

黄砂実態解明調査報告書

—要約—

1. 概 要

環境省では、黄砂の飛来実態を科学的に把握するため、地方公共団体、独立行政法人国立環境研究所の協力を得て、平成14年度から、黄砂飛来時に国内の複数地点で一斉にエアロゾルを捕集し、粒径分布や化学成分の分析を行う黄砂実態解明調査を実施している。本報告書は、平成14年度から平成19年度にかけて実施したこれらの黄砂実態解明調査の結果をとりまとめたものである。

2. 調査方法等

(1) 調査方法

本調査では、黄砂の飛来が予想される日に、原則24時間単位で1日、もしくは2日間、以下の捕集装置を用いて大気中のエアロゾル等を捕集した。

①八段型ローボリウムアンダーセンサンプラー

粒径分布の把握を主な目的。

②ハイボリウムサンプラー

浮遊粉じん濃度、エアロゾル中の金属成分やイオン成分、及びエアロゾルに強く吸着した農薬成分等の分析等を主な目的。

③二段型ローボリウムサンプラー

粗大粒子及び微小粒子の二段に分級したエアロゾルの金属成分やイオン成分の分析等を主な目的。

④ハイボリウムサンプラー（ポリウレタンフォーム及び活性炭繊維フェルトをろ紙の後段に装着したもの）

農薬成分の捕促効率の改善及びエアロゾルに強く吸着した農薬成分と粒子状・ガス状の農薬成分の割合の把握を主な目的。

(2) 調査期間

平成15年～平成20年までの黄砂飛来シーズン（2月から6月）

(3) 調査地点

9 地点

札幌市（国設札幌大気環境測定所）、つくば市（(独)国立環境研究所）
新潟市（国設新潟巻酸性雨測定所）、富山市（立山測定所）、金沢市（石川県保健環境センター）、犬山市（国設犬山酸性雨測定所）、松江市（国設松江大気環境測定所）、太宰府市（福岡県保健環境研究所）、長崎市（式見ダム酸性雨測定所）【図1参照】。

(4) 分析項目

浮遊粉じんの重量を測定したほか、金属成分、イオン成分、農薬成分を分析した【表1参照】。

(5) 総合解析

化学成分の分析データを気象概況や一般環境大気測定局のデータ、ライダー（レーザー光を用いた黄砂観測機器）の観測結果、大気汚染物質等の輸送を数値計算により予測する化学天気予想システム（CFORS）等の解析結果を総合的に検討し、主な黄砂飛来事例の総合解析を行った。

3. 主な調査結果

(1) 黄砂の飛来状況

- ・浮遊粉じん濃度については、長崎、太宰府、巻において調査地点の平均値より高くなるが多かった。同一調査日において相対的に比較すると東日本に比べて西日本、太平洋側に比べて日本海側の浮遊粉じん濃度が2～3割ほど高くなる傾向が見られた。また、黄砂日の浮遊粒子状物質（SPM）積算濃度においても同様に西日本が東日本に比べて3倍程度高くなる傾向が見られた【図2参照】。

(2) 黄砂の化学的性質

- ・浮遊粉じんの成分は、硫酸イオン等の大気汚染物質の濃度が、黄砂飛来日によって高い日と低い日があり、黄砂を輸送する気団及びそれに伴う前線の通過やその停滞などの気象条件により様々な黄砂の飛来形態があることが分かった。
- ・大気汚染物質の平均濃度を比較したところ、人為起源と考えられる硫酸イオン及び硝酸イオンの濃度がライダー観測による黄砂時に高く非黄砂時に低くなっていることから、黄砂飛来時には、これらの汚染成分濃度が相対的に高い状態になっていることが判明した【図3参照】。なお、黄砂への大気汚染成分の付着状況は一様ではなく、調査地点までの到達時間や、中国の経済圏を通過するなどの発生から飛来までの経路、前線をとともなう気団による輸送時の混合などによっても異なることが示唆された。
- ・農薬成分の濃度については、環境レベル、またはそれ以下の値であった。本調査結果で検出された農薬は、日本国内で使用されているものが大部分であった。しかし、国内において過去に使用され、現在使用が禁止されている農薬についても、土壤中に残留していることから、本調査で検出された国内で禁止されている農薬を黄砂とともに飛来したものであると判断することは困難であった。
- ・水銀成分については、大部分が定量下限値以下であり、黄砂への水銀の

