

第 27 回 研究 発表 会  
要 旨 集

平成 21 年 3 月 6 日

宮城県保健環境センター

# 第27回保健環境センター研究発表会 プログラム

日 時 平成21年3月6日(金) 9:00~15:15

場 所 保健環境センター 大会議室及び環境情報センター環境学習室

日 程

1. 開 会 9:00

あいさつ 保健環境センター所長

2. 研究発表

演題(口頭発表) 1~12 9:10~12:10

昼食・休憩 12:10~13:00

演題(ポスターコアタイム) 13~19 12:30~14:00

演題(口頭発表) 20~24 14:00~15:15

3. 閉 会 15:15

あいさつ 研究管理監

.....

発表方法

- ・口頭発表時間：発表10分，質疑5分，計15分
  - ・ポスターセッションコアタイム：12:30~14:00
- 場所：環境情報センター環境学習室  
ポスター：B1 パネル2枚以内

=== 研究発表 ===

○ 発表者

セッションⅠ 座長：加藤謙一

9:10 ~ 10:10

1. 自動車排出ガス実態調査（第4報）  
大気環境部 ○佐久間隆 木立博 小泉俊一 北村洋子 浦山清 木戸一博
2. PTRデータに基づく大気中1, 3-ブタジエン濃度の推定  
大気環境部 ○木立博 小室健一 佐久間隆 小泉俊一 北村洋子 木戸一博
3. 家畜ふん尿処理施設調査  
大気環境部 ○浦山清  
原子力安全対策室 加賀谷秀樹
4. 宮城県におけるアンモニアガス濃度分布  
大気環境部 ○北村洋子 木立博 佐久間隆 小泉俊一 浦山清 木戸一博

セッションⅡ 座長：濱名徹

10:10 ~ 11:10

5. 環境学習の事例研究からの提案  
水環境部 ○赤崎千香子 大金仁一 佐々木久雄
6. 伊豆沼・内沼自然再生のための導水試験（第1報）  
水環境部 ○渡部正弘 清野茂 佐藤勤 佐々木久雄
7. 環境技術実証事業試験結果について  
水環境部 ○鈴木壽雄 佐々木久雄
8. 宮城県における環境中微量トリチウム濃度調査  
原子力センター ○島影裕徳 木村昭裕 高橋正人 伊藤節男 石川陽一 三浦英美

セッションⅢ 座長：木戸一博

11:10 ~ 12:10

9. 仮設校舎における室内環境汚染

生活化学部 ○氏家愛子 菊地秀夫 林都香 濱名徹

10. 畜舎汚水中の抗菌剤の分析

生活化学部 ○遠藤美砂子  
微生物部 畠山敬  
環境化学部 中村朋之  
保健環境センター 川向和雄

11. 農産物における農薬の残留状況

生活化学部 ○長谷部洋 福原郁子 氏家愛子 濱名徹

12. 食用酸性タール色素の抽出及び精製法の検討

生活化学部 ○林都香 千葉美子 柳茂 山口友美 氏家愛子 濱名徹

=== 昼食・休憩 ===

12:10 ~ 13:00

ポスターセッション (コアタイム)

12:30 ~ 14:00

13. 位相差及び分散顕微鏡によるアスベスト分析の問題点

仙台市衛生研究所 ○庄司岳志 梶直貴 菅野猛 菊池正行

14. 学童欠席率を用いたインフルエンザ流行状況の迅速な把握について

仙台市衛生研究所 ○太田博 酒井克朗 嶋崎順子 阿部幸史 岩崎恵美子 稲垣俊一

15. 産業廃棄物（汚泥等）の発生業種の特定に関するデータベースの構築と活用に関する研究  
ーイオン組成把握のための迅速分析法の検討ー

環境化学部 ○藤原成明 佐々木ひとえ 中村朋之 柳茂 小山孝昭  
保健環境センター 斎藤善則

16. ベイズ型重回帰モデルによる水質及び大気試料中のPCB発生源寄与推定

環境化学部 ○中村朋之 菱沼早樹子 岩澤理奈 小山孝昭  
東北緑化環境保全(株) 鈴木滋  
(独) 国立環境研究所 橋本俊次  
統計数理研究所 柏木宣久

17. マイクロバブルを用いた水質改善の試みについて  
水環境部 ○大金仁一 赤崎千香子 佐々木久雄
18. 鉛川の水質特性 —2002年から2006年(5カ年間)の鉛川水質調査結果から—  
水環境部 ○清野茂 佐々木久雄
19. In vitro バイオアッセイによる曝露モニタリング手法の県内河川への適用について  
水環境部 ○郷右近順子 赤崎千香子 大金仁一 佐々木久雄  
(独) 国立環境研究所 中島大介 白石不二雄

**セッションIV 座長：佐々木久雄**

**14:00 ~ 15:15**

20. 県内の麻疹・風疹抗体保有状況  
微生物部 ○阿部美和 庄司美加 植木洋 佐藤由紀  
上村弘 沖村容子 御代田恭子
21. 宮城県内で検出されたノロウイルス・サポウイルスの遺伝子型について  
微生物部 ○庄司美加 阿部美和 植木洋 佐藤由紀  
上村弘 沖村容子 御代田恭子
22. 食中毒検査から分離されたカンピロバクター菌株の解析結果  
微生物部 ○高橋恵美 佐々木美江 有田富和 加藤浩之 小林妙子 菅原優子  
谷津壽郎 御代田恭子
23. 平成20年度に分離された腸管出血性大腸菌の特徴  
微生物部 ○矢崎知子 佐々木美江 後藤郁男 畠山敬 渡邊節  
谷津壽郎 御代田恭子
24. 遺伝子から見た結核疫学  
微生物部 ○畠山敬 矢崎知子

# 1. 自動車排出ガス実態調査（第4報）

大気環境部 ○佐久間隆 木立博 小泉俊一 北村洋子  
浦山清 木戸一博

## 1 はじめに

宮城県では、昭和 50 年代後半から主要幹線道路において窒素酸化物など大気汚染物質の濃度測定を実施し自動車交通の影響を把握してきた。平成 9 年度の「宮城県自動車交通公害防止計画」策定、さらに平成 14 年度と同計画見直しによりベンゼン、PM2.5 などのモニタリング体制を強化した。第 3 報では県の自動車排出ガス測定局（以下、自排局）におけるベンゼン、1,3-ブタジエンの汚染状況を報告したが、継続して自動車排ガス由来の大気汚染物質の実態調査を行い、前報に引き続きベンゼン等のその後の濃度推移等について報告する。

## 2 調査概要

### 2.1 調査地点

調査地点は県の自排局がある 3 地点とし概要を表 1 に示した。

表 1 調査地点の概要

調査地点	自排局名	幹線道路
名取市	名取自排局	国道 4 号線
塩釜市	塩釜自排局	国道 45 号線
古川市	古川自排局	国道 108 号線

### 2.2 調査期間

名取自排局は平成 9 年度～19 年度、その他の自排局は平成 14 年度～19 年度を調査期間とした。

### 2.3 試料採取及び分析法

環境省編集「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」に準拠し、分析を実施した。

## 3 結果

### 3.1 ベンゼン濃度

名取自排局におけるベンゼン濃度の年平均値は 10 年度、11 年度に環境基準の  $3\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超過していたが、12 年度以降は基準を下回り近年はゆるやかな減少傾向を示していた。また、14 年度から調査を開始した塩釜自排局、古川自排局においても年平均値で環境基準を超えることはなく同様にゆるやかな減少傾向にあった（図 1）。古川自排局における経月変化では調査当初  $3\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超える月が多く見られたが、近年はこ

の値を超える月は少ない傾向にあった（図 2）。

### 3.2 1,3-ブタジエン濃度

年平均値はベンゼンと同様にゆるやかな減少傾向を示していた（図 3）。移動発生源である自動車からの排出量が多いとされる 1,3-ブタジエンは、海外での疫学調査で発がん性を示す可能性が高いとされている。前報では EPA の  $10^{-5}$  発がんリスクレベル換算値  $0.3\mu\text{g}/\text{m}^3$  と比較し濃度推移を見たが、今回は(独)産業技術総合研究所化学物質リスク管理研究センターの詳細リスク評価書による  $10^{-5}$  発がんリスクレベル値  $3.6\mu\text{g}/\text{m}^3$  を参考とし濃度推移を見たところ、各自排局における年平均値及びすべての測定値がこの値を下回っていた。

### 3.2 各物質間の相関関係

今回測定した物質中で自動車からの排出が報告されている物質間では強い相関が見られたが、自排局によっては相関の強弱差が見られた。

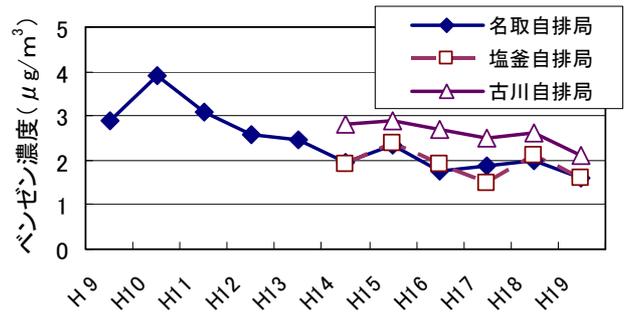


図 1 自排局におけるベンゼン濃度推移

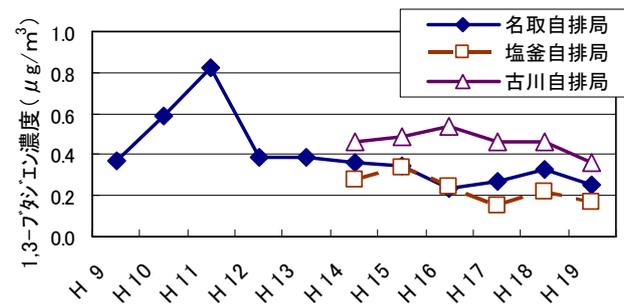


図 3 自排局における 1,3-ブタジエン濃度推移

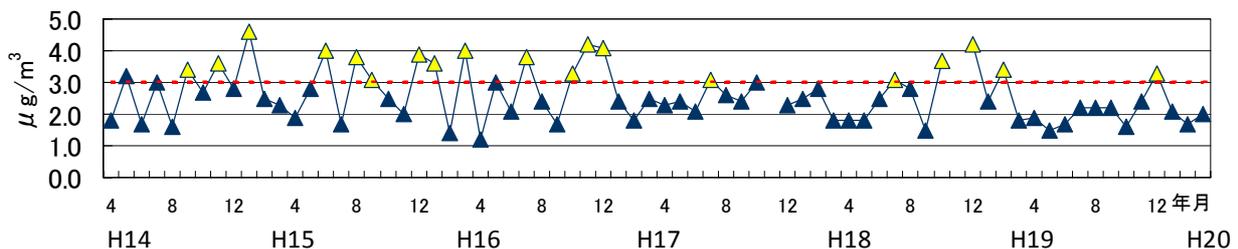


図 2 古川自排局におけるベンゼン濃度の経月変化

## 2. PRTR データに基づく大気中 1,3-ブタジエン濃度の推定

大気環境部 ○木立博 小室健一 佐久間隆

小泉俊一 北村洋子 木戸一博

### 1 はじめに

宮城県では有害大気汚染物質モニタリング指針に基づき、優先取り組み物質 22 物質のうち、20 物質の測定を実施している。当センターによる各物質の測定地点数は 4 地点程度であり、現状の測定態勢では県内全地域の環境濃度を把握することは困難である。このため当部では(独)産業技術総合研究所が開発した大気拡散モデル ADMER による環境濃度推定について検討を進めている。小室らは固定発生源と移動発生源双方から排出されるベンゼンの環境濃度を推定し、主要幹線道路沿線と一部の固定発生源周辺で推定濃度が比較的高いことと、推定値と実測値が近い値であることを示した<sup>1)</sup>。本研究では、主に移動発生源から排出される 1,3-ブタジエンを対象として環境濃度の推定とリスク評価を行った。

### 2 対象地域

解析対象地域は人口と自動車交通量が多く、従って 1,3-ブタジエンの排出量も多いと推測される 12 地域 (5km×5km グリッド 34 個) とした (図 1)。測定地点 10 地点 (宮城県 4, 仙台市 4, 国 2) は解析対象地域内に含まれる。

### 3 解析方法

1,3-ブタジエンの環境濃度推定及びリスク評価は 100m×100m サブグリッド単位で行った。環境濃度推定では、平成 17 年度 PRTR 調査結果の 1,3-ブタジエンの排出量データを平成 17 年度交通センサス、空間データ基盤、平成 17 年度国勢調査、平成 13 年事業所企業統計等によりサブグリッドに配分し、ADMER の入力データとした。入力データ作成には総排出量約 91t/年の 94%に相当する 86t/年の排出量を使用した。気象データは平成 17 年度アメダス年報を使用した。リスク評価では、 $10^{-5}$  発がんリスク値は産総研化学物質リスク管理研究センターが示した  $3.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を使用した。

### 4 結果

1,3-ブタジエンの環境濃度推定値は約  $0.004 \sim 1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  の範囲であり、指針値  $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を超過した地点はなかった。推定値が比較的高かった地域は、岩沼市、大河原町、柴田町の国道 4 号線沿い、及び白石市の東北自動車道と国道 4 号線が平行する地域で、推定濃度は約  $1.0 \sim 1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  であったが、これらの地域はベンゼンの解析でも高濃度となっている。県内における 1,3-ブタジエン実測値と推定値の関係を図 2 に示す。相関係数が 0.92 と強い相関が認められており、近似直線の傾きは約 2 であることから、推定値は実際の濃度の 2 倍程度の値となっており、1/2 に補正すれば実際の濃度に近くなると考えられる。推定値が実測値よりも高かったのは、使用した排出量データや解析時の分解係数等の設定値が関係している可能性が考えられる。

リスク評価結果を図 3 に示す。1,3-ブタジエンの環境濃度推定値を 1/2 に補正して評価した結果、仙台市を除く解析対象地域 (人口約 59 万人) において、推定生涯発がんリスクは人口の 99.9%が  $1.4 \times 10^{-6}$  未満、最大でも  $1.8 \times 10^{-6}$  であり、 $10^{-5}$  のリスクレベルを超過する地域はなかった。

### 参考文献

1) 小室健一ほか、宮城県保健環境センター年報、No. 26, p. 76-79, 2008

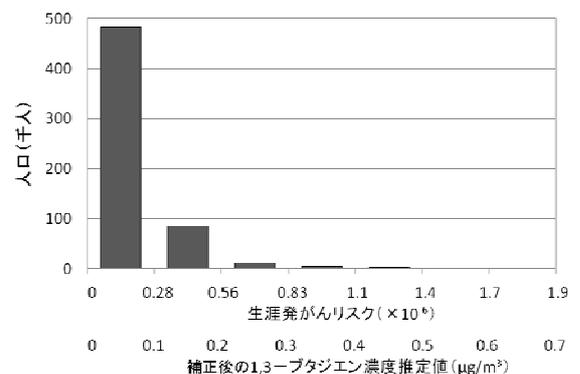
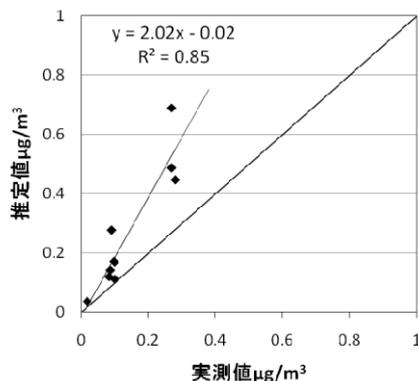
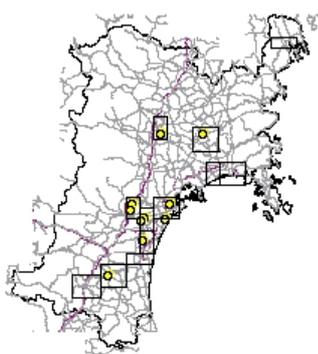


図1 解析対象地域と測定地点(○印)

