

## 名古屋市における PM2.5 質量濃度と炭素成分の経年変化

池盛文数, 山神真紀子

名古屋市公衆衛生研究発表会 (名古屋市) 2015.5  
第 61 回東海公衆衛生学会学術大会 (羽島市) 2015.7

### 1 はじめに

微小粒子状物質 (PM2.5, 粒子径が  $2.5 \mu\text{m}$  以下の大気粒子) は, 環境省による疫学調査の結果, その健康影響が明らかとなり, 2009 年 9 月に環境基準が告示された. PM2.5 は多くの成分からなる混合物であるため, 成分の組成や主要発生源についての調査, 研究が急務となっている. 今回, 2003 年度から 2013 年度までの 11 年間に捕集した PM2.5 に含まれる炭素成分について測定を行い, その経年変動について考察したので報告する.

### 2 方法

PM2.5 の捕集は, 名古屋市環境科学調査センターの屋上で, 一日ごとに, 石英繊維およびテフロンろ紙に 2003 年 4 月から 2014 年 3 月に行った (各フィルター, 約 2600 試料). また元塩公園 (自動車排出ガス測定局) において 2011 年 4 月から 2014 年 3 月に, PM2.5 を一週間連続捕集した (石英ろ紙のみ). 質量濃度測定はテフロンろ紙を, 炭素成分分析 (有機炭素 (OC), 元素炭素 (EC)) は石英ろ紙を用いた.

### 3 結果

PM2.5, OC および EC ともに, 2003 年から 2010 年にかけて大きく減少していた. また, 2010 年から 2013 年にかけて, PM2.5 および OC は横ばい, EC はわずかに減少していた. 11 年間で, PM2.5 および OC は 35%, EC は 75% 減少しており, 特に EC の減少率が大きかった. また, 今回の測定結果から, OC は 2003 年に比べ減少したものの, EC の 2.3 倍の濃度であり, PM2.5 に占める割合が高いことが示された. EC は有機物の不完全燃焼で生成する煤であり, ディーゼル車などの移動発生源や工場の排気ガスに含まれていると考えられるが, これまでの研究で, EC の急激な減少は, 大型車の排出規制の効果や, 交通量の減少が原因であることがわかっている. しかし, 元塩公園で捕集した PM2.5 の炭素成分分析結果 (2011 年 4 月開始) から, EC の下げ止まりが確認でき, 大型車の排出規制の効果による濃度減少が停滞していることが示唆された. OC は, 発生源から直接排出される一次粒子として, 移動発生源の他に野焼きなどのバイオマスパーニングの影響が考えられる. また, 大気中で揮発性有機化合物が酸化され粒子となる二次粒子も OC の発生源として考えられる.

# 炭素同位体 $^{14}\text{C}$ およびレボグルコサンを用いた 大気エアロゾル中生物起源炭素の発生源解析

## Source apportioning analysis of contemporary carbon in atmospheric particles using radiocarbon and levoglucosan

池盛文数, 本庄浩司<sup>1</sup>, 浅川大地<sup>2</sup>, 山神真紀子, 中村俊夫<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>名古屋大学大学院環境学研究科, <sup>2</sup>大阪市立環境科学研究所,  
<sup>3</sup>名古屋大学年代測定総合研究センター

Asia Aerosol Conference (Kanazawa) 2015.6  
第 56 回大気環境学会年会 (東京) 2015.9

### 1 はじめに

炭素成分は大気エアロゾルの主要成分であり, ヒトへの健康影響や気候変動に大きく関与している. 炭素成分の発生源は多様で, その起源, 発生源に分け定量することは難しい. 炭素同位体  $^{14}\text{C}$  は, 炭素成分を二つの起源, すなわち, 生物起源と化石燃料起源の二つに分類し, 定量することができる. 本研究では,  $^{14}\text{C}$  を用いて大気エアロゾル中の全炭素 (TC) を二つの起源 (化石起源炭素: TCf, 生物起源炭素: TCnf) に分けた. さらに TCnf を, 植物燃焼起源炭素 (TCbb) と, それ以外の生物起源炭素 (TCbio) に分け, 推計した. また各季節の TC について, 季節平均値より高い期間と低い期間に分け, 3 つ (TCf, TCbb, TCbio) のどの起源が, 各季節の炭素濃度上昇に関与しているのか考察した.

### 2 方法

2009 年 11 月から 2010 年 9 月に, ハイボリュームエアサンプラーを用いて, 全浮遊粒子状物質 (TSP) を 7 日間連続捕集で毎月 2, 3 回捕集した ( $n = 31$ ). 炭素成分は炭素分析計, イオンはイオンクロマトグラフ, レボグルコサン (LEV) は IC-MS を用いて測定した.  $^{14}\text{C}$  濃度は, 名古屋大学年代測定総合研究センターの加速器質量分析計を用いて測定し, pMC を単位として表記した. pMC による表記は, 1950 年の大気中  $\text{CO}_2$  の  $^{14}\text{C}$  濃度を基準とし, 100 としている. また  $^{14}\text{C}$  濃度より, TC を TCf および TCnf に分け定量した.

続いて, 以下の式より TCbb および TCbio 濃度を推計した.

$$\text{TCbb} = \text{TSP 中 LEV 濃度} / (0.061) \quad \text{TCbio} = \text{TCnf} - \text{TCbb}$$

### 3 結果

$^{14}\text{C}$  濃度は 4 月から 8 月にかけて比較的高濃度であった. また, TCnf とセルロースの熱分解物である LEV は, 11 月から 2 月に, 同じ濃度変動であった. しかし 4 月から 5 月にかけて, LEV 濃度が減少し夏にかけて低濃度であったのに対し, TCnf の大きな濃度減少は見られなかった. 4 月から 5 月の TCnf 濃度上昇について,  $\text{PM}_{2.5}$  中の OC と TSP 中の OC を比較すると, TSP 中の OC が春に, 他季節よりも大きくなる. これより, 花粉などの影響が考えられる. このように, TCnf の発生源は季節により大きく異なる可能性が示唆された. TCbb, TCbio, TCf および CC の季節別濃度について, 季節平均値を境に高濃度 (HC) を低濃度 (LC) 期間に分けたところ, 晩秋から冬 (11-2 月) にかけてはすべての成分が高濃度期間で増加していた. しかし春 (3-5 月) 以降において, TCbio の増加が TC 増加の要因であることがこの結果から示された. 気温が高い夏に, LEV の一部が揮発, 分解することが報告されているため, 夏に LEV 濃度が低いことについては慎重に議論する必要がある. 今後, 他の発生源を示す有機物を用いて解析することにより, より詳細な炭素成分の発生源解析を行っていく必要がある.

