11	11/2	～ 11/30	138.7	5.15	5.32	0.48	0.34	0.11	0.05	0.05	0.01	0.04	0.00
12	11/30	～ 12/28	87.3	5.14	5.43	0.48	0.37	0.22	0.07	0.12	0.02	0.05	0.02
1	12/28	～ 1/25	53.8	5.80	4.04	0.28	0.22	0.35	0.03	0.22	0.04	0.17	0.03
2	1/25	～ 3/7	65.6	5.63	6.12	0.70	0.61	0.25	0.53	0.14	0.04	0.14	0.03
3	3/7	～ 4/5	72.3	4.99	17.41	1.08	1.20	0.18	0.44	0.06	0.07	0.17	0.02
年計			2,089.4										
加重平均				4.98	8.41	0.82	0.51	0.18	0.15	0.08	0.04	0.08	0.02

7、9月はオーバーフローがあったため、最寄の気象官署の降水量を用いて沈着量を算出した。

表 2 湿性沈着調査結果（宇都宮市）

月	採取期間		降水量 mm	pH	EC μS/cm	濃度 (mg/L)							
	開始日	終了日				SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
4	4/6	～ 4/20	92.0	5.52	8.87	0.84	1.27	0.22	0.47	0.09	0.03	0.14	0.03
5	5/7	～ 6/2	90.0	4.93	15.26	1.89	1.73	0.49	0.69	0.24	0.05	0.33	0.06
6	6/1	～ 6/29	144.2	4.64	21.69	2.41	2.20	0.58	0.84	0.28	0.05	0.23	0.05
7	6/29	～ 7/27	363.7	4.89	11.29	0.96	1.15	0.31	0.41	0.13	0.01	0.05	0.02
8	7/27	～ 9/7	333.8	4.51	25.97	2.64	2.17	0.53	0.77	0.26	0.03	0.16	0.04
9	9/7	～ 10/5	410.4	5.63	5.79	0.45	0.45	0.55	0.16	0.30	0.03	0.05	0.04
10	10/5	～ 11/2	47.5	5.40	8.18	0.83	0.91	0.42	0.34	0.28	0.03	0.20	0.05
11	11/2	～ 11/30	109.1	4.97	10.90	0.92	0.88	0.63	0.36	0.34	0.02	0.08	0.04
12	11/30	～ 12/28	62.7	4.85	11.98	0.79	0.96	1.01	0.30	0.58	0.04	0.10	0.07
1	12/28	～ 1/25	46.3	5.59	5.79	0.57	0.50	0.19	0.25	0.12	0.02	0.10	0.02
2	1/25	～ 3/7	78.8	5.10	17.71	2.02	1.79	1.19	0.52	0.53	0.07	0.33	0.09
3	3/7	～ 4/5	67.4	5.66	16.01	2.25	2.51	0.63	1.25	0.33	0.15	0.41	0.09
年計			1,845.9										
加重平均				4.89	13.84	1.37	1.33	0.52	0.49	0.26	0.03	0.14	0.04

9月はオーバーフローがあったため、最寄の気象官署の降水量を用いて沈着量を算出した。

表3 湿性沈着調査結果(小山市)

月	採取期間		降水量 mm	pH	EC μS/cm	濃度(mg/L)							
	開始日	終了日				SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
4	4/6	~ 4/20	75.0	5.32	10.11	1.19	1.39	0.52	0.40	0.28	0.04	0.35	0.06
5	5/7	~ 6/2	80.4	4.98	13.21	1.73	1.60	0.40	0.59	0.20	0.04	0.29	0.05
6	6/1	~ 6/29	166.5	4.71	17.16	1.73	1.76	0.42	0.68	0.20	0.04	0.14	0.04
7	6/29	~ 7/27	184.2	5.01	11.30	1.01	1.35	0.51	0.54	0.24	0.02	0.06	0.03
8	7/27	~ 9/7	72.8	4.66	24.41	2.55	2.32	1.01	0.98	0.52	0.05	0.18	0.08
9	9/7	~ 10/5	419.4	5.66	5.79	0.42	0.42	0.56	0.22	0.31	0.02	0.04	0.04
10	10/5	~ 11/2	59.3	5.32	8.28	0.82	0.85	0.42	0.35	0.27	0.03	0.14	0.05
11	11/2	~ 11/30	104.0	5.32	9.97	0.99	0.93	0.72	0.46	0.41	0.03	0.11	0.06
12	11/30	~ 12/28	41.2	4.80	19.20	1.46	2.36	1.51	0.85	0.81	0.07	0.23	0.13
1	12/28	~ 1/25	36.2	5.79	5.21	0.50	0.58	0.25	0.40	0.15	0.02	0.08	0.03
2	1/25	~ 3/7	52.9	5.10	17.81	2.05	1.92	1.30	1.31	1.29	0.16	0.93	0.26
3	3/7	~ 3/22	60.3	5.22	21.44	2.82	3.08	0.91	1.47	0.58	0.15	0.52	0.14
年計			1,352.2										
加重平均				5.09	11.62	1.16	1.24	0.62	0.54	0.36	0.04	0.17	0.06

9月はオーバーフローがあったため、最寄りの気象官署の降水量を用いて沈着量を算出した。

3 調査結果

各調査地点の調査結果(降水量、pH、EC並びに各イオン成分濃度)を表1~3に、降水量及びpHの経月変化を図1に、総沈着量及びECの経月変化を図2に示す。

各イオン成分濃度及びECの加重平均値は、降水量で重み付けした平均値として次式により求めた。総沈着量は、各イオン成分濃度と降水量から各成分の沈着量を算出し、それらの値を合計して求めた。

$$\text{加重平均値} = \frac{\sum((\text{各月のイオン成分濃度}) \times Q_i)}{\sum Q_i}$$

また、pHの加重平均値は、以下の式により算出した。

$$\text{pH加重平均値} = -\log \frac{\sum(10^{-\text{pH}} \times Q_i)}{\sum Q_i}$$

※pHi : 各月のpH値, Qi : 各月の降水量

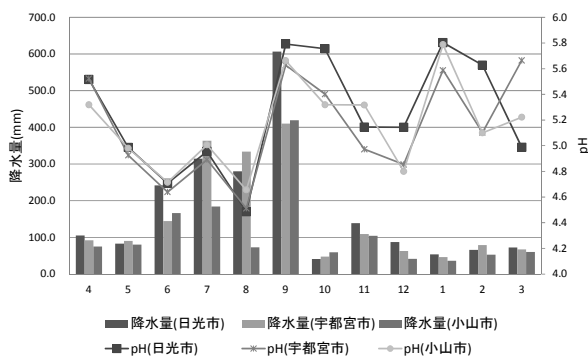


図1 各地点の降水量及びpHの経月変化

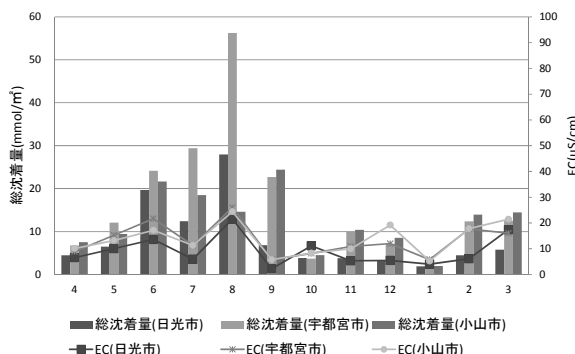


図2 各地点の総沈着量及びECの経月変化

3.1 降水量

年間降水量は、表1~3の年計のとおりである。なお、日光市の7月及び9月、宇都宮市及び小山市の9月については、オーバーフローがあったため、最寄りの気象官署の降水量を用いた。

平成27年度の年間降水量は日光市で2,089mmと最も多く、次いで宇都宮市の1,846mm、小山市の1,352mmであり、日光市と小山市とでは1.5倍程度の差があった。

四半期ごとにみると、すべての地点で第2四半期が最大となり、第4四半期にかけて減少傾向を示していた。

月ごとの特徴としては、全地点とも9月に降水量が最も多く、1月に最も少なかった。また、ピーク後は10月に降水量が減少し、11月に再び増加、その後1月にかけて漸減していた。

3.2 pH及びEC

平成27年度のpHの加重平均値は、日光市が4.98、宇都宮市が4.89、小山市は5.09であった。pHはすべての地点で8月に最も低い値となり、それぞれ日光市が4.49、宇都宮市が4.51、小山市が4.66であった。一方、最も高い値であったのは、日光市及び小山市でそれぞれ1月に5.80及び5.79、宇都宮市で3月に5.66であった。

ECの加重平均値は、日光市で8.41μS/cm、宇都宮市で13.84μS/cm、小山市で11.62μS/cmであった。

月ごとにみると、ECが最も高い値になったのはいずれの地点も8月で、日光市では21.50μS/cm、宇都宮市では25.97μS/cm、小山市では24.41μS/cmであった。また一方で最も低い値となったのは、日光市では9月、宇都宮市では9月と1月、また小山市では1月であり、それぞれ2.22μS/cm、5.79μS/cm及び5.21μS/cmであった。

3.3 イオン成分濃度

イオン成分濃度の加重平均値は、日光市で低めの濃度であり、宇都宮市と小山市はNa⁺、K⁺、Mg⁺を除き同程度の濃度であった。

年間の経月変化をみると、降水量が最大となった9月

に各地点とも濃度が低下した成分が多かった。

SO₄²⁻及びNO₃⁻は、全地点で5月、6月、8月及び3月の濃度が高く、宇都宮市及び小山市では2月も同様であった。さらに、日光市では10月にもSO₄²⁻濃度が高めであった。

Cl⁻は、日光市で0.05~0.43mg/Lの範囲で比較的年間を通して変動が少なかった。宇都宮市及び小山市では12月及び2月の値が高めであり、小山市では8月も高めであった。9月は日光市で特に値が低く、その他の地点とでは異なった動向を示していた。

NH₄⁺は、地点により濃度が上昇する月が異なり、日光市では2月及び3月、宇都宮市では6月、8月及び3月、小山市では8月、12月、2月及び3月の濃度が高めであった。特に、全地点を通じて2月または3月に濃度が上昇し、また、9月には濃度が最も低くなる傾向がみられた。

Na⁺は、各地点ともCl⁻と類似した動向を示していた。

K⁺、Ca²⁺及びMg²⁺は、日光市は10月に、宇都宮市では3月に、小山市では2月に最高濃度となった。なおK⁺は、小山市で3月も高めの濃度となった。全地点ともに前述した以外の月では低めの値で推移していた。また、日光市のK⁺の最高濃度は、他の地点よりも、顕著に高かった。

3.4 沈着量

各調査地点の各成分の月別沈着量を表4~6に示す。

平成27年度のイオン成分の総沈着量は、日光市では陰イオンが45.7mmol/m²、陽イオンが55.1mmol/m²、宇都宮市では陰イオンが92.9mmol/m²、陽イオンが106.2mmol/m²、小山市では陰イオンが67.0mmol/m²、陽イオンが83.0mmol/m²であり、日光市、小山市、宇都宮市の順で多くなっていた。

月ごとにみると、宇都宮市及び小山市において、降水量が最大となった9月にCl⁻、Na⁺、K⁺及びMg²⁺の沈着量が最大の値を示していた。しかし日光市では、これらの成分の降下量は、K⁺を除き、最大降水量の9月ではなく、7月に最も多くなっており、降水量との関連については、宇都宮市や小山市よりも薄いと考えられた。なおK⁺は、日光市では10月に、他の地点でも降水量が比較的少なかった2月または3月にも、それぞれ沈着量が多くなっていた。日光市以外の地点では、Cl⁻、Na⁺及びMg²⁺の沈着量の増加が降水量に依存していることが示唆され、これらのイオン成分は相互に関連し、海塩に由来している可能性が伺われた。

SO₄²⁻、NO₃⁻及びNH₄⁺の沈着量は、日光市及び宇都宮市ではいずれも8月に、小山市では6月に最も多かった。前者の2地点では、pHが8月にそれらの沈着量と連動して最も低かったが、小山市でも8月が最も低い値であった。8月に小山市でそれらの沈着量が少なかったのは、降水量が他の地点よりもかなり少なかったことが影響したと考えられた。

SO₄²⁻とNO₃⁻の沈着量を比較すると、概ねNO₃⁻の方が多か

ったが、日光市の6~8月及び10月に限っては、SO₄²⁻の方が多くなっていた。これは、大気中に存在するNO₃⁻が、乾性沈着等、湿性沈着以外の機構により除去されたためと考えられた。その4か月を除くと、すべての地点及び月について、SO₄²⁻とNO₃⁻の沈着量の相関は非常に強く(R=0.979)、概ねSO₄²⁻とNO₃⁻の沈着量は、ほぼ一定の比率で推移していた。

4 参考文献

- 1) 栃木県保健環境センター大気環境部, 平成26年度湿性沈着調査結果, 栃木県保健環境センター年報, VI, 8, 108-110, 2015.