図2 実測値(H17年度)と推定値の関係

図3 1,3-ブタジエンによる推定発がんリスクと人口分布

### 3. 家畜ふん尿処理施設調査

大気環境部 ○浦山 清

原子力安全対策室 加賀谷秀樹

#### 1. 目的

「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」の施行で、家畜ふん尿の堆肥化が促進されている。家畜ふん尿を発酵させるために必要な水分調整の施設として、ハウスと攪拌移送機を使用する家畜ふん尿処理施設（乾燥施設）が普及してきている。この施設は、県の公害防止条例（以下「条例」）で規制している特定施設には該当していないので、この施設の悪臭実態を把握するため調査を実施した。

#### 2. 調査内容概要

（1）期間と回数：平成19年6月～10月（10回） （2）対象事業所：県南地区のO牧場（乳牛100頭・肥育牛50頭） （3）施設設備概要：攪拌移送機は、乾燥床に投入した生の家畜ふん尿と副資材（おがくず等の水分調整材）を、回転する攪拌ローラーで切り返しをしながら出口に送り、水分を蒸発散して減少させる装置である。ハウス面積772㎡・床面積240㎡（2基）・攪拌槽深さ0.2m・装置名SE-K式攪拌装置（SEエンジンリング製）（2基）処理量3.6t/日・設置年月H12.12 （4）測定方法：①測定項目等 臭気指数（条例に定める三点比較式臭袋法）、アンモニア・硫化水素（検知管法（株）がステック社製）、臭気採取器具はフレックスポンプ DC1-NA型ハンディポンプ使用（30秒以内採取）、発酵温度測定はIT-2100デジタル温度計・IK-1200センサー（アズワン社製）使用、気温・風速は微風速計（ANEMOMETER AM-09T RION製）使用、水分は加熱減量法（135℃3時間乾燥）で測定。②試料採取等施設内部と施設外風下環境において、フレックスポンプでフレックサンプラーに臭気採取。投入口・中間地点・出口において堆積物の温度を測定、また、堆積物を採取持ち帰って水分を測定。

#### 3. 結果と考察

##### （1）施設の運用

①投入量：約3.6t/日 ②投入回数：1回/日（朝） ③乾燥期間（投入から出口までの攪拌移送期間）：4週間 ④乾燥後の処理：堆積発酵施設へ車移送

##### （2）臭気指数測定結果

①投入口は平均42（33～58）、中間地点は平均25（10～38）、出口は平均20（10未満～25（注）10未満は除いた平均値以下同）と施設の測定地点では、出口が最も低い値を示した。処理工程で家畜ふん尿の乾燥が進むにつれて、臭気は減少の傾向が見られた。②出口での発生臭気は、平均20（10未満～25）と低い値であったが、投入口付近外部環境の平均28（10未満～40）は、条例の敷地境界規制基準（15）と比較して、基準超過を示すものと思われ、この形態の施設は、立地状況によっては、苦情発生源になることが考えられる。③外部環境は、投入口西側付近で、測定地点が施設の風下になる、主に東風の時に試料を採取した。投入された生家畜ふん尿臭気の影響を強く受け、高い値を示したものと考えられる。

##### （3）悪臭物質（検知管法）測定結果

アンモニアと硫化水素は、臭気指数測定用のフレックサンプラーに採取した試料について、現場で測定を行った。

①アンモニア：投入口は平均8.8（4.5～15）ppm、中間地点は平均4.2（0.5以下～9）ppm、出口は平均2.5（0.5以下～8.5）ppm、外部環境は平均3.1（0.5～7.5）ppmで、臭気指数の結果と同じような傾向を示している。

②硫化水素：投入口は平均5.3（0.05以下～10）ppm、中間地点は1件のみ検出で1.3ppm、出口は全て0.05ppm以下、外部環境は1件のみ検出で2.5ppmであった。

##### （4）処理工程中の堆積物温度測定結果

発酵に係る細菌は、普通30℃以上の環境で活動が活発になり、発酵が始まると考えられ、堆積物の温度で、発酵の状況が推察できる。投入口は平均27.8（20～34）℃、中間地点は平均28.9（21～35）℃、投入口より若干高い値を示している。出口は平均63.2（42～74）℃で、発酵が始まっているものと考えられる。

##### （5）処理工程中の堆積物水分測定結果

好気性発酵に必要な良好な通気を確保するため、水分は40～60%であることが言われている。投入口は平均78.9（73～89）%、中間地点は平均69.3（60～76）%、出口は平均58.4（44～69）%であった。7月を除き、出口では発酵に適した水分となっていた。

#### 4. まとめ

（1）臭気指数測定結果では、施設の立地状況によっては、敷地境界において、条例の規制基準（15）を超過する恐れがある。（2）悪臭物質測定結果のアンモニアは、検出傾向は臭気指数とほぼ同じ傾向を示した。

（3）堆積物の温度測定結果では、施設の出口で、堆積物の発酵が始まっているものと考えられる。（4）堆積物の水分測定結果では、出口の水分は、好気性発酵に適した水分（60%前後）で、家畜ふん尿乾燥施設としての機能を果たしているものと考えられる。

## 4. 宮城県におけるアンモニアガス濃度分布

大気環境部 ○北村洋子 木立 博 佐久間 隆  
小泉俊一 浦山 清 木戸一博

### 1 はじめに

アンモニアは酸性物質の中和作用を有し、微少粒子物質の生成にも関与しているといわれている重要な物質である。このアンモニアの主要発生源は畜産や農業活動であり(林, 2007), それに伴い濃度も高いものとされている。一方, 都市域では幹線道路もアンモニアの主要発生源であるとの報告もある(松本, 2008)。このように様々な発生源が明らかになってきているが, 国内的にはまだその濃度分布等の実態は明らかになっていない。今回, 宮城県内の分布や発生源を明らかにすべく実態調査を行ったので報告する。

### 2 方法

#### 1) 環境中のアンモニアガス濃度

調査地点:

- ① 都市域: 仙台市街地の北東部に位置する宮城県保健環境センター脇の道路端, それより 25m 内側の地点, 及び前庭
- ② 住宅地域: 人口約 63,000 の多賀城市住宅地
- ③ 田園地域: 涌谷町麓岳山中腹標高 165m に位置する国設麓岳局屋上, 南東斜面はゴルフ場の芝生, 東側は公園の草地, 北・西側は雑木林
- ④ 道路近傍: 平日 12 時間で約 18,000 台の国道 108 号線沿いで交差点付近に位置する県古川自排局
- ⑤ 畜産地域: 大崎市岩出山にある県畜産試験場
- ⑥ 道路近傍: 平日 12 時間で約 39,000 台の国道 4 号線バイパス沿いの県名取自排局
- ⑦ 道路近傍: 平日 12 時間で約 26,000 台の国道 45 号線沿いの多賀城分庁舎フェンス, それより約 30m 内側, および屋上
- ⑧ 道路近傍: 平日 12 時間で約 30,000 台の国道 4 号線沿いの富谷消防署フェンス
- ⑨ (参考) 農業地域: 名取市内の田園地域 3 地点

調査期間: 平成 19 年 7 月～(地点により異なる)

調査方法: 小川式パッシブサンプラーを用い, 2 週間毎にろ紙を回収し, 精製水で抽出した後イオンクロマトグラフでアンモニウムイオン濃度を測定した。

#### 2) 自動車排気ガス中のアンモニアガス濃度測定

検知管によるコールドスタート時及び走行後のマフラー付近で排気ガス中のアンモニアガス濃度を測定した。

### 3 結果及び考察

#### 1) アンモニアガス濃度の期間中央値を図 1 に示す。

古川自排局で最高値を示し, 次いで名取自排局、富谷消防署と高い値を示しているが, いずれも道路近傍である。また、センター脇の道路端と岩出山での中央値はほぼ同程度であったが、岩出山では最高値は古川自排局等の道路近傍と同程度であった。センター前庭、多賀城(住宅地)、麓岳は低い値を示している。

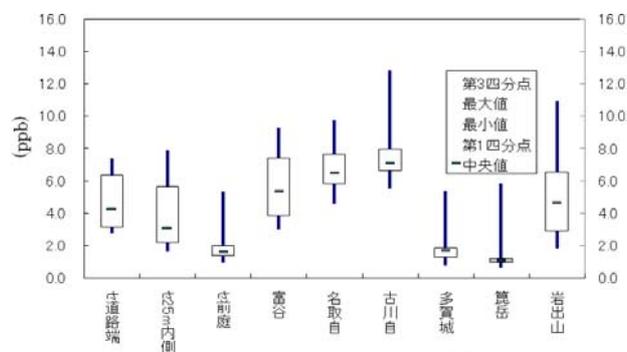


図1 地点毎のNH3ガス濃度

#### 2) アンモニアガス濃度の経時変化

道路近傍では季節を問わず高濃度で推移している一方, 畜産地域では夏期には道路近傍と同程度かそれより高い濃度を示しているが, 冬期間は都市域、住宅地域と同程度の濃度を示しており, 両者の濃度推移パターンには明らかな違いが認められる。

#### 3) アンモニアガス濃度と常時監視測定局データとの関係

通年高濃度であった古川自排局においてアンモニアガス濃度は NO<sub>x</sub>, NO と高い相関が得られており特に NO との相関が高く自動車排ガスとの関係が強く示唆された。

#### 4) 自動車排気ガスからのアンモニアガス濃度測定結果

コールドスタート時及び走行後のアンモニアガス濃度を測定した結果からコールドスタート時では 2 車両を除いてアンモニアガスは検出されなかった。一方, 走行後のアンモニアガス濃度は 1~5ppm の間に 54% の 13 台が入っており最高値は 27ppm であった。また, H10~12 年にかけて登録された車両に高濃度のアンモニアが検出されたが, H13 年以降のものではアンモニア濃度の低いものが殆どであった。

### 謝辞

この研究の一部は科研費:基礎研究(A)「農業活動に由来するアンモニアの発生実態と生態系影響のインパクト解析」により行われたものであり、法政大学の村野健太郎博士、及び畜産草地研究所の寶示戸雅之博士に感謝いたします。

### 参考文献

林 健太郎(2007), 人間活動に伴う窒素負荷におけるアンモニアの重要性、第 48 回大気環境学会年会 講演要旨集, pp240-243

松本理恵他(2008), 埼玉県における大気中アンモニアガス濃度調査, 第 49 回大気環境学会年会 講演要旨集, pp364

## 5. 環境学習の事例研究からの提案

水環境部 ○赤崎千香子 大金仁一 佐々木久雄

### 1. はじめに

水に関する環境学習は、水の働き、循環、利用、水生生物など広範囲に及ぶ。当県でも持続可能な社会を形成していくためには住民の自発的な取り組みにより環境の修復及び保全を行っていくことが重要であるとして、多くの環境学習がなされている。

しかし、その効果について検証されている事例は数少なく、客観的な評価が困難な状況にある。そこで演者らはパターンの異なる事例を考察することにより、環境学習を進めるためには、どのような視点・要素が必要かを検討した。

また、事例を様々な角度から検証し、環境教育を推進していくのにあたり行政機関はどのようなことができるかも併せて検討したので報告する。

### 2. 方法

学校教育、NPO、行政に関わる環境学習の事例を取り上げ、それぞれの環境教育に参加したり、携わっている方に以下の内容を中心に話を聞いた。

#### 2.1 調査事例

<学校教育>

汐見台小学校（阿川沼 へちま）

女川第4中学校（五部浦湾 アカモク）

<NPO>

NPO 十符の里ふるさとづくり集団

（利府町 かさすげ）

<行政>

水辺教室（水生生物）

環境教育リーダー制度

注：（）内は場所 題材

#### 2.2 調査内容

- ・目的
- ・取組みを始めた時期
- ・取組みを始めることになったきっかけ
- ・主体
- ・組織の指導者、構成員
- ・年間予算、資金調達方法
- ・活動により得られた成果
- ・活動内容を情報発信しているか

### 3. 結果と考察

それぞれの事例を分析し、問題点、課題、環境学習を行う上で何が制約条件になっているのかを調べた。

（問題点・課題）

<汐見台小学校>

- ・教員の異動 ・事故時の責任・題材の理解
- ・学習時間の減少 ・地域とのつながり

<女川第4中学校>

- ・中学校の統合問題 ・周辺学校への普及

<NPO 十符の里ふるさとづくり集団>

- ・会員数の確保、後継者の不足
- ・かさすげの供給先

<水辺教室>

- ・講師 ・理解を深める時間の不足 ・安全面

<環境教育リーダー制度>

- ・需要がないと成り立たない ・継続性がない（制約条件）

共通して、資金、指導者及び環境学習を行う適切な場があげられた。

5つの事例のうち、女川第4中学校や NPO の事例は活動内容が充実していた。その要因を考えたところ、活動主体の意欲、行動力によるものが大きいことがわかった。これを突き詰め、環境教育が上手くいくための要素について整理したところ、以下の3点が重要ではないかと思われた。

①環境学習の展望に可能性がある

②地域の課題をテーマにしている

③行政が主体ではなく、構成員の一員である

例えば、女川第4中学校であれば、磯焼け解消のためのアカモクが藻場になる→魚が増える→アカモクは売り物になる→特産品として売り出せないかなどというように、テーマがどんどん発展する。

事例研究を通じて理想的な環境学習とは、学習しているうちに新たな目的・目標がでてきたり、水質浄化から食に関することに広がったり、子供から大人に広がったりとネットワークを形成することだという結論に達した。

理想的な環境学習を行うために以下のような提案をしたいと思う。

①行政は主体として環境学習を行うのではなく、ネットワークの一員として役割を果たす。

②行政が環境学習を行うのであれば、地域の課題を生かし、将来に展望のある環境学習を行う。

そのためには行政として、どんなことができるのかを考えた。

①活動団体が成果を発表する機会をつくる。

これは同じように環境学習を行っている団体とコミュニケーションをつくり、情報交換する機会にもなる。

②情報の提供。

情報とは2種類ある。一つ目は環境学習を始めるための情報であって、行政が情報を収集し、県民に提供する。もう一つ目は行政が日々の業務の中で得た、持ち合わせている情報であって、これは積極的に情報を発信する。

このことにより、上記の制約条件である、指導者、資金面についても道が開けることが多いと思われる。

## 6. 伊豆沼・内沼自然再生のための導水試験（第一報）

水環境部 ○渡部正弘 清野茂 佐藤勤 佐々木久雄

### 1.はじめに

伊豆沼・内沼は、健全な生態系保全を目的として平成18年度に自然再生法の適用を受け、その対策手法が様々な角度から検討されており、その中でも水質の改善が急務とされている。

そのため我々は、水質浄化対策のため水生植物を利用する方法や導水手法を検討してきた。その結果、ヒシ等の水生植物による方法は栄養塩を吸収し浄化に効果があることがわかった。水生植物の生育には、透明度の確保が重要な課題であると考え導水手法を検討した。導水シミュレーションでは湖内の濁度が低減し透明度が増すことが予測される結果となった。このため今年度は、現状の水路の構造上可能な最大水量で実際に導水し、水環境に与える影響を検証する実証試験を実施した。また、併せて既存の調査結果等を整理し、自然再生の対策を考察した。

### 2.方法

〔導水方法〕：一迫川より取水した伊豆野幹線用水を二町江用水路から導水し、荒川を經由して伊豆沼へ試験導水を行った。：【期間】平成20年10月1日～平成21年3月31日

〔水質連続観測〕：伊豆沼の荒川河口部、流入部、中央部の3地点に流向流速計・濁度計を設置して連続測定

〔定期水質調査〕：導水路、荒川及び伊豆沼の水質調査

〔水質モデル〕：沼全体への改善効果の予測

〔既存調査結果等の解析〕：既存現地調査結果や資料・文献等を整理し自然再生の対策を検討

### 3.結果と考察

試験期間中の荒川の流量は0.2~0.3m<sup>3</sup>/s程度で、導水の流量が約0.3m<sup>3</sup>/s加わったため、沼へ流入する総流量はほぼ倍増となった。

