

# Associations between Fine Particulate Matter Components and Daily Mortality in Nagoya, Japan

Kayo Ueda<sup>1</sup>, Makiko Yamagami<sup>2</sup>, Fumikazu Ikemori<sup>2</sup>, Kunihiro Hisatsune<sup>2</sup>,  
and Hiroshi Nitta<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Kyoto University,

<sup>2</sup>Nagoya City Institute for Environmental Sciences,

<sup>3</sup>National Institute for Environmental Studies

Journal of Epidemiology, **26(5)**, 249-257, 2016

はじめに：微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)の死亡に対する影響推定値には、季節変動や地域差がみられ、この変動にはPM<sub>2.5</sub>の化学成分の違いが関係している可能性がある。本研究では、名古屋市においてPM<sub>2.5</sub>の成分濃度と死亡との関連について検討した。

方法：名古屋市の2003年4月から2007年12月までにおける65歳以上の日死亡数とPM<sub>2.5</sub>質量濃度及び成分濃度のデータを結合した。時間層別化ケースクロスオーバーデザインを用い、日々の死亡とPM<sub>2.5</sub>質量濃度及びそれぞれの成分（塩化物イオン、硝酸イオン、硫酸イオン、ナトリウムイオン、カリウムイオン、カルシウムイオン、マグネシウムイオン、アンモニウムイオン、元素状炭素、有機炭素）との関連について検討した。

結果：PM<sub>2.5</sub>質量濃度と死亡との関連は、春・秋により大きかった。PM<sub>2.5</sub>成分濃度については、単汚染物質モデルで、硫酸イオン、硝酸イオン、塩化物イオン、アンモニウムイオン、カリウムイオン、元素状炭素、有機炭素が死亡と有意な関連がみられた。多汚染物質モデルでは、硫酸イオンの四分位範囲濃度上昇あたり、2.1%(95%信頼区間、-0.1, 4.4%)の全死亡増加と関連しており、有意に近い関連であった。

結論：これらの結果から、ある粒子状物質の成分は他の成分より有害な影響が大きく、粒子状物質の健康影響の四季変動に関わっていることを示唆した。

# 名古屋市での生鮮食品取扱量に基づいた温室効果ガス排出量の 算出とその経年変動

中島 寛則, 大野 隆史

日本 LCA 学会誌 11, 292-299, 2015

名古屋市内で消費される青果物, 水産物および生肉類について, 生産段階及び輸送段階における一定条件での年間 GHG 排出量を, 2008 年から 2012 年までの市場データをもとに算出し, 品目ごとに経年変動の解析を行った.

青果物では加温栽培をおこなう品目で, 光熱動力の影響によって生産段階での GHG 排出量が大きくなった. また, 露地栽培のものでは, 取扱量の多いキャベツや玉ねぎで GHG 排出量が大きくなった. また輸送段階では, 北海道産や外国産の取扱量が多い玉ねぎやばれいしょなどの品目で, GHG 排出量が大きくなった. 以上より, 地産地消や旬産旬消を促進することにより, GHG 排出量の減少が期待される.

水産物では取扱量も多く, 遠洋漁業で生産される, まぐろ類の GHG 排出量が最も大きくなった. 生肉類では牛肉の GHG 排出量が大きい結果となった. 水産物や生肉類は生産段階の GHG 排出量が 99%以上を占めており, 輸送による排出の影響はほとんど認められなかった.

全品目を合計した GHG 排出量は 5 年間の平均で約 72 万 tCO<sub>2</sub>eq となり, 水産物が最も大きな GHG 排出量となった.

5 年間の経年変動について解析を行ったところ, 全体の GHG 排出量は経年的に減少しており, 5 年間で約 12%の減少率となった. 品目別にみると, 果物では全国的な出荷量の減少と同様の傾向が認められた. 野菜も多く品の品目で全国の出荷量と同様の傾向であったが, 中には一致しない品目もあった. 水産物では一部の品目で, 全国の漁獲量の変動と, 名古屋市での GHG 排出量の変動の相関が認められた. 生肉類では顕著な傾向は認められなかった.

# 野菜の購買と脱温暖化シナリオ

中島 寛則

「おかいもの革命！」公人の友社, p143-152(2015)

キャベツやりんご等, 野菜及び果物 24 品目の生産及び輸送段階における, 年間温室効果ガス排出量を, 名古屋市中央卸売市場の取扱量をもとに算出した. またその結果をもとに削減シナリオを設定し, 地産地消やエネルギー転換の削減効果を定量的に算出した.