付着等による国内への影響はほとんどないと考えられる。

(3) 黄砂の物理的性質

- ・黄砂の粒径については、多くの調査地点で、粒径 $4\mu\text{m}$ 付近に代表粒径があり、黄砂発生源に近い西日本に飛来黄砂の粒径が大きくなる場合も見受けられた。また、黄砂の規模による粒径分布に差異はみられなかった【図4参照】。

(4) 黄砂飛来事例の総合解析

浮遊粒子状物質 (SPM) 濃度と二酸化硫黄濃度の解析結果から、調査日の黄砂の状況は、各調査地点において「黄砂飛来による単独型」、「黄砂と汚染された気体の混在型」、「非黄砂型」の3つのパターンに分類できることが示唆された。比較的大規模な黄砂として出現した5事例について、ライダー観測結果等から総合的に解析し、黄砂と非海塩性硫酸イオン等汚染物質の状況を以下のとおりまとめた。

・事例1 (2006年4月8日～9日) : 単独型

ゴビ砂漠から直接輸送されたと考えられる黄砂が中国地方東部から近畿及び中部、関東を中心に帯状に飛来し、広範囲に広がる黄砂の周縁部で、大気中の汚染物質の割合が高かった。

・事例2 (2006年4月18日～19日) : 混在型

北海道の一部や南西諸島を除く全国に黄砂が飛来し、5事例の中では、汚染物質が相対的に高い割合で大気中に含まれているとともに、汚染物質が相対的に高い割合で黄砂エアロゾルに付着していた可能性が高かった。

・事例3 (2007年4月1日～2日) : 単独型

北海道と南西諸島を除く全国に大規模な黄砂が飛来し、汚染物質は5事例の中では相対的に低い割合でしか大気中に含まれていなかった。

・事例4 (2007年5月8日～9日) :

黄砂というよりはむしろ大気汚染物質により、粉じん濃度が高くなっていた。

・事例5 (2007年5月26日～27日) : 混在型

中国大陸で広範囲に広がった黄砂が西日本と東日本に飛来、5事例の中では、大気中の汚染物質が相対的に高い割合で存在するとともに、汚染物質が相対的に高い割合で黄砂エアロゾルに付着していた可能性が高かった。

4. 今後の課題

- ・黄砂飛来状況は発生規模や気象条件等に大きく左右されることから、多様な形態を有している。本報告書においては、5つの黄砂飛来事例を対象に、黄砂飛来状況及び黄砂への汚染物質の付着状況を総合的に検討し、黄砂の飛来を黄砂単独型と汚染混在型に分類した。今後、黄砂飛来状況のより詳細な実態を解明するためには、移流の経路やその過程による変化、日本国内で移流する場合の変質過程等を加味した解析を検討することが必要であり、的確な事例について、こうした総合的な解析を進めるとともにその有効性を検討し、黄砂の精緻な実態解明を進めていくことが必要である。
- ・黄砂問題は北東アジア地域共通の課題となっていることから、日中韓三カ国環境大臣会合の枠組みの下で政策対話が進められ、平成20年からは、黄砂モニタリングネットワークの構築や発生源対策に関する共同研究が始められている。我が国としては、中国や韓国など関係国と連携協力し、黄砂の飛来ルートや黄砂と大気汚染物質との関係等の解明を進めるなど、共同研究に貢献していく必要がある。また、関係国間での観測データを公開、共有するために、測定法や分析法についても標準化を進める必要がある。
- ・本調査結果では、黄砂の粒径が $4\mu\text{m}$ 付近にピークをもつ分布であることが明らかになった。また、硫酸イオンや硝酸イオン等の大気汚染物質が、飛来過程で黄砂に付着している可能性が示唆され、特に、硝酸イオンは、粒径 $2.5\mu\text{m}$ で分級して捕集した粗大粒子側の濃度が高かったことから、飛来過程で黄砂に優先的に付着した可能性がある。今後、これらの基礎情報を基に、黄砂の環境及び健康への影響に関する調査研究が期待される。
- ・黄砂の実態が気候変化や人類活動によってどのように変化して行くのか、長期にわたる経年変動観測を継続していく必要があり、そのような国内外のネットワークを構築する必要がある。

