

Title	黄砂現象問題に関する最近の動向：自然現象か人為的影響か古くて新しい問題の解決に向けて(科学技術政策と政策論 (2))
Author(s)	山本, 桂香
Citation	年次学術大会講演要旨集, 21: 1200-1203
Issue Date	2006-10-21
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/6575">http://hdl.handle.net/10119/6575</a>
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般論文

○山本桂香（文科省・科学技術政策研）

1. はじめに

2006 年春、4年ぶりに猛威をふるい、中国では死者が出るほどの被害をもたらした黄砂だが、日本人にとっては、春一番とともに春の風物詩というのどかなイメージがある。

2000 年から 2002 年にかけて、黄砂現象の観測回数が過去 30 年間の最大値を3年連続で更新したことや、これまで観測の少なかった北日本や秋口にも観測されるなど、近年、黄砂現象への社会的な関心が高まりつつある。

一方で、黄砂現象は発生域の自然災害という側面とともに、黄砂が輸送される地域の気候環境や地球規模の気候への影響など様々な側面をもった現象であることがわかってきた<sup>(1)</sup>。

黄砂は従来、自然現象と考えられていたが、中国等において被害が急激に拡大していることから、人為的な要因も大きく影響しているとの指摘もあり、より詳細な現象解明が求められている。しかし、現時点では、黄砂そのものの物理的、化学的な性質等について、十分な解明はなされていない。

2. 黄砂現象とは

黄砂は、中国大陸内陸部のタクラマカン砂漠や黄土高原、中国からモンゴルにかけて広がるゴビ砂漠などの乾燥・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拡散し、日本をはじめ東アジア、西太平洋地域などに飛来し、大気中に浮遊あるいは降下する現象である。

(1)黄砂の定義

黄砂という単語は、日本および韓国では使われているが、中国では一部の研究者を除いて、行政官庁および一般には使われていない<sup>(2)</sup>。

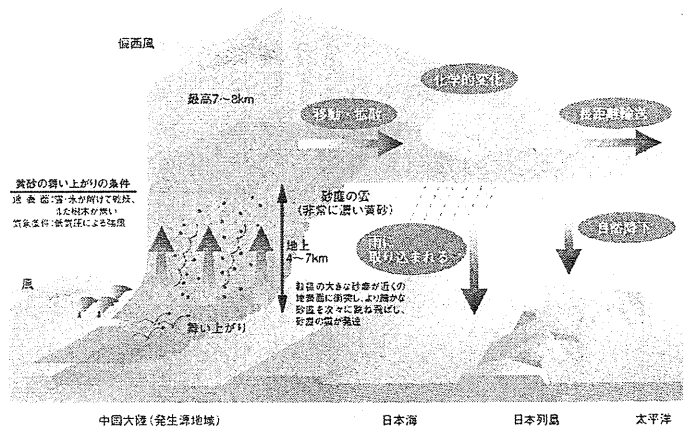
日本の黄砂は、大気現象として大陸の黄土地帯で吹き上げられた多量の砂塵が飛揚し天空を覆った状況と大気現象に伴う視程の低下という現象で認識されている。韓国

では大気中に浮遊する物質の濃度を基準として3段階に分類し黄砂警報等を発表しており、外出禁止が発令される場合もある。一方、中国では、「砂塵暴天気」として5段階に分類し、風の強さと視程距離による濃度が大きさの程度を表わす基準となっており、砂塵暴(嵐)被害という認識がなされている。

(2)黄砂の発生の仕組み

黄砂の発生のメカニズムは、温帯低気圧活動に伴っており、高気圧から低気圧中心や前線帯へ向けて強風が吹いている地域で、砂塵の巻き上がりが盛んに起きることによって黄砂現象が始まる<sup>(3)</sup> (図1参照)。

日本の気象庁では、黄砂の発生、飛来する量は、④乾燥状況や植生、積雪など発生域の土壌の状態、⑤発生域における、砂塵を吹き上げる強風の有無、⑥偏西風の状態、の3点が主に影響するが、どの要素が優位に働くのかといった詳細なメカニズムはいまだ不明としている。



<図1:黄砂発生メカニズム>(4)

