

エデュカーレ

保健体育

No. 21

特集

国境を越える環境汚染
～PM 2.5～



CONTENTS

特集

- 国境を越える環境汚染
～PM 2.5～ 2
- なるほどデータ
授業に使える図版資料..... 4
- ワードファイル
今話題の「環境」キーワード..... 6

●ちょっと質問!!

日ごろの疑問に答えるQ & A 7

●情報検索マップ

そらまめ君..... 8

特集

国境を越える環境汚染 ～PM2.5～

①PM2.5とは何か？

2013年に入って、中国大陸由来の「PM2.5」が多く飛来していることが報道され、それへの対策として、環境省が飛来量が多く大気中の濃度が高くなる日には外出を控えるよう注意を喚起するなどの事態となっている。それでは、このPM2.5とはどのようなものなのだろうか。

「PM」とは英語の「Particulate Matter」の略であり、日本語では「粒子状物質」などと呼ばれる物質である。粒子状物質はマイクロメートル(1mの100万分の1： μm)単位の大さきの物質である。わが国の環境基本法に基づく環境基準に取り上げられている「浮遊粒子状物質」は「大気中に浮遊する粒子状物質であって、その粒径が $10\mu\text{m}$ 以下のもの」と定義されているが、これは言い換えると「PM10」である。それに対して、PM2.5は粒径が $2.5\mu\text{m}$ 以下の物質である。ちなみに、花粉症の原因になるスギやヒノキの花粉の大きさは粒径が約 $30\mu\text{m}$ である。

PM2.5は、粒子が大変小さいため、肺の奥深くに侵入しやすく、それより大きな粒子状物質に比べて、より

健康への影響が大きいと考えられている(図1)。たとえば、大量の吸入によって、ぜんそくや肺がんのリスクが高まるとともに、不整脈や心筋梗塞のリスクも高まる可能性も指摘されている。

②PM2.5はどのように発生するのか？

PM2.5は、工場のばい煙や自動車排ガスといった化石燃料の燃焼、たばこの煙などの人の活動に由来して発生するもののほか、火山から噴き出した灰、波しぶきなどによる海塩の飛散などの自然界の活動に由来して発生するものがある。なお、こうしたPM2.5を含む粒子状物質は、粒子として排出される一次粒子のほか、ガス状の物質が大気中で粒子化する二次生成粒子がある。

PM2.5は粒子状物質の大きさで区分した種類であり、物質そのものの区分でない。そのため、一口にPM2.5といってもその構成物質は硫酸化合物、窒素化合物、有機化合物などの化学物質をはじめとしてさまざまである。このため、なかには発がん物質が含まれているケースもある。

PM2.5の大きさ(模式図)

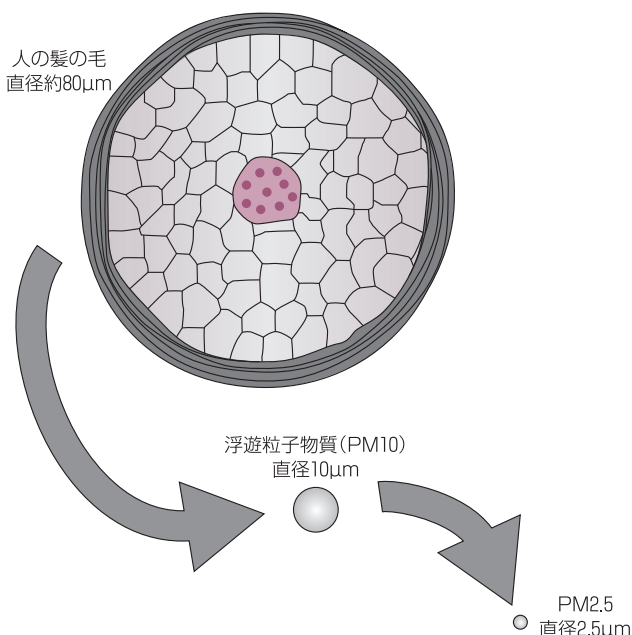
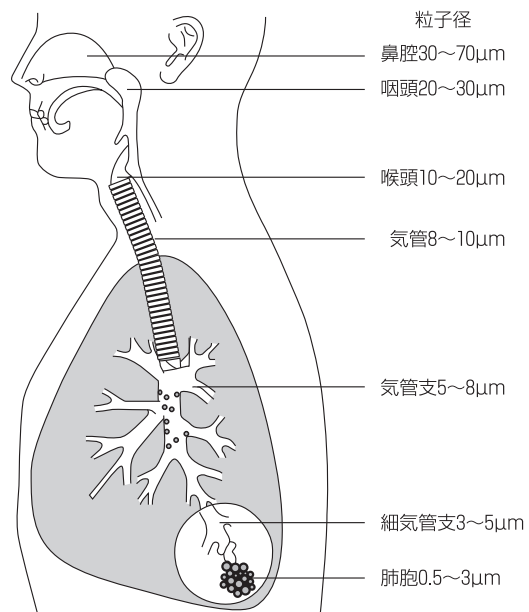


