

# 福岡市における黄砂・PM<sub>2.5</sub> モニター調査 (2013)

山下紗矢香・中牟田啓子\*・林宏巳\*\*

福岡市保健環境研究所環境科学課

\*福岡市環境局環境保全課

\*\*福岡市環境局循環型社会計画課

## Monitor Investigation on Yellow Sand and PM<sub>2.5</sub> in Fukuoka City in 2013

Sayaka YAMASHITA, Keiko NAKAMUTA and Hiromi HAYASHI

Environmental Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

\*Environmental Conservation Section, Environmental Bureau

\*\*Recycling-Based Society Planning Section, Environmental Bureau

### 要約

福岡市では黄砂や PM<sub>2.5</sub> の健康に及ぼす影響について広く知見を収集するために、2013 年から黄砂・PM<sub>2.5</sub> に関する電子アンケート調査を開始した。このうち 2013 年 3 月から 5 月にかけては、アンケートの実施に合わせて PM<sub>2.5</sub> の成分分析を行ったので、2013 年のアンケート結果と成分分析結果を合わせて報告する。アンケートの回答者は 30~50 代の女性が全体の 6 割以上を占めており、56.3%が何らかのアレルギーを持っていた。黄砂飛来前 (PM<sub>2.5</sub> は環境基準値以下)、黄砂飛来後、PM<sub>2.5</sub> 高濃度後にアンケートを実施した結果、アレルギーのある方はない方に比べ、黄砂飛来後、PM<sub>2.5</sub> 高濃度後には、症状が「重い」または「非常に重い」と答えた方の比率が有意に増加した。特に、黄砂飛来後には「目のかゆみ」の症状が、PM<sub>2.5</sub> 後には「のどの違和感」の症状が、それぞれ 30.8、25.1 ポイントと最も増加していた。また、花粉の飛散時期に黄砂が飛来すると、「喘息の症状」を含むすべての症状で「重い」などと答えた方の比率の顕著な増加がみられた。成分分析の結果、黄砂飛来期間には金属成分、特に土壌由来と言われている Al, Ca, Ti の濃度が 5.5~12 倍高くなった。また、PM<sub>2.5</sub> 高濃度期間においては、イオン成分、その中でも特に SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>が高くなっており、さらに、非常に低濃度ではあるが、Pb 等重金属類も上昇がみられるものがあった。

**Key Words** : モニター調査 monitor investigation, 黄砂 yellow sand, 微小粒子状物質 PM<sub>2.5</sub>  
アレルギー allergy, 花粉 Pollen, 成分分析 Componential analysis

### 1 はじめに

黄砂は古くから日本でも観測されており<sup>1)</sup>、植物や交通機関に影響を与えるほか、呼吸器疾患等の健康影響の可能性も指摘されている。わが国では環境省を中心に、黄砂の飛来実態を科学的に把握するため、黄砂実態解明調査が実施されている<sup>2)</sup>。

また、微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) については、直径 2.5μm 以下の小さな粒子であることから、肺の奥深くまで入りやすく、呼吸器系への影響に加え、肺がんのリスク上昇や、循環器系への影響も懸念されている。わが国では環

境省を中心に PM<sub>2.5</sub> の曝露と健康影響との関連性を明らかにするために「微小粒子状物質曝露影響調査」<sup>3)</sup> が行われ、2009 年 9 月には PM<sub>2.5</sub> に係る環境基準が定められた<sup>4)</sup>。さらに、2013 年 2 月には PM<sub>2.5</sub> に関する注意喚起のための暫定的な指針が示された。

福岡市は九州北部に位置しており、大陸に近い位置関係にあることから、大陸からの越境大気汚染に対する市民の関心は非常に高い。本市では 2011 年 7 月に黄砂影響検討委員会を立ち上げ、黄砂飛来や PM<sub>2.5</sub> 濃度の予測等について検討を行ってきた<sup>5)</sup>。黄砂については 2012 年 3 月より気象庁の予測濃度をもとに、視程を用いて市民に

分かりやすい黄砂予測を行動のめやすとともに提供している。また、PM<sub>2.5</sub>については2013年2月より福岡市内の常時監視データをもとに独自の手法で濃度予測を行い、ホームページや防災メールにより情報提供を行っている。

本市では黄砂やPM<sub>2.5</sub>の健康に及ぼす影響について広く知見を収集し、健康被害を未然に防止することを目的として、2013年から市民を対象に電子アンケート調査を開始した。このうち2013年3月から5月については、同時期にPM<sub>2.5</sub>の成分分析を実施したので、2013年のアンケート結果と成分分析結果を合わせて報告する。