# LC/MS による化学物質分析法の基礎的研究(64)

長谷川 瞳, 平生進吾, 八木正博<sup>1</sup>, 葉澤やよい<sup>2</sup>, 山本道方<sup>3</sup>, 内藤宏孝<sup>4</sup>,  
飛石和大<sup>5</sup>, 塚谷裕子<sup>5</sup>, 鈴木 茂<sup>6</sup> (神戸市環保研<sup>1</sup>, 岩手県環保セ<sup>2</sup>, 和歌山県<sup>3</sup>  
環衛セ, 愛知県環調セ<sup>4</sup>, 福岡県保環研<sup>5</sup>, 中部大<sup>6</sup>)

第 24 回環境化学討論会 (札幌市) 2015.6

## 1 はじめに

GC/MS では測定困難な環境中化学物質について, LC/MS の適用可能性を検討した. 本報は, 環境省委託化学物質分析法開発 (LC/MS) における検討等で得られた主な知見を取りまとめたものである.

## 2 方法

LC/MS/MS による (1) 水質試料中の 1-アミノアントラキノンおよび 2-アミノアントラキノンの分析, (2) 水質試料中の N-メチルジデカン-1-イルアミンの分析, (3) 水質試料中のチオ尿素, の分析法を検討した.

## 3 結果と考察

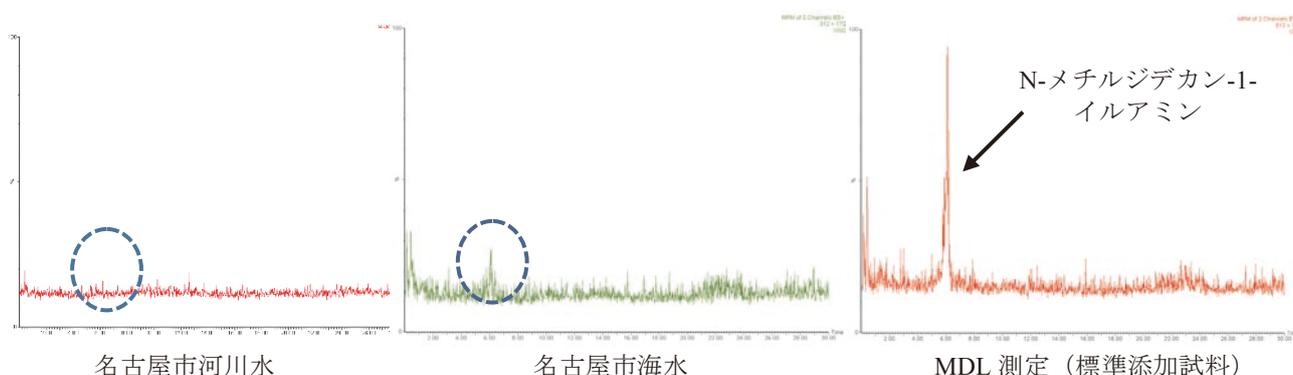
(1) 環境水中の 1-アミノアントラキノンおよび 2-アミノアントラキノンの分析

[概要] 1-アミノアントラキノン(1-AAQ)および 2-アミノアントラキノン(2-AAQ)は, 染料の中間体として使用されている化学物質である. 環境水中に残留する 1-AAQ および 2-AAQ を LC/MS/MS で定量する方法について検討を行った. [方法]メタノールおよび精製水でコンディショニングした固相カートリッジ(Sep-Pak tC2)に水質試料を通水し, カートリッジを 10%メタノールで洗浄した後, メタノールでバックフラッシュ溶出し, LC/MS/MS-SRM 法で定量した. [結果]各種検討の結果, 本分析法の検出下限値(MDL)は 1-AAQ が 0.0028  $\mu\text{g/L}$ (河川水)および 0.0025  $\mu\text{g/L}$ (海水), 2-AAQ が 0.0026  $\mu\text{g/L}$ (河川水)および 0.0022  $\mu\text{g/L}$ (海水)であった. 本法を用いて, 名古屋市内の環境水中の 1-AAQ および 2-AAQ を分析したところ, いずれの地点からも 1-AAQ および 2-AAQ は検出されなかった.

(2) 水質試料中の N-メチルジデカン-1-イルアミンの分析 (名古屋市環境科学調査センター)

N-メチルジデカン-1-イルアミン (別名: ジデシルメチルアミン) は, 繊維処理剤, 消毒剤原料などに幅広く使用されている. 水質試料中の分析法の要求感度は, 0.002  $\mu\text{g/L}$  であり, LC/MS/MS により分析した. ブランクの低減や抽出方法等を検討した結果, 装置検出下限値(IDL)は 0.000778  $\mu\text{g/L}$  (試料換算値), 測定方法の検出下限値 (MDL) は 0.00119  $\mu\text{g/L}$  であった. また, 添加回収試験の結果も良好であった.

今回開発した手法は, クリーンアップを経ない手法であるため, 今後はより汚い水質試料にも対応できるように洗浄の方法等検討していく予定である.



# 2015年2,3月におけるPM<sub>2.5</sub>高濃度事例の解析

山神真紀子<sup>1)</sup>, 寺本佳宏<sup>2)</sup>, 牧野雅英<sup>3)</sup>, 木下誠<sup>4)</sup>, 木戸瑞佳<sup>5)</sup>, 長谷川就一<sup>6)</sup>,  
菅田誠治<sup>7)</sup>

<sup>1)</sup>名古屋市環境科学調査センター, <sup>2)</sup>三重県保健環境研究所, <sup>3)</sup>石川県保健環境  
センター, <sup>4)</sup>福岡市保健環境研究所, <sup>5)</sup>富山県環境科学センター, <sup>6)</sup>埼玉県環境科  
学国際センター, <sup>7)</sup>国立研究開発法人国立環境研究所

## 第56回大気環境学会年会(東京)2015.9

### 1 はじめに

春先のPM<sub>2.5</sub>濃度は、黄砂の飛来とともに上昇することが知られている。2015年2月から3月において、広域的に高濃度となった4つの事例について、PM<sub>2.5</sub>の成分測定結果をもとに高濃度要因の推定を行った。

### 2 方法

PM<sub>2.5</sub>の採取は、福岡県福岡市(市保健環境研究所)、三重県四日市市(県保健環境研究所)、愛知県名古屋市(市環境科学調査センター)、石川県白山市(松任局)の4地点で行った。PM<sub>2.5</sub>の採取及び成分分析方法は環境省マニュアルに従った。採取開始時刻は10時である。土壌成分の寄与推定には、ケミカルマスクロージャーモデルを用いた。

### 3 結果と考察

2月23~25日:石川県において2月23,24日は気象庁の目視観測による黄砂観測日であった。SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Pb、Asのピークは2月23日に、Ca<sup>2+</sup>、Fe、Alのピークは24日にあり、石炭燃焼由来のPM<sub>2.5</sub>の濃度上昇の後に、黄砂の飛来がピークとなったことが推定される。

3月15~18日:気象庁の黄砂観測日なし。福岡でSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が10µg/m<sup>3</sup>を超える高濃度となった。

3月21~23日:福岡県、三重県において3月22日は気象庁の黄砂観測日。石炭燃焼由来と土壌由来の成分は同日に濃度のピークが見られた。

3月26日~4月1日:気象庁の黄砂観測日なし。しかし、土壌由来の成分は四日市、名古屋では30日に、白山では31日に濃度のピークが見られた。

マスクロージャーモデルによる寄与推計結果では、土壌粒子の寄与率は、気象庁の黄砂観測日となった地点では、2月23日の白山で25%、24日は31%、3月22日の四日市で8%であった。黄砂観測日以外でも3月30~31日は各地で土壌粒子の寄与率が約20%となった。