表 1 分析項目

分類	対象物質
金属 (7項目)	マグネシウム (Mg)
	アルミニウム (Al)
	カルシウム (Ca)
	鉄 (Fe)
	ストロンチウム (Sr)
	マンガン (Mn)
	水銀 (Hg)
イオン (10項目)	塩化物イオン (Cl ⁻)
	硝酸イオン (NO ₃ ⁻)
	硫酸イオン (SO ₄ ²⁻)
	フッ化物イオン (F ⁻)
	ストロンチウムイオン (Sr ²⁺)
	ナトリウムイオン (Na ⁺)
	アンモニウムイオン (NH ₄ ⁺)
	カリウムイオン (K ⁺)
	カルシウムイオン (Ca ²⁺)
	マグネシウムイオン (Mg ²⁺)
農薬 (13項目)	ジクロルボス
	ヘキサクロロシクロヘキサン
	α-HCH
	β-HCH
	γ-HCH
	δ-HCH
	クロロタロニン
	ダイアジノン
	フェントロチオン
	クロルピリホス
	プロチオホス
	DDT類
	o,p'-DDE
	p,p'-DDE
	o,p'-DDD
	p,p'-DDD
	o,p'-DDT
	p,p'-DDT
	エンドリン
	シハトリン
	シベルメトリン
	フェンバレート
	マラチオン