図1 粒子状物質の大きさの比較と人体への影響

呼吸器の各組織に入り込める粒子の大きさ



③PM 2.5による健康影響は？

私たちは呼吸によって空気中の酸素を体の中に取り込んで生命を維持しているが、私たちが体内に取り込む空気には、酸素や窒素、二酸化炭素などはもちろん、細菌やウイルス、そしてPM 2.5のような微小なさまざまな物質が含まれている。

空気の取り込み口である鼻や喉、その奥にある気管支などにはひだや粘膜があり、私たち人間にとっての異物が肺にまで入り込まないように防ぐ働きをしている。また、そこを通り抜けて奥まで入ったものも、せん毛運動などで外に出されるため、肺の中にある酸素を取り込む器官である肺胞にまで異物が達することはほとんどない。しかし、PM 2.5は非常に小さな物質であるため、このような人間の異物排出機構を通り抜けて肺胞にまで達してしまう。達したPM 2.5が少量であれば肺胞が持つ異物を取り除く仕組みによって除去されるが、肺胞にたどり着く量が増えると、処理が間に合わず、肺胞内に異物が残り、炎症が起きるなどして呼吸がしにくくなったり、呼吸器の病気が発生するようになるとともに、肺がんのリスクも高まるといわれている。

④PM 2.5の環境基準は？

わが国におけるPM 2.5の観測状況は、測定地点の少

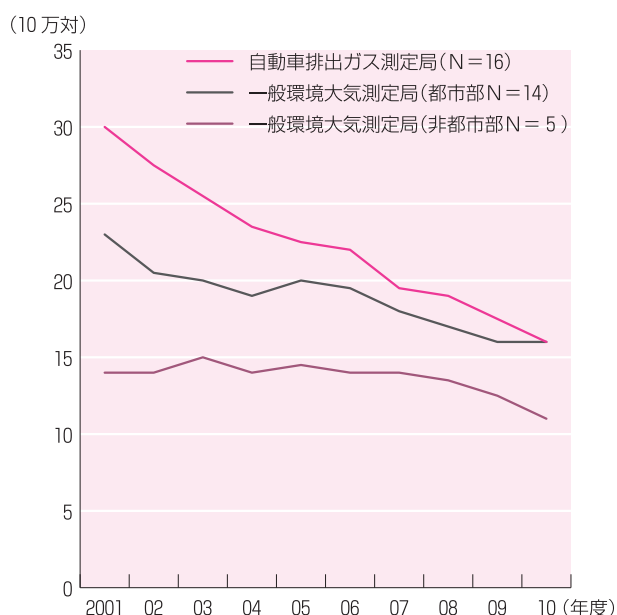


図2 PM 2.5の濃度の推移（環境省「微小粒子状物質等曝露影響実測調査」, 2010年）

なさもあり、まだデータとしては拙い状態である(図2)。

PM 2.5の環境基準(人の健康を保護する上で維持されることが望ましい基準)は、「1年平均値が $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であり、かつ、1日平均値が $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であること」と定められている。

