

ISSN 0910-9293

宮城県保健環境センター年報

平成16年度

ANNUAL REPORT
OF
MIYAGI PREFECTURAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH AND ENVIRONMENT

No.23 2005

宮城県保健環境センター

はじめに

このたび、宮城県保健環境センターの平成16年度における業績をとりまとめ年報として発刊する運びになりましたので、ご高覧の上、ご意見を賜れば幸いと存じます。

当センターは、県民の健康保持・増進と良好な環境の保全を目指して、試験検査、調査研究、関係情報の収集・解析・提供及び技術研修を行っておりますが、平成16年度には、村田町竹の内産業廃棄物処分場での各種調査解析、生かきのノロウイルス対策に関する調査研究、海藻を活用した水質浄化法の検討、ポジティブリスト制導入に向けての一斉分析法の確立、ダイオキシン類の発生源解析等、鋭意取り組んで来たところです。

さて、当センターにおいても外部評価制度の導入が行われ、外部の専門家や有識者による調査審査により、センターの運営体制及び調査研究等の充実を図ることになりました。平成17年度は、保健環境センターの運営全般にわたる評価である機関評価を行い、また、平成18年度から研究課題評価を行うこととしております。

以前にもまして、県民の皆様のニーズを的確に把握した上で、多様化、複雑化してきている保健環境問題に対して、限られた人的・物的資源の下で、適切かつ効率的な調査研究等の遂行とその成果を各方面に有効に還元することが求められております。

一方、県財政はますます厳しくなり、センター関連予算の削減、委託を含む業務の見直し、職員の高齢化に伴う、いわゆる団塊の世代の退職を迎えて研究員の技術水準の維持に向けた対応等の課題が山積しております。

このような状況のなか、県民の皆様の理解が得られ充分期待に応えられるよう、調査研究体制の充実、環境測定の精度管理の導入、健康危機管理体制の強化など、保健環境分野の課題に対して積極的に取り組み、研鑽を積んでいきたいと考えておりますので、今後とも、ご指導、ご支援のほどよろしくお願い致します。

平成17年11月

宮城県保健環境センター

所 長 大 江 浩

目 次

A 事業概要

I 総 説

1 沿 革	1
2 機構及び業務分担	1
3 職 員	2
4 決 算	3
5 主要機械器具	4
6 技 術 研 修	7
7 講 師 等 派 遣	8
8 学術情報の収集	9

II 概 況

1 企画情報部	11
2 微生物部	14
3 生活化学部	18
4 環境化学部	21
5 大気環境部	23
6 水環境部	28
7 試験検査部	32
8 古川支所	34

B 調査研究

I 論 文

食材及び調理方法から解析したサルモネラ食中毒の発生要因の研究	35
阿部 和男	
宮城県における E 型肝炎ウイルスの侵淫状況調査	40
植木 洋 菊地 奈穂子 山木 紀彦 後藤 郁男 沖村 容子	
秋山 和夫	
同一地域における風疹・麻疹抗体保有状況	43
菊地 奈穂子 佐々木 美江 山木 紀彦 後藤 郁男 植木 洋	
沖村 容子 秋山 和夫	
宮城県における腸管出血性大腸菌感染症の発生要因	47
田村 広子 三品 道子 菅原 直子 佐藤 由美 畠山 敬	
谷津 壽郎 秋山 和夫	
市販免疫血清では同定できなかった腸管出血性大腸菌による集団感染事例	51
佐藤 由美 田村 広子 三品 道子 菅原 直子 畠山 敬	
谷津 壽郎 秋山 和夫	

残留農薬ポジティブリスト制度導入に向けた GC/MS , LC/MS/MS 同時一斉分析法	55
氏家 愛子 佐藤 信俊	
アレルギー物質（卵）を含む食品の検知法について	60
曾根 美千代 福原 郁子 佐藤 信俊	
ダイオキシン類の発生源推定に関する研究（宮城県内の推定事例）.....	65
加藤 謙一 中村 朋之 菱沼 早樹子 鈴木 滋 斎藤 善則	
橋本 俊次 柏木 宣久	
宮城県におけるPM2.5の測定結果について.....	68
菅原 隆一 高橋 正人 中村 栄一 鈴木 康民	
交通騒音評価管理システムの実証的検討（第3報）- 実測値と評価値との関係 -	71
濱名 徹 高橋 誠幸 鈴木 康民	
堆肥舎臭気の木材チップ吸着脱臭実態調査	78
小野 研一 佐々木 俊行 鈴木 康民	
大和町吉岡における地下水流動と有機塩素化合物による地下水汚染の検討	82
清野 茂 小山 孝昭 牧 滋 佐藤 勤 大庭 和彦	
鉛川湧水調査結果	88
清野 茂 小山 孝昭 佐藤 健一 牧 滋 佐藤 勤 大庭 和彦	
伊豆沼の水生植物分布調査（水質浄化に関連して）.....	95
渡部 正弘 佐々木 久雄 小山 孝昭 阿部 郁子 牧 滋	
大庭 和彦	
市販食肉等からのカンピロバクター検出と低温保存での菌消長	98
渡邊 節 川野 みち 小林 妙子 山田 わか 齋藤 紀行	
川向 和雄	
宮城県内の海水および市販貝類からのピブリオ・バルニフィカスの検出	102
齋藤 紀行 山田 わか 渡邊 節 小林 妙子 川野 みち	
田村 広子 三品 道子 菅原 直子 佐藤 由美 畠山 敬	
谷津 壽郎 秋山 和夫 川向 和雄	
II 資 料	
感染症発生動向調査	109
微生物部	
感染症流行予測調査	113
微生物部	
食中毒検査実績 - ウイルス検査および食中毒原因菌の特殊検査実施状況 -	118
微生物部	
平成16年度に宮城県で発生した2類および3類感染症	120
微生物部	
過去6年間に検出した腸管出血性大腸菌（EHEC）のPFGEパターン	122
谷津 壽郎 田村 広子 三品 道子 菅原 直子 佐藤 由美	
畠山 敬 秋山 和夫	

日常食品中の水銀摂取量調査 - 魚介類の含有量実態を中心に -	125
山内 一成 氏家 愛子 佐藤 信俊	
GMO検査におけるサンプル量縮小化への検討	128
福原 郁子 曾根 美千代 氏家 愛子 佐藤 信俊	
ポジティブリスト制導入に向けた精度管理の一手法	
- 高速液体クロマトグラフィーを利用した混合標準溶液の評価 -	131
赤間 仁 佐藤 信俊	
平成16年度生活化学部検査結果	135
生活化学部	
ダイオキシン類の発生源予測に関する研究Ⅲ - 石巻地域の環境大気調査結果 -	138
加藤 謙一 中村 朋之 菱沼 早樹子 鈴木 滋 齋藤 善則	
橋本 俊次 柏木 宣久	
大気中の揮発性有機化合物調査	141
佐久間 隆 小泉 俊一 北村 洋子 木戸 一博 鈴木 康民	
環境水中における同化性有機炭素（AOC）の評価	143
菅原 直子 小林 妙子 渡邊 節 山田 わか 齋藤 紀行 阿部 郁子	
阿部 公恵 佐々木 久雄 植木 洋 畠山 敬 沖村 容子	
生あん中のシアン定性試験で疑陽性反応を示した事例	146
佐藤 由紀 千葉 美子 葛岡 勝悦 川向 和雄	
鳴瀬川水系における一般細菌数および大腸菌群数の通年変動	148
山田 わか 齋藤 紀行 渡邊 節 小林 妙子 川野 みち 阿部 郁子	
佐々木 久雄 菅原 直子 畠山 敬	
平成16年度食中毒検査結果	151
試験検査部	
食品中4種添加物の同時分析の検討	152
加茂 えり子 千葉 圭子 粟野 健	
腸管毒素原性大腸菌（ETEC）の耐熱性エンテロトキシン（ST）検出法に関する検討	154
高橋 恵美 後藤 つね子 佐藤 裕美子 粟野 健	
平成16年度食中毒検査結果	155
古川支所	
Ⅲ 調査研究課題一覧	157
C 研究発表状況	
I 他誌論文抄録	159
II 学会発表等	165
III 研究発表会	169

A 事業概要

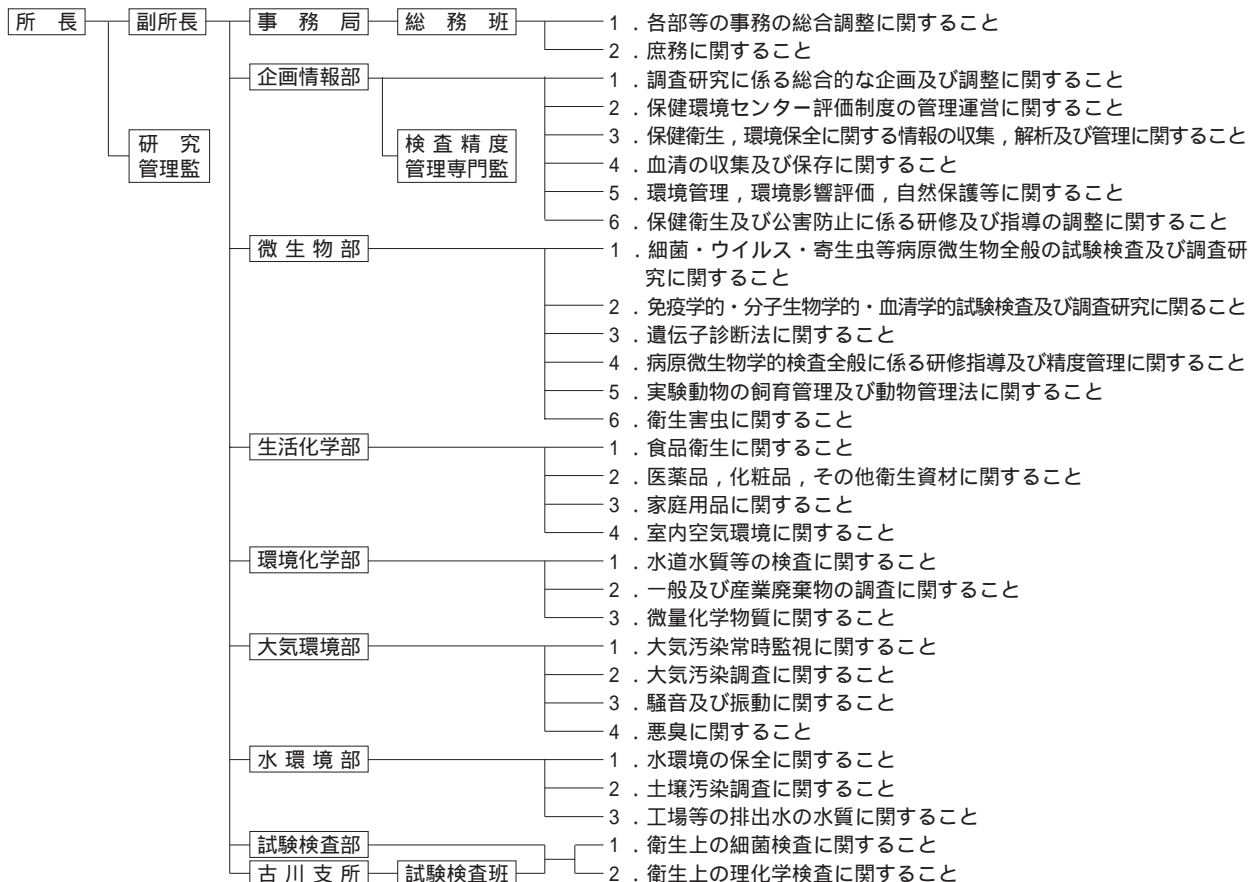
I 総説

1 沿革

昭和22. 1. 1	衛生部に設置されていた細菌検査所と衛生試験室の2部門が合併されて衛生検査所として発足
24. 7. 1	仙台市跡付丁1番地(現勾当台会館)に新築移転し衛生研究所と改称
26. 4.22	市内の大火により類焼
27. 2.18	仙台市覚性院丁16に新築移転
37. 1. 1	機構改正により総務課, 細菌課, 化学課の3課制施行
41. 4. 1	機構改正により庶務課, 微生物部, 理化学部, 環境衛生部の1課3部制施行
41. 9.20	第18回保健文化賞受賞
41.11. 5	同上受賞により知事より褒賞
44. 7.21	機構改正により庶務課, 微生物部, 理化学部, 環境衛生部, 公害部の1課4部制施行
46. 4. 1	機構改正により公害部が公害技術センターとして独立。環境管理部, 大気部, 水質部, 特殊公害部の4部制施行
47. 4. 1	現在地に新築移転
	機構改正により宮城県総合衛生センター新設。衛生研究所庶務課は総合衛生センターの所管となる
49. 4. 1	機構改正により公害技術センターが生活環境部の所管となる
53. 6.12	宮城県沖地震により甚大な被害を受ける
54. 3.31	地震災害復旧工事完了
55. 3.31	衛生研究所設立30周年記念誌発行
56. 7.31	公害技術センター設立10周年記念誌発行
57. 8. 1	機構改正により総合衛生センター, 衛生研究所及び公害技術センターを統合し「宮城県保健環境センター」1局7部制となる(環境管理部を情報管理部と名称変更)
62. 4. 1	分庁舎新築(血清疫学情報センター)
63. 4. 1	機構改正により特殊公害部が大気部と統合され1局6部制となる
平成 2. 8.30	情報管理部内に環境情報センターを設置
11. 4. 1	行政改革推進計画に基づき事務局に班(グループ制)を導入する
11. 8.30	特定化学物質検査棟新築
12. 4. 1	機構改正により試験検査部, 保健環境センター古川支所が新たに設置され1局7部1支所制となる
14. 4. 1	5部の名称を変更

2 機構及び業務分担

(平成17年4月1日現在)



3 職 員

(1) 職員定数

平成17年6月1日現在

区 分	定数	現員	欠(過)員	摘 要	区 分	定数	現員	欠(過)員	摘 要
所 長	1	1	-		事務吏員	5	5	-	
研究管理監	1	1	-		技術吏員	72	68	4	ほかに兼務職員1名
副 所 長	2	4	2	事務1, 技術3名	計	81	79	2	ほかに再任用職員1名

(2) 職員一覧

平成17年6月1日現在

部名	職 名	氏 名	部名	職 名	氏 名	部名	職 名	氏 名	部名	職 名	氏 名
所 長	大 江 浩		研究員	山 木 紀 彦	部 長	加 賀 谷 秀 樹	(兼)部 長	廣 重 憲 生	試 験 査 査 部	部 長	廣 重 憲 生
研究管理監	星 野 和 行		研究員	庄 司 美 加	総括研究員	仁 平 明	部技術副参事	斎 藤 紀 行		技術副参事	葛 岡 勝 悦
副 所 長(兼) (環境生活部参事)	千 葉 信		研究員	川 野 み ち	総括研究員	高 橋 誠 幸	技術副参事	山 田 わ か		技術副参事	山 田 わ か
副 所 長(兼) (環境生活部技術参事)	嵯 峨 京 時		技 師	佐 々 木 美 江	総括研究員	濱 名 徹	技 術 次 長	渡 邊 節		主任主査	小 林 妙 子
副 所 長(兼) (試験検査部長)	廣 重 憲 生		技 師	菊 地 奈 穂 子	総括研究員	中 村 栄 一	主任主査	佐 藤 由 紀		技術主査	千 葉 美 子
副 所 長	坂 本 和 臣		技 師	三 品 道 子	総括研究員	小 野 研 一	技術主査	菅 原 直 子		支 所 長	粟 野 健
(兼)衛生研究担当 (仙台保健福祉事務所長)	町 田 淳		技 師	田 村 広 子	総括研究員	木 戸 一 博	支 所 長	粟 野 健		技術次長 (班 長)	佐 藤 裕 美 子
(兼)局 長	千 葉 信		部 長	柳 田 則 明	総括研究員	佐 々 木 俊 行	技 術 主 査	千 葉 美 子		技術主査	菅 原 直 子
副参事兼次長 (総括担当)	菅 原 康 隆		総括研究員	山 内 一 成	上 席 主 任 研 究 員	北 村 洋 子	技 術 主 査	菅 原 直 子		支 所 長	粟 野 健
次 長 (班 長)	内 海 逸 郎		総括研究員	手 代 木 年 彦	上 席 主 任 研 究 員	小 泉 俊 一	技 術 主 査	後 藤 つ ね 子		技 師	千 葉 圭 子
主任主査	小 松 光 世		上 席 主 任 研 究 員	氏 家 愛 子	主任研究員	佐 久 間 隆	技 師	高 橋 恵 美		技 師	佐 々 木 多 栄 子
主 査	佐 藤 由 起 夫		研 究 員	曾 根 美 千 代	副主任研究員	高 橋 正 人	技 師	佐 々 木 多 栄 子			
主 事	早 坂 春 香		技 師	遠 藤 美 砂 子							
部 長	鈴 木 康 民		技 師	福 原 郁 子	(兼)部 長	嵯 峨 京 時	技 師	千 葉 圭 子			
検査精度 管理専門監	阿 部 和 男		部 長	斎 藤 善 則	部技術副参事 兼総括研究員	佐 藤 勤	技 師	高 橋 恵 美			
総括研究員	高 橋 秀 逸		総括研究員	鈴 木 滋	総括研究員	牧 滋	技 師	佐 々 木 多 栄 子			
総括研究員	小 室 健 一		総括研究員	柳 茂	総括研究員	小 山 孝 昭					
総括研究員	浦 山 清		総括研究員	高 橋 紀 世 子	総括研究員	佐 々 木 久 雄					
上 席 主 任 研 究 員	安 藤 伸 一		総括研究員	加 藤 謙 一	総括研究員	清 野 茂					
部 長	秋 山 和 夫		上 席 主 任 研 究 員	菅 原 隆 一	上 席 主 任 研 究 員	渡 部 正 弘					
総括研究員	谷 津 壽 郎		副 主 任 研 究 員	吾 妻 正 道	上 席 主 任 研 究 員	大 金 仁 一					
上 席 主 任 研 究 員	沖 村 容 子		副 主 任 研 究 員	菱 沼 早 樹 子	技 師	阿 部 郁 子					
主任研究員	畠 山 敬										
研 究 員	植 木 洋										
研 究 員	後 藤 郁 男										

研究職(58名)	所 長	1名
	研究管理監	1名
	副 所 長	3名
	部 長	5名
	検査精度管理専門監	1名
	総 括 研 究 員	22名
	上 席 主 任 研 究 員	8名
	主 任 研 究 員	2名
	副 主 任 研 究 員	3名
	研 究 員	5名
	技 師	7名
医療職(15名)	技 術 吏 員	15名
行政職(6名)	事 務 吏 員	6名

4 決 算

平成16年度歳入歳出決算書

(1) 歳 入

単位：円（平成17年5月31日現在）

科 目	決 算 額	摘 要	科 目	決 算 額	摘 要
08 使用料及び手数料	1,452,570		14 諸 収 入	65,178	
01 使 用 料	17,270		06 雑 入	65,178	
01 総務使用料	17,270		05 雑 入	65,178	
02 手 数 料	1,435,300				
02 衛生手数料	1,435,300		計	1,517,748	

(2) 歳 出

単位：円（平成17年5月31日現在）

科 目	決 算 額	摘 要	科 目	決 算 額	摘 要
《本 所》			06 農林水産業費	8,647,918	
			05 水 産 業 費	8,647,918	
02 総 務 費	1,977,709		04 水産業振興費	8,647,918	
01 総務管理費	59,868				
02 人事管理費	59,868		本 所 計	243,171,279	
06 防 災 費	682,399				
02 防災対策費	682,399		《古川支所》		
10 生活環境費	1,235,442				
01 生活環境総務費	1,235,442		02 総 務 費	178,555	
04 衛 生 費	232,545,652		01 総務管理費	4,731	
01 公衆衛生費	12,948,493		02 人事管理費	4,731	
04 感染症対策費	12,865,793		10 生活環境費	173,824	
05 結核対策費	82,700		01 生活環境総務費	173,824	
02 環境衛生費	53,151,344		04 衛 生 費	9,664,418	
02 食品衛生指導費	40,862,263		02 環境衛生費	6,287,840	
03 環境衛生施設指導費	10,586,072		02 食品衛生指導費	6,154,944	
04 環境衛生諸費	1,636,186		04 環境衛生諸費	132,896	
05 獣疫衛生指導費	65,123,424		03 公害対策費	49,875	
03 公害対策費	404,099		02 公害防止費	49,875	
01 公害総務費	64,719,325		05 医 薬 費	3,326,703	
02 公害防止費	130,168		01 医薬総務費	3,274,847	
04 保健所費	130,168		07 薬 務 費	51,856	
01 保健所費	101,192,223				
05 医 薬 費	100,791,050		支 所 計	9,842,973	
01 医薬総務費	401,173				
05 薬 務 費			センター合計	253,014,252	

5 主要機械器具

(平成17年5月31日現在)

名 称	規 格	用 途	数量	摘 要
(企画情報部)				
高速液体クロマトグラフシステム	IBM PS5530Z	血清疫学情報センター業務	1	
(微生物部)				
電子顕微鏡	日立 H - 500	ウイルス観察	1	
安全キャビネット	日立 SCV - 1300EC B	微生物検査	1	
超低温槽	レプコ ULT - 7120	検体保存	2	
炭酸ガス培養器	平沢 CPD - 170MW	ウイルスの培養	1	
高速冷却遠心機	久保田 MODEL7820,7930	ウイルスの分離	3	
微量高速冷却遠心機	ベックマン TL - 100	試験検査	1	
イオンエッチング装置	エコウエンジニアリング IB - 10S	電子顕微鏡付属	1	
多層膜真空蒸着装置	エコウエンジニアリング VX - 10S	電子顕微鏡付属	1	
パルスフィールド電気泳動システム	米国パイオラッド社 170 - 3671DA	試験検査	1	
電気泳動解析装置	パイオラッドラボラトリーズ社 ChemiDoc	"	1	
多機能超遠心機	米国ベックマン社 optimaL - 70K	試験検査	1	
CO ₂ インキュベータ	日立 CH - 33	試験検査	1	
分画分取装置	ハイランド LKB	試料の分離精製	1	
蛍光顕微鏡	オリンパス AHBT - FL	試験検査	1	
高圧蒸気滅菌装置	サクラ A S - 006	器具の滅菌	1	動物舎
DNA シーケンサ	ABI PRISM310 - 20	遺伝子解析	1	
DNA 解析システム	アトー (株) AE - 6920M - 02K	"	1	
定量 PCR 装置	アプライドバイオシステムジャパン ABI PRISM7900HT - 4	試験検査	1	
蛍光落射顕微鏡	オリンパス光学工業 (株) AX - 70型	クリプトスポリジウムの検査	1	
(生活化学部)				
ガスクロマトグラフ	HP - 6896 外	微量成分の分離定量	5	
原子吸光光度計	日立 Z - 6100	特殊有害物等の検査	1	
自記分光光度計	島津 UV - 2200	比色定量分析	2	
赤外分光光度計	パーキンエルマー 1640FT - IR	有害物質等の検出用	1	
高速液体クロマトグラフ	島津 LC - 10A,HP1100	微量成分の分離定量	2	
液体クロマトグラフポストカラム装置一式	島津 LC - 10A	"	1	
ゲル浸透クロマトグラフ (GPC)	ウォーターズ SF2120	分析用	1	
生物顕微鏡	日本光学 VBS - FT - 3521562	試験検査	1	
高速液体クロマトグラフ質量分析計	アジレント HP1100	各部共用	1	リース
ガスクロマトグラフ質量分析計	アジレント HP6890/5973	試験検査	1	リース
液体クロマトグラフ/タンデム型四重極質量分析計	AP13000	微量成分の分離定量	1	リース

名 称	規 格	用 途	数量	摘 要
(環境化学部)				
原子吸光光度計	日立 Z - 8270	浸出水検査	1	
原子吸光分光光度計	日立 170 - 50A	微量金属類の分析	1	
自記分光光度計	島津 UV - 260	試験検査用	1	
ガスクロマトグラフ	HP - 5890 外	微量成分の分離定量	4	
イオンクロマトグラフ	DX - AQ1120	水道水等の検査	1	
質量検出器付ガスクロマトグラフ	HP - 5890	微量有機化学物質の分析	1	
ポータブル CO/CO ₂ 分析装置	ベスト測器社 BCO - 611	試験検査	1	
超純水製造装置	日本ミリポア ミリ - QSQG - 10S voc	試料の調整	1	
(大気環境部)				
大気汚染常時監視システム	富士通	大気汚染監視	1	リース
浮遊粒子状物質計	柴田科学 BAM - 102	大気汚染測定	7	
ベータ線式質量濃度計	柴田科学 BAM - 102	"	1	
PM2.5 微小粒子自動測定装置	柴田科学 BAM - 1020	"	2	
二酸化硫黄粉じん計	紀本電子 MODEL - 331B	"	2	
硫黄酸化物測定機	島津 FLAD - 1000A	"	1	
窒素酸化物計	ヤナコ ACL - 8200	"	2	
窒素酸化物計	島津 CLAD - 1000A	"	3	
窒素酸化物計	DKK GLN - 114J	"	2	
窒素酸化物測定機	DKK GLN - 214	"	1	
オキシダント測定機	島津 UVAD - 1000A	"	1	
フッ素計	DKK GN - 72H	"	1	
炭化水素計	島津 HCM - 4A	"	1	
炭化水素計	ヤナコ AG - 203	"	2	
一酸化炭素計	島津 URAD - 1000	"	1	
逆転層計	KTD - 1000	"	1	
温度・湿度・日射計	MS - 42 ほか	"	1	
超音波式風向風速計	海上電機 SA - 200	"	1	
サンプリング装置		"	1	
大気汚染移動測定車	トヨタ GR - RZU100 ほか	"	1	
校正用ガス調整装置	DKK CGS - 12	"	2	
酸性雨自動測定機	柴田科学 AW - 301	酸性雨調査	1	
環境騒音観測装置	日東音響エンジニアリング(株) DL - 80PT	環境騒音測定	2	
ガスクロマトグラフ質量分析計	日本電子(株) JMS - AM215 型卓上型 QMS	有害大気汚染物質測定	1	
分光光度計	島津 UV - 200	蛍光物質の定量	1	
水銀測定専用装置	日本インスツルメンツ マーキュリー - SP - 3	水銀測定	2	
NO _x ガス分析計	ベスト測器 BCL - 611 B - 870005BIR	排気ガス測定	1	
蛍光 X 線イオウ分析計	リガク サルファー X3576	燃料中のイオウ測定	1	
航空機騒音自動測定装置	リオン NA - 33 外	航空機騒音測定	5	
航空機騒音用自動演算騒音計	リオン NA - 33 外	"	2	
自動車騒音移動固定用測定装置	" 外	自動車騒音測定	1	
イオンクロマトグラフ	東亜電波工業 ICA - 5000	大気測定	1	
ガスクロマトグラフ	日立 263 - 70 外	"	4	
高速液体クロマトグラフ用送液ポンプ	日本ウォーターズリミテッド	"	1	

名 称	規 格	用 途	数量	摘 要
揮発性成分濃縮導入装置	クロムバック CP4010PTI/TCT	大気測定	1	
記録式動圧平衡型自動ダスト試料採取装置	濁川理化工業 NGZ - 5DS	煙道検査	1	
高速液体クロマトグラフ分析システム	ウォーターズアライアンスPDAシングルシステム	地方公害研究	1	
ガスクロマトグラフ四重極型質量分析計	島津 QP2010	有害大気汚染物質測定	1	
(水環境部)				
赤外分光光度計	日立 270 - 30 型	有機化合物の構造解析確認	1	
海域水質自動監視装置	東亜電波工業 WQMS 外	海域水質の連続測定	2	
COD 自動測定装置	東亜電波工業 CODMS - OWA	水質測定	2	
水質自動分析装置(オートアナライザー)	TRAACS - 800 4CM 仕様	N, P 等の自動分析	1	
ポータブル流量計	NKS システム Q	流量測定	1	
全有機炭素計	TOC - 500 VOC 付	水の有機炭素分析	1	
生物培養装置	矢沢科学	生物試験用	1	
ガスクロマトグラフ	HP - 5890 シリーズ	微量成分の分離測定	3	
ガスクロマトグラフ	HP - GI801C GCD	微量成分の分離測定	1	
高速液体クロマトグラフ	日本ウォーターズ LCモジュール/PDA	農薬測定	1	
ガスクロマトグラフ質量検出器	HP - 5972A	水質保全対策用	1	
原子吸光光度計	日立 Z - 8230	金属類の分析	2	
プレハブ低温室	三洋電機メディカシステム	環境測定	1	
ガスクロマトグラフ質量分析計	島津製作所 QP5050A	水質保全対策用	1	
オートアナライザー	テクニコン AA - 2 型	CN, SiO ₂ 等の自動分析	1	
ICP 質量分析装置	日立 P - 5000 型	重金属の分析	1	
アカモク水質浄化実験装置	アカモク栽培モジュール外一式	隔離水塊水質連続測定	1	
可搬型ガスクロマトグラフ	日本電子 GC - 310	土壌ガス分析	1	
(特定化学物質検査棟)				
高性能ガスクロマトグラフ質量分析計	サーモクエスト製 MAT95XL	ダイオキシン測定用	1	
超純水製造装置システム	日本ミリポア ミリ Q EDS-10L	"	1	
高速溶媒抽出装置	日本ダイオネクス ASE - 200	"	1	
四重極イオントラップ型質量分析計	Trace2000 外	"	1	
(試験検査部)				
高速液体クロマトグラフ	ウォーターズ LC - 240 外	試験検査	1	
ドラフトチャンバー	三英製作所 DSC - 8K	重金属分析	1	
ガスクロマトグラフ	島津製作所 GO - 9APF			
PDA 検出器付高速液体クロマトグラフ	島津製作所 LC - VP	試験検査	1	リース
(古川支所)				
高速液体クロマトグラフ	L - 7100	試験検査	1	
ガスクロマトグラフ	HP6890 シリーズ	"	1	
落射蛍光顕微鏡	日本光学 VF - R	"	1	
PDA検出器付高速液体クロマトグラフ	アジレント社1100シリーズ	"	1	リース
合 計			147	

6 技術研修

年月日	研修内容	対象者	内容	備考
16.4.23	騒音振動・悪臭担当職員技術研修会	保健所環境公害班及び市町村公害担当者 70名	騒音・振動・悪臭の基礎知識，測定技術講習	大気環境部 1日間
16.5.13～ 16.5.14	ネコカリシウイルスの培養技術研修	水産研究開発センター環境養殖部 2名	ネコカリシウイルスの取扱と培養	微生物部 2日間
16.5.14 16.10.15	公害業務支援システム研修会	保健所公害担当者 9名	システムの説明と操作法の技術研修	企画情報部 2日間
16.8.6	ノロウイルスに関する技術研修	日本微生物研究所 食品検査課 1名	ノロウイルス検査に関するRNA抽出法，逆転写反応，その他	微生物部 1日間
16.8.18～ 20，26，27	インターンシップ（職場体験）	東北大学大学院学生 1名	ウイルス検査の体験・見学など	微生物部 5日間
16.8.23～25	インターンシップ（職場体験）	東北大学大学院学生 1名	残留農薬の検査体験・補助など	生活化学部 3日間
16.8.23	インターンシップ（職場体験）	宮城大学学生 1名	食品検査の体験及び分析機器類の見学など	生活化学部 1日間
16.8.27～ 16.8.31	インターンシップ（職場体験）	東北大学大学院学生 1名	環境化学部の業務全般の体験・補助・見学など	環境化学部 5日間
16.8.30～ 16.9.10	インターンシップ（職場体験）	東北工業大学学生 1名	水・大気環境部の業務全般の体験・補助・見学など	水・大気環境部 5日間ずつ
16.8.30～ 16.9.10	インターンシップ（職場体験）	石巻専修大学 理工学研究科生命科学専攻学生 1名	微生物部の業務全般の体験・見学など	微生物部 10日間
16.9.6～ 16.9.10	インターンシップ（職場体験）	石巻専修大学生産情報工学科4年生 4名	水環境部の業務全般の体験・補助・見学など	水環境部 5日間
16.9.13～ 16.9.14	ノロウイルスに関する技術研修	東北大学大学院農学研究科学生 2名	ノロウイルス検査に関するRNA抽出法，PCR法，その他	微生物部 2日間
16.9.6～ 16.9.10	インターンシップ（職場体験）	石巻専修大学生産情報工学科4年生 4名	水環境部の業務全般の体験・補助・見学など	水環境部 5日間
16.12.3	情報処理システム研修	保健所健康対策班 10名	WISHシステムに関する情報処理	企画情報部 1日間

7 講師等派遣

年月日	演題等	講演会等の名称・参加人数	主催機関	開催場所	備考
16.5.21	食中毒発生時の検査等について	食品衛生関係業務担当 新任職員研修会 9名	食と暮らしの安全推進課	県庁	試験検査部
16.5.28	理化学検査について	平成16年度食品衛生担 当者会議	宮城県	自治会館	生活化学部
16.8.5	学校給食による食中毒予 防対策	宮城県学校給食共同調 理場職員研修会 350名	宮城県学校給食共同調 理場連絡協議会	松島町「パ レス松洲」	企画情報部
16.8.5	宮城の酸性雨	第26回東北大学農学カ ルチャー講座 90名	東北大学大学院農学研 究科 (財)翠生農学振興会	仙台市	大気環境部
16.10.20	一地方自治体における酸 性雨モニタリングの現状と 今後の課題	第45回大気環境学会年 会酸性雨分科会 100名	(社)大気環境学会	秋田市	大気環境部
16.9.27	公害防止，公衆衛生学	総合衛生学院学生 30名	総合衛生学院	仙台市	大気環境部
16.10.22	最近の三類感染症の発生 状況および関連情報につ いて	保健福祉事務所連絡協 議会連絡会（技術副所 長会） 9名	保健福祉事務所連絡協 議会	県庁	微生物部
16.12.7 ~ 16.12.13	小児集団ではやりやすい 感染症	感染症予防研修会 150名	栗原保健福祉事務所	志波姫町	微生物部
16.12.13 16.12.20	公害防止，公衆衛生学	総合衛生学院学生 30名	総合衛生学院	仙台市	環境化学部
17.1.14	人獣共通感染症について	保健福祉事務所長等会 議 保健・医療専門部会 9名	保健福祉事務所長等会 議 保健・医療専門部会	県庁	微生物部
17.2.2	集団施設における感染症 対策	高齢者及び障害者施設 における感染性胃腸炎 の発生・まん延防止対 策研修会 40名	登米保健福祉事務所	登米保健福 祉事務所	微生物部

8 学術情報の収集

(1) ネットワーク利用による情報収集

平成8年度からインターネットを活用した学術情報の収集を行い、業務の遂行に役立てている。

(2) 定期購読図書一覧

企画情報部

資源環境対策	(株)環境コミュニケーションズ
環境情報科学	(社)環境情報科学センター
官公庁環境専門資料	公害研究対策センター
全国環境研会誌	全国環境研協議会
日本公衆衛生学会誌	日本公衆衛生学会
環境技術	環境技術学会
かんきょう	ぎょうせい
公衆衛生情報	新企画出版

微生物部

THE LANCET	ELSEVIER
The Journal of Infectious Diseases	The University of Chicago Press
臨床と微生物	近代出版
臨床検査	医学書院
JOURNAL OF CLINICAL MICROBIOLOGY	American Society for Microbiology

生活化学部

Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology	Springer
Journal of AOAC International	ASSN of Official Analytical Chemistry
食品衛生研究	(社)日本食品衛生協会
食品衛生学雑誌	(社)日本食品衛生学会
月刊フードケミカル	(株)食品化学新聞社

環境化学部

ぶんせき	(社)日本分析化学会
分析化学	(社)日本分析化学会
水道協会雑誌	(社)日本水道協会
都市と廃棄物	(株)環境産業新聞社
生活と環境	(財)日本環境衛生センター
Journal of Health Science	(社)日本薬学会
下水道協会誌	(社)日本下水道協会
廃棄物学会誌	廃棄物学会
環境と測定技術	(社)日本環境測定分析協会
水環境学会誌	(社)日本水環境学会

大気環境部

天 気	(社)日本気象学会
大気環境学会誌	(社)大気環境学会
日本音響学会誌	(社)日本音響学会
におい・かおり環境学会誌	(社)におい・かおり環境協会
音響技術	(社)日本音響材料学会
騒音制御	(社)日本騒音制御工学会

水環境部

水環境学会誌	(社)日本水環境学会
用水と廃水	産業用水調査会
陸水学会誌 Limnology	日本陸水学会
環境化学	日本環境化学会

II 概 況

1 企画情報部

平成16年度に実施した主な業務は、保健環境センターで行う調査研究の総合的な企画及び調整、保健衛生及び環境保全に関する情報の収集・解析、環境管理・環境影響評価等に関する業務、食品試験検査等の業務管理（GLP）の信頼性確保部門業務並びに調査研究業務であり、その概要は以下のとおりである。

1 一般業務

(1) 調査研究に関する企画調整業務

イ 調査研究計画書等の作成

各部から提出された経常研究及びプロジェクト研究計画を調整し、保健環境センターの調査研究計画書を作成して、予算要求した後、予算の確定額を基に平成17年度の調査研究実施計画書を取りまとめた。

ロ 年報の発行及び研究発表会の開催

保健環境センター内に年報編集委員会及び研究発表会実行委員会を組織し、年報の発行及び研究発表会を開催した。

ハ 研究成果等の報告

各部の調査研究結果等を取りまとめの上、環境生活総務課が主催する調査研究検討会に調査研究成果等を報告した。

(2) 結核・感染症発生動向調査事業

県内の各種感染症の発生動向の常時監視を行い、感染症の流行の実態を早期に把握するとともに、その情報を速やかに地域に還元して、各種感染症のまん延の未然防止を図ることを目的として実施した。

イ 宮城県結核・感染症情報センターとしての業務

国のWISHネットを用い、すべての医療機関に報告が義務づけられている1～5類感染症（58疾病）及び県内医療定点から毎週報告される定点報告5類感染症（21疾病）並びに毎月報告される定点報告5類感染症（7疾病）の患者発生情報を県内各保健所経由で収集し、毎週並びに毎月集計の上、中央感染症情報センター（国立感染症研究所）へオンラインにより報告した。

ロ 感染症情報の収集、解析及び還元

県が設置する感染症発生動向調査委員会情報解析部会事務局として解析コメント作成に関わり、全数報告58疾病と定点報告21疾病については週報として、また、定点報告7疾病については月報としてとりまとめ、これらを保健所、市町村、県医師会、県地域医療情報センター、県教育委員会等に還元するとともに、ホームページ上で公表した。

平成16年の各疾病別患者数は表1、表2のとおりである。

(3) 腸炎ビブリオ調査事業

1976年から2002年までの県内の食中毒発生と海水温度及び気温との関係を解析した結果、宮城県、青森

県、千葉県の各沿岸海域の旬別の海水温度の合計値の平均海水温が19を超えた場合。仙台市内の最高気温が28以上の日が3日以上続いた場合には、本食中毒発生の危険性が大きいと判断された。この結果と微生物部の腸炎ビブリオ検査結果と総合して腸炎ビブリオ食中毒警報発令基準案を作成し食と暮らしの安全推進課へ報告した。

表1 感染症発生動向調査による定点報告感染症の週報集計患者数（平成16年第1週～52週）

疾 病 名	患者数
1. インフルエンザ	19,730
2. 咽頭結膜熱	925
3. A群溶血性レンサ球菌咽頭炎	6,455
4. 感染性胃腸炎	19,632
5. 水 痘	6,448
6. 手足口病	1,683
7. 伝染性紅斑	1,751
8. 突発性発疹	2,892
9. 百 日 咳	19
10. 風 疹	99
11. ヘルパンギーナ	2,612
12. 麻 疹	18
13. 流行性耳下腺炎	1,517
14. 急性出血性結膜炎	30
15. 流行性角結膜炎	154
16. RS ウイルス感染症	82
17. 細菌性髄膜炎（真菌性を含む）	2
18. 無菌性髄膜炎	7
19. マイコプラズマ肺炎	313
20. クラミジア肺炎（オウム病を除く）	29
21. 成人麻疹	0
合 計	64,398

表2 感染症発生動向調査による定点報告感染症の月報集計患者数（平成16年1月～12月）

疾 病 名	患者数
1. 性器クラミジア感染症	886
2. 性器ヘルペスウイルス感染症	232
3. 尖圭コンジローマ	244
4. 淋菌感染症	379
5. メチシリン耐性黄色ブドウ球菌感染症	472
6. ペニシリン耐性肺炎球菌感染症	225
7. 薬剤耐性緑膿菌感染症	45
合 計	2,483

(4) 環境基本計画推進事業

環境基本計画の円滑な運用に資するため、環境関連データの加工、解析を行うとともに、それらに必要な環境情報システムの整備を行った。

イ 仙台湾地域公害防止計画策定事業に係わる業務
当計画を策定するに当たり、計画地域内での大気に関する排出負荷量を算定した。

ロ 水質類型指定見直しに係る業務
環境基準類型見直しのため、6流域の水質汚濁負荷量を算定した。

ハ 環境白書に掲載する資料の作成
「宮城県環境白書」の作成にあたり、大気、水質、騒音に関するデータの作表作図を行った。

ニ 保健所届出システムの運用管理

平成12年11月に再構築した保健所公害関係届出システムについて大幅な改良を加えるとともに、保健所職員に対して技術指導を行った。

(5) 環境情報提供システム整備事業

環境対策課が事業主体として実施している本事業のうち、当センターから発信される環境情報を一元的に管理する部分について改良を加えた。

(6) 環境情報解析業務

産業廃棄物最終処分場から排出される悪臭について、平成14年～平成16年のモニタリングデータにより、周辺地域への影響について解析を行った。

(7) 地域環境保全対策事業

良好な環境の形成に資するため、地域住民が行う環境保全活動活性化のための以下の事業を行った。

イ 環境情報センターの管理運営

環境情報センター設置要綱が改正され、環境学習支援施設としての機能強化が求められたことから、施設の大幅な模様替えを行って環境学習用の教材や資材を中心に整備し、利用者への閲覧・貸し出しを行った。併せて、小中学校の総合学習の時間に対応して、環境情報センターを訪れた生徒に対し幅広く環境学習の指導を行った。施設の利用状況は表3のとおりである。

ロ 環境保全活動アドバイザーの派遣及び研修会の開催等

地域住民の自主的な環境保全活動を支援することを目的として「環境保全活動アドバイザー」を委嘱している。当センターでは仙台市域分のアドバイザー派遣業務を担当するとともに、県内18名のアドバイザーの活動を支援するため、環境保全活動アドバイザー研修会を開催した。

(8) 試験検査等の業務管理に係る信頼性確保部門業務 県の食品衛生検査施設における検査等の信頼性を確

表3 環境情報センターの利用状況

平成16年度

内 容	数 量
図書閲覧	延べ 127人
図書貸し出し	延べ 20冊
ビデオ貸し出し	延べ 34本
CD・DVD貸し出し	延べ 1枚
パネル貸し出し	延べ 118枚
液晶プロジェクター貸し出し	延べ 29回
簡易水質分析セット貸し出し	延べ 2回
エコ商品貸し出し	延べ 4回
大型プリンター使用	延べ 23回
総合学習指導	延べ 26人

保するため、微生物部、生活化学部、試験検査部及び古川支所並びに宮城県食肉衛生検査所を対象として、食品衛生法で定める食品試験検査等の業務管理（GLP）に基づく内部点検を実施し、試薬類の管理及び機械器具の保守管理等、各標準作業書の遵守状況を確認した。また、内部精度管理の推進を図るとともに、財団法人食品薬品安全センターによる外部精度管理調査へ参加した。

環境関係では、環境化学部、大気環境部及び水環境部における行政検査の精度管理体制構築のため、関係各部との調整を図りながら要綱案作成等の検討を行った。

(9) 情報システム研修事業

情報システム研修要領に基づき、保健所職員に対してWISH ネットシステム関係の情報処理能力の向上に資する研修を実施した。

2 調査研究業務

(1) 経常研究

イ 食材及び調理方法から解析したサルモネラ食中毒の発生要因の研究

昭和62年～平成11年までに発生したサルモネラ食中毒190事例について解析した結果、主要な汚染源は鶏卵と推定された。また、学校給食などでは「和え物」を原因食品とする事例が多く認められ、調理の方法により二次汚染や少ない菌量による汚染を促すことが裏付けられた。この結果は、学校給食による長い潜伏時間による本菌食中毒の多発要因を患者の摂取菌量から推定した国立医薬品食品研究所との共同研究の結果と矛盾しない内容となった

ロ 宮城県内における各流域の水質特性と汚濁負荷

昭和46年～平成12年までの約30年間の公共用水域測定結果データを整理し、任意地点、任意の項目、任意の期間で時系列グラフを表示できるようにした。また、負荷量算定のため、環境基準点に対応する流域を作成整理し、発生源データとして、国勢調査メッシュ人口

及び小地域統計（市町村内行政区人口）、国土数値情報土地利用メッシュデータ等をGISに取り込むとともに、白石川等6河川について、タンクモデルにより河川流量の推計を試みた。

（2）共同研究

イ サルモネラ食中毒の摂取菌量と潜伏時間の関係
（国立医薬品食品研究所）

食中毒の潜伏時間は、食中毒の原因を調査する場合の重要な判断基準となる。全国の食中毒事件報告書189事例の解析の結果、「摂取菌量と潜伏時間」及び「発症率と潜伏時間」にそれぞれ負の相関関係があることが認められた（2004年12月のJournal of Food Protectionに掲載）。

2 微生物部

微生物部の業務は、ウイルス、リケッチア、細菌、獣疫、医動物に関する一般依頼検査、行政検査及び調査研究と実験動物の飼育管理である。また、大学又は企業等からの委託研修、精度管理を実施している。平成16年度の業務実績を表1に示した。以下に業務内容の概要について述べる。

1 一般依頼検査

衛生試験手数料条例に該当する検査について実施するもので、血液製剤無菌試験は赤血球 M・A・P 6 件、新鮮凍結血漿 6 件及び洗浄赤血球 3 件の計15件について、クリプトスポリジウム等検査は浄水場の原水27件について実施した。

2 行政検査

健康対策課、食と暮らしの安全推進課、薬務課、漁港漁場整備課及び保健福祉事務所など行政からの要請で行う検査である。感染症発生動向調査事業においては、感染症発生状況及び動向の把握、ならびに病原体の検査を含めた情報の収集を行っている。患者情報は企画情報部と共同で情報の解析を行い、解析部会の承認を経て週報、月報として還元している。また、病原体検査における検体は病原体定点及び患者定点から採取された。さらに、患者情報や日常実施されている調査等の結果に基づき、健康対策課と協議の上、積極的疫学調査を実施している。

産業経済部漁港漁場整備課及び水産研究開発センターと共同で生がき安全安心対策事業を実施した。

(1) 2類、3類感染症検査

2類感染症の検査は赤痢及びパラチフス関連で16事例、219件実施し、赤痢菌10株、パラチフス A 菌 2 株を同定した。3類感染症の腸管出血性大腸菌感染症の検査は57事例1880件実施し、O157:33件、O26:114件、O145:9件、OUT:2件の計158株を同定した。詳細は資料に示した。

(2) 4類及びその他の感染症検査

Q熱抗原・抗体検査2件、つつが虫病抗体検査2件、レジオネラ症検査18件、レプトスピラ症は分離及び抗体検査6件の依頼があった。感染性胃腸炎の検査依頼が6事例98件あり、4事例23件からノロウイルス(NV)を検出した。また、RSウイルス感染症2件とスギヒラタケ脳炎関連検体1件の検査依頼があった。

(3) 感染症発生動向調査

病原体検査は23定点医療機関からインフルエンザ208件、A群溶血性レンサ球菌咽頭炎22件、上気道炎等の呼吸器疾患29件、感染性胃腸炎等の腸管系疾患136件、ヘルパンギーナ、手足口病、咽頭結膜熱等60件の計455件が採取され、368件(80.9%)より病原体

を検出した。検出された主な病原体は、インフルエンザウイルス195件、コクサッキー A 群ウイルス29件、NV50件、A群溶血性レンサ球菌21件等であった。詳細は資料に示した。

(4) 結核菌検査

管理検診で採取された喀痰51件について検査した結果、結核菌1件、アビウム2件を検出した。

(5) 遺伝子解析検査

イ 結核関連

菌株25件について実施した。その結果は結核菌23件、アビウム2件であった。また、結核菌31件についてRFLP解析を行った。

ロ 細菌関連

2類感染症のうち、赤痢菌が分離された10件及びパラチフス A 菌が分離された2件に由来する12菌株について病原性遺伝子を確認するためにPCRを実施した。3類感染症では、分離した158株の腸管出血性大腸菌について毒素遺伝子を確認した。また、これらすべての菌株についてPFGEによる疫学解析を実施した。詳細は資料に示した。

ハ ウイルス関連

各事業で分離したNV7件、コクサッキー A 群ウイルス30件、コクサッキー B 群ウイルス6件、アストロウイルス、サポウイルス、アデノウイルス各2件、また、RSウイルス、単純ヘルペスウイルス各1件について遺伝子解析後データベース検索を行った。

(6) エイズ抗体検査

「宮城県エイズ抗体検査実施要領」に従い依頼のあった105件を、HIV-1とHIV-2についてゼラチン粒子凝集法(PA法)で検査を行い、疑陽性検体3件はウエスタンブロット法(WB法)で確認検査を行った。

(7) 食中毒検査

発生状況からNV等のウイルスが原因と疑われた食中毒及び有症苦情事例、20事例303件(患者便223件、従業員便48件、吐物3件、食材23件、拭き取り6件)について検査を行い、13事例からNVを検出した。また、食中毒に関わる特殊検査として腸管病原性大腸菌O115のPFGEを20件実施した。詳細は資料に示した。

(8) 食品検査

食肉39件、鶏卵6件、銀鮭4件の計49件について抗生物質の残留検査ならびに特殊細菌(サルモネラ、カンピロバクター)検査を実施した。鶏肉からカンピロバクター4件が検出された。

(9) 腸炎ビブリオ調査

食中毒防止対策を目的として平成12年度より「腸炎ビブリオ調査事業」を実施している。本年度は海水・海泥25件について調査した。その結果、海水・海泥ともに6月から12月まで腸炎ビブリオが分離された。ま

表1 微生物部の事業内容

分類	業務名	調査件数	データ数
1 一般依頼検査	(1) 血液製剤無菌試験	15	30
	(2) クリプトスポリジウム等検査	27	54
	小計	42	84
2 行政検査	(1) 2,3類感染症検査		
	イ 2類感染症	219	219
	ロ 3類感染症	1,880	1,880
	(2) 4類及びその他の感染症検査		
	イ Q熱	2	4
	ロ つつが虫病	2	12
	ハ レジオネラ症	18	18
	ニ レプトスピラ症	6	61
	ホ 感染性胃腸炎	98	444
	ヘ RSウイルス感染症	2	18
	ト スギヒラタケ脳炎関連	1	16
	(3) 感染症発生動向調査事業(病原体検査)	455	849
	(4) 結核菌検査	51	153
	(5) 遺伝子解析検査		
	イ 結核関連	25	106
	ロ 細菌関連	293	463
	ハ ウイルス関連	51	102
	(6) エイズ抗体調査	105	210
	(7) 食中毒検査		
	イ ウイルス検査(ノロウイルス等)	303	628
ロ 食中毒に関わる特殊検査	20	20	
(8) 食品検査(残留抗生物質検査など)	49	101	
(9) 腸炎ピブリオ調査	25	125	
(10) レジオネラ属菌検査	138	414	
(11) 魚介類調査(ノロウイルス実態調査)	59	354	
(12) 生がき安全安心対策事業			
イ 浄化試験	736	1,126	
ロ 検査法の短縮化	99	99	
(13) 海藻活用水質浄化事業	576	576	
(14) 異物混入等の検査	1	1	
(15) 医療器具無菌試験	1	2	
小計	5,215	8,001	
3 調査研究	(1) 経常研究		
	イ 動物におけるヒト感染症病原体の保有状況調査	240	1,200
	ロ E型肝炎汚染状況	123	123
	(2) プロジェクト研究	36	504
小計	399	1,827	
4 厚生労働省委託事業	(1) 感染症流行予測調査事業		
	イ 日本脳炎感染源調査	122	122
	ロ 日本脳炎感受性調査	242	242
	ハ 風疹感受性調査	339	339
	(2) インフルエンザ施設別発生状況調査	59	118
小計	762	821	
5 厚生科学研究	(1) ピブリオ・バルニフィカスによる重篤な経口感染症に関する研究	24	120
	(2) 食品由来感染症の細菌学的疫学指標のデータベース化に関する研究	1	10
	(3) 食品の安全安心確保推進研究事業	125	250
	(4) ポリオ及び麻疹の現状とその予防接種の効果に関する研究	187	561
	小計	337	941
6 その他の研究	(1) インフルエンザ抗原調査	23	23
	(2) 麻疹感受性調査	150	150
	(3) 宮城県公衆衛生研究振興基金研究助成	75	225
	小計	248	398
7 食品検査の業務管理 (GLP)	(1) 外部精度管理	2	2
	(2) 内部精度管理	6	6
	小計	8	8
	合計	7,011	12,080

た、定点医療機関から分与された腸炎ピブリオ37菌株について血清型及び病原因子を検査した。

(10) レジオネラ属菌検査

138施設の浴槽水について検査したところ、50施設から基準値以上のレジオネラ属菌を検出した。

(11) 魚介類調査（ノロウイルス実態調査）

生かきに蓄積するNVを原因とする健康被害を未然に防止するため、平成16年10月から平成17年2月までの期間、気仙沼、石巻、塩釜保健所管内の流通品、計50件について検査を行い、4件よりNVを検出した。また、2月には殻付きかき9件の検査を行った。

(12) 生かき安全安心対策事業

安全・安心な生かきを生産・提供することを目的として、NVに汚染されたかきの浄化手法開発に取り組んだ。ネコカリシウイルス（FCV）を代用し、餌として取り込まれるプランクトンの種類や浄化中の温度を変え1回目は5月17日、76件、2回目は6月14日、142件、3回目は11月29日、70件の検査を行った。また、NVで汚染された環境水を用い、4回目は1月12日、144件、6回目は3月14日、50件についてかきへの取り込み程度を検査した。5回目の2月22日には、NVで汚染させたかき92件を用いて無菌海水による浄化試験を行った。その他、ウイルスの濃縮法や検体の保管温度、線の影響等について、計138件の検査を行った。加えて、浄化手法を開発するため、かき24件のえら、胃、消化盲のう部についてFCVの分布状況を調査した。一方、検査法の短縮化を図るため、感染性胃腸炎患者検体99件についてLamp法により検査を行った。

(13) 海藻活用浄化事業

海藻（アカモク）を利用して、多様な生態系の保全と富栄養化している閉鎖性海域の水質改善を目的として、水環境部と共同で行っている。平成16年度は、アカモク抽出液をマウスに接種後、経時的に5回、血液を採取し計76件についてインターフェロンの誘導能に関する検査を行った。また、アカモク培養液（分子量5,000以下）の抗菌作用と増菌作用についても検討した。

(14) 異物混入等の検査

インスタント食品に混入した異物1件について実施し、タケトラカミキリを同定した。

(15) 医療器具無菌試験

県内で製造される医療器具の無菌試験を実施した。

3 調査研究

(1) 経常研究

イ 動物におけるヒト感染症病原体の保有状況調査

ヒト疾病の原因となりうる病原体の犬猫における侵淫状況を把握し、ヒト感染症予防対策の一助とすることを目的として実施した。その結果、エルシニア、サルモネラ及びバルトネラは検出されなかったが、子犬

子猫が保有しているカンピロバクターのナリジクス酸耐性が明らかとなった。さらに今回の調査結果は、動物愛護センターでの譲渡犬の健康管理と、動物由来感染症の啓発、及び動物と触れ合う場合のルール作りの基礎資料として活用されている。

ロ E型肝炎

E型肝炎は糞口感染により伝播し発展途上国では常時、散発的な流行が認められるが、日本では輸入感染症として発生していた。2003年、鹿生肉の摂食により7名が発症し、また、渡航歴のない肝炎患者からの分離株とブタ由来株が遺伝子工学的に近縁であることが報告されたことから、ブタからヒトへの感染の可能性が示唆されている。そこで、県内のE型肝炎汚染状況を調査するため、ブタの抗原検査とヒトの抗体検査を行った。食肉処理場に搬入されたブタ30頭の肝臓組織片よりRNAを抽出し、RT-PCRにより抗原検索を行った。一方、食肉処理場の職員93名についてE型肝炎ウイルスに対するIgG抗体を測定した。詳細は論文に示した。

(2) プロジェクト研究

平成16年4月から平成17年3月の期間、毎月、鳴瀬川の上流（漆沢ダム）、中流（三本木町）、下流（鳴瀬町）の3地点の環境水について腸炎ピブリオ、ピブリオ・バルニフィカス、プレジオモナス、NAGピブリオ、コレラ、病原性大腸菌、エルシニア、サルモネラ、赤痢、カンピロバクター、ウェルシュ菌及びNVの検出を試みた。このうち下流から腸炎ピブリオ、ピブリオ・バルニフィカス、サルモネラ、中流からカンピロバクター、中流と下流からウェルシュ菌、全流域から病原性大腸菌、エロモナス、を検出した。5月から8月に中流及び下流の増菌培地からペロ毒素の遺伝子をPCRで確認し、6月にはコロニーハイブリダイゼーションによって1株分離した。

4 厚生労働省委託事業

(1) 感染症流行予測調査

平成16年度は日本脳炎感染源調査と日本脳炎感受性調査及び風疹感受性調査を実施した。詳細は資料に示した。

イ 日本脳炎感染源調査

日本脳炎ウイルスの潜伏度を追跡し、流行を推測する資料を得ることを目的として、仙南地方で飼育されたブタ（約6ヶ月令）122件について血清中のHI抗体を測定した。

ロ 日本脳炎感受性調査

日本脳炎ウイルスに対する中和抗体保有状況を調査し、ワクチン効果を追跡するとともに、今後の流行予測と予防接種計画策定の資料を得ることを目的として、県内在住の242名（男性120名、女性122名）について、血清中の中和抗体を測定した。

八 風疹感受性調査

風疹ウイルスに対する抗体保有状況を調査し、ワクチンの効果を追跡するとともに、今後の流行予測と予防接種計画策定の資料を得ることを目的として、県内在住の339名（男性166名、女性173名）について、血清中のHI抗体を測定した。

(2) インフルエンザ施設別発生状況調査

施設（小、中学校等）の欠席状況を調査し、シーズン初めてのインフルエンザ集団発生となった石巻市の小学生の咽頭拭い液59件について、細胞培養によるウイルス分離とRT-PCR検査を行った。

5 厚生科学研究

(1) 新興再興感染症研究事業：ピブリオ・バルニフィカスによる重篤な経口感染に関する研究

月毎に定点で採材した海水・海泥からピブリオ・バルニフィカスの分離を行い、宮城県海域における当該菌の生息及び活動状況を調査した。その結果、平成16年度は海水より7月から9月に分離され、海泥より6月から10月に分離された。

(2) 食品由来感染症の細菌学的疫学指標のデータベース化に関する研究

PFGEの標準化のために、北海道立衛生研究所を中心として各地方衛生研究所と画像解析の精度管理を行った。また、腸管出血性大腸菌以外の食品由来の感染症による広域被害への対応案として*Salmonella* Enteritidisの画像解析を試みた。

(3) 食品の安全安心確保推進研究事業：ウイルス性食中毒の予防に関する研究

SRSV（現在はNV）のリスク評価の基礎データを得る目的で平成16年11月から平成17年1月までの毎月2回、養殖海域水、養殖海域に流入する河川水、下水処理場の流入水と放流水各1件ずつ、計24件、かきは12件ずつ計72件について検査を行い、流入水3件からNVを検出した。また、流入する河川に隣接した地域の医療機関（感染症発生動向調査の定点）で採取された感染性胃腸炎患者の糞便29件からは7件のNVを検

出した。

(4) ポリオ及び麻疹の現状とその予防接種の効果に関する研究：ポリオウイルスの血清疫学調査

世界のポリオ根絶計画を見据え、根絶後は生ワクチンの廃止を含めたワクチンによるポリオコントロール体制を確立することを目的として、現時点での免疫保有状況と予防接種の効果について調査を実施した。検体は平成16年度感染症流行予測調査において採取されインフォームドコンセントが得られた血清187件について、ポリオ生ワクチン株、Sabin1型、2型、3型に対する中和抗体価を測定した。

6 その他の研究

(1) インフルエンザ抗原調査

共同研究医療機関より搬入された咽頭拭い液23件からインフルエンザウイルスAソ連型15株、A香港型3株、B型5株を分離し、流行株の情報を提供した。

(2) 麻疹感受性調査

麻疹ウイルスに対する抗体保有状況を調査するため、県の事業として、平成16年度感染症流行予測調査で採取され、検査を希望した20歳未満、150名（男性、女性各75名）について麻疹ウイルスに対する抗体をPA法で測定した。

(3) 宮城県公衆衛生研究振興基金研究助成

ポリオウイルスに対する抗体保有状況を調査するため、平成15年度感染症流行予測調査で採取されインフォームドコンセントが得られた血清、75件についてポリオ生ワクチン株、Sabin1型、2型、3型に対する中和抗体価を測定した。

7 食品検査の業務管理（GLP）

データの信頼性を確保する目的で精度管理を実施した。

(1) 外部精度管理

大腸菌群同定検査 2件

(2) 内部精度管理

サルモネラ菌同定検査 検査担当者各自 1件

3 生活化学部

平成16年度に実施した主な業務は、食品、医薬品、家庭用品、おもちゃに関する行政検査とこれらに関する調査研究及び経常研究2題、プロジェクト研究1題であった。また、厚生労働科学研究である食品汚染物モニタリング調査研究、ダイオキシン類による食品汚染実態の把握に関する研究事業に参加した(表1)。

また、分析精度の確保を図るため、(財)食品薬品安全センターによる外部精度管理に参加した。

1 行政検査

(1) 食品検査

イ 目的

食品の安全性を確保するため、残留農薬、残留動物用医薬品、有害化学物質等による食品汚染状況調査、遺伝子組換え食品検査及びアレルギー物質を含む食品の検査、並びにおもちゃの材質検査を行う。

ロ 実績

事業計画に基づき、残留農薬、残留動物用医薬品、ポリ塩化ビフェニル、総水銀、有機スズ化合物及びカビ毒の検査、遺伝子組換え食品の検査、アレルギー物質を含む食品及び食品添加物(亜塩素酸)の検査を行った。その結果、不適となったものはなかった。また、食中毒の原因物質として検査対象とした残留農薬は検出されなかった。おもちゃの材質検査では、ポリ塩化ビニルを主成分とする合成樹脂中のフタル酸ビス(2-エチルヘキシル)(DEHP)の検査を行った結果、1件が不適となった。

(2) 医薬品および医療用具検査

イ 目的

不良医薬品の製造並びに流通を防止するため、市販の医薬品等について各種規格試験を実施する。

ロ 実績

県内製造所の医薬品(外用薬)及び医療用具(造影カテーテル)について検査を実施した結果、全て規格に適合していた。

(3) 家庭用品検査

イ 目的

家庭用品による健康被害を防止するため、市販家庭用品を対象に法令に基づく検査を実施する。

ロ 実績

塩釜保健所岩沼支所管内において乳児用繊維製品(出生後24月以下の乳幼児用)20検体、出生後24月以下の乳幼児のものを除く子供用・大人用家庭用品21検体を試買し、ホルムアルデヒドの検査を行った。この結果、全て基準値を満足していた。

2 調査研究

(1) 経常研究

イ 目的

食品における各種化学物質やアレルギー物質の分析法を迅速かつ正確な方法に改良し、食品の安全性確保を図るための調査研究を行う。

ロ 実績

(イ) 残留農薬ポジティブリスト制導入に向けた一斉分析法の検討

当所従来法のBond Elut SAX/PSA精製法及び国が一斉分析法で提示しているEnvicarb/NH₂精製法では、色素や脂肪酸等の除去が不十分であり、定量への妨害や回収率の低下を生じている。そこで、色素と脂肪酸の両方を除去するため、Bond Elut SAX/PSAとGARBOGRAPH(ジーエルサイエンス(株)製)を直列にして精製を行ったところ、良好な結果が得られた。また、GC/MS-SCAN分析とLC/MS/MS-MRM分析により、180農薬(異性体含200)を対象とし、0.01ppmを検出下限値とするメソッドを開発した。この方法によりほうれん草、大根、白菜、ブロッコリーの標準添加回収試験で164~170農薬について良好な回収率を得た。詳細は本誌p55に掲載した。

(ロ) 食品中のアレルギー物質の検出方法とその混入実態

アレルゲンを卵に想定し作成した模擬試料により使用キットの特性及び加熱による影響について検討を行った。単一抗原用キットで低濃度域での定量性に難はあったが、陽性判定値(10µg/g)付近のキット間の差異はなく、キットの特異性もありコンタミネーションの検出には有効であると思われた。卵タンパクは加熱により著しく減少し、通知法の2キットでは高温条件での検出は困難であった。しかし、耐熱性タンパク(オボムコイド)用の単一抗原用キットでは検出できたため、アレルゲンの見逃しを回避できるのではないかと思われた。詳細は本誌p61に掲載した。

(2) プロジェクト研究

日常食品中に含まれる化学物質に関する研究

イ 目的

トータルダイエツスタディー試料を用い、食品汚染物質の一日摂取量の現状把握を目的とし、化学物質の地域的摂取量の現状をより網羅的に把握する。

ロ 実績

輸入品の残留農薬基準超過違反が多発しているため、平成16年度は、国産と外国産の果実(群)及び畜肉(群)を対象に、農薬及び動物用医薬品の残留実態を調査した。群及び個別食品中の検出農薬数は、外国産で13農薬、国産で23農薬であり、両者共通の検出農薬は6種類であった。個別食品中に3農薬が

0.01ppm～0.02ppmの濃度で検出された他は全て0.005ppm未満であった。また、群及び個別食品中の残留動物用医薬品は、外国産、国産いずれも検出されなかった。

(3) その他の研究

イ 日常食品中の水銀摂取量調査

(イ) 目的

魚介類等に含有する水銀については、妊婦等を対象に摂取に関する注意が喚起されている。国民栄養調査の各群別及び魚介類と肉類・卵の個別試料について、総水銀含有量及び一日摂取量を調査する。

(ロ) 実績

食物連鎖の上位にあるマグロ類及び鯨類から高濃度の水銀が検出された。水銀摂取量は平均14.0 µg/人・日で、そのうち魚介類からの摂取量は平均97%、肉類・卵からの摂取量は2.9%であった。詳細は本誌p125に掲載した。

ロ GMO検査におけるサンプル量縮小化への検討

(イ) 目的

大豆の公定法(CTAB法)の簡便化・効率化を図るため、試料の縮小化の検討を行う。

(ロ) 実績

大豆穀粒(GMO混入率約0.3%)をグラインダー及び乳鉢で粉碎し、未分粒試料、48mesh及び80meshによる分粒試料を対象に、定量PCRによるGMO混入率のバラツキの検討、及びサンプルサイズを50mgに縮小するための最適試薬量等についての検討を行った。詳細は本誌 p128に掲載した。

ハ ポジティブリスト制導入に向けた精度管理の一手法

(イ) 目的

ポジティブリスト制導入による対象農薬・動物用医薬品の標準液調製等にかかる時間及び経費等の軽減をするため、標準溶液の補正(値付け)方法の検討を行う。

(ロ) 実績

動物用医薬品6物質を対象に、高速液体クロマトグラフィー(HPLC)により、各物質のモル吸光係数の変動について検討した。HPLCで完全にピークを分離できるものについては、同一移動相系においてグラジュエント条件、流速、注入量等に依存せず一定であることから、標準品の濃度補正が可能と考えられた。詳細は本誌p131に掲載した。

3 ダイオキシン類による食品汚染実態の把握に関する研究(厚生労働科学研究)

イ 目的

ダイオキシン等食品を介した暴露量を把握するため、マーケットバスケット方式により食品を購入し、試料を調整して国の委託機関に送付する。

ロ 実績

平成13年度国民栄養調査の食品摂取量に基づき、マーケットバスケット方式により食品を購入し、食品の分別、調理、混合を行い、14群の試料とし(財)食品薬品安全センターに送付した。

4 食品汚染物モニタリング調査研究(厚生労働科学研究)

「食品中の有害物質等の評価に関する研究」に係る食品汚染物モニタリング計画に基づき、国立医薬品食品衛生研究所に測定データを整理送付した。

5 平成16年度食品衛生外部精度管理調査参加

イ 目的

外部精度管理に参加することにより、分析技術の向上と分析精度の確保を図る。

ロ 実績

鶏卵中の動物用医薬品(フルベンダゾール)及びとうもろこし(ペースト)中の残留農薬(クロルピリホス、マラチオン)について分析し、(財)食品薬品安全センターに送付した。

表1 生活化学部の事業内容

分類	事業名	件数	延べ項目数	備考
1 行政検査	(1) 食品検査			
	イ 残留農薬	71	7847	資料編参照
	ハ 残留動物用医薬品	22	346	〃
	ニ P C B	3	3	〃
	ホ 総水銀	3	3	〃
	ヘ トリブチル錫・トリフェニル錫化合物	10	32	〃
	ト アフラトキシン	5	20	〃
	チ 遺伝子組換え食品(定性)	10	10	〃
	〃 (定量)	10	10	〃
	リ 食中毒原因物質(残留農薬)	2	340	〃
	小 計	136	8611	
	(2) 医薬品等検査			資料編参照
	イ 医薬品	1	2	
	ロ 医療用具	1	6	
小 計	2	8		
(3) 家庭用品検査			資料編参照	
ホルムアルデヒド	41	41		
(4) おもちゃ材質検査			資料編参照	
可塑剤(フタル酸ビス(2-エチルヘキシル))	10	10		
合 計	189	8670		
2 調査研究	(1) 経常研究			
	イ 残留農薬ポジティブリスト制導入に向けた一斉分析法の検討			
	ロ 食品中のアレルギー物質の検出方法とその混入実態			
(2) プロジェクト研究	日常食品中に含まれる化学物質に関する研究			
(3) その他の研究	イ 日常食品中の水銀摂取量調査 ロ GMO検査におけるサンプル量縮小化への検討 ハ ポジティブリスト制導入に向けた精度管理の一手法			
3 厚生労働科学研究	(1) ダイオキシン類による食品汚染実態の把握に関する研究	193種類 の食品を購入		14群に調製
	(2) 食品汚染物モニタリング調査			
4 その他	(1) 自主排水検査	24	72	

4 環 境 化 学 部

平成16年度に環境化学部が実施した主な業務は、一般廃棄物、産業廃棄物処理施設の機能検査、水道水質管理計画に基づく地下水監視事業、水道水質管理計画に基づく水道水質精度管理、クリーニング所ドライ溶剤廃液の検査、環境ホルモン類季節変動調査、化学物質環境汚染実態調査、調査研究の7事業及びダイオキシン類対策事業である。

また、各種の研修、技術指導を実施した。

1 行政検査

(1) 一般廃棄物、産業廃棄物処理施設の機能検査
 イ 一般廃棄物処理施設の維持管理状況の調査
 「廃棄物の処理および清掃に関する法律第8条の3、第9条の3第5項」の規定に基づき、一般廃棄物最終処分場の維持管理状況を把握するために、放流水の検査を実施した。
 平成16年7月7日から8月4日までの期間に13施設について維持管理状況を調査し、そのうち13施設から放流水を採取し、排水基準等の検査を実施した。その

表1 環境化学部の事業概要

分類	事業名	検体数	検査項目数
1 行政検査	(1) 一般廃棄物、産業廃棄物処理施設の機能検査		
	イ 一般廃棄物処理施設の維持管理状況の調査	13	586
	ロ 産業廃棄物処理施設の維持管理状況の調査	9	192
	ハ 臨時に実施した廃棄物最終処分場等調査	141	2578
	小 計	163	3356
	(2) 地下水監視事業	16	368
	(3) クリーニング所ドライ溶剤排液の検査	5	5
	(4) 環境ホルモン類季節変動調査	24	192
	(5) ダイオキシン類対策事業		
	イ 環境大気	32	
	ロ 環境水質	28	
	ハ 煙道排ガス	13	
	ニ 特定施設排水	3	
ホ 竹の内地区最終処分場調査（排水、地下水、汚泥、土壌）	25		
ヘ 精度管理調査	2		
ト 特定化学物質検査棟自主検査	4		
	小 計	107	
	合 計	315	3921
2 調査研究	(1) 経常研究		
	イ 底質中の内分泌攪乱物質に係る分析方法の検討及び実態調査	20	
	ロ ダイオキシン類の発生源予測に関する研究	31	
	ハ 最終処分場浸出水の塩類濃度実態調査	36	
	合 計	87	
3 環境省委託事業	(1) 化学物質環境汚染実態調査		
	イ 暴露量調査	3	6
	ロ モニタリング調査	9	279
	合 計	12	285
4 その他	水道水質管理計画に基づく精度管理	9	75

結果、1施設が排水基準を超過した。

ロ 産業廃棄物処理施設の維持管理状況の調査

「廃棄物の処理および清掃に関する法律第15条の2の2」の規定に基づき、産業廃棄物最終処分場の維持管理状況を把握するために、放流水及び浸透水の検査を実施した。

平成16年7月7日から8月3日までの期間に、産業廃棄物最終処分場9施設について維持管理状況を調査し、そのうち1施設から放流水を採取し、排水基準等の検査を実施した。また全9施設のうち8施設から浸透水を採取し、地下水基準等の検査を実施した。その結果、2施設が地下水基準を超過した。

ハ 臨時に実施した廃棄物最終処分場等調査

産業廃棄物の最終処分場不適正管理、不法投棄等による周辺環境に対する影響を把握するため、本年度は最終処分場不適正管理施設1ヶ所（調査回数18回、搬入試料141件）について、廃棄物、浸透水等の分析を実施した。

(2) 水道水質管理計画に基づく地下水監視事業

将来にわたり水道水の安全性を確保する目的で主要な地下水について水質管理を行うため、本年度は16施設に対して調査を実施した。浄水の水質管理目標設定項目について測定を行った。その結果、ニッケル2件、硬度1件、蒸発残留物3件、腐食性（ランゲリア指数）13件が目標値を超過した。

(3) クリーニング所ドライ溶剤廃液の検査

クリーニング所が溶剤として使用しているテトラクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン等の化学物質に関する自主管理状況把握のため、県内4保健所管内のクリーニング所廃液5検体について検査を実施したが、管理基準を超過したものはなかった。

(4) 環境ホルモン類季節変動調査

過去にノニルフェノールが魚類への予測影響濃度を超過して検出された6地点について、汚染状況の季節的な変動を把握するため、本年度は各地点において4回調査を実施した。その結果魚類への予測影響濃度を上回った地点はなかった。

(5) ダイオキシン類対策事業

廃棄物の処理および清掃に関する法律並びにダイオキシン類対策特別措置法に基づき、ダイオキシン類対策の促進に資するためダイオキシン類の検査を実施した。

本年度は環境大気、環境水質、煙道排ガス、特定施設排水、竹の内地区最終処分場調査（排水、地下水、汚泥、土壌）並びに特定化学物質検査棟における自主検査を実施した。また、環境省主催の環境測定分析統一精度管理調査に参加し、土壌試料について分析を実施した。

2 調査研究

(1) 経常研究

イ 底質中の内分泌攪乱物質に係る分析方法の検討及び実態調査

昨年度に検討したLC/MSでのアルキルフェノール類

及びビスフェノールAの分析法は、河川において特にビスフェノールAへの妨害が多かったため、エチル化後にGC/MSで測定する方法を検討し、良好な回収率が得られた。また、底質についてもエタノール抽出後に河川水と同様な処理を行うことで妨害なく測定することができた。

ロ ダイオキシン類の発生源予測に関する研究

本研究を3ヶ年間に渡り実施した結果、宮城県内のダイオキシン類の分布状況と由来が明らかになった。河川湖沼では水田除草剤であるCNPやPCPが水中ダイオキシン類への寄与の大部分を占めており、大気環境では燃焼排ガスの寄与が水質に比べ大きくなっていった。しかしながら大気環境ではCNPやPCPの寄与が大きい場合には解析結果の精度が悪く、大気中に存在するCNPやPCP由来のダイオキシン類に脱塩素化が起きているような傾向が見られた。Co-PCBについては県内環境全体に工業製品PCBであるカネクロールに由来するものがほとんどであった。ただし1部地区に於いては異性体分布の異なるCo-PCBが観測され、今後の検討課題となった。

ハ 最終処分場の塩類濃度実態調査

全国的に一般廃棄物処分場浸出水の塩類濃度が上昇しており、県内の状況は把握し、適正な維持管理や対応策を検討するため、今年度は16施設を対象に調査を実施した。また、原因となっている焼却灰について、室内で浸出水発生模擬実験を行った。経年的な塩化物イオンの上昇が確認された。

3 環境省委託事業

化学物質環境汚染実態調査

化学物質の環境中における残留性及びその経年的な汚染実態を把握するため、モニタリング調査及び暴露量調査を実施した。

モニタリング調査についてはPCB等（水質29項目・底質29物質・生物29項目）を対象として松島湾の定点において水質、底質、生物試料を採取し、前処理を行った検体を指定分析機関に送付した。暴露量調査では、2項目を対象として調査を行った。

4 その他

水道水質管理計画に基づく精度管理

水質検査技術の向上を図るため、水道水の分析業務に従事している機関が共通の試料を分析し、正確で信頼性の高いデータが得られるよう精度管理を実施した。

本年度は12機関の参加のもとに鉄、蒸発残留物の2項目を実施し、精度管理の充実を図った。

5 大 気 環 境 部

大気環境部の業務は、大気関係部門と特殊公害関係部門に分けられる。大気関係部門は大気汚染に係わる常時監視、工場事業場規制、各種実態調査及び調査研究を行っており、特殊公害部門は、騒音、振動及び悪臭に係わる監視測定及び調査研究を行っている。

平成16年度の業務内容をそれぞれ表1、表2に示し、次にその内容を述べる。

【大気関係部門】

1 一 般 業 務

(1) 大気汚染の常時監視

大気汚染防止法に基づき、県内22ヶ所の大気汚染測定局及び4ヶ所の自動車排出ガス測定局で大気環境の汚染状況の常時監視を行った。また、宮城県大規模発生源常時監視要綱及び公害防止協定に基づき12ヶ所の協定締結工場（大規模発生源事業場）からの大気汚染物質の排出量並びに協定値遵守状況の監視を行った。

これら監視データの信頼性を確保するため、各測定

表1 大気関係業務内容

分 類	業 務 名
一 般 業 務	(1) 大気汚染の常時監視
	(2) 光化学オキシダント対策
	(3) 工場・事業場規制
	(4) 環境大気測定調査
	(5) 地球環境保全対策
	(6) 自動車交通影響調査
	(7) 自家発電用ディーゼル機関実態調査
	(8) 有害大気汚染物質モニタリング調査
	(9) 公害防止協定締結事業所協定遵守状況確認調査
調 査 研 究	(1) CMB法による大気汚染発生源推定に係わるデータベース化について
	(2) 道路沿道におけるベンゼン等VOCsの影響評価
	(3) ディーゼル排気微粒子中の有害化学物質の検索及び内分秘攪乱作用について
環 境 省 委 託 事 業	(1) 環境大気の調査
	(2) 酸性雨調査
	(3) 化学物質環境実態調査
全 国 環 境 研 協 議 会 合 同 調 査	北海道・東北支部合同調査

表2 特殊公害関係業務内容

分 類	業 務 名
一 般 業 務	(1) 航空機騒音調査
	(2) 自動車交通騒音調査
	(3) 東北新幹線鉄道騒音調査
	(4) 東北新幹線鉄道振動調査
	(5) 騒音・振動苦情対応調査
	(6) 工場・事業場悪臭立入検査
	(7) 低コスト脱臭対策調査
	(8) 公害防止協定締結事業所協定遵守状況確認調査
調 査 研 究	交通騒音評価管理システムの実証的検討

局局舎及び測定機器の維持・管理を行ったほか、機器の日常的な保守点検が適正に行われるよう業務委託業者に対し指導、監督を行った。

大気汚染に対する県民のニーズに対応するため、大気汚染常時監視データのオンライン表示システムを開発し、平成12年1月からインターネットによるデータの公開と提供を開始している。また、平成15年度には常時監視システムの全面更新を行った。

平成16年度の本県の大気汚染の状況は表3に示すとおりであり、二酸化いおう(SO₂)、一酸化炭素(CO)、浮遊粒子状物質(SPM)及び二酸化窒素(NO₂)は全局で環境基準を達成したが、光化学オキシダント(O_x)については18局中17局で環境基準を達成できなかった。

表3 環境基準適合状況

【一般環境大気測定局】

測 定 局 名	測 定 項 目				
	SO ₂	CO	SPM	O _x	NO ₂
石 巻 巻				×	
石 巻 2					
石 巻 市					
塩 釜 釜				×	
古 川 2				×	
気 仙 沼				×	
白 石				×	
名 取				×	
多 賀 城 2				×	
岩 沼				×	
柴 田				×	
丸 森				×	
山 元				×	
松 島				×	
七 ヶ 浜					
利 府			-		-
大 和				×	
国 設 籠 岳				×	
築 館				×	
鷺 沢					
迫				×	
矢 本 2				×	
測 定 局 数	11	1	22	18	21
有 効 測 定 局 数	11	1	21	18	20
達 成 測 定 局 数	11	1	21	1	20
達 成 率 (%)	100	100	100	5.5	100

【自動車排出ガス測定局】

測 定 局 名	測 定 項 目				
	SO ₂	CO	SPM	O _x	NO ₂
塩 釜 自 排					
古 川 自 排					
名 取 自 排					
八 幡 町 交 差 点					
測 定 局 数	0	1	3	0	4
有 効 測 定 局 数	-	1	3	-	4
達 成 測 定 局 数	-	1	3	-	4
達 成 率 (%)	-	100	100	-	100

