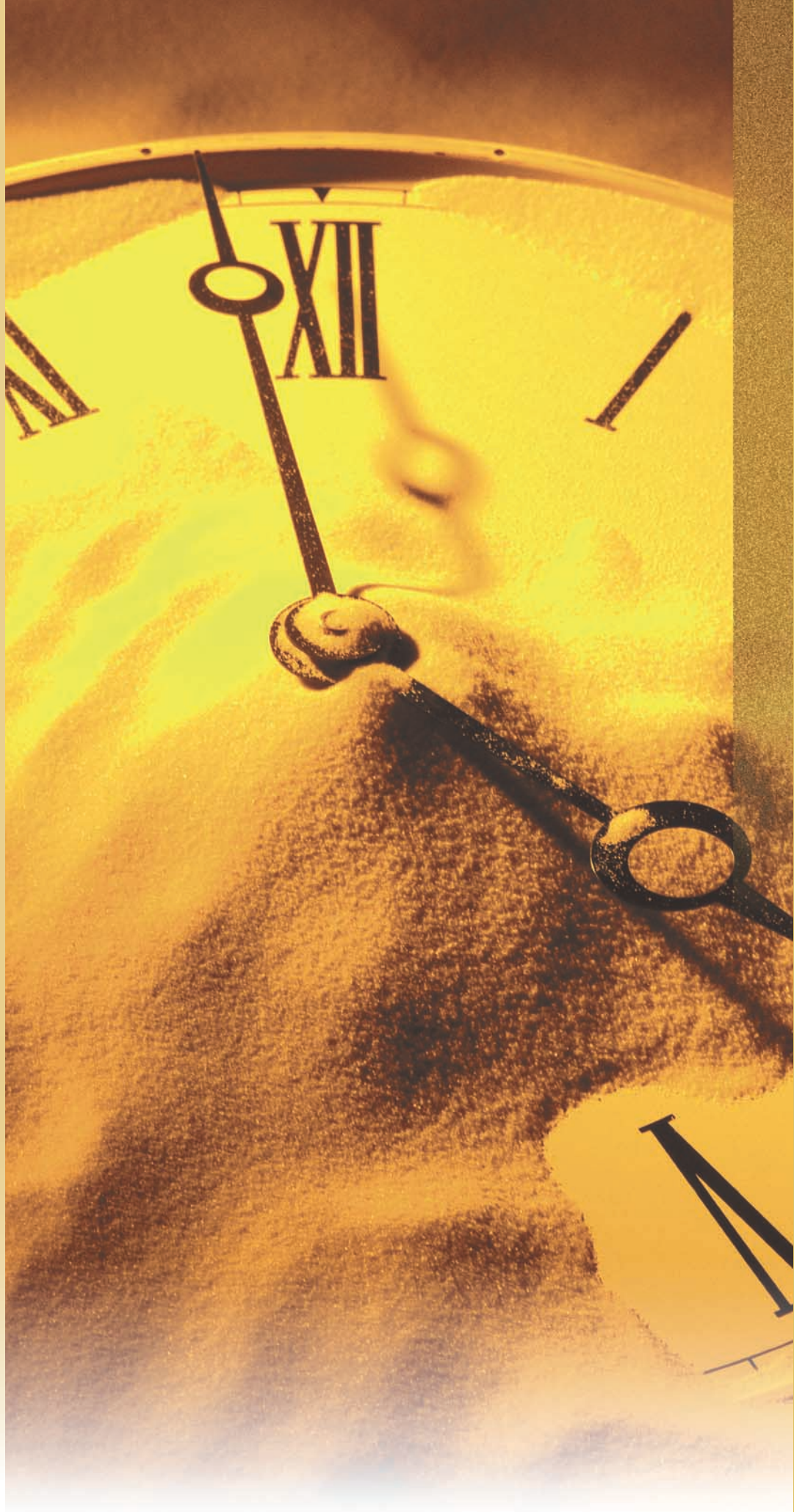


Dust and Sandstorms

黃砂



黄砂現象

黄砂は従来、黄河流域及び砂漠等から風によって砂塵が運ばれてくる自然現象であると理解されてきました。しかし近年では、その頻度と被害が甚大化しており、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性も指摘されています。