また、中国から飛来するPM 2.5の増加を受けて、環境省が2013年2月に設置した「微小粒子状物質(PM 2.5)に関する専門家会合」では、健康影響が出現する可能性が高くなると予測されるため、注意喚起を促す際の指標となる1日平均値を、暫定的に $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ と定めた。しかし、PM 2.5による健康影響は個人差が大きいと思われるため、これより低い濃度でも健康影響が発生する恐れがある。特に呼吸器系に既往症を抱える人や高齢者、幼児などについては注意が必要である。この暫定的な指標については、今後も新たな知見やデータの蓄積等を踏まえて、必要に応じて見直しが行われる予定である。

なお、日本各地におけるPM 2.5の濃度を含めた最新の大気汚染状況については、環境省の大気汚染物質広域監視システム「そらまめ君」によって知ることができる。
(→p.8)

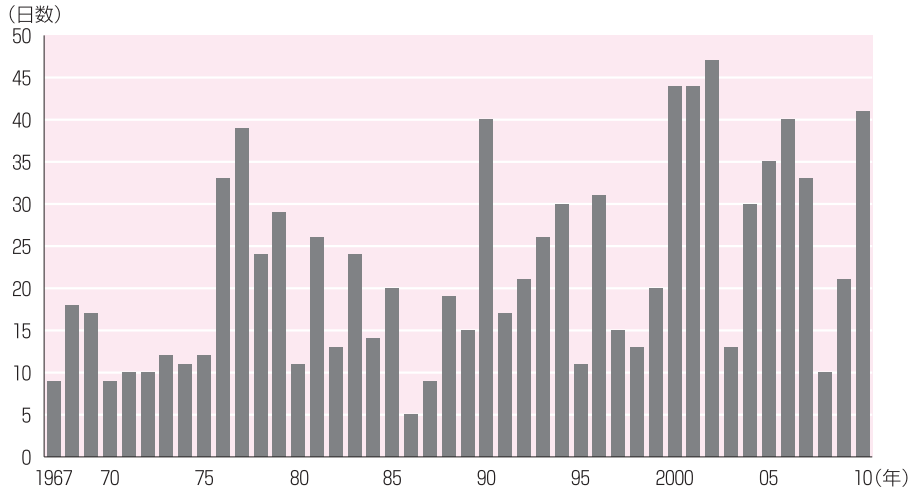
⑤PM 2.5を防ぐには？

PM 2.5は、これまで述べてきたように非常に小さな物質である。このため、もちろん目には見えず、対策が難しいという側面がある。外出時にできる限りPM 2.5を吸い込まないようにするためには、マスクを着用することが有効ではあるが、一般的な花粉対策用マスクなどでは、PM 2.5は通り抜けてしまう。このため、PM 2.5を防ぐためには、N95規格以上の性能($0.3\mu\text{m}$ 以上の粒子状物質を95%以上捕集できる)を持つマスクを使用しなければならない。また、室内ではPM 2.5に対応した空気清浄器を使用することでも濃度を軽減することができる。