以上のことから、春先のPM<sub>2.5</sub>における黄砂の影響が確認できた。また、黄砂と同日に石炭燃焼由来のPM<sub>2.5</sub>濃度の上昇が見られる場合と、黄砂の前日に見られる場合が観測された。

謝辞) 本研究は国立環境研究所と地方環境研究所によるII型共同研究として実施しました。

# PM<sub>2.5</sub>の特異的高濃度事例のPMF解析

山神真紀子<sup>1)</sup>, 池盛文数<sup>1)</sup>, 久恒邦裕<sup>1)</sup>, 中島寛則<sup>1)</sup>, 高柳聡子<sup>1)</sup>, 荒川翔太<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>名古屋市環境科学調査センター, <sup>2)</sup>名古屋市環境局大気環境対策課

第56回大気環境学会年会(東京)2015.9

第42回環境保全・公害防止研究発表会(東京)2015.12

## 1 はじめに

PM<sub>2.5</sub>の自動測定機によって得られる1時間値は,市域などの狭い範囲内では濃度とその変動が一致することが多い。しかし,1時間値が他の地点とは異なって特異的に高濃度を示す場合がある。この場合,近くにPM<sub>2.5</sub>の発生源が存在する可能性がある。そこで,1時間値で高濃度を示す地点において実施したPM<sub>2.5</sub>成分分析調査結果から,Positive Matrix Factorization (PMF)解析により近傍の発生源プロファイルの抽出および寄与率を推定した。また,発生源寄与率と風向を組み合わせるConditional Probability Function<sup>1)</sup>(CPF法)により発生源の位置を推定した。

## 2 方法

PM<sub>2.5</sub>の自動測定機のテープろ紙(PTFE)を電子顕微鏡(SEM-EDS)で定性分析し,その後,無機元素成分を分析して,高濃度時のPM<sub>2.5</sub>の成分を確認した。PMF解析には24時間採取のPM<sub>2.5</sub>の成分分析結果を用いた。採取および成分分析方法は環境省マニュアル<sup>2)</sup>に従った。PM<sub>2.5</sub>の成分データは2年間のべ10地点(n=729)の質量濃度,イオン成分,炭素成分,無機元素成分の測定結果を使用した。PMFにはEPA-PMF5.0を用いた。CPF法は次式によりCPF値を求めた。閾値は因子の寄与率が上位25%の場合とした。

## 3 結果と考察

自動測定機で高濃度となった時間帯のテープろ紙をSEM-EDSにより定性分析したところ,鉄(Fe)が多いことがわかった。次に,テープろ紙の無機元素分析し,Fe以外に銅(Cu),マンガン(Mn)等が高濃度で存在していたことがわかった。

PMFにより,PM<sub>2.5</sub>を9つの因子に分け,指標元素からそれらを土壌粒子,海塩粒子,重油燃焼,石炭燃焼,硝酸塩,塩化物,自動車+廃棄物燃焼,局所的発生源(Ni),局所的発生源(Fe)と推定した。局所的発生源(Fe)と推定した因子プロファイルを図2に示す。テープろ紙の分析により高濃度となったFe,Cu,Mnが含まれていた。局所的発生源(Fe)の地点Aにおける寄与濃度はもっとも高い場合で9.6 µg/m<sup>3</sup>,平均2.8 µg/m<sup>3</sup>(n=56),寄与率は平均18%と推定された。

# 炭素同位体を用いたエアロゾル研究

## -シベリア森林火災の事例解析-

池盛文数

### 第 56 回大気環境学会年会（東京）2015.9

#### 1 はじめに

これまで、発表者は大気エアロゾル中の炭素同位体  $^{14}\text{C}$  の測定を行い、炭素成分の発生源解析を行ってきた。その中で、(1) 2003 年にシベリアで生じた森林火災が名古屋の  $\text{PM}_{2.5}$  中炭素成分に与えた影響について知見を得ている。また (2) 昨年、2014 年 7 月にも北海道、東北地方に、シベリア森林火災の影響によると思われる、 $\text{PM}_{2.5}$  高濃度が観測されている。この高濃度期間に採取した  $\text{PM}_{2.5}$  についても炭素同位体測定を行った。今回は、この 2 つの事例について、紹介する。

#### 2 方法

試料採取に関して、(1) は、FRM2000 (R&P 社製) を用いて、23.5 時間、流速 16.7 L/min で名古屋市環境科学調査センター屋上にて  $\text{PM}_{2.5}$  を石英繊維ろ紙およびテフロンろ紙に捕集した。採取期間は 2003 年 4 月~2004 年 3 月 (n=173) である。(2) は、北海道立総合研究機構環境科学研究センターにて、ハイボリュームエアサンプラーに  $\text{PM}_{2.5}$  分粒装置を装着し、流速 580 L/min で  $\text{PM}_{2.5}$  を石英繊維ろ紙に捕集した。サンプリングは 7 月 25 日の概ね 18 時より、12 時間ごとに 4 試料捕集した。成分測定は、イオンクロマトグラフ法によりイオン成分を、TOC 計により水溶性有機炭素 (WSOC) を測定した。また、IMPROVE プロトコルより有機炭素 (OC)、元素状炭素 (EC) を測定した。結果は、反射光により補正した。 $^{14}\text{C}$  濃度は、名古屋大学のタンデトロン加速器質量分析計 (High Voltage Engineering Europe 社製 Model 4130-AMS) を用いて、TC 中の炭素同位体組成比 ( $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) を測定した。

#### 3 結果

##### (1) 2003 年春季における名古屋の炭素成分に対するシベリア森林火災の影響について

2003 年 4 月~2004 年 3 月に名古屋で採取した  $\text{PM}_{2.5}$  について、5 月および 6 月前半に OC が高濃度であった。この 2003 年 5 月の OC 平均濃度 ( $6.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) は、2003~2007 年の 5 年間 (60 ヶ月の月平均値  $4.7 \pm 0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $3.0\text{-}7.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) の中でも特に高濃度であり特異的な発生源の存在が考えられた。 $^{14}\text{C}$  濃度は 5 月と 6 月前半に特異的に高かった。 $^{14}\text{C}$  濃度が高い期間中の各日の OC, OC/EC を見ると、OC は高濃度で、OC/EC は高い傾向があった。後方流跡線解析の結果より、OC/EC が高い日は東シベリアからの気塊が流れ込んでいた。2003 年にはシベリアにおいて大規模な森林火災が発生したことが知られている。森林火災時には、粒子だけでなく VOC も排出されることが知られている。これらの二次生成粒子が到達し、 $^{14}\text{C}$  濃度と OC/EC の上昇に寄与した可能性も考えられる。

