

大気汚染（PM2.5, 黄砂など）とアレルギー疾患

小田嶋 博[†]第68回国立病院総合医学会
(平成26年11月14日 於横浜)

IRYO Vol. 70 No. 2 (89-94) 2016

要旨

PM2.5や黄砂は、濃度が高いと循環器系、呼吸器系に影響を与える。スギ花粉症に関しては、飛散の時期が高濃度の時期と一致するために影響が強く出る可能性がある。またアジュバンド効果が報告されている。われわれの研究では、PM2.5の濃度が高いと健康児童でもピークフロー値がわずかに低下するが、症状としては表れない。気道の敏感なもの、低年齢児、喘息患者では予防的な薬剤の使用も大切である。現時点の日本での濃度では大きな問題にならないと推定されるが、今後、高濃度日の持続や、より高濃度になる等の場合にはより積極的な対応が必要となる可能性がある。

キーワード アレルギー疾患、気管支喘息、黄砂、大気汚染、PM2.5

はじめに

われわれは毎日多くの物質を含んだ大気の中で生活している。これが人間の健康状態に悪影響を与える場合には、大気汚染物質として問題になってくる。日本ではこのような大気汚染物質に対しては、有効な対策が講じられ、その結果として、近年、大気汚染物質の濃度は低下してきている。しかし、2013年の冬から春にかけて、PM2.5の濃度が一時的に上昇し、マスコミなどでも取り上げられて注目を浴びた。欧米の論文ではPM2.5の健康影響が多く発表されてきたが、日本でも、すでに国としての研究が

計画され、実行され始めた時でもあった。また、黄砂は、最近その測定法が改良され、検討が進んでいる。

日本の大気汚染問題

日本では大気汚染問題は近年、その主要な汚染物質の濃度が減少してきている。しかし、かつては深刻な大気汚染問題があった。その背景としては、明治時代の殖産興業政策に始まり、第二次大戦後の工業復興、また、高度経済成長政策の時代的要因があった。その後、煤煙排出規制など多くの対策が行わ

国立病院機構福岡病院 小児科 [†]医師

著者連絡先：小田嶋 博 国立病院機構福岡病院 副院長 〒811-1394 福岡県福岡市南区屋形原4-39-1

e-mail: odaji@mfukuoka2.hosp.go.jp

(平成27年4月3日受付, 平成27年12月11日受理)

Air Pollution (PM2.5, Yellow Sand) and Allergic Diseases

Hiroshi Odajima, NHO Fukuoka Hospital

(Received Apr. 3, 2015, Accepted Dec. 11, 2015)

Key Words: allergic diseases, bronchial asthma, Asian dust, air pollution, PM2.5

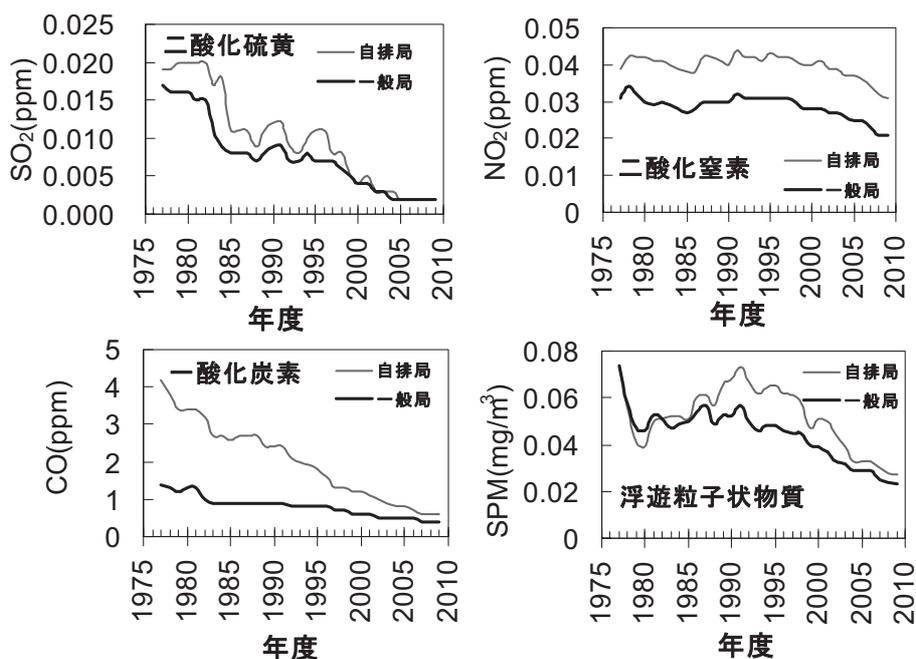


図1 都内大気汚染物質の年平均値の推移

都内のPM2.5環境の現状と発生源調査の状況について
 上野 広行 ((財)東京都環境整備公社東京都環境科学研究所)
https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/air/event/pm25_2.html