(3)黄砂粒子の性質

大気中の黄砂粒子は、その多くは単純な鉱物粒子だけでなく、粘土鉱物の構成粒子が相互に凝集したもの、あるいは石英や長石などの粒度の粗い粒子の

表面に粘土鉱物が付着した粒子から成るとされている<sup>(3)</sup>。  
日本まで到達する黄砂の粒径の分布は、直径4 $\mu\text{m}$  付近にピークを持っている<sup>(4)</sup>。

### 3. 黄砂現象の影響

#### (1) 黄砂現象の発生頻度

黄砂は、年間を通して日本列島に飛来しているが、一般的に3月～5月に多く観測される。

#### (2) 黄砂現象に対する主な原因

従来から、発生源地域のゴビ(中国およびモンゴルの砂礫砂漠)、黄土高原、河西回廊などの半乾燥地では冬季に降雨が少ないこと、および冬から早春まで植生がないこと<sup>(3)</sup>が、土壌粒子の舞い上がりやすい条件とされている。

#### (3) 黄砂がもたらす被害の大きさ

黄砂問題は、影響を受ける北東アジア地域の国々での共通した課題であるが、発生源からの距離が近いほど、その被害は大きい。

##### ① 中国における砂塵暴天気がもたらす被害の事例

国内に発生域を抱える中国では、降塵現象というよりも強風を伴った砂塵嵐という気象災害として認識されている。近年では、1993年5月に中国北西部に発生した砂塵嵐が、人や家畜に対する被害としては最大であった。このときの被害の多くが、家屋の倒壊、線路の埋没、電柱や樹木の倒壊、耕地・果樹園の埋没といった農作物への被害などであった<sup>(3)</sup>。

##### ② 韓国における黄砂の被害の事例

韓国では、黄砂現象の発生により大気中の浮遊粒子状物質の濃度がしばしば環境基準値を超え、黄砂現象は深刻な大気環境問題として認識されている<sup>(1)</sup>。特に、2002年の大飛来時には、社会経済面に甚大な被害が報告され、黄砂を原因として幼稚園、小中学校、高等学校計4,949校に開校以来はじめて休校令が出された<sup>(3)</sup>。

##### ③ 日本における黄砂の被害の事例

日本での被害は、浮遊粒子状物質による大気汚染、視程の悪化による飛行機の運行障害、自動車や洗濯物への黄砂粒子の付着などが主なものである<sup>(3)</sup>。

#### (4) 黄砂に対する最近の関心

黄砂の影響は、多様化している(表1参照)。

<表1:黄砂の影響><sup>(2)</sup>

分野	具体例
産業	工場の空調(特に精密機械)
輸送	視程の低下による運輸・交通(特に航空機)の輸送量低下ないしは一時的中止。道路が埋まる。水道・排水・給水設備への被害
学校	時には休校も(通学の安全確保や健康への配慮)
健康	呼吸困難による死亡や健康被害
建築	建物の埋没や倒壊、破損。送電線などへの被害
農業	羊などの家畜の死亡(オリに入られているために逃げるができない。あるいは、建物が崩壊したときに下敷きになる)。果樹園、畑などへの被害。ビニールハウスへの被害
社会生活	室内空調の必要(外の空気が汚れているために室内の空気の浄化)。照明の必要(昼間でも薄暗くなるために)
景観	独特の景観の出現。季節感
海洋	プランクトンへの栄養塩、ミネラルの供給
酸性雨	中和作用
地球温暖化	温暖化を加速するか寒冷化を促すか、場合による(研究がすすめられている)

##### ① 黄砂の健康への影響

中国の医療専門家は、砂塵は人体の呼吸器系統に対して、最大の危害を与えるものであると報告している。また、韓国では、心臓血管系疾患および気管支疾患が原因の死亡率が高くなったという疫学調査報告がある<sup>(3)</sup>。日本は、最近、黄砂が花粉症や気管支ぜんそくなどのアレルギー症状を悪化させるといったことがマウス実験で確認され、健康への影響が注目され始めている。

##### ② 黄砂と酸性雨問題との関係

最近、中国から日本に飛来する黄砂粒子が、窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )や硫黄酸化物( $\text{SO}_x$ )など酸性雨の原因となる大気汚染物質を多く吸着していることが観測により明らかになつてきた。

