

黄砂と その健康影響について

——— 2019年3月発行 ———

はじめに

黄砂は、ユーラシア大陸内陸部の乾燥・半乾燥地域で強風によって数千メートルの高度にまで巻き上げられた土壌・鉱物粒子が偏西風に乗って飛来し、大気中に浮遊あるいは降下する現象です。また、そのような土壌・鉱物粒子そのものを黄砂と呼ぶことがあります。従来、自然現象であると理解されてきましたが、急速に広がりつつある過放牧や農地転換による土地の劣化等との関連も指摘されています。また、黄砂へばく露することによって、呼吸器疾患や循環器疾患等、人への健康に影響があることが近年報告されてきています。

この冊子は、行政職員の皆様をはじめ、多くの一般市民の方々に、黄砂の健康影響についての新しい科学的知見や関連情報をご紹介するために作成しています。多くの方々に本冊子が広く活用され、黄砂の健康影響を予防するための一助になることを期待いたします。

なお、別途参考資料で紹介するように様々な研究結果が報告されていますが、黄砂の健康影響については未解明な部分もあり、引き続き知見の収集を進めていきます。

本冊子の策定にあたりご協力いただいた執筆者の皆様をはじめ、関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

環境省環境保健部環境安全課

目次

I 章 黄砂とは	1
1. 黄砂現象	1
1. 1 黄砂とは	1
1. 2 黄砂の発生と輸送	2
1. 3 飛来する黄砂粒子の性質	4
2. 黄砂の飛来状況・被害状況	4
2. 1 黄砂の発生頻度	4
2. 2 黄砂がもたらす被害	6
II 章 黄砂の実態解明と対策	7
1. 黄砂の実態解明に向けた取り組み	7
1. 1 黄砂研究	7
1. 2 黄砂飛来状況調査	7
2. 黄砂対策	8
2. 1 黄砂発生源対策	8
2. 2 黄砂予側	9
2. 3 日中韓三カ国の黄砂に関する協力	9
2. 4 黄砂モニタリングネットワーク	10
III 章 黄砂の健康影響	11
1. 健康影響の種類	11
1. 1 アレルギー症状	11
1. 2 呼吸器疾患	11
1. 3 循環器疾患	12
2. 黄砂粒子の性質と健康影響	12
IV 章 黄砂の健康影響を予防するには	13
参考文献	16
用語集	18
「黄砂とその健康影響について」執筆者名簿	20

I 章 黄砂とは

1. 黄砂現象

1. 1 黄砂とは

黄砂は、ユーラシア大陸内陸部のタクラマカン砂漠、ゴビ砂漠や黄土高原など乾燥・半乾燥地域で、強風によって発生する砂塵嵐¹（図 1-1、1-2）により数千メートルの高度にまで巻き上げられた土壌・鉱物粒子が、偏西風に乗って中国・韓国・日本などに飛来し、大気中に浮遊あるいは降下する現象です。また、そのような土壌・鉱物粒子そのものを黄砂と呼ぶこともあります。



図 1-1 迫りくる砂塵嵐（モンゴル マンダルゴビ南方）



図 1-2 砂塵嵐発生前後の様子（中国 タクラマカン砂漠南）

¹ 砂塵嵐は、強風によって地面の大量の砂塵が空中に巻き上げられる現象で、空気が非常に濁って、視程（目視可能距離）は 1 km 以下になります。特に強い砂塵嵐（瞬間風速は 24.5 m/s、風力は 10 級以上）では視界は 50 m 以下になり、破壊力が強大であり、中国では、「黒風」、「黒霾」または「黒風暴」と呼ばれています。

砂塵嵐によって大気中に舞い上げられた黄砂は、発源地域周辺の農業生産や風下域の生活環境にしばしば重大な被害を与えるばかりでなく、大気中に浮遊し、黄砂粒子を核とした雲の発生・降水過程を通して地球全体の気候に影響を及ぼしています。また、海洋へも降下して、海洋表層のプランクトンへのミネラル分の供給を通して海洋の生態系にも大きな影響を与えていると考えられています。その総量についてはまだ明確になっていません（図 1-3）。

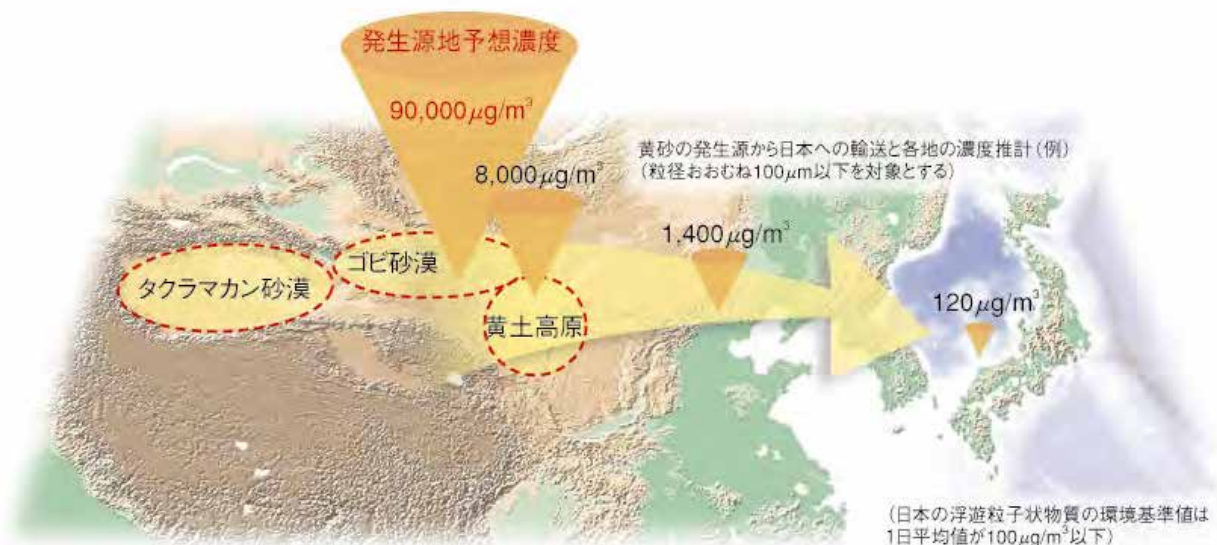


図 1-3 黄砂の発源地域

1. 2 黄砂の発生と輸送

黄砂の発生・発達、日本までの輸送、輸送途中での物理的・化学的变化などのメカニズムは、気象や地質などの要因が複雑に作用して形成されています。まず、黄砂の発生のためには発源地の地表で強い風が吹く必要があります。どれくらいの風によって黄砂が舞い上がるかは、地表の水分量や植物の繁殖度合いに依存します。また、積雪がある場合には砂は飛びません。一旦飛び上がった黄砂は風に乗って風下域へ輸送され、その途中で重力によって沈降したり、降水に伴って地表へ落下したりするほか、黄砂の中でも小さな粒子（粒径が数 μm 以下）は上空の風によって遠くまで運ばれます（図 1-4）。これらのプロセスを経た上で、北東アジアを起源とする黄砂の一部は、北太平洋を横断し北米大陸まで到達していることが、衛星画像（図 1-5）やモデル計算によって明らかになっています。