濁度の連続観測結果を図1に示す。透明度と濁度は逆相関の関係にあると言われていたため濁度を測定した。荒川河口部では10月下旬に濁度の急上昇が見られる。これは大雨により地震によってできた土砂ダムから濁水が流入したもので、この影響により試験導水を一時休止した。(休止期間：平成20年11月8日～12月11日)伊豆沼の流入部では10月下旬から11月上旬にかけて徐々に濁度が上昇している。これは濁度の高い導水が拡散していったものと考えられる。また、鋭いピークが頻繁に見られるが、これは風による巻き上がりと考えられる。中央部での濁度上昇は風起因と考えられるが、高濁度が継続する傾向が見られ、透明度が悪い状態が長く続く一因と推測される。また、図2に導水再開後の濁度の変化を拡大して示す。荒川河口部と流入部で当初高かった濁度が次第に減少している。これは導水により湖内水の濁度を低下させている現象をと

らえたものであり、導水が透明度の向上に有効であることが実証できた。今後これらの結果を用い導水量を増加したケースを想定して、沼全体への影響予測を行う予定である。

一方、既存調査結果等の解析を行ったところ、図3に示す沼の4~6月の水位変化で、昭和63年頃から沼の水位が十数cm高くなっていることがわかった。水位上昇は水底に届く光の量が減ることを意味しており、この水位上昇時期は沼で水生植物の種類が減ってきた時期に合致している。導水による透明度向上は水生植物の生育に必要な光条件を向上させることにつながり自然再生に役立つと期待される。

### 4.まとめ

伊豆沼流入部の濁度が導水再開後次第に減少していた。この現象は導水による濁度の低減効果と考えられ、導水手法は透明度向上に有効と考えられた。

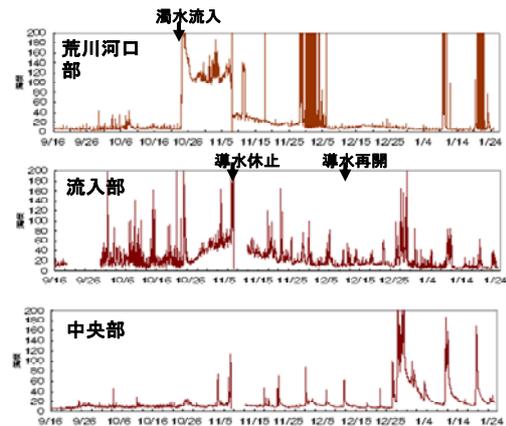


図1 伊豆沼の濁度変化 (H20.9~H21.1)

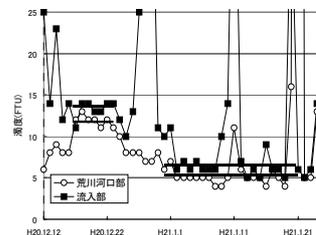


図2 導水再開後の濁度変化の拡大図

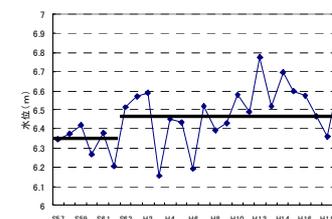


図3 伊豆沼の4~6月の水位変化 (S57~H18)

# 7. 環境技術実証事業試験結果について

水環境部 ○鈴木 壽雄 佐々木 久雄

## 1. はじめに

松島湾の水環境改善事業として、これまで様々な事業（松島湾リフレッシュ事業、海藻活用水質浄化事業等）を行ってきた。これらの事業では水質改善のみならず、自然浄化能力の向上や生態系の回復を目指している。

これまでの事業活動が評価され、今回、環境省の環境技術実証事業「閉鎖性海域における水環境改善技術分野」の実証機関に宮城県が選定され、昨年度から、松島湾にて実証試験を実施した。

実証試験概要とその試験結果について報告する。

## 2. 宮城県実証試験の概要

環境技術実証事業とは、既に適用可能な段階にありながら、客観的な評価が行われていないため普及していない先進的な環境技術を第三者機関が客観的に実証することにより、新しい環境技術を普及促進し、環境保全と環境産業の発展を促進することを目的とするもので、本県では「アカモク藻場不毛の地域での藻場造成技術」ということで募集したところ、3者の応募があり、これらの環境技術を客観的に実証した。

実証試験の概要は表1のとおりで、実験場は松島湾奥部の内裡島周辺、各施設の規模は36m×4m、水深は3m前後である。

表1 宮城県実証試験の概要

実証対象技術／環境技術開発者	
J1	「海藻増殖用エンチャーネット」を用いた藻場造成／K社
J2	炭素基盤材海藻育成装置／T社
J3	簡易なアカモク藻場造成法／S社
試験期間	平成19年7月～平成20年7月
実証内容	アカモク藻場の造成方法
実証の目的	①アカモク藻場不毛の地域にアカモク藻場を創出 ②創出アカモク藻場への生物定着による生態系の創造

指定の各エリアに、各企業の持ち込んだ技術（J1～J3）でアカモクを成長させていき、その造成藻場の生育状況を1～2回/月の頻度で調査した。調査方法は、潜水による目視観察及び方形区（1m×1m）の坪刈採集にてアカモクなど大型藻類や葉上生物を採集し、室内にて種の同定、種別湿重量・個体数等の計測を行った。

## 3. 各技術（実証対象技術）の紹介

### J1) 高密度藻場

生物分解性のあるロープを1m方形に成形し、栽培施設である程度成長させたアカモクをそのロープに取り付ける方法で、天然藻場群落と同程度の密度を目指すもの。

### J2) 再生産

炭生成物の基質プレートの表面に卵をランダムに撒く方法で、次年以降の自然再生産を目指すもの。

### J3) 簡易法

発芽させた種苗を糸に絡めて、ロープにその糸をはさみ込む方法で、汎用資材を使用し、簡便な藻場造成を目指すもの。

## 4. 実証試験の目標と結果

### 1) アカモク生長量

アカモク生長量の目標水準は、最大成長期（5月頃）の投影面積当たりの湿重量(g/m<sup>2</sup>)としていたが、平成20年3月、ケウルシグサの異常発生などによる生長阻害があったため、当初の想定どおりに実証試験が進んでいたと思われる「平成20年3月」の湿重量を新たに目標水準として追加した。

表2のとおり、当初目標水準をクリアした技術もあれば、追加の目標水準をもクリアできなかった技術もある。開発目的が異なる技術が同じ結果を生まなかったことは、決して驚くべきことではなかった。

表2 アカモク生長量(g/m<sup>2</sup>)測定結果

調査日	目標水準	J1	J2	J3
H20.3.3	750	1,217(2)	17(7)	2,105(1)
H20.3.26		1,159(1)	92(1)	1,723(1)
H20.5.12	5,000	103(1)	40(4)	5,200(1)
H20.5.26		168(1)	119(3)	2,200(1)

(注)生長量は投影面積当たりの湿重量を、また、( )内は採集株数を示す。

目標水準をクリアできなかった技術でも、ケウルシグサの異常発生による生長阻害があったことを勘案すれば、実証の目的（藻場の創出）は果たされたものと解釈できる。

### 2) 葉上生物

葉上生物の観察結果を、図-1に示した。甲殻綱ヨコエビ類などアカモクに蟄集する多様な葉上生物が種、個体数とも多く確認され、実証の目的（生態系の創造）は果たされたものと解釈できる。これは、生物生息環境の改善に繋がっており、新たな生態系の創出に寄与するものと思われる。

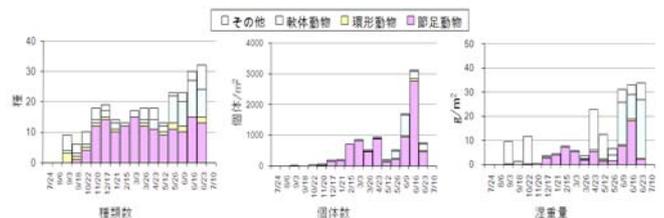


図-1. 坪刈採集による葉上生物(J3)

## 5. まとめ

実証試験終了時の設置施設ではアカモクの再生産が確認されている。このことは、当該実証対象技術により持続性あるアカモク人工藻場の創出が可能であることを示唆するもので、特にN・P濃度の高い湾奥部（砂泥質の底質）の水環境改善手法として大いに期待される。

## 8. 宮城県における環境中微量 $^3\text{H}$ 濃度調査

原子力センター ○島影裕徳 木村昭裕 高橋正人  
伊藤節男 石川陽一 三浦英美

### 1. はじめに

$^3\text{H}$  (トリチウム、半減期 12.33 年) は、宇宙線と大気の相互作用により天然に生成される他、核実験や原子力施設の運転によっても人工的に生成する。環境水中に検出されるのは主に核実験起因の  $^3\text{H}$  であるが、その値は近年減少し、測定器の検出下限値を下回ることが多くなっている。そのため、今回宮城県の環境水中  $^3\text{H}$  濃度のより正確な値の把握を実施するため、電解濃縮装置を用いた高精度測定を実施した。

### 2. 調査方法

#### 1) 試料採取

試料採取地点を図 1 に示す。陸水試料は女川原子力発電所周辺にある野々浜 (女川町大石原浜)、前網浜 (石巻市前網浜) の水道原水を、また海水試料は女川原子力発電所放水口付近と対照地点である気仙沼湾の海水を採取した。

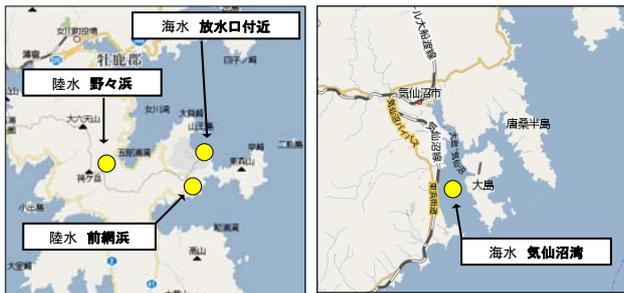


図 1 試料採取地点

#### 2) 調査期間

2005 年 5 月から 2009 年 1 月

#### 3) 分析方法

分析は文部科学省放射能測定法シリーズ 9「トリチウム分析法」に準じた方法で行った。試料を蒸留精製し、電解濃縮装置 (ベルメック電極製 XZ030) を用いて試料水中の  $^3\text{H}$  濃度を高めた後 (装置定数 8.2)、再度、蒸留精製を行った。前処理をした試料 50ml をテフロン被覆ポリエチレンバイアル (PV-145) に入れ、液体シンチレータ (Ultima Gold LLT) 50ml を加え十分混合した後、液体シンチレーションカウンタ (アロカ製 LSC-LB5) により測定した。

### 3. 結果、考察

測定結果を表 1 及び表 2 に示す。電解濃縮装置を用いることにより、通常の測定では検出下限値未満であった試料について有意な測定値が得られた。 $^3\text{H}$  濃度は陸水試料では 0.32~0.64 Bq/L、海水試料で 0.12~0.22 Bq/L の範囲にあった。陸水については、今回の調査期間において、前網浜が野々浜よりも平均で 0.11 Bq/L 高い値を示した。海水については、放水口付近と気仙沼湾の値は、同程度であった。

表 1 電解濃縮法による2005-2008年度の宮城県陸水の $^3\text{H}$ 濃度

a) 野々浜		b) 前網浜	
採取日	濃度(Bq/L)	採取日	濃度(Bq/L)
2005/7/7	0.34	2005/7/7	0.41
2006/1/16	0.47	2006/1/16	0.64
2006/7/10	0.46	2006/7/10	0.47
2007/1/15	0.35	2007/1/15	0.43
2007/7/24	0.42	2007/7/24	0.50※
2008/1/15	0.40	2008/1/15	0.50
2008/7/7	0.43	2008/7/7	0.49
2009/1/15	0.32	2009/1/15	0.60
平均値	0.40	平均値	0.51

※電解濃縮後蒸留未実施のため参考値として記載

表 2 電解濃縮法による2005-2008年度の宮城県海水の $^3\text{H}$ 濃度

a) 放水口付近		b) 気仙沼湾	
採取日	濃度(Bq/L)	採取日	濃度(Bq/L)
2005/5/17	0.14	2005/10/6	0.15
2005/11/16	0.13	2006/10/4	0.20
2006/5/16	0.20	2007/10/11	0.16
2006/11/16	0.12	2008/10/28	0.19
2007/5/14	0.19	平均値	0.18
2007/11/28	0.15		
2008/5/23	0.15		
2008/11/27	0.22		
平均値	0.16		

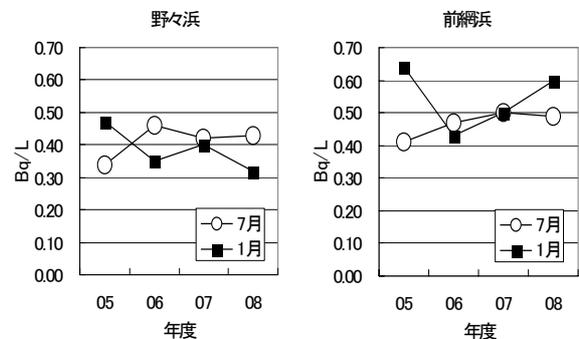


図 2 電解濃縮法による2005-2008年度の宮城県陸水の $^3\text{H}$ 濃度

表 1 のデータをグラフ化したのが図 2 である。今回の調査期間では陸水の  $^3\text{H}$  濃度の季節変動は確認できなかった。宮城県の海水中  $^3\text{H}$  濃度は、他の原子力施設周辺地域以外の高精度測定結果 (2001-2006 年度鹿児島県志布志湾 0.04~0.24 Bq/L) と同程度であった。 $^3\text{H}$  は女川原子力発電所の放射性液体廃棄物として唯一放出実績のある核種であるが、今回の調査では放水口付近と気仙沼湾とで差が見られず、発電所から放出された液体廃棄物は速やかに希釈・拡散が行われ、気仙沼湾のバックグラウンド値と同レベルになっているものと思われる。

# 9. 仮設校舎における室内環境汚染

生活化学部 ○氏家愛子 菊地秀夫 林 都香 濱名 徹

## 1. はじめに

宮城県第二女子高等学校では新校舎建設のため、H20年4月からプレハブ2階建ての仮校舎を使用しているが、入居直後からめまいや頭痛などのシックハウス症候群様症状を訴える職員および生徒が出始めた。入居前の建設業者が実施した測定では、ホルムアルデヒド等指針値が設定されている揮発性有機化学物質(VOC)が検出下限値未満であったが、入居後数ヶ月経た後もシックハウス症候群様症状が改善されることなく継続したため、当所に原因物質の調査依頼があった。また、調査結果を受けて講じたVOC低減対策後の室内濃度についても調査を実施し知見が得られたので報告する。

## 2. 調査方法

ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドについては民間分析機関が実施したため、当所はトルエン等VOC 40物質の調査を行った。

- 1) 調査日：・対策前 H20年7月29日～8月1日、室内温度平均24.3℃、室外温度平均25.0℃、  
・対策後 H20年10月25日～26日、室内温度平均21.7℃、室外温度平均20.2℃
- 2) 調査地点：学校が実施したアンケート調査の結果、有症回答が多かった4教室、保健室、相談室、体育館、音楽室、トイレの9地点及び対照としての校舎外(外気)1地点で実施した。
- 3) 採取方法：柴田科学(株)製チャコールチューブ2本をシリコンチューブで直列に繋ぎ遮光後、100mL/分で24時間ポンプ吸引をし採取した。対策後はチャコールチューブ1本で採取した。
- 4) 標準原液：VOCs混合標準原液、関東化学(株)製
- 5) 試料溶液調整：チャコールチューブの活性炭(全部)を共栓試験管に取り出し、二硫化炭素1mL及びトルエン-d8(内部標準)100µg/mLを1µL加え時々振とうして、2時間放置し抽出した。
- 6) GC/MS分析：装置Agilent GC/MS 6890/5973、分析用カラムDB-1(0.25mm×60m、膜厚1µm)、測定条件40℃(7分)→10℃/分→280℃(2分)、パルスドスプリットレス注入法、注入口温度250℃、注入量1µL、平均線速度26cm/秒、定流量モード。上記によりSIM測定およびSCAN測定を行った。