表4 各イオン成分の沈着量 (日光市)

月	沈着量(mmol/m ²)								
	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺
4	0.77	1.20	0.34	1.22	0.19	0.06	0.29	0.07	0.32
5	1.16	1.47	0.47	1.40	0.39	0.16	0.47	0.14	0.85
6	3.88	3.35	1.68	4.09	0.93	0.25	0.58	0.16	4.74
7	1.65	1.12	2.61	1.02	1.95	0.11	0.22	0.22	3.49
8	6.23	4.74	1.84	4.74	0.67	0.16	0.33	0.08	9.16
9	0.94	1.54	0.91	0.42	0.95	0.39	0.51	0.19	0.98
10	0.57	0.28	0.50	0.15	0.27	0.92	0.91	0.18	0.07
11	0.70	0.76	0.43	0.42	0.29	0.04	0.15	0.03	0.99
12	0.44	0.53	0.53	0.33	0.44	0.04	0.11	0.07	0.63
1	0.16	0.19	0.53	0.09	0.52	0.06	0.23	0.06	0.08
2	0.48	0.65	0.46	1.93	0.40	0.07	0.24	0.08	0.15
3	0.82	1.40	0.36	1.76	0.20	0.12	0.31	0.07	0.74
年計	17.80	17.23	10.66	17.57	7.20	2.38	4.35	1.35	22.20
加重平均	2.01	1.91	1.23	1.67	0.87	0.22	0.38	0.14	2.76

表5 各イオン成分の沈着量 (宇都宮市)

月	沈着量(mmol/m ²)								
	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺
4	0.81	1.88	0.56	2.38	0.37	0.06	0.31	0.12	0.28
5	1.77	2.52	1.24	3.45	0.95	0.12	0.74	0.21	1.07
6	3.62	5.12	2.35	6.74	1.73	0.18	0.82	0.28	3.32
7	3.64	6.77	3.15	8.22	2.10	0.11	0.46	0.28	4.68
8	9.17	11.66	4.97	14.22	3.83	0.25	1.29	0.59	10.27
9	1.92	2.98	6.31	3.62	5.44	0.30	0.53	0.64	0.97
10	0.41	0.70	0.57	0.90	0.57	0.04	0.23	0.10	0.19
11	1.04	1.54	1.95	2.17	1.63	0.06	0.21	0.19	1.16
12	0.51	0.97	1.79	1.04	1.57	0.06	0.15	0.19	0.88
1	0.28	0.38	0.25	0.63	0.24	0.02	0.11	0.03	0.12
2	1.66	2.28	2.64	2.27	1.83	0.15	0.65	0.29	0.62
3	1.58	2.73	1.19	4.66	0.96	0.25	0.69	0.26	0.15
年計	26.41	39.53	26.97	50.30	21.22	1.60	6.19	3.18	23.71
加重平均	3.44	5.07	3.55	6.28	2.80	0.18	0.64	0.39	3.46

表6 各イオン成分の沈着量 (小山市)

月	沈着量(mmol/m ²)								
	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺
4	0.93	1.69	1.09	1.65	0.91	0.07	0.65	0.19	0.36
5	1.45	2.07	0.90	2.64	0.70	0.08	0.58	0.16	0.84
6	2.99	4.73	1.95	6.29	1.47	0.19	0.58	0.26	3.21
7	1.95	4.00	2.64	5.51	1.93	0.11	0.29	0.23	1.82
8	1.93	2.72	2.08	3.96	1.64	0.10	0.33	0.24	1.61
9	1.85	2.86	6.65	5.07	5.69	0.25	0.45	0.67	0.91
10	0.51	0.81	0.71	1.15	0.69	0.04	0.21	0.11	0.28
11	1.07	1.57	2.10	2.66	1.85	0.09	0.28	0.28	0.50
12	0.63	1.57	1.76	1.93	1.46	0.08	0.24	0.23	0.65
1	0.19	0.34	0.25	0.79	0.23	0.02	0.07	0.04	0.06
2	1.13	1.64	1.94	3.85	2.96	0.22	1.23	0.56	0.42
3	1.77	2.99	1.55	4.92	1.52	0.24	0.78	0.34	0.36
年計	16.40	26.99	23.62	40.42	21.05	1.49	5.69	3.31	11.02
加重平均	1.70	2.79	3.29	4.26	2.80	0.16	0.46	0.38	1.19

平成 27 年度酸性降下物量調査結果

大気環境部

篠崎 絵美 石原島 栄二

1 はじめに

石油や石炭の燃焼等に伴って大気中に放出された二酸化硫黄や窒素酸化物などの汚染物質は、光化学反応などにより硫酸や硝酸などの酸性物質に変化する。これらの酸性物質は雲や雨に取り込まれ、酸性雨が生成する。酸性雨は、生態系への影響も懸念されており、地球規模大気環境問題の中でも解決を急がれているものの一つである¹⁾。

本県では、酸性雨モニタリング調査として昭和60年度から、ろ過式酸性雨採取装置による酸性降下物量調査を行ってきた。また、平成15年度からは、自動雨水採水器による湿性沈着調査を並行して開始し、現在は酸性雨調査としては主に湿性沈着調査に移行している。しかし、酸性降下物量調査については、データの継続性を維持し比較検討をすることを目的として、平成19年度より調査地点を4地点(日光市、宇都宮市(河内町)、小山市及び佐野市)から、1地点(宇都宮市)とし、引き続き調査を実施している。本報告は平成27年度の酸性降下物量の調査結果である。

2 調査方法

2.1 調査期間

平成27年4月6日～平成28年4月5日

2.2 調査地点

宇都宮市(栃木県保健環境センター)

2.3 採取方法

環境庁の「酸性雨等調査マニュアル(平成2年3月)」²⁾によるろ過式採取装置を用いて、概ね1ヶ月単位で大気環境からの降下物の採取を行った。

2.4 分析項目及び分析方法

pH：ガラス電極法

EC：導電率計による方法

イオン成分(SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻、NH₄⁺、Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺)
：イオンクロマトグラフ法

3 調査結果

平成27年度に実施した酸性降下物量等の測定結果を表1に、降水量及びpHの経月変化を図1に、月間総降水量及びECの経月変化を図2に示す。

各成分降下量の加重平均値は、降水量で重み付けした平均値として下式により求めた。ECの加重平均値についても同様にして求めた。

$$\text{加重平均値} = \frac{\sum((\text{各月の成分値}) \times Qi)}{\sum Qi}$$

また、pHの加重平均値は、以下の式により算出した。

$$\text{pH加重平均値} = -\log \frac{\sum(10^{-\text{pH}} \times Qi)}{\sum Qi}$$

※pHi：各月のpH値、Qi：各月の降水量

3.1 降水量

平成27年度の年間降水量は1,371mmであり、平成26年度年間降水量の1,010mm³⁾より361mm少なかった。また経月変化をみると、9月にピークを示し、翌10月に最小値を記録した後、3月まで降水量は少なかった。

3.2 pH及びEC

pHの加重平均値は4.90であり、平成26年度のpH加重平均値4.91³⁾と比較するとほぼ同程度の値を示していた。経月変化をみると、6月から8月の間は低めに推移し、4及び5月、9月から3月にかけては高めであった。

ECの加重平均値は、18.30µS/cmであり、平成26年度の20.71µS/cmと比較して低めの値を示した。経月変化をみると、8月及び2月にピークを示し、9月及び1月に低い値を示した。

表1 酸性降下物量調査結果

月	採取期間		降水量 mm	pH	EC µS/cm	イオン成分の降下量(mg/m ²)								
	開始日	終了日				SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺
4	4/6	～ 5/7	82.1	5.74	14.37	156.41	162.83	43.21	80.11	19.15	9.50	52.83	8.66	0.15
5	5/7	～ 6/1	67.6	5.53	21.70	205.97	190.88	54.53	86.22	24.21	7.59	71.61	10.80	0.20
6	6/1	～ 6/29	158.2	4.73	22.40	407.05	379.92	97.63	163.27	44.55	25.25	83.86	15.32	2.93
7	6/29	～ 7/27	173.3	4.74	18.76	306.86	345.31	89.95	130.67	39.47	5.82	49.19	10.35	3.18
8	7/27	～ 9/7	199.8	4.39	31.20	630.28	528.62	136.86	215.57	70.35	13.73	66.95	14.71	8.08
9	9/7	～ 10/5	297.8	5.31	8.83	184.10	203.02	219.87	79.87	123.30	12.23	26.04	16.05	1.47
10	10/5	～ 11/2	43.7	6.23	15.92	54.39	91.07	47.30	40.36	25.43	6.75	34.04	6.02	0.03
11	11/2	～ 11/30	103.2	5.30	16.35	158.88	189.22	126.31	93.93	55.44	10.78	45.19	11.21	0.52
12	11/30	～ 12/28	60.0	5.48	12.78	64.35	80.07	78.45	41.56	41.43	5.56	21.77	6.20	0.20
1	12/28	～ 1/25	60.0	5.85	9.45	66.94	63.14	29.67	42.34	13.35	3.40	23.06	3.12	0.09
2	1/25	～ 3/7	63.1	5.65	26.20	208.48	170.62	114.63	98.35	53.03	10.88	68.08	13.58	0.14
3	3/7	～ 4/4	62.0	5.76	22.70	171.04	204.88	67.67	96.17	28.85	19.09	65.22	12.22	0.11
年計			1370.8			2614.75	2609.58	1106.08	1168.42	538.56	130.58	607.84	128.24	17.10
加重平均値				4.90	18.30	273.93	268.36	119.72	114.09	60.64	12.03	50.54	12.38	2.32