## 2 調査および分析方法

### 2.1 アンケート調査方法

2013年3月より福岡市内に在住または勤務している福岡市防災メール登録者からモニターを募集し、電子アンケートを実施した。モニターには性別、年齢、アレルギーの有無について登録を依頼し、アンケートの回答期限は、メール配信後3日以内とした。

2013年のアンケートは黄砂飛来前に2回、黄砂飛来後に2回、PM<sub>2.5</sub>の1日平均濃度が環境基準を超過した後(以下、PM<sub>2.5</sub>後という)に3回の合計7回実施した。実施日は、黄砂飛来前は2013年3月18日および4月8日、黄砂飛来後は2013年3月11日および3月21日、PM<sub>2.5</sub>後は2013年3月6日、5月15日および5月27日である。

黄砂飛来前には、鼻・眼の6症状(水っぱな、くしゃみ、鼻づまり、鼻のかゆみ、目のかゆみ、涙目)、喉・咽頭・呼吸器の4症状(のどの痛み、のどの違和感、せき・たん、喘息の症状)および皮膚の2症状(肌あれ、肌のかゆみ)について質問した。回答は「症状なし」、「軽い」、「やや重い」、「重い」、「非常に重い」の5項目より選択することとした。

黄砂飛来後およびPM<sub>2.5</sub>後には上記の健康状態に関する質問に加え、予防行動に関する質問を3問(マスクを着用した、外出を控えた、空気の入替を控えた)追加し、「実施していない」、「実施した」の2項目から選択回答することとした。

なお、アンケート結果については有意水準5%で統計的に有意である場合に「有意に増加」とした。

### 2.2 成分分析方法

調査期間は2013年3月1日から2013年5月31日とし、この間、福岡市中央区に位置する福岡市保健環境研究所の屋上で毎日試料を採取し、PM<sub>2.5</sub>の質量濃度の測定および成分分析を行った。試料採取および分析方法は「微

小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)の成分分析ガイドライン」<sup>6)</sup>および「大気中微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)成分測定マニュアル」<sup>7)</sup>に準じて行った。使用機器および分析項目等は以下の通りである。

試料採取はLV-50(柴田科学製)およびFRM-2000(Thermo Scientific製)を用い、サポートリング付きPTFEフィルター(Whatman製)および石英フィルター(Pall製)を使用した。

PM<sub>2.5</sub>の質量濃度は、捕集前後にPTFEフィルターを温度21.5±1.5℃、相対湿度35±5%の室内で24時間以上静置したものを秤量し、捕集前後の差より求めた。

炭素成分は、石英フィルター1cm<sup>2</sup>を使用し、カーボンアナライザー(Sunset Laboratory製:ラボモデル)を用い、有機炭素(OC)および元素炭素(EC)を算出した。

イオン成分は、石英フィルターの1/4片を使用し、イオン交換水10mLで20分間超音波抽出し、孔径0.45μmのPTFEディスクフィルターでろ過後、イオンクロマトグラフ(Dionex製:ICS-1600, 2100)で分析した。測定項目はSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>の8項目である。

Siを除く無機元素成分は、PTFEフィルターの1/2片を使用し、マイクロウェーブ(Perkin Elmer製:Multiwave3000)で酸分解した後、ICP-MS(Agilent製:7700x)で分析した。測定項目はNa、Al、K、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、As、Se、Rb、Mo、Sb、Cs、Ba、La、Ce、Sm、Hf、Ta、W、Pb、Thの29項目である。

SiはPTFEフィルターを蛍光X線分析装置(島津製作所製:EDX-900HS)により分析した。

成分分析結果は、質量濃度が環境基準(日平均値35μg/m<sup>3</sup>)を超過した日をPM<sub>2.5</sub>高濃度日とし、全期間、黄砂あり・PM<sub>2.5</sub>高濃度期間、黄砂あり・PM<sub>2.5</sub>非高濃度期間、黄砂なし・PM<sub>2.5</sub>高濃度期間、黄砂なし・PM<sub>2.5</sub>非高濃度期間(以下、平常期間という)の各平均値について項目ごとに比較を行った。なお、黄砂あり・PM<sub>2.5</sub>非高濃度期間は今回の調査期間中に1日しかなかったため、比較対象から除いた。

## 3 調査結果および考察

### 3.1 回答者数および構成

アンケート調査における延べ回答者数は9,974人であり、アンケート時の回答者数は1,139~1,784人の範囲内で、すべての回において1,000人以上の回答者数を得ることができた(図1)。

