



栃木県

平成26年度版

# 栃木県保健環境センター一年報

第20号



**ANNUAL REPORT OF  
TOCHIGI PREFECTURAL INSTITUTE OF  
PUBLIC HEALTH AND  
ENVIRONMENTAL SCIENCE  
NO. 20 2015**



## はじめに

当センターは、平成8年に衛生研究所と公害研究所を統合した機関として発足して以来、本県における保健と環境に関する中核的な研究機関として、国や地方衛生・環境研究所などと密接な連携・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。

保健衛生分野では感染症や食中毒の予防、食品や医薬品の安全確保など、健康危機対策の科学的支援に努めております。また、環境分野では、地下水、工場排水や廃棄物関係の行政検査のほか、環境学習やPM2.5対策のための広域的視点に立った共同研究にも取り組んでおります。

本年で20年目を迎えましたが、振り返りますと、我々を取り巻く環境は、加速するグローバル化や地球温暖化等によりこれまでと違ったリスクと直面するようになりました。特に平成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行っております。

本年を振り返りますと、5月に韓国で感染拡大のあった中東呼吸器症候群（MERS）や、昨年西アフリカを中心に猛威をふるったエボラ出血熱なども大きな脅威となりました。これらの健康危機発生への対策として、昨年11月の感染症法改正により病原体サーベイランスが強化され、当センターにおいても迅速な検査と情報の収集提供に努めているところです。

また、平成27年9月関東・東北豪雨により、県内広域で50年に一度と言われる大きな水害が発生しました。災害の爪痕を目の辺りにし、環境保全に資する調査研究と啓発について一層の推進を痛感いたしました。犠牲になられた方や被害に遭われた方々には心からお悔やみを申し上げますとともに、一日も早い復興をお祈り申し上げます。

本年報は、平成26年度に取り組んだ業務や研究成果をまとめたものです。御高覧の上、忌憚ない御意見をいただければ幸いです。

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、御支援をよろしく申し上げます。

平成27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	12
6 学会発表等	13
III 事業概要	
1 企画情報部	17
2 微生物部	22
3 食品薬品部	26
4 化学部	30
5 水環境部	31
6 大気環境部	33
IV 調査研究	
1 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（第1報） ～参照陽性コントロールの作成と応用～	37
2 湯ノ湖水環境保全調査	41
3 栃木県における光化学オキシダントの特性解析調査（第4報）	50
V 研究ノート	
1 栃木県感染症情報センターにおける情報提供内容の検討（第2報）	63
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	66
3 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	69
4 民家で発生した塩素臭発生原因について	73
5 栃木県における微小粒子状物質(PM2.5)特性調査（第2報）	76
VI 資料	
1 平成26(2014)年度感染症流行予測調査	87
2 いちごにおける残留農薬の基準値超過事例について	91
3 平成26年度湯ノ湖沈水植物の植生調査	93
4 栃木県における環境放射能測定結果（平成26年度調査）	96
5 平成26年度アスベスト大気環境調査結果	100
6 平成26年度佐野市葛生地区における降下ばいじん量調査結果	102
7 平成26年度有害大気汚染物質モニタリング調査結果	104
8 平成26年度湿性沈着調査結果	108
9 平成26年度酸性降下物量調査結果	111
10 平成26年度外部精度管理調査結果	113



# 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。<br>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。               |

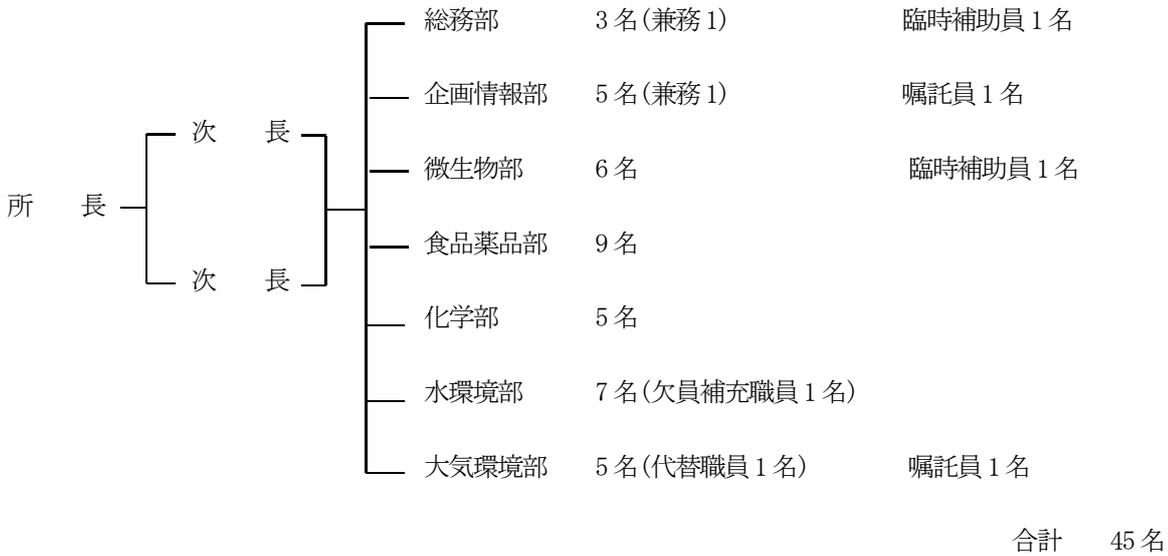


# Ⅱ 事務概要



# 1 組織

(平成27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。

## 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 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

## 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

## 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

## 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

## 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

## 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27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		1	1		1			1		5
微生物部		4	1		1					1	7
食品薬品部			8		1						9
化学部						4	1				5
水環境部			2		1①	4					7①
大気環境部			1			4①			1		6①
計	4(1)	4	14	1	3①	14(1)①	1		2	2	45(2)②

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、○内は代替職員数

#### 3.2 職員の配置

(平成27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	沼子 康男		技師	堀 亜裕美
	次長	津久井 哲夫		技師	若林 勇輝
企画情報部	部長(兼)	沼子 康男	水環境部	部長	大森 牧子
	部長補佐	塚本 高子		特別研究員	中島 孝彦
	主査	鶴巻 朋子		主任研究員	金田 治彦
	臨時補助員	高木 みゆき		主任	平野 真弘
	部長(兼)	津久井 哲夫		主任	高松 香織
微生物部	部長補佐	石下 敏伸	大気環境部	部長	田村 博
	特別研究員	小林 一彦		主任研究員	野澤 剛
	主任研究員	山崎 公位		主任	高橋 直人
	主任	舟迫 香代		技師	中島 麻依子
	嘱託員	坂井 和代		技師	奥田 千尋
	部長	船渡川 圭次	技師	赤羽 則臣	
	特別研究員	鈴木 兼一	技師(代)	赤山 宏	
	特別研究員	桐谷 礼子	嘱託員	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
	主任	水越 文徳		主任研究員	栗原 伸義
主任	櫛 淵 泉美	技師		舘野 雄備	
臨時補助員	大塚 美保	技師(代)		篠崎 絵美	
食品薬品部	部長	黒崎 かな子	嘱託員	嘱託員	篠島 津真輝
	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、嘱託員及び臨時補助員等が含まれる。

## 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 エコパック 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(ポ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	島津製作所 GC-17AAFV (FTD)	H 7.8.9	食品薬品部
〃	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)	H 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
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
原子吸光光度計	アジレント AA240	H 25.2.8	化学部
ゲルクロマトグラフ	島津製作所 GPC システム	H 12.10.31	食品薬品部
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
〃	パーキンエルマー Turbo Mass	H 11.10.7	大気環境部
〃	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 5975GC/MS	H 22.6.24	水環境部

重要物品 (平成27年6月1日現在)

品名	規格	取得年月日	備考
イオンクロマトグラフ	東ソー IC-2010/IC-2010	H 23. 8. 1	化学部
〃	サモフィッシャーサイエンティフィック 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
自動蛍光免疫測定装置	シスメック・バイオメリュー 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AMPLIPR 518-492991	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
遺伝子検査装置	コバス TaqMan 48	H 21. 3.31	微生物部
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	日本インスツルメンツ マキユール 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 AERO タワーシステム	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	2台大気環境部
食品・環境放射能測定装置	セイコー・イージーオートジ GEM15-70	H 24. 3. 1	食品薬品部
β線自動測定装置	日立アロカメディカル 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	アジレント 2100	H 26.12.17	微生物部
分光光度計	日立U-3900H	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	パーキンエルマージャパン 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 <sup>+</sup>	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 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

重要物品 (平成27年6月1日現在)

品名	規格	取得年月日	備考
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27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	89	
衛 生 使 用 料	36	
弁 償 金	22,966	
雑 入	6	
計	23,097	

### 2 歳出

(単位：千円)

款	項	目	決 算 額	備 考
総 務 費			5,674	
	総 務 管 理 費		5,674	
		財 産 管 理 費	5,674	
衛 生 費			198,858	
	公 衆 衛 生 費		128,932	
		公 衆 衛 生 総 務 費	1,270	
		結 核 感 染 症 対 策 費	16,352	
		衛 生 研 究 所 費	111,310	
	環 境 衛 生 費		34,884	
		環 境 衛 生 総 務 費	1,494	
		食 品 衛 生 指 導 費	26,706	
		環 境 衛 生 指 導 費	6,684	
	医 薬 費		5,061	
		薬 務 費	5,061	
	環 境 対 策 費		29,981	
		環 境 対 策 費	29,905	
		環 境 政 策 費	76	
農 林 水 産 業 費			69	
	農 業 費		62	
		農 業 総 務 企 画 費	62	
	林 業 費		7	
		林 業 総 務 費	7	
商 工 費			19	
	商 工 費		19	
		工 業 試 験 場 費	19	
教 育 費			78	
	高 等 学 校 費		77	
		全 日 制 高 等 学 校 管 理 費	77	
	特 別 支 援 学 校 費		1	
		特 別 支 援 学 校 費	1	
	総 計		204,698	

## 6 学会発表等

### 6.1 全国等

- (1) ノロウイルス不顕性感染者の実態調査
  - 水越 文徳 船渡川圭次  
平成 26 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 26 年 9 月 山梨県甲府市
- (2) ノロウイルス不顕性感染者の実態調査
  - 水越 文徳 船渡川圭次  
第 29 回関東甲信静支部ウイルス研究部会  
平成 26 年 9 月 長野県長野市
- (3) 栃木県鹿沼地域の森林における森林環境と渓流水質
  - 金田治彦 荻原香大 柏矢倉大介 大森牧子 菅沼好一 渡邊未来 三浦真吾 林誠二  
日本陸水学会第 79 回（つくば）大会  
平成 26 年 9 月 茨城県つくば市
- (4) キャベツ千切りが原因食と思われるロタウイルス G1P[8]による食中毒事例
  - 水越文徳 木村博一<sup>1</sup>  
（<sup>1</sup> 国立感染症研究所 感染症疫学センター）  
第 63 回日本感染症学会東日本地方会学術集会  
平成 26 年 10 月 東京都文京区
- (5) 栃木県における地下水中の硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素と他物質の関連性について
  - 高橋直人 熊久保優子 荷見昭夫  
平成 26 年度全国環境研協議会関東甲信静支部水質専門部会  
平成 26 年 10 月 静岡県静岡市
- (6) 栃木県における PM2.5 高濃度化事例について  
船渡川茂  
平成 26 年度全国環境研協議会関東甲信静支部大気専門部会  
平成 26 年 10 月 千葉県千葉市
- (7) 栃木県感染症情報センターにおける情報提供内容の検討  
舟迫 香  
第 73 回日本公衆衛生学会総会  
平成 26 年 11 月 宇都宮市
- (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  
第 73 回日本公衆衛生学会総会  
平成 26 年 11 月 宇都宮市
- (9) 湯ノ湖のプランクトンの季節変化及び水質との関係について
  - 塩月智子 山本祥一郎  
第 41 回環境保全・公害防止研究発表会  
平成 26 年 12 月 兵庫県神戸市
- (10) QuEChERS 法を活用した畜産物中における有機塩素系農薬の検査方法の検討
  - 湯田雄一郎、川又清香、若林勇輝、横塚直子、黒崎かな子  
平成 26 年度地方衛生研究所全国協議会関東甲信静支部理化学研究部会研究会  
平成 27 年 2 月 東京都

### 6.2 県内

- (1) ノロウイルス及びサポウイルスの不顕性感染者の実態調査
  - 水越文徳 鈴木尚子 船渡川圭次 堀亜裕美<sup>1</sup> 塚越和幸<sup>1</sup> 今井理恵子<sup>1</sup> 福田 亮人<sup>2</sup>  
（<sup>1</sup> 県西健康福祉センター <sup>2</sup> 県北健康福祉センター）  
第 52 回栃木県公衆衛生学会  
平成 26 年 8 月 宇都宮市
- (2) 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 船渡川圭次 井上智<sup>1</sup> 野口章<sup>1</sup>  
（<sup>1</sup> 国立感染症研究所獣医科学部）  
第 52 回栃木県公衆衛生学会  
平成 26 年 8 月 宇都宮市
- (3) 栃木県内流通食肉の食中毒菌等汚染状況ならびに有機物共存条件下での効果的な殺菌方法について
  - 鈴木尚子 内藤秀樹<sup>1</sup> 船渡川圭次  
（<sup>1</sup> 県東健康福祉センター）  
第 52 回栃木県公衆衛生学会  
平成 26 年 8 月 宇都宮市
- (4) キノコ中毒における有毒成分の分析法の検討（第 2 報）
  - 松下和裕、安達直将、赤木祐介、湯田雄一郎、黒崎かな子  
第 52 回栃木県公衆衛生学会  
平成 26 年 8 月 宇都宮市
- (5) QuEChERS 法を活用した残留農薬の一斉分析法の検討について
  - 湯田雄一郎、赤木祐介、加藤貴央、松下和裕 安達直将、黒崎かな子  
第 52 回栃木県公衆衛生学会  
平成 26 年 8 月 宇都宮市

- (6) 廃棄物の処理処分に関する調査  
 ○ 高松香織 大森牧子  
 第52回栃木県公衆衛生学会  
 平成26年8月 宇都宮市
- (7) 地下水中の硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素と他物質の関連性について  
 ○ 高橋直人 熊久保優子 荷見昭夫  
 第52回栃木県公衆衛生学会  
 平成26年8月 宇都宮市
- (8) 湯ノ湖のプランクトンの季節変化及び水質との関係について  
 ○ 塩月智子 奥田千尋 荷見昭夫  
 第52回栃木県公衆衛生学会  
 平成26年8月 宇都宮市
- (9) ベトナム共和国派遣を終えて：研究課題「海外研究機関等との感染症に関する共同研究及び連携強化に関する研究」  
 水越文徳  
 平成26年度栃木県試験研究機関連絡協議会共同研究推進委員会研究者交流会  
 平成27年2月 宇都宮市
- (10) 森林の水質保全機能に関する研究  
 ○ 金田治彦 荻原香大 柏矢倉大介 大森牧子  
 菅沼好一 渡邊未来 三浦真吾 林誠二  
 栃木県林業センター第49回森林・林業試験研究発表会  
 平成27年2月 宇都宮市
- (11) 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 船渡川圭次 堀亜裕美<sup>1</sup>  
 塚越和幸<sup>1</sup> 今井理恵子<sup>1</sup> 福田 亮人<sup>2</sup>  
 (<sup>1</sup> 県西健康福祉センター <sup>2</sup> 県北健康福祉センター)  
 平成26年度生活衛生関係業績発表会  
 平成27年3月 宇都宮市
- (12) 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  
 平成26年度生活衛生関係業績発表会  
 平成27年3月 宇都宮市
- (13) ベトナム派遣（狂犬病の診断技術支援）の報告～狂犬病の現状、食肉衛生等について～  
 水越文徳  
 平成26年度生活衛生関係業績発表会  
 平成27年3月 宇都宮市
- (14) 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  
 ○ 桐谷礼子 船渡川圭次  
 平成26年度生活衛生関係業績発表会  
 平成27年3月 宇都宮市
- (15) 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26年度生活衛生関係業績発表会  
 平成27年3月 宇都宮市
- (16) ジャガイモの自然毒に係る検査法の検討について  
 ○ 若林勇輝、湯田雄一郎、松下和裕、横塚直子、川又清香、黒崎かな子  
 平成26年度生活衛生関係業績発表会  
 平成27年3月 宇都宮市

# 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、技術交流などを協議・検討し実施した。

#### 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	26. 5. 26 及び 5. 27	平成 26 年度調査研究の新規課題(5 題) 及び継続課題(10 題) について 事前評価及び中間評価を実施
第2回	26. 10. 9	平成 26 年度外部評価対象課題について協議
第3回	27. 3. 12 及び 3. 16	平成 26 年度実施した調査研究のうち、8 題を終了、4 題を延長、 その他 4 題を継続とすることとし、事後評価及び中間評価を実施

表 2 外部評価実施状況

開催日	内 容
26. 11. 14	平成 26 年度実施中の調査研究状況について (5 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	27. 3. 11	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
	○技術交流委員会主催・交流会	
26. 10. 24	在来工法に特化したプレカット工場の視察	33 名
26. 12. 18	環境システムを導入した植物工場の視察	36 名
	○共同研究推進委員会主催・研究者交流会 [当センター当番]	
27. 2. 6	参加機関次年度調査研究計画 特別講演「ベトナム共和国派遣を終えて」 講師：保健環境センター 微生物部 主任 水越 文徳	48 名

\* 試験研究連絡協議会 構成機関 (平成 27 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 26 年度は、次の調査研究を実施した。

「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)」

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 26 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
26. 4. 17	異常水質担当者研修会 各市町環境担当者、各環境森林事務所他	96 名	水環境部
26. 5. 12 ～16	試験検査初任者研修(食中毒菌検査法) 県西健康福祉センター、県北健康福祉センター他	6 名	微生物部
26. 5. 15 ～16	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
26. 5. 21 ～23	試験検査初任者研修(食品細菌検査) 宇都宮市衛生環境試験所、県北健康福祉センター他	4 名	食品薬品部
26. 5. 28 ～30	試験検査初任者研修(食品理化学検査) 宇都宮市食肉衛生検査所、県南健康福祉センター他	6 名	食品薬品部
26. 8. 1	騒音・臭気測定研修会(県環境保全課と共催) 各市町悪臭担当者	20 名	大気環境部

表 6 保健衛生及び環境保全に関する講演会・研修会の開催状況

実施日	講 演 内 容 等	参加者	担当部
27. 2. 19	感染症対策に係る研修会 演題：院内環境水と手指消毒 講師：自治医科大学医学部感染・免疫学講座細菌学部門教授 自治医科大学付属病院臨床感染症センター センター長 平井 義一 氏	26 名	微生物部

表 7 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	26. 9. 2 ～30	病原細菌	行政9機関	微生物部
水質試験	26. 9. 2 ～30	銅(Cu)	行政4機関、民間11 機関	水環境部

表 8 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
26. 12. 22	委員会		平成 26 度試験検査精度管理調査結果について 平成 27 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

保健衛生に関し、自治体職員及び県民を対象に、講演会、研修会を開催した。平成 26 年度の実施状況は表 6 のとおりである。

また、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 7、表 8 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關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 26 年度の登録件数は延べ 4,880 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 19 号 平成 25 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 26 年度のトップページへのアクセス数は、延べ 4,597 件(ホスティング切替のため 7 月分データなし)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 26 年度は Vol.9 を、主に県内関係機関へメールにて配信するとともにセンターホームページに掲載した。

### 4.6 個別相談

平成 26 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。

脳卒中発症登録事業要領の改正に伴い、脳卒中発症登録システムの更新を実施した。

## 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 9 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 10 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 20 日に大学生 3 名、地域保健研修として 8 月 29 日に県西健康福祉センター研修医 1 名、9 月 25 日に県東健康福祉センター研修医 1 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 26 年度の派遣状況は表

11 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26年度の新規登録者は17人、貸出し図書延べ18冊であった。

#### 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9 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	26. 7. 12	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 「Eco to share～楽しさを共有しよう」 3 「ウイルスをやっつけろ」 4 「保健環境センター探検ツアー 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 「色いろいろ ～色素を取り出してみよう～」 8 「まだつかえる！ それともゴミ？ー分別競争やパネル展示を通じ適切な廃棄法を理解ー」 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、空気を持つ力や役割に興味を持つ」 11 「『森づくり県民税』って何？」 12 「大声コンテスト」 等 来場者 約440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 2014  (於：子ども総合科学館)	26. 10. 11	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) ・環境教育や実習用の用品の展示 ・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7,000名
ECO テック& ライフとちぎ2014  (於：マロニエプラザ)	26. 12. 6 ～ 7	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) ・環境教育や実習用の用品の展示 ・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) 3,131名

表10 保健環境センター見学者数

実施日	見学者	人数	備考
26. 7. 29	とちぎ子どもの未来創造大学	14	環境学習・施設見学
26. 8. 31	宇都宮市施設めぐり	20	施設見学
26. 9. 8	生活協同組合連合会コープ ネット事業連合	3	施設見学
26. 9. 9	河内生涯学習センターふれあい学級	59	施設見学
26. 10. 8	J T葉たばこ研究所	3	施設見学
26. 10. 31	押上小学校5年生	29	環境学習・施設見学
26. 11. 29	環境活動企画実践力研修受講者	21	環境学習・施設見学
27. 3. 18	衛生福祉大学校臨床検査学科1年生	19	機器分析研修・施設見学

表11 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
26. 6. 19	「オープンスクール」 草木染め体験	壬生北小学校	50人	化学部
26. 6. 24	環境学習「水生生物」	宇都宮大学教育学部 附属小学校	35人	水環境部
26. 7. 24	実習教員研究会夏季研修会 「実験廃液の貯留方法と搬出について」	栃高教研理科部会	61人	化学部
26. 8. 3	中禅寺湖湖上学習会	奥日光清流清湖 保全協議会	72人	水環境部
26. 8. 21	錦小子どもの家（学童保育） 衛生教室「手洗い教室」	錦小子どもの家保護者会	34人	企画情報部
26. 9. 26	第10回栃木県I C C 『栃木県感染症情報センターでの情報提供と医療機関連携』	アステラス製薬株式会社	41人	企画情報部
26. 10. 16	奥日光水環境保全セミナー	奥日光清流清湖 保全協議会	13人	水環境部
26. 10. 22	環境学習「水生生物」	黒磯小学校	58人	水環境部

## 微生物部

平成 26 年度に微生物部で行った試験検査総数は 6,891 件で、前年度比約 6%の減少を呈した。この減少は栃木県性感染症検査実施要領の改正（平成 25 年 10 月 1 日施行）に伴う性器クラミジア感染症検査、淋菌感染症検査の外部検査機関への委託とノロウイルス不顕性感染者実態調査（疫学調査事業）の終了に起因する。

業務区分別検査数では、行政検査:2,642 件(38.3%)、感染症発生動向調査 1,374 件(19.9%)、感染症流行予測調査 778 件(11.3%)、調査研究 2,097 件(30.4%)であった(表 1)。

検査区分別検査数では、細菌検査 2,469 件(35.8%)、原虫・寄生虫検査 157 件(2.3%)、ウイルス検査 4,265 件(61.9%)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、原虫検査を実施した(表 2)。

#### 1.1 腸管系感染症検査

主に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、研究ノート編に記載する。

#### 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ィフェロン TB ゴールド（日本ビーシージー製造）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 $\gamma$ 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 309 件の検査を実施した(表 2)。

当部では国立国際医療研究センター感染症制御部との共同研究（結核菌ワクチン開発の一環）で、結核菌ゲノムオンライン解析システム（CASTB）の開発を実施している。当該システムは、次世代シーケンサーを用いた全ゲノム解析系で、Spoligotyping、Large Sequence Polymorphisms、北京型（Ancestral/modern）、SNPs Concatemer 系統樹解析、薬剤耐性等を同時に判定することが出来る。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 解析系を用い臨床分離株 9 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 を用いた全ゲノム解析を実施した。

#### 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 150 件、アメーバ 150 件、一般細菌数 140 件、大腸菌群 140 件の検査を実施した(表 2)。詳細は、研究ノート編に記載する。

#### 1.5 性感染症検査

栃木県性感染症検査実施要領、同マニュアルは、平成 25 年 10 月 1 日付で改正され、性器クラミジア感染症検査、淋菌感染症検査は外部委託となった。

#### 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 6 件、リケッチア ジャポニカ（日本紅斑熱）8 件、オリエンティア ツツガムシ（恙虫病）10 件の検査を実施した(表 2)。

調査研究では、ジフテリア毒素産生性コリネバクテリウム ウルセランス 2 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、経皮感染実験等 752 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 51 件、感染症発生動向調査 920 件、調査研究 871 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 53 件、感染症発生動向調査 345 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 814 件、ロタウイルス抗原検査 17 件、サポウイルス遺伝子検査 219 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 6 件、ノロウイルス遺伝子検査 22 件、アデノウイルス抗原検査 6 件、ロタウイルス抗原検査 6 件、サポウイルス遺伝子検査 6 件の検査を実施した(表 3)。

調査研究では、アデノウイルス抗原検査 17 件、サポウイルス遺伝子検査 114 件の検査を実施した(表 3)。

#### 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 222 件、風しん抗体検査 222 件、インフルエンザ抗体検査 222 件、日本脳炎抗体検査 112 件の検査を実施した(表 3)。詳細は、資料編に記載する。

表1 平成26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	感染症流行 予測調査	調査研究	計
細菌検査	微生物学的検査	1,002	63	-	1,095	2,160
	免疫学的検査	309	-	-	-	309
原虫検査	微生物学的検査	150	-	-	-	150
寄生虫検査	微生物学的検査	7	-	-	-	7
ウイルス検査	微生物学的検査	1,151	1,311	-	1,002	3,464
	血清学的検査	23	-	778	-	801
合計		2,642	1,374	778	2,097	6,891

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
腸管系感染症	カンピロバクター属	4	1	-	5
	コレラ菌	-	1	-	1
	非 O1, O139 コレラ菌	-	1	-	1
	黄色ブドウ球菌	6	-	-	6
	腸炎ビブリオ菌	-	1	-	1
	腸チフス	-	2	-	2
	サルモネラ属	8	1	-	9
	赤痢菌	-	3	-	3
	毒素原性大腸菌	-	1	-	1
	腸管出血性大腸菌	-	28	24	52
食品検査	カンピロバクター属	109	-	109	218
	サルモネラ属	109	-	109	218
	腸管出血性大腸菌	109	-	-	109
	大腸菌群	109	-	-	109
	糞便系大腸菌	109	-	-	109
食中毒検査	クド <sup>ア</sup> セブ <sup>テ</sup> テン <sup>ソ</sup> クター <sup>タ</sup>	7	-	-	7
結核検査	結核菌遺伝子解析	9	-	88	97
	結核菌特異的 IFN- $\gamma$	309	-	-	309
薬剤感受性試験		-	-	1	1
施設環境検査	レジオネラ属	150	-	10	160
	アメーバ（原虫）	150	-	-	150
	一般細菌数	140	-	-	140
	大腸菌群	140	-	-	140
性感染症検査	梅毒抗体検査	-	-	-	-
その他の感染症	コリネバクテリウム属	-	-	2	2
	劇症型 A 群溶血レンサ球菌	-	6	-	6
	リケッチア ジャポニカ(日本紅斑熱)	-	8	-	8
	オリエンティア ツツガムシ(恙虫病)	-	10	-	10
動物感染実験等		-	-	752	752
合計		1,468	63	1,095	2,626

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		17	132	-	94	243
抗原検査		-	4	-	-	4
遺伝子検査 (PCR 法)		22	739	-	694	1,455
遺伝子検査 (シーケンス法)		9	45	-	83	137
血清学的検査		3	-	-	-	3
インフルエンザ様疾患						
分離同定		23	135	-	-	158
遺伝子検査 (PCR 法)		23	138	-	-	161
赤血球凝集抑制試験		7	72	-	-	79
感染性胃腸炎起因ウイルス						
分離同定		-	6	-	-	6
ノロウイルス遺伝子検査 (リアルタイム PCR 法)		332	6	-	-	338
ノロウイルス遺伝子検査 (PCR/シーケンス法)		482	16	-	-	498
アデノウイルス抗原検査 (ラテックス凝集法)		-	6	-	17	23
A 群ロタウイルス抗原検査 (ラテックス凝集法)		17	6	-	-	23
サポウイルス遺伝子検査 (リアルタイム PCR 法)		218	6	-	114	338
サポウイルス遺伝子検査 (PCR/シーケンス法)		1	-	-	-	1
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)		-	-	222	-	222
風しん抗体検査 (赤血球凝集抑制試験)		-	-	222	-	222
インフルエンザ抗体検査 (赤血球凝集抑制試験)		-	-	222	-	222
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)		10	-	-	-	10
HIV 遺伝子検査 (リアルタイム PCR 法)		10	-	-	-	10
合 計		1,174	1,311	778	1,002	4,265

表 4 平成 26 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	病院物質
1 H26. 4. 8	日光市	県西	飲食店 (レストラン)	4	4	0	飲食店提供 の食事	カンピロバクター ジェシエン・コリー
2 H26. 5. 18	栃木市	県南	不明	28	21	0	不明	サルモネラ属
3 H26. 9. 20	下野市	県南	飲食店 (レストラン)	19	11	0	ヒラメ刺身	グレア セプトエンクタータ
4 H27. 1. 24	小山市	県南	飲食店 (レストラン)	38	27	0	飲食店提供 の食事	ノロウイルス
5 H27. 1. 25	下野市	県南	不明	3	1	0	魚介類	アニサキス
6 H27. 2. 5	日光市	県西	飲食店 (レストラン)	14	8	0	飲食店提供 の食事	ノロウイルス
計				106	72	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 10 件、ウエスタンブロット抗体検査 10 件の検査を実施した(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(表4)。その他、食中毒事件に係る病因物質検査として、カンピロバクター属、サルモネラ属、クドア セプトテンプレクタータの検査を実施した(表2、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、

- (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

を目的に全国で実施されている。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。

本県における 2014/2015 シーズンのインフルエンザウイルスの主流株は、AH3 亜型、次いで B 型山形系統であった。今シーズン流行株である AH3 亜型は、HA 価が上昇しにくいことが国内外で報告されているが、本県分離株も同様の変異が認められた。さらに、HI 試験においても殆どの株がホモ価と 8 倍以上異なり、ワクチン株との抗原性の相違が明らかとなった。

平成 26 年度に本県初となる日本紅斑熱発症者が確認された。日本紅斑熱は、マダニがベクターとなるリケッチア感染症で、千葉県以西の太平洋岸を中心に発症報告(三重県最多)が為されている 4 類感染症である。近年患者発生地の広がりに加え、新たな患者集積地が確認されており、当該感染症の蔓延が危惧されている。

## 5 調査研究

次の 8 テーマについて調査研究を実施した。

また、平成 25 年度終了の「ノロウイルス及び腸管感染症起因ウイルスの不顕性感染者実態調査」は、平成 26 年度日本獣医公衆衛生学会関東・東京合同地区学会に於いて学術奨励賞を受賞した。

- (1) 新しい病原因子を標的とした結核菌ワクチンの開発。(詳細は、他誌発表論文編に記載する。)

- (2) 血管内留置カテーテルの皮膚貫通部にハイドロキシパタイト複合化ファブリックの抗感染性検証。
- (3) 狂犬病ウイルス検査の精度向上に関する調査研究。(詳細は、調査研究編に記載する。)
- (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) 原因不明の感染症事例における次世代型シーケンサーを用いた網羅的病原体検索。(詳細は、他誌発表論文編に記載する。)
- (6) 栃木県内流通食肉の食中毒菌汚染実態調査。
- (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、研究ノート編に記載する。)
- (8) 理容所における器具およびシャワーヘッドの汚染実態調査。

## 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 26 年 5 月 12 日～平成 26 年 5 月 16 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、資料編に記載する。

## 7 感染症に係る研修会

感染症対策事業として講演会を、栃木県健康増進課とともに開催した。

演題：「院内環境水と手指消毒」

内容：

- (1) 真菌孢子、芽胞菌は乾燥で死滅せず、抗酸菌は強い抵抗性を呈する。
- (2) 空気中の窒素化合物が溶け込んだ蒸留水中で、緑膿菌は、 $10^{4\sim5}$  CFU/ml を維持し、院内感染の要因となる。
- (3) 使い捨てグローブの耐用時間は 3 時間。
- (4) 毛根内常在細菌叢の除菌は不可能。
- (5) 偽膜性大腸炎起因菌が芽胞化すると、エタノールで殺菌されない。
- (6) 水道水蛇口は非定型抗酸菌等に汚染されている。
- (7) 製氷機はブドウ糖非発酵グラム陰性桿菌等に汚染されている。

日時：平成 27 年 2 月 19 日(木)

場所：栃木県保健環境センター 視聴覚室

講師：自治医科大学医学部感染・免疫学講座細菌学部門教授、同大附属病院臨床感染症センター長 平井 義一 先生

受講者：本県保健福祉部職員、市町村担当者 40 名が聴講した。

## 食品薬品部

### 1 行政試験

平成 26 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 1,844 件、39,253 項目であり、うち行政検査は 1,637 件で 88.8% を占めた。その内訳は、食品が精度管理を含めて 1,260 件 (77.0%)、医薬品等が 347 件 (21.1%)、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 61 検体について計 17,047 項目を検査した。その結果、40 検体から農薬を検出し、そのうちいちごの 1 検体からは基準値を超える値のホスチアゼートが検出された。また、加工食品は、ブランチング野菜及び冷凍食品等計 10 検体について計 244 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、いずれについて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 36 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、はちみつの 1 検体から抗生物質が検出された。

##### 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。

表 1 食品・薬品等試験検査及び精度管理の実施状況 (平成 26 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
<b>食品試験</b>						
残留農薬	81	17,047	78	3,918	159	20,965
動物用医薬品	51	774	44	118	95	892
カビ毒	2	2			2	2
水銀	10	10			10	10
放射性物質	233	699			233	699
組換え遺伝子	20	28	6	6	26	34
アレルギー物質	20	20			20	20
添加物、食品細菌、乳等の規格等	706	2,417			706	2,417
その他 (ジャガイモ)			19	38	19	38
小 計	1,123	20,997	147	4,080	1,251	25,039
<b>食品精度管理</b>						
外部精度管理	9	10			9	10
内部精度管理	128	8,490			128	8,490
小 計	137	8,500			137	8,500
<b>医薬品等試験</b>						
医薬品	6	45			6	45
医薬部外品	5	30			5	30
医療機器	3	6			3	6
無承認無許可医薬品・指定薬物	5	4,790			5	4,790
無毒大麻	327	654	79	158	406	812
精度管理	1	1			1	1
小 計	347	5,526	79	158	426	5,684
<b>家庭用品</b>						
繊維製品	30	30			30	30
合 計	1,637	35,053	226	4,238	1,844	39,253

表2 残留農薬試験結果 (平成26年度)

検体名	検体数	項目数	検出検体数	検出農薬 (単位: ppm)	
				検出農薬	(単位: ppm)
県産農産物					
いちご	12	3,336	12	アゾキシストロビン0.0073, 0.010, 0.17 エトキサゾール0.24, 0.47 シメコナゾール0.023, 0.11 ノバルロン0.013 ヘキシチアゾクス0.033 マイクロタニル0.0054	アセタミプリト0.061 クレゾキシメチル0.0059, 0.13 チアクロプリト0.13, 0.17 フルフェノクスロン0.081 プロシメト0.24 ホスカリト0.017 ホスチアゼート0.066*
ほうれんそう	5	1,324	3	イミダクロプリト0.10, 0.20 フルフェノクスロン0.22, 0.40	エトフェンプロックス0.017
とまと	7	1,848	4	アセタミプリト0.035 チアクロプリト0.023	シフェノコナゾール0.023 トルフェンピラト0.024
だいこん	5	1,367	2	テフルトリン0.0065 ホスチアゼート0.019, 0.033	トルフェンピラト0.0063
なす	7	1,848	0		
なし	7	1,967	7	アセタミプリト0.029, 0.030, 0.036 クレゾキシメチル0.013, 0.020, 0.028, 0.097 クロルフェナピル0.012 シプロニル0.0081, 0.012 チアメトキサム0.0064, 0.012, 0.033 テトラジホソ0.040 ピラクロストロビン0.0075, 0.0080, 0.078, 0.084 フェンピロキシメト0.0054 フェンプロコナゾール0.017 フェンプロハトリン0.039, 0.064, 0.088, 0.12 ホスカリト0.0086, 0.014, 0.016, 0.12, 0.13	クロチアジソン0.0054, 0.042 シヘルメトリン0.080 シプロニル0.052, 0.097 テラタメトリン0.012, 0.016 トルフェンピラト0.0086 テラタメトリン0.012, 0.016 フェンプロコナゾール0.017 フェンプロハトリン0.039, 0.064, 0.088, 0.12 ホスカリト0.0086, 0.014, 0.016, 0.12, 0.13
にら	5	1,400	3	アセタミプリト0.68 クレゾキシメチル0.22, 1.9, 1.9 フルジオキゾニル0.032, 0.61	アゾキシストロビン0.0093 シヘルメトリン0.40
はくさい	5	1,395	2	トリフルラリン0.0054	ホスカリト0.0065
ぶどう	3	843	2	イミダクロプリト0.0052 クロチアジソン0.011, 0.017 シヘルメトリン0.0051	クレゾキシメチル0.0064 シプロニル0.13 ヘルメトリン0.012
輸入農産物					
レモン	5	1,445	5	アゾキシストロビン0.017, 0.23, 0.48 イマザリル0.45, 1.2, 1.5, 1.9, 2.0 クロルピリホス0.033, 0.050 フルジオキゾニル0.28, 0.44, 0.70, 0.75, 1.2	チアベンタゾール0.059, 0.27
加工食品					
ブランチング野菜	5	130	0		
加工食品	5	114	0		
畜産物					
輸入鶏肉	5	15	0		
豚肉	2	6	0		
牛肉	3	9	0		
合計	81	17,047	40		

\* : 基準値0.05ppmを超える

表3 残留動物用医薬品試験結果 (平成26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	ホルモン 剤	
鶏卵	10	140	110	20		10		
あゆ	5	110	80	10	15	5		
にじます	8	176	120	24	24	8		
はちみつ	13	27			9	18	クロルテラサイクリン 0.0059	
輸入豚肉	10	210	170	30			10	
輸入鶏肉	5	120	85	15	15	5		
合計	51	783	565	99	63	46	10	

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26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（ <sup>131</sup> I, <sup>134</sup> Cs, <sup>137</sup> Cs）	牛乳	95	285	全て不検出
	乳児用食品	6	18	全て不検出
	一般食品	132	396	基準値以下2件、他は全て不検出
組換え遺伝子（未審査）	定性 トウモロコシ加工品	8	16	全て陰性
	（審査済）定性 パパイヤ	2	2	全て陰性
	（審査済）定量 大豆穀粒	10	10	全て5%以下
アレルギー物質（そば）	穀類及びその加工品	10	10	不適合2件 他は全て適合
同（小麦）	菓子類4、野菜加工品2 その他の食品4	10	10	不適合1件 他は全て適合

1.1.5 放射性物質（表4）

県内産の牛乳や乳幼児食品を中心とした233検体について、<sup>131</sup>I、<sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>CsをGe半導体検出器付きγ線測定器で検査したところ、基準値以下の検出が2検体あり、他は全て不検出であった。

1.1.6 組換え遺伝子（表4）

1種類8検体について、安全性未審査組換え遺伝子の定性試験を、2種類12検体について安全性審査済み組換え遺伝子の定性又は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、表示にないそば又は小麦を含んでいないかスクリーニング試験を行ったところ、そばで2検体、小麦で1検体の不適合があり、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706検体について、前述以外の規格基準及び衛生規範について計2,417項目の検査を行ったところ、酸化防止剤、品質保持剤、発色剤、一般細菌数、大腸菌群及び黄色ブドウ球菌の計6項目で不適が認められた。

1.2 医薬品・薬物関連試験（表1及び表6）

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14検体、81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 危険ドラッグ

薬務課の買い上げた、危険ドラッグ5検体について、指定薬物計4,790項目の有無を検査したところ、指定薬物の確認されたものはなかった。

1.2.3 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酸（THCA）の含量の少ない「とちぎしろ」種327検体について、在来種との交雑でTHCA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 家庭用品関連試験（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

(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)「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。

表5 添加物、食品細菌、乳等の規格等試験結果（平成26年度）

検体名	検体数	項目数	検査項目																
			理化							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	23	103									6	6		17	23	51			
冷凍食品	25	50									25	8	17						
魚介類加工品	17	97	17				3				15			17		45			
肉卵類 ・その加工品	24	186	23				23				1	23	23		24		69		
乳	29	159							104		26	26					3		
乳製品	46	92									24	46		22					
乳類加工品	1	2									1			1					
アイスクリーム類 ・氷菓	79	158									79	79							
穀類・その加工品	51	179			26						51	20	31	51					
野菜類・果物 ・その加工品	121	305	102			64	3	31			15	39	12		3	27	9		
菓子類	66	264	8					1	1		58	58		58	20		60		
清涼飲料水	22	88	44			22													
酒精飲料	16	32	16	16															
その他の食品	186	702	1								185	150	150		54		162		
合計	706	2,417	211	16	26	86	26	4	31	105	470	275	266	294	23	135	50	396	3

( ) は衛生規範不適も含む不適の項目内数

表6 医薬品等の試験結果（平成26年度）

検体名	検体数	項目数	不適合及び 検出検体数	備考
医薬品	6	45		
医薬部外品	5	30		
医療機器	3	6		
危険ドラッグ	5	4,790		指定薬物
無毒大麻	327	654		とちぎしろ種

## 化学部

化学部の主な業務は、一般廃棄物、産業廃棄物及び汚染土壌に関する試験検査並びに調査研究である。平成26年度に実施した試験検査等は327検体、4,168項目で、その内訳は表のとおりである。

### 1 行政検査

廃棄物の処理および清掃に関する法律及び栃木県産業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浸出水、周辺井戸水及び河川底質等について、21検体、512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の浸出水、周辺井戸水、環境水及び廃棄物等について、203検体3,021項目の検査を実施し、併せて精度管理も行った。加えて、中間処理施設の維持管理状況把握のため、81検体513項目の測定を行った。

### 1.3 その他

事故の原因究明試験として、7検体実施した。また、廃棄物資源循環学会主催平成26年度産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法にかかる精度管理に参加した。土砂条例関係事業場の土砂及び指定廃棄物関連の放射能濃度の検査依頼はなかった。また、廃棄物（県内の試験研究機関等の廃液）搬出のために10検体の分析を行った。

### 2 調査研究

調査研究として、次の2テーマについて実施した。

・森林の水質保全機能に関する研究

日本陸水学会第79回(つくば)大会において「栃木県鹿沼地域の森林における森林環境と渓流水質」として、栃木県林業センター第49回森林・林業試験研究発表会において「森林の水質保全機能に関する研究」として口頭発表した。

・廃棄物の処理処分に関する調査

栃木県公衆衛生大会において口頭発表した。

表1 試験検査実施状況（平成26年度）

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	4	96					4	96
処分場周辺地下水、井水	10	290					10	290
河川底質(溶出、含有試験)	7	126					7	126
産 業 廃 棄 物 関 係								
処分場浸出水、排水	36	344					36	344
処分場周辺地下水、井水	62	1,472			22	150	84	1,622
河川水、環境水	39	873					39	873
廃棄物	43	172			1	10	44	182
その他事業所関係	79	493			2	20	81	513
事 故 関 係								
河川水								
地下水								
土壌								
その他	7	30					7	30
土 砂 関 係								
土砂								
放 射 能 関 係								
放射能								
森 林 関 係								
			5	50			5	50
廃 液 排 出								
	10	42					10	42
合 計								
	297	3,938	5	50	25	180	327	4,168

## 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26年度に実施した試験検査等は794検体、4,576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 河川水質調査

環境基準の水域類型が未指定となっている大谷川（筑西市）と向堀川の水質調査を実施した。

#### 1.2 水生生物調査

公共用水域常時監視の一環として、那珂川水系の環境基準点2地点において水生生物調査を5月及び11月に行い、委託分も含め全17地点の調査結果をとりまとめた。水生生物の観点からは、那珂川水系の水域環境は改善または横ばい傾向にあると考えられた。参考までに、那珂川水系の平均スコア値の経年変化を表2に示す。

#### 1.3 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、坑廃水処理水など延べ56項目について水質検査を4回実施した。全て協定の基準値に適合していた。

#### 1.4 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。

#### 1.5 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（シクロヘキサンおよびクロロベンゼン）の河川水中濃度を調査した。

### 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923項目について、水質検査を行った。結果を表3に示す。

表1 行政試験検査等の実施状況（平成26年度）

区分	検体数	項目数
湖沼（水質）	16	288
河川（水質）	24	288
（水生生物）	4	4
地下水	108	279
工場・事業所等排水※	205	979
水道水源（農薬）	16	1,632
クリプトスポリジウム	8	56
放射能	197	197
レジオネラ調査関連項目	140	140
その他	76	713
合計	794	4,576

※渡良瀬川上流域調査を含む

表2 那珂川水系の平均スコア値の経年変化

調査年度	平成14年度	平成17年度	平成20年度	平成23年度	平成26年度
平均スコア値	7.6	7.7	7.6	7.7	7.5

（全17地点のうち、押川、西に連川は除く15地点についての平均で算出）

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	42	261	2	pH,SS
県東	53	298	1	pH
県南	40	126		
県北	34	123		
小山環境管理事務所	28	115		
計	197	923	3	

#### 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、108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週4検体、合計197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、精度管理調査に参加した。

##### 3.1.1 全国統一精度管理調査

環境省が主催する統一精度管理調査に pH、COD、TOC、全窒素、全リンについて参加した。

##### 3.1.2 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 奥日光水環境保全セミナー

奥日光清流清湖保全協議会が平成 22 年度から実施している「奥日光水環境保全セミナー」で引き続き講師を務めた。

#### 4.2 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。

#### 4.3 学習会等

小学校からの依頼により、総合的な学習の時間に行う環境学習で講師を務めた。

(1) 那須塩原市黒磯小学校及び宇都宮大学教育学部附属小学校

各学校において、水生生物による水質調査の方法の説明及び水生生物の分類の実習を行った。

(2) さくら市立押上小学校

センター施設見学、水質汚濁の説明及び水生生物による水質調査の実習を行った。

#### 4.4 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 湯ノ湖水環境保全調査

湯ノ湖の水環境を構成する各種要素について平成 22 年度から 5 カ年計画で調査を行ってきた。平成 26 年度は動植物プランクトンの分布状況や魚類の現存量などについて調査した。

## 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26年度に実施した試験検査等は、2,117検体、10,076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26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「V 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

湿性沈着調査を表3のとおり、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、とりまとめ中である。なお、本県における平成26年度調査結果の概要を「V 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「V 資料」に記載した。