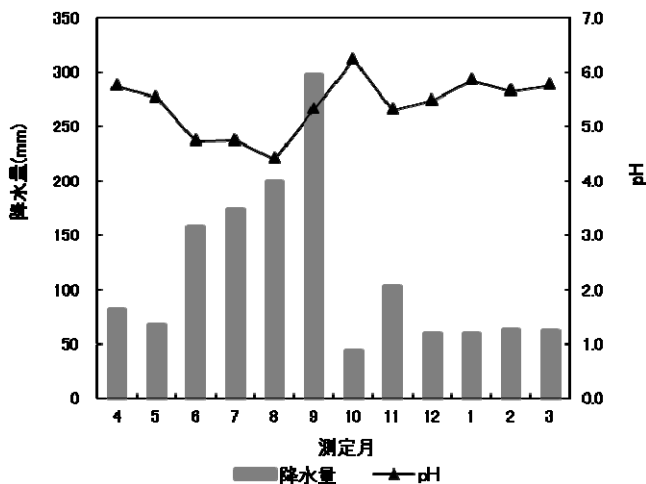


図1 降水量及びpHの経月変化

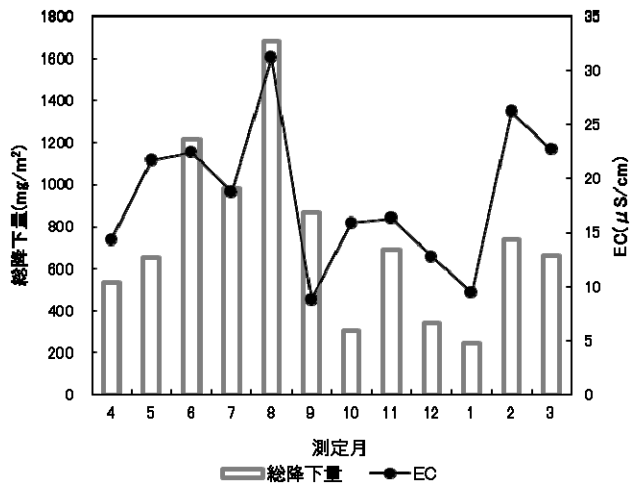


図2 月間総降水量及びECの経月変化

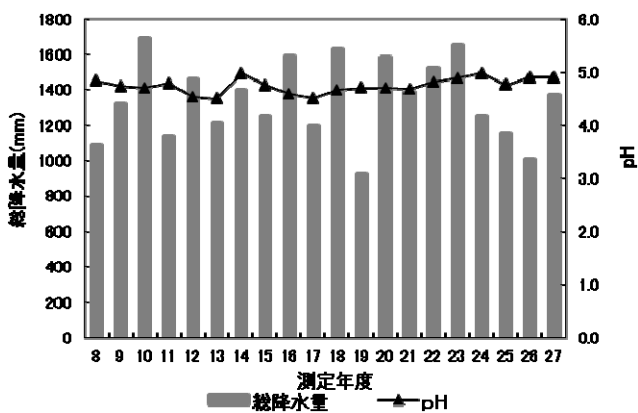


図3 総降水量及びpHの経年変化

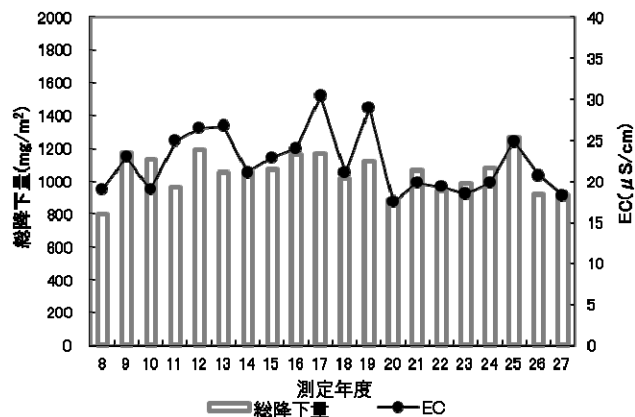


図4 月間総降水量の年加重平均値及びECの経年変化

3.3 イオン成分の降下量

各成分の月間降下量は、6 から 8 月に高い値を示し、 Cl^- 、 Na^+ 及び Mg^{2+} 以外はその期間に最高値となった後、10 月から比較的低い値で推移していた。10 月に SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 及び H^+ が、1 月に NO_3^- 、 Cl^- 、 Na^+ 、 K^+ 及び Mg^{2+} が最低値となった。年加重平均値は、平成 26 年度の結果³⁾と比較して、 Cl^- 、 Na^+ 及び Mg^{2+} が上昇し、それ以外の成分は概ね同程度であった。

なお Cl^- 、 Na^+ 及び Mg^{2+} はいずれも 9 月に最高値を示しており、降雨中の海塩に由来する成分の影響が考えられた。

3.4 経年変化

平成 8~27 年度までの総降水量及び pH の経年変化を 図 3 に、月間総降水量の年加重平均値及び EC の経年変化を 図 4 に示す。なお、欠測月については、降水量を最寄り気象台(宇都宮)のデータより求め、総降水量を算出したが、pH、EC 及び降下量の加重平均値算出時には欠測分を除いて算出した。

総降水量は年度により差があり、最高値(平成 10 年

度 1,691mm)、最低値(平成 19 年度 927mm)とばらつきがみられた。

月間総降水量の年加重平均値については、平成 8 年度から平成 27 年度までの 19 年間、ばらつきはあるものの、1,000~1,200 $\mu g/m^2$ 程度の範囲であった年度が約 2/3 程度を占めていた。EC と総降水量は、一方の値が高い場合他方が低めになるという逆の傾向がみられた。また pH については、4.5 から 5.0 の間を推移していたが、平成 17 年度から平成 24 年度まではわずかながら上昇する傾向がみられ、その後平成 25 年度はやや値が低下したが、概ね横ばい傾向で継続している。

4 参考文献

- 1) 村野健太郎, 酸性雨と酸性霧, 裳華房, 1993.
- 2) 酸性雨等調査マニュアル, 環境省, 1990
- 3) 栃木県保健環境センター大気環境部, 平成 27 年度酸性降下物量調査結果, 栃木県保健環境センター年報, VI, 9, 111-112, 2015.

平成27年度外部精度管理調査結果

試験検査機関で行う試験検査の検査精度の信頼性の確保及び試験検査技術の確認と向上を目的として、体系的な精度の管理を行う必要がある。

平成27年度においても細菌試験、水質試験に関する試験検査精度管理調査を実施し、その結果を平成27年12月4日に開催した試験検査精度管理委員会において協議した。(平成27年度の委員名簿は表1のとおり)

表1 平成27年度試験検査精度管理委員会委員

氏名	所属・職名	氏名	所属・職名
切替 照雄	国立国際医療研究センター研究所 感染症制御研究部長	鈴木 正人	保健福祉部健康増進課長
柳原 尚久	帝京大学理工学部 教授	清嶋 かすみ	保健福祉部生活衛生課長
前田 勇	宇都宮大学農学部 准教授	森川 博夫	保健福祉部薬務課長
小林 雅興	県南健康福祉センター参事兼所長 (県南保健所長)	中根 活広	宇都宮市衛生環境試験所長
大橋 俊子	県北健康福祉センター参事兼所長 (県北保健所長)	村田 忠男	計量検定所長
菅野 良一	環境森林部環境保全課長	今井 清人	栃木県計量協会環境計量証明部会長
久保 昌幸	環境森林部廃棄物対策課長	高山 尚志	参事兼保健環境センター所長
武藤 仁志	環境森林部馬頭処分場整備室長		

細菌試験 (担当：微生物部)

1 実施機関

試料の調製配布は保健環境センターが行った。

E: *Listeria monocytogenes* : 3, 9

F: *Campylobacter jejuni* : 2, 4, 7

2 参加機関

次の9機関が参加した。各機関に1から9までの番号をつけて結果の記載を行った。

県西健康福祉センター、県東健康福祉センター、県南健康福祉センター、県北健康福祉センター、安足健康福祉センター、県南食肉衛生検査所、県北食肉衛生検査所、宇都宮市食肉衛生検査所、宇都宮市衛生環境試験所。

3 試験方法、実施項目及び配布機関

各機関において通常検査を行っている方法(検査実施標準作業書。以下SOP)に準拠して、菌を分離同定する。分離した菌株は、報告期限までに適切な方法で保健環境センターに搬入する。菌株の配布は次のとおり。

菌株：実施項目：配布機関

A: Enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC) O26
VT1+ : 1, 6, 7, 8

B: Enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC) O145
VT2+ : 2, 3, 4, 5, 9

C: *Salmonella* Choleraesuis H₂S(-) : 6, 8

D: *Bacillus cereus* : 1, 5

4 実施期間

平成27年9月8日に検査試料を配布し、10月6日までに結果の報告をすることとした。

5 試料の調製及び配布

5.1 試料の調製

供試菌株には糞便由来の5株と標準菌株1株(E)を用いた。A~Eの5株は、前日にTryptic Soy Brothに接種し37°C・5時間振とう培養を行った。*Campylobacter*属菌のFは2日前に血液寒天培地に接種し42°C・48時間・微好気培養し、平板上の集落を滅菌リン酸緩衝食塩水(PBS)に懸濁した。各供試菌株培養液・懸濁液は遠心による菌体洗浄後PBSに懸濁し、懸濁液の吸光度を測定した。この吸光度と予め作成しておいた検量線から菌数を求め、供試菌数(≧1.0×10⁵ CFU/ml)になるように試験母液を作成した。検査試料は菌株ごとに試験母液を滅菌試験管に分注し、配布まで4°Cで保管した。

5.2 試料の配布

対象機関には、検査試料を2種類ずつ配布し、「漏出防止対策を講じた容器を用い、冷蔵状態を保持する。受領

後は冷蔵保存し、速やかに検査に供する。」よう指示した。

配布時に、検査試料に含まれる菌がヒトに引き起こす主な臨床症状を「有症者の状況」として添付した。

- A, B : 発症初期は水様性下利便を呈し、後に鮮血便を排出する。
- C : 激しい下痢、腹痛、発熱を呈する。
- D : 吐き気、嘔吐、腹痛を呈する。
- E : 発熱、頭痛、嘔吐を呈する。
- F : 下痢、強い腹痛、発熱を呈する。

6 調査結果および考察

6.1 使用培地

各機関で用いた分離培地は、表 1-1、1-2 のとおり。

全ての機関で消化器症状を呈する場合に考慮すべき、赤痢・腸チフスを含むサルモネラ・下痢原性大腸菌などの腸内細菌科、ウェルシュ菌、コレラ・腸炎ビブリオなどビブリオ属菌、黄色ブドウ球菌、セレウス菌、カンピ

ロバクター、エルシニアに対応する培地を使用していた。リステリア用培地（パルカム等）は、消化器症状を呈さない株を配布した2機関のほか1機関で使用された。検出精度をあげるには、選択性の強弱や特異性の有無などの性質の異なる選択分離培地2種類以上の併用が望ましく、赤痢・サルモネラ、下痢原性大腸菌では全ての機関で複数の培地を使っていた。サルモネラでは硫化水素（H₂S）産生性に関係なく検出できる培地の追加を推奨し、前回より2機関増え5機関で導入した。その他の菌では1種類の培地のみを用いる機関が多かったが、時間と経費の範囲内で複数を導入していくのが望ましい。

非選択培地は5機関で使用され、内訳は血液寒天培地4機関、TSA 2機関、BHI 1機関、普通寒天培地 1機関であった。選択分離培地のみでは、組合せによっては検出できない場合もあり、検体によっては非選択分離培地の使用が有効と考える。

表 1-1 各機関で用いた分離培地

機関	赤痢・サルモネラ等			DHL	下痢原性大腸菌			ウェルシュ
	SSB	X-SAL	CH サルモネラ		STEC	SMAC	その他	CW
1	○	○		○	○			○
2	○	○	○	○	○	○		○
3	○			○	○			○
4	○			○	○	○		○
5	○			○			CH 0157, CH 026・0157	○
6			○	○	○	○		○
7	○		○	○	○	○	CH 0157, CH 026・0157	○
8	○	○		○	○	○	RMAC, SBMAC	○
9	○			○		○	RMAC, SBMAC, CH TAM, XM-EHEC, クロモカルトコリフォーム	○

CH : クロモアガー

表 1-2 各機関で用いた分離培地

機関	ビブリオ属菌		ブドウ球菌		セレウス		カンピロ	エルシニア	他
	TCBS	他	MN	他	NGKG	他	CCDA	CIN	
1	○	ビブリオ寒天 X-VP	○	X-SA	○	X-BC	○	○	
2	○	ビブリオ寒天 X-VP	○	X-SA	○	X-BC	○	○	
3	○		○		○		○	○	TSA, BHI, 羊血寒 CH リステリア, パルカム
4	○	ビブリオ寒天	○		○		○	○	TSA
5	○		○		○		○	○	羊血寒
6	○	CH ビブリオ	○		○		○	○	パルカム
7	○		○		○		○	○	普通寒天, 羊血寒
8	○	CH ビブリオ	○		○		○	○	馬血寒
9	○	CH ビブリオ	○	SS	○		○	○	CH リステリア, パルカム

表 2 各機関の同定結果

機関	回 答		配布 菌株	判定 合格
	No.	同定菌種名		
1	W-1	<i>Escherichia coli</i> (EHEC) O26 VT1(+) VT2(-)	A	合格
	W-2	<i>Bacillus cereus</i>	D	合格
2	E-1	Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) O145 VT2+	B	合格
	E-2	<i>Campylobacter</i> 属菌	F	合格
3	S-1	<i>Escherichia coli</i> (EHEC) O-145	B	合格
	S-2	<i>Listeria monocytogenes</i>	E	合格
4	N-1	Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) O145 VT1(-) VT2(+)	B	合格
	N-2	<i>Campylobacter</i> 属	F	合格
5	A-1	Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) O145 VT2(+)	B	合格
	A-2	<i>Bacillus cereus</i> .	D	合格
6	SS-1	Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) O26 VT1(+), VT2(-)	A	合格
	SS-2	<i>Salmonella</i> spp.	C	合格
7	NS-1	Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> O26 VT1(+) VT2(-)	A	合格
	NS-2	<i>Campylobacter</i> spp.	F	合格
8	U1-1	Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) O26	A	合格
	U1-2	<i>Salmonella</i> spp. 07	C	合格
9	U2-1	enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> O145 VT2(+)	B	合格
	U2-2	<i>Listeria monocytogenes</i> 1/2c	E	合格

6.2 同定結果

全ての検査機関において、表2のとおり良好な結果が得られた。

(A) EHEC O26 VT1+ の結果

検査に要した日数は、3~4日であった。前回のEHECでは3~9日だったが、期間が短縮した。

分離：適切な性状のコロニーを釣菌していた。

性状試験：表3-1のとおり実施された。結果はリジン(L)以外はばらつきはみられなかった。リジンは1機関で色調が灰色であり(−)と判定した(*1)が、EHECでは陽性でも灰色~薄茶色を呈する場合があり判定が難しい。