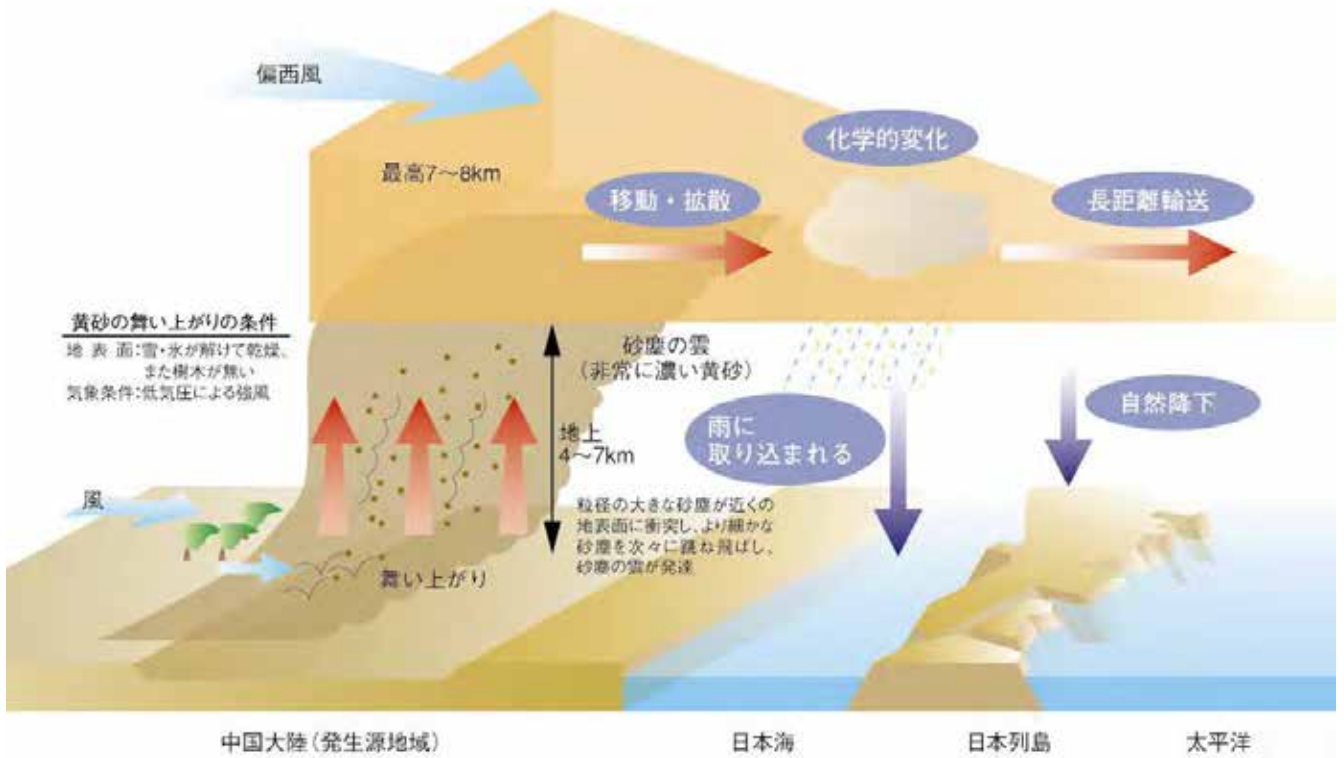


図 1-4 黄砂の発生・輸送機構

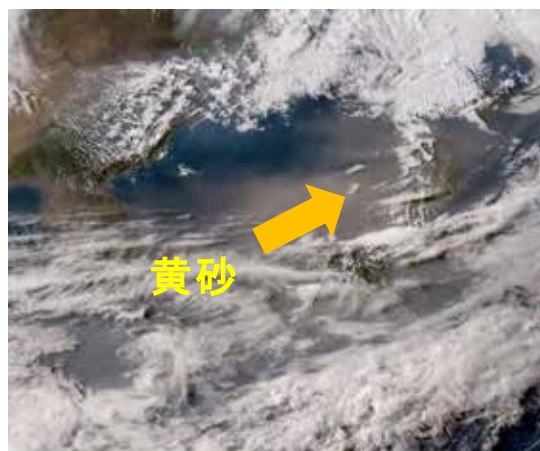


図 1-5 ひまわり 8 号による画像 (2016/5/7)

【出典 気象庁「ひまわり 8 号による観測画像 (黄砂・砂塵)」

(http://www.jma-net.go.jp/sat/himawari/obsimg/image_dust.html) を加工して作成】

1. 3 飛来する黄砂粒子の性質

黄砂粒子には、石英や長石などの造岩鉱物や、雲母、カオリナイト、緑泥石などの粘土鉱物が多く含まれています（図 1-6）。日本まで到達する黄砂の粒径の質量密度分布は、直径 4 μm 付近にピークを持ちます。細かい砂の粒径が 0.02 ~ 0.2 mm (20 ~ 200 μm) 程度であることから、黄砂の粒径が小さいことが分かります。

黄砂粒子の化学成分のうち、屋久島での黄砂の金属成分を分析した例では、アルミニウムを 1 とすると、カルシウムが 0.71、鉄が 0.52、ナトリウムが 0.39、マグネシウムが 0.31 となっています²。日本の表層土はカルシウム含有量が低く（カルシウム／アルミニウムの比が 0.2 以下）、一般的にはカルシウムの含有量が高いことが黄砂粒子の特徴とされています。また、イオン成分の分析では、土壌起源ではないと考えられるアンモニウムイオン、硫酸イオン、硝酸イオンなども検出され、輸送途中で人為起源の大気汚染物質を取り込んで変質している可能性も示唆されています。

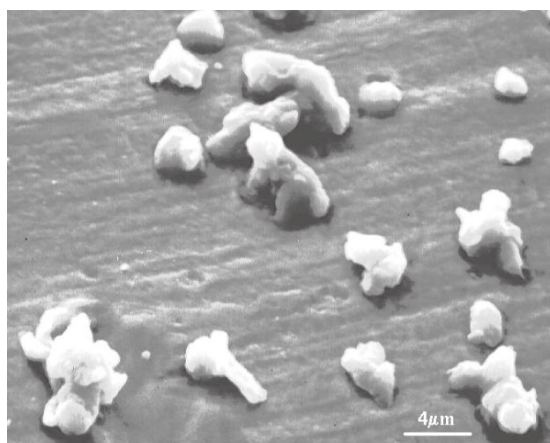


図 1-6 黄砂粒子の電子顕微鏡写真

2. 黄砂の飛来状況・被害状況

2. 1 黄砂の発生頻度

黄砂はほぼ年間を通して日本列島に飛来していますが、特に 2 月頃から増加し始め、3 月から 5 月にピークを迎えます（図 1-7）。3 月から 5 月に多い理由は、黄砂の発生源であるゴビ砂漠、タクラマカン砂漠などの砂漠地帯や黄土地帯では、この時期、雪解けの後に露出した地面が乾燥し、まだ十分に植物が生えていないため、黄砂の発生要因となる砂塵嵐が発生しやすいことに加え、大陸から日本へ吹く西風などの条件が重なるためです。

² 環境儀 No.8「黄砂研究最前線－科学的観測手法で黄砂の流れを遡る」、国立環境研究所、2003 年 4 月

日本全国 59 ヶ所の気象観測所で観測された黄砂の延べ日数は、2000 年から 2002 年にピークを迎えた後やや減少し、2010 年に再び高い値が見られるなど年々の変動が大きくなっています（図 1-8）。地方別では、九州、中国地方に多くみられています³。

