

# 保健環境研究所だより

もくじ

- ・ 微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) の基礎知識 (2) P1 ~ 4
- ・ 食品表示の一元化 P5
- ・ 「京都環境フェスティバル 2013」に参加しました P6



No. **107**  
平成26年3月

## 微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) の基礎知識 (2) - 2012年度PM2.5成分分析結果から分かったこと -

### 1. PM<sub>2.5</sub> 常時監視測定結果

2012年度のPM<sub>2.5</sub>常時監視測定結果は、一般環境測定局(一般局:有効測定局13局)のうち6局、自動車排出ガス測定局(自排局:有効測定局2局)の2局で環境基準を達成しませんでした。

PM<sub>2.5</sub>月平均濃度の変化を図1に示します。一般局、自排局とも3月~5月が最も濃度が高く、8月、12月が最も低くなっていました。自排局は、極めて低濃度であった8月を除いて、一般局より概ね2~6μg/m<sup>3</sup>程度高くなっていますが、一般局、自排局の月平均濃度の変動パターンは年間を通じてよく似ており、PM<sub>2.5</sub>が広域的な大気汚染現象であることを示しています。

PM<sub>2.5</sub>の年平均濃度が35μg/m<sup>3</sup>を超過した延べ日数及び延べ局数は、一般局、自排局とも3月~5月と7月が多くなっていますが、これは、後述するように大陸からの越境大気汚染と光化学2次生成によると考えられます。

図2は2012年4月から2013年3月にかけて京都府南部に設置している久御山測定局で測定したPM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10-2.5</sub>(粒径が2.5μm~10μmの粒子)の年平均濃度の推移です。常時監視ではPM<sub>2.5</sub>のみを測定することとなっていますが、京都府では粒径が2.5μm~10μmの粒子を同時に測定できる装置を5

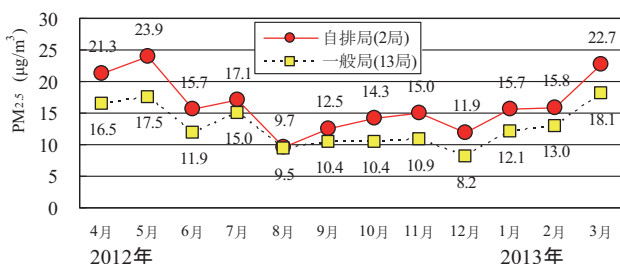


図1 2012年度におけるPM<sub>2.5</sub>月平均濃度の推移  
(注) 有効測定局の月平均濃度の平均

か所設置しています。なぜPM<sub>2.5</sub>より大きな粒子を測定するかというと、例えば黄砂は中心粒径約4μmでほとんどはPM<sub>2.5</sub>より大きな粒子ですが、少しPM<sub>2.5</sub>も含まれているので、PM<sub>2.5</sub>の濃度が高くなったときに、黄砂の影響なのか、人為起源の微小粒子だけの影響なのかを的確に判断するために必要なのです。今のところ、常時監視に加えてこのような測定を行っているのは、全国的に見ても京都府のほかは1自治体だけです。

2012年度にPM<sub>2.5</sub>が日平均値35μg/m<sup>3</sup>を超えた日は、4月10日、24日、25日、5月8日、9日、17日、7月29日、3月9日、17日の9日間でしたが、PM<sub>10-2.5</sub>のデータを併せて考えると、このうち4月、5月の6日間は主に越境大気汚染と弱い黄砂、7月は光化学2次生成、3月の2日間は黄砂と越境大気汚染の複合と推定され、地域汚染のベースの上に越境大気汚染や黄砂の影響が加わってさらに高濃度になったと考えています。

### 2. PM<sub>2.5</sub> 成分分析結果

2012年度のPM<sub>2.5</sub>成分分析は、大山崎町に設置している国道171号局において、年4回、四季ごとに環境省が策定した『微小粒子状物質(PM2.5)成分分析ガイドライン(2011年7月)』及び、『微小粒子状

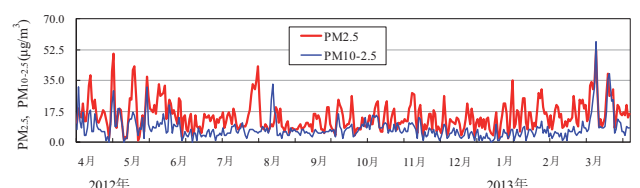


図2 久御山局におけるPM<sub>2.5</sub>濃度、PM<sub>10-2.5</sub>濃度日平均値の推移

物質 (PM2.5) 成分測定マニュアル (2012 年 4 月)』に準拠して実施しました。試料採取期間は環境省水・大気環境局大気環境課から全国一斉観測日として要請があった表 1 の期間としました。