#### 1.3 浮遊粒子状物質 (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26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「V 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
行政試験検査		
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	17	17
騒音・振動	360	720
悪臭	6	6
大気中アスベスト調査	26	26
環境放射能	508	685
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	2	32
調査研究	336	2,240
計	2,117	10,076

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
栃木市 (水道庁舎)		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
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
下野市 (石橋高等学校)		ニッケル化合物
那須塩原市*1 (下井口公民館)		ヒ素及びその化合物
大田原市*2 (野崎中学校)	ベリリウム及びその化合物	
	マンガン及びその化合物	
	クロム化合物	
	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)
宇都宮市 (保健環境センター)		硫酸イオン
		硝酸イオン
		塩化物イオン
小山市 (県南健康福祉センター)		ナトリウムイオン
		カリウムイオン
		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

**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

**1.5 環境放射能水準調査（文部科学省委託）**

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。

加えて、平成23年3月11日の東日本大震災のため福島第一原子力発電所で発生した放射能関連事故によるモニタリング強化も継続して行った。

なお、詳細は「V 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「V 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平成17年度に「大気汚染防止法」が改正された。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。

**1.8 悪臭調査**

産業廃棄物最終処分場において、3箇所を選定し年2回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**

調査研究として、次の2テーマを実施した。

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。

② 栃木県における光化学オキシダントの特性解析調査

光化学オキシダント濃度を上昇させる因子の解明、広域的な移流の影響の把握、オキシダント生成に寄与するVOC成分の解明により、光化学オキシダント対策のための基礎資料を得ることを目的に調査を実施した。平成26年度は、光化学オキシダントの高濃度化が予想される日に実大気試料をサンプリングし、経時的に変化するVOC成分の検討を行った。

# IV 調査研究



# 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（第1報）

## ～参照陽性コントロールの作成と応用～

微生物部

水越 文徳 船渡川 圭次

### 要旨

狂犬病はアジア及びアフリカを中心に流行しており、毎年 55,000 人以上が犠牲になっている。日本は狂犬病の清浄国であるが、グローバル化した物流の発展に伴い、狂犬病ウイルスに感染した動物が侵入するリスクに常にさらされている。したがって、感受性動物の水際対策だけでなく、侵入した場合の検査体制の整備と維持は必要不可欠である。ウイルスの遺伝子検査は、感度・特異性が高く、ささいなエラーが結果に影響して誤った判定を導く危険性がある。そこで、狂犬病ウイルスの遺伝子検査の更なる精度向上をめざし、偽陽性・偽陰性を回避するシステムの構築を目的とした。本研究では、狂犬病ウイルスに外来性遺伝子を挿入した参照陽性コントロールを作成し、PCR 産物のサイズを大きくすることで、視覚的に野生株との区別が可能になった。従って、本研究の成果により、遺伝子検査の信頼性と妥当性を高めるシステムを構築することができた。

**キーワード：**狂犬病、遺伝子検査、参照陽性コントロール

### 1 はじめに

狂犬病は、リッサウイルス属の狂犬病ウイルスに感染して起こる動物由来感染症である。世界で毎年 5 万人以上が犠牲になっており、その多くがアジア及びアフリカに集中している。日本では狂犬病予防法が制定された 7 年後の 1957 年にネコの狂犬病事例が報告されたのを最後に、今日までヒト及び動物が国内で狂犬病に感染した報告はなく、狂犬病の清浄性は維持されている。しかしながら、狂犬病発生国で感染動物の咬傷を受けて感染し、帰国後に発症する事例が報告されており、狂犬病発生国へ渡航する際には十分な注意が必要である。また、清浄国だった台湾で 2013 年にイヌの狂犬病が発生したが、その後の調査で野生動物（イタチアナグマなど）が狂犬病ウイルスを保持していたことが確認された。日本でも、野生動物に関しては十分な調査は行われておらず、全国的なモニタリング調査は急務の課題となる。ゆえに、検査で陽性と判断することだけではなく、狂犬病が国内に存在しないデータを積極的に蓄積していくことも非常に重要である。さらには、物流のグローバル化に伴い、狂犬病発生国からのコンテナや貨物船に感受性のある哺乳類動物が侵入したまま入国されるケースがしばしば報告されている。そのため、ヒトへの健康被害防止のためにも、狂犬病が疑われる動物の検査が必要となる場合もある。従って、清浄国の日本であっても、狂犬病対策を徹底する必要がある。また、解剖と実験室内の検査によって狂犬病であるか否かを確認できる体制を確立し、それを維持することは、地方衛生研究所の重要な役割である。

狂犬病ウイルスなどの病原体検出では、感度の高い遺伝子増幅検査（PCR など）がよく用いられる。その遺伝子検査では、標的とするウイルス遺伝子そのものを陽性

コントロールとして使用することが多い。この方法では、検体に陽性コントロールがコンタミネーションした場合、実験室内で汚染されたか否かを区別することは困難であり、誤った判定を導いてしまう。そこで、このような偽陽性の危険性を防止するために、標的遺伝子に外来性遺伝子を挿入して増幅産物の分子量を変えて、野外株との違いを可視的に判断できる参照陽性コントロール（artificial positive control；APC）を作製した。

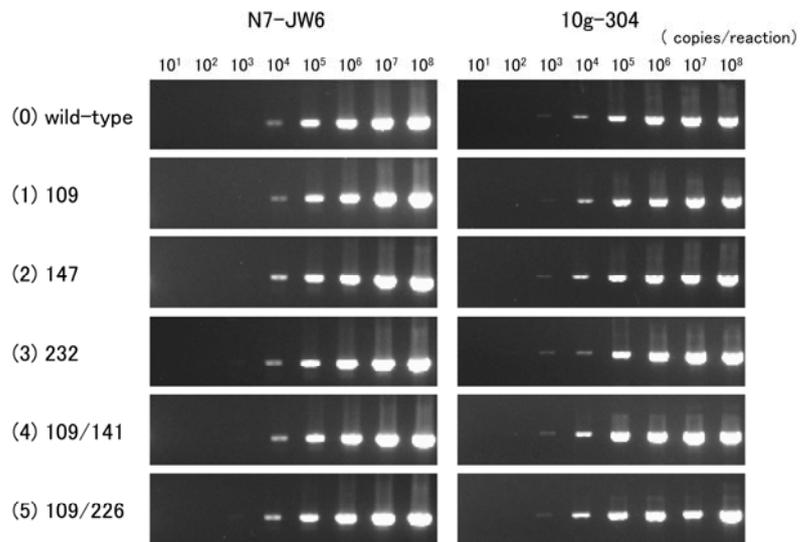
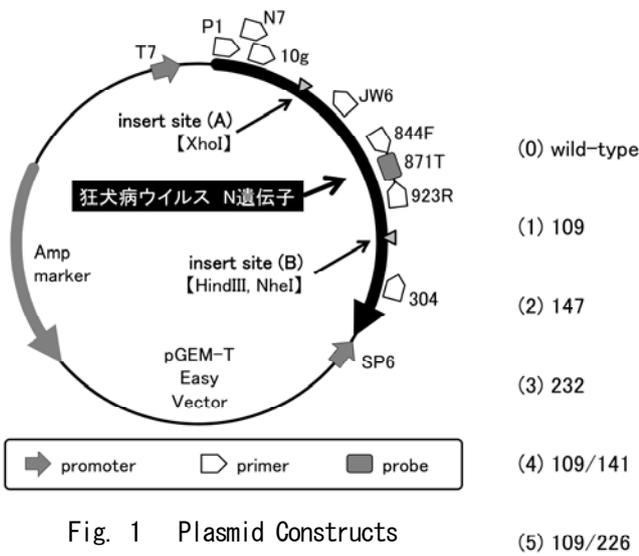
また、病原体の遺伝子検査では、組織細胞からの核酸抽出や PCR 反応系のテクニカルエラーにより偽陰性になる危険性もある。そこで、検体からの抽出 RNA をテンプレートに house keeping 遺伝子の増幅を行い、RNA 抽出や PCR 反応の正当性を確認することが推奨される。そこで、APC に挿入する外来性遺伝子をイヌ house keeping 遺伝子にして、偽陰性の可能性を否定するためにも有用なツールとして使用できるように APC のコンストラクトをデザインした。

### 2 材料と方法

APC は、狂犬病ウイルスの N 遺伝子を挿入したプラスミドをもとに作製した。詳細は Fig. 1 に示す。狂犬病ウイルスの N 遺伝子上のプライマー-10g と JW6 の領域の間（insert site A）、およびプライマー-JW6 と 304 の領域の間（insert site B）に、外来性遺伝子を挿入した。それらの外来性遺伝子は、下記のイヌの house keeping 遺伝子の一部の領域をイヌの腎臓由来の MDCK 細胞株から抽出した RNA をテンプレートにして増幅した PCR 産物を用いた。【①  $\beta$ -Glucuronidase (BGLR；103 bp)、② Ribosomal protein S5 (RPS5；141 bp)、③

Table 1 Plasmid Constructs と PCR 増幅産物のサイズ

プラスミド	挿入遺伝子		PCR 産物のサイズ	
	site A	site B	N7-JW6	10g-304
(0) pGEM-T Easy CVS11 P1/304 (wild-type)			606 bp	1468 bp
(1) pGEM-T Easy CVS11 P1/304 ins109	①BGLR	(-)	715 bp	1577 bp
(2) pGEM-T Easy CVS11 P1/304 ins147	②RPS5	(-)	753 bp	1615 bp
(3) pGEM-T Easy CVS11 P1/304 ins232	③GAPDH	(-)	838 bp	1700 bp
(4) pGEM-T Easy CVS11 P1/304 ins109/141	①BGLR	②RPS5	715 bp	1718 bp
(5) pGEM-T Easy CVS11 P1/304 ins109/226	①BGLR	③GAPDH	715 bp	1803 bp



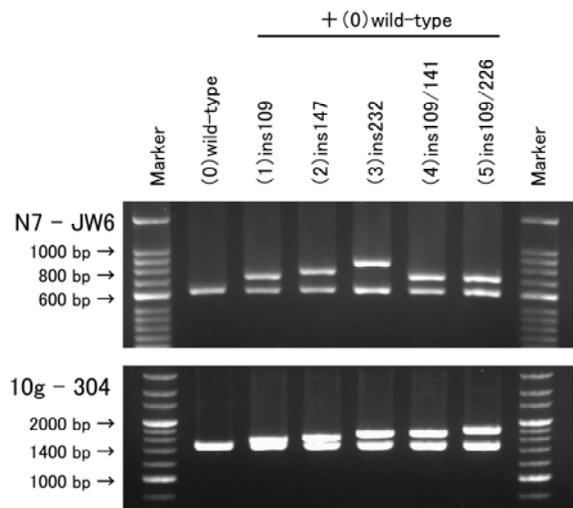
Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAPDH ; 226 bp)】

それらの外来性遺伝子を増幅させるプライマーには、増幅産物の外側に制限酵素が認識する配列を付加するように設定した。付加した制限酵素サイトを利用して分子生物学的手法により遺伝子を挿入した。Table 1 に、挿入した遺伝子の組合せと、N7-JW6 および 10g-304 の PCR 系で遺伝子を増幅させた場合の分子量を示す。狂犬病ウイルスの PCR 検査は、狂犬病検査マニュアル<sup>1)</sup>に従って実施した。

また、イヌ house keeping 遺伝子である GAPDH の陽性コントロールとして APC が有用であるか否かを確認するため、GAPDH の PCR を実施した。

### 3 結果

狂犬病ウイルスの N 遺伝子の一か所、もしくは二か所に外来性遺伝子を挿入した 5 種類のプラスミドを作製し、N7-JW6 系、10g-304 系のプライマーペアで PCR を行って、



プラスミドのコピー数依存的な反応感度を確認した。その結果、いずれのプラスミドにおいても、野生株の N

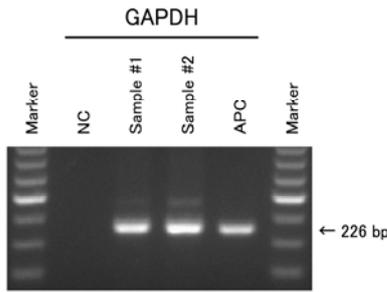


Fig. 4 PCRによるGAPDHの検出

遺伝子と同様の感度を示した (Fig. 2)。さらに、2つのプライマーペアのPCR系のそれぞれについて、視覚的な有用性を確認したところ、(5) pGEM-T Easy CVS11 P1/304 ins109/226 のPCR産物が、オリジナルのN遺伝子と区別が最も容易であった (Fig. 3)。以上の結果より、APCとして(5)のプラスミドを用いることとした。

また、内在性遺伝子の陽性コントロールとしてのAPCの有用性を検証するために、脳検体 (Sample #1、#2) とともにGAPDHのPCRを行った。その結果、目的の分子量の遺伝子産物が得られたことから、GAPDHの陽性コントロールとしても有用であることが示された (Fig. 4)。

4 考察

ウイルスの遺伝子検査は高感度であるため、陽性コントロールが微量でもコンタミネーションすると誤った判定を導く。そのような危険性を避けるために可視的にウイルス陽性とコンタミネーションを区別できる参照陽性コントロール (APC) を作製した。しかしながら、外来性遺伝子を挿入した場合、伸長反応などのPCR条件に影響を受ける可能性がある。そこで、大きさが異なる3種類の外来遺伝子を一か所、もしくは二か所の領域に挿入したプラスミドを作製して、PCR感度の違いを検討した。PCRの感度はいずれの分子量の遺伝子においても野生株のN遺伝子と差はなく、標的遺伝子が増幅した。これらのうち、(5) pGEM-T Easy CVS11 P1/304 ins109/226 は、

電気泳動において可視的に区別が最も容易だった。したがって、このプラスミドをAPCとして活用することとした。

また、検体 (脳組織) からのRNA抽出やPCR反応系が正しく実施されていないと、偽陰性となってしまう。そのような偽陰性の可能性を除外するために、どの細胞にも普遍的に一定量のmRNAが存在するhouse keeping遺伝子を指標とすることが推奨される。そのようなhouse keeping遺伝子がPCRで検出できれば、RNA抽出、cDNA合成とPCR反応が適切に行われていることが示され、偽陰性の可能性が除去できる。このAPCは、イヌのhouse keeping遺伝子を外来性遺伝子として挿入したので、偽陰性を除外するためのコントロールとしても有用である。

さらに、このAPCは狂犬病ウイルスを検出するリアルタイムPCR<sup>2)</sup>で用いられるプライマー・プローブの領域には、遺伝子を挿入しておらず、そのままの状態である (Fig. 1)。したがって、リアルタイムPCRにおいて、コピー数が既知の陽性コントロールとしても有用である (data not shown)。

イヌの脳検体とAPCをテンプレートとして、狂犬病ウイルス遺伝子とhouse keeping遺伝子 (GAPDH) のPCR検査を実施した結果の解釈をTable 2に要約した。まず、APCをテンプレートとしても狂犬病ウイルスとGAPDHの遺伝子が検出されない場合 (Case 1)、PCR反応系にエラーが生じていることになる。また、GAPDHがAPCから検出され、脳検体から検出されなかった場合 (Case 2)、検体からRNAが抽出されていない可能性があり、テクニカルエラーによる偽陰性となる。つまり、脳検体とAPCからGAPDH、APCから狂犬病ウイルスの増幅産物を検出することは、検査系の正当性・妥当性には必須である。その条件を満たした上で、脳検体からの狂犬病ウイルスの増幅産物が検出されて、APCのサイズと同じだった場合 (Case 3)、APCのコンタミネーションの可能性があり、偽陽性となる。しかしながら、脳検体からの狂犬病ウイルスの増幅産物がAPC由来の増幅産物とサイズが異なる

Table 2 PCR結果の解釈

標的遺伝子 テンプレート	狂犬病ウイルス		GAPDH		結果の解釈
	脳検体	APC	脳検体	APC	
Case 1	-	-	-	-	偽陰性 (PCR反応系のエラーなど)
Case 2	-	+	-	+	偽陰性 (RNA抽出のエラーなど)
Case 3	+ + 同じサイズ		+	+	偽陽性 (APCのコンタミネーション)
Case 4	+ + 異なるサイズ		+	+	狂犬病ウイルス陽性
Case 5	-	+	+	+	狂犬病ウイルス陰性

場合 (Case 4)、本来の標的遺伝子のサイズと一致すれば、狂犬病ウイルスが陽性となる。一方、脳検体から狂犬病ウイルスが検出されなければ (Case 5)、検体はウイルス陰性となる。このように、高感度である遺伝子検査は些細なエラーが結果に影響するため、この APC は偽陽性だけでなく偽陰性の危険性も除外できる強力な検査ツールである。

今回作成した APC は、conventional PCR のみにおいて、偽陽性を判定することが可能である。一方、real-time PCR では、偽陽性の区別はできない。この APC をさらに改良し、real-time PCR でも偽陽性の可能性を判別できるシステムを構築する予定である。また、RNA の状態では非常に失活しやすいため、安定性を考慮して APC を plasmid DNA の状態で使用した。しかしながら、狂犬病ウイルスは RNA ウイルスであるため、コントロールも RNA であることが望まれる。そこで、plasmid 上の RNA polymerase promoter を利用して RNA を転写し、精製度や保存性を検証して、RNA での供給を目指す。

平成 26 年度に、国立感染症研究所と JICA のプログラムを介して、狂犬病発生国であるベトナムの関連機関(ベトナム国立衛生疫学研究所及びホーチミン・パスツール研究所) に、この APC を譲渡して診断技術支援を行い、現地で実用化することとなった。日本国内での狂犬病の発生は希少であるが、発生時に大きな社会的混乱が予想される。狂犬病は常に輸入動物由来感染症になりうる可能性があり、検査法の確立・維持を行い、啓発等を活用して公衆衛生対策を充実させることは重要である。従って、発生国などの研究機関と連携したラボラトリーネットワークを活用した上で、海外での最新の流行状況を把

握して、調査・研究等を行うことのメリットは大きい。今後も、ベトナム及び日本の関係者の間でコミュニケーションをとり、遺伝子検査の更なる向上と APC の改良・応用について検討と研究を進めていく。

## 5 結論

- ①PCR 検査で偽陽性と偽陰性を除外することが出来る参照陽性コントロール (APC) を作製。
- ②作製した参照陽性コントロール (APC) を、日本とベトナムの狂犬病検査で実用化。

## 6 謝辞

本研究の共同研究者である国立感染症研究所獣医科学部の井上智先生と野口章先生、東京都健康安全研究センター微生物部病原細菌研究科の畠山薫先生には、心から感謝の気持ちを申し上げます。並びに、この調査研究を遂行するにあたり、御支援を頂きました栃木県動物愛護指導センター、栃木県生活衛生課、及び健康増進課の皆様には、お礼を申し上げます。

## 7 参考文献

- 1) 狂犬病検査マニュアル (第 2 版; 国立感染症研究所)
- 2) Hatakeyama K, Uchitani Y, Okuno R, Sadamasu K, Hosaka M, Kai A, Improved Genetic Methods for Rabies Diagnosis, Ann. Rep. Tokyo Metr. Inst. Pub. Health, 60, 49-54, 2009

# 湯ノ湖水環境保全調査

水環境部

塩月 智子<sup>1</sup> 熊久保 優子<sup>2</sup> 高橋 直人 奥田 千尋  
赤羽 則臣 山口 宏 荷見 昭夫<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>がんセンター <sup>2</sup>環境森林政策課 <sup>3</sup>前保健環境センター)

国立環境開発法人水産総合研究センター増養殖研究所

山本 祥一郎

## 要旨

現在の湯ノ湖の水環境を評価するため、平成25年度調査に引き続き動・植物プランクトンの水深毎の現存量並びに湖水中、湖内沈降物中、表層底泥中のクロロフィルa等光合成色素量を確認し、水質との関連性を確認した。また魚類の現存量を調査した。その結果、クロロフィルaと透明度に強い相関が確認され、透明度低下には植物プランクトンの影響が大きいと考えられた。また湖内沈降物や表層底泥のクロロフィルa等の測定結果から、植物プランクトンの一部は水柱で分解されることなく、そのまま沈降し、底層で徐々に分解されたため、成層期の水質へ大きな影響を与えていると考えられた。魚類現存量は過去の調査結果<sup>1)</sup>と大きな差はなかった。近年の湯ノ湖の水質は、改善傾向にあることが確認された。

キーワード：奥日光、湯ノ湖、植物プランクトン、動物プランクトン、クロロフィル、フェオフィチン、透明度

## 1 5カ年計画の背景と目的

湯ノ湖、湯川、中禅寺湖を中心とする奥日光水域は、我が国を代表する優れた景観を有しており、また平成17年には戦場ヶ原、小田代原、湯ノ湖及び湯川で構成されている奥日光の湿原がラムサール条約湿原に登録されたところである。我々はこの奥日光水域の水環境を良好な状態で保全するため、これらの上流部に位置し、富栄養化が懸念されている湯ノ湖について様々な水質保全対策の基礎調査を行ってきた。

本調査は、湯ノ湖における物質収支を明らかにするため、底生動物、プランクトン、水生植物等、水環境を構成する各種要素について5カ年計画で調査するものである。これまで、平成22年度に底生生物調査<sup>2)</sup>、平成23年度に流入調査<sup>3)</sup>、平成24年度に水生植物調査<sup>4)</sup>、平成25年度にはプランクトン調査<sup>5)</sup>を実施してきている。

平成26年度は、魚類の現存量、沈水植物、動・植物プランクトンの水深毎現存量、湖内沈降物、表層底泥中のクロロフィルa等光合成色素量を調査した。また、平成25年の調査結果<sup>5)</sup>も含め、プランクトンと他の水質データとの関連性も併せて確認した。

調査にて得られた知見は、県の水環境保全施策の基礎資料とするとともに、環境教育のプログラム策定や資料作成に活用していく。

## 2 調査の対象と方法

### 2.1 調査対象の概要

調査対象は、日光国立公園内の湯ノ湖で、標高1,478mに位置する湖面積0.35km<sup>2</sup>、最大水深14.5mの堰止湖であり、冬季は結氷する<sup>6)</sup>。

湯ノ湖においては、平成8年までに2度の浚渫が行われ、

平成13年度からは外来種であるコカナダモの刈取り事業を行うなど、各種水質保全事業が実施されてきている。

### 2.2 調査年月日

平成26年4月7日・5月15日・6月16日・7月14日  
8月20日・9月3、4、8、9日・10月23日・11月13日

### 2.3 調査方法

現地では、透明度板並びにマルチ水質チェッカー(HORIBA、U-52)を用いて透明度、水温、pH、溶存酸素(DO)、濁度を測定した。

水質試料は、湖心(図1、地点Y7、水深12.5m)において、平成25年度の方法<sup>5)</sup>により3m水深毎に採取した。

湖内沈降物は、セジメントトラップを9月3日10時から24時間、水深3mと9mに設置し、湖水とともに採取した。また、同時にバンドーン採水器で湖水を採水した。表層底泥は、佐竹式コアサンプラーを用いて、成層期に地点Y7(9月3日)及び地点Y5(9月8日、水深10m)

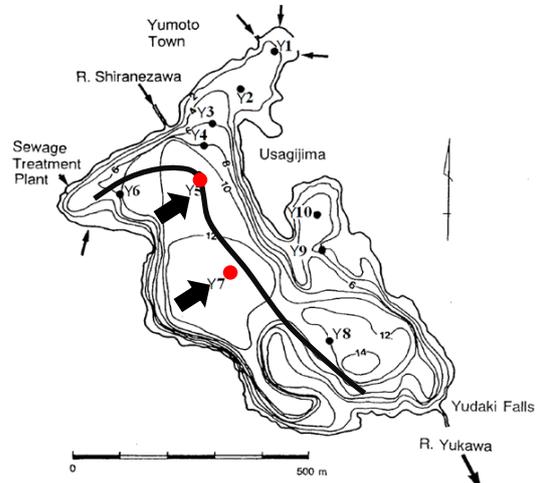


図1 湯ノ湖調査ポイント(矢印)と走査線

で、非成層期に地点 Y5 (10月23日) でそれぞれ採取した。

魚類は、船にソナー(EAGLE Fish Elite 640C、GPS 付魚群探知機)を装備し、図 1 に示す走査線全長約 0.9km を約 3.0km/h で航行、探査することにより調査(10月23日)した。

## 2.4 試料の前処理

### 2.4.1 懸濁粒子中のクロロフィル等

湖水懸濁粒子中のクロロフィル(以後 Chl)とフェオフィチン(Phe)の測定用試料と、動・植物プランクトンの前処理は、平成 25 年度と同様の方法<sup>5)</sup>で4月から7月まで行った。

### 2.4.2 底泥中のクロロフィル等

採取した底泥を採泥管に収めたまま実験室に持ち帰り、4℃にて12時間静置し、表層1cmを分取し、これを遠心分離(600×g、10分)して間隙水を脱水し、N,N-ジメチルホルムアミド(DMF)でChlとPheを抽出し、測定用試料とした。測定用試料は測定までの間、容器内を窒素充填し、-25℃以下で保管した。

### 2.4.3 ユスリカ等の栄養塩類

ユスリカ、ヨシ、ショウブ及びコカナダモを80℃で乾燥し、粉碎機(大阪ケミカル製 ABS-W)で粉碎し、測定用試料とした。

## 2.5 測定方法

各項目の測定は、表 1 に示す方法により実施した。HPLC 蛍光法の測定条件、動・植物プランクトンの計数は、平成 25 年度<sup>5)</sup>と同様とした。

湖内沈降物中の光合成色素量は、同水深の湖水をプランクとし、その測定結果を差し引くことによって補正した。

ユスリカ等の中の全窒素は CHN コーダー(ヤナコ MT-5 型、柳本製作所)を用いて測定し、全りんは乾燥試料に硝酸を加え、以降の操作は JIS K0102 46.3.2 硝酸-過塩素酸分解法に従って測定した。

## 2.6 湖内現存量の算出

### 2.6.1 魚類

魚類現存量は、禁漁期間を除く平成 22 年 5 月から平成

25 年 9 月の 18 か月間を対象期間として、国立研究開発法人水産総合研究センター増養殖研究所(以下、増養殖研という)と全国内水面漁業協同組合連合会から「湯ノ湖釣魚アンケート調査」等に基づく釣獲尾数、持ち帰り尾数及び放流数を提供いただき、自然死亡率<sup>7)</sup>、年齢と成長<sup>8)</sup>等の文献値を用いて算出した。また、ソナーによる調査結果から田中の方法<sup>1)</sup>により算出した。

### 2.6.2 湖水

湖水中の栄養塩類現存量は、湯ノ湖の全容積 2,720,000m<sup>3</sup><sup>6)</sup>及び白石ら<sup>9)</sup>が 1962 年に求めた水深別容積比率と全容積との積により得た水深別容積を用いて算出した。

### 2.6.3 ユスリカ等

底生生物のユスリカ、抽水植物のヨシとショウブ、沈水植物のコカナダモ及び底泥中の栄養塩類現存量は以下のとおり算出した。ユスリカについては、平成 24 年に測定した全窒素及び全りん含有量と、平成 22 年の調査<sup>2)</sup>で得た湖内の現存量及び水深別面積<sup>9)</sup>を用いて算出した。ヨシ及びショウブについては、平成 24 年に測定した全窒素含有量、全りん含有量及び現存量を用いて算出した。コカナダモについては平成 14 年の調査<sup>10)</sup>で得た全窒素及び全りん含有量と、平成 24 年の調査<sup>4)</sup>で得た現存量を用いて算出した。底泥については、平成 20 年の調査<sup>2)</sup>で得た全窒素及び全りん含有量と、底泥の現存量から算出した。

## 3 調査結果と考察

### 3.1 プランクトン数等の季節変化

各水深におけるプランクトン数、光合成色素等及び水質の測定結果は図 2 に示すとおりであった。6、7 月は、底層が無酸素状態となっておらず、成層が弱いことが確認された。

プランクトンの同定・計数結果を図 3~6 に示した。平成 26 年度調査における植物プランクトンは、昨年 5 月~6 月にかけて優占種となっていた *Asterionella* sp. や *Fragilaria* sp. といった大型珪藻類に替わって、緑藻類が優占していた。

平成 26 年 5 月~7 月における動物プランクトンの現存量は、昨年の同時期と比較すると 5 月で約 1/3、6 月で約 1/6、7 月で約 1/3 と少なかった。

また、7 月の水深 9m では DO 値が 0mg/L とならず、平成 25 年 7 月の同水深の調査では少なかった甲殻綱が多く存在していた。

### 3.2 湖内沈降物及び表層底泥中の Chl-a、Phe-a

平成 25 年度の調査結果<sup>5)</sup>から、植物プランクトンの一部は分解されないまま底層まで沈降し、無酸素層において徐々に分解されていると考えた。これを確認するため、湖内沈降物中及び表層底泥の Chl-a 及び Phe-a を測定した。

表 1 測定方法等

項目	測定方法
透明度	透明度板(直径30cm)
水温	マルチ水質テックター®(白金則温体)
pH	マルチ水質テックター®(ガラス電極法)
DO	マルチ水質テックター®(ポーログラフ法)
濁度	マルチ水質テックター®(透過散乱法)
TOC、DOC、TN、DON	燃焼法
SS	JIS K0102 14
強熱減量	底質調査方法(環境省水・大気環境局、H24.8)
溶解性無機態窒素、PO4-P、K	イオンクロマトグラフ法
全りん	JIS K0102 46.3.1、3.2
Si、Mn、Ca	ICP質量分析法
Mg	フレイム原子吸光法
Chl、Phe	HPLC蛍光法

調査月水深	透明度	プランクトン数		光合成色素等			水質		
		植物 (Cell/mL)	動物 (個体数× 10 <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Chl-b (μg)	Chl-a (μg)	Phe-a (μg)	DO (mg/L)	濁度 (ppm)	水温 (°C)
4月 0m	▶ 2.3	10,234	50	5.1	22.3	0.691	11.63	5.4	3.5
4月 3m		12,289	30	3.3	22.7	0.565	11.62	5.6	3.4
4月 6m		16,487	120	3.7	22.7	0.753	11.85	5.8	3.4
4月 9m		15,051	100	3.4	22.9	0.438	12.1	5.9	3.4
5月 0m	▶ 2.5	9,646	50	1.3	10.9	0.092	10.07	4.3	11.2
5月 3m		8,866	140	1.9	11.8	0.118	10.16	4.2	11.1
5月 6m		6,507	120	0.7	8.9	0.172	9.56	3.7	10.1
5月 9m		5,415	190	0.2	4.7	0.139	9.31	3.7	9.6
6月 0m	▶ 2.9	4,234	40	2.0	6.9	0.030	8.93	3.1	14.7
6月 3m		4,888	50	2.8	6.8	0.053	9.4	3.1	13.3
6月 6m		2,907	220	1.6	7.1	0.083	6.53	2.6	11.4
6月 9m		2,481	260	0.3	3.9	0.087	4.04	3.5	10.7
7月 0m	▶ 4.5	8,733	10	7.8	16.1	0.091	10.14	2.8	16.9
7月 3m		10,928	160	12.1	14.5	0.128	9.9	2.2	13.6
7月 6m		6,960	310	10.9	13.7	0.139	7.75	7.6	11.9
7月 9m		4,273	400	4.6	6.6	0.078	2.59	2.7	11.0

図2 水深毎のプランクトン数と Chl、Phe 濃度及び水質の季節変化

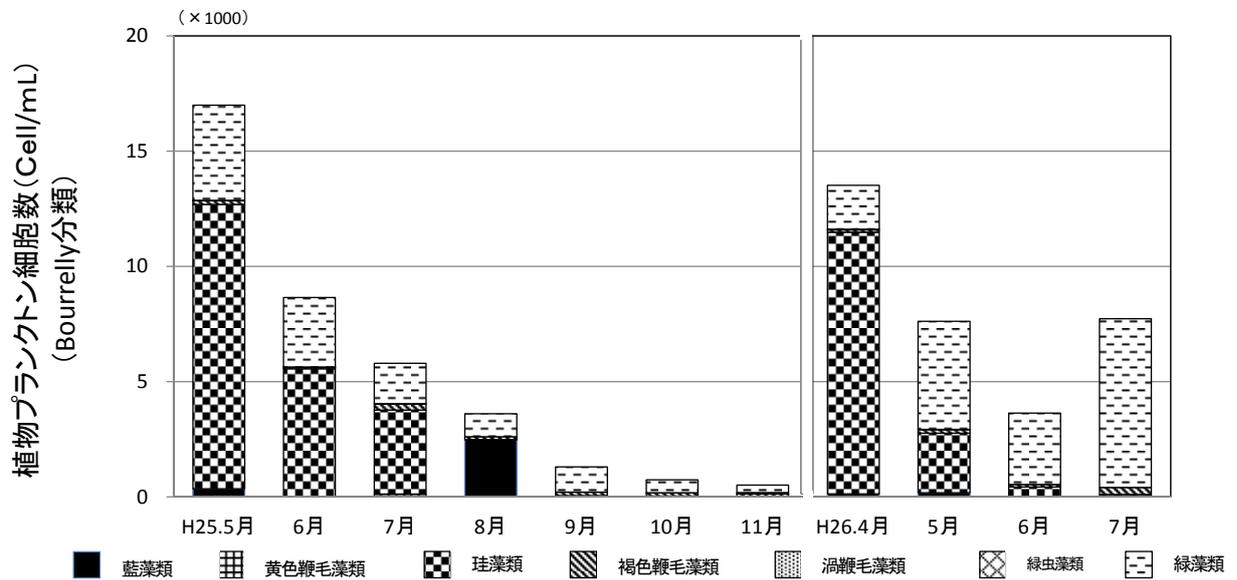


図3 植物プランクトン現存量 (月別4水深平均)

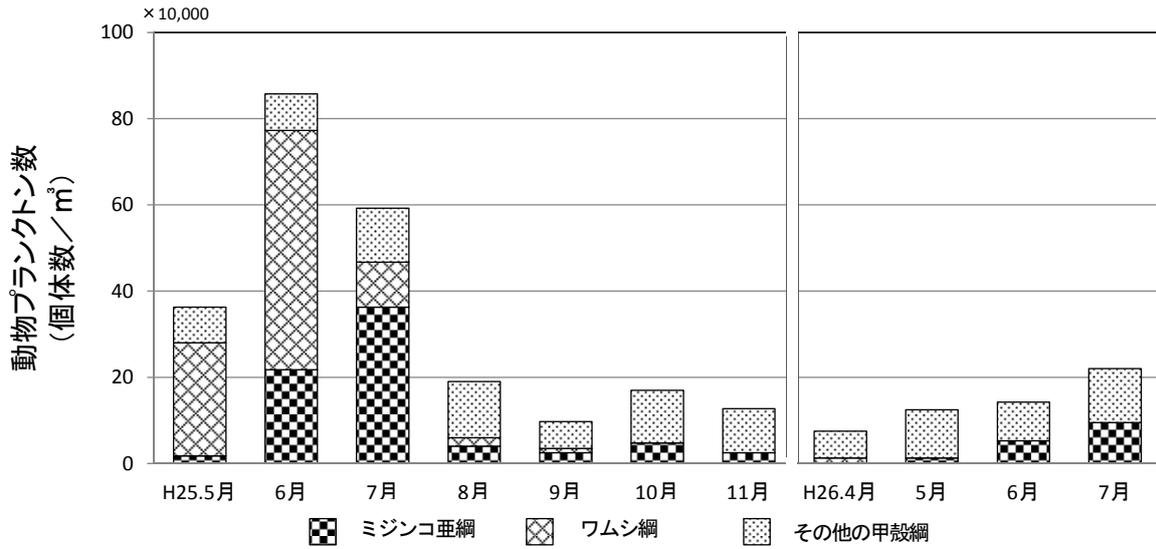


図4 動物プランクトン現存量(月別4水深平均)

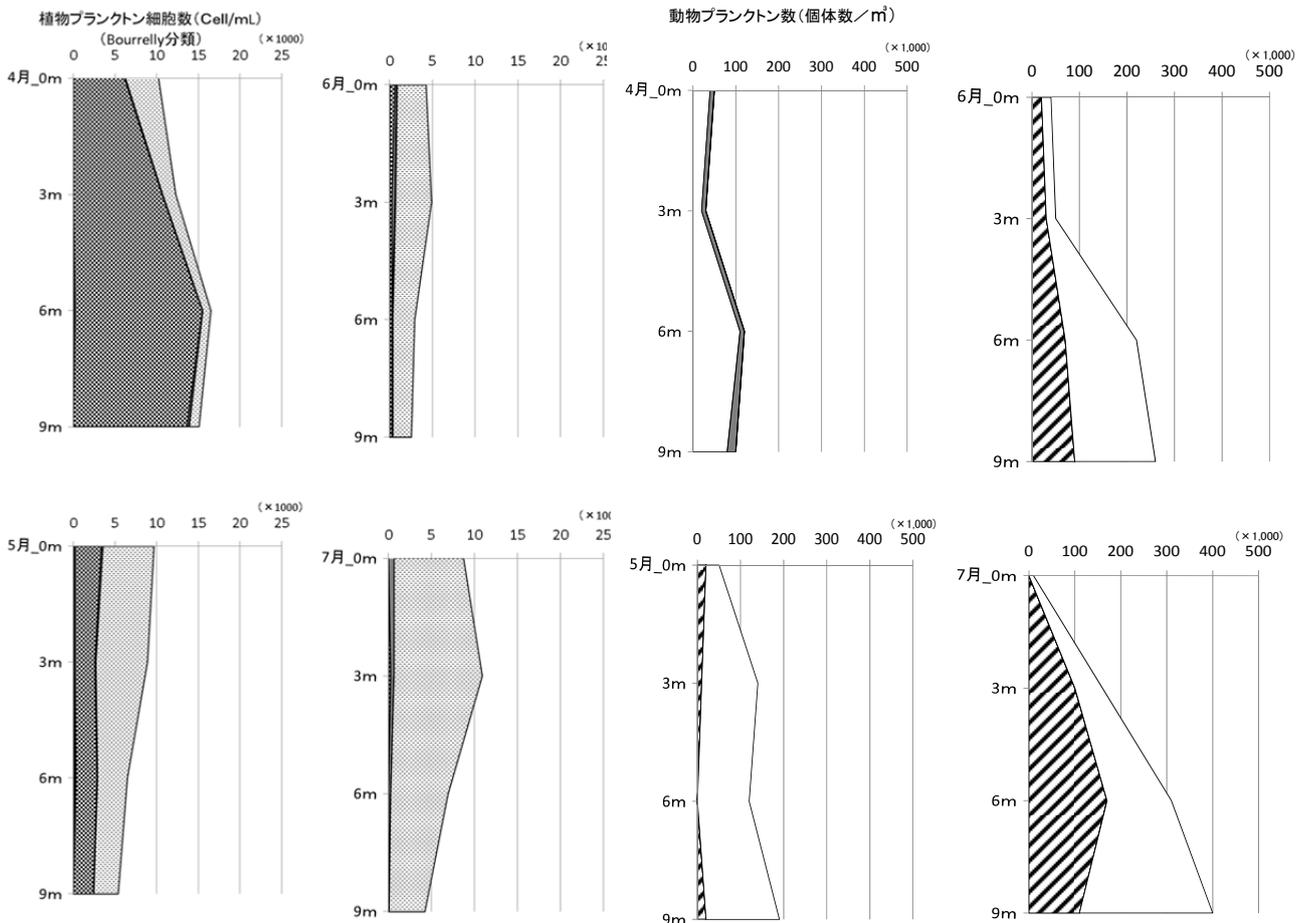


図5 植物プランクトンの月別現存量と構成種

- 緑藻類
- 緑虫藻類
- 渦鞭毛藻類
- 褐色鞭毛藻類
- 珪藻類
- 黄色鞭毛藻類
- 藍藻類

図6 動物プランクトンの月別現存量と構成種

- ミジンコ亜綱
- ワムシ綱
- その他の甲殻綱

調査を行った9月の透明度は2.6m、水中Chl-aは上層が底層のおよそ2倍の値で、上層は下層に比べ植物プランクトンの一次生産が盛んであった。しかし、湖内沈降物中のChl-aは上層より底層の方が1.5倍と多く存在していた。また湖内沈降物中のPhe-aは、上層に比べ底層で約2.2倍多く存在していた(図7)。

一方、表層底泥中には、全ての地点でChl-aが確認されたが、無酸素層にあるY7に比べ同時期で無酸素となっていないY5の方がChl/Phe比が高かった。また、成層期である9月に比べ循環期の10月の方がChl/Phe比が高かった(図8)。

これらのことから、植物プランクトンは活発な一次生産を行うものと水柱において枯死、摂餌等により死滅するものに加え、水柱で分解されず生きたままで沈降、有光層や水温躍層を超えて底層へと沈降した後、無酸素層にて徐々に分解されていると推察された。また、湯ノ湖における湖内沈降物量は循環期に比べ成層期の方が多い<sup>11)</sup>ことから、植物プランクトンが成層期における底層の水質に与える影響は大きいと考えられた。

3.3 魚類現存量

魚類現存量は、成魚放流の有無等を考慮し、ヒメマスについてのみ実施した。湯ノ湖への入漁者数、稚魚放流数及び成魚放流数をそれぞれ図9～11に示す。

アンケート(回収率26.4%)から推計した結果、ヒメマスの期間中の持帰り数は12,589尾、総重量2,164kgであった。一方、期間中の稚魚放流数は201,541尾であり、放流稚魚の体重を2.38g/尾(H26、増養殖研)と仮定した場合の放流総重量は480kgであった。稚魚放流数から自然死亡数と全持帰り数を差し引いたヒメマス成魚残存数は、35,720尾と推計された(表2)。

一方、ソナーによる現地調査では、魚体が大きなもの(魚影を個々に計上できるもの)が39,236尾、魚体が小さく群集性の魚類が54,570～3,147,337尾と推計された(表3)。今回の結果において、群集性魚類現存量に約60倍の幅があったが、これは群集性魚類の密度の推計法による違いで、魚体が小さなものについて厳密な数値を必要とする場合には、手法を再考する必要があると考える。

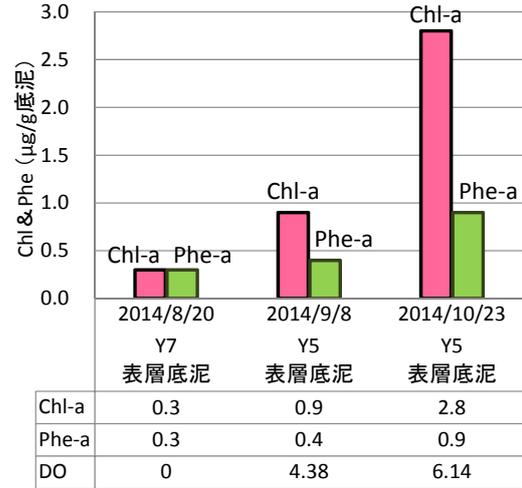


図8 底泥中Chl-a、Phe-a及び底層DO

また、1978年の調査結果では、魚類現存量は8cm以上で40,150尾(17,600～74,000尾)、8cm未満で342,017尾(186,600～541,500尾)であったが、これを今回の調査結果と比較すると魚体が大きな魚類については大きくかけ離れてはいなかった。

3.4 プランクトンと水質項目との関連

Chl-a濃度と濁度との相関について、別の要因の影響を受けた<sup>5)</sup>平成25年8、9月の夏季底層を除外して、昨年度に引き続いて確認したところ、両者には高い正の相関が確認された( $r=0.8262$ ,  $p<0.01$ , 図12)。また、Chl-a濃度の4水深平均値と透明度についても同様に高い負の相関が確認された( $r=-0.6708$ ,  $p<0.01$ , 図13)ことから、湯ノ湖の透明度低下には、植物プランクトン現存量が大きく寄与していることが確認された。

なお、他の湖沼において、夏季底層では植物プランクトンの沈降及び再浮上に加え、無酸素状態によって底泥から溶出したMnが酸化され、凝集し、懸濁態Mnとなった結果、高濁度層が維持されているとの報告<sup>12)</sup>がある。湯ノ湖においても、無酸素層のPhe-a<sup>5)</sup>とMnが(図14)高局在化していることから、これと同様の現象が発生していると考えられる。

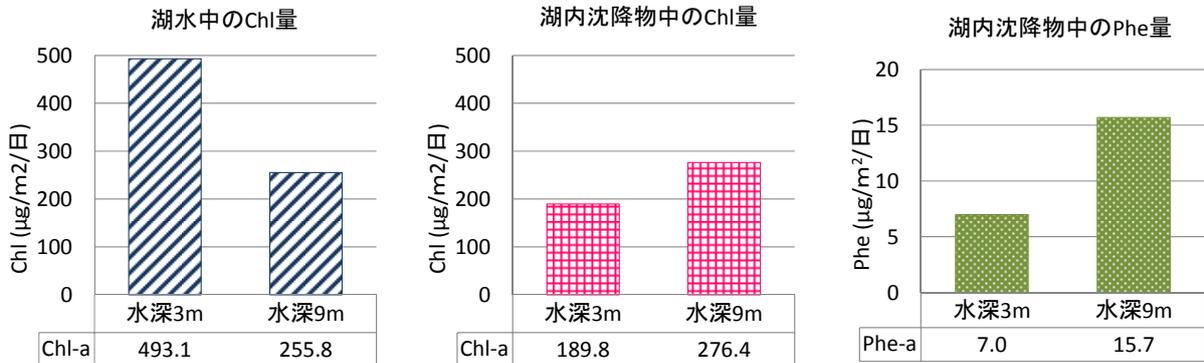


図7 湖水及び湖内沈降物中Chl-a、Phe-a量(地点Y7:H26.9.3)

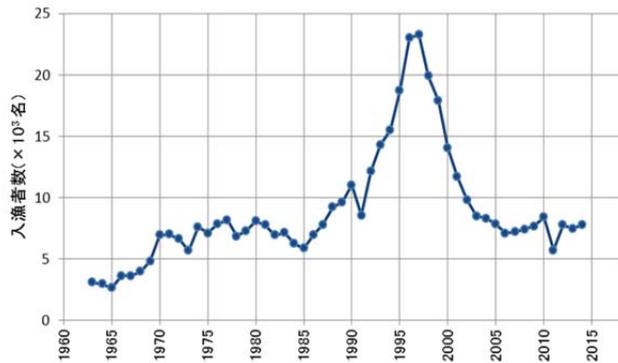


図9 湯ノ湖入漁者数の経年変化 (S38~H26)

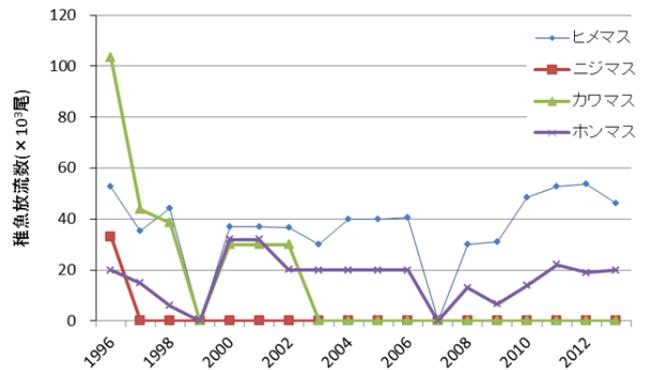


図10 湯ノ湖稚魚放流数の経年変化 (H8~H25)