野菜や果物では, キュウリやハウスみかんなど, ビニールハウスで加温栽培を行っている品目で生産段階の GHG 排出量が大きくなった. また, 北海道産の割合が多い玉ねぎなど, 名古屋市の市場までの輸送距離が長い品目で輸送段階の GHG 排出量が大きくなった. また全体的に, 生産段階の排出量の方が大きくなる傾向がみられた. 今回対象とした青果物 24 品目の年間 GHG 排出量は合計で約 26 万 tCO<sub>2</sub>eq であった.

削減シナリオによる効果では, 地産地消の推進や化石燃料から再生可能エネルギーへのエネルギー転換を進めることで, およそ 30%の削減効果が認められた.

# 放射性炭素 $^{14}\text{C}$ を用いた都市大気における炭素性エアロゾル中 生物起源炭素の季節変動と発生源解析

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

Earozoru Kenkyu, **31(1)**, 47–58, 2016

植物燃焼や植物から放出される炭素質エアロゾルについて, 都市における季節変動や発生源を評価するため, 名古屋で捕集した全浮遊粒子状物質試料の有機炭素, 元素炭素,  $^{14}\text{C}$  およびレボグルコサン濃度を測定した. 春 (56.4 percent modern carbon, 以下 pMC) や夏-初秋 (57.4 pMC) における  $^{14}\text{C}$  濃度は, 晩秋-冬 (47.1 pMC) に比べ高濃度であった. 特に4月の  $^{14}\text{C}$  濃度は, 花粉の影響により観測期間で最も高濃度であった. レボグルコサン濃度は明確な季節変動を示し, 国内の報告例と同じく, 晩秋-冬において他の季節よりも高濃度であった. またレボグルコサンは,  $^{14}\text{C}$  濃度より算出した全炭素中の非化石燃料起源炭素 (TCnf) と, 晩秋-冬においてよい相関を示した. さらに, TCnf を二つの起源, 植物燃焼起源炭素 (TCbb) と TCbb 以外の生物起源炭素 (TCbio) に分けた. TCnf および TC に対する TCbb の寄与は, 晩秋-冬において高かった. 一方, TCbio はすべての季節において TCbb より高濃度であった. また, TCbio の発生源は, 春は花粉, 夏は植物起源の二次生成エアロゾルの寄与が大きいなど, 季節により大きく異なると考えられた.

# Influence of contemporary carbon originating from 2003 Siberian forest fire to organic carbon in PM<sub>2.5</sub> in Nagoya, Japan

Fumikazu Ikemori, Koji Honjyo<sup>1</sup>, Makiko Yamagami, Toshio Nakamura<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University,

<sup>2</sup> Centre for Chronological Research, Nagoya University

Science of the Total Environment **530–531**, 403–410, 2015

2003年4月～2004年3月に名古屋で採取したPM<sub>2.5</sub>について、春季はOCが高濃度となった。特に5月は2003～2007年で最もOCが高濃度であった。また<sup>14</sup>C濃度より5月と6月前半に特異的に<sup>14</sup>C濃度が高い結果を得た。各日のOC、OC/ECを見ると、<sup>14</sup>C濃度が高い期間中、OCは高濃度でOC/ECは高い傾向があった。また、後方流跡線解析より、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おり、日本国内でも森林火災より発生したエアロゾルが富士山の山頂で観測されている。バイオマス燃焼の指標とされるK<sup>+</sup>は、OC/ECやOCと同じような濃度上昇は見られなかった。森林火災の長距離輸送に関してはK<sup>+</sup>を指標にすることが難しいことが考えられる。また森林火災は粒子だけでなくVOCも発生することが知られているため、これらの二次生成粒子が到達し、pMCとOC/ECの上昇に寄与した可能性が考えられる。

# Chemical structural characteristics of HULIS and other fractionated organic matter in urban aerosols: Results from mass spectral and FT-IR analysis

Qingcai Chen<sup>1</sup>, Fumikazu Ikemori, Hayato Higo<sup>2</sup>, Daichi Asakawa<sup>3</sup>,  
Michihiro Mochida<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, <sup>2</sup> Fukuoka City HAKATA Health & Welfare Center, <sup>3</sup> Osaka City Institute of Public Health and Environmental Sciences

