黄砂実態解明調査
報告書

平成 21 年３月

環　　境　　省

はじめに

近年、中国、モンゴルからの黄砂の発生が大規模化しており、北東アジア地域において共通の関心事となっている。従来、黄砂は自然現象と理解されてきたが、近年の黄砂の発生頻度及び被害の甚大化は、過放牧や農地転換による土地の劣化等の人為的要因も影響しているとの指摘もある。

また、わが国への黄砂の飛来頻度の増加に伴い、黄砂の環境影響への関心が高まっている。黄砂の物質循環に関連する影響は、科学的に明らかでない部分が多く、特に黄砂粒子が大気汚染物質を吸着し輸送する現象等（写真参照）、他の現象との複合効果･影響についてはほとんど解明されていない。黄砂の環境影響を把握するためには、黄砂の物理的性質(粒径分布、粒子の形状、表面構造等)や化学的性質(化学組成、鉱物組成、吸着･付着した酸性物質や農薬等大気汚染物質等)を明らかにする必要がある。



黄砂の電子顕微鏡写真
［出典：　長崎県環境保健研究センター］

環境省では、平成 14 年度から、黄砂の飛来実態を科学的に把握するため、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 15 年から平成 20 年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。

なお、本報告書の作成にあたっては、黄砂問題検討会の指導を仰ぎ、併せてワーキンググループには黄砂実態解明作業に関し、多大なご協力をいただいた。ご指導、ご協力いただいた各委員の皆さま、サンプリング調査を実施いただいた地方公共団体の皆さま、その他関係者の皆さまにお礼を申し上げる。

平成 21 年 3 月
環境省地球環境局

黄砂問題検討会

委員名簿

（５０音順）

	氏　　名	所　属　・　職　名
委員	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
委員	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
座長	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
委員	植松　光夫	東京大学海洋研究所付属 海洋科学国際共同研究センター　教授
委員	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
委員	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
委員	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長
委員	三上　正男	気象庁気象研究所　物理気象研究部 第二研究室長
委員	吉川　賢	岡山大学大学院環境学研究科 森林生態学　教授

黄砂問題検討会

黄砂実態解明調査解析ワーキンググループ

委員名簿

（５０音順）

委員	清水　厚	独立行政法人国立環境研究所 アジア自然共生研究グループ　アジア広域大気研究室 主任研究員
委員	高菅　卓三	株式会社島津テクノリサーチ 分析本部副本部長　兼調査研究開発部部長
座長	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
委員	早崎　将光	千葉大学 環境リモートセンシング研究センター　特任教員
委員	森　　育子	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 NIES フェロー

報告書の要旨

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）

（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。

（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ことが多かった。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。

（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。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、土壌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 4μｍ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。

（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にまとめた。

・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 4μm 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 2.5μm 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。

黄砂実態解明調査報告書　目次

1. 調査の目的　１
2. 調査の方法　１
　2.1.　調査期間と調査地点　１
　2.2.　エアロゾル捕集方法　３
　2.3.　エアロゾル捕集実施要領　３
　2.4.　分析項目　５
3. 調査結果　６
　3.1.　黄砂飛来状況　６
　　3.1.1. 浮遊粉じん濃度（TSP）　６
　　3.1.2. 浮遊粒子状物質（SPM）濃度　７
　　3.1.3. SPM・SO_2濃度による黄砂飛来分類　１８
　3.2.　黄砂の物理的性質　２５
　　3.2.1. 粒径分布　２５
　3.3.　黄砂の化学分析結果　２７
　　3.3.1. 金属とイオン　２７
　　3.3.2. 農薬成分分析結果　３２
　　3.3.3　水銀成分分析結果　３９
4.　黄砂飛来事例ごとの調査結果の考察　４０
　4.1.　使用データ　４１
　　4.1.1. 気象データ　４１
　　4.1.2. ライダーデータ解析手法　４１
　　4.1.3. CFORS(Chemical weather FORecasting System)　４１
　　4.1.4. 化学成分　４２
　4.2.　主な黄砂イベントの解析　４３
　　4.2.1. 2006 年 4 月 8－9 日　４３
　　4.2.2. 2006 年 4 月 18－19 日　５８
　　4.2.3. 2007 年 4 月 1－2 日　７１
　　4.2.4. 2007 年 5 月 8－9 日　８４
　　4.2.5. 2007 年 5 月 26－27 日　９７
　4.3.　総合解析　１０９
5. 総括　１１４
6. 今後の課題　１１５
参考文献　１１６
資料編　１１８

1. 調査の目的

近年、北東アジア地域（モンゴル、中国、韓国、日本等）では黄砂現象が頻発しており、その影響等に対する関心が高まっている。また、日本への黄砂飛来状況については、気象庁による観測では、ここ数年観測のべ日数が平年より多くなっており、特に 1967 年からの統計で、観測のべ日数が最も多かった 2002 年には多くの大気汚染常時監視測定局で SPM の大気環境基準が未達成であった。

黄砂は従来から黄河流域や既存の砂漠等から発生する自然現象としてとらえられてきたが、近年急速に拡大しつつある過放牧や農地転換などによる耕地の拡大も原因とされ、人為的影響によりその規模が拡大している環境問題として再認識されつつある。黄砂は、植物や交通機関に影響を与える他、呼吸器疾患等の健康影響の可能性が指摘されているが、飛来した黄砂の物理的、化学的な実態については必ずしも解明されていない。

このため、本調査は、わが国における黄砂エアロゾルの飛来状況を科学的に把握するとともに、国内の数地点で一斉に捕集した黄砂エアロゾルの化学成分分析等を行うことにより、わが国に飛来した黄砂の実態解明に資する目的として行うものである。

2. 調査の方法

2.1. 調査期間と調査地点

黄砂実態解明調査は、平成 15 年～平成 20 年にかけて、黄砂飛来シーズンの 2 月中旬から 6 月頃までの間、日本に黄砂の飛来が予想される日に、地方公共団体および（独）国立環境研究所の協力を得て、全国 9 地点（17 年度から金沢を追加）で調査を行った。

調査地点は、図 1 のとおり国設札幌大気環境測定所（北海道）、国設新潟巻酸性雨測定所（新潟県）、立山測定所（富山県）、石川県保健環境センター（石川県）、国設犬山酸性雨測定所（愛知県）、国設松江大気環境測定所（島根県）、福岡県保健環境研究所（福岡県）、式見ダム酸性雨測定所（長崎県）及び（独）国立環境研究所（茨城県）の計 9 地点であり、測定地点の緯度、経度、標高を始め、気象条件、周辺の地勢・土地利用状況等を表 1 に示す。

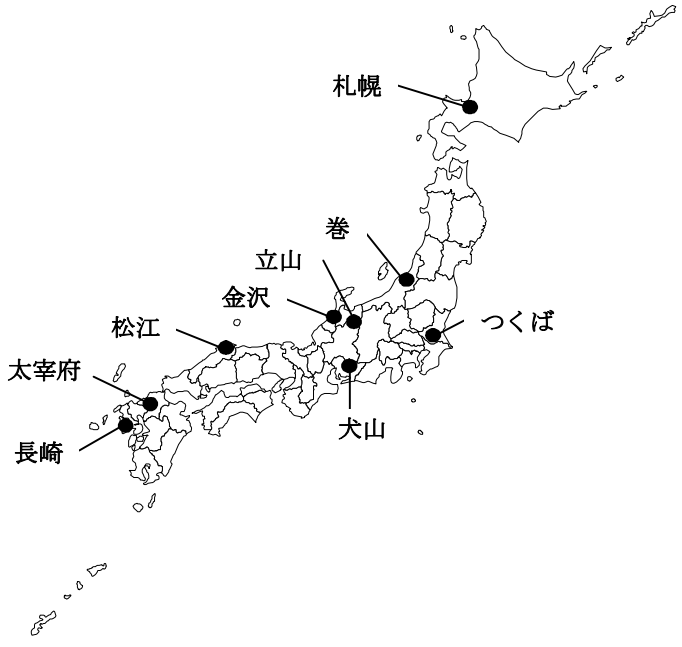


図 1　調査地点配置（9 地点）

表１　黄砂調査地点一覧

地点名	長崎（長崎県）	太宰府（福岡県）	松江（島根県）	金沢（石川県）	立山（富山県）
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ地点	式見ダム酸性雨測定所＊1	福岡県保健環境研究所	国設松江大気環境測定所	石川県保健環境センター	立山測定所＊2
住所	長崎市向町 2619	太宰府市大字向佐野 39	松江市西浜佐陀町 582-1	金沢市太陽が丘 1 - 11	富山市原猫又割
緯度	32°47'00"	33°30'32"	35°28'31"	36°31'38"	36°33'38"
経度	129°48'00"	130°30'09"	133°00'45"	136°42'20"	137°26'03"
標高	70m	27m	5m	120m	1,188m
気象条件	冬期の降雪は年間 1～2 日程度であり積雪はほとんどない。冬期は北西の季節風が卓越する。	冬季には曇天が多く、また北西の季節風が多い。年数回の積雪がみられる。	曇天の日が多い。北西～西風が強い。降雪は 1 シーズンに約 10～15 日程度、積雪は多い時に 10～20cm、通常は 5cm 程度。	冬期に曇天が多く、北西の季節風とともに降雪。	冬期の降雪・積雪・風。
地勢・土地利用等	周囲 200～300m は山地、周辺道路の交通量は極めて少ない。 西方約 1km は海、半径 3km 内に長崎市街地の一部が含まれ、小規模（学校暖房）発生源が一つ存在。	周辺は田畑が多い。 西側 230m（九州自動車道）、北東側 450m（国道 3 号線）。 西側 1km 及び南東側 750m に住宅団地、南東側 2.5km に市街地。 北側 16km に福岡市の中心部。	0～3km：田畑が広がり、南側に小山、宍道湖、民家が点在するが大気汚染の発生源はない。 3km 以遠：東に松枝市街、西側に合板工場があるが、規模は小さい。	センター：浅野川上流の山林を切り開いた住宅地内。 300m 以内：宅地及び大学敷地。 3km 以内：大きな発生源なしｾﾝﾀｰから北西方向に市街地中心部まで 6km 反対方向は山地。	200～300m：東にゴンドラ駅舎、北斜面はスキー場。 3km 以遠：北西の富山平野に火力発電所、化学工場等（汚染の影響は少ない）。
特記事項		建築物屋上	H14 は建築物屋上、H15 以降は測定所	建築物屋上	スキー場

地点名	巻（新潟県）	犬山（愛知県）	つくば（茨城県）	札幌（北海道）
ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ地点	国設新潟巻酸性雨測定所	国設犬山酸性雨測定所	(独)国立環境研究所	国設札幌大気環境測定所
住所	新潟市西蒲区越前浜字向谷地 5597-1	犬山市大字犬山字東洞字官林他	つくば市小野川 16-2	札幌市北区北 19 条西 12 丁目
緯度	37°48'22"	35°22'56"	36°03'04"	43°04'46"
経度	138°51'21"	136°58'04"	140°07'17"	141°20'14"
標高	50m	100m	20m	13m
気象条件	秋冬期は海からの季節風が強い 降雪・積雪	年に数回降雪。	冬は晴天が続く 春先は季節風が強い	冬期間は積雪寒冷で、季節風による降雪の日が多い。冬期間は北西の風
地勢・土地利用等	日本海から 1.3km の丘陵地 南東～南西に松林、丘陵地の下は広大な畑地 北～東は果樹園 海岸沿いに国道	東 2km に木曽川 東側に公園。 南～南西側に果樹園・竹林。	四方に山林・農地が散在する。 南方約 1km に常磐高速道	札幌市中心部から 3km の住宅地。 周囲に固定発生源なし 西側 300m 交通量の多い道
特記事項				建築物屋上

＊1　平成 19 年 5 月からは、長崎県環境保健研究センター（長崎県本土のほぼ中央部、標高 160m、西方約 3km に大村湾、周囲約 1km は工業団地）で実施した。

＊2　雪崩等の影響により立山測定所で捕集が困難なときは、富山県環境科学センター（富山平野の中西部、標高 20m、海からの距離 8km、住宅街に位置し周辺に固定発生源なし）で実施した。

2.2. エアロゾル捕集方法[1]

本調査では、黄砂の飛来が予想される日に、基本的に 24 時間単位で 1 日、もしくは 2 日間連続で、以下の 4 方法で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とする。

２）ハイボリウムサンプラー（HV）

－　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とする。

３）二段型ローボリウムサンプラー（LV）

－　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とする。

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とする。平成 19 年 3 月 28 日～30 日、4 月 1 日～3 日、平成 20 年 5 月 31 日～6 月 2 日に巻、立山及び松江で POPs モニタリング調査に準拠して実施した。

2.3. エアロゾル捕集実施要領

ア.　八段型ローボリウムアンダーセンサンプラー

１）石英ろ紙（Pallflex 2500QAT-UP）を 550℃で 10 分間加熱処理した後に秤量する。

２）八段型ローボリウムアンダーセンサンプラーの流量設定は、28.3dm^3/分とし、所定時間エアロゾルを捕集する（気圧、気温補正はしない。）。

３）サンプリング終了後、速やかにろ紙を実験室に持ち帰り、1 昼夜清浄な室内（湿度 50±5%）に放置した後、秤量する。

４）試料の保存に際しては、試料の捕集面を内側で合わせ 2 つ折りにし、清浄な和紙（半紙）で包み、その上をさらにアルミ箔で覆い、それをビニール袋に入れて密閉する。保存場所は冷蔵庫内など 5℃冷暗所である。

５）分析等に際しては、低温宅配便にて所定の機関に送付する。

６）ブランクは、トラベルブランクとする。

イ.　ハイボリウムサンプラー（HV）

１）石英ろ紙（Pallflex 2500QAT-UP）を 550℃で 10 分間加熱処理した後に秤量する。

２）ハイボリウムサンプラーの流量設定は、1,000～1,100dm^3/分とし、所定時間エアロゾルを捕集する（気圧、気温補正はしない）。

３）サンプリング終了後、速やかにろ紙を実験室に持ち帰り、1 昼夜清浄な室内（湿度 50±5%）に放置した後、秤量する。

４）試料の保存に際しては、試料の捕集面を内側で合わせ 2 つ折りにし、清浄な和紙（半紙）で包み、その上をさらにアルミ箔で覆い、それをビニール袋に入れて密閉する。保存場所は冷蔵庫内など５℃冷暗所である。

５）分析等に際しては、低温宅配便にて所定の機関へ送付する。

６）ブランクは、トラベルブランクとする。

ウ.　二段型ローボリウムサンプラー（LV）

１）石英ろ紙（Pallflex 2500QAT-UP）を 550℃で 10 分間加熱処理した後に秤量する。

２）二段型ローボリウムサンプラー（分離粒径は 2.5μm）の流量設定は 20dm^3/分とし、所定時間エアロゾルを捕集する。

３）サンプリング終了後、速やかにろ紙を実験室に持ち帰り、1 昼夜清浄な室内（湿度 50±5%）に放置した後、秤量する。

４）試料の保存に際しては、あらかじめ紙製ワイパーで拭いたペトリスライド（(独）国立環境研究所指定の容器、47mm、ミリポア社製）にろ紙を入れ、さらに、粗大粒子を捕集したろ紙が入ったペトリスライドと微小粒子を捕集したペトリスライド 2 個を 1 組にして、ファスナー付きビニール袋に入れる。保存場所は冷蔵庫内など 5℃冷暗所である。

[1] エアロゾル捕集方法は、調査年度により異なる。

５）分析等に際しては、低温宅配便にて所定の機関へ送付する。
６）ブランクは、トラベルブランクとする。

エ.　ハイボリウムサンプラー（POPs 試料採取用：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）

採取方法は環境省「平成 18 年度 POPs モニタリング調査」で使用されているモニタリングマニュアルに準拠する。

１）洗浄後、それぞれ専用のステンレス製の容器に保存されている石英ろ紙、ポリウレタンフォーム及び活性炭素繊維フェルトを使用する。なお、これらの捕集材はサンプリング直前まで開封せず、冷蔵保存する。ローボリウムエアサンプラー（LV サンプラー）用のカートリッジは両端にエンドキャップを付属し密閉保存する。
２）ハイボリウムサンプラー（POPs 試料採取用）の流量設定は 700dm^3/分を基準とし、エアロゾルを捕集する。
３）サンプリング終了後、速やかにろ紙、ポリウレタンフォーム及び活性炭素繊維フェルトを実験室に持ち帰る。
４）ろ紙は捕集面を内側に合わせ 2 つ折りにし、アルミ箔で包み、専用のマイラーバッグに入れ、ポリウレタンフォーム及び活性炭素繊維フェルトは、サンプリング前の保存時に包まれていたアルミ箔で包み、専用のステンレス製容器に移し替える。
なお、捕集後のろ紙、ポリウレタンフォーム及び活性炭素繊維フェルトについては速やかに密封することを最優先とし、秤量は行わない。
５）冷蔵庫内など 5℃冷暗所にて保存する。
６）分析に際しては、低温宅配便にて所定の分析機関へ１週間以内に送付する。
７）ブランクは、トラベルブランクとする。

また、エアロゾル捕集時には以下の項目についても記録する。

・捕集場所、使用捕集装置条件
・捕集期間の日時、天候及び基本気象項目
・捕集重量（ろ紙捕集前後重量差、湿度 50±5%の範囲で秤量し、その時の湿度を明記）
・調査地点（もしくは、調査地点と大きく環境条件が異ならない地点）における以下のデータ。
  - 酸性雨分析項目（pH、EC、SO_4^{2-}、NO_3^-、Cl^-、NH_4^+、Na^+、K^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}）
  - 大気濃度（SPM、NO_x、SO_2、O_3または光化学オキシダント）1 時間値データ
  - 気象観測項目（風向、風速、気温、湿度、気圧、雨量）1 時間値データ

2.4. 分析項目[2]

捕集したエアロゾルの重量（浮遊粉じん濃度）を測定したほか、金属成分 7 項目、イオン成分 9 項目、農薬成分 9 項目（異性体を含めると 17 種類）を分析した。本調査の分析項目を表 2 に示す。

表 2　分析項目

分類	対象物質	分析法
金属（7 項目）	マグネシウム（Mg）	誘導結合プラズマ発光分光分析法
	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）	還元気化原子吸光法
イオン（9 項目）	塩化物イオン（Cl^-）	イオンクロマトグラフ法
	硝酸イオン（NO_3^-）	
	硫酸イオン（SO_4^{2-}）	
	フッ化物イオン（F^-）	
	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（17 項目）	ジクロルボス	(1)HV ガスクロマトグラフー四重極型質量分析法及びガスクロマトグラフー磁場型質量分析法（2007 年 3 月以降）
	α-HCH	
	β-HCH	
	γ-HCH	
	δ-HCH	
	ダイアジノン	
	クロロタロニル	
	フェニトロチオン	
	クロルピリホス	
	o,p'-DDE	
	p,p'-DDE	(2)HV（POPs 準拠調査）ガスクロマトグラフー磁場型質量分析法
	プロチオホス	
	エンドリン	
	o,p'-DDD	
	p,p'-DDD	
	o,p'-DDT	
	p,p'-DDT	

[2] 分析項目は、調査年度により異なる。

3. 調査結果

3.1. 黄砂飛来状況

3.1.1. 浮遊粉じん濃度（TSP）

調査地点・調査日毎の浮遊粉じん濃度の最大値及び平均値を表 3 に示した。調査全体をとおして、浮遊粉じん濃度が最も高かったのは、2007 年 4 月 1 日の太宰府で 509μg/m³ であった。調査日毎に見てみると、2004 年 3 月 11 日、2006 年 4 月 8 日、同年 4 月 18 日、2007 年 4 月 1 日、同年 5 月 26 日の平均濃度が高かった。次に調査地点を横断的に見てみると、長崎及び太宰府の浮遊粉じん濃度は、調査期間を通じて、浮遊粉じん濃度を調査日毎に平均した値よりも高めに推移し、札幌と金沢では低めに推移した。地域では、西日本（長崎、太宰府、松江）の方が東日本の調査地点よりも、日本海側（立山、巻）の方が太平洋側よりも浮遊粉じん濃度が高くなる傾向がみられた。

表 3　浮遊粉じん濃度

[μg/m³]

調査日	長崎	太宰府	松江	金沢	立山	巻	犬山	つくば	札幌	平均値	最大値
2003/03/25	71	117	64		25	46	37	42	96	62	117
2003/03/30	68	82	39		61	48	66	54	48	58	82
2003/03/31	64	65	71		39	33	63	83	87	63	87
2004/02/24	50	44	23		9	52	31	52	30	36	52
2004/02/25	71	71	48		30	62	55	58	34	54	71
2004/02/26	62	77	37		NA	44	21	53	14	44	77
2004/03/10	43	100	119		35	109	61	NA	**166**	90	166
2004/03/11	98	182	122		188	**233**	89	154	142	151	233
2004/03/30	62	80	68		58	69	34	30	66	58	80
2004/03/31	NA	118	NA		117	NA	73	NA	41	87	118
2004/04/23	123	117	66		37	16	47	48	25	60	123
2004/04/24	66	76	29		31	21	29	39	15	38	76
2004/05/07	74	119	61		71	118	81	79	29	79	119
2005/03/18	51	47	18	29	30	45	27	82	30	40	82
2005/03/29	65	103	57	24	28	58	31	29	16	46	103
2005/03/30	59	75	49	25	33	57	48	27	19	44	75
2005/04/07	21	80	68	68	127	67	60	121	33	72	127
2005/04/14	35	75	53	40	93	64	62	60	68	61	93
2005/04/21	95	115	76	64	71	107	92	52	74	83	115
2005/04/28	35	51	34	55	78	62	73	90	93	63	93
2006/03/11	115	154	117	78	87	64	53	109	50	92	154
2006/03/28	112	128	71	50	70	44	49	67	38	70	128
2006/04/08	97	144	**445**	149	183	54	**318**	64	25	164	445
2006/04/09	64	90	78	45	57	27	52	35	25	53	90
2006/04/18	NA	38	66	204	252	198	165	174	41	142	252
2006/04/19	97	134	54	55	50	72	48	64	73	72	134
2007/03/28	64	177	75	73	59	72	76	54	69	80	177
2007/03/29	90	95	27	32	50	19	68	52	71	56	95
2007/04/01	**461**	**509**	419	261	**404**	202	NA	**178**	28	308	509
2007/04/02	68	69	39	89	111	106	267	169	32	106	267
2007/05/08	103	122	96	107	189	151	97	83	57	112	189
2007/05/09	46	54	39	55	96	120	87	100	70	74	120
2007/05/26	153	194	205	**271**	298	202	203	95	31	184	298
2007/05/27	232	195	48	31	41	22	44	67	34	79	232
平均値（全体）	91	115	87	86	94	81	79	77	52	85	
最大値（全体）	461	509	445	271	404	233	318	178	166		509

：各調査日の平均値よりも高濃度となった数

太字：調査地点における最大値

[μg/m³]

調査日	長崎	太宰府	松江	金沢	立山	巻	犬山	つくば	札幌	平均値	最大値
2006/06/12	37	79	63	51	54	36	NA	39	19	47	79
2006/06/13	42	79	43	32	36	11	39	42	34	40	79
2008/03/26	53	56	25	20	20	NA	27	47	61	39	61
2008/03/27	17	47	37	27	31	NA	28	35	29	31	47

立山の2006.4.08、4.09、4.18、4.19、及び2007.4.01、4.02、5.26、5.27は、環境科学センター

長崎の2007.5.8、2007.5.9、2007.5.26、2007,5,27、2008.3.26、2008.3.27は、環境保健研究センター（大村）

注：　NAは欠測、ただし、2004.2.26立山、2006.4.18長崎、2008.3.26及び2008.3.27巻は、信頼性不足のためNAとした。

3.1.2. 浮遊粒子状物質（SPM）濃度

我が国では、大気中に浮遊する粒子状物質のうち、粒径が 10μm 以下の微小な粒子状物質を浮遊粒子状物質（SPM）[3]として環境基準を定めている。SPM 環境基準達成率に対する黄砂現象の影響は、早崎ら（2007）により報告されており、100～200μg/m^3 程度の SPM 濃度が広範囲で持続した黄砂現象が観測された 2002 年 4 月には、日平均値で環境基準を超過する測定局が多く見られ、全国規模で同達成率の低下を招いたとされている。このため、国内約 1,300 カ所の測定局で常時監視している SPM 濃度を用いて、飛来した黄砂の規模を検討した。2001 年から 2007 年にかけて、気象観測所で黄砂が観測された日の都道府県ごとの SPM 平均濃度、及び同平均濃度に黄砂観測日数を乗じたものを図 2 に示した。この図から黄砂日の SPM の平均濃度は、黄砂飛来が多く見られた 2002 年を除き、北・東日本地域よりも西日本地域の方が相対的に高濃度であることがわかる。この傾向は、本調査における HV により捕集した調査地点毎の TSP の比較傾向と一致している。気象庁黄砂観測日数を乗じた積は、各都道府県における黄砂現象を被るマクロな指標を示していると思われる。2001 年から 2007 年にかけては、この積の値は、黄砂日の SPM 平均濃度の傾向と同様に北・東日本地域よりも西日本地域の方が、大きく、また日本海側の方が太平洋側よりも値が大きいことが明確である。