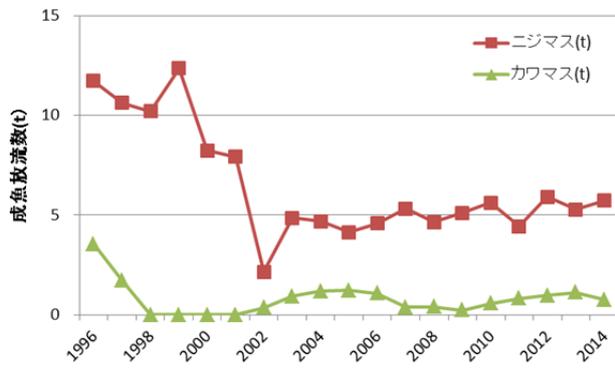


図11 湯ノ湖成魚放流数の経年変化 (H8~H26)

表2 ヒメマス現存量の推計(H22-H25)

年齢*	湯ノ湖における自然死亡率 <sup>7)</sup>	H22-H25 自然死亡数(尾)	H22-H25 自然死亡による回帰量(kg)	湯ノ湖における年令別生息尾数比率 <sup>7)</sup>	H22-H25 成魚残存数(尾)	平均成長量(kg/尾/年)	H22-H25 成長による全固定量(kg/年)
1+	76%	142,848	4,187	91%	35,720	0.010	344
2+	5.3%	2,453	395	8.2%		(加重平均値)	
3+	9.5%	4,164	1,091	1.1%		0.091	
4+	9.5%	3,767	1,364	0.06%		(単純平均値)	
合計		153,232	7,037	100%			

\*年齢は放流から2歳未満までのものを1+、2歳以上から3歳未満のものを2+として表記している。(以下同じ。)

表3 ソナーによる魚類現存量の推計 (H26. 10. 23 調査)

水深(m)	水深別容積 <sup>9)</sup> (m <sup>3</sup> )	水深別現存量最小尾数			水深別現存量最大尾数		
		単体	群集	合計	単体	群集	合計
0~4	1,320,732	22,545			22,545	0	22,545
4~8	931,699	9,535	54,570		9,535	404,925	414,460
8~12	453,213	7,119			7,119	2,712,161	2,719,280
12~	14,355	37			37	30,251	30,288
合計	2,720,000	39,236	54,570	93,806	39,236	3,147,337	3,186,572

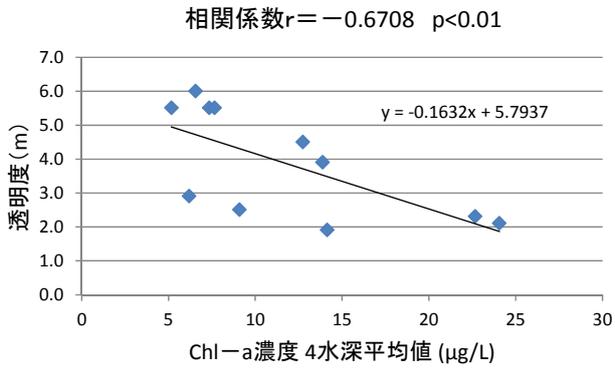


図 12 Chl-a 濃度と濁度の散布図  
夏季 (H25. 8, 9月) 底層は除外

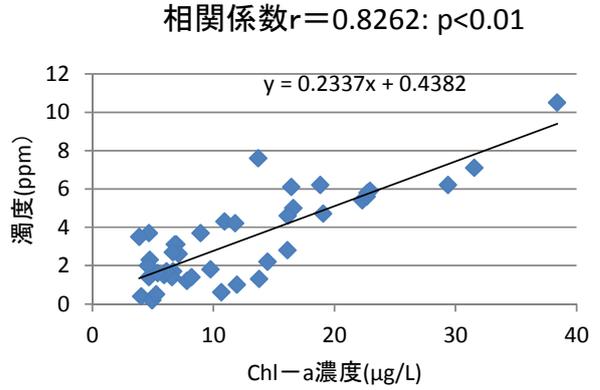


図 13 Chl-a 濃度 4 水深平均値と透明度の散布図

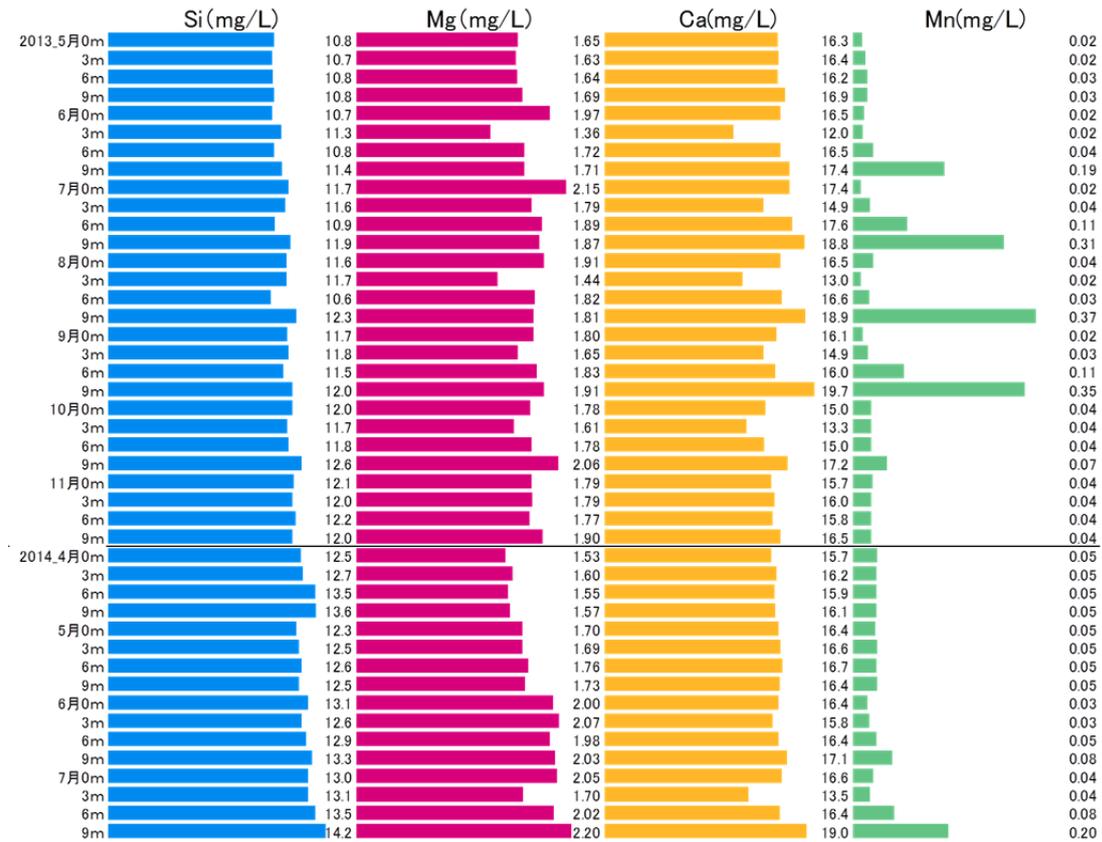


図 14 水深毎のケイ素、マグネシウム、カルシウム、マンガン濃度とその季節変化 (H25. 5-H26. 7)

### 3.5 コカナダモ等現存量

湯ノ湖北半分における沈水植物の植生面積の経年変化を図15に示す。コカナダモの植生面積は近年減少傾向である一方、ヒメフラスコモやカタシャジクモ等在来種の植生面積は拡大傾向であることが分かる。

また、近年における底泥中のりん含有量<sup>13)</sup>は、過去の調査結果<sup>14)</sup>と比較して有意に低下しており、湖水中に含まれるりん濃度も年々低下し、成層期における上層と底層のりん濃度の差は縮小傾向にある(図16)。コカナダモ等沈水植物の生長は底泥りん濃度に強く依存していると言われている<sup>16)17)</sup>ことから、近年における湖水中のりん濃度の変化及びコカナダモの植生面積の減少は、流入水中のりんの減少に加えて、コカナダモの刈取りによる水質浄化等の事業が実施されてきた結果と推察される。

### 3.6 栄養塩類現存量

湯ノ湖の各構成要素中の栄養塩類含有量を推計した結果を表4に示す。

平成23年度常時監視結果から、湖水の全層平均濃度はN 0.42mg/L、P 0.019mg/Lと計算され、湯ノ湖の全容積2,720,000m<sup>3</sup><sup>6)</sup>を用いて湖水中の栄養塩類現存量は、N 1,100kg、P 52kgと推計された。

本調査結果から、湖水中のプランクトンを含むSSは湖全体で8,200kg、また、湖水の栄養塩類濃度のうち、SSによる寄与分はN 0.062mg/L、P 0.015mg/Lと計算され、栄養塩類現存量としてN 168kg、P 42kgと推計された。

魚類は、魚体体重を文献値<sup>8)</sup>の0.17kg/尾とした場合、湖全体で湿重量約6,100kg存在すると計算され、魚体中の栄養塩類含有量として文献値<sup>18)</sup>N 88g/kg-dry、P

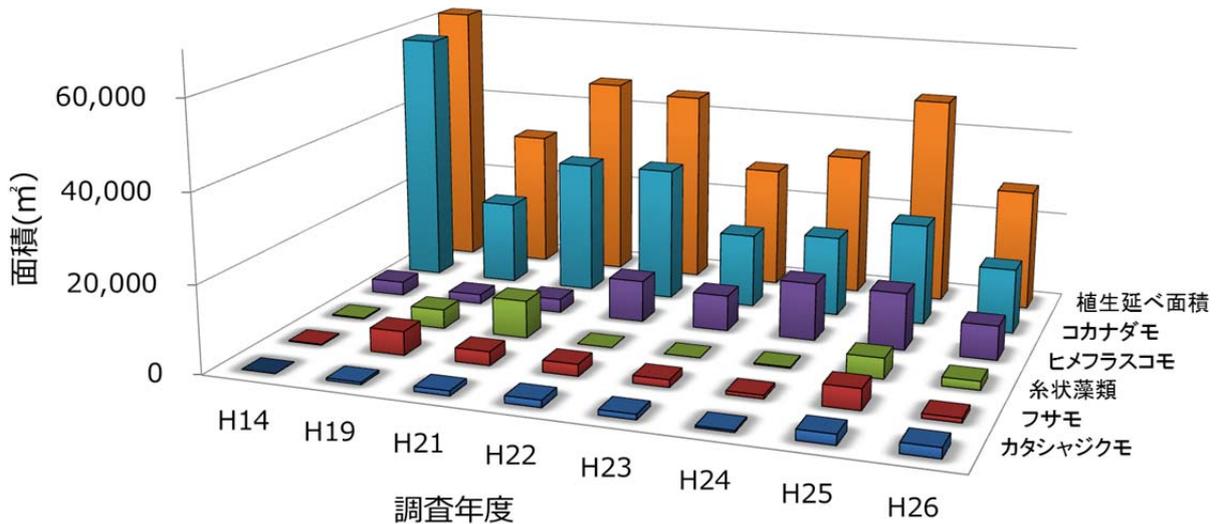


図15 沈水植物の分布面積(湯ノ湖北半分) 混在箇所は個々の面積に含む

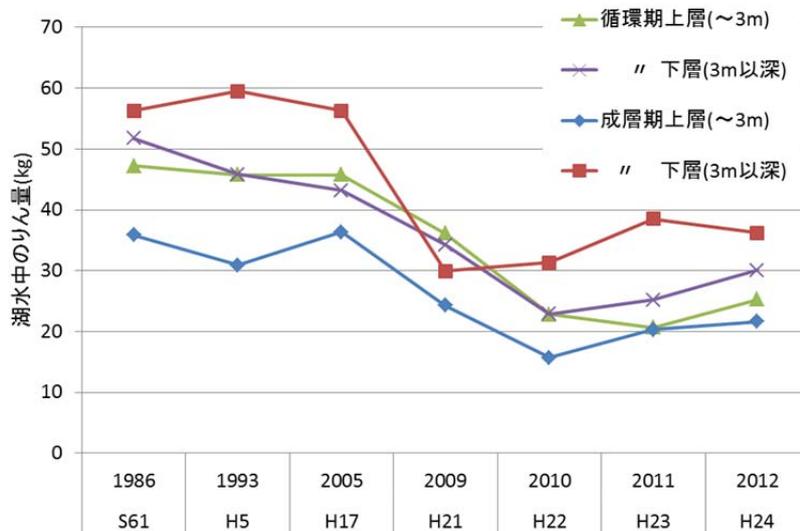


図16 全りん(水質)の経年変化 (S61~H24)

表4 各構成要素の窒素・りん含有量

単位(湖水・SSを除く): mg/g-dry

	湖水 (mg/L)	SS (mg/L)	魚類 <sup>18)</sup>	ユスリカ <sup>2)</sup>	ヨシ	
					地上部	地下部
全窒素	0.42	0.062	88	80.2	12.2	7.6
全りん	0.019	0.015	7.5	3.2	0.8	0.7

	ショウブ		コカナダモ <sup>10)</sup>	底泥 <sup>15)</sup>
	地上部	地下部		
全窒素	15.5	9.2	46.6	4.5
全りん	1.4	1.1	8.17	0.47

7.5g/kg-dry を用いると、栄養塩類現存量は、N 140kg、P 12kg と推計された。また成長の際、年合計 340kg が固定され、期間中自然死亡による回帰量は 7,000kg と推計された。全持ち帰り重量 2,164kg から放流総重量 480kg を差し引くと、調査期間中に湯ノ湖から持ち出された魚体湿重量は 1,684kg となり、栄養塩類の量としては、N37kg、P3kg と試算された。

ユスリカの栄養塩類現存量は平成22年の調査<sup>2)</sup>により得たユスリカ現存量(乾燥重量) 2.9 t を用いて計算した結果、N230kg、P9.2kg であった。

同様に、ヨシ及びショウブの栄養塩類現存量を計算した結果、ヨシが N24kg、P1.7kg(地上部としては N19kg、P1.2kg)、ショウブが N17kg、P1.9kg(地上部としては N4.3kg、P0.4kg)であった。

また、コカナダモは、平成24年の調査<sup>4)</sup>で得た現存量(4.5t)と平成14年の調査で得られた栄養塩類含有量の値<sup>10)</sup>を用いて計算した結果、N210kg、P37kg であった。

底泥は、平成20年に実施した調査<sup>15)</sup>により得た栄養塩類含有量 N:4.5mg/g-dry、P:0.47mg/g-dry、底泥量約 86,000t を用いて計算した結果、N390t、P41t であった。

#### 4 まとめ

今回を含む近年の調査結果からは、以前の調査結果と比較して、水質、底質、コカナダモのいずれについてもりん含有量が低下していることが確認され、保全事業等、人為的な負荷低減の結果と考えられた。湖では、湖水など様々な構成要素の間で栄養塩類の固定と回帰による物質循環が繰り返し行われている。今後も一定期間毎に各構成要素の状況を把握していく必要があると考える。

#### 5 謝辞

本調査に際して、ご指導をいただきました国立環境研究所生態系機能評価研究室の野原精一室長に深謝いたします。また、ご協力いただい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深謝いたします。

#### 6 参考文献

- 1) 田中実, 魚探による資源量推定法に関する基礎研究, 淡水研報, 28巻2号 p77-139, 1978
- 2) 石川俊行他, 湯ノ湖水環境保全調査(底生生物編), 栃木県保健環境センター年報, 第16号, 2011
- 3) 福田悦子他, 湯ノ湖水環境保全調査(湯ノ湖流出入水調査編), 栃木県保健環境センター年報, 第18号, 2013
- 4) 塩月智子他, 湯ノ湖水環境保全調査(水生植物の植生), 栃木県保健環境センター年報, 第18号, 2013
- 5) 塩月智子他, 湯ノ湖水環境保全調査(プランクトンの季節変化-水質との関係), 栃木県保健環境センター年報, 第19号, 57-63, 2014
- 6) 栃木県, 栃木県湖沼水質保全基本指針, 1993
- 7) 田中実, マス類の放流効果に関する研究-I, 湯ノ湖に放流したヒメマスの生残について, 淡水研報, 20巻2号, p81-91, 1970
- 8) 徳井利信, 日光国立公園内湖沼ヒメマスの年齢と成長, 水産増殖, 38巻2号, p165-169, 1990
- 9) 白石芳一他, 日光湯ノ湖における水産開発のための基礎研究, 淡水研報, 14巻1号, p37-53, 1964
- 10) 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
- 11) 国立公害研究所, 陸水域の富栄養化防止に関する総合研究(VIII)総括報告, 国立公害研究所研究報告第57号, 1984
- 12) 鷺邦彦他, びわ湖における湖底高濁度層の季節変化, Jpn. J. Limnol., 58:27-44, 1997
- 13) 福田悦子他, 湯ノ湖の底泥に関する調査(第2報), 栃木県保健環境センター年報, 第15号, 70-74, 2010
- 14) 小池正純他, 湯ノ湖底泥の性状について(第3報), 栃木県公害研究所年報, 第13号, 13-25, 1989
- 15) 福田悦子他, 湯ノ湖の底泥に関する調査, 栃木県保健環境センター年報, 第14号, p69-72, 2009
- 16) 永坂正夫, 木崎湖における移入沈水植物コカナダモの個体群衰退と生長制限要因としての底泥栄養塩, 金沢大学大学院自然科学研究科博士学位論文, 2006
- 17) 沖陽子, 雑草の多面的機能を活用した環境修復に関する実証研究, 雑草研究, Vol.1. 58(4), p190-197, 2013
- 18) 生物地球科学 南川雅男ら, 培風館, 2006, 東京

# 栃木県における光化学オキシダントの特性解析調査（第4報）

大気環境部

齋藤 由実子 石原島 栄二 舘野 雄備 篠崎 絵美

## 要旨

光化学オキシダント（以下「Ox」という。）は、濃度平均値がこの10年間で上昇傾向にあり、県内すべての測定局で環境基準は非達成であるため、濃度削減が課題となっている。本研究では小山市をモデル地域とし、大気汚染常時監視局データを用いて、Ox濃度の経月・経年変化、気象条件や寄与物質との関連について解析を行った。

また、平成24～26年度はOxが高濃度になると予測された日に現地調査を実施し、サンプリングした大気中の揮発性有機化合物（以下「VOC」という。）成分濃度の経時変化とOx濃度との関連性について、各種気象データも活用して解析を行った。その結果、午前中はOx濃度と透過日射量との相関関係が高いことから、局地的な濃度上昇が主に起きていると考えられ、それに加えて午後は南関東方面からの移流の影響を大きく受けてOx濃度が上昇することが示唆された。移流の観点から風向について検討したところ、光化学スモッグ注意報（以下「注意報」という。）発令日には、局地風型が5-4、4-4、5-5型の発現割合が高く、これら3つで全体の88%を占めた。

今回検討したモデル地域のように、県南部においてはVOCの中でも光化学反応性の高いキシレンの届出排出量が多い地域があることから、削減の方策を検討することが必要であると考えられる。

キーワード：透過日射量、局地風型、移流、VOC

## 1 はじめに

栃木県内のOx濃度は、各種排出規制が実施されてきたにも関わらず、環境基準を達成できていない。その対策のため、Ox濃度の上昇要因を解明し行政施策の基礎資料を作成することを目的として、平成23年度から調査研究を開始した。

本研究の第3報<sup>1)</sup>では、県内の大気汚染常時監視測定局及び現地調査のデータを用いて、透過日射量とOx濃度の関係、風向と移流の可能性について解析し、第1<sup>1)</sup>及び2報<sup>1)</sup>で検討した内容の検証を行った。また、現地調査のデータを用いて、Ox濃度と各種VOC成分の経時変化を解析し、特にキシレンとトルエンについて大気中における反応性を考察した。さらに、Ox濃度の予測についても検証を試みた。

以上の経過を踏まえ、平成26年度はこれまでに得た知見の検証及びOx生成に直接的に寄与するVOC成分の解析を目的として調査を実施した。本稿は、本調査研究の平成26年度の結果及び4年間の研究をまとめたものである。

## 2 調査概要

### 2.1 データ解析

#### 2.1.1 調査データ及び期間

- (1) Ox濃度、非メタン炭化水素(以下「NMHC」という。)濃度及び窒素酸化物(以下「NOx」という。)濃度  
「とちぎの青空」<sup>2)</sup>から平成11～26年度の大気汚染常時監視局データを用いた。
- (2) 気温・日照時間  
気象庁ホームページ<sup>3)</sup>から平成22～26年度の小山市の

データを引用した。

#### (3) 太陽高度

国立天文台ホームページ<sup>4)</sup>から平成22～26年度のデータ、及び中川のホームページ<sup>5)</sup>に基づき計算した値を用いた。

#### (4) 透過日射量

「透過日射量」は、太陽光が観測地点の地表面付近に到達した時の太陽エネルギーを推定するための指標として著者らが着想したものであり、観測地点における太陽高度( $a$ )及び地球半径( $R$ )や太陽光が通過する大気距離(大気路程,  $m$ )についての幾何学的考察と太陽光が大気を通過する際のLambert-Beerの法則適用とにより導出した。すなわち、大気圏外における太陽光入射角(太陽高度と等しい,  $a$ )を考慮した単位面積当たりの日射強度( $I_0$ )に、太陽光が大気を通過する距離( $m$ , 太陽高度 $a$ に依存)による減衰を考慮した透過率( $I/I_0$ )を乗じ、さらに1時間ごとの日照時間(時間)を乗じて求めたもので、地表面1 $m^2$ に降りそそぐ1時間ごとの日射量に相当し、太陽高度と日照時間の関数として表される。透過日射量は、以下の式により求めた。

なお、主要パラメータの模式図を図1に示す。減衰係数の計算は理科年表のオフィシャルサイト<sup>6)</sup>を参照し、透過率はオゾン生成の光化学反応に関与する波長として、 $0.3\mu m$ を仮定した。また、太陽から放出されるエネルギーとして $0.3\mu m$ の波長に由来する分のエネルギーではなく、全エネルギーである $1,367W/m^2$ を用いているため実測値とは大きく異なっている。ただし、これらのエネルギーは比例関係にあるため、波長 $0.3\mu m$ 程度の紫外線が地表面に到達した時の紫外線量の指標として、透過日

射量を用いて支障ないものと考えられる。

$$I_0 = 1367 \cdot r_s^2 \cdot \sin\alpha$$

$$I/I_0 \text{ (太陽光が大気を通過する際の透過率)} = e^{-k \cdot m}$$

$$k = 0.008735\lambda^{-4.08}$$

$$m = \frac{-R\sin\alpha + \sqrt{R^2\sin^2\alpha + 2Rt + t^2}}{t}$$

$$\text{透過日射量 (Wh/m}^2\text{)} = I_0 \cdot I/I_0 \cdot \text{日照時間}$$

- $I_0$  : 1m<sup>2</sup>あたりの大気外全日射量 (W/m<sup>2</sup>)
- $r_s$  : 太陽との地心距離 (無名数)
- $\alpha$  : 太陽高度 (rad)
- $I$  : 1m<sup>2</sup>あたりの地表に届いたときの日射強度 (W/m<sup>2</sup>)
- $k$  : 波長 $\lambda$ の時の減衰係数 (無名数)
- $m$  : 太陽光が通過する大気距離 (大気路程 (無名数))
- $t$  : 1大気路程に相当する距離 (10km)
- $\lambda$  : 波長 (0.3 $\mu$ m)
- $R$  : 地球の半径 (6,400km)

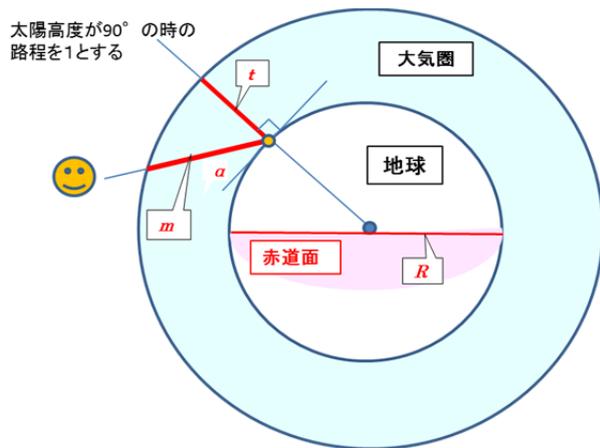


図1 主要パラメータの模式図

(5) 揮発性有機化合物の排出量

環境省ホームページ<sup>7)</sup>「PRTR インフォメーション広場」から、平成13～25年度のデータを用いた。

2.1.2 調査方法

Ox濃度及びOx生成に関わる寄与因子の日内経時的変化や、相関等を調査するため、光化学スモッグ注意報の発生頻度の高い県南地域のうち、大気汚染常時監視及び気象データが入手できる小山市をモデル地域として選定し、平成22～26年度の各種データを用いて、Oxが高濃度となる条件について解析した。広域的挙動の検証には、環境

省大気汚染物質広域監視システム「そらまめ君」<sup>8)</sup>を用いて関東地方全体の濃度変化を確認した。

2.2 現地調査

2.2.1 調査地点

小山市の県南健康福祉センター敷地内 (小山市犬塚3-3-1) で、大気のサンプリングを行った。

2.2.2 調査時期

Ox対策期間中 (4～9月) において、気象条件や朝方のNMHC濃度等からOxが高濃度になると予想された平成26年7月2日、7月29日、7月30日、8月4日、8月20日に調査を実施した。なお、VOCの経時的変化を追跡するために、10時から1時間または2時間ごとに毎正時から10分間大気を採取した。

2.2.3 調査対象物質

最大オゾン生成能(以下、「MIR」という。)は、単量量のVOCが生成しうるオゾン量を表しており<sup>9)</sup>、値が大きい物質は、光化学オキシダント生成に対する寄与が大きいとされ、1,140の物質についてMIRの値が公表されている<sup>10)</sup>。この中から表1に示すとおり、14物質を選定して調査対象物質とした。分析方法は「有害大気汚染物質測定法マニュアル (平成23年度改定)」<sup>11)</sup>に準拠した。

2.2.4 揮発性有機化合物 (VOC) の分析方法

午前10～17時において、1～2時間毎に容量6Lの真空キャニスターに、流量0.4L/minで10分間大気を採取した。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 $\mu$ m) を使用した。

2.2.5 アルデヒド類の分析方法

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市販の補集管 (GLサイエンス製 GL-Pak mini AERO DNPH) を用いて、流量0.5L/minで10分間大気を採取した。その後アセトニトリルで抽出し、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。

表1 調査対象物質とMIR値

物質名	MIR値
トランス-2-ブテン	15.16
シス-2-ブテン	14.24
1,3-ブタジエン	12.61
1,3,5-トリメチルベンゼン	11.76
1,2,4-トリメチルベンゼン	8.87
m-キシレン	9.75
o-キシレン	7.64
p-キシレン	5.84
トルエン	4.00
エチルベンゼン	3.04
ベンゼン	0.72
ホルムアルデヒド	9.46
アセトアルデヒド	6.54
ジクロロメタン	0.04

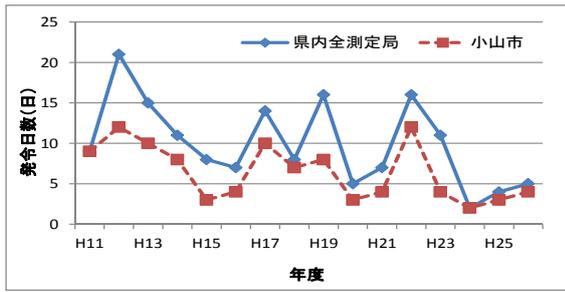


図2 光化学スモッグ注意報発令日数経年変化

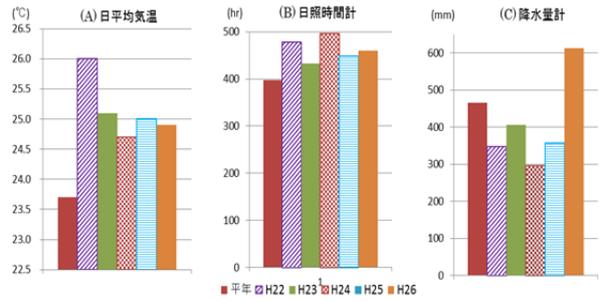


図3 6~8月における平年との気象状況の比較(小山)

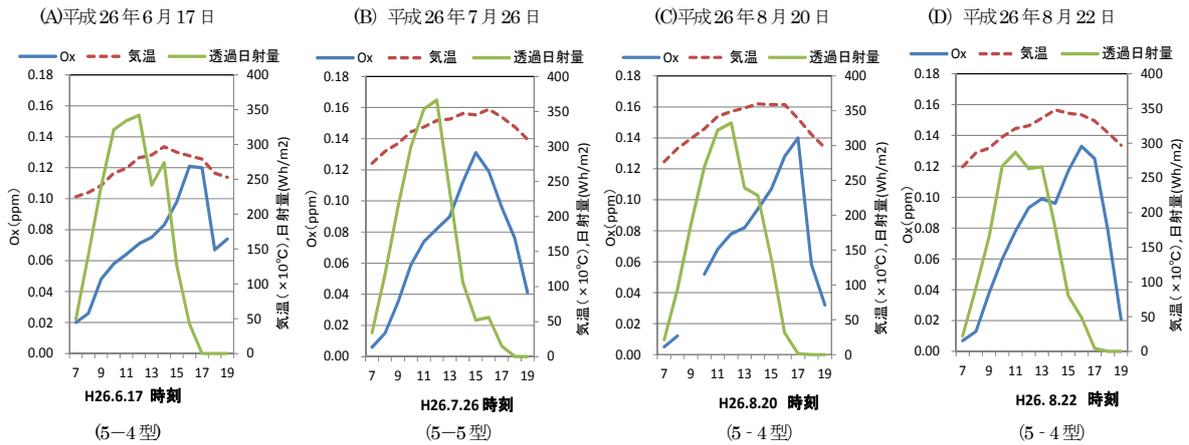


図4 O<sub>3</sub>濃度 - 透過日射量 - 気温の経時変化 (注意報発令日)

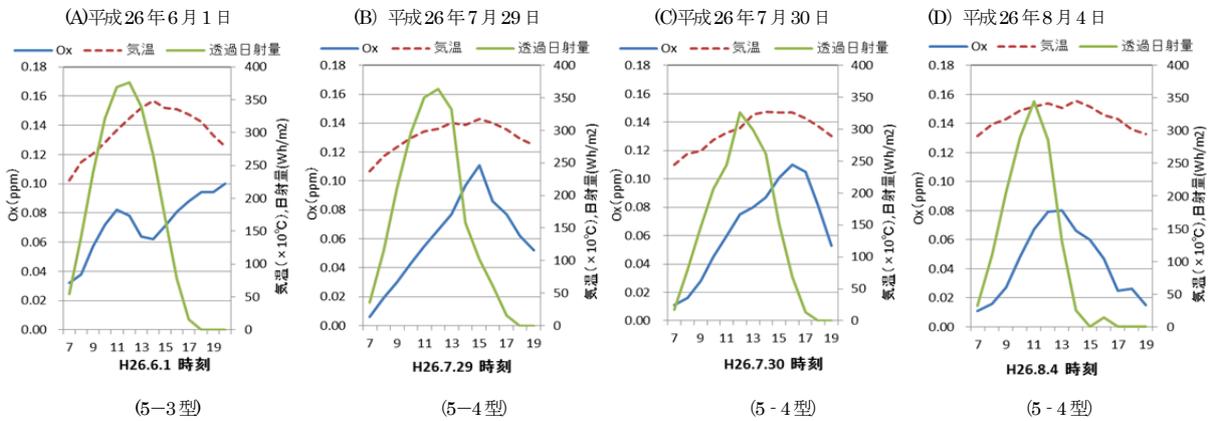


図5 O<sub>3</sub>濃度-透過日射量-気温の経時変化 (注意報非発令日)



図6 収束線図 (平成26年6月17日15時)

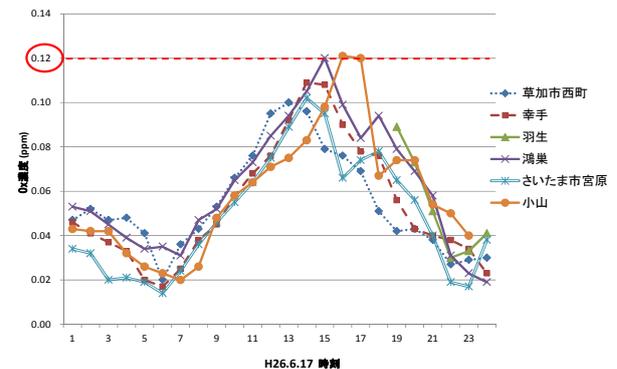


図7 埼玉県及び小山市のO<sub>3</sub>濃度経時変化

### 3 調査結果及び考察

#### 3.1 平成26年度の光化学スモッグ注意報発生状況

図2に栃木県内及び小山市での光化学スモッグ注意報発令日数の経年変化を示す。小山市の平成26年度の注意報発令日は6月17日、7月26日、8月20日、8月22日の4日間であり、平成25年より1日増加した。

小山における6～8月の日平均気温、日照時間及び降水量について、気象庁ホームページ<sup>3)</sup>から引用したデータを用いた平年(1981(昭和56)～2010(平成22)年)と過去3年分の比較を図3に示す。平成26年度は、日平均気温は24.9℃、日照時間計は459.7hrと、平年より大きい値であった。特に降水量計は613.5mmであり、平年の466.5mm、平成25年度の357.0mmと比較すると雨の多い夏であったといえる。

気象庁の「平成26年報道発表資料 夏(6～8月)の天候」<sup>12)</sup>によると、平成26年の夏季(6～8月)の特徴として、「梅雨前線の影響は弱かったが、主に7月30日からの「平成26年8月豪雨」の影響で、北日本・西日本太平洋側ではかなり降水量が多く、東・西日本海側で多かった。」と記載されている。小山市における近年の状況と比較してみると、日平均気温及び日照時間は平年より高い値であり、降水量は過去5年間の中で最も多かった。

#### 3.2 注意報発令日及び非発令日の事例

##### 3.2.1 平成26年度における代表的な注意報発令日及び非発令日のO<sub>x</sub>濃度-透過日射量-気温の経時変化

栃木県内における平成26年度の注意報発令日数は、計5日間であり、そのうち小山市においては4日間が該当した。発令日のO<sub>x</sub>濃度-透過日射量-気温の経時変化を図4に、非発令日の同経時変化を図5に示す。

##### 3.2.2 注意報発令日

###### 3.2.2.1 平成26年6月17日の例

平成26年6月17日は梅雨中にも関わらず、県内では年度初の注意報が発令された。図4(A)から午前中のO<sub>x</sub>濃度は透過日射量の増加と共に上昇し、小山市においては、11時には約90%の確率で注意報発令が予想されるレベルの0.06ppmを超え<sup>1)</sup>、0.064ppmとなった。注意報発令日によく見られるO<sub>x</sub>濃度の明確な二峰性はみられなかったが、時間と共に上昇を続け、16時から17時にかけて注意報発令レベルの0.12ppmに達した。透過日射量の経時変化は、釣鐘型でないことから、時々曇るなどやや不安定だったことが分かる。なお、最高気温は14時の29.7℃であった。

一般財団法人 日本気象協会が作成した風の収束線(15時)を基に描いた収束線図を図6に示す。この日の局地風型は午前9時に5型、15時に4型となった5-4型であり<sup>13)</sup>、午後に南向きの風が栃木県南部を吹き抜けることにより、小山のO<sub>x</sub>濃度が高くなったと考えられる。

過去の事例から、栃木県と埼玉県の間で光化学スモッグ注意報の発令頻度の傾向が類似していることが分かっている<sup>1)</sup>。埼玉県の主な都市と小山市のO<sub>x</sub>濃度の経時変化を図7に、市町村地図を図8に示す。各地点のO<sub>x</sub>濃度の最高値を迎えた時間は早い順に、草加市西町(13時, 0.100ppm)、幸手市及びさいたま市宮原町(14時, 0.109ppm及び0.102ppm)、鴻巣市(15時, 0.120ppm)であり<sup>14)</sup>、南東から北西方向に向かって最高濃度を記録した時間が移動していった。概ねその延長上に位置する小山市が最高値となったのは16時であり、南関東からの移流により高濃度化したことが示唆された。さらに、時間の経過と共に濃度も上昇していることから、大気が移動しながら高濃度になっていく様子が確認できた。

###### 3.2.2.2 平成26年8月20日の例

平成26年8月20日は朝からよく晴れ、小山市においては14時に気温36.0℃に達し猛暑日となった。図4(C)から、11時のO<sub>x</sub>濃度は0.06ppmを超え0.068ppmとなった。15時における風の収束線図を図9に示す。栃木県のやや南部を横断するように収束線ができ、小山市は南関東から収束線に向かって吹いてきた南風の領域に入っていることがわかる。

また、埼玉県の主な都市と小山市のO<sub>x</sub>濃度の経時変化を図10に示す。各地点においてO<sub>x</sub>濃度が最高値を迎えた時間は早い順に草加市西町(13時, 0.106ppm)、さいたま市宮原・鴻巣・幸手市(15時, 0.119ppm, 0.140ppm, 0.143ppm)、羽生市(16時, 0.157ppm)と、埼玉県南東部から北東部へかけて経過していることがわかる。6月17日と同様に、ピーク時間帯の経過と共に濃度の上昇が認められた。羽生市が最も栃木県の県境に近く、その後17時に小山市がピークを迎えていることから、南関東からの移流により高濃度化したことが示唆された。羽生市と小山市は、おおよそ27.5kmの距離にある。



図8 埼玉県の市町村圏



図9 収束線図 (平成26年8月20日 15時)

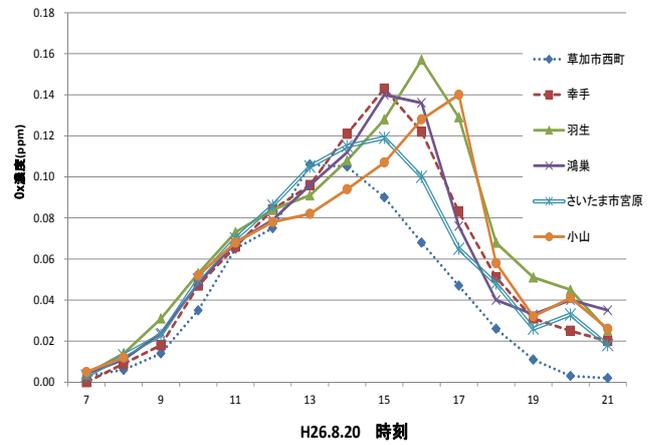


図10 埼玉県及び小山市のO<sub>3</sub>濃度経時変化



図11 収束線図 (平成26年6月1日)

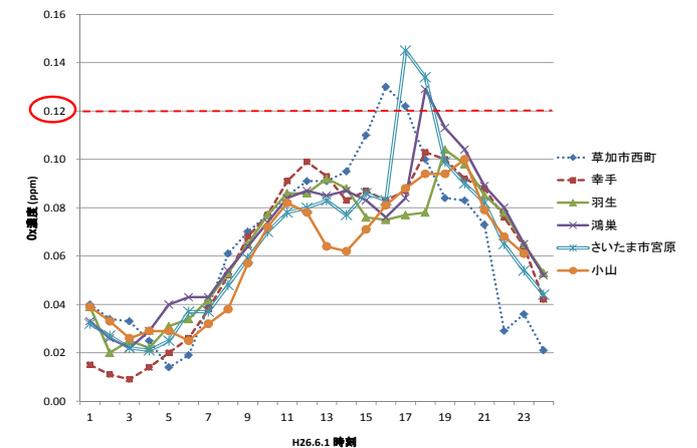


図12 埼玉県及び小山市のO<sub>3</sub>濃度経時変化

### 3.2.3 注意報非発令日

#### 3.2.3.1 平成26年6月1日の例

平成26年6月1日のOx濃度-透過日射量-気温の経時変化を図5(A)に示す。この日は太平洋高気圧に覆われ、梅雨中にも関わらず群馬県館林市で35.9℃と猛暑日になったのを始め、関東各地で真夏日となり、小山市は最高気温34.8℃となった。

図5(A)から、透過日射量は典型的な釣鐘型の曲線を描き、十分高い値を示していた。11時にはOx濃度は0.082ppmとなり、この時間としてはかなり高い値となった。しかし、その後14時にかけて0.062ppmまで低下し、夜にかけて再び徐々に上昇しており、20時と非常に遅い時間にピークを迎えていた(0.100ppm)。

当該日の局地風型は5-3型であり風の収束線が発生した。12時から16時までの2時間おきの収束線の移動を図11に示す。12時には東京都の南部に収束線があり、時間と共に北上はするものの、16時になっても埼玉県南部に位置し、北上する速度が遅かった。小山市周辺は9時の段階では北風が吹いており、収束線が南に停滞したために南関東からの移流の影響を受けにくかったと考えられる。

埼玉県の主な都市及び小山市のOx濃度の経時変化を図12に示す。各地点のOx濃度の最高値と時間は早い順に草加市西町(16時, 0.130ppm)、さいたま市宮原町(17時, 0.145ppm)、鴻巣市及び幸手市(18時, 0.113ppm及び0.103ppm)、羽生市(19時, 0.104ppm)となった。南東から北西に向かって最高濃度を記録した時間が移動していることが確認できる。栃木県に最も近い羽生市においては、ピークが19時と遅く、その後20時に小山市がピークを迎えていることから、明らかに南関東からの移流によるものと考えられる。草加市西町、さいたま市宮原町及び鴻巣市においては、注意報レベルの0.12ppmを超過したが、小山市がピークを迎えた20時の2時間前には既に透過日射量はゼロとなっているため、光化学反応が推進せず、

小山市では高濃度化しなかったと推定される。ピーク時の濃度はさいたま市宮原の0.145ppmを最高として、北上した鴻巣市は0.113ppmと下がり始めたため、小山市がピーク時間に達した時は0.100ppmとなり、注意報レベルには達しなかった。11時のOx濃度は注意報発令予想レベルに達していたが、最も光化学反応が活発になることが予想される11時から13時にかけて、NMHC濃度が低下しており、Oxの生成が抑制され、その後の移流による濃度上昇の速度が遅く、0.12ppmに到達する前に夜になったと考えられる。

#### 3.2.3.2 平成26年7月29日~30日の例

平成26年7月29日~30日に連続した2日間で現地調査を実施したが、この2日間のOx濃度-透過日射量-気温の経時変化を図5(B)及び(C)に示す。両日共に注意報非発令日であった。図5から11時のOx濃度は7月29日が0.055ppm、7月30日が0.06ppmといずれも注意報発令予測濃度を下回っていた<sup>1)</sup>。Ox濃度の最高値は29日が0.111ppm、30日が0.110ppmと、比較的注意報発令レベルの0.12ppmに近い値まで上昇した。局地風型は、29日、30日共に5-4型であった。

埼玉県のOx濃度経時変化を図13に示す。両日も埼玉県は注意報発令レベルまで上昇しておらず、午後に移流の影響を受けて高濃度化しても注意報レベルには達しなかったと考えられる。

#### 3.2.3.3 平成26年8月4日の例

平成26年8月4日のOx濃度-透過日射量-気温の経時変化を図5(D)に示す。11時のOx濃度は0.067ppmと、注意報発令予測濃度を上回り、さらに局地風型は5-4型であったが、13時の0.08ppmが最高値であった。高濃度にならなかった理由としては、14時に透過日射量が急激に減少し、15時にはゼロとなったことから光化学反応が推進されなかった可能性が考えられる。

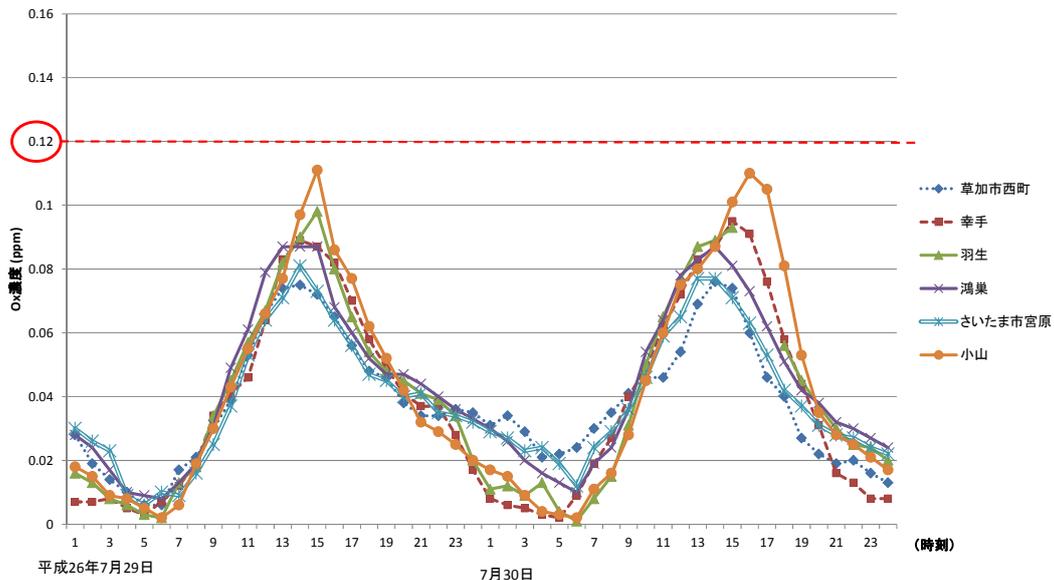


図13 埼玉県及び小山市のOx濃度経時変化

### 3.3 局地風型

平成19～26年度について、小山市を含む県南部における注意報発令日の9時と15時の局地風型の出現頻度を図14に示す。局地風型5-4型が62%と最も多く、次いで4-4型が16%、5-5型が10%と続いた。これら上位3つの風型で全体の88%とほとんどを占めている。

また、9時の局地風型には出現頻度にばらつきはあるものの、1～5型の全ての風型が出現していることから、この時間帯の局地風型はどの型であっても、Oxが高濃度化する可能性はあるといえる。一方、15時は3～5型のいずれかが出現しているが、そのうち85%が4型であり、関東地方を南～南西風が吹き抜けている。また、これらの傾向は毎年同様にみられ、午後に局地風型が4型であること、すなわち南関東方面からの移流の影響がOx高濃度化の条件の一つであることが示唆された。

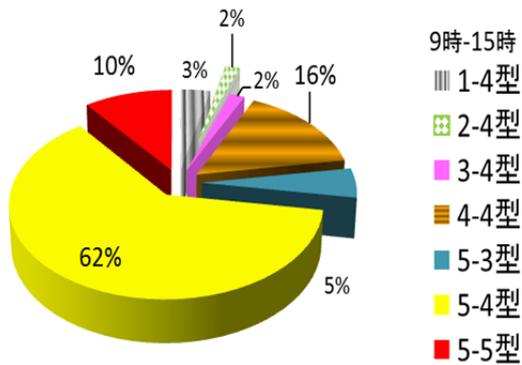


図14 注意報発令日（南部）の局地風型出現頻度  
(平成19年度から26年度まで)