### (1)PM<sub>2.5</sub> 成分分析期間の概要

成分分析を実施した各季の PM<sub>2.5</sub> 平均値は、春季が 19.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、夏季が 16.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、秋季が 16.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、冬季が 17.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  であり、いずれも国道 171 号局の年平均値 15.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  と同程度か若干高い濃度であり、成分分析を実施した 4 期間は、概ね平均的な汚染状況であったと考えられます。また、短期基準の 1 日平均値 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超えた日は、春季が 2 日間、夏季が 2 日間であり、秋季、冬季は 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超過した日はありませんでした。

### (2)PM<sub>2.5</sub> 高濃度要因の検討

PM<sub>2.5</sub> は、発生源から直接排出された粒子 (1 次生成粒子) と大気中に排出されたガスが反応して生成した粒子 (2 次生成粒子) から成り、PM<sub>2.5</sub> の濃度が高くなる主な原因としては、前号で紹介したように、(1) 大陸からの移流 (越境大気汚染)、(2) 地域の発生源からの汚染物質の蓄積、(3) 光化学反応による 2 次生成が考えられます。

中国は消費するエネルギーの約 80% を石炭に依存しており、石炭の消費量は日本の約 16 倍に及びます。したがって、中国の風下域にある日本の大気環境へのインパクトは、中国から輸送される石炭燃焼粒子の影響を抜きにしては考えられません。

PM<sub>2.5</sub> 質量濃度に対する寄与が大きい成分は、硫酸イオン (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)、有機炭素 (OC)、元素状炭素 (EC)、アンモニウムイオン (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) であり、この 4 成分で概ね質量濃度の 60 ~ 80% 程度を占めることが多いのですが、残念ながらこれら 4 成分は PM<sub>2.5</sub> の起源を特定するための情報に乏しいのです。高濃度 PM<sub>2.5</sub> の起源を推定するに当たっては、PM<sub>2.5</sub> に含まれる量は極めて少ないのですが無機元素成分である鉛 (Pb) や亜鉛 (Zn) の濃度と濃度比 (Pb/Zn 比)、バナジウム (V) とマンガン (Mn) の濃度や濃度比 (V/Mn 比) が有効です。これらの無機元素は土壌にも含まれていますので、常に大気中には存在しているのですが、石炭燃焼粒子や石油燃焼粒子と土壌粒子の元

素濃度比がわずかに異なることを利用して、PM<sub>2.5</sub> の起源を推定することができます。既往研究によると、Pb/Zn 比は、現在の日本の都市大気では概ね 0.2 程度ですが、0.5 ~ 0.6 を超える Pb/Zn 比が観測されると石炭燃焼粒子を主とする越境大気汚染の可能性が高くなります。また、V/Mn 比は、現在の日本の都市大気では概ね 0.1 ~ 0.2 程度ですが、高い V/Mn 比が観測されると国内起源を含めた石油燃焼の影響が大きいことが明らかになっています。

Pb は日本でも高濃度の時代があり、1970 年には大阪、川崎で 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超える Pb 濃度が観測されていました (「昭和 51 年版環境白書」)。これは、主に石炭燃焼やノッキング防止剤としてガソリンに添加されていたテトラエチル鉛を起源とするものと考えられますが、その後、石炭から石油への転換や有鉛ガソリンの使用禁止により Pb 濃度は激減し、現在では大都市域でも 0.01 ~ 0.02  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  程度になっています。一方、中国では主に石炭燃焼が起源と考えられる Pb が高濃度であり、埼玉県環境科学国際センターの研究では、中国各地で PM<sub>2.5</sub> 高濃度汚染が報道された 2013 年 1 月 9 ~ 23 日に、北京市で観測した Pb 濃度の平均は 0.39  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (最高は 11 ~ 14 日の 0.97  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) でした。

次に、表 1 に示した PM<sub>2.5</sub> 濃度が環境基準 (短期基準) の日平均値 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超えた春季の 2 日、夏季の 2 日について、図 3 に示す成分組成、図 4 に示す Pb 濃度及び Pb/Zn 比、V 濃度及び V/Mn 比をもとに、高濃度をもたらした要因を検討しました。