##### (2) 2014 年 7 月における北海道の炭素成分に対するシベリア森林火災の影響について

2014 年 7 月 25 日午後から北海道の広い範囲で  $\text{PM}_{2.5}$  の濃度が上昇し、26 日には道内で注意喚起が出された。捕集開始からの 3 試料は炭素成分、 $^{14}\text{C}$  濃度ともに高濃度であった。 $^{14}\text{C}$  濃度は 92-103 pMC となり、期間中の炭素成分はおおよそ生物起源であることが示された。また同観測期間のレボグルコサン濃度は、順に、892, 311, 45,  $6.7 \text{ ng}/\text{m}^3$  と、炭素成分の変動と同様であった。 $\text{PM}_{2.5}$  の濃度上昇が北海道内で同時に観測されていること、 $^{14}\text{C}$  や成分濃度の結果、後方流跡線解析などから、この  $\text{PM}_{2.5}$  高濃度イベントはシベリア森林火災の影響が大きいと考えられる。

# 全国 PM<sub>2.5</sub> 成分測定結果への PMF モデルの適用

池盛文数, 北本洋紀<sup>1</sup>, 中坪良平<sup>2</sup>, 飯島明宏<sup>3</sup>, 岩本真二<sup>4</sup>, 菅田誠治<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 仙台市水道局浄水部水質検査課, <sup>2</sup> 兵庫県環境研究センター, <sup>3</sup> 高崎経済大学,

<sup>4</sup> 一般財団法人日本環境衛生センター, <sup>5</sup> 国立環境研究所

第 56 回大気環境学会年会 (東京) 2015.9

## 1 はじめに

2009 年, 微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) 質量濃度に環境基準が設定された. 全国の自治体は, PM<sub>2.5</sub> 質量濃度の監視体制の構築を行うとともに, PM<sub>2.5</sub> 成分分析測定を順次開始している. PM<sub>2.5</sub> の成分分析ガイドラインでは, この成分分析の実施結果を基に微小粒子状物質の発生源寄与割合の推計及び推計結果に基づく効果的な微小粒子状物質対策の検討等を行うこととしている. そこで, 本研究では, 環境省から公開された, H23 および H24 年度の全国 PM<sub>2.5</sub> 成分測定結果 (以下, 成分データ) を用いて, レセプターモデルの一つである Positive Matrix Factorization (PMF) を用いて発生源推定を試みた.

## 2 方法

PMF に用いたデータは, 環境省が公開している, H23, H24 年度の成分データである. 公開されている成分から, PM<sub>2.5</sub> 質量濃度, イオン成分は Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> および Ca<sup>2+</sup> を, 炭素成分は OC, EC を, 金属成分は Al, V, Cr, Fe, Ni, Zn, As, Sb, Pb を用いた. これらの成分は, 測定必須項目である. 金属元素に関しては, イオン成分に測定値がある元素 (Na, K, Ca) および, 測定数のうち下限値以下の数が 80% を超えた Sc を除外した. これらの成分について, 測定値がないサンプルを除外した. その結果, H23 年度は, 2127 サンプルが 1290 サンプルに, H24 年度は 4191 サンプルが 3470 サンプルとなり, 合計 4760 サンプルを PMF 解析に用いた. なお PM<sub>2.5</sub> 質量濃度は, 常に Category を Weak とし, 計算を行った. Q 値のばらつき, 計算結果の成分ごとの再現性などを考慮しつつ, PMF の最適化を行ったところ, サンプル数は 4760 から 4574 になった. PMF 解析は EPA-PMF5.0 を用いて行った.

## 3 結果

PMF 解析の結果, 5 つの因子が抽出された. 因子 1 (PM<sub>2.5</sub> の 6.5%, 以下割合のみ示す) は, Na<sup>+</sup> と Mg<sup>2+</sup> についてその大部分が配分されたため, 海塩を示していると考えられる. この因子の Mg<sup>2+</sup>/Na<sup>+</sup> 比は, 0.11 と海水中のそれと同等であった. 因子 2 (46%) は, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> が多く配分されたため, 硫酸エアロゾルを示していると考えられる. 因子 2 は Pb, As が多く配分され, また Pb/Zn 比も 0.58 と大陸輸送を示すと考えられる 0.5-0.6 内に入っていた. これらの結果から, 因子 2 は大陸輸送の影響を強く反映した因子と考えられる. またこの因子は PM<sub>2.5</sub> の約 45% が配分されている. その理由として OC, EC の配分が多いこと挙げられる. PMF は発生源が異なっても変動要素が類似している成分を同じ因子として抜き出してしまう可能性がある. この因子の OC, EC が大陸輸送の影響によるものかどうかは, PSCF や CWT 法などの位置推定を行い, 検証する必要がある. OC については有機物の発生源マーカーを加えることも検討する必要があるだろう. 因子 3 (20%) は OC, EC, Sb が多く配分されたため, 道路交通の影響を示していると考えられる. また Cr, Fe, Ni および Zn などの重金属類も多く, 重工業等の固定発生源の影響も含まれていると考えられる. 以上より因子 2 が大陸輸送の影響を反映した因子だったのに対し, 因子 3 は国内発生源を強く反映した因子と推測される. 因子 4 (16%) は V, Ni が多く配分されており, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> の寄与も因子 2 に次いで多かった. これより重油燃焼を示すと考えられる. また Ni/V 比が 2.2 と, 船舶からの影響が示唆されるが, 因子 2 と同様に位置推定を行い, 検証する必要がある. 因子 5 (13%) は Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> が多く配分されている. これらは気温が低下した時に粒子化する成分を示していると考えられる.

# 模擬サンプルデータを用いた PMF 解析に関する考察

○久恒邦裕

名古屋市環境科学調査センター

## 第 56 回大気環境学会年会（東京）2015.9

【はじめに】PM<sub>2.5</sub> や酸性雨などの汚染物質は多様な発生源の様々な化学物質から構成される。多岐にわたる発生源の影響を推定する方法として、Positive Matrix Factorization(以下、PMF)解析が、多くの機会で行われているが、課題も多い。今回、任意に設定した観測データを模擬的に生成させ、そのデータの解析を行うことで解析の傾向や手段の妥当性を調べた。

【方法および考察】PMF 解析には EPA-PMF Version5.0 を用いた。因子寄与は 365 日分で、2 パターン(case1, case2)を用意した。[case1]は、因子寄与が正規分布(平均 1, 標準偏差 0.2)に従うとした。[case2]では、時系列データを想定し、直前の値との差が正規分布(平均 0, 標準偏差 0.04)に従うとした。いずれも、値が 0 以下になった場合には 0 と変換した。発生源データは成分を SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Fe, V, Ni, Al, Pb, Mg としそれぞれに指標元素の役割をもたせ、5 種類(A~E)を用意した(Fig. 1 上段)。この発生源データと case1 または case2 の因子寄与から模擬サンプルデータを生成させ、これに PMF 解析を実施した。誤差項(残差成分)は 0 とした。結果は Fig. 1 の中段(case1)および下段(case2)に示した。Fig.1 では、各因子に振り分けられた成分ごとの割合(% of species sum, 未記載)等を参考に A~E に帰属した同じ因子を縦列で配した。いずれの計算でも残差はなく、残差の評価では測定成分をよく説明しているが、推定された因子(1-I ~ V および 2-I ~ V)は、A~E の仮定した因子の濃度プロファイルを再現するには至らなかった。