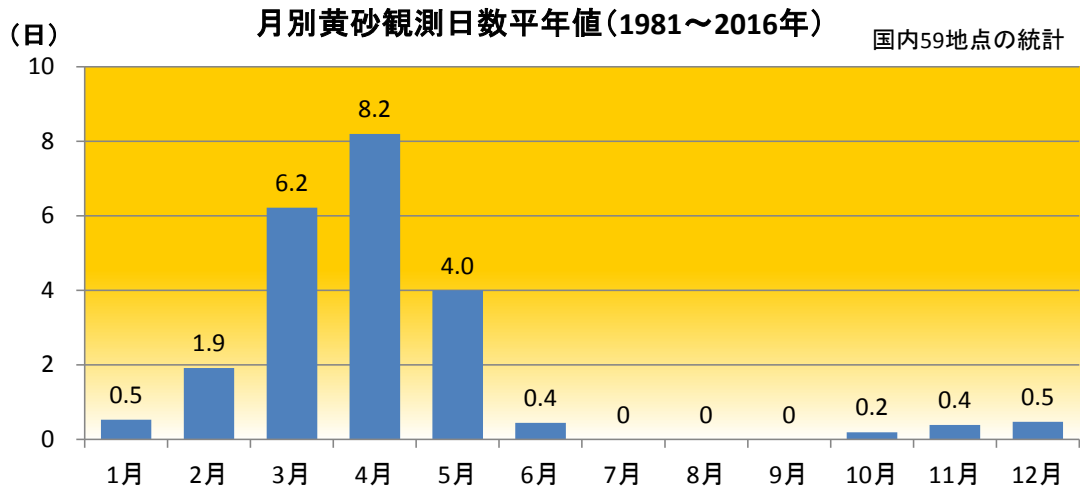


図 1-7 月別黄砂観測日数平年値（1981～2016 年）⁴

【出典 気象庁「月別黄砂観測日数平年値」

(http://www.data.jma.go.jp/gmd/env/kosahp/kosa_shindan.html) を加工して作成】

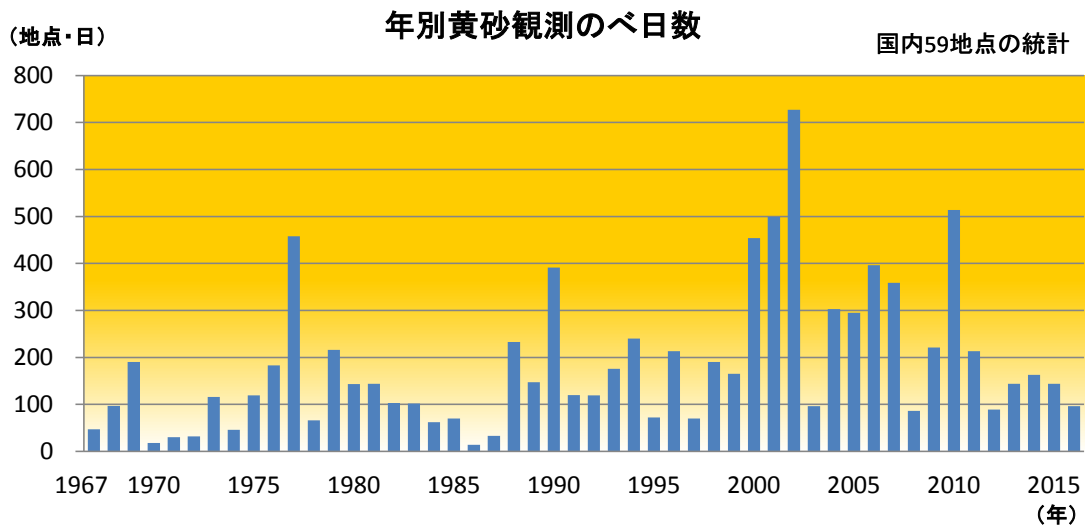


図 1-8 年別黄砂観測のべ日数⁵

【出典 気象庁「年別黄砂観測のべ日数」

(http://www.data.jma.go.jp/gmd/env/kosahp/kosa_shindan.html) を加工して作成】

³ 黄砂実態解明調査報告書（2003～2012 年度）、環境省、2014 年 3 月

⁴ 国内で目視観測を行っている気象官署 59 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 2016 年の 36 年で平均した値。

⁵ 同じ日に複数地点で観測された場合は同複数回をカウントした値。

2. 2 黄砂がもたらす被害

黄砂問題は、北東アジア地域の共通した課題ですが、発生源からの距離によって、その被害の内容や程度は異なります（図 1-9）。発生域付近においては強風で黄砂が舞い上がることで人的被害や家畜への被害、道路・線路といった社会インフラへのダメージがあり、農作物への被害も重大です。また、黄砂によって視界が悪くなり、航空機の欠航や道路交通が麻痺するなどの被害も生じます。風下域にあたる韓国では、精密機器工場へ入り込んだ黄砂粒子が製品の不良を引き起こすこともあります。日本でも、ごくまれに高い濃度のまま黄砂が飛来し、航空機の欠航等の大きな交通被害をもたらす場合があります。しかし、多くの場合、日本に飛来するまでに黄砂の濃度は低くなり、日本では自動車や洗濯物の汚れに対する注意喚起にとどまることがほとんどです。他方、低濃度であっても、黄砂が人の健康へ与える影響についての関心が高まっており、関連する数多くの調査研究が進められているところです。

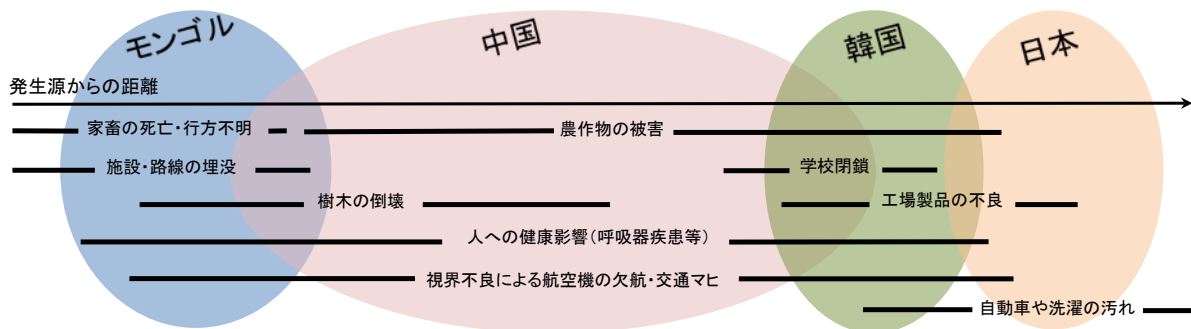


図 1-9 黄砂がもたらす被害

II章 黄砂の実態解明と対策

1. 黄砂の実態解明に向けた取り組み

1. 1 黄砂研究

黄砂の発生・輸送のメカニズムは、ある程度解明されていますが、詳細な実態や地球規模の影響などは現在も研究が進められています。黄砂が環境や産業などに与える直接的な被害については比較的明らかになっていますが、地球温暖化や酸性雨との関係などについては、未解明の部分が多くあります。このため、まず科学的なデータを蓄積することにより、現象の解明を図ることが重要です（図 2-1、2-2）。