##### ③ 黄砂と海洋微生物生態との関係

黄砂は、太平洋へのミネラル・栄養塩の供給という効果を持つ<sup>(3)</sup>という報告がある。

##### ④ 地球規模の環境問題との関係

黄砂は近年、地球環境問題の一つとして注目を集めるようになってきている。黄砂粒子は太陽光を散乱したり吸収したりする効果をもち、地球の気温に影響を及ぼす重要な要因の一つではないかと考えられるようになってきたためである。

### 4. 黄砂現象への対策

#### (1) 黄砂の社会問題化

黄砂問題は、国によって認識の程度は異なる。モンゴ

ルにおいては、砂の移動が直接地域住民の生活基盤を脅かしている。中国では、死者が出るほどの重大な被害が出ており、また、土地劣化や砂漠化の問題として強く認識されている。韓国は、日本と同様、国内に発生源を持たないものの、気象災害としての側面が注目されている。日本の場合、国民レベルでは、視程の悪化、自動車や洗濯物への付着程度であるが、研究者レベルでは、大気汚染の一種としての認識が強い。

## (2) 黄砂対策

黄砂対策は、発源地域における対策と影響地域における対策<sup>(3)</sup>とに分けて考えられる。

発源地域は、黄砂が発生する地域とその周辺で、黄砂などによる直接的な影響を受ける地域であり、中国内陸部とモンゴルが対象である。一方、影響地域は、発源地からは距離があるものの黄砂の影響を受け、その影響は中長期的な気候や環境の変化を通して顕在化すると考えられる地域であり、日本、韓国、中国沿岸部が主な対象地域である<sup>(3)</sup>。

また、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源地域の生態系の保全などが考えられる。

### ① 発源地域での対策

発源地域においては、砂塵の舞い上がりを減らすために、黄砂の発生を抑制する植生保全や土地利用の変更など、長期的な観点から実施される対策が重要である。

### ② 影響地域での対策

影響地域では、黄砂による被害を低減させることが目的となる。まず、黄砂の予報や警報を行うことが重要であり、国によって情報の内容は異なる。現在日本では「黄砂情報」<sup>(5)</sup>、韓国では「黄砂予報」、中国では「砂塵暴天気予報」がそれぞれ出されている。

## (3) 黄砂の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、その発達状況や移動状況を把握するために、中国大陸北西部から日本列島に至る広い範囲で、国際的な黄砂モニタリングネットワークの整備が始められている。研究手法としては、大きく分けて以下の2点が考えられる。

### ① 黄砂モニタリング

現在、黄砂現象の解明および今後の予測を目的として様々なモニタリング手法がある。具体的には、リモートセンシングのような連続計測と、黄砂粒子を実際にサンプリングした後、計測・分析するバッチ計測がある。連続計測では主として光学特性や物理的性状が、バッチ計測では主として化学的性状が把握できる<sup>(3)</sup>。

### ② 黄砂輸送モデル

黄砂の発生・輸送を予測し、黄砂の飛来を予報するためには、黄砂輸送モデルによるシミュレーションが必要となる。黄砂の飛来に関する輸送モデルは、基本的に気象モデルと発生源モデル、移流拡散モデル(場合により沈着モデル)から成っている<sup>(3)</sup>。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の目的にも利用されている。

## (4) 黄砂対策のための国内外の体制づくりと基盤整備

### ① 日本国内における体制・基盤

現在、環境省をはじめ気象庁、農林水産省、林野庁など関係省庁では様々な施策が実施されているほか、様々な研究所や大学において、黄砂に関する研究が進められている。2005年2月には、外務省、文部科学省、農林水産省、林野庁、気象庁、環境省で構成された、黄砂対策に関する関係省庁連絡会議が設置された<sup>(3)</sup>。

### ② 国際協力体制

黄砂は、国境を超えた環境問題であることから、中国、韓国、モンゴルといった関係各国や国際機関との協力、協調が重要である。

#### ・ADB-GEF黄砂対策プロジェクト<sup>(3)</sup>

2003年から2005年3月にかけて、地球環境ファシリテーター(GEF)の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ヶ国により実施された共同プロジェクトである。

#### ・日中韓三ヶ国環境大臣会合<sup>(3)</sup>

第4回環境大臣会合(2002年4月ソウル)において、三ヶ国で黄砂モニタリング強化や国際機関との連携を図ることが合意され、第6回会合(2004年12月東京)では、日中韓