過敏に反応し過ぎることはよくないが、PM 2.5に対する正しい知識を持ち、特に呼吸器系が弱い人は日々の情報などを得て状況に応じた対処ができるようにしたい。

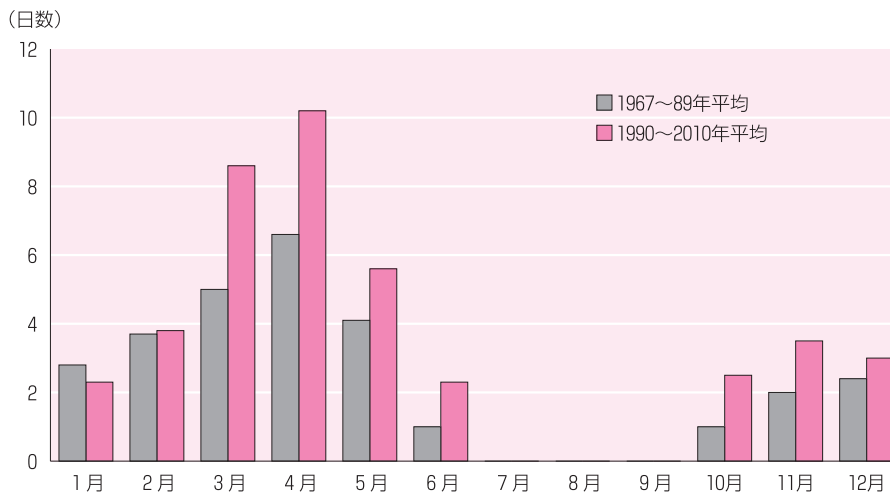
(編集部作成)

① 黄砂観測日数の推移 (気象庁資料, 2010年)



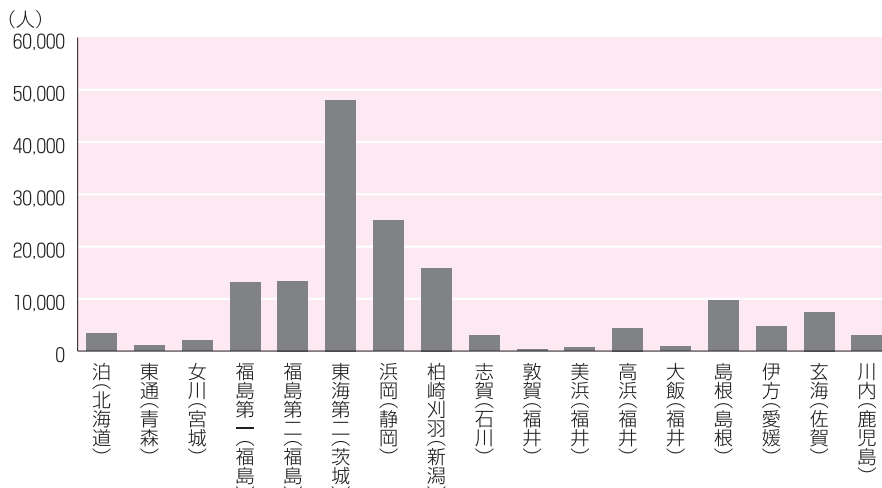
黄砂は、中国の内陸部にあるゴビ砂漠やタクラマカン砂漠などで巻き上げられた砂が、偏西風に乗って飛来する現象で、わが国では古来から観測されている。近年の傾向をみると、観測日数は年によって大きく変動するものの、全体的な傾向として増加傾向にあるといえる。

② 月別の黄砂観測状況 (気象庁資料, 2010年)



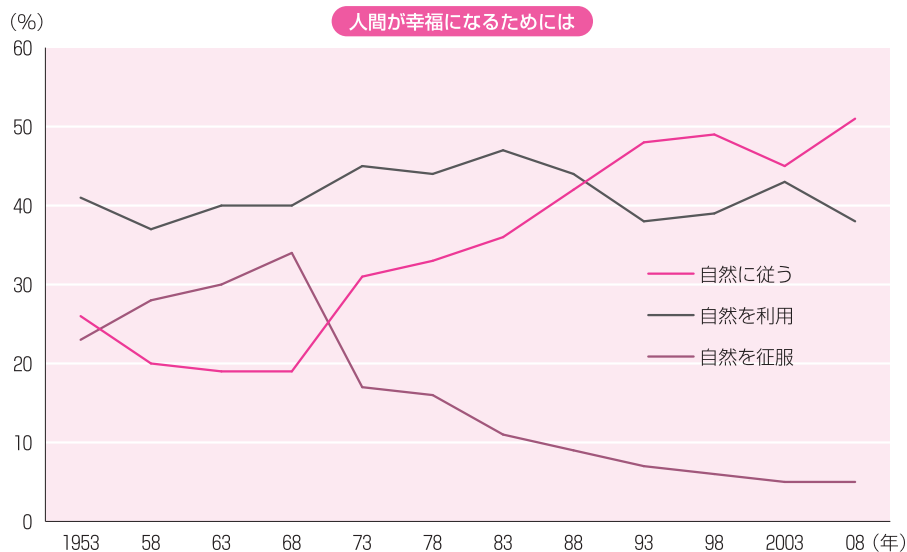
月ごとの黄砂の飛来状況について、1967～89年と1990～2010年の状況を比較して示した図である。黄砂は、通年観測されるものではなく、夏の期間はまったく飛来していないことがわかる。また、①で示した図と同様に、かつてに比べて飛散量が増えている傾向がうかがえる。