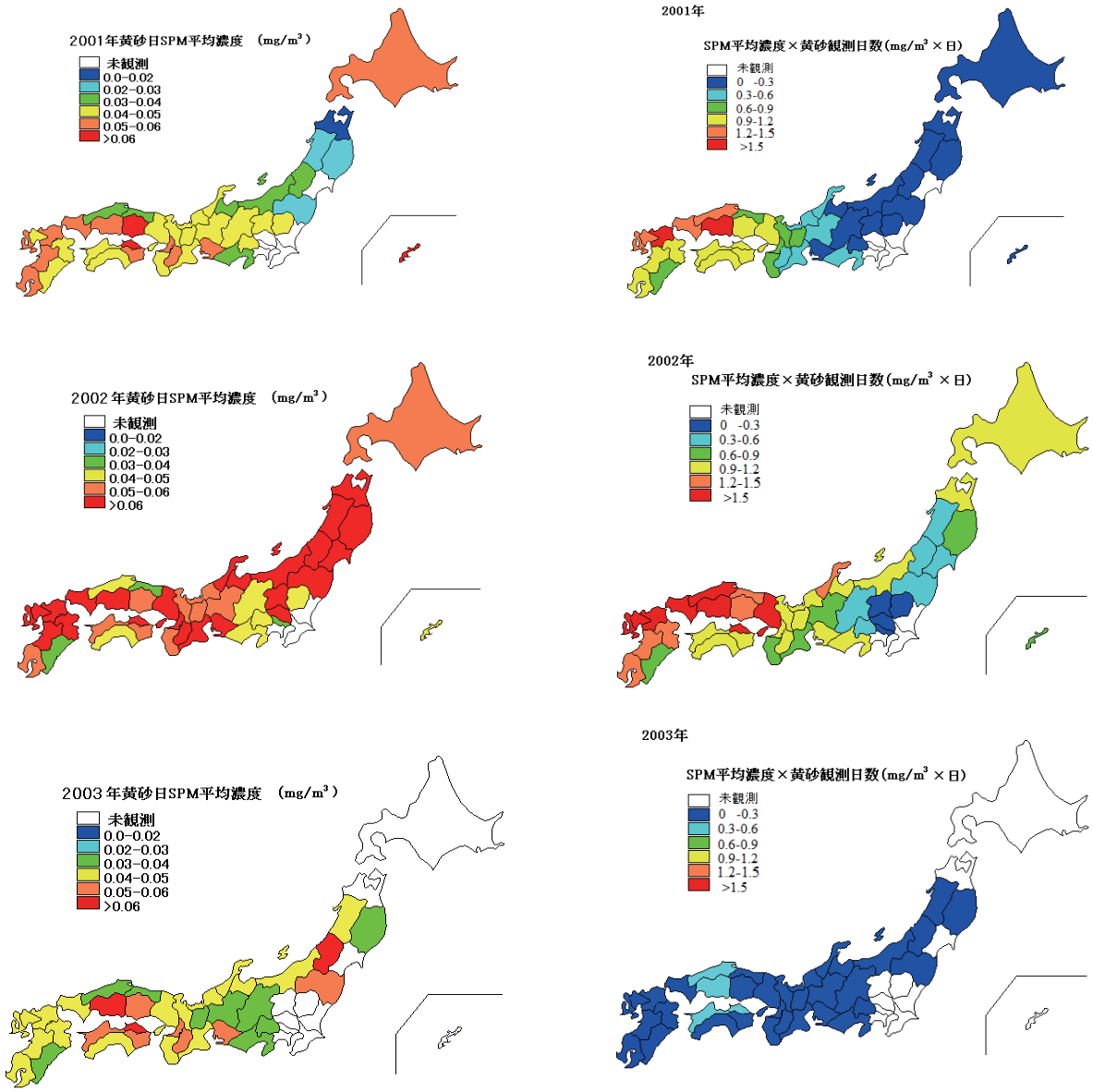


図 2　　黄砂日の SPM 平均濃度及び積算濃度（2001 年～2003 年）

[3]浮遊粒子状物質（SPM ＝ Suspended Particulate Matter ）とは、大気中に存在する粒子状物質のうちで、粒子の直径（粒径）が 10μm（0.01mm）以下の粒子と定義されている。一方、PM10 も 10μm 以下の粒子であるが、測定原理上、SPM が 10μm を越える粒子が 100%カットされているのに対し、PM10 は、10μm の粒子の捕集効率が 50%となるように捕集されたものである。日本では環境基準を SPM で定義しており、韓国では PM10 を採用している。

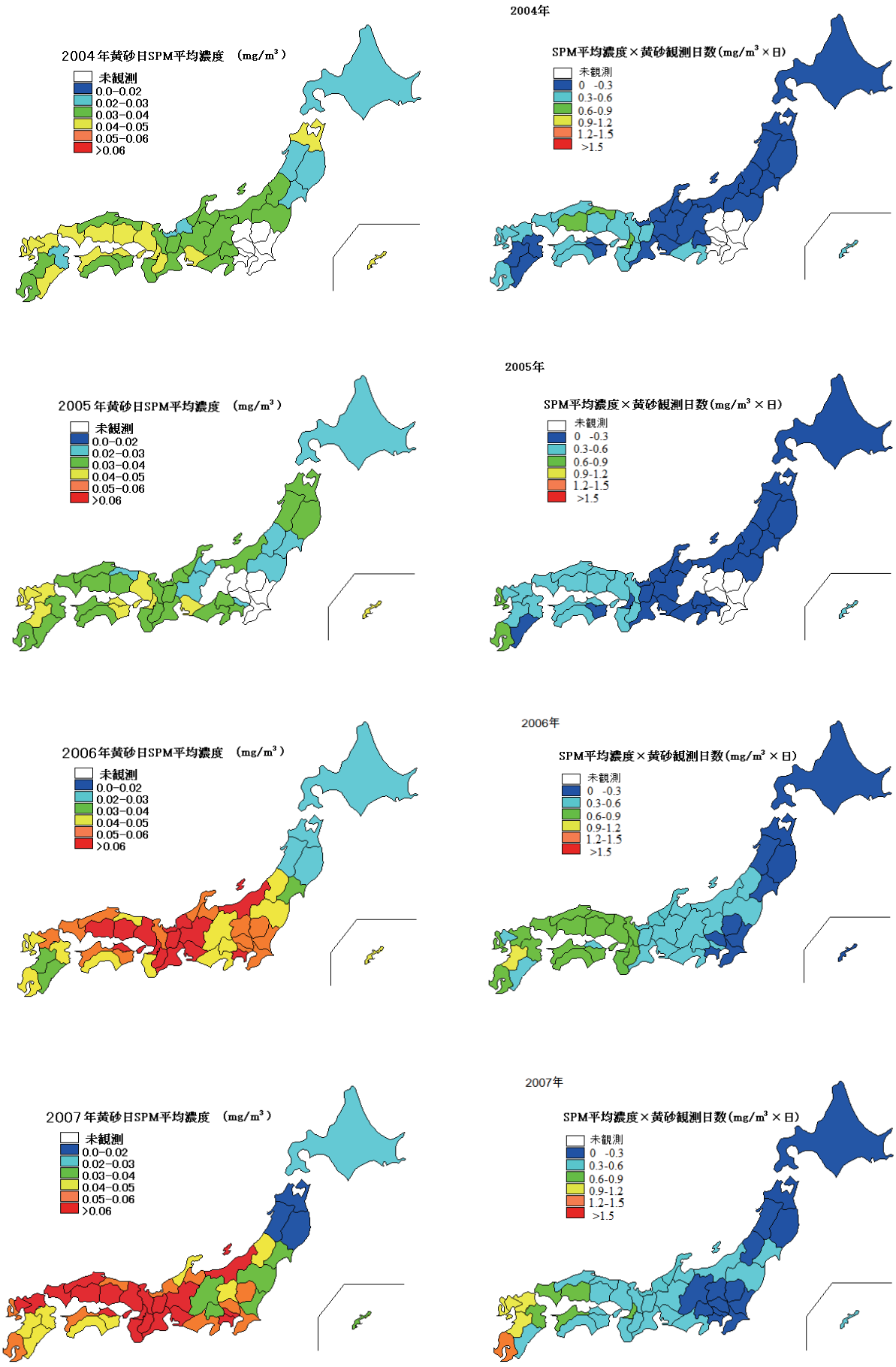
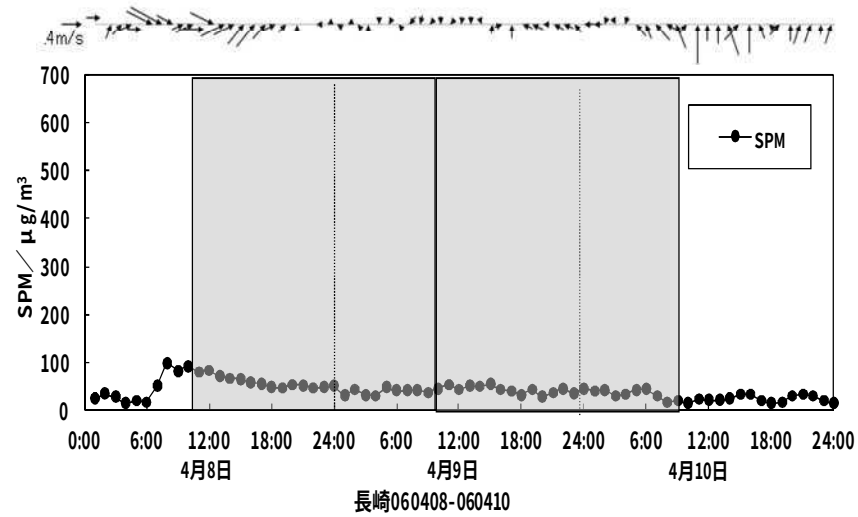


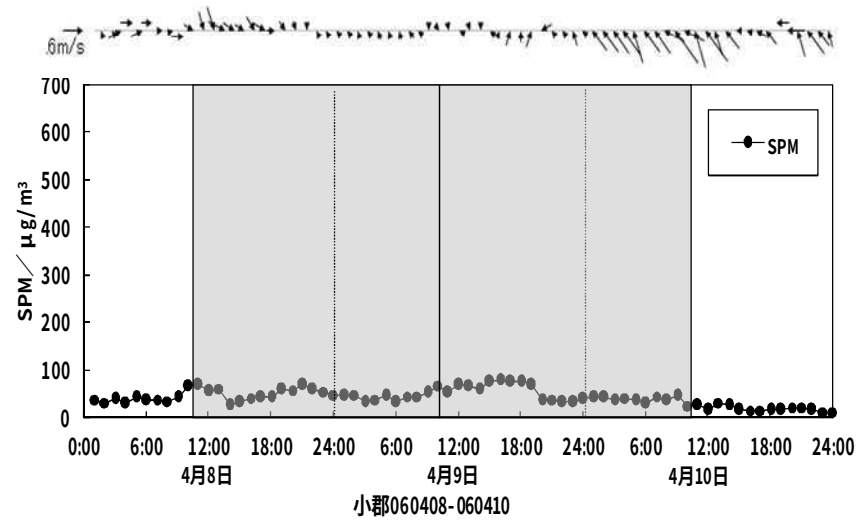
図 2　　黄砂日の SPM 平均濃度及び積算濃度（2004 年～2007 年）

これらの結果を踏まえ、各調査地点近傍の一般環境大気測定局の SPM 濃度（1 時間値）の変化を参照した。TSP 調査結果から大規模な黄砂飛来があったと推察される 2006 年 4 月 8 日から 10 日まで、及び 2007 年 4 月 1 日から 3 日までの SPM の経時変化を図 3 及び図 5 にそれぞれまとめた。

2006 年 4 月 8 日から 10 日の調査期間では、筑後小郡、つくば、札幌を除く地点で SPM の 1 時間値が 100μg/m^3 を超えており、松江、金沢、立山、犬山には SPM の 1 時間値の環境基準である 200μg/m^3 を超えるピークがみられる。特に、松江では、短時間ではあるものの 600μg/m^3 を超える非常に高い SPM 濃度を観測している。日本海側の地点に着目すると、ピークの観測開始時刻は松江、金沢・立山、巻の順に西側が早く、ピークの大きさも西側が大きい。一方、太平洋側の犬山では、日本海側の地点より遅れて同じ黄砂と考えられるピークが観測され始め、その最高値は日本海側の 3 地点よりも低くなっている。

2006 年 4 月 8 日から 4 月 10 日にかけての天気図を図 4 に示した。2006 年 4 月 8 日 09 時（JST）の時点では低気圧の中心がある秋田県男鹿半島の西方日本海沖合から寒冷前線が延びていることがわかる。松江はこの低気圧の周縁部にあり、図 3(1)にみられるとおり、01 時（JST）から徐々に風速が強まるとともに西南西／西／西北西と風向が変化し 17 時（JST）を境に北側の風に変化、同時に風速が衰えている。この風速・風向の変化は、天気図に表れている低気圧の通過によるものであると推察され、風向が西向きの間に SPM 濃度のピークが観測されていることから、寒冷前線の通過に伴い黄砂が輸送されたものと考えられる。





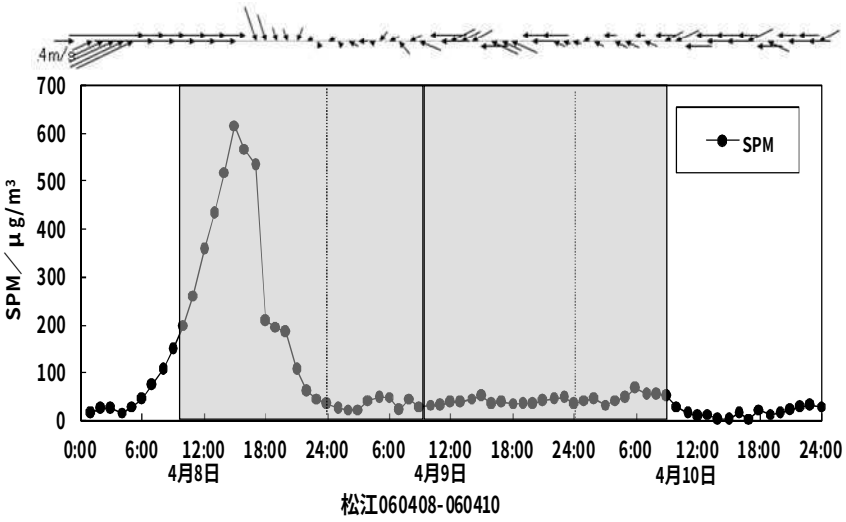
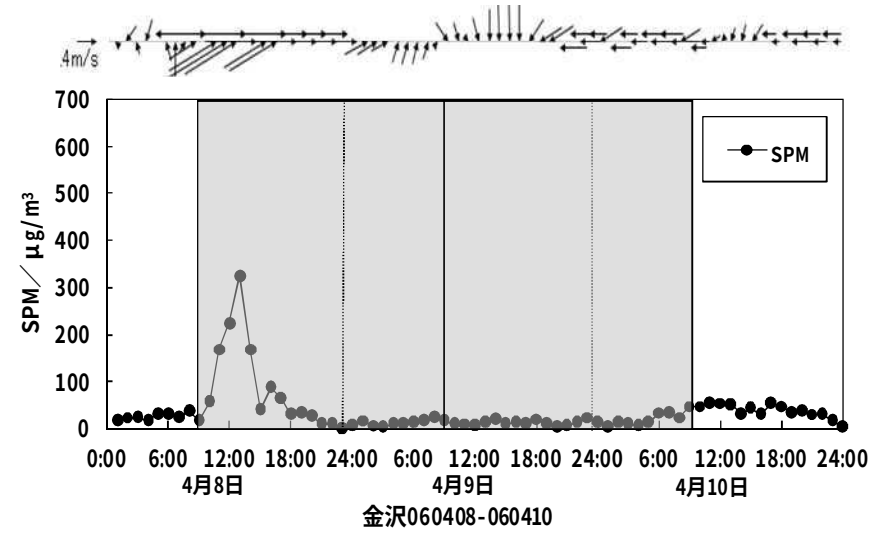
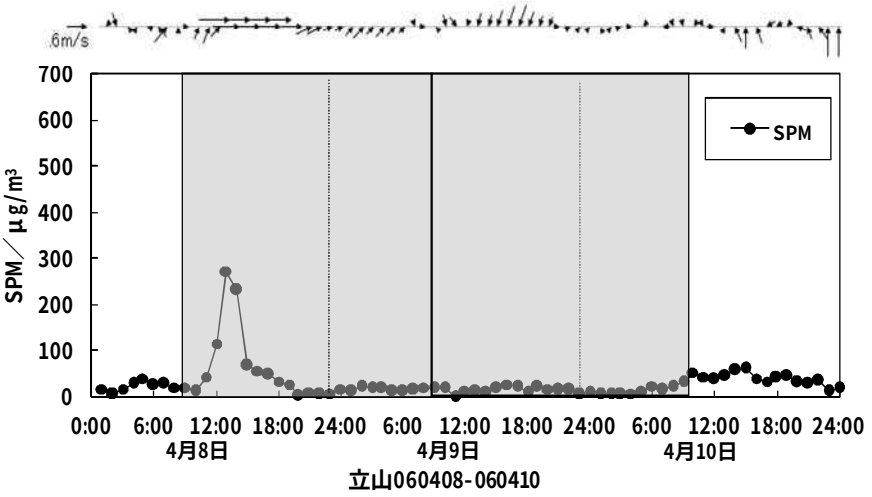


図 3　SPM 時間値（2006 年 4 月 8 日～4 月 10 日）(1)





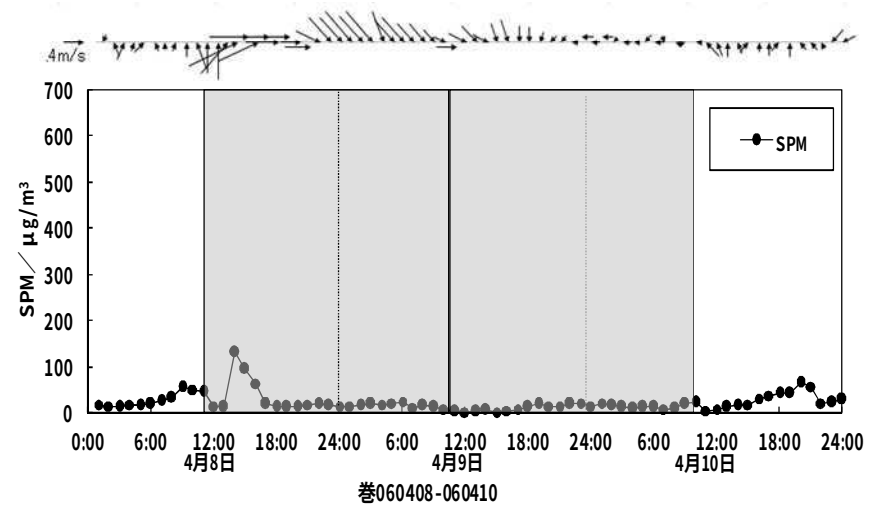


図 3　SPM 時間値（2006 年 4 月 8 日～4 月 10 日）(2)

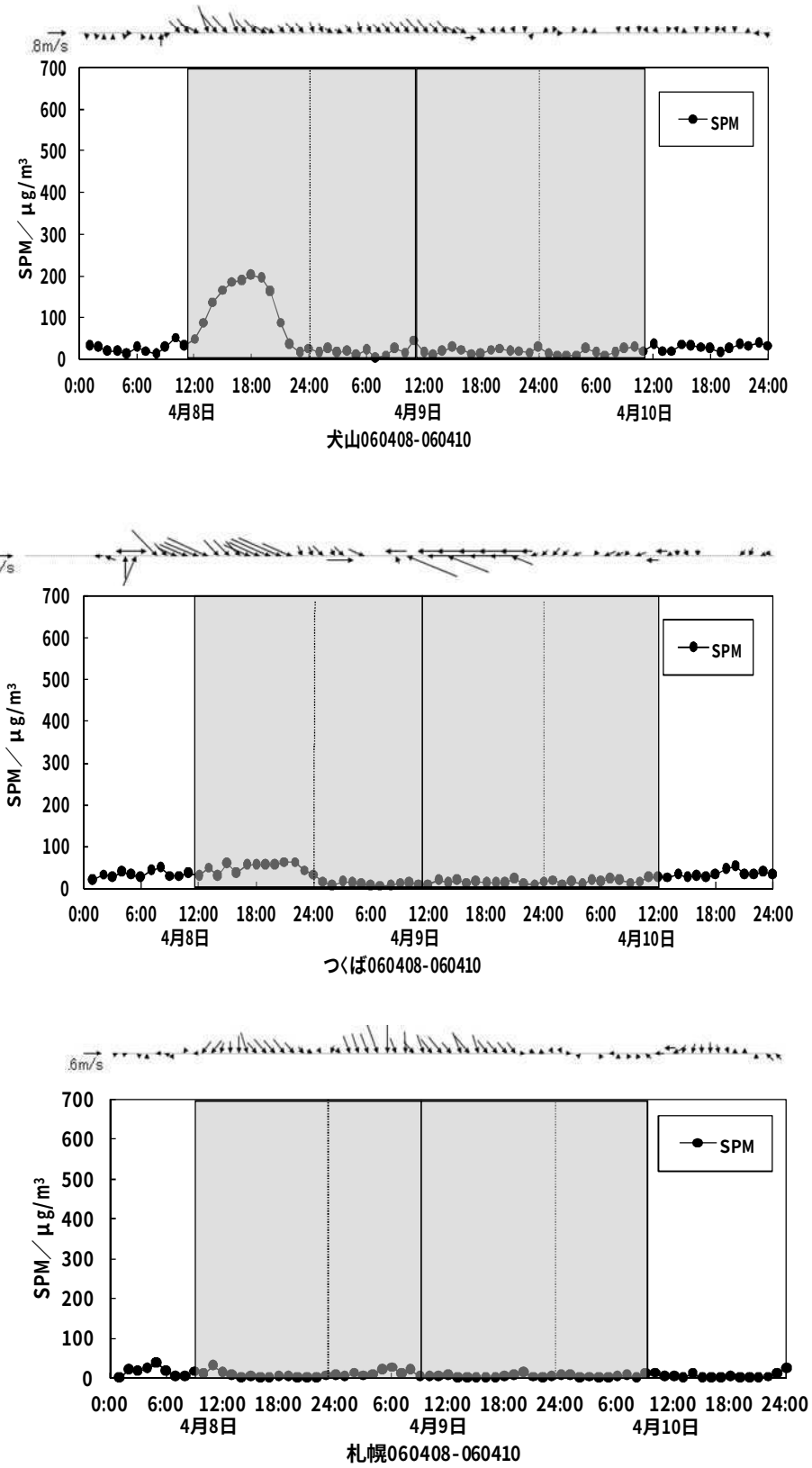
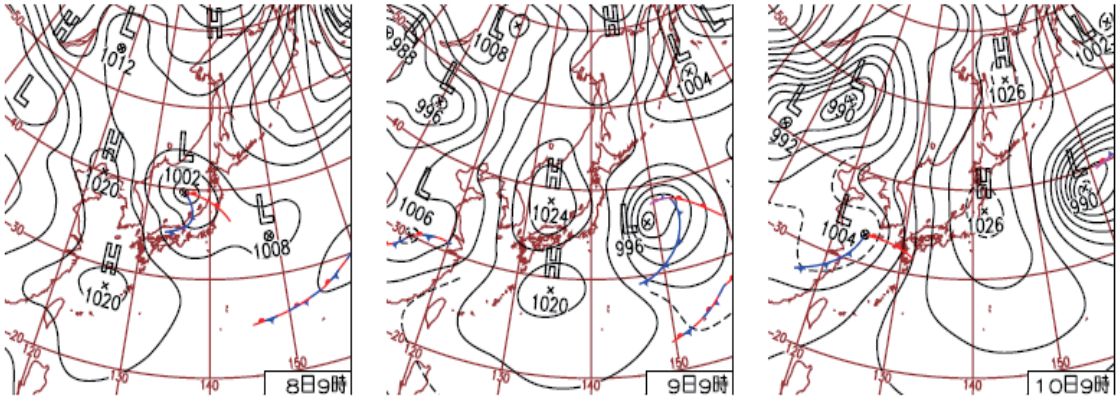