### 3.4 Ox濃度の予測

第3報<sup>1)</sup>で、11時のOx濃度によって、その日が注意報発令水準である0.12ppmに達するかどうかを、約90%の確率で予測できることについて検討した。このことの検証のため、平成22～26年度のOx対策期間（4～9月）の915日間について、毎日11時のOx濃度を図15に示す。なお、注意報の発令日と非発令日が区別できるようにし、後者は月別に表示した。

注意報発令日25日間のうち、11時のOx濃度が0.06ppmを超えた日数は23日間で、全体の92.0%を占めた。一方、データ欠測等を除く非発令日882日間のうち、11時のOx濃度が0.06ppm以下の日数は794日で90.0%を占めた。このことから11時のOx濃度によって、その日が0.12ppmに達するかどうかを、約90%の確率で予測できると考えられた。

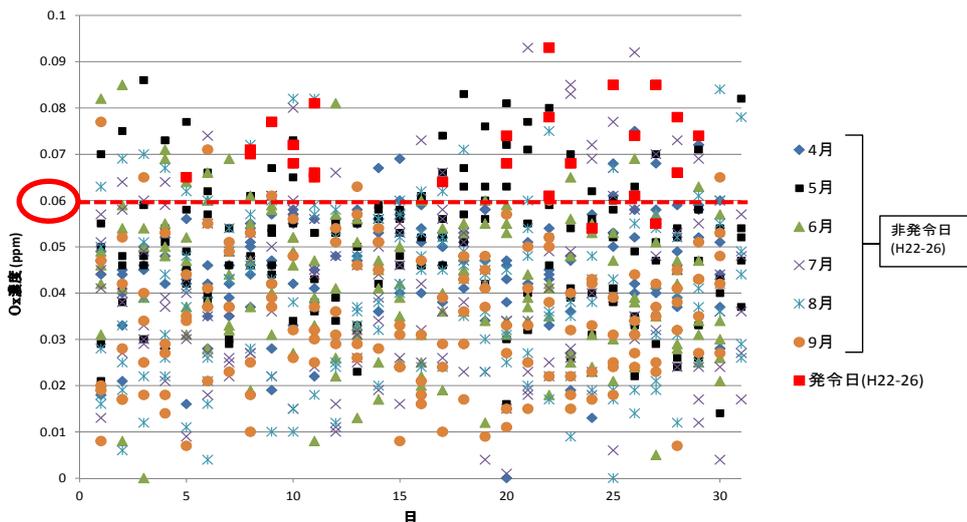
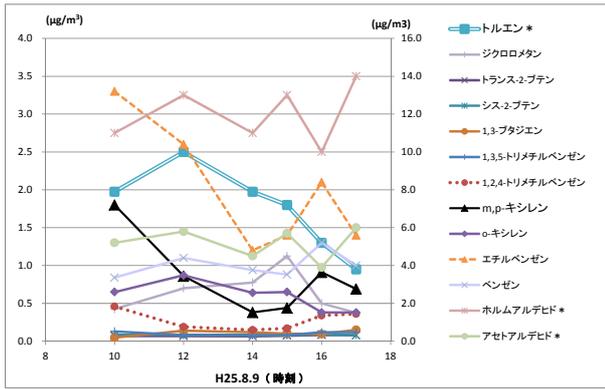
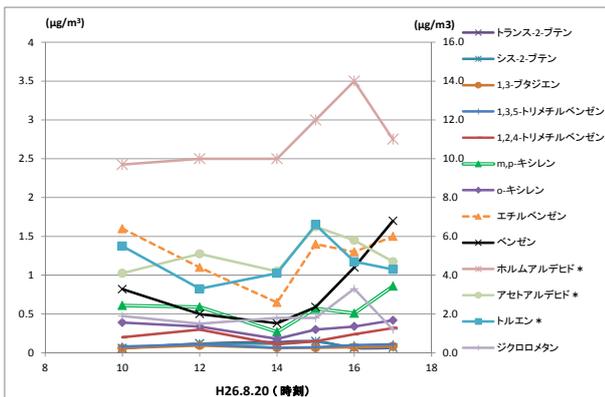


図15 発令・非発令日別11時のOx濃度

(A) 平成 25 年 8 月 9 日



(B) 平成 26 年 8 月 20 日



\*第2軸使用

図 16 VOC 濃度の経時変化 (注意報発令日)

### 3.5 調査日におけるVOCの濃度変化

#### 3.5.1 注意報発令日

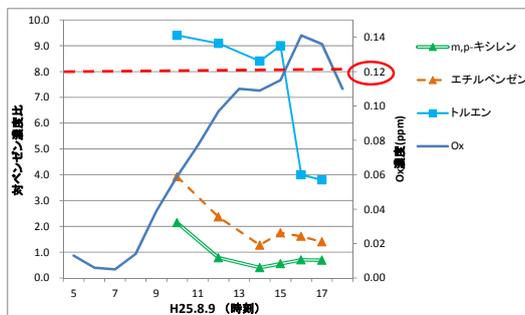
平成26年度に調査を実施した5日間のうち、実際に注意報が発令されたのは8月20日の1日間であった。この日のVOC及びアルデヒドの実測濃度の経時変化と、平成25年度に調査した注意報発令日の8月9日の経時変化を図16に示す。なお、m-キシレン及びp-キシレンは分離定量できないため、m, p-キシレンとして合算値を表示した。

小山市における「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」に基づく届出排出量 (以下「排出量」という。) によると、排出量上位3物質は、平成20年度から変わらずキシレン、エチルベンゼン、トルエンの順であった<sup>7)</sup>。特にキシレンは平成13年度以降、小山市においては一貫して最大排出量物質であり、それ以外の物質と比較して突出して多い。

これら3つの芳香族炭化水素化合物は経時的に濃度が大きく変動していた。一方ベンゼンについては、小山市における届出排出量が平成13年度からほとんど変わらず、0.3t/年とほぼ一定である。また、OHラジカルとの反応速度定数<sup>15)</sup>は $1.22\text{cm}^3/\text{mol}\cdot\text{s}$ 、MIRは0.72と、光化学反応性が低い。これらのことから芳香族炭化水素の濃度変化を検討する際、ベンゼン濃度は光化学反応を受けにくいことから不変と考え、(芳香族VOC成分/ベンゼン)濃度比を指標としてその経時変化によってOx生成に伴う特定のVOC成分の寄与を考察することとした。なお、排出源からの(芳香族VOC成分/ベンゼン)初期濃度比は一定であると仮定した。ベンゼンは光化学反応を受けにくいことから、ベンゼンとの濃度比が減少した時には、光化学反応による芳香族VOC成分の消失が主に起きたと考えられ、一方、ベンゼン濃度またはそれらの濃度比が増加した時には大気組成の変化が生じたと考えられる。

現地調査を実施した注意報発令日の2日間 (平成25年8月9日及び平成26年8月20日) における、キシレン、エチルベンゼン、トルエンについて、それぞれのベンゼン濃度比の経時変化を図17に示す。平成25年8月9日は、午前中にキシレン、エチルベンゼン及びトルエンについて、いずれもベンゼン濃度比が減少しており、光化学反応による消失が起きたと考えられる。しかし平成26年8月20日では、午前中にベンゼン濃度比が減少していたのはトルエンのみであり、キシレン及びエチルベンゼンは、ほぼ横ばいであった。この日は、午前中のキシレンとエチルベンゼンの濃度が低く、光化学反応に関わることができないほどの量が存在せず、そのため主にトルエンが光化学反応の原料物質となったものと考えられる。さらに、トルエンの反応速度が遅いことから、午前中のOx濃度は、比較的穏やかに上昇したと考えられる。午前中のOx濃度と透過日射量との間には高い相関がみられる<sup>1)</sup>ことから、局所的にOx濃度の上昇が起きていると考えられ、VOC濃度の減少はこれを裏付けるものといえる。また、両日共14-15時には3成分共にベンゼン濃度比が上昇しており、

(A) 平成 25 年 8 月 9 日



(B) 平成 26 年 8 月 20 日

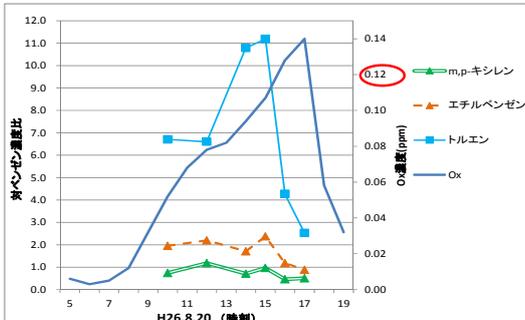
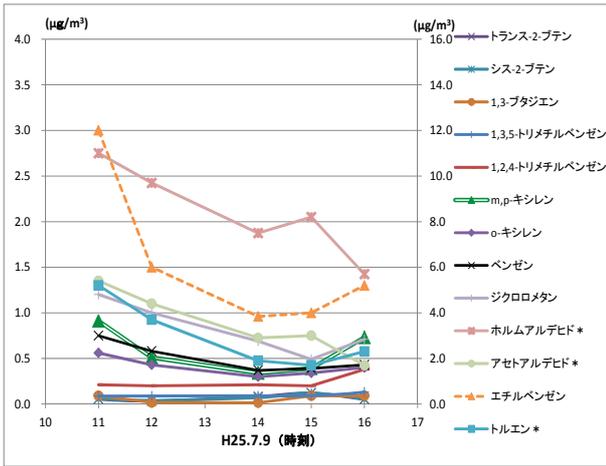


図 17 芳香族炭化水素/ベンゼン濃度比の経過時間変化 (注意報発令日)



\*第2軸使用

図 18 VOC 濃度の経時変化 (注意報非発令日)

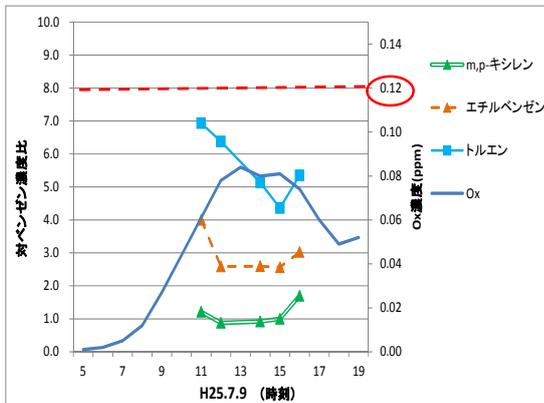


図 19 芳香族炭化水素/ベンゼン濃度比の経時変化 (注意報非発令日)

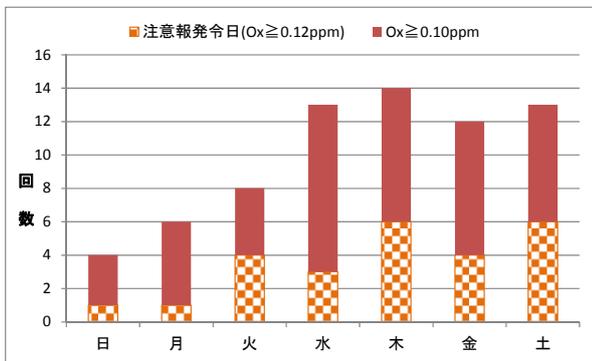


図 20 発令日の曜日出現頻度 (平成 22~26 年度)

大気組成の変化が起きたと考えられる。局地風型は両方ともに5-4型であり、午後15時には南風が吹いていることから、南関東からの移流によってOx濃度が上昇したことが示唆された。

### 3.5.2 注意報非発令日

平成25年7月9日のVOC濃度の経時変化を図18に、芳香族化合物3つのベンゼン濃度比の経時変化を図19に示す。当該日は天気が良く、また夏至からさほど日数がたっていないため、1日の日照時間が12.0時間と極めて長く、12時の透過日射量は371.4Wh/m<sup>2</sup>と、注意報発令日の値並みかそれ以上に達し、Oxの高濃度化に適合した条件を示していたが、注意報発令には至らなかった。

その原因がVOC濃度にあると考え、詳細に検討を行った。11時から12時にかけて芳香族炭化水素濃度のベンゼン濃度比は減少を示しており、11時のOx濃度は0.061ppmと、注意報発令予測の0.06ppmを超えていたにもかかわらず、14-15時以降もほとんどOx濃度は上がらず、結果的にOx濃度のピーク値は13時の0.081ppmであった。ただし、11時から15時までのトルエン及びエチルベンゼンの対ベンゼン濃度比の変化は、それぞれ7から4及び4から2.5であり、m,p-キシレンではほとんど比の変化はなかった。これに対して、図17に示したように、発令日においてはOx濃度が著しく上昇するときに比の値の減少が大きかった。このように大気中のこれらの芳香族炭化水素濃度がOx濃度と大きく関連していることが明らかとなった。

局地風型は5-4型であったが、15時の収束線を見ると、埼玉県東部および栃木県境には東風が吹いており、栃木県内は茨城方面からの東風が栃木県中央部で大きく向きを変え、90度程度曲がって北向きに吹いていた。このことから、南関東からの移流は東風によって栃木県内への流入を阻まれたと考えられ、移流による午後のOx濃度が高くならなかったと考えられる。

また、ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドについては、濃度自体は高かったが、一定の傾向はみられなく、Ox濃度との関連性は認められなかった。これらの成分はMIRが比較的高く、大気中で二次的に生成することが知られている。従って、反応消失及び生成反応の進行による濃度の増減がみられたと考えられる。

### 3.6 高濃度日の曜日出現頻度

過去5年間 (平成22~26年度) において、Ox濃度の一日の最高値が、0.10ppm以上と比較的高くなった70日間について、曜日毎の出現頻度を図20に示す。なお、注意報発令日25日間を区別できるようにした。

0.10ppmとなったのは木曜が計14回と最も多く、次いで水曜と土曜がそれぞれ13回と並んだ。日曜を最少回数として、週明けの月曜から木曜にかけて頻度が増加していることから、産業及び人間活動の影響を受けていると考えられた。

#### 4. まとめ

計14回の現地調査を含む、各種データの分析及び解析等、4年間にわたる本研究の結果から、小山市におけるOx高濃度化の機構として、以下のことが示唆された。

・午前中は、透過日射量とOx濃度の間に高い相関関係がみられたことから、局所的要因による濃度上昇が起きている。

・午後は14-15時の時間帯を境界として、局地風型が4型または5型の時に南関東からの移流により、午前中の分に乗せする形でOx濃度が上昇する。

・埼玉県東部におけるOx濃度の経時変化が小山市の高濃度化の指標となる。埼玉県の最も北東部に位置する羽生市が16時ぐらいまでに注意報発令レベルの0.12ppmを超過すると、小山市もその1~2時間後にそのレベルに達する傾向にある。

・小山市において、11時にOx濃度が0.06ppmを超過すると、その日の午後に、注意報発令レベルになる必要条件を満たしたと予測できる。

・Ox濃度削減対策としては、午前中の局所的Ox濃度上昇を極力抑えることが必要と考えられる。特にOxが高濃度になる7,8月に、キシレン・トルエン・エチルベンゼンといった芳香族化合物の排出量を削減することが重要である。中でもキシレンは、県南部において届出排出量が多い地域があり、光化学反応性も高いことから、削減の方策を検討する必要があると考えられる。

・南関東からの移流の問題に代表されるように、Ox濃度削減は広域にわたる地域全体の課題であることから、近隣県等に広く情報提供することが必要である。

#### 5 参考文献

- 1) 齋藤由実子他, 栃木県における光化学オキシダントの特性解析調査(第1~3報), 栃木県保健環境センター年報 第17~19号, 2011~2013
- 2) 栃木県, とちぎの青空 大気汚染常時監視測定結果報告書(平成24年度)  
(<http://www.pref.tochigi.lg.jp/d03/eco/kankyou/hozen/aozora.html>)

- 3) 気象庁, 過去の気象データ検索  
([http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec\\_no=41&prec\\_ch=%93%C8%96%D8%8C%A7&block\\_no=0341&block\\_ch=%8F%AC%8E&year=&month=&day=&view=](http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=41&prec_ch=%93%C8%96%D8%8C%A7&block_no=0341&block_ch=%8F%AC%8E&year=&month=&day=&view=))
- 4) 国立天文台, こよみの計算  
(<http://eco.mtk.nao.ac.jp/cqi-bin/koyomi/koyomi/cgi>)
- 5) 立正大学地球環境科学部環境システム学科 中川清隆, 太陽方位、高度、大気外日射量の計算  
([http://es.ris.ac.jp/~nakagawa/met\\_cal/solar.html](http://es.ris.ac.jp/~nakagawa/met_cal/solar.html))
- 6) 自然科学研究機構 国立天文台, 理科年表オフィシャルサイト  
([http://www.rikanenpyo.jp/FAQ/kisyo/faq\\_kisyo\\_005\\_sanko.html](http://www.rikanenpyo.jp/FAQ/kisyo/faq_kisyo_005_sanko.html))
- 7) 環境省, PRTR インフォメーション広場  
(<http://www.env.gov.jp/chemi/prtr/risk0.html>)
- 8) 環境省, 環境省大気汚染物質広域監視システム「そらまめ君」ホームページ  
(<http://soramame.taiki.go.jp/>)
- 9) 光化学オキシダント調査検討会, 光化学オキシダント調査検討会報告書, 平成26年3月
- 10) California EPA: Tables of Maximum Incremental Reactivity (MIR) Value (2010)
- 11) 有害大気汚染物質測定方法マニュアル, 環境省水・大気環境局 大気環境課, 平成23年3月
- 12) 気象庁, 平成25年報道発表資料, 平成26年9月1日, 夏(6~8月)の天候
- 13) 栃木県, 栃木県大気汚染予測業務, 平成16年度報告~平成26年度報告
- 14) 埼玉県, 大気汚染常時監視システムホームページ  
(<http://www.taiki-kansi.pref.saitama.lg.jp/kan-kyo/main>)
- 15) Roger Atkinson and Janet Arey, Atmospheric Degradation of Volatile Organic Compounds, Chem. Rev. 2003, 103, 4605-4638



# V 研究ノート



## 栃木県感染症情報センターにおける情報提供内容の検討（第2報）

企画情報部

舟迫 香 石下 敏伸 津久井 哲夫

岡本台病院 薬剤科

和泉 真実

### 1 はじめに

現在、感染症サーベイランスは、感染症法に基づく感染症発生動向調査事業実施要綱に基づき実施されており、当所企画情報部に設置されている栃木県感染症情報センター（以下「当センター」という。）もその一部の役割を担っている。しかしこれまで還元している情報やホームページ上に掲載している情報の活用状況等の分析・評価を行っていなかったことから、2013年度より感染症情報に関する調査研究を実施した。

2013年度に実施した研究<sup>1)</sup>では、対象ごとに異なる感染症情報ニーズの具体的内容が明らかになった。また病原体サーベイランス検査は、地域で流行する感染症の定期的な検体提供について医療機関や保健所の協力を仰ぎ、県全体の感染症の流行状況をより適正に把握していく必要性が示唆された。

これらのことから、感染症予防対策に関わる者の情報ニーズを明らかにし、効果的な情報提供内容や方法を検討する必要がある。

本研究の目的は、当センターにおける情報提供機能に関わるニーズについて明らかにし、情報提供内容等を検討することである。

### 2 研究方法

#### 2.1 質問紙調査

##### 2.1.1 対象

患者定点医療機関（サーベイランス担当者）89機関（うち20機関が病原体定点医療機関を兼ねる。）

##### 2.1.2 期間

2014年7月30日～8月29日

##### 2.1.3 方法

郵送により調査票（患者定点医療機関用、病原体定点医療機関用）を配付し、FAXにより調査票を回収

##### 2.1.4 内容

当センターホームページの利用状況、感染症情報の収集先、今後活用したい感染症に関する情報、病原体サーベイランスの検体提供に関すること

#### 2.2 インタビュー調査

##### 2.2.1 対象

県内6保健所及び県健康増進課の7機関（感染症発生動向調査を担当する者）

##### 2.2.2 期間

2014年12月1日から2015年2月28日

##### 2.2.3 方法

インタビューガイドを用いた半構造化面接

##### 2.2.4 内容

感染症情報提供の状況、病原体サーベイランスで支障となること、病原体サーベイランスで必要と考えること

#### 2.3 当センターホームページアクセス数調査

##### 2.3.1 対象

2011年5月1日から2015年2月15日までのホームページアクセス数

（2014年6月22日～9月13日はサーバー切り替えのためデータなし）

### 3 研究結果

#### 3.1 質問紙調査

##### 3.1.1 回収率

患者定点医療機関 65.2% (58/89 機関)

病原体定点医療機関 55.0% (11/20 機関)

##### 3.1.2 患者定点医療機関からの回答 (58 機関)

当センターのホームページの閲覧ありは55.2% (32機関) だった (図1)。

また感染症情報の収集先(複数回答)で多かったのは、保健所から提供される情報72.4% (42機関)、マスメディア53.4% (31機関)、国立感染症研究所のホームページ34.5% (20機関)、当センターのホームページ27.6% (16機関) だった。

今後活用したい感染症情報(単一回答)で多かったのは、感染症に関する施策34.5% (20機関)、話題の疾病情報25.9% (15機関)、療養指導に関連する資料17.2% (10機関)、病原体検査に関する情報13.8% (8機関) だった。

##### 3.1.3 病原体定点医療機関からの回答 (11 機関)

病原体サーベイランスの検体提供の頻度は、「ほとんど検体提供したことがない」が5機関と多かった(図2)。

検体提供で支障となること(複数回答)で多かったのは、「定点疾患の患者が少ない」3機関、「検体搬入の手続きが煩雑」3機関、「患者への負担」2機関だった。

検体提供に必要なだと考えること(単一回答)で多かったものは、「病原体情報の提供」3機関、「依頼文書や同意書の作成」2機関、「検体提供の手続きの整理」2機関だった。

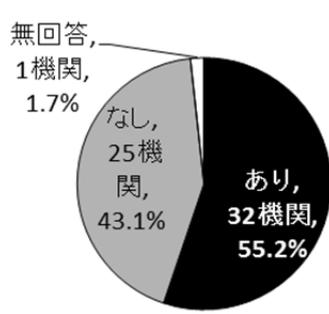


図1 栃木県感染症情報センターホームページ閲覧の有無(N=58)

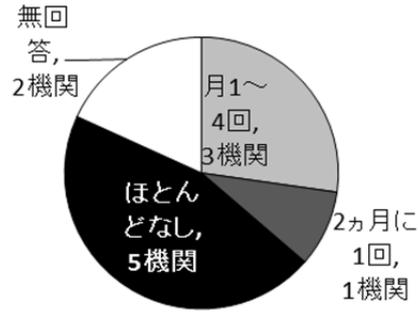


図2 病原体サーベイランス検体提供の頻度(N=11)

表1 保健所が行う感染症の情報提供の状況

	情報発信の内容(頻度と回答機関数)
定期的実施	<ul style="list-style-type: none"> <li>医療機関を対象にサーベイランス委員会資料と感染症情報センターが作成している週報情報(疾患別のグラフ)をFAXで送付している(月1回、1機関)</li> <li>保健所ホームページに週報情報を掲載している(週1回、1機関)</li> <li>そのとき話題となっている感染症等の情報について、医療機関にはFAX、県民にはホームページで発信している(月1回、1機関)</li> </ul>
流行時等に実施	<ul style="list-style-type: none"> <li>国から通知が発出されたときや、海外で異常な流行が報告されているときなど、情報サマリーを保健所で作成し、医師会及び各医療機関あてメール送付している(1機関)</li> <li>感染症予防機動班の際に、幼稚園・保育園等の施設に、感染症予防に関する情報を提供している(1機関)</li> <li>保健所ホームページに掲載している(1機関)</li> </ul>

表2 感染症発生動向調査担当者が病原体サーベイランスの実施で必要と考えること

カテゴリ	サブカテゴリ(回答機関数)
医療機関との共通理解と連携	<ul style="list-style-type: none"> <li>病原体サーベイランスの目的について<b>医療機関の理解を得ること</b>(1機関)</li> <li><b>検体採取の説明に用いる詳細な情報提供</b>(検査資材・保存方法)があること(1機関)</li> <li>医療機関が検体採取の際説明とともに渡す依頼文書や同意書のひな形が提供されること(2機関)</li> </ul>
保健所の業務負担軽減	保健所担当者の検体回収・搬入のために <b>時間を拘束されないこと</b> (1機関)
保健所サーベイランス担当初任者への支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>初任者対象の研修会開催等、<b>サーベイランスの理解を促進すること</b>(3機関)</li> <li>NESID入力等の<b>初任者向けマニュアル等を整備すること</b>(1機関)</li> </ul>
サーベイランス情報の提供	<ul style="list-style-type: none"> <li>病原体検査結果通知時、それ以外の<b>疫学情報提供</b>があること(3機関)</li> <li><b>学校欠席者情報収集システムとの連携</b>ができること(1機関)</li> <li>県内の<b>インフルエンザ薬剤耐性菌の検出情報</b>が迅速に提供されること(1機関)</li> <li><b>食中毒と集団のデータ</b>がリンクする資料の提供があること(1機関)</li> </ul>

### 3.2 インタビュー調査

保健所が行う感染症の情報提供の状況(表1)は、保健所によってバリエーションがあり、定期的実施するものと、流行時や必要時に実施するものがあつた。定期的実施するものの具体的な方法や内容は、月に1回あるいは週に1回の頻度で、県民向けには保健所のホームページ、関係者にはFAXでその時期のサーベイランス情報を発信していた。流行時あるいは必要時に実施するのは、感染症対策に関する国の通知が発出された際や日々の感染症予防対策の一環として行われる感染症予防機動班など県民の生活の場に向かう際に、感染症予防に関する情報を提供している等があつた。

病原体サーベイランスの実施で必要と考えること(表2)では、病原体サーベイランスの目的について医療機関の理解を得ることや検体採取の説明に用いる詳細な情報提供に関連した「医療機関との共通理解と連携」、保健所担当者の時間が拘束されないことに関連した「保健所の業務負担軽減」があつた。また、保健所で初めてサーベイランスを担当することになった初任者に対し、研修会の開催やマニュアルの整備に関連した「保健所サーベイランス担当初任者への支援」や、病原体検査結果通知の際、検査結果以外の全国や過去の病原体情報といった疫学情報の提供があることに関連した「サーベイランス情報の提供」に関するものがあつた。

表3 栃木県感染症情報センター  
TOPページアクセス数推移(年別)

年	アクセス数	週平均
2011	10773	207.2
2012	15342	295.0
2013	18048	347.1

(18週から翌年17週までを1年とした)

表4 栃木県感染症情報センター最新の患者情報ページ  
アクセス数ピーク推移(週別)

年	アクセス数	ピーク週	ピーク期間
2012	446	4週	1/23~1/29
2013	610	2週	1/7~1/13
2014	1055	5週	1/27~2/2
2015	2114	3週	1/12~1/18

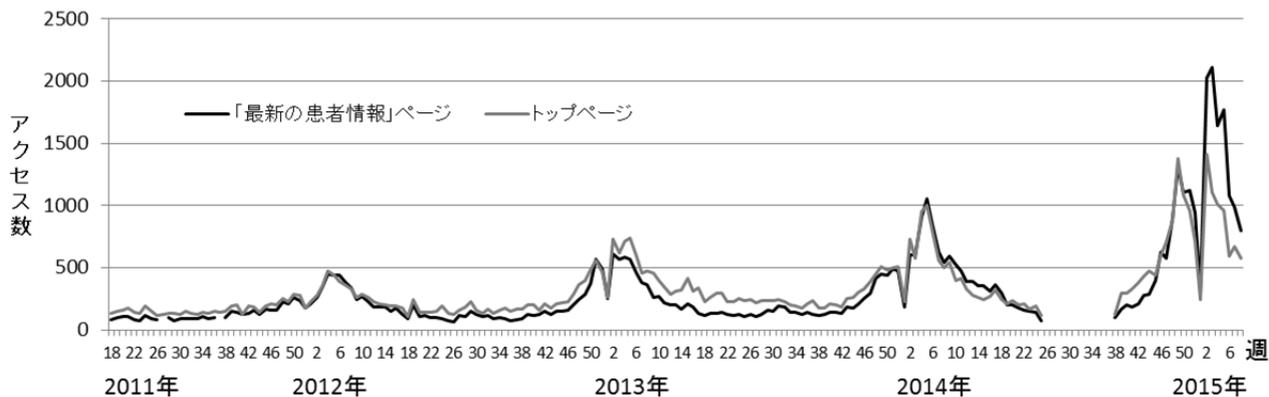


図3 栃木県感染症情報センターアクセス数推移(週別)

### 3.3 当センターホームページアクセス数調査

年別アクセス数の推移は、年々増加し2011年と2013年を比較すると1.7倍に増加していた(表3)。第1報の研究結果から、当センターホームページの認知度やアクセシビリティの向上が課題と考え、2014年10月からメーリングリストの運用を開始した。例年冬期は第46週(11月)から翌年第10週(3月)にかけて、感染性胃腸炎やインフルエンザの流行があり、ホームページのトップページのアクセス数は増加するが、メーリングリストで「最新の患者情報」というページの更新情報を毎週発信したところ、そのページのアクセス数は2012年と2015年のピーク比で4.7倍に急増した(表4・図3)。

## 4. 考察

### 4.1 当センターが提供する情報内容の充実

調査結果から、当センターが提供する情報内容の閲覧頻度が年々増加し、医療機関を始めとする関係機関が感染症情報を活用していると考えられた。情報ニーズの高いものとして、警報・注意報などの感染症流行状況、感染症に関する施策、そのときに話題となっている感染症、病原体情報があることから、今後はこれらの内容を検討し、ホームページコンテンツの充実を図る必要がある。

### 4.2 保健所・医療機関・県健康増進課等との連携によるサーベイランス体制の強化

病原体サーベイランスの運用の課題として、保健所担当者の検体搬入に要する時間、サーベイランスの目的に

ついて医療機関から理解を得ることなどが考えられた。今後は2014年の感染症法の改正や2016年に施行される病原体検査指針の改訂内容を踏まえ、病原体に関する疫学情報など、地域における感染症対策の強化に活用できる情報を提供する必要がある。

### 謝辞

本研究の実施にあたり、研究協力を御快諾くださいました医療機関関係者の皆様及び保健所・県健康増進課の感染症発生動向担当者の皆様に、心より感謝申し上げます。

## 5 引用文献

- 1) 舟迫香他, 栃木県感染症情報センターにおける情報提供内容の検討(第1報), 保健環境センター年報, 19, 71-74, 2014.

# 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

微生物部

鈴木 尚子 渡邊 裕子<sup>1</sup> 鈴木 兼一 船渡川 圭次  
(<sup>1</sup>前保健環境センター)

## 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 月からは牛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 年度から県内に流通する食肉の食中毒菌等の汚染実態調査を開始した。

今回は平成 26 年度に実施した第 2 回目の調査について報告する。

## 2 材料及び方法

### 2.1 材料

平成 26 年 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 109 検体（鶏肉：ササミ 18 検体、モモ 19 検体、ムネ 21 検体、豚肉：レバー 20 検体、豚肉 31 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、サルモネラ及びカンピロバクターの検出を行った。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は、市販のキット（TaKaRa QuickPrimer（Real Time）シリーズ、QuickPrimer Shiga I 遺伝子、QuickPrimer Shiga II 遺伝子、QuickPrimer InvA 遺伝子、QuickPrimer *Campylobacter* spp.

（16S rDNA）を用い、リアルタイム PCR 法で陽性となった検体について、分離培養を行った。

### 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）

平成 25 年度調査ではサルモネラ属及びカンピロバクター属菌が多く検出されたことから、食中毒等のリスクを検討するため、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。陽性の判定は上記リアルタイム PCR 法を用い、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。

## 3 結果

### 3.1 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。平成 25 年度と同様、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 26 検体中 12 検体（46.2%）、冬季 24 検体中 10 検体（41.7%）、輸入鶏肉において夏季 4 検体中 1 検体（25.0%）、冬季 4 検体中 2 検体（50.0%）、国産豚肉レバーにおいて夏季及び冬季で 10 検体中 2 検体（20.0%）ずつ検出された。*C. jejuni* は、国産鶏肉において夏季 26 検体中 13 検体（50.0%）、冬季 24 検体中 10 検体（41.7%）、輸入鶏肉において冬季 4 検体中 1 検体（25.0%）、豚レバーにおいて夏季 10 検体中 1 検体（10.0%）から検出された。*C. coli* は、国産鶏肉において冬季 24 検体中 1 検体（4.2%）、輸入鶏肉において冬季 4 検体中 1 検体（25.0%）、豚レバーにおいて夏季 10 検体中 1 検体（10.0%）、国産豚肉において夏季 10 検体中 1 検体（10.0%）から検出された。

表 1 平成 26 年度食肉汚染実態調査 食中毒菌等検出状況

		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	
鶏肉	国産	ササミ	10	8	10 (100)	8 (100)	8 (80)	6 (75)	2 (20)	3 (38)	2 (20)	2 (25)	0 (0)	0 (0)
		ムネ	10	11	9 (90)	11 (100)	6 (60)	9 (82)	8 (80)	4 (36)	6 (60)	6 (55)	0 (0)	1 (9)
		モモ	6	5	6 (100)	5 (100)	6 (100)	5 (100)	2 (33)	3 (60)	5 (83)	2 (40)	0 (0)	0 (0)
	計	26	24	25 (96)	24 (100)	24 (92)	20 (83)	12 (46)	10 (42)	13 (50)	10 (42)	0 (0)	1 (4)	
	輸入	モモ	4	4	4 (100)	4 (100)	3 (75)	3 (75)	1 (25)	2 (50)	0 (0)	1 (25)	0 (0)	1 (25)
豚肉	国産	レバー	10	10	9 (90)	9 (90)	9 (90)	9 (90)	2 (20)	2 (20)	1 (10)	0 (0)	1 (10)	0 (0)
		豚肉	10	11	10 (100)	6 (55)	10 (100)	6 (55)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (10)	0 (0)
	輸入	豚肉	5	5	4 (80)	3 (60)	4 (80)	3 (60)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
		計	55	54	52	46	50	41	15	14	14	11	2	2

陽性検体数（検出率%）

3.2 サルモネラ属菌の血清型別及び陽性検体 100 g 当たりの MPN 値

分離されたサルモネラ属菌の血清型別と陽性検体 100 g 当たりの MPN 値を表 2 に示す。分離された 29 検体の血清型は、*S. Infantis* が 18 検体 (62.1%) と最も多く、陽性検体の MPN 値は 30 未満の検体が 18 検体 (62.1%)、100 未満の検体は 24 検体 (82.8%) となった。また、流通時冷凍保存だった陽性検体の MPN 値は 30 未満が 3 検体、92 が 1 検体、430 が 1 検体となった。

3.3 カンピロバクター属菌の陽性検体 100 g 当たりの MPN 値

カンピロバクター属菌陽性検体 100 g 当たりの MPN 値を表 3 に示す。陽性検体の MPN 値は 30 未満から 11,000 以上と幅が広く、100 未満は 14 検体 (48.3%)、100 以上は 15 検体 (51.7%) となった。また、流通時冷凍保存だった陽性検体の MPN 値は 30 未満が 1 検体、36 が 1 検体、230 が 1 検体となった。

表 2 サルモネラ属菌の血清型別及び陽性検体の MPN 値

	血清型	陽性数	サルモネラ属菌 MPN値							
			<30	36	74	92	150	230	430	
夏季	鶏肉 国産	<i>Infantis</i>	10	7(1)	1	1	1			
	鶏肉 国産	<i>Thompson</i>	1	1						
		<i>Manhattan</i>	1			1(1)				
	輸入	<i>Infantis</i>	1	1(1)						
	豚肉 レバー 国産	<i>Typhimurium</i>	1	1						
		型別不能	1	1						
冬季	鶏肉 国産	<i>Infantis</i>	7	2	1			1	2	1
	鶏肉 国産	<i>Manhattan</i>	2	2						
	鶏肉 輸入	<i>Schwarzengrund</i>	1		1					
	豚肉 レバー 国産	<i>Gloucester</i>	1	1(1)						
		<i>Heidelberg</i>	1							1(1)
	豚肉 レバー 国産	<i>Typhimurium</i>	1	1						
	<i>Derby</i>	1	1							
計			29	18	3	1	2	1	2	2

陽性検体数 (流通時冷凍保存の検体数 : 再掲)

表 3 カンピロバクター属陽性検体の MPN 値

	血清型	陽性数	カンピロバクター・ジェジュニ/コリ MPN値																		
			<30	30	36	74	92	110	150	210	230	270	380	930	1500	2400	4600	11000	>11000		
夏季	鶏肉 国産	<i>C.jejuni</i>	13	3	1	2		1			1	1(1)		1	1			1		1	
	豚肉 レバー 国産	<i>C.jejuni</i>	1				1														
		<i>C.coli</i>	1	1																	
冬季	豚肉 国産	<i>C.coli</i>	1					1													
	鶏肉 国産	<i>C.jejuni</i>	10	2		1			1		1	1					1	1	1	1	
		<i>C.coli</i>	1													1					
	鶏肉 輸入	<i>C.jejuni</i>	1			1(1)															
		<i>C.coli</i>	1	1(1)																	
計			29	7	1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2

陽性検体数 (流通時冷凍保存の検体数 : 再掲)

4 考察

(1) 今回の調査結果でも、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、国産鶏肉の約半数から季節を問わずサルモネラ属菌及びカンピロバクター属菌が検出された。平成 25 年度の調査結果と比較すると若干の差異はあるものの、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は依然改善がなされていないことが示唆された。

(2) サルモネラ属菌は平成 25 年度の調査において国産鶏肉等から多く検出されたため、平成 26 年度はサルモネラ属菌の定量を行ったところ、MPN 値が 100 未満のものが 82.4% 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、輸入鶏肉で陽性となった検体の MPN 値が 430 と高値を示したことから、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た。血清型においては、国産鶏肉からは *S. Infantis* が多く分離されており、養鶏場ブロイラーの糞便から分離される血清型もそ

の約 70% が *S. Infantis* であるとの報告があることから<sup>1)</sup>、国産鶏肉のサルモネラ属菌による汚染は、食肉処理段階での腸内容物の汚染が原因であると考えられた。

(3) カンピロバクター属菌においても平成 25 年度調査で国産鶏肉等から多く検出されたため定量を行ったが、MPN 値が 100 以上の検体が 51.7% と半数を超えた。*C. jejuni* の発症最少菌量は、ヒトの投与実験で 100~1000cfu と報告されており<sup>2)</sup>、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。鶏では、腸内容物 (糞便) 1g 中に *C. jejuni* を 100 万~1000 万個 (cfu) 保菌しているものがあり<sup>2)</sup>、鶏肉におけるカンピロバクター属菌の高度な汚染は、食肉処理の中抜き (内臓出し) 工程での腸内容物の付着が原因であると考えられた。また、輸入鶏肉で陽性となった検体の 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。

平成 26 年食中毒発生事例（速報）を見てみると、事例 970 件のうちカンピロバクター・ジェジュニ/コリを原因物質とする事例が 306 件（31.5%）、そのうち食肉等を原因食品と判明又は推定される事例が 87 件（28.4%）報告されている<sup>3)</sup>。これらの報告は、食肉等の生食や加熱不十分の食肉等の提供の危険性を改めて示している。

今回の調査においても、県内流通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ていることならびに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とから、今後も汚染状況のモニタリングは継続

し、食中毒防止啓発の一助としたい。

## 5 参考文献

- 1) 食品安全委員会, 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）, 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) 厚生労働省, 平成 26 年（2014 年）食中毒発生事例（速報）

## 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

微生物部

桐谷 礼子 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を吸入することにより発症する感染症で、H12～H14年に公衆浴場を原因施設とする死亡事故が発生し全国的に問題となった。その後、入浴施設に対する規制が始まり、栃木県ではH17年に公衆浴場法および旅館業法に係る条例を改正し、それぞれ浴槽水の水質基準を定め、レジオネラ属菌については「検出されないこと（10cfu/100mL未満）」と規定した。また、同年にレジオネラ属菌調査等実施要領を策定し、健康福祉センターで採水した検体を当センターで検査する制度を開始した。

今回、H24～H26年度の3年間の成績をとりまとめたので報告する。また、本県のレジオネラ属菌の汚染実態について、H15～H17年度及びH21～H23年度との比較を行ったところ、条例改正に基づく指導の効果と今後の課題について知見を得たので併せて報告する。

### 2. 材料及び方法

#### 2.1 検体

H24～H26年度のレジオネラ属菌調査等実施計画及びレジオネラ症患者関連調査により搬入された浴槽水 367検体、プール水 80検体、冷却塔水 22検体を対象とした。

#### 2.2 検査方法

レジオネラ属菌は、検体を冷却遠心法で100倍に濃縮し加熱処理した後、MWY寒天培地に100 $\mu$ L塗抹し37 $^{\circ}$ C7日間培養した。発育したレジオネラ様集落は、斜光法によりモザイク様光沢の有無、システイン要求性を確認し、Oxoidのレジオネララテックステストで型別を行った。

### 3. 結果及び考察

#### 3.1 H24～H26年度レジオネラ属菌調査等の結果

##### 3.1.1 レジオネラ属菌の検出状況

図1にレジオネラ属菌の陽性率を示す。浴槽水367検体中78検体(21.3%)、プール水80検体中0検体、冷却塔水22検体中8検体(36.4%)だった。検出したレジオネラ属菌の菌数を表1に示す。冷却塔水の陽性率は浴槽水に比べ高かったが、菌数は最大値280cfu/100mLと少なく、感染リスクが高いといわれる $10^3$ cfu/100mL以上の検体は無かった。

浴槽水の陽性率は冷却塔水よりも低い、菌数は $10^3$ cfu/100mL以上が27%と多く、最大値は47,000cfu/100mLで、感染の危険性が高いと示唆された。

浴槽水は水質基準等が定められているが、冷却塔水やプール水には基準は無い。汚染実態調査として始まった

が、実態を把握した現状では、調査対象は感染リスクが高く基準の定められた浴槽水へシフトすべきであろう。

##### 3.1.2 浴槽水のpHによる陽性率の比較

浴槽水のpHは、5～6が5検体、6～7が39検体、7～8が142検体、8～9が88検体、9を超えるのは39検体、不明は54検体だった。各pHのレジオネラ属菌陽性率は11.4%～39.2%であり(図2)、pHの違いからは、はっきりした傾向はみられなかった。

##### 3.1.3 循環の有無による比較

循環の有無が確認できたのは247検体で、120検体は不明であった。循環有りの浴槽水で171検体中20検体(11.7%)、循環無しで76検体中28検体(36.8%)からレジオネラ属菌が検出された(図3)。配管等の複雑な循環浴槽で汚染が危惧されるが、今回は、循環無しの浴槽水での対策を講じることが重要であると明らかになった。

##### 3.1.4 残留塩素濃度による影響

県の細則では、浴槽水の残留塩素(以下、「残塩」と略す。)濃度は0.2～0.4ppm程度を保持するよう維持管理基準を定めている。しかし循環無しの浴槽については、ただし書で「この限りではない」と除外されている。

残塩の有無によるレジオネラ属菌の陽性率の比較(図4)では、残塩が不検出(0.05ppm未満)の場合は109検体中58検体(53.2%)と高く、残塩有り(0.05ppm以上)では258検体中20検体(7.8%)にすぎなかった。

残塩濃度別(図5)では、濃度に依存して陽性率は下がり、0.3ppm以上の各カテゴリーでは1割未満となる。このように残塩の保持は、一定の効果を現すことが示された。図6にレジオネラ属菌の陽性検体について循環の有無別に残塩濃度の内訳を示した。循環有り無しのいずれも0.05ppm未満が最も多く、循環無しでは75%を占めていた。今回の結果から、残塩保持の除外規定がある循環無し浴槽でも、残塩はレジオネラ対策に有効であると推測される。循環無し浴槽での塩素剤投与の指導については今後検討が必要であろう。

一方で、残塩濃度0.2～0.4ppmで60検体中7検体、0.4ppm以上でも151検体中3検体からレジオネラ属菌が検出された。レジオネラ対策として塩素剤の追加は即効性があり一定の効果をあげるが、配管・濾過器の洗浄、毎日換水、浴用剤の使用停止、濾材の交換、浴槽の清掃などの基本的な衛生対策を講じることが、根本的な改善につながると考える。

##### 3.2 浴槽水からのレジオネラ属菌検出状況の推移

栃木県における陽性率(図7)は、H15～H17年度は32.2%だったが、H17年の条例改正で健康福祉センター

の監視と衛生指導が始まり H21～H23 年度は 21.3%と 10%以上も減少した。しかし、その後 H24～H26 年度の陽性率は変わらず 21.3%である。

本県以外のレジオネラ属菌の検出状況は、規制前の全国の温泉水の調査（関東地方）は 30.7%、東京都では 24～36%であり、栃木県 32.2%は同様の値を示している。

規制後の調査では、東京都 9.7% (H21)～山梨県 14.0% (H18～H21) と本県の 21.3%よりも低く、また年々減少傾向を示している。本県の H21 年度以降の検出状況が 6 年の間変わらないことから、現状の監視指導ではこれ以上の改善は難しいと考える。汚染の低減のためには、新たな対策を講じる必要がある。

### 3.3 今後の課題

本県でも条例改正に基づく指導により一定の効果はあったが、いまだに陽性率は 2 割以上あり、現状の指導方法ではこれ以上の汚染の低減は難しい。一方で、全国のレジオネラ症患者は H22 年以降増加傾向にあり、H25 年は 1111 人（死亡 13 人）にのぼり、レジオネラ症対策のためには、行政によるより効果的な衛生指導が必要である。そのためには、環境衛生監視員が主体となって、効果的な衛生指導を検討することが必要であろう。

#### 3.3.1 適切な監視・調査の実施

「H26 年度レジオネラ属菌調査等実施計画」における対象施設別の検体数の割合は、水質基準のある公衆浴場・旅館で 4.9%（100 検体/2042 施設）と低く、基準の無い冷却塔水・プールでは 9.7%（50 検体/516 施設）と高い。調査開始時は、環境中の汚染実態の解明が目的であったが、今後は、本来の目的である「効果的な衛生管理を究明し、かつ適切な衛生管理の徹底」を指導するため、調査対象の配分を見直す時期に来たと考える。

#### 3.3.2 効果的な指導方法検討のためのデータ収集

今回集計を行ったところ、残塩濃度や循環の有無などが不明でデータの分析に活用できないものがあつた。採水時の聞き取りは、施設の実態を把握する上で重要であり、これによって本県の現状や施設の問題点が把握しやすくなる。また、残塩のほか、泉質、浴槽の管理状況（換水頻度、乾燥時間、濾過器や配管の清掃頻度など）などあらかじめ調べておけば、結果判明時に問題点を見つける手がかりとなり、迅速で的確な指導につながる。そのためには、項目の漏れが無いように、共通の調査表の作成が必要である。