## 3. VOCs低減対策

音楽室等木材を多用した部屋については、木材の封じ込めまたは除去等を実施し、且つ活性炭方式空気清浄機を1教室当たり2台、合計99台設置した。

## 4. 結果及び考察

1) 調査対象VOC 40物質を合計した総揮発性化合物(TVOCs)濃度は、図1に示したとおり、既にベイクアウトや換気による対策を行った教室2での36µg/m<sup>3</sup>(最小値)から音楽室での2100µg/m<sup>3</sup>(最高値)

の範囲であった。より快適な室内環境を実現するための補完的指標として設定されたTVOCsの暫定目標値400µg/m<sup>3</sup>に比較すると、音楽室を除き全地点で目標値以下であった。図1に比較対照としてH17年新築の気仙沼保健所入居3ヶ月後の事務室等5カ所の濃度と一般住宅(鉄骨プレハブ；入居5ヶ月後)を示した。

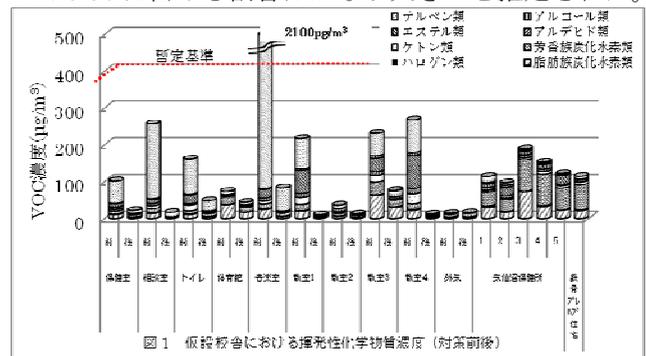
2) 対策前では、体育館を除く4カ所の目的別教室ではTVOCsの約60%～96%を木材等から由来するα-ピネン及びリモネンのテルペン類が、体育館ではニス、ワックス由来と考えられるノナン、デカン等の脂肪族炭化水素類が約50%、トリメチルベンゼンが約22%を占めた。4教室においてはテルペン類が22%～38%、油性ラッカー、ビニール樹脂用接着剤や壁紙等に含まれる酢酸ブチル、MIBK、ブタノール、トルエン、キシレンが33%～49%を占め、各地点のVOCs発生源が異なっていることが示唆された。

3) 指針値が設定されているトルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレン、パラジクロロベンゼン及びテトラデカンの各濃度は、全地点で対策前が指針値の4%未満、対策後が2%未満であった。

4) VOCsの低減対策(トイレ及び体育館を除く)後の濃度は、9.3µg/m<sup>3</sup>(教室1)～83µg/m<sup>3</sup>(音楽室)であり、対策前の濃度の4%～33%に低下した。対策前後の比率としては、対策を講じなかった体育館で59%と低減率が低かったほか、2台設置された空気清浄機のうち1台のみ稼働していた教室3で33%と他地点に比較して低減率が小さかった。

5) 空気清浄機が1台のみ稼働した教室3についてみると、テルペン類、エステル類、アルデヒド類、エステル類、アルコール類及びケトン類については、1台稼働で効率的に減少したが、脂肪族炭化水素、芳香族炭化水素及びp-ジクロロベンゼンの減少が2台稼働した他地点に比較して高く、活性炭が極性物質の吸着に特に効果的であることが確認された。

6) SCAN分析により、木材を多用している相談室及び音楽室では木材防腐剤として使用されるナフタレンの誘導体が検出された。またα-ピネンのほか、δ-3-カレン、カンフェン、β-ピネン、シメン等のテルペン類が検出された。これらのテルペン類は標準溶液に入っていないため定量はできなかったが、テルペン類のVOCsに占める割合はかなり大きいと推定された。



# 10. 畜舎汚水中の抗菌剤の分析

生活化学部 ○遠藤美砂子 微生物部 畠山敬 環境化学部 中村朋之  
 保健環境センター 川向和雄

## 1. 目的

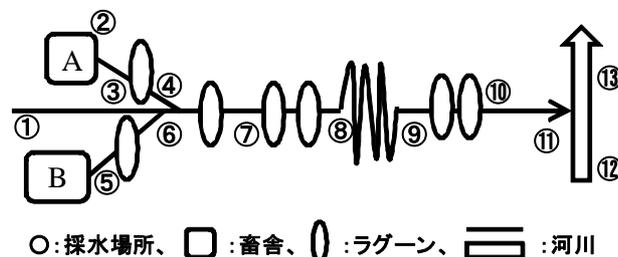
国内外の水環境中からさまざまな医薬品の検出が報告されている。このうち抗菌剤は薬剤耐性菌の増加を引き起こすことが懸念されており、できるかぎり環境中に放出しないことが望ましい。抗菌剤の使用量は動物用が人用の2倍程度であり、畜産業が盛んな本県においては、畜舎から排出される抗菌剤の量を把握しておくことが重要である。前年度の予備調査において、畜舎の放流水が流入する河川から  $10^2$  ng/L 以上検出された抗菌剤があった。そこで今年度は、畜舎の排水処理設備における抗菌剤の消長を把握するために、畜舎汚水をオンライン固相抽出-LC/MS/MS により迅速簡便に分析する方法を確立<sup>1)</sup>するとともに、季節毎の抗菌剤の排出量を測定した。

## 2. 方法

県内の畜舎（2カ所）が共同利用している排水処理施設（図1）を流れる水を季節毎（5月、8月、10月、1月）に採水し試料とした。測定対象物質は、畜舎で使用されているフロルフェニコール、リンコマイシン、オキシテトラサイクリン、タイロシン、バルネムリンとした。試料水は、遠心分離後、ディスクフィルターでろ過し、オンライン固相抽出-LC/MS/MS に供した。試料中濃度が 1000 ng/L を超える場合は、試料を 10 倍希釈して再度分析した。添加試料は試料水に 2000, 1000, 500, 100 ng/L となるように標準溶液を加えて同様に操作した。LC は Agilent 1100 シリーズを用い、精製カラムは Waters Oasis HLB (2.1×20 mm, 25 μm), 分析カラムは Agilent ZORBAX SB-Aq (2.1×100 mm, 1.8 μm), 移動相は 0.2 % ギ酸とアセトニトリルのグラジエント溶出とし、試料注入量は 100 μL とした。MS/MS は Applied Biosystems API3000 を用いた。試料中濃度は標準添加法で算出した。

## 3. 結果と考察

畜舎汚水は試料毎のマトリックスが異なり、MS/MS での絶対検量線法による測定では、正確な定量値を得ることができない。一方、抗菌剤毎の残留量が大きく異なる ( $10^6$  ng/L ~  $10^1$  ng/L 未満) ため、標準添加法によるオフライン固相抽出は操作が煩雑になる。そこで、オンライン固相抽出法-LC/MS/MS により分析する方法を開発した。本法の検出下限値は  $10^2$  ~  $10^1$  ng/L であり、標準添加法による真度は 87~100 %, 日内再現性は 2.1~12 %, 日差再現性は 6.0~17 % であった。また、試料中から検出されたオキシテトラサイクリンおよびタイロシンは、標準品とは保持時間の異なる異性体が検出され、標準添加法ではこれらの異性体の確認が容易であった。



○: 採水場所、□: 畜舎、○: ラグーン、≡: 河川

図1 畜舎排水処理施設の概要と採水場所

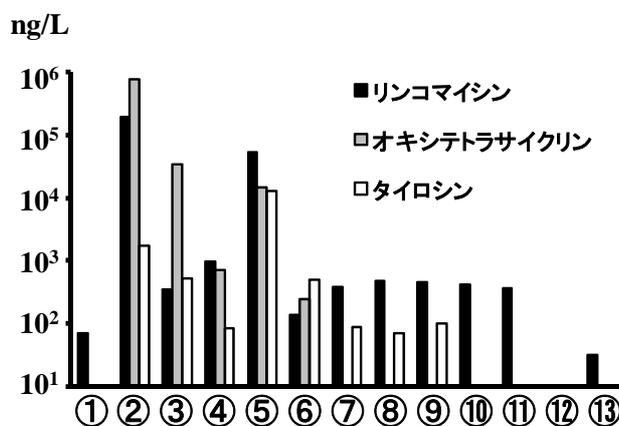


図2 採水場所における抗菌剤の濃度（10月採水分）

本法により畜舎で使用されている5種の抗菌剤の排水中の残留量を調査した。年間使用量の多い抗菌剤（リンコマイシン、オキシテトラサイクリン）は排水処理の上流側で高濃度に検出された（図2）。また、畜舎Bで多く使用されているタイロシンは、畜舎B側の排水からより多く検出された。抗菌剤の分解または希釈により、複数のラグーンおよび折り返し水路を通るうちに排水中の残留量は少なくなる傾向が認められた。季節毎の排出量は大幅に変動することはなかった。畜舎Aと畜舎Bで使用している抗菌剤が異なること、両畜舎の排水処理方式の違いが、抗菌剤の排出量に影響していた。リンコマイシン、タイロシンが放流水（採水場所⑩）でそれぞれ  $10^3$  および  $10^2$  ng/L 程度検出された。リンコマイシンは、畜舎の上流域（採水場所①）からも検出されることや排水路中（採水場所⑦~⑩）でも減少しにくいことから、この排水処理により減衰させることが難しい物質と考えられる。また、リンコマイシンは汚泥・堆肥中に蓄積し、周辺環境への汚染源となる可能性も考えられる。オキシテトラサイクリンは使用量および排出量が多いにもかかわらず放流水の濃度は  $10^2$  ng/L 未満であった。抗菌剤の分解性が放流水中の残留量に関係していると考えられる。

1) M. Tagiri-Endo et al. : Anal Bioanal Chem 393, 1367 (2009).

# 11. 農産物における農薬の残留状況

～ポジティブリスト制度施行前後～

生活化学部 ○長谷部洋 福原郁子 氏家愛子 濱名 徹

## 1. はじめに

国民の食の安心・安全の確保のために食品衛生法の一部改正が行われ、平成18年5月29日から食品に残留する農薬等の規制に関するポジティブリスト制度(以下「制度」)が施行された。当センターでもこの制度に対応すべく、平成16年度からLC/MS/MS及びGC/MS/MSを導入し、改良型一斉分析法の検討を進め、今年度は345農薬の検査を実施した。

しかし、測定農薬の増加に伴い、解析に多くの時間を要していることや標準品の費用及び管理が負担となっている。このため、今後の残留農薬検査の見直しの参考とするため、制度施行前後の6年間(平成15年度～平成20年度)の農薬残留状況をまとめたので報告する。

## 2. 調査対象期間・測定農薬数および検体

検体数及び測定農薬数は、表1のとおりで、検出農薬は検出下限値以上とした。平成18年度以降の検出下限値は一律0.005ppm(一部除く)とした。

表1 調査対象

対象期間	測定農薬数	検体
平成15年度	124	野菜10品目44検体、果物3品目20検体 国産品52検体、輸入品12検体 合計64検体
平成16年度	124	野菜12品目47検体、果物6品目24検体 国産品48検体、輸入品23検体 合計71検体
平成17年度	180	野菜12品目50検体、果物6品目24検体 国産品48検体、輸入品26検体 合計74検体
平成18年度	288	野菜7品目68検体、果物1品目10検体 国産品53検体、輸入品25検体 合計78検体
平成19年度	329	野菜14品目55検体、果物6品目24検体 国産品53検体、輸入品26検体 合計79検体
平成20年度	345	野菜15品目60検体、果物4品目・ウーロン茶計20検体 国産品48検体、輸入品32検体 合計80検体

## 3. 結果及び考察

(1)農薬の検出状況は、国産品への残留が制度施行前の3年間で91件、施行後の3年間で189件、輸入品が制度施行前の3年間で34件、施行後の3年間で103件であった。制度施行後の検出状況としてそれぞれの総報告農薬数に対する検出率を年度ごとに比較したところ、国産品が平成18年度から平成20年度まで順に0.59%、0.37%、0.34%であり、輸入品も同様に0.61%、0.58%、0.21%であった。国産品と輸入品に顕著な差は見られなかったが、どちらも検出が減少傾向であり、制度が認識されてきていることが伺える。

(2)6年間で検出した農薬の種類は、国産品が72種類、輸入品が51種類であった。両方を合わせて用途別に分類すると殺虫剤56種類、殺菌剤29種類、除草剤5種類、ダニ駆除剤1種類(合計91種類)が検出されている。平成17年度までは測定数180農薬に対して43種類の農薬が検出されたが、平成18年度からの3年間で更に165農薬を追加したことにより、制度施行前に比べ倍以上の農薬が検出された。なかでも殺菌剤を48種類追加したことにより、制度施行前の輸入品の検査において殺菌剤の検出は3種類4件のみであったが、平成18

年度以降には14種類37件の殺菌剤を検出した。しかし、現在検査対象としている345農薬のうち、実際に検出したのは91農薬のみであること、国産品及び輸入品別または年度別にみると検出農薬の種類も重複するものが多いことから、効率的な検査をするためには、検出しない農薬について使用実績や違反事例を考慮に入れながら削除してよいのではないかと考えられる。

(3)制度施行後の検出農薬の濃度について、基準値と比較したところ、基準値の1/2を超過したのが292件中17件(表3)あった。そのうち15件は一律基準(0.01ppm)が適用される農薬であり、施行前から懸念されていたドリフトや土壌汚染による影響と考えられた。表3からもわかるとおり、基準値超過の恐れは、目的農産物に使用する農薬の残留よりもドリフトなどによる一律基準超過の方が問題である。このため、検査対象農薬の選定においては、検査品目に使用される農薬だけではなく、少なくとも周囲で作られていると考えられる農産物まで考慮に入れる必要がある。

表3 基準値の1/2を超過した農薬(制度施行以降)

品目名	農薬名	用途	検出数	最大値(ppm)	基準値(ppm)
H18 えだまめ	フィロニル	殺虫剤	1	0.003	0.002
H18 えだまめ	イソプロチオラン	殺菌剤	1	0.007	-
H18 えだまめ	イメノコナゾール	殺菌剤	1	0.005	-
H18 えだまめ	ジフェノコナゾール	殺菌剤	1	0.020	-
H18 えだまめ	プロパモカルブ	殺菌剤	1	0.012	-
H18 えだまめ	メタヘンスタスロン	除草剤	1	0.005	-
H19 グレープフルーツ	フェリムゾン	殺菌剤	4	0.008	-
H19 きゅうり	ビロキロン	殺菌剤	1	0.007	-
H19 レタス	トリバシロンメチル	除草剤	1	0.005	-
H19 しゅんぎく	トリバシロンメチル	除草剤	1	0.007	-
H19 ほうれんそう	ビヘロホス	除草剤	1	0.009	-
H20 だいこん(根)	プロチオホス	殺虫剤	1	0.014	-
H20 ばれいしょ	ホスチアゼート	殺虫剤	1	0.018	0.03
H20 にんじん	テトラコナゾール	殺菌剤	1	0.009	-

※1 基準値「-」は一律基準値(0.01ppm)

※2 フィロニル、ジフェノコナゾールは制度施行前に製造した製品だったため規制対象外

## 4. まとめ

平成18年度から一律基準に対応するため、0.01ppmの半値を検出下限値0.005ppm(一部除く)としたことから、検出農薬の種類が増加した。しかし、制度施行前に検出していた農薬が施行後も同様に検出されており、使用農薬にはあまり変化がないと推測される。厚生労働省は、平成19年度野菜・果物等外国産の残留農薬違反が24カ国から輸入された約70品目262件と報告している。違反農薬の種類は51農薬で、平成20年度も現在まで48農薬が報告されている。これら2年間の農薬は重複しているものが多く、当センターでも測定して検出実績がある農薬も多い。これらから、検査の効率化を考えた場合、違反情報で得た農薬の種類と当センターの検出実績のある農薬及び日本で使用を認められていない農薬などを合わせた約150前後の農薬でモニタリングが可能ではないかと考えられる。