回答者の男女比は全アンケートの平均で女性が 75.8% を占め、福岡市 2013 年 4 月 1 日推計人口における女性の割合 52.8% に比べ 23.0 ポイント高くなっていた。年齢比率は 20 代以下が 3.7%、30 代が 29.2%、40 代が 38.4%、50 代が 19.3%、60 代以上が 9.4% となっており、福岡市の 2013 年 3 月末年齢構成別人口割合と比較すると 30～

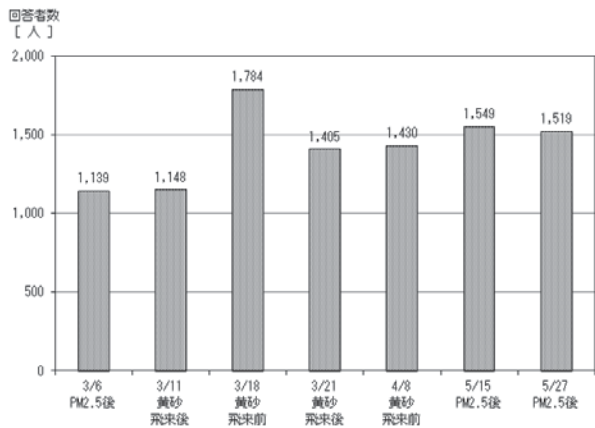


図 1 アンケート回答者の推移

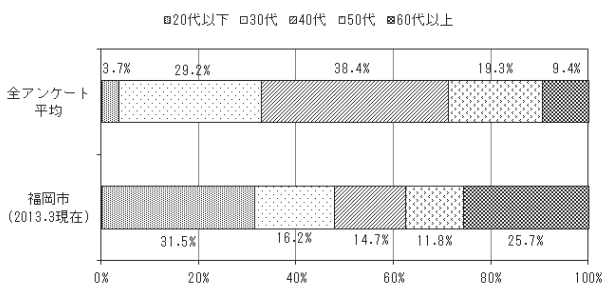


図 2 アンケート回答者の年齢構成

50 代が多く、20 代以下および 60 代以上の割合が少なかった（図 2）。30～50 代の女性が全体の 6 割以上を占めていることから、この年代の女性は黄砂や PM<sub>2.5</sub> に対する関心が高いことが推察された。

また、電子アンケートという形式をとったため、20 代以下および 60 代以上の回答者が少なくなった可能性が考えられ、幅広い世代でアンケートを行うには、調査方法の検討が必要と考えられた。

回答者のアレルギーの有無については、何らかのアレルギーを持つ人が 56.3% となっており、その中でも鼻のアレルギーが 46.4% と最も多く、続いて眼のアレルギーが 36.9%、喉・咽喉のアレルギーが 22.5% となっていた（図 3）。2008 年に実施された鼻のアレルギーの全国疫

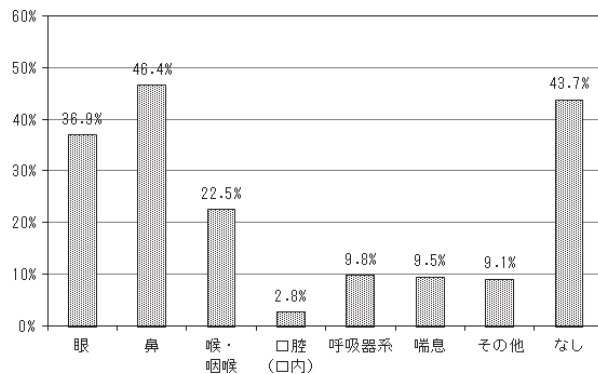


図 3 アンケート回答者のアレルギーの有無

学調査<sup>8)</sup>における福岡県のアレルギー性鼻炎有病率は 34.5% であり、今回のアンケート調査は、11.9 ポイント高い結果となった。

### 3.2 黄砂飛来状況と PM<sub>2.5</sub> 測定値

調査期間中、福岡管区気象台では 3 月 8～10 日、3 月 19～20 日に黄砂が観測された。3 月 8 日および 9 日の最小視程は 8 km、10 日は 5 km、19 日は 7 km、20 日は 4 km であった。

また、福岡市内 8 ヶ所にある常時監視測定局で測定した PM<sub>2.5</sub> の日平均濃度の平均値が環境基準（日平均値 35μg/m<sup>3</sup>）を超過した日数は 17 日であった（表 1）。

さらに、黄砂が観測された 5 日間の PM<sub>2.5</sub> 平均濃度は 40.4μg/m<sup>3</sup> であり、黄砂が観測された 5 日間のうち 4 日が PM<sub>2.5</sub> 環境基準の日平均値を超過していた。