また、これら項目や判定結果を電子データ化し、健康福祉センターごとにフィードバックできれば、監視施設の選定の資料として、また指導の根拠となるデータとして活用できる。

#### 3.3.3 改善確認の手順の具体化

経験年数の少ない環境衛生監視員をサポートすることも重要である。レジオネラ属菌検出時に迅速かつ効果的な指導を行うためには、改善確認の手順（施設の改善項目の適否の判断、必要な助言、自主検査結果の確認など）を具体的に明文化しておくことよい。

さらに、再度立ち入りし、必要に応じて再採水・拭き取りなどの汚染原調査を行えば、有効な再発防止措置がとれるであろう。

## 4. まとめ

- (1) H24～H26 年度までのレジオネラ属菌の陽性率は、浴槽水では 21.3%で、検出菌数からも感染の危険性が高いと示唆された。冷却塔水は 36.4%と陽性率は高いが検出菌数は少なく、プール水からは検出されなかった。
- (2) 浴槽水では、循環有りよりも、循環無しの方がレジオネラ属菌の陽性率は高かった。
- (3) レジオネラ属菌陽性率は残塩の濃度に依存して下がった。維持管理基準である残塩の保持は、一定の効果を実現することから、循環無しの浴槽でも残塩による消毒を指導することも有効と考える。
- (4) 一方で、残塩 0.2ppm 以上でもレジオネラ属菌が検出され、基本的な衛生対策の重要性を再確認した。
- (5) 浴槽水におけるレジオネラ属菌の陽性率の推移は、H15～H17 年度は 32.2%、H21～H23 年度は 21.3%に下がったが、H24～H26 年度は 21.3%と減少は見られなかった。
- (6) レジオネラ属菌の汚染状況の低減には、次の事項に留意していくことが重要である。
  - ・調査は、公衆浴場・旅館等の浴槽水について重点的に実施していく。
  - ・浴槽水の採水時に共通の調査票により必要な項目を聞き取り、健康福祉センターで効率的な監視、指導の根拠となるデータとして活用する。
  - ・レジオネラ属菌検出時に迅速に対応するために、改善確認の手順について明文化しておく。行政検査・汚染原調査なども再発防止措置として検討する。

表1 陽性検体の菌数の内訳：検体数 (%)

cfu/100mL	10~10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup> ~10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> ~10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> ~10 <sup>5</sup>	計
浴槽水	33 (42.3%)	24 (30.7%)	14 (18.0%)	7 (9.0%)	78
冷却塔水	5 (62.5%)	3 (37.5%)	0	0	8

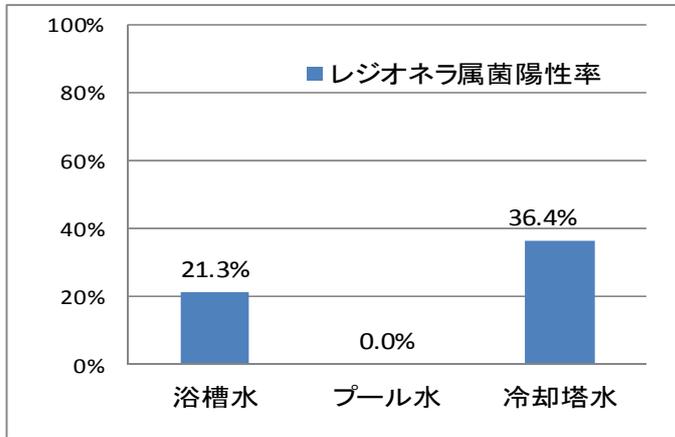


図1 レジオネラ属菌陽性率 (H24~H26)

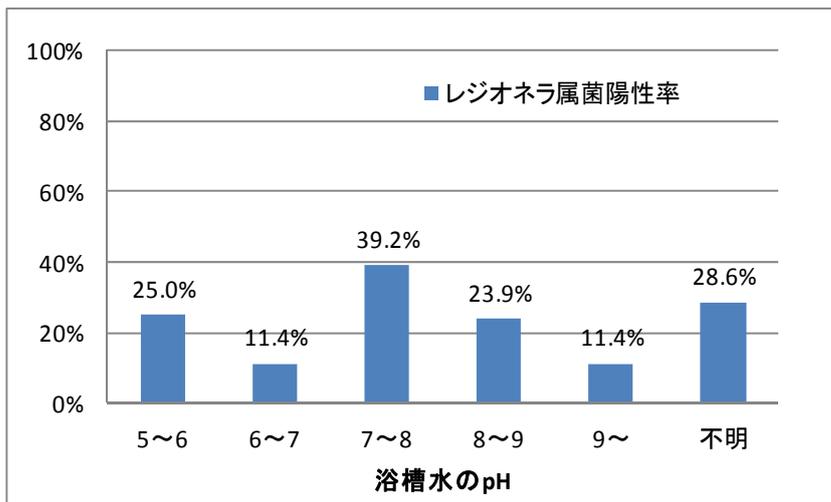


図2 浴槽水の pH による陽性率の比較

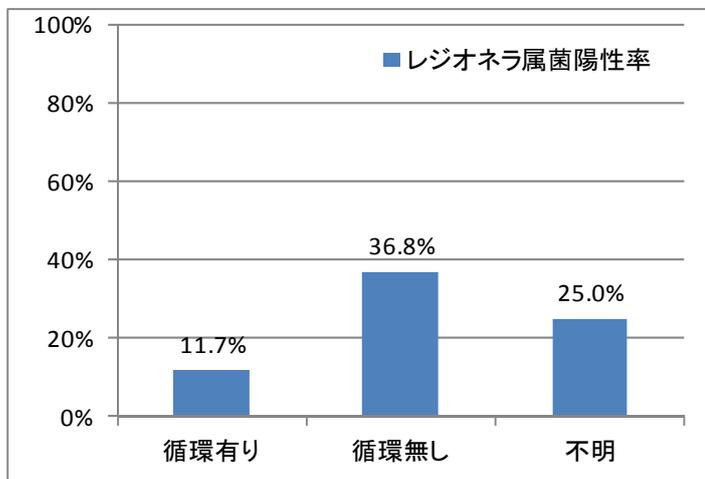


図3 浴槽水の循環の有無による陽性率の比較

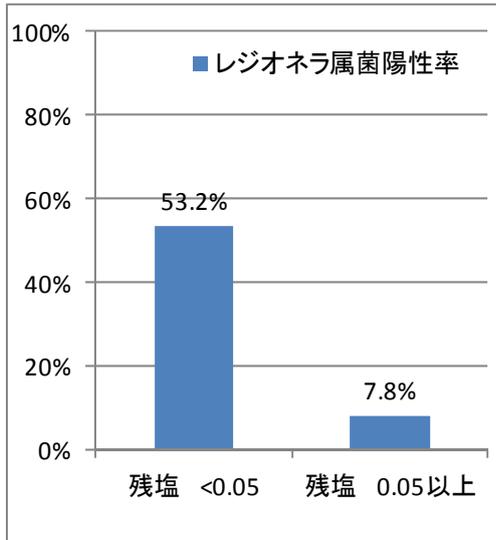


図4 残塩の有無による陽性率の比較

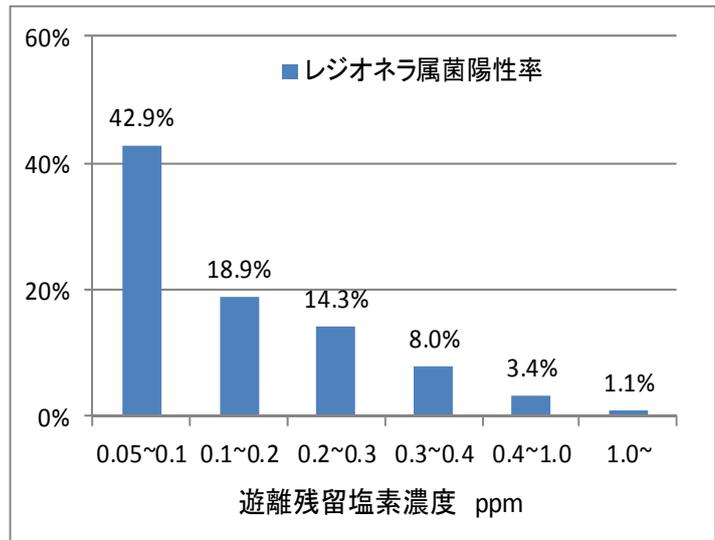


図5 残塩濃度別レジオネラ属菌陽性率

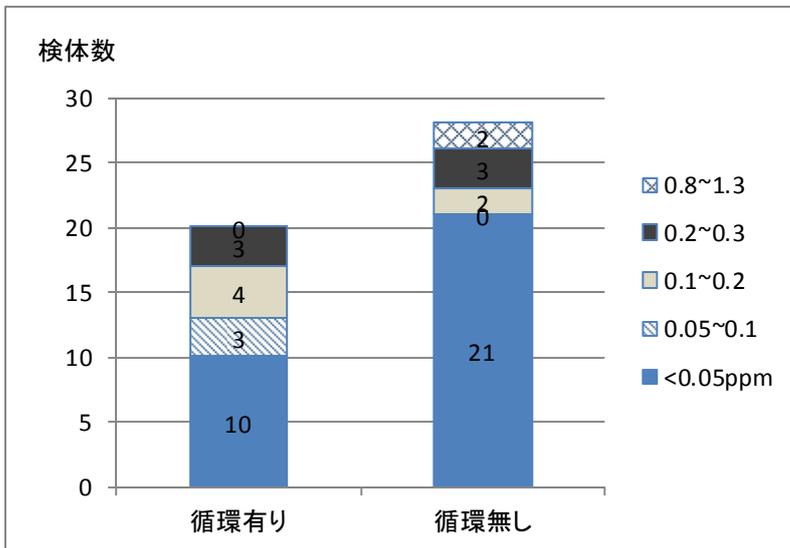


図6 レジオネラ属菌陽性検体の残塩濃度内訳

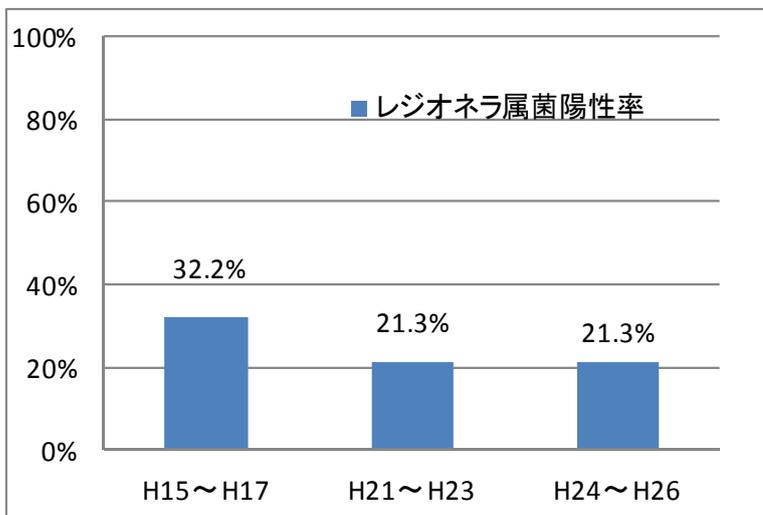


図7 レジオネラ属菌の陽性率の推移

## 民家で発生した塩素臭発生原因について

化学部 金田 治彦 大森 牧子 中島 孝 平野 真弘 高松 香織  
 水環境部 荷見 昭夫<sup>1</sup>  
 大気環境部 石原島 栄二  
 県西健康福祉センター 石原島 晶子 齋藤 明日美  
 (<sup>1</sup>前保健環境センター)

### 1 背景

平成26年8月18日に県内A市の民家で異臭が発生し、住民から市の環境担当課に通報があった。また、消防署が実施した簡易検査により、異臭は塩素が原因との情報を得た。異臭との因果関係は不明ではあったが、付近住民からのどの痛みの訴えもあり、原因究明を行うこととした。どのような経緯により塩素が発生したか等、関係者からの聞き取り、現場にあった木片や土壌などの調査を実施したので報告する。

### 2 調査

異臭は塩素発生が原因であること及び塩素発生の原因物質を特定することを目的とし、現場の状況から塩素発生の可能性を検討することとした。

#### 2.1 調査対象の所在の選定

聞き取り調査の結果、通報者の物置小屋の片付けを受託した業者が、漬け物桶の中身と塩らしき物を庭にまいて処分したところ、その10分～20分後に、まかれたところから泡が出てきたという。また、そこにはいくつかの木片が放置されていた。漬物桶の中にあったもの、塩らしき物、庭にあった木片等が接触したことにより異臭が発生したと考えられたため、漬物桶の中身がまかれた箇所の土と木片を調査対象とした。

#### 2.2 原因物質の特定

異臭の原因物質は、簡易検査により塩素であると考えられたが、塩素の発生源となった物質は木片に浸潤していたものか、漬物桶の中身か、塩らしき物のいずれであるか、また、塩素発生のきっかけとなったものは何かを特定することとした。

##### 2.2.1 調査対象試料

###### (1) 現場にあった木片4検体

塩素臭があり湿っていた部分から2検体(木1、2)、臭いがなく乾いた部分から2検体(木3、4)とした。

###### (2) 現場にあった土

異臭が発生した表土1検体(土1)、異臭が発生した周辺の表土1検体(土2)、異臭発生分の土を保管しておいたもの1検体(土3)とした。

##### 2.2.2 測定項目

###### (1) 臭気の強さ及び種類

試料の臭気の強さ及び種類を官能試験により確認することとした。

###### (2) 発生する気体の種類及び濃度

発生する気体を検知管で確認し、濃度を測定した。

###### (3) 溶出液のpHと残留塩素濃度

関係者からの聞き取りから、木片に塩素臭がするのは、木片に何らかの薬品が浸潤していたためではないかと考えた。木材に使用する薬品を調べたところ、木材の変色を除くものとして、過酸化水素、亜塩素酸ナトリウム、次亜塩素酸ナトリウムを主剤とする漂白剤が市販されている<sup>1)</sup>ことが分かった。また、塩素臭がある木片を触るとぬるぬるした感触があったことから、木1、2には次亜塩素酸ナトリウムのような、酸を添加すると塩素が発生する物質が含まれているのではないかと考え、試料の溶出液を調製し、pH及び残留塩素濃度を確認することとした。

###### (4) 硫酸添加時における塩素発生の有無

(3)で調製する溶出液が着色していると、残留塩素濃度の測定に影響を及ぼすため、酸化還元反応に関与しない硫酸を試料に加え、塩素が発生するかどうか併せて確認することとした。比較試料として、市販されている家庭用漂白剤についても同様に確認した。

##### 2.2.3 測定方法

###### (1) 臭気の強さ及び種類

試料の臭気の強さ及び種類を3人で判定した。

###### (2) 発生する気体の種類及び濃度

試料の一部(木はかさ高さ40mL、土はかさ高さ20mL)を100mL共栓付試験管に採取し、30℃の室温で10分間保持し、気相の塩素濃度を検知管(光明理化学工業(株)製109U)で測定した。

###### (3) 溶出液のpHと残留塩素濃度

試料の10倍量の純水を加え、宮本理研工業(株)製溶出振盪試験装置 MW-YS を用いて200回/分で5分間の振とうを行い、(株)コクサン製 H-80F を用いて3000rpm×20分遠心分離後、上澄みを5Aろ紙でろ過し、溶出液を作成した。

###### ア pH

堀場製作所製pH計F-73を用いて溶出液のpHを測定した。

イ 残留塩素濃度

上水試験用 DPD 簡易試験器（柴田科学(株)製）を用いて、溶出液の残留塩素を測定した。

(4) 硫酸添加時における塩素発生の有無

試料の一部（量は(2)と同じ）を 100mL 共栓付試験管に採取し、市販されている家庭用漂白剤を比較試料として、それぞれ 4N 硫酸を加え、塩素発生の有無を o-トリジンを浸漬したろ紙で呈色を確認した。（図 1）

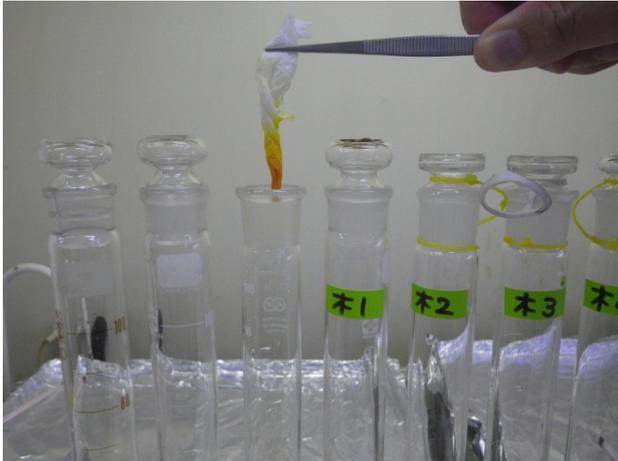


図 1 o-トリジンを浸漬したろ紙による塩素発生確認

2.3 再現試験

現場で起こった塩素発生を再現するため、採取した試料に別途、本検査のために用意した漬物汁を加え、塩素発生を再現できるかを確認した。

2.3.1 調査対象試料

2.2.1 と同じ。

2.3.2 測定項目

漬物汁添加時における塩素発生の有無

2.3.3 測定方法

試料の一部（量は 2.2.3 (2) と同じ）を 100mL 共栓付試験管に採取し、市販されている家庭用漂白剤を比較試料として、別途用意した漬物汁（梅酢 [pH1]）を加え、塩素発生の有無を o-トリジンを浸漬したろ紙で確認した。

3 結果

3.1 原因物質の特定

3.1.1 臭気の強さ及び臭気の種類

結果は表 1 のとおりであり、木 1、2 は合板と薬品の混合臭がし、これらには何らかの薬品が浸潤していると考えられた。木 3、4 に塩素様の臭気はなく材木臭であった。土 1 は弱い漬物臭があり、漬物汁を含んでいると考えられた。

3.1.2 発生する気体の種類及び濃度

木 1、2 の気相で 2ppm 以上の塩素ガスが検出され、これらの臭気は塩素であることを確認した。

3.1.3 溶出液の pH と残留塩素濃度

(1) pH

木 1 の pH は 7.6 で中性であったが、木 2～4 と土 1～3 は 4.2～5.7 の範囲でやや酸性であった。

(2) 残留塩素濃度

木 1、2 では残留塩素がそれぞれ 0.5ppm、6.4ppm 検出され、木片に残留塩素が含まれていた。木 4 と土 3 でそれぞれ 0.5ppm、0.4ppm に相当する呈色があったが、溶出液の色の影響を受け不明確であった。

表 1 木及び土の調査結果

試料	臭気の強さ 及び種類	塩素濃度 /ppm (検知管法)	溶出液		ガス発生の有無 硫酸添加 (o-トリジン 試験紙)
			pH	残留塩素 濃度/ppm (DPD法)	
漂白剤	—	—	—	—	泡(塩素ガス)
木 1	強 (合板臭)	>2	7.6	0.5	泡(塩素ガス)
木 2	強 (合板臭)	>2	4.6	6.4	泡(塩素ガス)
木 3	なし (材木臭)	<0.05	5.2	0.05	変化なし
木 4	なし (材木臭)	<0.05	4.4	0.5	変化なし
土 1	弱 (漬物臭)	<0.05	5.2	0.1	変化なし
土 2	弱 (土壌臭)	<0.05	5.7	0.05	変化なし
土 3	中 (腐敗臭)	<0.05	4.2	0.4	変化なし

表 2 再現試験結果

試料	ガス発生の有無 漬物汁添加 (o-トリジン 試験紙)
漂白剤	泡(塩素ガス)
木 1	泡(塩素ガス)
木 2	泡(塩素ガス)
木 3	変化なし
木 4	変化なし
土 1	変化なし
土 2	変化なし
土 3	変化なし

### 3.1.4 硫酸添加時における塩素発生の有無

家庭用漂白剤及び木1、2に硫酸を添加したところ、黄色の気体が発生した。木1では他より濃い黄色であった。これらはオートリジンを浸漬したろ紙を黄変させたことから、塩素ガスの発生を確認した。DPD 簡易試験で残留塩素を検出した木4や土3では、黄色の気体は確認されず、オートリジンを浸漬したろ紙も黄変しなかった。

### 3.2 再現試験

家庭用漂白剤及び木1、2に漬物汁を添加すると硫酸を添加した場合と同様、黄色の気体が発生した。これらもオートリジンを浸漬したろ紙を黄変させたことから、漬物汁でも塩素ガスが発生することを確認した。

## 4 考察

別途用意した漬物汁を現場にあった木片に接触させることで、塩素の発生を再現できたことから、木片に含まれていた薬品と漬物汁が反応したことにより、塩素ガスが発生した可能性が推察された。

木材加工に使用する薬品には、木材の変色を除くものとして、過酸化水素、亜塩素酸ナトリウム、次亜塩素酸ナトリウムを主剤とする漂白剤が市販されている。このうち、次亜塩素酸ナトリウムは、家庭用の塩素系漂白剤にも使用されており、酸と接触すると塩素ガスを発生することが知られている。また、これに類似したものとして、白色～微黄色固体の次亜塩素酸カルシウム（さらし粉）があるが、水に溶けると次亜塩素酸ナトリウムと同

様、酸と接触すると塩素ガスを発生する。

よって木片には、漬物汁に含まれる酸と反応して塩素ガスを発生させる物質が含まれていたと考えられた。また、現場にあった塩らしきものは、次亜塩素酸カルシウムである可能性もあり、これが水に溶けて木片に浸潤した可能性が考えられた。

## 5 まとめ

このように、民家にあるような身近なものであっても、状況によっては塩素ガスが発生するような事案が起り得る。製造業者は事故を回避するため、薬品に使用上の注意事項を表示し、注意を促しているため、使用者は薬品の注意事項を理解して使用する必要があると考えられた。また、薬品が不要になった場合は、長期間放置せず、注意事項を知らない者が薬品を扱ってしまう危険を回避することも重要である。

今回の調査結果は、警察や消防に情報提供することができた。今後も今回のような事案が発生した場合、関係機関と連携して対応にあたり、県民の安全、安心の確保に努めたい。

## 6 参考文献

- 1) 川上英夫 木材の変色汚染と防除 林産試だより 5号 1981年5月（地方独立行政法人北海道立総合研究機構）

# 栃木県における微小粒子状物質 (PM2.5) 特性調査 (第2報)

大気環境部

館野 雄備 船渡川 茂<sup>1</sup> 石原島 栄二  
(<sup>1</sup>都市整備課)

## 1 はじめに

PM2.5は、大気中に浮遊している2.5 $\mu\text{m}$ 以下の小さい粒子であり、環境基本法第16条による人の健康の適切な保護を図るために、維持されることが望ましい水準として平成21年9月に年平均値15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下、かつ日平均値の年間98%値35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下を環境基準と規定している。

本県においては県内のPM2.5濃度を把握するために、平成27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。

一方、PM2.5による大気汚染は広域的な事象であることから、生成要因、成分並びに発生源寄与等に関して既に各自治体の環境研究所等で共同研究を進めている。本県においても関東地方大気環境推進対策連絡会浮遊粒子状物質調査会議(以下、「関東SPM調査会議」という。)に参加し、栃木県及び関東地方広域のPM2.5の特性等について合同調査を行っている。また、平成25年度から国立環境研究所と地方環境研究所等が実施する共同研究(Ⅱ型)課題である「PM2.5の短期的/長期的環境基準超過をもたらす汚染機構の解明」に参画している。

本稿では、栃木県におけるPM2.5特性を調べるため、県内でも高濃度化する頻度が高い真岡市役所測定局で調査を行ったので、その結果について報告する。

## 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月に新たに設置したものである。

#### 2.1.2 調査期間

平成26年4月1日から平成27年3月31日までを調査期間とした。

#### 2.1.3 調査内容

1時間ごとのPM2.5濃度から、日平均値の年間98%値及び年平均値を算出し、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、平成27年7月時点のとちぎの



図1 常時監視局配置図

青空のデータを用いた。

### 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

サンプリングは、季節ごとに実施した。春季は5月8日から14日及び5月16日から24日まで、夏季は7月23日から8月2日及び8月13日から17日まで、秋季は10月22日から11月5日まで、冬季は1月21日から30日及び2月5日から10日までとした。

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

2台のサンプラー(Thermo Scientific社製、Model 2025D)を用いて、石英フィルター及びPTFEフィルターの2種類のフィルターに同時捕集し、PM2.5中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、最寄りの常時監視測定局のPM2.5濃度の測定データ(以下、「PM2.5濃度(常時監視)」という。)との関連についても検討した。

PM2.5 濃度（質量濃度）の測定は、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）中で、温度 21.5±1.5℃、相対湿度 35±5% の条件で秤量した。

成分分析はマニュアル<sup>1)</sup>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<sup>+</sup>)、アンモニウムイオン (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)、カリウムイオン (K<sup>+</sup>)、マグネシウムイオン (Mg<sup>2+</sup>)、カルシウムイオン (Ca<sup>2+</sup>)、塩素イオン (Cl<sup>-</sup>)、硝酸イオン (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) 及び硫酸イオン (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) の8成分をイオンクロマトグラフ法 (Thermo Fisher SCIENTIFIC 社製、ICS-2100) で測定した。炭素成分についても石英フィルターを用い、元素炭素成分 (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 社製、CAA-202M-D) で測定し、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 PM2.5 (常時監視) の日平均値は、サンプリング時間に合わせて午前 11 時から翌日午前 10 時までの 1 時間値を平均して算出した値とした。

### 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、関東甲信静地域内の他の地点と比較検討を行うため、平成25年度に真岡市で実施した四季調査の結果<sup>2)</sup>を使用した。

#### 2.3.2 調査内容

発生源寄与率の推定方法は、成分分析結果の平均値を各季節について算出し、ケミカルマスバランス法 (CMB法) を用いて線形計画法により計算した。今回使用した発生

表1 使用した発生源プロフィール

	単位: %					
	自動車 排出ガス	重油燃焼	廃棄物 焼却	海塩粒子	土壌・ 道路粉じん	鉄鋼
EC	49.4	30	5.0	2.8E-06	1.28	0.50
Na	0.00764	1.0	12	30.4	1.25	1.36
K	0.0197	0.085	20	1.10	1.27	1.32
Ca	0.146	0.085	1.1	1.17	5.52	4.51
V	0.000725	0.638	0.0027	5.8E-06	0.0108	0.0125
Mn	0.00193	0.012	0.033	5.8E-06	0.106	2.2
Al	0.157	0.21	0.42	0.000029	6.11	0.999

源プロフィールを表1に示す。これは、関東SPM調査会議報告書で使用しているものであり、東京都微小粒子状物質検討会のデータ<sup>3)</sup>を一部改変した発生源プロフィールである。

なお、今回の発生源寄与と解析では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、二次生成粒子の寄与については、二次無機粒子であるNH<sub>4</sub><sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の濃度実測値の和を用いた。

### 2.4 濃度が上昇した日に関する調査

#### 2.4.1 調査地点

四季調査と同様に、真岡市役所屋上で調査を実施した。

#### 2.4.2 調査期間

平成26年4月から平成27年3月まで、四季調査期間を含め通年的に調査を実施した。

調査期間のうち、平成26年度のPM2.5濃度 (常時監視) の日平均値が25 µg/m<sup>3</sup>以上となった日を抽出した。

#### 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、日平均値が25 µg/m<sup>3</sup>以上となった日の発生状況について調査を行った。また、関連因子の濃度は真岡市役所における常時監視局のデータを、気温及び雨量はアメダス真岡観測所の結果を、湿度、気圧及び日射量は宇都宮気象台の測定データを用いた。

これらの結果から、日平均値が25 µg/m<sup>3</sup>以上となった時の傾向や特徴を調査した。

なお、日平均値が25 µg/m<sup>3</sup>以上となった日のイオン成分についても調査を実施したが、今回の報告では関連因子や気象条件について焦点をあてて報告する。

### 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26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、日平均値の年間98%値及び年平均値を表3に示す。

環境基準の達成状況は、測定時間が6,000時間以上である有効測定局(9局)のうち長期基準は全局で環境基準を達成し、短期基準では真岡市役所が35.7 µg/m<sup>3</sup>と基準を超過したが、他の8局では環境基準を達成した。

一般局と自排局では自動車排出ガスの寄与等、PM2.5の特性に相違があると考えられるため、まず一般局間のみでの検討を行った。年平均値については、小山市役所が

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

(達成局数 / 有効測定局数)

表3 常時監視局における有効日数、日平均値の年間98%値及び年平均値

	濃度( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )														
	一般局								非有効測定局*					自排局	
	有効測定局								非有効測定局*					有効測定局	
	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)	360	360	360	361	363	357	365	243	243	243	243	243	361	364	
日平均値の年間98%値	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	
年平均値	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	

\*測定時間が年間6,000に満たなかった局

表4 平成24~26年度における日平均値の年間98%値及び年平均値

	濃度( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )													
	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
日平均値の年間98%値	H24	33.4	33.0	36.3	39.3	22.5	31.7	-	-	-	-	-	36.4	-
	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
年平均値	H24	13.5	11.3	15.2	14.0	5.2	11.9	-	-	-	-	-	13.5	-
	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

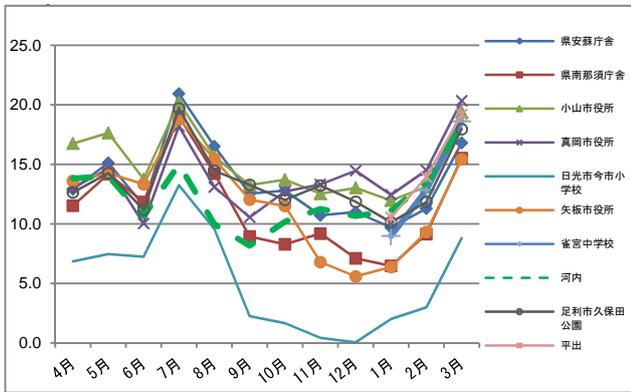


図2 平成24年度PM2.5濃度の経月変化

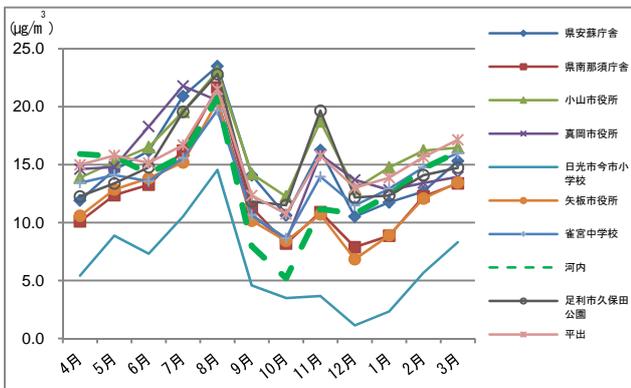


図3 平成25年度PM2.5濃度の経月変化

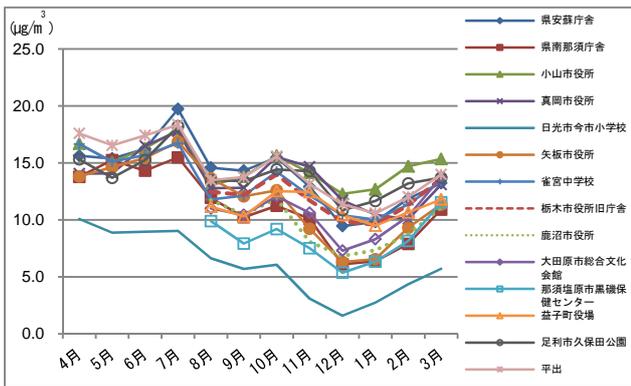


図4 平成26年度PM2.5濃度の経月変化

14.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で最も高く、日光市今市小学校が6.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で最も低かった。それ以外の地点では、県南部地域に位置している県安蘇庁舎及び真岡市役所が、それぞれ14.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及び13.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ とやや高めであった反面、比較的北部に位置する県南那須庁舎及び矢板市役所は、それぞれ11.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及び11.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ とやや低めであった。県の中央に位置する雀宮中学校は13.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、年平均値において、県南地域ほど濃度が高くなる傾向がみられた。

平成26年度の日平均値の年間98%値では、真岡市役所が35.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と最も高く、次いで県安蘇庁舎、雀宮中学校と続いていた。なお、最小値は日光市今市小学校の21.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、他の地点と比較して8.2~14.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 低かった。日平均値の年間98%値は、年平均値と同様に県南地域が高めであるが、県央地域にある雀宮中学校の濃度も同程度に高いことから、局所的にもPM2.5の発生要因が存在すると考えられた。

次に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足利市久保田公園と県安蘇庁舎、平出と雀宮中学校を比較した。年平均値では、足利市久保田公園と県安蘇庁舎の間にはほとんど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低く、平出と雀宮中学校では一般局である雀宮中学校の方がやや高めとなっており、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は見出されず、大きな差はないのではないかと考えられた。

平成24~26年度の日平均値の年間98%値及び年平均値を表4に示す。日平均値の年間98%値は、平成25年度が最も高く、県安蘇庁舎を除いて平成26年度が最も低かった。なお、真岡市役所はいずれの年度も35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過しており、環境基準のうち、短期基準を満たさなかった。一方、年平均値では、平成25年度が最も高かったことは日平均

表6 水溶性イオン成分濃度及び当量比

	水溶性イオン成分濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )								当量比	
	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	nss-Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	nss-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	総カチオン/ 総アニオン	Cl <sup>-</sup> /Na <sup>+</sup>
春	0.13	1.5	0.077	0.014	0.063	0.080	1.1	3.2	1.1	0.41
夏	0.12	1.9	1.1	0.086	0.027	0.068	0.32	6.9	0.99	0.36
秋	0.079	1.8	0.19	0.012	0.096	0.093	2.4	2.4	1.3	0.76
冬	0.095	2.1	0.10	0.014	0.076	0.14	3.4	2.3	1.2	0.98

値の年間98値の場合と同様であったが、平成24及び26年度との差はそれほど大きくなく、平成26年度は平成24年度と同程度であった。

平成24～26年度のPM2.5濃度月平均値の経月変化を図2～4に示す。いずれの年度も、7月に濃度が上昇し、平成25年度については8月などにも濃度が上昇した。また、いずれの地点も月ごとの平均濃度は異なるものの、濃度変化は類似しており、県内の動向は類似していることが示唆された。さらに、平成25年8月の濃度は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。

3.2 真岡市における四季調査

3.2.1 質量濃度及び気象状況

平成26年度の各調査期間におけるPM2.5濃度及び各種気象状況を表5に示す。四季調査期間におけるPM2.5濃度(質量濃度)平均値は夏季で最も高い20.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、次いで秋季で17.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、冬季で14.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、春季で10.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と続いた。四季調査での夏季や秋季におけるPM2.5濃度が高いのは、月平均値の結果(図4)とも一致していた。

3.2.2 成分組成の概要

四季調査における各季節の成分組成の平均を図5(A)～(D)に示す。各季節とも、水溶性イオン成分と炭素成分とで80～90%程度を占めていた。なお、秋季は図5(C)のとおり炭素成分の割合が最も高く、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

それぞれの調査期間における水溶性イオン成分の平均濃度及び総アニオンと総カチオンの当量比を表6に、水溶性イオン成分のうち二次生成粒子の成分であるSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>の濃度を図6に示す。なお、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>及びCa<sup>2+</sup>は、海塩以外に由来する濃度について検討するため、Na<sup>+</sup>濃度から算出した海塩性成分濃度を除いた、非海塩性のnss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>及びnss-Ca<sup>2+</sup>とした。夏季のK<sup>+</sup>及びMg<sup>2+</sup>

が他の季節の結果と比較して顕著に高濃度化しているが、これらは7月26日19:20～21:00に開催された花火大会の影響が大きいと考えられる。これらの金属は、炎色反応や酸化剤として使用されているものであるが、K<sup>+</sup>及びMg<sup>2+</sup>の濃度は、花火大会があった日を除くとそれぞれ0.11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及び0.015 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と、いずれも他の調査期間と同程度であり、このことを支持していた。他のイオンについては、花火大会があった日を除くと塩化物イオンが0.049 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ とやや低かったが、それ以外のイオンはいずれも同程度であった。

二次生成のイオンでは、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>は大きな季節変動はみられなかったが、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>は夏季において顕著に濃度が上昇し、Cl<sup>-</sup>及びNO<sub>3</sub><sup>-</sup>は夏季で濃度が低く、秋季及び冬季で高めであった。夏季のCl<sup>-</sup>及びNO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度が顕著に低いことから、粒子化したNaClにガス化したHNO<sub>3</sub>が作用してHClとなり、粒子からCl<sup>-</sup>が消失するクロリンロス<sup>4)</sup>が起きていること、また硝酸塩が温度上昇によって解離・ガ

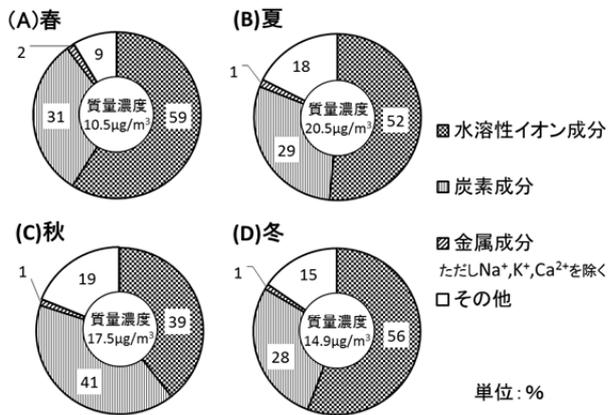


図5 各季節のPM2.5成分組成

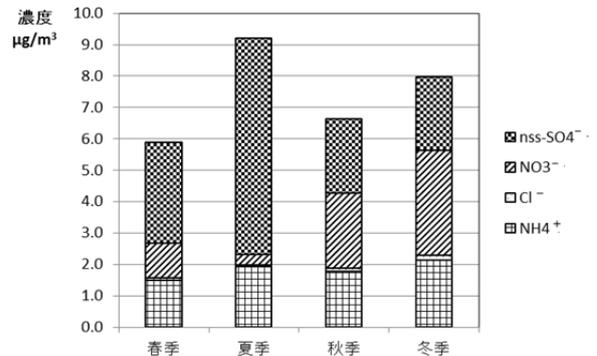


図6 水溶性イオン成分濃度(二次生成寄与分)

表5 四季調査における気象データ

	春		夏		秋		冬	
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
質量濃度( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	10.5 ± 6.2	20.5 ± 13.9	17.8 ± 14.2	14.9 ± 7.1				
気温( $^{\circ}\text{C}$ )	17.7 ± 2.0	26.6 ± 1.9	13.3 ± 2.9	2.6 ± 2.6				
湿度(%)	60.8 ± 15.7	73.7 ± 7.9	70.3 ± 14.2	65.7 ± 14.0				
雨量(mm) <sup>*</sup>	42.0	37.5	27.5	36.5				
気圧(hPa)	992.4 ± 7.5	994.2 ± 3.4	1001.5 ± 6.8	1000.0 ± 7.1				
日射量( $\text{MJ}/\text{m}^2$ )	21.6 ± 5.7	18.0 ± 4.9	11.6 ± 4.3	9.3 ± 4.4				

春:5/8-14.5/16-24 夏:7/2-8/2,8/13-17 秋:10/20-11/5 冬:1/21-1/30,2/5-2/10  
<sup>\*</sup>雨量は合計値

表7 炭素成分濃度

	単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	OC	WSOC	EC
春	2.2(2.3) <sup>*</sup>	2.0(2.1)	1.0(1.1)
夏	4.3(1.9)	4.3(1.2)	1.8(1.1)
秋	4.7(2.8)	3.5(2.7)	2.6(1.6)
冬	2.6(3.6)	2.1(4.8)	1.6(1.9)

※()はH25の測定結果

ス化するため<sup>5)</sup>、粒子化した硝酸塩が減少し、濃度が低下したことが考えられた。なお、 $\text{Cl}^-$ と $\text{Na}^+$ との当量比が冬季でおおむね1であることから、冬季の $\text{Cl}^-$ は主に塩化ナトリウムとして捕集されている可能性も考えられた。

### 3.2.4 炭素成分

元素状炭素(EC)、有機炭素(OC)、水溶性有機炭素(WSOC)濃度を表7に示す。平成25年度はEC、OC及びWSOCの濃度はいずれも春季、夏季と比較して秋季から冬季にかけて高めに推移していたが、今年度はいずれの成分も夏季から秋季にかけて高めであり、春季と冬季はいずれの成分も低めであった。個別の成分で見ると、ECは冬季を除いて昨年度より濃度が高めであり、OCは夏季及び秋季は昨年度よりも高く、春季は同程度、冬季は低下していた。OCの一部であるWSOCもOCと同様の傾向を示していた。

しかしながら、平成26年度の春季及び夏季は、秋季及び冬季と比較してOCに対するWSOCの割合が大きく、日射量も多かったことから、光化学反応がより進行しやすかったことが推測された。ECは炭化水素が高温で不完全燃焼する際になどに生成し、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、平成25年度と同様に、暖房等に使用する化石燃料が増加する冬季に高くなることが予想されたが、秋季の濃度が最も高く、次いで夏季が高い結果となり、自動車排出ガスの影響が考えられた。

### 3.2.5 金属成分

PM2.5中の金属成分のうち比較的多く存在していたものはNa、Al、K、Ca、Fe、Znであり、それらの濃度は10~1,000  $\text{ng}/\text{m}^3$ のオーダーであった。

CMB法を用いた発生源寄与解析で用いているNa、Al、K、Ca、V及びMnの6元素の季節ごとの濃度を図7に示す。ここで、検出下限値を下回ったものについては検出下限値を濃度としている。また、真岡市において花火大会のあった7月26日は他の測定日とデータが大きく異なるため、解析から除外している。

春季のNa濃度はやや高く、春季のK濃度は他の季節と比較して低かった。Naは主に海塩が由来とされており、南風の日が多かった風向等の気象条件の影響も考えられた。また、Kはバイオマス燃焼等が由来とされており<sup>3)</sup>、秋季の濃度の上昇は野焼き等によるものと考えられる。一方、AlやCaは土壌由来とされており、乾燥している冬季に濃度が上昇することが予測されたが、Alは季節変動がほとんどみられず、Caについては夏季の濃度が低めで、春季、秋季及び冬季がやや高めであった。石油燃焼

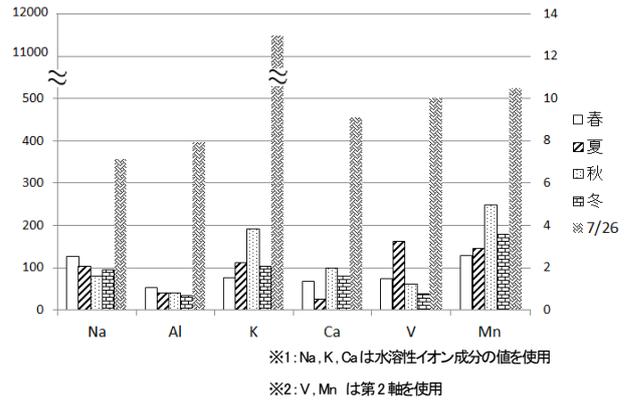


図7 CMB法で使用した金属成分の濃度

表8 真岡市におけるV/Mn比

	V( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	Mn( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	V/Mn
春	1.50	2.58	0.58 (0.76) <sup>*</sup>
夏	3.24	2.88	1.13 (1.11)
秋	1.20	4.96	0.24 (0.20)
冬	0.74	3.54	0.21 (0.15)

※()はH25年度の値

起源の指標としてVが用いられており、鉄鋼工業や土壌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<sup>6)</sup>。地殻中のV/Mn比は0.16<sup>7)</sup>であり、微小粒子(<2.1 $\mu\text{m}$ )では0.21~0.28、全粒径(<11 $\mu\text{m}$ )では0.17~0.18<sup>8)9)</sup>と報告されている。本調査におけるV/Mn比は、表8のとおり春季が0.58、夏季が1.13、秋季が0.24、冬季が0.21であった。秋季及び冬季は、溝畑ら<sup>8)</sup>及びFurutaら<sup>9)</sup>の報告値と一致していたが、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と推定された。冬季ではなく、春季及び夏季にV/Mn比が増加しており、平成25年度においても同様の傾向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等に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年度における発生源寄与推定解析結果を図8に示す。平成25年度の実岡市では、いずれの季節も二次無機粒子の寄与が最も強く、その値は35~51%であった。次いで自動車排出ガスの寄与が13~21%と強かった。その他の発生源からの寄与は全体からみれば低いものの、海塩粒子は春に、重油燃焼は春と夏に、廃棄物焼却は春、秋及び冬に、土壌・道路粉じんは春及び冬に他の季節と比較してやや強い寄与があると推定された。

今回使用した発生源寄与推定モデルは関東SPM調査会議における計算方法及び発生源プロファイル(表1)と同じものである。そこで、関東地方広域間の比較のため今回得られた発生源寄与推定結果と関東甲信静地域の沿岸部(土浦、市原、勝浦、千葉、綾瀬、大和、横浜、川崎、富士、静岡、浜松)及び内陸部(真岡、沼田、前橋、

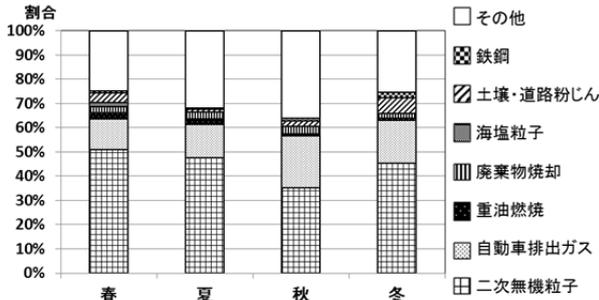


図8 季節ごとの発生源推定結果

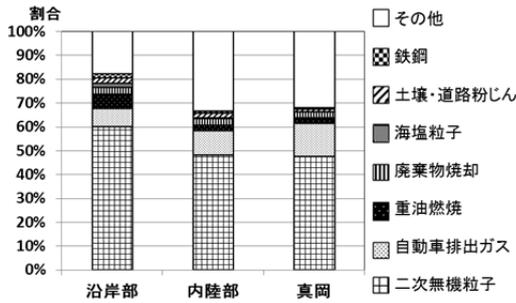


図9 夏季における関東甲信静地域との比較

多摩、相模原、甲府、大月、長野)の発生源寄与推定結果を図9に示す。これらのデータを検討したところ、真岡市役所のデータは特徴が内陸部のものと同様な傾向を示していたが、その中でも真岡市役所は自動車排出ガスの寄与がやや大きいという推定結果となった。なお、発生源寄与推定に使用したデータは平成25年度夏季におけるコア期間のデータであるため、比較に使用した真岡市役所でのデータも平成25年度夏季の結果を使用した。