れ、最近の10-15年では、窒素酸化物 (NO_x)、硫黄酸化物 (SO_x) などの濃度は基準値以下に減少している。これに対して粒子状物質(suspended particulate matter: SPM) は最近になってようやく環境基準の値になってきた (図1)。

大気汚染物質

大気汚染物質は、大きく、ガス状物質と粒子状物質に分かれる。このうち、気道に影響を与えるとされているものの代表としては、NO_x、SO_x、炭酸酸化物 (CO)、SPM などがある。

PM2.5や黄砂は、このうちのSPMに属する。SPMは自然界では物質の燃焼によって最初から粒子として発生し、空中に排出される。この形を一次生成粒子という。これに対して大気中でNO_xやSO_x等の反応によって、ガスから生成されてくるものを二次生成粒子という。PM2.5はこの2つの発生源によって産生される。

PM2.5は、SPMのうち、径が2.5ミクロン以下のものをいい、10ミクロン以下のものをPM10という。

PM2.5の成分としては、ディーゼル排出微粒子 (diesel exhaust particulate: DEP) が大きな割合を占めてきた。1990年代は日本でのディーゼル車の台

数が多く、黒鉛を排出しながら走っており、DEPは大きな問題であった。DEPの濃度の高い時代はその後も続き、なかなか改善しなかった。しかし、環境対策によって、ここ10年ぐらいの間に急速に濃度は低下してきている (図2)。

黄砂は、東アジアの砂漠から強風によって大気中に舞い上がった砂 (土壌・鉱物粒子など) が浮遊しつつ、降下する現象で、日本に飛来する粒子の大きさは4ミクロン付近のものが多く、一部2.5ミクロン以下の微小な粒子も含まれているため、PM2.5の測定値にも影響することがある。

黄砂に関しては、黄砂の認められた日が記録されているが、気象庁によれば1967年の統計開始以来、黄砂観測日数が最も多かったのは2002年の47日とされている。黄砂観測のべ日数 (黄砂観測日×観測地点数) が最も多かったのも2002年で727日。黄砂観測日は、2000年以降は30日を超えることが多く、また、黄砂観測のべ日数も2000年以降は300日を超えることが多くなっている。近年わが国で黄砂が観測されることが多くなっているものの、黄砂は年々変動が大きく、長期的な傾向は明瞭ではないとされている。月別黄砂観測日数平均値は4月が9.0日で最も多く、次いで3月、5月が多く、黄砂は春に多く観測され、スギ花粉飛散期と重なっていることがわ

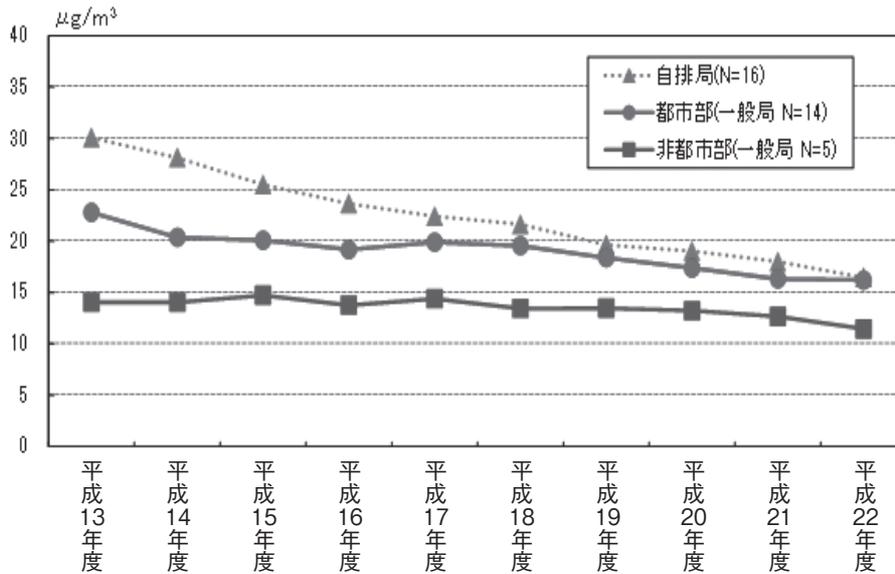


図2 PM2.5質量濃度の推移 (平成13～22年度)