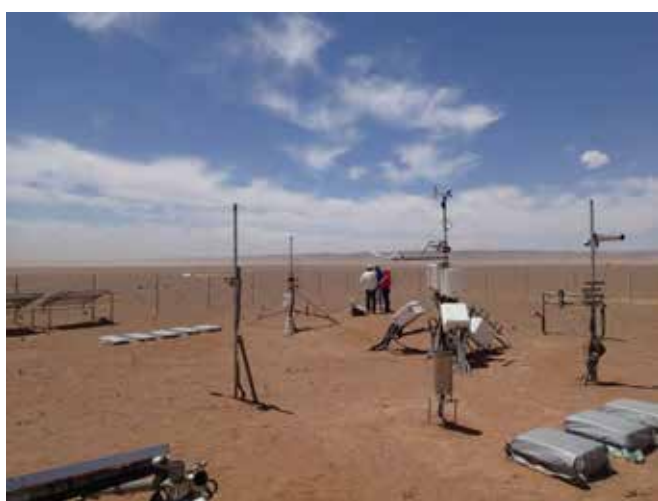


図 2-1 砂塵の舞い上がりの観測
【出典 鳥取大学乾燥地研究センター】



図 2-2 気球による上空のエアロゾル
観測

1. 2 黄砂飛来状況調査

環境省では、日本に飛来する黄砂の実態解明を目指して、毎年の黄砂の事例を分析し、黄砂発生地域や到達日数等に関する報告書を取りまとめています。これまでの分析を通じて、ユーラシア大陸で発生する砂塵嵐等と日本に飛来する黄砂の関係性が分かりつつあります。

<黄砂飛来状況調査>

<http://www.env.go.jp/air/dss/torikumi/chosa/index.html>

2. 黄砂対策

2. 1 黄砂発生源対策

黄砂が発生する地表面状況を改善し、砂塵の舞い上がりを抑制するために、様々な方法が試みられています。

●土地被覆状況の改善・復旧

- ・ 劣化した土地の再植林・植草を通じた裸地の減少
- ・ 春の耕起による地表面軟弱化の防止（多年生作物の栽培等）

●風による侵食・砂の移動の緩和

- ・ 防風林帯（図 2-3）の形成
- ・ 麦わらなどを格子状に砂中に差し込む草方格（図 2-4）による地表面風速の減退
- ・ ほふく性の植物（地面を覆うような植物）による砂丘の移動の抑制



図 2-3 防風林



図 2-4 草方格

●人為的な影響の緩和

- ・ 劣化した土地をフェンスで囲い込み、家畜・人間の草地への立ち入り制限（禁牧）による植性回復（図 2-5）
- ・ 法制度的な伐採・開墾の禁止
- ・ 劣化した土地からの移転補助
- ・ 燃料としての木材の伐採を防止するための、かまどの熱効率・住宅の断熱効率の改善



図 2-5 禁牧による植生回復

●土地の環境容量の改善

- ・ 水管理や節水技術の導入による水の効率的な利用
- ・ 家畜の堆肥などの施肥による土地の生産力向上

2. 2 黄砂予側

黄砂の発生と輸送は、発生源付近のうち表面に関する情報と、発生から輸送に渡る領域での風速や降水量から予測することが原理的には可能です。気象庁では、黄砂に関する気象情報の発表に加え、気象庁ホームページ上に目視による黄砂観測実況図及び黄砂モデリングによる向こう数日間の予測図を掲示しています。このほか、国立環境研究所や九州大学応用力学研究所など、いくつかの機関が研究成果に基づく独自の黄砂予測をホームページ上で公開しています。

<黄砂情報（予測図）（気象庁）>

<http://www.jma.go.jp/jp/kosafcst/>

<東アジア域の黄砂・大気汚染物質分布予測（国立環境研究所）>

<http://www-cfors.nies.go.jp/~cfors/index-j.html>

<SPRINTARS（九州大学）>

<http://sprintars.riam.kyushu-u.ac.jp/>

2. 3 日中韓三カ国の黄砂に関する協力

2006年に開催された第8回日中韓三カ国環境大臣会合（TEMM8）の合意を受け、北東アジア地域における黄砂対策に関する地域協力を推進するため、日本、中国、韓国の三カ国黄砂局長級会合（TDGM）が設置され、黄砂に関する施策等について、毎年意見交換が行われています（図 2-6）。



図 2-6 日中韓三カ国黄砂局長級会合（TDGM、2017年）

また、2008年から日中韓三カ国黄砂局長級会合の下に2つのワーキンググループを設置して、黄砂に関する共同研究を推進しています。ワーキンググループ1では、毎年の黄砂イベントにおける観測データの共有、各国のシミュレーションモデルによる予測結果の比較等を通じて黄砂予報の精度向上を図っています。ワーキンググループ2では、砂漠化地域における現地調査（植生モニタリング試験等）の実施・評価等を通じて黄砂の発生源対策の効率化を図っています（図2-7）。

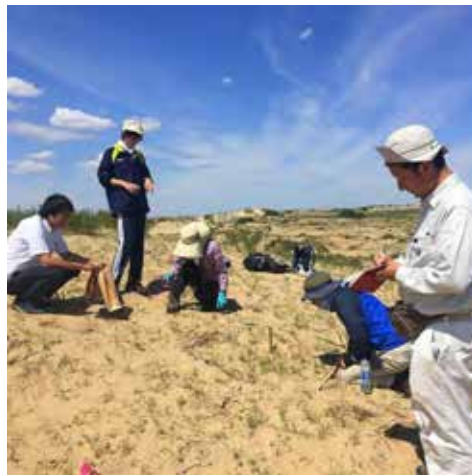


図2-7 日中韓黄砂共同研究現地調査の様子
(2017年7月、フルンボイル市)

2. 4 黄砂モニタリングネットワーク

黄砂の発生をいち早くとらえ、その発達状況・移動状況を把握するため、ユーラシア大陸北東部から日本列島に至る広い範囲で、黄砂観測網が整備されてきています。PM₁₀⁶・PM_{2.5}⁶濃度、視程及びライダー⁶の3種類の機器（偏光レーザー光、受信望遠鏡、光検出器）を風速計などと共に適切に配置し、黄砂をより正確にモニタリングすることが重要です。これにより、予測精度の向上による被害の緩和、黄砂の発生・移動メカニズムの解明による効果的な発生源対策が可能となります。

環境省では、関連する国際プロジェクトに積極的に貢献するとともに、モニタリング機材の整備等を行なっています。また、黄砂飛来状況への関心が高まっていることを受け、当該モニタリングネットワークにより取得されるリアルタイムの黄砂飛来情報を、環境省のホームページ（図4-1）上で2007年春より国民向けに提供しています。今後も、関係国と連携して観測データの共有化に努め、北東アジア地域における黄砂モニタリングネットワークの整備及び早期警報システムの構築を進めていく予定です。

⁶ 用語集参照

Ⅲ章 黄砂の健康影響

黄砂による健康影響を明らかにするため、日本や台湾、韓国などで多くの調査研究が実施されており、最近では人の健康影響との関連を示す結果が報告されています。黄砂の飛来によって、呼吸器や循環器に係る疾患の症状の悪化、入院患者数や医療機関受診者数の増加などとの関連が指摘されています。以下に、現時点での調査結果をまとめましたが、未だ解明されていない点も多いため、今後も研究や、文献レビュー、評価が求められます。