## 12. 食用酸性タール色素の抽出及び精製法の検討

生活化学部 ○林都香 千葉美子 柳茂 山口友美 氏家愛子 濱名徹

### 1. はじめに

食品衛生法で許可されている食用酸性タール色素（合成着色料）は12種類あり、現在提示されている公定法は、食品から色素を抽出し、糸糸もしくはポリアミドによる精製後、薄層クロマトグラフィーや高速液体クロマトグラフィー（以下 HPLC）で定性するもので、当所では、ポリアミド固相カラムによる精製後、HPLC による分析を行っている。しかし、抽出液を酸性にして負荷するため、一部の色素が析出してしまい、カラムに負荷する時点で析出した色素がカラム上部に詰まり溶出されてこないため、濃縮操作を行っても検出できないという問題があった。特に、もちやかまぼこではその傾向が強く、赤色3号等のタンパク質に染着性の強いキサンテン系色素が、添加物表示があるにも関わらず検出されないという事例が生じていた。そこで、この問題を解決するための色素の抽出・精製方法を検討した。

### 2. 方法

#### 2-1. 試料

試料は合成着色料表示のないものとして、ふりかけ、たらこ、かまぼこ、漬物、もち、さきいかを用いた。使用表示のあるものとして、さくら餅、たらこを用いた。

#### 2-2. 標準品

標準品は食品着色料検査試薬用対照試液 A セット（東京化成工業(株)）を用いた。この全12色を混合したものを混合標準液とした。

#### 2-3. 装置およびLC条件

HPLC-PDA は(株)島津製作所製 Prominence シリーズ、分析カラムは TOSOH TSKgel ODS-80Ts (φ4.6×150mm) (東ソー(株))を用いた。カラム温度は40℃、移動相は 0.01mol/l 酢酸アンモニウム溶液とアセトニトリルのグラジエント溶出 (95:5 から 50:50 までの直線濃度勾配を30分間、その後5分間保持)とした。モニタリングは420nm (黄色系)、520nm (赤色系)、610nm (緑・青色系)の3波長で行った。

#### 2-4. 検討内容

検体に用いた試料は、合成着色料表示のない食品に混合標準液を試料換算10ppm (他の検査機関の定量下限値0.5~100ppm)となるように添加し、一晚静置したものを調製した。合成着色料表示のある食品はそのまま用いた。抽出および精製は以下の方法で行った。

試料5gを分取し、アンモニア・エタノール溶液10mlを加え、バイオトロン(1min)抽出と超音波処理(10min)後振とう(5min)抽出をそれぞれ用いた。たらこは、石油エーテルで脱脂操作を行ったのち、アセトン及びアンモニア・エタノール溶液で抽出した。

その後、遠心分離(6000~8000rpm×10min)し、上澄を酢酸溶液で中和したのち、遠心式ろ過ユニット:アミコンウルトラ-15(NMWL:100K)(日本ミリポア(株))に移して、さらに遠心分離(8000~10000rpm×10min)し、ろ過膜を通過した着色試料液を分取し HPLC 用試料液とした。

### 3. 結果および考察

混合標準液を添加した試料において、バイオトロン抽出と超音波処理後振とう抽出をそれぞれ用いて分析を行い、回収率を求めたところ、キサンテン系色素の赤色3号・赤色104号・赤色105号の回収率が低い傾向がみられたが、回収されない色素はなかった。標準色素とスペクトルの比較を行った結果、各色素特有のスペクトルパターンを確認することができ、回収率が低かった色素においても定性可能であった。

さらに、合成着色料使用の試料を用いて検討を行った。さくら餅においては、従来法では濃縮を行っても赤色106号のみの検出であったが、本法では濃縮操作を行うことなく赤色106号と赤色3号を検出した。たらこにおいても、従来法では赤色3号が不検出であったが(図1)、本法では検出され(図2)、従来法で検出されていた色素において、本法ではクロマトグラム上のピーク面積値が約2~3倍程度大きくなっており、抽出効率が向上していた。

これらのことから今回の抽出・精製法は従来検出されなかった色素が検出可能となる有用な方法であることが確認できた。

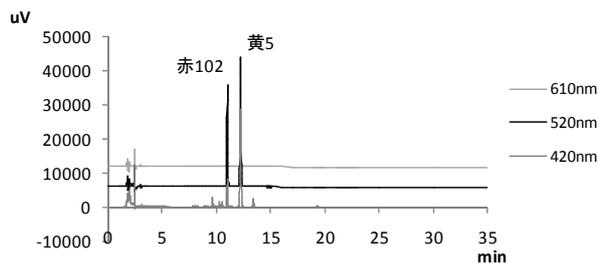


図1 従来法によるHPLCクロマト

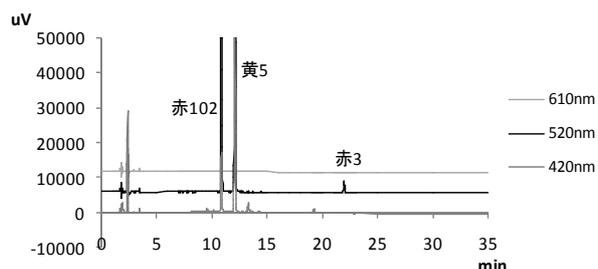


図2 本法によるHPLCクロマト

# 13. 位相差および分散顕微鏡によるアスベスト分析の問題点

仙台市衛生研究所 ○庄司岳志 梶直貴  
菅野猛 菊池正行

## 1. はじめに

アスベストの分析法のひとつである位相差顕微鏡法は、アスベストを取り扱う作業環境の測定やアスベスト製造事業所の敷地境界での測定に用いられてきたが、この分析法により若干混入したアスベスト以外の繊維も含め、検出した繊維を全てアスベストと見なしても、アスベストを実際に使用している施設においては誤差は小さく、むしろ作業環境を安全側に管理できる利点ともなっていた。しかし、大気環境や室内環境では、アスベスト以外に様々な繊維状物質が浮遊しており、これを全てアスベストとみなすことは大きな正の誤差を与える原因となるため、より精度良く判別する方法が模索されていた。その一つとして分散顕微鏡を用いた分散染色法が用いられてきた。さらに他のアスベスト分析の手法として、顕微鏡法以外に X 線回折 (XRD)、走査型電子顕微鏡 (SEM) + エネルギー分散型 X 線分析 (EDS)、透過型電子顕微鏡 (TEM) + EDS などの手法があるが、アスベストが天然の鉱物であるため元素組成も結晶構造も一定の幅をもっているために列記したような定性能力の高い機器であっても確実な同定は難しいのが現状である。しかも、これらの機器は高額な装置であり、近年の財政事情を勘案するならば新規導入は難しいと思われる。

そこで、位相差分散顕微鏡を用いて、位相差法による細い繊維に対する感度と形状に関する情報、分散染色法による分散色を十分に活用し、お互いの方法を補完しあうことでより確度の高い分析を行うことが可能であると考えており、今回その活用法の検討を行った。

## 2. 位相差法と分散染色法の問題点

### (1)位相差法

位相差顕微鏡法は、無色透明の標本に屈折率の差による位相差を与え、コントラストを強めて観察する方法で、一般的な顕微鏡観察が不得意な透明標本を観察するのに適している。しかし、得られる情報は形状に関してであり、クリソタイル繊維と形状が類似している木綿や絹の繊維などは区別が難しいことや、アモサイトやクロシドライトなどはマイクログラスファイバー等の細い人造繊維との区別が難しい。

### (2)分散染色法

分散顕微鏡を用いた分散染色法は、鉱物特有の屈折率を利用して光学的に染色する手法であり、屈折率の差による分散光と結晶構造に由来する偏光特性から鉱物を同定することができる。しかし、類似の発色を示す鉱物が存在することや、細い繊維が染色されないなどの問題が指摘されている。

## 3. 問題点に対する検討

### (1)位相差法

位相差顕微鏡は、コントラストの差が大きいため、細い繊維を計数するには適しているが、アスベストと形状が類似した非アスベスト繊維を区別することは困難である。クリソタイルに関しては、天然の動植物由来の繊維がこれと類似した形状を示すが、これらは、有機物であるために低温灰化処理によって燃焼除去する方法が有効であると考えた。繊維以外の有機性粒子も除去されるため観察視野は処理しないものと比較して非常に観察しやすくなる。しかし、アモサイト等の角閃石系のアスベストは、細い人造繊維との区別が難しうえに、これらは不燃性であるため上記の処理も無効である。

### (2)分散染色法

細い繊維は染色されにくいと指摘されているが、原因の一つが低温灰化処理にあると考えている。分散染色法で良い発色を示すには、繊維は染色液中に包まれているような状態で、繊維のあらゆる面が染色液に接触している必要がある。

低温灰化処理はフィルターに採取された繊維をスライドガラス表面に固定すると共にフィルターを燃焼除去する目的で行うが、このとき燃焼の条件が強すぎるとスライドガラス表面に繊維が固着しすぎて染色液が染み込みにくくなり発色を阻害する可能性が考えられる。そこで、スライドガラスと採取したフィルターの間にブランクのフィルターを 1 枚挿入した後、穏やかに低温灰化処理を行うと発色は改善された。これは、挿入したフィルターの燃え残りの成分が採取した繊維とスライドガラスとの固着を防ぐためと思われる。さらに、染色後は、浸透時間が長いほど発色が良くなる。

類似の分散色を示す物質に関しては、偏光板による観察が有効であり、人造繊維のように結晶構造を持たない繊維との違いは明白である。さらに、偏光板に簡易な角度表示を施せば、繊維と平行方向に透過する光の色と垂直方向に透過する光の色を確認することができ判別性が向上する。

# 1 4. 学童欠席率を用いたインフルエンザ流行状況の迅速な把握について

仙台市衛生研究所微生物課他 ○太田博 酒井克朗 嶋崎順子  
阿部幸史 岩崎恵美子 稲垣俊一

## 1. はじめに

現在、インフルエンザの発生状況を把握する方法として「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律」に基づく感染症発生動向調査により、市内 42 の指定医療機関から毎週インフルエンザ罹患患者数が報告され、それを衛生研究所で集計し翌週に他の感染症とともに週報として発表している。また、同時期に宮城県が県全体の状況を発表しており、さらに翌週には国立感染症研究所で全国の状況が発表されている。しかし、感染症発生動向調査では情報提供されるデータが 1 ないし 2 週間前の情報であり、インフルエンザ流行への迅速な拡大防止対策を講じるためには発生状況のより迅速な把握が望まれる。

このため、インフルエンザの地域的な流行を迅速に把握する指標として、継続的にデータの収集が可能であり地域性も反映できる小学校児童の欠席率を利用することとした。欠席率をモニターし、欠席率を空間分析方法 (Kriging 法) により地図上に表示することでインフルエンザ流行期の地域の欠席率を視覚的に把握しやすくし、インフルエンザ流行への注意喚起や拡大防止対策に活用することを目的とし実施した。

なお、これは平成 18 年度の仙台検疫所により実施された調査手法を用いたものである。

## 2. 調査方法

### (1) 調査期間

平成 19 年 11 月 27 日～平成 20 年 3 月 21 日

### (2) 調査内容

欠席理由に係わらず毎週火曜日及び金曜日午前中の欠席している児童数を調査した。

ただし、調査日が振替休日等であった学校は調査対象外とし、小学校における総児童数は、月初めの数とした。

### (3) 調査対象

全仙台市立小学校 1 2 3 校

### (4) 小学校欠席率の地理的分布状況の作成

小学校ごとに欠席率を取りまとめ、東京大学空間情報科学研究センターにて欠席率を Kriging 法で地図化した。(東京大学空間情報科学研究センターの研究用空間データ利用に伴う共同研究(研究番号 175)による)

### (5) 情報提供

原則、調査日の 2 日後に「小学校欠席率の地理的分布状況」を各小学校及び仙台市関係機関へ送付するとともに、仙台市衛生研究所ホームページに掲載した。

## 3. 調査結果

### (1) 欠席率と感染症発生動向調査インフルエンザ定点観測値との相関関係

調査日の全市平均欠席率を週単位で平均した欠席率(以下「欠席率」という。)、と仙台市の感染症発生動向調査による 1 医療機関当たりのインフルエンザ罹患患者数(以下「定点観測値」という。)には強い正の相関が認められ、統計的にも有意と判断された。

### (2) 調査結果の概要

今シーズン(2007-2008)の市内でのインフルエンザの流行は、例年より立ち上がり早く、2007 年第 49 週(12/3-12/9)に流行の目安とされる定点観測値が 1 を超えている。その後、流行の注意報値(10.0)を 2008 年第 5 週(1/28-2/3)に超え、流行のピークはほぼ例年と同時期の 2008 年第 6 週(2/4-2/10)であったが、定点観測値は過去 5 年間で最も少ない 11.64 であり、流行の警報値(30.0)を超えることはなかった。

欠席率は定点観測値とほぼ同じ動きを示しており、2.20~3.55 の範囲内で推移し、最も欠席率が高い週は定点観測値のピークと同じ 2008 年第 6 週(2/4-2/10)であった。

流行の目安とされる定点観測値 1 を越えた 2007 年第 49 週(12/3-12/9)に今シーズン初めて学級閉鎖の措置を取った学校があり、その後 2008 年第 11 週(3/10-3/16)までほぼ毎週学年閉鎖・学級閉鎖の措置が取られている。

## 4. まとめ

今回の調査により、小学校児童の欠席率とインフルエンザ流行状況との相関関係が確認され、インフルエンザの発生状況を容易かつ迅速に把握する上で有効であったと考える。

また、情報提供として、「小学校欠席率の地理的分布状況」等を各小学校等へ送付するとともに、仙台市衛生研究所ホームページに掲載したことにより、各小学校で保健だより等へ活用されたほか、平成 20 年 1 月には月 2,000 件以上のホームページへのアクセスがあり、インフルエンザ流行への注意喚起と拡大防止に活用されたものとする。

今後の課題としては、①欠席者の中には家庭の事情や忌引き等健康異常以外での理由による者も含まれていること、②小学校の総児童数が少ない小学校では欠席者 1 名の影響が大きく欠席率の変動が大きいことなど、今後の調査方法や得られたデータの取り扱い方法等の検討が必要と考える。

# 15. 産業廃棄物（汚泥等）の発生業種の特定に関するデータベースの構築と活用に関する研究

## ーイオン組成把握のための迅速分析法の検討ー

環境化学部 ○藤原成明 佐々木ひとえ 中村朋之 柳茂 小山孝昭 斎藤善則

### 1. はじめに

産業廃棄物の適正な処理が強く求められているなかで、不法投棄等の不適正処理事案が発生した際の排出業種、排出者の推定や事実把握に際し、迅速性の向上は第一の課題である。これには、廃棄物排出者毎の各種廃棄物や再生品の有機肥料成分データの事前把握が重要で、排出業種及び個々の排出源毎の「廃棄物成分データベース」を構築することが必要である。データベース構築にあたり、廃棄物成分を把握するためには、多種類の試料の分析が求められており、簡易かつ迅速な前処理方法と測定方法の検討が必須である。本研究では、解決策として、多成分一斉分析法を適用し、陽・陰イオンはイオンクロマトグラフィー（IC）、重金属類は誘導結合プラズマ発光分光分析法（ICP-AES）による測定の実施を検討し機器を整備した。今回、試料前処理方法として、陽・陰イオン測定に酸素フラスコ燃焼法（フラスコ法）、重金属の測定に超臨界分解法（超臨界法）の検討を実施したので報告する。

### 2. 方法

#### 2-1. フラスコ法

通常、金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準は、環境庁告示第13号（告示法）による溶出試験とされている。この溶出試験の前処理方法を用いてICによるイオンの測定を実施した場合、 $F^-$  と  $Cl^-$  の周辺に妨害ピークが多く出現するため、これら成分の微量分析は不可能である。また、成分含有量調査の  $Cl^-$  は、塩酸を試料に加えるため、 $Cl^-$  の評価はできない。そこで、今回、前処理方法としてフラスコ法を検討し、溶出試験と比較した。

フラスコ法による前処理は日本薬局方（第14改正）に準じて実施した。すなわち、試料5~10mgをろ紙片に精密に量り取り、純水20ml及び酸素を満たした500ml酸素燃焼フラスコ中で燃焼した後、よく振り混ぜ、20分間放置した検液をICに注入した。試料は3連での並行測定を行い、その平均値で評価した。試料は、堆肥6種類、食品工場廃水処理汚泥5種類、公共下水道汚泥2種類、主灰7種類、飛灰4種類を使用した。