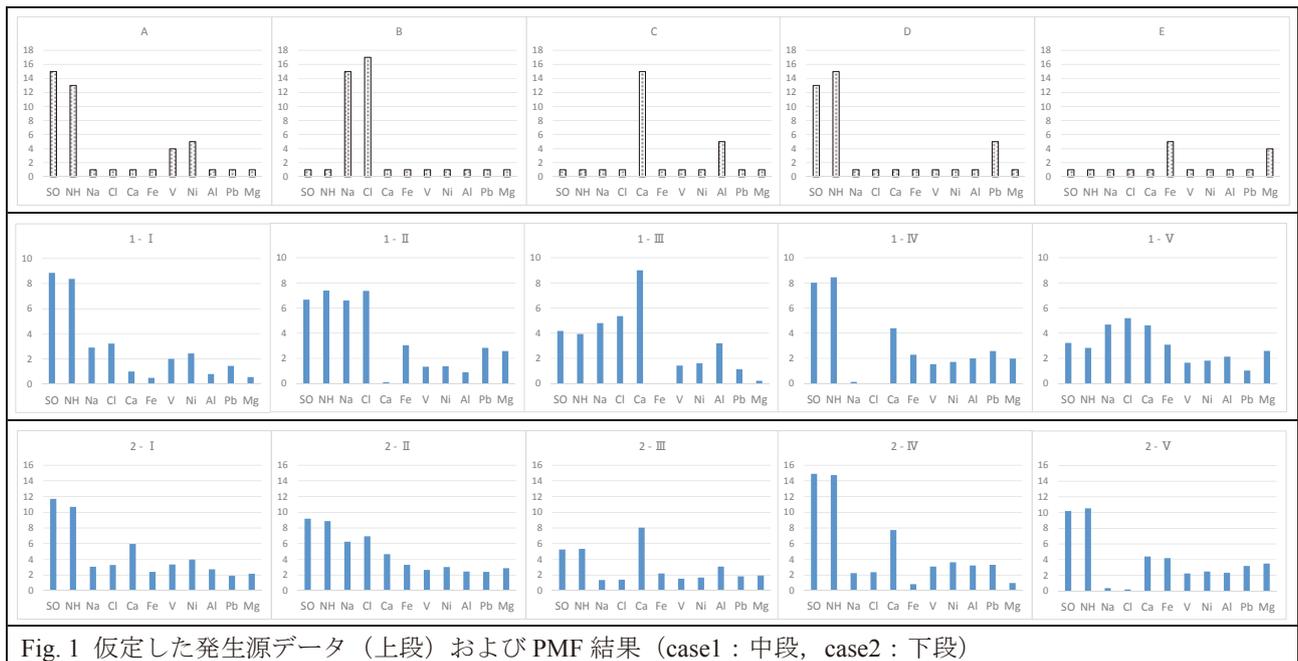


Fig.1 仮定した発生源データ（上段）および PMF 結果（case1：中段，case2：下段）

[case1]について、統計ソフト R のパッケージ psych の関数 fa()を用いて、因子分析した因子負荷(最尤法, promax 回転, 非負制約無し, 標準化済)の結果を Fig.2 に示した。PMF 解析と比較すると、全体的に元のプロファイルの再現性が高い。ただし、[case2]ではプロファイルが分離せず、PMF 解析の際には、他の因子分析手法を併用することで、信頼性向上につながる情報を得られる可能性がある。

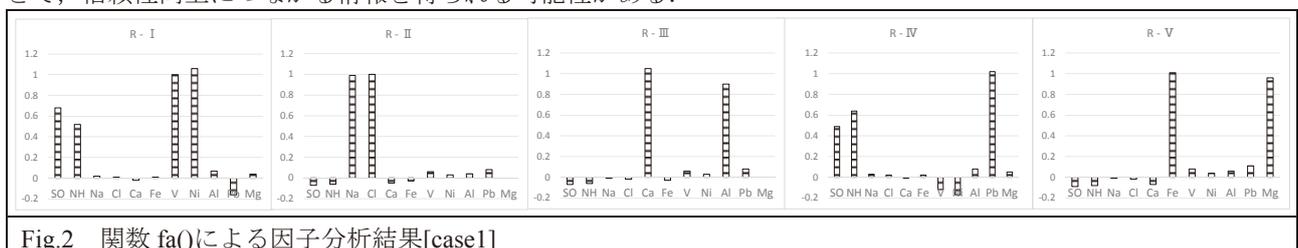


Fig.2 関数 fa()による因子分析結果[case1]

# 名古屋市河川におけるネオニコチノイド系農薬

## および代謝物の濃度分布

長谷川瞳, 平生進吾

第 18 回水環境学会シンポジウム (長野市) 2015.9

### 1 はじめに

ネオニコチノイド系農薬は、ニコチンと類似した化学構造を持つ殺虫剤である。有害性が問題視される有機リン系農薬に替わり、1990 年代以降、日本でもその使用量は増えている。用途は、一般家庭のガーデニング用から農業用、シロアリ駆除、ペットのシラミ・ノミ取り、ゴキブリ駆除、スプレー殺虫剤、新築住宅の化学建材など広範囲にわたり、現在、農薬として世界 100 カ国以上で販売されている。

一方で、ネオニコチノイド系農薬は、世界各国で発生しているミツバチの大量死 (蜂群崩壊症候群: Colony Collapse Disorder, CCD) の主な原因といわれており、EU をはじめとして、アメリカ、カナダ、中国等で、その一部の使用が制限・禁止され始めている。また、ネオニコチノイド系農薬は、神経伝達物質であるアセチルコリン受容体へ作用することから、近年、野生生物やヒトの脳への影響、特に胎児・小児など脆弱な発達中の脳への影響が懸念されている。

現在、日本でネオニコチノイド系農薬として登録されているものは 7 種類あるが、その他に分子構造の類似性から、EU や諸外国では規制対象になっている物質がいくつか存在する。本研究では、それらも含めて、ネオニコチノイド系農薬および代謝物を一斉に分析する方法を検討し、名古屋市内の環境水の調査を行った。以下にその結果を報告する。

### 2 実験方法

対象物質は、現在、日本においてネオニコチノイド系農薬として登録されている 7 種類に加え、構造が類似しているフィプロニル、エチプロール、フロニカミドおよび、代謝物 3 種類である。

前処理は 200mL の環境水試料にサロゲートとして、アセタミプリド-*d*3、イミダクロプリド-*d*4、クロチアジゲン-*d*3、チアメトキサム-*d*4 を 50ng 添加した後、Inertsep Pharma を用いて固相抽出し、5 mL のメタノールで溶出した。

溶出液は続いて、活性炭カートリッジに通し、クリーンアップを行った。窒素吹きつけにより濃縮、メタノールにより 1 mL に定容し、LC/MS/MS にて測定を行った。