### (3) 春季の高濃度要因

春季の PM<sub>2.5</sub> 濃度が 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超過したのは、5 月 9 日、5 月 16 日で、それぞれ 39.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、35.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  であり、5 月 17 日の 33.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  がこれに次ぐ濃度でした。5 月 9 日、16 日、17 日の SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 濃度は、春季の平均 5.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  に対して、それぞれ 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、8.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  とかなり高濃度であり、図 4 に示す Pb 濃度も同様に、春季の平均 0.010 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  に対して、それぞれ 0.032 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、0.023 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、0.018 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  と高濃度でした。また、V も同様に、春季の平均 0.0026 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  に対して、それぞれ 0.0073  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、0.0060 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、0.0039 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  と高濃度でした。

PM<sub>2.5</sub> に含まれる成分の中で、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> と Pb 等は

表 1 PM<sub>2.5</sub> 成分分析実施期間

季節	試料採取期間	日平均値が 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日
春季	2012 年 5 月 9 日 (水) ~ 5 月 23 日 (水)	5 月 9 日、5 月 16 日
夏季	2012 年 7 月 26 日 (木) ~ 8 月 9 日 (木)	7 月 28 日、7 月 29 日
秋季	2012 年 11 月 1 日 (木) ~ 11 月 15 日 (木)	なし
冬季	2013 年 1 月 24 日 (木) ~ 2 月 7 日 (木)	なし

※ 1 日 (10 時から翌日 10 時の 24 時間) × 14 日 × 4 季節

陸からの移流によって濃度が高くなる成分であり、 $\text{SO}_4^{2-}$  は石油、石炭を主な起源とし、Pb は石炭を主な起源としていますが、5月9日、16日、17日の事例については、Pbが高濃度であるにもかかわらず、Pb/Zn比が0.3～0.4程度であったことと、V濃度が高くなっていたことから、大陸から石炭燃焼粒子と石油燃焼粒子が一緒に輸送された可能性が高いと考えられます。

後方流跡線解析<sup>注1)</sup>によると、5月9日、16日は、ともに大気汚染物質の排出量が多い中国の渤海沿岸域を経由しており、また、九州大学/国立環境研究所が運用する『化学天気予報システム：CFORS』でも大陸からの人為起源汚染物質である硫酸塩エアロゾルの移流が予想されていることと整合的でした。

注1) 後方流跡線解析：ある時刻、ある場所に存在する気塊(空気のかたまり)の移動経路を時間をさかのぼって、気象条件などから計算させる手法。越境大気汚染や黄砂の発生地を検討する場合などに用いられます。

#### (4) 夏季の高濃度要因

夏季の $\text{PM}_{2.5}$ 濃度が $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過したのは、7月28日、7月29日で、それぞれ $39.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $40.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、7月26日、27日の $32.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $30.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ がこれに次ぐ濃度でした。7月30日以降は低濃度で推移していました。

夏季などに日射量が大きく、高温で弱風などの気象条件が重なると、光化学反応が活性化し光化学オキシダント濃度が高くなるとともに、光化学2次生成によって硫酸アンモニウム( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ )やOCが生成し、 $\text{PM}_{2.5}$ 濃度が高くなることが明らかになっています。

7月27日は京都府南部全域に、28日は相楽地域に光化学スモッグ注意報が発令されており、7月26日～29日は光化学オキシダント濃度が高く、光化学2次生成が活発であったと考えられます。図5に成分分析実施期間における $\text{PM}_{2.5}$ 濃度1時間値と、近傍の大山崎局の光化学オキシダント濃度1時間値を示します。7月26日～29日の昼間は、光化学オキシダント濃度の増加に伴い、少し時間的な遅れをもって $\text{PM}_{2.5}$ 濃度が増加していますが、夜間、光化学オキシダント濃度が減少しても $\text{PM}_{2.5}$ 濃度はあまり減少せずに、徐々に蓄積されていく傾向が見られます。

7月28日、29日の $\text{SO}_4^{2-}$ 濃度は、夏季の季節平均 $5.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ に対して、それぞれ $14\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $19\mu\text{g}/\text{m}^3$ とかなり高濃度であり、OC濃度は、夏季の季節平均 $3.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ に対して、それぞれ $5.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $5.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ と高くなっていました。また、 $\text{SO}_4^{2-}$ の対イオンであ

る $\text{NH}_4^+$ は $5.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $6.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、これら3成分で $24.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $31.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ と、 $\text{PM}_{2.5}$ 濃度の62～78%を占めていました。また、 $\text{SO}_4^{2-}$ と $\text{NH}_4^+$ は、ほぼ当量関係にあり、主たるイオン成分は $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ であると考えられました。