毒素検出試験は表3-2のとおり実施され、全機関でVT1(+)VT2(−)という結果だった。全機関で腸管出血性大腸菌(EHEC)O26と同定され、同定菌種名は適切に記載されていた。

(B) EHEC O145 : VT2+ の結果

検査に要した日数は、3~4日であった。

分離：コロニーは適切な性状のものを釣菌していた。

性状試験：表4-1のとおり実施された。リジン(L)は灰色~薄茶色を呈し(−)とした機関が多かった(*2)。LIMで運動性(M)の判定にばらつき(*3)があったが供試菌株が弱運動性のためである。1機関がCLIGで糖分解が異なるが、誤って転記したのが原因であった。

毒素検出試験は、表4-2のとおり全ての機関で実施され、VT1(−)VT2(+)と判定された。全機関でEHEC O145

と同定され、適切に記載されていた。

(C) *Salmonella* Choleraesuis H₂S(−)の結果

検査に要した日数は、2機関とも4日であった。前回(4~7日)に比べ、期間が短縮した。

分離：今回配布した株はH₂S(−)であったが、適切な選択分離培地を用いて分離していた。

性状試験：表5-1のとおり実施された。*Salmonella*はクエン酸利用能SC(+)であるが、2機関とも陰性と回答した(*4)。培養24時間で判定したことが原因であり、陰性の場合には培養日数を延長する必要がある。また、カタラーゼ試験では、血液により偽陽性となるので、血液寒天培地発育菌は用いないこと。

簡易同定キットは表5-2のとおり1機関で実施されていた。

血清型別：1機関は0多価(+)より、1機関は07(+)より*Salmonella* spp.と同定した。H血清型別試験を実施した機関は無かった。*Salmonella* Choleraesuisの血清型は07:1:cである。なお、*Salmonella*の結果の表記は「*Salmonella* sp.」ではなく「*Salmonella* spp.」が正しく、適切に記載されていた。

*Salmonella*属菌の同定は①選択分離培養でのコロニーの形態、②TSI(高層部黄変・黒変・ガス産生、斜面部赤変)とLIM(紫変、インドール(−)、運動性(+))による確認培養を行い、①②で定型的な性状を示す場合は、③抗原による血清型別で*Salmonella*属菌と確定できる。

今回配布した株はH₂S(-)であり、オキシダーゼ試験(-)、クエン酸利用(+)、VP(-)、ONPG(-)等の追加試験が必要である。

(D) *Bacillus cereus*の結果

検査に要した日数は、3日だった。

分離：適切な選択分離培地を用い、適切な形状のコロニーを釣菌していた。

性状試験：表6のとおり実施された。1機関で卵黄反応、2機関で芽胞の形態は記載されていないが、卵黄反応(+),「菌体中央の楕円形芽胞」を確認していた。

保健所等における *Bacillus* 属の検査は、選択培地上の直径3~10mm・偏平・R型集落、卵黄反応(+), グラム陽性桿菌の確認で十分と考える。*Bacillus cereus* の確認すべき生化学性状(確認培養)には、運動性、ゼラチン液化、デンプン分解能、硝酸塩還元能、糖分解能(グルコース、マンニト、アラビノース、キシロース)、毒素産生性がある。これらは必要に応じて地衛研へ搬入して実施する。

(E) *Listeria monocytogenes*の結果

検査に要した日数は、1機関が11日、血清型別を行っ

た1機関が23日であった。

分離：1機関で分離できず試料を再配布した。適切な選択培地を用いず、非選択分離培地も使用しなかったのが原因である。結果的には2機関とも適切な選択分離培地で、適切な性状のコロニーを釣菌していた。

性状試験：表7-1のとおり実施していた。

表7-2のとおり、糖分解試験、CAMPテストまたはβリジンディスク法により *Listeria monocytogenes* と同定した。また、1機関で血清型別を実施した。

Listeria monocytogenes は非加熱食肉製品・ナチュラルチーズ等での規格基準が定められた。検査方法は、2種類の選択培地でのコロニーの形状、集落の斜光観察、カタラーゼ試験、運動性(傘状発育)、VP反応、CAMP試験、糖分解試験(ラムノース、キシロース)を行い、確定する。CAMP試験は *L. monocytogenes* と *L. ivanovii* との鑑別に用いるが、*R. equi* の菌株により結果が不定となる場合があるため、あわせて糖分解能をみる。2機関とも適正に検査を実施していた。

表3-1 EHEC 026 VT1+の結果

機関	日数	TSI			LIM			VP	SC	CLIG		G染色	オキシダーゼ	血清型別
		糖分解	Gas	H ₂ S	L	I	M			糖分解	MUG			
1	3日	Y/Y	+	-	-*1	+	+	-	-			G- R	-	026
6	4日	Y/Y	+	-	+	+	+	-	-	R/Y	+	G- R	-	026
7	4日	Y/Y	+	-	+	+	±	-	-	R/Y	+	G- R	-	026
8	4日	Y/Y	+	-	+	+	+	-	-	R/Y	+	G- R	-	026

表3-2 EHEC 026 VT1+の結果

機関	毒素産生試験	簡易同定キット	同定結果
1	VT1(+):デューパス・ベロキシン		<i>Escherichia coli</i> (EHEC) 026 VT1(+)
6	VT1(+):VTEC-RPLA	api 20E	Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) 026 VT1(+) VT2(-)
7	VT1(+):VTEC-RPLA		Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) 026 VT1(+) VT2(-)
8	VT(+):One Shot Kit 「TaKaRa」	Screening	Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> 026

表4-1 EHEC 0157 : VT2+の結果

機関	日数	TSI			LIM			VP	SC	CLIG		G染色	オキシダーゼ	血清型別
		糖分解	Gas	H ₂ S	L	I	M			糖分解	MUG			
2	3日	Y/Y	+	-	-*2	+	-*3	-	-	R/Y	+	G- R	-	0145
3	3日	Y/Y	-	-	-*2	+	+	-	-	Y/Y*	+	G- R	-	0145
4	4日	Y/Y	+	-	-*2	+	+	-	-			G- R	-	0145
5	3日	Y/Y	+	-	+	+	+	-	-	R/Y	+	G- R	-	0145
9	3日	Y/Y	+	-	-*2	+	-*3	-	-	R/Y	+	G- R	-	0145

表 4-2 EHEC 0145 : VT2+の結果

機関	毒素産生試験	簡易同定キット	同定結果
2	VT2(+):テュオパ°ス・ベ°トキシ	ID テスト EB20	Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) 0145 VT2(+)
3	VT2(+):テュオパ°ス・ベ°トキシ		<i>Escherichia coli</i> (EHEC) 0-145
4	VT2(+):テュオパ°ス・ベ°トキシ		Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) 0145 VT1(-), VT2(+)
5	VT2(+):テュオパ°ス・ベ°トキシ		Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) 0145 VT2(+)
9	VT2(+):Loopamp [®] 毒素 タ化°ソク°試薬キット		Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> 0145 VT2(+)

表 5-1 *Salmonella* Choleraesuis H₂S(-) の結果

機関	日数	分離培地	TSI		LIM			VP	SC	G染色	オキシダーゼ	カタラーゼ
			糖分解	Gas H ₂ S	L	I	M					
6	4日	CH-カルセ初	R/Y	+ -	+ - +	-	- *4	G- R	-	-	-	
8	4日	X-SAL	R/Y	+ -	+ - +	-	- *4	G- R	-	-	+	

表 5-2 *Salmonella* Choleraesuis H₂S(-) の結果

機関	簡易同定キット	血清型別	同定結果
6	api 20E: <i>Salmonella enterica</i> ssp enterica	0 多価	<i>Salmonella</i> spp.
8		07	<i>Salmonella</i> spp. 07

(F) : *Campylobacter jejuni* の結果

検査日数は、3~5日であった。

分離: 培養条件 (42°C48 時間、微好気培養)、使用培地等は適切であった。

性状試験: 表 8 のとおり実施された。

ヒトの胃腸炎患者由来 *Campylobacter* は *C. jejuni* と *C. coli* が 98%を占める。これらの確認には、グラム染色、オキシダーゼ、カタラーゼで鑑別し、判断に迷う場合はラテックス凝集試験を行う。今回、全機関でこれらの試験が実施され、*Campylobacter* 属菌と同定された。PCR 検査、薬剤感受性試験、簡易同定キットを実施した機関はなかったが、保健所や食肉検査所では属まで同定できれば問題は無い。*C. jejuni* と *C. coli* の鑑別が必要な場合は、地衛研へ搬入し遺伝子検査等を依頼する。

なお、*Campylobacter* 属菌と誤同定され保健環境センターに搬入された菌株を複数経験している。これらの菌は 36~37°C好気培養で発育したため、発育試験で鑑別が可能である。今回は 2 機関でこの発育試験を実施していた。

6.3 分離菌株の搬入

対象は県内の 7 機関のみとし、うち 6 機関は培養状態 (好気・微好気)、培地、搬送方法などおおむね良好に搬入された。今回初めて搬入を実施したが、1 機関は誤って分離菌株を滅菌してしまい搬入ができなかった。取扱

者は病原体や臨床検体の運搬時における事故を防止するという社会的責任を意識し、適正に実践していくことが必要であり、精度管理はその確認の機会としてほしい。

6.4 検査実施標準作業書 (SOP)

ここで言う SOP とは、食品からの成分規格対象菌および糞便からの腸管感染症等起因菌の分離同定のために作成されたものを指す。健康福祉センター (機関番号 1~5) と宇都宮市衛生環境試験所では、SOP が作成されていた (3 の *Listeria* を除く)。食肉検査所ではこれらの菌を対象とした行政検査が無いため、3 機関中 1 機関で EHEC のみ作成されていた。

食中毒事件などでは検査対象菌の範囲が不明であり、確実に検出するには、どの培地を用いて試料や検体を検査するかが重要であるが、SOP にはこれに関する記載はみられなかった。

SOP で同定に至る判定基準を示していたのは、8 と 9 の 2 機関だけであった。

なお、クエン酸利用能 (SC) を 24 時間で判定し、結果を誤った機関があった。栄研化学の培地説明書では「37°C 18~24 時間培養し、陰性のときは更に 3 日間培養して最終的に判定する。」「斜面が青変しているもの、又は培地色に変化していなくても菌の発育が認められたときは陽性」とあり、一部機関の SOP の記載とは異なっている。

表 6 *Bacillus cereus* の結果

機関	日数	NGKG		X-BC	VP	G 染色	芽胞	オキシダーゼ	同定結果
		コロニー	卵黄反応						
1	3日	白色	R ?	水色	+	G+ R	+		<i>Bacillus cereus</i>
5	3日	白色	R +		+	G+ R	+	+	<i>Bacillus cereus</i>

表 7-1 *Listeria monocytogenes* の結果

機関	日数	分離培地		TSYEA 斜光法	VP	運動性	G 染色	カタラーゼ
		CH リステリア	パルカム					
3	11日	青緑・ハロー	黒		+	+傘状	G+ R	+
9	23日	水色	黒	真珠様青緑色	+	+	G+ R	+

表 7-2 *Listeria monocytogenes* の結果

機関	マンニト	ラムノース	キシロース	マンノース	確認試験	血清型別	同定結果
3	-	+	-		βリジンテイス法		<i>Listeria monocytogenes</i>
9		+	-	+	CAMP テスト	1/2c	<i>Listeria monocytogenes</i>

表 8 *Campylobacter jejuni* の結果

機関	日数	微好気培養		好気	カタラーゼ	オキシダーゼ	グラム染色	ラテックス凝集	同定結果
		42℃	25℃	36℃					
2	3日	+		-	+	+	G-桿菌 らせん状	カンビロバクタ -LA	<i>Campylobacter</i> 属菌
4	4日	+			+	+	G-カンマ らせん状菌	カンビロバクタ -LA	<i>Campylobacter</i> 属菌
7	5日	+	-	-	+	+	G- R	カンビロバクタ -LA	<i>Campylobacter</i> spp.