図 3　SPM 時間値（2006 年 4 月 8 日～4 月 10 日）(3)



8日(土)広範囲に黄砂
低気圧が日本海から東北を東に抜け、寒冷前線が本州を南下。東日本～東北は雨、雷を伴う。その他は概ね晴れ。西・東日本や東北の一部など広い範囲で黄砂、視界の悪い所も。

9日(日)関東東海近畿 行楽日和
これらの地方は終日晴れて、3月下旬～4月上旬並みで行楽日和。その他の地方も午前中、新潟、山形で雨や雪の他は概ね曇り。前日に続き東・西日本で黄砂。

10日(月)西日本、大雨
気圧の谷が近づき西日本から東海は次第に雨。晴れていた北日本も徐々に曇り。長崎市長浦岳267.5mm/日は4月の極値。東日本～近畿は2月下旬～3月下旬の最高気温、肌寒い一日。

図 4　天気図（2006 年 4 月 8 日～10 日）

2007 年 4 月 1 日から 3 日にかけての調査期間では、札幌を除くすべての調査地点でブロードかつ 100 $\mu g/m^3$ 以上の SPM ピークが観察され、調査地点によっては複数の極大値が確認できる。9 調査地点における最大 SPM 濃度は、2007 年 4 月 2 日 07 時（JST）における長崎の 379 $\mu g/m^3$ であった。西日本に着目すると、長崎、筑後小郡及び松江で 4 月 1 日午前から濃度が上昇し始め、長崎で 100 $\mu g/m^3$、筑後小郡で 160 $\mu g/m^3$ 程度を横ばいに推移し、松江では最大値約 250 $\mu g/m^3$ のブロードなピークが観測された後、150g/m^3 程度を横ばいに推移した。その後、長崎及び筑後小郡では 4 月 2 日 07 時（JST）頃を中心に 300 $\mu g/m^3$ を超えるピーク、松江では約 6 時間遅れて 300 $\mu g/m^3$ 弱のピークが観測されている。次に日本海側の地点に着目すると、松江、金沢、立山、巻において 4 月 1 日の午前から午後にかけてブロードなピークがみられる。2007 年 4 月 1 日の天気図を図 5 に示したが、複雑な気象場を呈しており、これが図 5 のような SPM 濃度の変化を導いたものと思われるが、この黄砂飛来状況を天気図のみから説明するのは困難である。

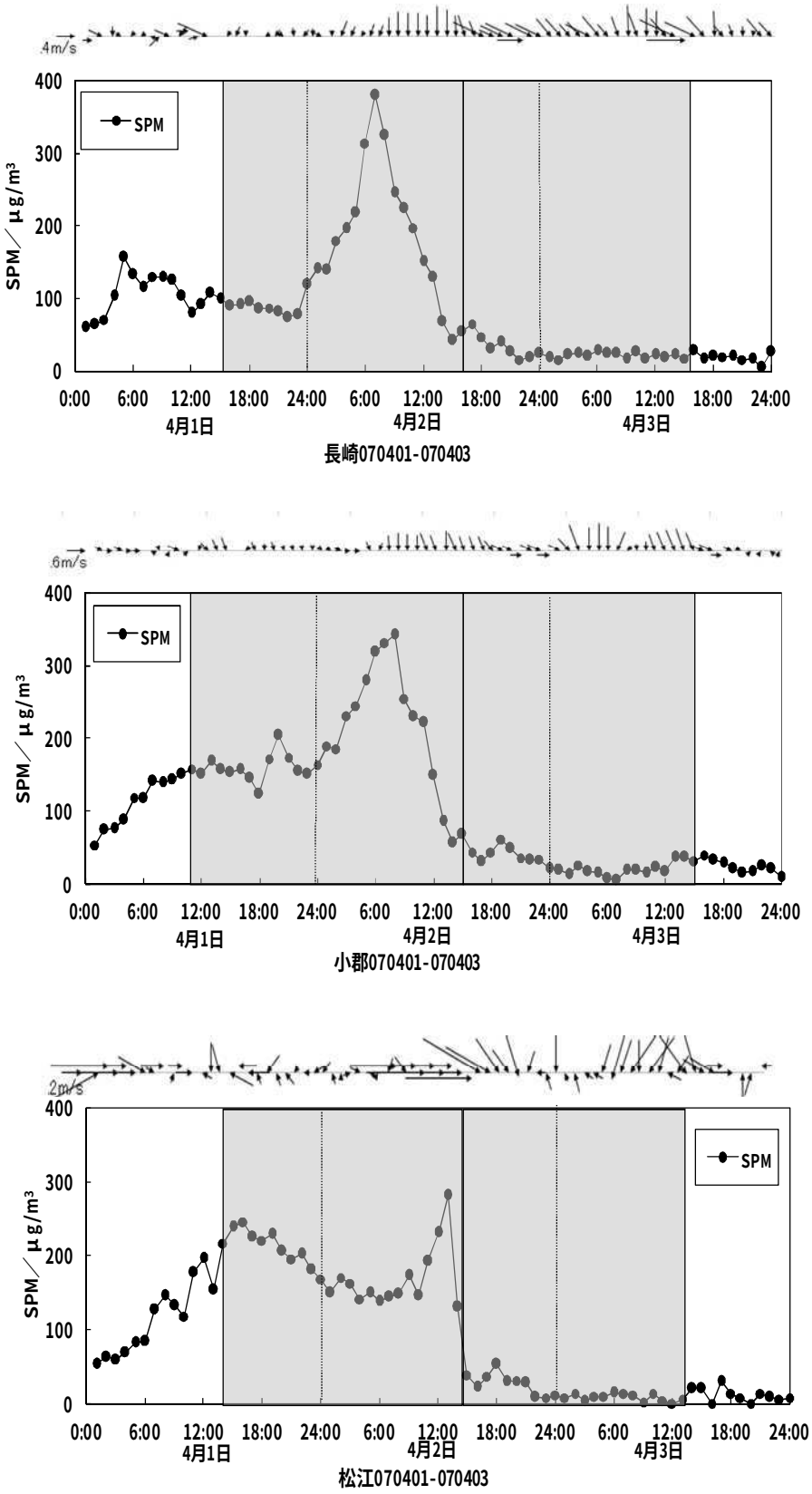


図 5　SPM 時間値（2007 年 4 月 1 日～4 月 3 日）(1)

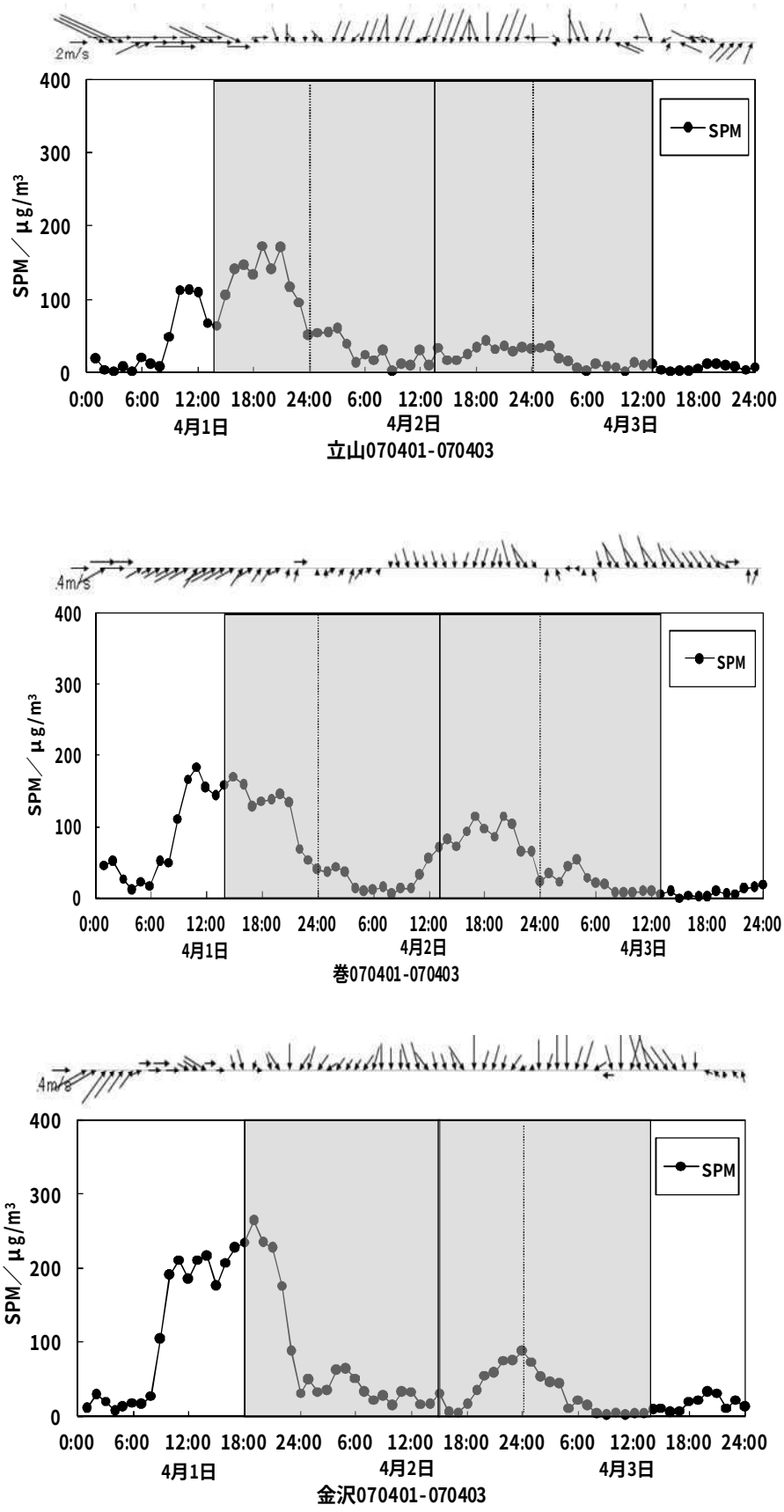


図 5　SPM 時間値（2007 年 4 月 1 日～4 月 3 日）(2)

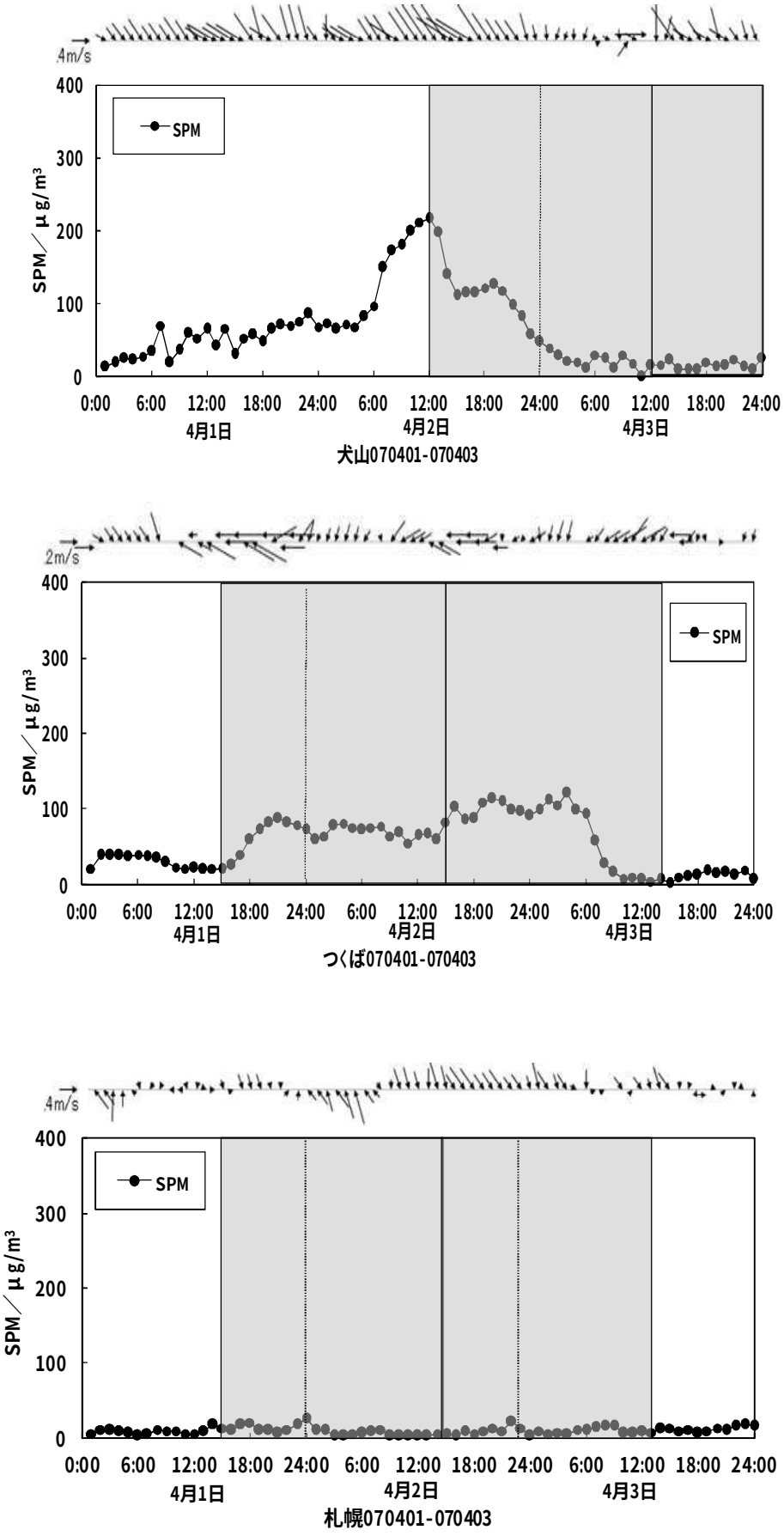
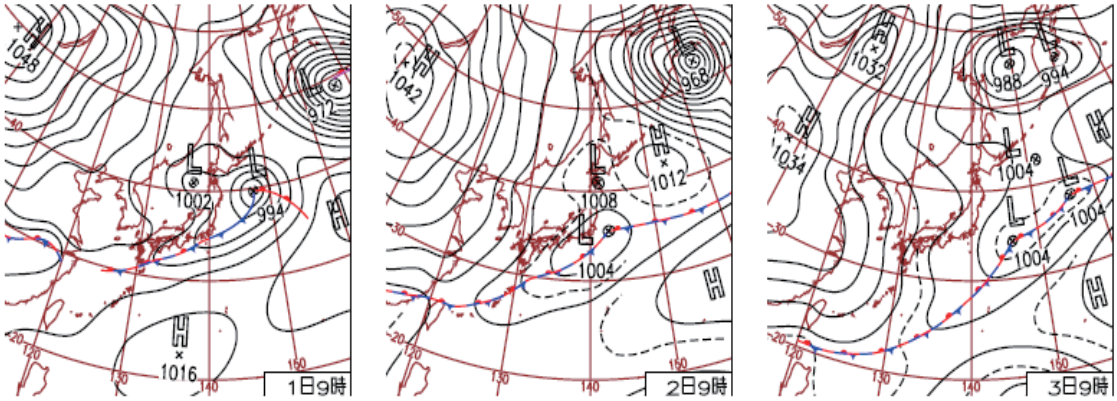


図 5　SPM 時間値（2007 年 4 月 1 日～4 月 3 日）(3)



1日(日)本格的な黄砂
前線に近い九州は曇りや雨。東日本は概ね晴れ。静岡市清水区の最高気温31.8℃。全国で今年初の真夏日。九州～東北北部の広範囲で黄砂観測。トラック諸島近海で台風第1号発生。

2日(月)黄砂続く
低気圧が東北北部と関東の東海上にあり前線が南岸に停滞。北海道や東北で雨。前日に続き東北～九州の広範囲で黄砂観測。熊本、広島、水戸など７官署でサクラ満開。

3日(火)関東花冷え
日本の東海上の低気圧からのびる前線が本州の南海上に停滞。日本海側は昼前まで曇りや雨、関東は北東気流の影響で日中の気温真冬並。東京は日中に5.9℃の最低気温を観測。

図 6　天気図（2007 年 4 月 1 日～4 月 3 日）

3.1.3. SPM・SO_2濃度による黄砂飛来分類

一般的に黄砂飛来時には SPM 濃度上昇が観測されるが、黄砂飛来時だけでなく人為起源汚染物からの二次生成粒子によっても SPM 濃度上昇が観測される場合がある。調査期間の一つである 2007 年 5 月 8 日から 9 日にかけては、SPM の濃度上昇と同期した SO_2 及び O_3 の濃度上昇も観測された越境大気汚染が早崎ら（2008）により報告されている。

春季に観測されるアジア大陸を起源とした大気汚染物質の日本列島への長距離輸送においては、高濃度 O_3 が広域で形成されることが知られており、対流圏下部での O_3 濃度増加要因として 1）地域内の局所的汚染物質生成、2）大陸からの越境輸送、3）成層圏の O_3 の降下が大きな要因として考えられているが、板橋ら（投稿準備中）は、バックトラジェクトリー及びライダーデータも参照した CMAQ[4]解析により、中国起源の SO_4^{2-} と O_3 に高い相関関係があることを明示し、特に SO_4^{2-} 濃度が 20μg/m^3 を超える場合に、その関係が顕著であることを示唆している。

また、Ooki ら（2005）は、エアロゾル中の鉱物系粒子と非海塩性 SO_4^{2-} 及び NO_3^- 等の汚染物質の相互作用について報告し、特に黄砂飛来期間中に粗大粒子側（D>1.25μm）で SO_4^{2-} 濃度にピークが見られることを明らかにしている。

そこで本報告書では、サンプリング期間前後の SPM および SO_2 濃度の時系列変化を基に、サンプリング期間の汚染物質の動態を検討することを試行した。図 7 に日本国内のライダーネットワーク観測網が整備された 2006 年及び 2007 年を中心に各調査地点近傍の一般環境大気測定局の SPM 濃度（1 時間値）の時系列を示す。

日本国内の大気環境常時監視局は都市域に集中しているため、不均一な空間分布となっている。そこで、日本全体を格子間隔 27km のメッシュに区切り、そのメッシュ内に含まれる一般環境測定局の 1 時間値を単純平均して格子平均 1 時間値を算出した。一般環境測定局の中には、測定局のごく近傍からの汚染影響が大きいと思われる測定局も含まれているため、平均値算出前に測定局データの品質管理をおこなった。この品質管理においては、出来るだけ空間代表性の高いデータを使用するために、測定局ごとに月平均 1 時間値（ここでは 2004 年から 2006 年の 3 年間；1 ヶ月あたり最大 93 個のデータの平均値）を算出し、近傍の測定局との濃度差がある程度以上大きい測定局を「局所汚染卓越局」とし、格子平均値算出から除外した。

[4] 米国環境保護庁(EPA)の化学輸送モデル(Community Multistage Air Quality model (CMAQ))

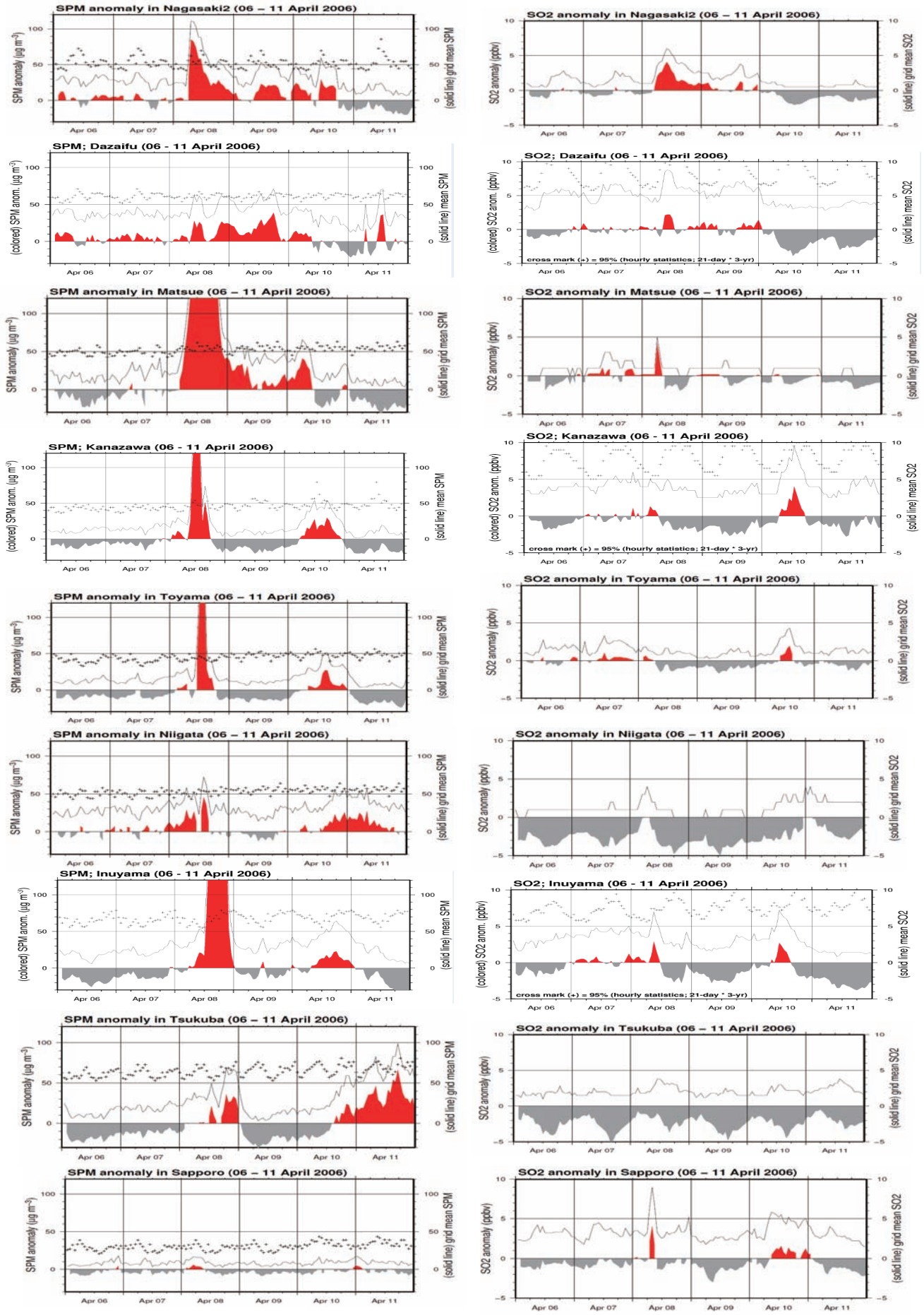


図 7-1　SPM(左列)，SO2(右列)格子平均(実線)および偏差（カラー；正偏差を赤，負偏差をグレー）の時系列変化（イベント 1）．SPM の図中にある + マークは，近年 3 年間（2004－2006 年）の対象日とその前後 10 日間の時刻別格子平均値に関する 95 パーセンタイル値