そのため、黄砂は単なる季節的な気象現象から、森林減少、土地の劣化、砂漠化といった人為的影響による環境問題としての認識が高まっています。



砂塵嵐発生前後の様子
(中国 タクラマカン砂漠南の策勒(チーラ))



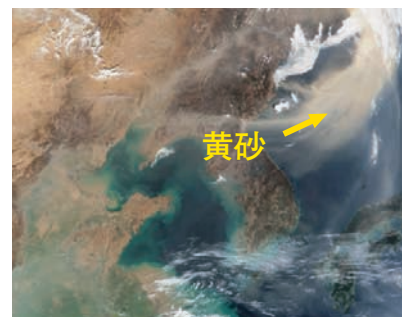
迫りくる砂塵嵐
(モンゴル マンダルゴビ南方)

黄砂とは

黄砂は、中国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、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日本に飛来し、大気中に浮遊あるいは降下する現象です。

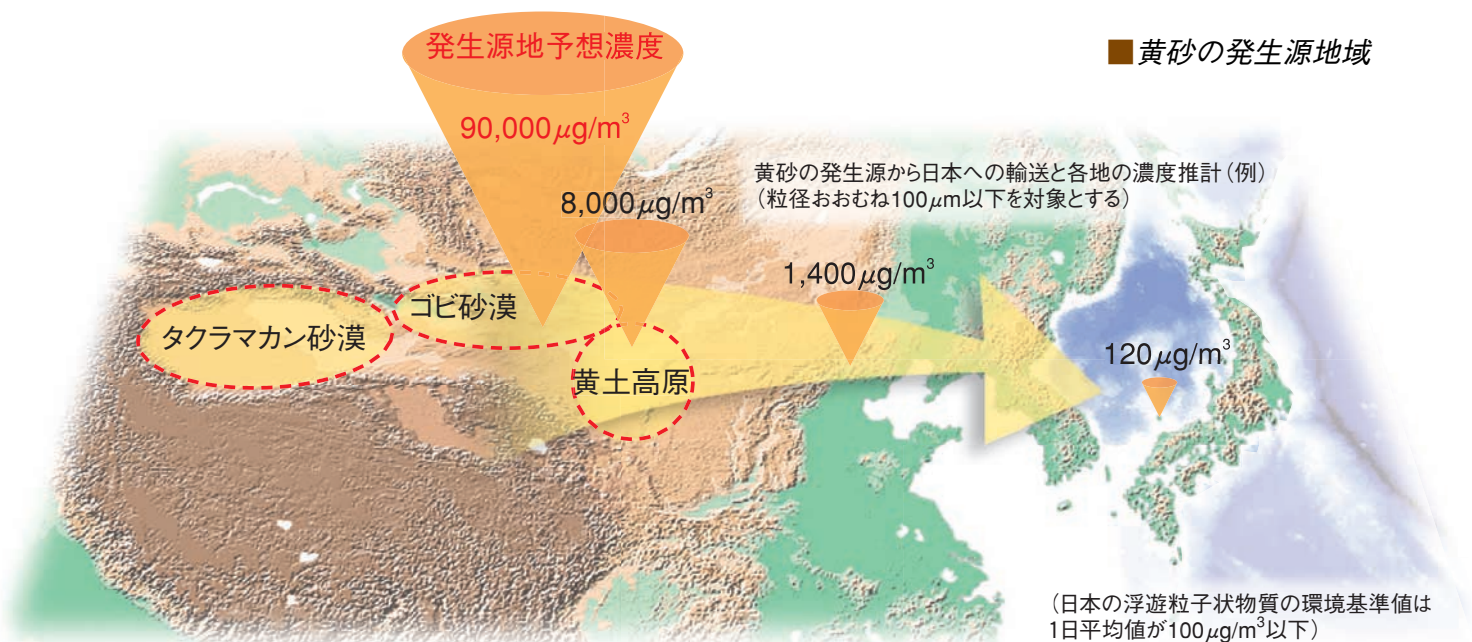
風によって大気中に舞い上げられた黄砂は、発生源地域周辺の農業生産や生活環境にしばしば重大な被害を与えるばかりでなく、大気中に浮遊し、黄砂粒子を核とした雲の発生・降水過程を通して地球全体の気候に影響を及ぼしています。