1. 健康影響の種類

1. 1 アレルギー症状

黄砂の飛来と眼、鼻、皮膚などのアレルギー症状との関連があり、目のかゆみ、結膜炎、鼻水やくしゃみなどを引き起こすことがあると報告されています。また、黄砂の濃度が高い日ほどそれらの症状を発症する方が多くなるとの報告があります。

黄砂の飛来があった日に皮膚症状を示す方は、金属アレルギーの傾向があるといわれています。また、スギ花粉の飛散と黄砂の飛来の時期が重なるため、スギ花粉症の方は注意が必要です。

黄砂飛来時に屋外にいる時間が長いほど症状が出やすいことが報告されており、症状にお困りの方は、黄砂日には不必要な外出を減らすことで症状を軽減できる可能性があります。



1. 2 呼吸器疾患

黄砂の飛来と呼吸器疾患について、小児では受診数増加、成人では救急搬送数増加との関連が報告されています。

小児において、黄砂飛来後の呼吸機能の低下が観察されています。

気管支喘息、慢性閉塞性肺疾患（COPD）の患者については、症状悪化に伴う入院・受診数の増加との関連が報告されています。また、黄砂による喘息入院について、小児と高齢者への影響が大きいとされています。

黄砂は成人喘息患者の下気道症状を悪化させると報告されています。黄砂飛来日は上下気道や眼、皮膚症状の悪化が見られる場合がありますので注意が必要です。また、喘息など呼吸器疾患を有する者だけでなく、成人の非喘息患者においても黄砂の濃度が高いほど咳が出ることが報告されています。

さらに、肺炎での入院の増加との関連もみられ、黄砂の飛来と肺炎による死亡との関連も報告されています。



1. 3 循環器疾患

黄砂の飛来と循環器疾患による死亡について関連がみられています。

また、黄砂飛来と救急搬送数増加、脳梗塞での入院や、心筋梗塞での入院、発症増加との関連が報告されています。加えて、植込み型除細動器を入れた患者について、不整脈との関連が報告されています。ただし、心筋梗塞を発症する過程において、黄砂へのばく露がどのように関与するのかは今のところ分かっていません。

高齢者や糖尿病、慢性腎臓病等の既往歴がある方は、循環器疾患への影響のリスクが高いことが報告されていますので注意が必要です。



2. 黄砂粒子の性質と健康影響

「I章1. 3 飛来する黄砂粒子の性質」で述べたように、黄砂粒子の飛来経路によって、黄砂粒子と人為起源の大気汚染物質（硫酸塩等のPM_{2.5}）が同時に飛来する場合があります。

また、黄砂の影響の地理的な特徴として、一般的に、大陸から離れた地域ほど影響が小さいと考えられています。

ここで紹介した健康影響に関する知見は、黄砂に関する国内外の研究の成果をまとめたものです。ここ数年、日本での調査研究が活発に進められており、引き続き関連文献の収集や文献レビューを進め、黄砂による健康影響に関する知見の集積とその情報発信に務めていきます。



IV章 黄砂の健康影響を予防するには

黄砂のうち粒径の小さなものは微小粒子状物質（PM_{2.5}）に含まれるため、黄砂が飛来すると PM_{2.5} 濃度も上昇します。PM_{2.5} は、注意喚起のための暫定的な指針が定められており、PM_{2.5} の高濃度汚染時（環境省暫定指針：日平均値 70 μg/m³ 以上）の対応を行うことで、黄砂による健康影響の予防にもつながります。

ここでは、PM_{2.5} の高濃度汚染時（環境省暫定指針：日平均値 70 μg/m³ 以上）における対応⁷ から、黄砂ばく露の健康影響の予防に有効と考えられる対策の例を紹介します。

（1）黄砂飛来情報の利用

日頃から最新ニュースをチェックし、黄砂の飛来予測を把握しましょう。なお、環境省では、黄砂の飛来状況（図 4-1）を以下のホームページで公開しています。

<環境省黄砂飛来情報>

<https://soramame.taiki.go.jp/dss/kosa/>

2018年4月1日以降、リニューアル版を下記 URL に掲載予定
<http://www2.env.go.jp/dss/kosa/>

この黄砂飛来情報のホームページでは、ライダーの観測に基づき全国 11 地点での地上付近の黄砂の濃度（mg/m³）をリアルタイム（1時間ごと）で表示しています。

地上付近の黄砂の量については、大気環境基準項目の一つでもある SPM⁸ の濃度も参考になります。上記のホームページでは、ライダー設置場所に一番近い一般環境大気測定局の SPM 観測データが環境基準（1時間値）の 0.2 mg（200 μg）/m³ を超え、黄砂濃度が 0.3 mg（300 μg）/m³ を超える場合にはページ上に表示されるように工夫されています。このような場合には、以下の（2）～（4）の予防策を講じることが望ましいと考えられます。

また、気象庁あるいは様々な研究機関が黄砂の予測（図 4-2）も公開しています。

<気象庁 黄砂情報（予測図）>

<http://www.jma.go.jp/jp/kosafcst/>

⁷ 微小粒子状物質（PM_{2.5}）に関する専門家会合、最近の微小粒子状物質（PM_{2.5}）による大気汚染への対応、平成 25 年 2 月

⁸ 用語集参照



図 4-1 環境省黄砂飛来情報
(2017年5月7日)

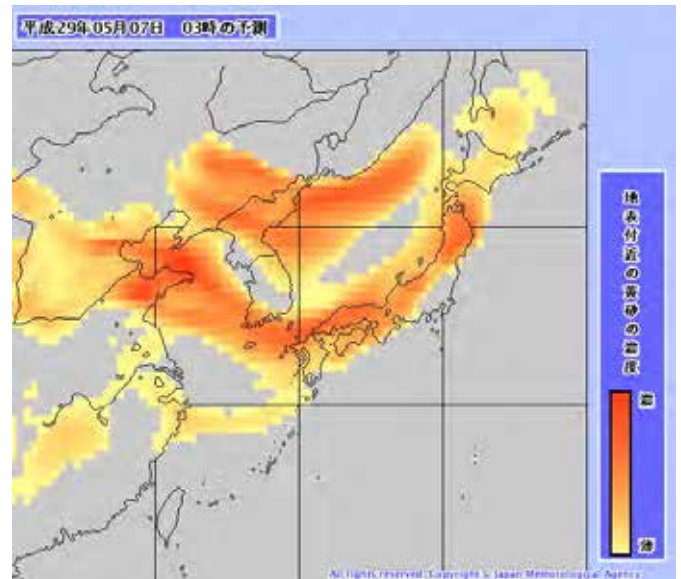


図 4-2 黄砂情報（予測図）
(2017年5月7日)

（2）外出や屋外での運動に関する注意

黄砂が飛来している時は、不要不急の外出を控えることで吸入量を減らすことが期待できます。また、高濃度の黄砂が飛来しているときには、マラソン大会のような呼吸器系への負担が長時間続くような屋外での長時間の激しい運動を避けることにより黄砂に関連する健康影響を減らすことが期待できます。