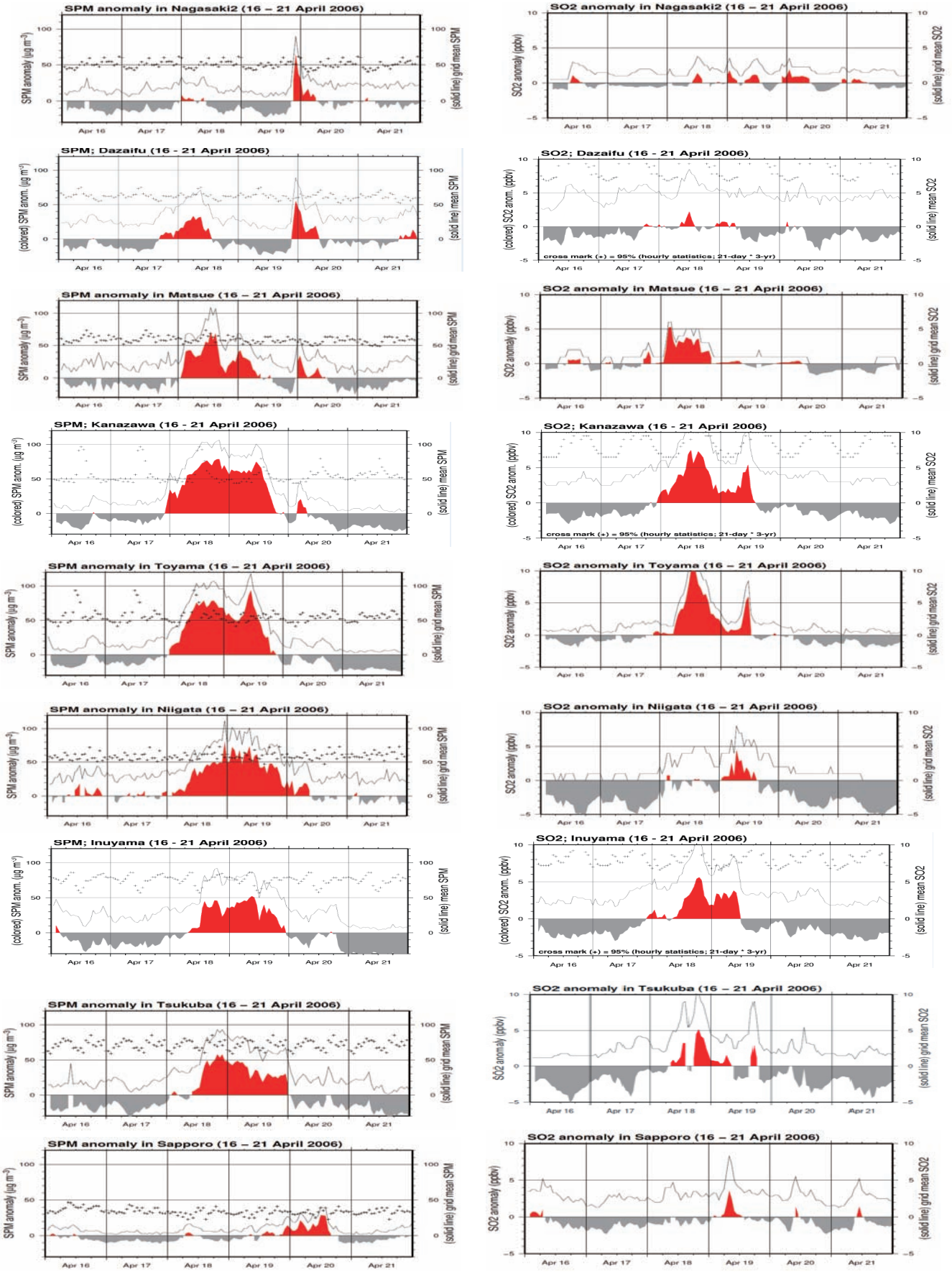


図 7-2　SPM(左列)，SO_2(右列)格子平均(実線)および偏差（カラー；正偏差を赤，負偏差をグレー）の時系列変化（イベント 1）．SPM の図中にある + マークは，近年 3 年間（2004－2006 年）の対象日とその前後 10 日間の時刻別格子平均値に関する 95 パーセンタイル値

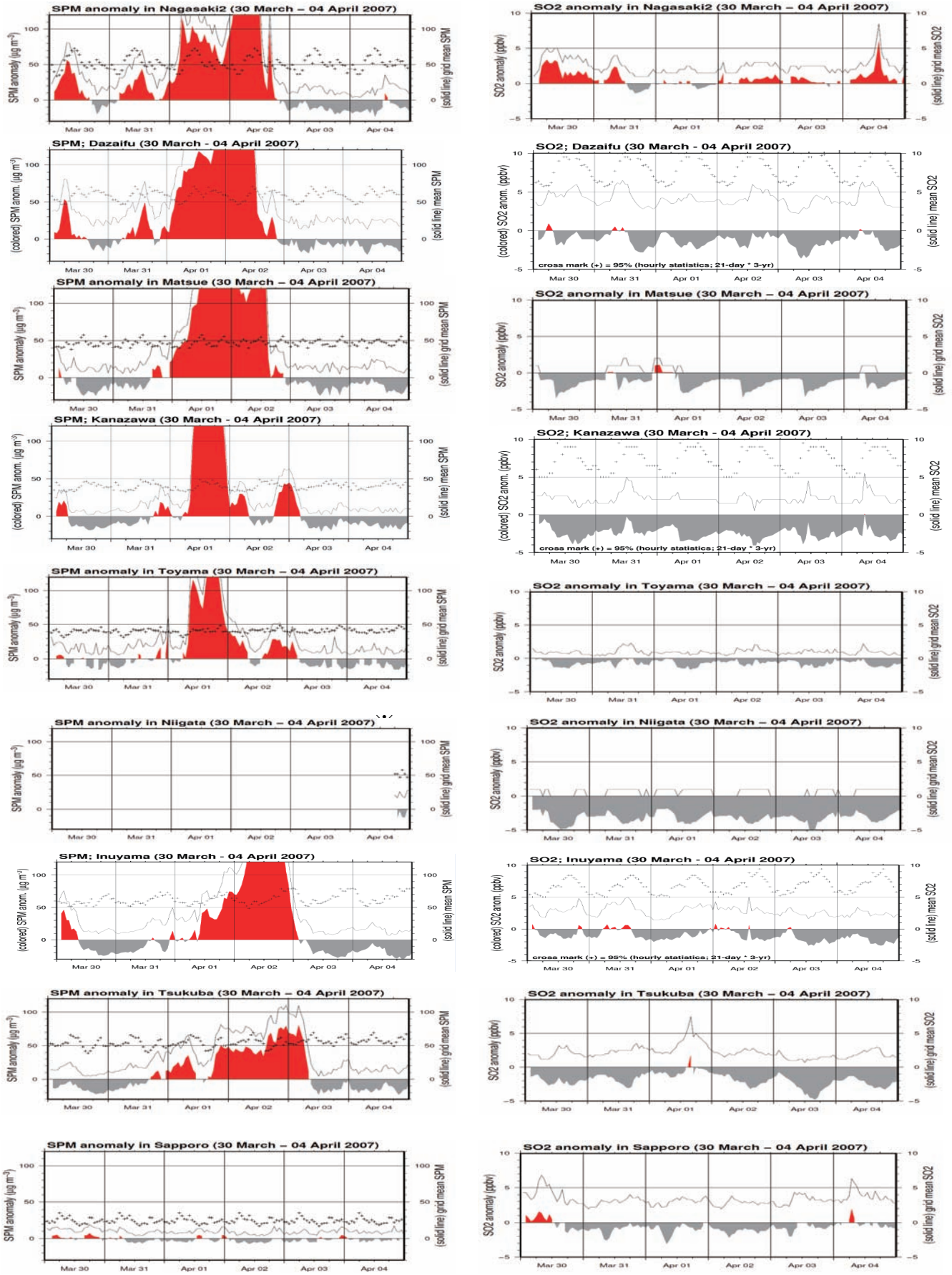


図 7-3　SPM(左列)，SO_2(右列)格子平均(実線)および偏差（カラー；正偏差を赤，負偏差をグレー）の時系列変化（イベント 1）．SPM の図中にある + マークは，近年 3 年間（2004－2006 年）の対象日とその前後 10 日間の時刻別格子平均値に関する 95 パーセンタイル値

（※新潟の SPM は欠測）

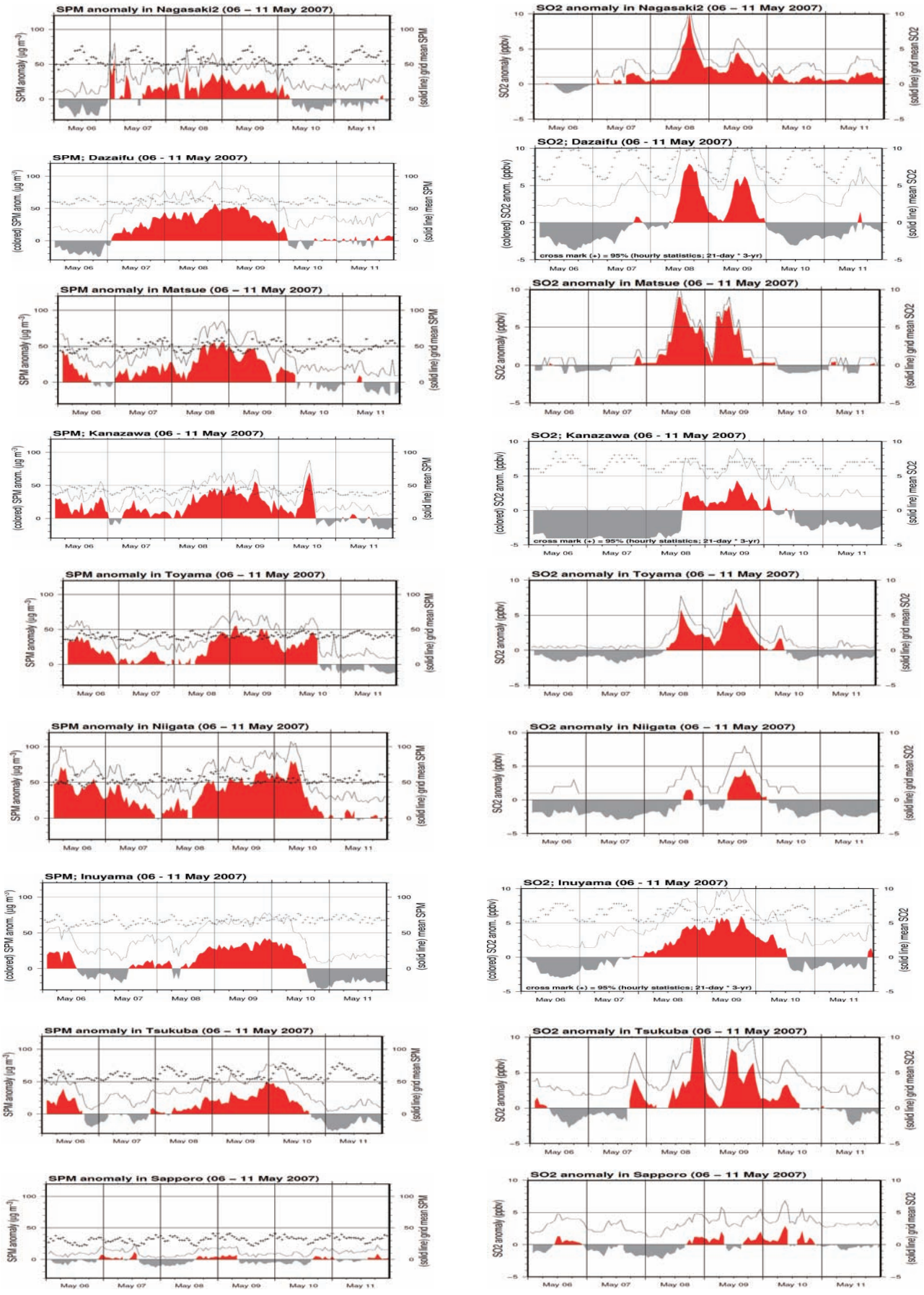


図 7-4　SPM(左列)，SO_2(右列)格子平均(実線)および偏差（カラー；正偏差を赤，負偏差をグレー）の時系列変化（イベント 1)．SPM の図中にある + マークは，近年 3 年間（2004－2006 年）の対象日とその前後 10 日間の時刻別格子平均値に関する 95 パーセンタイル値

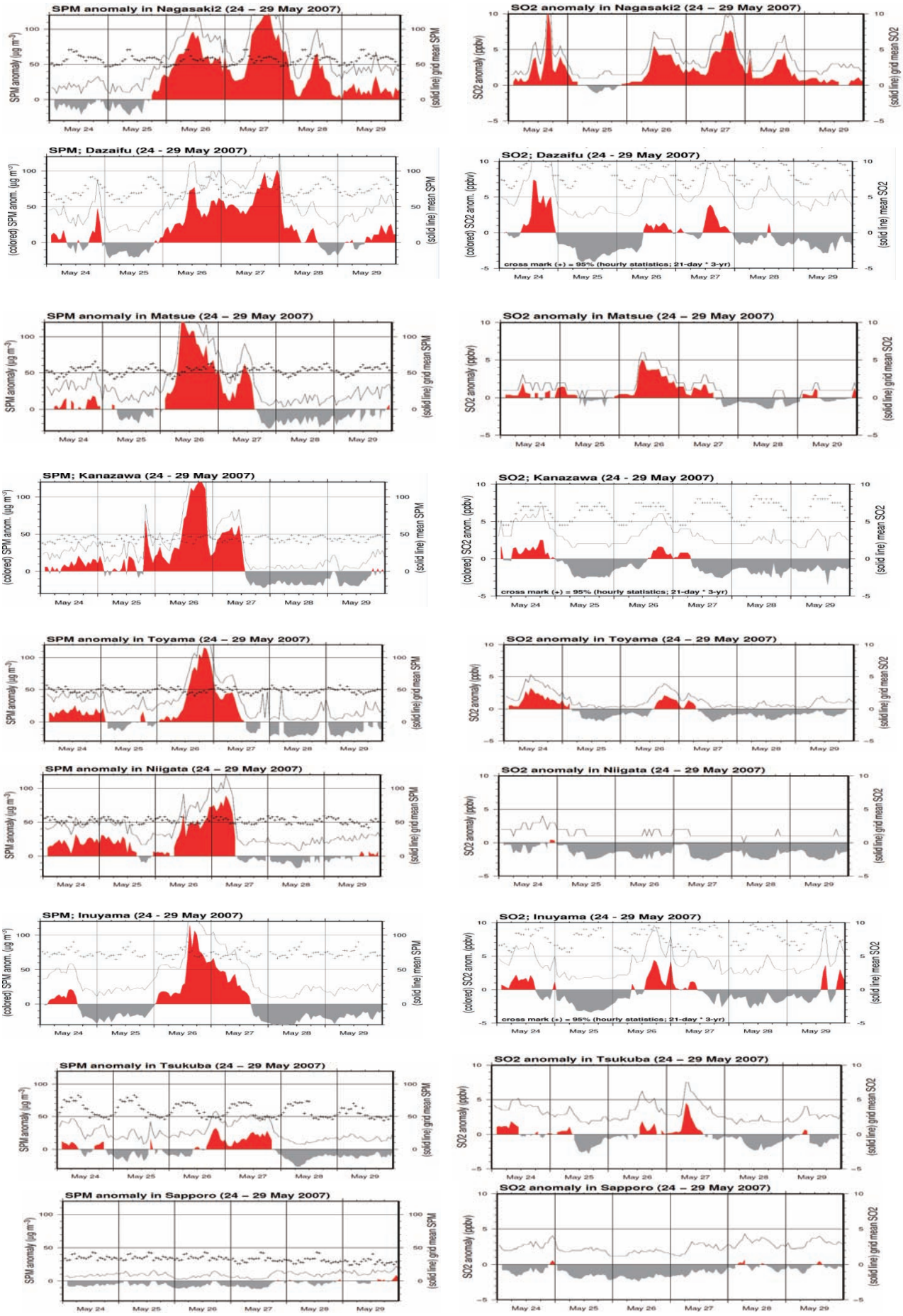


図 7-5　SPM(左列)，SO_2(右列)格子平均(実線)および偏差（カラー；正偏差を赤，負偏差をグレー）の時系列変化（イベント 1）．SPM の図中にある + マークは，近年 3 年間（2004－2006 年）の対象日とその前後 10 日間の時刻別格子平均値に関する 95 パーセンタイル値

図 7 から同じ黄砂飛来日であっても、調査地点ごとに SPM 濃度に大きなバラツキが見られる場合（例：2006 年 4 月 18 日～19 日、2007 年 4 月 1 日～2 日）もある一方で、比較的濃度差レベルの近い場合もある（例：2006 年 4 月 18 日～19 日、2007 年 5 月 8 日～9 日）。なお、札幌は、SPM 濃度の時間変動が小さく、対象期間中には顕著な黄砂飛来がなかったと考えられる。また、SPM 濃度だけが高濃度になる場合と SPM と SO_2 がほぼ同期して変動する場合も見られる。また、大陸からの距離が離れるほど SO_2 値偏差が小さいように見受けられ、一因として SO_2 から硫酸塩等への二次粒子生成が考えられる。これについては、4 章および 5 章で検討する。

ここで図 7 に示した結果を解析するため、便宜的に表 4 の通り黄砂飛来状況分類区分を設定した。

表 4　黄砂飛来状況分類区分

黄砂飛来状況分類	分類基準
黄砂飛来による単独型	SPM が 95%値を超過する正偏差、 SO_2 はほぼ正偏差なし
黄砂飛来と汚染された気体の混在型	SPM が 95%値を超過する正偏差、 SO_2 も正偏差
非黄砂	SPM は正偏差だが、75%値～95% 値程度の範囲 （国内の人為起源汚染物質でも観測しうる範囲）
その他	正偏差の絶対値が小さいため、SPM からは黄砂飛来の可能性を肯定も否定も出来ない。

上記の分類に基づき、図 7 に示した結果を解析し、調査地点ごとの分類結果を表 5 に整理した。

表 5　黄砂飛来状況分類結果

調査日	平年からの偏差による黄砂飛来状況分類結果
2006 年 4 月 8 日から 9 日	黄砂飛来による単独型（松江、富山、犬山、金沢） 黄砂飛来と汚染された気体の混在型（長崎） 非黄砂（太宰府）
2006 年 4 月 18 日から 19 日	黄砂飛来による単独型（新潟） 黄砂飛来と汚染された気体の混在型（松江、富山、犬山） 非黄砂（金沢）
2007 年 4 月 1 日から 2 日＊	黄砂飛来による単独型（長崎、太宰府、松江、金沢、富山、犬山、つくば）
2007 年 5 月 8 日から 9 日	非黄砂（長崎、松江、富山、新潟、金沢、犬山、つくば） 黄砂飛来と汚染された気体の混在型（太宰府）
2007 年 5 月 26 日から 27 日	黄砂飛来と汚染された気体の混在型（長崎、太宰府、松江、金沢） 黄砂飛来による単独型（富山、新潟、犬山）

＊　新潟の SPM は欠測

この分類結果については、気象学的要因、ライダー観測結果、化学成分分析結果などを併せて 4 章で詳しく議論する。

3.2. 黄砂の物理的性質

3.2.1. 粒径分布

八段型ローボリウムアンダーセンサンプラーにて捕集したエアロゾル試料のピーク粒径を表 6 に示す。多くの調査地点で 4 段目（粒径 3.3～4.7μm）がピークとなる頻度が高い。ただし、長崎では 2004 年 3 月 30 日に 2 段目（7.0～11μm）がピークとなったことから、黄砂発生源に近い西日本においては飛来黄砂の粒径が大きめとなるケースもあった。TSP 濃度が高いことなどから、比較的規模の大きい黄砂が飛来したと考えられる 2004 年 3 月 11 日に捕集した試料について、粒径分布を計算した結果を図 8 に示す。長崎を除いた地点で 4μm 付近にピークをもつ分布であった。また、図の横軸は対数目盛りとなっており、分布の形態は対数正規分布に近い分布、あるいは粒径の小さい位置にピークのある 2 山分布であった。過去の文献等のデータとも併せて考察すると、日本に飛来する黄砂のピーク粒径は約 4μm 付近と考えられる。

表 6　捕集試料のピーク粒径の範囲

調査日	長崎	太宰府	松江	金沢	立山	巻	犬山	つくば	札幌
2003.3.25	4	4	ND		ND	4	ND	ND	ND
2003.3.30	4	4	ND		ND	3	ND	ND	ND
2003.3.31	4	4	ND		ND	ND	ND	4	ND
2004.3.10	3	4	4		ND	4	ND	NA	3
2004.3.11	3	4	4		4	4	4	4	4
2004.3.30	2	ND	4		ND	ND	ND	ND	ND
2004.3.31	NA	ND	NA		ND	NA	4	NA	ND
2004.4.23	3	ND	4		ND*	ND	ND	ND	ND
2004.4.24	ND	4	4		ND*	ND	ND	ND	ND
2004.5.07	ND	ND	4		ND	4	4	ND	ND
2005.3.18	ND	3	4	NA	NA	ND	ND	ND	ND
2005.3.29	ND	3	4	NA	3	ND	ND	ND	ND
2005.3.30	ND	4	4	NA	4	ND	ND	ND	ND

１：11-100μm、２：7.0-11μm、３：4.7-7.0μm、４：3.3-4.7μm、５：2.1-3.3μm、６：1.1-2.1μm、
７：0.65-1.1μm、８：0.43-0.65μm、BF：0.03-0.43μm
ND：ピークステージのろ紙の捕集前後の重量差が 1 mg 未満（Not detected）
NA：欠測（Not available）
＊：48 時間捕集

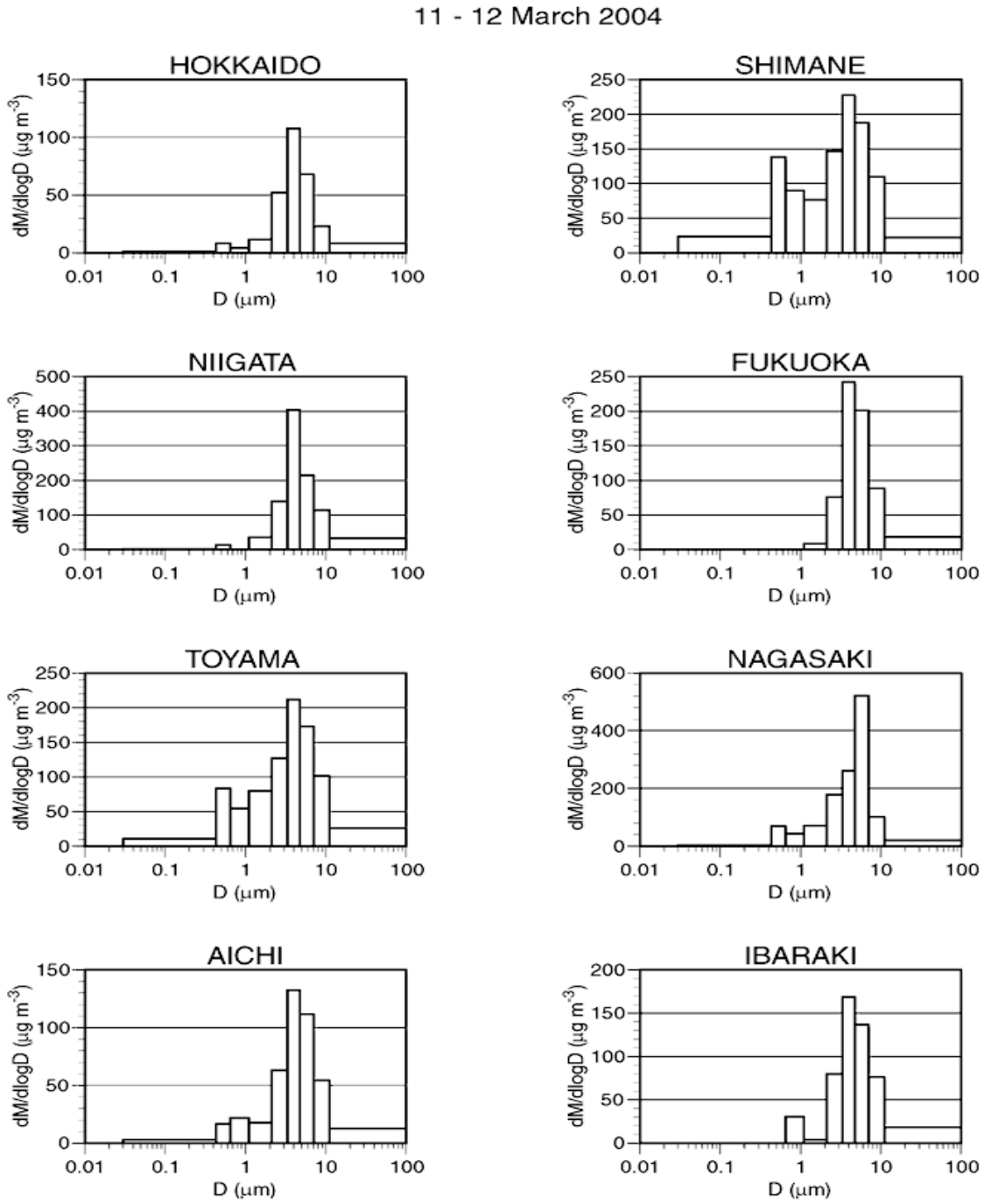


図 8　黄砂の粒径分布（2004 年 3 月 11～12 日捕集試料）

3.3.　黄砂の化学分析結果

3.3.1.　金属とイオン

(1)　HVによる捕集

調査日ごとの主な金属・イオン成分平均濃度を図9-1及び図9-2に示した。金属成分濃度は、浮遊粉じん濃度が高く、比較的規模の大きな黄砂が飛来したと考えられる2004年3月11日、2006年4月8日及び2006年4月18日において高かった。一方、イオン成分濃度については、Ca^{2+}は黄砂が飛来したと考えられる上記3日、2007年4月1日及び2007年5月26日において濃度が高かった。SO_4^{2-}は2006年4月18日及び2007年5月26日だけでなく、2004年5月7日及び2007年5月8日も高かった。NO_3^-は、2006年4月18日、2007年4月1日及び2007年5月26日だけでなく、2003年3月25日、2004年2月25日及び2007年5月8日も高かった。