後方流跡線解析によると、7月28日、29日は気塊が日本付近で滞留しており、CFORSでも大陸からの移流は予測されていませんでした。これは、夏季は日本列島が広く太平洋高気圧に覆われるため、大陸からの汚染物質の輸送が起こりにくいことによります。

したがって、7月28日、29日は、活発な光化学反応によって $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ やOCなどの粒子が生成され、 $\text{PM}_{2.5}$ 濃度が高くなったと推定されました。

#### おわりに

2013年1月に発生した中国の北京市等を中心とする $\text{PM}_{2.5}$ による広域大気汚染については、西日本、特に九州地方への越境大気汚染が大きく報道され、たいへん心配されたことと思います。

国立環境研究所の研究では、黄砂の場合、濃度が1/2になる距離は約450kmとされています。北京から京都までは約1800kmありますので、計算では1/16程度に減衰します。 $\text{PM}_{2.5}$ の主要な成分である $\text{SO}_4^{2-}$ やPbでは、この距離が470～490kmと報告されていますので、計算上は1/13～1/14程度に減衰すると考えられます。中国で高濃度であっても、日本へ輸送される間に拡散や沈着によって $\text{PM}_{2.5}$ や成分の濃度はかなり低くなるのです。逆に考えると、より大陸に近い九州北部は京都の2倍程度の影響を受けることになり、越境汚染による $\text{PM}_{2.5}$ の高濃度に関しては、まさに「西高東低」です。

実際、京都府がホームページ<sup>注2)</sup>で公開している $\text{PM}_{2.5}$ 日平均値を見ると、北京市などの広域大気汚染が報道された2013年1月下旬から2月上旬では1月30日の $32.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ (自排大宮局)が最高でした。また、西日本の各地で、環境省が設定した健康影響に係る注意喚起の暫定指針値である日平均値 $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた2013年3月9日でも $57.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ (国道171号局)が最高でした。さらに、京都府が常時監視を開始した2010年4月以降で日平均値 $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日は、大規模な黄砂が飛来した2011年5月2日(国道171号局で $71.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ )の1日のみでした。

注2) 京都府ホームページ：<http://www.pref.kyoto.jp/>

2回連載で『微小粒子状物質( $\text{PM}_{2.5}$ )の基礎知識』を紹介しましたが、なじみのない化学記号や数字がたくさん出てきて少し難しかったかもしれません。 $\text{PM}_{2.5}$ の常時監視や高濃度原因の解明のために、

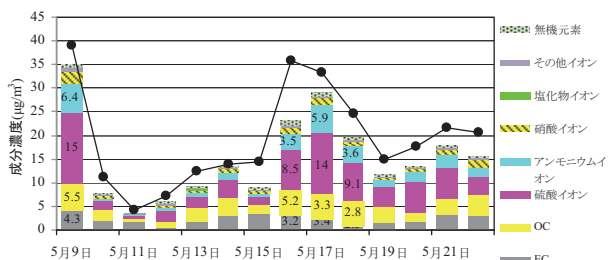
日々、本稿で紹介したような地道な観測や分析や解析に取り組んでいることをご理解いただければ幸いです。

質的に全国トップクラスのPM<sub>2.5</sub> 常時監視体制を

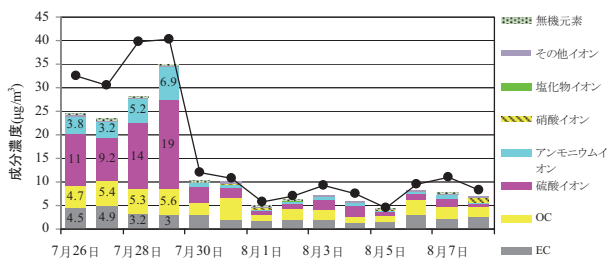
持つ京都府は、これからも京都府の空に向けて大気常時監視の目を光らせていく所存です。

(大気課 日置 正)