(出典：微小粒子状物質等曝露影響実測調査)、環境省ホームページから
(<https://www.env.go.jp/press/14869.html>)

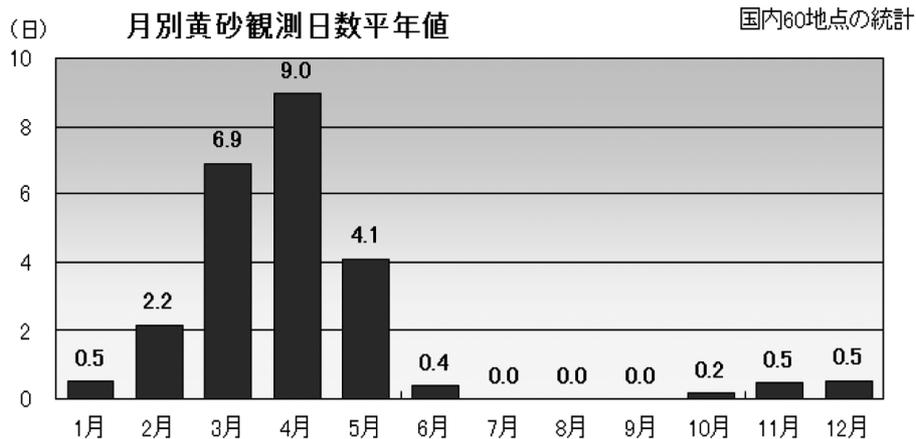


図3 月別黄砂観測日数平年値

国内で目視観測を行っている気象官署60地点について、黄砂現象が観測された日数を月別に集計し、1981年から2010年の30年で平均した値です。

気象庁ホームページから (http://www.data.jma.go.jp/gmd/env/kosa/p/kosa_shindan.html)

かる(図3)。また、黄砂が輸送される過程で、PM2.5も含む大気汚染物質の発生が多い地域を通過する場合、これらの大気汚染物質とともに飛来することもある。

大気汚染物質の健康影響

1. 基礎的検討

PM2.5の主要な成分として重要なDEPとスギ花粉アレルギー(japanese cedar pollen allergen: JCPA)

投与群では恒常的な抗JCPA抗体が産生されるが、JCPA単独投与群では24週間IgE抗体が検出されなかった。このことは経鼻投与でも認められた¹⁾とされている。このようにスギ花粉症の抗体産生にはPM2.5が影響することが知られている。また、公害の都市の大気をラットに暴露させた研究からは、感染ラット肺からの菌排出を遅らせる、クリアランスの機能低下、免疫機能への影響などを認めたとの報告²⁾もある。

このような報告をまとめると、PM2.5は①免疫学

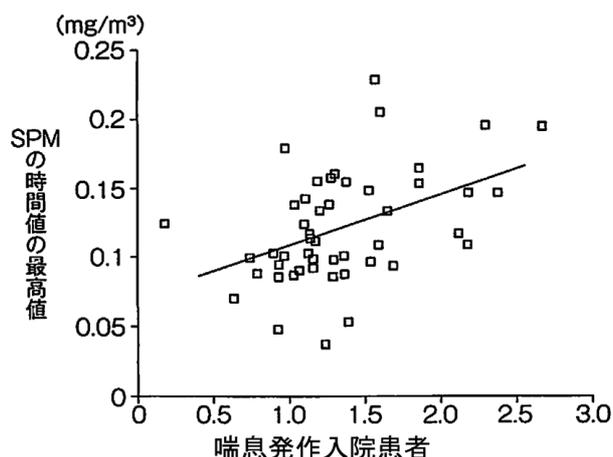


図4 SPMの時間値の最高値と喘息発作入院患者
6歳以下のみ（7歳以上ではこのような関係がみられない）
($r=0.449$, $p<0.01$, $n:49$)

的影響やアレルギーを獲得する方向へ働く、②アジュバント作用を示すこと、③気道炎症を惹起し気道閉塞をおこす、④気道のクリアランスを低下させること等が挙げられる。

黄砂の構成の主成分は二酸化炭素であり、これにはアレルギー修飾作用があるとされている³⁾。

仲村らは「大気中の降水サンプリング結果から、スギ花粉は初期降水中に多く補足されること、また、降水中において破裂しているものがみられ降水がスギアレルゲンの微小粒子化の促進に寄与している可能性を示唆した。さらにスギ花粉の主要抗原であるCry j1はイオン濃度が高く、中性または弱塩基性の降水で溶出されやすいこと、また、スギ花粉アレルゲンの溶出挙動実験から、スギ花粉が溶液と接触後ただちにCry j1が溶出し始めることを確認した。そこで、黄砂飛来時の降水は、イオン濃度（とくに Ca^{2+} ）とpHが顕著に増加していることから、スギ花粉アレルゲン含有微小粒子の生成に大きく寄与するものと推察される⁴⁾と報告している。