2006年4月8日は、鉱物由来と考えられるAl、Ca及びFeの濃度が高い一方で、人為起源に由来すると思われるSO_4^{2-}及びNO_3^-の濃度は他の調査日と同程度である。一方、2006年4月18日は、Al、Ca及びFeだけでなく、SO_4^{2-}及びNO_3^-の濃度も高くなっている。このことから、2006年4月18日にはSO_4^{2-}及びNO_3^-が黄砂とともに飛来した、または飛来過程で黄砂に付着等の相互作用を及ぼした可能性がある。また、2007年5月26日はCa^{2+}及びNO_3^-が調査期間中で最も高いことから、NO_3^-は黄砂とともに飛来した、または飛来過程で黄砂に付着等の相互作用を及ぼした可能性がある。

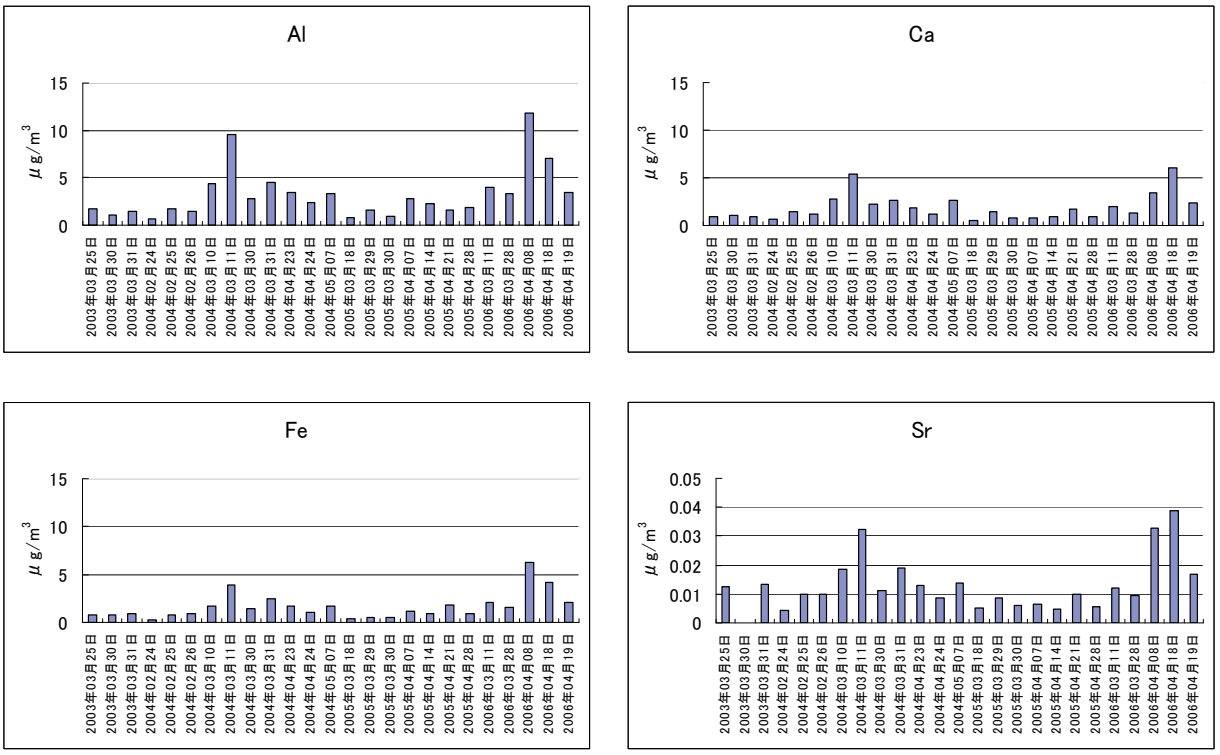


図 9-1　エアロゾル中の金属成分及びTSP濃度（黄砂飛来日別）

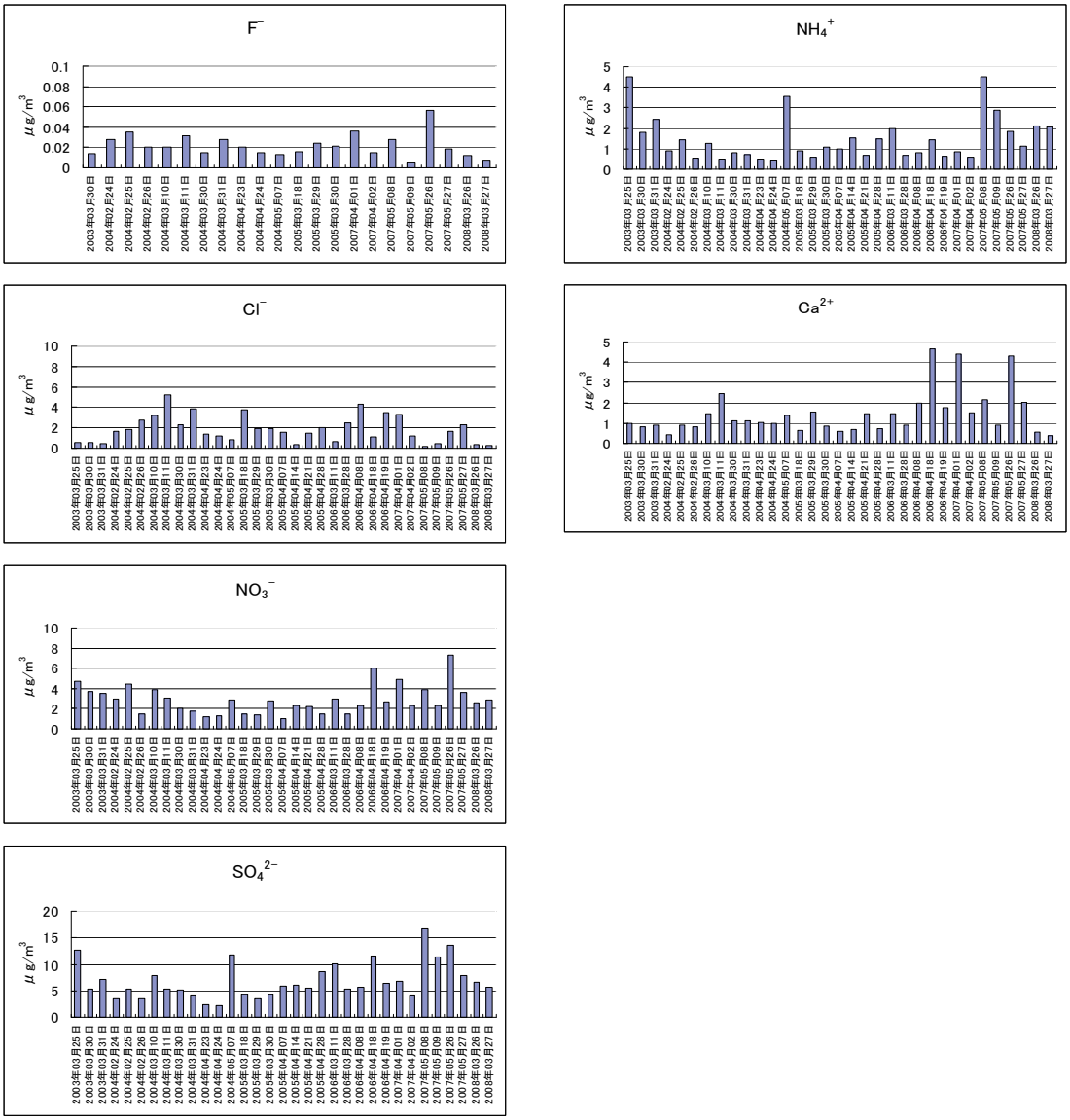


図 9-2　エアロゾル中のイオン成分濃度

(2) 二段型LVによる捕集

一般的に黄砂は人為起源の大気汚染物質より粒径が大きいことが知られており、また、3-2において、我が国に飛来する黄砂のピーク粒径が4μm程度であることがわかった。そこで、より詳細に黄砂の化学成分の特徴を把握するため、粒径2.5μmで分級したエアロゾルの化学成分分析を行った。

二段型LVにより捕集した黄砂試料について、調査日ごとのCa^{2+}、SO_4^{2-}、NO_3^-及びF^-の平均濃度を粗大粒子側及び微小粒子に分けて図10に示した。なお、粗大粒子側の成分濃度はHVで捕集したエアロゾル中の成分濃度から二段LVにより捕集したエアロゾル中の微小粒子側成分濃度を減じて算出したものである。

Ca^{2+}は全調査日において粗大粒子の方が微小粒子よりも濃度が高い。また、粗大粒子及び微小粒子ともに黄砂日の2006年4月18日、2007年4月1日及び5月26日に濃度が高く、黄砂の影響が見受けられる。

SO_4^{2-}は全調査日において微小粒子の方が粗大粒子よりも濃度が高い。粗大粒子側のSO_4^{2-}濃度は、黄砂日の2006年4月18日及び2007年5月26日、並びに2007年5月8日に高い。一方、微小粒子側では、2007年5月8日、5月9日及び5月26日に高く、人為起源汚染物質の影響が見受けられる。

NO_3^-は2007年5月9日及び2008年3月26日を除き、粗大粒子の方が微小粒子よりも濃度が高い。粗大粒子側では、黄砂日の2006年4月18日及び2007年5月26日の濃度が特に高い。

F^-は2008年3月26日を除き、粗大粒子の方が微小粒子よりも濃度が高い。粗小粒子側では2007年5月8日及び5月26日の濃度が特に高い。

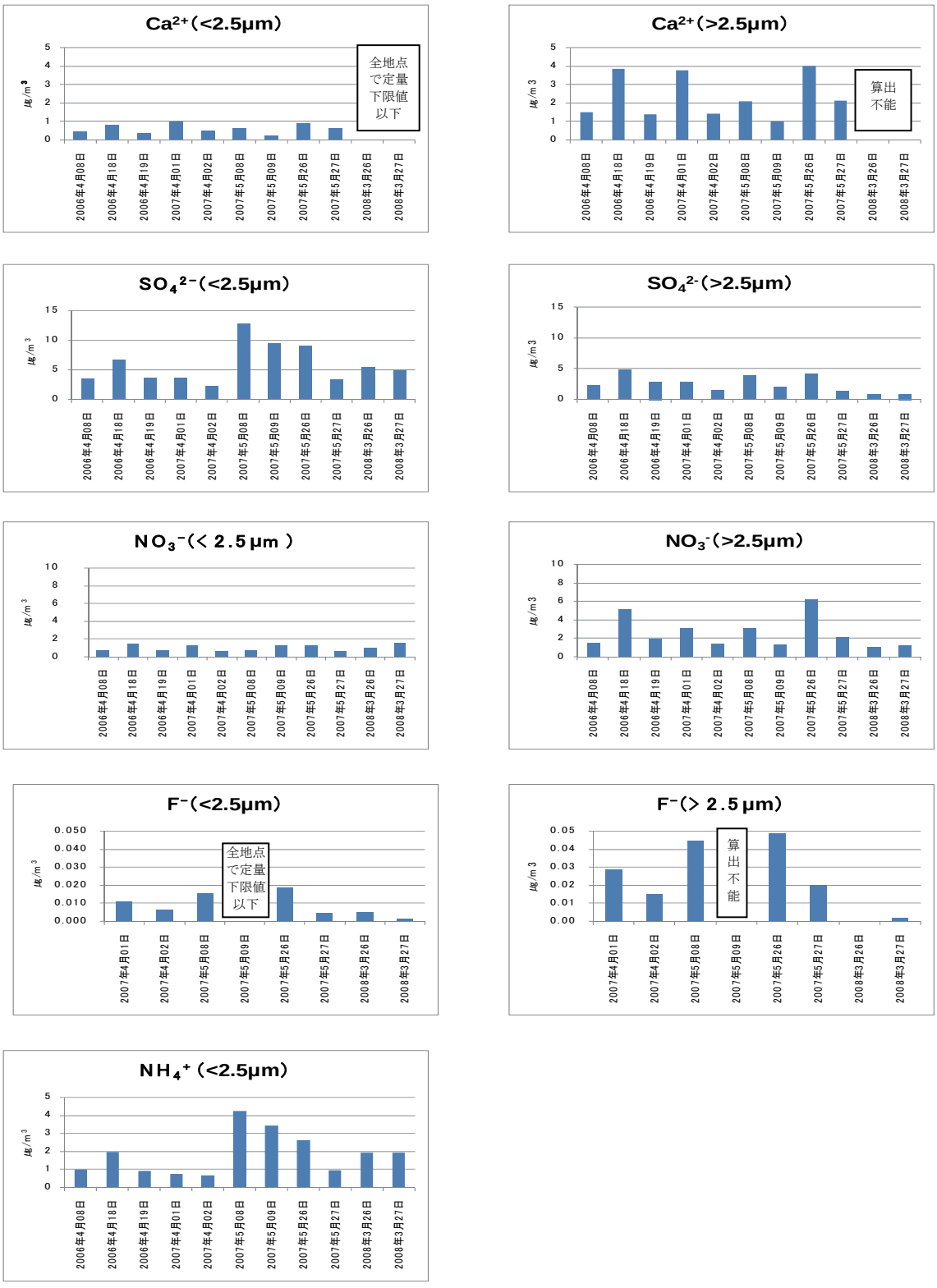


図 10 LV 黄砂成分(イオン)濃度

注 1　HV と LV の両方の成分分析を行った日を対象としている。
注 2　LV の微小粒子側の分析結果が全地点で定量下限値以下の場合、粗大粒子側の濃度を算出していない。

(3)　黄砂観測日の化学成分（HV による捕集）

調査地点近傍のライダーで、地上と上空で黄砂を観測した場合（黄砂時）、上空で黄砂を観測した場合（上空通過）、黄砂を観測しなかった場合（非黄砂）に分けて HV で捕集したエアロゾルの化学成分を比較し、結果を図 11 に取りまとめた。

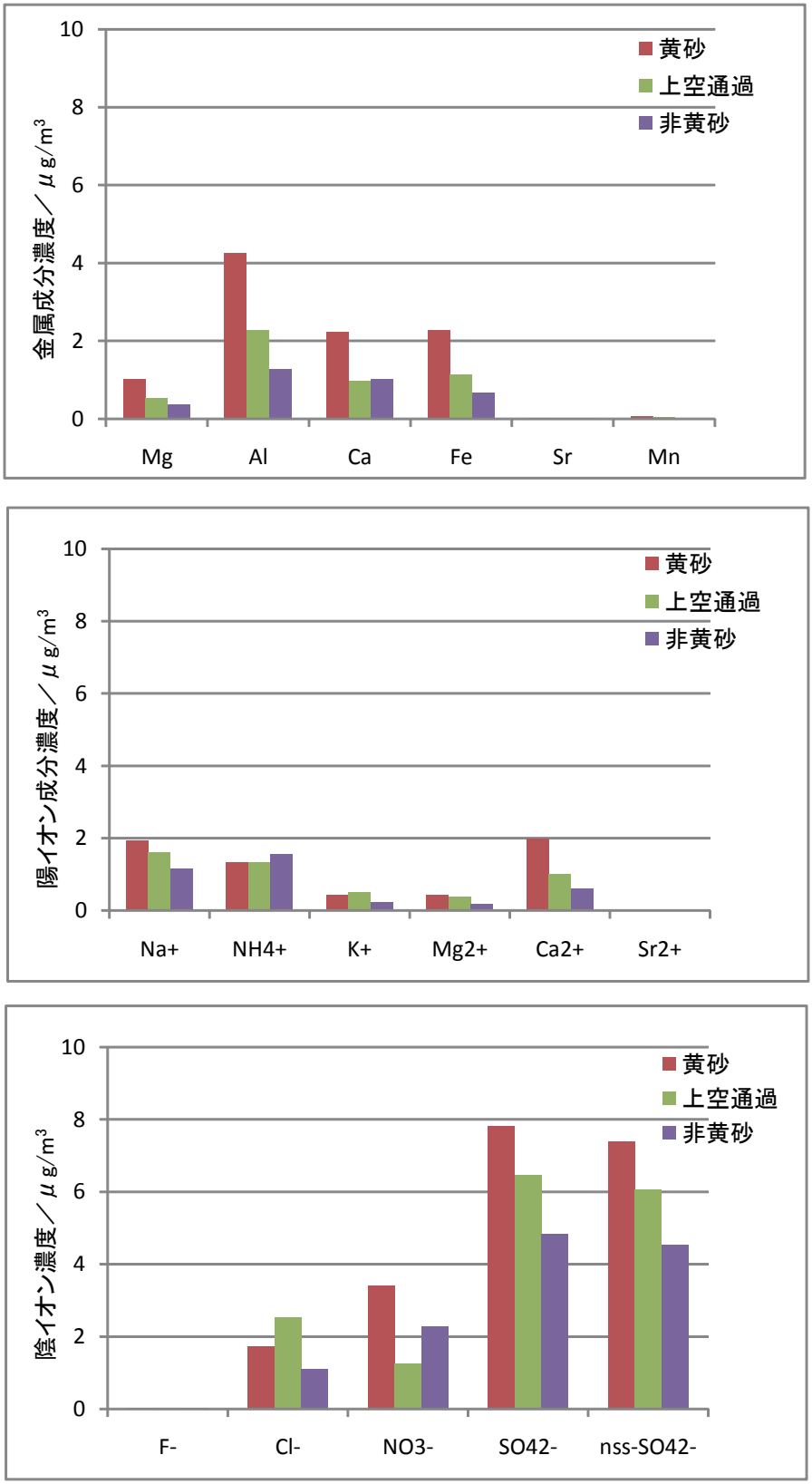


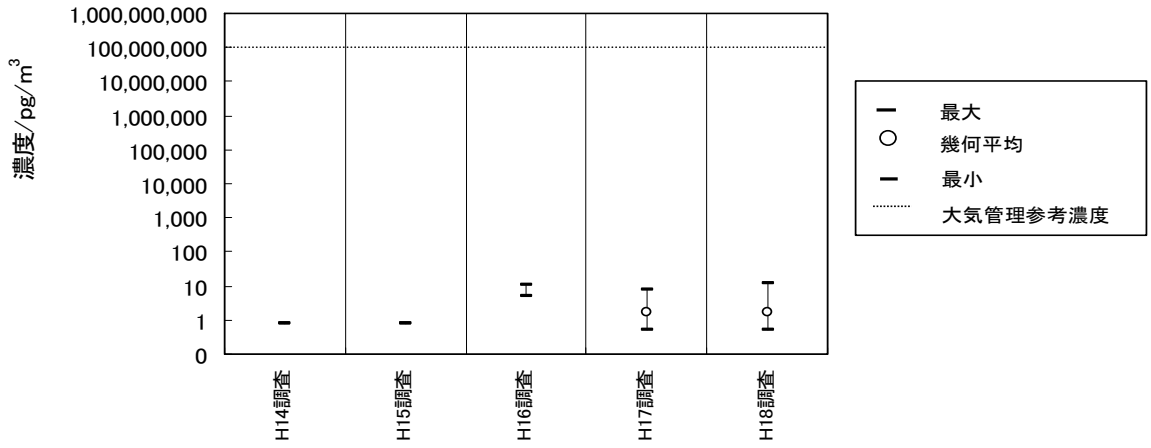
図 11　　黄砂状況による化学成分の平均濃度

黄砂時には、土壌の主成分である Al、Ca、Fe、Mg 等金属成分濃度が高かった（図 11）。イオン成分では、人為起源と考えられる非海塩性 SO_4^{2-}及び NO_3^-の濃度が黄砂時に高く、非黄砂時には低かった。一方、NH_4^+濃度は黄砂時及び非黄砂時ともに同程度の濃度であった。

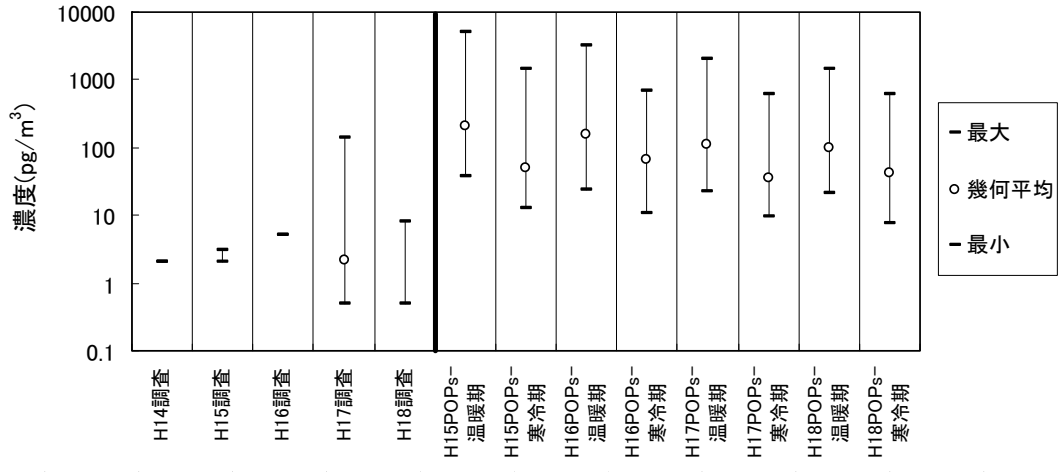
3.3.2. 農薬成分分析結果

平成 14 年度から 18 年度に HV で捕集したエアロゾル試料に吸着していたと推測される農薬成分の分析結果を図 12 に示した。今回調査を行った大部分の農薬成分は、非常に低濃度もしくは検出下限値以下であり、また、環境省の POPs モニタリング調査結果（平成 14 年度から平成 18 年度まで）と比較しても、同程度もしくはその値よりも低濃度であった。また、分析した農薬のうち、検出された農薬は、何れも日本で使用されている農薬である。また、DDT 等の残留性有機汚染物質（POPs）は、日本では既に農薬としての使用が中止されているが､POPs の残留性から、まだ日本の土壌中にも含まれているものと考えられる。従って、検出された農薬が、直ちに大陸から飛来したものと断定することは出来なかった。