#### 2-2. 超臨界法

成分含有量調査のための前処理方法には、湿式分解法やマイクロ波法があるが、これらは分解時間が長く作業が複雑であり、分解操作時に濃硝酸や過塩素酸を多量に使用するといった問題がある。そこで、分解時間の短縮と分解作業の簡素化・安全化を図るため、超臨界法による前処理を検討した。ステンレス（SUS）製の試料分解容器に試料約50mg及び過酸化水素水（30%）5gを量り取り、試料分解容器を密閉し、573~673Kに設定した溶融塩炉中へ10分間導入し超臨界分解した。分解液をSUS製容器から回収・定容しICP-AESに供した。

### 3. 結果及び考察

#### 3-1. フラスコ法

フラスコ法により前処理したものをICに供したところ、溶出試験で問題となる夾雑物のピークが消失した。

フラスコ法では、すべての試料でFが検出されたが、溶出試験によったものでは、堆肥67%、汚泥57%、焼却灰74%でFが検出された。汚泥中の  $Cl^-$  については、両方法の分析値の差が大きく、また、 $Cl^-$  が高濃度で検出された堆肥や焼却灰中には、 $Br^-$  が高濃度で検出される傾向があった。堆肥、焼却灰中の  $Cl^-$ 、 $Br^-$  でフラスコ法と溶出試験との間に正の高い相関 ( $r = 0.868 \sim 0.997$ ) が認められた。

焼却灰中の  $Na^+$  でフラスコ法と溶出試験との間に正の相関 ( $r = 0.912$ ) が認められた。なお、堆肥、焼却灰中の  $K^+$  でフラスコ法と溶出試験との間に正の相関 ( $r = 0.963, 0.920$ ) が認められた。 $Mg^{2+}$ 、 $Ca^{2+}$  については、フラスコ法と溶出試験では、相関が認められなかった。よって、データベース構築のためには、フラスコ法の有用性が高いと判断された。

#### 3-2. 超臨界法

同一試料を溶出試験、含有量試験及び超臨界法で前処理しICP-AESに供した。

超臨界法で分解した結果、試料残さは殆どなく、分解効率は非常に良好であった。また、焼却灰の多成分一斉分析に際し、今回、超臨界法を採用することにより試料前処理時間が従来法に比べ大幅に短縮された。

超臨界法は分解試薬が水であるため、超臨界法による分解液を直接ICに供することも可能であると考えられ、今後、陽・陰イオンの測定も併せた分析手法の確立を検討していく予定である。

# 16. ベイズ型重回帰モデルによる 水質及び大気試料中の PCB 発生源寄与推定

環境化学部 ○中村朋之, 鈴木滋<sup>1</sup>, 菱沼早樹子, 岩澤理奈, 小山孝昭  
橋本俊次<sup>2</sup>, 柏木宣久<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東北緑化環境保全(株), <sup>2</sup>(独)国立環境研究所, <sup>3</sup>統計数理研究所

## 【はじめに】

PCB は POPs の一種であり, カネミ油症事件等に見られる毒性や難分解性による環境残留, 生体蓄積が問題となっている。2001 年 6 月には PCB 特別措置法が制定され, 都道府県は, 区域内における PCB 廃棄物の状況を把握するとともに PCB 廃棄物の確実かつ適正な処理を実行することとされている。こうした中, 環境中の PCB 汚染の実態を把握し, PCB の発生源推定手法を確立することは平常時ひいては, 事故時の対応等において必要である。本県での高分解能 GC/MS を用いた環境試料中の PCB の測定は, ダイオキシン類の一種である Co-PCB 14 種のみ実施してきた。発生源寄与推定を行うにあたり, 解析精度向上のためには全異性体を対象とした測定が必須と考え, 全異性体分析手法をこれまでに確立した。今回, 確立した分析手法により測定した大気及び水環境試料について, クラスタ分析を用い, 試料の類型化を行った。次にこの結果をふまえて柏木が開発した多重共線性対応のベイズ型重回帰モデルによるケミカルマスバランス法(Bmr-CMB 法)及び未知発生源の寄与率並びに組成の双方が推定可能なベイズ型半因子モデル(Bsf-CMB 法)を用い, 発生源寄与推定を行ったので, 報告する。

## 【方法】

＜試料の分析及び解析データ＞ 大気環境(県内 5 地点), 環境水試料(県内 7 地点), 煙道排ガス試料及びカネクロール(KC-300, 400, 500 及び 600)の分析は, 既報により実施した<sup>1)</sup>。また, 煙道排ガスの一部及び農薬類(CNP, PCP)は, 地域密着型研究「ダイオキシン類による地域環境汚染の実態とその原因解明に関する研究」<sup>2)</sup>により得られた結果を使用した。

＜測定結果の類型化＞ 多変量解析の一つであるクラスタ分析を用いて, 環境大気及び水環境試料の類型化を行った。作業は早狩が作成したエクセルアドインソフトを用い, 非類似度計算法にはユークリッド平方距離, クラスタ結合手法にはウォード法を適用した。

＜CMB 法による発生源寄与推定＞ 得られたデータは, 既報の文献<sup>3, 4)</sup>を基に各発生源に特異的な異性体を選択し, 各同族体から選択した異性体を除いた項目も独立変数とした。それぞれの独立変数は総 PCB 濃度で除し, 全 PCB 濃度に対する比率を算出させた後, Bmr-CMB 法及び Bsf-CMB 法<sup>5)</sup>による発生源寄与推定を実施した。

## 【結果と考察】

＜大気環境試料＞ 大気全試料の幾何平均値は, 夏季 211pg/m<sup>3</sup>, 冬季 67pg/m<sup>3</sup>であった。環境省が平成 15 年度から全国を対象として実施している POPs モニタリング調査では, 温暖期(夏季)170~260 pg/m<sup>3</sup>, 寒冷期(冬季)66~130 pg/m<sup>3</sup>であり, 低いレベルであった。クラスタ分析の結果, 石巻の結果が他地点とは

異なる分類となった。したがって, 発生源寄与推定を行う際, 石巻と他地点では異なる発生源を選定した。Bmr-CMB 法による結果, 石巻以外の地点は KC-300 による寄与が夏季及び冬季を通じて最も高く, 80%~90%を占めた。これは, PCB の使用実績から 3 塩素化体が最も多用されており, KC-300 はこれら異性体を多く含むことから<sup>6)</sup>, このような現象が観察されたものと推察された。一方, 石巻では, KC-300 による寄与が約 60%とやや低い傾向を示した。更に Bsf-CMB と Bmr-CMB 法間の結果を比較すると, 両者間の相違が大きかった。この現象は, 1~3 塩素化体の組成変動が大きいことを示唆するものである。加えて, 未知発生源の寄与率が大きかったことは, その異性体組成から, 夏季は破過による損失, 冬季は低い気温による難揮発の状況を反映しているものと推察された。

＜水環境試料＞ 今回の結果から, 全試料の幾何平均値は, 241pg/L であった。平成 14 年度以降に環境省が実施した全国の水質調査では, 240~630pg/L の範囲にあり, 今回測定した地点の濃度は低いレベルであった。Bmr-CMB 法による各地点における結果は, KC-300 と KC-500 による寄与がそれぞれ平均で, 35%前後であり両者で 70%近くを占めた。水環境におけるダイオキシン類の発生源寄与推定の結果から, 当県では発生源として, CNP 及び PCP による寄与が大きいことがわかっている<sup>7)</sup>。今回, 発生源として Bmr-CMB に両者を組み込んで解析を実施したが, 寄与率は 1~2%と非常に低く, 影響は小さいものと推察された。

## 【参考文献】

- 1) 鈴木滋他: 宮城県保健環境センター年報, **25**, 142 (2007);
- 2) 橋本俊次他: 環境省環境保全研究成果集 (2005);
- 3) Kyoung Soo Kim et al., *Chemosphere*, **55**, 539 (2004);
- 4) 姉崎克典他: 分析化学, **56**, 639 (2007);
- 5) Nobuhisa Kashiwagi: *Environmetrics*, **15**, 777 (2004);
- 6) 磯野直秀: 化学物質と人間-PCB の過去・現在・未来 (1975);
- 7) 加藤謙一他: 全国環境研究会誌, **30**, 215 (2005)

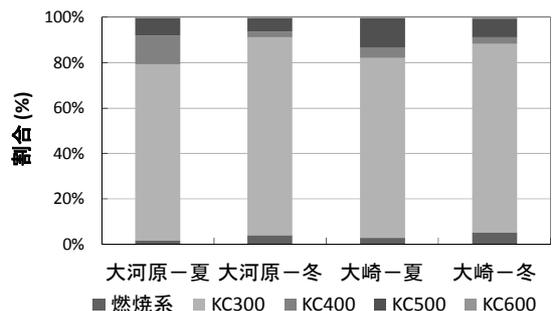


図 Bmr-CMB 法による大気試料の発生源寄与推定結果

# 17. マイクロバブルを用いた水質改善の試みについて

水環境部 ○大金仁一 赤崎千香子 佐々木久雄  
仙台地方ダム総合事務所、東北大学流体科学研究所  
東北大学大学院工学研究科、NPO 環境生態工学研究所

## 1. はじめに

閉鎖性水域である湖沼における環境基準の達成状況は全国的にも河川や海域と比較して低い状況にある。平成 19 年度に宮城県が県内の公共用水域を調査した水質測定結果においても河川の 98%及び海域の 63%に対して湖沼の達成率は 17%であり、環境基準を達成した水域は 12 水域中 2 水域のみであった。このため宮城県においては、海域も含めた閉鎖性水域全体の水質保全対策を主要事業として取組んでいる。

今回は閉鎖性水域の代表例であるダム湖を対象として、マイクロバブルを用いる水質浄化実験を試みたのでその結果について報告する。

## 2. 実験フィールドの概要

宮城県利府町に位置する惣の関ダムを実験フィールドとした。平成 9 年度に建設が完了している惣の関ダムは、洪水調節、下流河川の安定水量確保及び水道用水源を目的とした多目的ダムで、集水面積 3.81km<sup>2</sup>、有効貯水量が 99 万 m<sup>3</sup> の県内では小規模なダムに属する。しかしながら他のダムと同様に富栄養化現象のため、夏季においてアオコの発生が見られるとともに、鉄・マンガンを多く含有する周辺土壌の影響で水道水源として望ましい水質を保持しているとは言いがたく、所管する仙台地方ダム総合事務所がダム湖の水質改善に向けた取組みを行っている。

## 3. 水質浄化実験の方法

- 1) 実験期間 平成 18 年度～平成 20 年度
- 2) 実験場所 惣の関ダム及び第二ダム (副ダム)
- 3) マイクロバブル発生装置 (平成 20 年) の仕様
  - ・泡の直径 数～数十  $\mu\text{m}$
  - ・泡の滞留時間 (室内実験) 数時間
  - ・電力消費量
    - 微量気泡発生装置 3Kw/200V・基
    - 水中ポンプ 0.75 kW/200V・基
    - 使用時の総電力 定常時 5～6kW
  - ・空気の供給能力 0.7L/min・基  
(150L/min・基の水に乗せて供給)



図1 平成 20 年のマイクロバブル発生装置

## 4. 最低水位付近 (EL 24m) における 14 日間連続通気時の測定結果 (平成 20 年)

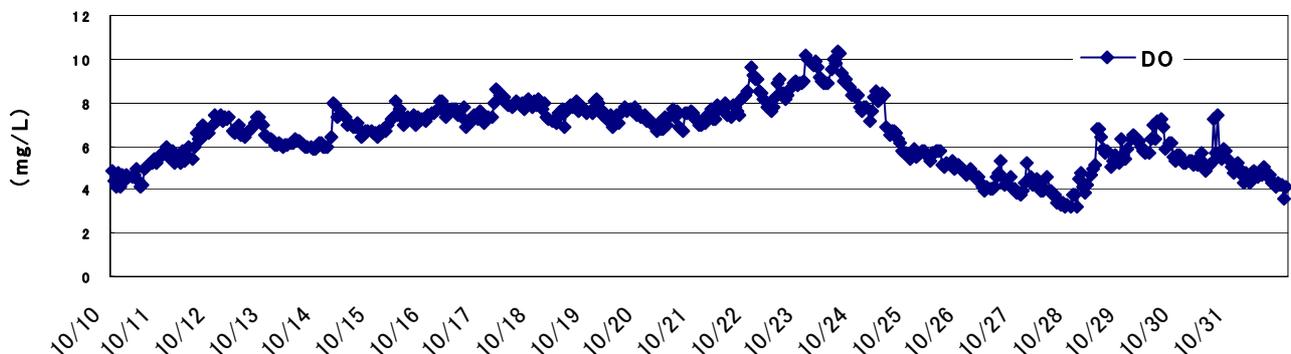


図2 溶存酸素の推移

## 5. 結果及び今後の方向性

10 月 10 日のマイクロバブル通気開始に伴ない、溶存酸素の速やかな上昇が認められた。一方、23 日のマイクロバブル通気停止後に急速な溶存酸素の低下が認められている。他の有機汚染指標項目については解析中であるが、今後は水温躍層形成時の貧酸素状態改善を検討している。

## 18. 鉛川の水質特性

—2002年から2006年(5カ年間)の鉛川水質調査結果から—

水環境部 ○清野 茂 佐々木久雄

### 1 背景と目的

宮城県北西部に位置する鉛川は北上川水系二迫川支流で、約1,200年前に開発された国内屈指のPb・Znを産出した細倉鉱山(1987(S62)年3月閉山)地帯を流れる。鉛川右岸は農用地土壌汚染対策地域(1991(H3)年1月一部解除)であり、その原因は鉱山活動及び露頭など地質由来の自然汚染と考えられている<sup>1)</sup>。坑排水の水質は坑廃水処理の高度化により改善されたものの、鉛川最下流ではPbが依然として環境基準を超過することがある。

2002(H14)年5月に鉱山の放流水水質改ざん事件などの問題が発生し、栗原市(旧鶯沢町)・県・事業者(鉱山を含む5社)の3者間で公害防止協定が締結された(同年9月)。その後も送泥管破損事故(2003(H15)年1月)などが発生した。

そこで、県は鉛川水質監視の強化の一環として2002(H14)年度から5カ年間、坑廃水処理施設や周辺調査などの鉛川流域に関する種々な水質調査を実施した。本発表会の第25回<sup>2)</sup>では河岸・河床の湧水のメカニズムと水質特性を、第26回<sup>3)</sup>では5年間調査の概略を報告した。今回は、5ケ年間における種々な水質調査データを解析し、鉛川の水質特性を検討したので報告する。

### 2 調査概要

**2.1 調査方法** 調査は①精密調査:各年4回(6・8・10・12月)鉛川及び二迫川の13~18ヶ所の定点で実施し、坑排水及びたい積場処理水を含む299検体②通日調査:各年1回鉛川(2~3ヶ所の定点)で午前11時から24時間後までの4時間毎に実施③周辺調査:各年の精密調査時における鉛川及び二迫川の支川の計16地点で実施④坑廃水処理工程調査:2002(H14)年度と2006(H18)年度における坑廃水処理工程中の15~17工程水の調査である。

**2.2 測定項目及び測定方法** 測定項目は、pH、ORP、EC、アルカリ度(0.01M硫酸滴定法)、陽イオン・陰イオン(イオンクロマトグラフ法)、Pb・Cd・Znの重金属(原子吸光光度法)、Al・SiO<sub>2</sub>(オートアナライザー法)などであり、15項目成分で検討した。なお、現地では水温や流量を測定した。

### 3 結果及び考察

①精密調査:鉛川の水質は県内河川と比べて特異的である。鉛川最下流と二迫川(新橋)を対比するとCd・Pb・Zn・Al・Fが著しく高く、SO<sub>4</sub>・Ca・Mg・Na・Kも高く、Cd・Pb・Znを除くと坑排水とたい積場処理水の水質を反映している。Cd・Pb・Znは河床堆積物中の鉱物や