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が、その量についてはまだ明確にはなっていません。



MODIS画像 2002/3/31
アジア太平洋地域環境イノベーション戦略プロジェクト (APEIS) の統合環境モニタリング (IEM) から得られたMODISデータの解析結果より引用

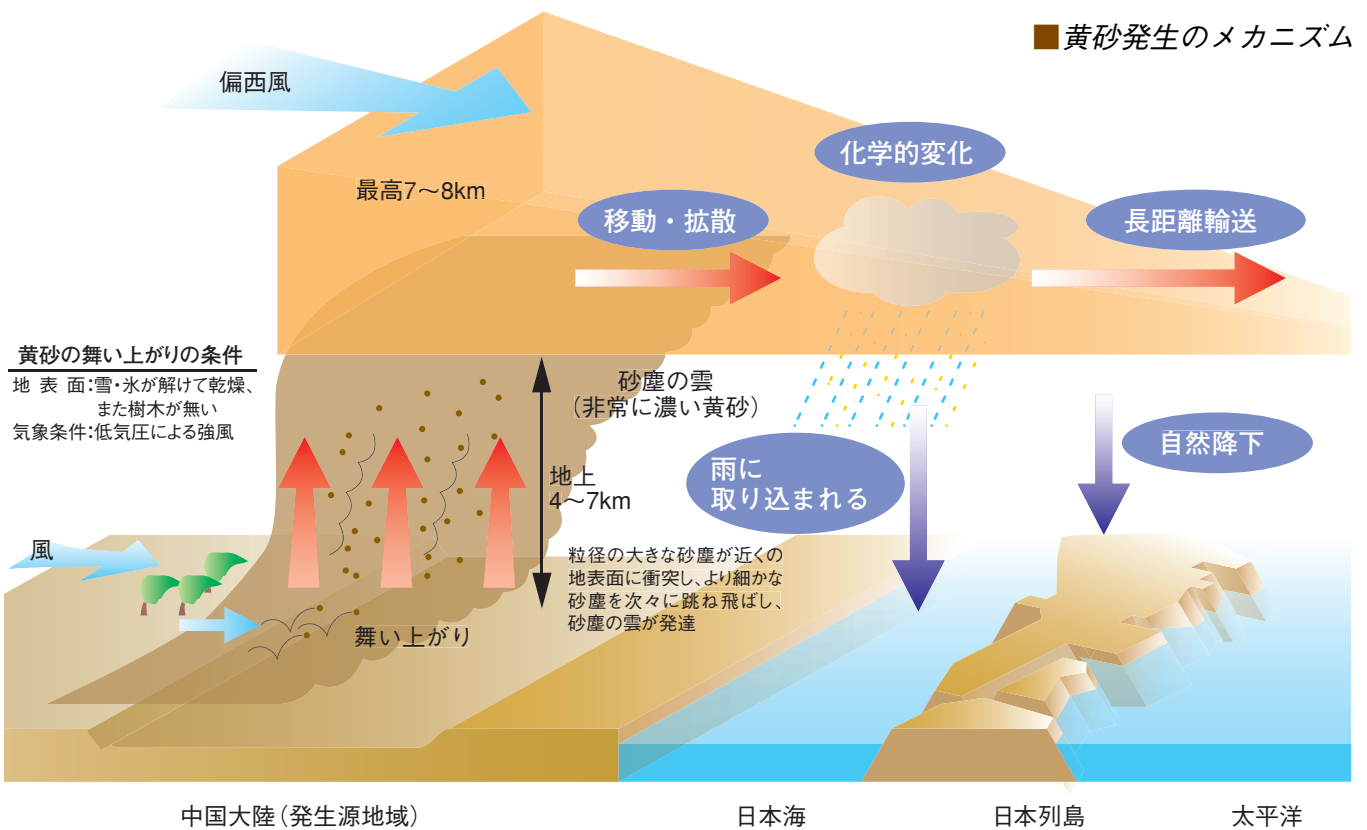
■黄砂の発源地域



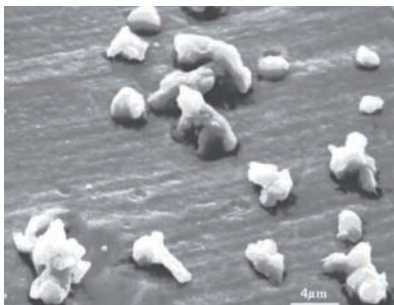
黄砂の発生・輸送機構

黄砂の発生・発達、日本までの輸送、輸送途中での物理的・化学的変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。

北東アジアを起源とする黄砂は、偏西風により輸送され、北太平洋を横断し北米大陸まで到達していることが、衛星画像やモデル計算によって明らかになっています。