ｼﾞｸﾛﾙﾎﾞｽ



α-ﾍｷｻｸﾛﾛｼｸﾛﾍｷｻﾝ



β-ﾍｷｻｸﾛﾛｼｸﾛﾍｷｻﾝ

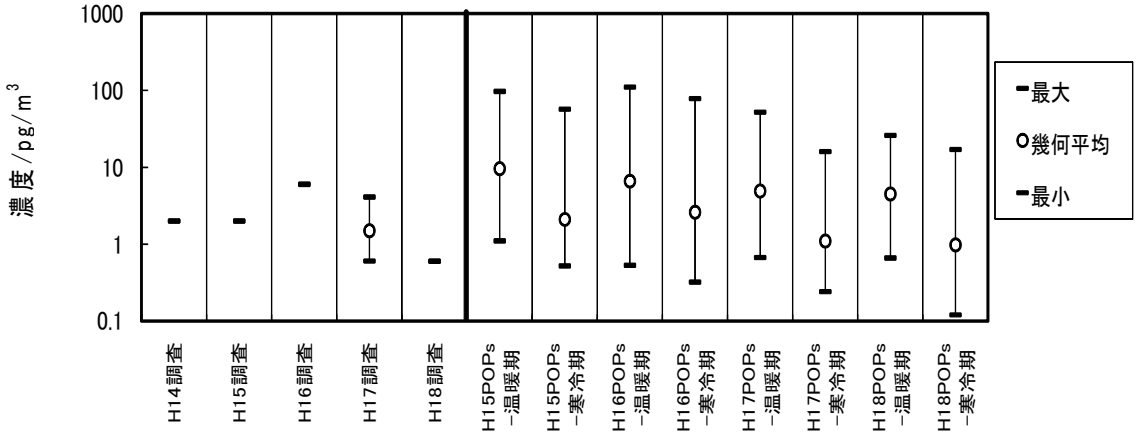
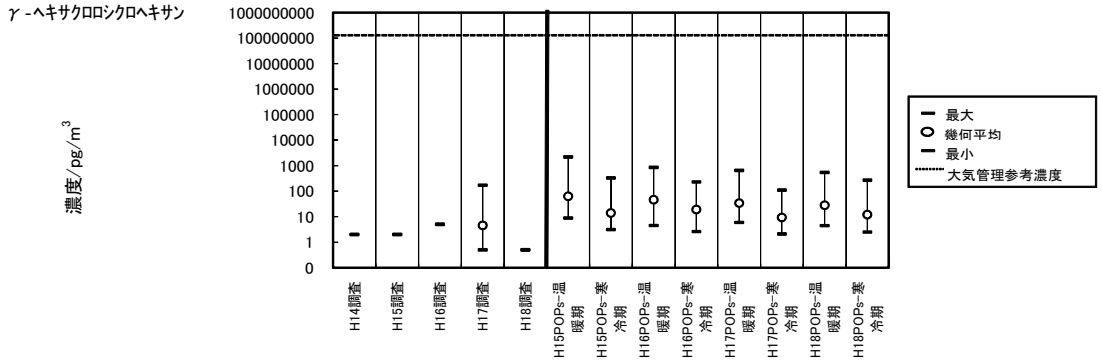
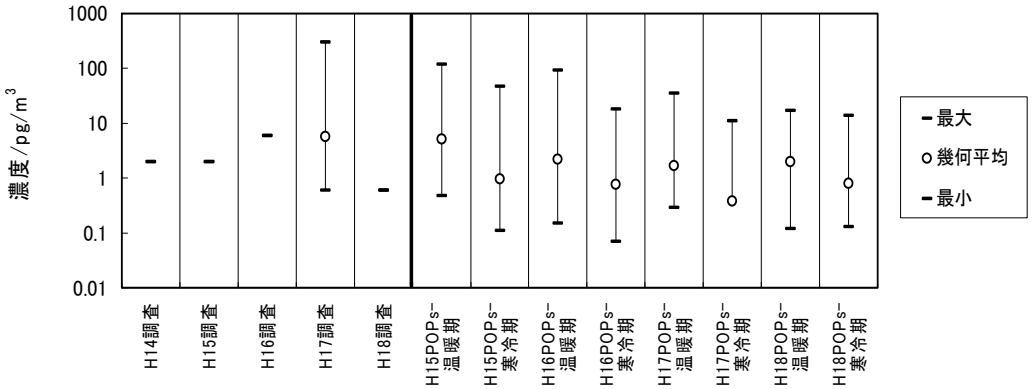


図 12　農薬成分分析結果(1)

γ-ヘキサクロロシクロヘキサン



δ-ヘキサクロロシクロヘキサン



ダイアジノン

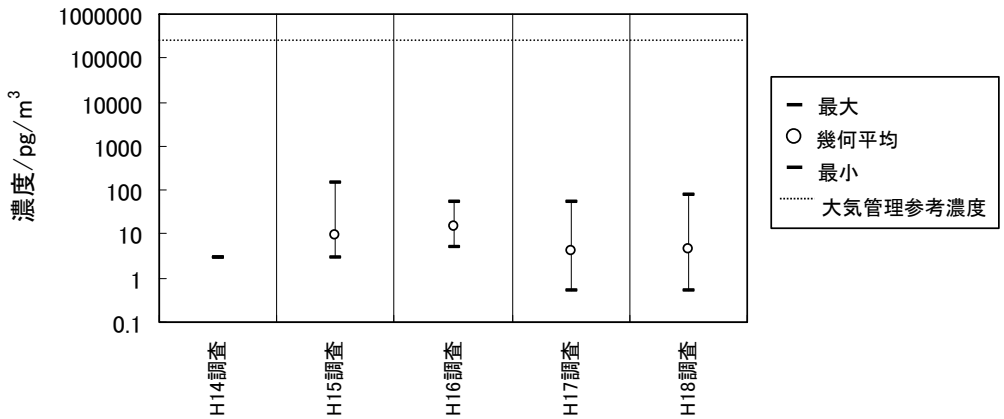
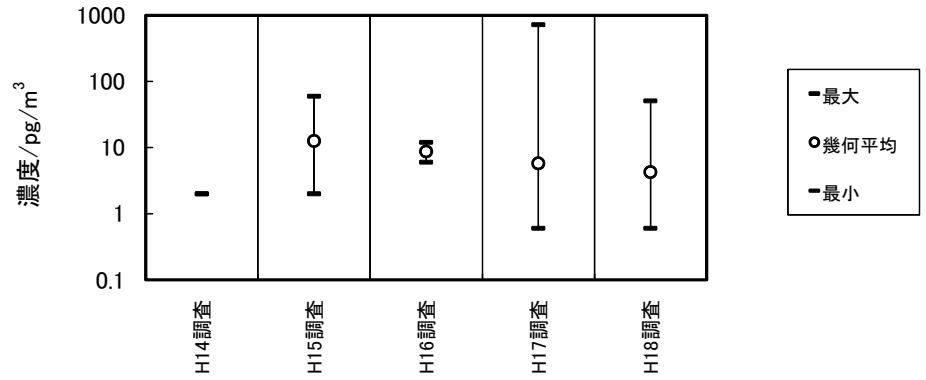
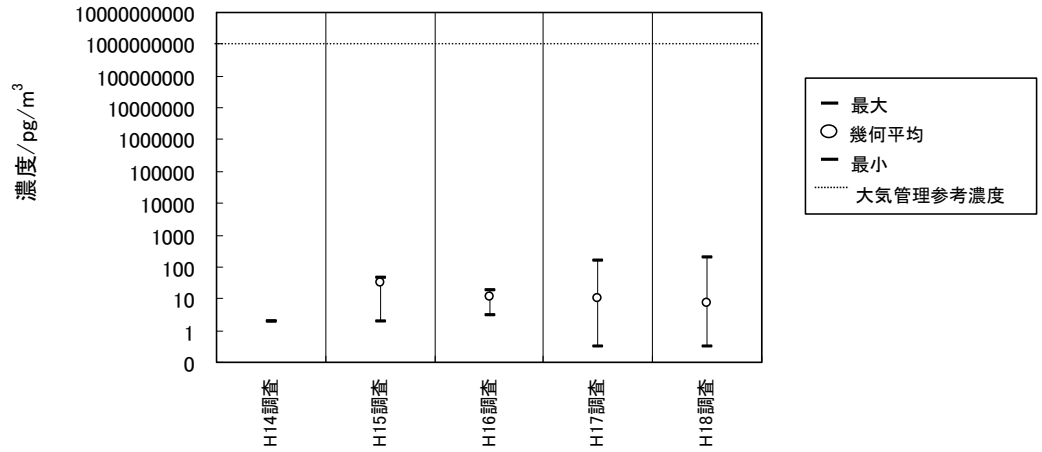


図 12　農薬成分分析結果(2)

クロロタロニル



フェニトロチオン



クロルピリホス

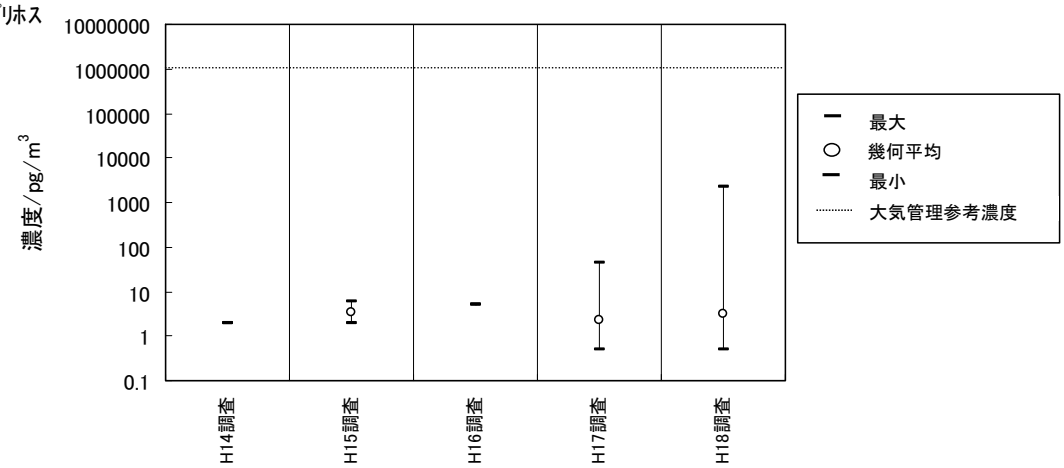
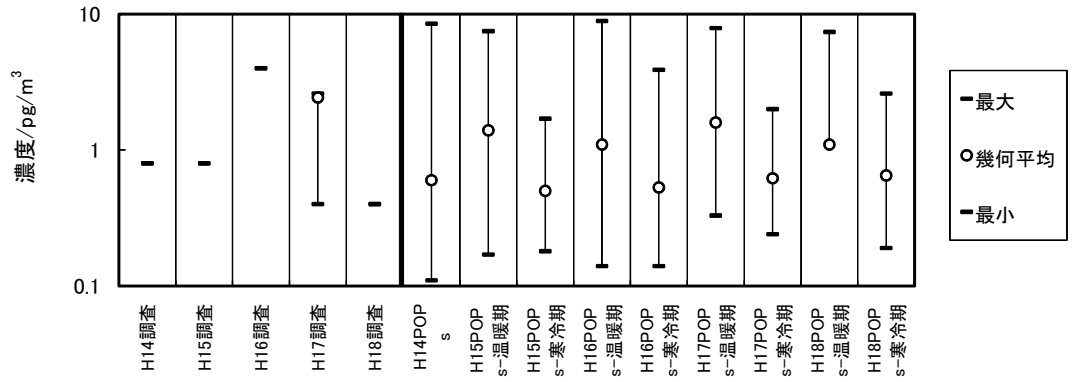
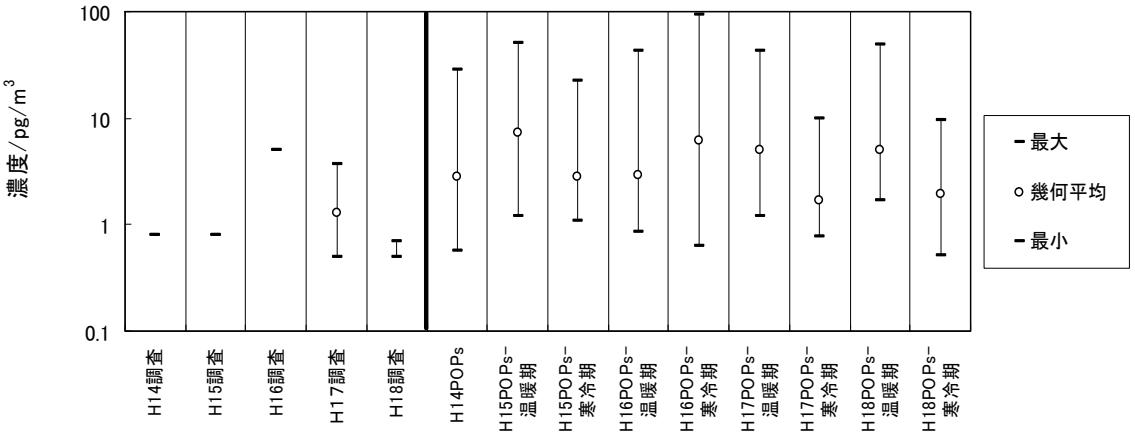


図 12　農薬成分分析結果(3)

o,p'-DDE



p,p'-DDE



ﾌﾟﾛﾁｵﾎｽ

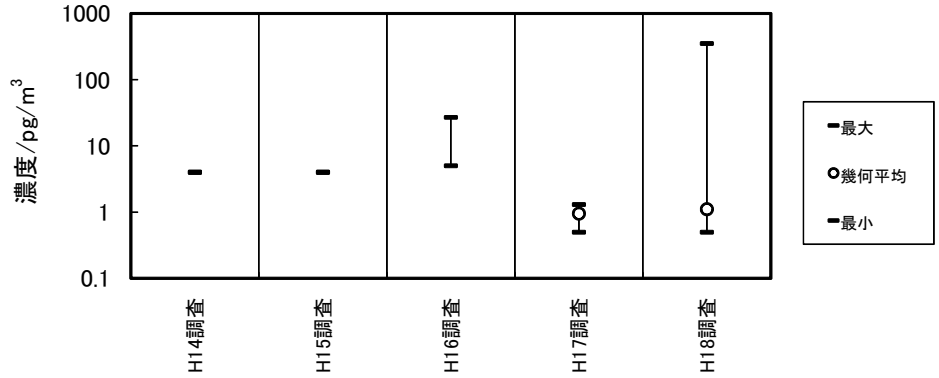
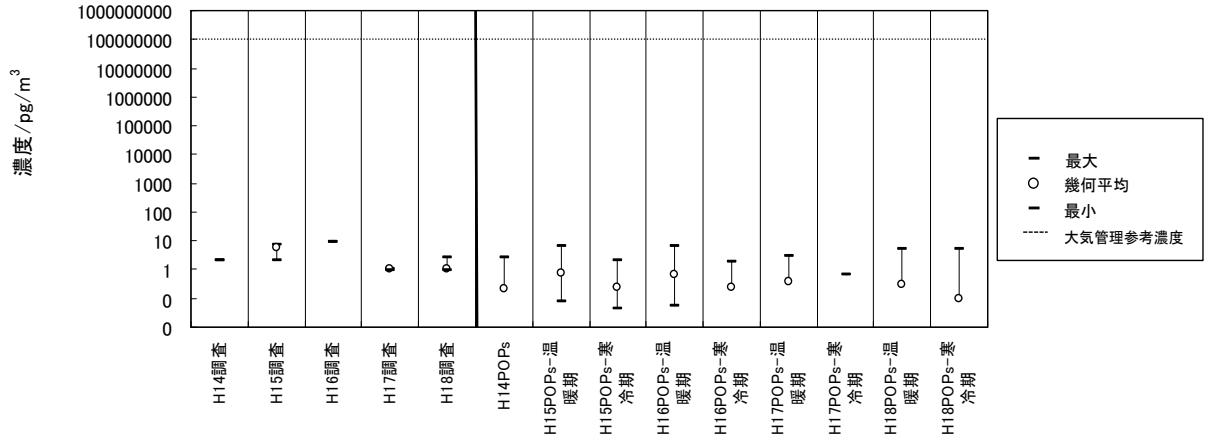
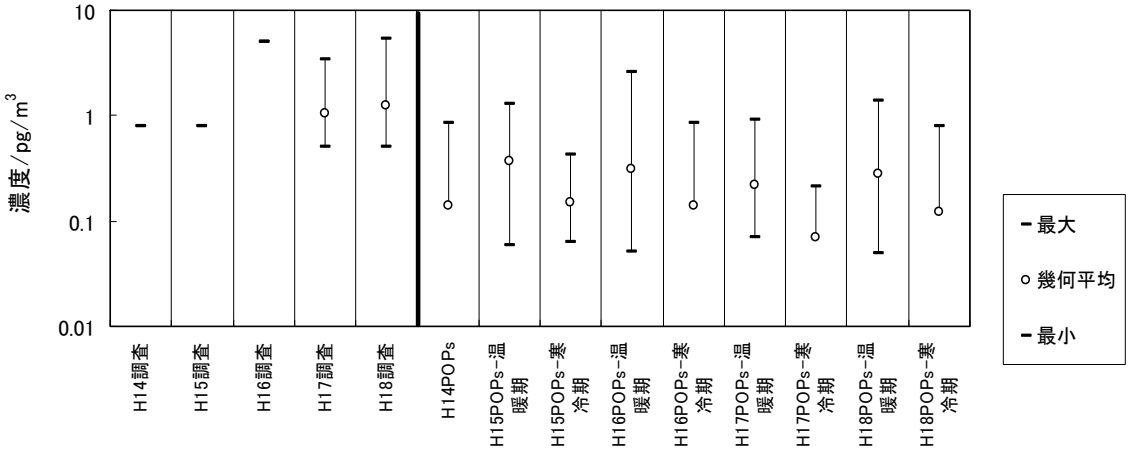


図 12　農薬成分分析結果(4)

エンドリン



o,p'-DDD



p,p'-DDD

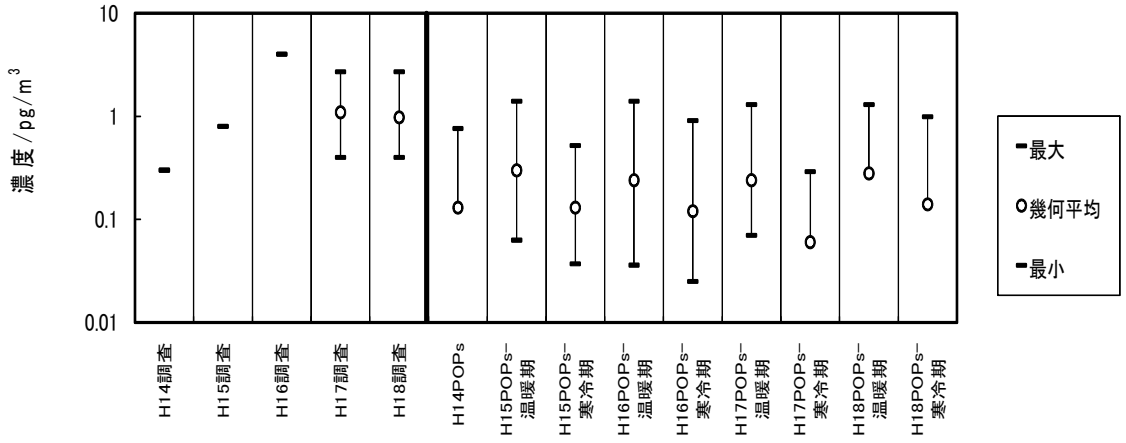
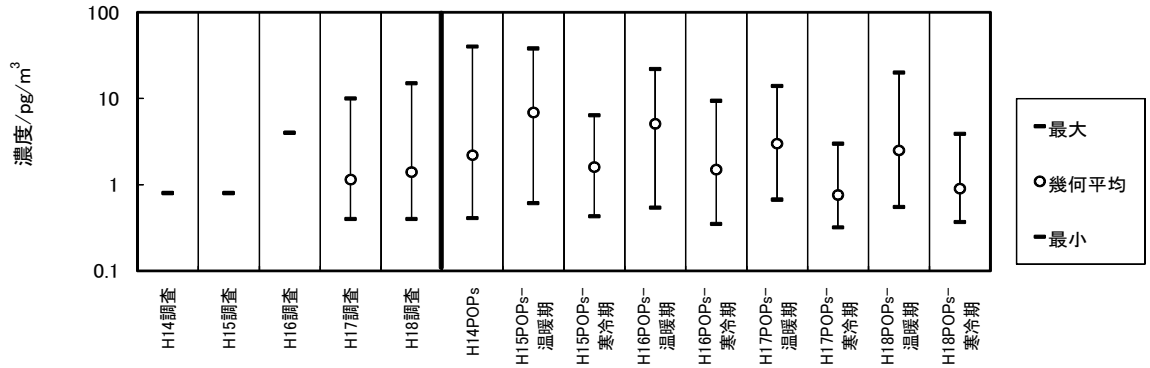


図 12　農薬成分分析結果(5)

o,p'-DDT



p,p'-DDT

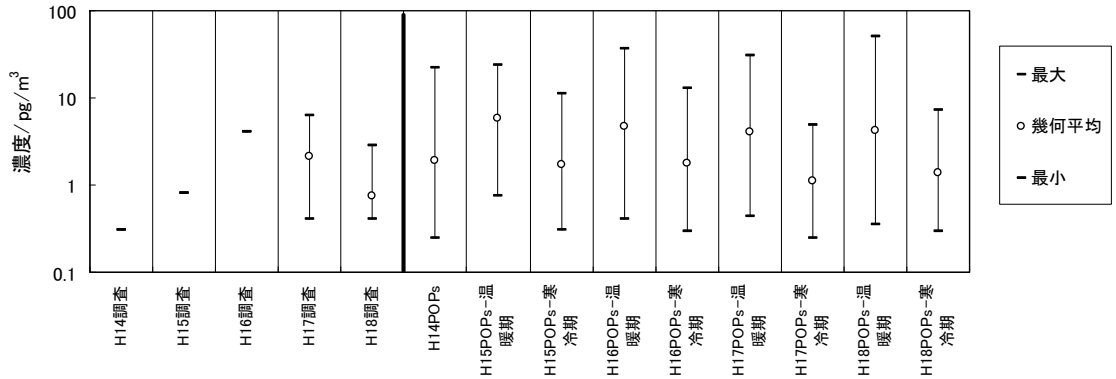


図 12　農薬成分分析結果(6)

3.3.3　水銀成分分析結果

2007 年 4 月から 5 月にかけて HV で捕集した試料については、黄砂に付着している水銀成分を調査したが、全調査地点において、大部分の試料の水銀成分濃度が、定量下限値以下（0.1ng/m^3）であることから、黄砂粒子への水銀の付着等の相互作用はほとんどないと考えられる。

4. 黄砂飛来事例ごとの調査結果の考察

2006 年及び 2007 年の気象庁による黄砂観測日数（国内の気象官署のいずれかで黄砂現象を観測した日数）は、それぞれ 41 日及び 34 日となっている。また、黄砂観測のべ日数（国内の気象官署で黄砂現象を観測した日数の合計）は、475 日及び 434 日であった。なお、4 月の黄砂観測日数は 21 日及び 11 日であり、4 月の月別黄砂観測日数平年値 7.6 日を大きく上回っている。1967 年からこれまでに黄砂観測のべ日数が最も多かったのは、2002 年の 857 日、黄砂観測日数が最も多かったのも 2002 年であり、49 日となっている。黄砂観測のべ日数は、2000 年以降、ほぼ毎年 300 日を越しており、また、黄砂観測日数も、2000 年以降ほぼ毎年 30 日を越していることから、わが国における黄砂飛来が比較的多くなっていると考えられるが、黄砂は年毎の変動も大きいため、長期的な傾向は明瞭ではない。

本調査期間中で黄砂飛来日数が比較的多く、ライダーモニタリングネットワークが全国的に構築された 2006 年から 2007 年において浮遊粉じん濃度等が高かった以下 5 つの飛来事例を用いて詳細に実態解明を行った。

- 2006 年 4 月 8 から 9 日まで
- 2006 年 4 月 18 から 19 日まで
- 2007 年 4 月 1 から 2 日まで
- 2007 年 5 月 8 から 9 日まで
- 2007 年 5 月 26 から 27 日まで

早崎ら（2006）は、2006 年 4 月 8 日の黄砂飛来日の状況を、地球観測衛星 Aqua 搭載の中分解能撮像分光放射計（MODIS）による可視画像と地上の一般環境大気測定局の SPM 濃度と併せて解析し、日本上空に見られる帯状黄砂領域と地上の SPM 高濃度地域が対応していることを示唆した。また、杉本ら（2005）は、地上に降下せずに上空を通過する黄砂飛来をライダー観測で捉えたことを報告している。

そこで、本調査においては、黄砂飛来事例の解析にあたり、一般に入手が可能な公開データを用いて簡便に解析することに主眼をおき、気象概況を運輸多目的衛星ひまわりのデータ、地上実況気象通報式、気象庁地域気象観測システムのデータにより検討し、汚染物質の動態については、3.1.3 SPM・SO_2 濃度による黄砂飛来分類で試行した SPM・SO_2 濃度の平均と偏差による解析手法を取り入れ、これに、CFORS を参照したライダー観測によるデータを考慮し、化学成分から解析した特徴を加えて、総合的に検討することによりそれぞれの事例解析を行った。

4.1. 使用データ

4.1.1. 気象データ

広域の雲分布などを見るために、運輸多目的衛星ひまわり 6 号の赤外 1 チャンネル（観測波長帯 10.3 - 11.3 μm）の等価黒体温度データを用いた（公開元：千葉大学環境リモートセンシング研究センター)。地上における黄砂観測データとして、世界各国の気象機関から全球気象通信システム(GTS)回線を通じて地上実況気象通報式（SYNOP）により報じられている現在天気(6 時間間隔)を用いた。また、日本国内の地上気象観測データには、気象庁地域気象観測システム Automated Meteorological Data Acquisition System (AMeDAS)の 1 時間値を用いた。

4.1.2. ライダーデータ解析手法

各地点のライダーは、532nm および 1064nm の 2 波長で後方散乱強度鉛直プロファイルの観測を行い、このうち 532nm では散乱光の偏光状態についても観測している。データ取得時の鉛直分解能は 6m であるが、解析の時点では 5 点を足し込んで 30m 分解能としてある。観測開始時刻は毎時 0・15・30・45 分、平均時間は 1 観測あたり 5 分間である。