### 3.4 濃度が上昇した日に関する調査

#### 3.4.1 年度毎の濃度が上昇した日数の変化

平成24年度から平成26年度の各季節における日平均値が $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上となった日数を表9に示す。秋季は、いずれの年度もその日数は概ね同程度であったが、他の季節は一定の傾向を示さなかった。月別の平均日数をみると、7月が最も多く、9月が最も少ない結果となった。また、平成25年度は8月が最も多かったが、他の年度では日平均値が $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上となった日はみられなかった。

表9 日平均値が $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上となった日数

		単位: 日			
		H24	H25	H26	平均
春季	4月	2	4	1	2.3
	5月	3	2	5	3.3
	6月	0	5	6	3.7
	合計	5	11	12	9.3
夏季	7月	6	8	7	7.0
	8月	0	9	0	3.0
	9月	0	1	0	0.3
	合計	6	18	7	10.3
秋季	10月	2	1	5	2.7
	11月	1	5	3	3.0
	12月	6	5	3	4.7
	合計	9	11	11	10.3
冬季	1月	3	3	1	2.3
	2月	3	5	1	3.0
	3月	9	4	4	5.7
	合計	15	12	6	11.0

平成24年度の3月についても、日平均値が $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上となった日数が他の年度と比較して多い結果となった。

#### 3.4.2 PM2.5 と関連因子の関係

平成24年度から平成26年度までの日平均値が $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上となった日におけるPM2.5濃度の日平均値と関連因子の日平均値との関係を図10(A)~(E)に示す。図10(A)のとおり、PM2.5濃度と浮遊粒子像物質(以後、「SPM」という。)濃度との間には相関がみられたが、その他の関連因子との相関係数Rは小さく、PM2.5濃度には影響が小さいことが示唆された。

季節毎のPM2.5濃度とSPM濃度の相関を図11(A)~(D)に示す。図11(A)のとおり、春季のPM2.5とSPMの相関係数が他の季節と比較して小さかったことから、SPMとPM2.5の由来が異なる場合が多く、他の季節は、SPMとPM2.5の由来が類似している場合が比較的多い可能性が考えられた。

光化学オキシダント(以後、「Ox」という。)濃度とPM2.5

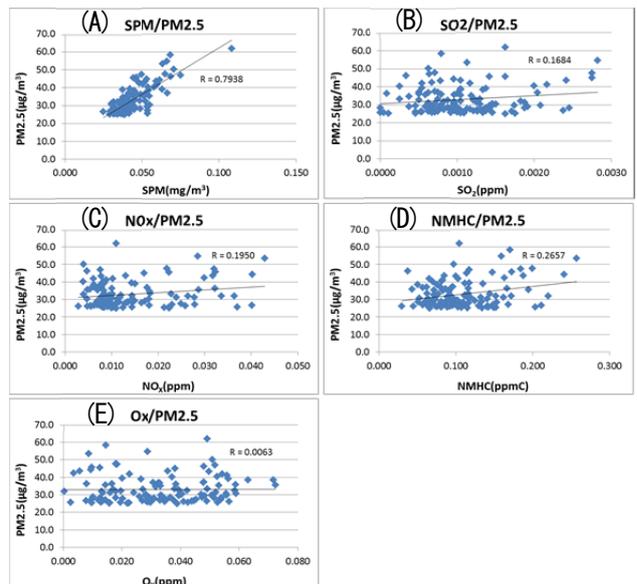


図10 PM2.5日平均値と関連因子の日平均値の関係

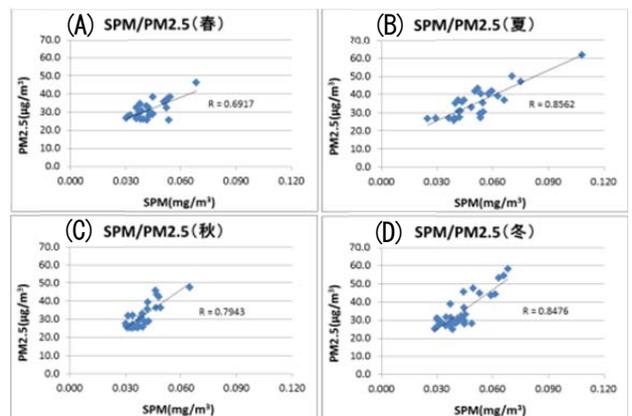


図11 季節毎のPM2.5日平均値とSPM日平均値の関係

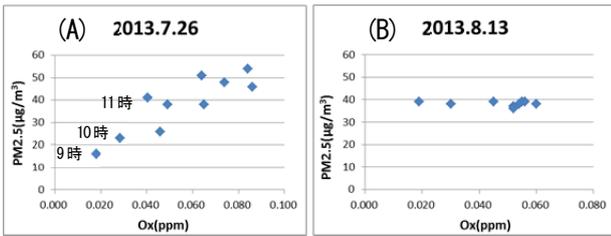


図12 PM2.5 濃度とOx 濃度の1時間値の関係

濃度については、図10(E)のとおり特に相関関係はみられなかった。しかしPM2.5とOxの生成には、いずれも光化学反応と関連があることから<sup>10)</sup>、光化学反応が起こりやすい夏季に注目して、PM2.5濃度とOx濃度それぞれの1時間値について検討することとした。その結果、PM2.5濃度の1時間値がOx濃度の1時間値と連動している日(11日間)がみられた。このうち、午前中のPM2.5濃度の1時間値が10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ から25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度と比較的低く、その後図12(A)のように、PM2.5濃度が上昇する日(8日間/11日間)が多いことが分かった。また、PM2.5が概ね30~40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えるレベルにいったん上昇すると、図12(B)のように、PM2.5濃度は高いレベルを保ったまま、Ox濃度が変動する事象(20日間)も観察された。このことから、夏季に濃度が上昇する日では、光化学反応による場合と、他の要因により25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上となる時間が続く場合が多いことが考えられた。

### 3.4.3 PM2.5と気象条件の関係

PM2.5の日平均値と気象条件との関係を図13(A)~(D)に示す。いずれの気象条件も相関はみられなかった。しかしながら、図13(A)のとおり、平均気温が15 $^{\circ}\text{C}$ 以上の日において、気温の上昇とともにPM2.5濃度が上昇している傾向がみられた。湿度でも、図13(B)のとおり湿度の上昇とともにPM2.5濃度が上昇していることがわかった。図14のとおり湿度とPM2.5濃度と相関がみられた日を季節毎にプロットしたところ、相関がみられた日は冬季に多いことが分かった。このことから、冬季は湿度とともにPM2.5濃度の上昇に関与する要因が存在する可能

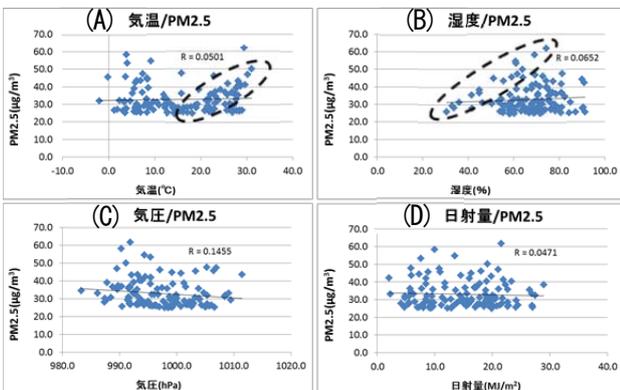


図13 PM2.5日平均値と気象条件の関係

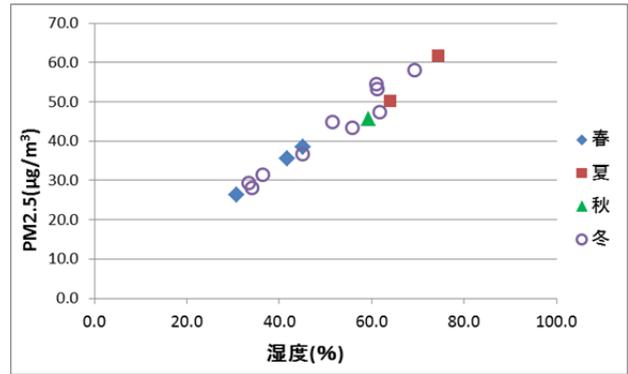


図14 PM2.5日平均値と湿度の関係

性が考えられ、この原因についての検討が必要と考えられた。

## 4 まとめ

### 4.1 県内のPM2.5濃度

平成26年度のPM2.5の年平均値は、最高が小山市役所の14.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、最低は日光市今市小学校の6.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。環境基準を超過した地点はなかったが、県南地域ほど濃度が高くなる傾向がみられた。短期基準は、真岡市役所において基準超過がみられ、県央及び県南地域の濃度が高めであった。

### 4.2 四季調査

平成26年度の四季調査では、質量濃度、水溶性イオン成分、炭素成分及び金属成分について各季節14日間ずつ調査した。夏季、秋季、冬季、春季の順にPM2.5濃度レベルが高かった。夏季は、調査期間内に測定地点の直近で花火大会が行われており、質量濃度への影響が示唆された。

水溶性イオン成分の二次生成に関係する $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ の濃度は季節変動があまり見られなかったが、 $\text{SO}_4^{2-}$ は夏季において顕著に濃度が上昇し、 $\text{NO}_3^-$ は春季及び夏季で濃度が低く、秋季及び冬季で高めであった。また、二次生成でない $\text{K}^+$ 及び $\text{Mg}^{2+}$ が夏季に高濃度であったが、花火大会があった日を除くと他の季節と概ね同程度であった。

炭素成分は、平成25年度と比較するといずれの成分も夏季及び秋季に増加し、春季は同程度、冬季は低下していた。ただし、平成25年度調査では夏季に最も低く、次いで春季、秋季、冬季と濃度が高くなっていったが、平成26年度調査では春季が最も低く、冬季、夏季、秋季の順で濃度が高くなっていった。夏季はOCに対するWSOCの割合が大きく、日射量も大きいことから、光化学反応がより進行しやすかったことが推測されたが、冬季の濃度が減少していた原因は不明である。

金属成分はNa、Al、K、Ca、Fe、Znが比較的多く含まれていた。土壌由来とされているAlやCaは冬季に高くなることが予想されたが、Alは季節変動が少なく、Caは夏季以外の季節で濃度が高かった。バイオマス燃焼に

由来するといわれているKは秋季にかけて高く、野焼き等の影響が示唆された。また、V/Mnをみると、平成25年度と同様に春季、夏季及び冬季に上昇しており、石油燃焼等のローカルな発生源等の影響が示唆された。

#### 4.3 発生源寄与推定解析

平成25年度における真岡市役所での発生源寄与率は、季節を問わず二次無機粒子の寄与が最も大きく、次いで自動車排出ガスからの寄与が大きかったが、秋季は他の季節と比較して二次無機粒子の寄与が小さく、自動車排出ガスの寄与が増加していた。また、土壌・道路粉じんの寄与は冬季に最も高く、夏季に最も低い結果となった。真岡市の夏季における発生源寄与推定結果を関東甲信静地域の沿岸部及び内陸部と比較すると、内陸部と類似しているが、やや自動車排出ガスの寄与が高めであった。

#### 4.4 濃度が上昇した日に関する調査

日平均値が $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上となった日において、SPMとPM2.5と関連因子との間に相関関係がみられ、由来が類似していることが考えられた。しかし、春季はそれらの相関がやや弱く、PM2.5とSPMの由来に相違のある場合が多いのではないかと考えられた。SPM以外の関連因子とは目立った相関はみられなかったが、PM2.5濃度とOx濃度それぞれの1時間値の関係をみると、それぞれの濃度が連動して上昇する場合と、PM2.5濃度は高いレベルを保ったままOx濃度が変動する事象がみられた。また、PM2.5と気象条件についても相関はみられなかったが、平均気温が15度以上の日においては一部でPM2.5との相関が高く、湿度においては、主に冬季に相関がみられる日が確認された。

## 5 参考文献

- 1) 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
- 2) 栃木県保健環境センター年報, 19, 99-105, 2014.
- 3) 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)
- 4) 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.
- 5) 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.
- 6) 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
- 7) McLennan, S. M. : Relationships between the trace element composition of sedimentary rocks and upper continental crust, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* (2001)
- 8) 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)
- 9) 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.
- 10) 環境省水・大気環境局大気環境課, SPMとオキシダントの生成メカニズム (2003)



# VI 資 料



# 平成 26 (2014) 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 渡邊 裕子<sup>1</sup> 船渡川 圭次  
(<sup>1</sup>前保健環境センター)

## 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<sup>1)</sup>。

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 26 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、1 回あたり 14 頭、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 26 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 21~65 歳の 220 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)<sup>2)</sup>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<sup>1)</sup>。

- ① A/カリフォルニア/7/2009 [A(H1N1)pdm09 亜型]
- ② A/ニューヨーク/39/2012 [A(H3N2) 亜型]
- ③ B/マサチューセッツ/02/2012 [B 型(山形系統)]
- ④ B/ブリスベン/60/2008 [B 型(ビクトリア系統)]

### 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<sup>1)</sup>。

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<sup>1)</sup>。

## 3 結果と考察

感染症流行予測調査実施要領<sup>1)</sup>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(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。

栃木県の今回の調査では、全ての検体は HI 抗体価 10 倍未満で陰性であり、日本脳炎に対する注意を促す地域とはならなかった。

表 1 日本脳炎ウイルス HI 抗体保有状況(ブタ)

採血月日 月/日	頭数 (頭)	HI 抗体価 (10倍以上を陽性とする)								陽性率 (%)
		<10	10	20	40	80	160	320	640-	
7/14	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0
7/28	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0
8/4	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0
8/18	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0
8/25	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0
9/1	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0
9/16	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0
9/29	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0

3.2 風疹抗体保有状況(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91.8%で高率であった。男女別の保有率では、男性は80.0%で女性の保有率96.3%に比較して16.3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93.8%(男性90.5%、女性95.3%)、40~49歳群は91.2%(男性80.0%、女性93.6%)、50~59歳群は82.2%(男性53.3%、女性96.7%)、60~歳群は85.7%(男性75.0%、女性100.0%)で50~59歳群以外はいずれも高率であった。男性の保有率は、女性のそれぞれの年齢群の保有率に比較して4.8~43.4ポイント低率であった。

過去の風疹抗体保有率は平成24年90.2%、平成25年93.4%であり、平成26年は91.8%であった。特に男性においては、30~59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<sup>3)</sup>。栃木県において、風疹の届け出は平成24年4件<sup>4)</sup>、平成25年51件<sup>5)</sup>、平成26年4件<sup>6)</sup>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、届け出は平成25年に全国で32件、栃木県では1件、平成26年のそれは、9件、0件であった<sup>4)</sup>。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<sup>7)</sup>。栃木県においても30~59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。

3.3 麻疹抗体保有状況(表 3-1~2)

全体の麻疹PA抗体保有率は96.8%で高率であった。年齢群別では20~29歳群で95.7%、30~39歳群で96.9%、40~49歳群で96.5%、50~59歳群で97.8%、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。

表 2-1 年齢群別風疹HI抗体保有状況：全体

年齢群	合計	HI抗体価(8倍以上を抗体保有とする)									
		<8	8	16	32	64	128	256	512	1024-	保有率(%)
TOTAL	220	18	1	1	13	26	47	45	40	29	91.8
20-29	47	0	0	0	2	8	13	18	4	2	100.0
30-39	64	4	0	0	2	10	15	14	11	8	93.8
40-49	57	5	0	0	5	6	13	7	16	5	91.2
50-59	45	8	1	1	2	2	6	5	8	12	82.2
60-	7	1	0	0	2	0	0	1	1	2	85.7

表 2-2 年齢群別風疹HI抗体保有状況：男性

年齢群	合計	HI抗体価(8倍以上を抗体保有とする)									
		<8	8	16	32	64	128	256	512	1024-	保有率(%)
TOTAL	60	12	0	0	3	10	11	9	9	6	80.0
20-29	10	0	0	0	1	4	4	1	0	0	100.0
30-39	21	2	0	0	0	5	5	4	2	3	90.5
40-49	10	2	0	0	1	0	1	1	5	0	80.0
50-59	15	7	0	0	0	1	1	2	1	3	53.3
60-	4	1	0	0	1	0	0	1	1	0	75.0

表 2-3 年齢群別風疹HI抗体保有状況：女性

年齢群	合計	HI抗体価(8倍以上を抗体保有とする)									
		<8	8	16	32	64	128	256	512	1024-	保有率(%)
TOTAL	160	6	1	1	10	16	36	36	31	23	96.3
20-29	37	0	0	0	1	4	9	17	4	2	100.0
30-39	43	2	0	0	2	5	10	10	9	5	95.3
40-49	47	3	0	0	4	6	12	6	11	5	93.6
50-59	30	1	1	1	2	1	5	3	7	9	96.7
60-	3	0	0	0	1	0	0	0	0	2	100.0

表 2-4 年度別風疹HI抗体保有状況(%)

	平成24		平成25		平成26	
	男	女	男	女	男	女
男女別TOTAL	76.0	98.5	87.0	96.9	80.0	96.3
年齢群20-29	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
30-39	69.2	100.0	88.5	100.0	90.5	95.3
40-49	73.7	96.4	71.4	90.6	80.0	93.6
50-59	64.3	92.9	87.5	95.2	53.3	96.7
60-	100.0	100.0	100.0	100.0	75.0	100.0
全体 TOTAL	90.2		93.4		91.8	

表 3-1 年齢群別麻疹 PA 抗体保有状況

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	-	
TOTAL	220	7	2	6	8	13	29	35	51	39	15	15	96.8
20-29	47	2	1	2	1	2	9	12	10	6	1	1	95.7
30-39	64	2	0	1	3	6	6	12	14	11	7	2	96.9
40-49	57	2	1	0	2	3	9	7	15	9	2	7	96.5
50-59	45	1	0	2	2	1	5	2	10	12	5	5	97.8
60-	7	0	0	1	0	1	0	2	2	1	0	0	100.0

表 3-2 年度別麻疹 PA 抗体保有率(%)

	平成 24		平成 25		平成 26	
	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	99.5	94.6	97.5	90.3	96.8	89.5
年齢群20-29	97.7	89.6	94.9	87.2	95.7	87.2
30-39	100.0	95.9	98.6	89.9	96.9	90.6
40-49	100.0	100.0	97.8	95.7	96.5	91.2
50-59	100.0	92.9	97.3	94.6	97.8	88.9
60-	100.0	87.5	100.0	50.0	100.0	85.7

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<sup>8)</sup>。平成 26 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 倍以上の抗体保有者が 89.5%であった。平成 26 年の抗体保有率を平成 24 年や 25 年と比較すると、平成 24 年度 16 倍以上の抗体保有率は 99.5%、128 倍以上の抗体保有率は 94.6%、平成 25 年は 97.5%、90.3%、平成 26 年は 96.8%、89.5%と僅かであるが低下していた。抗体保有率の低下している原因は不明であるが、国内流行を予防するためには、予防接種率を高め麻疹ウイルスが輸入されても広がらないように感受性者対策を徹底することと、1 例発生したらすぐに対応することにより、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。

### 3.4 ヒトのインフルエンザ抗体保有状況(平成 26 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<sup>1)</sup>。

インフルエンザワクチンの製造に用いられているウイルス株は、前シーズン国内および南半球の流行状況、分離ウイルスについての抗原性や遺伝子解析の成績、住民の抗体保有状況調査の成績、周辺諸国から送付されたウイルス株に対する解析、WHO 世界インフルエンザ監視対応システムを介した世界各地の情報、候補株の発育鶏卵での増殖効率、抗原的安定性、免疫原性、エーテル処理

効果など製造株としての適格性が検討されたのち、次シーズンのワクチン株が選定された。A(H3N2)株は卵剛化しても抗原性の変化の程度が比較的小さいとされる A/ニューヨーク/39/2012 が選定された<sup>9)</sup>。平成 26 年(2014/2015 シーズン)は以下に述べる 3 つのワクチン株とワクチンに用いられなかった別系統の B 型インフルエンザ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、59.5%で中程度の状況であり、昨年度の 36.0%より大幅に増加した<sup>10)</sup>。各年齢群においては 20~29 歳群で 87.2%と高い状況であり、30~39 歳群で 51.6%、40~49 歳群で 52.6%、50~59 歳群で 51.1%、60~歳群では 57.1%であった。

#### ② A/ニューヨーク/39/2012 [A(H3N2)亜型] (表 4-2)

HI 抗体保有率は、全体で 99.5%、各年齢群においては、20~29、30~39、40~49、60~の各群で 100.0%、50~59 歳群で 97.8%と非常に高い状況であった。

#### ③ B/マサチューセッツ/02/2012 [B 型(山形系統)] (表 4-3)

HI 抗体保有率は、55.5%で比較的高い状況であった。各年齢群においては、20~29 歳群で 95.7%と非常に高い状況であり、30~39 歳群で 54.7%と比較的高く、40~49 歳群では 42.1%、50~59 歳群で 37.8%、60~歳群では 0%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:  
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	-	
TOTAL	220	1	25	63	42	35	35	13	6	0	0	59.5
20-29	47	0	2	4	11	12	12	3	3	0	0	87.2
30-39	64	1	10	20	15	10	4	3	1	0	0	51.6
40-49	57	0	6	21	8	8	8	5	1	0	0	52.6
50-59	45	0	6	16	6	4	10	2	1	0	0	51.1
60-	7	0	1	2	2	1	1	0	0	0	0	57.1

表 4-2 年齢群別インフルエンザ HI 抗体保有状況:  
A/ニューヨーク/39/2012[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	-	
TOTAL	220	0	0	1	76	94	37	10	1	1	0	99.5
20-29	47	0	0	0	5	24	11	6	1	0	0	100.0
30-39	64	0	0	0	24	28	11	0	0	1	0	100.0
40-49	57	0	0	0	20	26	8	3	0	0	0	100.0
50-59	45	0	0	1	24	13	7	0	0	0	0	97.8
60-	7	0	0	0	3	3	0	1	0	0	0	100.0

表 4-3 年齢群別インフルエンザ HI 抗体保有状況:  
B/マサチューセッツ/02/2012[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)										
		<10	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560-	保有率(%)
TOTAL	220	24	28	47	44	57	18	1	1	0	0	55.0
20-29	47	0	0	2	14	21	8	1	1	0	0	95.7
30-39	64	5	8	16	16	15	4	0	0	0	0	54.7
40-49	57	10	8	15	7	14	3	0	0	0	0	42.1
50-59	45	8	10	10	7	7	3	0	0	0	0	37.8
60-	7	1	2	4	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:  
B/ブリスベン/60/2008[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)										
		<10	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560-	保有率(%)
TOTAL	220	15	51	69	46	29	10	0	0	0	0	38.6
20-29	47	4	19	14	7	2	1	0	0	0	0	21.3
30-39	64	4	10	23	14	11	2	0	0	0	0	42.2
40-49	57	4	6	15	14	12	6	0	0	0	0	56.1
50-59	45	2	13	15	10	4	1	0	0	0	0	33.3
60-	7	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	14.3

④ B/ブリスベン/60/2008 [B 型(ヒクトリア系統)] (表 4-4)

HI 抗体保有率は、38.6%で中程度であったが、昨年度の 45.2%よりやや低い状況であった<sup>10)</sup>。各年齢群においては、20～29 歳群で 21.3%と比較的低い状況であったが、30～39 歳群で 42.2%、40～49 歳群で 56.1%、50～59 歳群で 33.3%、60～歳群で 14.3%であった。

[A(H1N1)pdm09 亜型]は若い年齢に高い傾向がみられ、[A(H3N2)亜型]はすべての年齢で高い状態であった。[B 型(山形系統)]は若い年齢に高く、[B 型(ヒクトリア系統)]は全体的に低い傾向であった。

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<sup>11,12,13)</sup>。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 26 年 6 月、2014。
- 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、2012 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、2012。
- 5) 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。
- 6) 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。
- 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) 平成 26 年度(2014/2015 シーズン)インフルエンザワクチン株の選択経過、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. 35、267-269、2014。
- 10) 平成 25 (2013) 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 19 号 平成 25 年度、116-119。
- 11) 流行シーズン前のインフルエンザ抗体保有状況 平成 26 年度(2014 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、2014。
- 12) 流行シーズン前のインフルエンザ抗体保有状況 平成 26 年度(2014 年度)第 2 報、厚生労働省健康局結核感染症課、国立感染症研究所、2014。
- 13) 流行シーズン前のインフルエンザ抗体保有状況 平成 26 年度(2014 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、2014。

# いちごにおける残留農薬の基準値超過事例について

食品薬品部

若林 勇輝 湯田 雄一郎<sup>1</sup> 川又 清香<sup>2</sup> 横塚 直子<sup>3</sup> 黒崎 かな子  
(<sup>1</sup>薬務課 <sup>2</sup>宇都宮市衛生環境試験所 <sup>3</sup>元保健環境センター)

## 1 はじめに

平成 26 年度に収去検査を実施したいちごから、基準値を超える残留農薬が検出されたので報告する。

## 2 試験方法

### 2.1 検体

平成 27 年 1 月に県東保健所より収去されたいちご

### 2.2 試薬類

標準試薬には、関東化学(株)製「農薬混合標準液 31」、「同 48」、「同 51」、「同 53」、「同 54」、「同 58」、「同 61」及び「同 63」並びに和光純薬工業(株)、AccuStandard, Inc.、Dr. Ehrenstorfer GmbH 及び Riedel-de Haën 製残留農薬分析用を用いた。各農薬が 2 µg/mL となるようアセトン: *n*-ヘキサン(1:1)及びメタノールを用いて混合標準液を調製した(ただし、アセタミプリド、アセフェート、メタミドホスは 5 倍濃度、ジコホールは 2 倍濃度)。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 (GC/PSA) はジーエルサイエンス(株)製を用いた。

### 2.3 検査項目

GC/MS/MS 212 項目 LC/MS/MS 77 項目

(うち GC/MS/MS、LC/MS/MS 共通項目 10 項目)

### 2.4 定量法

マトリクス添加標準液を GC/MS/MS 及び LC/MS/MS で測定し、得られたピーク面積から絶対検量線法により定量値を算出した。マトリクス添加標準液は、2.6 試験溶液の調製方法により得られた試験溶液の一定量を採り、乾固した後、同量の混合標準液に再溶解して調製した。なお、定量下限値は、0.005 µg/g とした(ただし、アセタミプリド、アセフェート、メタミドホスは 0.025 µg/g、ジコホールは 0.010 µg/g)。

### 2.5 装置及び測定条件

#### 2.5.1 GC/MS/MS

装置：サモフィッシャーサイエンティフィック(株)製ガスクロマトグラフ  
タンデム質量分析装置 TSQ QuantumGC

カラム：サモフィッシャーサイエンティフィック(株)製 TR-PESTICIDE  
(φ 0.25 mm×30 m, 0.25 µm)

キャリアガス：He 注入量：2 µL (スプリットレス)  
カラム流量：1.0 mL/min カラム温度：50 °C (1 min)  
-25 °C/min-150 °C-5 °C/min-250 °C-10 °C/min  
-280 °C (12 min) 注入口温度：240 °C イオン源温度：250 °C  
インターフェース温度：260 °C イオン化モード：EI 測定モード：SRM コリジョンガス：Ar

#### 2.5.2 LC/MS/MS

LC 部：(株) 島津製作所 Prominence

MS/MS 部：AB SCIEX 3200Q TRAP<sup>B</sup>

カラム：TSK-GEL ODS-100V (東ソー(株)製 2.0 mm×150 mm, 5 µm) ガードカラム：TSKguardgel ODS-100V (東ソー(株)製 2.0 mm×10 mm, 5 µm)

カラム温度：40 °C 流量：0.2 mL/min 注入量：5 µL

イオン化モード：ESI 測定モード：Positive

移動相：A 液：0.5 mM 酢酸アンモニウム水溶液

B 液：0.5 mM 酢酸アンモニウムメタノール  
溶液

時間(分)	0	1	3.5	6	8	17.5	30	30
A 液(%)	85	60	60	50	45	5	5	85
B 液(%)	15	40	40	50	55	95	95	15

### 2.6 試験溶液の調製方法

#### 2.6.1 スクリーニング検査

当センターで検討した、QuEChERS 法と固相抽出を組み合わせた農産物迅速検査法<sup>1)</sup>により実施した。

##### ① 抽出

試料 15 g を 50 mL 遠沈管にとり、1% 酢酸含有アセトニトリル 15 mL を加え、ポリトロンで 1 分間ホモジナイズした。その後、無水酢酸ナトリウム 1.5 g、無水硫酸マグネシウム 6 g を加え、手で 1 分間激しく振とうした後、遠心分離 (3200 rpm, 5 分間) し、アセトニトリル層を得た。

##### ② 精製

①で得られたアセトニトリル層 8 mL にトルエン 3 mL 及び無水硫酸マグネシウム 1 g を加え、攪拌し、GC/PSA カラムに負荷した後、アセトニトリル/トルエン (3:1) 20 mL で溶出させた。溶出液をエバポレーターを用いて 40 °C 以下で 1 mL 以下に濃縮した後、アセトン 10 mL を加え、混和後、エバポレーターを用いて 40 °C 以下で 1 mL 以下に濃縮し、最後は窒素ガスで乾固した。残留物をアセトン/*n*-ヘキサン (1:1) で 4 mL に定容したものを GC/MS/MS 用試験溶液とした。GC/MS/MS 用試験溶液のうち 2 mL を量り取り、エバポレーターを用いて 40 °C 以下で 1 mL 以下に濃縮した後、窒素ガスで乾固した。残留物をメタノールに溶解し、4 mL に定容したものを LC/MS/MS 用試験溶液とした。

#### 2.6.2 確認試験

通知<sup>2)</sup>に準じて実施した。

① 抽出

試料 20g にアセトニトリル 40mL、ケイソウ土 2.5g を加えホモジナイズ抽出した。抽出液を吸引ろ過し、残留物にアセトニトリル 30mL を加えて再度抽出した。その後、吸引ろ過してろ液を合わせ、100mL に定容したものを抽出液とした。

② 塩析

抽出液 20mL を分液ロートにとり、塩化ナトリウム 10g 及び 0.5mol/L リン酸緩衝液 (pH7.0) 20mL を加え、振とうした。約 30 分以上静置した後、アセトニトリル層を分取し、無水硫酸ナトリウム約 4g を加え、約 30 分以上放置した。その後、ろ紙ろ過を行い、ろ液をエバポレーターを用いて 40℃以下で 1mL 以下に濃縮し、残留物にアセトニトリル/トルエン (3 : 1) 2mL を加えて溶解した。

③ 精製

②で得られた溶液を GC/PSA カラムに付加した後、アセトニトリル/トルエン (3 : 1) 20mL で溶出させた。

溶出液をエバポレーターを用いて 40℃以下で 1mL 以下に濃縮した。その後アセトンを加え、エバポレーターを用いて 40℃以下で 1mL 以下に濃縮し、最後は窒素ガスで乾固した。残留物をアセトン/*n*-ヘキサン (1 : 1) で 2mL に定容したものを試験溶液とした。

3 結果及び考察

3.1 スクリーニング検査

GC/MS/MS の分析結果において、検体からホスチアゼートと保持時間が一致するピークが確認された。定量イオン ( $m/z : 103.02$ ) 及び定性イオン ( $m/z : 139.02$ ) のクロマトグラム (図 1) を比較したところ、混合標準液、マトリクス添加標準液及び検体で一致したことから、検出されたピークはホスチアゼートと推察した。また、定量の結果、いちごの基準値である  $0.05\mu\text{g/g}$  を超過する約  $0.07\mu\text{g/g}$  であったため、確認試験を行うこととした。

3.2 確認試験

ホスチアゼートを検出した検体について、 $n = 5$  で実施した。その結果、定量イオン ( $m/z : 103.02$ ) 及び定性イオン ( $m/z : 139.02$ ) を確認し、ホスチアゼートと結論づけた。定量結果は、 $0.066 \pm 0.003$  (平均値±標準偏差、 $n = 5$ ) で、変動係数は 4.6%であった。同時に、添加検体 (ホスチアゼートが検出されなかつたいちごに混合標準液を  $0.1\mu\text{g/g}$  になるように添加したもの) を用いて、回収率を算出した結果、89.9%であった。今回、回収率及び精度は、妥当性評価ガイドライン<sup>3)</sup>で定めた目標値を参考にし、回収率、精度ともに十分であると判断した。

(目標値：回収率 70~120%、精度 15%未満)

以上のことから、ここで得られた  $0.066 \mu\text{g/g}$  ( $n = 5$  の平均値) を当該検体中のホスチアゼート濃度とした。

4 まとめ

県東保健所が収去したいちごの検査を実施した結果、1 検体から基準値  $0.05\mu\text{g/g}$  を超過する  $0.066\mu\text{g/g}$  のホスチアゼートを検出した。

5 資料

- 1) 栃木県保健環境センター製品検査実施標準作業手順書 M-49 (初版)
- 2) 平成 17 年 1 月 24 日付け食安発第 0124001 号厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知「食品に残留する農薬、飼料添加物又は動物用医薬品の成分である物質の試験法について」
- 3) 平成 22 年 12 月 24 日付け食安発 1224 第 1 号厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知「食品中に残留する農薬等に関する試験法の妥当性評価ガイドラインの一部改正について」

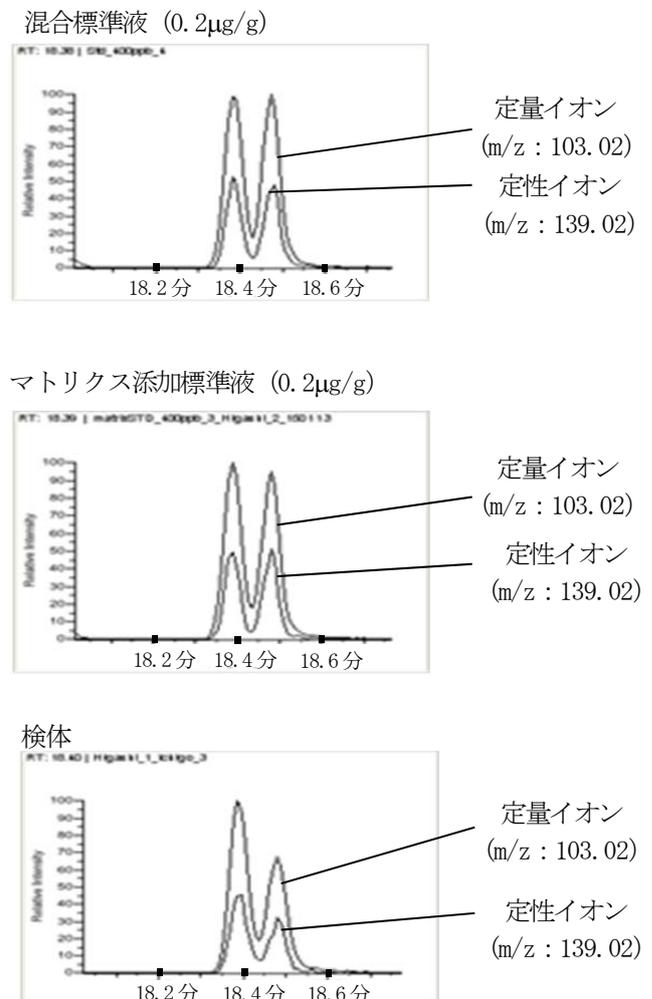


図 1 ホスチアゼートの定量及び定性イオンのクロマトグラム

# 平成 26 年度湯ノ湖沈水植物の植生調査

水環境部

塩月 智子<sup>1</sup> 熊久保 優子<sup>2</sup> 高橋 直人  
 奥田 千尋 赤羽 則臣 山口 宏 荷見 昭夫<sup>3</sup>  
 ( <sup>1</sup>がんセンター <sup>2</sup>環境森林政策課 <sup>3</sup>前保健環境センター )

## 1 はじめに

栃木県及び日光市は奥日光清流清湖保全協議会による奥日光水域の水環境保全対策の一環として、湯ノ湖に繁殖する外来種の水草、コカナダモの刈取りを実施している。

平成 26 年度においても、コカナダモ刈取り実施に当たり、刈取り可能な範囲を特定するため、沈水植物の生育状況を調査した。

## 2 調査年月日

平成 26 年 8 月 29 日、9 月 3、4 日

## 3 調査方法

### 3.1 沈水植物の生育状況調査

調査範囲は図 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、直線 (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、生育範囲及びその水深を把握した。

### 3.2 沈水植物の植生調査

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。

なお、調査区域を下水処理場付近の区域 A、レストハウス周辺の区域 B、湖西岸の区域 C 及び兔島南岸の区域 D の 4 つに分割することとした。(図 2)

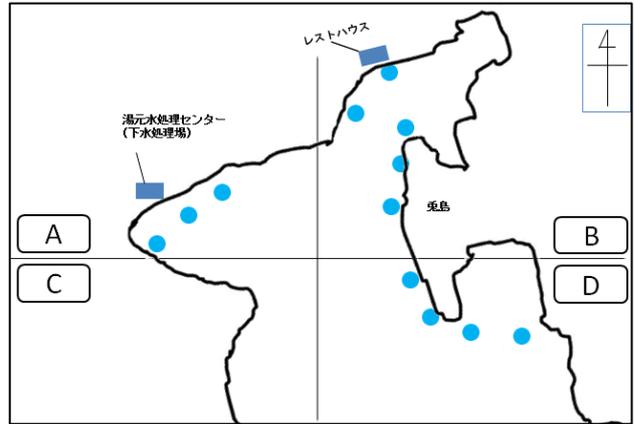


図 2 調査区域図

(コカナダモの草丈の先端が水面から 2.0m まで達していたポイント：●)

## 4 結果

### 4.1 コカナダモの生育状況

刈取船による刈取りが可能な範囲は水面から深さ 1.5m までであり、また、コカナダモは 9 月上旬～10 月中旬までの間に、草丈が 30 cm 程度生育することが過去の調査結果から分かっている。そこで、刈取りまでの期間を考慮して、コカナダモの先端が水面から 2.0m 以内にまで達していたポイントを図 2 に示した。

今回の調査では、区域 A、B、D に水面から 2.0m 以内ま

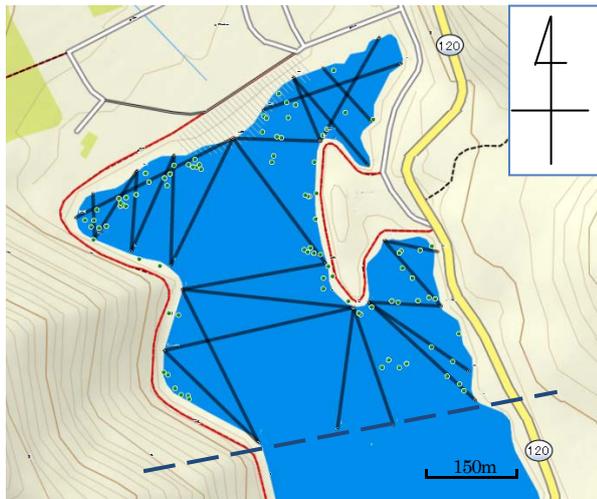
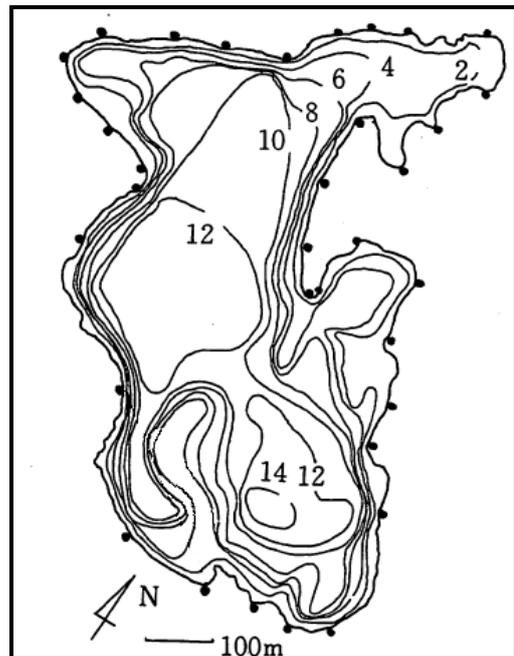


図 1 調査場所 (—: 走査線、●: 水中カメラ等による同定箇所)



(参考) 湯ノ湖等深線図

でコカナダモが生育しているポイントがあった。

区域A及びBは毎年コカナダモの繁茂が著しいが、今年度についても同様の結果であった。区域Aでは、水深1~3mにおいてコカナダモが優占種となり繁茂していた。区域Bの兎島周辺では昨年度よりもコカナダモの草丈は短く、かつ生育範囲は狭かったが、一部のポイントについて刈取可能な水深までの生育を確認した。

湖西岸の区域Cは、沿岸に枯れた倒木が多く、また沖へ離れると急に水深が深くなるのが特徴だが、確認されたコカナダモは草丈が短く量も少なかった。

区域Dでは、一部水面から2.0mまで生育しているコカナダモを確認したが、これらは、周辺を岩で囲まれてるか、若しくはコカナダモと同様の草丈の在来種と混在していた。

今回の調査区域を昨年度と比較すると、全体として草丈が短く、現存量の減少が確認された。特に水深が3m以深の区域では、植生面積の減少が確認された。

調査中、兎島南東湾内をはじめ、水面上にかなりの量のコカナダモが塊となって漂流していた。このことについて全国内水面漁業協同組合日光支所への聞き取りを行ったところ、8月上旬から1か月以上にわたってその状態が継続しているとのことであった。コカナダモの塊には、根が確認されたことから、抜け上がったものと考えられた。

#### 4.2 沈水植物の植生調査

生育状況と植生調査の結果から図3のとおり植生図を作成した。参考として図4に過去の植生図を記載した。

生育種としては、コカナダモの他に昨年度確認されたヒメフラスコモ、カタシャジクモ、ホザキノフサモ、ヒメミズニラ、ツツイトモ、糸状藻類に加えて、西岸部でヒンジモが確認された。(ヒメミズニラは、植生図上には記載していない。)

在来種については、ヒメフラスコモが昨年度よりも1~2m岸寄りの水深3~4mでコカナダモと混在しており、5m以深で優占種となっていた。カタシャジクモは、植生面積と生育場所にはほぼ変わりはない。昨年度確認されたツツイトモは、昨年度と同じ場所において、約10×1mに渡り生育が確認され、昨年度よりも植生面積が1.3倍程度広がっていた。ヒメミズニラは、地点、面積ともに昨年度と同様の植生が確認された。全体的に在来種の生育環境が向上しているものと思われた。

#### 5 おわりに

図2に示した地点の周辺など、コカナダモのみが繁茂する区域(図3)においては、コカナダモの刈取りが可能と考えられる。ただし、区域Aにおいては湖北側沿岸1m以浅にカタシャジクモが、また区域Bにおいてはレストハウス付近にツツイトモが繁茂しているため、それらの周辺での刈取りは不適切であると考えられた。

また、ヒメフラスコモについては、機械刈取りが可能な水深1.5mまで生育している地点はなかったが、生育速度が不明なこともあり、コカナダモと混在している区域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26年度の刈取りはレストハウス~金精川周辺、下水処理場周辺、並びに兎島北側周辺を中心に11月4日~7日(機械刈取り)及び14日(人力刈取り)の計5日間実施され、合計約24tのコカナダモが除去された。

#### 6 謝辞

本調査に際して、植物を同定いただきました県立博物館の星直斗主任研究員、調査の際に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) 栃木県保健環境センター水環境部, 平成25年度湯ノ湖沈水植物の植生調査, 栃木県保健環境センター年報, 第19号, 120-123, 2014

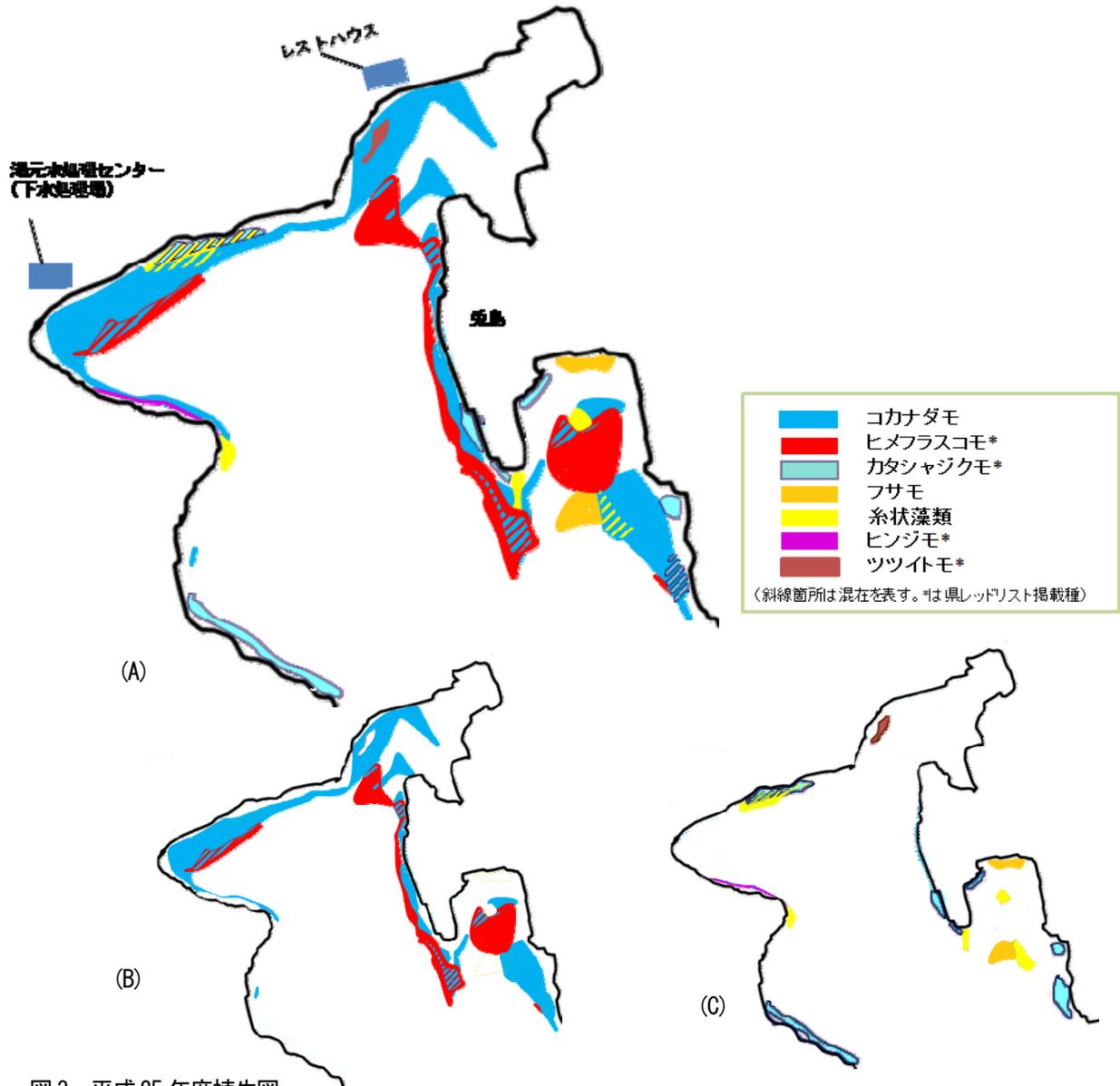


図3 平成25年度植生図

- (A) 全種
- (B) コカナダモ及びヒメフラスコモ
- (C) ヒメフラスコモ以外の在来種

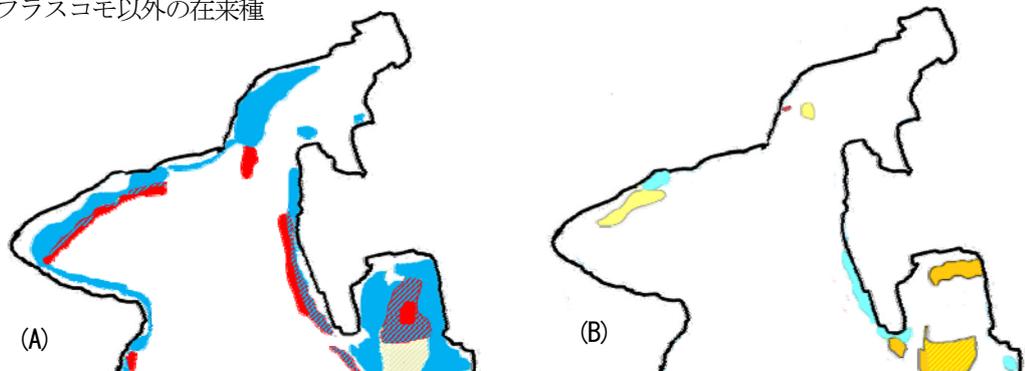


図4 平成24年度植生図<sup>1)</sup>

- (A) コカナダモ及びヒメフラスコモ
- (B) ヒメフラスコモ以外の在来種

## 栃木県における環境放射能測定結果（平成26年度調査）

大気環境部

齋藤 由実子 島津 真輝 石原島 栄二

### 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26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26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26年4月1日から平成27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、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の変動幅及び平均値を測定し、この値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、那珂川町山村開発センターにおいて、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<sup>1)</sup>。

##### 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1,720m<sup>3</sup>の大気に相当する浮遊じんをハイボリュームエアサンプリャを用いてろ紙に採取し、四半期ごとに15,000m<sup>3</sup>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 降下物

当センター4階渡り廊下に設置した直径79.8cm(内径)、受水面積5,000cm<sup>2</sup>の大型水盤により毎月1ヶ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26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26年10月にコアサンプラーを用い、日光市の上層(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26年11月に宇都宮市、牛乳は平成26年8月に那須塩原市において採取した。

##### ⑥ 野菜(ニンジン及びレタス)

ニンジンは平成26年11月、レタスは平成26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(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における事故発生を受けて、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24年1月から毎日1.5Lずつ、3か月間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。

### 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1に示した。90検体のうち5検体で全β放射能を検出した。平成26年9月に検出されたものが

3. 4Bq/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濃度水準と同程度であった。

### 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、43nGy/hであり、事故直後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125nGy/h、次いで那須町役場の103nGy/h、県西環境森林事務所の101nGy/hであったが、いずれも前年度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、各地点共に横ばいまたは徐々に低下傾向にあった。

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3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の平成23年度の測定結果については、当県の値は明らかに全国平均値<sup>1)</sup>を上回った。また、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が全国平均値より大幅に高い値を示した。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ことが平均値を引き上げたと考えられた。当県は平成24年度の値をピークとし、その後減少傾向にあり、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。

K-40は、大気浮遊じん及び葉菜（レタス）を除く全ての試料において、過去3年間<sup>2)</sup>と同程度またはそれ以下で推移していた。

一方Cs-134及びCs-137は、平成25年度と比較すると降下物及び陸水の値が低下傾向にあり、大気浮遊じん及び牛乳は同程度であった。精米はCs-134及びCs-137の

両核種の値が、野菜はCs-137がやや上昇していたが、食品衛生法における放射性セシウムの基準値（一般食品：100Bq/kg、牛乳：50Bq/kg）より十分に低い値であった。

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もみられ、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。福島第一原子力発電所の事故による影響であることが示唆された。上層は、両核種共に昨年度の1/2以下の濃度に低下し、下層の濃度は同程度であった。

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(福島第一原子力発電所事故)

I-131は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1.6mBq/L及び3.6mBq/L、7～9月が1.5mBq/L及び4.3mBq/L、10～12月が1.3mBq/L及び3.4mBq/L、1～3月が0.67mBq/L及び2.7mBq/Lであった。年平均値を比較すると、Cs-134は平成25年度が2.5mBq/Lに対して、平成26年度は1.3mBq/L、Cs-137は5.4mBq/Lに対して3.5mBq/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。

## 4 参考文献

- 1) 環境放射能データベース，原子力規制庁  
(<http://www.kankyo-hoshano.go.jp>)
- 2) 栃木県保健環境センター年報，第17～19号，2011～2013.
- 3) 栃木県保健環境センター年報，第13～15号，2007～2009.