特に、呼吸器や循環器に疾患のある方、小児、高齢者の方などは、体調に応じて、より慎重に行動することが望めます。

（3）外出時のマスク着用

黄砂が飛来している時は、一般用マスク（不織布マスク等）を着用することで、黄砂に対するある程度の吸入予防効果が期待できます。ただ、マスクによって吸入防止性能は異なります。医療用や産業用のマスクは、微粒子の捕集効率の高いフィルターを使っており、黄砂やPM_{2.5}等の微粒子の吸入を大幅に減らすことができます。

ただし、マスクを着用する場合には顔の大きさに合ったものを選び、空気が漏れないように着用しなければ十分な効果が期待できません。自分の顔にあった形状、サイズのマスクをきちんと着用しましょう。一方、医療用や産業用のマスクは、着用すると少し息苦しい感じがあるので、長時間の使用には向いていません。

(4) 屋内での換気や窓の開閉と空気清浄機の使用

換気は大事ですが、高濃度の黄砂が飛来しているときには、窓の開閉や換気を必要最小限にすることにより、居住者の吸入量を減らすことが期待できます。

黄砂及びPM_{2.5}に対する空気清浄機の除去効果は、フィルターの有無や性能など機種によって異なると考えられるため、製品表示等を確認しましょう（PM_{2.5}に関して、一部製品については、メーカーにおいて性能試験により一定の有効性が確認されています）。また、定期的にフィルターの清掃・交換を行う必要があります。

参考文献

- (1) Lee H., Honda Y., Lim Y.-H., Guo Y. L., Hashizume M., Kim H.. Effect of Asian dust storms on mortality in three Asian cities. *Atmospheric Environment* 2014 ; 89 : 309-317.
- (2) Kashima S., Yorifuji T., Tsuda T., Eboshida A.. Asian dust and daily all-cause or cause-specific mortality in western Japan. *Occupational and environmental medicine* 2012 ; 69 : 908-915.
- (3) Chan C. C., Ng H. C.. A case-crossover analysis of Asian dust storms and mortality in the downwind areas using 14-year data in Taipei. *The Science of the total environment* 2011 ; 410-411 : 47-52.
- (4) Wang Y.-C., Lin Y.-K.. Mortality associated with particulate concentration and Asian dust storms in Metropolitan Taipei. *Atmospheric Environment* 2015 ; 117 : 32-40.
- (5) Lee H., Kim H., Honda Y., Lim Y.-H., Yi S.. Effect of Asian dust storms on daily mortality in seven metropolitan cities of Korea. *Atmospheric Environment* 2013 ; 79 : 510-517.
- (6) Ho H. C., Wong M. S., Yang L., Chan T. C., Bilal M.. Influences of socioeconomic vulnerability and intra-urban air pollution exposure on short-term mortality during extreme dust events. *Environmental pollution (Barking, Essex : 1987)* 2018 ; 235 : 155-162.
- (7) Kim H. S., Kim D. S., Kim H., Yi S. M.. Relationship between mortality and fine particles during Asian dust, smog-Asian dust, and smog days in Korea. *International journal of environmental health research* 2012 ; 22 : 518-530.
- (8) Kashima S., Yorifuji T., Bae S., Honda Y., Lim Y.-H., Hong Y.-C.. Asian dust effect on cause-specific mortality in five cities across South Korea and Japan. *Atmospheric Environment* 2016 ; 128 : 20-27.
- (9) Nakamura T., Hashizume M., Ueda K., Kubo T., Shimizu A., Okamura T., Nishiwaki Y.. The relationship between Asian dust events and out-of-hospital cardiac arrests in Japan. *Journal of epidemiology* 2015 ; 25 : 289-296.
- (10) Ueda K., Shimizu A., Nitta H., Inoue K.. Long-range transported Asian Dust and emergency ambulance dispatches. *Inhalation toxicology* 2012 ; 24 : 858-867.
- (11) Kashima S., Yorifuji T., Suzuki E.. Asian dust and daily emergency ambulance calls among elderly people in Japan: an analysis of its double role as a direct cause and as an effect modifier. *Journal of occupational and environmental medicine* 2014 ; 56 : 1277-1283.
- (12) Kashima S., Yorifuji T., Suzuki E.. Are People With a History of Disease More Susceptible to a Short-term Exposure to Asian Dust?: A Case-Crossover Study Among the Elderly in Japan. *Epidemiology (Cambridge, Mass)* 2017 ; 28 Suppl 1 : S60-s66.
- (13) Liu S. T., Liao C. Y., Kuo C. Y., Kuo H. W.. The Effects of PM2.5 from Asian Dust Storms on Emergency Room Visits for Cardiovascular and Respiratory Diseases. *International journal of environmental research and public health* 2017 ; 14.
- (14) Chien L. C., Yang C. H., Yu H. L.. Estimated effects of Asian dust storms on spatiotemporal distributions of clinic visits for respiratory diseases in Taipei children (Taiwan). *Environmental health perspectives* 2012 ; 120 : 1215-1220.
- (15) Yu H. L., Chien L. C., Yang C. H.. Asian dust storm elevates children's respiratory health risks: a spatiotemporal analysis of children's clinic visits across Taipei (Taiwan). *PloS one* 2012 ; 7 : e41317.
- (16) Yu H. L., Yang C. H., Chien L. C.. Spatial vulnerability under extreme events: a case of Asian dust storm's effects on children's respiratory health. *Environment international* 2013 ; 54 : 35-44.
- (17) Nakamura T., Hashizume M., Ueda K., Shimizu A., Takeuchi A., Kubo T., Hashimoto K., Moriuchi H., Odajima H., Kitajima T., Tashiro K., Tomimasu K., Nishiwaki Y.. Asian Dust and Pediatric Emergency Department Visits Due to Bronchial Asthma and Respiratory Diseases in Nagasaki, Japan. *Journal of epidemiology* 2016 ; 26 : 593-601.
- (18) Kanatani K. T., Ito I., Al-Delaimy W. K., Adachi Y., Mathews W. C., Ramsdell J. W.. Desert dust exposure is associated with increased risk of asthma hospitalization in children. *American journal of respiratory and critical care medicine* 2010 ; 182 : 1475-1481.
- (19) Ueda K., Nitta H., Odajima H.. The effects of weather, air pollutants, and Asian dust on hospitalization for asthma in Fukuoka. *Environmental health and preventive medicine* 2010 ; 15 : 350-357.
- (20) Wang C. H., Chen C. S., Lin C. L.. The threat of Asian dust storms on asthma patients: a population-based study in Taiwan. *Global public health* 2014 ; 9 : 1040-1052.
- (21) Park Y. S., Kim J. H., Jang H. J., Tae Y. H., Lim D. H.. The effect of Asian dust on asthma by socioeconomic status using national health insurance claims data in Korea. *Inhalation toxicology* 2016 ; 28 : 1-6.
- (22) Park J., Lim M. N., Hong Y., Kim W. J.. The Influence of Asian Dust, Haze, Mist, and Fog on Hospital Visits for Airway Diseases. *Tuberculosis and respiratory diseases* 2015 ; 78 : 326-335.
- (23) Kang J. H., Keller J. J., Chen C. S., Lin H. C.. Asian dust storm events are associated with an acute increase in pneumonia hospitalization. *Annals of epidemiology* 2012 ; 22 : 257-263.
- (24) Kamouchi M., Ueda K., Ago T., Nitta H., Kitazono T.. Relationship between asian dust and ischemic stroke: a time-stratified case-crossover study. *Stroke* 2012 ; 43 : 3085-3087.
- (25) Kang J. H., Liu T. C., Keller J., Lin H. C.. Asian dust storm events are associated with an acute increase in stroke hospitalisation. *Journal of epidemiology and community health* 2013 ; 67 : 125-131.
- (26) Matsukawa R., Michikawa T., Ueda K., Nitta H., Kawasaki T., Tashiro H., Mohri M., Yamamoto Y.. Desert dust is a risk factor for the incidence of acute myocardial infarction in Western Japan. *Circulation Cardiovascular quality and outcomes* 2014 ; 7 : 743-748.
- (27) Kojima S., Michikawa T., Ueda K., Sakamoto T., Matsui K., Kojima T., Tsujita K., Ogawa H., Nitta H., Takami A.. Asian dust exposure triggers acute myocardial infarction. *Eur Heart J* 2017 ; 38 : 3202-3208.
- (28) Teng J. C., Chan Y. S., Peng Y. I., Liu T. C.. Influence of Asian dust storms on daily acute myocardial infarction hospital admissions. *Public health nursing (Boston, Mass)* 2016 ; 33 : 118-128.
- (29) Lin Y. K., Chen C. F., Yeh H. C., Wang Y. C.. Emergency room visits associated with particulate concentration and Asian dust storms in metropolitan Taipei. *Journal of exposure science & environmental epidemiology* 2016 ; 26 : 189-196.
- (30) Chien L. C., Lien Y. J., Yang C. H., Yu H. L.. Acute increase of children's conjunctivitis clinic visits by Asian dust storms exposure - a spatiotemporal study in Taipei, Taiwan. *PloS one* 2014 ; 9 : e109175.
- (31) Otani S., Onishi K., Mu H., Kurozawa Y.. The effect