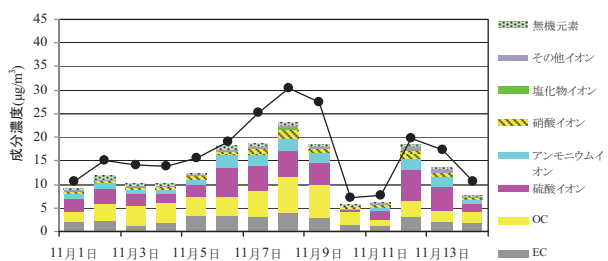
春季



夏季



秋季



冬季

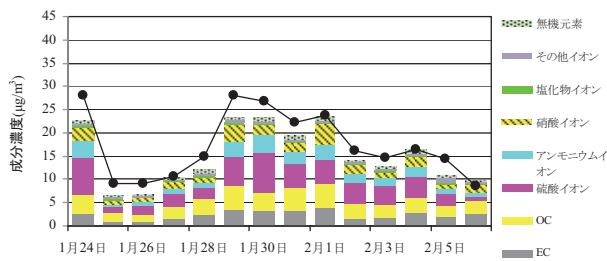
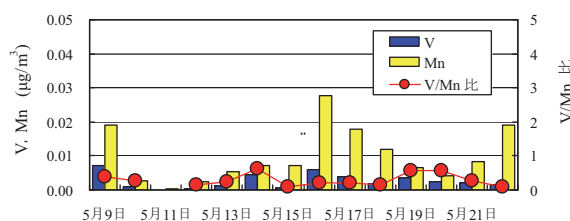
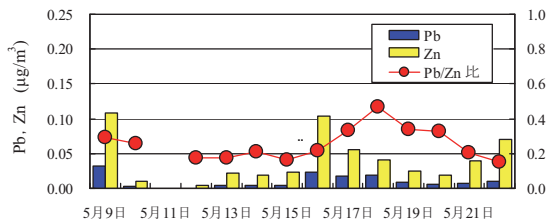


図3 PM<sub>2.5</sub>の成分組成

春季



夏季

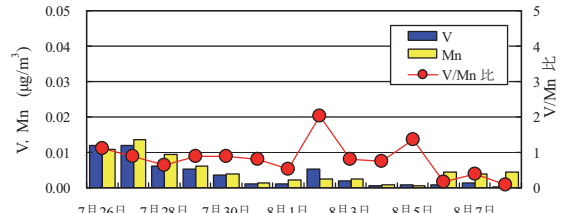
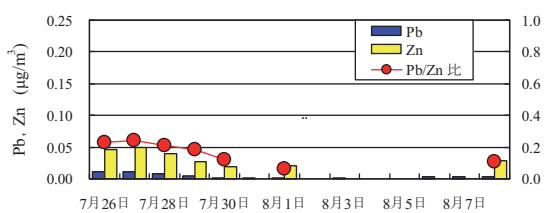


図4 春季及び夏季におけるPM<sub>2.5</sub>中のPb濃度及びPb/Zn比、V濃度及びV/Mn比

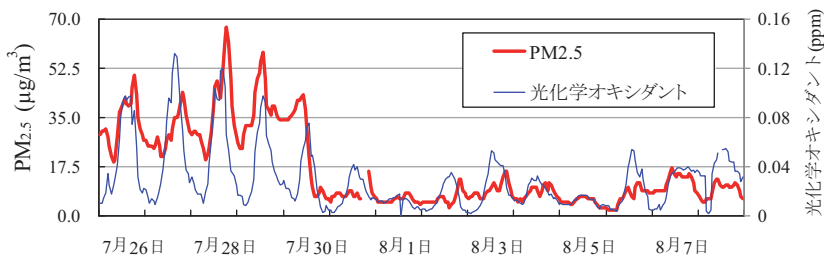


図5 PM<sub>2.5</sub>濃度1時間値と光化学オキシダント濃度1時間値

# 食品表示の一元化

## 1 食品表示法の公布

食品表示は、原材料は何か、賞味期限はいつかといった消費者が安全な食品を選択するときの重要な情報源となっています。

食品表示については、現在、2009年9月に設置された消費者庁が一括で所管していますが、飲食に起因する衛生上の危害発生を防止することを目的とした「食品衛生法」、原材料や原産地など品質に関する適正な表示により消費者の選択に資することを目的とした「JAS法（農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律）」、栄養の改善その他の国民の健康の増進を図ることを目的とした「健康増進法」の3法からなっています。そのため、用語が統一されていないか、根拠規定が複雑だったりなどわかりにくい法体系となっています。（図参照）

このような状況を受けて、3法の食品表示に関する規定を統合した新しい法律「食品表示法」が制定され、2013年6月28日に公布されました。これにより食品表示に関する包括的かつ一元的な制度が創設されます。