Environmental Science & Technology, **50**, 1721–1730, 2016

炭素質エアロゾルは、大気エアロゾルの20~80%を占め、気候変動やヒトの健康影響に大きく関わっている。炭素質エアロゾルの化学的性質や組成を知ることは、その起源や発生源を知る上でとても重要である。しかし、その組成の複雑さゆえに、よく理解されていない。名古屋で採取した大気浮遊粉塵（TSP）中の炭素質エアロゾルを、有機溶媒の性質（極性の度合い）に分画した。各区分をFT-IRにより官能基情報を調べ、AMSにより質量情報を得た。分画は、非水溶性有機炭素（WISOC）、水溶性有機炭素（WSOC）の三つの区分（極性の高いものからHP-WSOC、MP-WSOC、LP-WSOC）に分画した。夏は、HP、MP-WSOCが冬の2倍になった。FT-IRの結果から、WISOCは炭化水素が多く、LP-WSOCはアルコール類が多かった。MP、HP-WSOCは、低級カルボン酸やアルコールが支配的であった。AMSのデータを統計的に処理し、発生源を調べたところ、WISOC、LP-WSOCは自動車などの一次燃焼の影響を強く受けており、MP、HP-WSOCは、光化学二次生成の影響を強く受けていることが示唆された。

# Comparison of air pollution with mutagens and chemical constituents in particulate matter in metropolises in China (Beijing) and Japan (Osaka and Nagoya)

Souleymane Coulibaly<sup>1</sup>, Hiroki Minami<sup>1</sup>, Maho Abe<sup>1</sup>, Nami Furukawa<sup>1</sup>, Ryo Ono<sup>1</sup>,  
Tomohiro Hasei<sup>1</sup>, Akira Toriba<sup>2</sup>, Ning Tang<sup>2</sup>, Kazuichi Hayakawa<sup>2</sup>, Kunihiro Funasaka<sup>3</sup>,  
Daichi Asakawa<sup>3</sup>, Fumikazu Ikemori, Masanari Watanabe<sup>4</sup>, Naoko Honda<sup>1,5</sup>, Keiji  
Wakabayashi<sup>1,6</sup>, Tetsushi Watanabe<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kyoto Pharmaceutical University, <sup>2</sup> Kanazawa University, <sup>3</sup> Osaka City Institute of  
Public Health and Environmental Sciences, <sup>4</sup> Tottori University,  
<sup>5</sup> Sonoda Women's University, <sup>6</sup> University of Shizuoka

Biological and Pharmaceutical Bulletin, **39(3)**, 415–422, 2016

近年、東アジア沿岸からの汚染物質輸送が注目されている。そこで、日本が風下になる、春と冬において、全浮遊粒子状物質を北京、大阪および名古屋で捕集し、汚染物質の濃度を比較した。10種の多環芳香族炭化水素（PAHs）について、北京は、大阪、名古屋の約60倍であった。変異原性試験を行ったところ、北京は大阪、名古屋より、変異原活性が高かった。これらの結果、北京は大阪、名古屋よりも大気汚染が深刻な状況にあることが示された。特定のPAHsや、ニトロPAHsの比を取ることで、発生源情報を得ることができる。その結果、北京では冬にバイオマスバーニングや石炭燃焼の影響が強く、春は車の影響が強いことがわかった。

# Spatial correlativity of atmospheric particulate components simultaneously collected in Japan

Kunihiro Funasaka<sup>1</sup>, Daichi Asakawa<sup>1</sup>, Yuichiro Oku<sup>2</sup>, Naoya Kishikawa<sup>3</sup>,  
Yuya Deguchi<sup>4</sup>, Nobuyuki Sera<sup>5</sup>, Tetsurou Seiyama<sup>6</sup>, Kazunori Horasaki<sup>6</sup>,  
Keiichi Arashidani<sup>7</sup>, Akira Toriba<sup>8</sup>, Kazuichi Hayakawa<sup>8</sup>, Masanari Watanabe<sup>9</sup>,  
Hiroyuki Kataoka<sup>10</sup>, Takako Yamaguchi<sup>11</sup>, Fumikazu Ikemori, Yohei Inaba<sup>12</sup>,  
Kenichi Tonokura<sup>13</sup>, Masayuki Akiyama<sup>14</sup>, Osamu Kokunai<sup>15</sup>, Souleymane Coulibaly<sup>15</sup>,  
Tomohiro Hasei<sup>15</sup>, Tetsushi Watanabe<sup>15</sup>