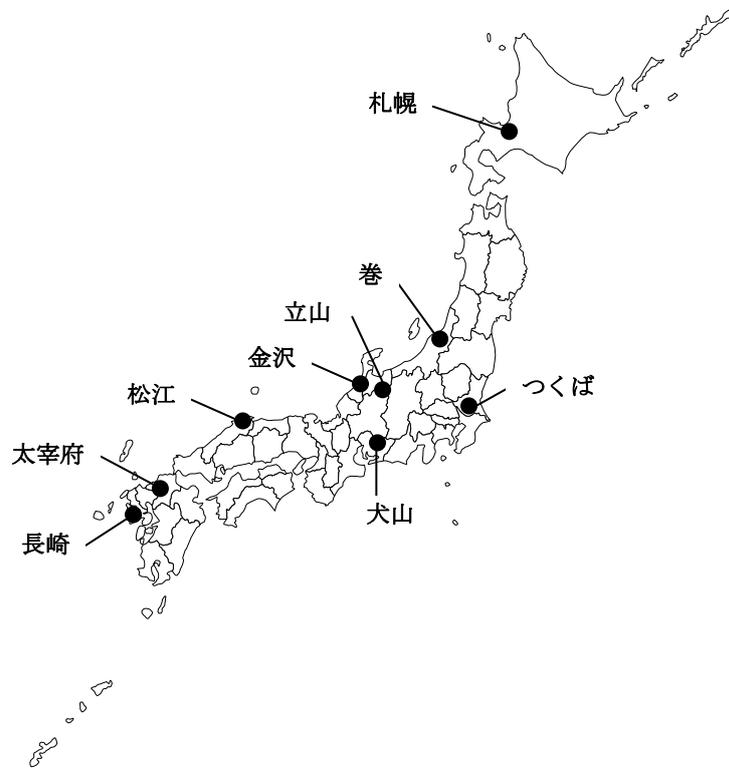


図 1 黄砂実態解明調査サンプリング地点

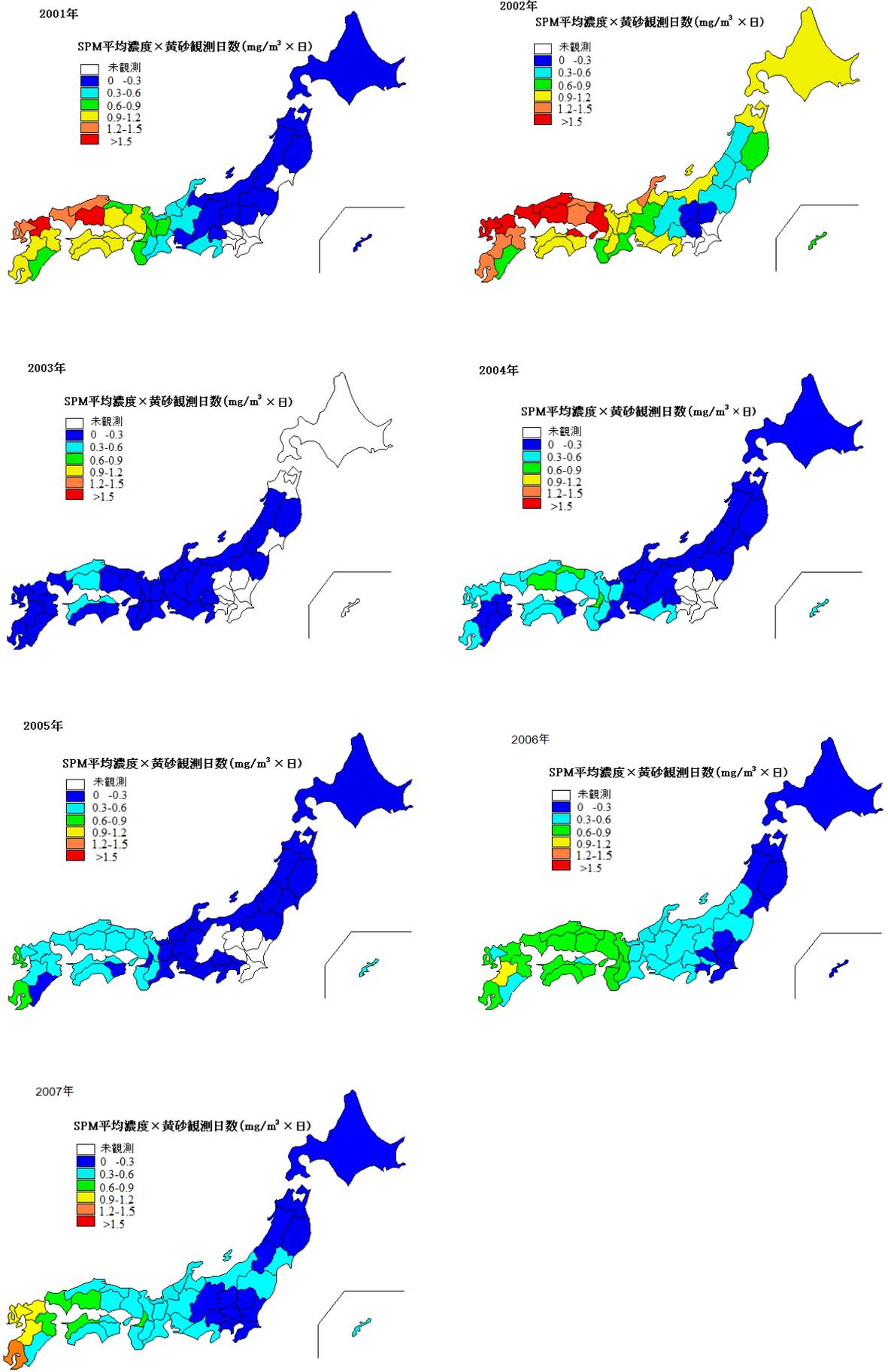


図2 黄砂日のSPM平均積算濃度 (2001年～2007年)