三ヶ国の環境大臣にモンゴル自然環境大臣およびADB—GEF黄砂対策プロジェクトを実施している4国際機関を加え、黄砂問題に関する閣僚級会合が行なわれた。

#### ・二国間協力<sup>(3)</sup>

1996年から日中友好環境保全センターと日本の国立環境研究所との協力プロジェクトが実施され、砂漠地帯・乾燥地帯での現地調査、黄砂標準試料の作成、黄砂の粒径分布、モニタリングネットワークの構想、黄砂計測方法等の研究を行った。

また、2000年には日中共同ADEC (Aeolian Dust Experiment on Climate impact)プロジェクトが、日本側は気象研究所、中国側は中国科学院傘下の研究所が中心となって、風送ダスト<sup>a</sup>の気候への影響を調査する目的で研究協力が行われた。

## 5. 今後の黄砂対策への取組み<sup>(6)</sup>

黄砂が環境や産業などに与える短期的かつ直接的な影響は比較的明らかになっているが、気候変動に関連するような長期的影響や黄砂の物質循環に関連する影響についてはまだ明らかでない部分が多い。そのため、今後、日本の黄砂問題に対する取組みとして、現象の解明、モニタリング、対策等が基本戦略として重要となってくる。

### (1)黄砂対策のための国内外の連携・協力体制の構築と基盤整備

黄砂対策の効率的な推進のためには、まず、日本国内では、省庁間の連携を進めることが重要であり、2005年2月に設置された、黄砂対策に関する関係省庁連絡会議の機能を充実させていく必要がある。一方、黄砂に関する研究は、大学などの研究機関で取組まれてきたが、今後、行政と研究機関との情報交換を頻繁に行い、緊密な連携を取ることが必要である。

黄砂は、越境環境問題であることから、関係各国の協調・協力も不可欠である。特に、発生源対策および黄砂予報に有効なモニタリングを行うためには、多国間連携が必要となる。各機関が所有している黄砂関連データの共有化を図り、黄砂モニタリングネットワークを確立し、各国の効果的な黄砂対策に資することが国際協調を促進すると

考えられる。

特に、黄砂発源地域の住民や地方公共団体の技術者などを対象に、黄砂問題に関する基礎的な知識の習得や普及を図ることが、黄砂対策を効果的に進める上では最も重要である。

### (2)効率的な調査・研究の推進

黄砂現象はリアルタイムでの情報収集が重要であり、必要とされる情報は、気象データ、地表面データ、化学組成等多岐に渡り、その情報の収集、所有も複数の機関にまたがっている。そのため、各国の研究機関が個別に所有している黄砂関連データの共有化や共同研究などによって、効果的な黄砂対策を図っていくことが重要である。また、黄砂対策には、目的に応じて、短期的・一時的な対策と、長期的・恒常的な対策が考えられる。特に、黄砂発源地域における抑制対策は喫緊の問題であり、早急な対応が必要である。

### (3)社会・経済の視点からの検討

今後、北東アジアの生産活動が活発化していくにしたがって、黄砂現象と社会・経済との関係が現在よりも密接になってくることが予想される。そのため、黄砂現象による経済活動や生産活動への影響評価に目を向けていく必要がある。今後の取組みとしては、まずは気候、環境、健康影響、産業等にカテゴリーを明確に分け、次にこれらの複合影響や複合対策効果などを評価・検討していくことが必要である。

## 参考文献

- (1)気象庁(2005):「近年における世界の異常気象と気候変動—その実態と見通し—」(通称:異常気象レポート2005):  
[http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpinfo/climate\\_change/2005/index2.html](http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpinfo/climate_change/2005/index2.html)
- (2)岩坂泰信(2006):「黄砂 その謎を追う」紀伊國屋書店
- (3)黄砂問題検討会(2005):「黄砂問題検討会報告書」:  
<http://www.env.go.jp/earth/dss/report/02/index.html>
- (4)環境省「黄砂パンフレット」:  
<http://www.env.go.jp/earth/dss/pamph/pdf/full.pdf>
- (5)気象庁・黄砂情報ページ:  
<http://www.jma.go.jp/jp/kosa/index.html>
- (6)山本桂香(2006):「黄砂現象に関する最近の動き—自然現象か人為的影響か古くて新しい問題の解決に向けて—」科学技術動向 No.64 文部科学省科学技術政策研究所

<sup>a</sup> 風送ダストとは、大気中に浮遊し、輸送される粒子状物質