<sup>1</sup> Osaka City Institute of Public Health and Environmental Sciences, <sup>2</sup> Kanazawa  
University, <sup>3</sup> Osaka City Institute of Public Health and Environmental Sciences, <sup>4</sup> Tottori  
University,

<sup>5</sup> Sonoda Women's University, <sup>6</sup> University of Shizuoka

Environmental Monitoring and Assessment, **188:85**, 2016

2008年7月から2009年6月に国内14地点で毎月4回以上、ハイボリウムエアサンプラーによる総粉じん(TSP)の捕集を行った。イオン成分、炭素成分、無機元素の分析を行い、地域間相関性と成分間相関性を調べた。エアロゾル成分濃度の大阪に対する各地点の地域間相関性を調べたところ、イオン成分( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ 等)や炭素成分(OC, EC)は地域間の相関性が有意に高かった。無機元素はPb, Mn, Cdを除き相関は弱く、Pd, Cdは大阪と広域な地点において相関が高いのに対し、Mnの相関が高い地点は大阪近傍に限られていた。ことから大気エアロゾルは成分によって広域的な影響と地域的な影響の程度が大きく異なると考えられた。また、大阪を例とした場合、成分間の相関は $\text{SO}_4^{2-}$ と $\text{NH}_4^+$ およびECとOCでそれぞれ有意であったが、 $\text{SO}_4^{2-}$ とECおよび $\text{SO}_4^{2-}$ とOCの相関は弱かった。このことは因子分析の計算結果にも反映されており、これらの成分はいずれも広域輸送による影響を受けやすいが、発生源の由来は異なる可能性が示唆された。

# Optimisation of pre-treatment and ionisation for GC/MS analysis for the determination of chlorinated PAHs in atmospheric particulate samples

Yuta Kamiya<sup>1</sup>, Fumikazu Ikemori, Takeshi Ohura<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Graduate School of Agriculture, Meijo University

International Journal of Environmental Analytical Chemistry **95**, 1157–1168, 2015

塩素化多環芳香族炭化水素類 (CIPAHs) は、代表的な環境汚染物質として新しく発見された物質である。これまでの研究において、CIPAHs のガスクロマトグラフィー質量分析計 (GC/MS) 分析に関連した、サンプル前処理とイオン化条件が評価されている。本研究では、大気粒子試料に対しての最適な前処理について検討を行い、クリーンアップ手法として、シリカゲルを用いた。ターゲットとした CIPAHs は、イオン化法として NCI 法では、EI 法に比べて、感度が良い物質もあったが、すべてが感度よく検出されるわけではなかった。この方法を用いて、比較的工場の多い立地でサンプリングした大気試料および、トンネル粉塵の標準のサンプルを測定した。結果、それぞれ、14, 18 種の CIPAHs が検出された。両サンプルを比較すると、プロファイルが大きく異なっていたため、大気試料中の CIPAHs は、自動車排ガスではなく、ローカルな発生源からの排出により起因していると考えられた。

# 大気エアロゾル中の炭素フラクションと $^{14}\text{C}$ 分析

池盛文数

Earozoru Kenkyu, **31(1)**, 23–31, 2016

放射性炭素同位体  $^{14}\text{C}$  は、炭素を化石と生物の二つの起源に分けることができるため、発生源解析のための有力なトレーサーの一つとして知られている。大気エアロゾル中の全炭素 (TC) だけでなく、有機炭素 (OC)、元素状炭素 (EC) や水溶性有機炭素 (WSOC) における  $^{14}\text{C}$  濃度を測定するために、これらを分離する研究がされている。本稿では、炭素成分の分離法に関する研究、提案されたプロトコル、それらの相互比較についてまとめた。OC と EC 分離のためには、以下の事項に留意する必要があると考えられる。それは、熱分離の前に WSOC を抽出すること、OC 除去の際、適切な温度を選択すること、他の分離メソッドより得た炭素フラクションの  $^{14}\text{C}$  濃度と比較することである。WSOC 中の  $^{14}\text{C}$  濃度についても、直接測定された例が報告されている。これらの炭素フラクションにおける  $^{14}\text{C}$  濃度測定により、炭素質エアロゾルの発生源や環境動態の理解が深まることが期待される。