(2) 光化学オキシダント対策

光化学オキシダントによる健康被害を未然に防止するため、オキシダント濃度の常時監視を行うとともに、高濃度が出現しやすい春から秋（4月15日から9月30日）までの期間中毎日、仙台管区气象台予報課と気象に関する情報交換を行い光化学スモッグの発生予測を行った。

光化学オキシダント濃度が0.100ppmを超える高濃度が観測された日は、その都度仙台管区气象台、保健所及び緊急時協力工場等の関係機関に対して、一斉通報（F-ネット）により高濃度情報を提供しているが、平成16年度に高濃度が観測された日数は3日間で、過去5年間では平成14年度、12年度について3番目に多かった。なお、注意報の発令はなかった。

(3) 工場事業場規制

平成16年度は、大気汚染防止法で定められたばい煙発生施設のばい煙等の濃度を測定した。ばい煙の濃度については、9施設測定し、すべて基準内であった。

(4) 環境大気測定

特定粉じん指定されているアスベスト（石綿）の環境大気における濃度を把握するため、県内7ヶ所を3ヶ年サイクルで実施する。平成16年度は、バックグラウンド（住宅地域）として石巻市向陽コミュニティーセンター、発生源周辺（廃棄物処分場等周辺地域）として小鶴沢処分場の2ヶ所計5地点で実施した。

(5) 地球環境保全対策

イ 酸性雨環境モニタリング調査

県内における酸性雨の地域特性と湖沼等への影響について調査を実施した。

(イ) 全県一斉酸性雨調査

県内の酸性雨の状況及び地域特性を明らかにするため、年1回（6月頃）、県内69市町村、72地点で同時に

表4 煙道等検査件数

項目	測定件数	検査施設数
窒素酸化物	9	9
塩化水素	8	8
ばいじん	9	9
硫黄酸化物	9	9
合計	35	9

表5 アスベスト濃度調査件数

項目	地域区分	測定件数
バックグラウンド	住宅地域	2
発生源周辺	廃棄物処分場等周辺地域	3
合計		5

降水を採取して分析を行った。調査項目はpH、EC、貯水量およびイオン成分8項目である。

(ロ) 湖沼等影響調査

世界谷地（栗駒町）桑沼（大和町）で流入河川や湖沼表層水を年1回採取して、pH、EC、イオン成分濃度、COD、アルカリ度を測定する。

本業務は平成14年度から水環境部で実施しており、平成17年度以降のより適切な湖沼を選定するための調査を鏡ヶ池、鈴沼で行った。

(ハ) 酸性雨測定調査

丸森町及び保健環境センター（以後、仙台市）において2週間ごとの降水を採取し、pH、EC及びイオン成分の分析を行った。件数は表7のとおりで、pHの年平均値は丸森町が4.72、仙台市が4.69であった。また、丸森町においては自動測定装置によりpH、ECの常時測定を行った。

生態系影響の基礎資料をえるためパッシブサンプラーを用い県内5カ所（保健環境センター、国設麓岳局、原子力センター寄磯局、内水面水産試験場、丸森局）において1ヶ月ごとにガス状物質を採取し分析を行なった。項目は二酸化窒素、一酸化窒素、窒素酸化物、二酸化硫黄、オゾン、アンモニアである。

(6) 自動車交通影響調査

イ 道路粉じんによる大気汚染の影響調査

道路粉じんの発生状況及び成分について古川市、塩竈市及び名取市に設置されている自動車排出ガス測定局において毎月1回の降下ばいじん量の測定を行った。

表6 湖沼等影響調査件数

項目	世界谷地	桑沼	鏡ヶ池	鈴沼	計
pH	2	1	1	1	5
EC	2	1	1	1	5
陰イオン	6	3	3	3	15
陽イオン	10	5	5	5	25
透視度等	16	8	8	8	40
合計	36	18	18	18	90

表7 酸性雨測定調査件数

項目	丸森町	仙台市	計
pH	37	39	76
EC	37	39	76
陰イオン	111	117	228
陽イオン	185	195	380
降下物重量	13	13	26
合計	383	403	786

□ 自動車排出ガス実態調査

道路近傍での自動車排出ガスに起因する大気汚染状況を把握し、自動車排出ガス対策の基礎資料を得ることを目的として、昭和57年度より交通量の多い幹線道路沿いで商店や住宅が密集している地点を選定し大気環境測定車を用いて窒素酸化物等の汚染実態調査を実施している。平成16年度は、国道6号線（亶理町町民体育館付近）で5月と11月に約1ヶ月間調査を実施した。さらに、全国地方公共団体等の調査で道路沿道におけるベンゼンの環境基準達成率が低いことから、塩釜、古川自動車排出ガス測定局において月1回ベンゼン等VOCsの測定を実施した。

(7) 自家発電用ディーゼル機関実態調査

平成16年度は、3事業所のディーゼル機関から排出されるNOx等について実態調査を実施し、その中の1事業所については12月と2月に周辺環境に対する影響調査を実施した。排出ガスについては1事業所で窒素酸化物排出基準超過があった。環境影響調査については解析中である。

(8) 有害大気汚染物質モニタリング調査

平成16年度は、大気汚染防止法第22条の規定に基づ

表8 自動車排出ガス実態調査件数

項目	測定項目
VOCs	ベンゼン等40項目
移動測定車	SO ₂ , SPM, O ₃ , NO _x , CO, HC, 風向・風速, 温度, 湿度

表9 有害大気汚染物質測定件数

測定物質	測定件数
アクリロニトリル	48
アセトアルデヒド	48
塩化ビニルモノマー	48
クロロホルム	48
1,2-ジクロロエタン	48
ジクロロメタン	48
ダイオキシン類	32
テトラクロロエチレン	48
トリクロロエチレン	48
1,3-ブタジエン	48
ベンゼン	48
ベンゾ[a]ピレン	48
ホルムアルデヒド	48
酸化エチレン	48
ニッケル化合物	48
ヒ素及びその化合物	48
ベリリウム及びその化合物	48
マンガン及びその化合物	48
クロム及びその化合物	48
合計	896

く大気汚染状況の常時監視に関する事務処理基準（環境省環境管理局长通知）の優先取り組み物質22物質のうち18物質について、県内4地点で毎月1回実施した。また、ダイオキシン類対策特別措置法第26条の規定に基づく大気ダイオキシン類汚染状況の常時監視に関する事務処理基準（環境省環境管理局长通知）により、ダイオキシン類を県内8地点で年4回実施した。

(9) 公害防止協定締結事業所協定遵守状況確認調査

平成16年度は、2事業所の2施設について煙道排出ガスの測定を実施し協定遵守状況を確認したが、いずれも協定値を満足する結果であった。

2 調査研究

(1) CMB法による大気汚染発生源推定に係わるデータベース化について（平成14～16年度）

平成16年度は、仙塩地区の環境粉じんに対する発生源寄与率をCMB法により推定するため、同地区に立地する7社7施設からばいじん等を採取し、蛍光X線分析法によりその成分分析を実施した。また、塩釜市役所屋上で環境粉じんを採取し、ICP-MSで成分分析を実施した。これらの結果を用いてCMB法による発生源寄与について推定した。

(2) 道路沿道におけるベンゼン等VOCsの影響評価について（平成14～16年度）

県内の主要幹線道路周辺におけるベンゼン等VOCsの面的な汚染の実態を明らかにし、自動車交通公害対策の基礎資料とするため、県道塩釜亶理線（名取市下増田）で調査を実施し、ベンゼンの排出係数の算出を統計的手法により試みた。

(3) ディーゼル排気微粒子中の有害化学物質の検索及び内分泌攪乱作用について（平成16～18年度）

平成16年度はGC/MS法により県内3自動車排出ガス測定局沿道環境中の多環芳香族炭化水素類濃度測定を実施した。また、ニトロ化多環芳香族炭化水素類標準を用いLC/MSによる分析法の検討を行った。さらに、酵母ツーハイブリッド・アッセイによりベンゾ[a]ピレンのエストゲン・アンタゴニスト作用を確認した。

3 環境省委託事業

(1) 酸性雨モニタリング調査

国内における降水の実態把握、長距離輸送の機構解明、生態系影響の監視等の目的に応じて設置した国設大気環境測定所（籠岳局）において、降水試料自動捕集装置を用いて酸性雨の採取を行い、表10に示す項目について分析を行った。その結果、降水のpHの年平均値は4.78で前年度に比べ低い値であった。

(2) 化学物質環境実態調査

平成16年度は、暴露量調査（環境リスク評価に必要なヒト及び生物の化学物質の暴露量を把握）及びモニタリング調査（POPs条約及び化学物質審査規制法第1、

表10 酸性雨測定調査件数

項目	笹岳局	計
pH	109	109
EC	109	109
陰イオン	381	381
陽イオン	635	635
合計	1,234	1,234

表11 化学物質環境実態調査内容

調査名	件数	測定項目
暴露量調査	2	ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS), ペルフルオロオクタタン酸 (PFOA), n - ヘキサン
モニタリング調査	4	PCB, DDT 類, クロルデン類, デルドリン, アルドリン, エンドリン, ヘプタクロル, ヘキサクロロベンゼン, トキサフェン, マイレックス, ヘキサクロロシクロヘキサン, ヘキサプロモベンゼン

2種特定化学物質に指定されている物質を対象としてモニタリング)を実施した。暴露量調査は9月下旬に保健環境センター(総合衛生学院屋上)において、環境大気の採取を24時間連続で3日間行い、試料を岩手県環境保健研究センター及び民間の分析機関へ送付した。また、モニタリング調査は9月上旬と11月中旬に上記と同じ場所において、一週間連続採取を2回行い、試料を民間の分析機関へ送付した。

4 全国環境研協議会合同調査

北海道・東北支部合同調査

「北海道・東北におけるガス状酸性化成分等の濃度分布調査」を平成14年10月から平成18年3月まで実施。パッシブサンプラーを用い県内5地点で1ヶ月ごとのガス状物質6項目の濃度を測定する。

【特殊公害関係部門】

1 一般業務

(1) 航空機騒音調査

航空機騒音に係る環境基準の達成状況等を把握するため、仙台空港及び航空自衛隊松島飛行場の周辺地域において表12のとおり測定調査を実施した。環境基準の類型指定地域内の自動測定局については、石巻局及び鳴瀬牛網局において環境基準をそれぞれ37.3%、51.2%超過しており短期測定地点である定点については、仙台空港周辺の6地点及び松島基地周辺の11地点の計17地点のうち、松島基地周辺の1地点が環境基準を超過していた。

表12 航空機騒音測定件数

項目	測定地点	測定件数	備考
長期測定地点	6	2,153	通年測定
短期測定地点	23	238	1週間12地点 2週間11地点
合計	29	2,391	

表13 自動車交通騒音測定件数

項目	測定地点	測定件数	備考
高速道路	6	6,048	10分間隔 7日間連続

表14 東北新幹線鉄道騒音測定件数

項目	測定地点	測定件数	備考
騒音	44	868	40地点各20本, 4地点各17本

表15 東北新幹線鉄道振動測定件数

項目	測定地点	測定件数	備考
振動	22	432	20地点各20本, 1地点15本, 1地点17本

(2) 自動車交通騒音調査

自動車交通騒音の実態を把握するため、高速自動車道(東北自動車道, 山形自動車道, 三陸自動車道)の沿道等において表13のとおり測定調査を実施した。高速自動車道で等価騒音レベル(L_{Aeq})の高い地点は、昼間は東北自動車道沿道の古川市で67dB(A), 又、夜間は東北自動車道沿道の古川市, 金成町及び三本木町で64dB(A)であり、反対に最も低い地点は三陸自動車道沿道の利府町で昼間54dB(A), 夜間47dB(A)であった。

(3) 東北新幹線鉄道騒音調査

新幹線鉄道騒音に係る環境基準の達成状況等を把握するため、東北新幹線鉄道沿線において表14のとおり測定調査を実施した結果、環境基準の達成率は31.8%であった。

(4) 東北新幹線鉄道振動調査

新幹線鉄道に係る環境保全対策指針値の達成状況を把握するため、東北新幹線鉄道沿線で表15のとおり測定調査を実施した結果、全測定地点で指針値(70dB)を達成していた。

(5) 騒音・振動苦情対応調査

騒音・振動に伴う苦情処理を行うため、表16のとおり

表16 騒音・振動苦情対応測定件数

実施地域	測定地点	測定件数	備考
河南町	2	3	騒音, 振動 (切断機等)

表17 工場等の検査状況

業種	施設数	検査件数
強制発酵施設	8	15

苦情発生現場等において目的に応じた測定を実施した。

発生源は油圧プレス、切断機及びクーリングタワー等を設置している。苦情申立者宅の庭先での騒音測定において、観測された発生源からの騒音は、90%レンジの上端値で53dB(A)であった。苦情申立者宅は環境基本法に基づく騒音に係る環境基準は適用されないこと、また、環境基準の評価指標が等価騒音レベルであるので、騒音の90%レンジの上端値との単純な比較は難しい。参考までに発生源からの騒音のパワー平均値を計算すると49dB(A)であり、B類型(主として住居の用に供される地域)の環境基準と比較してみると、基準の55デシベル(等価騒音レベル)を達成していた。調査地点から約25m南側に上り・下り計2車線の道路が通っているため自動車交通騒音が頻繁に観測され、また、航空機騒音も観測された。次に、苦情申立者宅の庭先での振動測定の結果、約25m南側の道路を通過する自動車交通振動が観測されたが、発生源からの振動は観測されなかった。発生源の西側の敷地境界から約43mの地点での測定において、発生源からの騒音は90%レンジの上端値で53dB(A)であった。宮城県公害防止条例に係る規制基準は第2種区域の基準が適用され、昼間(午前8時から午後7時まで)の基準値は55デシベルであり、測定結果の53dB(A)は規制基準を満たしていた。調査地点から約80m南側の上り・下り計2車線の道路を通過する自動車交通騒音が頻繁に観測され、航空機騒音も観測された。

(6) 工場・事業場悪臭立入検査及び悪臭調査

公害防止条例に基づく悪臭に係る規制基準の適合状況を把握するため、強制発酵施設を対象に表17のとおり立入検査を実施した。その結果、33%が規制基準を超過していた。

また、石巻市からの依頼により鳥ガラ・フェザー処理場1カ所(3検体)、魚腸骨処理場1カ所(1検体)、吸着飼料製造施設1カ所(1検体)、仙台保健福祉事務所黒川支所の依頼により鶏糞発酵処理施設1カ所(1

検体)で調査を行った。

(7) 低コスト脱臭対策調査

中小規模の悪臭発生事業場における、低コスト脱臭技術及び脱臭施設の管理方法に関する基礎データを得ることを目的として平成15年度から3カ年計画で調査を行っている。2年目となる今年度は豚ふん尿の強制発酵施設から発生する臭気を木材チップ吸着脱臭している事業場について調査を実施した。当初の調査で、対象施設の脱臭槽が機能不全となっていることが判明した。機能回復のため脱臭槽の吸着材の1/6をおが粉と交換するとともに、吸着材への負荷を低減する目的で新しく設置したインバータ装置により臭気ガス吸引量を少なくするなどの改善を実施した結果、機能をほぼ完全に回復することができた。

(8) 公害防止協定締結事業所協定遵守状況確認調査

平成15年度から5カ年計画で公害防止協定を締結している事業所について、協定遵守状況の確認調査を行っている。今年度は2事業所の調査を行い、騒音、振動を計3地点、悪臭をそれぞれ2地点で調査を行った結果、全ての地点において協定値以下であった。

2 調査研究

交通騒音評価管理システムの実証的検討

交通騒音評価管理システムでは、類型化されている評価区間の道路端から50mの範囲内の住宅の立地状況により、更に区分した街区を設定し、個別住宅における騒音レベルを推定している。このため、平成15年度に引き続き、幹線交通を担う道路沿道307評価区間から交通量、立地密度の異なる6区間を抽出し、それぞれの代表的な街区内の沿道住宅及び同一街区内で道路端から最も遠い距離(概ね50m)にある背後地住宅の庭先において騒音レベルを測定し、その実測値と評価システムより求めた評価値との関係について検討した。その結果、道路の見通し角及び街区の立地密度は現状を反映させ、道路端の騒音レベルは障害物の少ない基準点のデータをパラメータとすることで、妥当な結果が得られることを確認した。また、評価区間内の沿道住宅における L_{Aeq} は、交通量が2倍になると、ほぼ3dB上昇することが実証された。次に、実測値が50dB以下の評価区間では、評価値との L_{Aeq} レベル差が10dB以上あるところもあったが、50dBを超える区間では、その差は0.6~3.5dBであった。このことは、道路に面する地域の環境基準(住居専用地域で昼間60dB以下、夜間55dB以下)の達成状況を把握する上で、当該評価システムの活用は十分可能であると考えられる。

6 水 環 境 部

水環境部の業務は、公共用水域の監視測定、工場・事業場の排水測定、水質汚濁の調査及び研究を実施する他、環境省委託事業を行っている。平成16年度の業務概要を表1に示し、次にその内容を述べる。

1 一 般 業 務

(1) 公共用水域監視測定

イ 目 的

環境基本法に基づき、公共用水域の水質汚濁状況を把握し、生活環境の保全向上を図る。

ロ 実績・結果

海域の健康項目に関し表2のとおり分析した。これ以外は民間に委託している。健康項目で、検出されたものはなかった。

(2) 水質自動測定局管理

イ 目 的

水質汚濁防止法に基づき、県民の健康と生活環境を

目的として、水質自動測定局により松島湾と伊豆沼における水質の常時監視を行う。

ロ 実績・結果

測定実績は表3のとおりである。

(3) 工場・事業場規制

イ 目 的

保健所等が、水質汚濁防止法、公害防止条例及び公害防止協定に基づき立入検査した際に採取した工場・事業場排水を分析する。

ロ 実績・結果

排水分析件数は表4のとおりである。排水基準が適用される特定事業場の排水では延べ17事業場、延べ6項目で基準超過が認められた。

(4) 環境基準類型指定関連調査

イ 目 的

環境基準点に対する流入支川等の影響を把握し、環境基準類型あてはめ見直しのための基礎資料とする。

表1 水環境部の業務概要

1 一般業務	(1) 公共用水域監視測定(水質悪化地点(漆沢ダム)調査を含む) (2) 水質自動測定局管理 (3) 工場・事業場規制(協定事業所協定遵守状況確認調査を含む) (4) 環境基準類型指定関連調査 (5) 釜房ダム水質保全対策事業 (6) 地下水水質監視測定 (7) 松島湾リフレッシュ事業環境改善効果評価調査 (8) 海藻活用水質浄化事業調査 (9) 要監視項目調査 (10) 鉛川水質監視調査 (11) 特別調査及び緊急時等環境調査 (12) 土壌汚染対策モニタリング調査 (13) 酸性雨湖沼影響調査
2 調査研究	(1) 経常研究 イ 伊豆沼・内沼の水質浄化に関する研究 ロ バイオアッセイによる水環境資料中の内分泌かく乱作用のモニタリングと評価 (2) プロジェクト研究(環境汚染と病原性微生物の動態)
3 環境省など外部から委託事業	(1) 火山対策定点観測調査

表2 公共用水域水質分析件数

水域種別	海 域	海水浴場	漆沢ダム湖内	ダム流入河川	計
分析検体数	86	80	38	16	220
延分析項目数	1,777	80	792	332	2,981

表3 水質自動測定局有効測定日数

()内の数値は稼働率%

測定水域	測定局	水温	pH	DO	CL	濁度	COD
松島湾	七ヶ浜	285 (78.1)	305 (83.6)	290 (79.4)	296 (81.1)	305 (83.6)	290 (79.4)
伊豆沼*	伊豆沼	75 (20.5)	75 (20.5)	75 (20.5)	75 (20.5)	75 (20.5)	75 (20.5)

* 水位の低下(10~12月)、結氷(1~2月)で稼働率低下

表4 工場・事業場排水分析件数

保 健 所 名	仙南	岩沼	塩釜	黒川	大崎	栗原	登米	石巻	気仙沼	本庁	計
実 施 件 数	46	27	28	16	45	22	20	40	37	8	289
分 析 項 目	251	181	139	74	184	232	105	172	211	59	1,608

□ 実績・結果

関連調査結果、公共用水域監視結果、人口など社会経済活動のフレーム統計の収集解析を行い、類型見直しに必要な基礎資料を作成中である。

(5) 釜房ダム水質保全対策事業

イ 目的

湖沼水質保全対策特別措置法に基づく釜房ダム貯水池水質保全計画の見直しに必要な基礎資料を得る。

□ 実績・結果

釜房ダム貯水池へ流入するCOD成分の特性の把握に資するため、主要発生源と考えられる森林土壌、畑土壌、堆肥などを浸透した水に溶存する成分の経時変化を調べた結果、特徴ある溶存成分分画が見られた。

(6) 地下水水質監視測定

イ 目的

地下水の汚染状況を把握するため、概況調査、定期モニタリング調査及び汚染井戸周辺地区調査を行う。

□ 実績・結果

概況調査を各保健所管内の計10地点、定期モニタリング調査を県内全域の計55地点で行った。概況調査は、10地点のうち2カ所で環境基準を超過した。このため硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素で超過した井戸については汚染井戸周辺調査を実施した結果、その周辺井戸については1地点で超過していた。

定期モニタリング調査では、トリクロロエチレン9.7% (3/31)、テトラクロロエチレン19.4% (6/31)、砒素55.0% (9/18)、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素66.7% (6/9) が環境基準を超過した。

(7) 松島湾リフレッシュ事業環境改善効果評価調査

イ 目的

「松島湾リフレッシュマスタープラン」に基づいて実施中の、浚渫・覆砂・下水道整備等の各種事業が水

質等に与える改善効果について、松島湾定点8ヶ所の採水分析を行い、プランの見直しなどに役立てるもの。平成5年度が初年度で、平成19年度まで15ヵ年計画で調査を実施する。

□ 実績・結果

調査分析件数は表5のとおりである。リフレッシュ事業による水質改善効果を、水質の経年変化から把握するとともに、藻場造成の効果を予測する基礎資料となった。

(8) 海藻活用水質浄化事業調査

イ 目的

富栄養化している閉鎖性海域の水質浄化に海藻を活用するため、海藻（アカモク）の栄養塩の吸収等浄化機能の調査を実施する。

□ 実績・結果

松島湾内において、アカモク藻場内外の水質の変動を定期的に調査した。

(9) 要調査項目実態調査

イ 目的

要監視項目及びよう調査項目等について、環境汚染の実態や生物への影響調査を実施する。

□ 実績・結果

環境省の依頼で、要監視項目及び要調査項目分析用として、江合川水質2件、伊豆沼水質2件、地下水2件、海水1件を採取した。

(10) 鉛川水質監視調査

イ 目的

鉛川流域の水質の監視強化を図るため、5ヵ年計画で調査する。本年度は2年目となっている。

□ 実績・結果

調査分析件数は表7のとおり。今年度は精密調査地点を増やし、また周辺環境水の調査など調査の充実を

表5 松島湾リフレッシュ事業環境改善効果評価調査分析件数

	検体数	延べ分析項目数	備考
環境モニタリング	96	1,344	8地点(表層・中層)

表6 海藻活用水質浄化事業調査

調査	検体数	延分析項目数	備考
水質調査	96	768	

表7 鉛川水質監視調査の分析検体数・項目数

区分	検体数	生活環境項目	その他項目	計	備考
精密調査	64	503	1,353	1,856	6, 8, 10, 12月
通日調査	18	36	486	522	10/28~29
湧水調査	25	41	652	693	8/30
周辺調査	7	9	83	92	
合計	114	589	2,574	3,163	

図った。

(11) 特別調査及び緊急時等環境調査

イ 目的

魚介類へい死・油流出事故など発生時における実態把握，原因究明等の行政上必要な環境調査を行い，公共用水域の水質保全に資する。

ロ 実績・結果

水質分析件数は表8のとおりである。

(12) 土壌汚染対策モニタリング

イ 目的

土壌汚染対策法に基づく調査及び措置命令を適切に発動するための調査技法の確保を図る。また，一般環境中の土壌汚染が疑われる地域について実態を調査する。

ロ 実績・結果

土壌汚染対策法で定める第1種特定有害物質（揮発性有機化合物）による土壌・地下水汚染が判明した吉岡地区の汚染井戸周辺調査を実施した。

(13) 酸性雨湖沼影響調査

イ 目的

酸性雨による湖沼水質への中長期的影響を把握するため，モニタリング調査地点3箇所のうち世界谷地，田谷地沼について採水・分析を行い，湖沼の水質のデータを継続的に収集，検討する。

ロ 実績・結果

水質分析件数は表10のとおりである。

2 調査研究

(1) 経常研究

イ 伊豆沼・内沼の水質浄化に関する研究

(イ) 目的

伊豆沼・内沼における水質浄化方法の検討を行い，水質改善の基礎資料とする。

(ロ) 実績・結果

分析件数は表11のとおりである。底質の巻上除去試

表8 緊急時等環境調査水質分析件数

調査内容	検体数	分析項目	備考
川崎町斃死	4	4	
角田市（仙石池）斃死	2	13	
角田市斃死	2	13	
角田市斃死	2	13	
村田町斃死	2	13	
川崎町斃死	1	13	
柴田町	2	12	
角田市	1	14	
名取市	1	11	
小牛田町	2	12	
富谷町	7	15	漁毒性試験実施
計	26	133	

表9 汚染井戸周辺調査水質分析件数

調査区分	検体数	第1種特定有害物質	その他	計
汚染井戸	1	10	8	18
周辺井戸	21	210	168	378
	22	220	176	396

表10 酸性雨モニタリング（陸水）調査水質分析件数

調査区分	検体数	分析項目		
		生活環境項目	その他	計
湖面表面水	5	214	390	604

表11 分析件数

	検体数	延分析項目数		
		生活環境項目	その他	計
水質等分析	46	214	390	604

表12 火山対策定点観測調査における分析件数

種 別	検 体 数	水質分析項目数	ガス分析項目数	計
温 泉 水	5	125	15	140
湖 沼 水	4	100	12	112
噴気孔・硫気孔	4	0	12	12
そ の 他	3	75	0	75
計	16	230	39	339

験，新導水経路調査及び生物を利用した水質浄化試験（カラス貝生息調査，水生植物分布，水生植物分解試験）に関する水質分析を行った。

□ バイオアッセイによる水環境資料中の内分泌かく乱作用のモニタリングと評価

（イ）目 的

スクリーニング手法としてバイオアッセイをフィールドに適用し，水域のリスク評価とエストロゲン活性寄与する関連物質の期限や排出状況の把握を行う。

（ロ）実績・結果

資料の間処理方法の最適化を図り，良好な結果を得た。バイオアッセイを河川水に適用したところ，試験生物種による活性の差が認められ，リスク評価を実施するに当たり貴重なデータが得られた。

（2）プロジェクト研究（環境汚染と病原性微生物の動態）

イ 目 的

微生物学的な食の安全と環境の汚染との関係の評価

して，微生物汚染のリスク表の指標を検討する。

□ 実績・結果

従来の環境指標とAOC（微生物資化性有機物）との関連を評価し，なお検討の余地はあるものの，AOCが環境中の微生物発現リスクを評価するに適正な手法であることが示された。

3 環境省など外部から委託事業等

（1）火山対策定点観測調査

イ 目 的

宮城県地域防災計画の主旨に基づき，県内4火山（蔵王，栗駒，鬼首，鳴子）について定点観測調査を行い，火山防災対策に資する。

□ 実績・結果

火山対策定点観測調査における分析件数は表12のとおりである。蔵王火山は活動期から安定期へ向かっており，その他の火山は安定している。

7 試験検査部

平成16年度に実施した主な事業は、仙南・塩釜（岩沼・黒川支所含む）・石巻保健所の食品営業施設取締指導事業における食品の検査（収去検査）、食中毒防止総合対策事業・温泉保護対策事業・環境衛生事業に係る検査、その他の行政検査及び調査研究である（表1）。

1 行政検査

(1) 食品営業施設取締指導事業

イ 収去検査：食品衛生法第22条に基づく収去品の検査を実施した。

なお、GLPに基づく試験検査の信頼性を確保するため（財）食品薬品安全センターで実施する外部精度管理に参加するなど、検査精度の充実・強化に努めた。

細菌検査：検体1,484件について総計3,242項目を実施した。

理化学検査：検体929件について総計1,944項目を実施した。

基準不適合件数は、細菌検査項目63件、理化学検査項目11件、合計74件であった。

ロ 貝毒検査：麻痺性貝毒及び下痢性貝毒検査を実施した。

ホタテ貝5件、かき7件、あさり9件の合計21件について実施したが、いずれの食品からも貝毒は検出されなかった。

(2) 食中毒防止総合対策事業

食品衛生法第58条の規定により、食中毒原因究明のため、事件数22件（平成15年度25件）、検体数433件（同411件）について食中毒起因菌の検査を実施した。その結果、カンピロバクター2件、サルモネラ3件、黄色ブドウ球菌4件、病原大腸菌2件、ウェルシュ菌2件、エロモナス1件を検出した。なお、微生物部でノロウイルス（NV）10件を検出した。

(3) 温泉保護対策事業

温泉の適正な利用と衛生指導に資するため、飲用許可を受けている温泉水の細菌学的水質検査を5検体について実施した。基準不適合検体はなかった。

(4) 環境衛生事業

「公衆浴場の水質基準」による衛生指導に資するため、公衆浴場施設（検体数92件）の浴槽水の検査を実施した。不適合検体が2件あった。

(5) かき処理指導事業

生食用かきの加工基準に基づき、むき始め前のかき養殖海域の海水113件の検査を実施した。基準不適合は8件であった。

(6) その他の行政検査

食品検査に関しては不良食品（疑いを含む）、有症苦情関連食品等についてカビ、貝毒等の検査を5件、対米・対EU輸出品の品質検査等3件を実施した。不

良食品1件の混入カビはクロカワカビ属菌と同定した。貝毒の検査でトゲクリガニの1検体から基準超過の麻痺性貝毒を検出した。

2 調査研究

(1) 経常研究

植物性自然毒食中毒防止のための検査法と鑑別法の検討

有毒植物による食中毒防止のための迅速検査法の検討（昨年度実施）と山野草等による事故防止のための資料作成のため、本年度は山菜及び有毒植物を採集して撮影し、これを試験検査部ホームページに掲載した。また、ニリンソウあるいは山ゴボウと誤食事例の多いトリカブトの葉及び根を調理し、これらから主要毒成分を精製し、HPLCを用いた分析法で検出できた。このことから、調理品からもトリカブト毒を鑑別できることを確認した。

(2) プロジェクト研究（微生物部、水環境部と共同）

環境汚染と食の安全に関する研究 - 微生物汚染と環境

県内の漁場に流入する河川の微生物学的リスクを調査し、これを食中毒防止対策に役立てることを目的とした研究である。本年度は鳴瀬川の上流、中流及び河口の水を毎月採水し検査対象とした。当部では一般細菌数、大腸菌数の検査と細菌学的水質について調査した。18年度までの継続事業。

(3) 厚生労働科学研究費補助事業による研究

ビブリオ・バルニフィカスに関する研究

市販貝類、定点生息貝等および海水浴場からビブリオ・バルニフィカスの分離と、ビブリオ・バルニフィカス汚染アサリからの消長実験を行った。詳細は論文に示した。

(4) 環境衛生技術職員試験検査部会研修

カンピロバクターに関する研究

市販食肉からのカンピロバクターの検出を試み、鶏レバー11件中10件、鶏肉10件中6件、牛レバー4件中1件からカンピロバクターを検出した。詳細は論文に示した。

3 その他

地域保健関係職員研修事業

地域保健関係職員研修事業として試験検査専門研修（食中毒菌の迅速診断法等）、特殊検査技術研修（貝毒のHPLC分析法）、精密分析機器研修（高度HPLC検査法）の実施と専門学会・セミナー等への参加により最新検査技術の習得を行った。

表1 事業概要

分類	事業名	検体数	検査項目数
1 行政検査	(1) 食品営業施設取締指導事業		
	イ 収去検査(貝毒を除く)		
	細菌検査	1,484	3,242
	理化学検査	929	1,944
	ロ 貝毒検査	21	42
	小計	2,434	5,228
	(2) 食中毒防止総合対策事業	433	3,897
	(3) 温泉保護対策事業	5	10
	(4) 環境衛生事業		
	公衆浴場の水質検査	92	276
2 調査研究	(5) かき処理指導事業		
	かき養殖海域海水検査	113	113
	(6) その他の行政検査	11	25
	合計	3,088	9,549
	(1) 経常研究		
	植物性自然毒食中毒防止のための検査法と鑑別法の検討	259	284
	(2) プロジェクト研究		
	環境汚染と食の安全に関する研究	45	306
(3) 厚生労働科学研究			
ビブリオ・バルニフィカスに関する研究	61	610	
4 環境衛生技術職員試験検査部会研修	カンピロバクターに関する研究	81	305
	合計	446	1,505
3 その他	地域保健関係職員等研修事業		31
	総計	3,534	11,085

8 古川支所

古川支所の主要業務は、気仙沼・栗原・登米・大崎保健所の食品営業施設取締指導事業に関わる食品検査及び食中毒の原因究明検査等の行政検査である。平成16年度の業務概要及び実績を表1に示す。

1 行政検査

(1) 食品収去検査

食品衛生法第17条に基づく収去品の検査を実施した。規格基準または規範、県指導基準を超えたものは、細菌検査99件、理化学検査3件、合計102件であった。

(2) 食中毒等原因究明検査

食中毒発生時における被害の拡大防止、衛生指導に資するため原因究明の検査を行った。有症苦情及び関連調査件数を含め事故件数は13件あった。

(3) かき処理指導事業

生食用かきの加工基準に基づき、むき始め前の採取海域の海水36件の検査を実施した。基準不適合は11件であった。

(4) 環境衛生関係調査

環境衛生指導に資するため、「公衆浴場における水質等に関する基準」に基づく検査を実施した。公衆浴場4施設で4検体4項目の基準不適合があった。

(5) 全県一斉酸性雨調査

酸性雨被害未然防止の資料とするため、平成16年6月

に、管内2市34町1村で採水した雨水の検査を実施した。

(6) 温泉水検査

温泉の適正な利用と衛生指導に資するため、飲用に供する温泉水の細菌学的検査を実施した。

(7) その他の行政検査

気仙沼保健所による「気仙沼魚市場の入札場所における一般的衛生管理状態の調査」及び栗原保健所による「和生菓子製造施設における衛生管理指導事例」の検査を実施した。

(8) 健康づくり事業（健康度測定）

大崎保健所の健康づくり事業で生理検査を実施し事業に協力した。

2 調査研究

(1) 食品中食品添加物（アスパルテーム）の分析法の検討

近年使用が増加している人口甘味料アスパルテームの透析-固相抽出-HPLCによるソルビン酸、安息香酸、サッカリンとの同時分析法を検討した。

(2) 腸管毒素原性大腸菌（ETEC）の耐熱性エンテロトキシン（ST）検出法に関する検討

腸管毒素原性大腸菌の酵素免疫測定法でのST産生をより確実に検出するため培養法等の検討を行った。

表1 事業概要

分類	事業名	検体数	検査項目数
1 行政検査	(1) 食品収去検査		
	イ 細菌検査	1,034	2,571
	ロ 理化学検査	543	1,040
	小計	1,577	3,611
	(2) 食中毒等原因究明検査	273	2,476
	(3) かき処理指導事業	36	36
	(4) 環境衛生関係検査（公衆浴場水）	60	136
	(5) 全県一斉酸性雨調査	37	111
	(6) 温泉調査指導事業	4	8
	(7) その他の行政検査	64	101
2 調査研究	(8) 健康づくり事業（健康度測定）	41	41
	合計	2,092	6,520
	経常研究	73	630
	総計	2,165	7,150

食材及び調理方法から解析したサルモネラ食中毒の発生要因の研究

Analysis of Cooking Methods and Foodstuffs associated with Food Poisoning Caused by *Salmonella* Enteritidis

阿部 和男

Kazuo ABE

1987～1999年にわが国で発生した*Salmonella* Enteritidis (SE) を原因物質とする190事例の食中毒調査報告書を収集・整理し、調理方法からSE食中毒の発生要因を調査した。原因食品が推定された101事例の鶏卵の使用頻度は高く、全体の75.2%を占めていた。また、保健所の調査では、卵納豆やとろろ卵など、鶏卵を使用した非加熱調理食品を原因とする24事例中17事例(70.8%)で鶏卵が主要な汚染源として推定された。このことから汚染された鶏卵が広く流通し、この年代の本食中毒の主要な汚染源となったものと考えられる。学校給食等、「調理開始から摂食されるまでの時間」の短い業種では、潜伏時間の長い食中毒が多く発生していたが、その原因食品には「和え物」が多く認められた。「和え物」の調理では、SE汚染鶏卵等が大量の他の食材と一緒に混合されるために菌量が希釈される。さらに、「調理開始から摂食までの時間」が短いために、菌量は少なく抑えられるので、患者の摂取菌量も少なく、結果として長い潜伏時間を呈するものと考えられる²⁾。一方、汚染源と推定された鶏卵の農場から調理場までの流通が確認できた「非加熱調理食品」の調査では、鶏卵中の菌数が多いものが流通していた可能性が示唆された。

キーワード：サルモネラ，食中毒，調理方法，食材

Keywords : *Salmonella* , Food Poisoning , Cooking Methods , Foodstuffs

1 はじめに

厚生労働省集計による1990年から2000年までのわが国におけるサルモネラ属菌による食中毒の年平均患者数は約10,600人で、細菌性食中毒の総患者数の約40%を占めている。2000年以降、患者数が減少傾向はみられるがサルモネラ属菌による食中毒の防止対策は依然として重要な課題である。我々は、全国の保健所が作成した食中毒事件報告書(疫学データ)を調査し、学校給食及び保育園給食を原因とするサルモネラ食中毒で、潜伏時間が定説の8～24時間よりかなり長い事例が散発している要因について解析した。サルモネラ食中毒は従来から言われているよりもかなり少ない菌量の摂取で発症するとの報告¹⁾があるが、我々は、患者1人当たり菌摂取量と平均潜伏時間を解析し、摂取菌量が 10^3 個以下の場合には、平均潜伏時間が約60時間以上に遅延されることを報告した²⁾。

鶏卵は1990年頃以降、サルモネラ食中毒の主要な汚染源といわれていることから、鶏卵を介して他の調理品が汚染され、さらに不適正な調理方法によって食中毒が引き起こされることが考えられる。すなわち、調理方法が本菌の生存または死滅に深く関係する^{3・4)}ことから、食中毒発生要因を鶏卵の処理方法あるいは調理方法について分析・検討した。特に少ない菌量の摂取による長い潜伏時間の *Salmonella* Enteritidis (以下

SE とする) 食中毒を詳しく解析し、本菌による食中毒全体の発生要因を調理方法等から検討する。

2 材料及び方法

2.1 調査データ

宮城県食中毒事件報告書及び全国の都道府県及び政令指定都市から提供を受けたSE食中毒の調査報告書190事例の調査データを解析に用いた。

2.2 原因施設の業種別の調査事項

サルモネラ食中毒事例を原因施設の業種によって、学校給食、保育園給食、一般飲食店、仕出し・弁当屋、旅館、病院・福祉施設に分類し、各事例の患者数、平均潜伏時間、原因食品の「調理開始から摂食までの時間」及び調理方法について調査した。なお、保健所の調査で原因食品として確定または推定された食品を「原因食品」とした。

2.2.1 原因食品の調理開始から摂食までの時間の算出と業種別の比較

原因食品の「調理開始から摂食までの時間」は、食材を切る、煮る、蒸す等の調理行為が開始された時刻から調理食品を摂食するまでの時間を算出することによって求め、原因施設を業種別に比較した。なお、「調理開始から摂食までの時間」が短い学校給食及び保育園給食を「群1の業種」とし、この時間の長い一

般飲食店、仕出し・弁当、旅館及び病院・福祉施設を「群2の業種」とした。

2.2.2 調理方法及び鶏卵の使用状況の調査

調理方法によって、各事例の原因食品を「和え物」、
「加熱調理食品」、「非加熱調理食品」に区分し、鶏卵
使用の有無を調査した。なお、「非加熱調理食品」に
は、サルモネラの死滅温度（60℃、3.5分³⁾以下の低温
で加熱されたババロアやヨーグルトゼリー等の食品も
含めた。また、「和え物」には、サラダや冷し中華など
のように、加熱または非加熱の食品や食材を混合また
は一緒に盛り付けられた調理食品も含め、食品等を混合
した後で全体を加熱したものは「加熱調理食品」とした。

2.2.3 統計解析

「調理開始から摂食されるまでの時間」の各群間に
おける比較は一元配置分散分析を用い、有意水準は危

険度5%未満（ $P<0.05$ ）とした。

2.3 鶏卵が使用されている非加熱調理食品による事例の調査

「非加熱調理食品」が原因と推定された事例24件につ
いて、調理内容、鶏卵の仕入れ状況（農場から調理場
へ搬入されるまでの日数、調理場搬入から摂食までの
日数・保管温度、割卵から摂食までの時間）、鶏卵の汚染
源の可能性についてを保健所の調査結果から解析した。

3 結 果

3.1 原因施設の業種別の「調理開始から摂食までの時間」の比較

各事例の「調理開始から摂食までの時間」について
原因施設を業種別に比較すると、学校給食及び保育園
給食（群1の業種）は一般飲食店、仕出し・弁当、旅

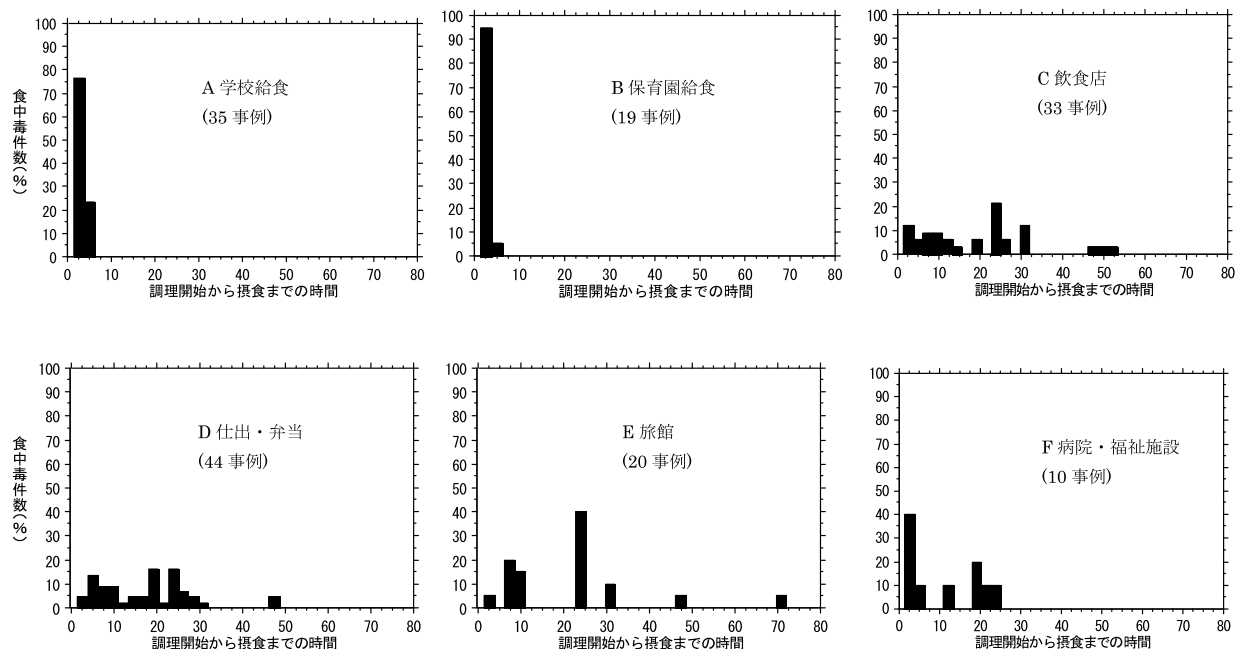


図1 原因施設別の S. Enteritidis 食中毒における調理開始から摂食までの時間の分布（161事例）

表1 原因施設別の調理開始から摂食開始までの時間

調理業態	件数	調理開始から摂食ま での時間 (h) ^{a)}	標準偏差	有意差のあった群 ^{b)}
A	35	4.8	7.024	C D E
B	19	2.9	0.871	C D E
C	33	19.2	13.622	A B
D	44	17.4	10.621	A B
E	20	21.8	16.126	A B
F	10	10.8	8.964	
合 計	161	13.4	12.783	

^{a)}A：学校給食，B：保育園給食，C：一般飲食店，D：仕出し・弁当，E：旅館，F：病院・福祉施設，

^{b)}6群間の比較はANOVAを用いた後，Scheffeを使用して行った。*P値<0.05

館より有意に短かった。しかし、一般飲食店、仕出し・弁当、旅館及び病院・福祉施設（群2の業種）の各業種間には有意な差は認められなかった（表1）。「調理開始から摂食までの時間」の原因施設の業種別の平均値は、学校給食や保育園給食では、それぞれ4.8時間及び2.9時間と短かったが、群2の業種では10.8時間から21.8時間であった。また、群2の業種は、群1の業種よりバラツキも大きく、広い範囲に分布している（図1）。

3.2 調理方法及び鶏卵の使用状況の調査

調査を行った190事例の原因食品の調査では、献立名が確定または推定された事例は101件、食事のみが推定された事例は89件であったが、献立名が推定された101事例を調査対象とした。

3.2.1 原因食品の調理方法別の鶏卵使用状況

原因食品が推定された101事例中で、鶏卵が使用されていた事例は76件（75.2%）あり、使用無しが19件、

不明は6件であった。不明の6件を除いた調理方法別の調査では、「和え物」は20品目中12品目（60.0%）、「加熱調理食品」は50品目中40品目（80.0%）、「非加熱調理食品」は25件中24件（96.0%）で鶏卵が使用されていた。

3.2.2 業種による群別・調理方法別の食中毒の潜伏時間

群1の業種のSE食中毒の原因食品30件の調査では、「和え物」が16品目、「加熱調理食品」10品目、「非加熱調理食品」4品目であった。一方、群2の業種の65件の調査では、「和え物」が4品目、「加熱調理食品」40品目、「非加熱調理食品」21品目であった（表2）。次に、「和え物」、「加熱調理食品」及び「非加熱調理食品」別に各事例の平均潜伏時間のヒストグラムを作成し、各群を比較した結果、「非加熱調理食品」以外の調理方法で群1の業種の平均潜伏時間は群2の業種よりも長い事例が多くみられた（図2）。

表2 群別・調理方法別の鶏卵使用状況

業種の群名	鶏卵使用の有無	和え物（件）	加熱調理食品（件）	非加熱調理食品（件）
群1の業種（30件）	鶏卵あり	11	7	4
	鶏卵なし	5	3	0
	小計	16	10	4
群2の業種（65件）	鶏卵あり	1	33	20
	鶏卵なし	3	7	1
	小計	4	40	21
合計（95件）		20	50	25

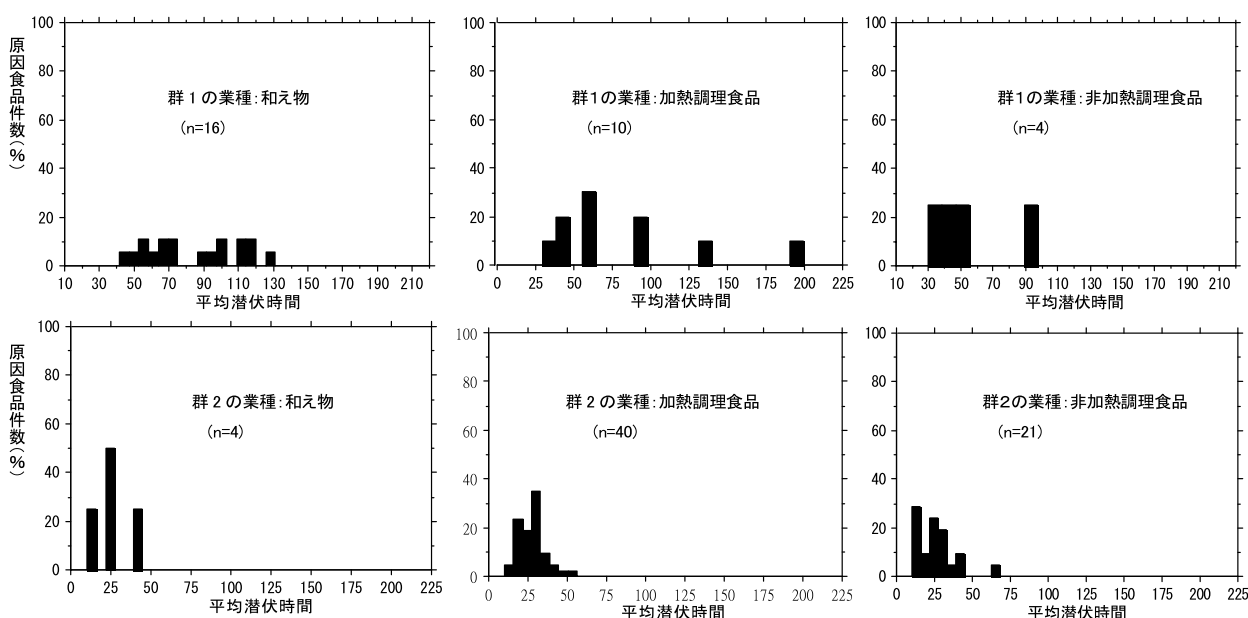


図2 原因食品別の S. Enteritidis 食中毒における業種別・調理方法別の平均潜伏時間の分布（101事例）
（群1の業種：学校、保育園 群2の業種：一般飲食店、仕出し・弁当、旅館、病院・福祉施設）

3.3 鶏卵が使用されている非加熱調理食品による事例の調査

3.3.1 原因食品の調理内容等の調査

鶏卵を使用した「非加熱調理食品」24件の内訳は、生卵摂取食品12件（卵納豆6件、卵トロロ5件、生卵ご飯1件）、低温加熱の菓子類7件（ババロア4件、ヨーグルトゼリー1件、ミルクケーキ1件など）、低温加熱の調味液等4件（タルタルソース2件、自家製マヨネーズ2件）であった。

そのうち鶏卵が汚染源として保健所が推定した事例は17件（70.8%）であった。汚染源としての鶏卵の関与が不明とされた献立7件の内訳は、「卵納豆」3件、「トロロ卵または山かけトロロ」2件、「カスタードクリーム」及び「ババロア」の各1件であった。

3.3.2 非加熱調理食品による事例の鶏卵の取り扱い状況の調査

非加熱調理食品に使用した鶏卵の取り扱い状況が判明した18事例の調査結果を表3に示す。13事例では農場から調理場へ搬入されるまでの日数が不明であったが、日数が判明した5事例中4事例では、鶏卵は2～5日間で搬入されていた。また、調理場に搬入されてから鶏卵の調理が開始されるまでは1～53時間であった。この保管温度については最も長い53時間の事例では冷蔵であったが、1～4時間室温保管の事例が3件みられた。割卵から摂食までの経過時間の調査では、割卵後3時間～6.5時間で患者へ提供されていた。

調理場に搬入されてから鶏卵の調理が開始されるまでの18事例の平均時間は67.2時間で、4日間（96時間）以上が6件（最大で約10日間）であった。またババロアでは割卵後168時間、タルタルソースで54時間など、割卵後5時間以上経過して提供された「非加熱調理食品」による事例が8件あった。

4 考 察

SE食中毒では鶏卵が汚染原因になった事例が多く報告されていることから、鶏卵の使用状況について詳しい調査を行った。各担当保健所による調査結果では、卵納豆、自家製マヨネーズ、ミルクケーキ、タルタルソースなど、鶏卵を使用した「非加熱調理食品」24件の約71%で鶏卵が汚染源として推定され、また汚染源としての鶏卵の関与が不明とされた献立でも、卵納豆やトロロ卵など、鶏卵の汚染源としての可能性が極めて高いと考えられる調理内容であった。このことからSEに汚染された鶏卵が広く流通して、鶏卵が使用されていた「加熱調理食品」においても主要な汚染源になったものと推定される。「和え物」では鶏卵使用率が60%と低いが、鶏卵未使用の食品を原因とする事例の中には、別な食品の鶏卵混合に使用したミキサー等を「和え物」のタレの混合に用い、これにより二次汚染を受けたとされる事例もあるなど、多くのSE食中毒事例で鶏卵が重要な汚染源となったものと推定される。

「調理開始から摂食されるまでの時間」の短い群1の

表3 非加熱調理食品に使用した鶏卵の取り扱い状況

番号	原因食品 (推定含む)	原因施設の業種	患者数 (人)	平均潜伏時間 (時間)	農場～調理場(日)	鶏卵搬入～調理開始(時間)	搬入後の鶏卵保管状況	割卵終了～摂食(時間)
1	卵納豆	病院・福祉施設	94	36	2	53	冷蔵	5
2	ミルクケーキ	旅館	31	12	5	2	室温	6.5
3	ヨーグルトゼリー	学校給食	595	30	2	1	室温	3
4	ババロア	飲食店	100	24	6日以上	40	不明	4.33
5	カスタードクリーム	学校給食	380	92	3	4	室温	不明
6	とろろ卵	飲食店	22	15	不明	9.5	冷蔵	5
7	卵納豆	保育園給食	19	47	不明	239	室温	1.25
8	卵納豆	病院・福祉施設	66	27	不明	116.5	室温	1.5
9	とろろ卵	病院・福祉施設	68	31	不明	45.5	室温	2
10	とろろ卵	飲食店	34	18	不明	119	室温	1
11	ババロア	旅館	43	24	不明	11	冷蔵	168
12	生卵	病院・福祉施設	25	44	不明	32	冷蔵	1
13	まぐろ山かけ	飲食店	26	17	不明	67	室温	17
14	卵納豆	病院・福祉施設	85	24	不明	88	冷蔵	2
15	タルタルソース	飲食店	38	31	不明	120	室温	54
16	卵納豆	病院・福祉施設	43	11	不明	49	室温	18.5
17	タルタルソース	病院・福祉施設	51	29	不明	118	冷蔵	2.5
18	卵納豆	病院・福祉施設	30	12	不明	96	冷蔵	21

業種の原因食品の調査で「和え物」が最も多かった理由として次のことが考えられる。群1の業種では「和え物」は、加熱された食品及び非加熱の食品・食材を大量に混合して調理されるものが多いので、汚染された食材が含まれている場合には、全体では菌量が薄まる。我が国で流通している鶏卵のSE汚染率は0.015～0.03%程度と推定された仲西らの報告⁶⁾がみられることから、各食中毒事例で使用された多数の鶏卵中の汚染鶏卵の個数は極めて少なく、大量の他の食材と混合した場合、菌量がかかなり希釈されるものと考えられる。しかもこれらの業種では、「調理開始から摂食までの時間」が短いので食品中の菌の増殖は少なく、結果的に患者の摂取菌量が少なくなって潜伏時間の長い食中毒となると思われる。このことから群1の業種で散発している長い潜伏時間の食中毒と「和え物」が原因食品に多いこととは関連があると考えられる。また、群1の業種で2番目に多い「加熱調理食品」では長い潜伏時間の事例がみられるが、不十分な加熱によって食品中で少数のSEが生き残れば、「和え物」の場合と同様の結果となると思われる。

群2の業種でも同様の菌汚染メカニズムによるものと思われるが、SEに汚染された鶏卵が混入されている場合、調理される食品全体の量が少ないために、食品中のSEが希釈される割合は少ないと考えられる。さらに「調理からの摂食までの時間」が長く増菌しやすい環境に置かれるなどの条件によって、多量の菌摂取による短い潜伏時間の食中毒を引き起こし表面化されるものと思われる。

農場から調理場までの流通に要した日数が確認された「非加熱調理食品」による5事例の患者の平均潜伏時間の調査では、1事例の平均潜伏時間が92時間であったが、他の4事例の平均潜伏時間は12～36時間で短いことから、原因食品中のSE濃度はかなり高かったものと推定される。鶏卵の取り扱い状況の調査では、農場から調理場までの日数が6日以上的事例が1件あったが、他の4件では2～5日であった。また、調理場に搬入されてから調理が開始されるまでには、53時間の冷蔵保管が1件、1～2時間の室温保管が3件であり、調理開始までの殻つき鶏卵の置かれた環境がSEの大きな増殖要因となったとは考えにくい。また、調理のために割卵してから摂食までの時間も3～6.5時間でやや長い事例もみられるが、5事例すべてでこの時間帯に菌がかかなり増殖したとも考えにくい。今回の農場から調理場までの日数が不明な事例13件の中には、割卵後168時間経過して提供されたババロアや、54時間後提供のタルタルソースの事例のように、割卵後の不適当な取り扱いで増菌したと推定される事例も多く含まれているが、調理場へ搬入後の鶏卵の取り扱いだけでは説明できない事例もみられる。すなわち、以前に実施された調査報告⁶⁾では、当時の我が国で流通していた鶏卵から発見された汚染鶏卵に含まれているSE菌量は

1,000個以下/100gとされていたが、本研究の結果、汚染鶏卵の中には従来から推定されているよりSE菌量が多いものが含まれていた可能性は否定できない。

一方、2000年以降、サルモネラ食中毒患者数は半減しており、本食中毒防止対策に改善の兆候がみられる。その要因として鶏卵の消費期限表示の義務化や鶏へのワクチン投与等の効果も考えられるが、これには2000年以降のサルモネラ食中毒の疫学データの解析が必要と思われる。

なお、群2の業種で平均潜伏時間の長いSE食中毒があまりみられない理由として、摂食者が少集団の場合が多いので、群1の業種にみられるように3～7日間もの長い潜伏時間を呈する食中毒は極めて顕在化されにくいと思われる。また、成人では発症率が低いことや症状が軽い可能性があり、そのことも相乗的に作用して表面化され難いことが考えられる。今後は少ない摂取菌量による食中毒と患者年齢、及び症状との関係について調査が必要である。

今回、サルモネラの血清型による病原性の違いが感染摂取量に与える影響をできるだけ排除するために、血清型をSEに限定して解析したが、今回の調査結果は、サルモネラ菌全体の汚染メカニズムに適用できるものと考えている。

以上のことから、(1)群1の業種で散発している少ない菌量による食中毒の防止対策としては、鶏卵等の食材から調理品への二次汚染の防止、菌死滅に十分な温度での食品の加熱、「非加熱調理食品」での殺菌液卵の使用、鶏卵の低温保存と表示期限内の消費等、が重要と考えられる。

(2)群2の業種の短い潜伏時間の食中毒の防止対策としては、前項に加え、割卵後の卵の適正な保管温度と保管期間、「調理開始から摂食までの時間」の短縮、調理済み食品の適正温度での保管等が重要と考えられる。

5 謝 辞

食中毒事件の情報を提供していただいた三重県鈴鹿保健所の長坂祐二先生及び桑名保健所の竹内義廣先生、奈良県を始めとする都道府県並びに政令指定都市の担当課の諸氏に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) Fumiko Kasuga et al. J. Food Prot. 67(9):2024-2032 (2004)
- 2) Kazuo Abe, Noriyuki Saito, Fumiko Kasuga, Shigeki Yamamoto. J. Food Prot. 67(12): 2735-2740 (2004)
- 3) Humphrey TJ et al. Epidemiol Infect 103:35-45 (1989)
- 4) Evans MR. Et al. Epidemiol Infect. 116:155-160 (1996)
- 5) Wilzack, A. et al. Maryland Med. J., 38:93-97 (1989)
- 6) 中西寿男：食品衛生学雑誌，34：320 (1993)

宮城県における E 型肝炎ウイルスの侵淫状況調査

Epidemiological Study of Hepatitis E Virus in Miyagi Prefecture

植木 洋 菊地 奈穂子 山木 紀彦
後藤 郁男 沖村 容子 秋山 和夫

You UEKI, Naoko KIKUCHI, Norihiko YAMAKI
Ikuro GOTO, Youko OKIMURA, Kazuo AKIYAMA

人獣共通感染症の一つである E 型肝炎ウイルス (Hepatitis E virus=HEV) の宮城県内における侵淫状況を調査することを目的として、平成17年1月に食肉流通センターに搬入され、と畜検査時に肝臓に病変が認められたブタ30頭 (月齢約6ヶ月) を対象にRT-PCR法を用いてウイルス遺伝子の検出を行った結果、HEV遺伝子は検出されなかった。また、平成10年度に県内のと畜検査所、家畜保健衛生所、動物愛護センターおよび保健所に勤務する獣医師や関係職員から採血した血清を用いてELISA法でHEV IgG抗体の検出を行った結果、抗体保有率は19.4% (抗体陽性者/対象者=18/93) であった。この結果は過去にHEV感染があったことを示しており、県内にも E 型肝炎ウイルスが侵淫している可能性が示唆された。

キーワード：E型肝炎ウイルス；侵淫状況；抗体保有率；

Keywords : Hepatitis E Virus (HEV); Epidemiological Study ; Distribution of antibodies against HEV

1 はじめに

E型肝炎は従来、経口伝播型非A非B型肝炎とよばれてきたウイルス性の急性肝炎で、E型肝炎ウイルス (以下HEV) が病原体である。E型肝炎の死亡率は同じく経口感染するA型肝炎の10倍といわれ、妊婦では20%に達することもある¹⁾。わが国でも近年輸入感染症や人獣共通感染症として発生がみられ、1990年以降E型肝炎感染により3人の死亡が確認されている。さらに、2003年にはシカ生肉の摂食により7名の発症が確認されている²⁾。一方、国立感染症研究所の李らは、健康人の約5.4%がHEV抗体を保有していると報告している³⁾。E型肝炎の感染ルートについては、Yazakiらによれば市販豚レバーの1.9%から、HEV遺伝子が検出され、その中には患者から検出されたウイルスと遺伝子が一致する症例も確認しており、感染経路の一つとしてブタからヒトへの感染を示唆している⁴⁾。本研究において、我々は県内産のブタからのHEVの検出と、家畜や愛玩動物に接触する機会の多い職業従事者を対象にHEVの抗体保有状況調査を行ったので報告する。

2 材料と方法

2.1 材料

ブタは月齢6ヶ月以上で平成17年1月に県内でと畜検査され、検査時に肉眼所見で肝臓に何らかの病変のある30頭を検査対象とした。

血清は平成10年度の県内のと畜検査所、家畜保健衛生所、保健所、動物愛護センターに勤務する獣医師、と畜検査所のと畜検査補助員および保健所の狂犬病予防業務に従事する野犬捕獲人 (以下抗体検査対象者) を対象に行ったトキソプラズマ症抗体検査に用いた血清の内93件を対象とした。なお、いずれの検査材料も検査直前まで-80℃で保存した。

2.2 方法

2.2.1 ブタからの抗原検出

ブタからの抗原検出は武田らのE型肝炎検査マニュアルに準じて行った。

すなわち、と畜検査の際に摘出したブタの肝臓を蒸留水で10%とし、4,500rpm、1分間細胞破碎処理し10%乳剤とした。乳剤を10,000rpm、10分間遠心した上清をウイルス抽出液とした。ウイルスRNAの抽出はQIAamp Viral RNA Mini Kit (QIAGEN) を用い添付のプロトコールに従って行った。抽出したRNAはDNase処理後、逆転写反応よりcDNAを作成しPCRを行った。PCRはウイルスRNAの構造蛋白をコードしているORF2の一部の領域を増幅するために設計されたプライマーであるHEV-F1、HEV-R2を1st PCRに使い、HEV-F2とHEV-R1をNested PCRに用いた。PCRによって得られた増幅産物をアガロースゲルで電気泳動後、エチジウムブロマイドで染色し増幅産物の有無を確認した。

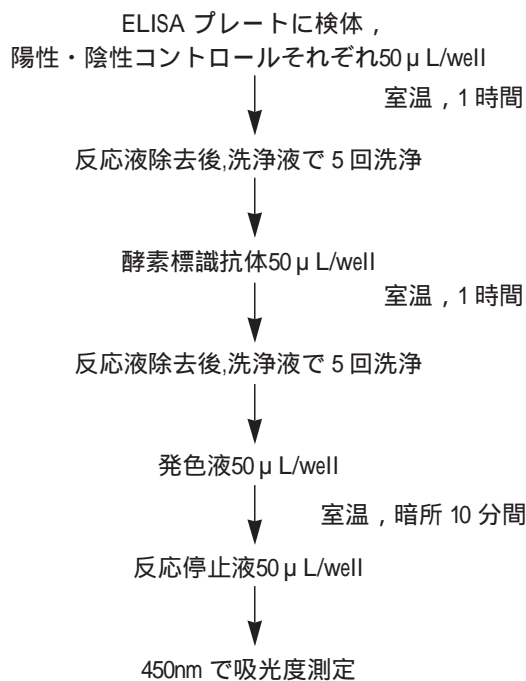


図1 ELISA 法による HEV IgG 抗体測定方法

2.2.2 ヒト血清からの抗体検出

ヒト血清中の E 型肝炎 IgG 抗体の検出は Variant HEV-Ab (ヒト IgG) (有限会社ティーアイティー) の ELISA キットを用いて行った。検査方法を図 1 に示す。なお、カットオフインデックスと判定基準は添付プロトコールに従い設定した。

3 結果と考察

3.1 ブタからのウイルス遺伝子検出

表 1 に今回検査材料として用いたブタの肝臓所見を示す。30頭の内訳は肉眼所見で寄生性の間質性肝炎と診断されたブタ12頭,同じく退色肝 8 頭,包膜炎 6 頭,寄生性以外の間質性肝炎 3 頭,退色肝かつ寄生性間質性肝炎が確認されたブタ 1 頭であった。RT-PCR法を実施した結果, 1st PCRおよびNested PCRともに肝炎ウイルス遺伝子由来の増幅産物は確認されなかった。一般に集団で飼育されているブタの HEV 遺伝子の検出率は 2, 3 ヶ月齢が高く, 6 ヶ月齢では低いと報告されている。一方ブタの平均 HEV 抗体保有率については, 生後 6 ヶ月には 90% が抗体を保有していると報告している例もある。定らが行ったブタの HEV 保有状況調査によれば, 月齢約 6 ヶ月の発育正常ブタ血清からの HEV 遺伝子の検出率は 0.16% であった。また, ウイルスが検出されたブタの内臓検査において, 特に異常は確認されなかったことも併せて報告している⁵⁾。しかし, Yazakiらは市販ブタレバーを対象に調査を行った結果, 1.9% から HEV 遺伝子が検出されたと報告している。さらに, Mengらはヒト由来の HEV をブタに接種した結果, 臨床的には無症状であったが, 肝組織は明らかな肝炎を呈し血液や肝臓から HEV 遺伝子が検出されたことを確認している⁶⁾。この点を考慮し, 今回は月齢 6 ヶ月以上でかつ肉眼所見で肝臓に病変が確認されたブタを対象に HEV 遺伝子の検索を行ったが, 遺伝子は確認されなかった。しかし, HEV のヒトへの感

表 1 HEV 遺伝子検出検査対象としたブタの所見

検体番号	性別	肝臓所見	検体番号	性別	肝臓所見
1	去勢	退色肝	16	去勢	間質性肝炎 (寄生性)
2	去勢	退色肝	17	雌	間質性肝炎 (寄生性)
3	雌	包膜炎	18	雌	間質性肝炎 (寄生性)
4	去勢	間質性肝炎 (寄生性)	19	去勢	間質性肝炎 (寄生性)
5	去勢	包膜炎	20	雌	包膜炎
6	去勢	間質性肝炎 (寄生性)	21	去勢	退色肝
7	雌	間質性肝炎 (寄生性)	22	去勢	退色肝
8	去勢	退色肝	23	去勢	間質性肝炎
9	雌	間質性肝炎 (寄生性)	24	雌	間質性肝炎
10	去勢	間質性肝炎 (寄生性)	25	雌	包膜炎
11	去勢	退色肝	26	雌	間質性肝炎
12	雌	退色肝, 間質性肝炎 (寄生性)	27	去勢	間質性肝炎 (寄生性)
13	雌	退色肝	28	去勢	包膜炎
14	去勢	退色肝	29	去勢	包膜炎
15	雌	間質性肝炎 (寄生性)	30	去勢	間質性肝炎 (寄生性)

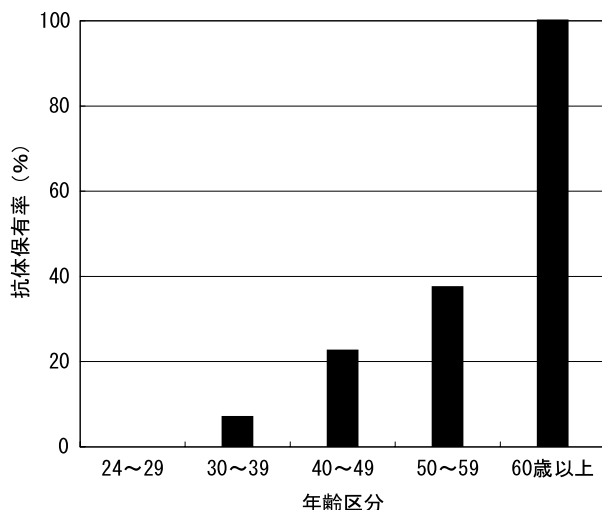


図2 年齢別 HEV IgG 抗体保有率

染経路の一つとして、ブタ～ヒト感染を示唆する報告も多い。HEV 感染を防止する上で、従来から指摘されているようにブタ肉やレバーの十分な加熱処理についての注意を喚起する必要がある。

3.2 ヒト血清からの HEV 抗体検出検査

抗体検査対象者の HEV 抗体保有率は、19.4% (抗体陽性者/対象者=18/93) であった。この結果県内にも HEV が侵淫している可能性が強く示唆された。年齢区分別抗体保有率を図2に示す。HEV 抗体保有率は24歳から29歳までの年齢区分が0% (0/13)、30歳から39歳までが同じく11.4% (4/35)、40歳から49歳が24.1% (7/29)、50歳から59歳が35.7% (5/14)、60歳以上は100% (2/2) であった。このように HEV 抗体保有率は年齢とともに高くなる傾向が示された。また、性別の抗体保有率は、男性が22.2% (抗体陽性者/男性対象者=14/63) であったのに対し女性は13.3% (抗体陽性者/女性対象者=4/30) と男性に比較し少し低かった。李らがわが国で900人の健常者を対象に HEV IgG 抗体調査を ELISA 法で行った結果、地域間に差が認められたが平均5.4%であった³⁾。一方、Mengらが台湾のブタに接する機会の多い養豚従事者を対象に行った抗体保有調査では、HEV IgG 抗体の保有率は26.7%であったと報告しており⁷⁾、本調査の保有率 (19.4%) とほぼ同じ値であった。今回 HEV IgG 抗体保有例を確認したことにより、県内でも HEV が侵淫している可能性が示唆された。このように、家畜や愛玩動物に接触する機会の多い職業従事者の HEV 抗体保有率は既報の一般健常人の保有率と比較すると、明らかに高いことが確認

された。今後 HEV に感染する機会が多いと考えられる職業従事者に対して、何らかの予防策を講ずる必要がある。

4 まとめ

県内における HEV の侵淫状況を調査することを目的として、と畜検査で肝臓に病変が認められたブタ30頭 (月齢約6ヶ月) を対象に RT-PCR 法を用いてウイルス遺伝子の検出を行った結果、HEV 遺伝子は検出されなかった。また、家畜や愛玩動物に接触する機会の多い職業従事者から採血した血清を用いて ELISA 法で HEV IgG 抗体の検出を行った結果、抗体保有率は19.4% (18/93) であった。抗体保有率は、性別による顕著な差は認められなかったが年齢とともに高くなる傾向が確認された。抗体保有状況調査結果より、過去に HEV 感染があった可能性を示す例が確認され、県内に HEV が侵淫している可能性が強く示唆された。

謝 辞

本研究を行うにあたり、検体採取ならびに臨床所見に関する情報を提供していただいた宮城県食肉衛生検査所の佐藤正男所長、宍戸義典技術次長ならびに熊谷光技師に感謝いたします。また、PCR 用の陽性コントロールを分与していただきました国立感染症研究所ウイルス第2部の李天成主任研究官、武田直和室長にお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) Khuroo MS, Teli MR, Skidmore S, Sofi MA, Khuroo MI : *Am J Med*, 70(2), 25(1981).
- 2) Tei S, Kitajima K, Takahashi K, Mishiro S : *Lancet*, 362(9381), 371(2003).
- 3) T-C Li, Zhang J, Shinzawa H, Ihibashi M, Sata M, Mast EE, Kim K : *J Med Virol*, 62, 327(2000).
- 4) Yazaki Y, Mizuno H, Takahashi M, Nishizawa T, Sasaki N, Gotanda Y, Okamoto H : *J Gen Virol*, 84(9), 2351(2003).
- 5) 定 孝, 井上 治, 吉野民子, 前田良博 : JAPHV 平成16年度報告, 22(2004).
- 6) Meng XJ, Halbur PG, Shapiro MS, Govindarajan S, Bruna JD, Mushahwar IK, Purcell RH, Emerson SU : *J Virol*, 72(12), 9714(1998).
- 7) Meng XJ, Wiseman B, Elvinger F, Guenette DK, Toth TE, Engle RE, Emerson SU, Purcell RH : *J Clin Microbiol*, 37, 3828(1999).

同一地域における風疹・麻疹抗体保有状況

Distribution of Antibodies Against Rubella Virus and Measles Virus in the Same District

菊地 奈穂子 佐々木 美江 山木 紀彦
後藤 郁男 植木 洋 沖村 容子
秋山 和夫

Naoko KIKUCHI, Mie SASAKI, Norihiko YAMAKI
Ikuo GOTO, Yo UEKI, Yoko OKIMURA
Kazuo AKIYAMA

近年、CRSや成人麻疹の報告数増加など、流行の中心となる年齢群以外での風疹・麻疹の発生が問題となっている。そこで問題事例の対象群および予備群でもある県内S地区の高校生を対象として、風疹及び麻疹の抗体保有状況を調査した結果、両疾患ともに集団発生を抑制できる抗体保有状況であった。しかし、抗体陰性者と感染防御が期待できる抗体価以下の対象者（両者を以下「低抗体価者」と言う）も存在した。今後予定されている予防接種法の改正により、流行の主体となる低年齢群での発生が抑制され、自然感染機会の減少やブースター効果による感染防御抗体レベルの維持が望めなくなると推測される。そこで、今回の調査で明らかにした低抗体価者を対象としたワクチン接種勧奨が必要であり、CRS発生防止および風疹・麻疹の根絶に繋がるように社会全体で流行を抑制することが重要と思われる。

キーワード：風疹；麻疹；抗体；ワクチン

Keywords : rubella ; measles ; antibodies ; vaccine

1 はじめに

風疹は、主に幼児や小学生を中心として流行する比較的軽症のウイルス感染症であるが、妊娠初期の妊婦が風疹ウイルスに感染した場合は、胎児に先天性心疾患、難聴、白内障などの先天異常を呈する先天性風疹症候群（CRS：congenital rubella syndrome）の恐れがある事が知られている。一方、麻疹は、主に乳幼児（0～4歳）を中心に流行する伝播性の高いウイルス性疾患で、わが国では依然として年間約10～20万人が感染し、脳炎や肺炎などの併発により数十人が死亡していると報告¹⁾されている。しかし、風疹、麻疹ともに、ワクチンによる抗体獲得で感染防御は可能であり、風疹は1977年から、麻疹は1978年から予防接種法の定期接種対象となり、ワクチン接種が勧奨されている。その結果、両疾患ともに全国的な大流行から、地域的な散発例へと流行の形態が変化²⁾し患者数は減少している。

しかし、近年、一部地域における風疹・麻疹の流行や、2000年以降毎年1例であったCRSが、2004年は10例に激増した³⁾こと、流行の主体ではない10歳以上の年齢群における麻疹患者数の増加⁴⁾など、従来は「子供の病気」「二度がかりはしない」などと言われ、比

較的軽く考えられがちであった風疹・麻疹において、流行の中心となる乳幼児以外の年齢群で問題となる事例が多数報告されている。そこで今回、感染症流行予測調査事業の風疹感受性調査において得られた検体を用いて、問題事例の対象群であり、予備群でもある県内の高校生における風疹・麻疹抗体保有状況について調査を実施し、若干の知見を得たので報告する。

2 対象および検査方法

2.1 対象

対象は県内S地区の高校生15歳～18歳の健康人130名を対象に採血を実施した。対象区分については表1に示した。

2.2 方法

抗体測定方法は感染症流行予測調査検査術式⁵⁾に従い、風疹は、図1のとおり血清をカオリンおよびガチョウ血球で前処理後、U型マイクロプレートを使用しガチョウ血球による赤血球凝集抑制法（HI法）で行った。麻疹は、富士レピオ（株）社製「セロディア・麻疹」を用い、ゼラチン粒子凝集法（PA法）で行った。また、採血時に併せて対象者の予防接種歴等について母子手帳などを参考にして調査した。

表1 検査対象区分 (人)

年度	性別		合計
	男性	女性	
平成15年度	21	57	78
平成16年度	18	34	52
合計	39	91	130

血清0.2m l + PBS(-)0.6m l
 ← 25%カリン0.8m l
 室温20分間放置 (その間3回激しく振る)
 ↓
 2000rpm20分間遠心
 ↓
 上清を分取
 ← 50%ガチョウ血球50μ l
 4℃ 1晩放置 (その間時々混和する)
 ↓
 2000rpm20分間遠心
 ↓
 上清を試験血清として使用

試験血清を希釈液で2倍段階希釈
 ← 4単位風疹HA抗原25μ l
 マイクロミキサーで混和後、室温 1時間放置
 ← 0.25%ガチョウ赤血球50μ l
 マイクロミキサーで混和
 ↓
 4℃ 1時間
 ↓
 判定

図1 風疹 HI 価測定方法

3 結果および考察

3.1 風疹ワクチン接種率と抗体保有状況

ワクチン接種率を図2に示した。接種率は78.9% (90/114) で、全国の同一年齢群81.0%⁶⁾と比較して若干低かった。また、抗体保有状況を図3に示した。抗体価8倍以上を保有していた対象者は84.6% (110/130)、感染防御が期待できる抗体価32倍以上²⁾を示したのは76.1% (99/130)であり、集団発生を抑えることが可能と言われている70%の保有率を超えていた。更に、ワクチン接種群においては抗体価8倍以上が95.6% (86/90)、抗体価32倍以上では84.4% (76/90)と、ワクチン非接種群の54.2% (13/24)と比較して高く、二乗検定を行った結果、危険率1%未満で有意差が認められ、ワクチンの有効性が示された。

また、ワクチン非接種群において抗体陰性者が多かった要因として、陰性者の多くが1994年の予防接種法改正時に5~7歳であったことが挙げられる。風疹ワクチン接種対象者を、女子中学生から1~7歳半までの男女に変更した法改正当時、5~7歳であった対象

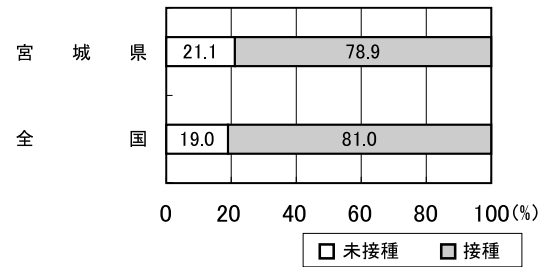


図2 風疹ワクチン接種率

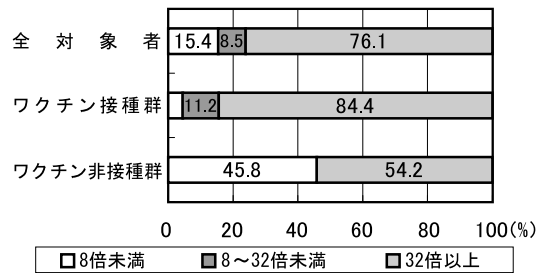


図3 風疹抗体保有状況

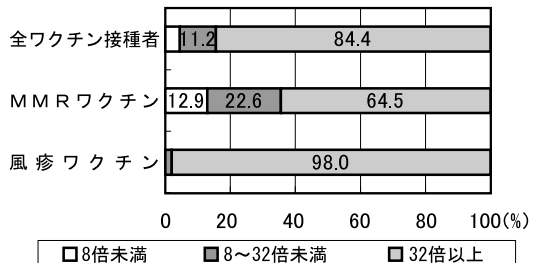


図4 接種ワクチン別風疹抗体保有状況

者は、定期ワクチンの接種がほぼ終了する年齢で改めて医療機関に足を運ぶ機会は少なかったと思われる。しかも、経過措置年齢群に含まれない対象者が多く、ワクチン接種が可能であった期間が短く、機会を逃し易かったと推測された。さらに、S地区では過去10年間に大きな風疹の流行がなく⁷⁾、自然感染による免疫獲得の機会が少なかったことも要因として挙げられる。

次に、接種ワクチン別の抗体保有状況を図4に示した。MMRワクチン接種者31名中抗体価32倍未満の低抗体価者は11名 (35.5%)認められ、しかもそのうち4名は抗体価8倍未満の抗体陰性者であった。一方風疹ワクチン接種者49名のうち低抗体価者は抗体価16倍の1名 (2.0%)のみであった。このことについて二乗検定を行った結果、危険率1%未満で有意差が認められた。

更に、ワクチン接種者で抗体陰性者は4名のみで、全員2歳までにMMRワクチンを接種した男性であった。この4名のワクチンロット等について関連は認められなかった。

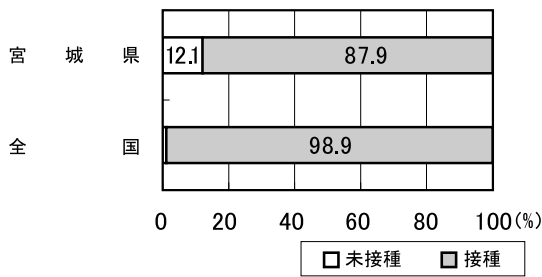


図5 麻疹ワクチン接種率

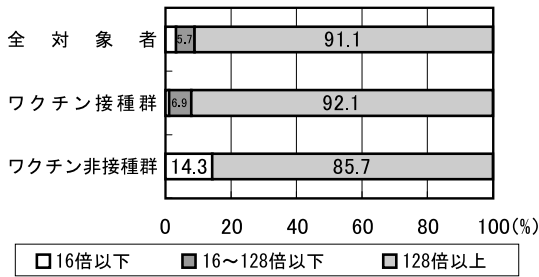


図6 麻疹抗体保有状況

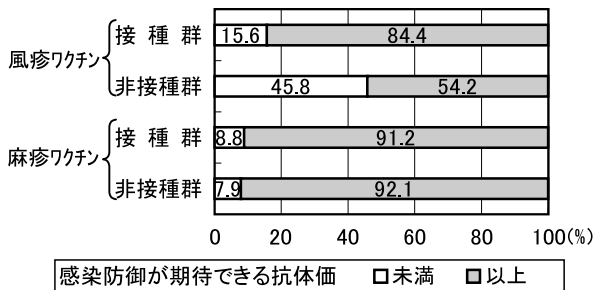


図7 風疹・麻疹抗体保有状況

3.2 麻疹ワクチン接種率と抗体保有状況

ワクチン接種率を図5に示した。全国の同一年齢群の98.9%⁶⁾に比較し、87.9% (102/116)と11%も低かった。また、抗体保有状況を図6に示した。抗体価16倍以上を示した対象者は96.8% (120/124)で、感染防御が期待できる抗体価128倍以上¹⁾を示したのは全体の91.1% (113/124)であった。更に、ワクチン接種群において抗体価16倍以上が99.0% (101/102)、128倍以上では92.1% (94/102)と、非接種群の85.7% (12/14)との差が6.5%で、風疹ワクチンにおいて確認された30.2%より小さく、有意差は認められなかったことから、抗体保有率で評価した場合、麻疹ワクチンの必要性に議論の余地が生じる結果が得られた。

S地区において、今回の対象者が5~7歳以上であった1994~1995年は、感染症サーベイランスにおける定点当たりの麻疹報告数が警報基準値1.5を大きく上回る5.0~3.0に達し⁷⁾最も近年の流行となった。また、その前後にも県内において散発的発生が認められており麻疹ウイルスの侵襲は複数回あったと推測される。

しかしながら、今回の結果では、ワクチン非接種群において未だ14.3%が抗体陰性者であったことから、自然感染による確実な抗体獲得は保障できないと考えられる。更に、自然感染時においては亜急性硬化性全脳炎(SSPE)の発症等の問題がある。一方、若干ながらもワクチン接種群のほうが高い抗体保有率を示した今回の結果と、ワクチン副反応におけるSSPEの発生率が自然感染時の約1/10と低い⁸⁾ことなどを考慮すると麻疹ワクチンの必要性は明確と思われた。

4 まとめ

今回の対象において、風疹・麻疹ワクチンの効果は明確であった(図7)が、ワクチン接種群においても低抗体価者が認められた。この要因のひとつとして、現在、両疾患のワクチンは乳幼児期や学童期での感染を防ぐために、生後90ヶ月までに1回接種が実施されていることが挙げられる。その結果、流行の中心になる幼少児の抗体保有率が上昇し、流行が抑えられており、ワクチンにより獲得した抗体が、流行の影響を受けて追加免疫される機会が減ったため感染防御可能抗体価以下に低下したと考えられる。

宮城県でも、2003年O地区において、定点あたりの患者報告数が4.0を超える麻疹の発生があった際⁷⁾に、麻疹ウイルスが分離された11名中2名(10歳男性、19歳女性)はワクチンの接種歴があった事が判明し、現行の1回のみでのワクチン接種による終生免疫の維持は困難な例が確認された。

国は2006年より風疹・麻疹ワクチンの2回接種を予定しており、ワクチンによる追加免疫効果での流行抑制と長期間の感染防御抗体レベルの維持を期待している。この施策により対象者である低年齢群の抗体保有率は益々上昇し、流行もさらに抑制されると推測される。しかし、CRS発生防止および風疹・麻疹の根絶を考えた場合は、子供から大人まで、社会全体で流行を抑える必要がある。よって、この施策の対象外である今回の対象群は、今後、定期ワクチン接種の機会はなく自然感染による抗体獲得や追加免疫の可能性も極めて低いことから、低抗体価者へのワクチン接種勧奨が必要である。また、MMRワクチン接種者の抗体価推移についても十分に注意を払い、推移の状況によっては、補足的予防接種を考慮する必要がある。

今後は、今回の結果から明らかとなった宮城県の課題をクリアするために、ワクチン接種率向上のための接種勧奨キャンペーンや低抗体価者へのフォローアップ体制の構築など行政レベルでの働きが重要と思われる。

5 謝辞

感染症流行予測調査事業の採血にご協力いただいた皆様に感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 国立感染症研究所感染症情報センター：“麻疹の現状と今後の麻疹対策について”(2002).
- 2) 国立感染症研究所感染症情報センター：“風疹の現状と今後の風疹対策について”(2003).
- 3) 厚生労働省，感染症研究所：感染症発生動向調査週報，第52・53週合併号，(2004).
- 4) 岡田晴恵：保健師ジャーナル，60，916(2004).
- 5) 厚生労働省健康局結核感染症課，国立感染症研究所流行予測調査事業委員会：“感染症流行予測調査事業検査術式”(2002).
- 6) 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情報センター：“平成15年度(2003年度)感染症流行予測調査報告書”(2004).
- 7) 宮城県保健環境センター“宮城県結核・感染症情報センター”，<http://www.ihe.pref.miyagi.jp/~kansen-center/>(2005.6.10).
- 8) 堀内 清：“ワクチンの辞典”日本ワクチン学会編，p.32(2004)，(朝倉書店).