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)		月間降下量 (MBq/km <sup>2</sup> )		
		測定数 (検出数)	最高値			
平成26年	4月	163.9	7(1)	3.3	7.8	
	5月	97.9	7(0)	ND	ND	
	6月	472.6	14(1)	2.2	54	
	7月	142.4	11(1)	2.6	27	
	8月	161.2	7(0)	ND	ND	
	9月	176.2	9(2)	3.4	37	
	10月	265.3	9(0)	ND	ND	
	11月	56.2	4(0)	ND	ND	
	12月	38.4	5(0)	ND	ND	
	平成27年	1月	50.2	7(0)	ND	ND
		2月	70.9	6(0)	ND	ND
		3月	50.9	4(0)	ND	ND
年間値	1746.1	90(5)	3.4	ND～54		
平成19年～平成21年の3年間の値		267(11)	6.2	ND～92		
平成23年～平成25年の3年間の値		188(10)	16	ND～336		

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		那珂川町山村開発センター	
	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26年 4月	43	43 ~ 45	64	63 ~ 67	38	37 ~ 42	110	107 ~ 112	55	54 ~ 57	53	52 ~ 56	136	133 ~ 138	121	118 ~ 125	63	62 ~ 66
5月	43	42 ~ 46	64	62 ~ 66	38	37 ~ 43	108	104 ~ 112	54	53 ~ 59	53	51 ~ 58	133	130 ~ 136	117	113 ~ 122	63	61 ~ 66
6月	43	42 ~ 46	63	61 ~ 65	39	36 ~ 45	104	99 ~ 110	54	52 ~ 57	53	51 ~ 57	129	126 ~ 134	112	107 ~ 118	62	60 ~ 64
7月	43	42 ~ 46	62	60 ~ 66	38	36 ~ 42	101	98 ~ 107	54	52 ~ 57	52	51 ~ 56	126	123 ~ 133	105	100 ~ 113	61	59 ~ 66
8月	43	42 ~ 46	62	60 ~ 66	38	36 ~ 44	100	97 ~ 106	54	52 ~ 59	53	51 ~ 59	126	122 ~ 130	99	95 ~ 104	60	58 ~ 64
9月	42	40 ~ 46	62	60 ~ 66	38	37 ~ 42	100	97 ~ 103	53	53 ~ 56	53	51 ~ 55	124	122 ~ 129	97	93 ~ 103	61	60 ~ 66
10月	42	40 ~ 46	62	60 ~ 65	38	37 ~ 44	100	96 ~ 104	54	52 ~ 58	52	51 ~ 57	122	119 ~ 126	94	91 ~ 98	61	59 ~ 64
11月	43	42 ~ 49	62	60 ~ 69	39	37 ~ 50	99	94 ~ 106	53	51 ~ 63	52	50 ~ 62	121	119 ~ 126	92	89 ~ 96	61	60 ~ 66
12月	43	42 ~ 46	61	60 ~ 65	38	37 ~ 42	98	93 ~ 104	54	51 ~ 58	52	50 ~ 57	120	117 ~ 126	97	88 ~ 108	60	59 ~ 66
平成27年 1月	42	42 ~ 44	61	60 ~ 63	38	36 ~ 42	100	86 ~ 103	55	54 ~ 60	52	49 ~ 58	120	107 ~ 123	103	90 ~ 108	59	54 ~ 61
2月	42	41 ~ 45	61	60 ~ 66	37	36 ~ 41	97	89 ~ 102	54	53 ~ 59	51	49 ~ 57	119	113 ~ 123	101	95 ~ 105	59	56 ~ 63
3月	42	41 ~ 45	61	60 ~ 65	37	36 ~ 44	99	97 ~ 105	54	53 ~ 60	52	50 ~ 57	119	117 ~ 123	101	99 ~ 108	59	58 ~ 65
年間平均値	43	40 ~ 49	62	60 ~ 69	38	36 ~ 50	101	86 ~ 112	54	51 ~ 63	52	49 ~ 62	125	107 ~ 138	103	88 ~ 125	61	54 ~ 66
前年度までの過去3年間の値	45~57	40 ~ 90		~		~		~		~		~		~		~		~

表3 近隣県の空間放射線量率経年変化

(単位 : nGy/h)

年度	固定型モニタリングポスト				
	栃木県 <sup>*1)</sup>	茨城県 <sup>*2)</sup>	群馬県 <sup>*3)</sup>	埼玉県 <sup>*4)</sup>	全国平均
23年度 既設1地点	57	88	30	51	44
24年度 全地点 <sup>*5)</sup>	100	97	63	71	54
25年度 全地点 <sup>*5)</sup>	80	80	53	65	56
26年度 全地点 <sup>*5)</sup>	71	69	47	61	53

\*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 2015-7-27)

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26年度	平成25年度	過去3年間の値 最高値	平成26年度	平成25年度	過去3年間の値 最高値	平成26年度	平成25年度	過去3年間の値 最高値		
大気浮遊じん	宇都宮市	H26.4~H27.3	4	ND~0.013	ND~0.017	0.83(H23.4~6)	ND~0.038	0.013~0.031	0.86(H23.4~6)	ND~ND	ND~ND	0.25(H24.4)	mBq/m <sup>3</sup>	
降下物	宇都宮市	H26.4~H27.3	12	0.17~1.8	0.29~5.0	1300(H23.4)	0.56~5.0	0.54~9.3	1200(H23.4)	ND~1.5	ND~1.8	3.2(H23.4)	MBq/km <sup>2</sup>	
陸水(蛇口水)	宇都宮市	H26.6.3	1	1.8	4.6	66(H23.6)	4.6	8.4	68(H23.6)	46	51	51(H25.6)	mBq/L	
土壌	上層(0~5 cm)	日光市	H26.10.15	1	110	220	750(H23.11)	350	540	1100(H24.12)	150	140	150(H24.12)	Bq/kg乾土
	下層(5~20 cm)	日光市	H26.10.15	1	44	45	80(H23.11)	150	120	120(H25.11)	140	160	160(H25.11)	Bq/kg乾土
精米	宇都宮市	H26.11.12	1	0.36	0.15	0.19(H23.10)	1.3	0.30	0.30(H25.11)	23	19	21(H24.11)	Bq/kg生	
野菜	根菜(ニンジン)	宇都宮市	H26.11.12	1	0.053	0.071	1.0(H23.10)	0.21	0.15	1.2(H23.10)	100	100	100(H25.10)	Bq/kg生
	葉菜(レタス)	宇都宮市	H26.11.12	1	0.072	0.073	0.34(H23.12)	0.24	0.19	0.51(H24.11)	100	70	70(H25.11)	Bq/kg生
牛乳	那須塩原市	H26.8.5	1	ND	ND	0.18(H24.8)	0.21	0.20	0.37(H24.8)	48	50	52(H24.8)	Bq/L	

ND: 不検出

( )内は、最高値を示した採取月

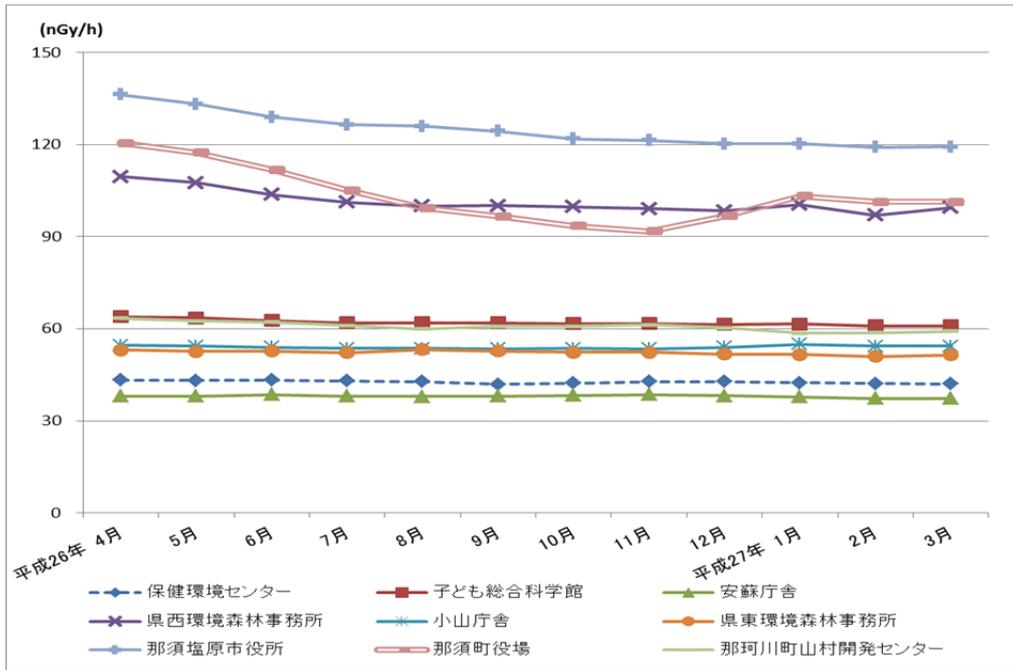


図1 県内空間線量率の経月変化

\* 那須町役場は検出器をH26年12月に調整

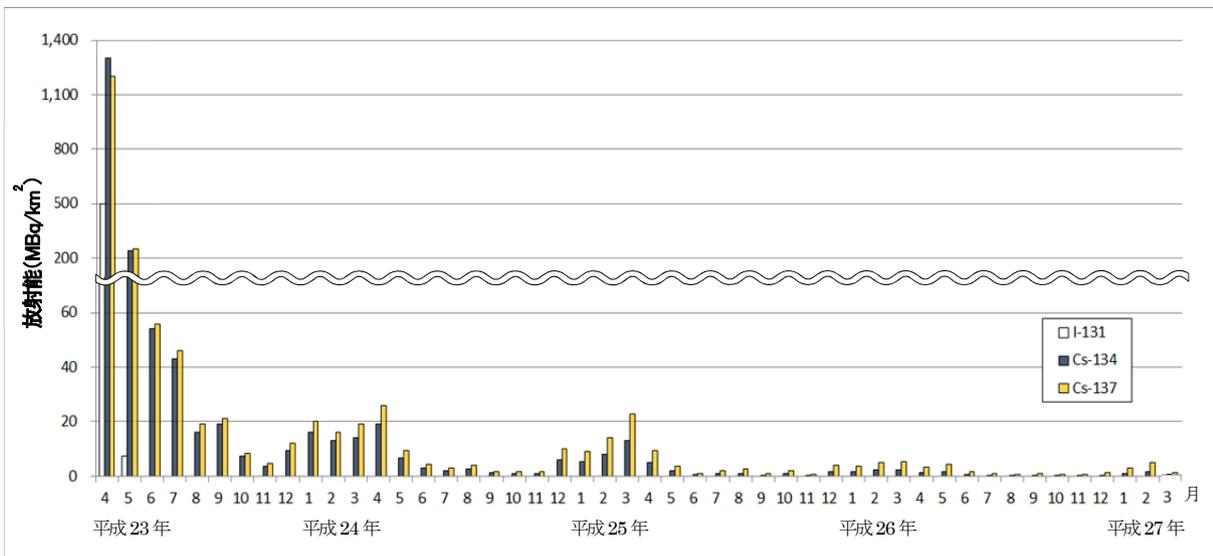


図2 降下物中の放射能(I-131, Cs-134, Cs-137)の経月変化 (保健環境センター)

## 平成 26 年度アスベスト大気環境調査結果

大気環境部

船渡川 茂<sup>1</sup> 舘野 雄備 齋藤 由実子  
篠崎 絵美 島津 真輝 石原島 栄二  
(<sup>1</sup> 都市整備課)

### 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トが主成分であったため、クリソタイト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 版<sup>1)</sup>（以下、「マニュアル第 4.0 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、クリソタイト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、クリソタイト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 26 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）
  - ・栃木県保健環境センター
  - ・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
- ・小山市役所小山東出張所

#### 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 サンプルング実施日

平成 26 年 12 月 8 日～10 日（連続 3 日間）

#### 2.3 捕集方法

マニュアル第 4 版に従い、直径 47mm、平均孔径 0.8 $\mu$ m 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、試料の捕集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した。

### 3 調査結果

平成 26 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 0.080 ～ 0.19f/L、沿道地域では 0.34 ～ 0.45f/L であった。前年度結果<sup>2)</sup>と比較すると、バックグラウンド地域の県北健康福祉センター、県那須庁舎別館、保健環境センターで総繊維数濃度が低めであった。それ以外の地点では沿道地域も含めやや高めであったが、3 回捕集の幾何平均による総繊維数濃度が 1f/L を超えた地点はなかった。しかし、沿道地域である小山市役所及び小山市中央町交差点では、12/8 及び 12/10 のそれぞれ 1 日ずつ、総繊維数濃度が 1f/L を超えていた。このため A-SEM 法で確認試験を行ったので結果を表 2 に示す。低温灰化処理を実施した結果、いずれの

検体もアスベストを含め繊維数濃度は検出下限値未満であった。低温灰化処理によって繊維数濃度が低下したことから、位相差顕微鏡によって確認された繊維は有機物と考えられた。

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25年度アスベスト大気環境調査結果, 128-129, 2014

表1 平成26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(保健環境センター)			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	12/8	12/9	12/10	12/8	12/9	12/10	12/8	12/9	12/10	12/8	12/9	12/10	12/8	12/9	12/10	12/8	12/9	12/10	
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れのち曇り	晴れ	晴れ	晴れのち曇り	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	
採取開始時刻	10:00	10:05	10:20	10:06	10:00	10:45	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00	10:20	10:00	10:00	10:14	10:00	
採取終了時刻	14:00	14:05	14:20	14:06	14:00	14:45	14:00	14:00	14:00	14:00	14:00	14:00	14:00	14:20	14:00	14:00	14:14	14:00	
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	南東	北	北東	西南西	北	北	北東	東	北東	北西	北東	南東	東	北東	南東	東	北東	南東
	風速(m/s)	<0.5	0.9	1	0.5	<0.5	1.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.9	0.7	0.5	0.8	1.0	<0.5
終了	風向	南西	北	南東	南西	北	南東	北北東	東	西	東北東	東	西	南西	西	南東	南	西	南東
	風速(m/s)	<0.5	1.1	<0.5	1.1	1.0	<0.5	<0.5	<0.5	0.7	<0.5	<0.5	<0.5	1.6	1.2	<0.5	1.3	1.5	<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	0.056	0.38	0.24	0.16	0.16	0.17	0.13	0.071	0.056	0.21	0.056	0.36	0.13	0.071	0.27	0.14	0.18	0.27
	総繊維数幾何平均濃度(f/L)	0.17			0.16			0.080			0.16			0.13			0.19		
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	12/8	12/9	12/10	12/8	12/9	12/10	
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	
採取開始時刻	10:15	10:50	10:10	10:17	10:35	10:08	
採取終了時刻	14:15	14:50	14:10	14:17	14:35	14:08	
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	南東	北	北	南東	北	北
	風速(m/s)	0.7	1	0.5	0.7	0.8	0.6
終了	風向	南西	西	南西	南西	北西	南西
	風速(m/s)	1.5	1.6	0.6	1.2	1.4	0.7
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	0.16	0.50	1.2*	1.0*	0.27	0.16
	総繊維数幾何平均濃度(f/L)	0.45			0.34		
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」の位相差顕微鏡法  
 ○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  
 \*濃度が1f/L以上の為、低温灰化処理後、A-SEM法により分析を実施した。

表2 平成26年度アスベスト大気環境調査結果 (A-SEM法)

調査地点	小山市中央町交差点				
SEM確認結果	クリソタイル	アモサイト	クロシドライト	その他のアスベスト	その他の繊維
積算流量(m <sup>3</sup> )	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
SEM計数結果(f/300視野)	1回目	0	0	0	7
	BL	0	0	0	9
SEM計数総繊維数(f)	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.0
視野面積(mm <sup>2</sup> )	0.0119	0.0119	0.0119	0.0119	0.0119
有効ろ紙面積(mm <sup>2</sup> )	961.6	961.6	961.6	961.6	961.6
検出下限値(f/L)	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
SEM総繊維数濃度(f/L)	ND	ND	ND	ND	ND

調査地点	小山市役所				
SEM確認結果	クリソタイル	アモサイト	クロシドライト	その他のアスベスト	その他の繊維
積算流量(m <sup>3</sup> )	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
SEM計数結果(f/300視野)	1回目	0	0	0	4
	BL	0	0	0	9
SEM計数総繊維数(f)	0.0	0.0	0.0	0.0	-5.0
視野面積(mm <sup>2</sup> )	0.0119	0.0119	0.0119	0.0119	0.0119
有効ろ紙面積(mm <sup>2</sup> )	961.6	961.6	961.6	961.6	961.6
検出下限値(f/L)	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
SEM総繊維数濃度(f/L)	ND	ND	ND	ND	ND

# 平成26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 石原島 栄二

## 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26年度に行った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号沿いのあくとプラザ及び箱石神社の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。

なお、平成25年度までは国道293号道路沿道（住宅）でモニタリングを実施していたが、設置場所に至る鉄製階段の腐食により測定に不相当となったため、既存施設とのデータの持続性を有する地点として公共施設であるあくとプラザに対象地点を変更した。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26年4月から平成27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及び藻の発生防止剤として0.02N-CuSO<sub>4</sub>を

10mL入れ、1カ月間採取した。

## 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26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3.49~9.11t/km<sup>2</sup>/30daysであり、3地点とも最近5年間と同程度の値であった。

図2に昭和46年度から平成26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/km<sup>2</sup>/30daysで推移していたが、その後、調査地点付近（約100m）においてバイパス工事の影響で一旦増加に転じた。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が継続しており、現在は平成10年度の約4分の1の濃度で推移し、平成20年度から概ね横ばいで推移している。平成8年度に調査を開始した箱石神社は、国道293号道路沿道と比較し降下ばいじん量は少ないものの、ほぼ同様な動向で推移している。

一方、今年度より調査地点となったあくとプラザは、昨年度まで調査地点だった国道293号道路沿道とはほぼ同程度の値であり、データの維持性は保証されていると考えられた。

総じて、葛生地区の降下ばいじんは、昭和47年度から見ると減少傾向がうかがえる。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多く、溶解性成分も多めであることから、依然として工場事業場や石灰石等の原料や製品の運搬時由来の降下ばいじんの寄与があるものと考えられる。



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

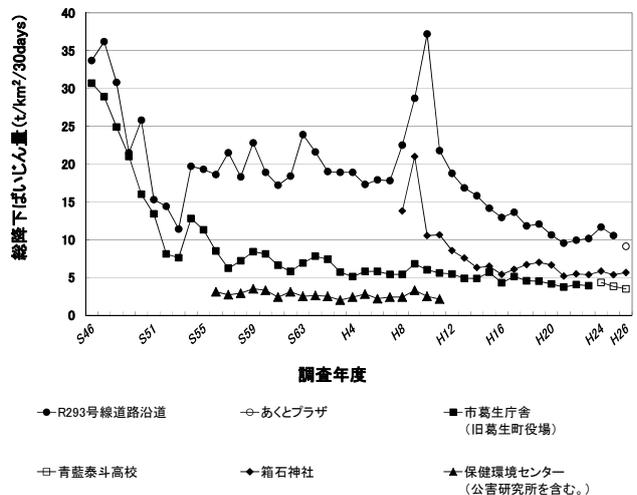


図2 総降下ばいじん量の経年変化

表1 降下ばいじん量調査結果(平成26年度)

調査地点	年月	貯水量(L)	pH	溶解性成分	降下量単位:t/km <sup>2</sup> /30days	
					不溶解性成分	総降下ばいじん量
1 国道293号道路沿道 あくとプラザ (あくと町3084)	平成26年 4月	0.13	5.9	1.21	9.14	10.35
	5月	0.70	5.3	1.74	9.15	10.89
	6月	0.98	6.6	0.00*	5.07	5.03
	7月	1.29	5.6	1.19	6.29	7.48
	8月	1.27	5.7	2.49	7.24	9.73
	9月	1.03	6.4	1.45	7.18	8.63
	10月	2.33	6.1	1.44	6.62	8.06
	11月	0.19	5.6	1.28	8.00	9.28
	12月	0.84	5.6	1.53	9.68	11.21
	平成27年 1月	0.36	5.2	0.93	6.29	7.22
	2月	0.50	5.7	1.24	9.51	10.75
	3月	0.74	6.3	1.65	9.09	10.74
	平均	0.86	5.8	1.35	7.77	9.11
			(加重平均 5.8)			
2 箱石神社 (豊代150)	平成26年 4月	0.22	5.8	1.23	5.09	6.32
	5月	0.66	5.4	1.65	6.06	7.71
	6月	1.52	6.2	0.31*	3.60	3.91
	7月	1.29	5.6	1.13	3.44	4.57
	8月	1.33	5.7	1.58	3.52	5.10
	9月	1.10	6.4	1.30	2.71	4.01
	10月	2.19	5.9	1.19	3.11	4.30
	11月	0.19	5.4	1.52	3.92	5.44
	12月	0.91	5.6	1.09	4.61	5.70
	平成27年 1月	0.45	5.6	0.38	4.15	4.53
	2月	0.54	5.7	0.87	7.10	7.97
	3月	0.76	6.4	1.84	6.37	8.21
	平均	0.93	5.8	1.15	4.47	5.65
			(加重平均 5.8)			
3 青藍泰斗高校 (葛生東2-8-3)	平成26年 4月	0.11	5.8	1.11	3.49	4.60
	5月	0.62	5.4	1.70	3.94	5.64
	6月	1.21	6.1	0.00*	1.47	1.36
	7月	1.12	5.3	0.58	1.64	2.22
	8月	1.08	5.6	1.40	2.01	3.41
	9月	0.85	6.3	1.35	1.64	2.99
	10月	2.12	5.9	1.22	1.29	2.51
	11月	0.18	5.4	1.31	2.25	3.56
	12月	0.84	5.6	1.48	2.84	4.32
	平成27年 1月	0.44	5.7	0.39	2.58	2.97
	2月	0.50	5.5	0.85	2.43	3.28
	3月	0.79	6.3	1.48	3.56	5.04
	平均	0.82	5.7	1.07	2.43	3.49
			(加重平均 5.7)			

\* 6月は全地点でオーバーフローの可能性があるため参考値とする

# 平成 26 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 舘野 雄備 篠崎 絵美 島津 真輝 船渡川 茂<sup>1</sup> 石原島 栄二  
(1 都市整備課)

## 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」<sup>1)</sup>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、健康へのリスクがある程度高いと考えられる優先取組物質を23物質とすることに見直され、またヒ素及びその化合物にかかる指針値が設定された。

また、「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）及び地域特設監視地点（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、平成 26 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り、優先取組物質のうちの 21 物質について実施した調査結果を報告する。

## 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
- 大田原市（野崎中学校）… 地域特設監視地点

### 2.2 調査期間

平成26年4月～平成27年3月の1年間  
原則として月1回、24時間のサンプリングとした。

### 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<sup>2)</sup>

#### 2.4.1 揮発性有機化合物 (酸化エチレン以外)

N<sub>2</sub> 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

臭化水素酸含グラファイトカーボン系吸着剤が充填された捕集管 (スペルコ製 ORBO-78) に、流量 0.7L/分で大気試料を採取し 2-プ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、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 1.0 m<sup>3</sup>/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に実施した。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）により測定した。

### 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。その後アセトニトリルで抽出し、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、ジクロロメタ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。ジクロロメタンは、固定発生源周辺の下野市の平均値が、1.3 μg/m<sup>3</sup> と最も低く、同じ分類の那須塩原市が 5.7 μg/m<sup>3</sup> 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。トルエンについては、栃木市（一般環境）が 4.7 μg/m<sup>3</sup> と最も低く、足利市が 10 μg/m<sup>3</sup> と最

も高い値となり、その差は約 2 倍であった。クロロホルム及び 1,2-ジクロロエタンについては、全地点において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、一般環境に分類される大田原市及び栃木市については、前年度も同じ地点で調査を実施しており、測定結果について前年度の結果<sup>3)</sup>と比較すると、両地点ともアクリロニトリル、ジクロロメタン、テトラクロロエチレン及び 1,3-ブタジエンは減少傾向を示し、塩化ビニルモノマー及びトルエンは増加傾向を示した。クロロホルム、1,2-ジクロロエタン、トリクロロエチレン、ベンゼン及び塩化メチルは両地点ともほとんど変化はみられなかった。なお、前年度との比較は、他の物質についても大田原市及び栃木市で行うこととした。

### 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、下野市で最も高い年平均値を示した。水銀は大田原市が 2.4 μg/m<sup>3</sup> と最も高く、残り 3 地点（栃木市、下野市、足利市）の年平均値はいずれも 1.8 μg/m<sup>3</sup> と同じ値であった。一般環境に分類される大田原市及び栃木市よりも、固定発生源周辺に分類される下野市、足利市の方が、重金属については概ね濃度が高い傾向がみられた。

また、大田原市は、マンガンの濃度が 25 μg/m<sup>3</sup> と全地点のうち最も高い値となった。これは地域特設監視地点であり、マンガンの発生が懸念される事業所周辺であることの影響によると考えられ、今後推移を注視する必要がある。

前年度の結果<sup>3)</sup>と比較すると、大田原市のニッケル及び栃木市の水銀の値が減少した他は、大田原市及び栃木市の重金属については、いずれも濃度は増加傾向を示した。

### 3.3 多環芳香族炭化水素

地点別年平均値を表 3 に示す。

足利市の B[a]P の年平均値が 0.17 μg/m<sup>3</sup> と最も低く、下野市が 0.27 μg/m<sup>3</sup> と最も高い値を示した。前年度と比較すると、大田原市は同じ値となり、栃木市でも同程度であった。

### 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、大田原市を除く全ての地点においてほぼ同程度であったが、アセトアルデヒドは大田原市がやや低めであった。なお、ホルムアルデヒドは一般環境に分類される大田原市及び栃木市は 2.7 μg/m<sup>3</sup>、発生源周辺の下野市及び足利市は 3.0 μg/m<sup>3</sup> とそれぞれ同じ値であった。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、大田原市及び栃木市ともに、アセトアルデヒドは前年度と同程度、ホルムアルデヒドは減少傾向にあった。

#### 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19号, 2014

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		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	0.020 (12)	0.027 (12)	0.027 (12)	0.027 (12)	- (-)	2	
塩化ビニルモノマー	0.027 (12)	0.055 (11)	0.035 (12)	0.055 (12)	- (-)	10	
クロロホルム	0.15 (12)	0.16 (12)	0.15 (12)	0.15 (12)	- (-)	18	
1,2-ジクロロエタン	0.11 (12)	0.11 (12)	0.11 (12)	0.11 (12)	- (-)	1.6	
ジクロロメタン	1.4 (12)	1.5 (12)	1.3 (12)	1.6 (12)	5.7 (12)	150	
テトラクロロエチレン	0.055 (12)	0.074 (12)	0.073 (12)	0.083 (12)	- (-)	200	
トリクロロエチレン	0.18 (12)	0.72 (12)	0.24 (12)	1.4 (12)	- (-)	200	
1,3-ブタジエン	0.061 (12)	0.072 (12)	0.11 (12)	0.074 (12)	- (-)	2.5	
ベンゼン	0.74 (12)	0.83 (12)	1.1 (12)	0.86 (12)	- (-)	3	
酸化エチレン	0.067 (12)	0.10 (12)	- (-)	- (-)	- (-)	-	
塩化メチル	1.3 (12)	1.8 (12)	1.9 (12)	1.5 (12)	- (-)	-	
トルエン	6.9 (12)	4.7 (11)	9.5 (12)	10 (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 [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ] (測定回数 [回/年])						環境基準値 及び指針値 [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]
	一般環境		発生源周辺				
	大田原	栃木	下野	足利	大田原(野崎中学校)		
ニッケル化合物	0.72 (7)	1.4 (12)	1.8 (12)	1.6 (12)	- (-)	25	
ヒ素及びその化合物	0.65 (12)	0.75 (12)	0.90 (12)	0.76 (12)	- (-)	6	
ベリリウム及びその化合物	0.019 (10)	0.024 (12)	0.029 (12)	0.024 (12)	- (-)	-	
マンガン及びその化合物	11 (11)	14 (12)	19 (12)	17 (12)	25 (12)	140	
クロム化合物	1.5 (9)	1.9 (12)	2.6 (12)	2.3 (12)	- (-)	-	
水銀及びその化合物	2.4 (8)	1.8 (12)	1.8 (12)	1.8 (12)	- (-)	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 [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ] (測定回数 [回/年])				環境基準値 及び指針値 [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]
	一般環境		発生源周辺		
	大田原	栃木	下野	足利	
ベンゾ[a]ピレン	0.19 (12)	0.21 (12)	0.27 (12)	0.17 (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		発生源周辺		
	大田原	栃木	下野	足利	
アセトアルデヒド	1.3 (12)	1.5 (12)	1.7 (12)	1.6 (12)	-
ホルムアルデヒド	2.7 (12)	2.7 (12)	3.0 (12)	3.0 (12)	-

# 平成 26 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26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。

## 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（株小笠原計器製作所製 US-330H、採取口面積 314cm<sup>2</sup>）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 (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>)：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

平成 26 年 4 月 7 日～平成 27 年 4 月 6 日（1 年間）

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 <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
4	4/7	～ 5/7	163.0	4.17	75.21	12.03	10.90	2.86	3.74	1.54	0.28	1.32	0.31
5	5/7	～ 6/2	104.4	5.27	7.73	3.32	3.24	0.90	1.41	0.48	0.11	1.22	0.15
6	6/2	～ 6/30	652.9	5.36	4.84	0.45	0.36	0.11	0.11	0.06	0.01	0.08	0.01
7	6/30	～ 7/28	195.1	5.48	10.38	0.93	0.87	0.13	0.25	0.06	0.04	0.06	0.01
8	7/28	～ 8/25	390.2	7.25	9.03	0.75	0.64	0.76	0.12	0.39	0.03	0.14	0.05
9	8/25	～ 10/6	283.1	5.00	6.85	0.68	0.60	0.11	0.18	0.06	0.01	0.04	0.01
10	10/6	～ 11/4	197.4	5.17	5.36	0.48	0.29	0.15	0.04	0.08	0.02	0.03	0.01
11	11/4	～ 12/1	88.5	5.06	6.82	0.75	0.40	0.17	0.06	0.08	0.02	0.09	0.02
12	12/1	～ 12/26	60.4	5.01	9.90	1.19	1.05	0.28	0.37	0.11	0.03	0.28	0.04
1	12/26	～ 1/26	29.1	5.08	11.72	1.57	0.94	0.41	0.36	0.24	0.03	0.41	0.06
2	1/26	～ 2/23	54.0	5.39	9.41	0.76	0.96	0.19	0.19	0.13	0.01	0.77	0.03
3	2/23	～ 4/6	121.2	5.07	9.24	1.30	0.96	0.32	0.27	0.20	0.04	0.26	0.05
年計			2,339.2										
加重平均				5.03	11.95	1.60	1.41	0.47	0.46	0.25	0.05	0.25	0.05

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 <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
4	4/7	～ 5/7	131.4	4.86	13.00	1.66	1.55	0.48	0.39	0.27	0.05	0.41	0.07
5	5/7	～ 6/2	66.6	5.24	9.56	1.19	1.12	0.31	0.26	0.15	0.12	0.52	0.06
6	6/2	～ 6/30	393.8	4.87	12.25	0.93	0.93	0.27	0.48	0.13	0.04	0.16	0.03
7	6/30	～ 7/28	195.4	4.89	14.85	1.47	1.55	0.23	0.50	0.10	0.02	0.11	0.02
8	7/28	～ 8/25	140.9	5.64	12.84	1.17	1.17	0.51	0.41	0.25	0.02	0.09	0.03
9	8/25	～ 10/6	344.7	4.93	10.75	1.15	1.13	0.31	0.41	0.19	0.02	0.10	0.03
10	10/6	～ 11/4	128.8	5.02	11.03	0.88	0.88	0.93	0.31	0.50	0.03	0.09	0.07
11	11/4	～ 12/1	62.5	4.87	15.26	1.50	1.26	0.99	0.37	0.51	0.03	0.15	0.07
12	12/1	～ 12/26	22.9	5.17	16.10	1.28	1.68	1.82	0.62	0.88	0.08	0.34	0.17
1	12/26	～ 1/26	29.8	5.08	8.92	1.23	0.51	0.50	0.17	0.32	0.06	0.19	0.05
2	1/26	～ 2/23	39.8	6.05	13.56	1.64	1.85	0.77	0.41	0.48	0.05	0.77	0.10
3	2/23	～ 4/6	94.1	5.37	12.51	1.56	1.21	1.04	0.36	0.55	0.09	0.51	0.11
年計			1,650.6										
加重平均				4.98	12.30	1.21	1.17	0.47	0.42	0.25	0.04	0.20	0.05

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 <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
4	4/7	~ 5/7	47.3	4.98	20.95	2.62	2.09	1.21	0.92	0.65	0.09	0.52	0.12
5	5/7	~ 6/2	74.8	6.01	8.36	1.00	0.99	0.39	0.31	0.20	0.04	0.40	0.06
6	6/2	~ 6/30	345.1	5.19	9.64	2.05	2.32	0.30	0.91	0.12	0.04	0.18	0.03
7	6/30	~ 7/28	198.2	4.81	16.38	1.76	1.98	0.25	0.67	0.13	0.03	0.20	0.03
8	7/28	~ 8/25	59.8	5.07	16.25	1.54	2.03	0.96	0.79	0.46	0.04	0.22	0.08
9	8/25	~ 10/6	274.5	4.97	11.25	1.12	1.17	0.33	0.56	0.17	0.03	0.09	0.02
10	10/6	~ 11/4	129.9	5.08	13.78	1.26	1.39	1.27	0.51	0.67	0.04	0.19	0.10
11	11/4	~ 12/1	60.4	5.44	12.20	1.49	1.03	0.75	0.63	0.41	0.05	0.16	0.07
12	12/1	~ 12/26	18.5	5.37	9.80	0.90	1.39	0.33	0.35	0.19	0.02	0.18	0.04
1	12/26	~ 1/26	27.9	5.24	13.17	1.50	1.84	0.83	0.49	0.44	0.06	0.33	0.11
2	1/26	~ 2/23	39.4	5.59	13.85	1.60	1.71	0.73	0.52	0.31	0.12	1.16	0.15
3	2/23	~ 4/6	91.4	5.60	11.33	1.53	1.46	0.58	0.49	0.33	0.11	0.49	0.10
年計			1,367.3										
加重平均				5.09	12.37	1.59	1.70	0.52	0.66	0.26	0.04	0.24	0.05

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。

$$\text{加重平均値} = \frac{\sum((\text{各月のイオン成分濃度}) \times Qi)}{\sum Qi}$$

また、pHの加重平均値は、以下の式により算出した。

$$\text{pH加重平均値} = -\log \frac{\sum(10^{-\text{pHi}} \times Qi)}{\sum Qi}$$

※pHi: 各月のpH値, Qi: 各月の降水量

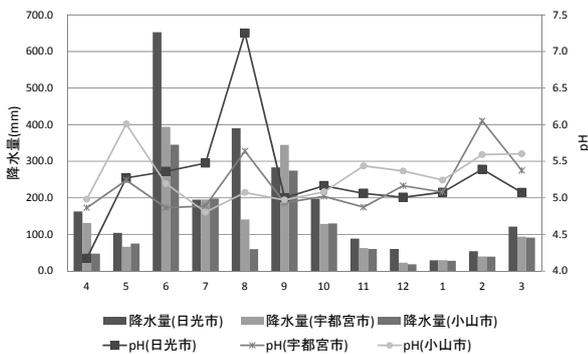


図1 各地点の降水量及びpHの経月変化

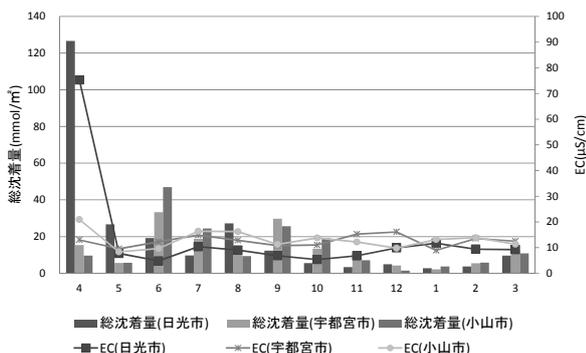


図2 各地点の総沈着量及びECの経月変化

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、日光市と小山市については、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26年度の年間降水量は日光市で2,339mmと最も多く、次いで宇都宮市の1,651mm、小山市の1,367mmであり、日光市と小山市とでは1.7倍程度の差があった。

四半期ごとにみると、日光市は第1四半期が最大となり、その後、第4四半期にかけて減少傾向を示していた。また、宇都宮市及び小山市は第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6月に降水量が最も多くなり、特に日光市ではその傾向が顕著であった。一方で、日光市は1月に最も少なく、宇都宮市及び小山市は12月に最も少なかった。また、どの地点も11月から2月頃にかけて降水量が少なくなっており、その期間の降水量の月平均値は、それ以外の期間と比較して1/4未満であった。

3.2 pH及びEC

平成26年度のpHの加重平均値は、日光市が5.03、宇都宮市が4.98、小山市は5.09であった。pHは日光市及び宇都宮市では4月に、小山市では7月に最も低い値となり、それぞれ日光市が4.17、宇都宮市が4.86、小山市が4.81であった。一方、最も高い値であったのは、日光市が8月の7.25、宇都宮市が2月の6.05、小山市が5月の6.01であった。

ECの加重平均値は、日光市で11.95μS/cm、宇都宮市で12.30μS/cm、小山市で12.37μS/cmであった。

月ごとにみると、最も高い値であったのは日光市が4月の75.21μS/cm、宇都宮市が12月の16.10μS/cm、小山市が4月の20.95μS/cmであった。また一方、日光市では6月の4.84μS/cm、宇都宮市では1月の8.92μS/cm、小山市では5月の8.36μS/cmがそれぞれ最も低い値であった。

3.3 イオン成分濃度

イオン成分濃度の加重平均値は、小山市のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>及びNH<sub>4</sub><sup>+</sup>が他の地点と比較して高く、宇都宮市のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>及びCa<sup>2+</sup>は低めの濃度であった。Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>及びMg<sup>2+</sup>は全ての地点で同程度であり、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>及びCa<sup>2+</sup>は日光市と小山市とが同程度の濃度で、宇都宮市よりもやや高めであった。

年間の経月変化をみると、日光市は4月に全てのイオン成分で高濃度化し、引き続き5月も他の地点と比較して、高濃度であった。小山市でも、日光市と同様に4月に濃度が高くなるイオン成分が多かったが、宇都宮市では12月から3月にかけて濃度が高くなる傾向がみられた。

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>はすべての地点で4月に高濃度化し、日光市及び宇都宮市では10月にかけて濃度が低下し、その後上昇する傾向がみられた。小山市では9月にかけて濃度が低下し、その後上昇する傾向がみられた。

NO<sub>3</sub><sup>-</sup>は、いずれの地点においても、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>と同様な傾向がみられた。

Cl<sup>-</sup>は各地点とも6月及び9月の値が低めであり、宇都宮市では5月と7月、小山市では12月も低めであった。

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>は、日光市で4月に最高濃度となり、6月に低下し、その後やや横ばいで推移し10月から11月に低濃度化した後、12月に上昇した。また、宇都宮市及び小山市は、4月から5月にかけて低下した後、6月にやや上昇し、11月にかけて概ね横ばいで推移した。

Na<sup>+</sup>は、各地点ともCl<sup>-</sup>と類似した動向を示していた。

K<sup>+</sup>は、日光市は4月に、宇都宮市では5月に、小山市では2月に最高濃度となった。その他日光市で5月、宇都宮市で3月、また小山市で4月及び3月に高めの濃度となったが、それ以外の月では低めの値で推移していた。

Ca<sup>2+</sup>は、すべての地点で4月、5月及び2月に高めの濃度になる等、比較的類似した経月変化を示した。

Mg<sup>2+</sup>は、地点毎に経月変化の動向が異なっていた。

### 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26年度のイオン成分の総沈着量は、日光市では陰イオンが123.2mmol/m<sup>2</sup>、陽イオンが128.7mmol/m<sup>2</sup>、宇都宮市では陰イオンが74.0mmol/m<sup>2</sup>、陽イオンが86.6mmol/m<sup>2</sup>、小山市では陰イオンが80.2mmol/m<sup>2</sup>、陽イオンが89.9mmol/m<sup>2</sup>であり、宇都宮市、小山市、日光市の順で多くなっていた。

月ごとにみると、日光市はすべてのイオン成分の沈着量が4月に最大であったが、降水量は他の月と比較して顕著には多い値を示しておらず、4月19日及び20日に日光市で観測されたみぞれによる影響が考えられる。また、宇都宮市のCl<sup>-</sup>及び小山市のCl<sup>-</sup>、Na<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>並びにH<sup>+</sup>を除き、比較的降水量の多い6月または9月にイオン成分の沈着量が年度内の最大値を示していることが多く、沈着量の増加に降水量が関係していることが示唆された。また、宇都宮市及び小山市で10月のCl<sup>-</sup>、Na<sup>+</sup>及びMg<sup>2+</sup>等の沈着量が多いことから、台風等の影響が考えられた。

### 4 参考文献

1) 栃木県保健環境センター大気環境部, 平成25年度湿性

沈着調査結果, 栃木県保健環境センター年報, VI, 9, 135-137, 2014.