③ 原子力発電所別の半径 5 km 圏内人口 (2005年)



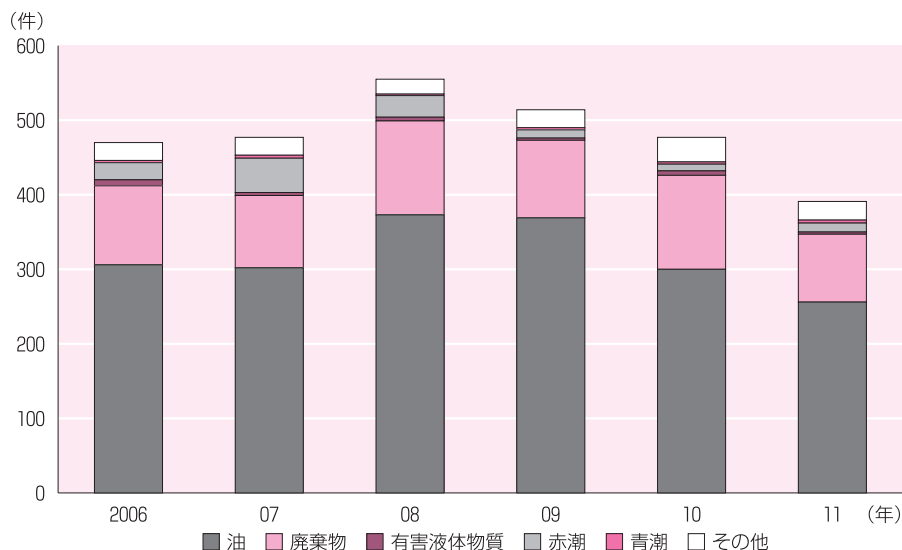
2005年の国勢調査に基づいて各原子力発電所の周辺に居住している人口を試算した資料である。2011年に発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故では、半径 20 km 圏内が一時的に一律で避難区域に設定され、多くの人が避難した。そして、いまだに多くの人が自宅のある地域に立ち入ることができなかつたり、放射性物質による健康被害への懸念から帰宅できない状況にある。

④日本人の自然に対する意識の変化(統計数理研究所「日本人の国民性調査」, 2008年)



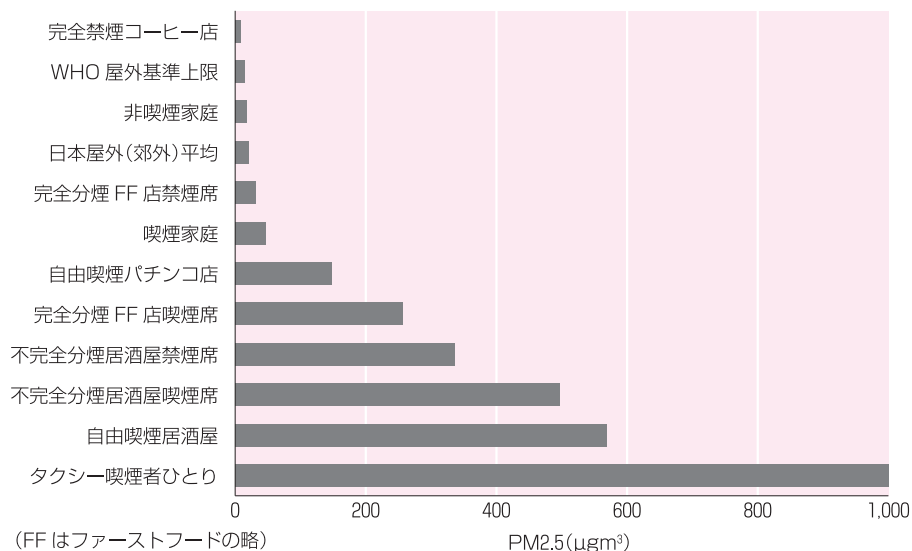
かつては、「自然を利用する」や「自然を征服する」という回答をする人が多い傾向にあったが、近年では「自然に従う」という回答が最も多くなっている。