飛来する黄砂粒子の性質



黄砂粒子の電子顕微鏡写真

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。日本まで到達する黄砂の粒径の分布は、直径4ミクロン付近にピークを持ちます。黄砂粒子の分析からは、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いる可能性も示唆されています。

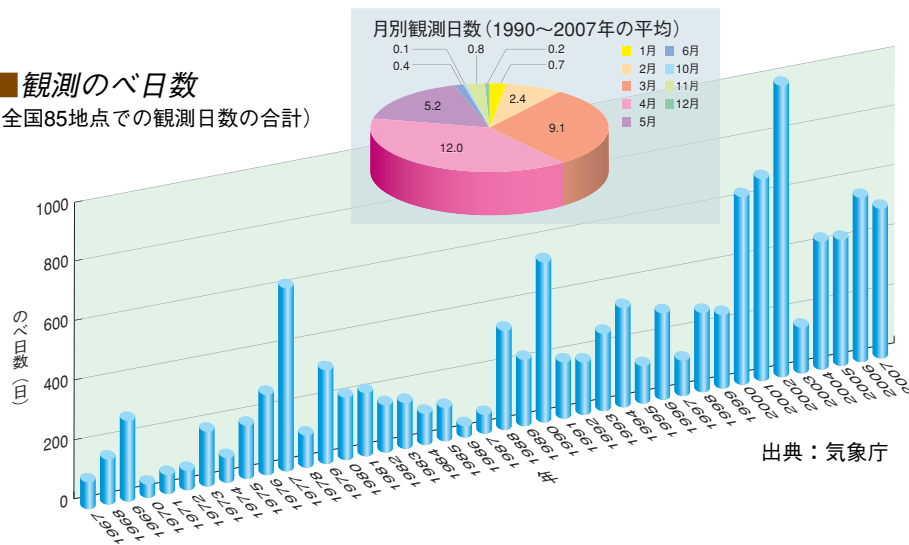
黄砂の飛来状況・被害状況

黄砂は古くから知られる気象現象でしたが、近年その頻度と被害が拡大しています。

黄砂の発生頻度

観測のべ日数

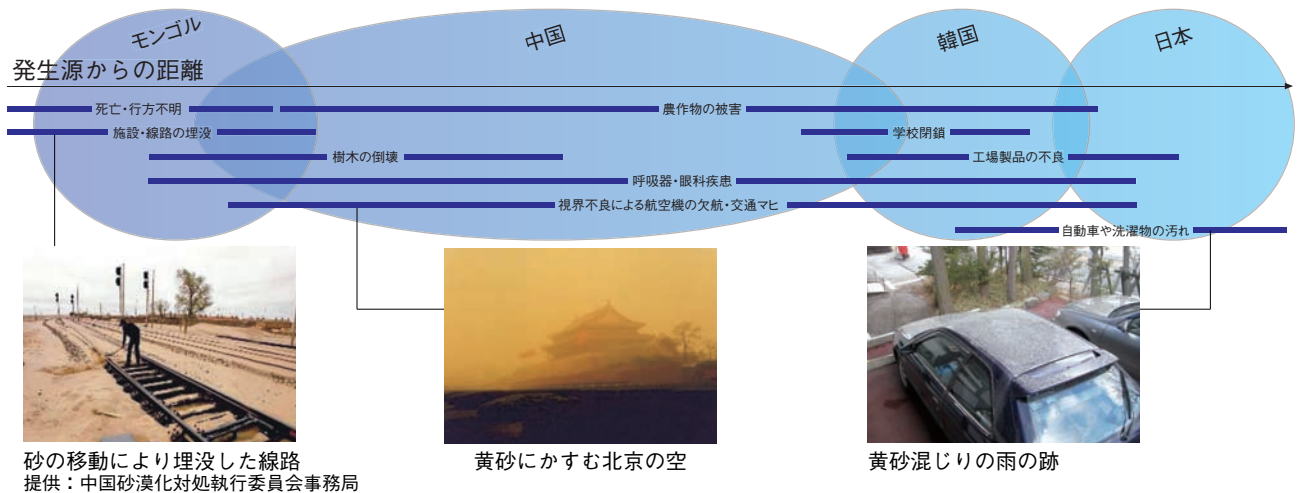
(全国85地点での観測日数の合計)