宮城県における腸管出血性大腸菌感染症の発生要因

Incidences of Enterohemorrhagic-*E.coli* Infection in Miyagi Prefecture

田村 広子 三品 道子 菅原 直子
 佐藤 由美*¹ 畠山 敬 谷津 壽郎
 秋山 和夫

Hiroko TAMURA, Michiko MISHINA, Naoko SUGAWARA
 Yumi SATOU, Takashi HATAKEYAMA, Juro YATSU
 Kazuo AKIYAMA

平成11年～16年度に発生した腸管出血性大腸菌（EHEC）感染症の年度別事例数は16年度が55事例と最も多く、15年度が15事例と最も少なかった。また、地域別では登米地域、栗原地域、仙南地域に約7割が集中した。さらに、発生要因を知るため気温および家畜・家禽の飼養実態との関連を検討したところ、気温との間に高い相関が認められ、半数の事例が20以上の気温で発生した。また、肉用牛飼養とも高い相関を示した。

キーワード：腸管出血性大腸菌感染症；気温；肉用牛

Keywords : enterohemorrhagic-*E.coli* infection ; temperature; cattle

1 はじめに

腸管出血性大腸菌感染症は、1996年に西日本で発生した集団事例を皮切りに、大規模食中毒の全国的な発生がみられた。その後も毎年夏場を中心に全国で発生しており、毎年約3,500事例前後にのぼる。原因が特定された事例の中には、輸入牛肉による広域な散発事例¹⁾や焼肉店が原因の事例²⁾も多く見受けられる。また、牛はEHECを常在菌として保有していることから、牛糞や牛舎付近では多種類のEHECが検出され³⁾、汚染・感染源の一つであると考えられており、宮城県における牛の保菌率や三類感染症との関連も指摘されている⁴⁾⁵⁾。

平成16年度の宮城県（仙台市を除く）におけるEHECの感染者数は159人で、例年の約3倍、前年度の約6倍に達したが、大多数の事例では感染源が特定されなかった。そこで、過去6年間に発生したEHEC感染症事例と初発患者の発症日の気温および家畜・家禽の飼養実態との関連について統計学的に検討したので報告する。

2 材料および方法

2.1 材料および方法

平成11年～16年度に当センターで検査を行ったEHEC感染症193事例を検討対象とした。気温は、気象庁電子閲覧室の1日の平均気温を用いた。気温観測地点は駒の湯、気仙沼、川渡、築館、米山、志津川、古川、大衡、鹿島台、石巻、新川、塩釜、江ノ島、仙台、川崎、白石、亘理、丸森の18地点である。発症日が明

* 1 現 宮城県立がんセンター

確な初発患者175事例について患者居住地に最も近い定点のデータを発症日の気温とし、5 間隔で事例数をまとめた。

牛の飼養実態は、平成16年2月「主要家畜の市町村別飼養戸数・飼養頭羽数」（宮城県畜産課）によった。なお、市・郡の区分は平成17年3月31日現在で用いた。

3 結 果

3.1 EHEC 感染症事例数

年度別のEHEC感染症事例数と感染者数を図1に示した。事例数および感染者数は11年度41事例53人、12年度32事例53人、13年度29事例45人、14年度21事例62人、15年度15事例26人、16年度55事例159人であった。16年度の事例数は15年度の約3.6倍、うち家族内発生

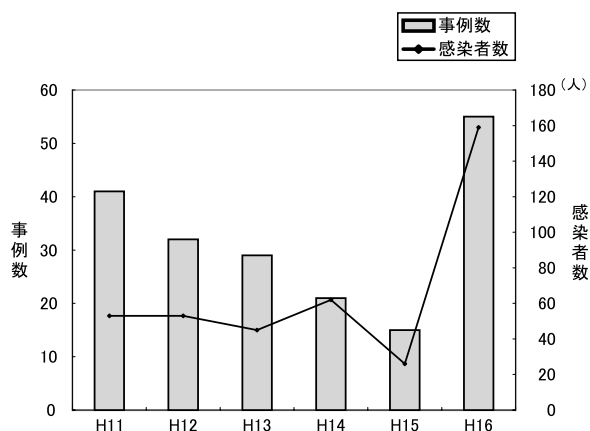


図1 年度別 EHEC 感染症事例数・感染者数

を除く2名以上の集団発生は5事例で過去6年間で最も多かった。しかも、1事例あたり10人以上の感染者が確認されたのが3事例あったことから例年に比較し感染者数が大幅に増加した。全国の2004年 EHEC 感染症の報告数は3,643事例で、これは2000年以降の年間累積報告数と比較すると2001年に次いで多く、2000年とほぼ同数であった⁶⁾。また、193事例中、届出患者が直接または間接的に接触した可能性のある牛から EHEC が分離された事例は11年度に1事例、12年度に3事例、15年度に2事例および16年度に2事例あった。

患者居住地が宮城県である189事例について6年間に発生した市・郡別EHEC感染症事例数を表1に示した。最も多かったのは登米郡60事例、次いで栗原郡28事例、白石市12事例で、年間平均2事例以上発生した。6事例以上11事例以下が柴田郡を含め6市・郡であった。また、年間平均1事例未満すなわち6年間で1事例

表1 市・郡別事例数

地域	市・郡	H11	H12	H13	H14	H15	H16	計
仙南	白石市	2	1	3	1	3	2	12
	角田市	2	2	1	1	1	1	8
	刈田郡	1	1		1		1	4
	柴田郡	3	4	1	1		1	10
	伊具郡	2						2
塩釜	塩竈市	2						2
	名取市	2	1	2	1			6
	多賀城市			2			2	4
	岩沼市						1	1
	亘理郡		1					1
	宮城郡	1	1				1	3
	黒川郡	3				1	6	10
大崎	古川市	1	1		2	4		8
	加美郡	2	2	4	1	1		10
	志田郡			1		1	1	3
	玉造郡							0
	遠田郡	2	1	1	1			5
栗原	栗原郡	7	3	6	1	1	10	28
登米	登米郡	16	9	7	7	4	17	60
石巻	石巻市				1	1	1	3
	桃生郡	1					2	3
	牡鹿郡							0
気仙沼	気仙沼市	1	1				3	5
	本吉郡				1			1
計								189

以上5事例以下は気仙沼市を含め13市・郡であった。なお、玉造郡・牡鹿郡での発生は報告されなかった。

地域別事例数は登米地域60事例、仙南地域36事例、栗原地域28事例、塩釜地域27事例、大崎地域26事例および石巻地域・気仙沼地域は各6事例であった。地域別事例数を人口10万対で表すと登米地域93.7、栗原地域34.4、仙南地域18.7、大崎地域11.9、塩釜地域6.2、気仙沼地域5.8および石巻地域2.7で沿岸地域での発生が少ない傾向にあった。

16年度のEHEC感染症事例数は登米地域17事例、栗原地域、塩釜地域各10事例、大崎地域6事例、仙南地域5事例および石巻地域・気仙沼地域各3事例であった。

3.2 気温とEHEC感染症事例数

6年間のEHEC感染症事例数を発症日気温(5間隔)で分け、表2に示した。6年間では0以下での初発患者が1事例、0.1~5.0、3事例、5.1~10.0、5事例、10.1~15.0、14事例、15.1~20.0、53事例、20.1~25.0、71事例および25.0以上28事例と気温の上昇とともに発生数が多くなる傾向が認められ、特に15.1以上で86.9%、20.1以上で56.6%であった。そこで5間隔における各年度の事例数について相関を調べたところ図2に示すように、気温と事例数には高い相関が認められた。さらに、年間の日毎の気温を5間隔でまとめ、6年間の日数(0以下215日、0.1~5.0

表2 気温別事例数

	H11	H12	H13	H14	H15	H16	計
0以下	0	0	0	0	0	1	1
0.1~5.0	0	1	1	0	0	1	3
5.1~10.0	1	0	1	1	0	2	5
10.1~15.0	6	0	1	3	2	2	14
15.1~20.0	11	4	9	7	4	18	53
20.1~25.0	15	15	11	6	6	18	71
25.1以上	4	10	4	2	1	7	28

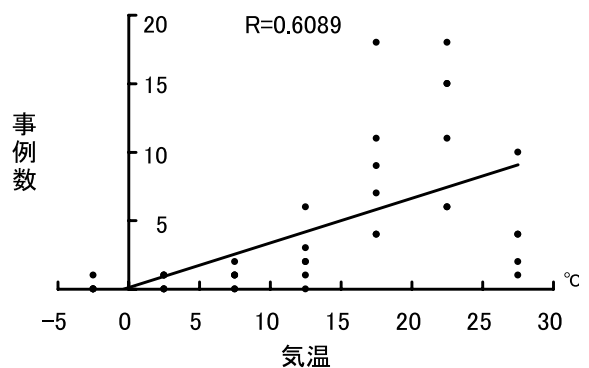


図2 発症日気温とEHEC感染症事例数

434日, 5.1~10.0 324日, 10.1~15.0 359日, 15.1~20.0 427日, 20.1~25.0 333日, 25.0 以上99日)を計算し事例数との関連を見たところ, 事例が発生する間隔は25.1 以上で3.5日と最も高頻度であり, 次いで20.1~25.0 4.7日, 15.1~20.0 8.1日, 10.1~15.0 25.6日, 5.1~10.0 64.8日の順になり, 気温の上昇が本疾患の発生に関与していることが明らかである。

次に例年に比較し最も事例数が多かった16年度の気温を見ると, 20 以上を示した日数の最大値は丸森の89日, 最小値は駒の湯の43日, 平均74.9日であった。最も事例数の多かった登米地域では80日(米山観測地点)と県平均を上回っていた。一方, 発生事例数の最も少なかった15年度は20.1 以上の日数が45.7日と最も少なかった。

6年間に発生した集団発生7事例の概要と初発患者の発症日気温を表3に示した。7事例全て保育所にお

ける集団発生で, 古川市3事例, 白石市2事例, 角田市と栗原郡が各々1事例であり, 都市部に多い傾向があった。4事例は20 以上の気温で発生しておりEHEC感染症拡大の要因となっていることが明らかであるが, 感染者数が最も多かったNo.7事例では, 発症日の気温が-2.5 と極めて低温であり, 暖房された室内や汚染された手指も重要な要因としてクローズアップされる。なお, 14.8 で発生したNo.2の初発患者自宅では牛を飼養していた。

3.3 家畜・家禽の飼養実態とEHEC感染症事例数

市町村別の牛飼養実態を肉用牛飼養の戸数と頭数, および乳用牛飼養の戸数と頭数について調査し, EHEC感染症事例数と各々について比較し, その相関を図3に示した。その結果, 肉用牛の飼養戸数および飼養頭数と事例数には高い相関が認められた。しかし, 乳用牛, 豚および家禽については相関は認められなかった。

表3 集団発生事例

	発生年月	血清型	ベロ毒素	感染者数(人)	発生地	発症日気温()
1	14年7月	O26 : H11	VT1	21	角田市	22.3
2	15年9月	O157 : H7	VT1 VT2	2	古川市	14.8
3	16年7月	O26 : H11	VT1	12	白石市	19.3
4	16年8月	O26 : H11	VT1	6	白石市	27.5
5	16年8月	O26 : H11	VT1	5	栗原郡	24.8
6	16年9月	OUT : HNM	VT1	10	古川市	21.9
7	16年2月	O26 : H11	VT1	38	古川市	-2.5

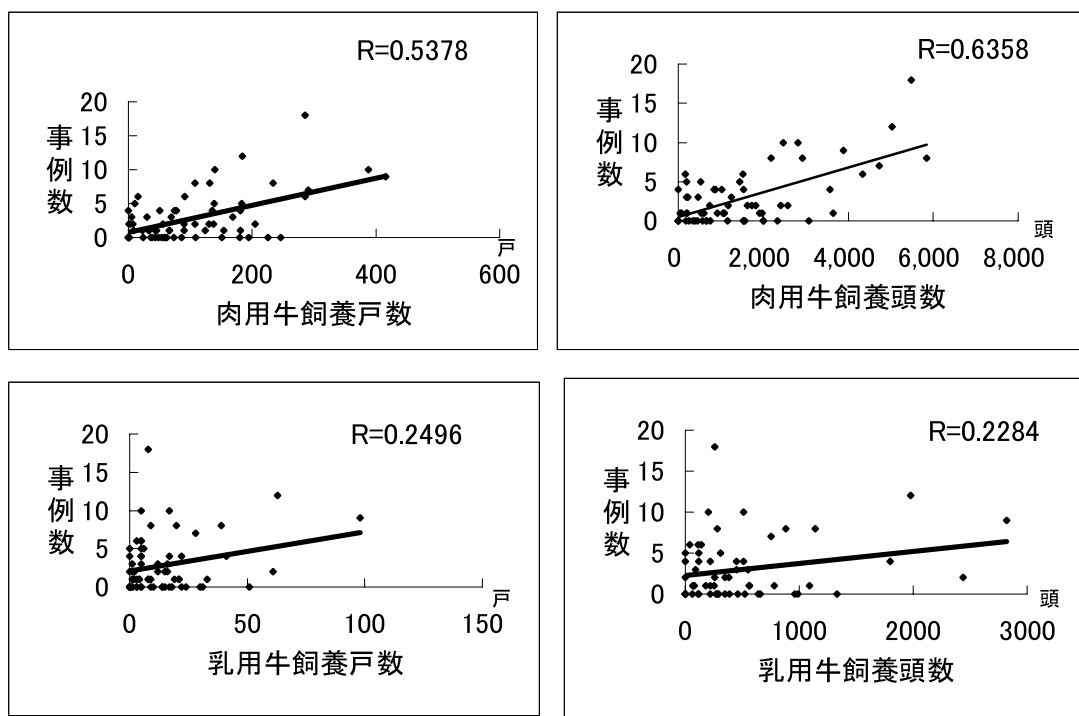


図3 牛の飼養実態とEHEC感染症事例数

表4 地域別肉用牛の飼養実態

	飼養戸数	飼養頭数	一戸あたりの飼養頭数
仙南	729	20,330	27.9
塩釜	361	4,110	11.4
大崎	1,937	22,460	11.6
栗原	1,494	12,530	8.4
登米	1,530	28,190	18.4
石巻	431	7,090	16.5
気仙沼	510	2,690	5.3

地域別肉用牛の飼養実態を表4に示した。6年間で事例数が最も多い登米地域では飼養頭数も最も多く28,190頭に達している。次いで事例数の多い仙南地域でも20,330頭であった。16年度の塩釜地域におけるEHEC感染症は10事例と過去6年間で最も多かったが、黒川郡内で6事例が発生した。塩釜地域での肉用牛飼養農家戸数は361戸、飼養頭数は4,110頭であるが、そのうち事例数の多かった黒川郡内でそれぞれ6割と8割を占めていた。

4 考 察

平成16年度のEHEC感染症の発生は事例数・感染者数ともに突出し、15年度は最も少なかったことが確認された。16年度は猛暑、15年度は冷夏だったことが一因と考えられたため、6年間の気温と事例数について検討した。その結果、気温と事例数に相関が認められ、気温はEHEC感染症の重要な発生要因であることが裏付けられた。県内で気温が20℃を越える日は年間の約20%に過ぎないが、この気温で半数以上の事例が発生した。また、気温観測地点の米山、白石は、16年度に20℃以上を示した日数が80日以上あり、多発した登米地域の60事例、仙南地域の36事例と合致し、地域差のあることも確認された。

さらに、多発した地域は肉用牛の飼養頭数および飼養戸数が多かった。牛のEHEC保有率は5～7%で、若齢牛で高く、繁殖和牛や搾乳牛では低いとする報告⁷⁾と一致し、飼育施設的环境や飼料給与の違いなども指摘されており⁸⁾そのまま人の生活環境と関わっているものと思われる。乳用牛は牛乳等の生産のため衛生的

にプログラムされているのに比較して、肉用牛はEHECの感染源となり得る可能性が高いことが浮き彫りになり、肉用牛飼養農家に対する衛生指導が重要になると考えられる。

また、O26による保育所を中心とした集団発生が平成17年2月～3月にあり、38人が感染した。気温が低い時季であるにもかかわらず大規模な集団発生が起こったことは、保育所における十分な防疫対策の必要性を示している。

具体的な対策として以下の3点が挙げられる。(1) 気温の上昇を見据え、地域ごとに的確な注意報を発生し啓発すること。(2) 乳幼児等の集団施設に対する個別指導を徹底すること。(3) 牛飼養農家に対し防疫対策の指導を行うこと。今後もデータを集積し、有用な情報を発信していきたい。

5 ま と め

- (1) EHEC感染症事例数と気温との間に相関が認められ、半数以上の事例が気温20℃以上で発生した。
- (2) EHEC感染症事例数と肉用牛の飼養頭数および飼養戸数にも相関が認められた。乳用牛・豚・家禽とは相関は認められなかった。

参 考 文 献

- 1) 川本薫, 河辺充美, 笹本史, 轟いずみ, 高岸哲文, 小山田喬, 戸田秀一, 水谷純男, 平井茂: 食品衛生研究, 52, 73 (2002).
- 2) 丸住美都里, 新屋拓郎, 松岡由美子, 藤井幸三, 植川厚子, 中村 勉: 病原微生物検出情報, 26, 149 (2005).
- 3) Beutin L, Geier D, Steinrück H, Zimmermann S, Scheutz F.: *J Clin Microbiol.*, 31, 2483 (1993).
- 4) 畠山敬, 神尾好是: 宮城県獣医師会会報, 57, 138 (2004).
- 5) 山口友美, 田村広子, 佐々木美江, 畠山敬, 御代田恭子, 秋山和夫: 宮城県保健環境センター年報, 22, 42 (2004).
- 6) 病原体発生動向調査 週報, 7, 15 (2005)
- 7) 坂口浩章, 京塚明美, 児玉実, 佐伯幸三, 山岡弘二: 日本獣医師会雑誌, 56, 745 (2003).
- 8) 中澤宗生, 鮫島俊哉: 感染症学雑誌, 76, 76 (2002).

残留農薬ポジティブリスト制度導入に向けた GC/MS, LC/MS/MS 同時一斉分析法

Simultaneous Quantification of Multiresidue Pesticide by Gas Chromatography/Mass Spectrometry
and Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry

氏家 愛子 佐藤 信俊*¹

Aiko UJIIE, Nobutoshi SATO

ポジティブリスト制度導入により、食品に残留する約800種類の農薬等に暫定基準または一律基準が設定される。この規制に対応するため、現行の分析法であるGC/MS-SIM測定及びLC/MS-SIM測定に代え、同定性に優れたGC/MS-SCAN測定及びLC/MS/MS-MRM (Multiple Reaction Monitoring) 測定による分析法の検討を行った。この結果、180農薬(異性体等含200種類)の分析時間が現行法の1/3~1/2に短縮可能となり、GC/MS-SCAN測定では検出下限値を0.01ppm、LC/MS/MS-MRM測定では検出下限値を0.001ppmとすることができた。また、精製法においては、SAX/PSAと活性炭カラムを直列に使用することにより、二層カラムカートリッジENVI-Carb/LC-NH₂及びSAX/PSAで除去できなかった脂肪酸や色素成分を定量に妨害のない程度まで除去することができた。

キーワード：残留農薬；一斉分析法；ガスクロマトグラフ質量分析計；
液体クロマトグラフタンデム型質量分析計；精製

Keywords : Multiresidue Pesticide ; Simultaneous Quantification ; Gas Chromatography
/Mass Spectrometry ; Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry ; Cleanup

1 はじめに

近年、無登録農薬使用や輸入食品中の残留農薬等の基準違反多発などにより、食の安全性に対する国民の関心が高まっている。平成15年5月30日に食品衛生法等の一部を改正する法律¹⁾が公布され、国民の健康保護の最優先を目的とする、農薬、動物用医薬品及び飼料添加物についてのポジティブリスト制度が、公布日から3年以内に施行¹⁾される予定である。対象となる農薬等は約800種類にのぼる。

現在、GC/MS-SIM及びLC/MS-SIM法により125種類の農薬を分析対象としているが、ポジティブリスト制度の導入に向けて農薬数を拡大し、迅速且つ高精度に測定するため、今年度導入された高感度GC/MS及びLC/MS/MSを使用した同時一斉分析法の検討を行った。また、同時一斉分析をするための色素成分、脂肪酸等妨害成分の精製法についても検討を行い若干の知見を得たので報告する。

2 方法

2.1 装置および測定条件

(1) GC/MS : Agilent 社製 GC/MS6890/5973inert
・イオン化法 ; EI

- ・測定モード ; SIM及びSCAN
- ・カラム ; HP-5MS, 25m × 0.25mm i.d., 0.25 μm, コンスタントプレッシャーモード, 平均線流量 ; 50cm/sec
- ・温度 ; 70 (2分) 25 /分 150 (0分) 3 /分 200 (0分) 8 /分 280 (10分)
- ・注入口温度 ; 180 , パルスドスプリットレス注入, パルス圧 ; 30psi, 注入量 ; 3 μl
- ・注入口インサート ; 石英製

表1 LC/MS/MS 測定条件

	Positiveモード	Negativeモード
ネブライザーガス(l/min)	12	15
カーテンガス(l/min)	10	10
イオンスプレイ電圧(V)	5000	-4500
イオン源温度()	500	450
コリジョンガス(l/min)	8	6
ターボイオンスプレイガス(l/min)	6.5	6.5
LCグラジュエント条件	0 (min) B: 0%	0 (min) B: 0%
	5 (min) B:100%	5 (min) B:100%
	16 (min) B:100%	14 (min) B:100%

* 現 原子力センター

(2) LC/MS/MS-MRM : Applied Biosystems社製 API3000

- ・カラム ; 資生堂 CAPCELL PAK C18 , 150mm × 2mm i.d. , AQ 3 μm , 注入量 ; 10 μl
- ・移動相 A ; 0.1mM-酢酸アンモニウム / B ; メタノール系のグラジュエント測定 , 流速 ; 0.2ml/分
- ・装置条件及びLCグラジュエント条件は表1に示す。

2.2 対象農薬

- ・GC/MS 対象農薬 : 139農薬 (異性体等含153種類)
- ・LC/MS/MS 対象農薬 : 41農薬 (異性体等含47種類)

2.3 試料調製及び精製法

ミキサーで均一化した試料20gにアセトニトリル50ml, 食塩6gを入れ5分間振とう抽出し, 2500rpmで遠心分離をしてアセトニトリル層を分取する。残さにアセトニトリル50mlを入れ同様に処理し, アセトニトリル層を分取して先のアセトニトリル層と合わせ無水硫酸ナトリウム10gで15分間脱水する。ガラスフィルターで過後, 40 以下で濃縮乾固する。これを精製に用いるカートリッジカラム負荷溶媒3mlに溶解し, 精製前溶液とした。

精製用カートリッジの検討は, 厚生労働省で残留農薬一斉分析法²⁾の精製法として提示している ENVI-Carb/LC-NH₂ (SUPELCO:500mg/500mg), 当所での現行法³⁾の Bond Elut SAX/PSA (VARIN:500mg/500mg), 更にSAX/PSAとCARBOGRAPH (ジーエルサイエンス株): 300mg) を接続した3種類で行った。溶出液は濃縮乾固後, アセトン2mlで溶解しGC/MS試料液とし, その100 μlをN₂パージ乾固後, メタノール1mlに溶解してLC/MS/MSの試料液とした。

2.4 標準添加量

ポジティブリスト制度における一律基準が0.01ppm⁴⁾に設定された場合を想定し, 添加濃度を試料換算0.01ppmとした。試料20gに標準混合溶液(1 μg/ml)200 μlを添加し, 精製後の最終試料溶液量を2ml(10g 試料/ml)とした。測定対象マトリックスで希釈した標準溶液で検量線を作成して定量を行った。評価基準として分析値(回収率)が60~140%, 相対標準偏差(RSD)が20%以内であることを条件とした。

3 結果

3.1 GC/MS-SCAN測定

GC/MS-SIM測定では1グループで設定可能なイオン数の限度があるため, 100種以上の農薬を1メソッドで測定するのは感度の面から困難である。また, GC/MS注入口, イオン源, カラム等の汚れが原因で, 保持時間のシフトが生じることによるメソッド修正が不可欠となる。そこで, GC/MS-SCAN測定による139農薬(異性体等含153種類)の一斉分析の有用性⁵⁾を検討するために, ほうれん草の抽出液をマトリックスとした50ng/ml, 100ng/ml, 200ng/ml混合標準溶液の各

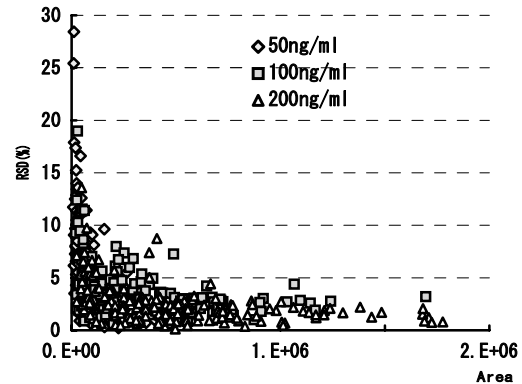


図1 各農薬の濃度別相対標準偏差 (GC/MS-SCAN測定, n=3)

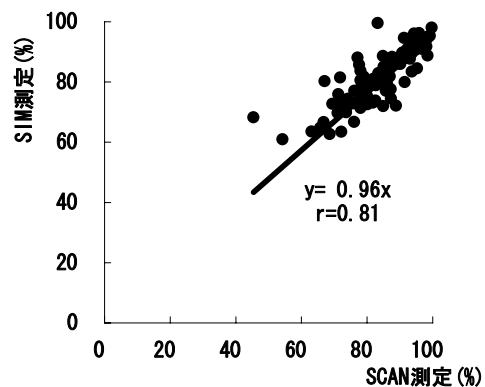


図2 - 1 SIM測定及びSCAN測定による回収率 (ほうれん草標準添加回収試験; 0.01ppm, n=3)

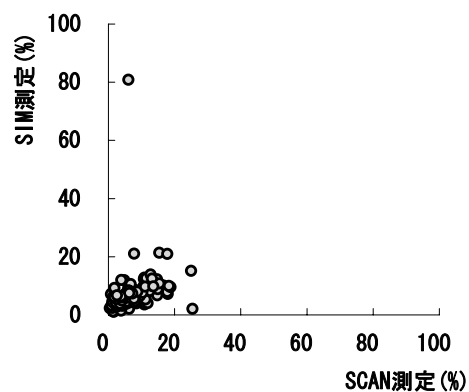


図2 - 2 SIM測定及びSCAN測定によるRSD値 (ほうれん草標準添加回収試験; 0.01ppm, n=3)

3回繰り返し測定を行い, 平均値(M), 標準偏差(S)及びRSDを計算した。SCAN質量範囲はm/z=30~500とした。この濃度は試料換算で0.005ppm, 0.01ppm, 0.02ppmである。

標準偏差の3倍(3S)を検出下限値とすると, 各濃度でのRSDが30%以下(3S相当)であれば測定濃度を検出下限値とすることが可能である。RSDは概ね対象農薬のGC/MS-SCAN測定での面積が小さければ高くなる傾向があると考えられ, 実測定においても図1に示す同様な傾向が認められた。50ng/mlではRSDが全て

30%以下であったものの、S/Nが3未満の農薬数が20あり、50ng/mlを全ての農薬の検出下限値とすることはできなかった。100ng/mlでは6農薬（クロルフェンピホス、シマジン、シフルトリン、シベルメトリン、デルタメトリン、メトスルフロンメチル）のRSDが10%~20%であったが、その他の農薬では10%未満でありS/Nも3以上であることから、100ng/ml(試料換算0.01ppm)を検出下限値とすることが可能であった。

また、精製法に ENVI-Carb/LC-NH₂ を使用し、アセトニトリル/トルエン(3/1)を負荷・溶出溶媒としたほうれん草の標準添加回収試験(0.01ppm)では、SIM測定とSCAN測定のどちらかの回収率が60%~140%に入っている農薬の回収率について、両者の関係を図2に示した。両者にほぼ良好な対応が認められたが、ENVI-Carb/LC-NH₂ 精製ではディルドリン、イソプロチオランの定量を妨害するマトリクス由来の夾雑物を除去しきれず、ディルドリンの定量はSIM測定ではできなかった。しかし、SCAN測定では妨害イオンを避けたイオンを使用することで定量可能であり、夾雑物の多いマトリクス中の残留農薬一斉分析ではSCAN測定が有効であると考えられた。

SIM測定からSCAN測定に変更する長所としては、SIM測定ではイオン取込限度数により複数メソッドを併用している所を、SCAN測定では1メソッドで良いため、分析時間と解析時間が短縮されることがある。しかし、反面、SCAN測定では感度面でSIM測定に劣っており、感度保持のためのGC注入口やカラム切断、MSのイオン源洗浄などメンテナンスが常時必要となるため、ルーチン分析においては煩雑さから免れない短所もある。

3.2 LC/MS/MS-MRM測定

当所で現在採用しているLC/MSによる測定⁶⁾では、ソフトイオン化のため、概ね分子量にH⁺またはNH₄⁺、Na⁺が付加またはH⁺がはずれた親イオンだけをモニターし定量イオンとしている。このため、ピークの分離を十分にすることが必要であり、多成分一斉分析では一試料の測定時間70分程度を要している。また、抽出液マトリクス中の夾雑物が定量イオンを妨害する場合、LC/MSだけではピークの同定が困難である。

そこで、親イオンと娘イオンをペアで測定することにより、ピークの同定が容易なLC/MS/MS-MRM測定について検討を行った。

LC/MS/MS-MRM測定では、数pgの濃度を測定できる高感度のため、キャリオーバーの程度を把握しておく必要がある。インジェクターの洗浄時間を15秒として、33農薬(異性体等含40種類; 図中農薬)の混合標準溶液(メタノール溶液)100ng/mlを10μl分析後に、メタノール10μlを分析し残留濃度を測定した(図3)。この結果、クロルフルアズロン、フルフェノクスロン、ジクロメジン、エトベンザニドに、0.1%~0.2%のキャリオーバーが認められた。

次に、分析条件における移動相の水比率が多いことから、試料溶解溶媒の検討を行った。ピーツ20gに1μg/mlの41農薬(異性体等含47種類)混合標準溶液400μlを添加し、試料調製(精製はSAX/PSA使用⁶⁾)したものをメタノール/水(8/2)、メタノール、アセトニトリルを溶解溶媒として各々調製し、回収率の比較を行った(図4)。メタノール/水(8/2)で溶解した場合、エトベンザニドの回収率が38%(RSD:20%)と他2溶媒に比べ低いものとなった。アセトニトリルではシモキサニルの回収率が190%(RSD:6%)、アルジカルブスルホキシドの回収率が160%(RSD:65%)と高くなり、全体としてメタノールが最適であった。

検出下限値を検討するため、白菜をマトリクスとした1ng/mlの41農薬(異性体等含47種類)の混合標準溶液の各5回繰り返し測定を行い、GC/MS-SCAN測定

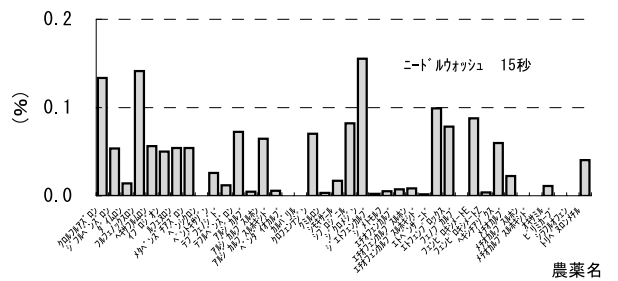


図3 100ng/ml 打ち込み後の Carryover

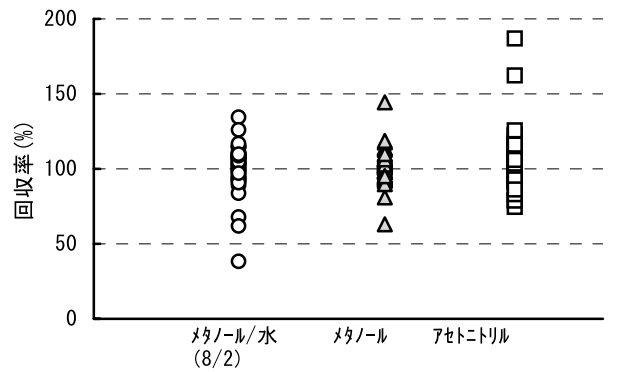


図4 溶解溶媒別回収率 (ピーツ標準添加回収試験; 0.01ppm, n=3)

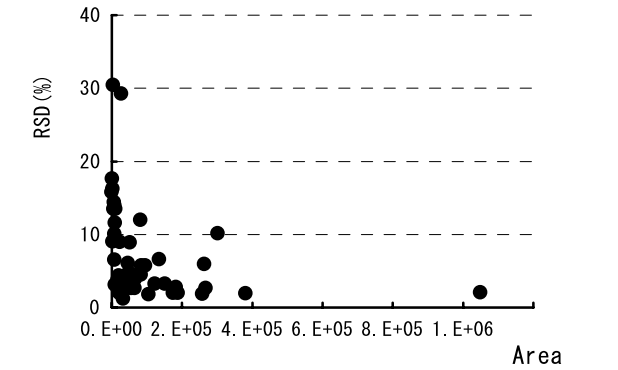


図5 LC/MS/MS-MRM 測定による RSD 値 (1ng/ml, n=5)

と同様な評価を行った(図5)。トリベヌロンメチル、シクロキシジムはRSDが30%、29%、アルジカルブ、アルジカルブスルホキシド、アルジカルブスルホン、オキサミル、シモキサニル、ジクロメジン、スピノサド、テルブホス、ニテンピラム、フェノブカルブ、ペントキサゾン(11農薬)のRSDが10%~20%であったが、全ての農薬でRSDが30%以下であり、S/Nも10以上であることから、1ng/ml(試料換算:0.001ppm)を検出下限値とすることが可能であった。

また、LC/MS/MS-MRM分析による測定時間は、現行法のLC/MSによる2つのメソッドの測定時間(各々70分、45分)と比較すると、Positiveモードが19分、Negativeモードが14分となり、約3分の1に短縮でき、また、物質の同定も容易に可能となったことから、解析時間も大幅に短縮することができた。

3.3 精製法の検討

当所の残留農薬一斉分析法³⁾で使用しているSAX/PSAによる精製では、色素の多い緑黄色野菜等を対象とした場合、緑黄色色素の除去が十分にできない。

色素除去に有効に働く活性炭系カートリッジとして、ENVI-Carb/LC-NH₂精製によるほうれん草の標準添加回収試験を行ったところ、GC/MSでのディルドリン、イソプロチオランの保持時間付近に大きな妨害ピークがあり、定量を妨害することが判明した。GC/MS-SCAN測定を行い、そのスペクトルから脂肪酸であることが推定された(図6)。

これらのことから、脂肪酸の除去に有効なSAX/PSAと、色素除去に有効なCARBOGRAPHを直列に組み合わせ、ほうれん草の標準添加試験により、負荷・溶出溶媒の検討を行った。負荷液にアセトン/ヘキサン(3/7)5ml、溶出液にアセトン10mlを使用した場合とアセトニトリル/トルエン(3/1)を負荷(5ml)・溶出液(15ml)として使用した場合を比較すると、回収率が60%未満または140%超過、またはRSDが20%を超過した農薬は、前者では32農薬(GCMS:18,LCMSMS:14)、

後者では9農薬(GC/MS:7,LC/MS/MS:2)であった。

この結果をもとに、アセトニトリル/トルエン(3/1)を負荷・溶出液に使用し、ほうれん草、ブロッコリー、白菜、大根の標準添加回収試験を行ったところ、表2に示すとおり概ね良好な結果を得た。

4 ま と め

ポジティブリスト制度導入に向け、現在の分析対象農薬125種類から180種類に対象農薬を増やし、同定性に優れたGC/MS-SCAN測定及びLC/MS/MS-MRM測定による分析法の検討を行った。この結果、約50種類の農薬を増加しても分析時間が現行法の1/3~1/2に短縮可能となり、GC/MS-SCAN測定では検出下限値を0.01ppm、LC/MS/MS-MRM測定では検出下限値を0.001ppmとすることができた。

また、精製法においても、二層カラムカートリッジENVI-Carb/LC-NH₂及びSAX/PSAをそれぞれ単独で使用して精製を行ったときに残る脂肪酸や色素成分を、SAX/PSAと活性炭カラムを直列使用することで、定量に妨害のない程度まで除去することが可能となった。

引用文献

- 1) 平成15年法律第55号,平成15年5月30日公布
- 2) 厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課:“食品中に残留する農薬等のポジティブリスト制に係る分析法(案)の検討について”平成16年8月6日
- 3) 長船達也,氏家愛子,佐藤信俊:宮城県保健環境センター年報,22,64(2004).
- 4) 厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課:“食品中に残留する農薬等に関するポジティブリスト制度における暫定基準の設定(最終案)”平成17年6月3日
- 5) 雅楽川憲子,近藤園江絵,丸山浩一,酒井洋:新潟県保健環境化学研究所年報,19,76(2004).
- 6) 氏家愛子,長船達也,大江浩:宮城県保健環境センター年報,21,126(2003).

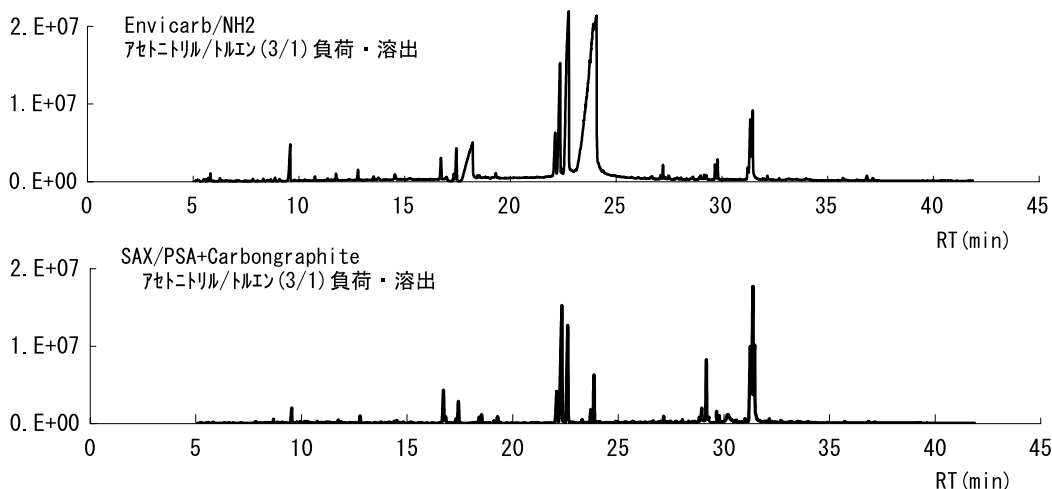


図6 GC/MS-SCAN測定トータルイオンクロマトグラム(ほうれん草:0.01ppm)

表2 標準添加回収試験結果

農薬名	ほうれん草		ブロッコリ		大根		白菜		農薬名	ほうれん草		ブロッコリ		大根		白菜			
	回収率	RSD	回収率	RSD	回収率	RSD	回収率	RSD		回収率	RSD	回収率	RSD	回収率	RSD	回収率	RSD		
「GC / MS」																			
- BHC	89.6	4.5	84.5	2.3	90.8	3.3	90.1	4.1	ビロブチカルブ	97.0	7.2	78.0	3.2	96.2	3.5	94.2	8.1		
- BHC	95.9	4.6	86.8	1.3	92.7	2.8	95.7	3.8	ビロブキシフェン	98.0	7.1	77.3	4.0	96.1	1.2	96.7	7.4		
- BHC	93.5	2.7	86.7	0.9	94.4	1.5	94.1	3.2	ビロミバクメチル(E)	101	5.0	88.7	2.8	97.2	2.0	105	8.6		
- BHC	96.7	1.9	89.7	2.4	96.0	2.8	96.8	4.4	ビロミバクメチル(Z)	104	3.5	92.3	2.7	96.5	1.8	104	8.2		
pp' - DDD	97.9	6.0	80.6	3.8	96.7	1.3	96.2	8.1	ビロミホスメチル	91.6	5.3	85.4	1.5	93.6	1.8	95.5	5.3		
pp' - DDE	95.2	4.7	78.1	2.7	94.3	1.7	99.0	5.0	ビレートリン	130	16	92.2	4.4	215	17	154	27		
op' - DDT	92.9	6.0	78.3	3.0	93.1	1.4	93.9	9.6	ビロキロン	107	1.7	101	0.9	109	3.7	118	4.5		
pp' - DDT	92.1	8.4	76.1	2.8	90.0	2.4	96.6	12	フィプロニル	92.5	7.1	86.7	0.9	93.9	0.7	94.0	10		
EPN	97.1	8.8	79.0	3.4	93.5	4.9	87.7	13	フェナリモノ	109	5.8	87.2	5.4	98.4	2.8	106	11		
EPIC	47.1	39	66.2	5.5	39.7	27	57.5	11	フェニトロチオン	98.4	7.2	88.6	1.0	93.0	3.4	98.1	9.3		
アクリナトリン	85.0	5.3	77.3	6.2	79.1	6.2	97.3	17	フェンシロホチオン	105	6.0	96.7	1.4	97.4	3.0	99.9	15		
アセタミプリド	101	4.2	91.6	3.6	97.9	7.3	98.1	15	フェンチオン	88.9	3.9	86.5	0.8	95.3	2.0	93.6	3.8		
アセフェート	70.9	5.6	61.3	7.4	59.6	12.6	73.7	18	フェントエート	93.7	6.0	86.6	0.9	92.0	1.8	92.1	7.4		
アトラジン	104	2.4	98.3	2.5	100	3.6	109	4.1	フェンバレート	94.3	9.3	75.7	5.2	90.1	9.4	87.8	13		
アミトラズ	42.2	39	34.8	3.4	41.6	30	0.0	-	フェンプロバトリン	101	9.4	75.4	4.9	95.0	1.7	98.3	8.3		
アメトリン	104	1.7	97.5	1.2	100	3.4	107	4.9	フサライド	100	2.9	93.0	2.6	96.2	2.3	104	5.1		
アラクロール	99.3	2.1	93.4	1.3	78.0	2.1	101	5.8	フタクロール	95.6	5.8	83.9	1.4	74.0	3.8	92.6	6.8		
アルドリ	87.2	4.6	76.5	3.0	90.9	2.3	92.5	4.7	フタミホス	95.3	8.3	86.7	1.5	95.8	3.5	89.4	13.1		
アレスリン	93.3	7.9	84.4	1.2	94.3	3.8	101	4.4	フタメトピル	106	5.4	92.3	4.8	99.8	3.3	108	9.7		
イソフェンホス	92.3	7.3	84.7	2.1	96.1	1.6	92.8	5.1	フタメトピルヒドロキシ	67.4	24	44.1	48	40.1	14	34.8	25		
イソプロカルブ	97.8	3.2	92.3	1.6	97.0	3.1	102	3.2	フルジオキソニル	106	9.0	87.4	3.8	96.8	2.6	94.8	11		
イソプロチオラン	98.1	2.9	88.3	3.1	97.4	2.2	101	5.2	フルシトリン	97.2	10	77.7	7.5	93.6	8.3	95.1	12		
イマゾスルフロ	65.9	12	63.8	1.3	12.0	39	60.7	9.2	フルシラゾール	99.8	6.4	88.1	3.2	93.1	3.6	97.7	13		
インダノファン	99.1	5.0	83.8	3.3	78.9	2.5	106	8.8	フルトラニル	140	5.1	90.3	6.0	95.8	1.8	123	14		
ウニコナゾール - P	104	6.7	91.4	3.1	93.8	1.5	106	13	フルバリネート	84.7	9.4	76.1	6.6	88.5	9.8	86.9	16		
エスプロカルブ	92.9	5.5	84.1	1.7	94.5	1.6	95.0	4.5	フルバリネート	96.4	3.6	86.8	2.1	80.1	4.0	97.6	7.7		
エチオン	97.2	7.1	80.3	2.7	94.2	0.8	92.8	9.7	プロチオホス	99.8	5.2	77.9	2.0	93.9	1.1	94.7	8.0		
エチクローゼート	102	11	93.1	2.1	92.8	2.7	105	13	プロベナゾール	15.3	65	17.5	13	174	36	3.6	354		
エディフェンホス	99.5	5.5	89.7	3.7	92.5	1.1	99.8	8.7	プロボキシル	100	4.0	96.7	1.3	102	4.4	102	7.0		
エトキサゾール	96.2	7.3	76.0	3.1	95.0	1.1	103	12	ヘキサクロロベンゼン	75.9	9.1	72.0	3.7	71.2	7.3	78.8	2.4		
エトプロホス	99.5	4.7	92.6	3.2	95.6	3.7	103	4.3	ヘパタクロール	92.0	5.1	78.1	2.2	88.5	2.2	90.4	4.3		
エトリンホス	92.5	4.2	88.2	0.5	92.4	2.4	95.8	4.8	ヘパタクロール工薬ホキシド	94.7	4.8	81.3	1.8	95.1	1.6	93.9	4.4		
- エンドスルファン	98.1	7.6	77.9	8.4	94.0	0.7	100	2.3	ベルメトリン	110	5.5	76.9	7.7	97.8	1.1	100.3	9.8		
- エンドスルファン	95.2	5.0	83.1	2.7	107	4.6	97.2	7.5	ベンチオカーブ	96.8	2.9	88.3	1.4	95.4	2.6	98.7	4.9		
エンドリン	97.1	5.3	76.0	9.1	98.3	1.4	101	6.7	ベンジメタリン	93.0	8.0	85.7	0.9	92.3	2.8	89.0	11		
オキサジアゾン	104	5.3	80.0	4.3	98.4	4.0	93.0	14	ペンフレゼート	100	2.3	92.6	1.4	98.7	2.4	105	4.7		
オメトエート	92.6	2.3	96.4	1.8	90.2	3.4	103	5.1	ボサロン	97.2	8.5	80.4	4.4	85.6	1.2	97.1	17		
カズサホス	96.8	3.0	90.6	3.7	104	6.2	97.5	3.5	ボスチアゼート	106	2.6	104	2.7	102.3	4.5	106.9	8.4		
カフエントロール	100	9.2	81.4	3.6	103	5.0	79.7	6.4	ボスマット	97.0	4.8	85.4	4.6	60.1	7.5	95.4	10		
カブタホス	49.9	47	2.9	170	184	27	47.2	178	ホルベット	44.2	13	13.9	0	-	-	29.5	21		
カルボフェノチオン	97.0	8.3	79.2	2.5	91.1	1.1	92.2	11	マラチオン	94.9	5.6	85.9	3.5	92.6	1.8	99.8	8.8		
キナルホス	96.1	3.4	90.5	1.8	94.8	1.1	98.8	7.7	ミクロプタニル	103	6.5	89.4	3.3	96.7	3.3	103.3	11		
キノメチオネート	2.4	0	15.7	0	7.0	84	0.0	0	メソミル	67.7	37	101	20	150	0	93.6	11		
キャプタン	70.1	21	33.6	0	-	-	65.6	5.0	メタミドホス	84.8	4.1	84.9	0.3	90.3	7.6	89.7	2.7		
クロメトキシニル	104	15	77.7	3.8	92.9	6.0	90.6	14	メタラキシル	105	1.7	103	2.7	95	5.5	110	6.8		
cis - クロルデン	95.5	4.2	77.9	2.3	95.4	1.4	97.7	4.3	メチルパラチオン	98.0	3.8	96.8	1.3	92.1	4.2	101	6.9		
trans - クロルデン	94.4	4.7	79.3	2.3	95.2	2.2	97.5	3.7	メトスルフロメチル	0.0	-	22.5	23.1	3.7	0.0	15.1	9.3		
クロロニドフエン	96.2	8.0	82.9	2.5	94.0	2.7	90.5	15.1	メトクロール	100	2.1	94.1	1.3	94.7	1.8	104	5.7		
クロルピホス	97.4	5.3	85.4	2.7	93.1	1.6	98.2	3.6	メトリンジ	104	3.1	97.6	1.1	93.8	4.5	103	4.1		
クロルピホスメチル	94.3	2.5	85.7	1.2	92.1	2.0	95.1	3.7	メフェナゼット	104	6.5	87.6	3.7	95.1	2.2	104	10		
クロルフェナチオン	97.4	9.5	78.1	4.2	91.3	3.5	94.8	6.2	メブロン	101	6.3	88.3	3.5	98.0	4.0	103	9.4		
- クロルフェンピホス	92.6	8.9	95.9	0.7	89.5	3.1	96.5	5.4	モリネート	79.3	12	85.1	2.4	79.3	11	88.8	1.4		
- クロルフェンピホス	95.6	5.1	94.3	2.7	97.0	6.3	101	8.8	レナシル	107	6.2	93.8	3.5	99.7	3.5	110	13		
クロルプロファム	96.1	3.5	92.0	0.8	97.2	3.2	110	1.0	「LC / MS / MS」										
クロルピジラート	96.9	7.0	83.4	1.9	95.0	1.7	96.3	8.8	アルジカルブ(P)	72.2	14.2	91.9	10.4	86.4	11	94.7	5.2		
クロロタコニル	71.8	21	11.0	17	50.0	0	40.0	5.7	アルジカルブホキシド(P)	102	7.4	113	9.0	85.2	6.4	102	4.5		
シアノホス	98.8	2.5	92.7	1.6	94.8	2.3	103	4.7	アルジカルブホキシド(N)	99.2	3.5	110	4.0	95.3	1.8	99.1	6.5		
ジクロロフルアネド	69.0	12	-	-	-	-	41.4	32	イブプロジオン(N)	99.7	3.5	92.7	2.7	100.3	2.2	97.7	0.6		
ジクロロラン	101	4.2	100	0.1	96.6	5.1	107	5.3	イメブピロニル(P)	98.2	3.3	89.7	2.8	95.7	1.6	90.5	1.9		
ジクロロホス	54.1	28	72.1	4.3	55.8	27	76.2	7.0	エチオンフェンカルブ(P)	46.5	32	106	13	162	4.1	108	7.4		
ジコホール	96.1	7.5	82.8	2.3	92.0	9.5	104	5.0	エチオンフェンカルブホキシド(P)	239	4.9	182	3.9	106	5.2	163	6.4		
シハロトリン	102	8.0	78.6	6.9	95.8	1.5	107	13	エトフェンプロックス(P)	117	18	86.3	2.1	103	1.5	86.6	10		
シハロホップブチル	97.1	9.2	78.6	3.9	93.6	1.8	106.1	6.0	エトベンゼニド(P)	81.7	10	80.0	3.8	66.2	2.1	61.1	8.7		
ジフェナミド	106	2.1	96.1	1.9	100	2.5	97.1	8.1	オキサニル	94.8	8.9	107	5.1	103	4.5	103	4.1		
シフルトリン	101	15	76.8	3.1	92.3	3.4	101	10	カルバリル(P)	95.7	2.1	104	2.9	95.0	0.9	101	1.8		
ジフルフェニカン	96.0	7.7	79.7	3.1	94.9	2.8	94.8	7.4	ケミル(P)	93.7	3.3	92.6	1.3	93.6	4.4	93.7	1.1		
シプロコナゾール	110	10	94.1	4.0	98.7	2.3	103	12	クロフエンチン(P)	85.6	0.7	82.0	3.5	70.0	7.9	79.5	4.3		
シベルメトリン	95.5	9.4	78.2	7.4	89.6	7.9	92.7	13	クロフルアゾ(N)	92.9	4.9	77.8	4.1	89.0	3.6	94.3	4.9		
シマジン	105	6.0	97.8	5.2	-	-	107	7.4	ジエトフェンカルブ(P)	83.2	3.9	95.0	2.3	91.5	4.7				

残留農薬ポジティブリスト制度導入に向けた GC/MS, LC/MS/MS 同時一斉分析法

Simultaneous Quantification of Multiresidue Pesticide by Gas Chromatography/Mass Spectrometry
and Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry

氏家 愛子 佐藤 信俊*¹

Aiko UJIIE, Nobutoshi SATO

ポジティブリスト制度導入により、食品に残留する約800種類の農薬等に暫定基準または一律基準が設定される。この規制に対応するため、現行の分析法であるGC/MS-SIM測定及びLC/MS-SIM測定に代え、同定性に優れたGC/MS-SCAN測定及びLC/MS/MS-MRM (Multiple Reaction Monitoring) 測定による分析法の検討を行った。この結果、180農薬(異性体等含200種類)の分析時間が現行法の1/3~1/2に短縮可能となり、GC/MS-SCAN測定では検出下限値を0.01ppm、LC/MS/MS-MRM測定では検出下限値を0.001ppmとすることができた。また、精製法においては、SAX/PSAと活性炭カラムを直列に使用することにより、二層カラムカートリッジENVI-Carb/LC-NH₂及びSAX/PSAで除去できなかった脂肪酸や色素成分を定量に妨害のない程度まで除去することができた。

キーワード：残留農薬；一斉分析法；ガスクロマトグラフ質量分析計；
液体クロマトグラフタンデム型質量分析計；精製

Keywords : Multiresidue Pesticide ; Simultaneous Quantification ; Gas Chromatography
/Mass Spectrometry ; Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry ; Cleanup

1 はじめに

近年、無登録農薬使用や輸入食品中の残留農薬等の基準違反多発などにより、食の安全性に対する国民の関心が高まっている。平成15年5月30日に食品衛生法等の一部を改正する法律¹⁾が公布され、国民の健康保護の最優先を目的とする、農薬、動物用医薬品及び飼料添加物についてのポジティブリスト制度が、公布日から3年以内に施行¹⁾される予定である。対象となる農薬等は約800種類にのぼる。

現在、GC/MS-SIM及びLC/MS-SIM法により125種類の農薬を分析対象としているが、ポジティブリスト制度の導入に向けて農薬数を拡大し、迅速且つ高精度に測定するため、今年度導入された高感度GC/MS及びLC/MS/MSを使用した同時一斉分析法の検討を行った。また、同時一斉分析をするための色素成分、脂肪酸等妨害成分の精製法についても検討を行い若干の知見を得たので報告する。

2 方法

2.1 装置および測定条件

(1) GC/MS : Agilent 社製 GC/MS6890/5973inert
・イオン化法 ; EI

- ・測定モード ; SIM及びSCAN
- ・カラム ; HP-5MS, 25m × 0.25mm i.d., 0.25 μm, コンスタントプレッシャーモード, 平均線流量 ; 50cm/sec
- ・温度 ; 70 (2分) 25 /分 150 (0分) 3 /分 200 (0分) 8 /分 280 (10分)
- ・注入口温度 ; 180 , パルスドスプリットレス注入, パルス圧 ; 30psi, 注入量 ; 3 μl
- ・注入口インサート ; 石英製

表1 LC/MS/MS 測定条件

	Positiveモード	Negativeモード
ネブライザーガス(l/min)	12	15
カーテンガス(l/min)	10	10
イオンスプレイ電圧(V)	5000	-4500
イオン源温度()	500	450
コリジョンガス(l/min)	8	6
ターボイオンスプレイガス(l/min)	6.5	6.5
LCグラジュエント条件	0 (min) B: 0%	0 (min) B: 0%
	5 (min) B:100%	5 (min) B:100%
	16 (min) B:100%	14 (min) B:100%

* 現 原子力センター

(2) LC/MS/MS-MRM : Applied Biosystems社製 API3000

- ・カラム ; 資生堂 CAPCELL PAK C18 , 150mm × 2mm i.d. , AQ 3 μm , 注入量 ; 10 μl
- ・移動相 A ; 0.1mM-酢酸アンモニウム / B ; メタノール系のグラジュエント測定 , 流速 ; 0.2ml/分
- ・装置条件及びLCグラジュエント条件は表1に示す。

2.2 対象農薬

- ・GC/MS 対象農薬 : 139農薬 (異性体等含153種類)
- ・LC/MS/MS 対象農薬 : 41農薬 (異性体等含47種類)

2.3 試料調製及び精製法

ミキサーで均一化した試料20gにアセトニトリル50ml, 食塩6gを入れ5分間振とう抽出し, 2500rpmで遠心分離をしてアセトニトリル層を分取する。残さにアセトニトリル50mlを入れ同様に処理し, アセトニトリル層を分取して先のアセトニトリル層と合わせ無水硫酸ナトリウム10gで15分間脱水する。ガラスフィルターで過後, 40 以下で濃縮乾固する。これを精製に用いるカートリッジカラム負荷溶媒3mlに溶解し, 精製前溶液とした。

精製用カートリッジの検討は, 厚生労働省で残留農薬一斉分析法²⁾の精製法として提示している ENVI-Carb/LC-NH₂ (SUPELCO:500mg/500mg), 当所での現行法³⁾の Bond Elut SAX/PSA (VARIN:500mg/500mg), 更にSAX/PSAとCARBOGRAPH (ジーエルサイエンス株): 300mg) を接続した3種類で行った。溶出液は濃縮乾固後, アセトン2mlで溶解しGC/MS試料液とし, その100 μlをN₂パージ乾固後, メタノール1mlに溶解してLC/MS/MSの試料液とした。

2.4 標準添加量

ポジティブリスト制度における一律基準が0.01ppm⁴⁾に設定された場合を想定し, 添加濃度を試料換算0.01ppmとした。試料20gに標準混合溶液(1 μg/ml)200 μlを添加し, 精製後の最終試料溶液量を2ml(10g 試料/ml)とした。測定対象マトリックスで希釈した標準溶液で検量線を作成して定量を行った。評価基準として分析値(回収率)が60~140%, 相対標準偏差(RSD)が20%以内であることを条件とした。

3 結果

3.1 GC/MS-SCAN測定

GC/MS-SIM測定では1グループで設定可能なイオン数の限度があるため, 100種以上の農薬を1メソッドで測定するのは感度の面から困難である。また, GC/MS注入口, イオン源, カラム等の汚れが原因で, 保持時間のシフトが生じることによるメソッド修正が不可欠となる。そこで, GC/MS-SCAN測定による139農薬(異性体等含153種類)の一斉分析の有用性⁵⁾を検討するために, ほうれん草の抽出液をマトリックスとした50ng/ml, 100ng/ml, 200ng/ml混合標準溶液の各

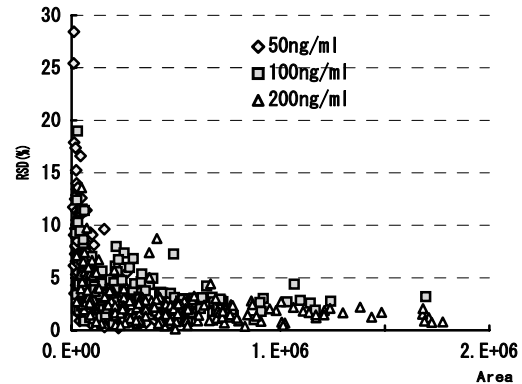


図1 各農薬の濃度別相対標準偏差 (GC/MS-SCAN測定, n=3)

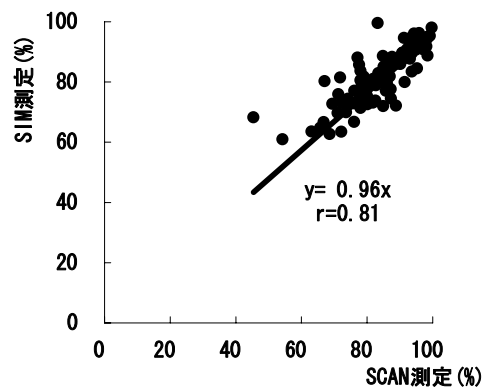


図2-1 SIM測定及びSCAN測定による回収率 (ほうれん草標準添加回収試験; 0.01ppm, n=3)

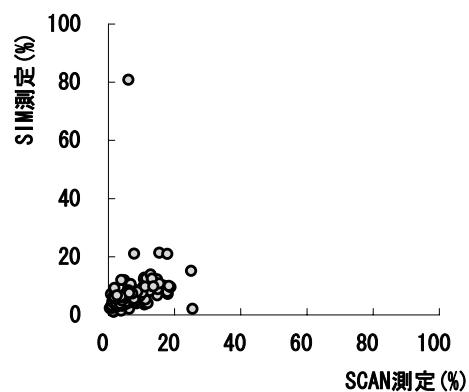


図2-2 SIM測定及びSCAN測定によるRSD値 (ほうれん草標準添加回収試験; 0.01ppm, n=3)

3回繰り返し測定を行い, 平均値(M), 標準偏差(S)及びRSDを計算した。SCAN質量範囲はm/z=30~500とした。この濃度は試料換算で0.005ppm, 0.01ppm, 0.02ppmである。

標準偏差の3倍(3S)を検出下限値とすると, 各濃度でのRSDが30%以下(3S相当)であれば測定濃度を検出下限値とすることが可能である。RSDは概ね対象農薬のGC/MS-SCAN測定での面積が小さければ高くなる傾向があると考えられ, 実測定においても図1に示す同様な傾向が認められた。50ng/mlではRSDが全て

30%以下であったものの、S/Nが3未満の農薬数が20あり、50ng/mlを全ての農薬の検出下限値とすることはできなかった。100ng/mlでは6農薬（クロルフェンピホス、シマジン、シフルトリン、シベルメトリン、デルタメトリン、メトスルフロンメチル）のRSDが10%~20%であったが、その他の農薬では10%未満でありS/Nも3以上であることから、100ng/ml(試料換算0.01ppm)を検出下限値とすることが可能であった。

また、精製法にENVI-Carb/LC-NH₂を使用し、アセトニトリル/トルエン(3/1)を負荷・溶出溶媒としたほうれん草の標準添加回収試験(0.01ppm)では、SIM測定とSCAN測定のどちらかの回収率が60%~140%に入っている農薬の回収率について、両者の関係を図2に示した。両者にほぼ良好な対応が認められたが、ENVI-Carb/LC-NH₂精製ではディルドリン、イソプロチオランの定量を妨害するマトリクス由来の夾雑物を除去しきれず、ディルドリンの定量はSIM測定ではできなかった。しかし、SCAN測定では妨害イオンを避けたイオンを使用することで定量可能であり、夾雑物の多いマトリクス中の残留農薬一斉分析ではSCAN測定が有効であると考えられた。

SIM測定からSCAN測定に変更する長所としては、SIM測定ではイオン取込限度数により複数メソッドを併用している所を、SCAN測定では1メソッドで良いため、分析時間と解析時間が短縮されることがある。しかし、反面、SCAN測定では感度面でSIM測定に劣っており、感度保持のためのGC注入口やカラム切断、MSのイオン源洗浄などメンテナンスが常時必要となるため、ルーチン分析においては煩雑さから免れない短所もある。

3.2 LC/MS/MS-MRM測定

当所で現在採用しているLC/MSによる測定⁶⁾では、ソフトイオン化のため、概ね分子量にH⁺またはNH₄⁺、Na⁺が付加またはH⁺がはずれた親イオンだけをモニターし定量イオンとしている。このため、ピークの分離を十分にすることが必要であり、多成分一斉分析では一試料の測定時間70分程度を要している。また、抽出液マトリクス中の夾雑物が定量イオンを妨害する場合、LC/MSだけではピークの同定が困難である。

そこで、親イオンと娘イオンをペアで測定することにより、ピークの同定が容易なLC/MS/MS-MRM測定について検討を行った。

LC/MS/MS-MRM測定では、数pgの濃度を測定できる高感度のため、キャリオーバーの程度を把握しておく必要がある。インジェクターの洗浄時間を15秒として、33農薬(異性体等含40種類; 図中農薬)の混合標準溶液(メタノール溶液)100ng/mlを10μl分析後に、メタノール10μlを分析し残留濃度を測定した(図3)。この結果、クロルフルアズロン、フルフェノクスロン、ジクロメジン、エトベンザニドに、0.1%~0.2%のキャリオーバーが認められた。

次に、分析条件における移動相の水比率が多いことから、試料溶解溶媒の検討を行った。ピーツ20gに1μg/mlの41農薬(異性体等含47種類)混合標準溶液400μlを添加し、試料調製(精製はSAX/PSA使用⁶⁾)したものをメタノール/水(8/2)、メタノール、アセトニトリルを溶解溶媒として各々調製し、回収率の比較を行った(図4)。メタノール/水(8/2)で溶解した場合、エトベンザニドの回収率が38%(RSD:20%)と他2溶媒に比べ低いものとなった。アセトニトリルではシモキサニルの回収率が190%(RSD:6%)、アルジカルブスルホキシドの回収率が160%(RSD:65%)と高くなり、全体としてメタノールが最適であった。

検出下限値を検討するため、白菜をマトリクスとした1ng/mlの41農薬(異性体等含47種類)の混合標準溶液の各5回繰り返し測定を行い、GC/MS-SCAN測定

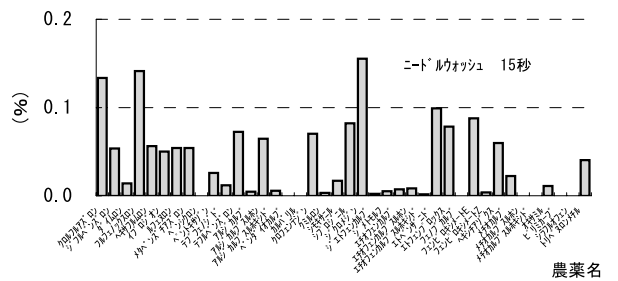


図3 100ng/ml 打ち込み後の Carryover

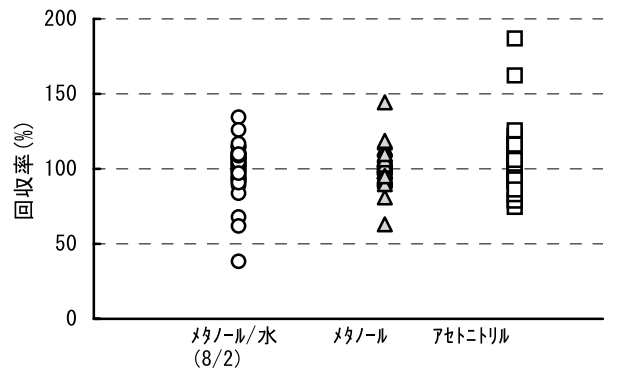


図4 溶解溶媒別回収率 (ピーツ標準添加回収試験; 0.01ppm, n=3)

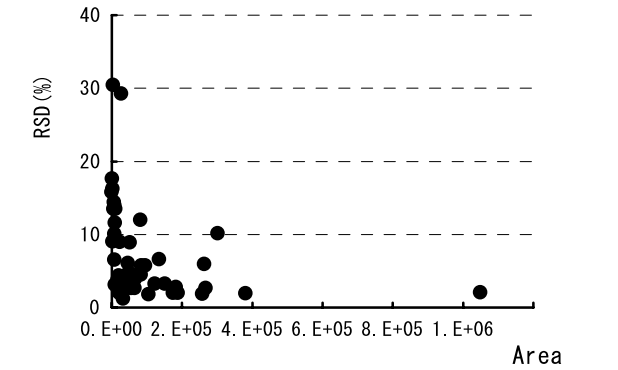


図5 LC/MS/MS-MRM 測定による RSD 値 (1ng/ml, n=5)

と同様な評価を行った(図5)。トリベヌロンメチル、シクロキシジムはRSDが30%, 29%, アルジカルブ、アルジカルブスルホキシド、アルジカルブスルホン、オキサミル、シモキサニル、ジクロメジン、スピノサド、テルブホス、ニテンピラム、フェノブカルブ、ペントキサゾン(11農薬)のRSDが10%~20%であったが、全ての農薬でRSDが30%以下であり、S/Nも10以上であることから、1ng/ml(試料換算:0.001ppm)を検出下限値とすることが可能であった。

また、LC/MS/MS-MRM分析による測定時間は、現行法のLC/MSによる2つのメソッドの測定時間(各々70分, 45分)と比較すると、Positiveモードが19分、Negativeモードが14分となり、約3分の1に短縮でき、また、物質の同定も容易に可能となったことから、解析時間も大幅に短縮することができた。

3.3 精製法の検討

当所の残留農薬一斉分析法³⁾で使用しているSAX/PSAによる精製では、色素の多い緑黄色野菜等を対象とした場合、緑黄色色素の除去が十分にできない。

色素除去に有効に働く活性炭系カートリッジとして、ENVI-Carb/LC-NH₂精製によるほうれん草の標準添加回収試験を行ったところ、GC/MSでのディルドリン、イソプロチオランの保持時間付近に大きな妨害ピークがあり、定量を妨害することが判明した。GC/MS-SCAN測定を行い、そのスペクトルから脂肪酸であることが推定された(図6)。

これらのことから、脂肪酸の除去に有効なSAX/PSAと、色素除去に有効なCARBOGRAPHを直列に組み合わせ、ほうれん草の標準添加試験により、負荷・溶出溶媒の検討を行った。負荷液にアセトン/ヘキサン(3/7)5ml、溶出液にアセトン10mlを使用した場合とアセトニトリル/トルエン(3/1)を負荷(5ml)・溶出液(15ml)として使用した場合を比較すると、回収率が60%未満または140%超過、またはRSDが20%を超過した農薬は、前者では32農薬(GCMS:18, LCMSMS:14)、

後者では9農薬(GC/MS:7, LC/MS/MS:2)であった。

この結果をもとに、アセトニトリル/トルエン(3/1)を負荷・溶出液に使用し、ほうれん草、ブロッコリー、白菜、大根の標準添加回収試験を行ったところ、表2に示すとおり概ね良好な結果を得た。

4 ま と め

ポジティブリスト制度導入に向け、現在の分析対象農薬125種類から180種類に対象農薬を増やし、同定性に優れたGC/MS-SCAN測定及びLC/MS/MS-MRM測定による分析法の検討を行った。この結果、約50種類の農薬を増加しても分析時間が現行法の1/3~1/2に短縮可能となり、GC/MS-SCAN測定では検出下限値を0.01ppm、LC/MS/MS-MRM測定では検出下限値を0.001ppmとすることができた。

また、精製法においても、二層カラムカートリッジENVI-Carb/LC-NH₂及びSAX/PSAをそれぞれ単独で使用して精製を行ったときに残る脂肪酸や色素成分を、SAX/PSAと活性炭カラムを直列使用することで、定量に妨害のない程度まで除去することが可能となった。

引用文献

- 1) 平成15年法律第55号, 平成15年5月30日公布
- 2) 厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課: "食品中に残留する農薬等のポジティブリスト制に係る分析法(案)の検討について" 平成16年8月6日
- 3) 長船達也, 氏家愛子, 佐藤信俊: 宮城県保健環境センター年報, 22, 64(2004).
- 4) 厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課: "食品中に残留する農薬等に関するポジティブリスト制度における暫定基準の設定(最終案)" 平成17年6月3日
- 5) 雅楽川憲子, 近藤園江絵, 丸山浩一, 酒井洋: 新潟県保健環境化学研究所年報, 19, 76(2004).
- 6) 氏家愛子, 長船達也, 大江浩: 宮城県保健環境センター年報, 21, 126(2003).