まず、各チャンネルの後方散乱強度は前回解析時に推定した装置定数を用いて減衰補正なし後方散乱係数に変換される。次いで 1064nm の鉛直プロファイル形状から雲底・雲頂高度を検出する。また 2 波長比から降水の有無と高度範囲を決定する。高度 6km まで晴天の場合、Fernald 法によって 532nm について減衰補正と粒子・分子成分の分離を行う。この時ライダー比(消散・後方散乱比)は黄砂を念頭に置き 50sr とする。曇天時は雲底高度以下で減衰を無視し、分子成分を単純にマイナスして粒子の後方散乱を得る。これらの結果に基づき、532nm の粒子偏光解消度を求め、これが 35%の時に全ての粒子は黄砂、0%の時全ての粒子が人為汚染(球形)粒子になるよう外部混合状態を推定する。黄砂・球形の両成分について後方散乱係数を消散係数に変換したのち、黄砂については 1mg/m^3・km を乗じて質量濃度を推定する。これら計算結果を用いて新たな装置定数を推定・保存してデータ処理を終了する。

4.1.3. CFORS(Chemical weather FORecasting System)

九州大学応用力学研究所の鵜野伊津志教授らによって開発された化学物質輸送領域数値モデル。本報告書内の図は、国立環境研究所で定常運用を行っているバージョン(RIAM/NIES-CFORS)による黄砂イベント当時の予報計算結果を示す。モデル計算領域は東アジアの東西 8000kmx 南北 7200km で、水平グリッド間隔は 80km、鉛直には高度 20km までに 23 層。CFORS の気象部分 RAMS(Regional Atmospheric Modeling System)は、境界条件として気象庁全球スペクトルモデルの解析値・予報値を利用しモデル内の風速・温度等はこれらにナッジングされる。ユーラシア大陸内部の地表面では、予め与えられた地表面状態(植生・積雪・土壌水分等)と地上風速とが条件を満たすと黄砂の飛散がモデル内で生じ、移流・拡散・重力落下・湿性/乾性沈着のプロセスが計算され黄砂の 3 次元分布を予測する。なお黄砂の粒径分布は 12 ビンで、解図では地上高度 0～1km で平均した黄砂の全粒径範囲の重

量濃度が示されている[5]。

4.1.1. 化学成分

HV によって捕集されたエアロゾル中の水溶性成分の分析値を解析に使用した。ただし、降水によりエアロゾルの化学組成が変化することが懸念されるため、捕集期間中に 0.5 mm 以上の降水が記録された試料の分析値は解析に用いなかった。本報告書では以下の 2 つの比の値を用いて、個々の事例の化学的特徴を明らかにすることを試みた。

$(NO_3^- + nssSO_4^{2-})$ / TSP [g/g]　（式 1）

exAnion / TSP [eq/g]　（式 2）

式 1 は、その起源が主に人為的と考えられている硝酸イオンと非海塩性硫酸イオンの積算値の捕集粉塵量に対する比である。この比が大きければ、エアロゾル中の人為的汚染物質の割合が高いと解釈できる。式 2 の、exAnion (excess anion)は式 3 で表すことができる。

$exAnion = nssSO_4^{2-} + NO_3^- - NH_4^+ - exNa^+$ [μeq/m^3]　（式 3）

$exNa^+ = Na^+ - 10773/19344\ Cl^-$ [μg/m^3]　（式 4）

式 3 は、硫酸アンモニウムや硝酸アンモニウム、海塩エアロゾル以外の形で存在している硝酸イオンと硫酸イオンの積算値を表す式である。黄砂エアロゾルに付着している可能性がある硝酸イオンと硫酸イオンの積算値とみなすこともできる。したがって、式 2 は黄砂エアロゾルに付着する可能性がある硝酸イオンと硫酸イオンの積算値の捕集粉塵量に対する比とみなすことができる。

[5] Uno, I., et al. (2003), Regional chemical weather forecasting system CFORS: Model descriptions and analysis of surface observations at Japanese island stations during the ACE-Asia experiment, *J. Geophys. Res.*, 108(D23), 8668, doi:10.1029/2002JD002845.

4.2.　主な黄砂イベントの解析

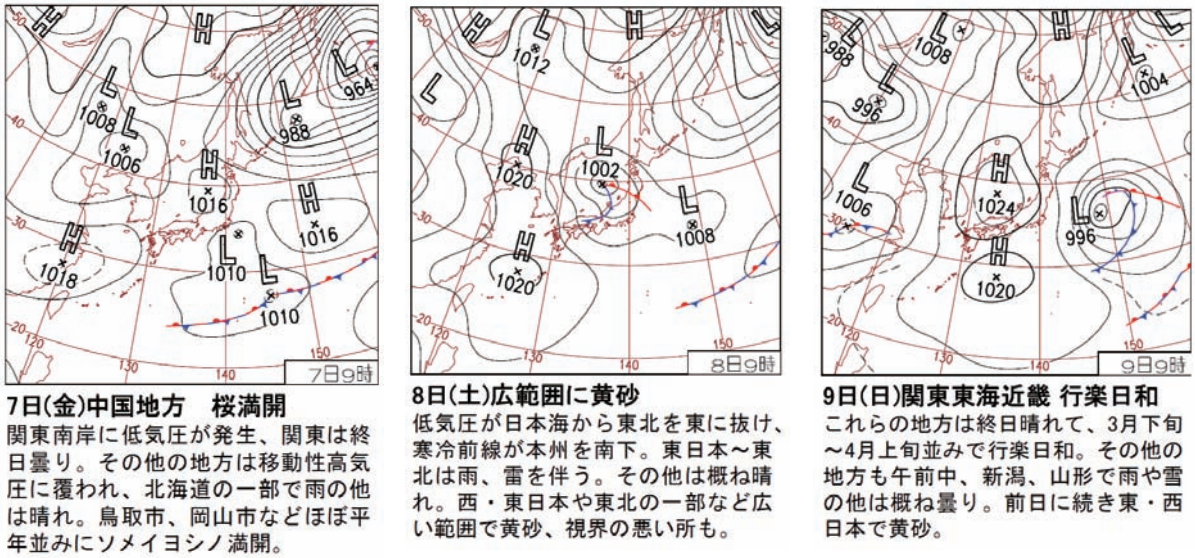
4.2.1. 2006 年 4 月 8−9 日

(1) 気象概況

2006 年 4 月 7 日から 9 日にかけての天気図を図 13 に示した。図から、2006 年 4 月 8 日には、寒冷前線を伴う低気圧が東進し、日本海から東北地方を通過していることが分かる。この寒冷前線通過時に、東日本及び東北では雷雨となっている。また、前線通過後は、寒冷前線の寒気側で黄砂が観測され、その観測範囲は西日本～東日本にかけて、及び東北の一部に及んでいる。低気圧・寒冷前線が日本の東海上に抜けた後は、関東から近畿にかけては晴れとなり、その他の地域では曇りとなっている。

図 14 に、当該期間における運輸多目的衛星 MTSAT-1R の赤外 1 チャンネル等価黒体温度（equivalent black-body temperature： 陰影部）及び SYNOP 報による地上気象観測点における現在天気で、砂塵嵐及び浮遊塵を観測した地点を示す。日本に飛来する 2 日前（4 月 6 日）では、モンゴル東部から内蒙古自治区にかけての地域で砂塵嵐を観測している。翌 7 日には内蒙古および朝鮮半島北部などの数地点で浮遊塵を観測し、8 日は朝鮮半島南部や近畿地方及び中国地方において寒冷前線の寒気側で、浮遊塵を観測している。また、2006 年 4 月 9 日にかけて西日本地方の一部には、浮遊塵の観測地点がみられる。

図 14 は、気象庁地域気象観測システム（通称：AMeDAS）による気温、風向風速、降水地点（1mm/hour 以上のみ）を示している。図 14 と図 15 を比較すると、2006 年 4 月 8 日 15JST における浮遊塵の観測範囲は、東日本から東北にかけての降雨域よりも西側で北西の風が強い 10℃から 15℃の温度域にある地域に集中している。一方、2006 年 4 月 9 日では、図 13 の天気図にあるとおり、日本列島は南北 2 つの高気圧に挟まれるように覆われ、前日に比べて地上での風も弱い。その両高気圧に挟まれた地域では、東よりの風となっており浮遊塵の観測地域と対応している。



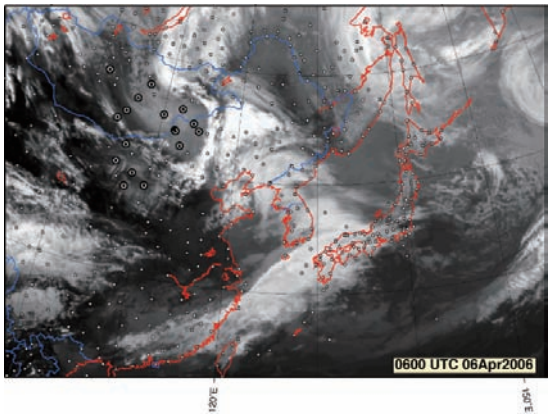
7日(金)中国地方　桜満開
関東南岸に低気圧が発生、関東は終日曇り。その他の地方は移動性高気圧に覆われ、北海道の一部で雨の他は晴れ。鳥取市、岡山市などほぼ平年並みにソメイヨシノ満開。

8日(土)広範囲に黄砂
低気圧が日本海から東北を東に抜け、寒冷前線が本州を南下。東日本～東北は雨、雷を伴う。その他は概ね晴れ。西・東日本や東北の一部など広い範囲で黄砂、視界の悪い所も。

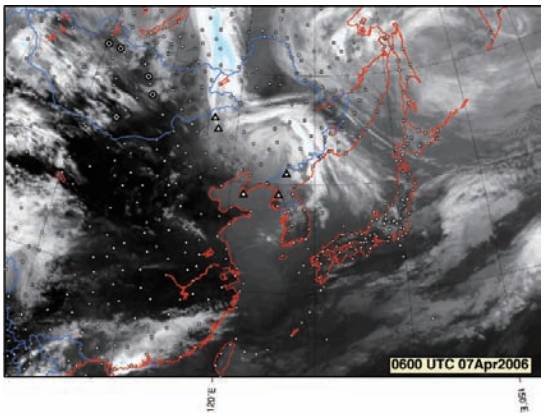
9日(日)関東東海近畿 行楽日和
これらの地方は終日晴れて、3月下旬～4月上旬並みで行楽日和。その他の地方も午前中、新潟、山形で雨や雪の他は概ね曇り。前日に続き東・西日本で黄砂。

図 13　黄砂飛来期間前後の地上天気図（気象庁）（2006 年 4 月 7 日～4 月 9 日 09JST（00UTC））

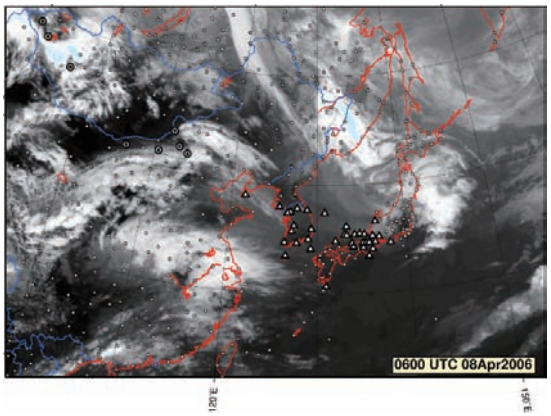
Day -2



Day -1



Day 0



Day +1

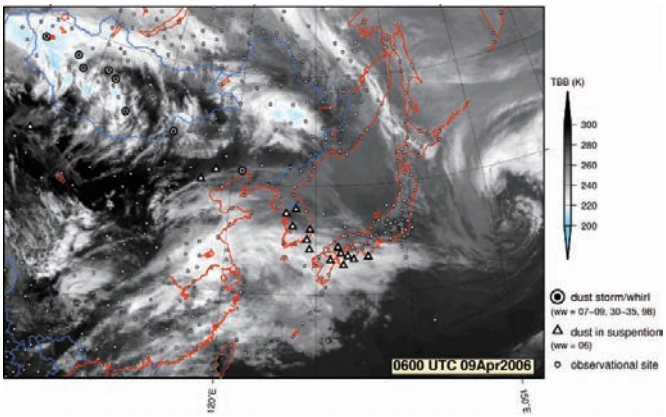


図 14 *黄砂飛来期間前後の運輸多目的衛星 MTSAT-1R の赤外 1 チャンネル等価黒体温度（equivalent black-body temperature；陰影部）および地上気象観測点における現在天気で，砂塵嵐（二重丸）・浮遊塵（三角）を観測した地点（2006 年 4 月 8 日～4 月 9 日 15 JST（06 UTC））*

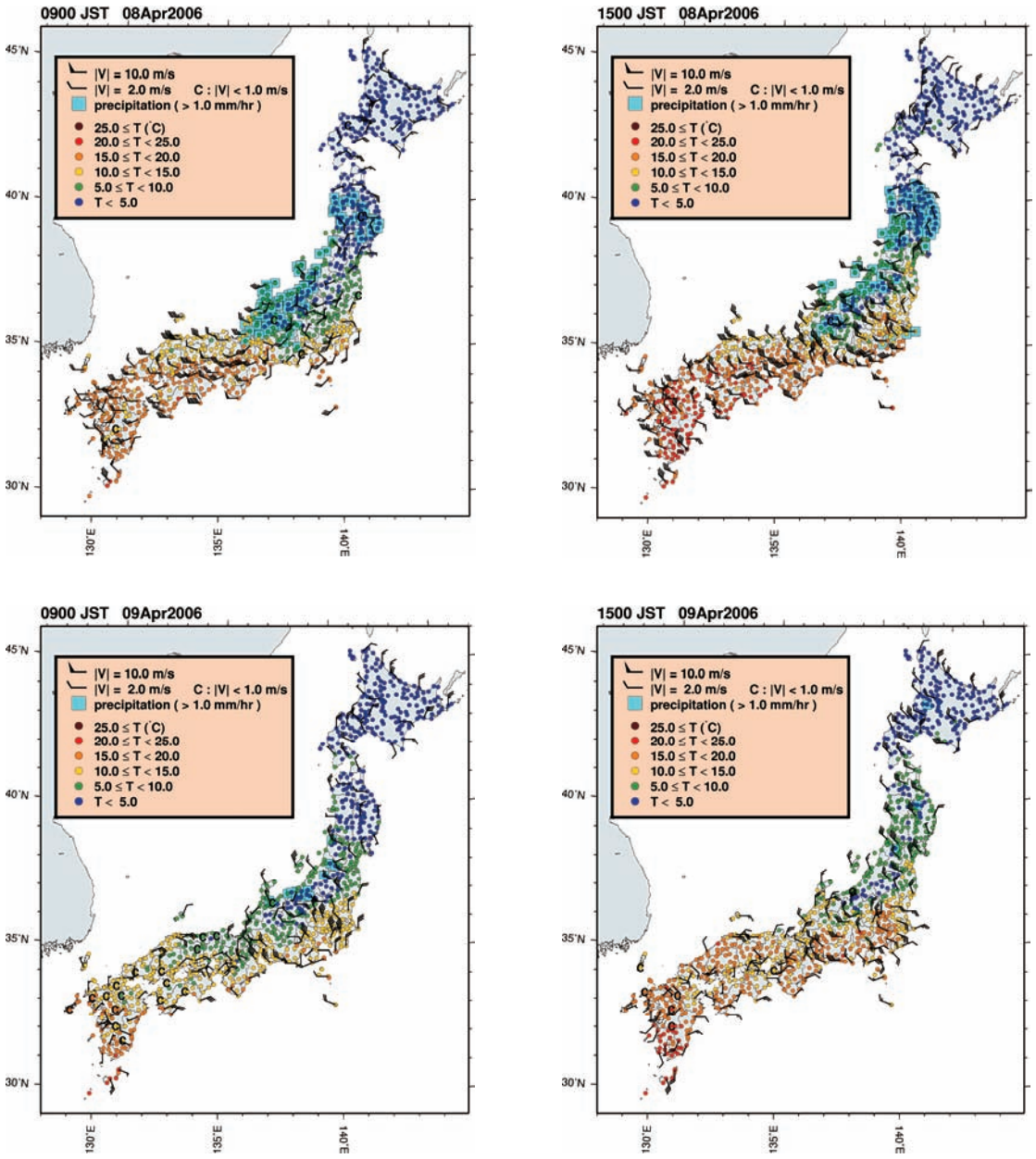


図 15 *気象庁地域気象観測システム Automated Meteorological Data Acquisition System (AMeDAS) による気温(色つき丸印)、風向風速(矢羽, 気象台・測候所のみ)、降水(1mm/hour 以上のみ, 水色の四角)(2006 年 4 月 8 日、9 日の 09 JST (00 UTC) および 15 JST (06 UTC))*

(2) 大気汚染物質の動態

図 16 に 2006 年 4 月 8 日から 4 月 9 日にかけての格子平均 SPM 濃度の空間分布を示した。図から、2008 年 4 月 8 日の 15JST では、図 14 の浮遊塵の観測地点分布と同様な地域に 150 $\mu g/m^3$ の非常に高濃度の SPM 濃度帯が集中してみられる。この高濃度帯の一部は時間の経過とともに東進しており、21JST においては、太平洋岸に達し東京から大阪までの広い地域に分布している。この SPM 濃度空間分布と気象庁観測の黄砂現象は、非常によい一致を見せている。また、2006 年 4 月 9 日になると，中部日本から東側は低濃度となったが，近畿地方から西側では、高濃度 SPM 域の一部が時間の経過に伴い瀬戸内海地域を西進し、9 日夜間に至っても中国・四国地方、九州地方の一部に残留している。

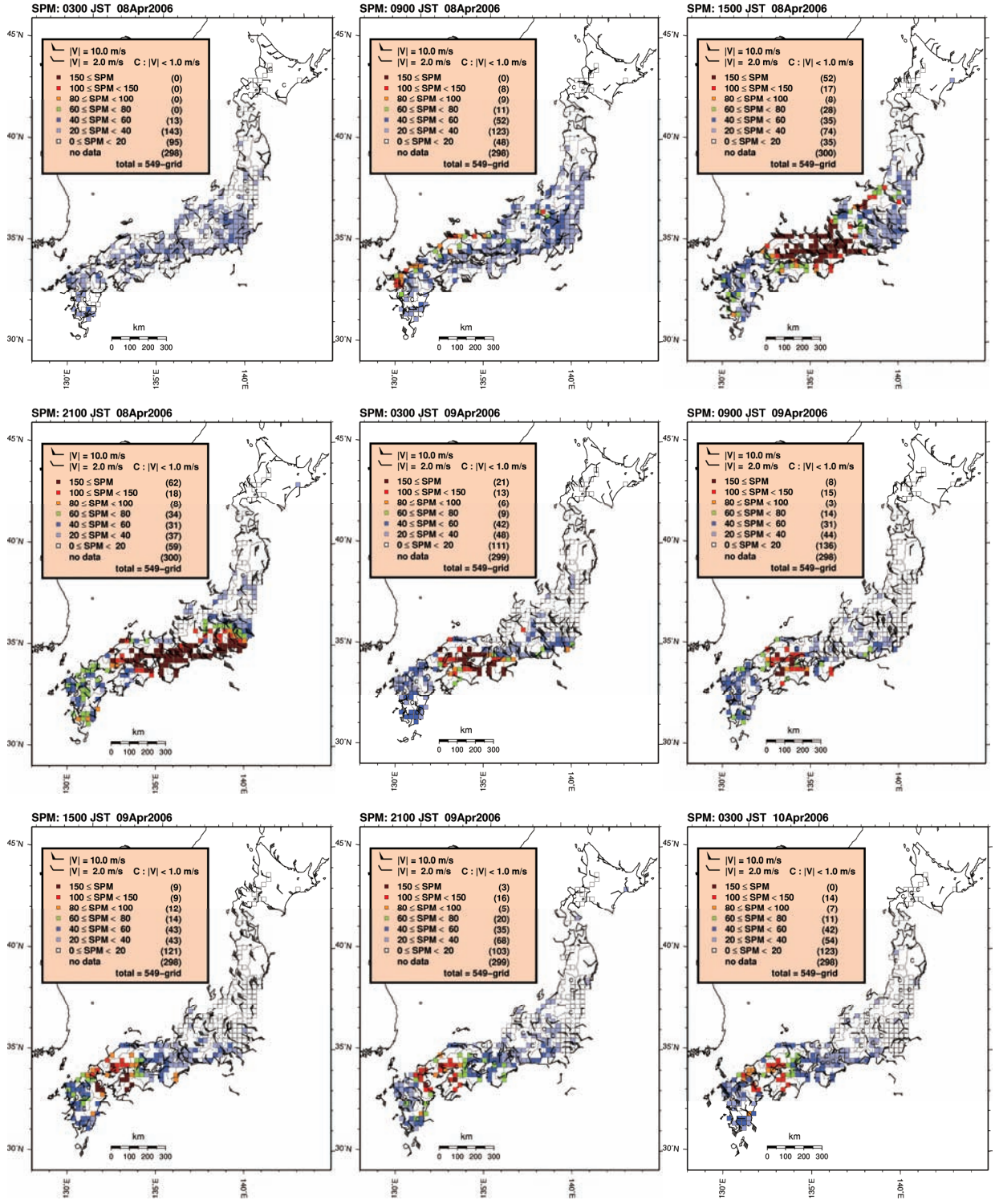


図 16　*格子平均 SPM 濃度の空間分布（2006 年 4 月 8 日の 03 JST から 4 月 9 日 03 JST）*

図 17 は、ライダー観測近傍の格子点における 2006 年 4 月 6 日 00JST から同年 4 月 11 日 23JST までの SPM（上段）及び SO_2（下段）の格子平均およびその偏差時系列を示したものである。格子平均偏差の計算に用いた平均値は、対象日前後の 10 日ずつ（計 21 日間）の測定値を時刻別に 3 年平均（2004－2006 年）して算出（データ個数は最大 63 個；欠測値は除外する）したもので、図中の＋は，平均値算出で使用したデータの 95 パーセンタイル値を示している。図から、2006 年 4 月 8 日では、札幌を除く格子点において、SPM に正偏差がみられる。特に、松江及び富山の SPM 正偏差は極めて大きくなっており、長崎がそれに次いでいる。一方、SO_2 の偏差時系列において、明らかに正偏差がみられるのは、長崎のみである。

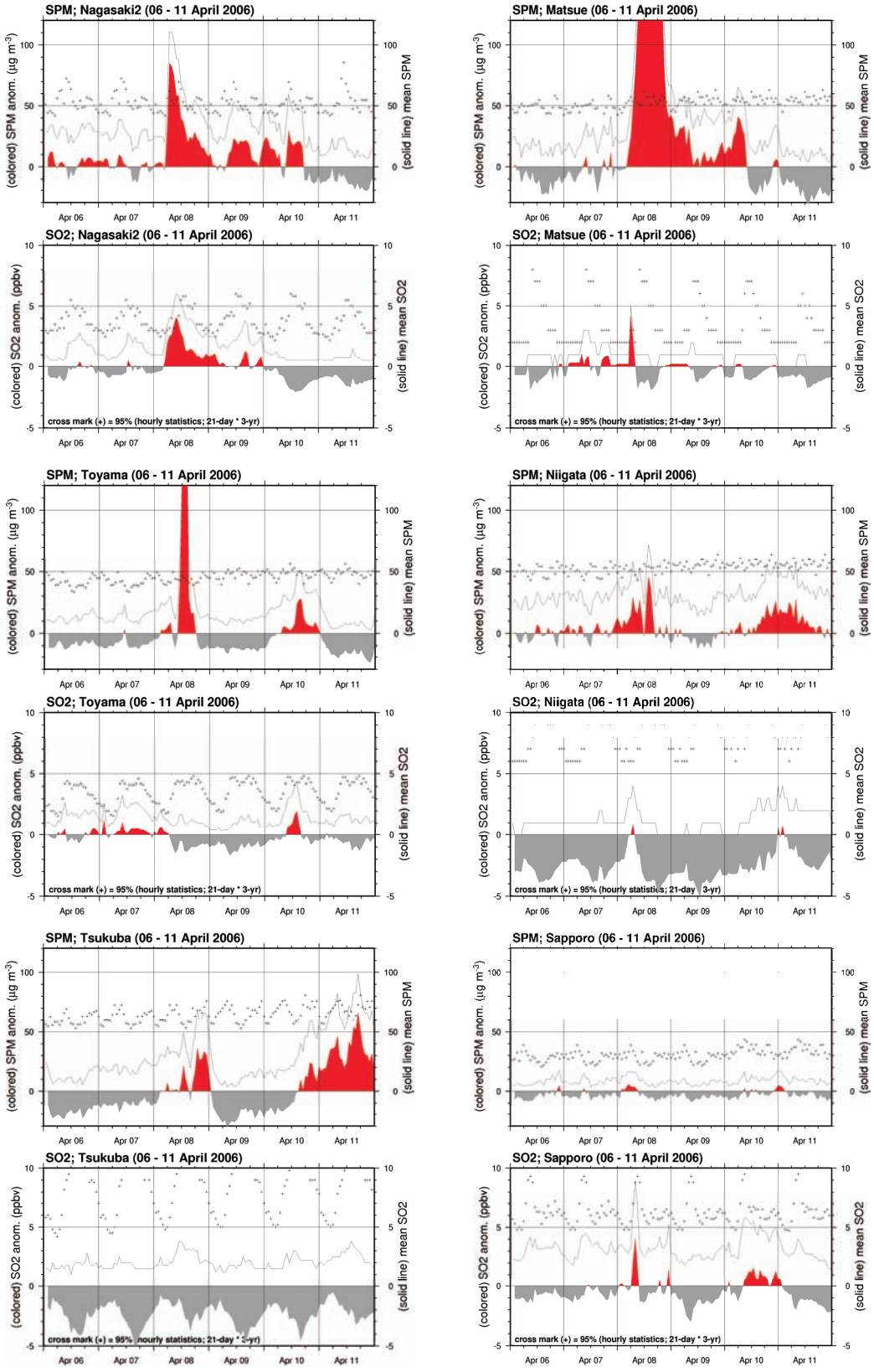


図 17 *ライダー観測近傍の格子点における SPM（上段），SO_2（下段）の格子平均およびその偏差時系列（2006 年 4 月 6 日 00 JST から同年 4 月 11 日 23JST．左上から長崎，松江，富山．新潟，つくば，札幌．格子平均偏差の計算に用いた平均値は，対象日前後の 10 日ずつ（計 21 日間）の測定値を時刻別に 3 年平均（2004－2006 年）して算出（データ個数は最大 63 個；欠測値は除外する）．図中の＋は，平均値算出で使用したデータの 95 パーセンタイル値）*