### 3.3 花粉の飛散状況

調査期間の一部は、スギおよびヒノキ科の花粉の飛散時期と重なっており留意する必要がある。福岡市南区の国立病院機構福岡病院で観測された花粉数を図 4 に示す。2 月初めから 3 月 11 日までは主としてスギ花粉が、その後 4 月初めまではヒノキ科花粉が観測された。

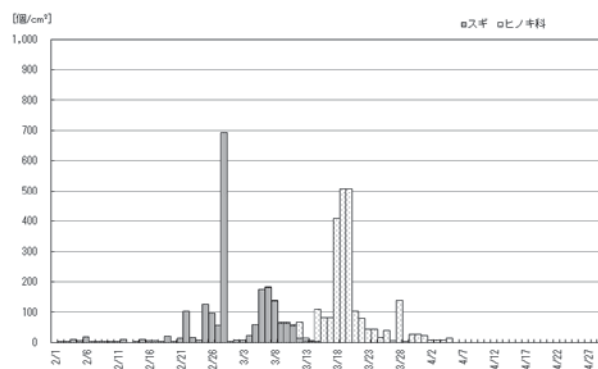


図 4 国立病院機構福岡病院で観測された花粉数

表 1 日平均値超過日および濃度

	3/4	3/5	3/8	3/9	3/19	3/20	5/9	5/12	5/13	5/14	5/21	5/22	5/23	5/24	5/25	5/29	5/30
PM <sub>2.5</sub> 濃度 [μg/m <sup>3</sup> ]	39.9	40.5	42.3	47.4	43.5	38.1	37.1	46.2	51.0	44.1	51.8	56.4	47.2	56.4	55.1	46.0	39.3

### 3.4 黄砂飛来およびPM<sub>2.5</sub>による健康影響

#### 3.4.1 黄砂・PM<sub>2.5</sub>による影響

黄砂飛来前アンケートを3月18日と4月8日の2回実施したが、3月18日の黄砂飛来前アンケート実施日にはヒノキ科花粉がきわめて多い時期と重なっており、特にアンケート実施日には400個/cm<sup>2</sup>を超える花粉が観測されていることから、花粉による影響を強く受けている可能性が示唆された。そのため、花粉飛散がほぼ終了した4月8日の黄砂飛来前アンケート結果を平常時とし、黄砂飛来後およびPM<sub>2.5</sub>後のアンケートにおける各平均値との比較を行った。

図5に示した目のかゆみの症状の変化のように、平常時に比べ黄砂飛来後およびPM<sub>2.5</sub>後に症状が出現した比率の増加は32.8および29.2ポイントであった。この傾向はすべての症状において、同様であった<sup>9)</sup>。2013年度に福岡市が無作為に抽出した市民4,500人を対象に実施した「市政に関する市民意識調査結果」<sup>10)</sup>において、黄砂飛来時およびPM<sub>2.5</sub>高濃度時に体調の変化があったと答えた割合は、それぞれ38.3および29.2%であり、今回の結果は類似していた。

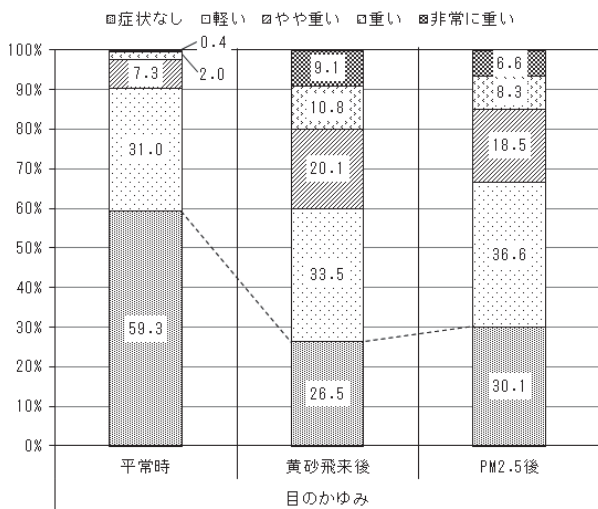


図5 黄砂およびPM<sub>2.5</sub>による健康影響調査（目のかゆみ）

それぞれの症状について、アレルギーのある方とアレルギーのない方に分け、平常時と比べ黄砂飛来後、PM<sub>2.5</sub>後で、症状が「重い」または「非常に重い」の比率の増加を図6, 7に示した。いずれの症状においても、関係するアレルギーのある方は、アレルギーのない方に比べ、症状が「重い」または「非常に重い」方の比率が有意に増加しており、市瀬らが報告しているように、黄砂やPM<sub>2.5</sub>はアレルギー疾患の方の症状を悪化させる可能性が示唆された<sup>11, 12, 13)</sup>。