### 3 名古屋市水環境における実態調査結果

名古屋市水環境中のネオニコチノイド系農薬および代謝物の濃度レベルを測定した。調査は 2015 年 7 月に公共用水域常時監視地点 15 地点 (河川 10 地点および海水 5 地点) で行った。測定した全ての試料からネオニコチノイド系農薬は検出され、名古屋市内の水環境に広く分布していることが示唆された。測定対象とした 10 物質中 9 物質が検出されたが、代謝物については、いずれも検出されなかった。名古屋市においては、郊外地域で濃度が高い傾向があり、田畑や庭、公園などで使用したものが環境中へ放出した結果と考えられる。

### 4 まとめ

ネオニコチノイド系農薬および代謝物 14 種類について分析法の検討を行い、名古屋市水環境水中に存在する対象物質を高感度で回収率よく分析することができた。

名古屋市内の河川水および海水について実態調査を行ったところ、全ての地点からネオニコチノイド系農薬が検出された。

# 名古屋市におけるアスベスト対策の動向と飛散事例について

中島 寛則

全国大気汚染防止連絡協議会第 61 回全国大会（香川県）2015.11

## 1 はじめに

名古屋市では、一定規模以上の建築物について、解体作業が行われる際に、アスベストが飛散していないことを確認するために、解体現場の敷地境界等での大気中アスベスト濃度について測定を行っている。また、アスベスト含有の有無が確認できない解体現場においては、含有量の調査も実施している。

今回はこの2種類のアスベストに関する調査についての動向を述べるとともに、いくつかのアスベスト飛散事例について、その経過について報告した。

## 2 方法

大気中濃度調査方法はアスベストモニタリングマニュアル第4.0版に従って実施した。試料採取は解体作業中の1時間、大気中の粉じんを毎分10Lでろ紙（ミポア AAWP047）上に、解体現場1地点につき2か所において捕集した。含有量調査はJISA1481に従って実施した。吹付け材等の試料を粉碎しふるい分け後、X線回折法および分散染色法で定性分析を行い、アスベスト含有が確認された検体については、X線回折法による定量分析を行い含有率を求めた。

## 3 結果と考察

### (1) アスベストに関する調査の経過

敷地境界におけるアスベスト濃度の調査は平成 20 年度より実施している。年間検体数は平成 25 年度までは 40～60 検体であったものが、平成 26 年度は約 120 検体と大幅に増加している。これは、解体工事の件数が増加していること、また厚生労働省によるアスベスト対策厳密化の通達が出されたことなどが影響していると考えられる。また、1 本/L を超えた件数は年間検体数のうち 3～18%であった。

吹付け材等に含まれるアスベスト含有量の調査は平成 18 年度より実施している。年間検体数は 1～34 検体と変動が大きい、近年は 10 検体前後で推移している。アスベスト検出数は年間最大で 4 検体あり、これまでの合計は 16 検体であった。検出されたアスベストの種類はクリソタイル 9 検体、クロシドライト 4 検体、アモサイト 3 検体であった。

### (2) 解体等現場におけるアスベスト飛散事例

事例①（平成 25 年 12 月 12 日） 名古屋市内の地下鉄駅構内機械室において、アスベスト除去工事が行われた際、機械室のドアの外および屋外換気塔において、環境濃度の測定を実施した結果、機械室前で 700 本/L のアスベスト飛散が確認された。換気塔では 2.5 本/L であった。飛散したのはクロシドライトであり、ただちに工事を中止し、原因究明や飛散防止処置等の実施に 1 年以上の期間が必要となった。その間駅構内に飛散していないことを確認するため、毎月同地点で環境濃度の測定を実施した。アスベストが飛散した原因としては、集じん機の不具合や湿潤処理が不十分であったことなどが考えられている。

事例②（平成 27 年 4 月 15 日）名古屋市内のビル解体工事において、敷地境界におけるアスベスト濃度が 150 本/L となり、アモサイトの飛散が確認された。直ちに工事中止及び原因究明が行われ、飛散防止処置及び作業遵守の確認後工事が再開されたが、ふたたびアモサイトが 5.5 本/L の濃度で検出された。その後、養生に不備があったことが判明したため、確実な飛散防止処置を行った後に工事を再開し、その後飛散は確認されていない。

## 4 まとめ

名古屋市ではアスベストの飛散防止対策として、解体等現場における敷地境界での環境濃度調査および、解体等工事における吹付け材等のアスベスト含有量調査を行っている。

これまでの調査では、飛散防止対策が十分でなかったためにアスベストが飛散した例や、届出書に記載されていなかったアスベストが含有していた例などが複数確認されている。

今後も市民の安全のために、これらの調査を続け、アスベスト飛散事故の防止に努めていきたいと考えている。

# 名古屋市内ため池の生物多様性評価の試み

岡村 祐里子, 大畑 史江, 榊原 靖

第 18 回自然系調査研究機関連絡会議 調査研究・活動事例発表会 (千葉) 2015.11

## 1 はじめに

名古屋市内にはかつては農業用として利用されていたため池が数多く残存しており、現在でも市民の親水空間であるとともに市内における生物の貴重な生息地になっている。市内ため池の生物多様性の保全を考えるにあたり、生態系の劣化・損失を把握し、モニタリング及び保全の方向性や優先度を示すためにも、科学的根拠に基づいた生物多様性の定量的な評価を行うことが求められている。国立環境研究所と地域環境研究所等のⅡ型共同研究「湖沼の生物多様性・生態系評価のための情報ネットワーク構築」で用いられた生態系評価手法を参考に、名古屋市内に位置する 11 のため池について生物多様性の定量評価を試みた。

## 2 評価方法

定量評価の手法は国立環境研究所と地域環境研究所等のⅡ型共同研究「湖沼の生物多様性・生態系評価のための情報ネットワーク構築」に準拠した。純淡水魚および水生植物を対象とし、各地点のモニタリング結果を 1999 年以前と 2000 年以後にまとめ、“過去”と“現在”として多様性の比較を行った。“現在の在来種の種数”，過去から現在における在来種の“残存率”，レッドリストのランクに基づいて重み付けした“レッドリストスコア”，不健全化の指標として“国外外来種の種数”の 4 つを指標として評価した。

## 3 結果および考察

11 のため池について分析を行った結果、純淡水魚の多様性評価結果と水生植物の多様性評価結果には関連が認められなかった。純淡水魚では現在の在来種数、残存率ともに全ての地点間で大きな差がない結果となった。いずれの池も国外外来種の種数が多く、また、在来種についても国内移入が疑わしい種が多く存在しており、生態系の不健全化が伺われた。純淡水魚については、現在の在来種数が多い地点とレッドリストスコアが高い地点は一致しなかった。水生植物では、現在の在来種数、レッドリストスコアともに高い地点がある一方で在来種が全く見られなくなってしまった地点が存在するなど、純淡水魚の結果と異なり地点によって差が大きいという結果が得られた。国外外来種の定着についても地点間の差が大きかった。水生植物の残存率は 1 を大きく上回る地点が複数あり、国内移入が強く示唆された。