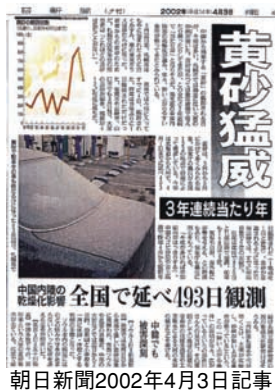
黄砂は年間を通して日本列島に飛来していますが、特に2月から増加を始め、4月にピークを迎えます。日本全国の85ヶ所の気象観測所における黄砂観測によると、左図のように1980年代後半までは年間のべ300日を超えることはほとんどありませんでしたが、1988年以降は頻繁に300日を超えており、2000年以降は2003年を除き、特に多くなっています。

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・程度は異なります。



黄砂の社会問題化



2002年3月には、それまで黄砂がほとんど観測されなかった札幌にまで黄砂が飛来し、大きく報道されました。このため、国民の関心が高まり国会でも議論がなされました。このような状況を受け黄砂関係の国内省庁間の連絡調整を目的に、2005年2月に黄砂対策に関する関係省庁連絡会議が設置され、各種施策の連携を図っています。

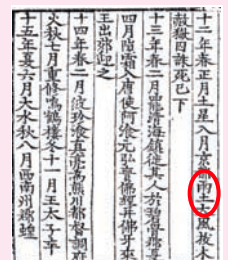
コラム1

黄砂の歴史記録 「塵雨」「雨土」「紅雪」

黄砂現象は太古から春先に多く見られる気象現象の一つであり、また自然災害であることはよく知られておりました。紀元前1150年頃には、すでに中国の歴史書の中に「塵雨」という言葉が記載されています。

韓国の古文書では、新羅アダラ王時代の紀元174年に「雨土」に関する記述が見られて以降、しばしば黄砂現象と思われる記述が表れます。(右図参照)

日本でも古くから黄砂現象が認められており、江戸時代に編纂された「本朝年代記」には文明9年(1477年)に北国で「紅雪」が降ったとの観測記録が残されています。



黄砂の実態解明に向けた取り組み

北東アジア地域では、黄砂の実態解明に向けて次のような取り組みを行っています。

黄砂研究

黄砂の発生・輸送は、地域気象、地勢・地質、土地利用などの要因によって異なり、そのメカニズムは現在も研究対象となっています。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となります。



砂塵の舞上りの観測



気球による上空のエアロゾル観測



ハイボリウムサンプラーによるエアロゾルの捕集



ろ紙に捕集された黄砂

黄砂実態解明調査

日本に飛来した黄砂の実態を解明するため、黄砂現象観測時に、国内の多地点で一斉にエアロゾル(大気中に浮遊している固体または液体の微細な粒子)を捕集し、捕集したエアロゾルの粒径分布や成分の分析を行うことにより、黄砂エアロゾルの飛来量、及び物理的・化学的な性質を把握しています。