表4 各イオン成分の沈着量 (日光市)

月	沈着量(mm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )								
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup>
4	20.42	28.67	13.17	33.82	10.91	1.16	5.39	2.11	10.97
5	3.60	5.46	2.65	8.15	2.16	0.29	3.19	0.66	0.56
6	3.03	3.74	1.97	4.13	1.61	0.25	1.25	0.38	2.84
7	1.90	2.74	0.70	2.68	0.50	0.19	0.29	0.08	0.65
8	3.04	4.05	8.40	2.62	6.55	0.35	1.40	0.84	0.02
9	2.01	2.72	0.86	2.76	0.71	0.10	0.27	0.09	2.82
10	0.98	0.94	0.82	0.47	0.67	0.12	0.14	0.08	1.34
11	0.69	0.58	0.43	0.30	0.30	0.03	0.20	0.06	0.77
12	0.75	1.02	0.48	1.24	0.28	0.05	0.42	0.11	0.59
1	0.47	0.44	0.33	0.58	0.30	0.03	0.30	0.08	0.24
2	0.43	0.83	0.29	0.57	0.30	0.02	1.03	0.07	0.22
3	1.64	1.88	1.08	1.82	1.03	0.13	0.77	0.24	1.02
年計	38.95	53.07	31.17	59.14	25.32	2.71	14.65	4.82	22.06
加重平均	3.57	4.77	3.31	5.07	2.67	0.27	1.26	0.47	2.20

表5 各イオン成分の沈着量 (宇都宮市)

月	沈着量(mm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )								
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup>
4	2.26	3.29	1.79	2.81	1.53	0.16	1.34	0.38	1.80
5	0.83	1.20	0.58	0.96	0.44	0.21	0.87	0.16	0.38
6	3.83	5.89	2.98	10.50	2.25	0.45	1.54	0.46	5.36
7	3.00	4.87	1.25	5.44	0.87	0.12	0.55	0.16	2.53
8	1.71	2.65	2.02	3.18	1.51	0.07	0.31	0.20	0.32
9	4.14	6.29	3.06	7.88	2.90	0.19	0.84	0.41	4.01
10	1.18	1.82	3.37	2.20	2.82	0.10	0.27	0.35	1.23
11	0.98	1.27	1.75	1.29	1.39	0.05	0.24	0.18	0.84
12	0.31	0.62	1.18	0.78	0.88	0.05	0.19	0.16	0.16
1	0.38	0.25	0.42	0.27	0.42	0.04	0.14	0.07	0.25
2	0.68	1.19	0.86	0.90	0.82	0.05	0.77	0.17	0.04
3	1.53	1.83	2.76	1.87	2.23	0.22	1.20	0.45	0.40
年計	20.83	31.17	22.03	38.08	18.07	1.71	8.26	3.13	17.31
加重平均	2.74	4.17	2.37	5.69	1.95	0.21	0.90	0.33	2.76

表6 各イオン成分の沈着量 (小山市)

月	沈着量(mm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )								
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup>
4	1.29	1.59	1.61	2.40	1.34	0.11	0.62	0.23	0.49
5	0.78	1.19	0.82	1.31	0.64	0.07	0.74	0.19	0.07
6	7.38	12.91	2.90	17.47	1.84	0.31	1.51	0.41	2.21
7	3.63	6.33	1.41	7.41	1.14	0.17	0.99	0.25	3.11
8	0.96	1.96	1.61	2.61	1.20	0.06	0.33	0.19	0.50
9	3.19	5.17	2.58	8.57	2.06	0.18	0.63	0.26	2.94
10	1.71	2.92	4.66	3.66	3.79	0.15	0.61	0.55	1.08
11	0.94	1.01	1.28	2.10	1.07	0.07	0.25	0.16	0.22
12	0.17	0.41	0.17	0.35	0.15	0.01	0.08	0.03	0.08
1	0.44	0.83	0.66	0.75	0.53	0.04	0.23	0.13	0.16
2	0.66	1.09	0.81	1.13	0.53	0.12	1.14	0.24	0.10
3	1.45	2.15	1.50	2.50	1.31	0.25	1.12	0.36	0.23
年計	22.59	37.56	20.02	50.26	15.62	1.55	8.24	3.01	11.19
加重平均	3.48	5.93	2.27	8.14	1.71	0.19	0.90	0.31	1.79

# 平成 26 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<sup>1)</sup>。

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行い、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、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 26 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 26 年 4 月 7 日～平成 27 年 4 月 6 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)」<sup>2)</sup> 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 (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>)

：イオンクロマトグラフ法

## 3 調査結果

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、月間総降下量及び 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。

$$\text{加重平均値} = \frac{\sum((\text{各月の成分値}) \times \text{Qi})}{\sum \text{Qi}}$$

また、pH の加重平均値は、以下の式により算出した。

$$\text{pH 加重平均値} = -\log \frac{\sum(10^{-\text{pHi}} \times \text{Qi})}{\sum \text{Qi}}$$

※pHi：各月の pH 値， Qi：各月の降水量

### 3.1 降水量

平成 26 年度の年間降水量は 1,010mm であり、平成 25 年度の年間降水量 1,157mm<sup>3)</sup> より 147mm 少なかった。また経月変化をみると、6 月にピークを示し、一旦減少傾向に転じた後、10 月から 3 月までは降水量は少なく、1 月に最小値を記録した。

### 3.2 pH 及び EC

pH の加重平均値は 4.91 であり、平成 25 年度の pH 加重平均値 4.76<sup>3)</sup> と比較すると上昇傾向を示していた。経月変化をみると、6 月から 9 月の間は低めに推移し、5 月及び 2 月から 3 月にかけては高めであった。

EC の加重平均値は、20.71 μS/cm であり、平成 25 年度の 24.84 μS/cm と比較して低めの値を示した。経月変化をみると、4 月にピークを示し、5 月から 9 月にかけては横ばいであり、10 月、11 月及び 1 月、2 月にやや低めの値を示した。

表 1 酸性降下物量調査結果

月	採取期間		降水量 mm	pH	EC μ S/cm	イオン成分の降下量 (mg/m <sup>2</sup> )								
	開始日	終了日				SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup>
4	4/7	～ 5/7	50.2	5.08	40.80	312.98	261.43	92.75	115.87	50.48	13.79	72.28	13.88	0.42
5	5/7	～ 6/2	43.8	5.78	22.60	140.02	109.53	36.15	52.73	19.37	7.42	55.26	7.63	0.07
6	6/2	～ 6/30	220.1	4.75	20.70	558.27	528.62	99.20	234.13	52.15	10.79	84.86	14.03	3.93
7	6/30	～ 7/28	167.8	4.76	18.73	330.66	355.39	48.35	128.82	24.04	6.57	59.36	9.62	2.92
8	7/28	～ 8/25	126.3	4.74	20.40	264.39	220.50	80.14	100.78	42.90	8.72	48.96	10.06	2.33
9	8/25	～ 10/6	135.8	4.81	21.70	366.28	341.51	106.64	158.60	63.43	15.30	49.53	1.02	2.10
10	10/6	～ 11/4	45.4	5.48	13.72	56.26	65.20	53.59	25.42	28.42	2.94	12.41	4.66	0.15
11	11/4	～ 12/1	58.5	5.40	17.18	114.45	112.01	76.78	55.51	37.35	3.02	28.24	6.99	0.23
12	12/1	～ 12/26	25.2	5.50	22.10	46.54	44.95	18.35	23.72	7.91	2.97	17.53	2.18	0.08
1	12/26	～ 1/26	16.7	5.49	14.92	52.88	42.67	22.29	24.29	7.98	2.47	16.57	2.38	0.05
2	1/26	～ 2/23	54.6	5.77	15.46	102.84	109.46	39.47	55.46	14.53	6.01	41.26	5.03	0.09
3	2/23	～ 4/6	65.5	5.67	21.00	180.70	167.68	98.37	68.61	43.41	20.87	70.27	13.60	0.14
年計			1,010.0			2,526.28	2,358.94	772.09	1,043.94	391.98	100.86	556.53	91.08	12.51
加重平均				4.91	20.71	309.03	293.54	76.39	127.21	39.98	9.70	56.82	8.93	1.98

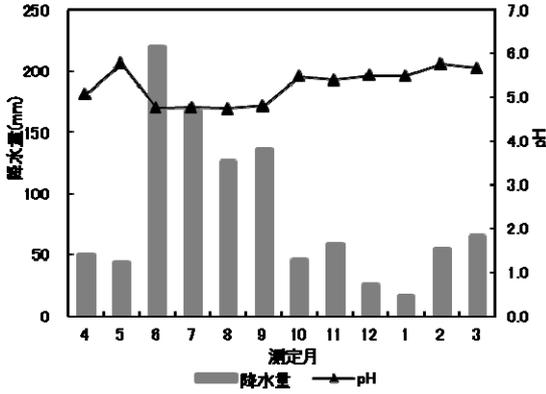


図1 降水量及び pH の経月変化

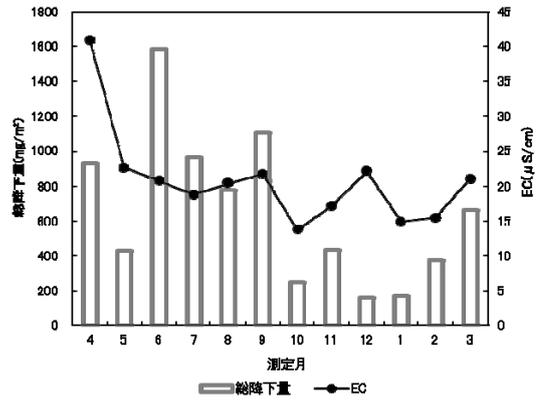


図2 月間総降水量及び EC の経月変化

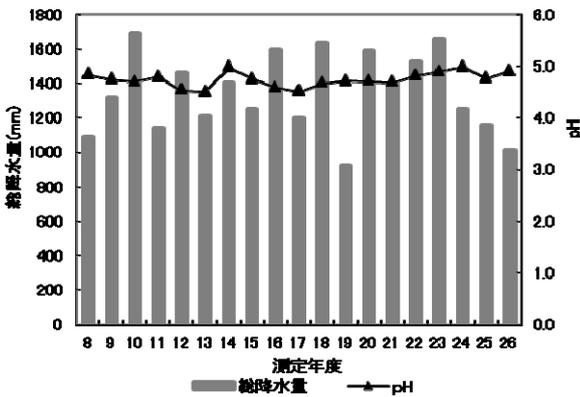


図3 総降水量及び pH の経年変化

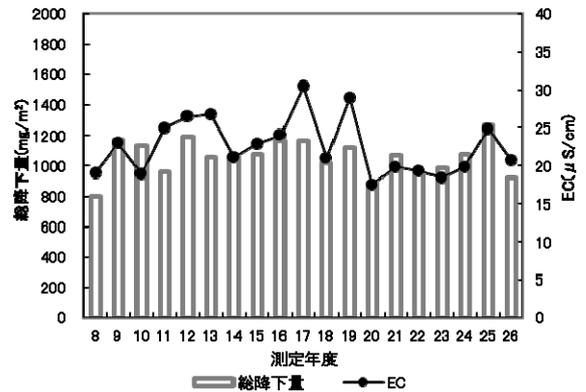


図4 月間総降水量の年加重平均値及び EC の経年変化

### 3.3 イオン成分の降水量

各成分の年加重平均値は、平成 25 年度の結果<sup>3)</sup>と比較して、すべての成分で同程度から低い値であった。月間降水量をみると、Cl<sup>-</sup>、Na<sup>+</sup>及び K<sup>+</sup>以外は 6 月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。12 月に SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>及び Na<sup>+</sup>が、1 月に NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>及び K<sup>+</sup>、H<sup>+</sup>が最低値となった。これは降水量が 12 月に 25.2mm、1 月に 16.7mm と少なかったことによる影響と考えられる。

### 3.4 経年変化

平成 8 年度～平成 26 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、降水量を最寄り气象台（宇都宮）のデータより求め、総降水量を算出したが、pH、EC 及び降水量の加重平均値算出時には欠測分を除いて算出した。

各年度で総降水量に差があり（最高値：平成 10 年度 1,691mm、最低値：平成 19 年度 927mm）、EC も年度によ

ってばらつきがみられるが、概ね 25 µS/cm 前後で推移している。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 26 年度までの 18 年間、ばらつきはあるものの 1,000～1,200 µg/m<sup>2</sup> の範囲の年度が 2/3 程度を占めていた。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 25 年度酸性降水物量調査結果, 栃木県保健環境センター年報, VI, 10, 138-139, 2014.

## 平成 26 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 26 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 26 年 12 月 22 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 26 年度の委員名簿は表 1 のとおり)

表 1 平成26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
平井 義一	自治医科大学医学部 教授	鈴木 正人	保健福祉部健康増進課長
柳原 尚久	帝京大学工学部 教授	田辺 悦夫	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	高山 尚志	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)	郷間 正憲	宇都宮市保健福祉部保健福祉総務課長
大橋 俊子	県北健康福祉センター所長 (県北保健所長)	野沢 郁雄	計量検定所長
郡司 明夫	環境森林部環境保全課長	竹澤 正樹	栃木県計量協会環境計量証明部会長
湯澤 元浩	環境森林部廃棄物対策課長	八島 利光	保健環境センター参事兼所長
北村 直也	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

試料の調製および配布は保健環境センターが行った。

#### 2 参加機関

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。

#### 3 実施項目及び配布機関

菌株	実施項目	配布機関
A	Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) O111 VT1+	1, 3, 4, 7, 9
B	Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) O157 VT1+, VT2+	2, 5, 6, 8
C	<i>Salmonella</i> Braenderup	6, 8
D	<i>Aeromonas hydrophila</i>	1, 4
E	<i>Vibrio parahaemolyticus</i> (03:K6)	2, 9
F	<i>Campylobacter coli</i>	3, 5, 7

#### 4 実施期間

平成 26 年 9 月 2 日に検査試料を配布し、9 月 30 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 6 株を用いた。A~E の 5 株は、配布前日に Tryptic Soy Broth に接種し 37℃・5 時間振とう培養を行った。Campylobacter 属菌の F は配布 2 日前に血液寒天培地に接種し 42℃・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吸光度・菌量の検量線から菌数を求め、供試菌数 ( $\geq 1.0 \times 10^5$  CFU/mL) になるように PBS に再懸濁し、これを試験母液とした。検査試料は菌株ごとに試料母液を滅菌試験管に分注し、配布まで 4℃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、「保冷剤により配付試料を冷蔵状態で専用容器 (ICAO (国際航空規約) のカテゴリー A の規格に適合した容器) にて搬送し、受領後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痢便を呈し、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 : 軽症の水様性下痢、腹痛を呈する。
- E : 上部腹痛、嘔吐、下痢を呈する。
- F : 下痢、強い腹痛、発熱を呈する。

## 6 調査結果および考察

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、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、ウェルシュ菌、カンピロバクターに対応する 9 種類の培地を使用していた。8 機関でエルシニア用、3 機関で馬または羊の血液寒天培地（非選択培地）を使っていた。なお、パルカムはリステリア用培地であり、同菌は消化器症状を呈さないため、今回の臨床症状ではこの培地を使用する必要性は無い。

選択分離培地には、選択性の強弱や特異性の有無などの性質の異なる分離培地 2 種類以上の併用を提唱してきたが、腸内細菌科では全ての機関で、下痢原性大腸菌では 7 機関で複数の分離培地が使われていた。ビブリオ属菌では 4 機関が TCBS のみ、その他の菌ではほとんどの機関が 1 種類の培地のみを使用していた。効果的にかつ合理的に検査を行うには、どの培地を組み合わせるか、各検査室で検討する必要がある。

サルモネラ属菌では、2 種類の分離培地（硫化水素産生性で検出する培地と硫化水素産生性に関係なくサルモネラを検出する培地、それぞれ 1 種類）が望ましい。前者は全機関で使用されていたが、後者は 3 機関でのみ使用されていた。国外では硫化水素非産生株も多く検出されており、今後これらに対応できる培地の追加が望まれる。

同定結果を表 2 に示す。すべての検査機関においておおむね良好な結果が得られた。

腸管出血性大腸菌の記載方法については、昨年度も同様の考察をしたが、ベロ毒素産生性と確認された場合は *Escherichia coli* ではなく *Enterohemorrhagic Escherichia coli* (EHEC) と記載するのが適当である。また血清型はハイフン (-) は入れない。

### (A) EHEC 0111 VT1+の結果

分離：表 1-1 の培地から確認試験用に、適切な性状のコロニーを釣菌していた。

推定試験：TSI・LIM を用いた試験、VP・クエン酸利用能、グラム染色、オキシダーゼ試験、血清 0 型別は全ての機関で実施されていた。CLIG 培地は 4 機関で使用されていた。(表 3-1) 供試菌

株が弱運動性であり LIM では運動性にばらつきがみられた。CLIG ではセルビオース分解 (+ : Y 黄変) とした機関が 2 か所あったが、1 機関は転記ミスが原因であり、1 機関は培地作成時の過加熱と推測された。

毒素検出試験：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。検査の重複がみられたが、2 機関はデュオパス・ベロトキシン (イムノクロマト法) から他法へ移行中のためであり、1 機関は別検体の検査で使用したキットを比較のために使用したためであった。簡易同定キット：血清型別後にキットを使用した機関があり検査の重複を疑ったが、同定のためではなく結果の再確認に使用していた。

検査に要した日数は、3~5 日が 4 機関、9 日が各 1 機関であった。

同定結果は、4 機関で EHEC 0111、1 機関で *Escherichia coli* 0111 と報告された。記載方法については、ベロ毒素産生が確認されている場合は腸管出血性大腸菌 (EHEC) と記載するのが適当である。

### (B) EHEC 0157 : VT1+, VT2+の結果

分離：確認試験に用いたコロニーは適切な性状のものを釣菌していた。

推定試験：TSI・LIM・CLIG を用いた試験、VP・クエン酸利用能、グラム染色、オキシダーゼ試験、血清 0 型別は全ての機関で実施されていた (表 4-1)。1 機関ではさらに H 群型別を実施した。TSI でのガス産生を除いて、結果のばらつきはみられなかった。

毒素検出試験：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。

簡易同定キット：一部の機関で検査の重複を疑ったが、同定後の再確認のため使用していた。

検査に要した日数は、3 機関が 3~4 日、H 型別試験を実施した 1 機関で 7 日であった。

同定結果は 3 機関で EHEC 0157 VT1/2(+), 1 機関で *E. coli* 0157 であった。記載方法については、ベロ毒素産生が確認されているので、EHEC と記載するのが適当である。

### (C) *Salmonella* Braenderup の結果

分離：表 1-1 の培地から適切な性状のコロニーを釣菌していた。

推定試験：TSI・LIM を用いた試験、VP・クエン酸利用能、グラム染色、オキシダーゼ試験は全ての機関で実施されていた。結果のばらつきはみられなかった。(表 5-1)

簡易同定キット：全ての機関で実施されていた。(表 5-2)

血清型別：1 機関では 0 多価 (+) より *Salmonella* spp. と、1 機関で 0 群と H 群抗血清を用いて *Salmonella* Braenderup と同定した。

検査に要した日数は、1 機関が 4 日、H 型別試験を行った 1 機関が 7 日であった。

サルモネラ属菌の同定は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、運動性(+)、インドール(-)）による確認培養、③O抗原による血清型別の①～③で定型的な性状を示す場合は、サルモネラ属菌と確定できる。ただし、非定型的な性状を示すもの、O群型別不能のものもあり、オキシダーゼ試験(-)、クエン酸利用(+)陽性、VP(-)、ONPG(-)を追加試験として行う。今回配布した2機関では、①～③により定型的な性状を示しサルモネラ属菌と同定できる。

なお、サルモネラの種は、*Salmonella enterica* と *Salmonella bongori* の2種であり、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。

#### (D) *Aeromonas hydrophila* の結果

分離：適切なコロニー（DHLで赤色を呈す）を釣菌していた。

推定試験：TSI・LIMを用いた試験、VP・クエン酸利用能、グラム染色、オキシダーゼ試験は全ての機関で実施され、結果のばらつきはみられなかった。（表6-1）

簡易同定キット：2機関ともIDテストEB20を用いて同定した。（表6-2）

検査に要した日数は、4～5日だった。

*Aeromonas hydrophila* は、淡水や汽水域に分布し、ヒトには水や食品を介して下痢症や創傷感染を起こす。厚労省に食中毒細菌として指定されているが、国内での集団発生事例は少ない。鑑別では、DHLで赤色コロニーを釣菌し、グラム染色、オキシダーゼ試験、運動性などを調べ、併せて簡易同定キットを用いる方法が多用される。今回、2機関とも適正な検査方法を選択していた。

#### (E) *Vibrio parahaemolyticus* (O3:K6) の結果

分離：2機関とも選択性の異なる培地を適切に用い、確認試験に用いたコロニーも適切な性状のものを釣菌していた。

推定試験：TSI・LIM・VPはNaCl（1%または2%）を加えた培地を使用し、耐塩性試験は0, 3, 8, 10%で、グラム染色、オキシダーゼ試験を2機関とも実施していた。（表7-1）

推定試験の結果にばらつきはみられなかった。

血清型別ほか：1機関でK混合を用いた血清型別とIDテストEB20により、*Vibrio parahaemolyticus* と同定した。1機関では血清型別（O3:K6）と毒素産生試験により *Vibrio parahaemolyticus* O3:K6 TDH(+) と同定した。（表7-2）

検査に要した日数は、1機関が4日、毒素産生試験を行った1機関が6日であった。

#### (F) *Campylobacter coli* の結果

分離：培養条件（42℃48時間、微好気培養）、使用培地等は適切であった。

推定試験：42℃微好気培養、カタラーゼ、オキシダーゼ、グラム染色が全ての機関で実施された。さらに、全機関で25℃微好気培養または36℃好気培養の発育試験が実施された。（表8-1）

ラテックス凝集試験：全機関でカンピロバクターLA「生研」を用いた検査が実施され、全てで *Campylobacter* 属菌と同定された。（表8-2）

PCR検査を実施した機関は無かった。

薬剤感受性試験：実施した機関はなかった。

簡易同定キット：1機関でapi campy が用いられ、*C. jejuni* とされた。これは馬尿酸加水分解試験を(+)と取り違えたため、反応時間の延長（擬陽性となる）が原因と推測された。

検査日数は、3～4日が2機関、簡易同定キットを用いた1機関が6日であった。

ヒトの胃腸炎患者由来カンピロバクターは *C. jejuni* と *C. coli* が98%を占める。これらの確認には、グラム染色、オキシダーゼ試験、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ていた。さらに、25℃微好気培養または36℃好気培養で発育があれば *Campylobacter* 属菌を否定できる。

今回、api Campyで誤同定があり、正確な判定には簡易同定キットといえども習熟を要すると再認識した。また、*C. jejuni* の一部には馬尿酸加水分解試験陰性を示す菌株があり、確実な同定にはPCR法による遺伝子検査が必要である。保健所や食肉検査所では *C. jejuni/coli* まで同定できれば問題は無く、*C. jejuni* と *C. coli* の鑑別が必要な場合は、地衛研等で実施できれば十分であろう。

表 1-1 各機関で用いた分離培地

機関名	赤痢・サルモネラ等			下痢原性大腸菌				
	DHL	SSB	他	CT-STEC	CT-SMAC	CT-RMAC	CT-SBMAC	他
1	○	○	X-SAL	○				
2	○	○		○	○			
3	○	○		○				
4	○	○		○	○			
5	○	○						CH 0157, CH 026・0157
6	○	○	CH サルモネラ MLCB	○	○			0157TAM, ViEHEC, BCM0157
7	○	○	CH サルモネラ	○	○	○	○	CH 0157
8	○	○		○	○	○	○	X-sal
9	○	○	SS		○	○	○	クロモカルトコロフォーム, CH TAM, XM-EHEC CT-ViRX026

CH：クロモアガー

表 1-2 各機関で用いた分離培地

機関名	ビブリオ属菌		バクテリウム		セレウス		ウェルシュ	カンピロ	エルシニア	他
	TCBS	他	MN	他	NGKG	他	CW	CCDA	CIN	
1	○	Vibrio 寒天 X-VP	○	X-SA	○	X-BC	○	○	○	
2	○	Vibrio 寒天	○		○		○	○	○	
3	○		○		○		○	○	○	
4	○	Vibrio 寒天	○		○		○	○	○	
5	○		○		○		○	○	○	羊血寒
6	○		○		○		○	○	○	パルカム
7	○	Vibrio 寒天	○		○		○	○	○	パルカム, 羊血寒
8	○		○		○		○	○		馬血寒
9	○	CH ビブリオ	○		○		○	○	○	

表 2 各機関の同定結果

機関名	回 答		判 定	
	No.	同定菌種名	配布菌株	合否
1	1-1	<i>Escherichia coli</i> (EHEC) 0111 : VT1+	A	合格
	1-2	<i>Aeromonas hydrophila</i>	D	合格
2	2-1	Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) 0157 VT1/VT2(+)	B	合格
	2-2	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	E	合格
3	3-1	<i>Escherichia coli</i> (EHEC) 0-111 : VT1+	A	合格
	3-2	<i>Campylobacter</i> 属	F	合格
4	4-1	Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) 0111 VT1+ VT2-	A	合格
	4-2	<i>Aeromonas hydrophila</i>	D	合格
5	5-1	<i>Escherichia coli</i> 0157 : VT1+ VT2+	B	合格
	5-2	<i>Campylobacter</i> spp.	F	合格
6	6-1	Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) 0157 H7 VT1(+), VT2(+)	B	合格
	6-2	<i>Salmonella</i> spp.	C	合格
7	7-1	<i>Escherichia coli</i> 0111 VT1(+) VT2(-)	A	合格
	7-2	<i>Campylobacter jejuni</i>	F	(合格)
8	8-1	Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) 0157:H7 VT1(+), VT2(+)	B	合格
	8-2	<i>Salmonella</i> Braenderup	C	合格
9	9-1	enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> 0111 VT1(+)	A	合格
	9-2	<i>Vibrio parahaemolyticus</i> 03:K6 TDH(+)	E	合格

表 3-1 EHEC 0111 VT1+の結果

機関名	日数	TSI		LIM	VP	SC	CLIG		G 染色	キタゲ	血清型別
		糖分解	Gas H <sub>2</sub> S	L I M			糖分解	MUG			
1	4日	Y/Y	+ -	- + -	-	-			G- R	-	O111
3	4日	Y/Y	+ -	- + +	-	-	Y/Y	+	G- R	-	O111
4	5日	Y/Y	+ -	- + +	-	-	R/Y	+	G- R	-	O111
7	9日	Y/Y	+ -	- + ±	-	-	Y/Y	+	G- R	-	O111
9	3日	Y/Y	+ -	- + -	-	-	R/Y	+	G- R	-	O111

表 3-2 EHEC 0111 VT1+の結果

機関名	毒素産生試験	簡易同定キット	同定結果
1	VT1(+):テュオハス・ヘトキシ	IDテスト EB20	<i>Escherichia coli</i> (EHEC) O111
3	VT1(+):テュオハス・ヘトキシ VT(+):キャピリア VT	IDテスト EB20	<i>Escherichia coli</i> (EHEC) O-111
4	VT1(+):テュオハス・ヘトキシ	IDテスト EB20	Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) O111 VT1+ VT2-
7	VT1(+):NH イムノクロマト VT1/2 +:ベロ毒素産生遺伝子検出 PCR VT1(+):VTEC-RPLA	api 20E NH イムノクロマト O111:+	<i>Escherichia coli</i> O111 VT1(+) VT2(-)
9	VT1(+):Loopamp ヘト毒素タイピング VT1(+):テュオハス・ヘトキシ		enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> O111 VT1(+)

表 4-1 EHEC 0157 : VT1+, VT2+の結果

機関名	日数	TSI		LIM	VP	SC	CLIG		G 染色	キタゲ	血清型別
		糖分解	Gas H <sub>2</sub> S	L I M			糖分解	MUG			
2	4日	Y/Y	+ -	+++	-	-	R/Y	-	G- R	-	O157
5	3日	Y/Y	- -	+++	-	-	R/Y	-	G- R	-	O157
6	4日	Y/Y	+ -	+++	-	-	R/Y	-	G- R	-	O157
8	7日	Y/Y	+ -	+++	-	-	R/Y	-	G- R	-	O157:H7

表 4-2 EHEC 0157 : VT1+, VT2+の結果

機関名	毒素産生試験	簡易同定キット	同定結果
2	VT1/2(+):テュオハス・ヘトキシ	IDテスト EB20	Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) O157 VT1/VT2(+)
5	VT1/2(+):テュオハス・ヘトキシ		<i>Escherichia coli</i> O157
6	VT1/2(+):VTEC-RPLA	api 20E ラテックス E.coliO157F:+	Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) O157 VT1(+), VT2(+)
8	VT1/2(+):VTEC-RPLA	api 20E	Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> (EHEC) O157:H7 VT1(+), VT2(+)

表 5-1 *Salmonella* Braenderup の結果

機関名	日数	TSI		LIM	VP	SC	G 染色	キタゲ
		糖分解	Gas H <sub>2</sub> S	L I M				
6	4日	R/Y	++	+ - +	-	+	G- R	-
8	7日	R/Y	++	+ - +	-	+	G- R	-

表 5-2 *Salmonella* Braenderup の結果

機関名	簡易同定キット	血清型別	同定結果
6	api 20E→ <i>Salmonella</i> spp.	O 多価	<i>Salmonella</i> spp.
8	api 20E→ <i>Salmonella</i> spp.	O7 第1相 H-e, h、第2相 H-e, n, z <sub>15</sub>	<i>Salmonella</i> Braenderup

表 6-1 *Aeromonas hydrophila* の結果

機関名	日数	分離培地での発育			TSI	LIM	VP	SC	G 染色	オキタ <sup>セ</sup>
		DHL	SSB	TCBS	糖分解 Gas H <sub>2</sub> S	L I M				
1	4 日	+	+	-	R/Y + -	- + +	+	+	G- R	+
4	5 日	+	+	-	R/Y + -	- + +	+	+	G- R	+

表 6-2 *Aeromonas hydrophila* の結果

機関名	簡易同定キット	同定結果
1	ID テスト EB20 : 2731041	<i>Aeromonas hydrophila</i>
4	ID テスト EB20 : 2721041	<i>Aeromonas hydrophila</i>

表 7-1 *Vibrio parahaemolyticus* (03:K6) の結果

機関名	日数	TSI	LIM	VP	NaCl				G 染色	オキタ <sup>セ</sup>
		糖分解 Gas H <sub>2</sub> S	L I M		0%	3%	8%	10%		
2	4 日	R/Y - -	+++	-	-	+	+	-	G- R	+
9	6 日	R/Y - -	+++	-	-	+	+	-	G- R	+

表 7-2 *Vibrio parahaemolyticus* (03:K6) の結果

機関名	血清型別	簡易同定キット	毒素産生試験	同定結果
2	K 混合 I	ID テスト EB20		<i>Vibrio parahaemolyticus</i>
9	O3 : K6		KAP-RPLA : TDH (+)	<i>Vibrio parahaemolyticus</i> O3:K6 TDH(+)

表 8-1 *Campylobacter coli* の結果

機関名		微好気培養			好気	カタラーゼ	オキタ <sup>セ</sup>	グラム染色	その他
		42°C	36~37°C	25°C	36°C	セ			
3	4 日	+			-	+	+	G- 桿菌、フシ状	
5	3 日	+	-	-		+	+	G- 桿菌	
8	6 日	+	+	-		+	+	G- フシ菌	直接鏡検

表 8-2 *Campylobacter coli* の結果

機関名	ラテックス凝集	簡易同定キット	
3	カンピロバクター-LA		<i>Campylobacter</i> spp.
5	カンピロバクター-LA		<i>Campylobacter</i> spp.
8	カンピロバクター-LA	api Campy	<i>Campylobacter jejuni</i>

## 7 まとめ

(1) 選択分離培地については、食中毒起因菌・感染性胃腸炎起因菌 10 種類のうち、全機関で 9 菌種以上に対応する培地を使用していた。これらに加えて、エルシニア、リステリア用の選択分離培地と非選択培地（馬または羊の血液寒天培地）の併用があった。

選択分離培地には、選択性の強弱、特異性の有無など性質の異なる 2 種類以上の併用を提唱してきた。今回、腸内細菌科については全ての機関で複数の培地が使用されていた。今後は、サルモネラ属菌と下痢原性大腸菌では適切な選択分離培地を 2 種類以上使用するとよい。その他の細菌についても 2 種類以上の分離培地の組み合わせを検討し、時間と経費の範囲内で導入していくのが望ましい。

(2) 腸内細菌科の同定にあってはオキシダーゼ、TSI、LIM、VP、クエン酸分解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。グラム染色は細菌同定の必須項目であり、全ての機関で履行されていた。染色の際には、陽性コントロールとして *Staphylococcus aureus*、陰性コントロールとして *Escherichia coli* を同一スライドグラス上で同時に染めると、染色手技の適否を確認できる。

(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と効果的である。しかし、簡易同定キットのみで、①～③の手順を実施せずに同定を行うのは、誤同定の恐れがある。また、簡易同定キットを正しく使用するには習熟を要することを忘れてはならない。さらに、非定型的反応、追加試験の項目などにも留意して判定を実施する。

(4) 腸管出血性大腸菌の同定にはベロ毒素の確認が必要であるが、今回、全ての機関で実施されていた。

同定結果は、ベロ毒素(+)と確認されている場合は EHEC と記載するのが適当である。

(5) 今回、病原体運搬に準備された容器は、多くは規格に適合した専用容器だったが、一部に適切でない容器がみられた。全ての病原体や臨床検体の運搬に際しては、取扱者は運搬時における事故防止という社会的責任を意識し、日頃から現場で実践していくことが必要である。

(6) 今回、全ての機関でおおむね良好な同定がなされていた。今後は、いたずらに培地や試験を増やすのではなく、合理的で効率のよい検査のために適切に選択を行うべきである。

今後も、GLP に係る試験検査実施標準作業書 (SOP) に記載された菌株を被検菌株として当該事業を継続し、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、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機関及び環境計量証明事業所11機関、合計15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～O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項に定める排水基準に係る項目から銅を実施項目とした。

4 実施期間

平成26年9月2日に試験用試料（模擬排水）を配付し、試験結果報告期限を9月30日とした。

5 模擬試料の調製

試料A、試料B、試料Cの3種類の試料原液を以下のとおり調製し、各100mLを配付した。各機関は、配付された試料原液を10倍に希釈したものを分析試料として試験を実施することとした。

試料A：銅標準液（関東化学（株）1,000mg/L、以下同じ）10mL及び硝酸20mLを2Lメスフラスコにとり、全量を超純水で2,000mLとしたものを試料原液とした。これを10倍希釈した分析試料の銅含有量（以後設定値と呼ぶ）は0.500mg/Lである。

試料B：銅標準液10mL、塩化カルシウム10g及び硝酸20mLを2Lメスフラスコにとり、全量を超純水で2,000mLとしたものを試料原液とした。これを10倍希釈した分析試料Bの設定値は0.500mg/Lである。

試料C：銅標準液72mL及び硝酸20mLを2Lメスフラスコにとり、全量を超純水で2,000mLとしたものを試料原液とした。これを10倍希釈した分析試料の設定値は、3.60mg/Lである。

6 試験方法

試験方法は、「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、以下「告示」という）に定める方法「JIS K0102 52 銅」から選択することとした。

各機関は、試料A～Cのそれぞれについて併行試験を3回ずつ行い、その結果及び分析条件等を報告することとした。

7 結果

7.1 概要

参加15機関中、全機関から回答を得た。

これらのうち、フレイム原子吸光法を選択したのは6機関、ICP発光分光分析法は7機関、ICP質量分析法は2機関であった。（表1）

各機関の分析担当者が、通常業務においてもこの精度管理調査で選択した方法と同じ方法で分析している年間検体数が301件以上であったのは4機関、201～300件及び51～200件がそれぞれ2機関、21～50件及び11～20件がそれぞれ3機関だった。（図1）

分析結果の統計処理においては、各機関とも配付された3試料について測定を3回ずつ行ったため、データ個数としてn=45（併行試験3回分の結果×機関数15）、あるいはn=15（併行試験3回分の結果の平均値×機関数15）のいずれかを用いて処理を行った。以後、前者（n=45）を全分析値、後者（n=15）を平均値と呼ぶ。各機関の分析値（mg/L）、分析条件及び3回並行試験の変動係数（%）は表2のとおりであった。また、平均値及び全分析値から算出された基本統計データは表3及び表4のとおりであった。

7.2 度数分布図

ヒストグラムを図2及び図3に示す。設定値は概ね最大度数の階級にあった。

7.3 外れ値の棄却

提出された全分析値について試料毎にグラブソスの検定を実施した。その結果、1機関（機関E）の試料Aの3回の分析値が5%の有意水準で棄却されたため、これ以降の解析対象から外した。棄却率は6.7%であった。棄却後の基本統計データは表3及び表4に示すとおりとなった。棄却原因は、検量線の濃度設定などによるものと推察された。

また、各機関の分析値の最大値、最小値及び平均値を

表1 採用した分析方法

分析方法	機関数
フレイム原子吸光法	6
ICP発光分光分析法	7
ICP質量分析法	2

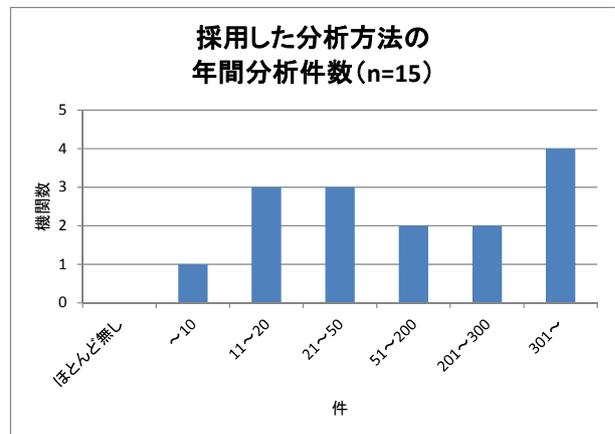


図1 各参加機関の分析担当者の年間分析検体数（今回採用した分析方法に限る）

設定値に対する百分率として表すと、91.4～110%であった。(図4)

#### 7.4 考察

試料A及び試料Bは設定値が同一であるが、試料Bには塩化カルシウムが添加されているという点で異なる。表5に示した2種類の前処理法と3種類の分析方法のそれぞれについて、カルシウムの添加により分析結果に有意差が出るか検討した。検討に当たっては、前処理方法ごと並びに分析方法ごとにグループ分けを行い、それぞれについて全分析値を用い一元配置の有意水準5%における分散分析を行った。(表5)

その結果、試料A及びBの分析値は、前処理法が塩酸又は硝酸酸性で煮沸する方法あるいは塩酸又は硝酸で分解する方法のいずれであっても分散比(F値)がF境界値を超えることはなく、試料A及びBの分析値には有意差はみられなかった。一方、分析方法の比較では、ICP質量分析法において分散比が9.45であり、F境界値4.96を超えていたが、データ数が少ないため差があると評価するのは困難と思われた。

塩化物イオン濃度が高い試料をICP質量分析法で分析すると、スペクトル干渉により分析値が高値となることがあるが、本調査においてはこのような結果は認められなかった。

#### 7.5 調査結果から推定されたその他の問題点

##### (1) 検量線について

「化学物質環境実態調査実施の手引き」(平成20年度版、環境省)を参考とすると、決定係数(R<sup>2</sup>)は0.990以上を確保することとされている。各機関の決定係数は0.992～1.000の範囲にあり問題はなかった。しかし、濃度の段階の設定が均等でない(3点低濃度の後に1点の高濃度(10倍)の点を取っている)機関(機関E)が認められた。このことが分析値の棄却された一因となったものと推定されることから、この機関においては、検量線の作成方法を見直す必要があると思われる。

また、標準液の力価を考慮せずに検量線を作成し、定量している機関が2(機関Bと機関I)あった。

##### (2) 報告値について

報告値については、有効数字3ケタで報告することとされていたが、端数の処理をせずに入力している機関が1(機関E)あった。表計算ソフトからのコピー&ペーストの操作によるものと思われるが、JIS Z8401に従った数字の丸め方を遵守すべきである。

##### (3) その他

分析値に直接の影響は認められなかったが、報告書の様式に記入する際、検量線切片の「+」、「-」の符号を逆にした、傾きと切片の値を誤記入した等のケアレスミスが3件(機関D、機関E、機関I)あった。結果報告書の作成という最終的な段階でミスが生じないように、十分に注意する必要がある。

## 8 総括評価及び今後の課題

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。また異常値棄却後の試料A並びに試料B及び試料Cの平均値の変動係数(室間変動%)はそれぞれ3.90%、5.21%、及び4.31%であった。JISで定められた繰り返し分析精度の値が2～10%であることを考慮すると、今回の分析結果はおおむね良好であった。また、平成16年度に実施された銅を対象物質とした同様の精度管理調査(設定値0.10mg/L、n=19)における室間変動係数が31.4%であったことと比較すると、今回の精度は向上しているという結果であった。

しかしながら、分析結果に影響を与える問題点として、標準液の力価の未反映、有効数字の桁数の無考慮が確認された。さらに、人為的な入力ミス等も複数見られた。

これらのミスは毎年散見される。各参加機関においては速やかなチェックと改善が望まれる。



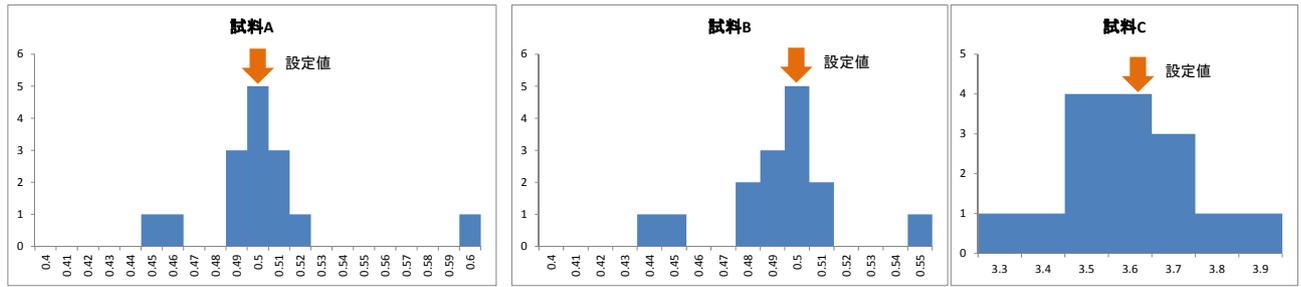


図2 度数分布 平均値 (n=15)

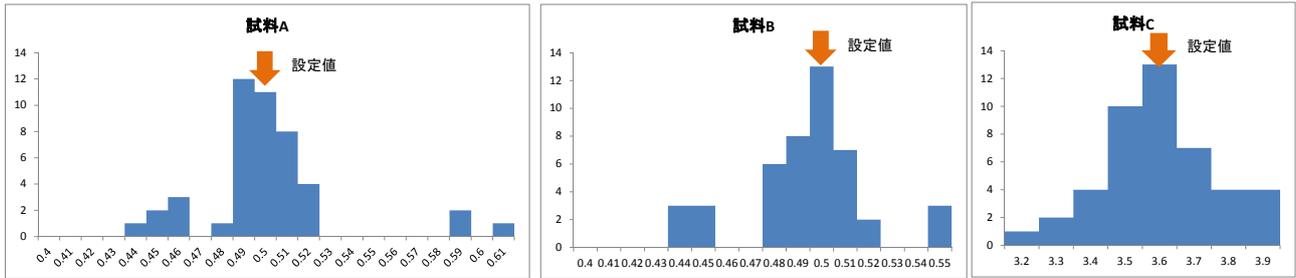


図3 度数分布 全分析値 (n=45)

表3 基本統計データ (平均値)

	試料A ( )は外れ値 棄却後の値		試料B	試料C
データ数	15	(14)	15	15
平均値 (mg/L)	0.505	(0.499)	0.498	3.64
最大値 (mg/L)	0.602	(0.524)	0.556	3.94
最小値 (mg/L)	0.455	(0.455)	0.448	3.31
範囲(最大値-最小値)	0.147	(0.069)	0.108	0.63
標準偏差 (mg/L)	0.0326	(0.0195)	0.0259	0.157
変動係数 (%)	6.46	(3.90)	5.21	4.31
中央値 (mg/L)	0.501	(0.501)	0.502	3.64
設定値 (mg/L)	0.500		0.500	3.60

表4 基本統計データ (全分析値)

	試料A ( )は外れ値 棄却後の値		試料B	試料C
データ数(参加機関数×3回実施)	45	(42)	45	45
平均値 (mg/L)	0.505	(0.499)	0.498	3.64
最大値 (mg/L)	0.613	(0.53)	0.557	3.96
最小値 (mg/L)	0.448	(0.448)	0.441	3.27
範囲(最大値-最小値)	0.165	(0.077)	0.116	0.69
標準偏差 (mg/L)	0.0321	(0.0199)	0.0256	0.158
変動係数 (%)	6.36	(3.98)	5.14	4.33
中央値 (mg/L)	0.501	(0.501)	0.502	3.62
設定値 (mg/L)	0.500		0.500	3.60

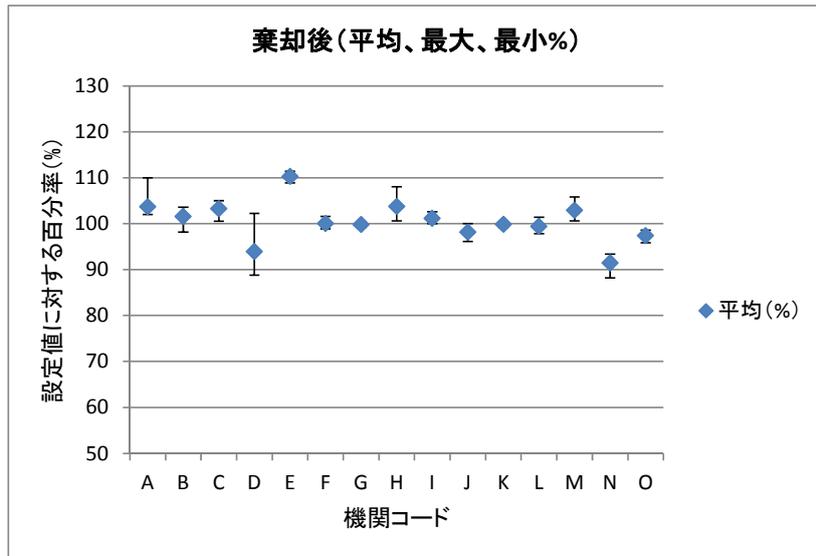


図4 分析値の設定値に対する百分率

表5 一元配置の分散分析結果 (全分析値、棄却後、有意水準 5%)

	試料A			試料B			分散比 (F値)	F境界値
	標本数	平均	分散	標本数	平均	分散		
前処理法								
塩酸または硝酸酸性で煮沸	21	0.506	1.14.E-04	24	0.512	3.82.E-04	1.26	4.07
塩酸又は硝酸による分解	21	0.491	5.12.E-04	21	0.483	5.40.E-04	1.14	4.08
分析方法								
フレイム原子吸光法	18	0.485	4.11.E-04	18	0.483	6.69.E-04	0.07	4.13
ICP発光分光分析法	18	0.506	1.14.E-04	21	0.508	5.10.E-04	0.17	4.11
ICP質量分析法	6	0.516	7.37.E-06	6	0.509	2.23.E-05	9.45	4.96



## 栃木県保健環境センター一年報

第 20 号

平成 26 年度版

2015 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>