## 2 食品表示法のメリット

食品表示法制定により、表示義務付けの目的を統一・拡大することにより整合性の取れた表示基準の制定が可能となります。また、複雑でわかりにくい現行の3法の表示部分を一元化することで、用語や定義が統一され、わかりやすい表示になります。

現在は任意の表示である栄養表示も今後義務化されるため、消費者が日々の栄養・食生活の管理による健康増進に役立てることができそうです。

## 3 今後の検討課題

消費者庁では、外食等におけるアレルギー表示、遺伝子組換え表示、加工食品の原料原産地表示を検討課題として挙げています。

アレルギー表示は、特定の食物アレルギーを持つ消費者にとって貴重な情報源ですが、現在は外食や家に持ち帰って食べるための対面販売式の惣菜等については表示義務がないため、今後、情報提供のあり方を検討する必要があるとされています。

遺伝子組換え表示については、遺伝子組換え体混入割合5%以下のもの、DNA検出が不可能とされている加工食品については対象外ですが、混入割合をEU並み（0.9%未満）にすることや表示義務対象食品の範囲拡大などの要望があることから、表示のあり方を検討していくとされています。

加工食品の原料原産地表示については、現在はJAS法に基づき原料に使われた一次産品（農畜水産物）の原産地を明らかにする表示が義務付けられ、加工度の低い食品が対象品目の中心となっていますが、対象品目の拡大を含め検討していくとされています。

食品表示法の施行は公布から2年以内とされており、施行までの間に具体的な表示のルールである表示基準が定められます。消費者、事業者双方にとってわかりやすい表示の仕組みになることが期待されます。

京都府では、適正な食品表示を確保するための取組の一つとして、当所において大豆やパパイアの遺伝子組換え食品の検査を実施しています。消費者庁において遺伝子組換え表示等が検討されていることから、今後このような検査の重要性が増してくるものと考えています。

（理化学課）

（現行法令に基づく表示例）

名 称	スナック菓子
原材料名	じゃがいも(遺伝子組換えでない)、植物油、食塩、デキストリン、乳糖、たんぱく加水分解物(小麦を含む)、酵母エキスパウダー、粉末しょうゆ、鶏介工キスパウダー(かに・えびを含む)、香料、調味料(アミノ酸等)、卵殻カルシウム
内 容 量	81g   賞味期限   この面の右部に記載
保存方法	直射日光および高温多湿の場所を避けて保存してください。
販 売 者	39

※「39」は製造所固有記号

主要栄養成分 1袋(81g)当たり (当社分析値)	
エネルギー	483 kcal   炭水化物 37.6g
たんぱく質	3.8g   ナトリウム 330mg
脂 質	35.3g   食塩相当量 0.8g

※栄養表示は任意

- 食品衛生法に基づく表示事項
- JAS法に基づく表示事項
- 食品衛生法、JAS法の両法に基づく表示事項
- ~~~~~ 健康増進法に基づく表示事項

出典：消費者庁資料

# 「京都環境フェスティバル2013」に参加しました — KYO からできる！地球（アース）にいいこと！—

と き 12月14日（土）、15日（日）  
ところ 京都府総合見本市会館（パルスプラザ）

府内の各地域で活動するNPO、学校、企業などとともに環境について考える参加・体験型イベント「京都環境フェスティバル2013」に、当研究所も出展しました。

「目で見て楽しむ 身近な科学」をテーマに、①光が持つ、肉眼ではわからない様々な色合いの光を見る実験、②炭を使って、絵の具を溶かした色水を透明にするろ過実験を行いました。

また、当研究所の主な業務についても、展示パネルにより紹介しました。



出展風景



光を見る実験



ろ過実験

「京都環境フェスティバル」のホームページ

<http://www.pref.kyoto.jp/kankyofes/>

## 編集発行 京都府保健環境研究所

発行日・平成26年3月

京都市伏見区村上町395 (〒612-8369)

TEL (075) 621-4067 (庶務課)

621-4069 (細菌・ウイルス課)

621-4167 (理化学課)

621-4162 (環境衛生課)

621-4163 (大気課)

621-4164 (水質課)

FAX (075) 612-3357

<http://www.pref.kyoto.jp/hokanken/>

E-mail: [hokanken@pref.kyoto.lg.jp](mailto:hokanken@pref.kyoto.lg.jp)



〈交通機関〉 京阪電車／伏見桃山駅下車 徒歩約10分  
近 鉄／桃山御陵前駅下車 徒歩約10分  
市 バス／西大手筋停留所下車徒歩約2分