■黄砂サンプリング地点

ADB/GEF黄砂対策プロジェクト

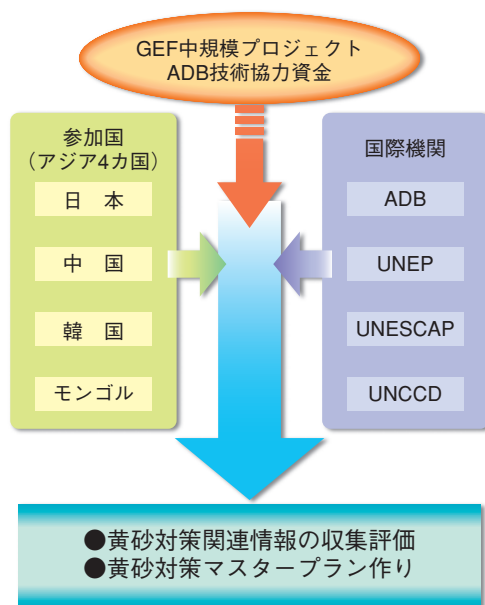
黄砂は、国境をまたぐ環境問題であることから、効果的な調査・対策を実施するために関係各国の協力が重要です。特に、黄砂発生源地域は日本国内ではないため、発生源情報の収集や対策の実施に関しては、国際連携による共同作業が不可欠です。

このため、2003年1月より地球環境ファシリティ(GEF)における予備的調査の一つとして、国連環境計画(UNEP)、国連アジア太平洋経済社会委員会(UNESCAP)、国連砂漠化対処条約事務局(UNCCD)、アジア開発銀行(ADB)の4国際機関と日本、中国、韓国、モンゴルの4カ国により共同プロジェクト(ADB/GEF黄砂対策プロジェクト)が実施されました。

このプロジェクトでは、北東アジアにおける黄砂のモニタリング・早期警報ネットワークの確立に向けた段階的なプログラムと、黄砂発生源における対策技術及び投資戦略に関するマスタープランが作成されています。



ADB/GEF黄砂対策プロジェクト報告書

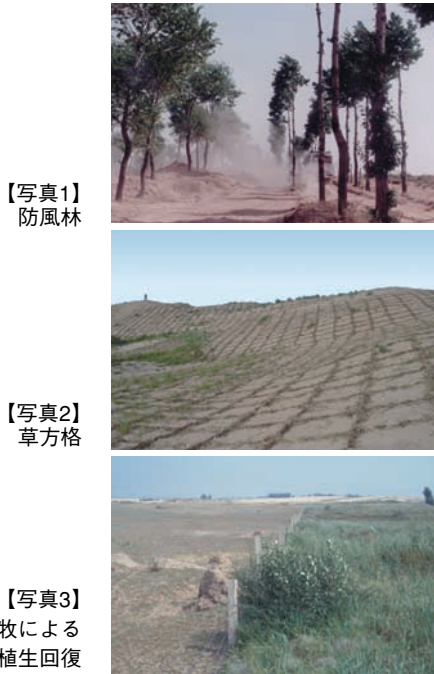


黄砂対策に向けた取組み

黄砂対策には、短期的な対策である予報・警報と、長期的な対策である発生源地域の保全など様々な取組みがあります。そのため、優先度を踏まえて短期・中長期的に行うべき対策内容を検討し、計画的に進めていくことが重要です。

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。



【写真1】
防風林

【写真2】
草方格

【写真3】
禁牧による
植生回復

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【写真1】の形成
- ・麦わらなどを格子状に砂中に差し込む草方格【写真2】による地表面風速の減退
- ・ほふく性の植物による砂丘の移動の抑制

人為的な影響の緩和

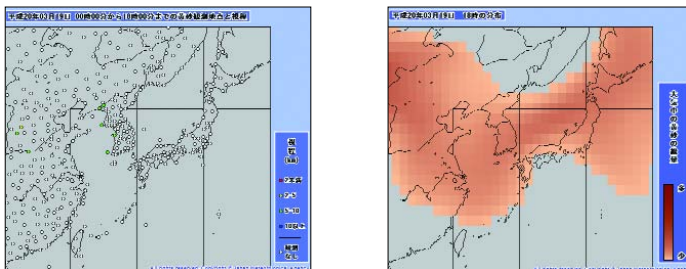
- ・劣化した土地をフェンスで囲い込み、家畜・人間の草地への立ち入り制限（禁牧）による植性回復【写真3】
- ・法制度的な伐採・開墾の禁止
- ・劣化した土地からの移転補助
- ・燃料としての木材の伐採を防止するための、かまどの熱効率・住宅の断熱効率の改善