項目別にみると、黄砂飛来後には「目のかゆみ」がアレルギーのない方は7.4ポイント増加したのに対し、ア

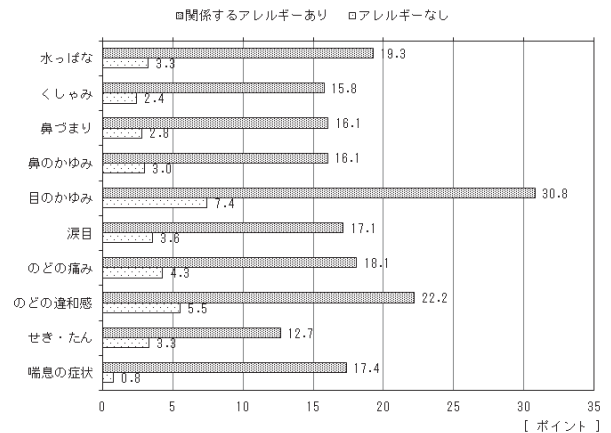


図6 黄砂飛来後における症状が「重い」「非常に重い」の比率の増加

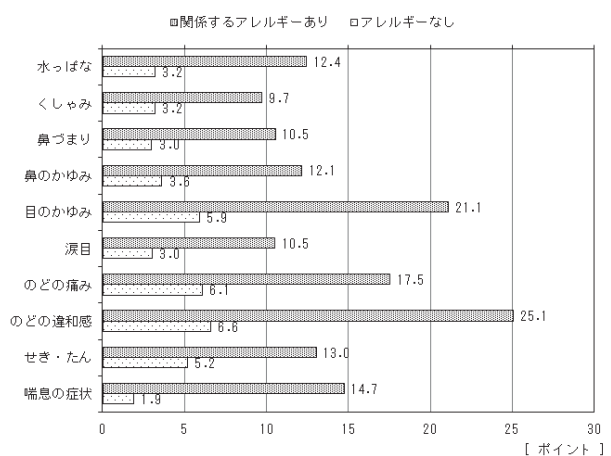


図7 PM<sub>2.5</sub>後における症状が「重い」「非常に重い」の比率の増加

レルギーのある方は30.8ポイント増とアレルギーの有無による差が顕著に表れており、次に「のどの違和感」がアレルギーのない方で5.5ポイント増、アレルギーのある方は22.2ポイント増となっていた。

また、PM<sub>2.5</sub>後には「のどの違和感」がアレルギーのない方は6.6ポイント増であったのに対し、アレルギーのある方は25.1ポイント増とアレルギーの有無による差が顕著に表れており、次いで「目のかゆみ」がアレルギーのない方で5.9ポイント増、アレルギーのある方は21.1ポイント増となっていた。黄砂飛来後とPM<sub>2.5</sub>後を比較すると、ほとんどの症状においてPM<sub>2.5</sub>後よりも黄砂飛来後の方が、症状が「重い」または「非常に重い」の比率が増加していたのに対し、「のどの違和感」については、黄砂飛来後よりPM<sub>2.5</sub>後の方が、症状が「重い」または「非常に重い」の比率が増加していた。これは、黄砂の平均粒径が4μmであるのに対し、PM<sub>2.5</sub>は粒径が2.5μm以下と非常に小さいため、比較的粒径の大きい黄砂は上部気道への影響が大きいのに対し、粒径の小さいPM<sub>2.5</sub>は肺の奥深くへ入り込み下部気道への影響が大きいのではないかと推察される。

### 3.4.2 花粉飛散による影響

黄砂が健康に与える影響についてはすでにいくつかの報告がなされているが<sup>14, 15)</sup>, 花粉調査結果と比較して検討を行った事例はあまりない。そこで、花粉の飛散期がほぼ終了した後に実施した4月8日の黄砂飛来前アンケート（以下「花粉なし・黄砂なし」という）と、いずれもヒノキ科花粉の飛散ピーク期に実施した3月18日の黄砂飛来前アンケート（以下「花粉あり・黄砂なし」という）、3月21日の黄砂飛来後アンケート（以下「花粉あり・黄砂あり」という）について結果を比較した(図8)。