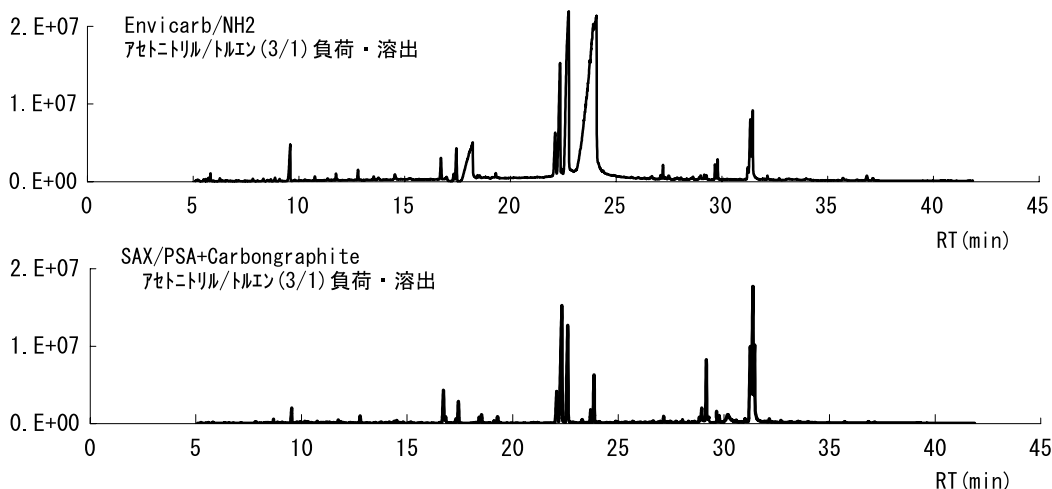


図6 GC/MS-SCAN測定トータルイオンクロマトグラム(ほうれん草:0.01ppm)

表2 標準添加回収試験結果

農 業 名	ほうれん草		ブロッコリ		大 根		白 菜		農 業 名	ほうれん草		ブロッコリ		大 根		白 菜		
	回収率	RSD	回収率	RSD	回収率	RSD	回収率	RSD		回収率	RSD	回収率	RSD	回収率	RSD	回収率	RSD	
「GC / MS」																		
- BHC	89.6	4.5	84.5	2.3	90.8	3.3	90.1	4.1	ビロピチカルブ	97.0	7.2	78.0	3.2	96.2	3.5	94.2	8.1	
- BHC	95.9	4.6	86.8	1.3	92.7	2.8	95.7	3.8	ビロピキシフェン	98.0	7.1	77.3	4.0	96.1	1.2	96.7	7.4	
- BHC	93.5	2.7	86.7	0.9	94.4	1.5	94.1	3.2	ビロミバクサチル(E)	101	5.0	88.7	2.8	97.2	2.0	105	8.6	
- BHC	96.7	1.9	89.7	2.4	96.0	2.8	96.8	4.4	ビロミバクサチル(Z)	104	3.5	92.3	2.7	96.5	1.8	104	8.2	
pp' - DDD	97.9	6.0	80.6	3.8	96.7	1.3	96.2	8.1	ビロミホスメチル	91.6	5.3	85.4	1.5	93.6	1.8	95.5	5.3	
pp' - DDE	95.2	4.7	78.1	2.7	94.3	1.7	99.0	5.0	ビロレトリン	130	16	92.2	4.4	215	17	154	27	
op' - DDT	92.9	6.0	78.3	3.0	93.1	1.4	93.9	9.6	ビロキロン	107	1.7	101	0.9	109	3.7	118	4.5	
pp' - DDT	92.1	8.4	76.1	2.8	90.0	2.4	96.6	12	フィロニル	92.5	7.1	86.7	0.9	93.9	0.7	94.0	10	
EPN	97.1	8.8	79.0	3.4	93.5	4.9	87.7	13	フェナリモル	109	5.8	87.2	5.4	98.4	2.8	106	11	
EPIC	47.1	39	66.2	5.5	39.7	27	57.5	11	フェニトロチオン	98.4	7.2	88.6	1.0	93.0	3.4	98.1	9.3	
アクリナトリン	85.0	5.3	77.3	6.2	79.1	6.2	97.3	17	フェンシルホチオン	105	6.0	96.7	1.4	97.4	3.0	99.9	15	
アセタミプリド	101	4.2	91.6	3.6	97.9	7.3	98.1	15	フェンチオン	88.9	3.9	86.5	0.8	95.3	2.0	93.6	3.8	
アセフェート	70.9	5.6	61.3	7.4	59.6	12.6	73.7	18	フェントエート	93.7	6.0	86.6	0.9	92.0	1.8	92.1	7.4	
アトラジン	104	2.4	98.3	2.5	100	3.6	109	4.1	フェンバレート	94.3	9.3	75.7	5.2	90.1	9.4	87.8	13	
アミトラス	42.2	39	34.8	3.4	41.6	30	0.0	-	フェンプロバトリン	101	9.4	75.4	4.9	95.0	1.7	98.3	8.3	
アメトリン	104	1.7	97.5	1.2	100	3.4	107	4.9	フサライド	100	2.9	93.0	2.6	96.2	2.3	104	5.1	
アラクロール	99.3	2.1	93.4	1.3	78.0	2.1	101	5.8	フタクロール	95.6	5.8	83.9	1.4	74.0	3.8	92.6	6.8	
アルドリン	87.2	4.6	76.5	3.0	90.9	2.3	92.5	4.7	フタミホス	95.3	8.3	86.7	1.5	95.8	3.5	89.4	13.1	
アレスリン	93.3	7.9	84.4	1.2	94.3	3.8	101	4.4	フタメトピル	106	5.4	92.3	4.8	99.8	3.3	108	9.7	
イソフエンホス	92.3	7.3	84.7	2.1	96.1	1.6	92.8	5.1	フタメトピルヒドロキシ	67.4	24	44.1	48	40.1	14	34.8	25	
イソプロカルブ	97.8	3.2	92.3	1.6	97.0	3.1	100	3.2	フルジオキシニル	106	9.0	87.4	3.8	96.8	2.6	94.8	11	
イソプロチオラン	98.1	2.9	88.3	3.1	97.4	2.2	101	5.2	フルシトリエート	97.2	10	77.7	7.5	93.6	8.3	95.1	12	
イマゾスルフロ	65.9	12	63.8	1.3	12.0	39	60.7	9.2	フルシラゾール	99.8	6.4	88.1	3.2	93.1	3.6	97.7	13	
インダノファン	99.1	5.0	83.8	3.3	78.9	2.5	106	8.8	フルトラニル	140	5.1	90.3	6.0	95.8	1.8	123	14	
ウニコゾール - P	104	6.7	91.4	3.1	93.8	1.5	106	13	フルバリネート	84.7	9.4	76.1	6.6	88.5	9.8	86.9	16	
エスプロカルブ	92.9	5.5	84.1	1.7	94.5	1.6	95.0	4.5	フルバリネート	96.4	3.6	86.8	2.1	80.1	4.0	97.6	7.7	
エチオン	97.2	7.1	80.3	2.7	94.2	0.8	92.8	9.7	プロチオホス	99.8	5.2	77.9	2.0	93.9	1.1	94.7	8.0	
エチクローゼート	102	11	93.1	2.1	92.8	2.7	105	13	プロペナゾール	15.3	65	17.5	13	174	36	3.6	354	
エディフエンホス	99.5	5.5	89.7	3.7	92.5	1.1	99.8	8.7	プロボキシル	100	4.0	96.7	1.3	102	4.4	102	7.0	
エトキサゾール	96.2	7.3	76.0	3.1	95.0	1.1	103	12	ヘキサクロロベンゼン	75.9	9.1	72.0	3.7	71.2	7.3	78.8	2.4	
エトプロホス	99.5	4.7	92.6	3.2	95.6	3.7	103	4.3	ヘブタクロール	92.0	5.1	78.1	2.2	88.5	2.2	90.4	4.3	
エトリムホス	92.5	4.2	88.2	0.5	92.4	2.4	95.8	4.8	ヘブタクロール工ホキシド	94.7	4.8	81.3	1.8	95.1	1.6	93.9	4.4	
- エンドスルファン	98.1	7.6	77.9	8.4	94.0	0.7	100	2.3	ベルメトリン	110	5.5	76.9	7.7	97.8	1.1	100.3	9.8	
- エンドスルファン	95.2	5.0	83.1	2.7	107	4.6	97.2	7.5	ベンチオカーブ	96.8	2.9	88.3	1.4	95.4	2.6	98.7	4.9	
エンドリン	97.1	5.3	76.0	9.1	98.3	1.4	101	6.7	ベンディメタリン	93.0	8.0	85.7	0.9	92.3	2.8	89.0	11	
オキサジアゾン	104	5.3	80.0	4.3	98.4	4.0	93.0	14	ベンフレゼート	100	2.3	92.6	1.4	98.7	2.4	105	4.7	
オメトエート	92.6	2.3	96.4	1.8	90.2	3.4	103	5.1	ボサロン	97.2	8.5	80.4	4.4	85.6	1.2	97.1	17	
カズサホス	96.8	3.0	90.6	3.7	104	6.2	97.5	3.5	ボスチアゼート	106	2.6	104	2.7	102.3	4.5	106.9	8.4	
カフエントロール	100	9.2	81.4	3.6	103	5.0	79.7	6.4	ボスメット	97.0	4.8	85.4	4.6	60.1	7.5	95.4	10	
カプタホル	49.9	47	2.9	170	184	27	67.8	6.8	ホルベット	44.2	13	13.9	0	-	-	29.5	21	
カルボフェノチオン	97.0	8.3	79.2	2.5	91.1	1.1	92.2	11	マラチオン	94.9	5.6	85.9	3.5	92.6	1.8	99.8	8.8	
キナルホス	96.1	3.4	90.5	1.8	94.8	1.1	98.8	7.7	ミクロプタニル	103	6.5	89.4	3.3	96.7	3.3	103.3	11	
キノメチオネート	2.4	0	15.7	0	7.0	84	0.0	0	メソミル	67.7	37	101	20	150	0	93.6	11	
キャプタン	70.1	21	33.6	0	-	-	65.6	5.0	メタミドホス	84.8	4.1	84.9	0.3	90.3	7.6	89.7	2.7	
クロメトキシニル	104	15	77.7	3.8	92.9	6.0	90.6	14	メタラキシル	105	1.7	103	2.7	95	5.5	110	6.8	
cis - クロルデン	95.5	4.2	77.9	2.3	95.4	1.4	97.7	4.3	メチルパラチオン	98.0	3.8	96.8	1.3	92.1	4.2	101	6.9	
trans - クロルデン	94.4	4.7	79.3	2.3	95.2	2.2	97.5	3.7	メトスルフプロメチル	0.0	-	22.5	23.1	3.7	0.0	15.1	9.3	
クロロニトロフェン	96.2	8.0	82.9	2.5	94.0	2.7	90.5	15.1	メトクロール	100	2.1	94.1	1.3	94.7	1.8	104	5.7	
クロルピリホス	97.4	5.3	85.4	2.7	93.1	1.6	98.2	3.6	メトリブジン	104	3.1	97.6	1.1	93.8	4.5	103	4.1	
クロルピリホスメチル	94.3	2.5	85.7	1.2	92.1	2.0	95.1	3.7	メフェナセツト	104	6.5	87.6	3.7	95.1	2.2	104	10	
クロルフェナチオン	97.4	9.5	78.1	4.2	91.3	2.5	94.8	6.2	メブロン	101	6.3	88.3	3.5	98.0	4.0	103	9.4	
- クロルフェンピホス	92.6	8.9	95.9	0.7	89.5	3.1	96.5	5.4	モリネート	79.3	12	85.1	2.4	79.3	11	88.8	1.4	
- クロルフェンピホス	95.6	5.1	94.3	2.7	97.0	6.3	101	8.8	レナシル	107	6.2	93.8	3.5	99.7	3.5	110	13	
クロルプロファム	96.1	3.5	92.0	0.8	97.2	3.2	110	1.0	「LC / MS / MS」									
クロルベンジレート	96.9	7.0	83.4	1.9	95.0	1.7	96.3	8.8	アルジカルブ(P)	72.2	14.2	91.9	10.4	86.4	11	94.7	5.2	
クロロタコニル	71.8	21	11.0	17	50.0	0	40.0	5.7	アルジカルブホキシド(P)	102	7.4	113	9.0	85.2	6.4	102	4.5	
シアノホス	98.8	2.5	92.7	1.6	94.8	2.3	103	4.7	イブプロジオン(N)	99.2	3.5	110	4.0	95.3	1.8	99.1	6.5	
ジクロロフルアニド	69.0	12	-	-	-	-	41.4	32	イブプロジオン(N)	99.7	3.5	92.7	2.7	100.3	2.2	97.7	0.6	
ジクロロラン	101	4.2	100	0.1	96.6	5.1	107	5.3	イミベンコソール(P)	98.2	3.3	89.7	2.8	95.7	1.6	90.5	1.9	
ジクロロホス	54.1	28	72.1	4.3	55.8	2.7	76.2	7.0	エチオニアルブ(P)	46.5	32	106	13	162	4.1	108	7.4	
ジコホール	96.1	7.5	82.8	2.3	92.0	9.5	104	5.0	エチオニアルブホキシド(P)	239	4.9	182	3.9	106	5.2	163	6.4	
シハロドリル	102	8.0	78.6	6.9	95.8	1.5	107	13	エトフェンプロックス(P)	117	18	86.3	2.1	103	1.5	86.6	10	
シハロホップブチル	97.1	9.2	78.6	3.9	93.6	1.8	106.1	8.0	エトベンゼニド(P)	81.7	10	80.0	3.8	66.2	2.1	61.1	8.7	
ジフェナミド	106	2.1	96.1	1.9	100	2.5	97.7	6.1	オキサニル	94.8	8.9	107	5.1	103	4.5	103	4.1	
シフルトリン	101	15	76.8	3.1	92.3	3.4	101	10	カルバリル(P)	95.7	2.1	104	2.9	95.0	0.9	101	1.8	
ジフルフェニカン	96.0	7.7	79.7	3.1	94.9	2.8	94.8	7.4	ケミル(P)	93.7	3.3	92.6	1.3	93.6	4.4	93.7	1.1	
シプロコナゾール	110	10	94.1	4.0	98.7	2.3	103	12	クロフエンチン(P)	85.6	0.7	82.0	3.5	70.0	7.9	79.5	4.3	
シベルメトリン	95.5	9.4	78.2	7.4	89.6	7.9	92.7	13	クロフルアズロン(N)	92.9	4.9	77.8	4.1	89.0	3.6	94.3	4.9	
シマジン	105	6.0	97.8	5.2	-	-	107	7.4	ジエトフェンカルブ(P)	83.2	3.9	95.0	2.3	91.5	4.7	89.3	2.3	
ジメタムトリン	98.2	6.6	91.0	1.5	95.0	1.6	100	7.0	シクロキスジム(P)	9.4	12	8.4	15	7.1	29	8.9	3.5	

アレルギー物質（卵）を含む食品の検知法について

The Method of Detecting the Food Containing Allergen (egg)

曽根 美千代 福原 郁子 佐藤 信俊*¹

Michiyo SONE, Ikuko FUKUHARA, Nobutoshi SATO

卵タンパクを含む模擬試料を用いて加熱による測定値への影響について検討した結果、通知法（ELISA法）のキットでの検出は困難であった。しかし、耐熱性タンパク（オボムコイド）用のキットでは検出が可能であり、このことはアレルギーの見逃回避に有効であると思われる。

ベビーフード及び幼児菓子20件について実態調査を行った結果、表示違反になるものはなかった。しかし、原材料にアレルギー（卵）表示があった加熱加工品であるベビーフードでは、オボムコイドキットのみ卵タンパクを10ppm以上検出し、加工品では加熱程度によりキットを使い分ける必要もあるのではないかと考えられた。

キーワード：アレルギー食品；卵；ELISA；オボムコイド

Keywords：Allergy food；Egg；ELISA；Ovomucoid

1 はじめに

近年、アレルギー物質（以下、アレルギーとする）を含む食品に起因する健康危害が多く見られるようになってきた。食物アレルギー対策検討委員会による研究報告のアンケート調査で、保育園児で12.6%、3才児で8.6%、小学1年生で7.4%、中学生で6.3%、成人でも9.3%の人が何らかのアレルギー症状を有することが明らかになった¹⁾。この結果を受け厚生労働省では、食物アレルギー患者への情報伝達を徹底し、健康被害を回避することを目的に、発症数及びその重篤度の高い特定原材料の5品目（卵・乳・そば・小麦・落花生）について平成13年4月より加工食品への表示を義務づけた²⁾（平成14年4月施行）。

そこで、スクリーニング検査であるELISA法を導入するに当たり、アレルギーを卵タンパクに想定し、模擬食品により加熱における分析値への影響等について検討を行い、若干の知見を得たので報告する。また、流通品の実態調査も行ったので、その結果についても報告する。

2 方法

2.1 試料

1) 模擬試料Ⅰ

全卵、卵白、卵黄を各々凍結乾燥後粉末状にし、その後オスターブレンダーを用い、100、10、5、2、1ppmまで小麦粉で段階希釈し模擬試料とした。

2) 模擬試料Ⅱ

全卵を加えた焼菓子の生地を2種類（脂質含有、非

含有）作り、この生地を用い加熱条件を変え焼菓子を作成した（表1-1、表1-2）。その後、オスターブレンダーで十分粉碎し、模擬試料とした。

3) その他の試料

ベビーフード9件、アレルギー除去食品と表示されているレトルト食品1件、菓子10件合計20件について市販品を購入し、フードカッターで粉碎し均一にしたものを試料とした。

2.2 試薬

（ELISA用分析キット）

- ・FASTKIT™ エライザシリーズ 卵（日本ハム㈱）
- ・特定原材料測定キット 卵白アルブミン、オボムコイド（㈱森永生科学研究所）

表 1-1 模擬食品Ⅱの原材料

	卵割合	脂質割合	原材料
1 クッキー	9.5%	23.8%	卵、小麦粉、バター、砂糖、塩
2 ビスケット	8.6%	0.0%	卵、小麦粉、スキムミルク、砂糖、水、塩

表 1-2 模擬試料Ⅱの加熱条件

①	生地のまま	マッフル炉で12分加熱
②	60	
③	100	
④	150	オープンで12分加熱
⑤	180	
⑥	210	
⑦	240	

* 1 現 原子力センター

(ウェスタンブロット用キット)

- ・卵ウェスタンブロットキット 卵白アルブミン, オボムコイド (株森永生科学研究所)

(免疫染色用)

- ・ VECTASTAIN ABC-AP Rabbit IgG kit (VECTER社)
- ・ Alkaline Phosphatase Substrate Kit <BCIP/NBT> (VECTOR社)
- ・ ウシ血清アルブミン (SIGMA社)

(その他)

- ・ 試薬特級
- ・ その他

2.3 機器

- ・ ホモジナイザー：ミルサー, オスターブレンダー, フードカッター
- ・ マイクロプレートリーダー：モデル680 (BIO-RAD社製)
- ・ 電気泳動装置：ミニプロティアン3 レディーゲルセル (BIO-RAD社製)
- ・ プロッティング装置：トランスプロット SD セル (BIO-RAD社製)

2.4 分析方法

試料からの抽出, ELISA法及びウェスタンブロット法については通知法²⁾に従いおこなった(図1)。

オボムコイドキット及びウェスタンブロットに用いた試料抽出液は, 卵白アルブミンキットで使用した抽出液を用いた。

ELISA法で測定した卵タンパク質濃度に試料及び抽出液の希釈倍率を乗じ, 食品採取重量当たりの卵タンパク質量を求めた。

3 結果及び考察

3.1 繰り返し試験

原材料表示に卵の記載のある市販のビスケット(卵含有量1.5%)を用い, 3回の繰り返し試験を1回につき3well並行で行った。

その結果, 卵タンパク含有量はFASTKITで13.7 ± 0.6ppm (C.V4.2%), 卵白アルブミンキットで17.3 ± 1.5ppm (C.V8.8%)とキット間の差は少なくC.V%も良好であった。また, それぞれ3well間のC.V%は1.0~4.5%と安定しており良好であった。

3.2 キットの特性

アレルゲンを混入させた模擬試料を用い, 混入濃度と実際の測定値を比較し, キットの特性を確認した。

乾燥卵白については, 3種のキット共に混入濃度に比例し, 直線性のある相関が認められた(図2 - ①, ②)。一方, 乾燥全卵については, キットにより異なり, FASTKITでは直線性のある相関が認められた(図2 - ③)が, 森永の2キット(卵白アルブミン, オボムコイド)では, 低濃度域での混入濃度と測定値の直線性は低く定量は困難であった。(図2 - ④)

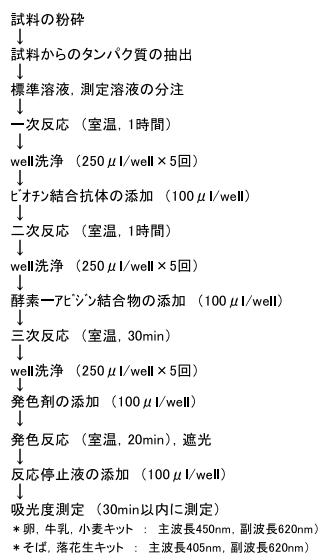
スクリーニング試験では, 卵タンパクが10ppm以上検出された場合に陽性と判定される。そこで, 卵タンパクの測定値が10ppmとなる乾燥全卵及び乾燥卵白の混入濃度を回帰直線より換算すると, 乾燥全卵のFASTKITでは9.1ppm, 乾燥卵白ではFASTKIT3.6ppm, 卵白アルブミンキット3.9ppm, オボムコイドキット3.9ppmであった。

また, 判定値付近の実測値でのキット間のバラツキをみると, 乾燥全卵10ppmでは, FASTKIT13ppm, 卵白アルブミンキット12ppm, オボムコイドキット13ppm

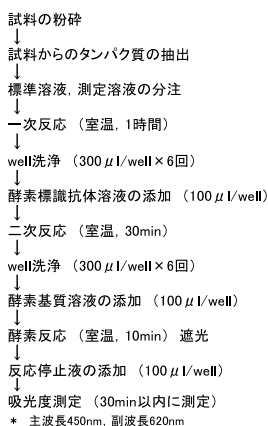
【スクリーニング試験】

<ELISA法>

(FASTKIT)



(特定原材料測定KIT)



【確認試験(卵)】

<ウェスタンブロット法>

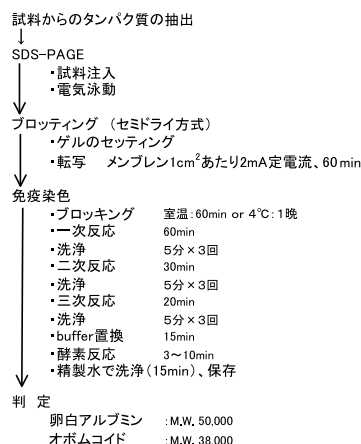


図1 分析フロー(通知法)

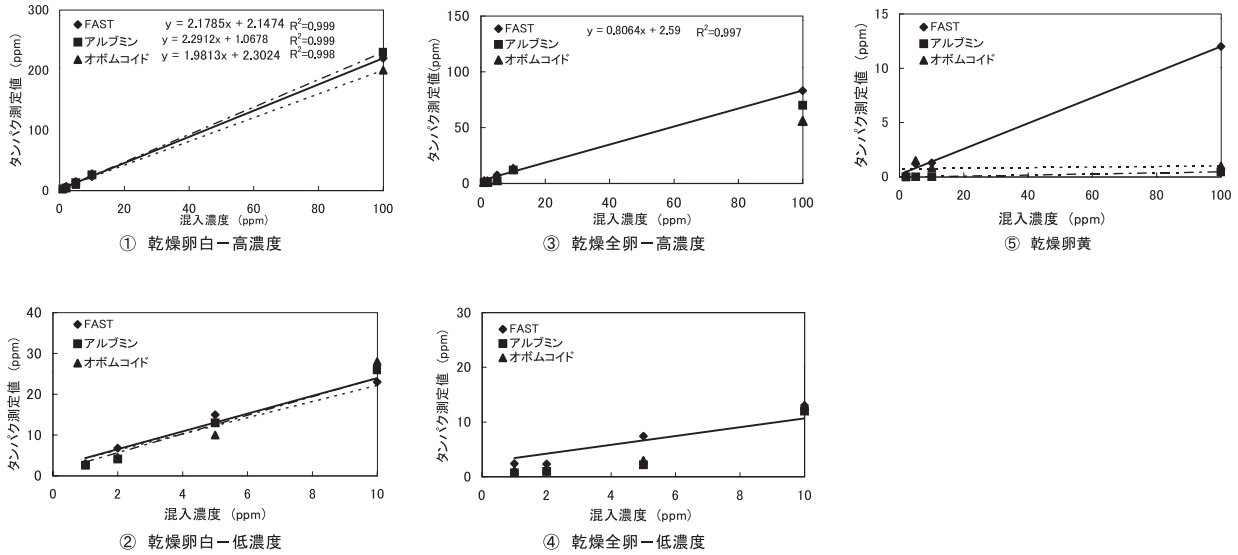


図2 混入濃度と実測値の相関

であり、乾燥卵白5ppmでは、FASTKIT 15ppm、卵白アルブミンキット13ppm、オボムコイドキット10ppmであった。測定キットが全卵の卵タンパクを対象としているため乾燥卵白は混入濃度には高いが、測定値のバラツキは少なく、キット間の相違は認められなかった。

また、低濃度域でも卵タンパクは検出できていることから、キットの特異性は十分あり、コンタミネーション等の検出にも有効であると思われる。

表2に各キットの特徴を示す。

各キットは主に卵白中の抗原を対象にしている^{3),4)}。そのため、乾燥卵黄については、単一抗体を用いている森永のキットでは検出はできず、複合抗体を用いているFASTKITでも陽性と判定するためには100ppm以上の混入濃度が必要であった(図2-⑤)。

3.3 加熱による影響

焼菓子が偽陰性となる食品のリストにあることから、模擬試料Ⅱにより加熱による測定値への影響について検討を行った。

焼菓子生地中の卵タンパク含有量の測定値を100%としたときの加熱温度による測定値の変化を図3,4に示した。

3キット共に60℃ではタンパク含有量に大きな変化は見られなかったが、100℃を超えるとビスケットでは38.2～64.3%に減少し、クッキーでは15.0～23.8%とさらに顕著に減少した。これは油脂の比熱が0.45前後と水の約半分であり、油脂の方がより早く高温になるため、油脂を含むクッキーではビスケットに比べタンパク変性が進み、測定が困難になったものと考えられる。

また、キット間の違いについては、FASTKITと卵白アルブミンキットでは、測定値の差はあまり見られず、同じような挙動を示した。一方、オボムコイドキットは、クッキーでは他のキットと差は認められなかったが、ビスケットでは、FASTKITと卵白アルブミンキットが

表2 使用キットの特徴

	FASTKIT (日本ハム(株)製)	特定原材料測定キット ((株)森永生科学研究所製)	
特徴	複数タンパク質を検出(ポリクロナール抗体)	特異的単一あるいは精製タンパク質を検出(モノクロナール抗体)	
	卵キット	卵白アルブミン	オボムコイド
測定対象抗原 (アレルギー:卵)	オボアルブミン、オボムコイド、リゾチーム、オボトランスフェリンなど	オボアルブミン	オボムコイド
長所	適用食品が広く見逃しが少ない	交差反応が少ない 特異性が高い	
短所	交差反応による偽陽性	特定原材料の混入の見逃し (偽陰性)	

食衛誌Vol.44 No.2「アレルギー物質を含む食品の検査方法について」
より抜粋

100℃で38.4%～41.4%、150℃で0.7%～1.2%であるのに対し、オボムコイドキットは100℃で64.3%、150℃で5.9%と他のキットに比べ緩やかに減少した。

また、これらの結果を実際の定量値と比較すると(表3,4)、通知法で定められているFASTKITと卵白アルブミンキットでは、210ppm以上になると前者は6.3ppm以下、後者は6.5ppm以下と陽性判定値(10ppm)未満となり、偽陰性の判定となった。一方、オボムコイドキットでは、クッキーの210℃で21ppm、ビスケットの240℃でも91ppmと他のキットに比べ高温条件でも検出し、スクリーニング陽性と判定することができ、伊達等⁵⁾の報告と同様の傾向が見られた。

これらは、オボムコイドが耐熱性タンパクであるため易熱性タンパクのアルブミンより変性しにくく検出できたものと思われる。卵白アルブミンキットはオボムコイドキットに比べ加工食品への適用範囲が広いとされている⁶⁾が、加熱加工品については、逆にオボム

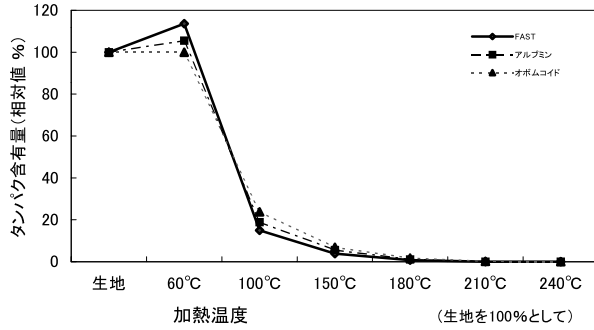


図3 加熱による測定値への影響① (クッキー)

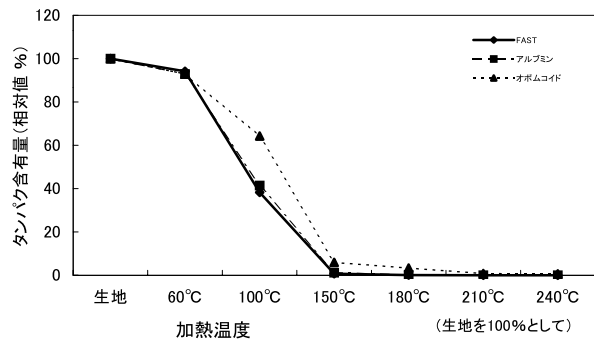


図4 加熱による測定値への影響② (ビスケット)

コイドキットの方がアレルゲンの見逃しを回避するために有効ではないかと思われた。

3.4 実態調査

表5は、乳幼児が食するベビーフード9品目(No.1~9)と、成人向けに低アレルゲン食品として販売されている1品目(No.10)についてのELISA法での分析結果である。

通知法の2キット(FASTKIT, アルブミンキット)での測定結果は、No.3の生菓子のみFASTKITで2.7ppmのタンパク量を検出したが、判定ではスクリーニング陰性となり、表示と一致しない。

しかし、オボムコイドキットではNo.3の生菓子で11ppm, No.7の豆腐ハンバーグから20ppm以上検出され、スクリーニング陽性となり、表示と一致した。瓶詰め、レトルト食品の加熱加工条件は厳しいため通知法の2キットは、前述と同様に検出が困難だったものと思われる、加熱加工品でのオボムコイドキットの有用性が示唆された。

表6は、同様に幼児の菓子コーナーで販売されている菓子8品目(No.11~18)と焼菓子2品目(No.19~20)についてのELISA法での分析結果である。

No.14の焼菓子(ボーロ)は分析した3キットすべてで20ppm以上となり、スクリーニング陽性と判定した。単一抗原のキットでは卵黄は偽陰性となる食品になっているが、割卵する際微量の卵白も混入すること、また加熱時間が短いこと(280, 4分(メーカー聞き取りによる))から、検出できたものと思われる。

一方、卵殻カルシウムを含むNo.15, 16は通知法の2

表3 模擬試料IIによる卵タンパクの定量結果①

(単位: 定量値 ppm 相対値 %)

加熱条件	クッキー					
	日本ハム		森永		永	
	FAST		アルブミン		オボムコイド	
	定量値	相対値	定量値	相対値	定量値	相対値
生地	22000	100.0	18000	100.0	16000	100.0
60	25000	113.6	19000	105.6	16000	100.0
100	3300	15.0	3400	18.9	3800	23.8
150	840	3.8	1000	5.6	1100	6.9
180	170	0.8	190	1.1	280	1.8
210	6.3	0.0	6.5	0.0	21	0.1
240	1.3	0.0	0.9	0.0	4.4	0.0

判定基準 陽性: 特定原材料由来蛋白含量 10ppm以上
陰性: 特定原材料由来蛋白含量 10ppm未満

表4 模擬試料IIによる卵タンパクの定量結果②

(単位: 定量値 ppm 相対値 %)

加熱条件	ビスケット					
	日本ハム		森永		永	
	FAST		アルブミン		オボムコイド	
	定量値	相対値	定量値	相対値	定量値	相対値
生地	17000	100.0	14000	100.0	14000	100.0
60	16000	94.1	13000	92.9	13000	92.9
100	6500	38.2	5800	41.4	9000	64.3
150	120	0.7	170	1.2	830	5.9
180	16	0.1	25	0.2	460	3.3
210	2.3	0.0	0.7	0.0	110	0.8
240	2.1	0.0	0	0.0	91	0.7

判定基準 陽性: 特定原材料由来蛋白含量 10ppm以上
陰性: 特定原材料由来蛋白含量 10ppm未満

表5 実態調査I (ベビーフード及び低アレルゲン食品)

No.	名称	測定結果 (ppm)			判定結果	表示		形態
		FAST	アルブミン	オボムコイド		原材料	注意喚起	
1	鶏肉野菜煮物	ND	ND	ND	-			瓶詰め
2	調理麺	ND	ND	ND	-			瓶詰め
3	生菓子	2.7	ND	11	-	卵黄		瓶詰め
4	八宝菜	ND	ND	ND	-			レトルト/缶
5	炊き込みご飯	ND	ND	ND	-			レトルト/缶
6	チキンライス	ND	ND	ND	-			レトルト/缶
7	豆腐ハンバーグ	ND	ND	>20	-	卵白		レトルト/缶
8	チキンクリームシチュー	ND	ND	ND	-			レトルト/缶
9	野菜カレー	ND	ND	ND	-		あり	レトルト/缶
10	低アレルゲンカレー	ND	ND	ND	-			レトルト/缶

*通知法 (FASTKIT, アルブミンキット) による判定結果

表6 実態調査II (幼児菓子及び焼菓子)

No.	名称	測定結果 (ppm)			判定結果	表示		形態
		FAST	アルブミン	オボムコイド		原材料	注意喚起	
11	ビスケット	ND	ND	ND	-		あり	
12	ビスケット	ND	ND	ND	-			あり
13	焼菓子(ボーロ)	ND	ND	ND	-			
14	焼菓子(ボーロ)	>20	>20	>20	+	卵黄	あり	
15	ウエファース	ND	ND	ND	-	卵殻 Ca		
16	ラムネ菓子	ND	ND	1.3	-	卵殻 Ca	あり	
17	スナック菓子	ND	ND	ND	-			
18	油菓子(海蒸せんべい)	ND	ND	ND	-			
19	クッキー	ND	ND	ND	-		あり	
20	パイ	ND	ND	ND	-		あり	

*通知法 (FASTKIT, アルブミンキット) による判定結果

キットでは検出できず、オボムコイドキットでもNo.16で1.3ppmと定量下限値付近であり、表示と一致しなかった。各キットは主に卵白中の抗原を対象にしているため検出は困難であり、通知法の偽陰性の食品リスト²⁾と一致していた。

3.5 ウェスタンブロット法による確認試験

ウェスタンブロットによる確認試験の結果、スクリーニング結果と同様に卵白アルブミンではNo.14のみ検出され、一方オボムコイドではNo.3, No.7, No.14が検出された。

4 ま と め

- 1) 単一抗原用キットで低濃度域での定量性に難はあったが、判定値(10ppm)でのキット間差はなく、また、キット特異性もありコンタミネーションの検出に有効であると思われた。
- 2) 卵タンパクは、加熱により著しく減少し、高温条件での検出は通知法の2キットでは困難であった。しかし、耐熱性タンパク用のオボムコイドキットで検出することができたことから、このことはアレルギーの見逃しを回避できるのではないかと思われた。
- 3) ベビーフード及び幼児菓子20件について実態調査

を行った結果、表示違反になるものはなかった。が、原材料にアレルギー(卵)表示がある加熱加工品のベビーフードにおいてオボムコイドキットのみ10ppm以上検出されたことから、加熱・非加熱、或いは加熱程度により、単一抗原用キットを使い分ける必要もあるのではないかと思われた。

参 考 文 献

- 1) 飯倉洋次他：食物アレルギー対策検討委員会平成9年度報告書(1998)
- 2) 厚生労働省医薬局食品保健部長通知“アレルギー物質を含む食品の検査法について”平成14年11月6日，食発第1106001号(2002)
- 3) 本庄勉，村岡嗣朗，豆越慎一，境雅寿：FFIジャーナル，206，13(2002)
- 4) 高畑能久，森松文毅：FFIジャーナル，206，23(2002)
- 5) 伊達英代，豊田安基江，杉村光永，金森久幸：第41回全国衛生化学技術協議会年会講演集，p128(2004)
- 6) 穂山浩：食品衛生学雑誌，44(2)，168(2003)

ダイオキシン類の発生源推定に関する研究Ⅱ (宮城県内の推定事例)

Study on Estimation of Dioxins Source
(Case of Estimation in Miyagi)

加藤 謙一 中村 朋之*¹ 菱沼 早樹子
鈴木 滋 齋藤 善則 橋本 俊次*²
柏木 宣久*³

Kenichi KATO, Tomoyuki NAKAMURA, Sakiko HISHINUMA
Shigeru SUZUKI, Yoshinori SAITO, Shunji HASHIMOTO
Nobuhisa KASHIWAGI

前報では採用データの選択, データの前処理方法, 分類のためのクラスター分析の採用, CMB8Jによる発生源の推定計算等の手法が確立された。ただし検討すべき課題も見いだされ, 今回の報告はそれらを検討した結果をふまえて, 県内の事例に対して適用した。その結果, 河川湖沼における環境基準超過データについては除草剤農薬であるPCP, CNPと燃焼排ガスにより寄与発生源が概ね説明が出来た。

キーワード：ダイオキシン；PCP；CNP；CMB；クラスター分析

Keywords : Dioxin ; PCP ; CNP ; CMB ; Cluster Analysis

1 はじめに

本研究は蓄積された測定データを基にダイオキシン類汚染の分布状況の解明と, その由来を推定する目的で平成14年度から3年間にわたり実施した。前報では手法の確定を行い, 県内の分布を明らかにした。しかしながらその過程に於いて数点の課題が明らかになった。今回はその課題について検討し, 結果をふまえて県内事例について解析を試みたので報告する。

2 方法

2.1 解析対象項目

前報ではダイオキシン・フラン(DD/DFs)及びCo-PCBsの全合計を1とした比率値を用いたが, 挙動が異なるCo-PCBsは独立に扱うこととした。発生源については, 前報では環境内で循環している物質(例えば降下ばいじん, 土壌等)をも加えて発生源データとしたが, 今回は統計処理上の多重共線性を排除するため高い相関を持つデータを整理し, 除草剤農薬(PCP, CNP)4群, 廃棄物焼却排ガス1群とした。

2.2 解析対象試料

排ガス; 14, 15年度県内廃棄物焼却炉排ガス測定結果(26施設)

平成15年度県内公共用水域(河川・湖沼)測定結果

*1 現 廃棄物対策課 *2 国立環境研究所

*3 統計数理研究所

平成16年度環境大気測定結果

農薬中のダイオキシン, フラン; 益永, 中西らのデータ¹⁾

2.3 発生源データの選択

PCPとCNPは各々クラスター分析により分類した。各クラスター間の相関を求め相関係数が0.9以上のものを一つにまとめたところ表2に示すように分類された。農薬は永年の蓄積性を考慮し, 各々の区分内で異

表1 DD/DFs異性体表

区分	略号	異性体名	区分	略号	異性体名
4DDs	D1	1,3,6,8-TeCDD	4DFs	F1	2,4,6,8-TeCDF
	D2	1,3,7,9-TeCDD		F2	1,2,7,8-TeCDF
	D3	1,2,3,8-TeCDD		F3	その他のTeCDFs
	D4	その他のTeCDDs	5DFs	F4	1,2,4,6,8-PeCDF
5DDs	D5	1,2,3,6,8-PeCDD		F5	その他のPeCDFs
	D6	その他のPeCDDs	6DFs	F6	1,2,4,6,8,9-HxCDF
6DDs	D7	1,2,3,6,7,8-HxCDD		F7	その他のHxCDFs
	D8	その他のHxCDDs	7DFs	F8	1,2,3,4,6,8,9-HpCDF
7DDs	D9	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD		F9	その他のHpCDFs
	D10	その他のHpCDDs	8DF	F10	OCDF
8DD	D11	OCDD			

性体濃度の平均を取り平均値の相対比を各クラスターの発生源データとした。排ガスデータはその多くの異性体分布が類似しており特異なものをはずして一つにまとめられた。

2.4 寄与率の計算

寄与率の計算には柏木の提唱する関数関係解析によるCMB法²⁾(以下CMBk)を採用した。CMBkでは4つのモデルが提案されておりその中から最善のモデルを選択する必要がある。表3に公共用水域等のデータ例で計算した結果を示す。また、得られた寄与率の結果例を図1に示した。モデルはAIC(赤池情報量規準)が最小となるものを選択するが、表では多項分布が打ち切り正規分布のAICが最小となっている。また寄与率の計算では多項分布を除く他の3方法の結果が一致しているため、打ち切り正規分布を最善の評価方法として採用した。

3 結果と考察

県内における公共用水域では現在まで6定点で環境基準1pg-TEQ/lを超過している。これらのうち最近の5地点の超過例についてその由来をCMBkで検討した。

3.1 公共用水域のDD/DFs

図2にCMBkの計算結果を示した。伊豆沼を除くデータは概ねPCP1とCNP2で説明される。伊豆沼は他の測定点と比べるとOCDD(D11)の比率が高いためPCPの寄与が高いことは当然と考えたが、残差和が0.43~0.52と大きいことからほかの発生源を考慮しなければならないこととなる。図3に伊豆沼の測定値と予測値のグラフを示した。OCDDの予測値は測定値に比べ1.5倍ほど高く他のDDs異性体同族体では測定値が高くなっている。対照として妥当と思われる寄与計算結果が得られた鶴田川についてみると、図4に示すように特に比率の高い1,3,6,8-TeCDD(D1)の予測値が測定値の1.2倍程度大きく他はOCDDを除いて測定値が予測値を上回る伊豆沼と同じ傾向であった。PCP, CNP, 燃焼排ガスを発生源とした寄与計算で残差和を大きくしている要因は、OCDDが高い割合を示す伊豆沼ではOCDDの予測値が測定値に比べて大きく、反対にHpCDDs, HxCDDs及びPeCDDsの測定値が予測値に比べて大きいためのようである。また1,3,6,8-TeCDDが高い割合を示す鶴田川では1,3,6,8-TeCDD, HpCDDs,

表2 PCP, CNPのクラスター分類

クラスター名	分類された農薬名(有効期限別)
PCP1	PCP(1967, 1970)
PCP2	PCP(1971, 不明)
CNP1	CNP(1978)
CNP2	CNP(1983, 1986, 1987, 1989)

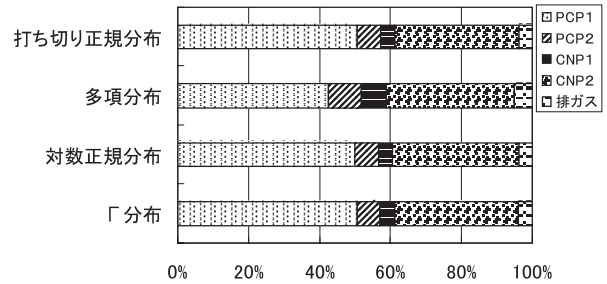


図1 関数関係寄与計算結果(公共用水域1)

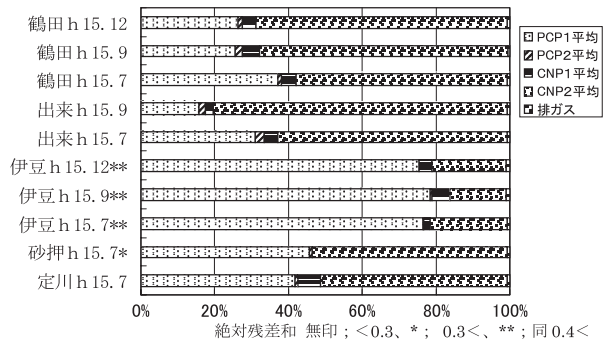


図2 河川湖沼の環境基準超過データの発生源寄与

1,2,3,4,6,7,8-HpCDD, HxCDDsの測定値と予測値の差が大きくなっているものの絶対残差和が0.3未満となり範囲内であった。いずれにしても伊豆沼のOCDDや鶴田川の1,3,6,8-TeCDDのように存在割合の大きい異性体の予測値が高い結果となっている。

このことは存在割合の大きいOCDDや1,3,6,8-TeCDDが水田土壌や、河川底質などの還元的環境に長く存在している間に脱塩素により低塩素化し、OCDDであれば5,6,7塩素化体のような塩素数の少ないダイオキシンに変化し、存在比に変化を生じさせている可能性が示唆された。

3.2 寄与率の差の要因

PCPあるいはCNPの寄与割合の差を生じさせる要因

表3 関数関係解析比較

	分布		対数正規分布		多項分布		打ち切り正規分布	
	AIC	絶対残差和	AIC	絶対残差和	AIC	絶対残差和	AIC	絶対残差和
公共用水域1	-1020	0.266	-1018	0.259	-1078	0.099	-1039	0.272
降下ばいじん1	-882	0.507	-882	0.506	-872	0.338	-902	0.504
環境大気1	-943	0.306	-942	0.310	-953	0.243	-965	0.308
水田土壌1	-1015	0.218	-1013	0.212	-1079	0.079	-1021	0.245

として土地改良事業があげられる。

CNP及びPCPの全国及び宮城などの総出荷量³⁾を見るとCNPでは宮城県が全国1位、新潟が2位、PCPでは全国2位が新潟県で、第6位に宮城県が入り、いずれも上位を占めている。このことから本県の環境データのほとんどで1,3,6,8-TeCDDやOCDDのピークが突出していることが理解できる。さらにこれら2つの異性体比の優劣について考察した。図5は全国でのCNP、PCPの生産量⁴⁾の経年グラフに伊豆沼、鶴田川周辺の土地改良実施時期を重ねたものである。

伊豆沼ではPCPの出荷最盛期の1967年から土地改良事業が開始され、完了した水田は逐次耕作が再開されている。このため改良事業後もPCPは散布されていたと考えられる。これに対して鶴田川に於いてはPCPの出荷が終了し、CNPが最盛期であった1974年に事業が開始された。このためPCPを含んだ従来の土壌は覆土あるいは流出し、新たにCNPの蓄積がなされたものとする。現に鶴田川周辺土壌ではOCDDの割合が低い分析結果が得られている。

このように散布されたCNP、PCPはその水田の履歴を反映しながら河川に流出する。河川底質にはこれら流出したダイオキシン類が蓄積していくものとするが、その流域全体の経時的変遷も含めた蓄積となるため多くの河川水に於いては水田周辺土壌に比べOCDDの割合は高くなっている。

また、河川は下流に行くほど古い時期の堆積が反映されているものと見られ、下流域では上流域に比べてOCDDの割合が高くなる傾向にある。伊豆沼では土地改良事業、湖底底質への蓄積、これら2つの要件が重なり合いOCDDが高くなっているものと見られる。

3.3 環境基準の超過

ここに取り上げている河川はいずれも水深が浅く流量は少なく、ややもすれば流量測定不能となる箇所がほとんどである。しかも環境基準超過地点のみならずいずれの定点でも底質と水質の同族体分布パターンは同じであり、底質からの巻上りが影響しているものと考えられた。そこで我々はSSとTEQの相関係数を計算したところ0.72 (n=39) と高い相関が得られた⁵⁾。底質のTEQは0.16~28pg-TEQ/g (H14年度) の範囲であり低濃度ではあるものの、水質の環境基準超過は底質の巻上りによるものと考えられる。

4 ま と め

本県の環境質のDD/DFsの由来は概ねCNP、PCP、燃焼の3要素で説明できると思われた。公共用水域水質についてはOCDDが顕著なクラスターはPCPの寄与が60%近くになり1,3,6,8-TCDDが顕著なクラスターではCNPの寄与が70%超となった。これら農薬の寄与の高さは全国の農薬の使用状況を見ても高い比率を示す本県の特徴といえる。またCNP、PCPの寄与の大小は

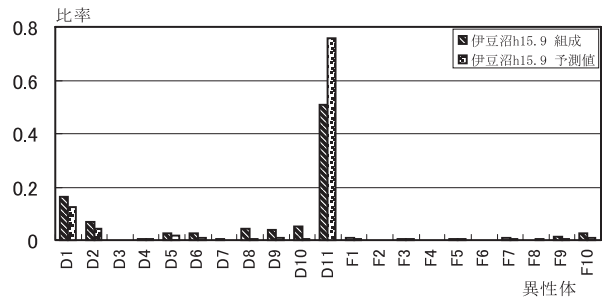


図3 伊豆沼の組成と予測値

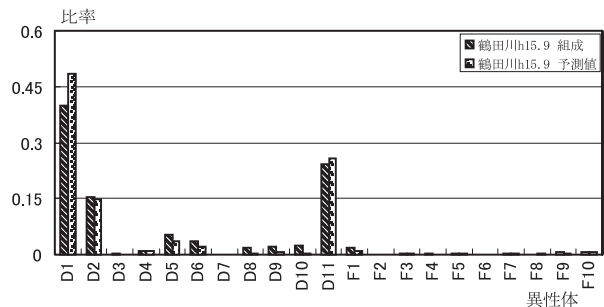


図4 鶴田川の組成と予測値

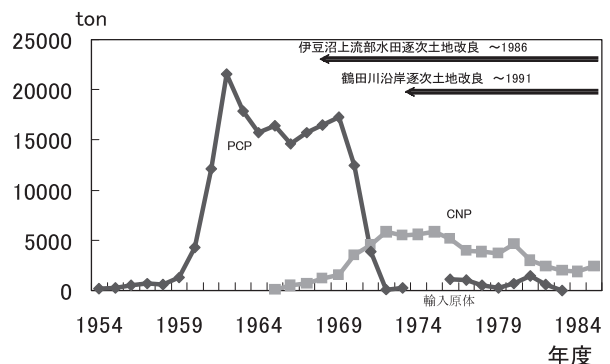


図5 全国のPCP、CNP原体生産量及び土地改良事業時

土地改良事業の実施時期や採水点が河川上流あるいは下流かに影響されている。環境大気、降下ばいじん等ではCNP、PCPの寄与が見られるが冬季にDFsのピークが顕著となり、燃焼排ガスの寄与が高くなっている。ただし大気質ではCMBkの絶対残差和が大きくなっているため良い解析結果は得られてないが、その原因としては低塩素体、高塩素体の蒸気圧の差や、還元条件下でのOCDDの脱塩素などの影響により大気質中のマスバランスが変化していることが考えられた。

参 考 文 献

- 1) Shigeki MASUNAGA et al: *Chemosphere*, 44, 878 (2001)
- 2) 柏木宣久: *応用統計学*, 31, 59 (2002)
- 3) 日本植物防疫協会: *農薬要覧*, (1968-1998)
- 4) 三省堂: *農薬毒性事典*, p.144 (1997)
- 5) 加藤謙一他: *宮城県保健環境センター年報*, 19, 190 (2001)

宮城県におけるPM2.5の測定結果について

Survey of PM2.5 in Miyagi Prefecture

菅原 隆一 高橋 正人 中村 栄一
鈴木 康民

Ryuich SUGAWARA, Masato TAKAHASI, Eiichi NAKAMURA
Yasutami SUZUKI

一般環境大気測定局の国設笹岳局及び自動車排出ガス測定局の名取自排局において2002～2003年度にPM2.5の連続測定を実施したところ、PM2.5濃度は春季から夏季に高く、冬季に低くなった。評価の参考として米国の環境基準に当てはめたところ、名取自排局が3年平均値の基準値を超過した。BAM法によるSPMの測定では $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下ではばらつきが大きく、低濃度域では測定精度に問題があることが示唆された。名取自排局では風向・風速の影響を受け、PM2.5濃度は風上側と風下側では1.9～2.6倍の差がみられた。PM2.5と他の測定項目との相関はSPMが最も高く、国設笹岳局で0.64、名取自排局で0.84であった。

キーワード：微小粒子状物質；浮遊粒子状物質；BAM法；TEOM法

Keywords : PM2.5 ; SPM ; BAM ; TEOM

1 はじめに

SPM（粒径 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の浮遊粒子状物質）よりも粒径が小さいPM2.5（粒径 $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の微小粒子状物質）は、呼吸器の奥深くまで進入し肺部に沈着するためSPMよりも喘息や気管支炎等の呼吸器疾患を起こす確率が高く¹⁾、その対策が大きな課題となっている。PM2.5の環境基準は、米国では1997年に制定されわが国では現在環境省等で導入が検討されている²⁾。PM2.5の連続測定法については、2000年9月に環境庁大気保全局からPM2.5の自動測定法の暫定マニュアル³⁾が提示され、この中で線吸収法（BAM法）、フィルタ振動法（TEOM法）、光散乱法の3法が示されたが、これらの測定法は確立されたものではなく、標準法（フィルタ捕集法 質量測定法）と等価の測定値を得るにはさらに精度を上げるための改良が必要とされている⁴⁾。

今回、宮城県で実施しているPM2.5の連続測定結果についてまとめ、併せて測定精度の問題点について若干の考察を試みたので報告する。

2 調査方法

2.1 調査地点

図1に示す一般環境大気測定局の国設笹岳局と自動車排出ガス測定局の名取自排局の2地点で調査した。国設笹岳局は涌谷町小塚の標高約170mの丘陵地に位置し、近くには大気汚染の発生源がなく各種測定値は県内のバックグラウンド値を表していると考えられている。一方、名取自排局は名取市増田の国道4号線沿いに面し、県内で最も交通量が多い地点である。

2.2 調査期間

国設笹岳局は2002年4月から2004年3月まで、名取自排局は年度途中の設置のため2002年12月から2004年3月までの調査期間である。

2.3 測定機器

国設笹岳局は東京ダイレック製TEOM1419（TEOM法）、名取自排局は柴田科学製BAM-1020（BAM法）である。

3 測定結果及び考察

3.1 濃度推移と測定値の評価

図2にPM2.5の月間平均値の経月変化を示す。図にはPM2.5との関連性を調べるためSPMの月間平均値及びPM2.5/SPM比も示した。両地点ともPM2.5とSPMの

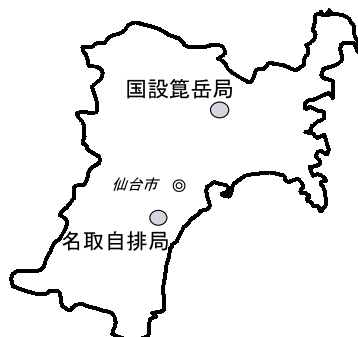


図1 調査地点

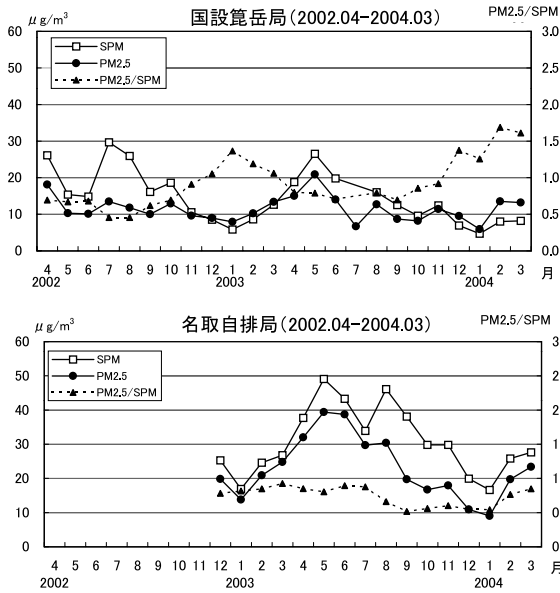


図2 月間平均値の経月変化

濃度は同様に推移しており、国設笹岳局で値が高くなったのは、2002年度は黄砂の影響があった4月を除き7～8月の夏季で、2003年度は4～6月の春季であった。値が低くなったのは2カ年とも12～1月の冬季であった。

名取自排局では、2002年度は年度途中からの測定のため傾向は比較できなかったが、2003年度は国設笹岳局と同様に4～6月の春季に高く、12～1月の冬季に低かった。

今回の測定結果について、日本ではPM2.5の環境基準が定められていないため参考として米国における環境基準に当てはめて評価してみた。表1に示す結果によると、の基準値65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ については国設笹岳局、名取自排局とも基準値を下回ったが、の基準値15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ については名取自排局が基準値を上回った。なお、米国の環境基準は3年間のモニタリングデータで評価することになっているが、両地点ともモニタリング年数が3年に達していないため国設笹岳局では2年間、名取自排局では1年間のデータを用いた。

3.2 SPMとの比較

国設笹岳局のPM2.5/SPM比は2002年度が0.45～1.37、2003年度が0.70～1.69の範囲にあり、12月から3月までの冬季～春季に高い傾向があった。また、名取自排局のPM2.5/SPM比は2003年度が0.52～0.89の範囲にあり、4月から7月までの春季～夏季に高い傾向があった。

標準法（ろ紙捕集・質量測定）により日本各地で季節別に測定した結果では、PM2.5/SPM比は0.6～0.9で冬季に比べ夏季に高いという報告⁴⁾もあるが、国設笹岳局では2年続けて逆の傾向を示した。この現象については、実際に冬季にPM2.5の成分である微小粒子等が相対的に増加したのではなく低濃度域でのSPM計の測定精度上の問題と考えられた。図3に1時間値のSPM濃度とPM2.5/SPM比の関係を示したが、SPM濃

表1 米国の環境基準による評価（参考値）

基準値	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	国設笹岳局	名取自排局
24時間値の年間98%値の3年平均値が65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えないこと	31.7	59.3
年間の算術平均の3年平均値が15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えないこと	11.5	24.0

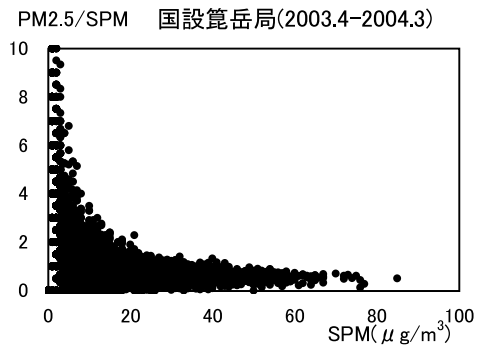


図3 SPM濃度とPM2.5/SPM比

度が30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上ではほぼ一定値に収束するが10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下ではばらつきが大きく、10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の低濃度域では測定精度に問題があることが示唆された。

3.3 自排局における自動車排気ガスの影響

南北に走る国道4号線バイパスに面して設置されている名取自排局での自動車排気ガスによるPM2.5濃度の変化をみるため、自排局が道路に対して風上側になる場合（SW～NW）と風下側になる場合（NE～SE）で濃度に違いがあるか調査した。表2に静穏も含めた全ての風速と2.0m/s以上の風速の場合を示す。全ての風速の場合、風下側は風上側に比べPM2.5で1.88倍、SPMで1.78倍濃度が高く、風向が測定値に大きく影響していた。また、風速2.0m/s以上では風下側は風上側に比べPM2.5が2.61倍、SPMが2.33倍と濃度の差がより大きくなったが、2.0m/s以上の風速の場合では風下側、風上側共にPM2.5とSPMの濃度は低くなっており、風による拡散の影響が考えられた。PM2.5/SPM比はいずれの風速の場合でも風下側が高く自動車排気ガスの影響によるものと推測された。

3.4 各測定項目との相関

PM2.5と各測定項目との相関係数を表3に示す。国設笹岳局ではSPMが最も相関が高く0.64、次いでNMHCが0.55、THCが0.47、COが0.44、NO₂とO_xが0.42、NO_xが0.41、SO₂が0.40であった。気象要因のWS、RAIN、HUMとは負の相関関係であったが相関は低かった。名取自排局はSPMが0.84と高い相関があり、次いでNO₂が0.57、NO_xが0.45、NOが0.40であった。両地点ともSPMと最も相関があったが、名取自排局の方がより相関が高く、また、自動車排気ガスに

表2 風向別濃度（名取自排局2003.4～2004.3）

	風下側（L）			風上側（W）			L/W	
	PM2.5	SPM	PM2.5/SPM	PM2.5	SPM	PM2.5/SPM	PM2.5	SPM
全ての風速	32.3	43.3	0.75	17.2	24.4	0.70	1.88	1.78
2.0m/s以上	31.9	40.0	0.80	12.2	17.2	0.71	2.61	2.33

注）風向・風速は名取局のデータを使用

表3 PM2.5と各測定項目との相関係数

測定項目	国設笹岳局	名取自排局
SPM	0.64	0.84
SO2	0.40	-
NOx	0.41	0.45
NO	0.10	0.40
NO2	0.42	0.57
Ox	0.42	-
CO	0.44	-
NMHC	0.55	-
THC	0.47	-
WS	-0.11	-
SUN	0.20	-
RAIN	-0.16	-
TEMP	0.12	-
HUM	-0.15	-

関係があるNOx等も測定濃度の高い名取自排局の方がより相関が高かった。

4 ま と め

一般環境大気測定局の国設笹岳局及び自動車排出ガス測定局の名取自排局において、2002～2003年度に実施したPM2.5の連続測定結果は下記のとおりであった。

- 1) PM2.5の濃度は春季から夏季に高く、冬季に低かった。
- 2) 参考までに米国の環境基準に当てはめたところ、名取自排局が3年平均値の基準値を超過した。
- 3) PM2.5/SPM比は国設笹岳局では、2年続けて冬季～春季に高くなったが、その原因は低濃度域でのBAM法によるSPM計の測定精度の問題と考えられた。
- 4) 名取自排局で測定したPM2.5の濃度は、風向・風速の影響により風上側と風下側では1.9～2.6倍の差がみられた。
- 5) PM2.5と他の測定項目との相関はSPMが最も高く、国設笹岳局で0.64、名取自排局で0.84であった。

参 考 文 献

- 1) 笠原三紀夫：粒子状大気汚染の現状と今後の課題，大気環境学会誌，37，96-107（2002）
- 2) 大気環境学会環境大気モニタリング分科会 第13回研究会（2004）
- 3) 環境庁大気保全局：自動測定機による微小粒子状物質（PM2.5）質量濃度測定方法暫定マニュアル（2000.9）
- 4) 根津豊彦，坂本和彦：大気中微小粒子（PM2.5）質量濃度の測定，大気環境学会誌，37，A1-A12（2002）

交通騒音評価管理システムの実証的検討（第3報） - 実測値と評価値との関係 -

Empirical Examination of Road Traffic Noise Evaluation Management System (3rd Report)

- The Relation between Actual Measurement Value and Evaluation Value -

濱名 徹 高橋 誠幸 鈴木 康民

Toru HAMANA, Seiko TAKAHASHI, Yasutami SUZUKI

本県においては、幹線交通を担う仙台市を除く道路沿道307評価区間を36分類に類型化し、更にその類型内を建物群の立地密度等により街区に細分化し、その街区内に存在する住宅の騒音レベルを算出して、環境基準に係る面的評価を行っている。平成16年度は、交通量や建物群立地密度等の異なる街区の沿道住宅及び同一街区内で道路端から最も遠い距離（概ね50m）にある背後地住宅の庭先において騒音レベルを測定し、その実測値と交通騒音評価管理システムにより求めた評価値との関係について検討した。その結果、昼間において実測値が50dB以下の評価区間では、評価値との L_{Aeq} レベル差が10dB以上あったが、実測値が50dBを超える区間では、その差が0.6～3.5dBであった。このことは、道路に面する地域の環境基準（住居専用地域で昼間60dB以下、夜間55dB以下）の達成状況を把握する上で概ね安全側に評価しており、当該システムは妥当なものと考えられる。

キーワード：環境騒音；等価騒音レベル；交通騒音評価管理システム；実測値；評価値

Keywords : Environmental Noise ; L_{Aeq} ; Road Traffic Noise Evaluation Management System ; Actual Measurement Value ; Evaluation Value

1 はじめに

平成10年9月に「騒音に係る環境基準」が改定され、評価手法が従来の中央値（ L_{50} ）から等価騒音レベル（ L_{Aeq} ）に変更になり、翌年4月から施行されている。また、平成12年4月には環境省から「騒音に係る環境基準の評価マニュアル」（以下「評価マニュアル」という。）が示され、この評価マニュアルに基づき道路周辺地域における住宅等の環境騒音の評価を従来の地点から面的に行うことになり、本県では平成12年度から平成13年度にかけて地理情報システム（GIS）を活用した交通騒音評価管理システム（以下「評価システム」という。）を構築した。このシステムにより求めた評価値が、地域の騒音レベルの実態を反映したものでなければ適切な評価がなされず、騒音低減対策等が効率的に行えないことが考えられるため、当該評価システムの精度等について検討する必要性が生じ、平成14年度から3カ年に渡り、検討してきたものである。

平成16年度は、自動車交通量や建物群立地密度等の異なる街区の沿道住宅及び同一街区内で道路端から最も遠い距離（概ね50m）にある背後地住宅の庭において騒音レベルを測定し、その実測値と評価システムにより求めた評価値との関係について検討したので報告する。

2 方法

2.1 調査時期

天候が安定している秋季の平成16年10月から11月にかけて実施した。

2.2 調査方法

評価システムでは、主要幹線道路における道路交通センサス対象区間のうち環境基準が設定されている区間を評価対象としており、本県内においては307区間（仙台市を除く）が評価対象区間である。また、この区間を道路構造、交通条件等により36分類に類型化し、さらに建物群の立地密度等によって街区を設定している。環境基準の評価は、類型毎に測定した実測値を用い、対象類型内の住宅における騒音レベルを評価システムにより行っている。

今年度の調査は、評価区間の交通量や立地密度等を勘案し、表1に示す6区間からその区間を代表する街区を対象として、各街区毎にブロック塀等の遮蔽物がなく道路端に最も近接している沿道住宅及び道路端から概ね50mの距離にある背後地住宅をそれぞれ6戸選定し、計12戸の庭先における等価騒音レベル（ L_{Aeq} ）を各区間毎同一時間帯に10分間隔で24時間連続同時測定を行った。測定は、積分形騒音計（リオン株製

NL - 06) を三脚に取付け、住宅の庭に地上から高さ約1.5mで設置し、24時間後に回収した。このとき騒音計の設定は、動特性をFast、周波数補正はA特性とした。

3 測定結果及び考察

各評価区間毎に騒音レベルを測定し、住宅の位置及び時間帯区別に集計した結果（以下「実測値」という。）は表2のとおりである。

沿道住宅と背後地住宅での時間区分毎の実測値と各評価区間の24時間交通量との関係を見ると、表3及び図1、図2のとおりである。回帰式から評価区間内での住宅の騒音レベルは、昼間、夜間とも自動車交通量と強い相関があり、特に、沿道の昼間においては交通量が2倍になると、ほぼ3dB上昇することが実証された。

4 評価マニュアルによる予測式

評価マニュアルでは、対象道路の道路端から50mの範囲に立地する建物の騒音レベルを、次式により求めることとなっている。

$$L_{road} = L_{obs} - L_r - L_{build}$$

$$L_{zone} = 10 \cdot \log_{10} (10^{L_{road}/10} + 10^{L_{resid}/10})$$

ここで、

L_{road} : 対象道路からの騒音レベル (dB)

L_{obs} : 基準点での騒音レベル (dB)

L_r : 距離減衰量 (dB)

L_{build} : 建物群による減衰量 (dB)

L_{zone} : 建物毎の距離帯騒音レベル (dB)

L_{resid} : 地域の残留騒音 (dB)

4.1 距離減衰量

距離減衰量 L_r は、道路構造、道路中心からの基準点（測定点）までの距離、及び基準点からの距離帯毎の騒音推計代表地点までの距離により変化する。表4

表1 調査対象区間及び道路状況等

市町村名	類型	評価区間	路線名	規制速度 (km/h)	車線数	24時間 交通量(台)	建物群 立地密度	調査対象 住居数
亘理町	9	1033 - 1	一般国道6号	50	2	19,483	0.062	2
柴田町	27	6010 - 1	県道角田柴田線	40	2	6,589	0.057	2
小牛田町	26	1075 - 1	一般国道108号	40	2	8,804	0.207	2
岩出山町	14	1146 - 1	一般国道457号	50	2	10,054	0.185	2
築館町	28	1132 - 1	一般国道398号	40	2	8,506	0.342	2
築館町	33	4093 - 1	県道河南築館線	40	2	1,886	0.282	2

注1：建物群立地密度は評価システムのデータである。

注2：24時間交通量は平成11年度道路交通センサスから引用した。

表2 評価区間毎の等価騒音レベル等測定結果

市町村名	評価区間	住宅の位置	道路端からの距離 (m)	道路面からの高さ (m)	L _{Aeq} (dB(A))	
					昼間	夜間
亘理町	1033 - 1	沿道	1.3	1.8	71.8	71.3
		背後地	49.7	2.6	55.4	52.4
柴田町	6010 - 1	沿道	0.4	1.8	65.7	58.2
		背後地	47.5	1.8	52.5	45.4
小牛田町	1075 - 1	沿道	2.6	1.7	67.2	61.5
		背後地	42.6	1.5	51.5	45.1
岩出山町	1146 - 1	沿道	1.3	1.4	70.7	65.4
		背後地	51.5	1.9	48.6	45.5
築館町	1132 - 1	沿道	2.5	1.5	64.9	58.3
		背後地	47.0	0.9	44.8	40.3
築館町	4093 - 1	沿道	0.7	1.9	60.1	52.4
		背後地	39.6	1.9	43.6	36.9

表3 沿道住宅と背後住宅での実測値と交通量との関係

住宅の位置	時間区分	相関係数	回帰式
沿道	昼間	0.878	$Y = 11.769 \log X + 21.109$
	夜間	0.958	$Y = 17.957 \log X - 8.4334$
背後地	昼間	0.735	$Y = 9.997 \log X + 10.643$
	夜間	0.902	$Y = 13.828 \log X - 9.3422$

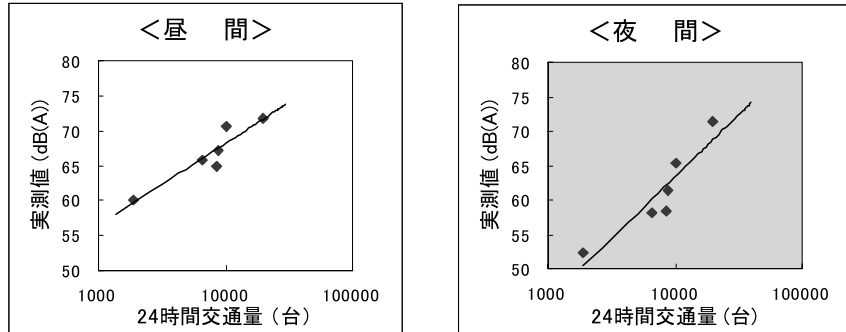


図1 沿道住宅における騒音レベルと交通量との関係

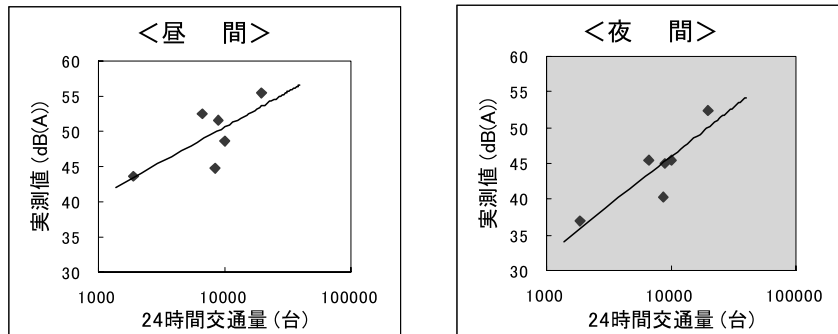


図2 背後地住宅における騒音レベルと交通量との関係

表4 平面道路・低層住宅における距離減衰量 (dB)

地表面の種類	車線数	基準点(仮:道路中心から10m)からの距離(m) ()内は道路中心からの距離													
		- 5 (5)	0 (10)	5 (15)	10 (20)	15 (25)	20 (30)	25 (35)	30 (40)	35 (45)	40 (50)	45 (55)	50 (60)	55 (65)	60 (70)
アスファルト等	2	- 3.0	0.0	1.8	3.2	4.2	5.1	5.8	6.4	7.0	7.5	8.0	8.5	8.9	9.2
	4	-	0.0	2.2	3.6	4.7	5.6	6.4	7.1	7.6	8.2	8.7	9.1	9.5	9.9
その他	2	- 3.3	0.0	2.4	4.0	6.7	8.3	9.7	10.8	11.8	12.7	13.5	14.2	14.9	15.6
	4	-	0.0	2.4	4.4	6.3	8.3	9.9	11.2	12.4	13.4	14.2	15.0	15.7	16.4

に平面構造の道路・低層住宅における距離減衰量計算結果を示す。

4.2 建物群による減衰補正

建物(群)による減衰量 L_{build} は、実測値により把握する場合以外は、沿道建物の立地状況に応じて、道路の見通し角(), 近接建物列の間隙率(A), 建物群立地密度(B)等のパラメータを用いて推定する。近接建物列の間隙率(A)は便宜的に建物群立地密度(B)を用いた下式により求める。

これらのパラメータを用いた建物あるいは建物群に

$$A = 1 - \sqrt{B}$$

よる減衰量の推計方法は、建物の立地状況に応じて大きく次の2つの方法に分類される。

4.2.1 沿道建物の立地密度が疎の場合

$$\Delta L_{build} = -10 \log_{10} \left(\frac{\theta}{\theta_0} \right)$$

[I 式]

ここで、

: 道路の見通し角 (°)

θ_0 : 180°

4.2.2 沿道建物の立地密度が密の場合

① 近接建物列の間隙を通して道路が見通せる場合

$$\Delta L_{build} = -10 \log_{10} (A)$$

[II 式]

ここで、

A : 簡便化した近接建物列の間隙率

B : 建物のある街区全体の建物群立地密度

② 「近接建物列」が形成され、さらに近接建物列の間隙を通して道路が見通せない場合

$$\Delta L_{build} = -10 \log_{10} A + 0.775 \{ B / (1 - B) \}^{0.630} \times (d - w)^{0.859}$$

[III 式]

ここで、

A : 簡便化した近接建物列の間隙率 $A = 1 - \sqrt{B}$

- B : 建物のある街区全体の建物群立地密度
 d : 近接建物列道路側壁面位置から評価地点までの距離 [m] 壁面位置が道路端の場合は道路端から評価区間の代表地点までの距離)
 w : 近接建物列の平均奥行 ここでは15mとする。

5 予測式による検討結果及び考察

5.1 評価システムによる予測

評価システムでは、36分類に類型化した同一類型内の評価区間における沿道騒音レベルは同一であると見なして、類型を代表する地点を基準点として設定している。当該システムは、評価マニュアルに基づき類型毎の基準点の騒音レベル（以下「基準値」という。）を使用して、評価区間内における距離帯ごとに各住宅

の騒音レベルを算出している。

初めに、基準点の騒音レベルは平成16年度自動車交通騒音実態調査結果を用い、評価区間内の沿道住宅（道路端）及び背後地住宅において測定した等価騒音レベル（ L_{Aeq} ）（以下「実測値」という。）と評価システムで予測した等価騒音レベル（ L_{Aeq} ）（以下「評価値」という。）を時間区分毎に比較、検討した結果を表5、表6、表7及び図3、図4に示す。

道路端では、実測値と基準値の L_{Aeq} レベル差の平均値は昼間、夜間とも基準値の方がそれぞれ1.0dB、1.2dB高く、標準偏差はそれぞれ1.55dB、1.33dBであった。また、相関係数は昼間0.935、夜間0.984と強い相関が見られた。

一方、背後地では、実測値と評価値の L_{Aeq} レベル差

表5 評価システムから求めた等価騒音レベル（評価値）と実測値

市町村名	評価区間 (システム 観測区分)	基準点騒音レベル dB (A)		残留騒音レベル dB (A)		評価値と実 測値の区分	沿道住宅の騒音レベル dB (A)		背後地住宅の騒音レベル dB (A)	
		昼間	夜間	昼間	夜間		昼間	夜間	昼間	夜間
亘理町	1033 - 1 (非観測)	72	73	48	42	評価値	64	66	56	58
						実測値	72	71	55	52
柴田町	6010 - 1 (観測)	68	61	47	36	評価値	65	59	56	50
						実測値	66	58	53	45
小牛田町	1075 - 1 (非観測)	70	64	47	43	評価値	69	65	54	49
						実測値	67	62	52	45
岩出山町	1146 - 1 (観測)	71	65	49	39	評価値	70	65	60	54
						実測値	71	65	49	46
築館町	1132 - 1 (非観測)	64	58	47	44	評価値	70	65	58	54
						実測値	65	58	45	40
築館町	4093 - 1 (観測)	62	52	47	44	評価値	62	55	54	48
						実測値	60	52	44	37

表6 道路端での実測値と評価システム基準値の L_{Aeq} レベル差の比較

項目	時間区分	
	昼間	夜間
平均値	- 1.0dB	- 1.2dB
標準偏差	1.55dB	1.33dB
相関係数	0.935	0.984
回帰式	$Y = 0.8629X + 10.162$	$Y = 1.0602X - 2.5046$

表7 背後地住宅での実測値と評価システムによる評価値 L_{Aeq} レベル差の比較

項目	時間区分	
	昼間	夜間
平均値	- 6.9dB	- 7.9dB
標準偏差	5.34dB	3.91dB
相関係数	- 0.093	0.675
回帰式	$Y = - 0.0474X + 58.675$	$Y = 0.4872X + 30.602$

の平均値は昼間、夜間とも評価値の方がそれぞれ6.9dB、7.9dB高く、標準偏差はそれぞれ5.34dB、3.91dBとバラツキが大きかった。また、相関係数は昼間 - 0.093、夜間0.675であった。昼間の騒音レベルが50dB以上でL_{Aeq}レベル差が小さかった評価区間の背後地住宅は、現況において道路の見通しが良好の地点であった。一般的に背後地住宅においては、評価値の方が大幅に高めとなっているが、安全側から見れば現状のシステム運用上止むを得ないものとする。

結果として相関があまり良くない理由としては、地表面の種類や建物等が現況と異なるためと想定されるため、平成15年度の当該調査研究の結果からも、距離

減衰量に街区内地表面の種類に「アスファルト等」ではなく「その他」を使用することで、より実測値に近づくことが明らかにされていることから、次に、評価マニュアルに基づき予測式を用いた地表面の種類別に評価値の検討を行った。

5.2 現況を考慮した予測

背後地住宅の評価システムによる評価建物属性、評価値及び実測値を表8に示す。

次に、平成15年度の当該調査研究で採用した同様の手法を用い、評価マニュアルに基づき地表面を「アスファルト等」と「その他」の2種類に分け、道路の見

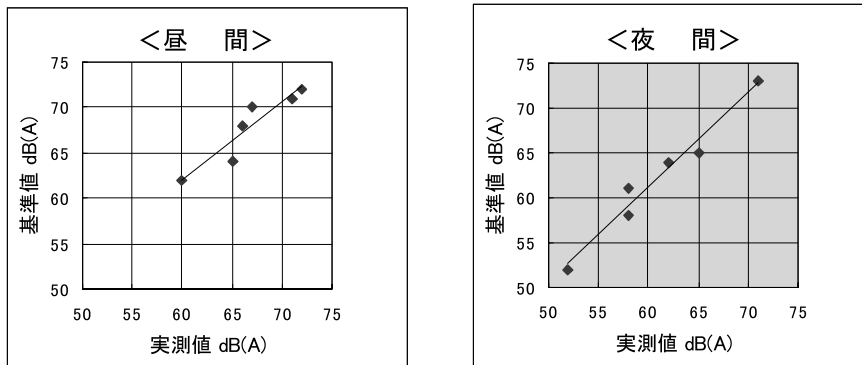


図3 道路端の実測値と評価システム基準値との関係

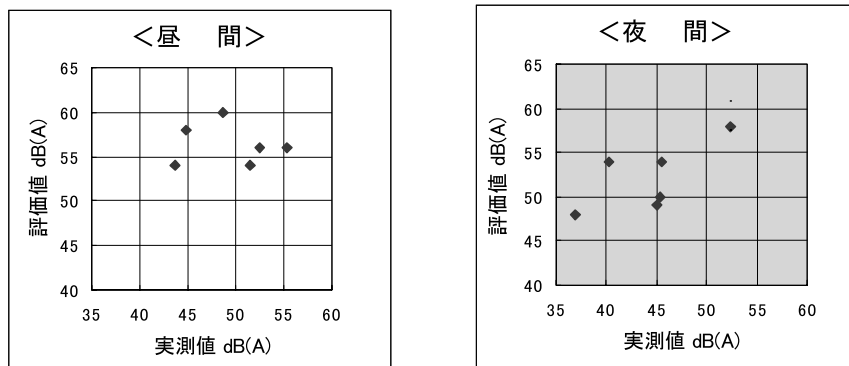


図4 背後地の実測値と評価システムによる評価値との関係

表8 背後地住宅の評価システムによる評価建物属性、評価値及び実測値

市町村名	評価区間	システム観測区分	建物群立地密度(B)	距離帯代表点距離(m)	建物(群)減衰適用補正式	見通し角(°)	評価値(dB(A))		道路端からの実測距離(m)	実測値(dB(A))	
							昼間	夜間		昼間	夜間
亘理町	1033-1	非観測	0.062	35	式	65	56*	58*	49.7	55.4	52.4
柴田町	6010-1	観測	0.057	45	式	55	56	50	47.5	52.5	45.4
小牛田町	1075-1	非観測	0.207	45	式	8	54	49	42.6	51.5	45.1
岩出山町	1146-1	観測	0.185	45	式	39	60	54	51.5	48.6	45.5
築館町	1132-1	非観測	0.342	45	式	6	58	54	47.0	44.8	40.3
築館町	4093-1	観測	0.282	25	式	4	54	48	39.6	43.6	36.9

*) ここで評価区間1033-1に関しては、同一類型で夜間の騒音レベルの高い定点(道路端)での実測値が基準値となり、評価システムではそのまま背後地の騒音レベルに反映されるため、昼間(56dB)と夜間(58dB)の逆転現象が起きている。

通し角()及び建物群立地密度(B)は評価システム値を使用し、建物群による減衰量補正式(式、式及び式)、道路端からの距離等の組み合わせにより背後地住宅における時間区分毎の6通りのケース(表9)単位に算出した L_{Aeq} 値(以下「ケース評価値」という。)と実測値との L_{Aeq} レベル差を比較した結果を表10に示す。

今回の調査は評価区間の道路端と背後地との組み合わせにより、6街区計12地点に限られた測定であったため、データ数の少なさは否めないが、全体的に見ると、地表面を「アスファルト等」と「その他」の場合と比較すると、実測値とケース評価値の L_{Aeq} レベル差の平均値は「アスファルト等」で-3.4~-6.7dB、「その他」で-0.6~-3.0dBであり、「その他」の方が現況により近いものになっている。また、相関係数で見ても、「アスファルト等」で0.732~0.900、「その他」で0.674~0.841であることから、どちらも実測値とケース評価値との相関が認められる。

次に、現況を良く表現している地表面の状況が「その他」の場合について考察する。

今回検討した6ケースについて、実測値とケース評価値のレベル差の平均値が最も低かったのは、昼間ではケース6の-0.6dBであり、次いで、ケース4の-1.0dB、

ケース5の-1.1dBの順であった。夜間でもケース6で-1.2dBと最も低く、次いで、ケース5の-1.7dB、ケース4の-1.8dBの順であり、いずれも実測値よりケース評価値の方が高い結果となっており、このことは住民にとって安全側に予測していることが推察される。

次に、実測値とケース評価値との相関係数を見ると、昼間ではケース6が最も大きく0.841、次いでケース5の0.802、ケース4の0.707であり、夜間ではケース3が最も大きく0.732、次いでケース1の0.720、ケース4の0.715の順であった。

図5にレベル差がケース6に次いで小さく、減衰量の補正はシステム値(距離帯代表点距離)を使用し、地表面の状況を「その他」として計算したケース5の昼間と夜間における実測値とケース評価値との関係を示す。

これらの結果を総合すると、実測値とケース評価値との L_{Aeq} レベル差が最も小さいケース5及びケース6が、地点の騒音レベルを適切に評価していることがわかった。ここで両方のケースについて予測計算式のパラメータを比較すると、いずれも、測定点から道路までの見通し角、街区の立地密度、建物による減衰量を求める式を評価システムに基づき計算したものであ

表9 背後地住宅に適用した建物(群)減衰量補正式別及び道路端からの距離別のケース

ケース1	評価システムで予測した条件の内、地表面の状況を「アスファルト等」と「その他」に2区分し、建物群による減衰量補正を「 $B < 0.1$ 且つ $> 20^\circ$ 」の場合にⅠ式、また「 $B \geq 0.1$ 又は $\leq 20^\circ$ 」の場合にⅡ式を用い、全測定値点において、道路端から背後地住宅までの距離は、評価システムでの距離帯代表点距離を用いて算出した。
ケース2	ケース1の条件のうち、道路端から背後地住宅までの距離は実測値を用いて算出した。
ケース3	ケース1の条件のうち、「 $\leq 20^\circ$ 」の背後地住宅に減衰量補正式Ⅲ式を用いて算出した。
ケース4	ケース3の条件のうち、背後地住宅に実測距離を用いて算出した。
ケース5	ケース3の条件のうち、「 $B \geq 0.1$ 且つ $> 20^\circ$ 」の背後地住宅に減衰量補正式Ⅰ式を用いて算出した。
ケース6	ケース5の条件のうち、背後地住宅に実測距離を用いて算出した。

表10 背後地住宅での実測値と地表面状況別のケース評価値との L_{Aeq} レベル差の比較

時間区分	分類	地表面の状況						データ数	道路端の騒音レベル	背後地住宅の立地状況等			道路端から背後地住宅までの距離
		アスファルト等			その他					見通し角	立地密度	建物(群)による減衰量補正式	
		平均値	標準偏差	相関係数	平均値	標準偏差	相関係数						
昼間	ケース1	-6.5dB	3.15dB	0.732	-2.8dB	3.36dB	0.682	12	基準値	システム値	システム値	Ⅰ式及びⅡ式	距離帯代表点で予測
	ケース2	-6.0dB	3.10dB	0.740	-2.1dB	3.32dB	0.704	12	基準値	システム値	システム値	Ⅰ式及びⅡ式	実測距離で予測
	ケース3	-4.4dB	3.47dB	0.762	-1.5dB	3.34dB	0.697	12	基準値	システム値	システム値	Ⅰ式・Ⅱ式・Ⅲ式	距離帯代表点で予測
	ケース4	-4.0dB	3.22dB	0.772	-1.0dB	3.25dB	0.707	12	基準値	システム値	システム値	Ⅰ式・Ⅱ式・Ⅲ式	実測距離で予測
	ケース5	-3.8dB	2.30dB	0.878	-1.1dB	2.76dB	0.802	12	基準値	システム値	システム値	Ⅰ式及びⅢ式	距離帯代表点で予測
	ケース6	-3.4dB	2.01dB	0.900	-0.6dB	2.74dB	0.841	12	基準値	システム値	システム値	Ⅰ式及びⅢ式	実測距離で予測
夜間	ケース1	-6.7dB	2.99dB	0.867	-3.0dB	3.91dB	0.720	12	基準値	システム値	システム値	Ⅰ式及びⅡ式	距離帯代表点で予測
	ケース2	-6.2dB	2.79dB	0.871	-2.5dB	3.84dB	0.702	12	基準値	システム値	システム値	Ⅰ式及びⅡ式	実測距離で予測
	ケース3	-5.2dB	3.28dB	0.875	-2.3dB	3.91dB	0.732	12	基準値	システム値	システム値	Ⅰ式・Ⅱ式・Ⅲ式	距離帯代表点で予測
	ケース4	-4.8dB	2.91dB	0.881	-1.8dB	3.78dB	0.715	12	基準値	システム値	システム値	Ⅰ式・Ⅱ式・Ⅲ式	実測距離で予測
	ケース5	-4.6dB	3.14dB	0.876	-1.7dB	4.13dB	0.702	12	基準値	システム値	システム値	Ⅰ式及びⅢ式	距離帯代表点で予測

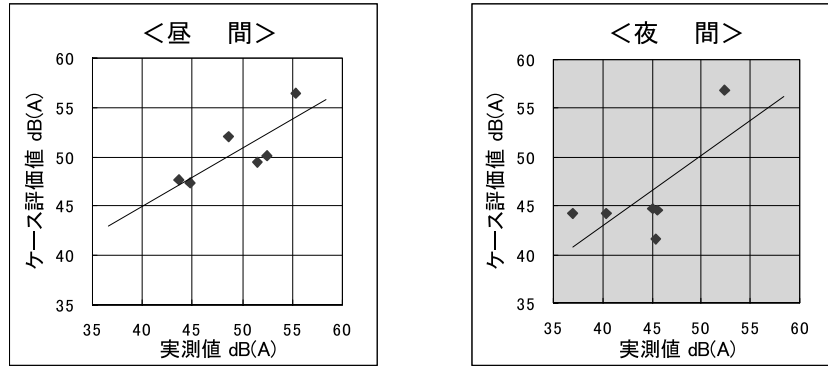


図5 その他の地表面を使用した実測値とケース評価値との関係(ケース5)

り、道路端での騒音レベルを基準点のものを使用しているが、ケース5は道路端から測定地点の含まれる距離帯(10m間隔)の中央での距離減衰量を同一距離帯における測定点での減衰量として予測しているのに対し、ケース6では実測距離から減衰量を予測するという距離減衰の求め方に違いがある。

6 まとめ

本県において構築した評価システムの予測精度について検証するため、平成15年度に引き続き、全307評価区間から交通量や立地密度等の異なる6評価区間を任意に選定し、更に区分された代表的な街区内の沿道住宅及び背後地住宅における実測値、評価値及びケース評価値を用いて検討した。

その結果、沿道住宅での実測値は、別途実施している自動車交通騒音実態調査から得られた定点観測沿道基準点の騒音レベルと比較すると、昼間0.935、夜間0.984と強い相関が見られた。このことは、36分類に類型化した同一類型内の評価区間における沿道騒音レベルは同一であると見なして、類型を代表する地点を基準点として設定している当該評価システムの考え方は妥当なものといえる。

また、データ数は少ないものの、環境省から示された街区の疎密判断基準で見ると、背後地住宅に関して建物群立地密度が疎($B < 0.1$)及び道路の見通し角が疎($> 20^\circ$)の評価区間では密($B = 0.1$)の区間と比較して、実測値と評価値との L_{Aeq} レベル差は、「疎」の区間では昼間が $-1 \sim -3$ dB、夜間が $-5 \sim -6$ dBであるのに対して、「密」の区間では昼間が $-2 \sim -13$ dB、夜間が $-4 \sim -14$ dBとバラツキが大きかった。このことは、評価システムでは建物立地状況から定まる建物減衰補正パラメータ(及びB)を全ての建物について算出し、最も建物減衰補正量が

小さくなるよう計算式を選択させる手順を採用しているため、特に「密」の状況でより影響があるものと考えられる。

次に、平成15年度の調査結果と同様に、実測値を反映する予測式のパラメータは、地表面の状況を「その他」とし、道路の見通し角、街区の立地密度、距離帯代表点距離は評価システムのデータを使用し、実測の上、類型毎に分類した基準点騒音レベル、残留・背後地騒音レベルを入力することで実測値と評価値の相関係数が0.7以上となり、地域の実態を反映した値が得られることを確認した。

最後に、昼間の実測値が50dB以下の評価区間では、評価値とのレベル差が10dB以上であったが、実測値が50dBを超える区間ではその差が0.6~3.5dBであった。このことは、道路に面する地域の環境基準(住居専用地域で昼間60dB以下、夜間55dB以下)の達成状況を把握する上で概ね安全側に評価しており、当該システムは妥当なものと考えられる。

参考文献

- 1) 環境庁大気保全局：“騒音に係る環境基準の評価マニュアル”，平成12年4月(2000)。
- 2) 阿部祐二，加賀谷秀樹，佐藤正紀，船山剛司：“宮城県における自動車交通騒音実態調査結果について”，(社)日本騒音制御工学会研究発表会講演論文集，113，(2000.9)。
- 3) 菊地英男，高橋誠幸，鈴木康民：宮城県保健環境センター年報，21，95(2003)。
- 4) 菊地英男，高橋誠幸，鈴木康民：宮城県保健環境センター年報，22，101(2004)。
- 5) 菊地英男，高橋誠幸，鈴木康民：“GISを活用した地方自治体の騒音評価システム”，(社)日本騒音制御工学会会誌「騒音制御」，Vol.29，No.2，103(2005)

堆肥舎臭気の木材チップ吸着脱臭実態調査

Investigation on Deodorization of Compost depot using adsorption of wood chip on surface.