# 名古屋市内で掘削されたボーリングコア試料中の 自然由来有害重金属の分布状況

山守英朋, 朝日教智, 堀部敏男\*, 竹内一貴\* (\*名古屋市環境局)

第 50 回日本水環境学会年会 (徳島) 2016.3

## 1 はじめに

前報<sup>1)</sup>で、濃尾平野における、砒素、水銀、ふっ素、ほう素による広範囲な地下水汚染について報告した。名古屋市においても、砒素、ふっ素、ほう素は西部地域で、水銀は南東地域で汚染が見つかっている。これらの地下水汚染は、深層地下水で、広域的に、環境基準値をわずかに上回って検出され、地層等の自然由来による汚染が疑われている。そのため、これらの地下水汚染と、土壌との関係を明らかにするため、名古屋市内で掘削されたボーリングコア試料(以下コア試料)を入手し、土壌中の重金属成分の全量分析をすすめている。本報告では、土壌試料の重金属濃度結果を取りまとめ、自然由来土壌汚染対象 8 元素(カドミウム、クロム、水銀、セレン、鉛、砒素、ふっ素、ほう素)に関して、土質、地質ごとに全体像を解析した結果について報告する。

## 2 調査方法

1) 試料採取法:名古屋市全域を 3km メッシュ(全 42 メッシュ)に分け、メッシュ毎に 1 地点、コア試料を入手した。また、各コア試料で、深さ方向に土質の変わり目ごとにサンプリングを行い分析試料とした。本報告では、21 地点、延べ 417 試料の分析結果を用いた。

2) 試料の前処理および定量方法:分析試料を、アルミナ乳棒にて粉碎を行い、2mm メッシュのふるいを通したものを定量用試料とした。なお、礫混じりの試料は、礫は粉碎せず、礫に付着している土壌をはがすのみとした。土壌の定量方法として、総水銀は、底質調査法の硝酸-硫酸-過マンガン酸カリウム分析法に準ずる方法で処理後、還元気化原子吸光光度法にて定量した。ふっ素およびほう素は、底質調査法のアルカリ溶融法に準ずる方法で処理後、ふっ素はイオン電極法、ほう素は ICP 発光分光分析法にて定量した。他の重金属は、底質調査法の压力容器法に準ずる方法にて処理して、ICP 質量分析法にて、24 元素一斉分析を行った。

## 3 実験結果および考察

### 1) 土質と土壌濃度との関係

結果として、いずれも表土が最も濃度が高く、試料ごとのばらつきも大きかった。また、概ね、土質の粒度が小さくなるにつれて、濃度が高くなっていった。また、他の元素(B,Cd,Cr,F,Hg,Pb,Se)も同様な傾向であった。これは、人為的な汚染が、表土付近に留まって、その汚染の有無により、ばらつきが大きくなっているためと考えられた。したがって、以下の解析からは、人為的な汚染を排除するため、表土は除外した。

### 2) 地層と土壌濃度との関係

桑原は、濃尾平野の地下断面図は、名古屋市外の東部丘陵地から三重県の養老山地に向かって地層は沈み込んでおり、層序は図 1 のようになっていると報告している。図 2 には、各地層における砒素濃度(平均値・最大値・最小値)を示した。平均値では、既存文献値<sup>2)</sup>を大きく上回る地層は認められず、地層間で比較しても特異的な大小は認められなかった。一方で、最大値を見ると、熱田層上部、海部・弥富累層、東海層群において、非常に大きな値を示す試料も認められた。また、他の元素においても、水銀を除き、砒素と同様な傾向が認められた。一方、水銀のみ沖積層において他の地層に比べ高濃度傾向が認められた。現在、これらピンポイント高濃度試料の特徴を調査中である。

## 参考文献

- 1)山守ら:第 48 回日本水環境学会講演要旨集,563(2014)
- 2) 桑原:第四紀研究,7,235-247(1968)
- 3)Bowen:Env. Chem. of the Elements, Academic Press (1979)

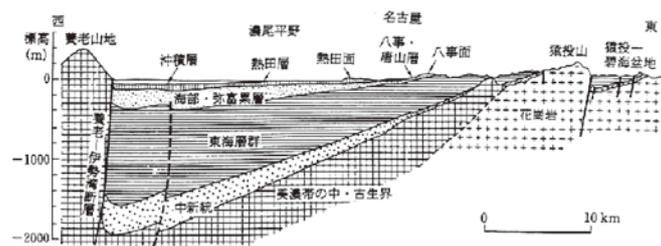


図 1 濃尾平野の地下断面図<sup>2)</sup>

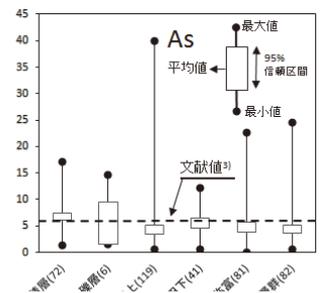


図 2 各地層中の砒素濃度

# 消費者のライフスタイル変化による GHG 排出量削減効果の推定

中島 寛則, 大野 隆史

## 第 11 回日本 LCA 学会研究発表会 (千葉県) 2016.3

### 1 はじめに

生鮮食品のライフサイクルに伴う温室効果ガスの排出を減少させるため、地産地消、旬産旬消といった買物行動が推奨されており、生鮮食品の LCA についても多くの研究が行われてきている。

これまでの研究では、名古屋市内の家計部門が購入する青果物や水産物等の生鮮食品について、5 年間の平均取扱量より、1 年当たりの生産・輸送に伴う GHG 排出量を算出し、経年変動について考察を加えた。また、地産地消や旬産旬消等の削減効果についてシナリオを設定し検討を行ってきた。

本年度は、これまでの生産・輸送段階に加えて、消費及び廃棄までを含めた GHG 排出量を一定条件のもとで算出した。さらに、消費者のライフスタイルに着目し、買い物時の交通手段の低炭素化、食品リサイクルの推進などのシナリオを設定し、現状の GHG 排出量と比較してどの程度削減効果があるのかについて検討を行ったので、その結果について報告した。

### 2 方法

生鮮食品 37 品目(野菜 14 品目, 果物 10 品目, 水産物 11 品目, 肉類 2 品目)について、生産・輸送・消費・廃棄の各段階における単位重量当たりの GHG 排出量を算出した。①さらに旬産旬消の推進, ②買い物時の交通手段の低炭素化および③食品ロスの削減の 3 つのシナリオを設定し、温室効果ガス排出量の削減率を解析した。

### 3 結果と考察

図 1 に生鮮食品 37 品目の現状における 1kg 当たり GHG 排出量の算出結果を示す。

この結果、青果物ではいちごやハウスみかん、ピーマンなど加温栽培で生産している品目で GHG 排出量が大きくなった。水産物ではまぐろ類やかじき類など遠洋漁業で生産する品目で GHG 排出量が大きくなった。肉類では牛肉の方が、飼育時の反すうに伴うメタン排出が多きいことなどにより、GHG 排出量が大きくなった。輸送および消費段階の排出量はいずれの品目も小さく、水産物や肉類では総排出量に占める割合も低いが、総排出量の小さいキャベツや白菜などの青果物では相対的に寄与率が大きくなった。廃棄段階の排出量は歩留まり率の低い野菜で小さく、歩留まり率の高い水産物では大きくなった。