脈石から河川へ溶出する自然由来である。増水時(2003(H15)年10月)では平水時に比べてPb・Znを除く成分が希釈され、濃度は低下する。二迫川の流量が少ないと、鉛川最下流の水質が合流後の二迫川に反映することが分かった。鉛川河川水の重金属濃度は経年的に低下しており、坑廃水処理施設などの改善効果が現れていると考えられる。坑排水及びたい積場処理水中のPb・Cd・Znは2002(H14)年10月以来未検出である。鉛川最下流ではPbは依然として環境基準(0.01mg/L)を超過することがあるものの、Cdは基準を超過しなくなっている。Fは坑排水及びたい積場処理水中に2~6mg/Lを含有する。その原因は脈石「螢石」が酸性水に溶解するためである。

②通日調査:各項目の濃度や流量に大きな変動はなく、夜間においても異常水質は認められなかった。

③周辺調査:支川の富士沢や柳沢では重金属濃度が高く、鉱山の西部・東北部に位置し浸透水を集水するためと考えられる。その他の地点では水質の異常を認めなかった。

④坑廃水処理工程調査:坑廃水処理により、Cd・Pb・Znは完全に除去されるが、Fは放流水中に2~3mg/L残存する。SO<sub>4</sub>・Fは坑内水、Ca・Mg・Na・Alは処理工程で添加される資材由来によることが明らかとなった。

### 4 まとめ

鉛川の水質は鉱山地帯の特異的な水質特性を示している。その水質は自然由来の汚染があるものの、坑廃水処理施設の高度化などによる坑排水の改善効果が河川水質に現れていることが分かった。

### 5 今後の展開

本調査の成果は、鉱山地帯の水環境と流域住民の共生のための知見となり、身近な環境教材として環境学習に活用できると考えられる。

### 謝辞

本調査を進めるにあたり、ご協力をいただいた細倉金属鉱業(株)の関係各位、栗原市職員各位、栗原保健所職員各位、環境対策課水環境班各位に心よりお礼申し上げます。また、数値解析では青森県の早狩氏、鉱物分析では東北大学大学院理学研究科各位にご協力をいただきました。

### 参考文献

- 1)宮城県(2007):平成19年度宮城県環境白書
- 2)清野ら(2007):第25回保健環境センター研究発表会要旨集
- 3)清野ら(2008):第26回保健環境センター研究発表会要旨集

# 19. In vitro バイオアッセイによる曝露モニタリング手法の県内河川への適用について

水環境部 ○郷右近順子 赤崎千香子 大金仁一

佐々木久雄 中島大介\* 白石不二雄\*

\*独立行政法人国立環境研究所

## 1. はじめに

平成19年度から独立行政法人国立環境研究所（以下国環研）との共同研究「In vitro バイオアッセイを用いる河川水の曝露モニタリングに関する基礎研究」に参加している。これまでに内分泌かく乱化学物質の直接使用がないにも係わらず、溶解炉等の燃焼・加熱施設から非意図的に排出された物質がエストロゲン活性を持ち、その活性画分がクミルフェノール及び4-ベンジルフェノールであることを鉛川関連調査において特定している。このことからエストロゲン受容体を組み込んだ酵母ツーハイブリッドアッセイが河川水の未知化学物質の探索に有効であることを提案している。今回、活性物質の過剰曝露が催奇形性を示すことが危惧されるレチノイン酸の受容体を組み込んだレチノイン酸受容体 $\gamma$ 酵母アッセイ（RAR Y.A）及び薬物代謝酵素誘導の細胞内因子であるアリルヒドロカーボン受容体を組み込んだアリルヒドロカーボン受容体酵母アッセイ（AhR Y.A）の2種酵母の供与を受け県内河川水に適用したので、共同研究の結果とともに報告する。

## 2 方法

国環研との共同研究の対象とした阿武隈川水系、北上川水系の2流域6地点平成19年9月及び20年9月に採水した。また、また県内を唯一の流域とする一級河川の鳴瀬川3地点及び伊豆沼出口は平成20年1月と10月に採水した。今回用いた In vitro バイオアッセイは従来から水環境部において使用していた2種類のヒト・エストロゲン受容体 $\alpha$ 酵母アッセイ（hER Y.A）、メダカ・エストロゲン受容体 $\alpha$ 酵母アッセイ（medER Y.A）に加えて、RAR Y.A 及び AhR Y.A の2種の受容体組み込み酵母を使用した。前処理は平成18年度宮城県保健環境センター年報による。In vitro バイオアッセイ方法は国環研より提示された方法に従った。活性値はエストラジオール（E2）、all-trans レチノイン酸（ATRA）及び $\beta$ -ナフトフラボン（b-NF）に濃度換算した。平成19年度に採水し前処理済みの保存検体についても RAR Y.A 及び AhR Y.A を適用測定した。また、RAR Y.A 及び AhR Y.A の固相抽出について tC18・ジクロロメタン溶出と FF ディスク・メタノール溶出と比較した。

## 3 結果及び考察

表1に県内河川について4種 Y.A の測定結果（以下-S9値）を示す。hER Y.A 及び medER Y.A では鉛川久保橋及び伊豆沼出口を除きエストロゲン活性は検出されなかった。また、鉛川久保橋は medER Y.A と同様に AhR Y.A が特異的に高値を示した。その他の地点は国環研との共同研究における平成19年度全国平均値（RAR Y.A:3.2ppt, AhR Y.A:40ppt）程度またはそれ以下であった。

図1に AhR Y.A の活性値について国環研データと比較したものを示す。各地点の活性値が国環研より高い傾向を示しているのは前処理方法の相違によるものと思われる。固相抽出後にフロリジルカラムにより分画してアッセイする国環研の前処理方法に比べて、分画操作を省略することで高い活性値を示したものと推測される。また、固相抽出方法の比較においては、AhR Y.A と RAR Y.A とともに tC18・ジクロロメタン溶出が FF ディスク・メタノール溶出より活性値が高くなる傾向が見られたので、hER Y.A 及び medER Y.A と同様に tC18・ジクロロメタン溶出が有効であると思われる。今回、AhR がダイオキシン受容体であることから濁度の高い伊豆沼出口に適用したところ AhR Y.A の値は低かった。今後、濁度の高い河川での前処理について検討する必要があると考える。

## 4 まとめ

今回導入した2種類の酵母アッセイの結果については国環研の結果と比較しても遜色無く、河川水調査における曝露モニタリング手法として適用可能と考えられる。また、今回調査した県内河川の測定値を全国河川の平均値と比較すると鉛川を除き全国平均程度であるといえる。

謝辞 新たに2種の受容体組み込み酵母の導入にあたり、供試菌株の提供及び技術指導いただいた独立行政法人国立環境研究所白石不二雄氏に感謝いたします。

表1 県内河川のバイオアッセイ結果

河川名	橋名	hER Y.A		medER Y.A		RAR Y.A		AhR Y.A	
		(ppt as E2)		(ppt as E2)		(ppt as at-RA)		(ppt as b-NF)	
		H19	H20	H19	H20	H19	H20	H19	H20
鉛川	久保橋	N.D.	N.D.	6.2	3.8	4.8	1.5	233	212
迫川	若柳大橋	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.9	N.D.	28	20
北上川	神取橋	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	29	18
荒川	葦神橋	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	2.6	N.D.	28	30
白石川	柴田大橋	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.9	N.D.	15	21
阿武隈川	江尻橋	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.1	N.D.	27	38
鳴瀬川	鳴瀬橋	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.			2.7	32
	三本木橋	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.			1.8	37
	感恩橋	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.			1.9	46
伊豆沼	出口	0.4	N.D.	N.D.	N.D.			2.5	14

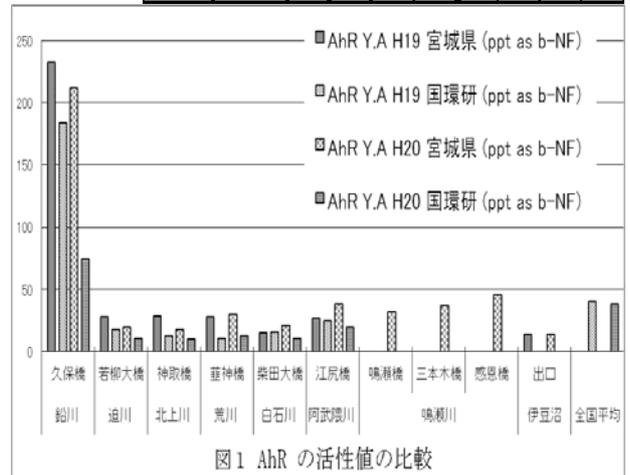


図1 AhR の活性値の比較

## 20. 県内の麻疹・風疹抗体保有状況

微生物部 ○阿部美和 庄司美加 植木 洋  
佐藤由紀 上村 弘 沖村容子  
御代田恭子

### 1. はじめに

麻疹は感染力の強いウイルス感染症で、肺炎・脳炎等を合併し死亡に至る場合もある。最近では、平成19年に10～20歳代の患者が多く発生し全国的な大規模流行が起こった。これを受けて平成20年に予防接種法が改正され、平成18年から導入された麻疹風疹混合ワクチン（MRワクチン）2回接種に加え、平成20年～24年度までの5年間、3期（中学1年）、4期（高校3年）の定期予防接種が実施されることになった。

風疹もウイルス感染症で、麻疹より軽症で感染力も弱い。妊娠初期の妊婦が初感染した場合、胎児にも感染し先天性風疹症候群（congenital rubella syndrome: CRS）を引き起こすことがあり、風疹のワクチン定期接種も麻疹と同様に改正された。

当センターが、厚生労働省感染症流行予測調査の一環として、麻疹・風疹の抗体保有状況を調査した中で、各年齢層を対象とした過去四年間の結果を報告する。

また、ワクチン接種率も併せて報告する。

### 2. 対象および検査方法

#### 2.1 対象

表1 対象者の年齢と人数

	麻疹		風疹	
	年齢(歳)	人数(名)	年齢(歳)	人数(名)
平成17年度	1～55	260	0～59	332
平成18年度	0～59	244	0～59	274
平成19年度	0～65	294	0～65	294
平成20年度	0～63	227	0～66	334

対象は抗体検査を承諾した県内の健康住民のべ2,259名で（表1）、ワクチン接種の有無は、本人もしくは保護者への調査票に基づいた。

#### 2.2 方法

感染症流行予測調査検査術式に従い、麻疹抗体価は、富士レビオ（株）社製麻疹ウイルス抗体価測定キット「セロディアー麻疹」（ゼラチン粒子凝集法）を用いて測定した。風疹抗体価は、ガチョウ血球を用いる赤血球凝集抑制（HI）試験により測定した。

なお、ワクチン接種率は接種歴不明者を除いて算定した。

### 3. 結果及び考察

#### 3.1 麻疹

麻疹抗体保有率とワクチン接種率を表2に示す。

麻疹抗体は、抗体価1:16以上で陽性とするが、発症予防には、1:128以上が望まれるため、2種類の抗体保有率を表に示す。

ワクチン接種率は17年度からやや低下の傾向であったが、20年度には前年より9.3%上昇した。この要

因として平成19年の全国的流行と平成20年の予防接種法改正があげられる。平成18年にも予防接種法改正があったが、大きな変化は認められない。よって今回は全国的流行が主な要因と推察される。しかしながら抗体保有率の上昇は認められず、1:16以上が93.0～93.8%、1:128以上は17年度がやや低いが、それ以降は90%前後を推移している。全国集計は平成17年度分のみであるが（以降報告書未発行のため）ワクチン接種率は86.1%、抗体保有率は1:16以上94.2%、1:128以上87.0%であり、全国平均とほぼ同様の結果であった。

表2 麻疹抗体保有率及びワクチン接種率

	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
1:16以上	93.8	93.0	93.2	93.4
1:128以上	86.9	90.6	88.4	88.5
ワクチン接種率	86.5	83.6	82.6	91.9

(%)

#### 3.2 風疹

風疹の抗体保有率は、男性は80.5～83.8%の間で上下し、女性は18年度にやや低下したものの、90%弱で推移している。男女間では3.2～9.1%の差を生じているが、平成7年以前は中学生女子のみがワクチン定期接種の対象であったための差と推察される。

ワクチン接種率は男女とも18年度19年度と低下したが、20年度に上昇し、また、男女間による差は17年度の12.2%から20年度の0.9%へと徐々に小さくなってきている（表3）。平成18年から導入されたMRワクチン2回接種の影響が推察される。

17年度の抗体保有率全国集計は、男性80.0%、女性90.0%、全体85.1%であり、ワクチン接種率は男性75.5%、女性83.5%、全体で80.0%であった。抗体保有率は全国集計とほぼ同様であったが、ワクチン接種率はやや低い結果であった。

表3 風疹抗体保有率及びワクチン接種率

		平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
1:8以上	男	80.5	83.8	80.9	82.2
	女	89.6	87.0	88.6	89.7
	全体	84.9	85.4	85.0	85.9
ワクチン接種率	男	70.4	59.7	63.1	80.9
	女	82.6	67.1	70.3	81.8
	全体	77.6	63.9	67.8	81.4

(%)

#### 4. まとめ

麻疹・風疹とも20年度にワクチン接種率が上昇したが、抗体保有率には、まだ反映されていない。麻疹流行の抑制には、ワクチン接種率95%以上が望まれるため、国は「麻しん排除計画」に基づき平成20年予防接種法を改正した。今後、MRワクチンの接種機会が増えることにより、麻疹・風疹ワクチン接種率、抗体保有率が上昇することが期待される。

## 2 1. 宮城県内で検出されたノロウイルス・サポウイルスの遺伝子型について

微生物部 ○庄司美加 阿部美和 植木 洋  
佐藤由紀 上村 弘 沖村容子  
御代田恭子

### 1. はじめに

ノロウイルス (Norovirus 以下 NoV) およびサポウイルス (Sapovirus 以下 SV) は、ともにカリシウイルス科 (Caliciviridae) に属するウイルスで、食中毒や感染性胃腸炎集団発生の原因の一つである。我々は NoV による感染性胃腸炎の大流行があった 2006/07 シーズンに、散发事例や集団発生事例で検出された NoV 遺伝子を分子疫学的に解析し、これまでに国内では報告例のない G II/4 変異株が原因であったことを確認した。一方 SV は、昨シーズンに当所で初めて胃腸炎集団発生事例から SV 遺伝子を検出した。NoV および SV はヒトのみで増殖することから、環境水などで検出されるウイルスはヒト由来であり、ヒトの流行を把握するためには、環境水やその影響を受けるろ過性生物を調査することが有効な方法の一つであると考えられる。今回、県内の下水処理水を受容する河川にカキを垂下し、NoV と SV の環境水での動向を調査した。さらに 2006/07 シーズン以降に県内で発生した食中毒事例や集団発生事例の NoV, SV の遺伝子型について、分子疫学的解析を行ったので報告する。

### 2. 材料と方法

#### 2-1 対象材料

カキは下水処理場処理水受容河川に 2007 年 10 月下旬に垂下後、11 月、12 月、1 月にそれぞれ 1 回採取し、合計 39 個体のカキを調査対象とした。2008 年は 11 月上旬から同河川に垂下したカキを 12 月に 2 回、1 月に 1 回採取し合計 67 個体を対象とした。一方患者便は 2007 年～2009 年の食中毒事例、感染性胃腸炎集団発生事例および発生動向調査の胃腸炎検体を対象とした。

#### 2-2 NoV・SV 遺伝子検査

カキは中腸腺を摘出し細胞破碎装置で破碎後遠心し、上清をウイルス抽出液とした。その後、公定法に従って NoV 遺伝子を定量した。患者便は 10% 乳剤から、ウイルス RNA を抽出し Capsid 蛋白をコードしている領域増幅用のプライマーを用いて RT-PCR を行った。なお一部の検体については nested PCR も実施した。一方、SV は垂下カキと胃腸炎患者から抽出したウイルス RNA を用いて Okada らの方法で RT-PCR を実施した。