小野 研一 佐々木 俊行 鈴木 康民

Kenichi ONO, Toshiyuki SASAKI, Yasutami SUZUKI

豚糞尿の堆肥化で発生する臭気を木材チップで吸着脱臭する施設の機能の調査をした。

脱臭機能が低下した施設の改善を試みた結果、改善前に比較して臭気指数（三点比較式臭袋法）で平均9低下、アンモニアの平均除去率は97%であった。調査期間中脱臭機能は回復したが、今後その機能の維持を図ることが必要である。

キーワード：臭気；堆肥舎；木材チップ；吸着；脱臭

Keywords : EOdor:Compost:Wood chip:Adsorption: Deodorization

1 はじめに

畜産業における悪臭の主たる発生源は家畜等から排泄される糞尿である。糞尿は発酵により堆肥化処理され、その行程で強い臭気を発生するが堆肥として完熟すると臭気がほぼ無くなり有機質肥料として再利用される。堆肥化施設が原因となる悪臭苦情を防ぐためには脱臭施設の設置が必要となるが、コストが低く、効果のある脱臭装置が求められている。

豚の糞尿の強制堆肥化処理を行っている事業所の木材チップによる吸着脱臭施設の機能、管理の調査を行った。

2 方法

2.1 調査期間

平成16年5月～平成17年2月

2.2 対象事業所

強制発酵施設の吸引臭気ガスを木材チップ吸着脱臭装置により処理している事業所について調査した。

2.3 測定方法

脱臭槽の初期吸着材である木材チップは調査当初に悪臭物質吸着能力が飽和していたので吸着材の上部1/6をおがくずに交換し、また、吸引ガス量の調整を行った。強制発酵処理施設から臭気ガスを吸引しているブローア手前の臭気（原臭ガス）と木材チップ脱臭槽上部で臭気（脱臭ガス）を採取して試料とした。

アンモニアは検知管法（（株）ガステック製）、臭気指数、トリメチルアミン、硫黄系悪臭4物質、及び低級脂肪酸4物質は悪臭防止法に定める方法に準じて測定した。

当該施設は投入原料（豚糞）水分含有量の適正（水分60%以下に調整）維持など堆肥発酵工程の管理が良く好氣的発酵が維持されているので脱臭能力測定の指標としてアンモニアを測定した。

3 結果及び考察

1) 対象施設の概要は表1に強制発酵施設、図1にその平面図、図2に改善後の脱臭施設の立面図を示す。

発酵槽はエンドレス・シングルレーン型、攪拌装置はロータリー型で尿散布用タンクが付属している。原料の豚糞は副資材（戻し堆肥）とともに発酵槽にローダーで投入され1日1回夜間に約6時間攪拌される。

2) 改善前の施設では堆肥の発酵状態は好気性で良好な状態に保たれており、発生する発酵ガスはアンモニアと炭酸ガスが多いと考えられ¹⁾、脱臭機能を調べるためアンモニアを指標として原臭ガスと脱臭ガスについて濃度の測定を行った。その結果を図3に示した、アンモニア濃度は原臭ガスで50ppm、脱臭ガスで48ppmとほぼ同じ状態でありその1ヶ月後に再度測定したが、原臭ガスで40ppm、脱臭ガスで40ppmと同様な結果を示し、脱臭機能は働いていなかった。

3) 脱臭機能の不全は、充填されたチップが大きく（平均4×4cm）、脱臭槽容量の割に全体の表面積が小さく吸着能力の飽和が考えられ、チップの全量交換の必要性が認められた。これは費用（総費用約40～50万円）の面で難しいことから、代わりに脱臭槽

の上部 8m³ のチップを針葉樹おがくずと交換（総費用約10万円）して吸着能力の改善と吸着材の表面積を大きくすることと、さらに、原臭ガスの吸引速度が速く臭気ガスの脱臭槽内での滞留時間が短いと考えられたため、原臭ガスの滞留時間を長くする目的で吸引プロア1台による運転に切り替えた。後にインバーターを電源と吸引プロアの間に設置し、原臭ガス通過速度を調整した。調査期間中のアンモニア濃度は図4に示したように原臭ガスで5～230ppm測定されたが、脱臭ガスでは7月～12月まではほとんど検出（0.5ppm以下）されなかった。その後1月からは4～26ppmのアンモニアが検出され、吸着能力の低下傾向が見られた。

4) 吸着材料の交換後に臭気指数、特定悪臭物質の測定を行い脱臭機能の調査を行った。調査期間中臭気指数とアンモニアを16回（事前調査分2回を含まず）、他の悪臭物質は5回測定した。調査結果を表2に示した。臭気指数は原臭で22～44、脱臭ガスでは15～35で平均で9低下した。アンモニアは原臭で5～230ppmと特定悪臭物質では1番高い値であったが、脱臭ガスでは0.5以下～26ppmとなり、平均で97%除去された。

アンモニアの除去率からみると臭気指数の低下割合が低い、交換した針葉樹おがくずは樹脂臭が強くこの樹脂臭が脱臭ガスの臭気指数測定に大きな影響を与えたものと考えられる。しかし、針葉樹樹

表1 強制発酵施設の概要

	施設設備	設備概要
発酵施設	発酵施設面積	600m ² (8x75m)
	発酵養生槽面積容量	384m ² (6x64m) 575m ³
	処理方式	エンドレス・シングルレーン型
	処理量(含副資材)	5.2t / 日
	攪拌方式	2段ロータリー式
	攪拌時間・攪拌回数	約6時間・1回/日
	発酵日数	発酵・養生 60日間
	脱臭施設	処理方式
	吸着槽面積/容積	40m ² (8 × 5m/48m ³)
	吸引ファン能力	270m ³ / 分 / 2台

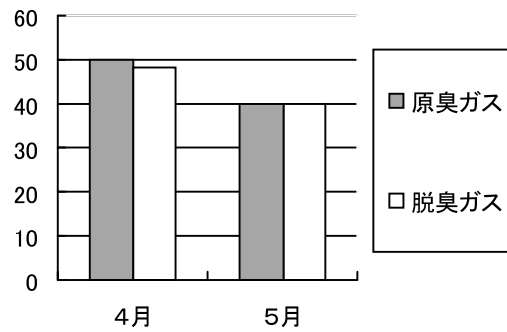


図3 初期原臭ガスと脱臭ガスのアンモニア濃度測定結果 (単位: ppm)

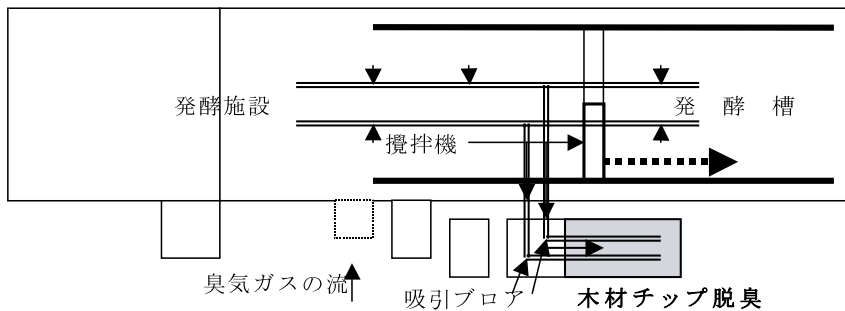


図1 高速堆肥化センター平面図

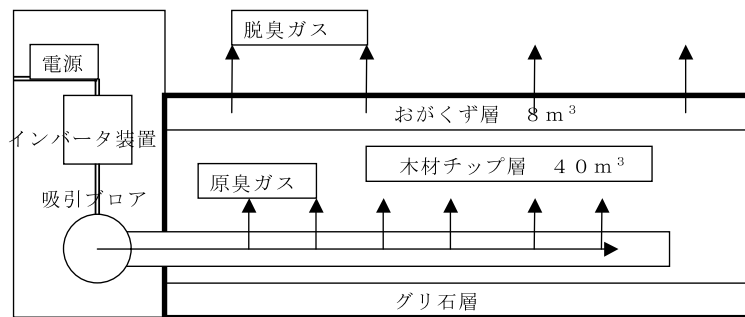


図2 インバータ設置 木材チップ・おがくず吸着脱臭槽立面図

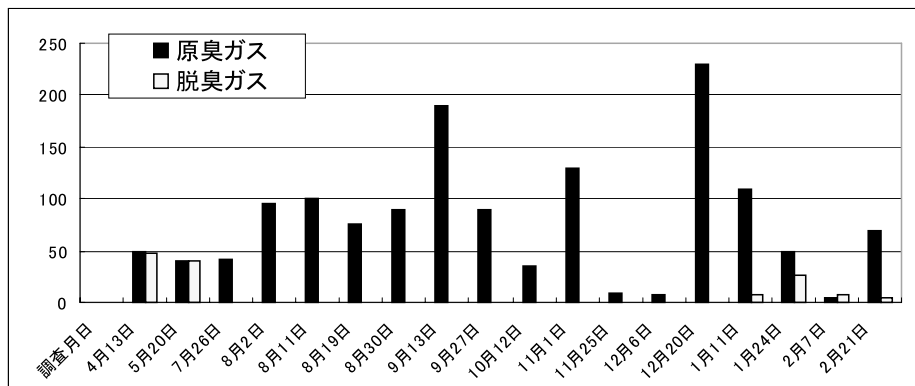


図4 原臭と脱臭槽のアンモニア濃度測定結果 (単位: ppm)

脂臭は自然な香りであり人に違和感を与えず、すぐに環境中の草木臭に紛れて脱臭効果を損ねることは無かった。

臭気への平均寄与割合は(閾希釈倍数の平均値の総和を各物質の閾希釈倍数の平均値で割った割合)はメチルメルカプタンが原臭ガス,脱臭ガスともに最大であった。原臭ガスはアンモニア,硫化水素,メチルメルカプタン,硫化メチルを併せて寄与率91%,脱臭槽改善後の脱臭槽ガスでは硫化水素,メチルメルカプタン,硫化メチルで92%であった。また,原臭ガスの脱臭槽滞留を長くする目的で吸引プロア1台による運転を行い,後にインバーターによりプロア2台を制御運転したが,両方の処置での吸引ガス量はほぼ同じであった。

悪臭物質の除去率はアンモニア97%,硫化水素94%,メチルメルカプタン86%,硫化メチル83%,プロピオン酸83%及びノルマル酪酸62%であった。しかし,5ヶ月後にはおがくずの吸着機能の飽和が進みアンモニアが検出されるようになった。このことから針葉樹おがくずを積層することにより約5ヶ月間脱臭機能が良好に保たれ,また,その後もアンモニアが検出され始めたものの脱臭装置としての機能はまだ維持されている。

4 まとめ

- 1) 吸着材として針葉樹おがくずの積層と原臭ガスの吸引風量を低くすることにより,良好な脱臭効果が得られたが,調査終期におがくずの吸着能力の低下

表2 臭気等測定結果総括表

採取地点 項目	原臭ガス(吸引プロア手前採取)		脱臭ガス(おがくず・チップ脱臭装置)	
	(物質: n = 5)	閾希釈倍数 ¹⁾	(物質: n = 5)	閾希釈倍数 ¹⁾
排ガス量 (m ³ /min)	42 ~ 51 (44)	-	14 ~ 45 (23)	-
臭気指数	22 ~ 44 (37)	-	15 ~ 35 (28)	-
アンモニア	5 ~ 230 (83)	50 ~ 2300 (830)	< 0.5 ~ 26 (2.8)	< 5 ~ 260 (28)
硫化水素	< 1 ~ 1647 (435)	< 2 ~ 3294 (870)	< 1 ~ 54 (27)	< 2 ~ 108 (52)
メチルメルカプタン	21 ~ 228 (100)	210 ~ 2280 (1000)	< 1 ~ 40 (14)	< 10 ~ 400 (140)
硫化メチル	< 1 ~ 228 (82)	< 10 ~ 2280 (820)	< 1 ~ 43 (14)	< 10 ~ 430 (140)
二硫化メチル	< 1 ~ 108 (37)	< 3 ~ 324 (111)	< 1	< 3
トリメチルアミン	< 2 ~ 36 (22)	< 20 ~ 360 (220)	< 2	< 20
プロピオン酸	< 0.5 ~ 2.8 (0.6)	< 1 ~ 5.6 (1.2)	< 0.5 ~ 0.5 (0.1)	< 1 ~ 1 (0.2)
ノルマル酪酸	< 0.5 ~ 3.8 (0.8)	< 7 ~ 53 (11)	< 0.5 ~ 1.6 (0.3)	< 7 ~ 22 (4.2)
ノルマル吉草酸	< 0.5	< 5	< 0.5	< 5
イソ吉草酸	< 0.5	< 1	< 0.5	< 1

注) 項目欄は最小 ~ 最大(平均)を示す 臭気指数は三点比較式臭袋法による

1) 検出濃度/閾値濃度(臭気強度1に相当)

単位: アンモニア(ppm) 他は (ppb)

が見られた。脱臭装置としての機能を維持するには半年に1回、積層したおがくずを交換するか、定期的な散水によるおがくずの洗浄やインパータによる原臭ガス吸引量の制御により吸着能力延命の可能性を試すか、今後の検討課題である。

- 2) 今後建設される脱臭施設への提案として、現在の強制発酵施設では臭気ガス吸引ブローアで脱臭と発酵舎内の水分除去を兼ねているが、この機能を分離す

ることで脱臭専用の小型吸引ブローアを用いることができ、脱臭槽の小型化や脱臭素材の長寿命化が期待できる。

参 考 文 献

- 1) 環境大気保全局大気生活環境室編：悪臭防止技術の手引き(14)(コンポスト化施設編)(社)臭気対策研究会(1996)

大和町吉岡における地下水流動と有機塩素化合物による地下水汚染の検討

Multivariate Analysis of Groundwater Flow and Evaluation of Groundwater Contaminated
by Organic Chlorinated Compounds in Taiwa

清野 茂 小山 孝昭 牧 滋
佐藤 勤 大庭 和彦*¹

Shigeru SEINO, Takaaki KOYAMA, Shigeru MAKI
Tsutomu SATO, Kazuhiko OHBA*¹

大和町吉岡の地下水は砂礫層中を0.86~1.7m/日(年間約300~600m)で流動し, Ca-SO₄型地下水が東北東方向に分布することから東北東方向と推定され, クラスター分析により, 東北東方向, 東方向, 善川沿いの3つの地下水流動群に分類された。S工場観測井戸ではTCE及び分解生成物濃度が高濃度高分解度で, TCA及び分解生成物濃度は低濃度高分解度であることから, 地下水汚染経過時間が長いと推定された。VOC検出5カ所の周辺井戸中3カ所はS工場から東北東方向に位置していた。定期モニタリング調査地点ではPCE汚染とTCE・TCA汚染の2つの汚染源が存在しており, PCE汚染地点ではPCEが帯水層に到達し地下水に溶出しはじめ, TCE・TCA汚染地点ではTCEによる汚染経過時間は長く汚染源は消失傾向に, TCAによる汚染源は比較的近くに存在するものの消失状況にあると推定された。

キーワード：地下水流動；地下水汚染；有機塩素化合物；多変量解析

Keywords : Groundwater Flow ; Groundwater Contamination ; Organic Chlorinated Compounds ;
Multivariate Analysis

1 はじめに

テトラクロロエチレン(PCE)やトリクロロエチレン(TCE)などの有機塩素化合物(VOC)による土壌汚染・地下水汚染は全国各地で発生している¹⁾。そのため, 汚染土壌や汚染地下水などの汚染処理対策を実施することが必要となっている。この処理対策を適切且つ効率的に実施するためには, 汚染地域における地下水流動を明らかにし, 汚染物質の位置や汚染範囲などを把握することが重要である。

2004年11月30日に大和町吉岡の通信機器製造工場(S工場)において, 敷地内でVOCによる土壌・地下水汚染が確認された。汚染源はTCE及び1,1,1-トリクロロエタン(TCA)の使用箇所・保管場所・回収機設置箇所と推定され, 地下水汚染は第一帯水層(深度4~19m)であることが判明した。S工場はVOCを使用していないが, 同敷地内では1974年から2002年3月まで操業していたN工場が部品洗浄剤としてTCE及びTCAをそれぞれ1976年から1985年, 1980年から1992年まで使用していた。

そこで, 県と当センターは2004年12月1日から3日までの3日間にわたり工場内及び周辺井戸の地下水汚染調査を実施した。その結果, 工場周辺井戸の地下水が

らはVOC環境基準を超えるものは検出されなかった。

本報告では, 大和町吉岡地区の井戸水のVOC調査の際に, 一般水質成分を測定し, 井戸水の水質組成解析や多変量解析の結果に基づき地域内の地下水流動を推定し, 同地区で1992年度から実施されている地下水定期モニタリング調査結果の解析を行って, 2つのVOC汚染地下水を評価した。

2 方法

採水は2004年12月1日から3日の3日間実施した。調査井戸はS工場敷地境界の観測用浅井戸1カ所(地点番号1), 工場周辺の個人所有で飲用または生活用井戸21カ所(地点番号2~22, 浅井戸15, 深井戸6)の計22カ所である。(図1)工場観測井戸からの地下水は水中ポンプにより約2時間揚水後深度3.16mで採水し, 周辺井戸の地下水は井戸ポンプ稼働後水温が一定になった後に蛇口から採水した。

分析項目は, VOCについては土壌汚染対策法に基づく第1種特定有害物質(ベンゼンを除く10成分)でヘッドスペースGC/MS法(JIS K 0125.5.2)による。一般水質については陽・陰イオンはイオンクロマトグラフ法, HCO₃⁻は0.01mol/L H₂SO₄ 滴定法, SiO₂はモリブデン青吸光光度法, Al³⁺はCTMAC吸光光度法に従った。

*¹ 現 栗原保健福祉事務所

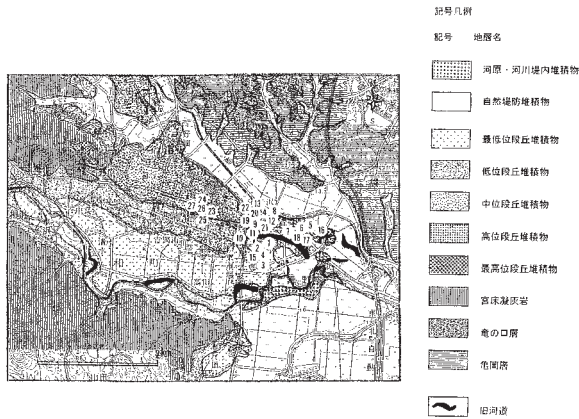


図1 大和町吉岡の地質図及び調査地点図 (北村ら³⁾一部改変)

定期モニタリング調査結果の解析資料は5井戸(浅井戸, 地点番号23~27)で, 1992年度から2004年度までの13年間である。なお, 地下水定期モニタリング調査地区はS工場から北西方向に約1 km離れた約100m範囲内にあり, VOC汚染の原因は不明である。

3 結果と考察

3.1 調査地域の概要

大和町吉岡は仙台市に隣接する農工並進の町で, 近年工業団地などによる企業誘致を積極的に実施されている地域である。北村らによれば²⁾³⁾, 地形は奥羽山脈西麓の丘陵地の辺縁部に位置し, 吉田川低地に分類され, 標高20~30mの低位段丘地域にある。この段丘は北西から南東方向に傾斜し, 本地域はその段丘崖の南東端部に当たり, 南側は北側よりも標高は高い。地質は基盤が頁岩からなる先新第三系の利府層で, この上にある宮床凝灰岩層・七北田層を覆う段丘堆積物からなり, デイサイト質や凝灰岩質の風化残留物, 崩壊性堆積物, 火砕流堆積物, 河成堆積物及び火山灰を含む砂礫層から構成されている。地質構造上は七北田層の沈降向斜部に位置している⁴⁾。水系は, 吉田川本流と善川があり, これら河川の複合扇状地域に当たり, 調査地域では河川流向が南東方から東北方へ変位している。現工場用地以前は水田であった⁵⁾。これらの水文地質構造からみると, 調査地域の地下水は透水性の高い砂礫層中の帯水層を流動し, 東北方に傾く向斜地形に沿って善川南岸へ地下水流動していると考えられる。

3.2 地下水の流動

一般に, 地下水流動はマクロ的に地形の影響を受け, ミクロ的に地下水面(動水勾配)に規制されると考えられる。地下水の流速は, 地下水面の傾き, 地層の透水係数と有効間隙率から算出することができる。地下水面の傾きは2万分の1地形図中の水準点や三角点の水平距離及び標高差地から3/1000~6/1000であり, 透水係数は地下水が砂礫層中に存在することから

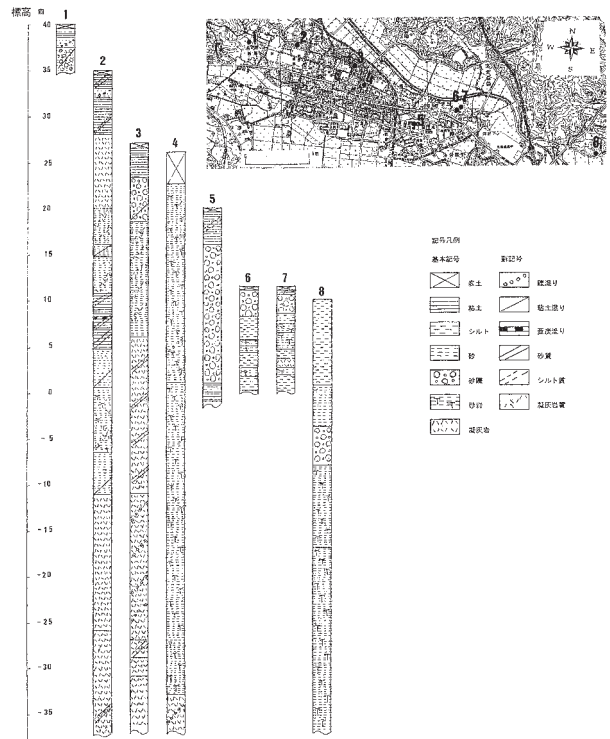


図2 大和町吉岡のボーリング柱状図

0.1cm/s, 有効間隙率を0.3と仮定し(図2), 地下水の流速 = (地層の透水係数 × 地下水面の傾き) / 有効間隙率の式により, 0.86~1.7m/日と求められ, 年間約300~600mと推定される。日本の平均的な地下水流速は約1 m/日と考えられており, 大和町吉岡地域の地下水流速は砂礫層内の地下水流速としてほぼ平均的な値である。なお, S工場の資料によれば⁶⁾, 地下水流速は透水係数を0.01と仮定し約0.25m/日(年間約90m)と推定している。この値は透水係数を0.01と仮定したものであった。今後は地下水流向流速計を用いた流速の測定により実流速を評価する必要があると考える。

3.3 水質組成による地下水流動の解析

大和町吉岡地区の地下水水質成分はHCO₃⁻, SiO₂濃度が高い(表1)。パターンダイアグラムによる水質組成は浅井戸(Na・Ca-HCO₃・Cl型)と深井戸(Na-HCO₃型)で異なり, S工場から東北東方向の浅井戸には溶存イオン量が同程度で同一パターンダイアグラムが位置している(図3)。このことから, 地下水の流動は東北東方向と考えられる。一方, 定期モニタリング調査地点では溶存イオン量が多いパターンダイアグラムを示している。キーダイアグラムによる地下水水質の領域では アルカリ土類炭酸塩型, アルカリ土類非炭酸塩型, アルカリ炭酸塩型, 中間型の4つに分類された(図4)。後述するVOC検出の5井戸は型, 定期モニタリング調査井戸はすべて型であることから, S工場及び周辺地域と定期モニタリング調査地域では地下水系を異にすることが考えられる。主成分分析により, 大和町吉岡の地下水水質は第1主成

表 1 大和町吉岡及び県内・全国の地下水成分の平均値

地区		大和町吉岡			宮城県	全国
調査名		周辺調査			定期 モニタリング	地下水調査
種類		全	浅井戸	深井戸		
N		27	16	6	5	65
pH		6.9	6.5	7.7	6.4	6.82
EC	mS/m	34.8	38.3	32.6		
Na	mg/L	14.39	13.18	24.32	25.13	19.24
K	mg/L	4.07	3.89	2.93	6.56	2.62
Mg	mg/L	9.53	13.21	4.65	8.97	4.31
Ca	mg/L	27.11	36.7	17.19	26.98	26.19
NH ₄	mg/L	0.01	<0.01	0.03	<0.01	<0.01
Cl	mg/L	21.0	24.6	12.5	20.7	11.54
HCO ₃	mg/L	96.7	79.5	122.5	141.3	108.4
SO ₄	mg/L	37.2	56.3	23.90	9.27	8.49
NO ₃	mg/L	17.6	26.8	4.8	9.1	4.78
F	mg/L	0.10	0.07	0.24	0.02	0.09
PO ₄	mg/L	0.14	0.07	0.21	<0.01	0.10
SiO ₂	mg/L	45.5	42.6	64.0	33.1	36.68
出典		本研究			平成16年度	半谷 (1956)

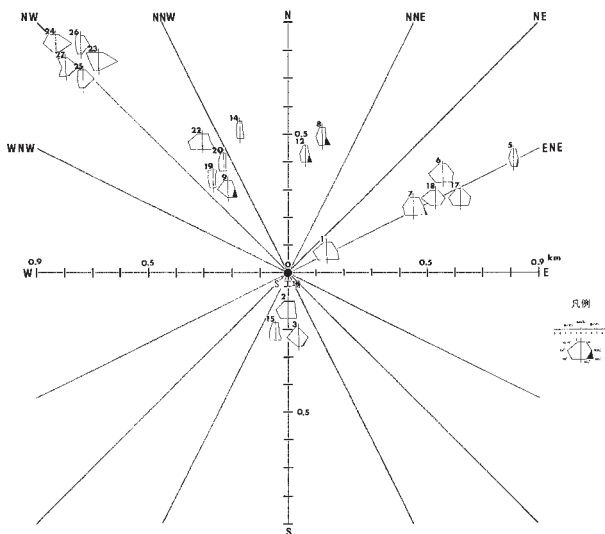


図 3 方位別パターンダイアグラム (浅井戸21)

分が地下水の総合指標, 第2主成分がNO₃⁻の影響を強く反映し, 第3主成分は段丘堆積物の地下水を示す指標と考えられ, 第3主成分までで寄与率は70%であり, これらの指標で地下水水質の概略を説明できた(表2)。そこで, 汚染が考えられる浅井戸の主成分のスコアを用いたクラスター分析を行った結果, 3つの地下水流動群に分類された(図5)。群はS工場を含む東北東方向グループ, 群は定期モニタリング調査地点を含む東方向グループ, 群は善川に沿ったグループである。パターンダイアグラムやキーダイアグラムから考察すると, 大和町吉岡地区における地下水流動は3つの流れが相互に存在すると推定される(図6)。

3.4 VOC 汚染地下水の評価

PCEやTCAは生物的・化学的作用によりPCEはTCE

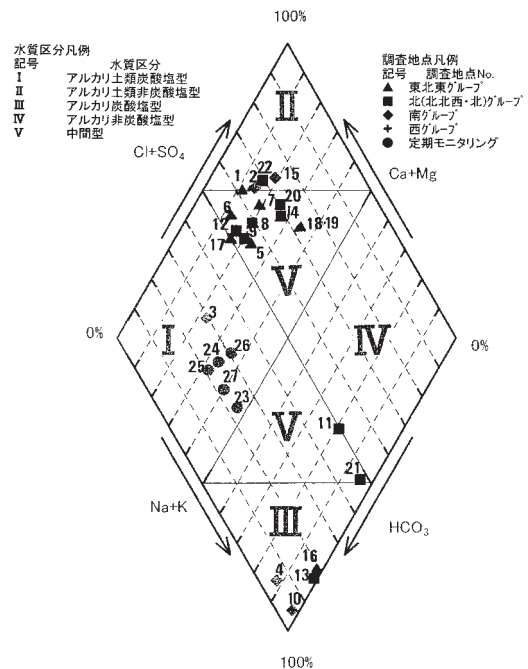


図 4 キーダイアグラム (全井戸 27)

とDCE類(cis-DCE, 1,1-DCEなど), TCAは1,1-DCEや1,1-ジクロロエタン(1,1-DCA)などを経て, 二酸化炭素などに分解されることから, 新たなPCEやTCAの供給がない場合にはPCE, TCE及びDCE類, TCA, 1,1-DCE及び1,1-DCAのモル濃度之和は分解反応の全期間を通して一定と考えられる⁷⁾⁸⁾。地下水の流動によるVOC濃度の減少が希釈によるか, 分解によるかは, まず, 濃度の減少が地下水流動による希釈(分散)の要因を汚染源からの距離との関係から検討した。次に, 分解による要因をPCE分解度並びにTCE分解度から検討した。分解度は, PCEの場合はPCE, TCE及

表2 大和町吉岡の地下水成分の主成分分析結果

変数名	第1主成分	第2主成分	第3主成分
水温	-0.026	-0.361	-0.326
pH	0.423	-0.119	0.203
HCO ₃	0.041	-0.530	-0.251
Na	0.250	-0.242	-0.010
K	-0.043	-0.160	-0.575
Mg	-0.428	-0.137	0.217
Ca	-0.389	-0.237	-0.099
F	0.316	-0.139	0.201
Cl	-0.357	-0.163	0.248
NO ₃	-0.139	0.467	-0.078
SO ₄	-0.360	-0.226	0.344
SiO ₂	0.207	-0.316	0.419
固有値	4.315	2.377	1.718
寄与率(%)	35.96	19.81	14.32
累積寄与率(%)	35.96	55.77	70.09

びDCE類のモル濃度和に対するTCE及びDCE類のモル濃度和の割合(%), TCAの場合はTCA, 1,1-DCE及び1,1-DCAのモル濃度和に対する1,1-DCE及び1,1-DCAのモル濃度和の割合(%)から算出した。低分解度の井戸水は汚染源に近く, 高分解度の井戸水は汚染源から遠い。低分解度が経年的変化しない場合は汚染源が依然として存在し, 逆に高分解度がさらに上昇する場合は汚染源の消失または移動したと考えることができる。濃度との関係では低分解度で高濃度の場合は汚染経過時間が短く, 一方高分解度で低濃度の場合は汚染経過時間が長いと考えられる。

工場観測井戸の地下水のVOCはTCEが0.12mg/L(環境基準0.03mg/L), その分解生成物1,1-ジクロロエチレン(1,1-DCE)は0.070mg/L(環境基準0.02mg/L)であり, その他に1,1,1-トリクロロエタン(TCA)が0.027mg/L(環境基準1mg/L), シス-1,2-ジクロロエチレン(cis-DCE)が0.023mg/L(環境基準0.04mg/L)検出された(図7)。周辺井戸はすべて環境基準以下であったが, 5カ所の井戸ではVOCが報告下限値の約1/10の濃度で検出され, そのうち3カ所は工場から東北東方向, 残りは南と北方向の位置にあたる。距離とPCE, TCE及びDCE類のモル濃度和との関係, 距離とTCA, 1,1-DCE及び1,1-DCAのモル濃度和との関係は指数関数的に減少していた(図8)。工場観測井戸ではTCE及び分解生成物濃度が環境基準値の3.5~4倍の高濃度で高分解度であり, TCA及び分解生成物濃度は報告下限値の約1/10と低濃度で高分解度であることから, 汚染経過時間が長いと推定される。このことはN工場のTCE, TCA使用期間がそれぞれ1985年, 1992年で終了していることから整合性はあると考えられる

地下水定期モニタリング調査5地点は工場から北西に約1km離れた中位段丘地域に位置し約100m範囲に

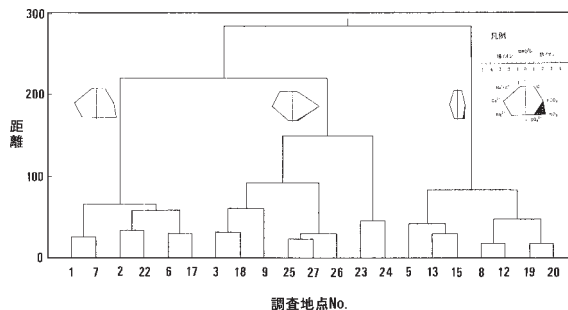


図5 デンドログラム(浅井戸21)

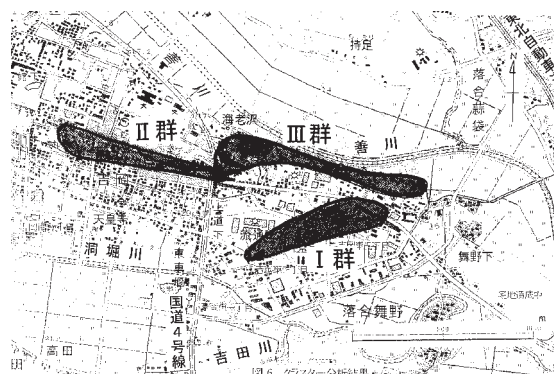


図6 クラスター分析結果

集中している。この地区のVOV汚染は主としてPCE汚染とTCE・TCA汚染の2つの異なる汚染源が存在すると思われる。(図9)PCE汚染地点(地点番号23, 24)では経年的に濃度が上昇し, 一方分解度は減少していることから, PCEが帯水層に到達して地下水に溶け出しはじめたと考えられる。TCE・TCA汚染地点(地点番号26, 27)ではTCE濃度は減少し分解度は高い状況で継続していることから, TCEによる汚染経過時間は長く汚染源は消失傾向にあると考えられ, TCA濃度は減少し分解度が漸増していることから汚染源は比較的近くに存在するものの生物分解などによる消失状況にあると推定される。

4 まとめ

- 大和町吉岡における地下水流動と有機塩素化合物による地下水汚染の検討を行った結果, 次の結論を得た。
- (1) 水文地質構造から, 地下水は砂礫層中の帯水層を東北方向に0.86~1.7m/日(年間約300~600m)の流速で善川南岸へ流動していると考えられる。
 - (2) 地下水の流向は, 水質組成Ca-SO₄型の地下水が東北東方向に分布していることから, 東北東方向と推定された。
 - (3) 地下水の水質は, 主成分分析から土壌及び段丘堆積物から溶出成分の由来, 農業活動の影響の地下水で説明ができた。
 - (4) 浅井戸水のクラスター分析により, S工場を含む東北東方向グループ, 定期モニタリング調査地点を含む東方向グループ, 善川に沿ったグループの3つ

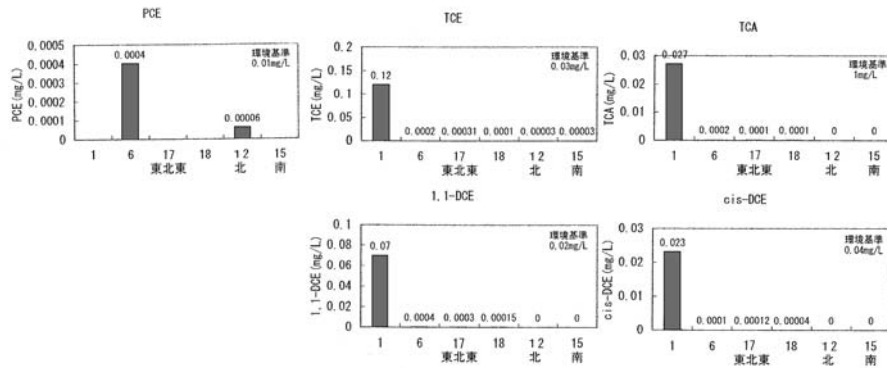


図7 方位別 VOC 濃度分布

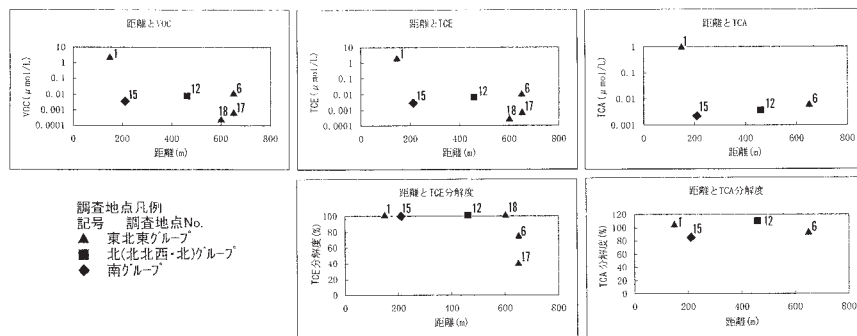


図8 汚染源からの距離とVOC,TCE,TCA濃度($\mu\text{mol/L}$) と TCE,TCA 分解度(%) の関係

の地下水流動群に分類され、これらの地下水の流れが相互に存在すると推定される。

- (5) S 工場観測井戸ではTCE及び分解生成物濃度が環境基準値の3.5～4倍の高濃度で高分解度であり、TCA及び分解生成物濃度は低濃度で高分解度であることから、地下水汚染されてからの経過時間が長いと推定された。
- (6) VOC検出5カ所の周辺井戸うち3カ所は、S工場から東北東方向に地下水流動する位置にあたり、距離とPCE、TCE及びDCE類、TCA、1,1-DCE及び1,1-DCAのモル濃度との間には指数関数的に減少する関係がみられた。
- (7) 地下水定期モニタリング調査地点ではPCE汚染とTCE・TCA汚染の2つの異なる汚染源が存在しており、PCE汚染地点ではPCEが帯水層に到達して地下水に溶け出しはじめ、TCE・TCA汚染地点ではTCEによる汚染経過時間は長く汚染源は消失傾向にあり、TCAによる汚染源は比較的近くに存在するものの生物分解などによる消失状況にあると推定された。

謝 辞

本研究を進めるに当たり、調査に協力していただいた大和町職員各位並びに仙台保健福祉事務所黒川支所職員各位、元地質調査所技官阿部智彦氏に有益な助言・指導をいただいた。以上の方々へ心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 環境庁水質保全局水質管理課・土壤農薬課：土壤地下水汚染と対策, 日本環境測定分析協会, (1966)
- 2) 北村 信, 中川久夫：土地分類基本調査. 「吉岡」(5万分の1) 宮城県土地対策課, 14, (1979)
- 3) 北村 信, 大沢 穠, 中川久夫：地域地質研究報告5万分の1 図幅 秋田(6) 第8号 吉岡地域の地質・地質調査所, (1983)
- 4) 藤田博志：東北大学理学部地質古生物学教室研究邦文報告, 73, 111 (1972)
- 5) 国土地理院：1:50,000地形図「吉岡」(昭和41年編集)(1968)
- 6) 地下水汚染の現状と対策について, (2004)
- 7) 二宮勝幸, 大場栄次, 酒井 学, 若林信夫, 悪七由美子：水環境学会誌, 17, 383 (1994)
- 8) 宮川みどり, 小寺康次, 塩谷稔哉, 木津良一, 早川和一：水環境学会誌, 26(7), 437 (2003)

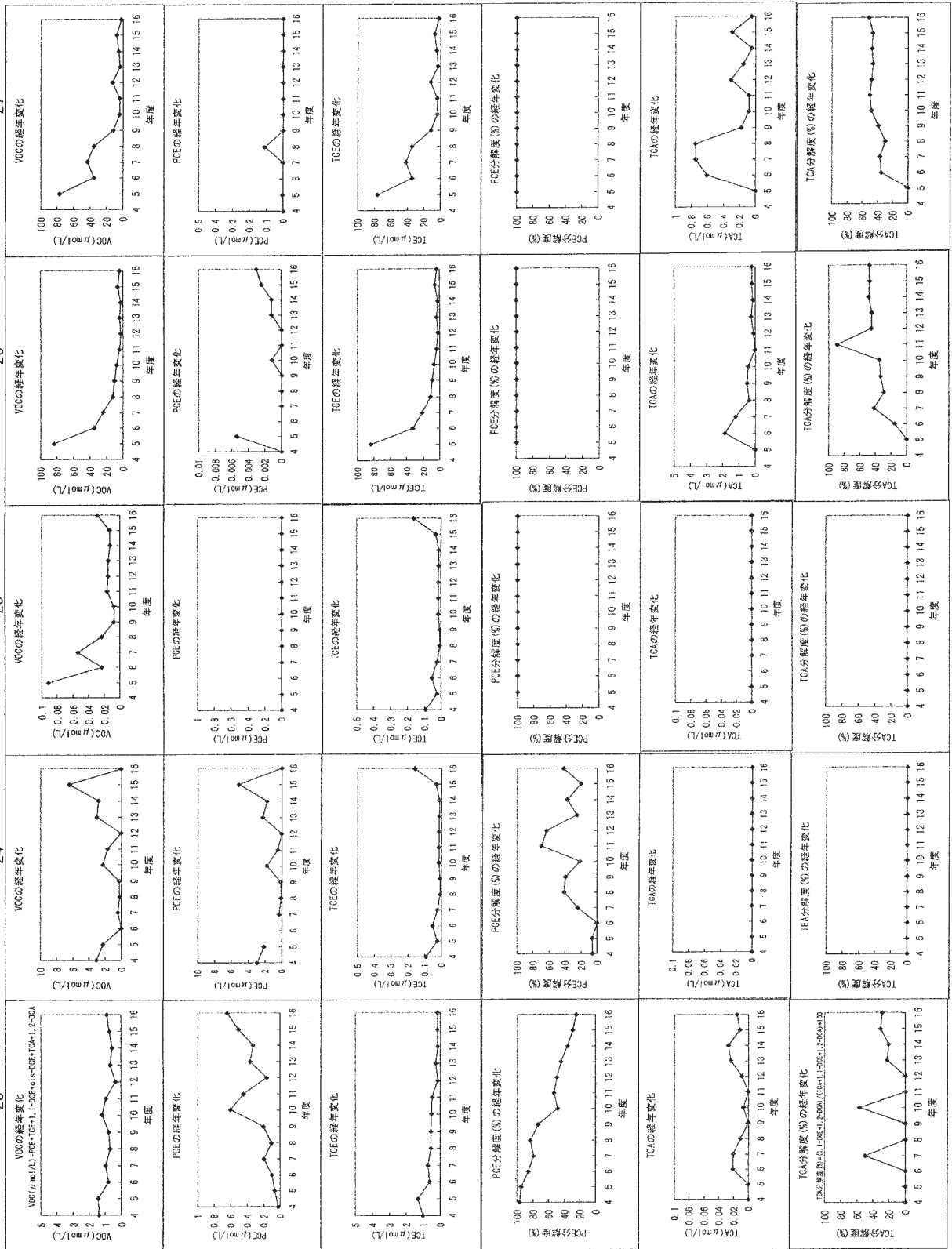


図9 定期モニタリング調査地点におけるVOC，PCE，TCE，TCA濃度とPCE,TCA分解率(%)の経年変化(平成4年度～16年度)

鉛川湧水調査結果

Assessment of Groundwaters in the Namari River

清野 茂 小山 孝昭 佐藤 健一*¹
 牧 滋 佐藤 勤 大庭 和彦*²

Shigeru SEINO, Takaaki KOYAMA, Kenichi SATO
 Shigeru MAKI, Tsutomu SATO, Kazuhiko OHBA

鉛川の湧水中のPbやCdなど重金属と一般水質の調査を3年間にわたり実施し、湧水の湧出機構を検討し、統計解析した結果、湧水の水質はハイポレックスゾーン（河床間隙水域）の存在により影響を受け、主要成分や多成分パターンダイアグラムにより4群に分類され、さらにクラスター分析から3水質区分され、河床堆積物の浸漬実験結果から鉛川のハイポレックスゾーン水は重金属濃度が高く、陽・陰イオン濃度が低いことが明らかとなった。

キーワード：湧水；河床間隙水域；重金属；多変量解析；鉛川

Keywords : Groundwaters ; Hyporheic Zone ; Heavy metals ; Multivariate Analysis ; the Namari River

1 はじめに

鉛川では、河川中のPbやCdなど重金属が環境基準を超過している。この原因は、これまでの調査^{1)~3)}から「河床・河岸に鉛を高濃度に含む湧水があるなど地質構造由来の自然汚濁による⁴⁾とされている。これらの調査以降、細倉鉱山の閉山や亜鉛製錬場休止（昭和62年3月）、シックナーの増設（平成8年5月）や坑廃水処理施設の高度化（平成14年11月）そして河川改修工事などが行われた。細倉鉱業関連4社の処理排水中にPbやCdなど重金属は現在検出されていない。

そこで、「地質構造由来の自然汚濁」とされてきた環境基準超過の原因を改めて精査することが必要となった。平成14年度から5年計画で鉛川水質監視調査の一環として、鉛川湧水調査を3年間にわたり実施した。本調査ではPbやCdなど重金属と一般水質を測定し、湧水の湧出機構を検討した。さらに、これらのパターンダイアグラムや多変量解析手法を用いて湧水の特性を明らかにした。

2 方法

2.1 調査時期及び調査地点

鉛川を下流からほぼ3分割し各年8月に実施した。平成14年は二迫川合流点～向原橋（図1下段）、平成15年は向原橋～佐野橋、平成16年は佐野橋～荒町橋（図1上段）であり、調査地点は47カ所である。

2.2 調査方法

湧水調査は、温度センサーのステンレス製の先端部を河床底をなでるように移動させ、河川表流水より

2 以上低い部位が湧水地点と判定し、石油ポンプまたは電動ポンプで採水した。同時に採水部位からの上流と下流で流量を測定した。

湧水の湧出量測定は、湧出点を挟む上下流の流量を精査測定してその差から求めた。側壁湧水は、ポリエチレン製容器に全量を流入させる方法で湧出量を計測した。

2.3 調査項目及び測定方法

既ね工場排水試験法（JIS K0102）及び上水試験法に従った。現地測定は水温、EC、試料を実験室に持ち帰り、pH、ORP、EC、SS、重金属、陽・陰イオンなどの計24項目である。陽イオン、陰イオン、F及び河床湧水の重金属はガラスフィルター（孔径1.2μm）によりろ過したろ液を分析した。

2.4 河床堆積物の浸漬実験

試料は五輪原橋付近で採取（平成16年10月8日）した河床堆積物6.2kgで、1年間室温で風乾させたものである。河床堆積物を超純水1500mlに24時間ポリエチレン製容器に浸漬し、浸漬液を全量回収した。この操作を連続5回行った。原液はpH、アルカリ度、EC、Pb、Cd、Znを測定し、遠心分離後ろ過した試料はPb、Cd、Zn、F、SiO₂、Alを測定した。

3 結果

湧水調査結果は表1に示した。

4 考察

4.1 鉛川の水文地質構造

鉛川は迫川水系二迫川支流の右支川で、石ヶ森（標

*1 現 塩釜保健福祉事務所 *2 現 栗原保健福祉事務所

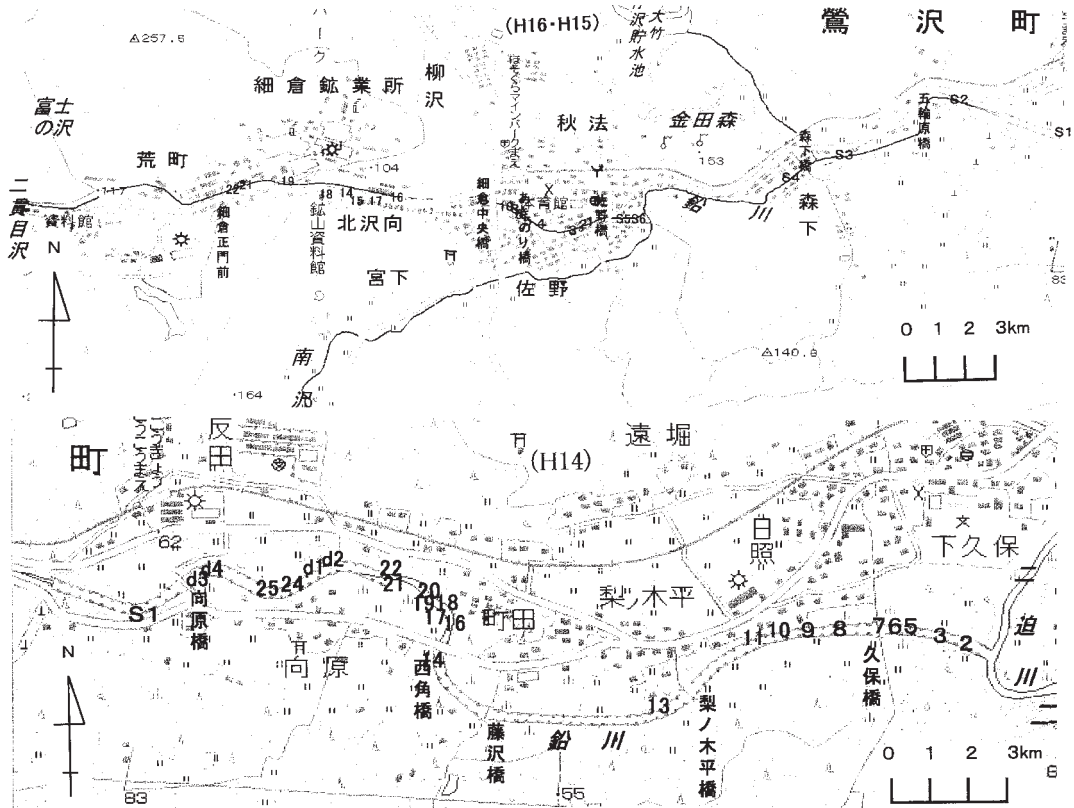


図1 湧水調査地点図

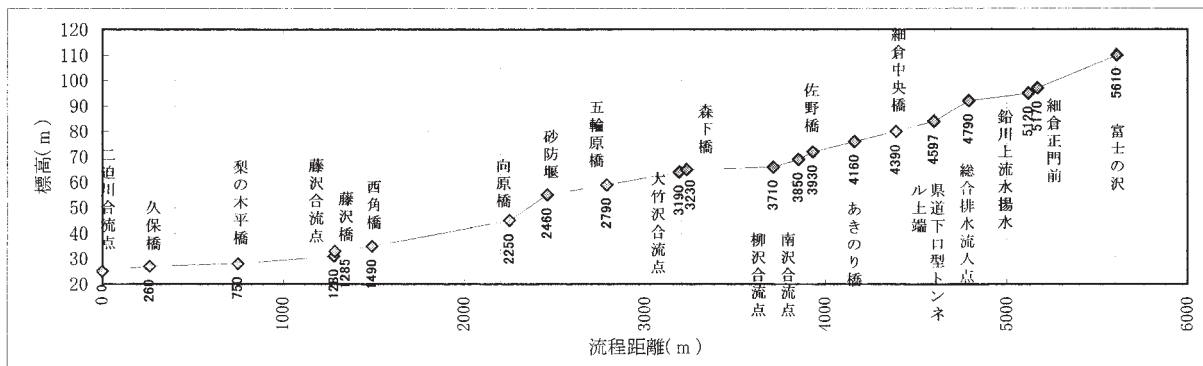


図2 流程距離と標高

高406.9m)に源を発し細倉鉱山地帯を東方へ流下して二迫川と合流する(合流地点標高25m)延長約流8.8kmで、流域面積16.66km²の小河川である。

流域の地形は丘陵で⁵⁾、細倉中央橋から上流の鉛川は渓谷で、あきのり橋から下流の佐野橋までは開析した沖積地、河道勾配は約2/100と急傾斜であり、佐野橋から五輪原橋は尾根が谷底にせまる渓谷で河道勾配は約1/100となり、さらに下流の五輪原橋から向原橋は谷口の出口に当たり、河岸段丘を形成し河道勾配約3/100と調査区間で最も急峻である。向原橋から二迫川合流点までは河道勾配約9/1000と緩く、氾濫原となり、旧河道は蛇行していたが、現在は河川改修工事により直線化されている。この区間の藤沢橋から下流では河道勾配約4/1000と最も緩くなっている(図2)。

地質は、土谷ら⁶⁾によれば、基盤岩が下位から細倉層(下部は変朽安山岩、上部は緑色凝灰岩)、葛峰層(安山岩溶岩)、小野田層(火山礫凝灰岩など)で、その上に第四紀の堆積物や砂礫などからなる沖積層が分布している。鉛川河床は細倉鉱業所付近では細倉層、細倉中央橋から五輪原橋付近までは葛峰層、藤沢橋付近は小野田層が、それぞれ河床に岩盤が露出している(図3)。

露頭の地域は限定され¹⁾、また鉱石採掘前(約千年以前)に露頭が自然条件下で風化・浸食されて礫として、鉛川河床堆積物中に供給されていることは考えにくい。礫として河川堆積物中に混在する細倉層の鉱石やズリは、露頭が土石流などによる崩壊、鉱業活動により掘り出されたズリや脈石が何らかの原因で流出し

表 1 湧水調査結果

検体	H14-2	H14-3	H14-5	H14-6	H14-7	H14-8	H14-9	H14-10	H14-11	H14-14	H14-16	H14-17	H14-20	H14-21	H14-19	H14-18
調査年度	H14	H14	H14	H14	H14	H14	H14	H14	H14	H14	H14	H14	H14	H14	H14	H14
左岸右岸中央	中央	中央	中央	中央	中央	中央	中央	中央	中央	中央	中央	中央	右岸	中央	中央	右岸
流程距離 m	113	160	183	201	251	278	324	437	467	1471	1493	1502	1540	1540	1550	1576
河道内位置	河床	河床	河床	河床	河床	河床	河床	河床	河床	河床	河床	河床	河床	河床	河床	河床
湧水場所基質	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫
採水月日	H14. 8.27	H14. 8.27	H14. 8.27	H14. 8.27	H14. 8.27	H14. 8.27	H14. 8.27	H14. 8.27	H14. 8.27	H14. 8.28	H14. 8.28	H14. 8.28	H14. 8.28	H14. 8.28	H14. 8.28	H14. 8.28
採水時刻	11 : 55	12 : 10	12 : 34	12 : 45	14 : 35	14 : 50	15 : 05	15 : 30	15 : 55	10 : 05	9 : 35	9 : 47	10 : 24	10 : 35	10 : 12	9 : 55
流量																
気温	30.2	29.0	28.1	28.0	28.3	27.8	28.0	28.5	27.2	26.8	27.1	27.1	27.1	27.1	27.1	27.1
水温(表流水)	22.0	22.3	22.5	22.5	23.3	23.3	23.1	22.8	22.7	21.3	21.6	21.6	22.5	21.0	22.5	21.6
水温(湧水)	21.3	21.6	18.4	20.9	19.8	18.9	21.2	21.2	17.2	20.4	19.4	20.4	14.7	21.5	21.0	19.0
河川(現地)EC																
湧水(現地)EC																
pH	7.27	7.28	7.04	6.36	6.97	7.02	7.06	7.08	7.11	7.14	6.92	6.44	6.79	6.97	6.71	6.12
Pb																
Pbろ液	0.001	0.003	0.002	0.130	0.005	0.006	0.002	0.005	0.007	0.021	0.092	0.116	0.030	0.012	0.014	0.169
Cd																
Cdろ液	0.004	0.005	0.006	0.012	0.008	0.006	0.009	0.008	0.010	0.008	0.011	0.013	0.013	0.006	0.009	0.017
Zn																
Znろ液	0.65	0.61	0.53	2.53	0.55	0.72	0.57	0.63	0.62	1.35	1.86	2.52	1.73	1.16	1.29	3.30
SS																
F	3.3	3.1	3.3	2.8	3.4	3.4	3.4	3.2	3.5	3.4	3.6	2.4	3.2	3.5	3.1	1.6
Na	13.5	13.1	13.4	13.8	13.6	14.1	14.9	15.1	13.2	14.6	13.3	13.9	14.0	14.5	13.4	12.1
K	3.7	3.5	3.6	4.5	3.7	3.7	3.7	3.7	3.8	3.6	3.6	3.8	3.6	3.7	3.7	3.5
Mg	11.9	11.8	12.2	13.2	12.1	12.3	12.2	11.6	11.6	14.5	13.3	12.1	14.2	15.1	14.0	10.0
Ca	222	189	192	184	199	196	179	201	311	201	169	173	163	193	189	120
Cl	6.9	6.8	5.4	7.7	7.2	7.3	7.3	7.8	7.4	8.1	8.5	8.6	7.8	6.9	7.3	7.9
Br																
NO ₃	1.5	1.4	1.2	1.5	1.4	1.5	1.5	1.6	1.4	1.5	2.1	1.8	1.5	1.3	1.5	2.1
SO ₄	567	479	491	483	506	546	463	548	704	423	451	427	416	504	470	333
NH ₄	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
SiO ₂	17.8	18.5	17.5	21.8	17.8	17.9	17.9	18.5	17.9	17.0	17.8	19.7	17.0	16.4	16.6	22.3
Al	0.05	0.05	0.03	0.24	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.09	0.30	0.07	0.05	0.05	0.41
HCO ₃	12.4	11.1	10.6	8.2	10.4	11.0	10.3	11.8	10.8	10.3	9.4	7.3	7.9	8.8	8.4	4.7
EC	98	95	95	95	99	99	101	96	102	106	100	93	106	109	108	78
ORP	495	490	499	517	491	491	491	491	490	492	501	499	489	483	486	522
検体	H14-22	H15-d1	H15-d2	H14-24	H14-25	H15-d4	H15-d5	H15-S1	H15-S2	H16-0	H15-S4	H15-S5	H15-S7	H15-S8	H16-1	H16-2
調査年度	H14	H15	H15	H14	H14	H15	H15	H15	H15	H16	H15	H15	H15	H15	H15	H16
左岸右岸中央	左岸	左岸	左岸	中央	中央	右岸	右岸	右岸	左岸	左岸	中央	左岸	右岸	右岸	右岸	中央
流程距離 m	1590	1870	1870	2000	2050	2200	2205	2300	2690	3180	3210	3270	3910	3910	3930	3953
河道内位置	河床	側壁	側壁	河床	河床	側壁	側壁	河床	河床	側壁	側壁	側壁	河床	河床	河床	河床
湧水場所基質	砂礫	ブロック	ブロック	砂礫	砂礫	ブロック	ブロック	砂礫	岩盤	岩盤	岩盤	岩盤	砂利	砂利	砂礫	砂礫
採水月日	H14. 8.28	H15.12. 2	H15.12. 2	H14. 8.28	H14. 8.28	H15.12. 2	H15.12. 2	H15. 8.28	H15. 8.28	H16. 6.10	H15. 8.28	H15. 8.29	H15. 8.29	H15. 8.29	H15. 8.29	H16. 8.30
採水時刻	11 : 00	11 : 02	11 : 05	11 : 20	10 : 55	11 : 25	11 : 20	11 : 50	14 : 30	14 : 10	16 : 45	9 : 55	12 : 10	12 : 01	11 : 15	11 : 25
流量										0.00051		0.00007				
気温	27.1			28.3	28.3			20.2	20.3	19.8	19.8	25.5	27.8	27.8	23.3	23.3
水温(表流水)	21.0	11.6	11.6	22.4	23.1	11.6	11.6	18.3	18.3	22.1	18.1	16.3	20.0	20.0	22.4	21.9
水温(湧水)	19.0	12.7	11.8	18.9	16.9	11.6	13.7	17.7	15.1	17.8	16.9	18.0	18.0	18.0	20.0	19.6
河川(現地)EC								76	84.1	87.7	87.7	92.5	155	134		
湧水(現地)EC								75.6	77.1	65.8	65.8	29.4	125	78.5		
pH	7.04	5.30	5.13	5.83	7.13	7.08	5.33	6.97	7.01	7.04	6.96	6.10	6.64	6.41	6.60	6.63
Pb		0.462	0.437			0.063	0.310			0.016					0.130	0.031
Pbろ液	0.012			0.418	0.016	0.011		0.012	0.009			< 0.005	0.018	0.057	0.085	0.017
Cd		0.022	0.022			0.004	0.024			0.003		0.002	0.004	0.008	0.012	0.010
Cdろ液	0.011			0.033	0.008	0.004		0.005	0.004			0.002	0.004	0.008	0.012	0.010
Zn		4.98	5.11			1.09	5.37			0.53		1.32	2.40	2.81	2.88	2.22
Znろ液	1.23			3.74	1.12	1.08		1.01	0.79		0.55	1.32	2.40	2.81	2.88	2.22
SS						2		64	25		11	4	24	15		
F	3.6	0.4	0.4	1.1	3.5	1.2	0.9	1.5	1.3	0.1	0.9	0.1	2.8	2.6	3.7	3.8
Na	14.1	14.3	15.1	12.6	14.3	20.0	16.5	24.8	24.6	26.6	19.0	50.1	34.6	91.0	93.4	93.4
K	3.9	2.7	2.5	3.1	3.8	2.7	2.8	2.4	2.6	3.0	2.8	4.1	4.3	5.2	5.8	5.8
Mg	15.5	8.7	9.0	10.0	15.5	19.6	12.6	14.1	13.3	13.5	5.4	24.1	23.0	106.0	105.0	105.0
Ca	204	61	58	138	219	100	101	119	118	99	27	245	230	385	382	382
Cl	7.3	13.7	13.3	8.7	7.3	5.4	8.1	5.9	6.3	6.8	25.9	7.9	8.5	7.6	7.7	7.7
Br	<0.01	<0.01	<0.01			<0.01	<0.01	0.12	0.14	<0.01	0.15	<0.01	0.24	0.22	0.67	0.95
NO ₃	1.3	2.0	2.1	1.7	1.3	2.5	3.4	1.5	1.4	3.2	0.9	2.4	1.7	1.7	1.6	0.7
SO ₄	526	146	177	359	549	239	257	338	329	260	42	691	655	1004	996	996
NH ₄	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.08	0.01	0.22	0.27
SiO ₂	16.3	26.4	24.3	22.0	16.4	19.9	28.4	18.7	19.7	28.1	29.9	22.6	20.7	25.8	6.5	8.0
Al	0.05	0.33	0.23	0.51	0.07	0.02	0.16	0.05	0.05	0.08	0.08	0.09	0.09	0.08	0.15	0.03
HCO ₃	9.7	1.5	0.9	4.4	10.8	9.6	2.7	16.4	18.8	30.6	37.9	38.1	17.7	20.0	14.0	17.3
EC	109	40	35	77	111	74	56	72	71	16	62	26	127	117	169	168
ORP	479	580	593	406	483	519	591	489	478	485	537	541	451	492	440	316
検体	H16-3	H16-4	H16-5	H16-11	H16-6	H16-8	H16-10	H16-16	H16-17	H16-14	H16-15	H16-18	H16-19	H16-21	H16-22	
調査年度	H16	H16	H16	H16	H16	H16	H16	H16	H16	H16	H16	H16	H16	H16	H16	
左岸右岸中央	中央	中央	中央	左岸	中央	右岸	右岸	右岸	左岸	左岸	右岸	右岸	右岸	左岸	左岸	
流程距離 m	3970	4150	4160	4160												

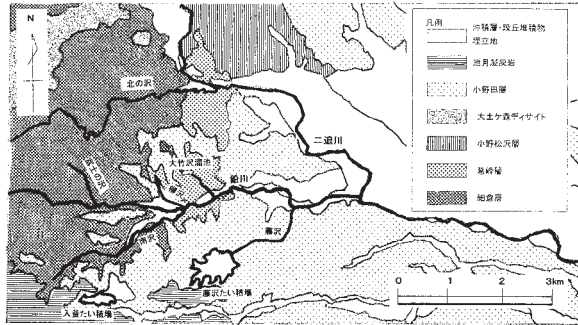


図3 地質図(土谷ら(1997)一部改変)

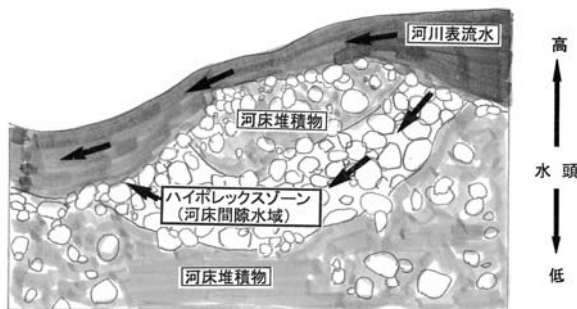


図4 ハイポレックス(河床間隙水域)の模式図

て河床に堆積したと考えるのが自然である。

鉱脈は海拔マイナス550mまで分布し坑道もその範囲に延びているが¹⁾⁵⁾、現在坑道は水没して海拔40mに水位が維持されている。鉛川の河床標高は、上流から正門前97m、細倉中央橋80m、佐野橋72m、五輪原橋59mであり、坑道水没水位より高いことから坑内水の湧出は考えにくい。鉱床分布域の東端から約3~4km離れている西角橋35mや久保橋27mでは坑道水没水位より低いものの、西角橋や久保橋付近には裂罅・割目がないことから坑内水の鉛川への湧出は考えられない。

鉛川沿いの沖積層と段丘堆積物は砂礫で構成され、帯水層だが、小野田層・葛峰層・細倉層は岩体で帯水層ではない。しかし、これらの地層の傾斜地では植生が発達し、土壌層には地下水面がある。降雨直後は中間流として鉛川へ流出するか、沖積層に浸透し地下水となって流動し鉛川を涵養していると考えられる。

以上から、鉛川河川中の高濃度Pbなど重金属の原因は「地質構造由来の自然汚濁」ではないと考えられる。

4.2 湧水の湧出機構

湧水は47カ所存在した。15カ所は側壁湧水であり、その内6カ所は湧出量を把握できた。

河床湧水の湧出量測定は、湧出点を挟む上下流の流量を測定しその差分としたものの、湧出量を測定することができなかった。しかし、鉛川本流の流量は測定できた。その結果は湧水調査区間で流量の増減が数多く見られた。流量の増減は、表流水が出入りする河床堆積物すなわち「ハイポレックスゾーン(河床間隙水域)」^{8)~11)}にあると考えると合理的である(図4)。

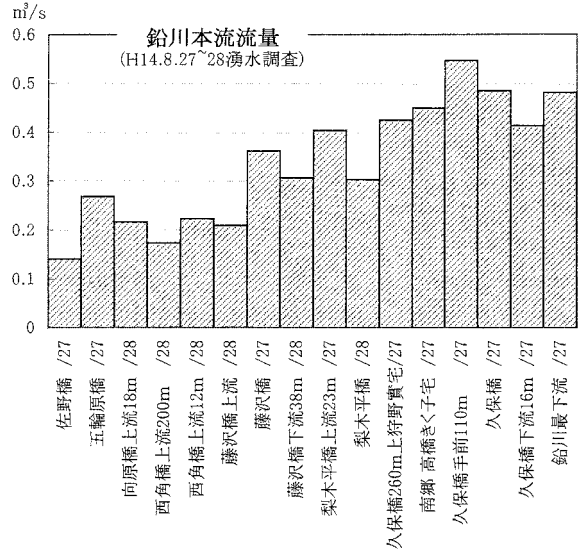


図5 鉛川本流流量図(平成14年8月27日~28日)

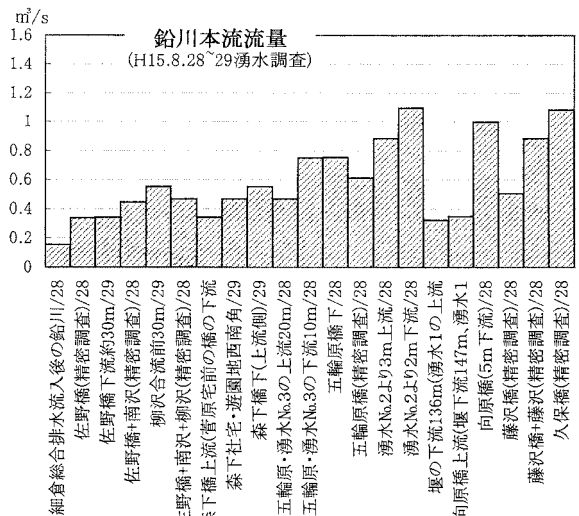


図6 鉛川本流流量図(平成15年8月28日~29日)

すなわち、河川表流水が流下に伴ってハイポレックスゾーンへ浸入する流量は河川流量に対して減少分であり、下流側でハイポレックスゾーンから浸出する流量は河川流量に対して増加分であると考えた。

本川流量が最も減少する区間は五輪原橋から向原橋付近であり、前述したようにこの区間の地形は谷口の出口に当たり、河道勾配約3/100と流域のうち最も急峻であることから、相当量の河床堆積物が埋積するハイポレックスゾーンが存在し、一方向原橋から二迫川合流点までは河道勾配約9/1000と緩く、氾濫原に埋積した間に富む旧河道のハイポレックスゾーンからの流入水があることは容易に想定できる(図5・図6)。

一方、あきのり橋(細倉中央橋より200m下流)付近から上流は、露頭が多数見られ、地中には鉱脈が存在すると推定された。また、事業場内外には大小10ヶ所以上の捨石たい積場が分布し¹²⁾、これらの浸透水を

回収し坑廃水処理施設で処理されているものの、施設の老朽化などで回収漏れも考えられる。従って、総合排水中に含有されないCd・Pb・Znが、佐野橋付近で検出されたと考えられる。

佐野橋より下流の河床湧水のうち、高濃度湧水は前述のとおり地質的要因は考えにくく、別な要因を考慮してはならない。降雨直後（平成15年12月2日）の護岸ブロックからの中間流出的な性質の湧水、後述する浸漬試験などにより、ハイポレックスゾーン中の鉱石・ズリ・脈石などからの重金属の溶出を考えた。

特に高濃度重金属含有の湧水は、地下水の水みちに高品質の脈石が埋没しており、浅い地下水と接触し、硫化鉱物をSO₄に酸化し、重金属を溶出すると考えられる。

4.3 湧水の多成分のパターンダイアグラム

多成分のパターンダイアグラムから湧水を分類すると、A～D群の4群に分類される。A群（H14-2,3,5,7,8,9,10,11,14,19,21,22,25, H15-d4,S1,S2）はほぼ表流水と同濃度だが、Pdは低濃度であり、より上流で表流水が伏流し再湧出したハイポレックスゾーン水と考えられる。B群（H14-6,16,17,18,20,24,H15-d1,d2,d3,H16-11,6,8,21,22）は、A群に比べてCd, Pbが高濃度で、前述した典型的「高濃度湧水」である。C群（H16-0,H15-S4,S5,H16-16,15,19）は各成分とも低濃度で、山地溪流の基底流出水の水質に分類できる。D群（H15-S7,S8,H16-1,2,3,4,5,17,14,18）はF, SO₄, Mg, Cd, Pbが高濃度、CdまたはMgが高濃度でもある（図7）。

鉛川の中下流でCd, Pb, Znの負荷を増大させる要因は、B群の湧水であると考えられる。

4.4 主成分分析による湧水の解析

pH, Pb, Cd, Zn, F, Mg, Ca, SO₄, SiO₂, HCO₃の10成分データが測定された46湧水を用いて主成分分析を行った。その結果、第3成分までで累積寄与率は約82%に達し、鉛川の湧水の特性は次のような少数の主成分で集約された。第1主成分は正の値がSiO₂, Zn, Pb, Cd, HCO₃の順で高く、負の値はCa, SO₄, Mg, F, pHの順で高い。このことから、ハイポレックスゾ

ンからの重金属、SiO₂の溶出と事業所系排水等の総合的な湧水水質への影響指標を示すと考えられる。第2主成分は正の値でZn, Pb, Cd, Zn, Fの順で高く、負の値を示したのはpHとHCO₃であることから、pHとHCO₃によりハイポレックスゾーンから溶出した成分と解釈される。第3主成分は正の値でPbが高いことから、Pbを強く反映する湧水といえる。鉛川の湧水水質は、ハイポレックスゾーンからの溶出成分、事業所系排水由来成分、Pbを含有することで説明できると考えられる。

さらに、主成分のスコアを用いたクラスター分析により、湧水の水質を区分した。非類似度を示すデータ間の距離の計算には標準化ユークリッド平方距離を用い、クラスター間の結合にはウォード法を使用した。類似度の高いクラスターを結合させた結果、3つの水質区分に分類された。の水質区分は向原橋～二迫川合流点の事業所系排水由来の河川水が伏流し再湧出した湧水（ハイポレックスゾーン水）であり、前述のA

表2 主成分分析結果

変数名	主成分1	主成分2	主成分3
pH	-0.265	-0.358	-0.381
Pb	0.202	0.445	0.342
Cd	0.124	0.345	-0.574
Zn	0.215	0.525	-0.239
F	-0.325	0.282	-0.270
Mg	-0.340	0.240	-0.060
Ca	-0.459	0.154	0.081
SO ₄	-0.442	0.245	0.036
SiO ₂	0.444	0.051	-0.182
HCO ₃	0.045	-0.235	-0.484
固有値	4.113	2.523	1.54
寄与率 (%)	41.13	25.23	15.40
累積寄与率 (%)	41.13	66.36	81.76

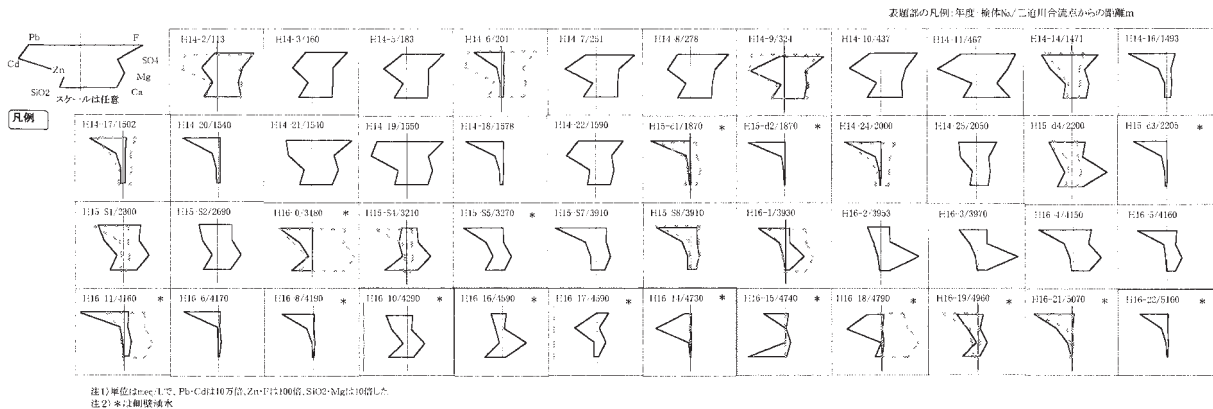


図7 多成分のパターンダイアグラム

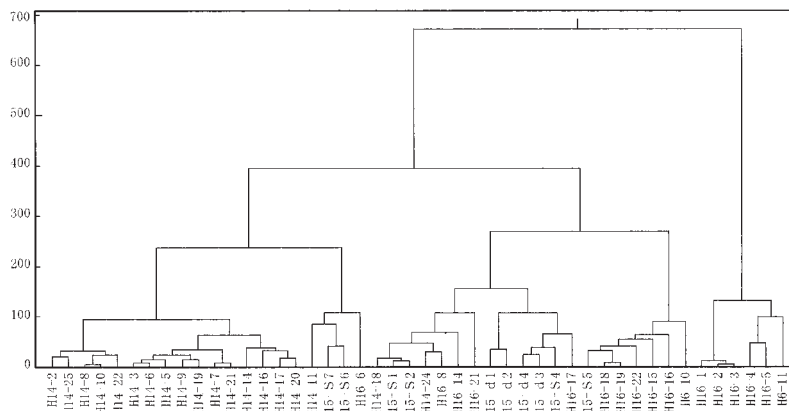


図8 デンドログラム

表3 河床堆積物の浸漬実験結果

		超純水	浸漬水中の濃度					河川水
		(浸漬水)	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	(2003/10/8)
回収量	mL	1500	1200	1480	1480	1510	1490	
pH		5.50	6.16	6.28	6.49	6.60	6.60	7.24
R-pH			6.24	6.76	6.78	6.74	6.76	
EC	mS/m	0.134	103.3	56.5	27.3	20.4	9.36	142.5
Pb	mg/L	<0.001	0.382	0.179	0.082	0.073	0.029	0.015
D-Pb	mg/L		0.117	0.038	0.011	<0.001	0.011	
Cd	mg/L	<0.001	0.052	0.034	0.017	0.013	0.013	0.003
D-Cd	mg/L		0.049	0.021	0.016	0.012	0.009	
Zn	mg/L	0.02	4.45	3.21	1.77	1.41	0.68	0.92
D-Zn	mg/L		4.20	1.84	1.70	1.36	0.67	
Li	mg/L	<0.01	0.04	0.01	0.02	0.01	0.01	<0.01
Na	mg/L	<0.01	68.69	41.24	4.54	3.82	3.54	62.42
NH ₄	mg/L	<0.01	0.28	0.12	0.08	0.07	0.07	0.27
K	mg/L	<0.01	5.67	2.66	2.20	1.90	1.84	4.05
Mg	mg/L	<0.01	11.18	3.21	3.07	1.93	2.05	66.41
Ca	mg/L	<0.01	198.9	53.9	39.9	29.2	28.2	525.3
F	mg/L	<0.01	2.52	2.36	2.47	2.32	2.02	1.87
Cl	mg/L	0.02	2.64	0.80	0.68	0.47	0.40	4.44
NO ₂	mg/L	<0.01	0.35	0.15	0.11	<0.01	<0.01	<0.01
Br	mg/L	<0.01	0.11	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.17
NO ₃	mg/L	<0.01	6.99	1.58	1.14	0.79	0.60	3.71
SO ₄	mg/L	<0.01	646.0	164.2	118.8	89.25	86.34	1956
SiO ₂	mg/L	<0.01	18.56	12.94	11.87	12.18	12.06	11.23
Al	mg/L	<0.01	0.34	0.14	0.11	0.13	0.12	0.04