現行の SOP について、新任者でも正確な結果が出せるか、実際の検査と食い違いがないか等の再確認が必要と考える。

7 まとめ

- (1) 選択分離培地については、全機関で食中毒等起因9菌種以上に対応する培地を使用していた。検出の精度を上げるには菌種毎に性質の異なる2種類以上の選択分離培地を併用すると良い。また、非選択分離培地は、想定外の菌を検出するために有効であると推測された。
- (2) 腸内細菌科の同定にあってはオキシダーゼ、TSI、LIM、VP、クエン酸利用能試験は必須と提唱してきたが、今年度も全ての機関で履行された。しかし、クエン酸利用能では判定方法が不適切であり、試験方法の見直しが必要である。細菌同定の必須項目であるグラム染色は全ての機関で履行されていた。
- (3) 一般論として細菌の同定手順は、①グラム染色によ

- る染色性と形態の確認、②オキシダーゼ試験またはカタラーゼ試験による代謝系の確認、これらの結果を根拠にした③推定試験・確認培養を原則とする。簡易同定キットは、同定手順①～③の原則を順守しつつ性状確認を補うために補完的に使用する、または属の推定を行うための手段として効果的であり、活用を勧めている。
- (4) 今回、全ての機関で良好な同定がされていた。前回は試料とした EHEC、*Salmonella*、*Campylobacter* の全てで、同定にかかる日数が短縮され検査の迅速化が図れた。検査の重複や非効率な面が改善され、合理的に実施した結果と考える。
- (5) この精度管理を、SOP のチェックを行う機会として活用して欲しい。

今後も当該事業を継続し、各検査室の同定過程の確認を行うことで、適正な試験検査の実施に向けて尽力していきたい。

水質試験(担当：水環境部)

1 実施機関

試料の調製・配付及び結果の取りまとめは、栃木県保健環境センターが行った。

2 参加機関

地方公共団体の試験検査機関 4 機関及び民間環境計量証明事業所 13 機関、合計 17 機関が参加した。

以下の報告では、それぞれの参加機関を A～Q と表記した。

3 実施項目

水質汚濁防止法(昭和 45 年 12 月 25 日法律第 138 号) 第 3 条第 1 項で定められた排水基準項目からクロム含有量、溶解性マンガン含有量を選択した。

4 実施期間

平成 27 年 9 月 8 日に試料原液を配付し、試験結果報告期限を 10 月 6 日とした。

5 模擬試料の調製

試料 A、B の 2 種類の試料原液を以下のとおり調製し、配付した。これを各参加機関にて 20 倍に希釈したものを分析用模擬試料とした。

試料 A：クロム標準液(関東化学(株) 1,003mg/L) 18.0 mL、塩化ナトリウム 30.0g 及び硝酸(61%) 50.0mL を 3L メスフラスコにとり、全量を超純水で 3,000mL としたものを試料原液とした。これを 20 倍希釈した分析用模擬試料のクロム含有量(以下設定値と呼ぶ)は 0.301mg/L である。

試料 B：マンガン標準液(関東化学(株) 1,006 mg/L) 60.0mL、ケイ酸カリウム溶液(二酸化ケイ素として 18.0～21.0%) 120mL、硫酸アルミニウム水和物(硫酸アルミニウムとして 51.0～57.5%) 12.0g 及び硝酸(61%) 50.0mL を 3L メスフラスコにとり、全量を超純水で 3,000mL としたものを試料原液とした。これを 20 倍希釈した分析用模擬試料のマンガン含有量(以下設定値と呼ぶ)は 1.01mg/L である。

6 試験方法

「排水基準を定める省令の規定に基づく環境大臣が定める排水基準に係る検定方法(昭和 49 年 9 月 30 日環境庁告示第 64 号)に定める方法「JIS K0102 65.1 全クロム」及び「JIS K0102 56. マンガン」により分析することとした。

各機関は、2 試料について併行試験を 5 回ずつ行い、その結果(有効数字 3 桁)及び分析条件等を報告することとした。

7 結果

7.1 クロム含有量

7.1.1 概要

参加 17 機関中、全機関から回答を得た。

各機関が採用した分析方法を表 1 に示す。65.1.2 フレーム原子吸光法を採用したのは 6 機関、65.1.3 電気加熱原子吸光法が 2 機関、65.1.4 ICP 発光分光分析法が 6 機関、65.1.5 ICP 質量分析法が 3 機関であった。

報告された機関毎の濃度(mg/L)及び室内変動を示す変動係数(%)は、表 2 に示すとおりそれぞれ 0.262～0.332mg/L、0.270～6.38%であった。

7.1.2 度数分布図

平均値の度数分布図を図 1 に示す。設定値は、最大度数の階級にあったが、1 機関(I)が低値(0.260～0.269mg/L)、2 機関(BとC)が高値(0.330～0.339mg/L)の階級にあった。

表 1 各機関が採用した分析方法 (Cr)

分析方法	機関数
65.1.2 フレーム原子吸光法	6
65.1.3 電気加熱原子吸光法	2
65.1.4 ICP発光分光分析法	6
65.1.5 ICP質量分析法	3

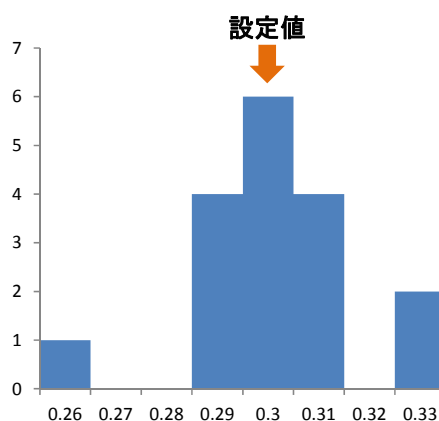


図 1 度数分布 (Cr)

表2 結果一覧 (クロム含有量)

機関コード	A	B	C	D	E	F	G	H	I
前処理日	9月9日	9月27日	9月24日	9月18日	9月11日	9月9日	9月10日	9月29日	9月18日
分析日	9月10日	9月28日	9月30日	9月18日	9月11日	9月17日	9月11日	9月29日	9月18日
分析結果 (mg/L)	1回目 0.304 2回目 0.304 3回目 0.304 4回目 0.298 5回目 0.304	0.324 0.334 0.326 0.331 0.334	0.330 0.332 0.332 0.332 0.332	0.310 0.316 0.320 0.319 0.322	0.308 0.314 0.309 0.313 0.314	0.307 0.309 0.306 0.309 0.310	0.305 0.309 0.303 0.303 0.301	0.303 0.297 0.292 0.302 0.299	0.254 0.263 0.267 0.262 0.263
平均	0.303	0.330	0.332	0.317	0.312	0.308	0.304	0.299	0.262
標準偏差	2.68E-03	4.60E-03	8.94E-04	4.67E-03	2.88E-03	1.64E-03	3.03E-03	4.39E-03	4.76E-03
変動係数(%)	0.886	1.40	0.270	1.47	0.925	0.533	1.00	1.47	1.82
分析に用いた水	超純水	超純水	蒸留水	蒸留水	超純水	蒸留水	超純水	超純水	超純水
前処理法	5.2	5.2	5.2	5.1	5.2	5.2	5.1	5.2	5.1
	塩酸又は硝酸による分解	塩酸又は硝酸による分解	塩酸又は硝酸による分解	塩酸または硝酸酸性で煮沸	塩酸又は硝酸による分解	塩酸又は硝酸による分解	塩酸または硝酸酸性で煮沸	塩酸又は硝酸による分解	塩酸または硝酸酸性で煮沸
分析法 JIS K0102	65.1.2	65.1.2	65.1.2	65.1.4	65.1.5	65.1.4	65.1.4	65.1.5	65.1.4
	フレイム原子吸光法	フレイム原子吸光法	フレイム原子吸光法	ICP発光分光分析法	ICP質量分析法	ICP発光分光分析法	ICP発光分光分析法	ICP質量分析法	ICP発光分光分析法
定量法	検量線法	検量線法	検量線法	発光強度法	内標準法	発光強度法	内標準法	内標準法	発光強度法
内標準元素名	—	—	—	—	イットリウム	—	イットリウム	インジウム	—
回帰式の傾き	1.83E-02	3.02E-02	3.14E-02	2.11E+03	4.51E+01	2.96E+04	4.70E-05	4.30E+01	1.19E-04
回帰式のY切片	-4.63E-05	1.95E-03	2.00E-03	-1.98E+00	-8.00E-04	3.74E+02	9.33E-05	-1.72E-02	1.90E-03
決定係数	0.9998	0.9994	0.9980	1.0000	1.0000	0.9978	0.9999	0.9997	1.0000
検量線の点数	5	4	5	5	6	5	6	6	4
ろ過の有無	無	無	無	無	無	無	無	有	無
干渉抑制剤	硫酸ナトリウム	無	硫酸ナトリウム	無	無	無	無	無	無
測定試料に対する添加濃度	1%	—	1%	—	—	—	—	—	—
標準液に対する添加濃度	1%	—	無	—	—	—	—	—	—
添加回収試験の回収率(%)	99.0	108	117	96.4	98.2	101	96.5	98.1	97.9

機関コード	J	K	L	M	N	O	P	Q
前処理日	9月14日	9月9日	9月29日	9月19日	9月16日	10月2日	9月10日	10月1日
分析日	9月15日	9月9日	9月30日	9月19日	9月16日	10月2日	9月14日	10月1日
分析結果 (mg/L)	1回目 0.302 2回目 0.304 3回目 0.308 4回目 0.305 5回目 0.307	0.298 0.297 0.297 0.297 0.305	0.293 0.283 0.289 0.286 0.298	0.300 0.299 0.298 0.299 0.297	0.302 0.300 0.301 0.305 0.309	0.317 0.314 0.316 0.315 0.314	0.318 0.270 0.312 0.313 0.302	0.315 0.315 0.319 0.319 0.315
平均	0.305	0.299	0.290	0.299	0.303	0.315	0.303	0.317
標準偏差	2.39E-03	3.49E-03	5.89E-03	1.14E-03	3.65E-03	1.30E-03	1.93E-02	2.19E-03
変動係数(%)	0.782	1.17	2.03	0.382	1.20	0.414	6.38	0.692
分析に用いた水	蒸留水	超純水	蒸留水	超純水	蒸留水	超純水	超純水	超純水
前処理法	5.2	5.2	5.2	5.1	5.2	5.1	5.2	5.1
	塩酸又は硝酸による分解	塩酸又は硝酸による分解	塩酸又は硝酸による分解	塩酸または硝酸酸性で煮沸	塩酸又は硝酸による分解	塩酸または硝酸酸性で煮沸	塩酸又は硝酸による分解	塩酸または硝酸酸性で煮沸
分析法 JIS K0102	65.1.3	65.1.4	65.1.2	65.1.4	65.1.2	65.1.5	65.1.3	65.1.2
	電気加熱原子吸光法	ICP発光分光分析法	フレイム原子吸光法	ICP発光分光分析法	フレイム原子吸光法	ICP発光分光分析法	電気加熱原子吸光法	フレイム原子吸光法
定量法	検量線法	内標準法	検量線法	内標準法	検量線法	内標準法	検量線法	検量線法
内標準元素名	—	イットリウム	—	イットリウム	—	ガリウム	—	—
回帰式の傾き	5.62E+00	1.77E-03	2.37E-02	3.39E-03	2.88E-02	6.70E-02	2.69E+00	3.07E-02
回帰式のY切片	1.35E-03	1.00E-05	9.00E-05	-1.20E-05	1.43E-03	1.06E-02	-1.55E-02	4.48E-04
決定係数	1.0000	0.9994	0.9998	1.0000	0.9992	0.9999	0.9987	0.9990
検量線の点数	4	5	5	4	5	6	5	5
ろ過の有無	無	無	無	無	無	無	無	無
干渉抑制剤	無	無	硫酸ナトリウム	無	無	無	無	無
測定試料に対する添加濃度	—	—	1%	—	—	—	—	—
標準液に対する添加濃度	—	—	無	—	—	—	—	—
添加回収試験の回収率(%)	95.3	95.0	105	98.0	103	101	102	102

7.1.3 異常値の棄却

平均値についてグラブズの検定を実施したところ、I が外れ値として棄却されたため（棄却率は5.88%）、以降、解析の対象から外した。

I の検量線溶液及び測定試料の検出値を確認したところ、測定結果と異なる検出値で検量線を作成していた。また、検量線の作成において、3点低濃度の後に1点の高濃度（4倍）の点を取っており、濃度設定が不適切であった。さらに、JIS の定めのとおり検量線空試験（濃度0）の指示値で標準液の指示値を補正せず、検量線を作成していた。これらのことが外れ値の要因となったものと考えられた。これらを補正し、再計算した値でグラブズの検定を実施したが、やはり外れ値となったため、他にも誤差要因があったものと考えられる。

7.1.4 基本統計

平均値から算出された基本統計データを表3に示す。外れ値棄却後の室間変動は3.04%であった。JISでは、十分に習熟した同一の試験者が同一の方法で試験を行った場合の繰り返し精度を2~10%としており、この値と比較しても低い室間変動を得られた今回の分析結果は概ね良好と考えられる。