- of Asian dust events on the daily symptoms in Yonago, Japan: a pilot study on healthy subjects. *Archives of environmental & occupational health* 2011 ; 66 : 43-46.
- (32) Onishi K., Otani S., Yoshida A., Mu H., Kurozawa Y.. Adverse health effects of Asian dust particles and heavy metals in Japan. *Asia-Pacific journal of public health* 2015 ; 27 : Np1719-1726.
- (33) Onishi K., Kurosaki Y., Otani S., Yoshida A., Sugimoto N., Kurozawa Y.. Atmospheric transport route determines components of Asian dust and health effects in Japan. *Atmospheric Environment* 2012 ; 49 : 94-102.
- (34) Otani S., Onishi K., Mu H., Hosoda T., Kurozawa Y., Ikeguchi M.. Associations between subjective symptoms and serum immunoglobulin E levels during Asian dust events. *International journal of environmental research and public health* 2014 ; 11 : 7636-7641.
- (35) Majbauddin A., Onishi K., Otani S., Kurosaki Y., Kurozawa Y.. Association between Asian Dust-Borne Air Pollutants and Daily Symptoms on Healthy Subjects: A Web-Based Pilot Study in Yonago, Japan. *Journal of environmental and public health* 2016 ; 2016 : 8280423.
- (36) Kanatani K. T., Hamazaki K., Inadera H., Sugimoto N., Shimizu A., Noma H., Onishi K., Takahashi Y., Itazawa T., Egawa M., Sato K., Go T., Ito I., Kurozawa Y., Konishi I., Adachi Y., Nakayama T.. Effect of desert dust exposure on allergic symptoms: A natural experiment in Japan. *Annals of allergy, asthma & immunology : official publication of the American College of Allergy, Asthma, & Immunology* 2016 ; 116 : 425-430.e427.
- (37) Ogi K., Takabayashi T., Sakashita M., Susuki D., Yamada T., Manabe Y., Fujieda S.. Effect of Asian sand dust on Japanese cedar pollinosis. *Auris, nasus, larynx* 2014 ; 41 : 518-522.
- (38) Higashi T., Kambayashi Y., Ohkura N., Fujimura M., Nakanishi S., Yoshizaki T., Saijoh K., Hayakawa K., Kobayashi F., Michigami Y., Hitomi Y., Nakamura H.. Exacerbation of daily cough and allergic symptoms in adult patients with chronic cough by Asian dust: A hospital-based study in Kanazawa . *Atmospheric Environment* 2014 ; 97 : 537-543.
- (39) Higashi T., Kambayashi Y., Ohkura N., Fujimura M., Nakai S., Honda Y., Saijoh K., Hayakawa K., Kobayashi F., Michigami Y., Orlando A. E., Hitomi Y., Nakamura H.. Effects of Asian dust on daily cough occurrence in patients with chronic cough: A panel study. *Atmospheric Environment* 2014 ; 92 : 506-513.
- (40) Otani S., Onishi K., Mu H., Yokoyama Y., Hosoda T., Okamoto M., Kurozawa Y.. The relationship between skin symptoms and allergic reactions to Asian dust. *International journal of environmental research and public health* 2012 ; 9 : 4606-4614.
- (41) Watanabe M., Noma H., Kurai J., Sano H., Iwata K., Hantan D., Tohda Y., Shimizu E.. Association of Short-Term Exposure to Ambient Fine Particulate Matter with Skin Symptoms in Schoolchildren: A Panel Study in a Rural Area of Western Japan. *International journal of environmental research and public health* 2017 ; 14.
- (42) Watanabe M., Kurai J., Igishi T., Yamasaki A., Burioka N., Takeuchi H., Sako T., Touge H., Nakamoto M., Hasegawa Y., Chikumi H., Matsumoto S., Yamasaki C., Minato S., Ueda Y., Horasaki K., Watanabe T., Shimizu E.. Influence of Asian Desert Dust on Lower Respiratory Tract Symptoms in Patients with Asthma over 4 Years. *Yonago acta medica* 2012 ; 55 : 41-48.
- (43) Watanabe M., Igishi T., Burioka N., Yamasaki A., Kurai J., Takeuchi H., Sako T., Yoshida A., Yoneda K., Fukuoka Y., Nakamoto M., Hasegawa Y., Chikumi H., Matsumoto S., Minato S., Horasaki K., Shimizu E.. Pollen augments the influence of desert dust on symptoms of adult asthma patients . *Allergology international : official journal of the Japanese Society of Allergology* 2011 ; 60 : 517-524.
- (44) Watanabe M., Yamasaki A., Burioka N., Kurai J., Yoneda K., Yoshida A., Igishi T., Fukuoka Y., Nakamoto M., Takeuchi H., Suyama H., Tatsukawa T., Chikumi H., Matsumoto S., Sako T., Hasegawa Y., Okazaki R., Horasaki K., Shimizu E.. Correlation between Asian dust storms and worsening asthma in Western Japan . *Allergology international : official journal of the Japanese Society of Allergology* 2011 ; 60 : 267-275.
- (45) Watanabe M., Kurai J., Tomita K., Sano H., Abe S., Saito R., Minato S., Igishi T., Burioka N., Sako T., Yasuda K., Mikami M., Kurita S., Tokuyasu H., Ueda Y., Konishi T., Yamasaki A., Aiba S., Oshimura M., Shimizu E.. Effects on asthma and induction of interleukin-8 caused by Asian dust particles collected in western Japan. *The Journal of asthma : official journal of the Association for the Care of Asthma* 2014 ; 51 : 595-602.
- (46) Watanabe M., Kurai J., Sano H., Shimizu E.. Effect of exposure to an Asian dust storm on fractional exhaled nitric oxide in adult asthma patients in Western Japan. *The journal of medical investigation : JMI* 2015 ; 62 : 233-237.
- (47) Hong Y. C., Pan X. C., Kim S. Y., Park K., Park E. J., Jin X., Yi S. M., Kim Y. H., Park C. H., Song S., Kim H.. Asian Dust Storm and pulmonary function of school children in Seoul. *The Science of the total environment* 2010 ; 408 : 754-759.
- (48) Watanabe M., Noma H., Kurai J., Sano H., Saito R., Abe S., Kimura Y., Aiba S., Oshimura M., Yamasaki A., Shimizu E.. Decreased pulmonary function in school children in Western Japan after exposures to Asian desert dusts and its association with interleukin-8. *BioMed research international* 2015 ; 2015 : 583293.
- (49) Watanabe M., Noma H., Kurai J., Sano H., Ueda Y., Mikami M., Yamamoto H., Tokuyasu H., Kato K., Konishi T., Tatsukawa T., Shimizu E., Kitano H.. Differences in the effects of Asian dust on pulmonary function between adult patients with asthma and those with asthma-chronic obstructive pulmonary disease overlap syndrome . *International journal of chronic obstructive pulmonary disease* 2016 ; 11 : 183-190.
- (50) Watanabe M., Noma H., Kurai J., Sano H., Mikami M., Yamamoto H., Ueda Y., Touge H., Fujii Y., Ikeda T., Tokuyasu H., Konishi T., Yamasaki A., Igishi T., Shimizu E.. Effect of Asian dust on pulmonary function in adult asthma patients in western Japan: A panel study. *Allergology international : official journal of the Japanese Society of Allergology* 2016 ; 65 : 147-152.
- (51) Kurai J., Watanabe M., Noma H., Iwata K., Taniguchi J., Sano H., Tohda Y., Shimizu E.. Estimation of the effects of heavy Asian dust on respiratory function by definition type. *Genes and environment : the official journal of the Japanese Environmental Mutagen Society* 2017 ; 39 : 25.
- (52) Kim I. S., Sohn J., Lee S. J., Park J. K., Uhm J. S., Pak H. N., Lee M. H., Kim C., Joung B.. Association of air pollution with increased incidence of ventricular tachyarrhythmias recorded by implantable cardioverter defibrillators: Vulnerable patients to air pollution . *International journal of cardiology* 2017 ; 240 : 214-220.
- (53) Altindag D. T., Baek D., Mocan N.. Chinese Yellow Dust and Korean infant health. *Social science & medicine (1982)* 2017 ; 186 : 78-86.