次にシナリオ別に排出量を算出し、すべてのシナリオを組み合わせさせた GHG 排出量の削減率を図 2 に示す。

シナリオ①では、ハウス栽培の品目で、6%~42%の削減率となった。シナリオ②では、自動車利用の抑制により、消費段階の排出量が約 49%減少した。シナリオ③では、廃棄段階の排出量が 50%減少した。すべてのシナリオを組み合わせることにより、消費者の買物行動の変化によって、ライフサイクル全体における GHG 排出量が、いずれの品目においても大幅に削減可能であるということが示唆された。

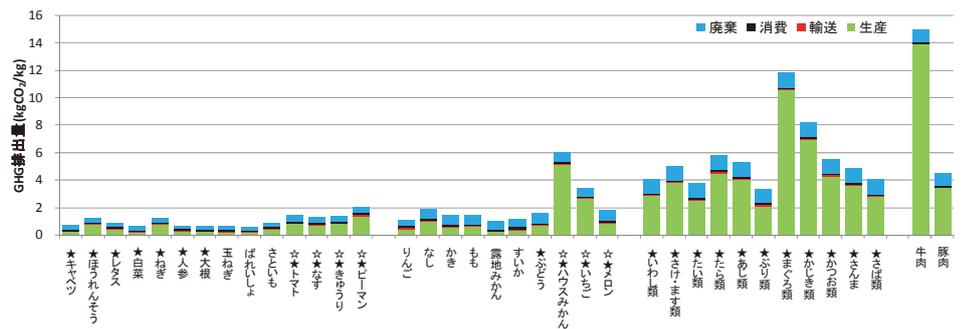


図 1 生鮮食品の GHG 排出量算出結果

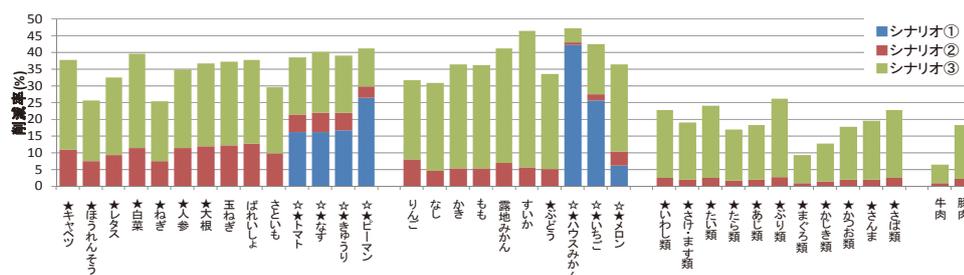


図 2 将来予測シナリオに基づく GHG 排出量の削減率

# 生物応答を用いた名古屋市内河川の評価

長谷川 絵理, 山守 英朋, 岡村 祐里子, 大畑 史江, 長谷川 瞳

第 50 回日本水環境学会年会 (徳島市) 2016.3

## 1 はじめに

現在、環境水に排出される事業場排水の評価手法として、3種の水生生物応答を用いた毒性試験が注目されており、当センターでも試験検討を行ってきた。今回、この手法を用いて、名古屋市内の河川水について、影響評価を行った。また、同時に、一部地点について季節変動も調査した。

## 2 試験方法

### 1) 調査地点

庄内川(6地点), 矢田川(6地点), 新川(6地点), 植田川(1地点), 天白川(6地点), 荒子川(1地点), 堀川(2地点), 新堀川(1地点), 山崎川(1地点)について、河川水を採水し、実態調査を行った。

また、名古屋市内河川の9地点の河川水(1:荒子ポンプ場, 2:東海橋, 3:小塩橋, 4:港新橋, 5:日の出橋, 6:道德橋, 7:天白橋, 8:千鳥橋, 9:大森橋)を用いて、5, 7, 9, 11, 1月に試験を行い、季節変動を調査した。

### 2) 試験方法

生物応答を用いた排水(環境水)試験法<sup>1)</sup>に基づき試験を行った。試験濃度区は、最高濃度を100%濃度区とし(藻類試験では98%)、公比2で希釈していき、NOEC(最大無影響濃度)を算出した。また、試料のNOECを毒性単位TU(Toxicity Unit)に換算した。また、併せて重金属分析も行った。

## 3 結果と考察

### 1) 名古屋市内河川の実態調査

庄内川, 矢田川の河川水で試験を行ったところ、すべての地点で、生物影響は見られなかった。新川の調査では、3地点において、甲殻類への弱い影響が認められた。

天白川調査では、天白川上流の1地点において、甲殻類への強い毒性影響がみられたため、下流の地点においても採水し、試験を行った。下流においても影響がみられたが、下流に行くに従って影響は小さくなった。影響が見られた上流の地点について、重金属を測定したところ、高濃度のニッケルが検出された。甲殻類に対するNOECの約200倍濃度であったため、甲殻類への影響は、ニッケルに起因するものと考えられた。

### 2) 河川水の季節変動

9地点の河川水について、生物影響の季節変動を調査したところ、7, 9月の調査では、5地点において、3種の水生生物への影響はほとんど見られなかった。

日の出橋では、11月の調査において甲殻類への影響がみられた。その時の河川水の電気伝導率が約1000mS/mであり、塩分の影響によるものと考えられた。5月の調査では、電気伝導率が低いにもかかわらず、3種の生物に対して、強い生物影響がみられた。重金属についても、高濃度である物質は無かったため、この原因については、今後調査していきたい。

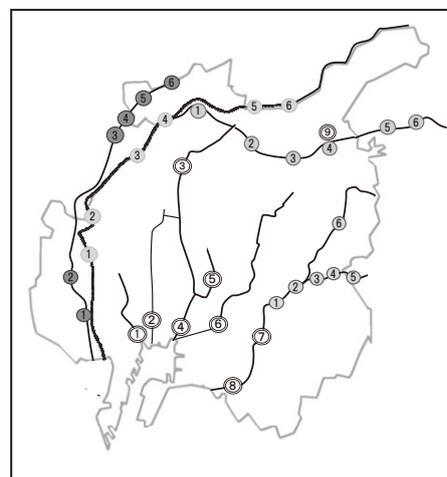


図1 調査地点

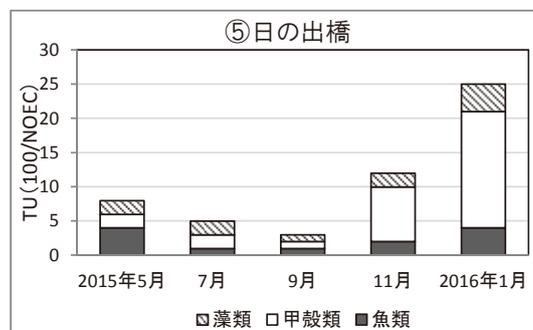


図2 日の出橋の季節変動

## 参考文献

- 1) 排水(環境水)管理のバイオアッセイ技術検討分科会「生物応答を用いた排水試験法」