7.1.5 設定値に対する分析値の評価

棄却後の平均値について設定値に対する百分率をそれぞれ算出し、機関毎の最大値、最小値を誤差範囲として図2に示した。塩化ナトリウムは、ICP質量分析法による分析でスペクトル干渉、フレイム原子吸光法及びICP発光分光分析法ではイオン化干渉を起こすことが報告されている。しかしながら、今回の調査結果では、設定値に対する百分率の値は96.3~110%であり、塩化ナトリウムの影響はほとんどみられなかった。

表3 基本統計データ(Cr)

	外れ値棄却前	棄却後
データ数	17	16
平均値 (mg/L)	0.306	0.308
最大値 (mg/L)	0.332	0.332
最小値 (mg/L)	0.262	0.290
範囲 (最大値-最小値)	0.070	0.042
標準偏差 (mg/L)	0.0158	0.0029
変動係数 (%)	5.16	3.04
中央値 (mg/L)	0.304	0.304
設定値 (mg/L)	0.301	

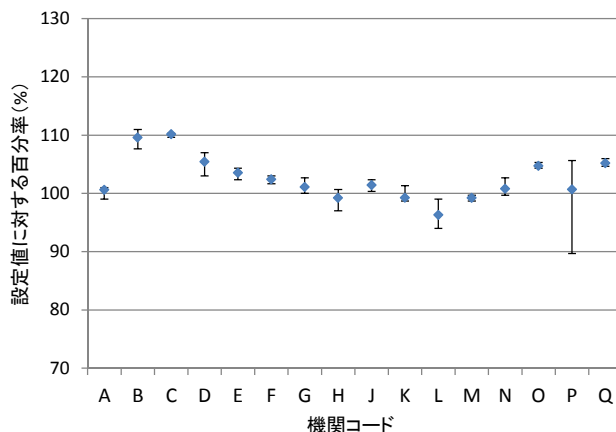


図2 平均値の設定値に対する百分率 (Cr)

7.2 溶解性マンガン含有量

7.2.1 概要

参加17機関中、全機関から回答を得た。

各機関が採用した分析方法を表4に示す。56.2 フレイム原子吸光法を採用したのは7機関、56.4 ICP発光分光分析法が8機関、56.5 ICP質量分析法が2機関であった。

報告された機関毎の濃度(mg/L)及び室内変動を示す変動係数(%)は、表5に示すとおりそれぞれ0.141~1.17mg/L、0.335~2.00%であった。

表4 各機関が採用した分析方法(Mn)

	分析方法	機関数
56.2	フレイム原子吸光法	7
56.4	ICP発光分光分析法	8
56.5	ICP質量分析法	2

7.2.2 分析方法による分析値の差異

試料Bには、フレイム原子吸光法において化学干渉を起こすケイ酸カリウムと、その干渉を増強する硫酸アルミニウム水和物が添加されていた。各機関が異なる分析機器を使用した場合、得られた分析値が干渉物質の影響を受けているか否かを検証するため、フレイム原子吸光法と、ICP発光分光分析法及びICP質量分析法のグループに分け、一元配置の分散分析を行った。それぞれの標本数と平均値は表6のとおりである。検定の結果、表7に示すとおり分散比(F値)がF境界値を超えたため、フレイム原子吸光法の分析値は、ICP発光分光分析法及びICP質量分析法よりも明らかに有意な低値を示したと判定された。

そのため、全分析値をフレイム原子吸光法とICP発光分光分析法及びICP質量分析法に分けて、その後の解析を行った。

表5 結果一覧(溶解性マンガン含有量)

機関コード	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
前処理日	9月9日	9月11日	9月25日	9月18日	9月11日	9月9日	9月10日	9月25日	9月18日	
分析日	9月10日	9月24日	9月30日	9月18日	9月29日	9月17日	9月11日	9月25日	9月18日	
分析結果 (mg/L)	1回目 0.836 2回目 0.835 3回目 0.838 4回目 0.846 5回目 0.831	0.382 0.396 0.381 0.395 0.395	0.540 0.544 0.541 0.544 0.543	1.17 1.16 1.18 1.17 1.17	1.04 1.08 1.09 1.08 1.06	1.02 1.02 1.02 1.01 1.02	1.01 0.989 0.989 0.991 1.01	1.01 0.989 0.989 0.991 1.01	0.876 0.885 0.894 0.884 0.880	1.02 1.00 1.01 1.02 1.02
平均	0.837	0.390	0.542	1.17	1.07	1.02	0.998	0.884	1.01	
標準偏差	5.54E-03	7.81E-03	1.82E-03	7.07E-03	2.00E-02	4.47E-03	1.12E-02	6.72E-03	8.94E-03	
変動係数(%)	0.662	2.00	0.335	0.604	1.87	0.439	1.12	0.761	0.882	
分析に用いた水	超純水	蒸留水	蒸留水	蒸留水	超純水	蒸留水	超純水	超純水	超純水	
前処理法	5.2	5.1	5.2	5.1	5.2	5.2	5.1	無し	5.1	
	塩酸又は硝酸による分解	塩酸または硝酸酸性で煮沸	塩酸又は硝酸による分解	塩酸または硝酸酸性で煮沸	塩酸又は硝酸による分解	塩酸又は硝酸による分解	塩酸または硝酸酸性で煮沸	-	塩酸または硝酸酸性で煮沸	
分析法 JIS K0102	56.2	56.2	56.2	56.4	56.5	56.4	56.4	56.4	56.4	
	フレイム原子吸光法	フレイム原子吸光法	フレイム原子吸光法	ICP発光分光分析法	ICP質量分析法	ICP発光分光分析法	ICP発光分光分析法	ICP発光分光分析法	ICP発光分光分析法	
定量法	検量線法	検量線法	検量線法	発光強度法	内標準法	発光強度法	内標準法	発光強度法	発光強度法	
内標準元素名	-	-	-	-	イットリウム	-	イットリウム	-	-	
回帰式の傾き	7.51E-02	6.62E-02	8.76E-02	2.22E+05	4.49E+01	2.20E+05	3.35E-04	7.80E+04	1.10E-05	
回帰式のY切片	6.61E-04	-7.78E-04	1.00E-04	-1.01E+01	-3.60E-03	3.17E+02	-2.77E-04	1.49E+03	1.50E-03	
決定係数	1.0000	0.9995	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9998	1.0000	
検量線の点数	5	4	5	5	6	5	6	6	5	
ろ過の有無	有	有	有	無	有	有	有	有	有	
干渉抑制剤	硝酸Ca	無	Ca標準液	無	無	無	無	無	無	
測定試料に対する添加濃度(mg/L)	100 (Caとして)	-	200 (Caとして)	-	-	-	-	-	-	
標準液に対する添加濃度(mg/L)	100 (Caとして)	-	無	-	-	-	-	-	-	
添加回収試験の回収率(%)	97.3	96.6	88.5	97.6	102	98.5	99.8	106	103	

機関コード	J	K	L	M	N	O	P	Q
前処理日	9月28日	9月9日	10月1日	9月19日	9月28日	10月5日	9月10日	10月6日
分析日	9月28日	9月9日	10月1日	9月19日	9月28日	10月5日	10月1日	10月6日
分析結果 (mg/L)	1回目 1.06 2回目 1.06 3回目 1.06 4回目 1.04 5回目 1.03	1.04 1.03 1.05 1.05 1.05	0.706 0.703 0.721 0.715 0.730	0.996 1.00 1.00 1.00 1.01	0.250 0.249 0.248 0.248 0.252	1.04 1.04 1.04 1.02 1.06	0.139 0.143 0.140 0.141 0.140	1.04 1.02 1.04 1.02 1.02
平均	1.05	1.04	0.715	1.00	0.249	1.04	0.141	1.03
標準偏差	1.41E-02	8.94E-03	1.10E-02	5.22E-03	1.67E-03	1.41E-02	1.52E-03	1.24E-02
変動係数(%)	1.35	0.857	1.54	0.521	0.671	1.36	1.08	1.21
分析に用いた水	蒸留水	超純水	蒸留水	超純水	蒸留水	超純水	超純水	超純水
前処理法	5.2	5.2	5.2	5.1	5.2	5.1	5.2	5.1
	塩酸又は硝酸による分解	塩酸又は硝酸による分解	塩酸又は硝酸による分解	塩酸または硝酸酸性で煮沸	塩酸又は硝酸による分解	塩酸または硝酸酸性で煮沸	塩酸又は硝酸による分解	塩酸または硝酸酸性で煮沸
分析法 JIS K0102	56.4	56.4	56.2	56.4	56.2	56.5	56.2	56.2
	ICP発光分光分析法	ICP発光分光分析法	フレイム原子吸光法	ICP発光分光分析法	フレイム原子吸光法	ICP質量分析法	フレイム原子吸光法	フレイム原子吸光法
定量法	発光強度法	内標準法	検量線法	内標準法	検量線法	内標準法	検量線法	検量線法
内標準元素名	-	イットリウム	-	イットリウム	-	ガリウム	-	-
回帰式の傾き	1.75E-01	6.41E-02	6.64E-02	1.22E-01	8.36E-02	1.80E-02	2.11E-01	8.81E-02
回帰式のY切片	8.73E-04	-2.80E-04	3.00E-04	-6.95E-04	7.20E-04	6.10E-05	-1.61E-03	1.83E-03
決定係数	1.0000	0.9998	1.0000	1.0000	0.9999	1.0000	0.9959	0.9990
検量線の点数	5	6	5	4	5	6	5	4
ろ過の有無	有	有	有	有	有	有	有	有
干渉抑制剤	無	無	Ca標準液	無	無	無	無	有
測定試料に対する添加濃度(mg/L)	-	-	200 (Caとして)	-	-	-	-	200 (Caとして)
標準液に対する添加濃度(mg/L)	-	-	200 (Caとして)	-	-	-	-	200 (Caとして)
添加回収試験の回収率(%)	98.1	100	102	99.4	100	99.6	98.4	98.5

7.2.3 度数分布図

フレーム原子吸光法の平均値の度数分布図を図3に示す。平均値は0.100~0.299mg/Lの階級から設定値の階級までばらついており、1機関(Q)の分析値のみが設定値の階級にあった。

ICP発光分光分析法及びICP質量分析法の平均値の度数分布図を図4に示す。設定値は、最大度数の階級にあったが、1機関(H)が低値(0.850~0.899mg/L)、1機関(D)が高値(1.15~1.19mg/L)の階級にあった。フレーム原子吸光法の度数分布と比較すると、設定値に近い階級で分布しており、ばらつきも少なかった。

7.2.4 異常値の棄却

フレーム原子吸光法とICP発光分光分析法及びICP質量分析法のそれぞれにおいて、平均値についてグラブズの検定を実施したところ、いずれの分析方法においても、5%外れ値として棄却される値はなかった。ただし、フレーム原子吸光法については、標準偏差値が大きく、その結果相対的なばらつきが大きくなったため、どの値も棄却されなかったものと考えられる。

7.2.5 基本統計

平均値から算出された基本統計データを表8に示す。フレーム原子吸光法では、変動係数57.8%と分析結果にばらつきが認められた。ICP発光分光分析法及びICP質量分析法の変動係数は6.91%であり、JISで示されている同一試験者における繰り返し精度が2~10%であることを考慮すると、概ね良好な結果と考えられる。フレーム原子吸光法の標準偏差は0.322mg/L、ICP発光分光分析法及びICP質量分析法の標準偏差は0.0710mg/Lとなり、フレーム原子吸光法の結果は明らかにばらついていた。

7.2.6 設定値に対する分析値の評価

フレーム原子吸光法とICP発光分光分析法及びICP質量分析法のそれぞれにおいて、平均値の設定値に対する百分率を算出し、機関毎の最大値、最小値を誤差範囲として図5及び図6に示した。

フレーム原子吸光法における平均値の設定値に対する百分率は、13.9~102%であった。この分析法においては、シリカによる妨害を抑制するため、カルシウムまたはマグネシウムを200mg/L程度加えることとJISに記されているが、図7に示すとおり、百分率が50%以下であったB、N及びPでは、試料の前処理時に干渉抑制剤を添加していなかったため、妨害を特に大きく受けたと考えられた。また、JISに記載のとおり干渉抑制剤を添加した機関(A、C及びL)においても、影響が見られた。

一方、ICP発光分光分析法及びICP質量分析法の百分率は87.5~116%であった。これらの分析法においても妨害物質による物理干渉の影響が考えられるが、今回の調査では影響はほとんどみられず、概ね良好な結果であった。