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

黄砂予報

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（コラム2参照）による翌日の予測図を掲示しています。



気象庁ホームページ「黄砂情報」 http://www.data.kishou.go.jp/obs-env/kosahp/info_kosa.html

日中韓三カ国黄砂局長会合



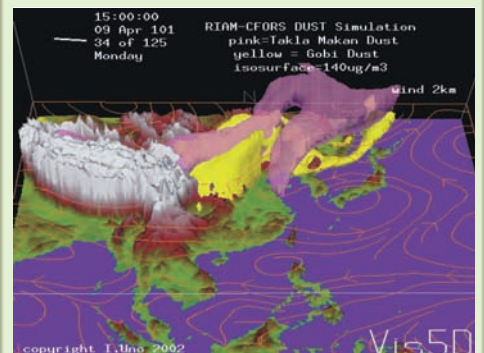
第2回日中韓三カ国黄砂局長会合
(2007年9月 東京)

2006年に開催された第8回日中韓三カ国環境大臣会合の合意を受け、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、韓国の三カ国の局長級会合が設置されました。この会合には、日本、中国、韓国の担当局長の他、モンゴル、関係国際機関の代表が出席し、黄砂に関する施策の意見交換や、黄砂に関する共同研究を推進しています。

コラム2

黄砂モデリング

黄砂の飛来やその濃度を、コンピュータ計算により予測・検証を行うのが黄砂モデリングです。黄砂の輸送をモデル化するためには、地域気象のモデル、砂塵の舞い上がりのモデル、大気中での黄砂の移動と拡散のモデル、黄砂の沈着・除去や化学反応のモデルなどが組み合わされています。計算結果は、気象情報に利用されるほか、発生源の推定や将来の気候変動への影響の予測など、様々な目的に利用されています。



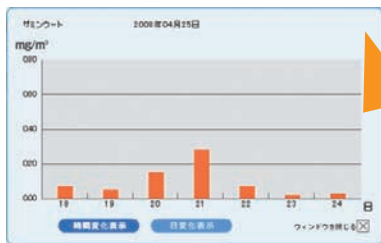
九州大学CFORSによる黄砂飛来シミュレーション

黄砂モニタリングネットワーク

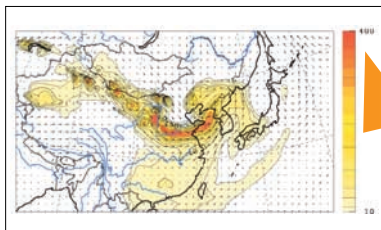
黄砂の発生をいち早くとらえ、その発達状況・移動状況を把握するため、中国大陸北西部から日本列島に至る広い範囲で、黄砂観測網の整備が取り組まれています。

PM10（10マイクロン以下の粒子状物質）濃度、視程（目視可能距離）、及びライダー（コラム3参照）の3種類の機器を適切に配置し、黄砂をより正確にモニタリングすることが重要で、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、近年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上で2007年春より提供しています。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。