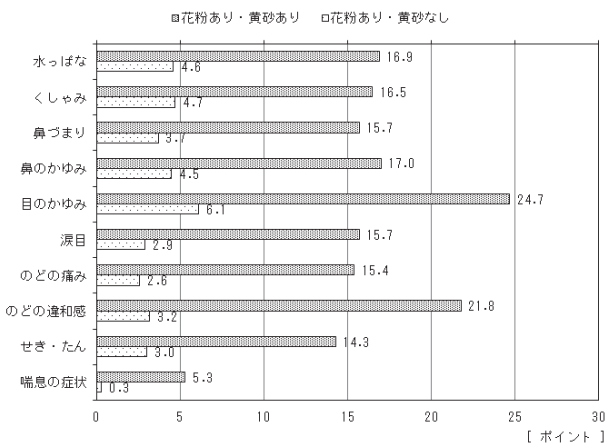


図8 花粉影響による症状が「やや重い」「重い」「非常に重い」の比率の増加

まず、「花粉なし・黄砂なし」と、「花粉あり・黄砂なし」を比較すると、症状が「やや重い」、「重い」または「非常に重い」と回答した比率は、「喘息の症状」を除くすべての症状で「花粉あり・黄砂なし」が2.6~6.1ポイント増と有意に増加していた。

次に、ともにヒノキ科花粉の影響があった「花粉あり・黄砂なし」と、「花粉あり・黄砂あり」を比較すると、症状が「やや重い」、「重い」または「非常に重い」と回答した比率は、「喘息の症状」を含むすべての症状で、「花粉あり・黄砂あり」の方が5.3~24.7ポイント増と顕著に増加していた。

### 3.5 黄砂飛来時およびPM<sub>2.5</sub>高濃度時における予防行動

黄砂飛来時やPM<sub>2.5</sub>高濃度時における予防行動について、黄砂飛来後およびPM<sub>2.5</sub>後アンケートの平均を比較した。黄砂飛来後アンケートにおける予防行動実施割合は51.3~74.4%に対し、PM<sub>2.5</sub>後は44.2~65.9%であり、いずれの項目も黄砂飛来後の方がPM<sub>2.5</sub>後に比べて予防行動実施割合が大きくなっていた。黄砂飛来時はPM<sub>2.5</sub>高濃度時に比べて空や遠くの景色がかすむなど視覚的に

認識しやすいことが影響している可能性もあると考えられる。

また、何らかのアレルギーがある方と、アレルギーのない方を比較すると、黄砂飛来後、PM<sub>2.5</sub>後のいずれにおいても、すべての質問でアレルギーがある方が予防行動実施割合が大きくなっており、特に、「マスクを着用した」の項目では、アレルギーがある方とない方の差が10ポイント以上となっていた(図9, 10)。アレルギーのある方はない方に比べ、より積極的に予防行動をとっていると考えられた。

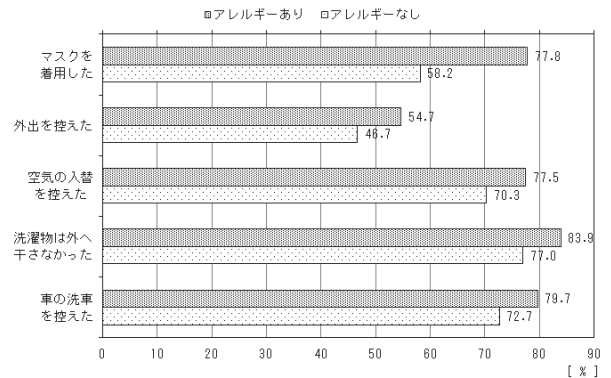


図9 黄砂飛来時の予防行動結果

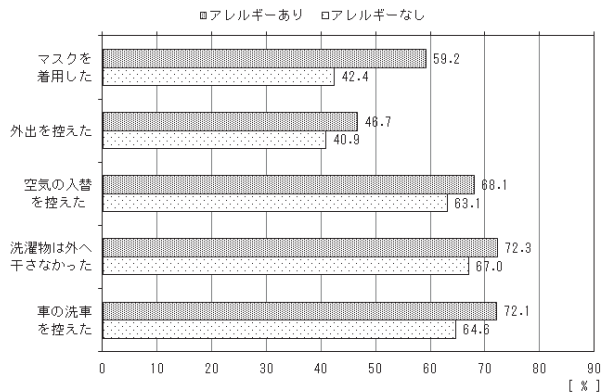


図10 PM<sub>2.5</sub>高濃度時の予防行動結果

### 3.6 成分分析結果

全期間、黄砂あり・PM<sub>2.5</sub>高濃度期間、黄砂なし・PM<sub>2.5</sub>高濃度期間、平常期間のPM<sub>2.5</sub>質量濃度および成分濃度を図11に示す。質量濃度は全期間平均23.4μg/m<sup>3</sup>となっており、福岡市における2013年度のPM<sub>2.5</sub>質量濃度年平均18.5μg/m<sup>3</sup>に比べて高くなっていた。春季にPM<sub>2.5</sub>濃度が高くなる傾向は2012年度にも確認されており<sup>16)</sup>, 黄砂飛来などが影響した結果と考えられる。