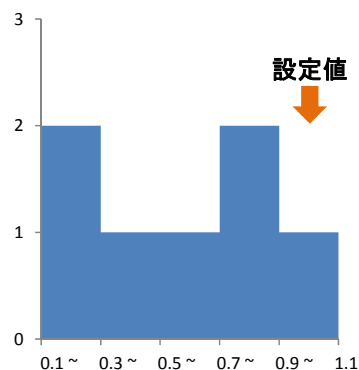


図3 度数分布 (Mn、フレーム原子吸光法)

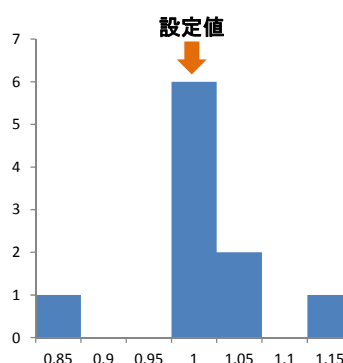


図4 度数分布 (Mn、ICP発光分光分析法及びICP質量分析法)

表6 分析法ごとの平均値(Mn)

分析法	標本数	平均値 (mg/L)
フレーム原子吸光法	35	0.557
ICP発光分光分析法及びICP質量分析法	50	1.03

表7 一元配置の分散分析結果(Mn)

	平方和	自由度	分散	分散比 (F値)	F境界値 (5%)	F境界値 (1%)
グループ間	4.57	1	4.57	114	3.96	6.95
グループ内	3.34	83	0.0403			
合計	7.92	84	-	-	-	-

表8 基本統計データ (Mn)

	フレーム原子吸光法	ICP発光分光分析法 及びICP質量分析法
データ数	7	10
平均値 (mg/L)	0.558	1.03
最大値 (mg/L)	1.03	1.17
最小値 (mg/L)	0.141	0.884
範囲 (最大値-最小値)	0.889	0.286
標準偏差 (mg/L)	0.322	0.0710
変動係数 (%)	57.8	6.91
中央値 (mg/L)	0.542	1.03
設定値 (mg/L)		1.01

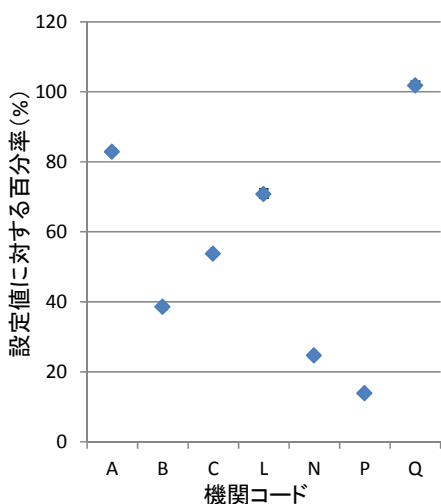


図5 平均値の設定値に対する百分率 (Mn、フレイム原子吸光法)

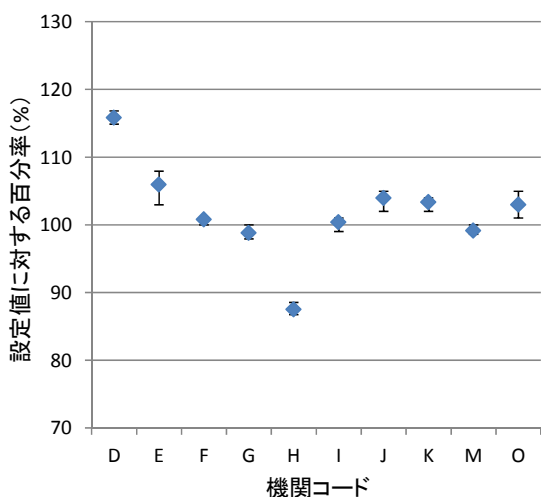


図6 平均値の設定値に対する百分率 (Mn、ICP 発光分光分析法及び ICP 質量分析法)

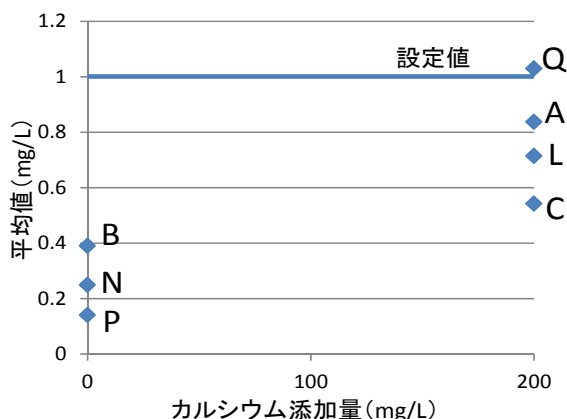


図7 カルシウム添加量と平均値 (Mn)

8 調査結果から推定されたその他の問題点

1) 試料の前処理について

クロム含有量については、溶解性のものを測定するという指示がないにも関わらず、1 機関 (H) が試料をろ過していた。

溶解性マンガンを定量する場合にはろ過した試料を用いることが JIS に明記されているが、1 機関 (D) は試料のろ過を行わなかった。また、溶解性マンガン含有量において、1 機関 (H) が酸分解等の前処理を行わず、直接測定に供した。このことが、H の分析値が ICP 発光分光分析法及び ICP 質量分析法で分析した機関のうち、最も低値を示した一因と考えられる。

2) 干渉抑制剤について

アセチレン-空気をを用いたフレイム原子吸光法によるクロム含有量の測定では、共存物による妨害を抑制するため、硫酸ナトリウム等を 1% 程度共存させるとよい、と JIS には記載されている。しかしながら、フレイム原子吸光法を用いて分析した機関のうち、3 機関 (B、N 及び Q) が、測定試料に干渉抑制剤を添加せずに分析した。

また、JIS には、検量線法では試料溶液の組成と検量線作成用溶液の組成とが類似していることが望ましいと記載されているが、クロム含有量では 2 機関 (C と L)、溶解性マンガン含有量では 1 機関 (C) が、干渉抑制剤を測定試料のみに添加し、検量線用標準液には添加していなかった。

3) 検量線について

クロム含有量、溶解性マンガン含有量のいずれにおいても、1 機関 (D) が検量線空試験 (濃度 0) の指示値を最小濃度として採用して、検量線を作成していた。

4) 定量について

クロム含有量、溶解性マンガン含有量のいずれにおいても、3 機関 (D、O 及び P) が標準液の値付け値を考慮せずに定量していた。そのうち、クロム含有量における O の 5 回の報告値及び P の 5 回の報告値、溶解性マンガン含有量における P の 1 回の報告値は、値付け値を考慮して再計算した値と異なっていた。その他の値については、報告値に影響はなかった。一方、I では、報告された標準液の値付け値が定量に用いたものと異なっていた。

また、クロム含有量、溶解性マンガン含有量のいずれにおいても、1 機関 (D) が空試験の指示値を差し引かずして定量していた。当機関で、D の回答に基づいて検量線の作成と定量における誤りを補正して再計算したところ、クロム含有量、溶解性マンガン含有量のいずれにおいても、報告値にずれが生じていた。

5) 報告値について

溶解性マンガン含有量において、1 機関 (A) の数値の丸め方に誤りがあった。JIS では、与えられた数値に等しく近い、二つの隣り合う丸めの幅の整数倍がある場合には、丸めた数値として偶数倍の方を選ぶと定められている。しかし、定量結果の数値に最も近い丸めの整数倍

が一つしかないにも関わらず、偶数倍を選んで丸めていた。

今回の調査では、有効数字3桁での報告を求めていたが、溶解性マンガン含有量において、Qは4回の分析値を有効数字4桁で報告した。

クロム含有量、溶解性マンガン含有量のいずれにおいても、1機関(B)は数値を丸めずに報告用ファイルに入力していた。

6) その他

クロム含有量、溶解性マンガン含有量のいずれにおいても、1機関(B)が添加回収試験の回収率について、単位を%に換算せず報告していた。

Iの報告については、測定結果と異なる検出値で検量線を作成していたことをはじめ、溶解性マンガン含有量においても棄却対象となったクロム含有量で見られたものと同様に、7.1.3で記述したような誤りが見受けられた。さらに、クロム含有量、溶解性マンガン含有量のいずれにおいても、検量線の回帰式について、濃度軸と発光強度軸を逆にした逆関数の傾き及び切片を報告した。

9 総括評価及び今後の課題

クロム含有量については、全参加機関において設定値に対する分析値は±15%以内に収まっていた。また平均値の変動係数(室間変動%)もJISで定められた繰り返し精度の値の範囲内にあり、結果は概ね良好であった。

溶解性マンガン含有量については、フレーム原子吸光法で分析した機関は妨害物質の影響を大きく受ける結果となった。フレーム原子吸光法では、化学干渉に加えて、測定試料の粘度等により生じる物理干渉を受ける可能性が一般的に考えられ、測定機器や前処理方法などの問題がその要因となり得る。干渉の今回の調査では、試料中の妨害物質の量が過剰であった可能性もあるが、はっきりとした原因は不明であった。しかしながら、少なくとも、干渉抑制剤を加えて分析した方が明らかに妨害物質の影響を抑えられており、JISに従って分析を行うことの重要性が示されたと考えられる。ICP発光分光分析法及びICP質量分析法の結果は概ね良好であった。

今回の調査では、試験操作や定量計算において、JISの精読が必要と思われる機関が数多く見られた。各機関において再確認を行い、必要に応じて手順書の見直しを行うべきである。前処理方法、検量線の作成方法、干渉抑制剤の添加、値付け値の反映、空試験の指示値の差し引き、及び数値の丸め方等々、各機関において再確認を行い、必要に応じて手順書の見直しを行うべきであると強く要望する。

毎年散見される、報告書への入力誤り、生データの表計算ソフトへの入力誤り等のケアレスミスは、今回も多々見受けられた。分析者のみならず、チェックに

あたる者も、細心の注意をもって生データと解析ファイル、報告書等の確認を行う必要があり、機関内におけるチェック体制の見直しあるいは再確立を要望したい。

VII 他誌発表論文

Tuberculosis 95 (2015) 246-250

Contents lists available at ScienceDirect

Tuberculosis

journal homepage: <http://intl.elsevierhealth.com/journals/tube>

MOLECULAR ASPECTS

MicroRNA-155 knockout mice are susceptible to Mycobacterium tuberculosis infection

Hiroki Iwai ^a, Keiji Funatogawa ^b, Kazunori Matsumura ^a, Masako Kato-Miyazawa ^a,
Fumiko Kirikae ^a, Kotaro Kiga ^d, Chihiro Sasakawa ^{c, d, e}, Tohru Miyoshi-Akiyama ^a,
Teruo Kirikae ^{a, *}

^a Department of Infectious Diseases, Research Institute, National Center for Global Health and Medicine, Toyama, Shinjuku, Tokyo 162-8655, Japan

^b Tochigi Prefectural Institute of Public Health, Tochigi 329-1196, Japan

^c Nippon Institute for Biological Science, Tokyo 198-0024, Japan

^d Division of Bacterial Infection, The Institute of Medical Science, The University of Tokyo, Tokyo 108-8639, Japan

^e Medical Mycology Research Center, Chiba University, Chiba 260-8673, Japan

article info

Article history: Received 1 December 2014 Accepted 15 March 2015

Keywords: Mycobacterium tuberculosis microRNA miR-155

summary

MicroRNAs (miRNAs) are short, conserved, non-coding RNA molecules that repress translation, followed by the decay of miRNA-targeted mRNAs that encode molecules involved in cell differentiation, development, immunity and apoptosis. At least six miRNAs, including microRNA-155 (miR-155), were upregulated when bone marrow-derived macrophages from C57BL/6 mice were infected with Mycobacterium tuberculosis Erdman. C57BL/6 mice intravenously infected with Erdman showed up-regulation of miR-155 in livers and lungs. Following infection, miR-155-deficient C57BL/6 mice died significantly earlier and had significantly higher numbers of CFU in lungs than wild-type mice. Moreover, fewer CD4⁺ T cells, but higher numbers of monocytes and neutrophils, were present in the lungs of Erdman-infected miR-155 knockout (miR-155^{-/-}) than of wild-type mice. These findings indicated that miR-155 plays a critical role in immune responses to M. tuberculosis.

© 2015 Elsevier Ltd. All rights reserved.

* Corresponding author. Tel.: +81 3 3202 7181; fax: +81 3 3202 7364. Th17 and regulatory T cells [13]. miR-155 regulates a wide spectrum

E-mail address: tkirikae@ri.ncgm.go.jp (T. Kirikae).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.tube.2015.03.006> 1472-9792/© 2015 Elsevier Ltd. All rights reserved.