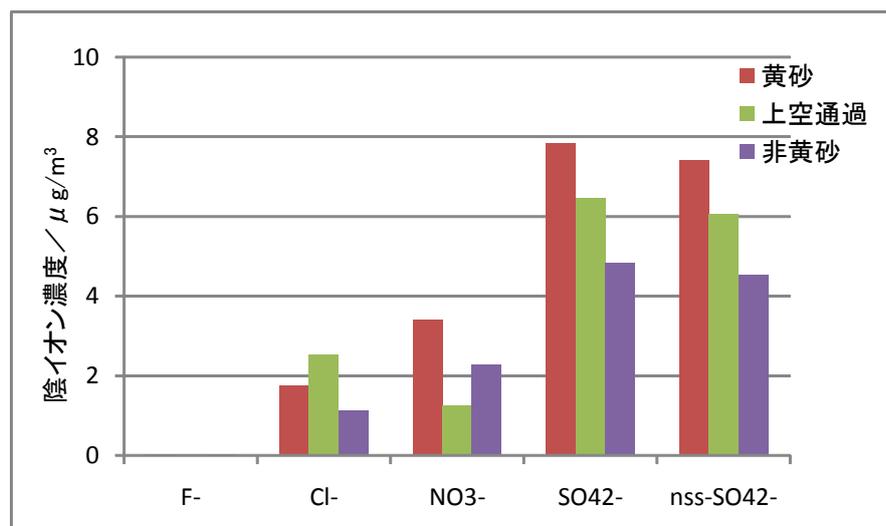
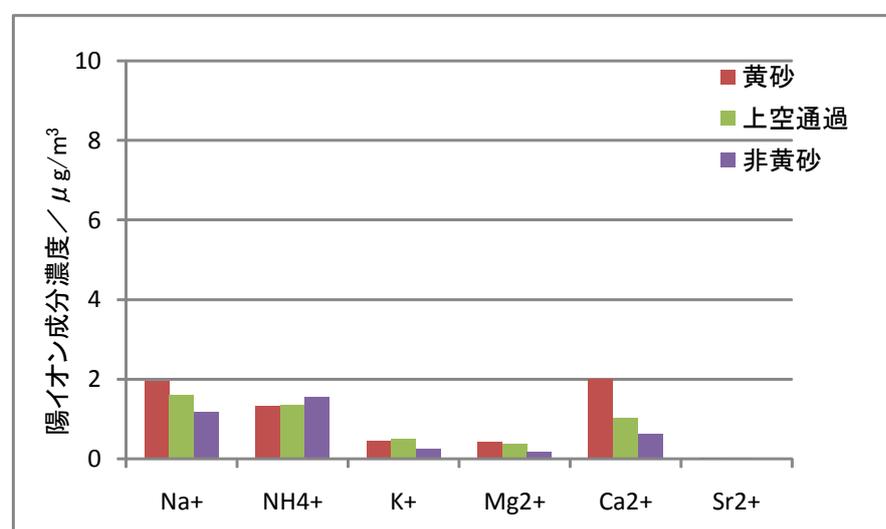
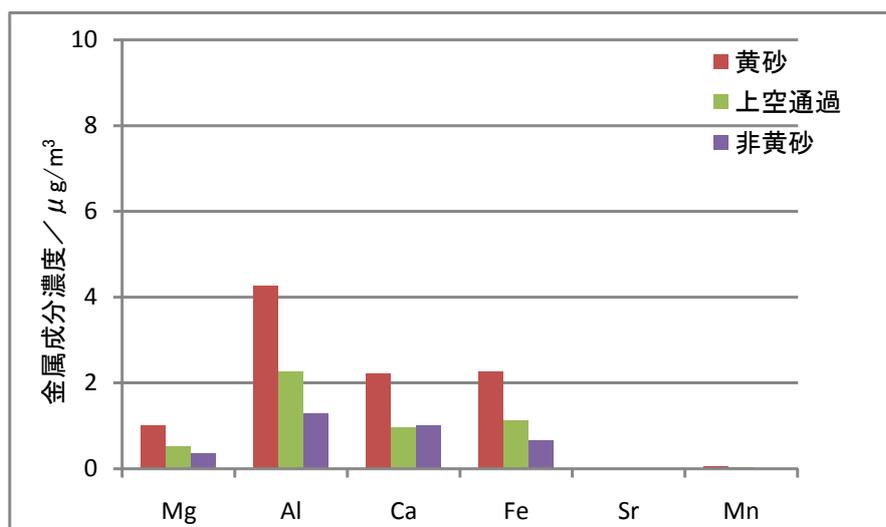