⑤海洋汚染の発生確認件数の推移(海上保安庁資料, 2011年)



海洋汚染の発生状況を汚染原因別に表示した資料である。各年とも油による汚染件数が最も多い。また、2008年を境に近年では発生件数が減少傾向となっている。

⑥たばこによる PM2.5濃度(日本禁煙学会資料)



PM2.5はたばこからも多く発生している。この図は、身近な環境におけるPM2.5の濃度を調査した資料であるが、喫煙状況や分煙設備、広さなどによってその濃度が大きく異なることがわかる。屋外での対策はもちろん、屋内でもPM2.5に対する対策が必要であることがうかがえる。

再生可能エネルギー

化石燃料などの将来的に枯渇することが予想されるエネルギーに対して、自然環境の中で発生している現象から、繰り返し、半永久的に取り出せるエネルギーの総称である。具体的なものとしては、太陽光、水力、風力、地熱、波力などが実用化されて活用されている。化石燃料の燃焼によって排出される大気汚染物質の増加や、東日本大震災による原子力発電所の事故を契機に高まった原子力発電に対する安全性への不安から注目が集まり、一般家庭などへも普及が進みつつある。

現状では、コスト高やエネルギー効率、すべてのエネルギーをまかないきれだけの技術・設備がないなどの問題もあり、本格的な普及には至っていない。しかしながら、私たちが今後何世代にもわたって地球上で生活していく以上、再生可能エネルギーの活用は避けて通れないとも考えられるため、今後の技術開発に期待が持たれている。

関連分野→環境と健康

都市・生活型公害

わが国ではかつて、1950年代からの高度経済成長期に工場からの排水やばい煙などによって発生した、水質汚濁や大気汚染などによって「熊本・新潟水俣病」「四日市ぜんそく」「イタイイタイ病」などに代表される健康被害をとまなう公害が引き起こされた。このような工場などの産業が引き起こした公害のことを「産業型公害」という。このような産業型公害は1970年代から各種の法律の整備などを背景に工場などからの汚染物質の排出規制が行われ、改善が進んできた。

一方、近年では、大量生産・大量消費及び大量廃棄、都市への人口集中や自動車社会の発達などにもともなって、廃棄物からの汚染物質の流出、生活排水による水質汚濁、自動車の排ガスによる大気汚染などが増えてきた。このような都市での生活行動が主要因となって引き起こされ

る公害のことを「都市・生活型公害」という。

都市・生活型公害は、産業型公害と比べると、汚染物質の排出者が多岐にわたっており、規制が行いにくいため、改善が困難な側面もある。都市・生活型公害を改善していくためには、行政による規制や技術改良による汚染物質排出量の低減なども大切であることはもちろんであるが、そこに暮らす私たち一人ひとりに、汚染物質の排出を少しでも減らす努力をしていくことが求められている。

関連分野→環境と健康

一般環境大気測定局

大気汚染防止法では、都道府県知事に対して、大気汚染の状況を常に監視することを義務付けている。これを履行するために多くの測定局が設置されているが、そのうち住宅地などに設置され、一般的な生活空間における大気汚染の状況を把握する目的のものを「一般環境大気測定局」という。