地点毎の飛来量の時間変化及び日変化表示例



CFORS（モデル計算による黄砂の分布）表示例



環境省黄砂飛来情報 <http://soramame.taiki.go.jp/dss/kosa/>

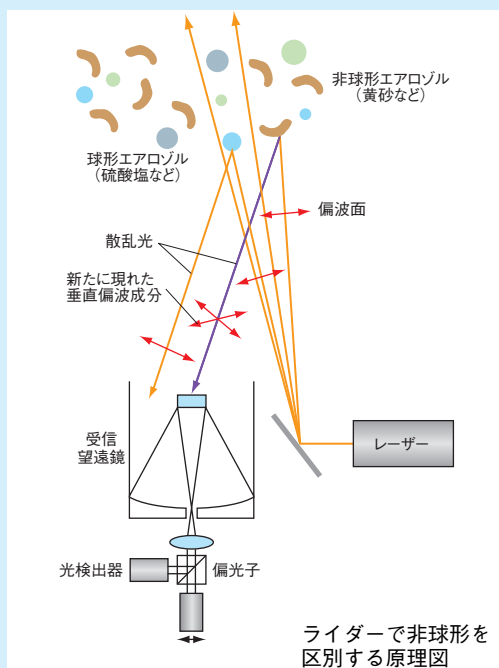
コラム 3

ライダー

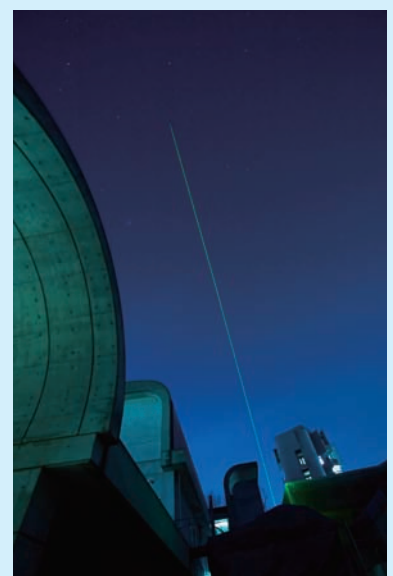
(LIDAR: Light Detection And Ranging)

ライダーは、電磁波の代わりにレーザー光を用いたレーザーで、上空を通過する黄砂を地上で計測できるリモートセンシング機器の一種です。地上から放射したレーザー光は空中の微粒子によって散乱されるため、この状況から黄砂の垂直方向の濃度分布や、その時間的な変化を知ることができます。また、偏光レーザーを用いることにより、浮遊微粒子の非球形性の推定も行われています。黄砂粒子は、大気汚染物質と比べて不整形なので、この方法で大気汚染物質との判別が可能となります。

ライダーは、雲のように極めて濃い微粒子が浮遊している場合を除き、対流圏内の観測点上空を通過する全ての黄砂を、リアルタイムに無人で連続観測できるという特徴があります。



ライダーで非球形を区別する原理図



ライダーによる観測の写真

黄砂

黄砂現象

黄砂とは 2

黄砂の発生・輸送機構 3

飛来する黄砂粒子の性質 3

黄砂の飛来状況・被害状況

黄砂の発生頻度 4

黄砂がもたらす被害 4

黄砂の社会問題化 4

黄砂の実態解明に向けた取組み

黄砂研究 5

黄砂実態解明調査 5

ADB/GEF黄砂対策プロジェクト 5

黄砂対策に向けた取組み

黄砂発生源対策 6

黄砂予報 6

日中韓三カ国黄砂局長会合 6

黄砂モニタリングネットワーク 7

黄砂問題に関するホームページ

<http://www.env.go.jp/earth/dss/index.html>

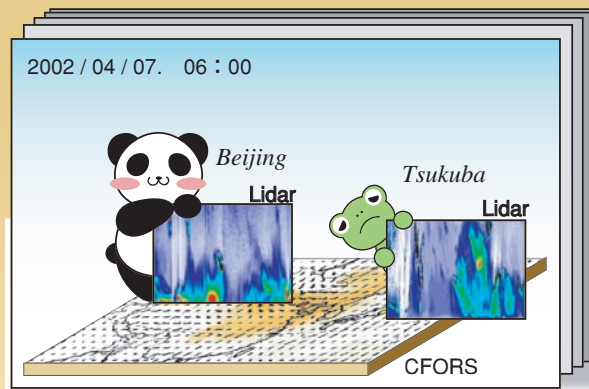
環境省ホームページ

<http://www.env.go.jp/>

環境省黄砂飛来情報

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

黄砂の分布を見よう—地球環境ぱらぱらマンガシリーズ(4)
黄砂ぱらぱら ゴビ砂漠から？



出典：独立行政法人 国立環境研究所 地球環境研究センター
http://www-cger.nies.go.jp/parapara/sand_all.pdf

第2版（2008年3月）