#### 2-3 遺伝子解析

PCR 産物をカラム精製し、ABI310 でダイレクトシーケンシングを行った。塩基配列を決定後、Clustal X を用いてアライメントを行い、近隣結合法で系統樹を作製した。

### 3. 結果

#### 3-1 NoV 遺伝子

垂下カキの中腸腺から検出された NoV 遺伝子数を 2 シーズンで比較した結果、1g あたりの平均値は、G I 群は昨シーズンの 1 月に最も多い 4706 copies が検出されたが、今シーズン同時期では 403 copies と前のシーズンの 1/10 の値であった。一方 G II 群は 1 月の検体から昨シーズン 656 copies、今シーズン 793 copies の遺伝子が検出された。患者便から検出された NoV の遺伝子型は、昨シーズンの G I 群では、G I/4、G I/8 が検出されたが、今シーズンは G I/4 のみの検出であった。同じく G II 群は、2005 年以降ヨーロッパを中心に流行している 2006a と 2006b の 2 つの G II/4 変異株のうち、昨シーズンは後者と同じクラスターを形成する遺伝子型の検出頻度が最も高かった。一方、今シーズンでは、2006a 株と 2006b 株と同じクラスターに属する株がそれぞれ検出された。

#### 3-2 SV 遺伝子

SV は、昨シーズンではカキ、集団発生事例の患者便から、G I/1、G IV が検出されたが、今シーズンではカキから G I/1、G I/3 が検出された。なお、昨シーズンの終わりに発生した集団発生事例の患者便から検出された G I/1 株と今シーズンのカキから検出された株は同じクラスターに属していた。

### 4. 考察

カキからの SV 遺伝子の検出はこれまでに報告例がない。今回、我々は患者便とカキから同じ遺伝子型の SV を検出した。このことは、カキの SV 汚染も NoV と同様にヒト由来であることが示され、ヒトの流行または環境水におけるウイルスの動向を把握するには、自然汚染カキを用いた方法は有効であることが示唆された。一方、患者便から検出された NoV 遺伝子を解析した結果、特に G II 群では G II/4 変異株である 2006a 株と 2006b 株の近縁株が多く検出されたが、年によって優占株が異なっていた。この傾向は世界的に認められ、今後この 2 株の近縁株による感染性胃腸炎の流行に注意が必要と考えられた。シーズンによる優占株の変化は、SV についても確認された。また昨シーズンの終わりと考えられる 4 月に検出された G I/1 株が、今シーズンのカキと同じクラスターに属していたことは SV の流行を考える上で重要な知見と考える。

## 22. 食中毒検査から分離された カンピロバクター菌株の解析結果

微生物部 ○高橋 恵美 佐々木 美江 有田 富和 加藤 浩之  
小林 妙子 菅原 優子 谷津 壽郎 御代田 恭子

### I. はじめに

近年、カンピロバクターによる食中毒事例が増加している。特徴として、飲食店を原因とするものの他に、小規模事例の増加が挙げられる。カンピロバクターは家禽や牛の腸管に常在しており、流通している鶏肉の半数以上がこの菌に汚染されているとの報告もある。鶏肉や牛レバーなどの生食や不十分な加熱での喫食、また、鶏肉調理後の手指、まな板や包丁の不十分な洗浄による二次汚染でも感染する。潜伏期間が2~7日と長いため、原因食品が判明しない事例も多い。また、カンピロバクター食中毒によるギランバレー症候群なども懸念される。

当所でも、平成18~20年度の3年間、食中毒疑いとして検査した93事例のうち13事例からカンピロバクターが検出され、7事例が宮城県内の食中毒事件であった。そこで、関連性と傾向をみるためにこれらの菌株を解析したので報告する。

### II. 材料と方法

#### 1. 材料

食中毒疑いの13事例より検出されたカンピロバクター83株(人由来79株、食材由来4株)。検出方法は当所の食中毒検査実施マニュアルに基づき実施した。

#### 2. 方法

- (1)PCR-RFLPによる菌種同定  
(Fermerのプライマー・制限酵素 *Alu I* 使用)
- (2)血清型別試験 (Penner法)  
*C. jejuni* (*C. j*)と同定された株
- (3)薬剤感受性試験  
セファロチン(CET), ナリジクシ酸(NA), ノルフロキサシ  
(NFLX)の3剤
- (4)パルスフィールドゲル電気泳動(PFGE)法による  
分子疫学解析  
4種の制限酵素処理① *Kpn I*, ② *Sma I*,  
③ *Kpn I + Sma I*, ④ *Kpn I ~ Sma I*

### III. 結果

PCR-RFLPによる菌種同定: 13事例中、*C. j* 1種類のみ検出が7事例、*C. j* と *C. coli* (*C. c*)の2種類が3事例、*C. c* 1種類のみが2事例、*C. j*・*C. c*・*C. lari* (*C. l*)の3種類が1事例であった。  
また、*C. j* が11事例より48株、*C. c* が6事例より31株、*C. l* が1事例より4株検出された。

血清型別試験: *C. j* 48株の血清型は8種類に分類され、D群とR群が多く検出された。

薬剤感受性試験: NA耐性株が約25%, NFLX耐性株が約20%検出された。NA耐性の菌株はNFLXも耐性となった。CETは自然耐性のためすべて耐性であった。

PFGE法による分子疫学解析: 同一事例では相同性85%以上であったが、4事例では異なるパターンの出現もあった。しかし、異なる事例間での相同性は見られなかった。4種の制限酵素処理の検討では、④, ③, ①, ②の順にバンド数が多く出現した。

### IV. 考察

養鶏ではキノロン系薬剤が多用されているために耐性菌が増加している。また、*C. j* は鶏の腸管では高頻度に変異がおこり多様な遺伝子を持つといわれている。

今回、13事例中11事例から *C. j* が検出され、この検出割合は全国的傾向と一致している。ヒトから分離される血清型についてはB群、D群が多いといわれており、鶏や牛から多く検出される血清型と共通している。

キノロン系薬剤(NA, NFX)耐性株は、平成18年度の1事例から分離された *C. c* 株で多数検出されたが、それ以外の事例でも散発的に検出された。今回はキノロン系薬剤について2剤のみ検討を行ったが、他にフロキサシ、シプロフロキサシを加えた4剤に対する耐性菌も報告されており、単剤よりも4剤すべてに耐性を示す割合が高いといわれている。また、テトラサイクリン系薬剤などの耐性菌も増えているとする報告もあるので、今後の動向を把握しておくことは重要と考えられる。

PFGE法による分子疫学解析によって、各事例毎の感染源は、それぞれ同じ要因である可能性が示された。制限酵素処理については、一般的に *Sma I* が用いられていることが多いが、バンド数が少なく、相同性の比較には不十分なので、比較的バンド数が多い *Kpn I*、血清型や疫学調査と合わない事例については *Kpn I + Sma I* あるいは *Kpn I ~ Sma I* を用いた方が良いと考えられた。

カンピロバクター食中毒は鶏肉を原因とする事例が多く報告されていることから、今後市中の鶏肉から検出された株との関連性についても追究していきたい。

## 23. 平成20年度に分離された腸管出血性大腸菌の特徴

— 稀な血清型の菌株性状について —

微生物部 ○矢崎知子 佐々木美江 後藤郁男 畠山 敬  
渡邊 節 谷津壽郎 御代田恭子

### 1. はじめに

平成20年度に宮城県で発生した腸管出血性大腸菌（EHEC）感染症は36事例で、例年同様に血清型 O157(15事例)、O26(9事例)が多くを占めたが、O103(4事例)、O146、O119、O91(各1事例)などの比較的稀な血清型による事例もいくつか認められた。これらのEHECは、O157などの代表的な血清型株に比べて生化学性状等が詳しく知られていないことから、菌分離の際に多くの手間を必要とする。

そこで、これらの稀な血清型を持つEHECを迅速かつ効率的に検出することを目的に、事例株の各種性状を確認し、O157等の既存株との比較を行ったので報告する。

### 2. 材料および方法

材料としてヒト、動物、環境由来の大腸菌、O103(9株)、O146(8株)、O119(5株)、O91(1株)を用いた。また、比較対照としてO157、O26などの代表的な血清型株を使用し、以下の試験を行った。

(1) 生化学性状：10種の糖（マルトース、キシロース、トレハロース、ソルボース、ズルシット、メリビオース、ソルビトール、ラムノース、ラフィノース、サリシン）について分解性試験を行った。また、その他の項目についてはBBL-CRYSTAL (BD) を使用し生化学性状を比較した。

(2) 薬剤感受性：ドライプレート(栄研化学)を用いた微量液体希釈法により、主に治療に使われる薬剤に対する感受性を調べた。加えて、O157、O26など、日常遭遇する機会の多いEHECの分離を目的として培地に添加されている薬剤、セフィキシム・亜テルル酸カリウム (CT) に対する感受性を精査した。

(3) 溶血性によるベロ毒素(VT)の推定：エンテロヘモリジン血液寒天培地(E-HLY培地:関東化学)を用いて溶血性を観察し、PCR法によるVT遺伝子検出と比較した。

### 3. 結果および考察

O103、O146、O119、O91は、供試した大腸菌の中ではソルボース分解が特徴的であった。O103で9株中

6株がソルボース非分解であり、O146とO119では供試した全株が非分解または遅分解であることが確認された。BBL-CRYSTALによる生化学試験では、O103の9株中8株がGGL (L-r-グルタミル-p-ニトロアニリド) 陰性であった。

ドライプレートで行った薬剤感受性試験では、ペニシリン系薬剤に耐性の株がO103、O146、O119で数株認められたが、他の大腸菌と有意差はみられなかった。しかし、これらの血清型の大腸菌にはCT感受性株が存在 (O103で4/9株、O146で8/8株、O119で4/5株、O91で1/1株) することが明らかになった。

以上2つの結果から、O103、O146、O119、O91のスクリーニングには、CT無添加のソルボース・マッコンキー培地を使用することが有用であると思われる。

さらに、全98株の大腸菌 (EHEC およびEHEC以外) を用いてE-HLY培地での溶血性を調べた結果、PCR法との相関は86.7%であった。我々は検体中に存在するVT産生株のスクリーニングに増菌培地からのPCR法を用いているが、VT遺伝子陽性の場合、性状確認時にE-HLY培地を併用することで、EHEC 検査の効率は上がるものと考えられた。

### 4. まとめ

本年度発生した稀な血清型のEHECは、多くは無症状保菌者からの検出であり、1例を除き、食品従事者の定期検便からの届け出であった。近年、EHECの検査は、従来のO157、O26などの菌株を分離する手法から、血清型を問わずVT産生菌を検出する手法へと変化しているため、今後も稀な血清型の検出事例は増加していくものと予測される。また、今回の事例では二次感染は確認できなかったが、これらの菌の人への病原性や感染性についても検討が必要と思われる。

全国の集計では、O103、O146、O119、O91の検出は、EHECの1~2%と少数であるが、本県では河川や飼育牛からも分離されている。今後はこれらの菌株のデータを積み上げていくとともに、環境や家畜との関連も調査していきたい。

## 2 4 . 遺伝子から見た結核疫学

微生物部 ○畠山敬, 矢崎知子

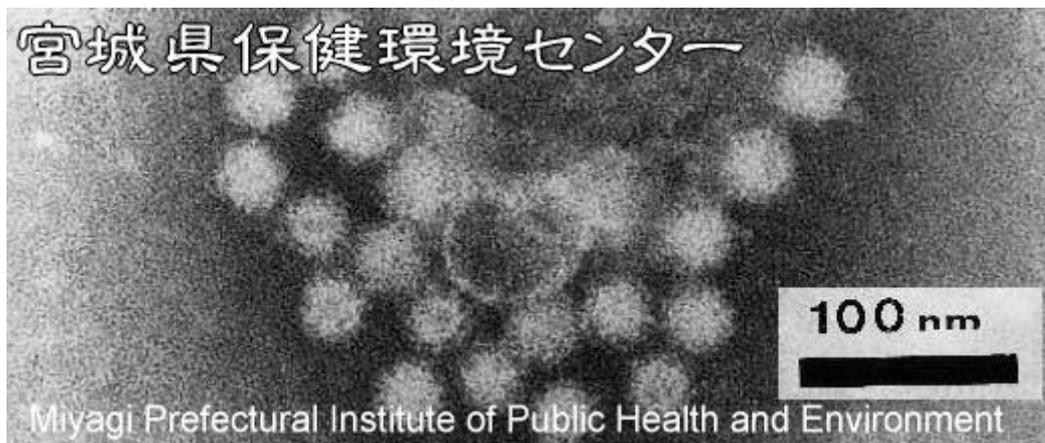
【はじめに】結核菌は、一般的な感染症原因菌の中では最も増殖速度が遅く、感染から発症までに約3ヶ月を要するなど感染経路や蔓延規模の特定が困難な感染症の一つである。従来の結核疫学は、主に患者の活動範囲や周囲との接触状況に対する聞き取り調査により行われてきたが、結核の蔓延防止には必ずしも十分とはいえず、現在も国内で年間25,000人以上の新規登録者を抱える日本最大の感染症である。しかし、近年の遺伝子技術の進歩により、培養によらない結核菌感染の推定、あるいは菌の遺伝子情報を用いた迅速な疫学的関連性の特定が可能になった。加えて、血液を用いての感染者推定方法(QFT)が汎用化されるに至り、結核疫学対策は新しい時代を迎えている。そこで、本研究で我々が取り組んでいる結核菌遺伝子解析技術であるRFLP・VNTR法の概要と現在までの実績、および遺伝子を利用した新しい結核検査法の将来像について報告する。

【材料および方法】遺伝子解析は、各保健所から分与された結核菌232株を調査材料とした。RFLPは結核菌を培養後、結核研究所の方法に従って遺伝子パターンの検出を行い、VNTRはSupplyらの方法に6プライマーを追加した20プライマーによるPCRでアリルプロファイル解析を試みた。

【結果】RFLPによる解析で、県内の結核菌はIS6110遺伝子を各々1コピーから20コピー持つ株に分けられ、同じ電気泳動パターンを持つ25組(65株)のクラスターと167株のユニークパターンに分かれた。共通株による感染事例の中には、複数の保健所間にまたがるものも多く認められることから、県内全域を対象とした疫学監視システムが必要であることが示された。また、VNTRはIS6110遺伝子のコピー数が少ない株など、RFLPで解析不能な株の比較解析に効果的であるとされるが、それ以外の株においてもRFLP解析とほぼ同様の結果(一致率95%以上)を示した。これらのことから、VNTRは簡便でかつ迅速性に優れた結核菌遺伝子比較解析法であることが示された。

【考察】結核は撲滅困難な感染症であり、その広がりや人の移動時間の短縮化など、社会状況の変化により地域蔓延型から広域拡散型に新たに変わりつつある。これに対応するため、地研協議会では今年度から結核菌遺伝子情報のデータベース化事業を立ち上げ、全国の衛生研究所を対象に結核菌遺伝子パターンの収集を開始した。また、従来、培養に1か月以上の期間を要していた結核菌薬剤耐性試験も、遺伝子技術を加味することにより菌の発育の有無が一週間前後で確認されることから、治療の迅速化への応用の可能性が示されるなど、遺伝子検査法の導入が結核疫学調査や臨床に与える影響は大きいと考える。

今後は、遺伝子データベースを利用した事例間の関連性の推定とQFT検査による結核菌感染者の早期発見、薬剤感受性試験の迅速化による効率的治療方法の確立など、あらゆる科学的手段を用いて結核撲滅に向けた疫学対策が講じられていくものと思われる。



#### ノロウイルス／電子顕微鏡写真

ノロウイルスは直径 30～38nm の小型球形のウイルスで、食中毒や胃腸炎の原因ウイルスのひとつです。感染してから平均 1～2 日で発病します。主な症状は嘔気、嘔吐、下痢で、腹痛、頭痛、発熱、咽頭痛などを伴うこともあります。患者の糞便、嘔吐物などから感染するケースが多く、予防には手洗いや嘔吐物、糞便の処理の際に飛び散らないように扱い塩素系消毒剤を使用することが効果的です。

写真提供／微生物部