# ベイズ統計を用いた PM<sub>2.5</sub> 常時監視データの解析

久恒 邦裕, 山神 真紀子

名古屋市環境科学調査センター

大気環境学会誌, **50**(2), 107-116

PM<sub>2.5</sub>の環境基準が定められ、各地で常時監視体制が整い多地点のデータを得ることが容易になりつつある。しかし、平均値などを比較しただけではそれぞれの測定地点の特徴を明確にとらえることは難しい。そこで今回、愛知県、岐阜県および三重県の測定局を対象にして、ベイズ統計を用いた条件付き自己回帰モデルにより常時監視データの解析を行った。PM<sub>2.5</sub>濃度の観測値を、全域に共通した月ごとの影響、 $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ で区切られた領域的な影響と測定局ごとの影響の3つに分けて、それぞれ定量的に推定した。領域的な影響は、名古屋港を中心とする愛知県西部や三重県北部において高くなる傾向が、愛知県東部や岐阜県では低くなる傾向が示された。また、それら領域的な影響を排除した測定局ごとの影響についても示し、影響の割合を定量的に評価することが可能となった。ベイズ統計による地理的特徴の結果は、空間自己相関の指標である Local Moran's I や、Conditional Probability Function (CPF) 解析の結果との整合性が確認された。また、領域的な影響と測定局ごとの影響の合計は、全域に共通した月ごとの影響に対して最大で1.50倍になり、逆に低い場合には0.67倍の値になった。観測値と、得られた3つの影響の推定値から計算した濃度の予測範囲を比較すると、観測値のほとんどが予測範囲の中に納まった。大量の極端な値や欠測がある場合には、一部で観測値が予測範囲を超えた。

# 環境試料中に含まれる微量金属分析の手順・実例

久恒 邦裕

「微量金属分析とその前処理技術」, 技術情報協会, p515-521 (2015)

PM2.5 に含まれる微量金属の分析方法について, 採取条件・フィルターの特徴や分析条件について一般的な手法を示し, 名古屋市で採取されたサンプルの測定結果概要について述べた.

また, SPM や有害大気汚染物質モニタリング, 酸性雨についても金属分析について解説した.

測定データの解析については, 大気環境における解析としてよく用いられる手法や成分を中心として実例を挙げ, 環境分野における微量金属分析の意味などを示した.

# Liquid chromatography-mass spectrometric analysis of *p*-cumyl phenol and Bisphenol A in environmental waters in Nagoya city.

Hitomi HASEGAWA, Shingo HIRAO, Shigeru SUZUKI\*

\* Graduate School of Bioscience and Biotechnology, Chubu University

Journal of Environmental Chemistry, **26(1)**, 21–26, 2016

ビスフェノール A (BPA)は、ポリカーボネート製のプラスチックを製造する際のモノマーや、エポキシ樹脂の原料として幅広く利用されている。一方で、1996年『奪われし未来 (Our Stolen Future)』の出版を契機に、内分泌かく乱物質 (環境ホルモン) として、日本国内でも大きく取り上げられ、環境省、厚生省等が調査研究を開始した。さらに近年では、BPAは、きわめて微量でも動物の胎児等に影響を生じることがあるとの報告もあり、より高感度での分析法が求められている。*p*-クミルフェノール (*p*-CP)は、BPAから一つ水酸基の取れた物質で、主に、界面活性剤の原料として使用されている。また、ポリカーボネート樹脂合成の際にはBPAとともに原料として使用されることもある。BPAに関してはこれまでに多くの研究がされており、分析法に関する報告例も多い。一方で、*p*-CPは、BPAと構造的に非常に類似しており、腎毒性が認められているにも関わらず、分析法についての報告例がほとんどなく、LC/MSによる分析法を開発した例はない。また、BPA類を分析するときは、誘導体化GC/MS法により測定を行うことが多いが、誘導体化反応を行うことは、操作が煩雑になり、前処理時間に長時間を要する。この点を改善するために、誘導体化反応なしで測定を行うことができるLC/MSによる分析法開発を行うこととした。また、BPAは非常に幅広く使用されていることから、実験室内の環境中にも存在していることが考えられるため、極微量の分析を行う際には、ブランク対策を行うことが必須になる。

そこで、本研究では、BPAと、その関連物質である*p*-CPについて、LC/MSを用いて、水環境中の存在量を高感度で同時に分析する方法を開発した。さらに、両物質の環境動態を把握することを目的とし、名古屋市内の環境水を対象に開発した方法を用いて両物質を同時に調査した。