全期間の成分分析結果は、イオン成分が最も多く全体の57.7%で、炭素成分が17.6%、金属成分が4.2%となっていた。イオン成分の構成としては、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が約60%、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>が約25%、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>が約12%となっていた。

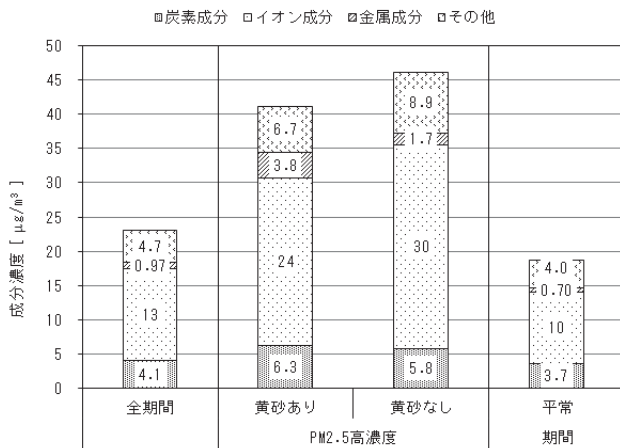


図 11 成分分析結果

黄砂あり・PM<sub>2.5</sub>高濃度期間は、平常期間と比較してイオン成分の割合は大きな変化はなかったが、金属成分の割合が 3.8%から 9.2%と大幅に増加した。イオン成分濃度では、Ca<sup>2+</sup>濃度が 0.39μg/m<sup>3</sup>と平常期間の 0.058μg/m<sup>3</sup>の 6.7倍と大幅に増加した(表 2)。また、土壌由来と言われている Si, Al, Ti の濃度がそれぞれ 1,400, 600, 53 ng/m<sup>3</sup>と平常期間に比べ、それぞれ 7.4, 5.5, 12 倍となっていた(表 3)。さらに、Fe も 440ng/m<sup>3</sup>と平常期間に比べ 4 倍の上昇がみられた。

表 2 イオン成分分析結果

	イオン成分濃度 [μg/m <sup>3</sup> ]			
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>
黄砂あり・PM <sub>2.5</sub> 高濃度期間	14	5.7	3.6	0.39
黄砂なし・PM <sub>2.5</sub> 高濃度期間	19	7.7	2.9	0.11
平常期間	6.1	2.6	1.3	0.058
全期間	8.0	3.4	1.6	0.080

黄砂なし・PM<sub>2.5</sub>高濃度期間には、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>のイオン濃度が高くなっており、それぞれ 19, 2.9, 7.7 μg/m<sup>3</sup>と平常期間の 2~3 倍程度高くなっていった。また、黄砂あり・PM<sub>2.5</sub>高濃度期間に見られた Ca<sup>2+</sup>濃度の上昇は見られなかったが、Si, Al, Ti についてはわずかな上昇が見られ、さらに、非常に低濃度ではあるが、Ni, Se も平常期間に比べ 3 倍程度の上昇がみられた。また、黄砂飛来に関わらず、PM<sub>2.5</sub>高濃度期間には Pb, Zn, As が平常期間に比べて 3 倍程度上昇していた。

表 3 金属成分分析結果

	金属成分濃度 [ng/m <sup>3</sup> ]								
	Si	Al	Ti	Fe	Ni	Se	Pb	Zn	As
黄砂あり・PM <sub>2.5</sub> 高濃度期間	1,400	600	53	440	3.0	2.2	37	74	4.6
黄砂なし・PM <sub>2.5</sub> 高濃度期間	290	270	12	260	4.7	2.9	38	75	3.5
平常期間	190	110	4.4	110	1.5	0.17	12	23	1.3
全期間	260	150	7.7	140	2.0	0.60	16	32	1.7

ニッケルなどの金属はアレルギーの原因となることが知られており、小笠原ら<sup>17)</sup>は金属アレルギーが増加の傾向を示していることを報告している。以上のことから、PM<sub>2.5</sub>の成分と健康への影響についてはさらに検討を行っていく必要があると考えられる。