注1) 空欄は測定値なし

群（以下同様）に当たる。の水質区分は向原橋～西角橋のハイポレックスゾーン水及び河岸段丘堆積物の脈石と浅い地下水の反応由来の湧水，そして細倉中央橋上流の山地斜面基底流出水が側壁から湧出した湧水であり，前者はB群，後者はC群に当たる。の水質区分はあきのり橋～佐野橋の露頭地帯からの湧水でD群に当たると解釈できる（図8）。

4.5 河床堆積物の浸漬実験

各成分とも1日目に溶出するが，Pb，Znは5日目で

河川水より低くなり，Cdは5日目でも河川水より高値である。K，Cl，NO₃は2日目から河川水より低値で，Ca，SO₄，Mgは1日目から低い。F，SiO₂は河川水と同濃度で，Alは河川水よりも高い（表3）。

浸漬実験の結果は，河川表流水が河床堆積物に出入した（ハイポレックスゾーン）水質がPb，Zn，Cd，Alは高く，一方Ca，SO₄，Mgの陽・陰イオンが少ないのが特徴であることを示唆している。

5 ま と め

鉛川の湧水中のPbやCdなど重金属と一般水質の調査を3年間にわたり実施し、湧水の湧出機構を検討し、これらのデータの統計解析した結果、次のことが明らかとなった。

- 1) 湧水の水質及び流量はハイポレックスゾーン(河床間隙水域)の存在により影響を受ける。
- 2) 多成分パターンダイアグラムにより4群に分類され、A群はほぼ表流水と同濃度だが、Pdが低濃度のハイポレックスゾーン水、B群はA群に比べてCd、Pbが高濃度の典型的「高濃度湧水」、C群は各成分が低濃度の山地溪流基底流出水水質、D群はF、SO₄、Mg、Cd、Pbが高濃度で、Cd又はMgが高濃度の湧水である。
- 3) クラスタ分析から3つの水質区分され、1つは向原橋～二迫川合流点でハイポレックスゾーン水、2つは向原橋～西角橋でのハイポレックスゾーン水及び浅い地下水と河岸段丘堆積物中の脈石との反応由来の湧水、そして細倉中央橋上流で山地斜面基底流出水が側壁から湧出した湧水、3つにはあきのり橋～佐野橋の露頭地帯からの湧水であると解釈できる。
- 4) 河床堆積物の実験結果から鉛川のハイポレックスゾーン水は重金属濃度が高く、陽・陰イオン濃度が低い。

謝 辞

本調査を進めるにあたり、ご協力をいただいた旧鷺沢町町民課職員各位、栗原保健福祉事務所環境衛生部職員各位、細倉鉱業(株)の関係各位に心よりお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 宮城県生活環境部：宮城県における公害事例集, 75 (1977)。
- 2) 宮城県公害規制課：鉛川の精密調査結果について, (1979)。
- 3) 宮城県保健環境部環境管理課：鉛川環境汚染調査, (1990)。
- 4) 宮城県：宮城県環境白書, (1976～2004)。
- 5) 北村 信, 中川久夫：土地分類基本図「岩ヶ崎」5万分の1. 15, 宮城県企画部土地対策課, (1991)。
- 6) 土谷信之, 伊藤順一, 関 陽児, 巖谷敏光：地域地質研究報告 5万分の1地質図幅秋田(6)第68号「岩ヶ崎地域の地質」, 地質調査所, (1997)。
- 7) 宮城県公害対策局：公害資料, 10, 314(1973)。
- 8) Stanford, J.A. and Ward, J.V. : Nature, 335, 64(1988)。
- 9) T.C. Winter, J.W. Harvey, O.L. Franke and W.M. Alley : U.S. Geological Survey Circular, 1139, 16(1998)。
- 10) 高橋剛一郎, 太田猛彦：溪流生態砂防学, 東京大学出版会, 13(2000)。
- 11) S. Lamontagne, A.L. Herczeg, J.C. Dighton, J.L. Pritchard, J.S. Jiwan, T.C. Winter, J.W. Harvey, O.L. Franke, W.M. Alley : Technical Report 42/03. CSIRO Land and Water, 22 (2003)。
- 12) 関東東北鉱山保安監督部：大気汚染防止法第条第項の規定による通知, (2005)。

伊豆沼の水生植物分布調査（水質浄化に関連して）

Investigation on Distribution of Aquatic Plants in Izunuma connecting with Water Pollution Control

渡部 正弘 佐々木 久雄 小山 孝昭
阿部 郁子 牧 滋 大庭 和彦*

Masahiro WATANABE, Hisao SASAKI, Takaaki KOYAMA
Ikuko ABE, Shigeru MAKI, Kazuhiko OHBA

伊豆沼・内沼は、宮城県に残されている貴重な湿地で、「特に水鳥の生息地として重要な湿地に関する条約（ラムサール条約）の登録湿地」に指定されている。県もその重要性を踏まえて、平成5年に「伊豆沼・内沼環境保全計画」を策定し、水質改善・浅底化防止を課題として掲げ、下水道整備等の対策を行っているものの、沼の水質の顕著な改善に繋がっていない。そこで、伊豆沼・内沼における水質浄化に関連して「水生植物分布調査」を実施し、水生植物の窒素や燐含有量の測定を行った。水生植物は生育期には水質浄化に役立つが、枯れて分解すると沼水の栄養塩類の濃度を高める作用をする。水質浄化を効果的に行うには分解によって栄養塩類が増加する秋から冬の時期に導水を利用し沼水を流下させる等の具体的な検討が必要と考えられる。また、巻上時に底質を除去する「巻上除去法」試験を2回実施したので併せて報告する。

キーワード：伊豆沼・内沼，湖沼，水生植物，巻上，水質浄化

Keywords : Izunuma&Uchinuma, lake&marshes, aquatic plant, Resuspension Phenomenon, water pollution control

1 はじめに

伊豆沼・内沼は、宮城県に残されている貴重な湿地で、昭和60年（1985年）にラムサール条約の登録湿地に指定されている。県は水鳥の生息環境を保全する観点から、水質改善・浅底化防止を重要課題¹⁾として、いくつかの対策を実施してきているが沼の水質の顕著な改善に繋がっていない。そこで、平成14年度から沼内に生息する動植物による水質浄化能の調査検討を始めた。平成16年度は伊豆沼での水生植物の現況を把握するため「水生植物分布調査」を実施し、併せて水生植物の窒素や燐含有量の測定を行った。水生植物は生育期には栄養塩類を吸収し、水質汚濁の原因になる植物プランクトンの発生を抑制する。しかし、昨年実施した水生植物室内分解試験²⁾では、その分解過程において窒素や燐の溶け出しが認められ、沼でも水生植物の枯死分解に伴い栄養塩類の濃度が高くなることが示唆された。伊豆沼・内沼では、流入河川の水量が少ないため栄養塩類は沼からほとんど流出しない。そこで水質浄化のためには、水生植物等の分解によって栄養塩類が増加する時期に導水を利用し沼水を流下させる等の検討が必要と考えられる。平成11年度から巻上時に沼水を流下させ底質を除去する「巻上除去法」試験を行っているが、平成16年度に2回試験を実施したのでこれも併せて報告する。

1.1 水生植物分布調査

水生植物の存在は健全な沼の環境保全に重要な役割を担っている。水生植物は栄養塩類を吸収したりその葉が光を遮蔽する効果により水中プランクトンの過度な増殖を抑え、魚類に産卵や隠れ家としての重要な場所を提供する等水質浄化に役立つといわれていることから、動植物による水質浄化能調査の一環として、「水生植物分布調査」を実施するとともに水生植物の窒素や燐含有量の測定を行った。

1.2 巻上除去法試験

一般的に湖沼は河川と異なり流れがほとんどなく泥が堆積しやすい。河川から流入した泥や内部生産物の堆積等により水深が次第に浅くなり、ついには陸地化してしまう運命にある。伊豆沼・内沼の湖面積は合わせて約3.9km²と宮城県内で最大の自然湖沼であるが、最大水深が約1.4mと浅く、地形的に流出河川荒川の勾配が非常に緩やかで沼水が流出しにくい構造となっているため、泥が堆積しやすく浅底化及び富栄養化が問題となっていた。そこで、利水の必要のない冬季に、一迫川からの導水により沼の水位を上げ、満水にして待ち、強い北西風が吹き沼の底質が強く巻き上がった時点で堰を下げれば、沼水の流下と共に一気に底質を除去でき、生物への底生環境を損なわずに浅底化防止と水質改善が図られると柴崎が提案³⁾していた。この「巻上（まきあがり）除去法」の試験を平成12年か

* 栗原保健福祉事務所

ら、年に1, 2回程度の頻度で実施し、風と除去量等データの積み重ねを行っている。今年度はこの試験を平成16年12月に2回実施した。

2 調査・試験方法

2.1 水生植物分布調査

平成16年8月10日に、伊豆沼に船を浮かべ、目測にて植物の種類、水平分布を調査した。また、優占しているヒシについて比較的密度の高い1地点で坪刈りを行った。植物体の分析は、強熱減量は底質調査法に準じ、窒素はCHNS計により、燐はペルオキソ二硫酸カリウム分解モリブデン酸アンモニウム吸光光度法により行った。

2.2 巻上除去法試験

1回目：平成16年12月17日13時から18日12時までの約23時間

2回目：平成16年12月21日15時から23日14時までの約47時間

風向風速は、伊豆沼・内沼サンクチュアリセンターでの測定結果を用いた。沼の排出水量は、迫土木事務所が設置している伊豆沼出口下流の荒川沼口橋の水位の変化により把握した。採水は、沼口橋において行なった。沼底質の除去量は、沼の水位の減少量に沼の面積を乗じて求めた総排出水量と、伊豆沼出口でのSS平均濃度の積により算出した。

3 結果と考察

3.1 水生植物分布調査

平成16年8月10日に実施した水生植物の水平分布を図1に示す。平成10年8月の増水により沼の大部分を占めていたハスが枯れ、その後も夏の台風や大雨のためあまり増えていない。平成15年度は沼の大部分が、ヒシ・ガガブタによって占められていたが、平成16年度はガガブタが減ってヒシが優占していた。

平成15年度に実施した水生植物分解試験²⁾では、分解過程において、窒素がアンモニアから亜硝酸を経て硝酸に変化した。伊豆沼の水質は、秋から春までの時期に窒素が $\text{NH}_4\text{-N}$ から $\text{NO}_3\text{-N}$ に変化する傾向があり、この実験結果はそれによく符合している。沼で水生植物の分解等によって栄養塩類が増加する秋から冬の時期に、導水を利用し沼水を流下させる等の具体的な対応が必要と考えられる。

水生植物の分析結果を表1に示す。分析した植物の中ではヒシ、ハスの窒素・燐の含有量が比較的多くなっている。ヒシの坪刈り調査の結果は $0.32\text{ dry}\cdot\text{kg}/\text{m}^2$ であった。

3.2 巻上除去法試験

平成16年度の試験は12月に2回実施した。

第1回目は平成16年12月17日13時から18日12時まで約23時間実施した。試験実施による伊豆沼・内沼の水位低下は約10cmであり、沼からの総排水量は約39万 m^3 、

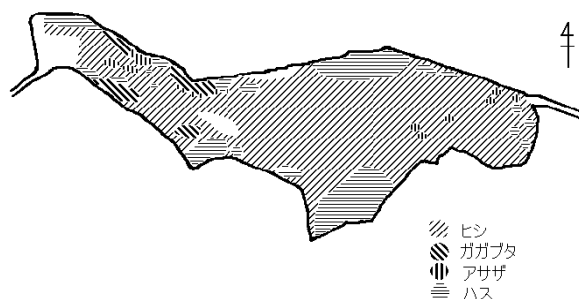


図1 伊豆沼水生植物分布 (H16.8.10)

表1 水生植物の分析結果 (乾重当り)

植物・部位	IL (%)	N (%)	P (%)
ハス葉	90	4.3	0.63
ヒシ葉	93	3.7	0.34
ガガブタ葉	94	2.8	0.29
アサザ葉	93	2.8	0.28
ハス茎	83	1.6	0.27
ヒシ茎	86	2.1	0.27
ガガブタ茎	89	2.2	0.36
アサザ茎	93	1.9	0.19

SSの平均値は $170\text{mg}/\text{l}$ で底質除去量は約66tと推定された。16日から17日にかけて強風が吹き風向は概ね北であった。試験を開始して間もなく風が弱くなったがそれまでの巻上げの影響が沼出口でのSS濃度は大きく、底質除去量は多かったものと推測された。

第2回目は、平成16年12月21日15時から23日14時まで約47時間実施した。試験実施による伊豆沼・内沼の水位低下は約15cmであり、沼からの総排水量は約59万 m^3 、SSの平均値は $300\text{mg}/\text{l}$ で底質除去量は約180tと推定された。前日の20日までは風が弱かったが、21日の朝から強風が吹いた。風向は概ね西北西で、濁りの強い部分が沼の出口方向と同じになったと予測され、風の強さの割にSS濃度が高く底質除去量は多かったものと推測された。採水は昼間のみのため夜間の分は推定値となるが、平成16年度の2回の試験は比較的底質除去量が多かったものと試算された。

巻上除去法は浅底化防止、底質改善にかなり効果があるものと考えられる。

これまでの巻上除去法試験から、底質除去量は風向と水量に関連性があり、沼出口方向の概ね西北西の風の時にSS濃度が高く、その時に排水量が多いと流速が早くなりさらに底質除去量が多くなる傾向があるものと考えられる。

「巻上除去法」試験は風や利水の関係で、年に1, 2回しか実施できないため、今後も風の向きや吹き方、水位の状況等種々の条件下で実施してきめの細かいデータを蓄積し、適切な実施方法の確立とその効果の検証

を行なっていく必要があると考えられる。

4 ま と め

「巻上除去法」試験は平成16年12月に2回実施し、底質排出量が比較的多く、底質改善にかなり効果があるものと考えられる。

「巻上除去法」試験は風や利水の関係で、年に1,2回しか実施できない状況下にあるが、今後も風向、風速、風の吹いている時間、水位の状況等種々の条件下で実施してデータを蓄積し、適切な実施方法の確立とその効果の検証を行なっていく必要があると考えられる。

「水生植物分布調査」を伊豆沼で実施した。平成15年度はヒシ・ガガブタで占められていたが、平成16年度はヒシが優占していた。

水生植物の分解によって栄養塩類が増加する時期に導水を利用し沼水を流出させる手法を提案し水質浄化に結びつけていきたい。

5 謝 辞

伊豆沼・内沼環境財団には巻上除去法試験の採水、三町排水組合には堰操作、迫土木事務所には水位データの提供、東北大学工学部西村研究室には水生植物分布調査及び元素分析で協力をいただいた。関係者に感謝いたします。

6 参 考 文 献

- 1) 宮城県, 伊豆沼・内沼環境保全対策基本計画書(1992).
- 2) 渡部正弘, 栗野健, 小山孝昭, 佐々木久雄, 大庭和彦, 伊豆沼の植物と内沼の貝分布調査, 宮城県保健環境センター年報, 22, p115, (2004).
- 3) 柴崎徹, 「日本の水環境」第2巻東北編: 日本水環境学会編, pp40, (2000).

市販食肉等からのカンピロバクター検出と低温保存での菌消長

Detection of *Campylobacter* in Meats and Survival of *Campylobacter* at Low Temperature

渡邊 節 川野 みち 小林 妙子
山田 わか 齋藤 紀行 川向 和雄*

Setsu WATANABE, Michi KAWANO, Taeko KOBAYASHI
Waka YAMADA, Noriyuki SAITO, Kazuo KAWAMUKAI

2004年6月から2005年1月まで、県内市販食肉42検体、と畜場の牛胆汁30検体、計72検体についてカンピロバクターの検出を試みたところ、23検体(31.9%)から菌を検出した。また、簡易定性検査法として実施した食肉包装パック内の浸出液32検体中9検体(28.1%)から菌を検出した。検体中のカンピロバクター菌数は食肉等では800cfu/g以下であったが、牛胆汁は $10^3 \sim 10^6$ cfu/gと高い汚染であった。分離された菌株の血清型別は主にBおよびD群が多く検出され、また薬剤感受性試験は26菌株のうち3菌株がニューキノロン系薬剤に耐性を示した。豚レバーを用いたカンピロバクターの保存温度別の菌消長実験の結果、4℃、-20℃いずれの温度でも減少率が小さいことが確認された。

キーワード：カンピロバクター；市販食肉；牛胆汁；浸出液；消長

Keywords : *Campylobacter* sp. ; commercial meat ; bovine bile ; weep ; survival of *Campylobacter*

1 はじめに

近年、わが国におけるカンピロバクター食中毒は増加傾向にあり、2003年の食中毒事件数は491件と第2位のサルモネラ350件を大きく上回っている¹⁾。カンピロバクターは家畜や家禽の腸管内に広く分布していることから、と畜場や食鳥処理場の解体工程で食肉を汚染することがあり、これが食中毒発生の要因になると指摘されている。1982年、本県で鶏肉を原因とする集団食中毒が報告されて以来²⁾、国内で鶏肉を原因とする食中毒が数多く報告されてきた。一方、原因食品となる多くの食肉、特に鶏肉では高率に汚染されていることが報告されている^{3)~6)}。2003年、本県において、牛レバーが原因食品と推定された本菌による食中毒事例が数件発生したことから⁷⁾、カンピロバクター食中毒予防のために、県内で流通する牛レバーを含めた市販食肉汚染実態を把握することが重要と考えられた。そこでカンピロバクターの汚染状況を市販食肉と牛レバーの汚染源と推定されている⁸⁾牛胆汁について実施した。カンピロバクターの検出は、通常検査対象をホモジナイズした直接分離法あるいは増菌分離法が用いられる。我々は、簡易定性検査法として食肉包装パック内に浸出した液(浸出液)を利用して菌の検出が可能であるかについても検討した。一方、カンピロバクター食中毒ではその発症菌量が少ないことが指摘されている⁹⁾。このことから、流通過程で食肉中の

菌の増減を把握することが重要であると思われた。そこで、食肉等の低温保存における菌の生残性を、4℃および-20℃で消長実験として行ったので報告する。

2 材 料

2.1 供試検体

2004年6月から2005年1月に、県内で購入した市販食肉22検体(内訳：鶏肉11検体、豚肉6検体、牛肉5検体)、内臓20検体(内訳：鶏レバー11検体、豚レバー5検体、牛レバー4検体)、食肉包装パック内に浸み出した液(浸出液)32検体(内訳：鶏肉由来22検体、鶏レバー由来10検体)およびと畜場から分与された牛胆汁30検体、計104検体を供試検体とした。

2.2 培地

カンピロバクターの菌分離にはCCDA培地(OXOID)を、増菌用としてプレストンカンピロバクター選択増菌培地(OXOID:Preston)およびボルトン選択増菌培地(OXOID:Bolton)を用いた。

2.3 消長試験用菌

本実験には鶏肉由来の*Campylobacter jejuni*(*C. jejuni*) Cp40株を用いた。

3 方 法

3.1 試料の調整

食肉やレバーは25gを秤量し、Preston培地100mlを加

* 現 食と暮らしの安全推進課

え約1分間ホモジナイズした5倍乳剤を試料とした。簡易定性検査法として、食肉包装パック内の浸出液あるいはパック内の浸出液の浸み込んだ敷紙を検査対象とし、これらをbolton培地に添加・浸漬して培養した。牛胆汁は25mlを無菌的に採取しPreston培地225mlを加え、10倍希釈液としこれを試料とした。

3.2 カンピロバクターの分離

鶏肉等からのカンピロバクター検出は、CCDA培地を用い直接平板塗抹法による定量法で行った。すなわち、各検体は10倍階段希釈により調整し、これをCCDA 2枚に0.1ml滴下しコンラージ棒で塗抹した。42-48時間微好気(N₂:85%, CO₂:10%, O₂:5%)培養後、平板培地上の集落を常法⁹⁾およびPCR法¹⁰⁾を用いた特異遺伝子の確認により*C. jejuni*、*C. coli*を同定し、集落数を求め、2枚の平均値から1g当たりの菌数(cfu/g)を算定した。

3.3 血清型別

分離した*C. jejuni*は市販のカンピロバクター免疫血清(デンカ生研)を用いてPennerの血清型別試験を行った。

3.4 薬剤感受性試験

薬剤感受性試験は、ドライプレート(栄研化学)を用い微量液体希釈法で実施した。それぞれの被検菌をミューラーヒントン培地に37-48時間微好気培養後、希釈しマクファランド1に調整し17薬剤ABPC(アンピシリン), PIPC(ピペラシリン), CEZ(セファゾリン), CTM(セフォチアム), CCL(セファクロル), FMOX(フロモキシセフ), CPDX(セフポドキシム), AZT(アズトレオナム), IPM(イミペネム), MEPM(メロペネム), GM(ゲンタマイシン), AMK(アミカシン), MINO(ミノサイクリン), FOM(ホスホマイシン), LVFX・ST(レボフロキサシン・スルファメトキサゾールトリメトプリム)に対する感受性試験を実施した。

3.5 カンピロバクターの低温保存での消長実験

*C. jejuni*Cp40株をPreston培地で24時間微好気培養し、これをPBSで希釈し、最終濃度が10²/g・ml(実験Aとする)と10³/g・ml(実験Bとする)の2濃度に調整した。それぞれの菌液をPBSおよびカンピロバクター陰性の豚レバー乳剤に添加し、これを50ml容量のファルコンチューブ各6本に分注し4-および-20の各温度に保存した。保存後1日、3日、5日、7日および14日目に菌数を測定した。すなわち上述の5倍乳剤を空の試験管3本に分注し、さらに乳剤の1ml、0.1ml、必要に応じて0.01mlを10mlのPreston培地3本ずつに接種したMPN3本法を行った。各濃度のMPN管は42-24時間微好気培養した後、各管から1白金耳をCCDA培地に塗抹し、42-48時間微好気培養した。培地上の集落を常法およびPCR法でカンピロバクターと同定し、試験管のカンピロバクター陽性本数を最確数表にあてはめ、MPN値を求めた。

4 結 果

4.1 食肉の検出状況

表1に食肉等からのカンピロバクターの検出状況を示した。調査した食肉のうち鶏肉11検体中6検体(54.5%)、鶏レバー11検体中10検体(91.0%)、牛レバー4検体中1検体(25.0%)から*C. jejuni*が検出されたが、豚肉、牛肉、豚レバーからは菌が検出されなかった。なお、結果は示していないが、ムネ、モモ、ササミ等の鶏肉の部位別検出率に差はなかった。牛胆汁30検体中6検体(20.0%)から*C. jejuni*が検出され、1検体(3.3%)からは同時に*C. coli*が検出された。

4.2 食肉のカンピロバクター菌数

直接塗抹法によるカンピロバクターの定量検査の結果を示した(表2)。鶏肉では1検体から50cfu/gが検出されたが残りの5検体は50cfu/g未満であった。鶏レバーでは50cfu/gが1検体、10²オーダーが7検体検出された。それ以外の2検体は50cfu/g未満であった。牛レバーも50cfu/g未満であったが、牛胆汁検体からの検出菌量は10³オーダーが1検体、10⁴オーダーが1検体、10⁵オーダーが3検体、10⁶オーダーが1検体であった。

4.3 鶏肉包装の浸出液からの検出

簡易定性検査法として、浸出液をbolton培地で増菌培養し、菌検出を行った。その結果、鶏肉22検体中6

表1 食肉等からのカンピロバクター検出状況

検体名	検体数	陽性検体数		検出率(%)
		<i>C. jejuni</i>	<i>C. coli</i>	
鶏肉	11	6	0	54.5
豚肉	6	0	0	0
牛肉	5	0	0	0
鶏レバー	11	10	0	91.0
豚レバー	5	0	0	0
牛レバー	4	1	0	25
牛胆汁	30	6	1*	20
計	72	23	1	31.9

*同一検体から*C. jejuni*、*C. coli*を分離した。

表2 カンピロバクター生菌数(直接法)

検体名	陽性数	菌数(cfu/g・ml)						
		<50	50-100	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶
鶏肉	6	5	1					
鶏レバー	10	2	1	7				
牛レバー	1	1						
牛胆汁	6				1	1	3	1
計	23	8	2	7	1	1	3	1

検体 (27.3%), 鶏レバー10検体中3検体 (30.0%), 計9検体 (28.1%) から *C. jejuni* が検出された (表3)。

4.4 血清型別

鶏肉由来14菌株, 鶏レバー由来35菌株, 牛レバー由来2菌株および牛胆汁由来18菌株合計69菌株を分離し, これらについてPenner型別法による血清型別試験を行った。その結果, B, D群が各10菌株 (各14.5%) と最も多く, Y群が4菌株 (5.8%), I, N, O群が各3菌株 (4.3%), Z6群が2菌株 (2.9%), A, C, L, R, Z4, Z5, D・S混合, L・S混合, R・Z混合群が各1菌株 (1.4%) ずつであったが, 25菌株は型別不能 (UT: 36.2%) であった (図1)。鶏肉や鶏レバー由来の49株はBとD群が計18菌株 (34.7%) であった。牛胆汁では18菌株中B群が2菌株 (11.1%), 型別不能が13菌株 (72.2%) であった。

4.5 薬剤感受性試験

分離菌26株について17種の薬剤に対する感受性試験を実施した結果, 鶏肉, 鶏レバー, 牛胆汁各1菌株計3菌株からニューキノロン系薬剤LVFXに耐性を示した。

4.6 カンピロバクターの低温保存における消長実験

実験A: 菌をPBSに添加して4に保存した場合では7日目まで徐々に減少し, 14日目では検出されなかった。-20保存では, 1日目から菌は検出されなかった。一方, 豚レバー乳剤における菌の消長は4保存で7日目まで $10 \sim 10^2$ オーダーの菌量が検出された。-20保存では1日目で 10 オーダーとなったが, 5日目まで菌量が維持された。14日目ではいずれの検体からも菌は検出されなかった (図2)。

実験B: PBSに菌を添加し, 4あるいは-20で

保存した場合の菌の減少は実験Aと同じ挙動を示した。一方, 豚レバー乳剤の4, -20保存とも7日目まで $10^2 \sim 10^3$ オーダーで実験Aと同じ減少傾向であったが, 14日目でも $10^2 \sim 10^3$ オーダーが検出された (図3)。

5 考察

近年, カンピロバクターによる食中毒が全国的に多発し食中毒発生件数の30%以上を占めている。カンピロバクター食中毒の原因食品は主に鶏肉とされているが, 牛レバーが原因の事例も多い。国内外の研究者によると鶏肉等からのカンピロバクター検出率は40%以上, 牛レバーからは10%以上であるとされている^{3)~6)}。今回実施した市販鶏肉におけるカンピロバクター汚染実態調査の結果, 菌検出率は鶏肉で54.5%, 鶏レバー91.0%, 牛レバー25.0%と, 本県においても市販食肉がカンピロバクターに汚染されていること, また, 肉よりもレバーの方が高率に汚染されていることが確認された。牛レバーの汚染は胆汁中の菌によると考えられることから, 牛胆汁について菌検出を行った結果, 30検体中6検体 (20.0%) から *C. jejuni* が検出された。1検体からは *C. coli* も同時に検出された。

直接塗抹法で算出した食肉中の菌量は, 鶏肉で1検体が50cfu/gで, 他の5検体は検出限界以下であった。鶏レバーは 10^2 /gオーダーのものが7検体で全体の70%を占め, 食肉より内臓の方が汚染が高い値を示した。川森ら¹¹⁾も, 市販食肉から検出される菌数はg当たり100以下であることを報告しており, 食肉の菌汚染程度は低いと思われた。しかし, 胆汁中の菌量は多く, 胆汁中のカンピロバクターは4保存で約2週間

表3 浸出液からのカンピロバクター検出

検体名	検体数	陽性検体数		検出率 (%)
		<i>C.jejuni</i>	<i>C.coli</i>	
ムネ肉	7	2	0	28.6
モモ肉	11	2	0	18.2
手羽肉	10	3	0	30.0
レバー	4	2	0	50.0
計	32	9	0	28.1

分離株数

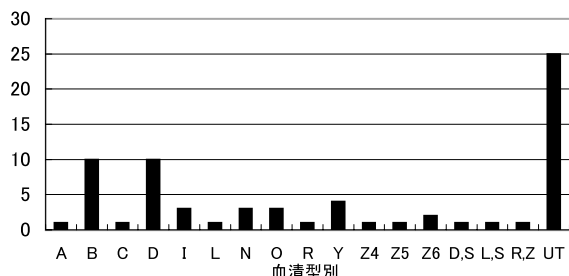


図1 *C.jejuni* 分離株の血清型別 (Penner)

MPN値/g

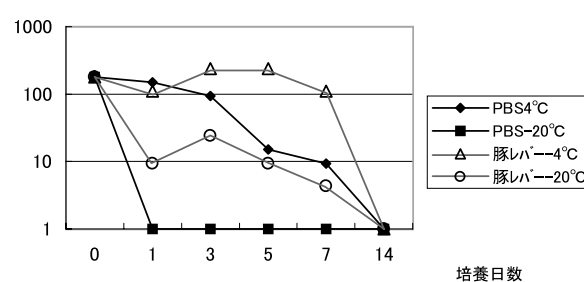


図2 保存温度別消長試験 (A)

MPN値/g

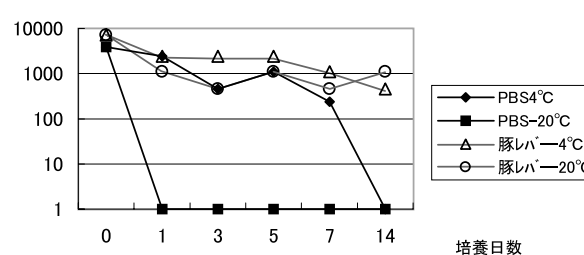


図3 保存温度別消長試験 (B)

ほとんど菌量変化がないとの報告もあり⁸⁾、胆汁がカンピロバクターの汚染源となる可能性が強く示唆され、と畜場での汚染拡大防止が重要であると思われた。

次に鶏肉からの簡易定性検査法として、食肉包装パック内の浸出液あるいは浸出液が浸み込んだ敷紙からの菌検出を試み、32検体中9検体(28.1%)から菌を検出した。今回、市販鶏肉の少量パックを検査対象として得られた結果であることから、本検査法は試料が少ない、もしくは浸出液のみの検体からの菌検出法として有効であると思われた。

カンピロバクターの血清型別は、Penner型およびLior型で分類されるが、Lior型別用抗血清は市販されておらず、本研究には市販のPenner型別試験用試薬で分類した。鶏肉等から分離された69菌株は、44菌株が16種類の型に分けられたが、25菌株はPenner型では分類できなかった。血清型はB群、D群が最も多く、ともに10菌株(14.5%)であった。血清型の違いによる病原性の強さは明らかではないが、B、D群は食中毒事例から高頻度に検出される血清型である。胆汁から分離された菌株にはB、D群は少なくB群が2菌株のみで、型不明が72.2%を占めた。通常、細菌性食中毒の疫学調査では原因菌の血清型別は重要な指標となるが、同一検体から複数の血清型菌株が検出されたり血清型不明菌株が多数検出される場合のカンピロバクター食中毒事例においては原因の特定は困難であると思われた。さらに、今回のように牛胆汁の1検体から*C. jejuni*と*C. coli*の2種類のカンピロバクターが検出される例もあり、カンピロバクター食中毒事例での菌検出と血清型別による原因究明は慎重にする必要があると感じた。

カンピロバクターの治療の第一選択剤としてはエリスロマイシンやニューキノロン系薬剤が推奨されている¹²⁾。しかし近年ニューキノロン系薬剤に対する耐性菌の増加が問題となってきており、今回調査した検体26菌株のうち3菌株(11.5%)がLVFXに耐性を示した。しかも、検出した2菌株は市販鶏肉由来であったことから、今後とも食肉からのカンピロバクター汚染状況の把握と分離菌のキノロン系薬剤耐性について継続した調査が重要と思われる。

カンピロバクターは少量菌量で感染が成立するとされている⁸⁾。カンピロバクターで汚染された食肉は消

費までの流過程でいかに菌が消滅していくかを、食肉に菌を添加して低温保存し実験的に調べた。その結果、PBSに菌を添加した場合は、-20℃では1日目で、4℃では14日目で菌が検出されなかった。一方、豚レバー乳剤に菌を添加した場合は4℃および-20℃でも7日目までほとんど菌の減少は認められなかった。つまり、食肉中の菌は低温に管理されていても流過程や施設での保管中完全に死滅することなく生残り、食中毒の感染源となる可能性が示唆された。カンピロバクターによる食中毒防止のためには、食肉の十分な加熱調理とともに、調理器具や調理者の手指の消毒を行い二次汚染防止を徹底することが必要であると思われる。

- 1) 食品衛生研究, 9, 62 (2004)
- 2) 齋藤紀行, 白取剛彦, 山本仁: 医学のあゆみ, 136 (7), 525 (1986)
- 3) 神保勝彦, 小久保彌太郎, 金子誠二, 桐谷礼子, 松本昌雄: 東京衛研年報, 37, 129 (1986)
- 4) 大畑克彦, 山崎史恵, 佐原啓二, 大村正美, 増田高志, 堀涉, 内藤満, 赤羽荘資, 花村悦男, 山口人志, 森田剛史, 木村隆彦, 山口俊英, 興津馨, 勝又國久, 久嶋弘, 幾島隆雄, 長谷川進明, 早川敦子, 大成幸男, 服部道明, 岡村芳静, 宮下弘: 静岡県衛生環境センター報告, 36, 1 (1993)
- 5) 小野一晃, 辻りえ, 安藤陽子, 大塚佳代子, 柴田穰, 齋藤章暢, 増谷寿彦: 日獣会誌, 56, 103 (2003)
- 6) 小野一晃, 齋藤志保子, 川森文彦, 後藤公吉, 重茂克彦, 品川邦汎: 日獣会誌, 57, 595 (2004)
- 7) 宮城県保健環境センター年報, 22, 177 (2004)
- 8) 坊菌慶信, 原智之, 小林由紀, 沓木力晴: 日本食品微生物学会学術総会抄録, p106 (2003)
- 9) 坂崎利一: “食水系感染症と細菌性食中毒”, p336 (2000)(中央法規)
- 10) CHRISTIAN FERMER, EVA OLSSON ENGVALL: *JOURNAL OF CLINICAL MICROBIOLOGY*, 37, 3370 (1999)
- 11) 川森文彦, 有田世乃, 西尾智裕, 三輪憲永, 増田高志, 秋山真人: 静岡県環境衛生科学研究所報告, 45, 5 (2002)
- 12) 三澤尚明: 日本食品微生物学会雑誌, 20(3), 91 (2003)

宮城県内の海水および市販貝類からのビブリオ・バルニフィカスの検出

Isolation of *Vibrio vulnificus* from Sea Water and Commercial Shellfish in Miyagi Prefecture

齋藤 紀行 山田 わか 渡邊 節
 小林 妙子 川野 みち 田村 広子
 三品 道子 菅原 直子 佐藤 由美*¹
 畠山 敬 谷津 壽郎 秋山 和夫
 川向 和雄*²

Noriyuki SAITO, Waka YAMADA, Setsu WATANABE
 Taeko KOBAYASHI, Michi KAWANO, Hiroko TAMURA
 Michiko MISHINA, Naoko SUGAWARA, Yumi SATO
 Takashi HATAKEYAMA, Juro YATHU, Kazuo AKIYAMA
 Kazuo KAWAMUKAI

平成13年度～16年度までの4年間、海洋細菌のビブリオ・バルニフィカス (*Vibrio vulnificus* : 以下V_vとする)の生息状況調査を実施し、1)宮城県内の汽水域にもV_vが生息する、2)V_vは海水温が20℃を超える期間に活発に増殖する、3)V_vの汚染調査の対象生物としてアサリが適している、4)夏季に流通するアサリからV_vが高率に検出される、5)V_v汚染アサリを低温保存することで菌数は経日的に減少する、6)分離菌のO血清型はO1、O4a、O6が高い割合を占める、ことが明らかになった。

キーワード：ビブリオ・バルニフィカス；海水；市販貝類

Keywords : *Vibrio vulnificus* ; sea water ; commercial shellfish

1 はじめに

重篤な感染を引き起こすV_vは西日本、特に九州地方の沿岸部に生息し、主に魚介類を介してヒトへ感染することが知られている¹⁾。

平成13年度から15年度まで宮城県内の沿岸部汽水域に調査定点(以下定点とする)を設け、海水・海泥におけるV_vの生息状況と市販魚介類のV_v汚染状況を調査してきた。その結果、V_vは宮城県内の汽水域および一部の市販生鮮貝類、特にアサリがV_vで汚染していることが明らかになった^{2,3)}。

熊本県の調査によると、河川の影響を受けやすい海水浴場のV_v菌量(MPN値)は高いと報告されている⁴⁾。V_vは食中毒以外に創傷感染からの重篤な敗血症あるいは中耳炎等の感染症の原因になることから、海水浴による感染の危険性が危惧される。そこで、本年度は、定点でのV_vの生息状況、市販生鮮貝類のV_v汚染実態調査に加え、河川の影響を受けやすい県内の海水浴場についてV_vの検出状況調査を、さらに調査定点に生息する貝類等のV_v汚染実態調査を実施することとした。

一方、我々はV_v菌液を低温あるいは酸性に保持すると菌数が1日目で急激に減少することを昨年度報告した⁵⁾。

V_vで汚染したアサリが市販流通過程で菌数にどのような変化を受けるかを検証する目的で、V_v汚染アサリのモデル実験系を用い、アサリを低温保存した場合にアサリ中のV_vが経日的にどのように変化するかを検討した。

以上についての調査を実施し、得られた結果について報告する。なお、4年間の調査結果についても考察を加えた。

2 方法と材料

2.1 調査期間

平成16年度の定点での海水・海泥、海水浴場及び市販生鮮貝類についての調査は、4月から11月まで実施した。

2.2 調査定点と検体入手

宮城県名取市関上(ゆりあげ)地区の増田川河口の汽水域を定点とし、海水・海泥と生息生物としてミナトガイあるいはイソガニを採集し、検査検体とした。海水浴場は、河川が流入する海水浴場Aを選定し、5月から10月の毎月(6月は除く)採水し、検査検体とした。市販魚介類は地場産品直売所あるいは量販店から検査当日購入した。

2.3 使用培地

V_vのMPN値算定用及び増菌用としてアルカリペプト

*1 現 がんセンター *2 現 食と暮らしの安全推進課

ン水（日水製薬：APW），分離用としてmCPC（自家調整）およびクロモアガービプリオ（関東化学：CV）培地，更にV_vの菌数測定用としてCV培地を使用した。

2.4 海水・海泥からのV_v検出

(1) 海水

海水100mlにAPWの粉末3gを添加し，これを原液とした。更に10倍，100倍および1,000倍に希釈し，各希釈濃度の各3本をMPN管とし，37℃で一晩培養後，各MPN管から1白金耳をmCPCおよびCV培地に塗抹培養しV_vの分離を行った。また，各MPN管についてV_vの特異溶血（V_v cytotoxin-hemolysin：V_vh）遺伝子をPCR法により確認し，陽性管の本数から海水1mlあたりのMPN値を算出した（PCR-MPN値）。MPN値0.23以上をV_v陽性検体とした。

(2) 海泥

海泥20gをAPW180mlに加え10倍希釈液とした。これを更に100倍，1,000倍，10,000倍および100,000倍に希釈し，海水の場合と同様にして海泥1gあたりのMPN値を求めた。

2.5 貝類等からのV_v検出

市販生鮮貝類は購入した1包みを1検体としてむき身を取り出し，25gをストマッカー袋に秤量し，これにAPW225mlを添加し手揉みで均一化した。この液を10倍希釈液とし，更に100倍，1,000倍の希釈液を調整し，各希釈濃度の各3本をMPN管とした。各試験管からのV_v検出は海水の場合と同様の方法で行った。また，定点に生息する生物のV_v汚染実態調査には定点で採集した貝あるいはカニを検査材料とし，貝はむき身をカニはそのまま計量し10倍希釈液量のAPWを加えホモジナイズ後，市販貝類の検査と同様にしてV_vの検出を行った。

2.6 分離菌株の同定と血清型

V_vの同定はmCPC培地で黄色，CV培地で青色のコロニーをそれぞれ釣菌し，分離菌株の生化学的性状試験，PCR法によるV_vhの遺伝子を確認してV_vと同定した。血清型別は国立感染症研究所で実施した。

(1) 生化学的性状試験：TSI，LIMでの性状，耐塩性，セルピオース利用能について調べた。

(2) PCR法による遺伝子検査：V_vh遺伝子をPCR法による定法で確認した。

(3) 血清型別試験：国立感染症研究所で作成したO抗原の抗血清（1～16型）により決定した。

2.7 V_v汚染アサリにおける菌消長実験

市販アサリ（V_v不検出）1Kgを滅菌海水4Lに漬け，これに最終菌量が10³～10⁴cfu/mlになるよう調整したV_v菌液50mlを添加，撪拌して15℃の恒温器内に静置した。約20時間後，アサリ（V_v汚染アサリ）を取り出し，滅菌海水ですすぎ，新たな滅菌海水1Lの入った容器2個に分けた。この時，汚染アサリの一部を取り出し，むき身中のV_v菌数測定を行った。容器は5と15に設定したそれぞれの恒温器内に別々に静置し，

翌日からアサリのむき身と容器の海水中のV_v菌数を希釈法で測定した。即ち，海水は生理食塩水で10倍の段階希釈液を作成，あるいはむき身は生理食塩水で10%けん濁液に調整し更に10倍段階希釈液を作成した。各希釈液をCV培地に塗抹培養し出現コロニー数から，むき身は1g当たり，海水については1ml当たりの菌数（cfu/g or ml）を算出した。

3 研究結果

3.1 定点における海水・海泥のV_v生息状況

平成16年度の定点における海水および海泥のV_v検出状況を定点の海水温とともに図1に示した。海水からは7～9月までの3ヶ月間，海泥からは6～10月までの5ヶ月間V_vが検出された。7，8月は海水，海泥ともにMPN値が高値を示した。

3.2 市販流通貝類におけるV_vの検出状況

貝類のV_v汚染調査は主に市販生鮮アサリについて実施した。表1に検体購入日（検査実施日），漁獲地，

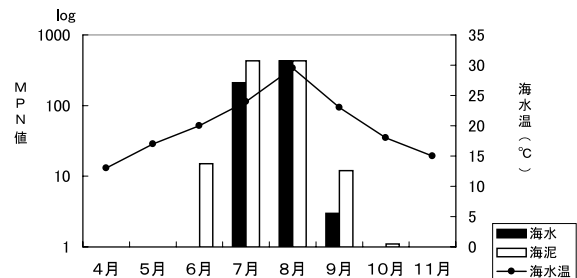


図1 定点における海水・海泥からのV_v検出状況

表1 市販貝類からのV_v検出状況

検体番号	採材日	食品名	漁獲地	MPN 値	V _v 分離
1	6/16	アサリ	県内	< 0.3	×
2	6/16	ツブ	県内	< 0.3	×
3	6/16	かき	県内	< 0.3	×
4	6/16	ホッキ	県内	< 0.3	×
5	6/16	アサリ	県内	0.36	×
6	6/23	アサリ	県内	0.36	×
7	6/23	アサリ	県内	< 0.3	×
8	7/6	アサリ	県内	< 0.3	×
9	7/6	アサリ	県内	< 0.3	×
10	7/6	アサリ	県内	24	×
11	7/6	アサリ	県内	< 0.3	×
12	7/12	アサリ	福島県	12	×
13	7/12	アサリ	愛知県	0.36	×
14	7/12	アサリ	県内	2.3	×
15	7/12	アサリ	県内	< 0.3	×
16	7/26	アサリ	愛知県	< 0.3	×
17	7/26	アサリ	愛知県	2.3	×
18	7/26	アサリ	福島県	> 140	×
19	7/26	アサリ	愛知県	0.36	×
20	8/31	アサリ	愛知県	< 0.3	×
21	8/31	アサリ	愛知県	< 0.3	×
22	8/31	アサリ	愛知県	9.1	×
23	8/31	アサリ	県内	< 0.3	×
24	8/31	アサリ	県内	0.36	×
25	9/29	アサリ	千葉県	9.1	×
26	9/29	アサリ	愛知県	< 0.3	×
27	9/29	アサリ	愛知県	150	×
28	9/29	アサリ	北海道	< 0.3	×
29	10/12	かき	県内	< 0.3	×
30	10/12	かき	県内	< 0.3	×
31	10/12	かき	県内	9.1	×
32	10/18	アサリ	県内	0.23	×
33	10/18	かき	県内	43	×
34	10/18	かき	県内	93	×
35	10/18	かき	県内	15	×
36	11/8	かき	県内	< 0.3	×
37	11/10	かき	県内	< 0.3	×
38	11/17	かき	県内	< 0.3	×
39	11/17	かき	県内	< 0.3	×

：菌分離できたもの

×：菌分離できなかったもの

表2 市販貝類のVv検出率

検体名	検体数	Vv 検出件数	検出率 (%)
アサリ	26 (13)	14 (8)	53.8 (61.5)
かき	11	4	36.4
その他	2	0	0
合計	39	18	46.2

()は県内産アサリ

VvのPCR-MPN値, Vv分離状況を示した。貝類39件中18件がPCRでVv陽性となったが, 菌が分離できたのは7件であった。PCRで陽性となった検体をVv検出検体とし, 検出状況を月別, 食品別に分類して表2に示した。Vvは6月から10月の食品検体で県内産26件中10件(検出率: 38.5%), 県外産13件中8件(検出率: 61.5%)の総計39件中18件(検出率: 46.2%)から検出された。食品別ではアサリからの検出率が53.8%と高く, 特に7月の福島県産及び9月の愛知県産アサリは1g当たりのMPN値が100以上と高値を示した。

3.3 定点に生息する貝あるいはカニにおけるVv検出状況

定点に生息する生物のVv汚染状況調査を5月から11月まで, 毎月定期的に定点の貝(ミナトガイ: 5, 6月)あるいはカニ(イソガニ: 7~11月)を採集し, Vv検査を実施した。月別のVv検出状況をVvのMPN値で表し海水温度と共に図2に示した。海水温が20を超える7月から9月に採集したカニからMPN値100を超える高値のVvが検出された。

3.4 海水浴場におけるVvの生息状況

海水浴場AにおけるVvの生息状況調査の結果を海水温と共に図3に示した。海水温度が20を超える6月から9月はVvが検出され, 特に海水浴シーズンとなる7月はMPN値110と高値を示した。海水温度が20以下となる5月, 10月はVvは検出されなかった。

3.5 分離Vv菌株の生化学的性状と血清型別

平成16年度分離した26菌株について生化学的性状試験, 特異遺伝子検査および血清型別を行い, その結果

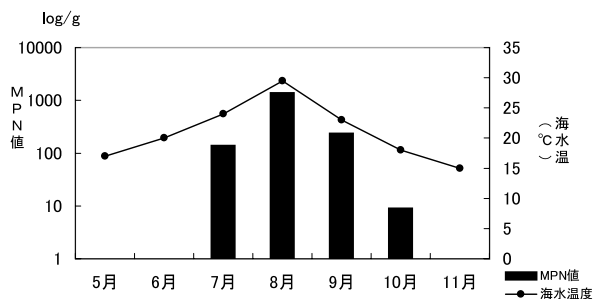


図2 貝またはカニからのVv検出状況

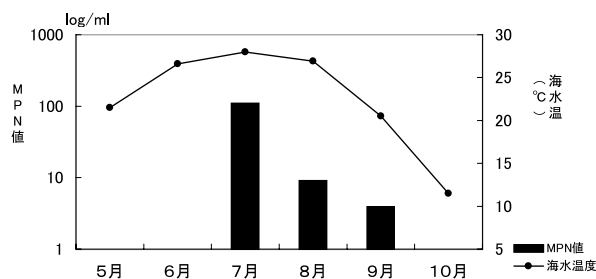


図3 海水浴場におけるVv検出状況

を表3に示した。26菌株は全て同じ性状を示した。

血清型別では, O1が5株(19.2%), O3が4株(15.4%), O4aが5株(19.2%), O6が2株(7.7%), O8が2株(7.7%), O14が5株(19.2%), O16が1株(3.8%), O1~O16以外のUTが2株(7.7%)であった。

3.6 Vv汚染アサリからの菌消長実験

Vv菌量を 7.1×10^3 cfu/mlに調整した滅菌海水にアサリを浸し, 15で約20時間汚染させた。アサリむき身には1g当たり 2.2×10^3 cfu量のVvが取り込まれた。これを5及び15の恒温器内に別々に静置した。1, 2, 3及び5日目に海水及びアサリむき身についてVv菌数を測定し, その結果を図4-A(5), B(15)に示した。むき身に取り込まれた菌数を100%とすると, 1, 2, 3及び5日目には, 5ではそれぞれ127%, 60%, 32%及び3%と, 15でそれぞれ27%, 34%, 11%及び1%となった。減数の変動を5と15と比較すると, 5の減数割合は15より小さいが5日目には両者とも3%以下と明らかな減数が認められ

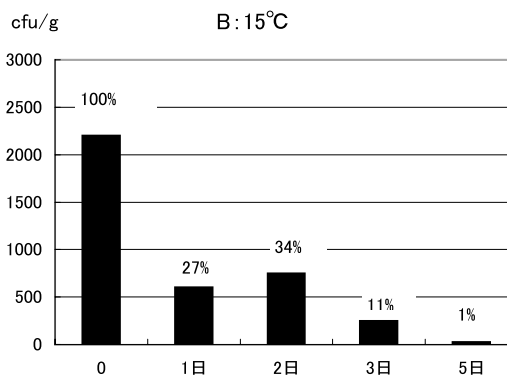
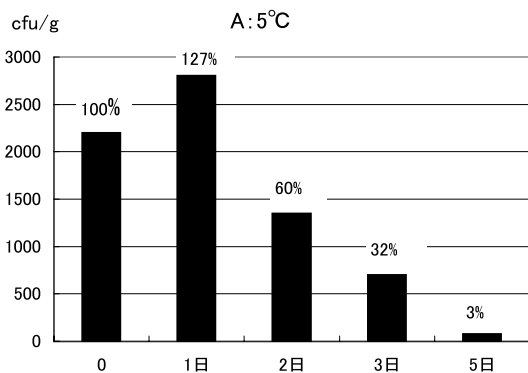


図4 Vv汚染アサリからのVv消長

表3 Vv菌株の生化学的性状および血清型別

菌株番号	41-3	41-4	102-5	102-6	145-2	145-3	169-3	205-1	205-3	214-1	218-2	227-1	229-1
由 来	貝 (閉上)	貝 (閉上)	アサリ (名籠)	アサリ (名籠)	アサリ (名籠)	アサリ (名籠)	アサリ (福島産)	かに (閉上)	かに (閉上)	海水浴場	海水浴場	海水浴場	海水浴場
検体採取日	6/7	6/7	6/23	6/23	7/6	7/6	7/12	7/12	7/12	7/13	7/13	7/13	7/13
mCPCにおける発育	黄	黄	黄	黄	黄	黄	黄	黄	黄	黄	黄	黄	黄
CVにおける発育	青	青	青	青	青	青	青	青	青	青	青	青	青
TSI	-/A	-/A	-/A	-/A	-/A	-/A	-/A	-/A	-/A	-/A	-/A	-/A	-/A
LIM :													
リシン	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
インドール	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
運動性	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
食塩耐塩性試験													
0% NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3% NaCl	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8% NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10% NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
セロピオース	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PCR Vvh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
血清型	O1	O14	O4	O4	O14	O14	O14	O3	O3	O1	UT	O4	O3

菌株番号	252-1	254-1	271-1	271-3	281-2	282-2	331-2	331-3	362-4	391-3	401-2	425-4	447-1
由 来	アサリ (福島産)	アサリ (福島産)	海水浴場	海水浴場	かに (閉上)	かに (閉上)	海水浴場	海水浴場	アサリ (三河湾産)	かに (閉上)	アサリ (千葉県産)	アサリ (愛知県産)	海水浴場
検体採取日	7/26	7/26	7/28	7/28	8/9	8/9	8/25	8/25	8/31	9/6	9/29	9/29	9/29
mCPCにおける発育	黄	黄	黄	黄	黄	黄	黄	黄	黄	黄	黄	黄	黄
CVにおける発育	青	青	青	青	青	青	青	青	青	青	青	青	青
TSI	-/A	-/A	-/A	-/A	-/A	-/A	-/A	-/A	-/A	-/A	-/A	-/A	-/A
LIM :													
リシン	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
インドール	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
運動性	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
食塩耐塩性試験													
0% NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3% NaCl	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8% NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10% NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
セロピオース	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PCR Vvh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
血清型	O4	O4	O8	UT	O1	O8	O1	O1	O14	O3	O6	O6	O16

た。一方、結果は示していないが添加直後の滅菌海水からは菌が検出されるが、20時間後には菌が検出されなかった。

4 考 察

我が国において、Vv感染患者発生は熊本県で多い。熊本県の研究によると、Vv感染症が発生する地域は汽水湖が多く点在する特異的な地形的であり、また高濃度のVvが検出される汽水域では塩分濃度が低い、と報告されている⁴⁾。このように、Vvが生息する地域は、地形的に特徴的な要因と関連性があるように思われた。そこで、本県のVv調査定点として小河川が海に流れ込む汽水域を定点に選定し、海水・海泥中のVvの生息状況を調査した。平成13年度から16年度の4年間の菌検出状況を図5に示した。Vvは毎年海水温が20℃を超える月から15℃になる月まで検出された。海水・海

泥からのVv検出パターンは毎年同じような動態を示し、海水温度が20℃を超える時期(概ね6月～9月)は高濃度のVvが検出された。検出されるVv菌数は海水より海泥のほうが多くかつ検出される期間も長い。しかし、海水温度が10℃以下になる時期(概ね12月～3月)には海水・海泥からVvは検出されない。即ち、Vvの増殖には海水温度が大きく影響することは明らかである。また、海水温度の昇降によりVvが検出されない時期、検出される時期が交互に出現することから、検出されない時期にも菌は完全に死滅していないと考えられる。ビブリオ属菌は生きているが培養できない状態(Viable but nonculturable: VNC)になりやすいことから⁶⁾、海水温が低温となる時期にはVvはVNCとなり、通常の検出法では菌が検出されていない可能性がある。

Vvは経口感染だけでなく創傷からの感染も引き起こ

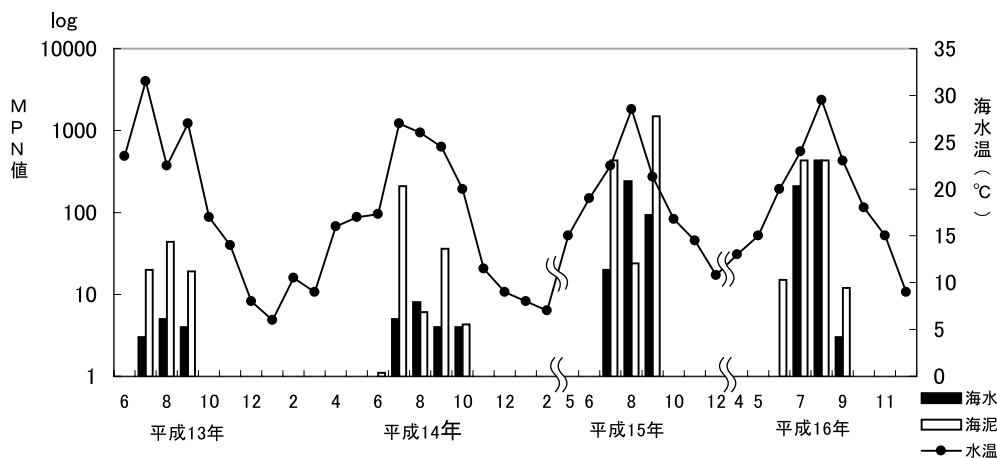


図5 定点の海水・海泥における4年間のVv検出状況

すことから、Vvに汚染した河川水或いは海水が感染源となり、海水浴等によって感染する危険性も危惧される。本県においても河川の影響を受ける海水浴場Aについて5月から10月まで(6月は実施せず)月に一度、海水浴場水中のVv菌数(MPN値)を測定した。その結果、7月から10月の海水からVvが検出され、特に海水浴シーズンである7月のMPN値は110と比較的高い値であった。

Vv感染は、患者発生地元産の生鮮魚介類の生食による場合が多いことから、Vvの生息調査は海水・海泥の他に、そこに生息する生物のVv保有状況についての把握が重要であると考え、定点での海水・海泥調査に加え生息生物についてのVv汚染調査を実施した。当初、アサリ等の貝類を対象生物と考えたが、通年の採集が困難なため、採材当日採集できたミナトガイおよびイソガニについてVv菌数測定を実施した。その結果、Vvは6月から10月までの検体から検出され、特に8月に採集したイソガニのMPN値は1400と高値を示した(図2)。このように、Vv生息が確認された汽水域に生息する生物から高濃度のVvが検出されたことから、本県においてもVv感染の危険性がないとは言えない。

市販流通の生鮮魚介類のVv汚染実態調査を宮城県、神奈川県、川崎市、鳥根県及び熊本県の各衛生研究所で平成13年度から実施した。その結果、様々な産地の魚介類からVvが検出されたことからVvは全国の沿岸に生息し定着し、特に魚類よりアサリなどの貝類が高頻度でVv汚染していることが明らかになった^{1,4)}。更に、15年度の我々の調査の結果から、貝類の鮮度が高いほどVvの検出率、MPN値が高くなる傾向であることが示された³⁾。本年度は貝類39件について汚染実態調査を実施し、18件からVvを検出した(検出率:46.2%)。アサリからは53.8%と高い検出率であった。そこで、Vv患者が発生する時期(7月~9月)についてアサリからのVv検出状況を、検出菌量(MPN値)別及び産地別に分類し、表4に示した。Vv検出陽性は35件中14件(検出率40%)、県内産では検出率は

表4 県内・県外産アサリのVv菌数別の検出
(H.13~H.16)

産地別	検体数	菌数(MPN/g)			
		< 0.3	0.3~	10~	100~
県内	20	14	5	1	
県外	15	7	5	1	2

30%、県外産では53.3%であった。陽性のうち12件はMPN値が100以下であったが、2件(ともに県外産)が100を超した。しかし、通常アサリを生で喫食することはないので直接ヒトへ経口感染する危険性は低いと考えられる。

Vvに汚染された貝類が流通する場合、流過程で菌数が増加すれば流通品が感染源となる可能性もあるので、流過程における菌の増減(消長)を把握することは感染予防上重要である。そこで、Vv汚染アサリを人為的に作製し、低温保存した場合のアサリ中のVv菌数変動を経日的に調べた。その結果、アサリに取り込まれたVvは5、15での保存で経日的に減数することから、低温保存され流通しているアサリのVv菌量は、漁獲された時点より少ない菌数になると考えられた。即ち、Vv調査で菌量が高値を示したアサリは、漁獲して間もないものか、あるいは更に高い値の菌数で汚染されていた可能性が考えられた。

一方、昨年度までの菌分離にはTCBS、CV、CB及びmCPC培地を併用していたが、Vv分離に使用されるmCPCは選択性が高い反面、Vvの発育も抑制され、Vvの検出率が低くなる。そこで、今年度はVvの検出をあげるためコリスチン、ポリミキシンを1/5量にしたが、分離された菌株は典型的なVvの性状を示すものだけであった。

本年度に分離した菌株の血清型はO1、O4、O14がそれぞれ5株で、合計が全体の58%を占めていた。4年間に分離した80菌株の血清型別はO1、O4及びO6がそれぞれ17.5%、22.5%、及び11.3%と高頻度に検

出されたが、この傾向は他の研究機関での検出状況と同じであった。

以上のことから、患者が発生していない地域でもVv感染予防のためVv調査を継続して実施することは重要であると思われた。

参 考 文 献

- 1) 平成14年度厚生労働科学研究費補助金 新興・再興感染症研究事業報告書：ピブリオ・バルニフィカスによる重篤な経口感染症に関する研究 (2003)
- 2) 齋藤紀行, 佐々木美江, 山口友美, 畠山敬, 渡邊節, 白石廣行: 宮城県保健環境センター年報 20, 68 (2002)
- 3) 齋藤紀行, 名村真由美, 渡邊節, 川野みち, 田村広子, 佐々木美江, 山口友美, 畠山敬, 御代田恭子, 秋山和夫, 鈴木隆: 宮城県保健環境センター年報 22, 130 (2004)
- 4) 平成15年度厚生労働科学研究費補助金 新興・再興感染症研究事業報告書: ピブリオ・バルニフィカスによる重篤な経口感染症に関する研究 (2004)
- 5) 渡邊節, 名村真由美, 川野みち, 齋藤紀行: 宮城県保健環境センター年報 22, 135 (2004)
- 6) M. L. Mothes et.al: *Applied and Environmental Microbiology*, 64, 1459 (1998)

感染症発生動向調査

Infectious Agents Surveillance in Miyagi Prefecture

微生物部

Department of Microbiology

キーワード：定点；検出率；呼吸器系疾患；腸管系疾患

Keywords : Clinic Sentinels ; Rate of Isolation ; Respiratory Infectious Disease ; Gastroenteric Infectious Disease

1 はじめに

1999年4月1日から施行された感染症法において、感染症発生動向調査は感染症の発生を予防するために重要な事業とされ充実が図られている。本調査は、患者の発生を週単位で収集・分析・提供・公開する患者情報と患者への良質かつ適切な医療の提供や感染症発生の予防およびまん延防止のための病原体情報の機能を有している。宮城県では、2002年4月より宮城県医師会と県内の医療機関および保健所の協力を得て「宮城県結核・感染症発生動向調査事業実施要綱」¹⁾に基づき、感染症の病原体検査を開始した。今回は2004年4月～2005年3月31日までに得られた病原体の検出状況を報告する。

2 方法と材料

2.1 対象疾病

病原体検査を開始するに当たり健康対策課と協議し、定点把握対象の5類感染症の中から、インフルエンザ、咽頭結膜熱、A群溶血性レンサ球菌咽頭炎、感染性胃腸炎、ヘルパンギーナ、手足口病、麻疹、急性出血性結膜炎、流行性角結膜炎、細菌性髄膜炎、無菌性髄膜炎の11疾患を病原体検査対象とした。

2.2 検体採取協力医療機関

要綱の基準に従って宮城県医師会が選定した病原体定点医療機関は3小児科定点、1眼科定点、7基幹定点および6インフルエンザ定点（そのうち3定点は小児科定点を兼ねる）で、さらに、患者情報を考慮して一部の患者定点医療機関へも検体採取を依頼した。

2.3 検査材料

インフルエンザと他の呼吸器系疾患、ヘルパンギーナ、手足口病等の10疾患については、主に咽頭ぬぐい液、感染性胃腸炎と他の腸管系疾患については糞便を採取し検体とした。

2.4 検査対象病原体

インフルエンザ等の呼吸器疾患の細菌検査は、主に

A群溶血性レンサ球菌を対象とし、ウイルス検査は、インフルエンザ、パラインフルエンザ、RSウイルス、アデノウイルスおよび一部の検体についてはヒトメタニューモウイルスも対象とした。また、感染性胃腸炎等の腸管系疾患の細菌検査は、病原性大腸菌、赤痢菌、サルモネラ属菌、カンピロバクター、黄色ブドウ球菌およびエルシニアを対象とし、ウイルス検査は、ノロウイルス、ロタウイルス、エンテロウイルス、アデノウイルスを、一部の検体についてはアストロウイルス、サポウイルスを対象とした。

2.5 検査法

細菌検査は直接選択培地に塗抹後、疑わしいコロニーについて直接鏡検や生化学性状検査、血清型別検査、ラテックス凝集反応、薬剤感受性試験およびPCR法による病原因子の検索を行い同定した。ウイルス検査は、HEp-2、LLC-MK2、RD-18s、Vero、MDCKの5種類の細胞とコクサッキーA群の分離には哺乳マウスも併用して分離培養を行い、分離されたウイルスは中和試験、赤血球凝集抑制試験等により同定した。また、PCR法や増幅した遺伝子のシーケンスおよび迅速化のため抗原検出ELISA法キットも使用した。

3 結果と考察

21定点医療機関の協力により検体を採取した。14病原体定点医療機関のうち3医療機関から検体が採取されたが、その他からは検体の提供は無かった。しかし患者情報から積極的に患者定点医療機関へ協力を依頼し、県内の病原体情報の詳細を得ることに努めた。

採取された455件の月別・診断名別検体数を表1に示した。診断名別に見ると、インフルエンザが208件、A群溶血性レンサ球菌咽頭炎が22件、かぜ症候群が16件、扁桃炎等が13件で、呼吸器系疾患の検体が259件（56.9%）と半数を占めていた。続いて感染性胃腸炎の107件を含む腸管系疾患が136件（29.9%）、ヘルパンギーナが30件（6.6%）、手足口病が16件（3.5%）、咽

頭結膜熱が9件(2.0%)等であった。また、眼科対象疾患である流行性角結膜炎が4件採取されたが、基幹定点対象である細菌性髄膜炎 無菌性髄膜炎については、報告数が少なく検体採取の機会が得られなかった。

月別の主な検体採取状況は、4、5月にA群溶血性レンサ球菌咽頭炎20件が採取され、6、7月にはヘルパンギーナ30件が採取された。手足口病は主に夏季に流行するが、8月に4件、11月に11件採取された。7月には初めて眼科対象疾患の流行性角結膜炎3件があった。11月末からインフルエンザの流行が始まり、12月から3月まで採取された。その期間中、インフルエンザ迅速診断キットで陰性となった検体が、かぜ症候群、扁桃炎等の診断名で採取された。感染性胃腸炎は12月上旬より始まり1月にピークを迎えたが、2、3月まで検体が採取された。

診断名別の病原体検出状況を表2に示した。病原体は、インフルエンザが確定または疑われた検体208件中186件(検出率89.4%)から検出された。内訳は、インフルエンザウイルス181件、同一検体からインフルエンザウイルスとA群溶血性レンサ球菌(Aレン菌)の複数の病原体が分離された例が5件あった。また、A群溶血性レンサ球菌咽頭炎22件中20件(90.9%)からAレン菌19件、G群溶血性レンサ球菌(Gレン菌)1件が、かぜ症候群等29件中18件(62.1%)からインフルエンザウイルス14件、単純ヘルペスウイルス、Gレン菌各々1件、同一検体から複数の病原体が検出された例は2件あった。以上、呼吸器系疾患からは併せて

259件中224件、86.5%と高い検出率であった。2004/05年シーズンの県内におけるインフルエンザ流行は、Aソ連(H1)型、A香港(H3)型、B型が混在しており、2003/04年シーズンのA香港(H3)型優位の傾向とは異なっていた。とくに、11月下旬から1月にかけて石巻管内のAソ連(H1)型の流行は特異で、病原体検出情報の速報²⁾として還元した。また、シーズンはじめての集団発生を対象とするインフルエンザ施設別調査も同管内の小学校であった。全国的にはA香港(H3)型とB型の報告例が圧倒的に多く、全報告例³⁾5,636例中Aソ連(H1)型は180例(3.2%)であったが、その180例中53例(32.2%)が宮城県からの報告であった。

感染性胃腸炎の検体107件中74件(69.2%)から病原体が検出され、内訳はノロウイルス45件、ロタウイルス15件、サポウイルス、アストロウイルス各々2件、ポリオウイルス(ワクチン株)、サルモネラ各々1件、また、同一検体から複数の病原体が検出された例が8件あった。急性胃腸炎、嘔吐下痢症等29件中22件(75.9%)からロタウイルス13件、ノロウイルス5件、サルモネラ1件と複数の病原体が検出された例が3件あった。合計すると腸管系疾患からは併せて136件中96件、70.6%と、H15年度の検出率63.9%より上昇したのは新たにサポウイルス、アストロウイルスの検査を導入したためと考えられる。

その他、咽頭結膜熱9件中9件からアデノウイルス、コクサッキーウイルス等が、手足口病16件中12件からコクサッキーウイルス、アデノウイルスが検出された。

表1 月別・診断名別検体数

診断名	月	計	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
インフルエンザ		208		2						6	26	31	75	68
咽頭結膜熱		9			9									
A群溶血性レンサ球菌咽頭炎		22	9	10	1							2		
感染性胃腸炎		107	2	13	4	1		1		5	12	42	18	9
ヘルパンギーナ		30			15	15								
手足口病		16					4			11	1			
流行性角結膜炎		4				3		1						
かぜ症候群		16										8	8	
その他の呼吸器疾患診断名		13										3	9	1
急性胃腸炎		14									3	4	3	4
急性腸炎		5									2	3		
嘔吐・下痢症		5										5		
その他の腸管系疾患診断名		5										5		
不明熱		1					1							
計		455	11	25	29	19	5	2		22	44	103	113	82

また、流行生角結膜炎4件からはアデノウイルスが検出された。

4 ま と め

宮城県感染症発生動向調査の病原体検査において、21定点医療機関から455件の検体が採取された。その内訳は、インフルエンザを含む呼吸器系疾患の検体が259件(56.9%)、感染性胃腸炎を含む腸管系疾患が136件(29.9%)、ヘルパンギーナ、手足口病等が60件(13.2%)であった。病原体の検出率は455件中368件、80.9%に達し、県内の病原体状況を効率的に把握することができた。検出した主な病原体はインフルエンザウイルスが195件、ノロウイルスが50件、コクサッキーウイルスが34件、ロタウイルスが28件、A群溶血性レンサ球菌が20件等であった。とくに、腸管系疾患を対象としてサポウイルス、アストロウイルス検査の導入をはかり、各々2件を検出した。

5 謝 辞

本調査を実施するに当たり、宮城県医師会および定点医療機関の先生方、並びに保健福祉事務所健康対策班の方々に御協力を戴き深謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 宮城県保健福祉部健康対策課：“宮城県感染症対策マニュアル”184(2000)。
- 2) 国立感染症情報センター：病原微生物検出情報，26，41(2005)。
- 3) 国立感染症情報センター“病原微生物検出情報 ウイルス検出状況 インフルエンザウイルス 2004/05 シーズン”，<http://idsc.nih.go.jp/iasr/prompt/graph/inti3j.gi> (2005/6/10)。

表 2 診断名別病原体検出状況

診断名 病原体名	インフルエンザ	咽頭結膜熱	A群溶血性レンサ球菌咽頭炎	感染性胃腸炎	ヘルパンギーナ	手足口病	流行性角結膜炎	かぜ症候群	その他の呼吸器系疾患名	急性胃腸炎	急性腸炎	嘔吐・下痢症	その他の腸管系疾患名	不明熱
検体数	208	9	22	107	30	16	4	16	13	14	5	5	5	1
Influenza virusA (H1) 型	58							5	8					
A (H3) 型	42													
B 型	81								1					
Adenovirus 3 型		7					1							
5 型						1								
Respiratory syncytial virus					1									
Herpes simplex virus 1 型								1						
Poliovirus 3 型 (ワクチン株)				1										
Coxsackie virus A2 型					1									
A4 型					16									
A10型		1												
A16型						11								
B1 型					3									
B4 型					2									
Norovirus G 型				1								1		
G 型				42						3		1		
G , G 型				2										
Rotavirus				15						6	3	1	3	
Sapovirus				2										
Astrovirus				2										
<i>Salmonella enteritidis</i>				1								1		
<i>Campylobacter jejuni</i>										1				
group A Streptococcus T3 型			11											
T12型			1											
serovar unknown			7											
group G Streptococcus			1						1					
1 検体より複数の病原体	5 ^{*A}	1 ^{*B}		8 ^{*C}	3 ^{*D}			1 ^{*E}	1 ^{*F}	2 ^{*G}				

* A Influenza virus と group A Streptococcus

* B group A Streptococcus と Adenovirus

* C Norovirus (NV) と Rotavirus : NV と Adenovirus : NV と C.jejuni : EHEC と Adenovirus

* D Coxsackie virus と Herpes simplex virus : Coxsackie virus と group A Streptococcus

* E Adenovirus と group A Streptococcus

* F Influenza virus と group A Streptococcus

* G NV と Rotavirus

感染症流行予測調査

National Epidemiological Surveillance of Vaccine-preventable Diseases

微生物部

Department of Microbiology

キーワード：日本脳炎；風疹；麻疹；抗体保有状況；接種率

Keywords : Japanese Encephalitis ; Rubella ; Measles ; Distribution of antibody positives ; Vaccinee

1 はじめに

感染症流行予測調査は「集団免疫の現況把握およ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」ことを目的として、厚生労働省の依頼により全国的な規模で実施されている。平成16年度は日本脳炎感染源調査、日本脳炎感受性調査、風疹感受性調査および県単独の事業として麻疹感受性調査を実施したので、その結果について報告する。

2 検査材料と方法

2.1 日本脳炎感染源調査

対象は仙南地方で飼育された6ヶ月令のブタ122頭で、8月3日から10月13日までの期間に6回行った。感染症流行予測調査事業検査術式¹⁾(検査術式と略す)に従い、ブタ血清中の日本脳炎ウイルスに対する赤血球凝集抑制(HI)抗体を測定した。

2.2 日本脳炎感受性調査

対象は県内在住の0~65才の健康住民242名(男性120名、女性122名)で、9月14日から10月28日までの期間に採血を行った。検査術式に従い血清中の日本脳炎ウイルスに対する中和抗体を測定した。なお、抗原は国立感染症研究所より分与されたJaGA01株(日本脳炎ワクチン株)を使用した。

2.3 風疹感受性調査

対象は県内在住の0~65才の健康住民339名(男性166名、女性173名)で、9月14日から10月28日の期間に採血を行った。検査術式に従い血清中の風疹ウイルスに対するHI抗体を測定した。

2.4 麻疹感受性調査

対象は県内在住の0~19才の健康住民で、本調査を希望するものに実施した。検査術式に従ってキット(セロディア-麻疹 富士レピオ製)を用い、血清中の麻疹ウイルスに対する粒子凝集(PA)抗体を測定した。

3 結果および考察

3.1 日本脳炎感染源調査

日本脳炎ウイルスに対するブタ血清中のHI抗体価の推移を表1に示した。10倍以上の陽性を示したのは8月18日の5頭(5/21 23.8%)で、その2ME感受性検査では抗体価の減少は1/2にとどまり、新鮮感染抗体は検出されなかった。日本脳炎ウイルスの県内での活動は少なかったと推測された。

3.2 日本脳炎感受性調査

結果は表2に示すとおり、抗体保有率は48.3%と調査対象者の1/2が抗体陰性であった。ワクチン接種歴が明らかな19才以下、150名のワクチン接種率は66.7%(100/150)であり、ワクチン接種率の低さが一要因と考えられる。ワクチン接種は6ヶ月~7.5才、9~12才、14~15才の3期にわけて実施されており、19才以下のワクチン接種者は85%以上が抗体を保有し、かつその抗体価も160倍以上の高い値に34.0%(34/100)が分布しており、ワクチンの効果は確認された。しかし、20才以上ではワクチン接種歴が明らかな対象者は17名と少ないが、その76.5%(13/17)が抗体陰性であり、獲得した抗体価が年数の経過とともに、自然感染によるブースター効果がないまま低下したと推測された。全体としても20才以上の各年令群の抗体保有率は40%以下で、とくに40~49才群は4.5%と低かった。県内では1967年に10名の確認患者が発生²⁾したのを最後に、患者は報告されていないが、西日本では毎年数名の患者が報告³⁾されており、抗体陰性者は日本脳炎ウイルス常在地への旅行等の際には、ワクチン接種を含めた感染予防に心がける必要がある。

3.3 風疹感受性調査

結果は表3に示すとおり、女性の抗体保有率は91.3%で男性の77.7%と比較して高く、1977年から1994年まで実施された中学生女子へのワクチン接種の効果と推測された。流行の中心となる0~9才の低年令群の抗体保有率は、集団流行の抑制が可能な70%を越えており、流行が発生する可能性は低い。しかし、15~19才群の保有率は男性52.9%、女性80.6%と低く、

散発的な流行の際に感染する危険があると考えられた。とくに、この年令群を含めて妊娠可能な年令の女性では、抗体陰性のまま妊娠中に風疹に感染した場合、先天性風疹症候群が発生する可能性がありワクチン接種勧奨等が必要である。

母子手帳の記載等でワクチン接種歴が明らかな19才以下、150名ではワクチン接種率が74.7% (112/150) であり、同じ年令群の全国調査³⁾の83.0%と比べて低かった。一方、ワクチン未接種または接種歴不明で抗体を保有している例があり、散発的な流行による自然感染と推測された。

抗体価分布をみると、ワクチン接種対象年令の9才以下では4例を除き、接種者はすべて感染防御が期待できる32倍以上の抗体価⁴⁾を獲得していた。その後、年数の経過とともに低下する傾向が認められた。

3.4 麻疹感受性調査

結果は表4に示すとおり、0～1才群はワクチン未接種者が1名含まれていたため抗体保有率は66.7% (2/3)であったが、その他の年令群では90%以上と高く、全体としては95.3%であった。ワクチン接種率は80.6% (121/150)で、接種者は15～19才群の1名を除いて抗体を保有しており、ワクチンの効果は確認された。一方、未接種者の79.3% (23/29)が抗体を保有しており、自然感染により抗体を獲得したと推測された。また、抗体価分布では、全体の91.3% (137/150)が感染防御を期待できる128倍以上の抗体価⁵⁾を保有していた。しかし、年数の経過とともに抗体価は低下する傾向が認められ、15～19才群ではワクチン接種歴が有るにもかかわらず抗体を保有していなかった対象者が1名あった。近年、成人麻疹の報告も相次いでいることから、20才以上の年令群についても抗体保有状況の把握が必要と考えられた。

4 ま と め

平成16年度は日本脳炎感染源調査、日本脳炎感受性調査、風疹感受性調査および麻疹感受性調査を行った。日本脳炎感染源調査ではブタのHI抗体測定結果より新鮮感染抗体は検出されず、ウイルスの活動は少なかったと推測された。日本脳炎感受性調査では、ワクチン接種率の低さが一要因となり抗体保有率は48.8%であった。風疹感受性調査では、抗体保有率が男性で77.7%であったのに対して、女性が91.3%と中学生女子へのワクチン接種を反映して高かった。年令群別では、15～19才群の男性が52.9%、女性が80.6%と低く、この年令群を含めて妊娠可能な年令の女性の抗体陰性者には、先天性風疹症候群の発生予防のためワクチン接種勧奨等が必要と考えられた。麻疹感受性調査では抗体保有率が95.3%と高く、これはワクチン接種とともに自然感染によって抗体を獲得したと考えられた。しかし、15～19才群ではワクチン接種により獲得した抗体価が低下したと考えられた例もあり、成人麻疹の予防のため20才以上の年令群についても抗体保有状況の把握が必要である。

参 考 文 献

- 1) 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：“感染症流行予測調査術式”(2002)。
- 2) 秋山和夫，植木洋，白石廣行，山本仁，小林正美：臨床とウイルス，24(3)，204(1996)。
- 3) 厚生労働省・国立感染症研究所感染症情報センター：平成15年度感染症流行予測調査報告書，96(2004)。
- 4) 国立感染症研究所感染症情報センター：“風疹の現状と今後の風疹対策について”(2003)。
- 5) 国立感染症研究所感染症情報センター：“麻疹の現状と今後の風疹対策について”(2002)。

表 1 日本脳炎感染源調査結果

採血日		頭数	H I 抗体価						陽性率 (%)
			< 10	10	20	40	80	160	
H16. 8. 3	角田市	20	20						
8.18	角田市	21	16	4	1*				23.8
8.31	角田市	20	20						
9.14	角田市	20	20						
9.29	角田市	20	20						
10.13	角田市	21	21						

* 2ME 感受性は10倍で陰性

表 2 日本脳炎感受性調査結果

年齢区分 (才)	件数* ワクチン 接種者数	中和抗体価							抗体保有 率 (%)
		< 10	10 ~ 19	20 ~ 39	40 ~ 79	80 ~ 159	160 ~ 319	320	
0 ~ 4	36	24		5	2	3	2		33.3
	14	2		5	2	3	2		85.7
5 ~ 9	37	3	2	9	5	7	6	5	91.9
	34	1	2	8	5	7	6	5	97.1
10 ~ 14	24	2	2	3	3	2	4	8	91.7
	18		1	2	3	2	3	7	100.0
15 ~ 19	53	24	1	5	8	4	8	3	54.7
	34	5	1	5	8	4	8	3	85.3
20 ~ 24	10	6		1		3			40.0
	5	3				2			40.0
25 ~ 29	10	7	1	1	1				30.0
	4	3	1						25.0
30 ~ 34	11	8	2	1					27.3
	1	1							0.0
35 ~ 39	11	7	2	1		1			36.4
	2	1	1						50.0
40 ~ 49	22	21				1			4.5
	3	3							0.0
50 ~ 59	22	18	4						18.2
	2	2							0.0
60以上	6	5		1					16.7
合計	242	125	14	27	19	21	20	16	48.3
	117	21	6	20	18	18	19	15	82.1