日本細菌学雑誌

70 (2) : 309-318, 2015

©2015 日本細菌学会

地方衛生研究所における細菌学的検査・研究の最新事情

四宮 博人¹・勢戸 和子²・川瀬 遵³・有川 健太郎⁴

船渡川 圭次⁵・鈴木 匡弘⁶・久保田 寛顕⁷・調 恒明⁸

¹ 愛媛県立衛生環境研究所

² 大阪府立公衆衛生研究所

³ 島根県保健環境科学研究所

⁴ 神戸市環境保健研究所

⁵ 栃木県保健環境センター

⁶ 愛知県衛生研究所

⁷ 東京都健康安全研究センター

⁸ 山口県環境保健センター

¹ 〒790-0003 愛媛県松山市三番町8 丁目234 番地

[受理 : 2014 年12 月]

地方衛生研究所(地衛研)は、都道府県・政令指定都市等に設置され(現在80か所)、地域における感染症発生動向調査及び食中毒の原因究明等において中心的な役割を担うとともに、国立感染症研究所や国立医薬品食品衛生研究所等との緊密な連携により、感染症・病原体監視の全国的なネットワークを形成している。各種感染症や食中毒等の細菌学的検査・研究は、地衛研の基幹的業務であり、その活動から重要な細菌学的知見が見出されることも多い。本稿では、地衛研を中心とした研究機関における細菌学的検査・研究及び事例経験、特に、食中毒・感染性胃腸炎、結核、薬剤耐性に関して、それぞれの地衛研の研究者から最新知見を報告する。

新しい病原因子を標的とした結核ワクチンの開発

1) はじめに

結核は世界的にみると依然として最も重要な感染症の一つである。世界人口の1/3にあたる20億人が結核菌に感染しており、年間約860万人が結核を発症し、約130万人が死亡している。現在使用されているワクチンはBCG株のみで、乳児の85%がこれを接種している。BCG株の予防効果は、1977年イギリスに於ける調査では77%、1980年インド(チングルプット)に於ける調査では0%と一定の評価が得られていない。このような背景からBCG株に代わる新世代ワクチンの開発が急務となっている。

カナマイシンは、結核菌16SリボゾームRNA(16SrRNA)解読領域に結合して翻訳を攪乱する。結核発症者の第二選択薬として重要な薬剤である。結核菌の高度にカナマイシン耐性を獲得した臨床分離株は、16SrRNAが変異しており、それらの変異塩基はカナマイシンの2-デオキシストレ

プタミンと6-アミノグルコースに接合している。一方、カナマイシンの3-アミノグルコースに接合する部位の変異は臨床分離株から報告されていない。このことは、当該変異株が生体内淘汰圧に易感受性となっている可能性を示唆している。また、スメグマ菌の16SrRNAの突然変異は、致命的障害を誘導することが報告されている。そこで、臨床分離株で報告されていない16SrRNA解読領域が変異しているヒト型結核菌：NCGM2242株を分離し、弱毒化及びワクチン効果について評価したので報告する。

2) 材料および方法

2-1) 供試菌株：*Mycobacterium tuberculosis* ATCC35801 (Erdman株)、Erdman株由来変異株 (NCGM2242)。

2-2) 供試マウス：BALB/c マウス6~8週令♂。

2-3) 親株Erdmanと変異株NCGM2242の全ゲノム比較解析を実施し、NCGM2242株の変異部位を特定した。

2-4) Erdman株とNCGM2242株に発現する蛋白質を網羅解析し、発現量の変化した蛋白質を特定した。

2-5) Erdman株とNCGM2242株のマウス致死活性、サイトカイン誘導能(サイトカイン網羅解析)、ワクチン効果を確認した。

3) 結果および考察

3-1) NCGM2242株の変異部位は、結核菌ゲノム内に1つしか存在しない16SrRNAをコードする *rrs* 遺伝子1399番目のチミンがアデニンに置換した点変異 (U1406A) であった。

3-2) NCGM2242株の蛋白質は、Erdman株に比べ、71種の蛋白質が2倍以上に増加し、361種の蛋白質が1/2以下に減少した。NCGM2242株のリボソーム結合蛋白質 (KsgA, IF-3, RbfA) が、過剰に発現しており、未成熟なリボソームが増加した。蛋白質合成破綻の一つにantigen85複合体を含むミコール酸合成酵素群の発現低下があり、これにより細胞壁成分メトキシミコール酸の相対質量半減等、ミコール酸組成の変化が誘導された。さらに、NCGM2242株は、酸性環境 (pH 4.6)、及び一酸化窒素暴露に対して顕著な抵抗性低下を呈し、細胞内寄生の破綻を来した。

3-3) Erdman株 (2.0×10^6 CFU/mouse) をBALBマウスに接種すると、108日後に全てのマウスが死亡したが、NCGM2242株 (2.0×10^7 CFU/mouse) をBALBマウスに接種すると、640日後でも全てのマウスが生残した。このマウスに対する致死活性をLD50で評価すると、Erdman株： $<2.0 \times 10^3$ CFU/mouse、NCGM2242株： $>2.0 \times 10^7$ CFU/mouseと著しい差を呈した。

3-4) Erdman株またはNCGM2242株で初回感染させたマウスから脾臓細胞を摘出、これを単層培養後、Erdman株で再刺激して、産生された炎症性サイトカイン(22種)の網羅解析を実施した。Erdman株由来、NCGM2242株由来脾臓細胞のサイトカイン分泌量に有意差は無く、NCGM2242株の細胞性免疫誘導能は、Erdman株と比べ減衰していないことが示された。

3-5) NCGM2242株の生菌またはBCG株の生菌でBALBマウスを予防接種 (2.0×10^4 CFU/mouse)、4週後Erdman株を抗原接種 (2.0×10^4 CFU/mouse) した場合、非予防接種群は139日後、BCG株接種群は258日後までに全てのマウスが死亡した。一方、NCGM2242株接種群は300日を超えても38%のマウスが生残した。以上のことから、NCGM2242株は、野生株の免疫応答誘導能はそのままに、病原性を激減させており、弱毒生ワクチン株として機能することが示された。

Sci Rep. 2015 Sep 4;5:13806. doi: 10.1038/srep13806.

Molecular Evolution of the Capsid Gene in Norovirus Genogroup I.

Kobayashi M¹, Yoshizumi S², Kogawa S³, Takahashi T⁴, Ueki Y⁵, Shinohara M⁶, Mizukoshi F⁷, Tsukagoshi H¹, Sasaki Y¹, Suzuki R⁸, Shimizu H⁹, Iwakiri A¹⁰, Okabe N⁹, Shirabe K¹¹, Shinomiya H¹², Kozawa K¹, Kusunoki H¹³, Ryo A¹⁴, Kuroda M¹⁵, Katayama K^{16,6}, Kimura H^{14,17}.

¹Gunma Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science, Maebashi-shi, Gunma 371-0052, Japan.

²Hokkaido Institute of Public Health, Sapporo-shi, Hokkaido 060-0819, Japan.

³Aomori Prefectural Public Health and Environment Center, Aomori-shi, Aomori 030-8566, Japan.

⁴Iwate Prefectural Meat Inspection Center, Shiwa-cho, Iwate 020-3311, Japan.

⁵Miyagi Prefectural Institute of Public Health and Environment, Sendai-shi, Miyagi 983-0836, Japan.

⁶Saitama Institute of Public Health, Yoshimi-machi, Saitama 355-0133, Japan.

⁷Tochigi Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science, Utsunomiya-shi, Tochigi 329-1196, Japan.

⁸Kanagawa Prefectural Institute of Public Health, Chigasaki-shi, Kanagawa 253-0087, Japan.

⁹Kawasaki City Institute for Public Health, Kawasaki-shi, Kanagawa 210-0821, Japan.

¹⁰Miyazaki Prefecture Kobayashi Meat Inspection Center, Kobayashi-shi, Miyazaki 886-0004, Japan.

¹¹Yamaguchi Prefectural Institute of Public Health and Environment, Yamaguchi-shi, Yamaguchi 753-0821, Japan.

¹²Ehime Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science, Matsuyama-shi, Ehime 790-0003, Japan.

¹³Department of Safety Research on Blood and Biological Products, Yokohama City University Graduate School of Medicine, Yokohama-shi, Kanagawa 236-0004, Japan.

¹⁴Department of Molecular Biodefence Research, Yokohama City University Graduate School of Medicine, Yokohama-shi, Kanagawa 236-0004, Japan.

¹⁵Pathogen Genomics Center, National Institute of Infectious Diseases, Musashimurayama-shi, Tokyo 208-0011, Japan.

¹⁶Department of Virology II, National Institute of Infectious Diseases,

Musashimurayama-shi, Tokyo 208-0011, Japan.

¹⁷Infectious Disease Surveillance Center, National Institute of Infectious Diseases, Musashimurayama-shi, Tokyo 208-0011, Japan.

Abstract

We studied the molecular evolution of the capsid gene in all genotypes (genotypes 1-9) of human norovirus (NoV) genogroup I. The evolutionary time scale and rate were estimated by the Bayesian Markov chain Monte Carlo (MCMC) method. We also performed selective pressure analysis and B-cell linear epitope prediction in the deduced NoV GI capsid protein. Furthermore, we analysed the effective population size of the virus using Bayesian skyline plot (BSP) analysis. A phylogenetic tree by MCMC showed that NoV GI diverged from the common ancestor of NoV GII, GIII, and GIV approximately 2,800 years ago with rapid evolution (about 10^{-3} substitutions/site/year). Some positive selection sites and over 400 negative selection sites were estimated in the deduced capsid protein. Many epitopes were estimated in the deduced virus capsid proteins. An epitope of GI.1 may be associated with histo-blood group antigen binding sites (Ser377, Pro378, and Ser380). Moreover, BSP suggested that the adaptation of NoV GI strains to humans was affected by natural selection. The results suggested that NoV GI strains evolved rapidly and date back to many years ago. Additionally, the virus may have undergone locally affected natural selection in the host resulting in its adaptation to humans.

PMID:26338545

Dokkyo Journal of Medical Sciences

42 (3) : 215~223, 2015

国境を超える感染症 狂犬病

井上 智¹⁾、 畠山 薫²⁾、 水越 文徳³⁾、 野口 章¹⁾

- 1) 国立感染症研究所獣医科学部
- 2) 東京都健康安全研究センター
- 3) 栃木県保健環境センター微生物部

狂犬病は、世界中で毎年 55,000 人以上が死亡している動物由来感染症 (Zoonosis、人獣共通感染症) である。いったん狂犬病を発症すると、急性、進行性、致死性の脳炎を示してほとんどが 10 日以内に 100% 致死する。患者の 99% 以上は狂犬病を発症したイヌによる咬傷が原因であり、その 30-50% は 15 歳以下の子供である。すべての哺乳類が狂犬病ウイルスに感染して狂犬病を発症するが、流行を維持している動物種は限られており、国や地域によってヒトが感染する危険性の高い動物種は異なる。食肉目に属するイヌ、キツネ、アライグマ、スカンク、マンガース、コヨーテ、オオカミ、ジャッカルなどで流行が維持されている。狂犬病の発生している地域では、ヒトの生活に近接するペット動物 (主にイヌとネコ、米国ではフェレット) がヒトに対して最も危害度の高い動物となる。

近年、中国、インド、インドネシア、フィリピン、ベトナム等で狂犬病の発生が拡大していることを考えると、狂犬病は依然として公衆衛生において重要な動物由来感染症である。アジアでは今もイヌの狂犬病対策が極めて重要な課題ではあるが、韓国と北朝鮮の国境沿いに生息するタヌキや中国の安徽省・浙江省・江西省や台湾に生息するイタチアナグマで狂犬病の流行が報告されており、アジアの野生動物における狂犬病の侵淫が気になる。なかでも、半世紀以上も前に狂犬病を淘汰した台湾で、在来の野生動物であるイタチアナグマに狂犬病の流行が確認されたことは、特に大きな驚きであった。

月刊「食品衛生研究」 2016年2月号 P53-57

○全国食品衛生監視員研修会優秀演題

食品取扱者におけるノロウイルス食中毒の不顕性感染の実態調査



栃木県保健環境センター一年報

第 21 号

平成 27 年度版

2016 年 12 月 発行

発行 栃木県保健環境センター

Tochigi Prefectural Institute
of Public Health and
Environmental Science

〒329-1196 栃木県宇都宮市下岡本町 2145-13

TEL 028-673-9070

FAX 028-673-9071

<http://www.thec.pref.tochigi.lg.jp>

VERY 
GOOD
LOCAL

とちぎ