2. 臨床的検討

PM2.5の濃度は高い値をとると、喘息入院患者数、喘息発作、咳嗽などの呼吸器症状と関連すること、これには年齢が関与する可能性がある（図4）こと、影響には約1日の時間差があることなどを報告⁵⁻⁷⁾した。PM2.5自体がその粒径による定義であるために、その成分についての検討が必要であり、これに関しても研究が報告されている。しかし、現時点では一般に提供されているデータはなく、臨床

的研究は今後の課題である。

PM2.5濃度が高い日の患者の症状は図のようなどの疾患でも咳と鼻水が多く、ついで目の痒みであった（図5）。

黄砂と臨床症状との関連に関しての明確な報告は、PM2.5に比べると多くはない。これは黄砂の測定法が必ずしも安定した結果を示していなかったことにもよる。黄砂は、とくに2-5月に多い（図3）。花粉飛散時期と一致することからも、患者の印象としては、PM2.5よりも影響が大きいと述べる者もある。従来の報告では、黄砂の定義として、粒子状物質の濃度が一定以上とするもの、粒径で定義するもの、PM2.5の濃度が急上昇したときとするもの、各地/国の気象庁の発表によるものなどさまざまである。さらに、PM2.5を黄砂の代用とすることについての問題など、今後も議論の多いところである。今後、黄砂の測定法の改善によってさらに関連が明らかになっていくと考えられる。

タバコとの関連

PM2.5の問題を考えるに当たっては、喫煙、受動喫煙の影響を考えることがわかりやすい。図6はタバコの成分と屋内のPM2.5についてのものである⁸⁾。これからわかるとおり、日常生活の中で、受動喫煙は一時的にせよ、かなりの濃度となりPM2.5の暴露源となっている。