*件数はワクチン接種者を含む総検体数

表3 風疹感受性調査結果

年齢区分 (才)	性別	件数*	H I 抗体価								抗体保有 率(%)
		ワクチン 接種者数	< 8	8	16	32	64	128	256	512	
0 ~ 4	男	21	4	1	1	1	7	5	2		81.0
		15		1		1	6	5	2		100.0
	女	15	3				5	4	3		80.0
		12					5	4	3		100.0
5 ~ 9	男	22	4		2	2	6	7	1		81.8
		19	1		2	2	6	7	1		94.7
	女	15	1		1	2	6	4	1		93.3
		14	1		1	2	6	3	1		92.9
10 ~ 14	男	15	3		1	3	8				80.0
		9			1	1	7				100.0
	女	9	1		2	1	3	2			88.9
		6			1		3	2			100.0
15 ~ 19	男	17	8		2	3	4				52.9
		10	4		1	3	2				60.0
	女	36	7	1	5	9	8	5	1		80.6
		27		1	5	9	7	4	1		100.0
20 ~ 24	男	9	2				1	3	3		77.8
		0									
	女	17		1	1	2	5	3	5		100.0
		7				1	4	1	1		100.0
25 ~ 29	男	16	2			1	3	5	5		87.5
		1						1			100.0
	女	13	1	1	1	1	2	4	3		92.3
		4	1	1				2			75.0
30 ~ 34	男	15	5			1	4	4	1		66.7
		1						1			100.0
	女	17			1	2	5	3	5	1	100.0
		7				1	2	2	2		100.0
35 ~ 39	男	13	4		2	2	2	3			69.2
		1						1			100.0
	女	15			1	2	4	4	4		100.0
		4			1			2	1		100.0
40 以上	男	38	5	1	6	6	7	7	6		86.8
		3	1				1		1		66.7
	女	36	2	2	2	11	8	10	1		94.4
		3				1	2				100.0
合計	男	166	37	2	14	19	42	34	18	0	77.7
		59	6	1	4	7	22	15	4	0	89.8
	女	173	15	5	14	30	46	39	23	1	91.3
		84	2	2	8	14	29	20	9	0	97.6
総計		339	52	7	28	49	88	73	41	1	90.6
		143	8	3	12	21	51	35	13	0	99.3

*件数はワクチン接種者を含む総検体数

表4 麻疹感受性調査結果

年齢区分 (才)	件数*	P A 抗 体 価										抗体保有 率(%)
	ワクチン 接種者数	< 16	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	
0 ~ 1	3	1	1							1		66.7
	1									1		100.0
2 ~ 3	20	1					1	3	3	4	8	95.0
	18						1	3	3	4	7	100.0
4 ~ 6	24	1				2	3	1	1	8	8	95.8
	21					2	2	1	1	7	8	100.0
7 ~ 9	26				2	1	2	3	4	11	3	100.0
	25				2	1	2	3	4	10	3	100.0
10 ~ 14	24						5	7	5	3	4	100.0
	15						4	6	5			100.0
15 ~ 19	53	4			3	1	8	9	14	5	9	92.5
	41	1			3	1	6	5	13	5	7	97.6
合計	150	7	1	0	5	4	19	23	27	32	32	95.3
	121	1	0	0	5	4	15	18	26	27	25	99.2

*件数はワクチン接種者を含む総検体数

食中毒検査実績 - ウイルス検査および食中毒原因菌の特殊検査実施状況 -

Test Results of Food Poison

微生物部

Department of Microbiology

キーワード：食中毒；ノロウイルス；腸管出血性大腸菌

Keywords : Food poison ; Norovirus ; Enterohemorrhagic-*E.coli*

1 はじめに

食中毒検査は、食中毒発生時に患者の症状、喫食調査、関連施設の状況等の調査と併行して、病因物質および原因食品の早期究明を行い健康被害の拡大を防止することを目的としている。微生物部は食中毒検査のうちで、①原因としてウイルスが疑われる場合の検査②分離や性状確認が困難な病原菌の検査および病原遺伝子検査③パルスフィールド電気泳動（PFGE）やシーケンスによる遺伝子解析を担当している。

2 検査実績

2.1 ウイルス検査

検査材料は患者糞便、推定原因施設の従業員糞便、食材および拭き取りで、主にノロウイルス（NV）を対象としてNV遺伝子の検索を行った。検査法は迅速性を重視して定量PCR法で行い、食品、拭き取りについては一部定性法も実施した。

結果は表1に示すとおり、20事例303件について検査を行い13事例104件からNV遺伝子を検出した。患者糞便223件中98件（43.9%）や従業員便48件中4件（8.3%）からNV遺伝子が検出されたが、食品や拭き取りからは検出されなかった。遺伝子型は、GI型1事

例、GII型5事例、GI、GIIの混合7事例であった。NVが原因となった食中毒事例は、12月下旬から3月上旬に集中しており、感染性胃腸炎の流行と同じ時期であった。そのため、食中毒疑いで調査を始めたが、感染性胃腸炎となった事例が3例32件あり、全事例からNV遺伝子を検出した。とくに今年度は、老人保健施設での感染性胃腸炎の流行が話題となり届出も多かったと推測されたが、例年の2倍を上回る事例数 検体数であった。

2.2 パルスフィールド電気泳動（PFGE）による食中毒菌の遺伝子パターン解析

食中毒事件に際して、事件の規模や疫学的な広がりを把握するための手段として、分離された菌株の遺伝子パターン解析が重要となる。そのため、H16年度は試験検査部から食中毒由来の腸管出血性大腸菌 O115型20株の検査依頼があった。

3 まとめ

ウイルス検査は20事例303件について行い、13事例104件よりNV遺伝子を検出した。また、パルスフィールド電気泳動による解析では、腸管出血性大腸菌 O115型20株を検査した。

表1 食中毒検査実績(ウイルス検査)

No.	受付月日	担当保健所	発生場所	推定原因	検体数	検体の内訳				検出病原体	備考
						患者便	吐物	従業員便	食品・拭き取り		
1	H16. 4. 1	登米	栃木県	ホテルの食事	11(7)	11(7)				NV(GI)	食中毒
2	5. 7	岩沼	名取市	旅館の食事	5(0)			5(0)		検出せず	有症苦情
3	6. 2	岩沼	長野県	ホテルの食事	8(6)	8(6)				NV(GII)	食中毒
4	7. 9	仙南	仙台市	飲食店の食事	2(0)	2(0)				検出せず	食中毒
5	8. 9	塩釜	利府町	不明	70(0)	65(0)		5(0)		検出せず	食中毒
6	9. 9	塩釜	仙台市	仕出し弁当	7(0)	7(0)				検出せず	食中毒
7	12.15	岩沼	福島県	旅館の食事	2(0)	2(0)				検出せず	食中毒
8	12.21	塩釜	塩釜市	飲食店の食事	2(2)	2(2)				NV(GII)	有症苦情
9	12.24	塩釜	塩釜市	仕出し弁当	4(0)	4(0)				検出せず	有症苦情
10	H17. 1.14	栗原	築館町	家庭の食事	11(10)	8(8)	3(2)			NV(GII)	食中毒
11	1.19	気仙沼・岩沼	志津川町	旅館の食事	8(2)	3(2)		5(0)		NV(GI,GII)	食中毒
12	1.21	栗原	築館町	寮の食事	57(20)	30(19)		6(1)	21(0)	NV(GI,GII)	食中毒
13	1.24	石巻	石巻市他	殻付き生かき	18(14)	14(14)		3(0)	1(0)	NV(GI,GII)	食中毒
14	1.25	栗原	築館町	飲食店の食事	12(6)	9(5)		3(1)		NV(GI,GII)	食中毒
15	1.25	黒川	仙台市	飲食店の食事	8(7)	8(7)				NV(GI,GII)	食中毒
16	1.25	塩釜	塩釜市	飲食店の食事	19(7)	18(7)		1(0)		NV(GI,GII)	食中毒
17	2. 8	栗原	築館町	飲食店の食事	15(7)	7(6)		7(1)	1(0)	NV(GI,GII)	食中毒
18	2. 9	石巻	女川町	旅館の食事	37(10)	18(9)		13(1)	6(0)	NV(GII)	食中毒
19	3. 9	大崎	鳴子町	不明	6(6)	6(6)				NV(GII)	食中毒
20	3.16	石巻	秋田県	旅館の食事	1(0)	1(0)				検出せず	食中毒
合 計					303(104)	223(98)	3(2)	48(4)	29(0)		

()内はNV遺伝子検出数

平成16年度に宮城県で発生した 2 類および 3 類感染症

Cases of Categories II and III Infectious Diseases in Miyagi prefecture 2004

微生物部

Department of Microbiology

キーワード：細菌性赤痢，パラチフス A，腸管出血性大腸菌感染症，O157，O26

Keywords : Bacterial shigellosis Paratyphoid A Enterohemorrhagic *E.coli.* infection, O157 O26

2 類感染症の発生は，細菌性赤痢が10件（患者数10名），パラチフス A が 2 件（患者数 2 名）であった（表 1）。赤痢患者10名のうち *S. flexneri* 6 名，*S. sonnei* 4 名であった。これらの分離菌株についてPFGE解析を実施したところ，*S. flexneri* 2 株，*S. sonnei* 4 株は同一パターンであることが確認された。渡航歴は，パラチフス A，細菌性赤痢（*S. sonnei*）各 1 名に認められた。

表 1 2 類感染症発生状況

感染症名	菌種・血清型	人数	備考
細菌性赤痢	<i>Shigella flexneri</i>	6	
	<i>Shigella sonnei</i>	4	1 名渡航歴有り
パラチフス	<i>Salmonella</i> Paratyphi A	2	1 名渡航歴有り

3 類感染症（腸管出血性大腸菌感染症）の発生（届出）は53事例で，1880件の検体（糞便，食品，ふきと

り，水）から陽性者は156名であった（表 2）。内訳は，O157が24事例33名，O26が27事例113名，O145が 1 事例 9 名および型別不明（OUT）が 1 事例 1 名であった。O26 が仙南保健所管内 2 事例（No. 13-24，No. 39-44），大崎および栗原保健所管内でそれぞれ 1 事例（No. 119-156，No. 45-55），OUT・O145が大崎保健所管内で 1 事例（No. 83-92）の集団発生があった。また，塩釜保健所管内 2 事例（No. 29-30，No. 95-97），黒川支所管内 1 事例（No. 70-72），大崎保健所管内 2 事例（No. 10-11，No. 101-102），栗原保健所管内 7 事例（No. 3-4，No. 33-34，No. 50-55，No. 67-68，No. 74-75，No. 98-100，No. 107-111），登米保健所管内 5 事例（No. 5-8，No. 56-58，No. 60-61，No. 104-105，No. 116-118），石巻保健所管内 1 事例（No.79-81）および気仙沼保健所管内 1 事例（No.25-28）の家族内感染があった。なお，O145 は国立感染症研究所で同定され，その初発患者はOUTであった。

表2 3類感染症発生状況(届出)

No.	受付日	保健所	年齢	性別	血清型	ペロ毒素	No.	受付日	保健所	年齢	性別	血清型	ペロ毒素
1	5.28	登米	3	女	O26:H11	VT1	79	9.14	石巻	0	男	O157:H7	VT1, 2
2	6.11	仙南	67	男	O157:H7	VT2	80	9.14	石巻	26	女	O157:H7	VT1, 2
3	6.11	栗原	1	男	O26:H11	VT1, 2	81	9.15	石巻	39	男	O157:H7	VT1, 2
4	6.12	栗原	77	女	O26:H11	VT1, 2	82	9.14	登米	52	女	O157:H7	VT2
5	6.23	登米	5	男	O26:H11	VT1	83	9.17	大崎	2	女	OUT:HNM	VT1
6	6.24	登米	77	女	O26:H11	VT1	84	9.18	大崎	2	女	O145:H-	VT1
7	6.24	登米	27	女	O26:H11	VT1	85	9.18	大崎	3	女	O145:H-	VT1
8	6.25	登米	51	男	O26:H11	VT1	86	9.18	大崎	2	女	O145:H-	VT1
9	7. 5	気仙沼	18	女	O157:H7	VT2	87	9.21	大崎	2	男	O145:H-	VT1
10	7. 7	大崎	2	女	O157:H7	VT2	88	9.21	大崎	1	男	O145:H-	VT1
11	7. 8	大崎	56	男	O157:H7	VT2	89	9.21	大崎	1	男	O145:H-	VT1
12	7.10	仙南	6	女	O157:H7	VT2	90	9.21	大崎	3	女	O145:H-	VT1
13	7.14	仙南	5	男	O26:H11	VT1	91	9.24	大崎	19	女	O145:H-	VT1
14	7.14	仙南	4	女	O26:H11	VT1	92	9.27	大崎	20	女	O145:H-	VT1
15	7.16	仙南	4	男	O26:HUT	VT1	93	9.16	登米	5	女	O26:H11	VT1
16	7.16	仙南	5	男	O26:H11	VT1	94	9.28	栗原	1	女	O26:H11	VT1
17	7.19	仙南	5	男	O26:H11	VT1	95	9.29	塩釜	4	女	O26:H11	VT1
18	7.19	仙南	5	男	O26:H11	VT1	96	9.30	塩釜	4	女	O26:H11	VT1
19	7.19	仙南	4	男	O26:H11	VT1	97	9.30	塩釜	1	男	O26:H11	VT1
20	7.19	仙南	6	男	O26:H11	VT1	98	9.30	栗原	2	女	O157:HNM	VT1, 2
21	7.23	仙南	0	女	O26:H11	VT1	99	10. 1	栗原	57	男	O157:HNM	VT1, 2
22	7.23	仙南	3	男	O26:HUT	VT1	100	10. 1	栗原	82	女	O157:HNM	VT1, 2
23	7.23	仙南	6	男	O26:H11	VT1	101	10. 1	大崎	21	女	O157:H7	VT2
24	7.28	仙南	4	女	O26:H11	VT1	102	10. 4	大崎	18	女	O157:H7	VT2
25	7.16	気仙沼	6	男	O26:H11	VT1	103	10. 5	登米	1	男	O26:H11	VT1
26	7.16	気仙沼	10	男	O26:H11	VT1	104	10. 5	登米	29	女	O26:H11	VT1
27	7.16	気仙沼	36	女	O26:H11	VT1	105	10. 7	登米	3	女	O26:H11	VT1
28	7.16	気仙沼	39	男	O26:H11	VT1	106	10. 5	登米	4	女	O26:H11	VT1
29	7.20	塩釜	4	男	O157:HNM	VT1, 2	107	10. 7	栗原	0	男	O26:HNM	VT1
30	7.20	塩釜	34	女	O157:HNM	VT1, 2	108	10. 8	栗原	67	男	O26:HNM	VT1
31	7.22	登米	4	男	O26:H11	VT1	109	10. 8	栗原	64	女	O26:HNM	VT1
32	7.23	塩釜	41	男	O26:HNM	VT1	110	10. 8	栗原	25	女	O26:HNM	VT1
33	7.24	栗原	4	男	O26:H11	VT1	111	10. 9	栗原	38	男	O26:HNM	VT1
34	7.24	栗原	63	女	O26:H11	VT1	112	10.26	岩沼	29	女	O157:HNM	VT2
35	7.24	仙南	60	女	O157:H7	VT2	113	11.24	塩釜	78	女	O157:H7	VT1, 2
36	7.26	登米	4	男	O26:H11	VT1	114	12. 8	塩釜	52	女	O157:H7	VT1, 2
37	8. 6	栗原	1	男	O26:H11	VT1	115	12. 4	黒川	16	女	O26:H11	VT1
38	8.16	登米	2	女	O26:H11	VT1	116	12.21	登米	9	男	O157:H7	VT1, 2
39	8. 9	仙南	1	女	O26:H11	VT1	117	12.21	登米	65	男	O157:H7	VT1, 2
40	8.10	仙南	36	女	O26:H11	VT1	118	12.21	登米	7	女	O157:H7	VT1, 2
41	8.10	仙南	1	男	O26:H11	VT1	119	3. 4	大崎	1	男	O26:H11	VT1
42	8.10	仙南	1	女	O26:H11	VT1	120	3. 4	大崎	2	女	O26:H11	VT1
43	8.10	仙南	2	女	O26:H11	VT1	121	3. 4	大崎	2	男	O26:H11	VT1
44	8.13	仙南	40	女	O26:H11	VT1	122	3. 4	大崎	2	女	O26:H11	VT1
45	8. 9	栗原	1	女	O26:H11	VT1	123	3. 4	大崎	2	男	O26:H11	VT1
46	8.10	栗原	34	女	O26:H11	VT1	124	3. 4	大崎	1	女	O26:H11	VT1
47	8.14	栗原	4	男	O26:H11	VT1	125	3. 4	大崎	1	女	O26:H11	VT1
48	8.15	栗原	1	女	O26:H11	VT1	126	3. 4	大崎	1	女	O26:H11	VT1
49	8.17	栗原	1	女	O26:H11	VT1	127	3. 4	大崎	1	男	O26:H11	VT1
50	8.23	栗原	1	女	O26:H11	VT1	128	3. 4	大崎	1	男	O26:H11	VT1
51	8.24	栗原	62	男	O26:H11	VT1	129	3. 4	大崎	1	女	O26:H11	VT1
52	8.24	栗原	58	女	O26:H11	VT1	130	3. 4	大崎	1	女	O26:H11	VT1
53	8.24	栗原	30	男	O26:H11	VT1	131	3. 4	大崎	1	女	O26:H11	VT1
54	8.24	栗原	29	女	O26:H11	VT1	132	3. 4	大崎	21	女	O26:H11	VT1
55	8.27	栗原	3	男	O26:H11	VT1	133	3. 4	大崎	21	女	O26:H11	VT1
56	8.23	登米	1	男	O26:H11	VT1, 2	134	3. 7	大崎	5	男	O26:H11	VT1
57	8.23	登米	24	男	O26:H11	VT1, 2	135	3. 7	大崎	4	男	O26:H11	VT1
58	8.23	登米	0	男	O26:H11	VT1, 2	136	3. 7	大崎	2	女	O26:H11	VT1
59	8.25	石巻	1	女	O157:H7	VT2	137	3. 7	大崎	2	女	O26:H11	VT1
60	8.24	登米	1	女	O26:H11	VT1	138	3. 7	大崎	1	男	O26:H11	VT1
61	8.24	登米	29	男	O26:H11	VT1	139	3. 7	大崎	6	女	O26:H11	VT1
62	8.27	大崎	57	女	O157:H7	VT1, 2	140	3. 7	大崎	0	女	O26:H11	VT1
63	8.28	登米	0	女	O157:H7	VT2	141	3. 7	大崎	20	女	O26:H11	VT1
64	8.30	登米	6	男	O26:H11	VT1	142	3. 8	大崎	2	男	O26:H11	VT1
65	8.31	登米	0	男	O157:H7	VT2	143	3. 8	大崎	2	男	O26:H11	VT1
66	8.31	塩釜	3	男	O157:H7	VT2	144	3. 8	大崎	1	女	O26:H11	VT1
67	9. 1	栗原	1	男	O26:H11	VT1	145	3. 8	大崎	32	男	O26:H11	VT1
68	9. 2	栗原	31	女	O26:H11	VT1	146	3. 8	大崎	30	女	O26:H11	VT1
69	9. 1	登米	4	女	O26:H11	VT1, 2	147	3. 8	大崎	36	男	O26:H11	VT1
70	9. 6	黒川	2	男	O26:H11	VT1	148	3. 8	大崎	36	女	O26:H11	VT1
71	9. 5	黒川	34	男	O26:H11	VT1	149	3. 8	大崎	26	女	O26:H11	VT1
72	9. 5	黒川	4	女	O26:H11	VT1	150	3. 8	大崎	31	女	O26:H11	VT1
73	9. 6	大崎	67	女	O157:H7	VT1, 2	151	3. 9	大崎	7	女	O26:H11	VT1
74	9. 7	栗原	6	女	O157:	VT1, 2	152	3. 1	大崎	24	女	O26:H11	VT1
75	9. 7	栗原	3	女	O157:	VT1, 2	153	3. 1	大崎	53	女	O26:H11	VT1
76	9. 9	気仙沼	8	男	O26:H11	VT1	154	3.11	大崎	24	男	O26:H11	VT1
77	9. 9	登米	7	男	O157:H7	VT1	155	3.15	大崎	3	女	O26:H11	VT1
78	9. 9	登米	1	女	O157:H7	VT1, 2	156	3.15	大崎	29	女	O26:H11	VT1

過去6年間に検出した腸管出血性大腸菌 (EHEC) のPFGEパターン

PFGE pattern of Entero-hemorrhagic *E.coli*. detected during the past 6 years

谷津 壽郎 田村 広子 三品 道子
菅原 直子 佐藤 由美^{*1} 畠山 敬
秋山 和夫

Juro YATSU, Hiroko TAMURA, Mitiko MISINA
Naoko SUGAWARA, Yumi SATO
Takashi HATAKEYAMA, Kazuo AKIYAMA

キーワード：パルスフィールドゲル電気泳動，腸管出血性大腸菌感染症，O157，O26

Keywords : Pulsed-field Gel Electrophoresis; PFGE, Entero-hemorrhagic *E.coli*. infection, O157, O26

1 はじめに

パルスフィールドゲル電気泳動 (Pulsed-field Gel Electrophoresis; PFGE) 法は，感染症の分子疫学的解析には欠かすことのできない標準的解析法としての地位を確立しつつある。今回，平成16年度に多発した腸管出血性大腸菌感染症から分離された菌株 (O157, O26) について PFGE 法による解析を実施した。さらに過去6年間に分離同定した保存菌株と照合し，県内における動態を探った。

2 材料および方法

菌株は平成11年度39株，12年度58 (うち牛由来6) 株，13年度43 (うち牛由来3) 株，14年度51株，15年度35 (うち牛由来14) 株，および16年度163 (うち牛由来11) 株である。制限酵素は *Xba* を用いた。PFGE は，パルスタイム2.2～54.2秒，泳動19時間とした。

3 結果

3.1 O157:H7 VT1, 2 および O157:H7 VT2 については表1に示した。

O157:H7 VT1, 2 は，Aタイプ，Bタイプおよびその他に分類した。Aタイプは167.1 - 310.1kb 間に6本，Bタイプは5本のバンドが確認できるのが特徴的で，他のバンドは一致した (図1)。AおよびBタイプ以外をその他とした。表中の数字は菌株数で，^{*}の数字はAおよびBタイプの基本型とし，[△]の数字はサブタイプで167.1 - 310.1kb以外にバンドの相違を認めた。また，2以上の数字は同一事例の家族や保育園児から検出された菌株数を表し，Cは牛 (cattle) 由来株，ハイツンは同一事例での家族内および保育園児内から検出された菌株の比較で1～2本バンドが異なるサブタイプを表した。

破線矢印はPFGEの同一パターンを示し，矢印のない破線は1～2本増減する類似パターンを意味する。Aタイプは12年度から認められ，家族由来2株はAサブタイプ，別のAサブタイプは1株ずつが時および場所を異にして同一パターンを示した。13年度は家族由来のAタイプ基本型である株が1株と同一パターンを示した。この同一パターンの菌株は16年度の家族由来1株とその飼育牛1株に関連し，さらに別の1株が確認された。13年度の1-1はAサブタイプのさらに1本のバンドの相違を認めた。また，Aサブタイプ1株は16年度に同一パターンの1株が検出された。14年度のAサブタイプ1株はBサブタイプ1株とバンド2本の相違であった。16年度には別にAサブタイプ1株も確認された。同様に，Bタイプもサブタイプとともに11から16年度まで毎年確認された。その他では，13年度家族由来3株が16年度の家族由来3株と同一パターンであることが確認された。また，15年度に家族由来3株とその飼育牛9株で同一パターン

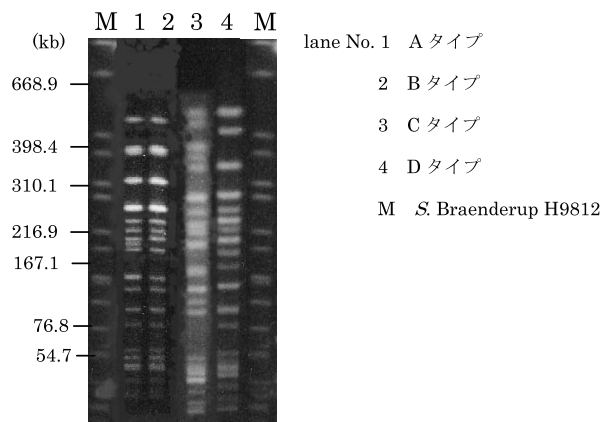


図1 PFGE 基本パターン

*1 現 宮城県立がんセンター

年度	O157:H7 VT1,2			O157:H7 VT2		
	Aタイプ	Bタイプ	その他	Cタイプ	Dタイプ	その他
11		① - 1 1	1 1		①-1	1
12	2 1 ↓ 1	② ↓ ↓ 1 1 1	3 1 1 C1 C1	①-3 ↓ ① ↓ ②	① 1 ↓ ②	C3
13	② 1-1 ↓ ①	C① ↓ ↓ 1 ↓ 1	1		②	1 C1
14	↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	1 ↓ ↓ 1-1 ↓ ↓		⑦-1		5 2 1 1 ↓ 1
15	↓ ↓ ↓	② ↓ ↓ 1 ↓	3 2 C9	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	C1 ↓ ↓ ↓
16	② 1 1 C⑦ ↓ ①	1 1	3 3 1 1	②-1 ↓ ①	②	1 1 1-1 4 1 C4

表1 O157:H7 VT1, 2 および同 VT2 菌株の PFGE 比較

が確認された。

O157:H7 VT2はCタイプ、Dタイプおよびその他に分類した。Cタイプは310.1 - 668.9kb 間に5本、Dタイプは同3本のバンドが特徴的に確認され、CおよびDタイプ以外をその他とした(図1)。11年度から毎年確認され、年度を超えた同一パターンやと畜場で解体された牛由来株との類似パターンも確認された。また、Cタイプでは15年度のO157:H7 VT1, 2 その他2株と3本のバンドが異なる類似パターンが確認された。

3.2 O157:H7 VT1, O157:HNM VT1, 2 および O157:HNM VT2については表2に示した。

O157:HNM VT1, 2は、平成15年度にと畜場の牛から確認された1株と16年度家族由来2株および3株と同一パターンであった。

3.3 O26:H11 VT1, O26:HNM VT1およびO26:H11 VT1, 2については表3に示した。

O26:H11 VT1では、平成11年度に1株ずつの同一パターンが確認され、1から2本のバンドが異なるサブタイプの3グループも確認された。そのうち1株が13年度の1株と同一パターンが確認された。また、ほかに1株ずつ12, 14年度および15年度に類似パターンが確認された。12年度にはO26:HNM VT1との類似パターンも確認された。16年度は、同一パターンが家族由来4株、別の家族由来2株、患者由来1株とさらに患者由来1株の4事例で確認された。ほかに異なる5つの株で同一パターンが確認された。(仙)は仙台市

年度	O157:H7 VT1	O157:HNM VT1,2	O157:HNM VT2
11	1		
12		2	2
13	C1		C1
14			
15		C1 ↓	
16		2 ↓ 3	

表2 O157:H7 VT1, 同 HNM VT1, 2

および同 HNM VT2 菌株の PFGE 比較

の関連調査で確認されたことを表している。9つの株は患者由来の株であったが、8つの株で家族内感染、4つの株で集団発生が確認された。集団発生1事例で検出された38株からは、同一パターン35株とサブタイプ3株が確認された。

4 ま と め

- (1) O157は、年度を越え、牛も含めて同一パターンが多数確認された。
- (2) O26は、年度を越えた同一・類似パターンは少数であったが、同一年度内にサブタイプが多数確認され、集団発生事例でもサブタイプおよび全く異なるパターンが確認された。
- (3) 今後、O157のA～Dタイプ分類の妥当性を検討するとともに、O26の遺伝的多様性を念頭に置いた積極的疫学調査を実施する。

年度	O26:H11 VT1	O26:HNM VT1	O26:H11 VT1,2
11	2 - 1 1 1 1 2 1 1 1 2 1 ↓ 5 1 1 - 1 ↓ 1 - 1 - 1 ↓ 1 ↓ 1	1	
12	4 - 3 - 1 - 1 - 3 1 1 2 - 3 1 2 1 1 - 1 ↓ 2 - 1 ↓ 1 2 1	2	
13	6 1 1 1 1 1 1 1 2 2 12 - 4 - 1 - 1 - 2 1 1 ↓ 1 2 1 ↓ 1	2	
14	2 12 - 4 - 1 - 1 - 2 1 1	1 - 1 2 ↓ 1	
15	1 - C2 - C2 1 2 1 2 1 2	1	
16	4 1 1 1 (仙) - 1 (仙) 2 1 ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ 2 1 1 1 1 1 3 ↓ 1 (仙) 6 2 3 3 5 4 2 6 11 12 ↓ 1 1 1 1 1 1 1 1 35 - 3 ↓ 1	5	1

表3 O26:H11 VT1, 同HNM VT1 および同H11 VT1, 2のPFGE比較

日常食品中の水銀摂取量調査 - 魚介類の含有量実態を中心に -

Survey of Mercury Intake in Daily Foods
- Mainly Content Picture in Fish and Seafood -

山内 一成 氏家 愛子 佐藤 信俊*

Kazushige YAMANOUCHI, Aiko UJIIE, Nobutoshi SATO

1 はじめに

平成14年国民栄養調査¹⁾における魚介類(群)の摂取量は、東北地域では104.8g/人・日(全国平均88.2g/人・日)と地域別で最高の値を示しており、他地域の73.9g/人・日~97.6g/人・日と比べ魚介類好きがうかがえる。

その魚介類等に含有する水銀に関して、平成15年6月、厚生労働省からの文書「水銀を含有する魚介類等の摂取に関する注意事項」²⁾(薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会乳肉水産食品・毒性合同部会取りまとめ)で、妊婦等を対象とした摂取に関する注意が喚起されている。また、国際的にも各国から同様の注意勧告が出されている。

今般、国民栄養調査の群分けに基づき群からIII群に分別調製した試料(群別試料)及び魚介類(群-1,2,3)と肉類・卵(I群-1,2,3)の個別試料について、総水銀含有量を調査し知見を得たので報告する。

また、国民栄養調査では各群の食品摂取量が示されているため、それを基に東北地域の一白水銀摂取量を求めたので報告する。

2 方 法

2.1 調査対象試料

平成15年度厚生労働省委託事業のトータルダイエツトスタディーで用いた群別に調理・混合した試料(群別試料)及び、混合前の食品個別用の試料(個別試料)を分析対象とした。

なお、個別試料は、群の魚介類及びI群の肉類・卵を対象とし、群別試料及び個別試料共に-18℃で保存した。

2.2 分析装置

日本インスツルメンツ(株)水銀測定用専用装置リガクマーキュリーSP

2.3 測定方法

解凍した保存試料(約50g)をフードカッターで細

切した後、さらに乳鉢で搗りつぶし、均一化した後、群別試料は約200mg、個別試料は約100mgを磁性燃焼ポットに精秤し、分析機器で推奨されている添加剤を積層して測定に供した。

3 結 果

(1) I群からIII群の群別試料の総水銀含有量を求めたところ、群及びI群から総水銀が検出され、その他の群は検出限界以下であった。東北地域の食品群別摂取量から計算した一日水銀摂取量は8.0µg/人・日~22µg/人・日(平均14.0µg/人・日)であり、魚介類(1ⅰ2ⅰ3)のように食品の組み合わせによって水銀摂取量に約3倍の較差があった。又、群からの摂取量が96%~97%を占め、群からの摂取が多いことが明らかになった。(表1)

(2) 群の魚介類は13のグループに区分されている。その内まぐろについては3検体中2検体で総水銀濃度が1ppmを超えている他、全ての魚介類個別試料から水銀が検出された(0.004ppm~1.8ppm)。また、摂取量についてもまぐろ類からの摂取(平均6.7µg/人・日)が多く、群の約50%を占めている。(表2)

(3) I群の肉類・卵は7のグループに区分されている。鯨類で0.029ppm~0.26ppm、豚バラ肉1検体で0.010ppm及びあいがもで0.004ppmの総水銀が検出されたが、その他の食品では検出されなかった。(表3)

(4) 調査した東北地域の一白水銀摂取量は、厚生労働省が昭和48年に設定した暫定的耐容週間摂取量(メチル水銀:0.17mg/人・週)と比べ25%~68%(平均43%)(総水銀中に占めるメチル水銀を75%と仮定)に相当するものであった。

4 ま と め

(1) 魚介類等には微量の水銀が含有され、食物連鎖の結果高レベルの水銀を含有する魚介類等の存在

*現 原子力センター

表1 群別試料の総水銀量と一日水銀摂取量

群	食品群名	一日 摂取量	水銀 含有量	一日水銀 摂取量
		(g)	(ppm)	($\mu\text{g}/\text{人}\cdot\text{日}$)
I	米	173.4	ND	-
II	雑穀・芋	151.9	ND	-
III	砂糖・菓子	29.9	ND	-
IV	油脂	14.3	ND	-
V	豆・豆加工品	90.8	ND	-
VI	果実	139.0	ND	-
VII	有色野菜類	102.5	ND	-
VIII	野菜・海草類	234.3	ND	-
IX	嗜好品	191.4	ND	-
	魚介類(1)	107.4	0.20	22
	魚介類(2)	107.4	0.072	7.7
	魚介類(3)	107.4	0.11	12
群平均				14
I	肉・卵類(1)	110.9	0.002	0.3
I	肉・卵類(2)	110.9	0.003	0.4
I	肉・卵類(3)	110.9	0.004	0.4
I群平均				0.4
II	乳・乳製品	132.0	ND	-
III	その他の食品	5.0	ND	-

注：群， I群は3検体を分析した。

注：一日摂取量は，平成12年国民栄養調査に基づく（以下同じ）。

注：NDは，検出下限値（0.002ppm）未満を示す（以下同じ）。

表2 魚介類別総水銀量と一日水銀摂取量
魚介類(1)

魚介類名	一日 摂取量	水銀 含有量	一日水銀 摂取量
	(g)	(ppm)	($\mu\text{g}/\text{人}\cdot\text{日}$)
生鮭	12.6	0.032	0.41
めばちまぐろ	6.1	1.8	11
まだい	6.35	0.17	1.1
赤魚(冷凍)	6.35	0.28	1.8
まあじ	6.35	0.18	1.1
さんま	6.35	0.091	0.58
きす	7.5	0.22	1.7
生いか	7.3	0.10	0.74
赤えび	7.3	0.012	0.086
あさり(殻付き)	4.9	0.10	0.50
塩鮭	11.9	0.053	0.64
さんまみりんぼし	8.5	0.074	0.63
いわし味付け缶詰	4.2	0.009	0.037
ちりめん佃煮	0.4	0.008	0.003
ささかまぼこ	10.5	0.005	0.047
魚肉ソーセージ	0.8	0.004	0.004
計	107.4		20

注：各魚介類は，調理前の可食部について分析した（以下同じ）。

魚介類(2)

魚介類名	一日 摂取量	水銀 含有量	一日水銀 摂取量
	(g)	(ppm)	($\mu\text{g}/\text{人}\cdot\text{日}$)
生鮭	12.6	0.016	0.20
きはだまぐろ	6.1	0.31	1.9
たら	12.7	0.032	0.41
にしん	12.7	0.077	0.97
銀たら	7.5	0.14	1.0
甘えび	7.3	0.077	0.56
ずわいがに	7.3	0.096	0.70
かき	4.9	0.012	0.059
塩銀さけ	11.9	0.039	0.46
ししゃも	8.5	0.008	0.065
さば水煮缶詰	4.2	0.16	0.66
わかさぎ佃煮	0.4	0.032	0.013
さつまあげ	10.5	0.013	0.14
魚肉ソーセージ	0.8	0.019	0.015
計	107.4		7.1

魚介類(3)

魚介類名	一日 摂取量	水銀 含有量	一日水銀 摂取量
	(g)	(ppm)	($\mu\text{g}/\text{人}\cdot\text{日}$)
トラウトサーモン	12.6	0.045	0.57
びんちょうまぐろ	6.1	1.2	7.4
なめたかれい	12.7	0.13	1.7
いわし	12.7	0.039	0.50
きす	7.5	0.22	1.7
たこ	7.3	0.042	0.31
うに	7.3	0.007	0.052
ほたてがし	4.9	0.014	0.070
塩たら	11.9	0.092	1.1
ちりめん	8.5	0.019	0.16
さけ水煮缶詰	4.2	0.039	0.17
わかさぎ佃煮	0.4	0.063	0.025
ちくわ	10.5	0.021	0.22
魚肉ハム	0.8	0.037	0.029
計	107.4		14

が知られているが、今回食物連鎖の上位にあるまぐろ類及び鯨類から高濃度の水銀が検出されたことで、それが裏付けられた。

- (2) 厚生労働省での水銀一日摂取量調査(1992年から2001年平均8.4 μ g/人・日)と比較すると今回調査の値は高めではあるが、その値がまぐろ類からの寄与率が高い結果であることを考慮すれば、水銀摂取については個人差が大きいことが予想される。
- (3) 今回の調査の結果、まぐろ類や鯨類については水銀含有量が高めであることが改めて明らかになったが、「水銀を含有する魚介類等の摂取に関する注意事項」の一層の理解と妊娠している方等への周知の継続等適切な情報提供が望まれる。
- (4) なお、宮城県では、すずきの水銀含有量についてモニタリング調査を行っているが、過去10年間の値は、最大0.28ppm 最小0.07ppm 平均0.16ppmであり、特記すべき経年変化は特に認められていない。

参考文献

- 1) 厚生労働省：“平成14年国民栄養調査”平成16年5月
- 2) 厚生労働省医薬局食品保健部基準課長通知“水銀を含有する魚介類等の摂取に関する注意事項について”平成15年6月3日、食基発第0603003号

表3 肉類・卵別総水銀量と一日水銀摂取量
肉類・卵(1)

肉類・卵名	一日 摂取量	水銀 含有量	一日水銀 摂取量
	(g)	(ppm)	(μ g/人・日)
牛肉(もも)	10.8	ND	-
豚肉(ヒレ)	30.4	ND	-
鶏肉(もも)	18.0	ND	-
鯨肉	0.3	0.029	0.009
あいがも	1.5	0.004	0.006
ロースハム	7.3	ND	-
鶏卵	42.6	ND	-

注：各肉類・卵は、調理前の可食部について分析した(以下同じ。)

肉類・卵(2)

肉類・卵名	一日 摂取量	水銀 含有量	一日水銀 摂取量
	(g)	(ppm)	(μ g/人・日)
牛肉(ロース)	10.8	ND	-
豚肉(かたロース)	30.4	ND	-
鶏肉(むねにく)	18.0	ND	-
鯨肉(ミンク鯨)	0.3	0.260	0.078
マトン	1.5	ND	-
ウインナーソーセージ	7.3	ND	-
鶏卵	42.6	ND	-

肉類・卵(3)

肉類・卵名	一日 摂取量	水銀 含有量	一日水銀 摂取量
	(g)	(ppm)	(μ g/人・日)
牛肉(すね肉)	10.8	ND	-
豚肉(ばら)	30.4	0.010	0.31
鶏肉(ささみ)	18.0	ND	-
鯨肉(ニタリ鯨)	0.3	0.051	0.015
さくら肉大和煮(缶詰)	1.5	ND	-
ベーコン	7.3	ND	-
鶏卵	42.6	ND	-

GMO検査におけるサンプル量縮小化への検討

A Study of Reduction of Sample-Weight to Quantify for Recombinant DNA
from Genetically Modified Soybeans

福原 郁子 曽根 美千代 氏家 愛子
佐藤 信俊*¹

Ikuko FUKUHARA, Michiyo SONE, Aiko UJIIE,
Nobutoshi SATO

キーワード：遺伝子組換え大豆；ProteinaseK；定量PCR

Keywords : Genetically modified soybeans ; ProteinaseK ; Quantitative Polymerase Chain Reaction

1 はじめに

当センターでは平成13年度より遺伝子組換え食品（以下GMO）検査を実施している。当初、我々は大豆DNA抽出精製法として公定法の1つであるシリカゲル膜タイプキット法を採用した。しかし、渡邊ら¹⁾より、遺伝子組換え大豆DNA抽出において、同法により抽出されたDNAを対象に定量PCRを実施した場合、測定値が低くなる可能性があるとの報告から、平成15年11月、同法は公定法の大豆DNA抽出精製から除外され、当センターでは他の公定法であるCTAB法に切り替えた。

大豆穀粒は1粒1粒がGMOまたは非GMOのいずれかであり、その混入率を測定するためには、試料量と粉碎・混合の方法、及び試料の粒径等が測定誤差に大きく反映することになる。従って、CTAB法（公定法）では使用する試料量が多いことから、データの安定性が良いと考えられるが、反面、抽出等に用いる試薬量が多くなり、容量の大きい遠心分離機や器具機材が必要となる等、操作性・経済性の面での問題がある。

そこで、我々はCTAB法を改良し、少量の試料でも安定したデータを得ることを目的に抽出液や試薬の使用量及び試料の粒径について検討した結果、若干の知見を得たので報告する。

2 方法

2.1 試料

今回の実験では以下の2種の大豆を使用した。

標準大豆：ELISA試験用の標準大豆粉末（粒径100mesh以下、全粒紛用、Strategic Diagnostics Inc.社製）1.25%、2.5%

陽性大豆：昨年度行った定性PCRでラウンドアップレディ陽性と判定された豆腐の原材料大豆穀粒

2.2 前処理

陽性大豆（穀粒）をグラインダーで二回粉碎し、乳鉢ですりつぶした後、48mesh、80meshのふるいにかけて、粒径0.295mm以上、粒径0.175～0.295mm、粒径0.175mm以下に分取した。

2.3 DNA抽出

公定法では50mlチューブを使用し、検体2gに対しCTAB液45mlを加え試料溶液を調製するが、操作性が悪いということから、今回、作業行程すべてにおいて1.7mlマイクロチューブを使用し、容器容量にあわせて試料採取量を公定法の1/40の50mgにし、その縮小化が有効であるか検討した。

松岡ら²⁾の方法と平成13年度厚生科学研究³⁾の方法をもとにCTAB法を改良し、CTAB液量とProteinaseK添加量について抽出液のUV吸収によるDNA濃度を指標にして検討を行った。また、その結果をふまえて試料の粒径による定量PCRのパラッキも検討した。なお、測定は一検体につき二回から五回並行して実施した。

2.4 定量PCR

公定法に基づきABI PRISM 7900HTにて定量PCRを実施し、GMOの混入率を算出した。

3 結果および考察

3.1 CTAB液量の検討

1.25%標準大豆を試料とし、CTAB液量を300～1400μlの範囲で6段階に加え、各々のDNA抽出量をPCI抽出液（水層）の採取量で除し、PCI液中の濃度に換算して比較した。

結果を図1に示したが、CTAB液量が900μlのとき30.1ng/μl、600μlのとき27.9ng/μlと6段階のうちで高濃度であった。従って、検体の容量とマイクロチューブ内での混和のし易さを考慮して、CTAB液量を600μlとした。

* 1 現 原子力センター

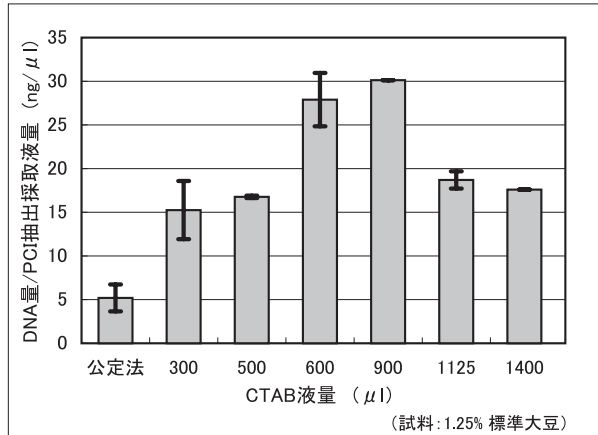


図1 CTAB液量の違いによるPCI抽出液中のDNA濃度

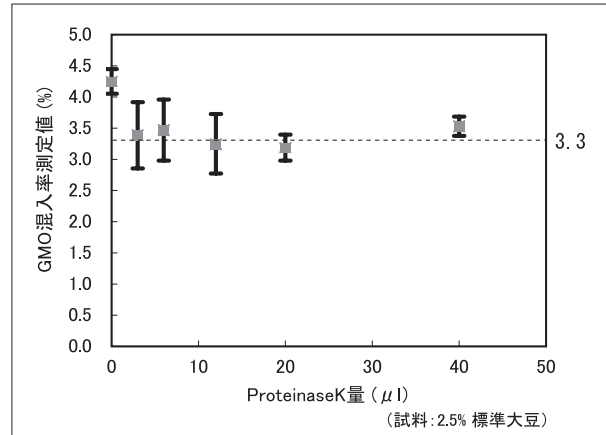


図3 Proteinase K量の違いによる定量結果

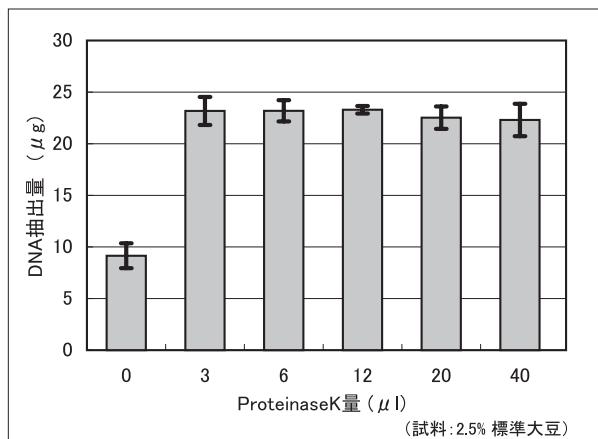


図2 Proteinase K量の違いによるDNA抽出量

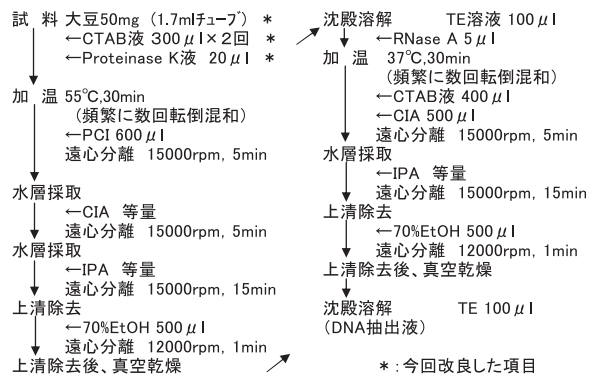


図4 改良DNA抽出フロー (CTAB法)

定量PCR後の結果を公定法と比較してみると、GMOの混入率は、公定法では1.69%、CTAB液量600 μlでは1.68%であり、ほぼ同じ値が得られた。

3.2 Proteinase K添加量によるDNA抽出量への影響

CTAB公定法ではPCI液添加後の中間層が厚く、上清の採取が困難であり、何度も遠心分離をしなければ必要量を採取できない。そこで蛋白分解酵素のProteinase Kを添加し、中間層の成分である蛋白質を除くことを検討した。

2.5%標準大豆を試料とし、試料溶液にProteinase Kを3 ~ 40 μlの範囲で5段階に添加し抽出されたDNA量を比較した。

Proteinase Kを添加することによりPCI添加・遠心分離後の中間層が減少し、上清を採取することが容易であった。

結果を図2に示したが、DNA抽出量は、Proteinase Kの添加量にかかわらず約23 μgで、無添加の場合の約2.5倍であった。

3.3 Proteinase K添加量による定量値への影響

3.2で抽出したDNAについて定量PCRを実施し、GMO混入率を求めた。

結果を図3に示したが、Proteinase K無添加では4.3 ± 0.2%、添加量3 μlで3.4 ± 0.5%、6 μlで3.5 ± 0.5%、12 μlで3.3 ± 0.2%、20 μlで3.2 ± 0.2%、40 μlで3.5 ± 0.2%となり、Proteinase Kを添加したものは約3.3%に収束し、無添加のものに比べて表示値である2.5%に近い値が得られた。

また、添加量が多いほどバラツキが少なかった。これらの結果より、Proteinase Kの添加量は、表示値の混入率に最も近い値が得られ、バラツキも少なかった20 μlとした。

3.1 ~ 3.3までの検討で改良したDNA抽出フロー (CTAB法) を図4に記す。

3.4 粒径別のGMO混入率測定値

今回検討した縮小化法 (図4) を粒径別に分別した陽性大豆に適用してGMO混入率のバラツキを検討した。

5回繰り返し試験の結果を図5に示したが、未ふるいのものは0.32 ± 0.09%、粒径0.295mm以上のものが0.30 ± 0.08%、粒径0.175 ~ 0.295mmのものが0.30 ± 0.09%、粒径0.175mm以下のものが0.30 ± 0.05%であった。公定法での5回繰り返し試験の結果は0.32 ± 0.07%であり、いずれも公定法と比較して有意な差は見られず、粒径

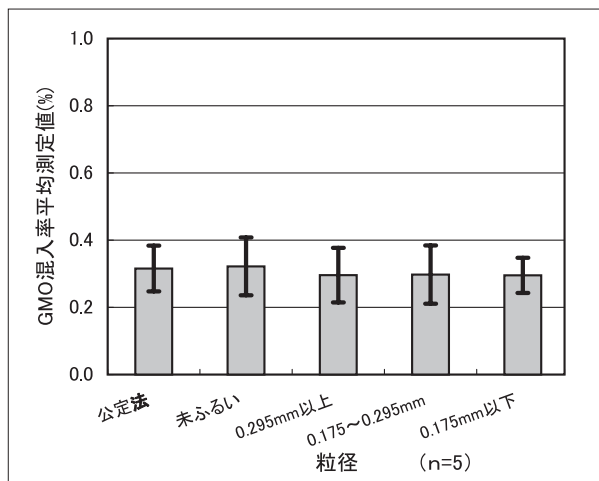


図5 粒径別 GMO 混入率測定値

0.175mm以下のものに関しては公定法よりもバラツキが少なかった。

平成13年度厚生科学研究³⁾での混入率既知のGMO混入大豆による繰り返し試験では、混入率0.5%試料において測定値の集計が $0.63 \pm 0.30\%$ という結果が報告されている。この報告と比較してみても、本法の再現性は良好であると考えられた。

現在、高濃度のGMO混入大豆の入手が困難であるため、本報告では約0.3%の低濃度のGMO混入大豆を

用いたが、さらに確実性を得るために、規制基準となる混入率5%付近のGMO混入大豆を入手し、検討を重ねたい。

4 まとめ

- (1) 試料やCTAB液量を縮小することで、抽出全過程において使用容器を1.7ml チューブに統一でき、その効果により抽出方法を簡便で経済的に改良することができた。
- (2) ProteinaseKを添加することで抽出操作が容易になり、DNA抽出量が増加した。
- (3) 二回グラインドした後乳鉢ですりつぶした試料に関しては、GMOの測定値は粒径によって有意な差は見られなかった。
- (4) 粒径0.175mm以下の試料は、サンプリング量を1/40に縮小した改良法でのバラツキが最少であり、公定法よりも安定した精度でDNAを抽出できた。

参考文献

- 1) 渡邊 敬浩 他：第40回全国衛生化学技術協議会 年会講演集，88 (2003)
- 2) 松岡 猛 他：食品衛生学雑誌，40(2)，149 (1999)
- 3) 杉田 隆博 他：平成十三年度厚生科学研究費補助金 健康科学総合研究事業報告書，27 (2002)

ポジティブリスト制導入に向けた精度管理の一手法 - 高速液体クロマトグラフィーを利用した混合標準溶液の評価 -

A Method of Accuracy Management for Positive List System
- Evaluation of Mixed Standard Solutions used HPLC -

赤間 仁*¹ 佐藤 信俊*²

Hitoshi AKAMA, Nobutoshi SATO

キーワード：ポジティブリスト；精度管理；混合標準液；高速液体クロマトグラフィー

Keywords : positive list; accuracy management; mixed standard solution; HPLC

1 はじめに

近年，測定結果の信頼性確保のため公的機関ではGLPが義務づけられ，当センターでも検査結果に影響を与えるおそれのある機器の点検や測定方法の妥当性を常にチェック出来るよう種々の規定を設けている。

理化学検査業務の大半はGCやLC等の機器分析が中心となっている。これらの検査では，定性・定量を行うために対象とする既知濃度の化学物質を標準品（溶液）として用意する必要があり，分解や溶液の揮発等による濃度の変化が直接測定精度に影響を与えることになる。

食品衛生法の改正¹⁾によって残留農薬や残留動物用医薬品等にポジティブリスト制が導入され，残留基準が設定される物質が約700種類となる見込みであり，標準液の調製等に係る時間や経費が大幅に増加することが予想される。

そこで，これらの問題を軽減するため，フォトダイオードアレー検出器付高速液体クロマトグラフィー（HPLC/PDA）による簡便な標準液濃度の補正（値付け）方法について検討し，若干の知見を得たので報告する。

2 方法

2.1 測定原理

一般に吸光度測定において，入射光と透過光の強度比の対数（吸光度）が，測定セルの光路長と溶液の濃度に比例する（図1，ランベルト・ベールの法則²⁾）。この比例係数を吸光係数（モル吸光係数）と呼び，波長や溶媒等が同じ場合物質特有の定数であり，また光路長も通常1cmと装置固有の値であるため，吸光係数が既知であれば原理的に吸光度から絶対濃度を求めることが可能である。

$$A = \text{Log}_{10} \left(\frac{I_0}{I} \right) = \epsilon \cdot l \cdot C$$

A：吸光度（AU） ：モル吸光係数（l/mol/cm）

I：透過光強度 C：濃度（mol / l）

I₀：入射光強度 l：光路長（cm）

図1 吸光度測定におけるランベルトベールの法則

HPLC/PDA分析の場合，装置内に注入された溶液が移動相溶液で押し流されカラム内で分離され，最終的に検出セル内を通過時に吸光度測定でピークとして検出される。従って，注入時の濃度とセル内の濃度は異なり，直接に絶対濃度に変換することはできない。しかし，装置内で濃度が変化し時間がかかっても，注入した化学物質がすべてセル内を通過し吸光度として測定されていることから，セルを通過する時間Tにおける平均濃度（W/T）と平均吸光度（S/T）の間にはランベルト・ベールの法則が成立することが分かる。

以上から，化学物質の絶対濃度（C）は，図2及び図3 - 式⑤に示すように，ピーク面積（S），移動相の流速（U），吸光係数（ ϵ ），セル長さ（l）及び注入液量（V）から求めることができる。

今回用いた化学物質の各吸光係数は未知であるため，逆に著者らが作成した標準品の濃度から吸光係数を求め，各パラメータの変動が吸光係数にどの程度影響するかを評価し，本法の実用性について検討する。

2.2 標準品

今回実験に用いた化学物質は，日常業務でHPLC/PDA測定項目としている動物用医薬品のうち表1に示した6物質の混合標準溶液（それぞれ1ppm）として利用した。

*1 現 環境対策課 *2 現 原子力センター

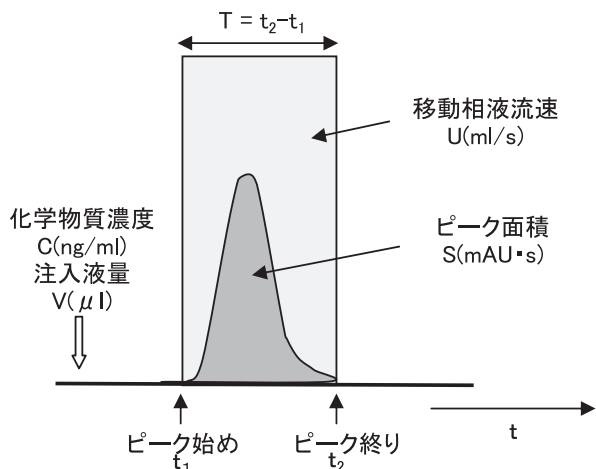


図2 HPLC測定における各パラメータ

$$W = C \cdot V \dots\dots\dots ①$$

化学物質の注入量(W)は濃度(C)と注入液量(V)の積。

$$C' = \frac{W}{U \cdot T} = \frac{C \cdot V}{U \cdot T} \dots\dots\dots ②$$

検出器内の平均濃度(C')はWをピーク検出時間内の総移動相量(U・T)で除したものの。

$$A' = \frac{S}{T} \dots\dots\dots ③$$

ピーク検出時間内の平均吸光度(A')はピーク面積(S)をTで除したものの。

$$A' = \epsilon \cdot l \cdot C' \dots\dots\dots ④$$

吸光度はεを(吸光)係数として、セル光路長(l)と濃度(C')に比例する。(ランベルト・ベールの法則)

$$C = \frac{S \cdot U}{\epsilon \cdot l \cdot V} \dots\dots\dots ⑤$$

④に②, ③を代入し, Cについて整理する。

図3 HPLC/PDA測定における絶対濃度とピーク面積の関係

2.3 機器及び測定条件

- ・ HPLC/PDA : Agilent, HP-1100
- ・ カラム : ODS-TSK-Gel-80Ts (id 4.6mm, 2.1mm, 150mm)
- ・ 測定波長 : 241, 265, 280, 305, 350nm
- ・ 移動相 : 0.01%ギ酸 / 0.01%ギ酸メタノール溶液のグラジエント
- ・ グラジエント条件 : 表2に示した7種類
- ・ 流速 : 0.2ml/min から0.2ml 間隔で5段階

表1 使用標準品一覧

略号	名称	質量	分類
SDD	スルファジミジン	278.32	合成抗菌剤
SDMX	スルファジメトキシ	310.33	合成抗菌剤
OXA	オキシリン酸	261.24	合成抗菌剤
FBZ	フルベンダゾール	313.29	内部寄生虫用剤
-TB	トレンボロン	312.41	合成ホルモン剤
ZNL	ゼラノール	322.40	合成ホルモン剤

表2 実験に用いたグラジエント条件

No.	min	%	min	%	min	%	min	%	min	%
1	0	10	4	10	30	35	52	95	60	98
2	0	10	5	10	55	85	60	85	60	85
3	0	10	4	10	30	35	49	95	60	95
4	0	5	55	90	60	90				
5	0	10	4	10	30	43	51	95	60	95
6	0	10	4	10	55	85	60	85		
7	0	10	4	10	30	49	55	95	60	95

A/B = 0.01%ギ酸 / 0.01%ギ酸メタノール溶液

%はAの濃度を表示

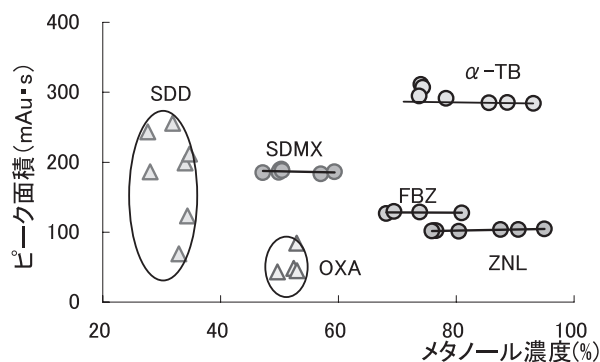


図4 メタノール濃度とピーク面積

3 結果及び考察

3.1 移動相組成によるピーク面積への影響

一般に、化学物質はそれぞれ測定波長毎に一定の吸光係数を有するが、物質によっては、溶媒の種類や性状、特にpHに大きな影響を受ける場合がある。通常、残留農薬や動物用医薬品等の測定ではGC/MSやHPLC/MSによる多成分一斉分析を目標³⁾⁴⁾とするため、表2のようなグラジエント測定が中心である。従って、ピーク検出時の移動相の組成の変化が与える影響について把握しておく必要がある。

図4には、0.01%ギ酸 / 0.01%ギ酸メタノール系溶媒によるグラジエント測定におけるメタノール濃度とピーク面積について示した。なお、メタノール濃度はピーク検出時のミキシングポンプ段階での混合率から

算定したもので、測定セル内の濃度ではない。

図4から、ピーク分離が良くなかったSDD及び感度の低いOXA（印）を除き、対象物質溶出時の移動相組成によるピーク面積(S)の変動は少ないことが分かった。なお、各実験は最大11日の期間を経た後に行われたが、長い期間装置を停止した場合でも、安定した結果が得られることが分かる。

3.2 流速の違いによるピーク面積への影響

図5にはSDMXを例に、移動相の流速を変化させたときのピーク面積及び平均吸光度(S/T)の変化を示した。図から、ピーク面積は流速に応じて指数関数的に減少し、移動相の流速(U)は遅いほどピーク面積(S)が大きくなること分かる。これは、流速が遅いと検出器を通過する時間、すなわちピークの検出時間(T = 検出開始から終了までの時間)が長くなり、一定時間間隔(0.1~0.5秒)で吸光度を測定し、吸光度×積分時間(回数)として積分されているピーク面積(S = mAU・s)が大きくなるためである。

一方、この実験では注入量を一定としたため、平均吸光度も一定値になることが期待されたが、実際には図のような変動が見られた。これは、ピークの検出時間(自動測定)が測定毎に微妙に変化するためと考えられる。

そこで、同様に注入量を検出時間(T)に流れた移動相の液量で除した平均濃度(C')と平均吸光度との相関関係をプロットすると、図6のように検出時間が相殺され原点を通る直線上に分布し、図3 - 式が成立することが分かる。

3.3 注入量の違いによるピーク面積への影響

HPLC/PDAの濃度による吸光度の安定性を確認するために、注入量(濃度)を5 µlから30 µlまで5 µl間隔で6段階に変化させたところ、ピーク形状の変化は見られたもののピーク面積は注入量に比例し、定量的に注入されていることが確認できた(図7)。

各動物用医薬品ともに最大吸収波長付近で測定した結果であるが、吸光度が低い領域の波長による測定でも比較的良好な相関性が見られた。

3.4 繰返し精度

機器の測定精度による誤差を評価するために、100ppbの混合標準品(30 µl)の5回繰り返し試験を実施したが、CV%はOXAで1.67%であったが、他の5物質では0.066~0.41%と極めて良好な結果であった(表3)。

3.5 分光光度法によるモル吸光係数との比較

吸光係数を比較する場合、分子内のベンゼン核等の官能基数が大きく影響することから、モル濃度当たりの係数すなわちモル吸光係数として比較するのが一般的である。

本法(HPLC/PDA)及び分光光度法により、それぞれ各標準品のモル吸光係数を求め表4に示した。分光

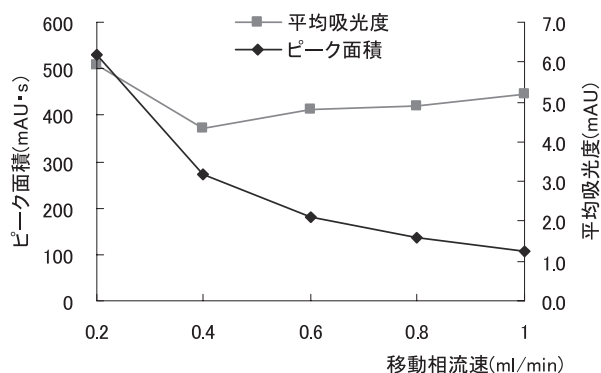


図5 移動相流速とピーク面積及び平均吸光度の関係(SDMX)

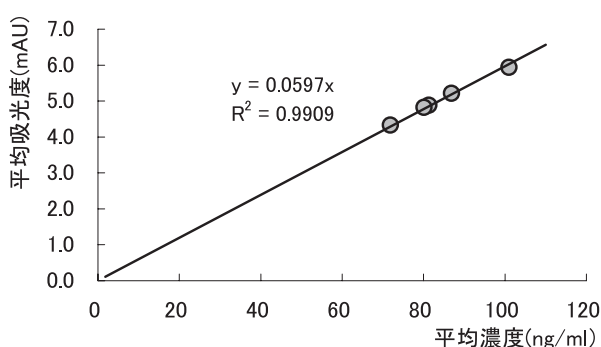


図6 計算による平均濃度と平均吸光度(SDMX)

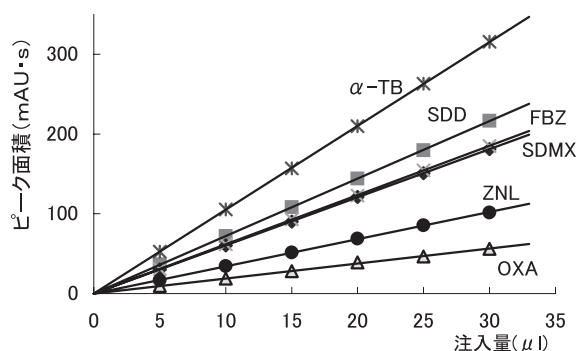


図7 試料注入量とピーク面積(mAU・s)

光度法では3種類の溶媒を用い、その影響を比較したところ、OXA, FBZ, ZNLでは、0.01%ギ酸/0.01%ギ酸メタノール(80/20)系溶媒を用いた場合に他の2溶媒と比べて小さい値となった。

分光光度法において、3種の溶媒で同程度の値となったSDD, SDMX, α-TBでは本法の結果とも良く一致した。

4 まとめ

モル吸光係数は同一移動相系において、グラジエント条件、流速、標準溶液の濃度及び注入量に依ることなくほぼ一定の値を示したことから、混合標準液調製

表3 ピーク面積の繰り返し測定精度

物質名	max	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均値		CV %
SDD	265	215.3	215.5	215.4	215.4	215.7	215.7	0.14	0.07
SDMX	280	180.4	180.6	180.2	180.4	180.5	180.4	0.14	0.08
OXA	265	44.3	44.8	43.7	43.6	42.8	43.8	0.77	1.76
FBZ	241	193.8	191.6	192.7	192.3	192.4	192.6	0.78	0.41
-TB	350	314.8	315.5	313.5	314.9	315.4	314.8	0.79	0.25
ZNL	265	102.5	102.1	102.6	102.2	102.5	102.4	0.23	0.22

標準液濃度：100ppb，単位：mAU・s

時に特定の測定波長で得たモル吸光係数または特定濃度のピーク面積（mAU・s）を把握しておくことで、以後の標準品濃度を簡易に補正することが可能と思われた。

また、混合標準溶液の再調製が必要になるまでの期間を適切に評価でき、モル吸光係数の変化を基準に測定結果の濃度補正を行うことも可能である。

以上から、再調製のための業務量並びに費用の軽減にもつながる有効な評価手法であると考えられる。

今後、各標準品の評価データを積重ね、バリデーションが確立することでGLPへの導入が十分可能であると思われる。

表4 分光光度法によるモル吸光係数との比較

単位：（AU* $l/mol/cm$ ）

物質名	分子量	本法 ¹⁾	分光光度法		
			MeOH ²⁾	F-Acid ³⁾	P-Buffer ⁴⁾
SDD	278.3	25,803	27,894	24,199	27,037
SDMX	310.3	19,376	19,227	18,153	18,829
OXA	261.2	5,594	15,210	9,525	16,249
FBZ	313.3	20,488	53,369	4,032	24,956
-TB	312.4	33,592	33,023	36,298	32,484
ZNL	322.4	10,587	14,041	7,067	13,394

1) 表3の結果から求めた係数

2) MeOH：100%メタノール

3) F-Acid：0.01%ギ酸/0.01%ギ酸メタノール
(80/20), pH = 3.2 ~ 3.4

4) P-Buffer：0.025%リン酸緩衝液/アセトニトリル
(30/70), pH = 3.0 ~ 3.2

参考文献

1) 厚生労働省：食品衛生法等の一部を改正する法律、平成15年5月30日公布

2) 理化学辞典：第4版 p. 1342

3) 氏家愛子，長船達也，大江浩：宮城県保健環境センター年報，21，126（2003）

4) 赤間仁，石川潔，大江浩：宮城県保健環境センター年報，21，129（2003）

平成16年度生活化学部検査結果

Surveillance Data of Chemical Substances in Foods ,Food Containers,
Household Articles, Drugs and Other Products in 2004

生活化学部

Department of Chemical Pollution

平成16年度の生活化学部における食品，医薬品，家庭用品等の検査結果は，表1 から表8 のとおりである。

表1 残留動物用医薬品検査結果

単位：ppm

検査品目	検査件数	動物用医薬品																		
		TBZ+TBZm	ABZm	FBZ	SMR	OMP	SDD	FZ	ERFX	CPFX	CDXm	PYR	CTF	OXA	SMX	SQX	-TB	-TB	ZNL	
鶏卵	6	基準値	-	-	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		濃度	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	-	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	<0.01
鶏肉	6	基準値	-	0.10	0.20	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		濃度	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-	<0.07
豚肉(1)	3	基準値	0.10	0.10	0.010	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		濃度	<0.06	<0.005	<0.005	<0.02	<0.02	<0.07	<0.02	<0.005	<0.02	-	<0.005	-	<0.005	<0.005	<0.005	<0.01	<0.005	<0.005
豚肉(2)	2	基準値	0.10	0.10	0.010	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		濃度	<0.005	<0.02	<0.005	<0.009	<0.05	<0.06	<0.006	<0.005	<0.02	-	<0.005	-	<0.005	<0.006	<0.02	<0.005	<0.005	<0.005
牛肉	5	基準値	0.10	0.10	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	0.002	0.002
		濃度	<0.04	<0.005	<0.03	<0.01	<0.02	<0.008	<0.02	<0.005	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	<0.007	<0.02	<0.02	<0.005	-	-
総計	22	検出率	0 / 22	0 / 22	0 / 22	0 / 22	0 / 22	0 / 22	0 / 22	0 / 16	0 / 11	0 / 22	0 / 11	0 / 22	0 / 22	0 / 16	0 / 22	0 / 11	0 / 17	

注) TBZ+TBZm：チアベンダゾール，5 - ヒドロキシチアベンダゾールの和，ABZm：5 - プロピルスルホニル - 1H - ベンズイミダゾール，FBZ：フルベンダゾール，SMR：スルファメラジン，OMP：オルメトプリム，SDD：スルファジミジン，FZ：フラソリドン，ERFX：エンロフロキサシン，CPFX：シプロフロキサシン，CDXm：キノキサリン - 2 - カルボン酸，PYR：ピリメタミン，CTF：セフチオフル，OXA：オキシリン酸，SMX：スルファジメトキシ，SQX：スルファキノキサリン，-TB：-トレンボロン，-TB：-トレンボロン，ZNL：ゼラノール

表2 カビ毒及びPCB等検査結果

単位：ppm

検体名	検体数		検査項目						アフラトキシン (B1, B2, G1, G2)
			PCB	総水銀	TBTO	TPT 塩化物	TPeP 塩化物	DBT 塩化物	
スズキ	3	結果	0.011 ~ 0.017	0.12 ~ 0.16					
		検出率	3 / 3	3 / 3					
カキ	6	結果			0.01 ~ 0.05	<0.01	<0.01	<0.01	
		検出率			6 / 6	0 / 6	0 / 6	0 / 6	
銀 鮭	4	結果			<0.01	-	-	<0.01	
		検出率			0 / 4	-	-	0 / 4	
ナッツ類	5	結果						<0.01	
		検出率						0 / 5	

注) 検出率：定量下限値以上の値が検出されたもの。TBTO：トリブチルスズオキシサイド，TPT：トリフェニルスズ，TPeP：トリペンチルスズ，DBT：ジブチルスズ，ナッツ類：ピーナッツ2検体，カシューナッツ1検体，アーモンド1検体，ピスタチオ1検体

表3 遺伝子組換え食品検査結果

試験法	検体名	検体数		組換え遺伝子
定性試験（スターリンクとうもろこし；CBH351）	とうもろこし加工品（ポップコーン）	10	結果	不検出
			検出率	0 / 10
定量試験（ラウンドアップレディ大豆；RRS）	大豆加工品（豆腐）	10	結果	0.10～0.37
			不適率	0 / 10

注）安全性審査済みのラウンドアップレディ大豆について、分別生産流通管理が適正に行われた場合、5%以下の意図せざる混入が認められている。

表4 アレルギー物質を含む食品の検査結果

(スクリーニング試験)

検体名	測定対象原材料	検体数		組換え遺伝子
うどん	そば	10	結果	不検出
			不適率	0 / 10
ビスケット・クッキー（卵表示なし）	卵	10	結果	不検出
			不適率	0 / 10

表5 おもちゃの材質検査結果

おもちゃ中のフタル酸ビス（2-エチルヘキシル）（DEHP）の検査

検体名	検体数	検査項目	DEHP
		基準値	0.1%
		定量下限値	0.02%
おもちゃ（収去検査）	10	結果	<0.02%～3.8%
		検出率	1 / 10

検査の結果、1件のおもちゃから基準（0.1%以下）を超過するDEHPが検出されたが、おもちゃの原材料規格が適用される前に製造した製品であった。同ロットのおもちゃについては、保健所が店頭からの撤去を指導した。

表6 医薬品等検査結果

検査品目	検体数	検査項目	項目数	不適件数
外用薬	1	トルナフタート，サリチル酸定量	2	0
造影カテーテル	1	外観試験	1	0
		溶出物試験	5	0
合計	2		8	0

表7 家庭用品検査結果

検査品目	検体数	検査項目	項目数	不適件数
乳幼児（出生後24月以内）用繊維製品	20	ホルムアルデヒド	1	0
上記を除く繊維製品	21	ホルムアルデヒド	1	0
合計	41		41	0

表8 食品中の残留農薬検査結果

単位：ppm

No.	農薬名	用途	定量下限 (ppm)	検査項目																検査回数
				冷蔵16日付	冷蔵未だ豆	きゅうり	トマト	ブロッコリー	キウイ(フルーツ)	バナナ	グレープフルーツ	にんじん	レタス	ほれいしよ	かんしょ	日本なし	だいにん	りんご	はくさい	
1	イソプロチオラン	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	イブジオン	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	エディフェンホス (EDDP)	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	キャブタン	菌	0.005	-	-	-	-	-	-	ND-0.017	-	-	-	-	ND-0.015	-	-	-	-	-
5	クロロタニール (TPN)	菌	0.01	-	-	-	-	ND	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	ジエトフェンカルブ	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	ジクロロメチル	菌	0.01	ND	ND	-	-	ND	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	ジクロロメチル	菌	0.01	ND	ND	-	-	ND	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	シプロコナゾール	菌	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	シプロコナゾール	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	ジメトモルブ (EZ)	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12	シモキサニール	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
13	チオベンチカルブ	菌	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
14	トリアジメニール	菌	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
15	トルクロホスメチル	菌	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
16	ピリタノール	菌	0.05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
17	ピリフェノックス	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
18	ピロキロン	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
19	フェナリモル	菌	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
20	フルシオキサニール	菌	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
21	フルシラゾール	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
22	フルトニール	菌	0.025	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
23	プロバナゾール	菌	0.01	ND	-	-	-	ND	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	ベンラクトン	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
25	ミカチエンカルブ	菌	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
26	メチルシロリン	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
27	メプロニール	菌	0.05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
28	バクロプロトラゾール	成	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
29	EPIC	成	0.01	ND	ND	ND	-	ND	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	アラクロー	菌	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
31	エスプロカルブ	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
32	エトキシベンゾ	菌	0.01	ND	ND	ND	-	ND	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	クミルロン	菌	0.01	ND	ND	ND	-	ND	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	クロルプロファミ	菌	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
35	シメトリン	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
36	ダイムロン	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
37	チオベンチカルブ	菌	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
38	トリフルシリン	菌	0.005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
39	トリベスロメチル	菌	0.01	ND	-	-	-	ND	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	ビフェノックス	菌	0.005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
41	ピリベンチカルブ	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
42	ブタケール	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
43	フタミホス	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
44	フレタラゾール	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
45	ペンチメタリン	菌	0.005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
46	ベントキサゾ	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
47	メタベンズチアゾ	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	メトラクロ	菌	0.005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
49	メトリン	菌	0.05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
50	メフオセート	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
51	モリネート	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
52	レナシル	菌	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
53	BHC	虫	0.005	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	DDT	虫	0.005	ND	-	-	-	ND	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	EPN	虫	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
56	フェナトリン	虫	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
57	アセチミプロ	虫	0.1	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-	-	-	ND-0.01	-	-	-	-	-	-
58	アセフェート	虫	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
59	アミトラ	虫	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	アルシカルブ	虫	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
61	イソフェンホス	虫	0.005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
62	エチプロホス	虫	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
63	エトフェンプロックス	虫	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
64	エトプロホス	虫	0.005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
65	エトリムホス	虫	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
66	エンロリン	虫	0.005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
67	オキサミル	虫	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
68	カスホス	虫	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
69	カルバリン	虫	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
70	キナルホス	虫	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
71	キノメチオネート	虫	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
72	クロフェンテジン	虫	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
73	クロピロホス	虫	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
74	クロロフェニル	虫	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
75	クロルフェンピホス	虫	0.0025	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
76	クロルフルアズロン	虫	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
77	クロルベンジレート	虫	0.05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
78	ジクロロホス (DBVP)	菌	0.01	ND	ND	ND	-	ND	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
79	ジコホール (ケルセン)	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
80	シハロトリン	虫	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
81	シフルリン	虫	0.025	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
82	シフルベンズロン	虫	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
83	シベルメトリン	虫	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
84	ジメトエート	虫	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
85	シララホス	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
86	タイラジリン	菌	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
87	チオメト	虫	0.002	ND	-	-	-	ND	-	-	-	-	-	ND-0.03	-	-	-	-	-	-
88	チルドリン (アルドリノ)	虫	0.005	ND	ND															

ダイオキシン類の発生源予測に関する研究Ⅲ - 石巻地域の環境大気調査結果 -

Study on Estimation of Dioxins Source Ⅲ
- An Investigation of Ambient air in Ishinomaki -

加藤 謙一 中村 朋之*¹ 菱沼 早樹子
鈴木 滋 斎藤 善則 橋本 俊次*²
柏木 宣久*³

Kenichi KATO, Tomoyuki NAKAMURA, Sakiko HISHINUMA
Shigeru SUZUKI, Yoshinori SAITO, Shunji HASHIMOTO
Nobuhisa KASHIWAGI

1 はじめに

宮城県内においては8地点で大気中のダイオキシン、フラン(DD/DFs)及びコプラナーPCB(Co-PCBs)を年4回測定している。過去3年間(h13~15)におけるTEQの測定結果は3物質合計で0.0085~0.5pg-TEQ/m³,平均0.064pg-TEQ/m³であった。環境基準(0.6)は十分満足しているが、TEQ換算前の実測値を見ると石巻のCo-PCBsの値は夏季には17~89pg/m³を示し、他地点と比べると数倍~数十倍の値となっている。このため県内では特異な地点となりその由来を検討した。

2 方法

大気試料採取: HighVolume air sampler
期 間: ;平成16年7~8月(1週間×4回),
;同17年1~2月(1週間)
測定地点: 宮城県石巻合同庁舎屋上, 石巻工業港敷地内
対照地点: 矢本町役場庁舎屋上, 同町大曲地区
評価項目: DD/DFs(14異性体及び8同族体)
Co-PCBs(14異性体)
解 析: 前報¹⁾に準じた

3 結果及び考察

図1に県内環境大気中Co-PCBs濃度の経年変化を示した。漸減傾向にあるが石巻が高い濃度を示している。図2に夏季(期間)における測定点別の1週間単位のCo-PCBsとDD/DFsの濃度変動を示した。石巻のCo-PCBsでは中高の推移を示しているが、矢本のCo-PCBs及び両地点のDD/DFsは逆の変動をしており、石巻のCo-PCBsは由来が明らかに異なっていると考えられた。測定期間中の風向頻度と風速をベクトル合成し、南の風成分のベクトル合計量を図3に示した。Co-PCBs

濃度の変化とよく一致している。したがって南方向にCo-PCBs発生源が存在していると考えられた。

同地域内に立地するA工場は南側の海岸沿いに位置しており、排ガス量(85万Nm³/H), Co-PCBs濃度(61~110ng/m³)と県内の排ガス測定結果の中でもCo-PCBsの排出量が特異的に大きく地域の環境大気中Co-PCBs濃度に影響を及ぼしているものと考えられた。

図4に工業製品PCBであるKC-300, 400, 500, 600の異性体分布を、図5に排ガスのクラスター分類によるCo-PCB異性体分布を示した。A工場は第4クラスターに含まれ他の排ガスと異なり、IUPAC # 105と # 118に

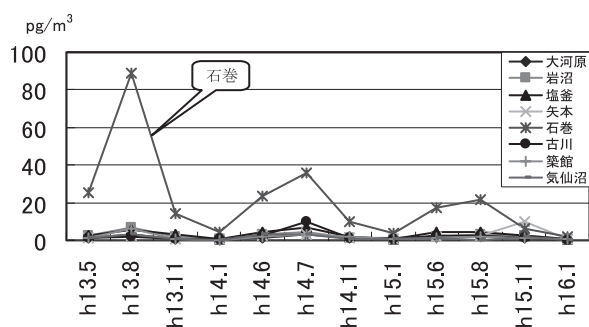


図1 県内環境大気中Co-PCBs濃度の経年変化

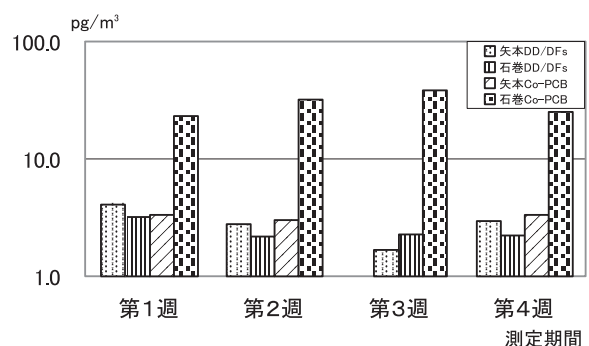
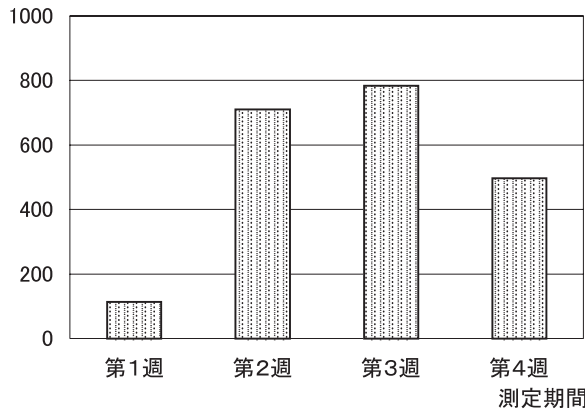


図2 DD/DFsとCo-PCBsの濃度変動

*1 現 廃棄物対策課 *2 国立環境研究所

*3 統計数理研究所

積算風速m/s×頻度



南北を Y 軸に、東西を X 軸にとり16方位を360度とし北を0度とした角度()に変換して Sin を Y、Cos を Xとしてベクトル合成を行った

図3 南の風成分のベクトル合計量変動

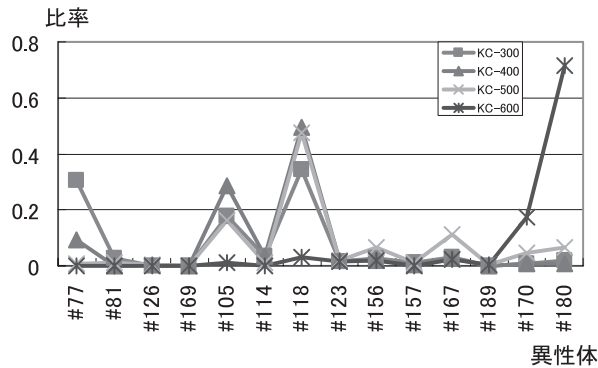


図4 カネクロール (KC) 中のCo-PCBs異性体分布

ピークを持つ KC-400, 500と酷似した分布をもっている。そこで、環境大気、A工場のCo-PCBの由来を調べるため、高菅ら²⁾のPCB製品 (KC-300~600) のデータ及び県内の産業廃棄物焼却炉のデータを用いて、柏木の提唱するCMB法 (CMBk³⁾) による解析を行った。KC-400と500は相関が非常に高いため両者の平均値を取ったものを用いた。

図6に対象地域と比較地域 (築館) の過去3年間の夏季と冬期のデータと今夏のデータをCMBkにより解析した結果を示した。石巻ではKC-400-500が環境大気寄与の95%以上を占め、残り数%をKC-600が占める結果となり他の地区と異なっていた。A工場の排ガスについてもCMBkを用いて検討を行った。その結果通常の燃焼排ガスとは異なる#118にピークを持つKC-400-500が69%を占めていた。その他のKC-300, 600, 廃棄物焼却炉排ガス成分等が31%を占める結果となり、石巻地区の環境大気より KC-400-500の占める割合が小さい。このため A 工場と大気中のCo-PCBsは別の由来によるものと考えられた。このことは図7に示した

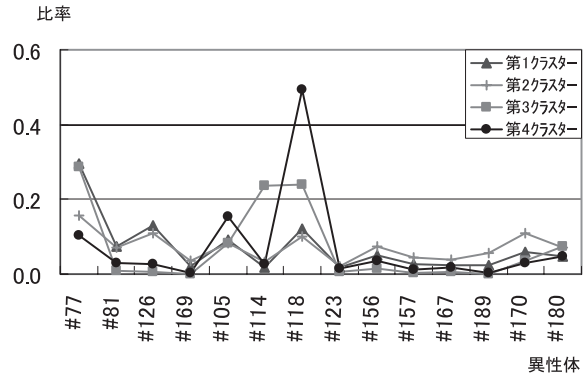


図5 排ガスのクラスター分類によるCo-PCBs異性体分布

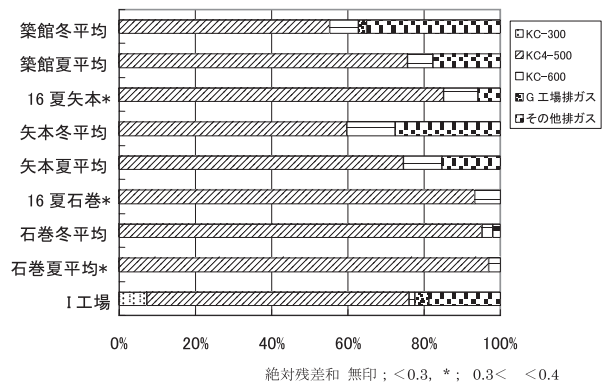


図6 CMBk解析した結果

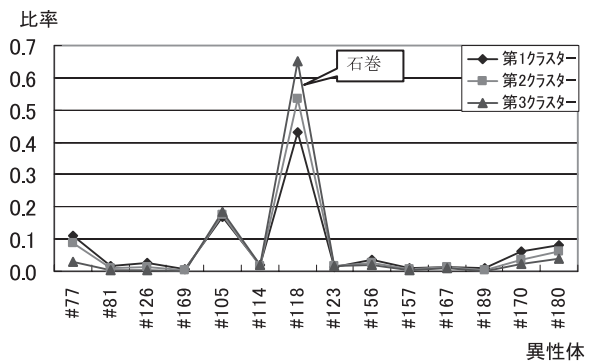


図7 県内環境大気のクラスター分類毎の異性体分布

県内環境大気調査データのクラスター分類毎の異性体分布図において、石巻のデータで構成される第3クラスターの#118の存在比が0.6を超えており、これは製品PCB中に含まれる#118の通常の存在割合0.5を超えていることから、現在知見の得られていないものが存在する可能性があることを示している。念のため冬期にA工場の風下地点において1週間のサンプリングを行い調査を実施したところ図8のような結果が得られ、通常の大気中におけるCo-PCBs組成であり石巻の環境大気データとは異なることが確認された。

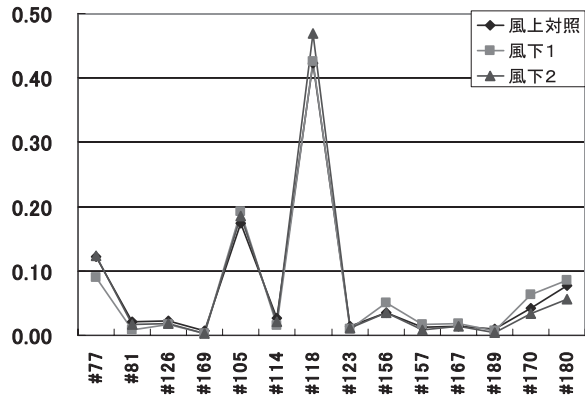


図8 冬期（期間 ）のA工場風下地点異性体分布

4 ま と め

以上の結果当初想定した工場が発生源である可能性はなくなり、Co-PCBs中#118（IUPAC No）が約70%の存在比になる発生源が推定された。CMB法では環境中での物質変化がないことを前提に構成されているが、#118がこのような比率で存在するものは現在知られておらず、新たな発生源の検索、拡散過程での変化等をも検討する必要があると思われた。

参 考 文 献

- 1) 加藤謙一, 佐々木多栄子, 中村朋之, 鈴木滋, 斎藤善則: 宮城県保健環境センター年報, 22, 84 (2004).
- 2) 高菅卓三, 井上毅, 大井悦雅: 環境化学, 5, 647 (1995).
- 3) 柏木宣久, 佐々木裕子, 飯村文成, 安藤晴夫: 応用統計学, 31, 59 (2002).