## 4 まとめ

### 4.1 アンケート調査

- 1) 平常時に比べ、黄砂飛来後および PM<sub>2.5</sub>後は、関係するアレルギーのある方は、アレルギーのない方に比べ、いずれの症状においても、症状が「重い」または「非常に重い」方の比率が有意に増加した。項目別にみると、黄砂飛来後には「目のかゆみ」の増加がアレルギーのない方が 7.4 ポイントに対して、アレルギーのある方は 30.8 ポイントと最も増加しており、また、PM<sub>2.5</sub>後には「のどの違和感」の増加がアレルギーのない方が 6.6 ポイントであるのに対し、アレルギーのある方は 25.1 ポイントと最も増加していた。
- 2) 花粉による影響として、症状が「やや重い」または「重い」、「非常に重い」と回答した比率は、「喘息の症状」を除くすべての症状で有意に増加しており、その増加は 2.6~6.1 ポイントであった。さらに、黄砂が加わると、「喘息の症状」を含むすべての症状で、5.3~24.7 ポイントの増加がみられた。
- 3) 黄砂飛来時や PM<sub>2.5</sub>高濃度時における予防行動については、黄砂飛来後の方が PM<sub>2.5</sub>後に比べて予防行動を実施した割合が大きくなっていった。

### 4.2 成分分析

- 1) 黄砂あり・PM<sub>2.5</sub>高濃度期間には金属成分の割合が増加した。イオン成分では、Ca<sup>2+</sup>濃度が高くなっていった。
- 2) 黄砂なし・PM<sub>2.5</sub>高濃度期間では、イオン成分のうち SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>が高くなっていった。さらに、非常に低濃度ではあるが、Pb 等重金属類も平常期間

に比べ上昇がみられるものがあった。

## 文献

- 1) 気象庁：黄砂観測日数の経年変化  
[http://www.data.jma.go.jp/gmd/env/kosahp/kosa\\_shindan.html](http://www.data.jma.go.jp/gmd/env/kosahp/kosa_shindan.html), 2014.9.5 アクセス
- 2) 環境省：黄砂実態解明調査報告書(平成 15～24 年度), 2014
- 3) 環境省：微小粒子状物質曝露影響調査報告書, 2007
- 4) 環境省微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) に関する専門家会合：最近の微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) による大気汚染への対応, 2013
- 5) 福岡市：福岡市黄砂影響検討委員会報告書, 2013
- 6) 環境省：微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) の成分分析ガイドライン, 2011
- 7) 環境省：大気中微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) 成分測定マニュアル, 2012
- 8) 馬場廣太郎, 中江公裕：鼻アレルギーの全国疫学調査 2008 (1998 年との比較) - 耳鼻咽喉科医とその家族を対象として -, *Medicine* 28 (8):145-156, 2008
- 9) 福岡市：福岡市黄砂影響検討委員会平成25年第1回委員会資料  
<http://www.city.fukuoka.lg.jp/kankyo/k-hozen/hp/fukuokas-hikousakentouiinkai.html>, 2014.9.16アクセス
- 10) 福岡市：平成 25 年度市政に関する意識調査  
<http://www.city.fukuoka.lg.jp/data/open/cnt/3/2967/1/25is-ikityosahokokusyo.pdf>, 2014.9.5 アクセス
- 11) 市瀬孝道：黄砂のアレルギー増悪作用, *日本職業・環境アレルギー学会雑誌*, 18, 32, 2010
- 12) 三村英他, 岩田義弘, 伊藤周史, 櫻井一生, 内藤健晴：スギ・ヒノキ科花粉症患者に対する黄砂の影響, *日本職業・環境アレルギー学会雑誌*, 18, 44, 2010
- 13) 竹内裕美, 森貫理恵, 北野博也, 榎本雅夫, 山田秀生, 橋本健, 沖原清司, 吉田篤史：黄砂のスギ花粉症に及ぼす影響, 第 20 回日本アレルギー学会春季臨床大会, 2008
- 14) 渡辺仁成, 山崎章, 長谷川泰之, 岡崎亮太, 橋本潔, 鯉岡直人, 米田一彦, 陶山久司, 龍河敏彦, 重岡靖, 千酌浩樹, 服岡泰司, 井岸正, 中本成紀, 竹中裕美, 加藤和宏, 福谷幸二, 吉田篤史, 清水英治：喘息患者に黄砂が与える影響, *日本呼吸器学会雑誌*, 46, 309, 2008
- 15) 渡辺仁成, 山崎章, 井岸正, 鯉岡直人, 竹中裕美, 湊沙花, 長谷川泰之, 中村成紀, 服岡泰司, 松本慎吾, 千酌浩樹, 清水英治：黄砂による喘息症状増悪と花粉の関与について, *日本呼吸器学会雑誌*, 49, 2010
- 16) 肥後隼人, 山下紗矢香, 木下誠：福岡市における PM<sub>2.5</sub> の成分組成と発生源解析, *福岡市保健環境研究所報*, 38, 71-76, 2013
- 17) 小笠原康悦：金属アレルギーの革新的診断・予防・治療法の開発研究：平成 22-24 年度総合総括研究報告書：厚生労働科学研究費補助金難治性疾患等克服研究事業 (免疫アレルギー疾患等予防・治療研究事業), 2013