一般環境大気測定局の目的は、おもに次の3つである。

- ①大気にかかわる環境基準適合状況の判断のための資料を得る。
- ②大気汚染により人の健康及び生活環境にかかわる被害の発生を未然に防止するための緊急時の措置を円滑に進めるための資料を得る。
- ③大気汚染防止による汚染の防止対策の策定とその効果の評価のための資料を得る。
- ④有害大気汚染物質による大気の汚染状況の把握のための資料を得る。
- ⑤地球的規模の汚染や広域的・地域的な大気汚染の防止を目的とした施策の策定及び進捗状況を点検するための資料を得る。

現在では、全国の都道府県及び大気汚染防止法上の政令市に約1,600局の一般環境大気測定局が設置されている。

関連分野→環境と健康

ちょっと
質問!!

日ごろの疑問に答える



Q 空気はどのような成分で構成されているだろうか？

A 地球の表層を覆う気体のことを大気というが、その大気の中でも、私たちの生活に一番身近な下層部分を構成している気体のことを「空気」と呼んでいる。空気の組成は標高などによってやや変動するもののほぼ一定の成分によって構成されている。

空気を構成している成分は、構成割合が大きい順に、窒素(約78%)、酸素(約21%)、アルゴン(約1%)、二酸化炭素(約0.04%)のようになっており、それに加えて、ネオン・ヘリウム・クリプトンといった成分が微量に含まれている(いずれも水分を除く割合)。

またこれらの成分に加えて、人間活動などによって排出された汚染物質が含まれることがある。その代表的なものが一酸化炭素や粒子状物質である。一酸化炭素は無色透明のガスで、不完全燃焼が発生した時に発生する。一酸化炭素は血液中で酸素を運ぶヘモグロビンとの結合力が非常に強く、本来運搬されるべき酸素との結合力の約300倍もある。このため、きわめて有毒なガスである。粒子状物質も非常に小さいため肉眼で確認することはできない。粒子状物質の場合は、その化学的な組成とともに粒子の大きさが重要な問題となる。通常、粒子の直径が10 μ m 以上の場合は、上気道上で捉えられ、痰として排出されるし、仮に飲み込んだ場合でも消化管に移行する。それに対して粒子の直径が0.1~5 μ m の粒子は気道を通り抜けて肺にまで達するため、影響が大きくなるのである。

関連分野→環境と健康

Q コーディネーション能力とはどのようなものだろうか？

A 運動を上手にできる人を「運動神経が良い人」ということがある。この時使う「運動神経」とは、目や耳、触覚などから得た情報を、脳内で適切に処理して、身体の各部に素早く的確な指令を出す神経回路のこと意味している。近年では、運動神経のことを「コ

ーディネーション能力」と呼ぶことが増えてきている。

「コーディネーション能力」とは、1970年代に旧東ドイツで考えられた理論で、以下の7つの能力が関係しあって構成されている。

- ①**定位能力**：動いている物体と自分の位置を正確に把握する能力。
- ②**変換能力**：周囲の状況の変化に合わせて、適切に動作を切り替える能力
- ③**リズム能力**：リズムに応じて、タイミングよく動作ができる能力。
- ④**反応能力**：合図に対応して、素早く動作する能力
- ⑤**バランス能力**：バランスを保ったり、体勢が崩れた状態を素早く立て直す能力
- ⑥**連結能力**：体全体を協調させて動かす能力。
- ⑦**識別能力**：道具などを上手に扱う能力。

このようなコーディネーション能力を高めるために行うトレーニングのことを「コーディネーション・トレーニング」という。コーディネーション・トレーニングには、上半身と下半身で異なるリズムの動きをしたり、右半身と左半身で異なるリズムの動きをすることや、相手の出す手に合わせてそれに勝つように素早くジャンケンの手を出すといったものなどがある。また、普段行っているトレーニングをタイミングをずらして行ったり、複数種目を組み合わせて行ったりするなどの工夫を取り入れることによって、コーディネーション・トレーニングとすることもできる。