大気中の揮発性有機化合物調査

Study on Volatile Organic Compounds in Atmospheric Samples

佐久間 隆 小泉 俊一 北村 洋子
木戸 一博 鈴木 康民

Takashi SAKUMA, Syun-ichi KOIZUMI, Yoko KITAMURA
Kazuhiro KIDO, Yasutami SUZUKI

キーワード：有害大気汚染物質；揮発性有機化合物（VOCs）

Keywords : hazardous air pollutants ; volatile organic compounds (VOCs)

1 はじめに

平成8年5月の大気汚染防止法の改正に伴い、地方公共団体は有害大気汚染物質による大気汚染状況の把握に努めなければならないと定められ、本県では平成9年10月から県内4地点において有害大気汚染物質のモニタリング調査を開始した。

揮発性有機化合物（以下「VOCs」）は、優先取り組み物質であるベンゼン、トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレン等の9物質について調査開始当初から測定を行っているが、優先取り組み物質以外のVOCsについても県内における濃度分布状況を把握する必要があると考え、前年度に引き続き調査を行ったので報告する。

2 方 法

2.1 調査地点

調査は次の4地点で行い、調査区分を括弧内に示した。

- ①大河原町 仙南保健福祉事務所（一般環境）
- ②名取市 名取自動車排出ガス測定局（沿道）
- ③塩竈市 塩釜大気汚染測定局（発生源周辺）
- ④古川市 古川Ⅱ大気汚染測定局（一般環境）

2.2 調査期間、測定頻度

平成15年4月から平成16年3月までの一年間、月に1回24時間試料採取を実施した。

2.3 調査対象物質

優先取り組み物質9物質を含むVOCs合計41物質を対象とした。

2.4 試料採取及び測定方法

「有害大気汚染物質測定方法マニュアル¹⁾」に従い実施した。大気試料は真空化した6Lキャニスター容器を用い124時間採取、大気試料濃縮装置（Tekmar社製 AUTOCan）により試料を導入しGC/MS（HP社製 HP6890+日本電子社製 JEOL JMS-AM Ⅱ15）で分析を行った。

3 結 果

VOCsの測定結果（年平均値）を表1に示した。年平均値は原則として12回の測定結果を算術平均して算出した。なお、平均値の算出にあたり検出下限値未満の場合は検出下限値の1/2値を用い、検出下限値以上で定量下限値未満の場合は測定値を用いた。優先取り組み物質9物質のうち大気環境基準の定められているベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン及びジクロロベンゼンの4物質について、環境基準を超える物質は無かった。さらに、優先取り組み物質について平成14年度地方公共団体等における有害大気汚染物質モニタリング調査結果²⁾と比較したところ、名取市の1,3-ブタジエン、塩竈市のアクリロニトリル、古川市のクロロホルムが高めであったが、その他の物質は同程度か低めであった。

優先取り組み物質以外の物質について、各調査地点の年平均値を比較したところ、前年度同様にフロン類4物質、四塩化炭素及び1,1,1-トリクロロエタンは調査地点による差が非常に少なかった。一方、エチルベンゼン、キシレン類は塩竈市、古川市で特異的に高い濃度を示した。

4 ま と め

前年度に引き続き優先取り組み物質に加え優先取り組み物質以外のVOCsについて、各調査地点における単年度の濃度分布状況を把握した。今後データの蓄積を図り多変量解析等を行うことにより、県内の汚染実態がより明確になると考える。

参 考 文 献

- 1) 環境庁大気保全局大気規制課：有害大気汚染物質測定方法マニュアル，平成10年3月
- 2) 環境省環境管理局大気環境課：平成14年度地方公共団体等における有害大気汚染物質モニタリング調査結果，平成15年11月

表 1 VOCs の測定結果 (年平均値 ; 平成15年度)

単位 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$

No.	物質名	大河原町 (一般環境)	名取市 (道路沿道)	塩釜市 (発生源周辺)	古川市 (一般環境)	全体 平均	最低 濃度	最大 濃度	検出下限値 (3)		定量下限値 (10 平均)	環境基準 又は指針値	全国データ ¹⁾ (平成14年度)
									最小	最大			
1	Freon12	2.7	2.9	2.7	2.6	2.7	2.3	5.4	0.006	0.018	0.032		
2	Freon114	0.13	0.13	0.17	0.14	0.14	0.11	0.46	0.004	0.006	0.020		
3	Chloromethane	1.2	1.2	1.3	1.2	1.2	1.0	1.7	0.003	0.003	0.009		
4	Chloroethene	0.017	0.024	0.026	0.021	0.022	ND	0.049	0.001	0.006	0.008	10	0.11
5	1,3-Butadiene	0.15	0.34	0.15	0.14	0.20	0.047	0.51	0.004	0.009	0.015		0.26
6	Bromomethane	0.058	0.069	0.11	0.085	0.081	0.032	0.75	0.004	0.011	0.017		
7	Chloroethane	0.087	0.075	0.071	0.061	0.074	0.008	0.28	0.006	0.012	0.025		
8	Freon11	1.4	1.5	1.5	1.4	1.4	1.2	1.7	0.003	0.016	0.033		
9	Freon113	0.62	0.67	0.65	0.64	0.65	0.51	0.75	0.006	0.017	0.028		
10	1,1-Dichloroethene	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	ND	0.006	0.006	0.011	0.027		
11	Dichloromethane	1.3	1.7	2.0	0.94	1.5	0.59	3.0	0.005	0.012	0.028	150	2.9
12	Acrylonitrile	0.053	0.10	0.19	0.11	0.11	ND	0.38	0.005	0.010	0.025	2	0.12
13	1,1-Dichloroethane	0.019	0.027	0.021	0.023	0.022	ND	0.074	0.003	0.005	0.012		
14	c-1,2-Dichloroethene	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	ND	0.008	0.005	0.016	0.037		
15	Chloroform	0.19	0.20	0.30	0.42	0.28	0.060	2.9	0.003	0.010	0.022		0.27
16	1,1,1-Trichloroethane	0.17	0.19	0.19	0.19	0.18	0.13	0.26	0.003	0.007	0.015		
17	Tetrachloromethane	0.62	0.66	0.66	0.67	0.65	0.58	0.72	0.004	0.009	0.023		
18	1,2-Dichloroethane	0.055	0.065	0.052	0.067	0.060	ND	0.10	0.002	0.005	0.012		0.13
19	Benzene	1.3	2.3	1.7	1.4	1.7	0.39	3.1	0.003	0.070	0.076	3	2
20	Trichloroethylene	0.34	0.14	0.12	0.13	0.18	0.022	0.91	0.003	0.014	0.017	200	1
21	1,2-Dichloropropane	0.053	0.065	0.080	0.052	0.063	ND	0.24	0.001	0.007	0.010		
22	c-1,3-Dichloropropene	0.018	0.003	0.008	0.003	0.008	ND	0.18	0.005	0.009	0.022		
23	Toluene	52	110	140	130	110	2.8	250	0.004	0.082	0.071		
24	t-1,3-Dichloropropene	0.009	0.006	0.001	0.001	0.004	ND	0.088	0.002	0.004	0.008		
25	1,1,2-Trichloroethane	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	ND	0.002	0.003	0.004	0.010		
26	Tetrachloroethylene	0.13	0.28	0.18	0.16	0.19	0.035	0.87	0.002	0.009	0.021	200	0.43
27	1,2-Dibromoethane	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	ND	0.005	0.005	0.010	0.024		
28	Chlorobenzene	0.051	0.084	0.32	0.37	0.21	0.009	1.5	0.003	0.007	0.012		
29	Ethylbenzene	16	30	97	130	67	2.1	360	0.003	0.012	0.018		
30	m-&p-Xylene	25	49	400	430	230	1.1	830	0.007	0.031	0.055		
31	o-Xylene	10	18	360	390	190	0.21	750	0.002	0.012	0.021		
32	Styrene	0.53	2.8	1.4	1.2	1.5	ND	5.4	0.003	0.015	0.035		
33	1,1,2,2-Tetrachloroethane	0.018	0.040	0.008	0.008	0.018	ND	0.39	0.011	0.032	0.052		
34	1,3,5-Trimethylbenzene	0.39	0.98	1.9	2.4	1.4	0.11	13	0.003	0.034	0.027		
35	1,2,4-Trimethylbenzene	1.2	3.1	4.5	5.7	3.6	0.31	30	0.005	0.073	0.054		
36	m-Dichlorobenzene	0.013	0.030	0.002	0.002	0.012	ND	0.19	0.003	0.006	0.014		
37	p-Dichlorobenzene	0.50	0.65	0.93	0.62	0.67	0.12	2.2	0.003	0.014	0.027		
38	o-Dichlorobenzene	0.12	0.20	0.20	0.21	0.19	ND	0.40	0.003	0.005	0.011		
39	1,2,4-Trichlorobenzene	0.23	0.29	0.25	0.29	0.26	ND	0.83	0.005	0.030	0.038		
40	Hexachlorobutadiene	0.097	0.051	0.003	0.003	0.039	ND	0.58	0.004	0.008	0.019		

注 : 平均濃度の算出にあたり, 検出下限値未満の値は検出下限値の 1 / 2 を平均値算出に用いた。「ND」は, 検出下限値未満を示す。

[] は優先取り組み物質である。

環境水中における同化性有機炭素 (AOC) の評価

Evaluatio of Assimilable Organic Carbon Assay Applied to Environmental Water

菅原 直子 小林 妙子 渡邊 節
 山田 わか 齋藤 紀行 阿部 郁子
 阿部 公恵*¹ 佐々木 久雄 植木 洋
 畠山 敬 沖村 容子

Naoko SUGAWARA, Taeko KOBAYASHI
 Setsu WATANABE, Waka YAMADA, Noriyuki SAITOU
 Ikuko ABE, Kimie ABE, Hisao SASAKI, Yo UEKI
 Takashi HATAKEYAMA, Yoko OKIMURA

1 はじめに

平成15年度に当センター水環境部で実施した鳴瀬川上流の漆沢ダムにおける、藍藻類の *Anabaena sp.* によるアオコの調査¹⁾で、アオコ発生と同時期に大腸菌群数の上昇が確認され、アオコ発生時に大腸菌群の発育を促進する物質(有機炭素など)がダム湖内に生産される可能性が示唆された。

しかし、環境水の検査において、水に溶存する有機炭素を全て化学的に分析することは困難である。近年、細菌の有機炭素同化を利用して、水中の有機炭素のうち細菌が利用可能な有機炭素量を表す、同化性有機炭素(AOC)測定法が水道水質検査で利用されている。²⁾

そこで、平成16年度より当所で開始した、プロジェクト研究「環境汚染と食の安全に関する研究-環境と微生物」において、河川中の物理化学的及び細菌学的検査に併せ、環境水中の潜在的な細菌の増殖能をAOC法で測定した。調査対象は鳴瀬川流域の漆沢ダム(上流)、中流及び下流の河川とし、上流のアオコ発生時のAOCについて考察を加えた。

2 AOC測定法^{3),4)}

2.1 使用菌株

使用菌株は *Pseudomonas fluorescens* P17株(P17)及び *Aquaspirillum sp.* 株(NOX)を使用した。

各菌の特徴を表1に示した。

2.2 方法

上水試験方法(日本水道協会編)に準じ測定を実施。図1に測定法の概要を示した。

加熱殺菌処理を行った試料水に各菌を添加、試料水を培地とし15℃で培養を行い各菌の最大増殖量(cfu/L)を求め収率係数から次式により算出した。

総AOC (mg-C/L)=

$$\frac{(N_{max}(P17)/Y(P17)+N_{max}(NOX)/Y(NOX)) \times 1000}{\left[\begin{array}{l} N_{max}(P17), N_{max}(NOX): P17 \text{ 及び } NOX \text{ の各最大増殖量 (cfu/L) \\ \text{収率係数} \begin{cases} Y(P17) = 4.1 \times 10^6 \text{ (cfu/酢酸-C } \mu\text{g)} \\ Y(NOX) = 1.2 \times 10^7 \text{ (cfu/酢酸-C } \mu\text{g)} \end{cases} \end{array} \right]}$$

3 調査方法

3.1 調査地点

鳴瀬川流域3地点：上流(漆沢ダム)、中流(三本木町)、下流(鳴瀬町)

3.2 調査時期

平成16年5月~12月の月1回

3.3 調査項目

- ・大腸菌群MPN：コリラートQTトレイ法
- ・AOC
- ・クロロフィルa, DOCなど一般的水質評価項目：JIS等の定法より

表1 AOC使用菌株の特徴

	P17株	NOX株
菌名	<i>Pseudomonas fluorescens</i> P17	<i>Aquaspirillum sp.</i> NOX
標準株	ATCC 49642	ATCC 49643
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・アミノ酸, アルコールや多糖類以外の炭水化物などの幅広い有機炭素を利用可。 ・消毒副生成物のシュウ酸等は利用不可。 単独での使用も可能	<ul style="list-style-type: none"> ・消毒副生成物のシュウ酸, 低分子カルボン酸を利用可。 ・炭水化物, アルコール, 芳香族は利用不可。 浄水処理の指標となる

* 1 現 塩釜保健福祉事務所

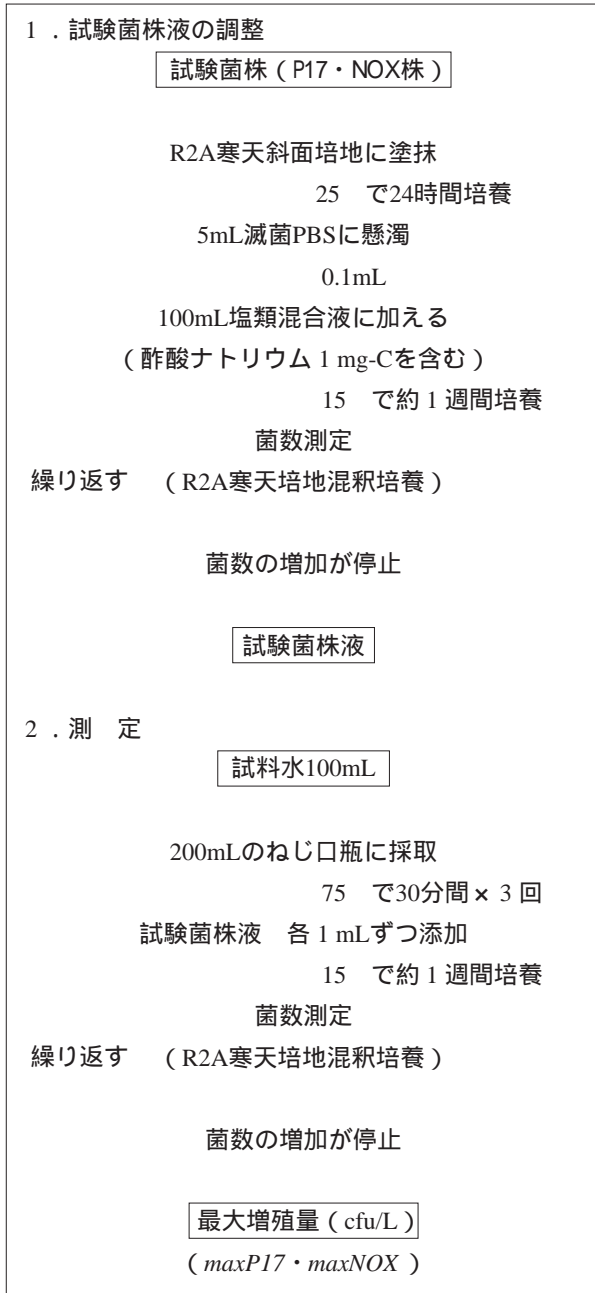


図1 AOC測定法概略

4 結 果

4.1 AOCの季節的変動

図2に各定点における総AOC濃度の月別推移を示した。7,8月以外のAOC値は上流より中・下流で高い傾向を示したが,7,8月は上流が中・下流よりも優位に高い値を示した。総AOC濃度に占めるP17成分及びNOX成分は各流域ともにP17成分がほとんどを占め76.9%~96.9%であった。

4.2 各流域におけるAOCと他項目との関連

AOCと他項目の比較を行ったところ,特に上流のクロロフィルa(図3)と溶存炭素(DOC)(図4)が非常に良い相関を示し,月別変動の一致も見られた。なお,

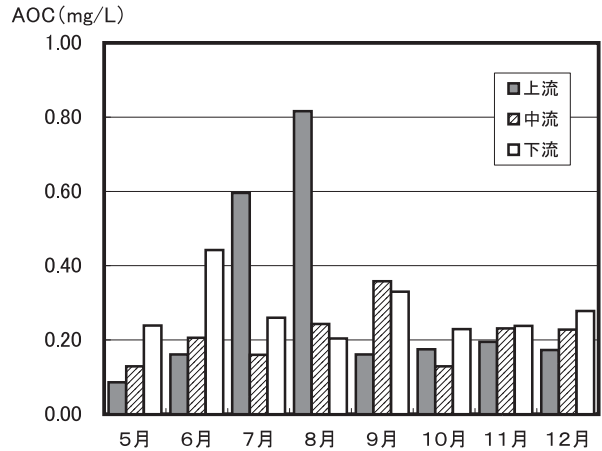


図2 AOCの季節的変動

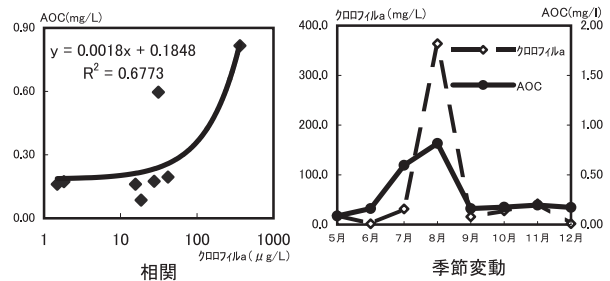


図3 上流のAOCとクロロフィルa

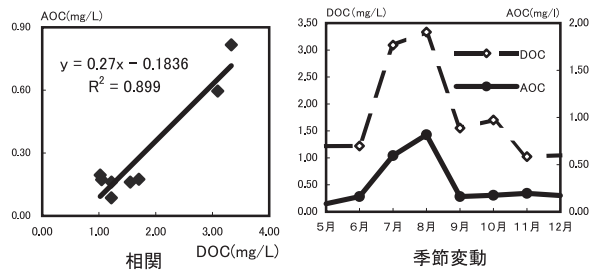


図4 上流のAOCとDOC

中・下流での両項目とAOCの比較では,相関性はみられなかった。

5 考 察

AOC測定法は水中の細菌が同化できる有機炭素量を細菌増殖により測定する方法で,水中の潜在的な細菌増殖能を計測できると考えられる。今年度,鳴瀬川流域の上・中・下流についてAOCを測定し,同時に測定を実施した水質測定項目の結果との比較を行った。

上流の漆沢ダムでは,AOCがクロロフィルa及びDOCと相関し,特にDOCとの相関性が高いことが明らかとなった。また,7,8月にはAOCが他の月・定点

より優位に高値を示した。この時期、植物プランクトンの*Anabaena sp.*が異常発生しアオコ形成が観察された。このことは、上流におけるAOC上昇はアオコ形成と関連すると考えられ、プランクトン発生により細菌に同化されやすい有機炭素が増加した可能性が示唆された。

以上のことから、AOCは環境水の検査にも応用が可能であることが示されたが、試験法の簡便化と被検菌の改良が必要と考えられた。

参 考 文 献

1) 佐々木久雄, 小山孝昭, 栗野健, 三沢松子, 阿部

郁子, 大庭和彦: 宮城県保健環境センター年報, 22, 169, (2004).

2) 金子光美: “飲料水の微生物学”, (1992), (技報堂出版).

3) Kooij D. van der, Veenendaal H. R.: Determination of the Concentration of Easily Assimilable Organic Carbon (AOC) in Drinking water with Growth Measurements Using Pure Bacterial Cultures, THE AOC manual, (1995), (KIWA).

4) 上水試験方法 解説編, p935 (2001), (社団法人日本水道協会).

生あん中のシアン定性試験で疑陽性反応を示した事例

A Case of False Positive for The Determination
of Cyanide in Bean Paste Using Picric-acid Method

佐藤 由紀 千葉 美子 葛岡 勝悦
川向 和雄*¹

Yuki SATO, Yoshiko CHIBA, Syouetsu KUZUOKA
Kazuo KAWAMUKAI

キーワード：生あん；疑陽性反応；ピクリン酸紙法

Keywords : bean past ; false positive ; picric-acid method

1 はじめに

生あん中のシアン化合物については、食品衛生法において「シアン化合物の検出されるものであってはならない」と定められている。また、その場合の検出法として、穀類・豆类・果実等のシアン化合物試験法を準用している。即ち、生あんに含有するシアン及びシアン配糖体中のシアンを遊離シアン総量として測定する方法で、本県ではそれに基づき標準作業書（SOP）を作成し、生あんの検査を行っている。

今回、生あんの収去検査で、定性試験（ピクリン酸紙法）で陽性を示したが、定量試験（硝酸銀滴定法）で陰性となった事例があり、その原因調査を行った結果、漂白剤として使用された次亜硫酸ナトリウムが、二酸化硫黄として残存したことによる疑陽性であったことを確認したので報告する。

2 方法

2.1 シアン化合物の検査法

シアン化合物の定性試験はピクリン酸紙法（図1）で、定量試験法は硝酸銀滴定法（図2）で行った。

2.2 二酸化硫黄の検査法

二酸化硫黄の検査は、滴定法と比色法¹⁾があり、本来はまず滴定法で測定し、滴定量0.1ml以下の物については比色法を用いるようにしている。今回はどの程度二酸化硫黄が含まれているか見当がつかず、また検体量の残量が少なかったことから初めから比色法で行うことにした。比色法は食品衛生検査指針をもとに作成した標準作業書（SOP）に従い行った。この方法は、二酸化硫黄として0.05～2.0 μg/mlの範囲で直線性があり、定量下限値は0.5mg/kgである。

2.3 二酸化硫黄の影響確認試験

シアン化合物、二酸化硫黄のいずれも検出されなかつ

た生あんに、シアン化合物定性試験で陽性を示した生あんの製あん所で使用していた漂白剤（製品名ハイドロサルファイト、次亜硫酸ナトリウム94%含有）及び二酸化硫黄標準品を添加し、定性試験における影響を検討した。

水と生あんをブランクとし、シアンの絶対量で0.2, 1.0, 5.0, 10.0, 15.0 μgを水に添加して標準対照とした。添加確認試験は、今回シアン化合物定性試験法で陽性を示した生あんに残存していた二酸化硫黄の濃度が0.024g/kg 即ち24 μg/mlであったこと、添加物使用基準として定められている二酸化硫黄としての最大残存

生あん（乾燥重量として10g）
クエン酸緩衝液（pH5.9）50ml
ピクリン酸紙を吊るしたコルク栓で密栓
25～35 3時間放置
酒石酸 2g
再び密栓
50～60 1時間放置
ピクリン酸紙の色調を判定
（陰性:黄色 陽性:淡褐色から赤褐色）

図1 定性試験（SOP C022-2）

生あん（乾燥重量として10g）
クエン酸緩衝液（pH5.9）200ml
密栓、混合
25～35 3時間放置
水蒸気蒸留
1%KOH 5mlでアルカリ捕集
溜液 150mlを採取
p-ジメチルアミノベンジリデンローダニン溶液 0.5ml
0.01N 硝酸銀溶液で滴定

図2 定量試験（SOP C022-1）

* 1 現 食と暮らしの安全推進課

量が0.030g/kg 即ち30 $\mu\text{g/ml}$ であることから、最大添加量を30 $\mu\text{g/ml}$ とし、水と生あんにそれぞれ二酸化硫黄を5, 10, 20, 30 $\mu\text{g/ml}$ の濃度になるように添加し、対照と比較することにより判定を行った。また、製あん所で使用していた漂白剤のヒドロサルファイトを、二酸化硫黄として5, 10, 20, 30 $\mu\text{g/ml}$ の濃度になるように添加し、同様に対照と比較することにより判定を行った。

3 結 果

3.1 シアン化合物の検査結果

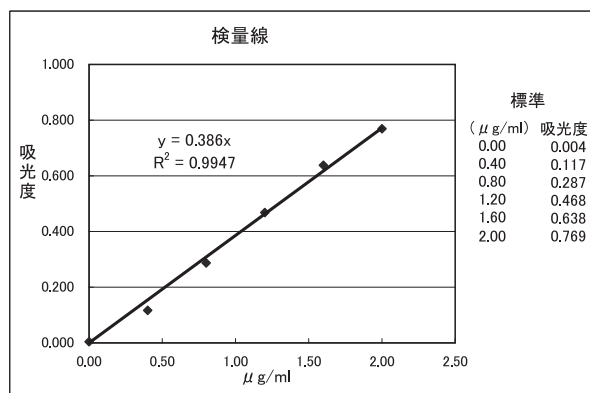
定性試験は、食品衛生検査指針²⁾によりシアンの絶対量が0.2 μg で淡褐色、15 μg で褐色、50 μg -50gで赤褐色へと色調が変化するのを肉眼で比較判定すると定められていることから、定性の対照としてシアン絶対量を0.2, 15, 50 μg とした。その結果収去品の含有量は0.2 μg と15 μg の間にあると判定した。その後実施した定量試験（硝酸銀滴定法）で確認したところ定量下限値未満であった。

3.2 二酸化硫黄検査の検査結果

定性試験で陽性を示した生あんから、二酸化硫黄として0.024g/kg が検出された（図3）。これは製あん所の漂白剤の使用濃度から計算した値とほぼ一致していた。

3.3 二酸化硫黄の影響確認試験結果

漂白剤を使用していない生あんに漂白剤及び二酸化硫黄標準液を段階的（二酸化硫黄残存値として0.005g/kg ~ 0.030g/kg）に添加し、ピクリン酸紙による呈色状況を検討した。その結果、漂白剤、二酸化硫黄標準液のいずれにおいても、二酸化硫黄として0.005g/kg 以上残存すると呈色を示し陽性と判定される（疑陽性）ことが確認された。



	吸光度	濃度 ($\mu\text{g/ml}$)	20倍 ($\mu\text{g/ml}$)	kg換算値 (g/kg)
検体No.1-1 (20倍希釈)	0.586	1.512953	30.25907	0.0232
検体No.1-2 (20倍希釈)	0.587	1.515544	30.31088	0.0237

図3 二酸化硫黄の検査結果

4 ま と め

今回生あんの収去検査で、定性試験（ピクリン酸紙法）で陽性を示したが、定量試験（硝酸銀滴定法）で陰性となった事例があり調査を行った。この事例で、生あんに漂白剤を使用している場合、シアン化合物のピクリン酸紙法による定性試験で疑陽性を示すことが判明した。このため、生あんのシアン化合物検査では、製あん所における漂白剤の使用の有無を確認するとともに二酸化硫黄の検査も実施する必要性が示唆された。

5 謝 辞

本検査にあたり、試料採取及び情報収集にご協力頂きました塩釜保健所食品薬事班の方々に深謝致します。

参 考 文 献

- 1) 日本食品衛生協会編：“食品衛生検査指針 食品添加物編”，p.108（2003），（（社）日本食品衛生協会）。
- 2) 日本食品衛生協会編：“食品衛生検査指針 理化学編”，p.326（1991），（（社）日本食品衛生協会）。

鳴瀬川水系における一般細菌数および大腸菌群数の通年変動

The Change of Numbers of Heterotrophic Bacteria and *Escherichia coli* in Naruse River

山田 わか 齋藤 紀行 渡邊 節
 小林 妙子 川野 みち 阿部 郁子
 佐々木 久雄 菅原 直子 畠山 敬

Waka YAMADA, Noriyuki SAITO, Setsu WATANABE
 Taeko KOBAYASHI, Michi KAWANO, Ikuko ABE
 Hisao SASAKI, Naoko SUGAWARA, Takashi HATAKEYAMA

キーワード：鳴瀬川水系；一般細菌数；大腸菌；コリラート法

Keywords : Naruse River ; number of heterotrophic bacteria ; *Escherichia coli* ; Colilert Quanti-tray

1 はじめに

宮城県内産海産物の食の安全を確保するため、漁場に流入する河川の微生物学的リスクアセスメントを調査し、この結果を魚介類による食中毒防止対策等に役立てることを目的に、プロジェクト研究「微生物汚染と環境」が開始された¹⁾。その一環として、鳴瀬川水系の河川水について一年間、一般細菌数、大腸菌群等の細菌学的調査、大腸菌群については簡易検査法であるコリラート法を用いて行ったので報告する。

2 調査方法

2.1 調査地点

鳴瀬川水系の上流（漆沢ダム）、中流（三本木橋付近）、下流（河口）の3地点を定点とし、月一回採水、これを検体とした。また、漆沢ダムに流入する唐府沢川および鳴瀬川の2地点では、大腸菌群および大腸菌について検査を行った。採水地点を図1に示した。

2.2 調査期間

上流、唐府沢川、鳴瀬川；

平成16年5月から平成16年12月まで

中流、下流；平成16年4月から平成17年3月まで

2.3 一般細菌数の検査法

検水1mlを普通寒天平板培地に混釈、25および37で1週間培養し、それぞれについて7日目までの発育菌数を測定した。25培養で発育した菌を25発育菌、37培養で発育した菌を37発育菌とした。

2.4 大腸菌群および大腸菌数の簡易測定法

大腸菌群および大腸菌数を市販の酵素基質培地法（コリラート法；アスカ純薬²⁾³⁾⁴⁾を用いて同時に測定した。即ち、検水100mlにコリラート試薬（コリラート「アスカ」）を加え混和後、QTトレイに封入、37で24時間培養後、黄色に変化したセル数から大腸菌群MPN値/100mlを求めた。なお、河口水には海水用試

薬（コリラート18「アスカ」）を用い、37 18時間培養後に判定した。大腸菌群計測後のトレイに波長365nmの紫外線を照射し、蛍光を呈するセルを大腸菌陽性とし、大腸菌MPN値/100mlを求めた。

3 結果と考察

3.1 一般細菌数

3.1.1 25 発育菌

各定点における25 発育菌数の月別変化を図2に示した。上流水の菌数は年間を通して、1,000cfu/ml前後であったが、7月は10,000cfu/mlと高い菌数を示した。

中流水および河口水では月別菌数変化には差異が認

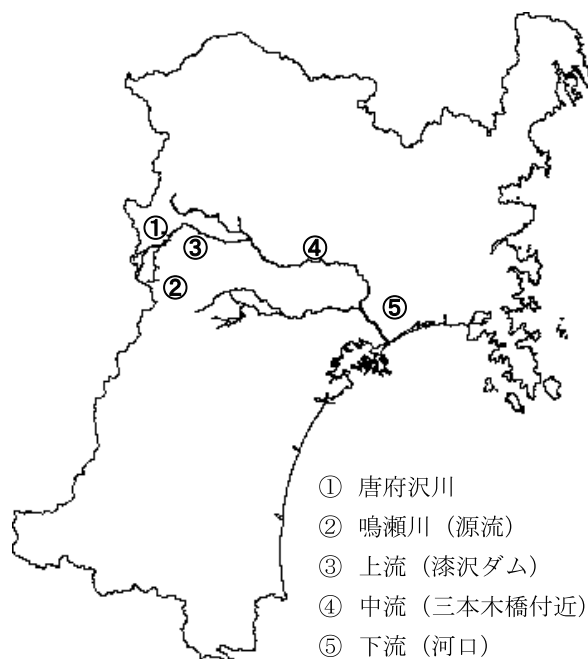


図1 調査地点

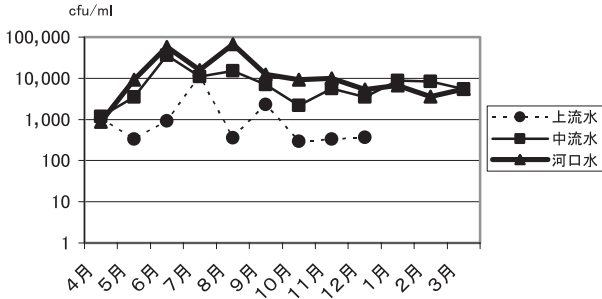


図2 25 発育菌の月別変化

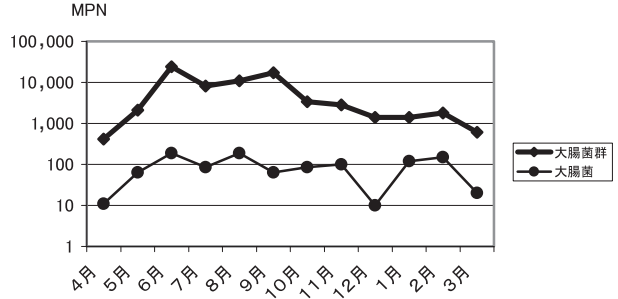


図5 大腸菌群と大腸菌の変化（中流水）

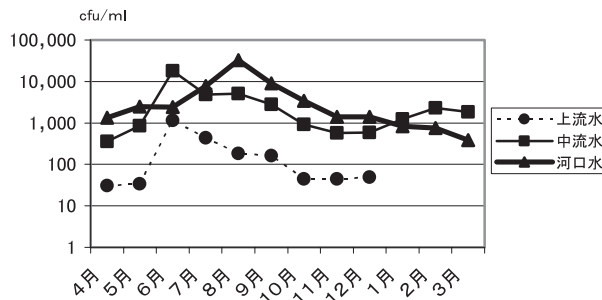


図3 37 発育菌の月別変化

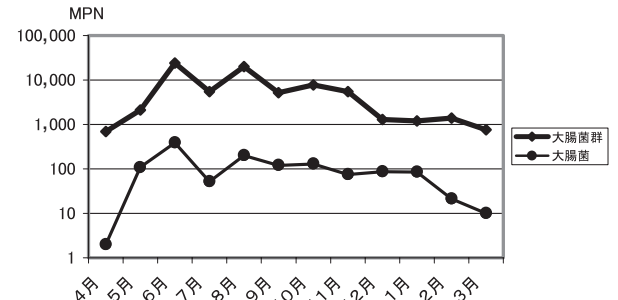


図6 大腸菌群と大腸菌の変化（河口水）

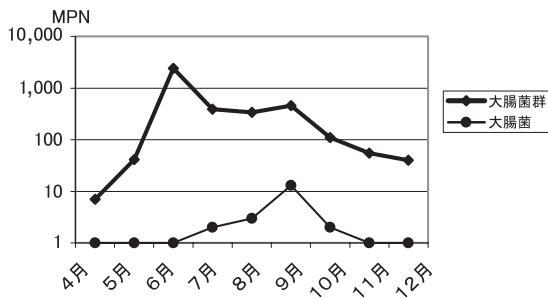


図4 大腸菌群と大腸菌の変化（上流水）

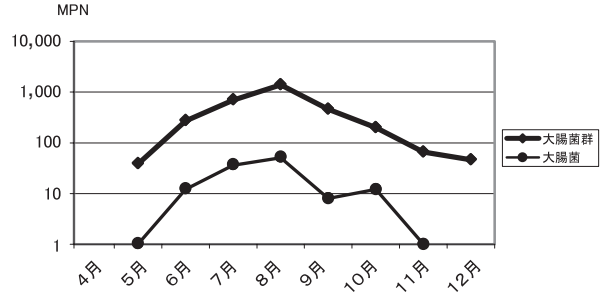


図7 大腸菌群と大腸菌の変化（鳴瀬川）

められなかったが、4月が最も少なく、5月以降は10,000cfu/ml前後の菌数を示している。特に6月と8月は50,000cfu/mlを超えている。

3.1.2 37 発育菌

各地点における37 発育菌数の月別変化を図3に示した。各地点の菌数を比較すると、6月を除き4月から12月まで、河口水、中流水、上流水の順に高い菌数を示している。河口水の最大菌数は8月の32,000cfu/ml、中流水は6月の18,200cfu/mlであった。上流水では、6月から9月が100~1,000cfu/mlで、それ以外は100cfu/ml以下であった。

3.2 大腸菌群および大腸菌数

各地点における大腸菌群および大腸菌の月別変化を図4から図8に示した。

3.2.1 大腸菌群

上流水の大腸菌群 MPN 値は、6月に最高値を示し、6月から11月までは生活環境項目基準値（50MPN/100ml以

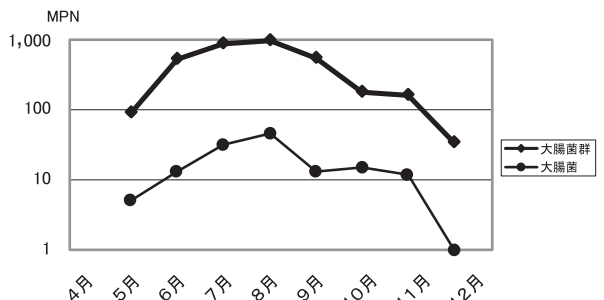


図8 大腸菌群と大腸菌の変化（唐府沢川）

下）を超えていた。また、唐府沢川および鳴瀬川は、8月に最高値を示し、それぞれ5月から11月及び6月から11月は基準値（50MPN/100ml以下）を超えていた。

中流水・河口水は、ともに6月に最高値を示した。中流水は5月から2月まで基準値（1,000MPN/100ml以下）を超え、また、河口水は6月から11月まで基準値（5,000MPN/100ml以下）を超えて検出された。

3.2.2 大腸菌

上流水の大腸菌 MPN は、9月に最高値を示したが、13MPN と低値であった。中流水および河口水は6月に最高値を示し、さらに、MPN値100を超した月が5回あった。

唐府沢川および鳴瀬川は、8月に最高値（46MPN、51MPN）を示した。

大腸菌群と大腸菌の変化は、同様の挙動を示し、特に唐府沢川、鳴瀬川源流、河口水では高い相関を示し、さらに水温の上昇とともにMPN値も増加する傾向が認められた。

4 ま と め

コリラート法は、環境の汚染指標菌である大腸菌群数および大腸菌数を同時に測定できる簡易法で、本法を用い、鳴瀬川水系の河川水の検査が効率的に実施できた。

年間を通じて、中流水および河口水では、大腸菌群と大腸菌は同様な挙動を示しており、水温の上昇とともに増加の傾向が見られた。

中流水および河口水では、25 発育菌が37 発育菌より多かったが、年間を通じて差異が認められず、10,000cfu/ml前後の菌数であった。なお、検出された微生物について今後同定を行う予定である。

参 考 文 献

- 1) 平田強, 大村達夫, 石橋良信, 下原悦子, 廣谷博史: 水環境学会誌, 20, 124 (1997).
- 2) 上田修, 鈴木敦子, 松江隆之, 池田なほみ, 市瀬正之, 天野祐次, 寺山武: 日本食品微生物学会雑誌, 20, 112 (2003).
- 3) 坂崎利一: 日本臨床微生物学雑誌, 7, 167(1997).
- 4) 北原節子, 櫻井四郎, 石原ともえ, 高橋智恵子: 用水と廃水, 44, 77(2002).

平成16年度食中毒検査結果

The Results of Examination of Food Poisoning in 2004

試験検査部

キーワード：食中毒；病原大腸菌；ウェルシュ菌；サルモネラ；ノロウイルス

Keywords : food poisoning ;Enteropathogenic *E. coli* ; *Clostridium perfringens*; *Salmonella* ; *Norovirus*

平成16年度に、食中毒事件および有症苦情等において原因究明のため実施した検査結果を表に示した。

患者便188検体をはじめ、食材など合計433検体の検査を実施した。そのうち、食中毒事件となった14件中

12件で病原微生物が明らかになった。内訳は、病原大腸菌2件、サルモネラ属菌2件、ウェルシュ菌1件、エロモナス属菌1件、ノロウイルス(NV)6件であった。なお、NVについては微生物部で検査を行った。

表 食中毒検査結果

No.	受付月日	担当保健所	発生場所	原因食品	検体数	検体 (内訳)					検出微生物	備考
						患者便	健康者便	食品	ふき取り	菌株		
1	H16. 5. 7	岩沼	青森県	不明	25		5	13	7		検出せず	関連調査(有症苦情)
2	H16. 5.12	仙南	蔵王町	わらびのおひたし(推定)	8	6		2			検出せず	
3	H16. 6. 2	岩沼	長野県	旅館の食事	8	8					ノロウイルス、セレウス菌	関連調査(食中毒)
4	H16. 6.16	塩釜	仙台市	不明	14	1		13			カンピロバクター・ジェジュニ、黄色ブドウ球菌(エンテロA,コ型)	関連調査(有症苦情)
5	H16. 7. 6	塩釜	松島町	不明	1	1					検出せず	有症苦情
6	H16. 7. 9	仙南	仙台市	会席料理	2	2					サルモネラ・ミュエンスター	関連調査(食中毒)
7	H16. 7.23	石巻	河南町	ロフスター卵マヨネーズ(推定)	5		4			1	サルモネラ・パキスタン	
8	H16. 8.10	塩釜	利府町	合宿所の食事	118	59	5	50	4		病原大腸菌 O115 : H19	
9	H16. 8.19	塩釜	松島町	旅館の食事	35	4	6	20	5		エロモナス・ハイドロフィラ、黄色ブドウ球菌(エンテロA,コ型)	
10	H16. 9. 3	岩沼	亘理町	カレーライス	43	24	9	1	9		ウェルシュ菌 Hobbs5 型	
11	H16. 9.10	塩釜	仙台市	仕出し弁当	7	7					検出せず	関連調査(食中毒)
12	H16.12.14	岩沼	福島県	旅館の食事	2	2					病原大腸菌 O25 : H-,ST (+)	関連調査(食中毒)
13	H16.12.21	塩釜	塩竈市	不明	2	2					ノロウイルス	有症苦情
14	H16.12.24	塩釜	多賀城市	不明	4	4					検出せず	有症苦情
15	H17. 1.14	塩釜	千葉県	不明	4	4					ノロウイルス、黄色ブドウ球菌(エンテロA,コ型)	関連調査(感染症)
16	H17. 1.20	岩沼	志津川町	旅館の食事	3	3					ノロウイルス	関連調査(食中毒)
17	H17. 1.24	石巻	石巻市	飲食店の食事	25	12	5	2	6		ノロウイルス	
18	H17. 1.24	黒川	仙台市	飲食店の食事	8	8					ノロウイルス、カンピロバクター・ジェジュニ	関連調査(食中毒)
19	H17. 1.25	塩釜	塩竈市	飲食店の食事	29	11	8		10		ノロウイルス	
20	H17. 2. 2	塩釜	松島町	不明	5	4	1				ノロウイルス	有症苦情
21	H17. 2. 5	岩沼	山元町	不明	29	8	2	13	6		ノロウイルス、黄色ブドウ球菌(エンテロB,コ型)	感染症
22	H17. 2.10	石巻	石巻市	旅館の食事	56	18	13	19	6		ノロウイルス、ウェルシュ菌	
合 計					433	188	58	133	53	1		

食品中4種添加物の同時分析の検討

A Study on Simultaneous Determination Method of Food Additives

加茂 えり子*¹ 千葉 圭子 粟野 健

Eriko KAMO, Keiko CHIBA, Takeshi AWANO

キーワード：食品添加物；同時分析

Keywords : Food Additives ; Simultaneous Determination

1 はじめに

古川支所では食品衛生法に基づく収去検査(理化学)を年間約600検体(1検体2~3項目の添加物)実施しているが,検査項目ごとに前処理及び分析している。本年,多波長クロマトグラム・スペクトル同時採取可能なHPLCが導入されたので,業務の合理化を図るため4種の添加物アスパルテム(APM),サッカリン(SA),ソルビン酸(SoA),安息香酸(BA)の同時前処理及び分析方法の検討を行なった。

2 方法

2.1 試料の調整

試料10gを透析チューブに採取し,透析内液20ml加えチューブの上端を密封,200mlのメスシリンダーに入れる。次に透析外液で全量を200mlとし,ときどき揺り動かしながら室温で24時間透析を行う。透析外液5ml分取し予め活性化したSeP-PaK(Plus tC18)に負荷後20%アセトニトリル10mlで抽出する。

2.2 試薬

透析内液:塩化ナトリウム100gを0.01mol/l塩酸に溶解して1,000mlとする。透析外液:0.01mol/l塩酸。リン酸塩緩衝液:0.2mol/lリン酸水素二ナトリウム500mlと0.2mol/lリン酸470mlを混和し,用時10倍量に希釈してPH5.0にする。

2.3 標準溶液

APMは乾燥状態では長期間安定であるが,PH6以上の水溶液では不安定であるため,混合標準液はPH3の透析外液で希釈し調製した。SA,SoA,BAは0.5~10ug/ml,APMは5~100ug/mlの範囲の検量線とした。

2.4 HPLCの条件

装置:PDA検出器付きHPLC(Agilent 1100シリーズ)。カラム:東ソー ODS-80TS(4.6mm×15cm)。移動相:アセトニトリル,リン酸塩緩衝液(1:9)。カラム温度:40。流速:1.0ml/分。測定波長:210nm・

230nm・263nm。

3 検討結果

3.1 透析時間の検討

透析条件は,APMの水溶液が不安定なため,APMの食品添加物分析法透析条件でSA,SoA,BAは1mg,APMは10mg添加し透析時間を検討した。最も透析されにくいAPMが97%以上透析される24時間を透析時間とした(図1)。なお,添加量SA,SoA,BAについては食品衛生法上の使用基準値,APMについてはそれに準じた量を添加し,24時間後にほぼ100%回収される事を確認した(表1)。

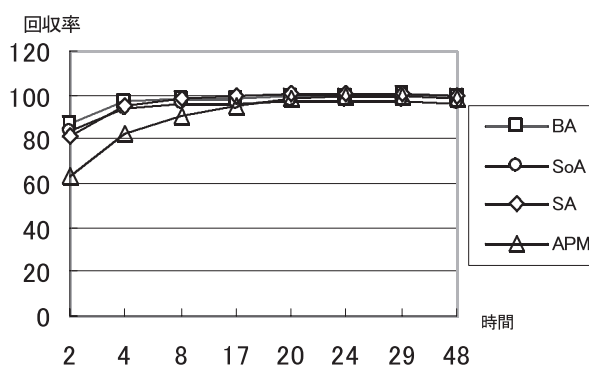


図1 透析時間と抽出率の関係

表1 透析時間24時間の回収率(%)

添加量	BA(6mg)	SoA(10mg)	SA(12mg)	APM(10mg)
1	100.0	99.8	99.4	99.7
2	99.5	100.2	99.7	100.7
3	100.4	100.5	100.5	100.8
平均	100.0	100.1	99.9	100.4

*1 仙南保健福祉事務所

3.2 クリーンアップ条件の検討

保存料の分析で使用しているSeP-PaK (Plus tC18) を用いて溶出条件の検討を行った。その結果20%以上のアセトニトリル10mlで99%以上抽出される事を確認した(図2)。

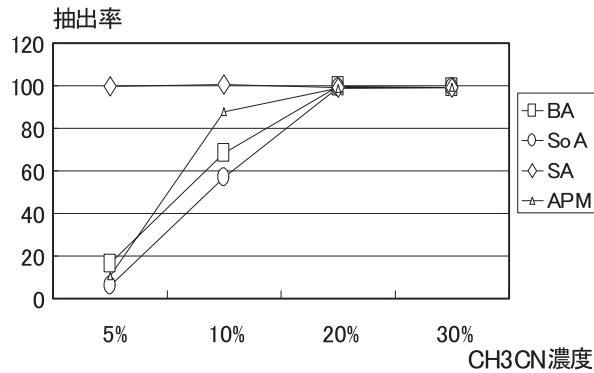


図2 固相の抽出液の濃度と抽出率の関係

3.3 HPLC移動相の条件検討

4種添加物が同時測定できるように移動相のPHと溶媒割合について検討した。移動相のPHを変化させるとSAとAPMは変わらないが、BAとSoAはPHが高くなると保持時間が短くなった(図3)。また、移動相のアセトニトリル混液割合は、高くなると全ての添加物の保持時間が短くなった(図4)。以上により4種添加物の保持時間のバランスがよく、且つ分析時間が20分以内で終了する移動相の条件はPH5.0, 溶媒混液の割合は10%とした。

3.4 同時測定レポート

230nmでBA, 263nmでSoA, 210nmでAPMとSAを測定した(図5)。

3.5 添加回収試験

全操作での添加回収試験を清涼飲料水, 漬け物各3検体で行い良好な結果が得られた(表2)。

4 ま と め

アスパルテームを含む2種類の人口甘味料と2種類の保存料の同時前処理及び多波長同時採取HPLC分析について良好な結果が得られた。業務が多様化する中、前処理操作が簡易で同時分析が可能な分析方法は新たな検査ニーズに応えるために有効であると考えられる。

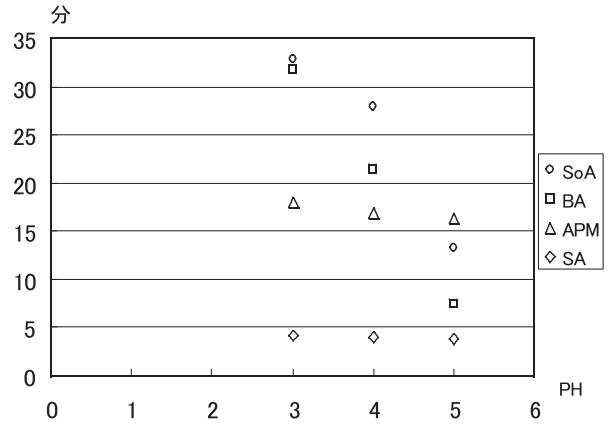


図3 移動相PHと保持時間との関係

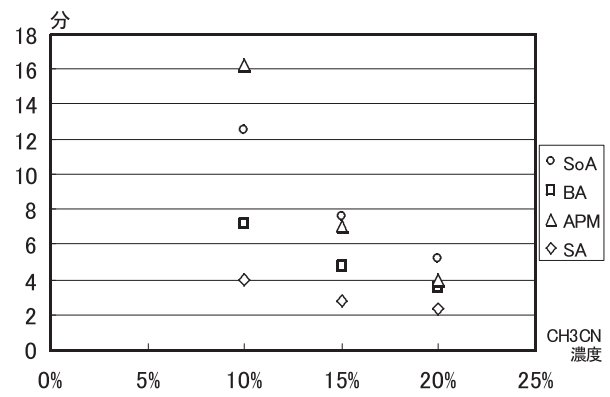


図4 移動相濃度と保持時間との関係

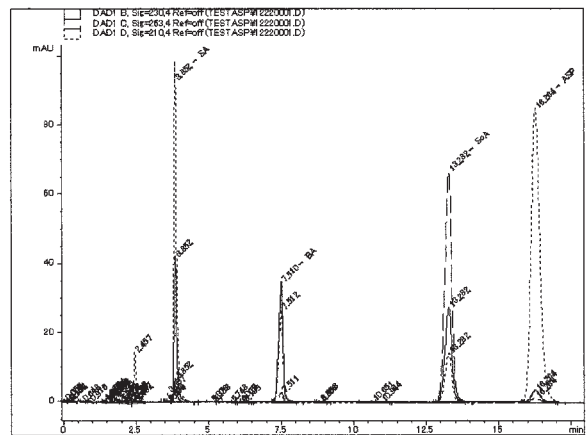


図5 同時測定レポート

表2 添加回収結果% (n=3)

試料	BA	SoA	SA	APM
清涼飲料水	96.8	99.6	98.0	98.7
漬け物	101.0	99.7	103.4	100.0

腸管毒素原性大腸菌 (ETEC) の 耐熱性エンテロトキシン (ST) 検出法に関する検討

Examination concerning Heat-stable enterotoxin detection method of Enterotoxigenic E.coli

高橋 恵美 後藤 つね子 佐藤 裕美子
栗野 健

Emi TAKAHASHI , Tsuneko GOTO , Yumiko SATO
Takeshi AWANO

キーワード：腸管毒素原性大腸菌；耐熱性エンテロトキシン；酵素免疫抗体 (EIA) 法

Keywords : Enterotoxigenic E.coli ; Heat-stable enterotoxin ; Enzyme immunoassay

1 はじめに

病原性大腸菌による食中毒の原因の1つとして耐熱性エンテロトキシン (以下 ST) によるものがある。平成15年8月、秋田県能代市で ETEC による食中毒が発生し、患者140名の内関連調査として古川支所で検査した11名中9名の検便から O169 : H41 : ST(+) が検出された。この9菌株はPCR法ではST遺伝子の保有が確認できたが、EIA法ではST産生が確認できなかった。そこで EIA法でST産生を確実に検出できるように、培養法・処理法 (培養時間・培養液の処理 {ポリミキシン B [以下 PB] の添加}・接種菌量) についての検討を行ったので報告する。

2 材料及び方法

(1) 供試菌株：上記秋田県能代市食中毒由来の9菌株、及び古川支所保存 ST (+) 4 株の計13株

(2) 培養条件及び処理法の検討

- ・培養時間： 24時間・ 48時間
- ・培養液の処理： なし・ PB2000単位添加後 37℃, 3時間・ PB濃度 2万単位添加後 37℃, 3時間
- ・接種菌量： 少量 (白金線の先に付く位の量)・多め (マッチ棒の頭位の量)

この3種類の培養条件及び処理法の組み合わせで7通り行った。

なお培養温度は37℃, CAYE培地使用, 振盪培養で150回/分, 3000rpm30分遠心後上清を検体として使用した。

ST検出にはコリストEIA (デンカ生研) を使用し、判定は目視で行った。目視で判定しづらいものについては吸光度を測定し、添付文書の結果の判定法に従って判定した。なお、陽性は無色または弱い発色、陰性は明瞭な発色 (黄色) となる。

3 結果と考察

目視では、呈色の阻止で陽性を判定するため弱い発色の判断が難しく、各培養条件において明らかに陽性とは判定できなかったため吸光度による判定を行った。その結果、PB処理を行わず菌量を多めに接種した検体と、48時間培養の検体は陽性と判断できた。このことよりST産生量が増加したと推察される。PB処理については2万単位で使用した場合のみ効果がみられた。

4 まとめ

PB処理の効果はほとんど認められなかったが、長時間培養することでST産生量の増加が認められた。

また、24時間培養では菌量を多く接種した条件においてST産生が認められたことから、ST産生の多少は菌量に影響されると推察される。

平成16年度食中毒検査結果

The Results of Examination of Food Poisoning in 2004

古川支所

キーワード：食中毒；ノロウイルス

Keywords：food poisoning；Norovirus

平成16年度に、食中毒発生及び有症苦情において原因究明のため実施した検査状況を表に示した。
病原物質が検出されたのは、13事例中6事例全てノロウイルスであった。

表1 食中毒検査実績

番号	受付年月日	保健所名	発生場所	原因食品	検 体						検 出 菌	備 考
					検体数	便	吐物	食品	ふき取り	その他		
1	H16. 4. 2	登米	栃木県	スポーツ施設の食事	11	11					ノロウイルス G 型	関連調査
2	H16. 7. 6	大崎	松島町・ 鹿島台町	不明	25	10		4	11		セレウス菌，黄色ブドウ球菌（B・）	有症苦情
3	H16. 8.11	大崎	利府町	合宿所の食事	6	6					不検出	関連調査
4	H16. 8.27	栗原	瀬峰町	飲食店の食事	16	6		2	8		不検出	
5	H16. 8.31	大崎	栃木県	旅館の食事	1	1					不検出	関連調査
6	H16.11. 8	大崎	鳴子町	旅館の食事	23			12	11		不検出	
7	H16.12. 6	大崎	古川市	不明	3		1	1		* 1	不検出	有症苦情
8	H17. 1.15	栗原	築館町	家庭の食事	18	2	3	13			ノロウイルス G 型	
9	H17. 1.19	気仙沼	志津川町	旅館の食事	15	5			10		不検出	
10	H17. 1.20	栗原	築館町	学生寮の食事	110	36		62	12		ノロウイルス G ・ 型， セレウス菌，黄色ブドウ球菌（B・， B・不明，C・不明）	
11	H17. 1.24	栗原	築館町	飲食店の食事	19	12			7		ノロウイルス G ・ 型， 黄色ブドウ球菌（C・不明）	
12	H17. 2. 9	栗原	築館町	飲食店の食事	20	10			10		ノロウイルス G ・ 型， 黄色ブドウ球菌（A・B・ ，C・不明）	
13	H17. 3. 9	大崎	鳴子町	旅館の食事	6	6					ノロウイルス G 型，黄色 ブドウ球菌（B・）， C.Jejuni，C.perfringens	関連調査
合 計					273	105	4	94	69	1		

* 包装袋（ノロウイルスは微生物部で検出）

C 研究発表状況

I 他誌論文抄録

Prolonged Incubation Period of Salmonellosis Associated with Low Bacterial Doses

Kazuo ABE ^{*1}, Noriyuki SAITO ^{*1}, Fumiko KASUGA ^{*2}
Shigeki YAMAMOTO ^{*2}

(*1 Miyagi Prefectural Institute of Public Health and Environment

*2 National Institution of Health Sciences)

Journal of Food Protection Vol.67, No.12, 2004

In gastroenteritis outbreaks caused by *Salmonella*-contaminated lunches of elementary, junior high, and nursery schools, outbreaks in which the average incubation period is very long, i.e., 60-120 h, have frequently been observed between 1990 and 1999 in Japan. We analyzed epidemiological data on 189 outbreaks of *Salmonella* Enteritidis infection for the purpose of studying the factors underlying the long incubation period. These survey results showed that the average incubation period for *Salmonella* infection due to contaminated school and nursery school lunches was significantly longer than that due to other types of cooking facilities. In addition, we analyzed the relationship between the average incubation period and the bacterial dose ingested per person in 9 outbreaks of SE infection; the bacterial dose was estimated through reference to the bacterial concentration in the causative foods. A significant negative correlation between the bacterial dose ingested per person and the average incubation period is clearly shown.

The time elapsed from the start of the cooking process to the consumption of school and nursery school lunches was significantly shorter than that in other cooking facilities, suggesting a limited bacterial growth, which in turn is considered to lead to a long incubation period.

鳥インフルエンザ

秋山 和夫

公衆衛生情報みやぎ, No329 2004

鳥インフルエンザは獣医領域では古くから知られており, その病原性や伝染性の違いから高病原性インフルエンザと低病原性インフルエンザに分けられ, 家畜法定伝染病に指定されている。感染した鳥類が全身症状を呈し死亡したり, 飼育しているニワトリが数日で全滅するなどの高病原性鳥インフルエンザが, 2003年以降アジアを中心に広範囲にわたり主にニワトリの間で流行し, ヒトへの感染事例も報告されている。原因ウイルスはH5N1であり, ニワトリ間の流行は韓国に始まり, ヒトへの感染はベトナム, タイで確認されている。これらの状況に加えて臨床症状, 感染経路及び予防と治療等の総論について述べ, 新型インフルエンザの出現の可能性について触れた。

最近発見されたヒトメタニューモウイルスに対する抗体保有調査

後藤 郁男 菊地 奈穂子 山木 紀彦
植木 洋 沖村 容子 秋山 和夫

公衆衛生情報みやぎ, No.338 2004

ヒトメタニューモウイルス (hMPV) は2001年にオランダにおいて発見されたウイルスであるが、2003年に当センターが本邦で最初にウイルス分離に成功した。そこで、宮城県におけるhMPV感染症の実態を把握する目的で、分離ウイルス株を抗原とした抗体保有調査を実施した。その結果、健康人のhMPVに対する抗体保有率は、3才以下で平均63%、4才以上からは100%であり、幼児期から感染機会が多いことが判明し、hMPVは市中呼吸器感染症の一つと考えられた。さらに、1971年に採取された血清からもhMPV抗体が確認され、ウイルスの発見は新しいものの、宮城県においてhMPV感染症は古くからあったことが示唆され、公衆衛生上重要なウイルス感染症であることが明らかになった。

インフルエンザの地域流行 宮城県

佐々木 美江 菊地 奈穂子 山木 紀彦
後藤 郁男 植木 洋 沖村 容子
秋山 和夫

病原微生物検出情報, Vol.26, 40 - 41 2005

県内の一地域において A ソ連型インフルエンザウイルスの流行が確認された。

2004 / 05シーズンのインフルエンザの流行は第46週に石巻保健所管内で始まり、第48週には患者数が急増した。第48週に5名の検体からウイルスを分離し今季のワクチン株である A/New Caledonia/20/99 (H1N1) 株と高い反応性を持つ A ソ連型 (AH1) 株であることが確認された。今回確認された流行は一地域のみで約1ヶ月にわたり特異的に発生した。第46週からの患者数の推移を見ると、定点別では石巻市郊外から発生し市内中心部へ、また年齢別では小児から徐々に成人年齢層に拡大する流行パターンが認められた。

保育園における腸管出血性大腸菌集団感染事例

佐藤 由美*¹ 田村 広子 三品 道子
菅原 直子 畠山 敬 谷津 壽郎
秋山 和夫

(*¹ 現 宮城県立がんセンター)

病原微生物検出情報, Vol.26, 45 - 46 2005

2004年9月に発生した保育園内集団感染事例の原因菌株は免疫血清型が不明で分離が極めて困難であった。そこで、当該菌株に特徴的な糖分解能に着目し、ラフィノース加マッコンキー寒天培地を作成して検出を行なった。結果的に保育園関係者235人中9人から菌が分離されたが感染経路の特定には至らなかった。

家畜環境におけるブドウ球菌の薬剤耐性化

畠山 敬 神尾 好是*¹

(*¹ 東北大学農学部)

宮城県獣医師会会報 第57巻3号

家畜家禽等に常在するブドウ球菌の薬剤感受性を調査した結果、特に豚・鶏由来の株では多剤耐性化が起きていることが判明した。耐性菌の出現と使用薬剤には強い相関が見られ、これら耐性菌は同系のヒト用抗生剤にも耐性を示した。

家畜の腸管出血性大腸菌 (EHEC) 保有と分離方法の開発

畠山 敬 神尾 好是*¹

(*¹ 東北大学農学部)

宮城県獣医師会会報 第57巻4号

近年のEHEC感染症は保菌牛を原因とする事例や血清型不明菌による蔓延事例など多様な感染様式を呈している。そこで、DNAハイブリダイゼーション法を用いた効率的なEHEC分離方法を開発して家畜におけるEHEC保有実態の解析を行った。その結果、牛の約2割がEHECを保有し通年菌を排泄していることが判明した。

日中環境化学連合シンポジウムに参加して

中村 朋之

公衆衛生情報みやぎ, No.340, 11 - 12 2005

2004年10月21日から23日にかけて中国北京の日中友好環境保全センターで開催された「日中環境化学連合シンポジウム」(主催 日本環境化学会)に出席し、聴講した講演並びに発表演題について概要をとりまとめた。

GIS を活用した地方自治体の騒音評価システム

菊地 英男*¹ 高橋 誠幸 鈴木 康民(*¹ 登米保健福祉事務所)

騒音制御 Vol.29 No.2, 103 - 107 2005

平成11年4月から新たな「騒音に係る環境基準」が施行され道路に面する地域の評価は、これまでの地点評価から面的評価に変更された。そこで本県では、道路交通センサス区間のうち環境基準の類型あてはめが行われている区間について、道路構造条件、交通流条件等により評価区間を36類型に分類した。さらに、評価点における騒音レベルを推定するためのフローを作成し、環境騒音評価システムを構築した。構築したシステムの予測精度について検証した結果、予測値と実測値の相関係数が0.9以上と良い相関が得られ、実態を反映していることが確認された。しかし、予測値の精度を確保するためには、建物の立地状況と沿道の騒音レベルを的確に把握する必要があるものと思われた。

構築したシステムにより、道路から50mの範囲内に立地する住宅について、建物毎の距離帯別騒音レベルを推定した結果、評価対象住宅等約39,000戸のうち、昼間・夜間とも約90%が環境基準を達成しているが、自動車交通騒音の影響を受けていると見られる住居等が多数存在することも判明したため、早急に対策を講ずる必要がある。また、当該システムは路線別の環境基準超過率・超過戸数、道路近傍での騒音レベルの高い路線の抽出等様々なオプションを用意しているので、対策の優先度や各種施策の推進等に大きな役割を果たすものと思われた。

一地方自治体における酸性雨モニタリングの現状と今後の課題

北村 洋子

環境技術 Vol.33 No.11, 8 - 12 2004

宮城県がこれまでに実施してきた酸性雨に関する調査結果を明らかにすると共に、平成16年現在実施している定点調査、全県一斉酸性雨調査、ガス状酸性物質分布調査、湖沼・土壌調査、環境省委託業務等の酸性雨調査についての現状と今後の課題を示した。

ビブリオ・バルニフィカスに関する研究

齋藤 紀行 川野 みち 小林 妙子
渡邊 節 山田 わか 田村 広子
三品 道子 菅原 直子 佐藤 由美
畠山 敬 秋山 和夫 川向 和雄

平成16年度厚生労働科学研究補助金 新興・再興感染症研究事業 総括・分担研究報告書 平成17年3月

宮城県内沿岸部定点の海水・海泥におけるビブリオ・バルニフィカス(V_v)の生息状況と県内産貝類のV_v汚染実態調査を実施した。海水・海泥におけるV_vは、海水温が20℃を超える期間に活発に増殖する。夏季に流通するアサリから高率にV_vが検出されることが明らかになった。

大腸菌O115が原因と考えられた食中毒事例 宮城県

渡邊 節 川野 みち 小林 妙子
山田 わか 谷津 壽郎 齋藤 紀行
秋山 和夫 川向 和雄

病原微生物検出情報 Vol.25, No.12, 22-23 2004

2004年8月、宮城県内の合宿所において集団食中毒が発生した。発症者は103名で、合宿所の食事が原因で、また、微生物検索の結果、腸管病原性大腸菌O115:H19が原因菌と考えられた。当該菌による食中毒は希な事例である。

東北地方における腸炎ビブリオ散発下痢症の発生状況,海水・海泥からの腸炎ビブリオの分離,および各分離株の分子疫学的性状

齋藤 紀行 畠山 敬 山口 友美^{*1}
 白石 廣行^{*1} 八柳 潤^{*2} 齋藤 志保子^{*2}
 宮島 嘉道^{*3} 原田 誠三郎^{*2} 鈴木 紀行^{*2}
 大友 良光^{*4} 熊谷 学^{*5} 齋藤 幸一^{*6}
 佐藤 卓^{*6} 菅原 喜弘^{*7} 小林 良雄^{*5}
 高橋 智子^{*8} 須藤 正英^{*8} 大谷 勝実^{*8}
 廣瀬 昌子^{*9} 熊谷 進^{*10} 品川 邦汎^{*11}

(^{*1} 前宮城県保健環境センター, ^{*2} 秋田県衛生科学研究所, ^{*3} 秋田県大曲保健所,
^{*4} 青森県保健環境センター, ^{*5} 岩手県盛岡保健所, ^{*6} 岩手県環境保健研究センター,
^{*7} 岩手県水沢保健所, ^{*8} 山形県衛生研究所, ^{*9} 福島県衛生研究所,
^{*10} 東京大学獣医公衆衛生学教室, ^{*11} 岩手大学農学部)

日本食品微生物学会雑誌 Vol.21(1), 30 - 37 2004

東北地方における腸炎ビブリオ散発下痢症患者の発生状況,各県沿岸の海水・海泥におけるTDHおよびTRH産生性腸炎ビブリオの分布,患者と環境分離株の分子疫学的性状の比較・検討を行い,海水温の上昇が腸炎ビブリオ患者発生の指標となりうる可能性が示された。

Ⅱ 学会発表等

学 会 発 表 等

印 発 表 者

Outbreak Data Analysis and Characterization of Bacterial Food Poisoning in Japan

Kazuo Abe *¹(*¹ Miyagi Prefectural Institute of Public Health and Environment)

The Korean Society of Foodservice Sanitation 2004/5/29 Yonsei University, Seoul, Korea.

県内の温泉におけるレジオネラ属菌生息状況について

佐々木 美江 田村 広子 菅原 直子 佐藤 由美 畠山 敬 齋藤 紀行 秋山 和夫
山口 友美*¹ 御代田 恭子*²(*¹ 宮城県拓桃医療療育センター *² 宮城県動物愛護センター)

第40回宮城県公衆衛生学会 平成16年6月25日 仙台市

胃腸炎患者および環境水から検出した Norovirus (NV) の定量的評価

植木 洋 菊地 奈穂子 山木 紀彦 後藤 郁男 沖村 容子 秋山 和夫
小野寺 仁至*¹ 佐野 大輔*² 渡部 徹*² 大村 達夫*²(*¹ 小野寺医院 *² 東北大学大学院工学研究科)

第40回宮城県公衆衛生学会 平成16年6月25日 仙台市

ヒトメタニューモウイルスの検出と抗体保有状況

秋山 和夫

衛生微生物協議会第25回研究会 平成16年7月8日～9日 さいたま市

宮城県における EHEC 感染症の発生状況とその特徴

畠山 敬 山口 友美*¹ 田村 広子 佐々木 美江 渡邊 節 御代田 恭子*²
齋藤 紀行 秋山 和夫(*¹ 宮城県拓桃医療療育センター *² 宮城県動物愛護センター)

第58回日本細菌学会東北支部総会 平成16年8月19日～20日 仙台市

豚リンパ腫の解剖学的分類

谷津 壽郎 中田 聡*¹ 熊谷 光*² 川向 和雄(*¹ 気仙沼保健福祉事務所 *² 宮城県食肉衛生検査所)

平成16年度日本獣医公衆衛生学会(東北) 平成16年10月15日 秋田市

FCV F4 汚染カキにおける体内でのウイルス分布

山木 紀彦 植木 洋 菊地 奈穂子 佐々木 美江 後藤 郁男 沖村 容子
秋山 和夫 須藤 篤史*¹ 酒井 敬一*¹ 遠矢 幸信*²(*¹ 宮城県水産研究開発センター *² 東京大学大学院獣医微生物学研究室)

日本食品衛生学会第88回学術講演会 平成16年11月11日～12日 広島市

VNTR (Variable Numbers of Tandem Repeats) による結核菌の比較解析について

畠山 敬

平成16年度保健福祉部業務研究等報告会 平成17年2月9日 仙台市

豚リンパ腫の解剖学的分類

谷津 壽郎 中田 聡*¹ 熊谷 光*² 川向 和雄(*¹ 気仙沼保健福祉事務所 *² 宮城県食肉衛生検査所)

平成16年度日本獣医公衆衛生学会年次大会(新潟) 平成17年2月10日～12日 新潟市

VNTR (Variable Numbers of Tandem Repeats) による結核菌の比較解析について

畠山 敬

全国公衆衛生獣医師会宮城県支部平成16年度研修会 平成17年3月11日 仙台市

遺伝子組換え食品の検査法に関する検討

曾根 美千代 福原 郁子 氏家 愛子 高橋 紀世子 佐藤 信俊

第41回全国衛生化学技術協議会年会 平成16年11月18日～19日 山梨県甲府市

高速溶媒抽出装置を用いた PCB 抽出法の検討 (魚試料)

氏家 愛子 佐藤 信俊

第41回全国衛生化学技術協議会年会 平成16年11月18日～19日 山梨県甲府市

市販表計算ソフトを活用した統計処理によるダイオキシン類汚染由来の解析

加藤 謙一 佐々木 多栄子 中村 朋之 鈴木 滋 斎藤 善則

第13回環境化学討論会 平成16年7月7日～9日 静岡市

ダイオキシン類分析過程でのアルミナ処理による PCDD 類の消失

鈴木 滋 佐々木 多栄子 中村 朋之 加藤 謙一 斎藤 善則 橋本 俊次*

伊藤 裕康* 森田 昌敏*

(* 独立行政法人国立環境研究所)

第13回環境化学討論会 平成16年7月7日～9日 静岡市

微極性 GC カラムによるダイオキシン類迅速分析の検討

中村 朋之 菅田 佳孝*¹ 佐々木 多栄子 加藤 謙一 鈴木 滋 斎藤 善則橋本 俊次*² 伊藤 裕康*²(*¹ ジーエルサイエンス株) *² 独立行政法人国立環境研究所)

第13回環境化学討論会 平成16年7月7日～9日 静岡市

SELECTIVE EXTRACTION OF DIOXINS FROM SOILS AND SEDIMENTS USING ASE FOR MEASUREMENT BY GC/MS/MS

Tomoyuki Nakamura, Shigeru Suzuki, Taeko Sasaki, Ken-ichi Kato, Yoshinori Saito, Shunji Hashimoto*,
Hiroyasu Ito*

(* National Institute for Environmental Studies)

China-Japan Joint Symposium on Environmental Chemistry 平成16年10月20日～23日 中国 北京

ダイオキシン類分析における高圧液体抽出法の問題点と運用方法の最適化

中村 朋之 大塚 英幸*¹ 佐々木 啓行*² 半野 勝正*³ 鈴木 貴博*⁴ 小澤 秀明*⁵村瀬 秀也*⁶ 大原 俊彦*⁷ 柏木 宣久*⁸ 橋本 俊次*⁹(*¹ 北海道環境科学研究センター *² 東京都環境科学研究所 *³ 千葉県環境研究センター*⁴ 新潟県保健環境科学研究所 *⁵ 長野県環境保全研究所 *⁶ 岐阜県保健環境研究所*⁷ 広島県保健環境センター *⁸ 統計数理研究所 *⁹ 独立行政法人国立環境研究所)

第31回環境保全・公害防止研究発表会 平成16年11月4日～5日 東京都

重金属ならびに内分泌かく乱化学物質の周産期曝露が出生後の発達に及ぼす影響に関するコホート研究:

高分解能 GC/MS による臍帯血中ダイオキシン類及び PCB 異性体分析の試み

中村 朋之 仲井 邦彦*¹ 菅原 典夫*¹ 斎藤 善則 村田 勝敬*² 小泉 敦子*³ 社本 博司*³山内 慎*³ 松村 徹*³ 佐藤 洋*¹(*¹ 東北大学医学系研究科環境保健医学 *² 秋田大学医学部環境保健学 *³ 国土環境株)

第75回日本衛生学会総会 平成17年3月27日～29日 新潟市

宮城県における酸性雨 - 全県一斉酸性雨調査結果から(2)

北村 洋子 木戸 一博

第45回大気環境学会年会 平成16年10月20日～22日 秋田市

岩沼地区における環境粉じんに対する発生源寄与の推定

小泉 俊一 北村 洋子 木戸 一博

第45回大気環境学会年会 平成16年10月20日～22日 秋田市

宮城県におけるPM2.5の自動測定結果について

菅原 隆一

第30回北海道・東北支部環境研研究連絡会議 平成16年10月7日～8日 郡山市

自動車排出ガス測定局におけるベンゼン濃度の推移について

佐久間 隆 小泉 俊一 北村 洋子 木戸 一博 鈴木 康民

第30回全国環境研協議会北海道・東北支部研究連絡会議 平成16年10月7日～8日 郡山市

宮城県北西部鉛川河川中の高濃度フッ素の分布とその原因

清野 茂 藤巻 宏和

2004年度東北地理学会 平成16年5月15日～16日 仙台市

宮城県北西部鉛川河川中の高濃度フッ素の分布とその原因

清野 茂 大庭 和彦 阿部 時男 藤巻 宏和

第39回日本水環境学会 平成17年3月17日～19日 千葉市

大型褐藻アカモクを用いた内湾の水質浄化

佐々木 久雄 小山 孝昭 大庭 和彦

第39回日本水環境学会 平成17年3月17日～19日 千葉市

海藻活用水質浄化事業(第2報)

小山 孝昭 佐々木 久雄 大庭 和彦

第31回環境保全・公害防止研究発表会 平成16年11月4日～5日 東京都

人造湖に発生したアオコの調査結果について

佐々木 久雄 小山 孝昭 渡部 正弘 阿部 郁子

第30回全国環境研協議会北海道・東北支部研究連絡会議 平成16年10月7日～8日 郡山市

宮城県内の市販魚介類及び海水・海泥からの *Vibrio vulnificus* の分離渡邊 節 名村 真由美^{*1} 川野 みち 山口 友美^{*2} 田村 広子 佐々木 美江 畠山 敬

齋藤 紀行 秋山 和夫

(*1 がんセンター *2 拓桃医療療育センター)

第58回日本細菌学会東北支部総会 平成16年8月19日～20日 仙台市

市販魚介類からの *Vibrio vulnificus* 検出状況

渡邊 節

全国公衆衛生獣医師協議会宮城県支部 平成17年3月11日 仙台市