図3 黄砂飛来状況別の各分析項目の平均濃度

11 - 12 March 2004

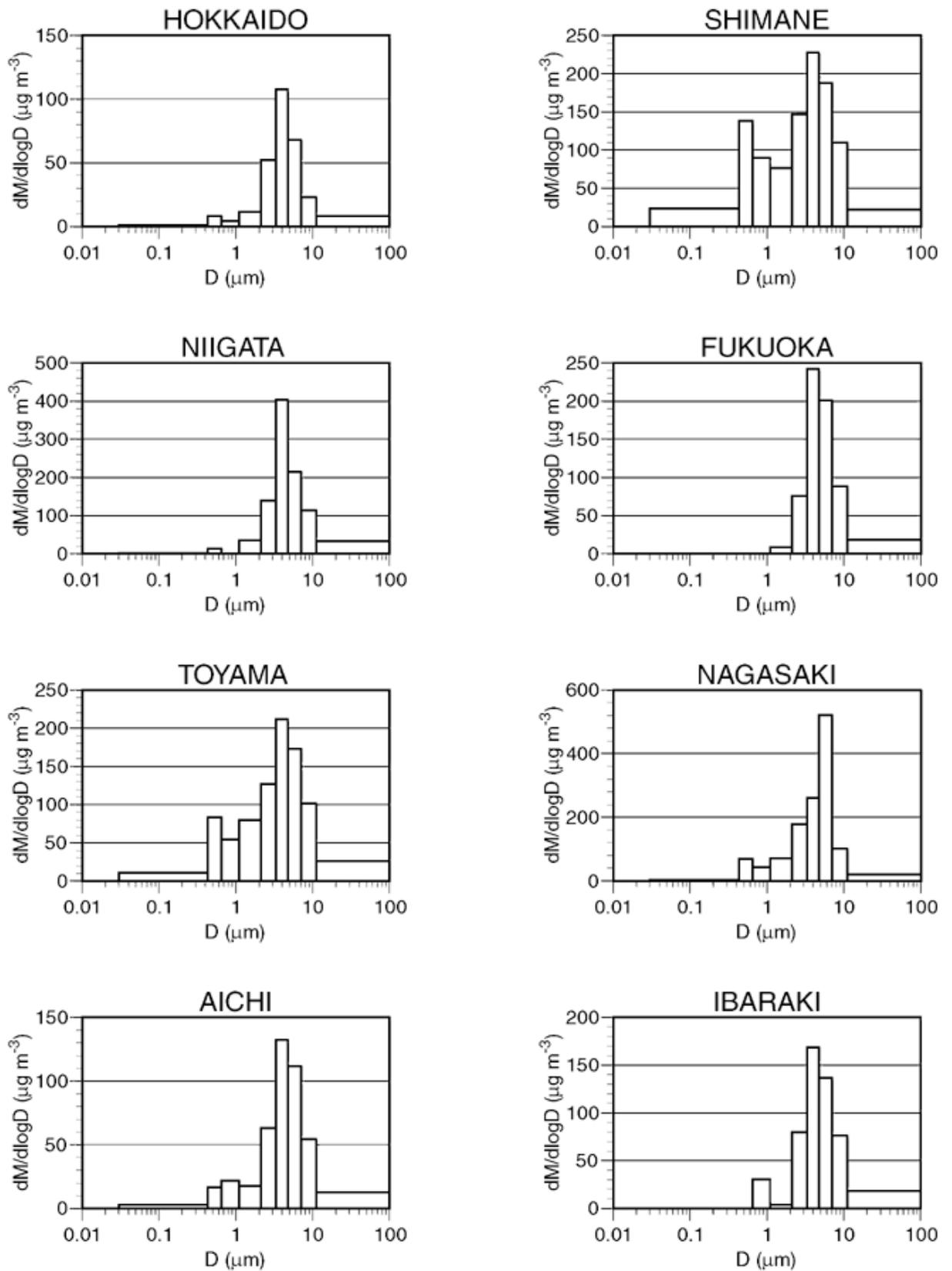


図4 黄砂の粒径分布 (2004年3月11-12日捕集)

(別添)

黄砂問題検討会委員名簿

(50音順)

氏名	所属・職名
天谷 孝夫	岐阜大学応用生物科学部農地環境工学研究室 教授
市瀬 孝道	大分県立看護科学大学人間科学講座生体反応学研究室 教授
◎岩坂 泰信	金沢大学サイエンスフロンティア機構 特任教授
植松 光夫	東京大学海洋研究所附属海洋科学国際共同研究センター 教授
鵜野 伊津志	九州大学応用力学研究所海洋大気力学部門 教授
大黒 俊哉	東京大学大学院農学生命科学研究科 生圏管理学講座緑地創成学研究室 准教授
西川 雅高	独立行政法人国立環境研究所 環境研究基盤技術ラボラトリー 環境分析化学研究室 室長
三上 正男	気象庁気象研究所物理気象研究部第二研究室 室長
吉川 賢	岡山大学大学院環境学研究科森林生態学 教授

◎は座長