関連分野→運動と体力の高め方

そらまめ君

～環境省大気汚染物質 広域監視システム～

独立行政法人国立環境研究所が運営しているシステムで、都道府県等が設置する大気汚染常時監視測定局の測定した結果をオンラインで収集し、その1時間ごとの値(速報値)をリアルタイムにインターネットの地図上に表示して広く一般に情報を提供している。「空をマメに監視する」という意味をこめて、「そらまめ君」という愛称がつけられている。掲載されているおもな項目については以下のとおり。

■測定時報値

地図上に各測定局※での測定値(速報値)が物質については濃度に応じた色で、風向きなどは矢印で表示され、視覚的に見やすいよう工夫されている。速報値は汚染物質ごとに表示されるほか、測定局の種別を指定して表示したり、過去1週間分の状況を表示したり、各測定局ごとの値を表で見ることもできる。

■光化学オキシダント注意報・警報発令状況

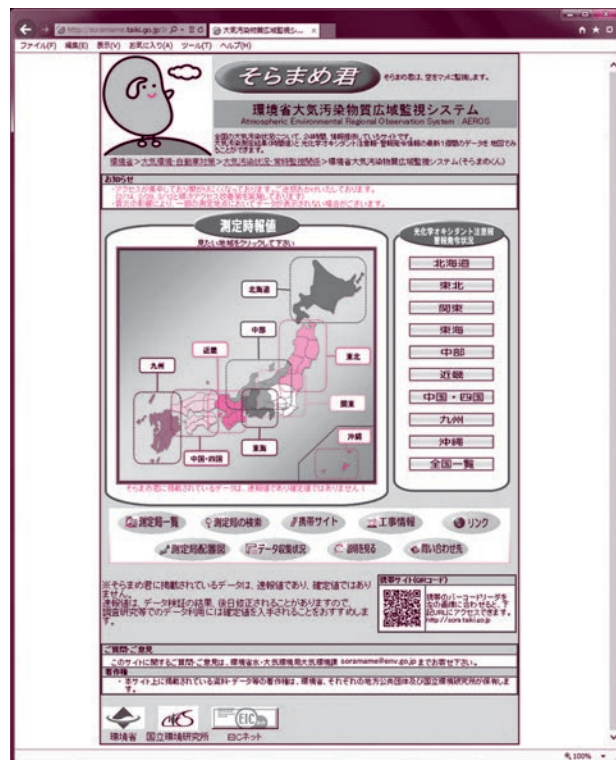
市区町村ごとの光化学オキシダントに対する注意報・警報の発令状況が地図上に表示されている。過去1週間分の情報にもアクセスできる。

■測定局配置図

測定局が設置されているポイントが都道府県ごとに地図上に表示される。自分が住んでいる場所に近いところにはどこに設置されているのかについて調べてみるのもよい。

※おもに一般環境大気測定局と自動車排出ガス測定局の2つに分類される。一般環境大気測定局は、大気汚染防止法第22条に基づいて、環境大気の汚染状況を常時監視

▼「そらまめ君」トップページ
(<http://soramame.taiki.go.jp/Index.php>)



(トップページの写真は2013年4月24日現在)

している。また、自動車排出ガス測定局は、大気汚染防止法第20条及び第22条に基づいて、自動車排出ガスによる環境大気の汚染状況を常時監視している。

エデュカーレ

[保健体育 No.21]

◆ご意見・ご提案・原稿をお待ちしております。

発行所 教育出版 第一学習社

発行者 松本 洋介

ホームページ <http://www.daiichi-g.co.jp/>

2013年5月20日発行
定価100円(本体95円)

東京：〒102-0084	東京都千代田区二番町5番5号	☎03-5276-2700
大阪：〒564-0044	吹田市広芝町8番24号	☎06-6380-1391
広島：〒733-8521	広島市西区横川新町7番14号	☎082-234-6800
札幌☎011-811-1848	仙台☎022-271-5313	新潟☎025-290-6077
つくば☎029-853-1080	東京☎03-5803-2131	横浜☎045-953-6191
名古屋☎052-769-1339	神戸☎078-937-0255	広島☎082-222-8565
福岡☎092-771-1651	金沢☎076-291-5775	