用語集

<p>PM_{2.5} (微小粒子状物質)</p>	<p>大気中に浮遊している粒径 2.5 μm 以下の小さな粒子のことで、従来から環境基準を定めて対策を進めてきた浮遊粒子状物質 (SPM) よりも小さな粒子です。 PM_{2.5} は非常に小さいため (髪の毛の太さの 1/30 程度)、肺の奥深くまで入りやすく、呼吸器系への影響に加え、循環器系への影響が心配されています。</p>																												
<p>PM₁₀</p>	<p>大気中に浮遊する粒子状の物質 (浮遊粉じん、エアロゾルなど) のうち粒径が 10 μm 以下のもの。SPM には粒径が 10 μm の粒子は全く含みませんが、PM₁₀ にはそのうちの 50% が含まれます。海外では SPM ではなく PM₁₀ で環境基準を設定している国が多くあります。</p> <div data-bbox="550 918 1300 1489" data-label="Figure"> <table border="1"> <caption>PM_{2.5}, PM₁₀, SPM の捕集効率の概念図</caption> <thead> <tr> <th>空気力学径 (μm)</th> <th>PM_{2.5} 捕集効率</th> <th>SPM 捕集効率</th> <th>PM₁₀ 捕集効率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.5</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>2.5</td> <td>0.5</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>0</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>図 PM_{2.5}、PM₁₀、SPM の捕集効率の概念図</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ PM_{2.5} は捕集効率が 50% となる空気力学径が 2.5 μm となる粒子 ・ PM₁₀ は捕集効率が 50% となる空気力学径が 10 μm となる粒子 ・ SPM は 10 μm を越える粒子が 100% カットされている粒子 	空気力学径 (μm)	PM _{2.5} 捕集効率	SPM 捕集効率	PM ₁₀ 捕集効率	0.5	1.0	1.0	1.0	1	1.0	1.0	1.0	2.5	0.5	1.0	1.0	5	0	1.0	1.0	10	0	0.5	0.5	20	0	0	0
空気力学径 (μm)	PM _{2.5} 捕集効率	SPM 捕集効率	PM ₁₀ 捕集効率																										
0.5	1.0	1.0	1.0																										
1	1.0	1.0	1.0																										
2.5	0.5	1.0	1.0																										
5	0	1.0	1.0																										
10	0	0.5	0.5																										
20	0	0	0																										
<p>SPM (浮遊粒子状物質)</p>	<p>大気中に浮遊する粒子状の物質 (浮遊粉じん、エアロゾルなど) のうち粒径が 10 μm より小さいもの。</p>																												
<p>ライダー</p>	<p>ライダー (LIDAR : <u>L</u>ight <u>D</u>etection and <u>R</u>anging) は、レーザー光を用いたレーダーで、上空を通過する黄砂をリアルタイムで計</p>																												

	<p>測できる機器です。レーザー光を地上から送信し、上空の浮遊物質に当たってはね返ってくる光を解析することによって、粒子の高度・濃度・形状などが分かります。</p> <p>一般的に排ガスなどに由来する粒子状の大気汚染物質は球形ですが、黄砂粒子は球形ではありません。この形状の違いをライダーは判別できるため、肉眼では区別できない黄砂と黄砂以外の大気汚染物質等の粒子状物質を判別して観測することが可能となります。</p>
--	--

「黄砂とその健康影響について」執筆者名簿

市瀬 孝道	公立大学法人大分県立看護科学大学 人間科学講座生体反学研究 研究室 教授
上田 佳代	国立大学法人京都大学大学院 地球環境学堂 准教授
小田嶋 博	独立行政法人国立病院機構 福岡病院 特別診療役
金谷 久美子	国立大学法人京都大学大学院 医学研究科 社会健康医学系専攻 健康情報学 研究員
清水 厚	国立研究開発法人国立環境研究所 地域環境研究センター広域 大気環境研究室 主任研究員
高見 昭憲	国立研究開発法人国立環境研究所 地域環境研究センター セン ター長
竹内 文乃	学校法人慶應義塾大学 医学部衛生学公衆衛生学教室 専任講 師（医学部）
西脇 祐司	学校法人東邦大学 医学部 社会医学講座 衛生学分野 教授
橋爪 真弘	国立大学法人長崎大学 熱帯医学研究所小児感染症学分野 教授
渡部 仁成	医療法人清生会 谷口病院 副院長

（五十音順・敬称略）

黄砂とその健康影響について

2019年（平成31年）3月発行

編集

一般社団法人環境情報科学センター

環境省環境保健部環境安全課

〒100-8975 東京都千代田区霞が関1丁目2番2号

TEL: 03-3581-3351（内線6352） FAX: 03-3580-3596

E-mail: netsu@env.go.jp