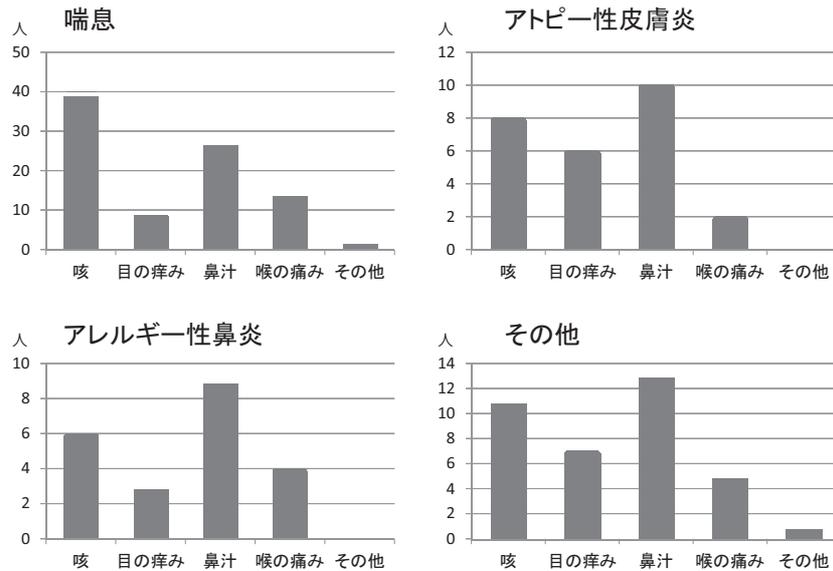


図5 疾患別の増悪症状

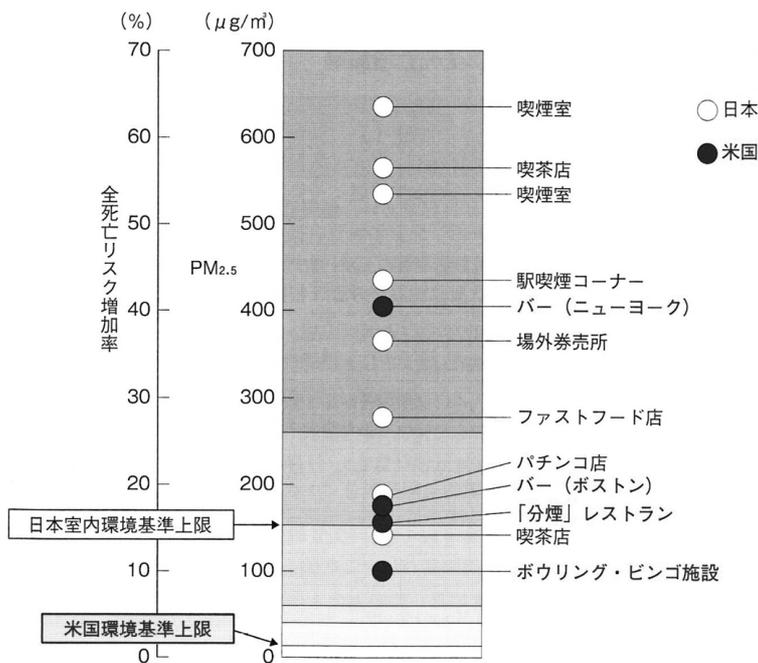


図6 日米のさまざまな屋内施設のPM2.5と24時間全死亡リスク増加率

まとめ

PM2.5に関しては濃度が高いと循環器系、呼吸器系に影響を与える。黄砂とスギ花粉症に関しては、飛散の時期が一致するために影響が強く出ること。またアジュバント効果が出る可能性がある。PM2.5に関しては濃度の高いときにはピークフローの値が低下するものが存在するが、症状として表れるほど

ではない。気道の敏感なもの、幼児など低年齢児、喘息患者では予防的な薬剤の使用も大切である。現時点の日本での濃度では大きな問題になることはないと推定されるが、今後、高濃度の日が続く、より高濃度になる等の場合にはより積極的な対応が必要となるであろう（表1）。

表1 現時点での状況

1. PM2.5はディーゼル排気中、煙草の煙にも含まれる2.5 μ m以下の粒子状物質。日本では2010年までの10年間で減少している。
2. PM2.5濃度の高い場所、時は越境汚染でなくとも存在する。
3. 免疫学的作用、感染持続などに影響する可能性が高い。
4. 感受性の強い者（小児、喘息・鼻炎患者など）では、濃度の上昇によって症状の増悪がみられる。自覚症状としては、咳、鼻汁、眼や喉の痒みなどがみられる。
5. 今後、より高濃度の日が多くなった場合、また、含まれる成分によっては、より注意が必要となる可能性もある。
6. 濃度の高い日には、薬を使用するのも対策として重要。
7. 長期的影響に関しては今後の検討結果による。
8. 黄砂にもほぼ同様の健康影響が報告されている。

〈本論文は第68回国立病院総合医学会シンポジウム「免疫異常（リウマチ・アレルギー疾患）の最新の話題」において「化粧品添加物による食物アレルギー（「(旧)茶のしずく石鹸[®]」によるコムギアレルギー問題など）」として発表した内容に加筆したものである。〉

著者の利益相反：本論文発表内容に関連して申告なし。

[文献]

- 1) 高橋 繁, 鈴木修二, 村中正治ほか. 大気汚染との関係—DEP と IgE 産生からみて—. In: 宮本昭正編. アレルギー性疾患は増えているか. 調査結果と原因, 東京; 国際医学出版; 1987; p78-81.
- 2) Zelikoff JT, Schermerhorn KR, Fang K et al. A role for associated transition metals in the immunotoxicity of inhaled ambient particulate matter. Environ Health Perspect 2002; 110 (Suppl 5): 871-5.
- 3) Hiyoshi K, Ichinose T, Sadakane K et al. Asian sand dust enhances ovalbumin-induced eosinophil recruitment in the alveoli and airway of mice. Environ Res

2005; 99: 361-8.

- 4) 仲村真一, 王 青躍, 龔 秀民ほか. 黄砂飛来後の降水時におけるスギ花粉破裂現象とそれに伴うアレルギーの溶出機構. エアロゾル研究 2012; 27: 182-8.
- 5) 小田嶋 博, 廣瀬隆士, 西間三馨. 大気汚染物質（浮遊粒子状物質, 二酸化炭素）と気管支喘息発作入院数との関連. アレルギー 1995; 44: 3: 160-9.
- 6) Odajima H, Yamazaki S, Nitta H. Decline in peak expiratory flow according to hourly short-term concentration of particulate matter in asthmatic children. Inharat Toxicol 2008; 20: 1-10.
- 7) Ueda K, Nitta H, Odajima H. The effects of weather, air pollutants, and Asian dust on hospitalization for asthma in Fukuoka. Environ Health Prev Med 2010; 15: 350-7.
- 8) 日本呼吸器学会喫煙問題に関する検討委員会編, 日本呼吸器学会. 禁煙治療マニュアル, 東京; メディカルレビュー社; 2009.