(3) ライダー観測

長崎では地表付近及び高度 3km 付近で黄砂層が 4 月 8 日 8 時頃に出現し、その上端は 4km 程度に達している。松江では、4 月 8 日 3 時頃から 4km 付近に黄砂層が出現し、4 月 8 日朝から地上付近で非常に濃くなり上層の信号が弱まっている。その後、4 月 9 日にかけては、本体が接地しない黄砂となっている。富山では、4 月 8 日朝から 9 日朝にかけて上空が雲に覆われているためライダー観測には不向きである。つくばでは、8 日午後から 12 時間程連続して厚さ 3km の黄砂層が観測されているが、その濃度は低めである。

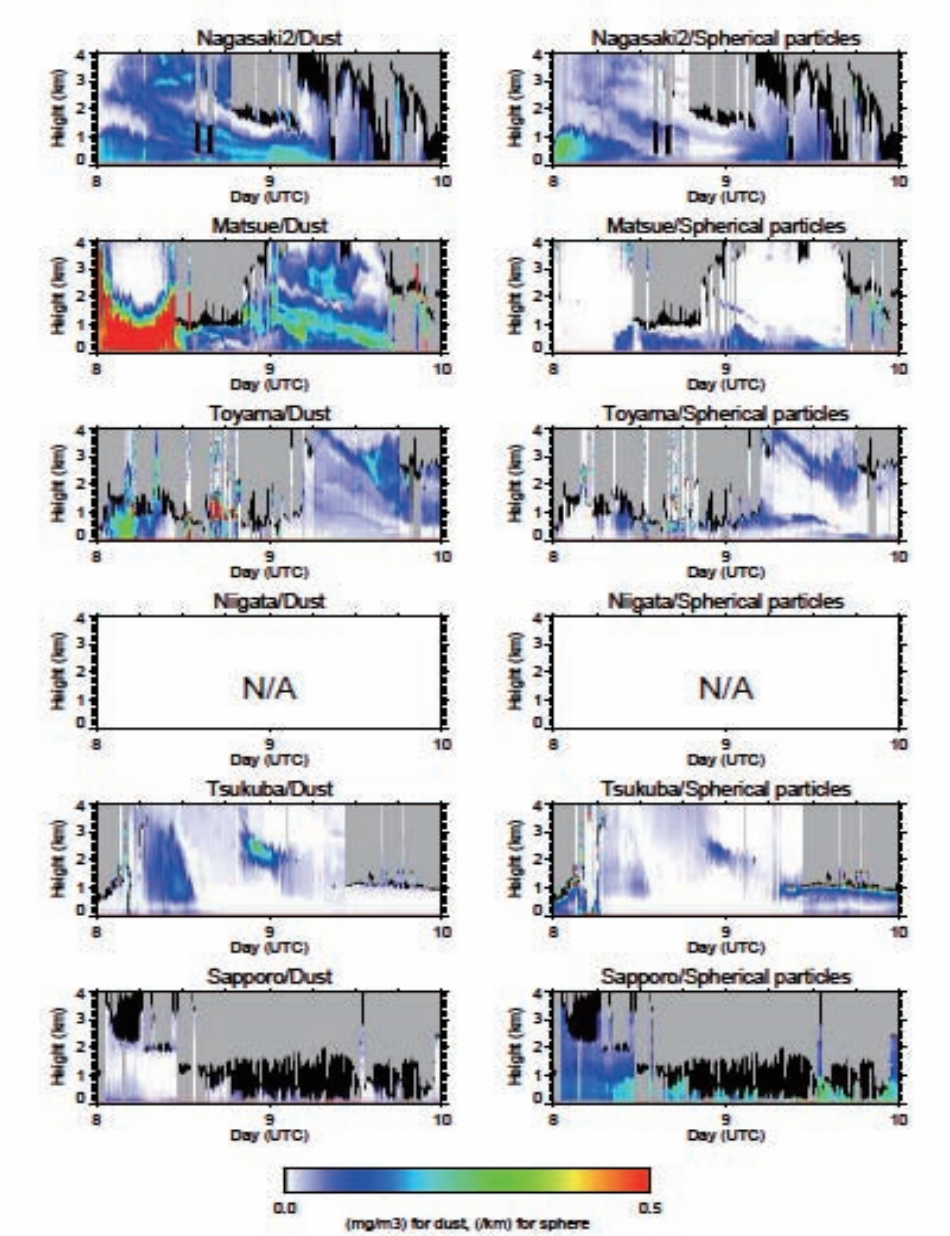


図 18　ライダー観測図（2006 年 4 月 8 日～9 日（UTC））

（ライダーによる(左)黄砂質量濃度と(右)球形粒子 532nm 消散係数の時間一高度断面図。上から長崎、松江、富山、新潟、つくば、札幌。ライダーにより雲と判定された高度は黒、それより上や雨と判定された時間帯の全高度を灰色で塗り分けてある。横軸は実態調査の日程に対応する世界協定時の 2 日分、縦軸は高度。）

また、当該期間における CFORS の結果を図 19 に示す。この図から、2006 年 4 月 5 日夜に中蒙国境付近で発生した黄砂は、ほとんど南下することなく中心部は黄海から朝鮮半島北部を通過して日本へと到来したと推定される。

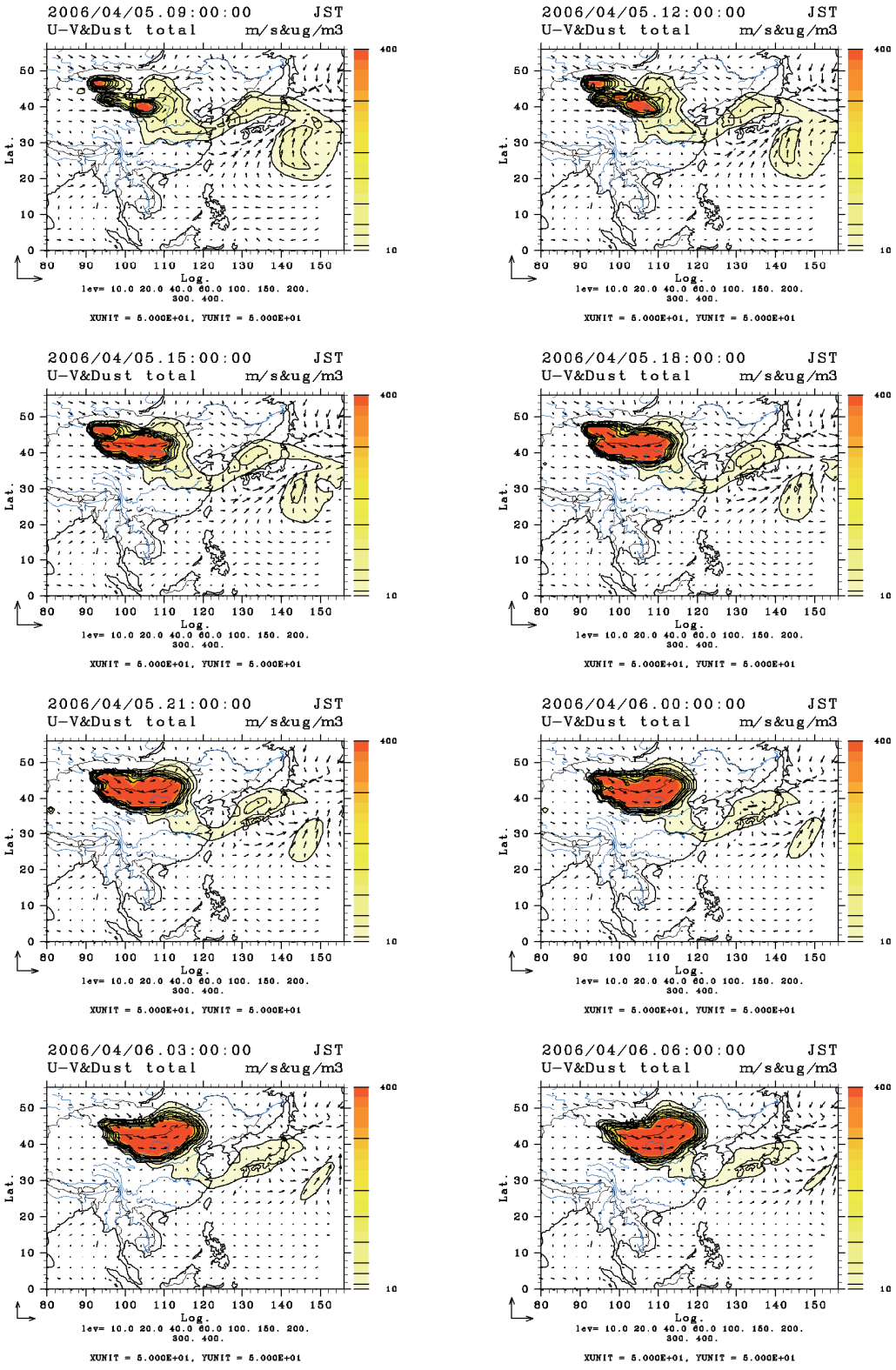


図 19　CFORS　（2006 年 4 月 5 日 09：00～4 月 6 日 06：00）

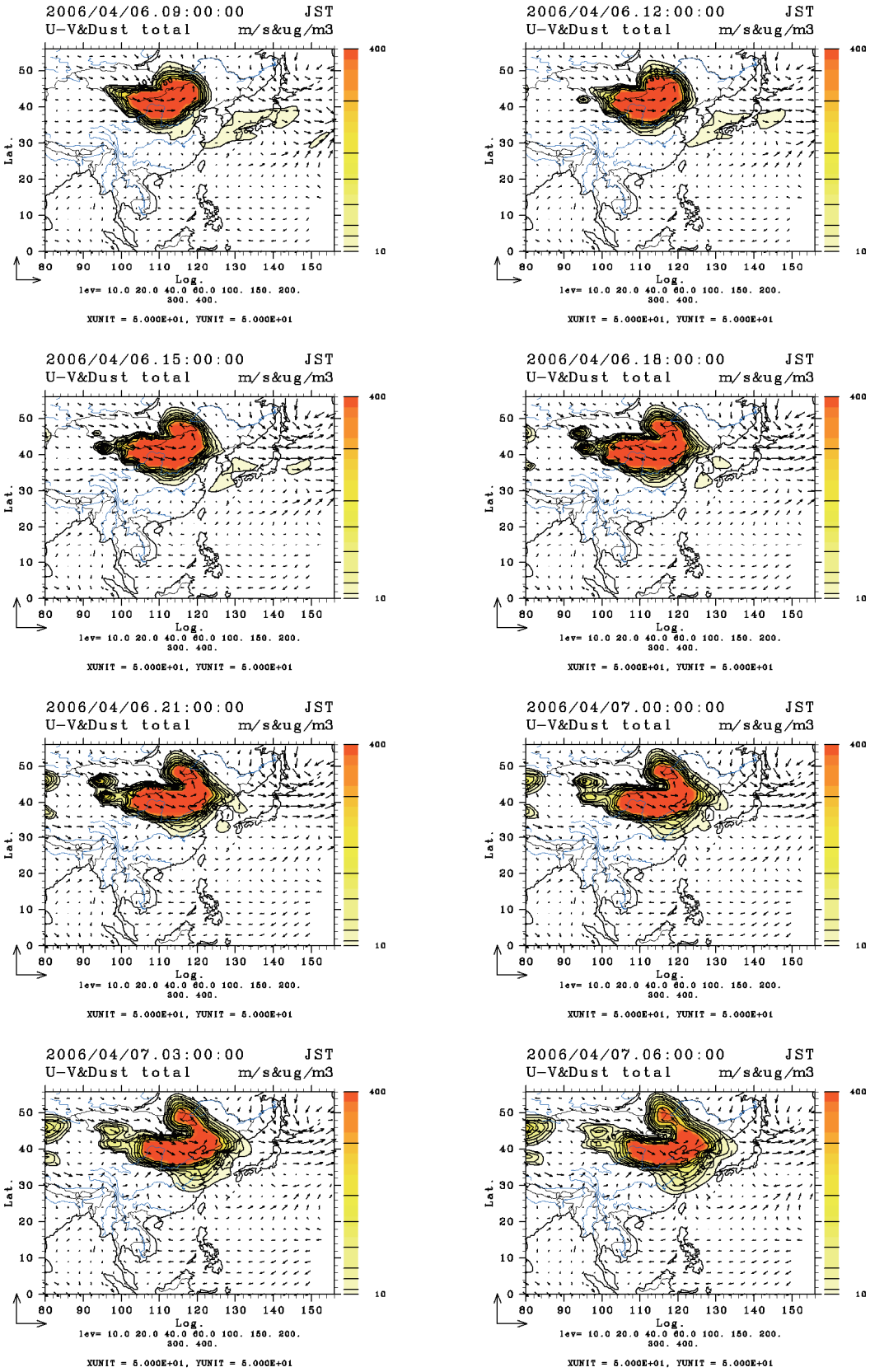


図 19　CFORS　（2006 年 4 月 6 日 09：00～4 月 7 日 06：00）

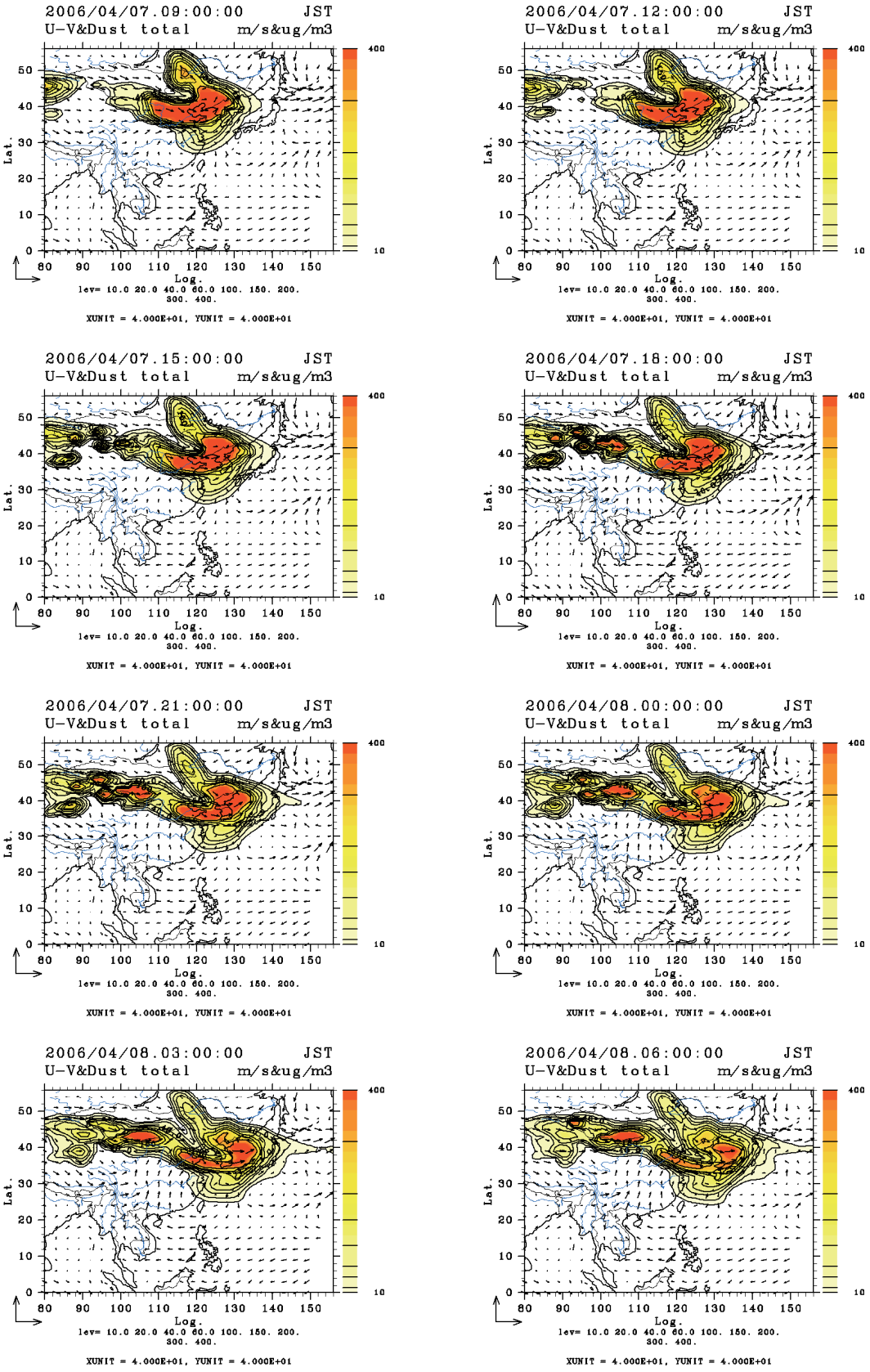


図 19　CFORS　（2006 年 4 月 7 日 09：00～4 月 8 日 06：00）

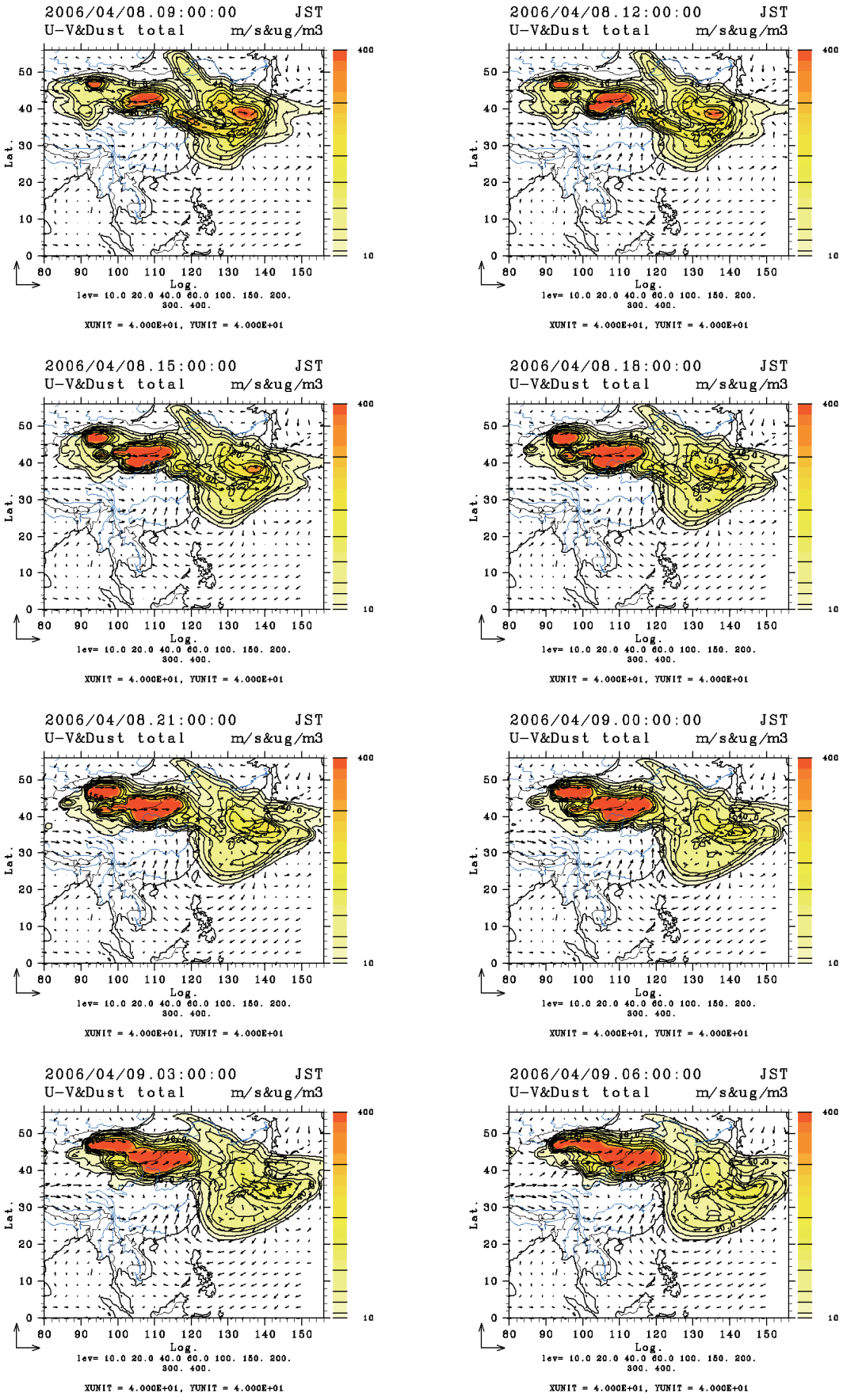


図 19　CFORS　（2006 年 4 月 8 日 09：00～4 月 9 日 06：00）

(4) TSP と化学成分の特徴

2006 年 4 月 8 日から 9 日にかけてのから捕集期間中に 0.5 mm 以上の降水が記録されなかった地点は、太宰府及び犬山であった。その時の浮遊粉じん量 TSP は、それぞれ 144 $\mu g/m^3$、318 $\mu g/m^3$ であった（表 7）。帯状黄砂（早崎ら、2006）の中心部であった犬山の方が、周縁部の太宰府より TSP 濃度が高かった。(NO_3^- + $nssSO_4^{2-}$) / TSP は、太宰府 0.10、犬山 0.03 となっており、帯状黄砂の中心部より周縁部で高かった。exAnion / TSP は、太宰府 0.0009、犬山 0.0003 で、この比も帯状黄砂の中心部より周縁部で高かった。帯状黄砂の周縁部と比較して、中心部では汚染物質の割合は低かったものの、粉塵濃度は高かったと考えられる。

表 7　各地点における浮遊粉塵量、(NO_3^- + $nssSO_4^{2-}$) /TSP 及び exAnion/TSP

	調査地点	浮遊粉じん量 (TSP)	(NO_3^- + $nssSO_4^{2-}$) / TSP	exAnion / TSP
2006 年 04 月 08 日 ～ 2006 年 04 月 09 日	太宰府	144 $\mu g/m^3$	0.10	0.0009
	犬山	318 $\mu g/m^3$	0.03	0.0003
2006 年 04 月 18 日 ～ 2006 年 04 月 19 日	松江	66 $\mu g/m^3$	0.14	0.0014
	犬山	165 $\mu g/m^3$	0.13	0.0016
	つくば	174 $\mu g/m^3$	0.18	0.0018
	金沢	204 $\mu g/m^3$	0.09	0.0012
	立山	252 $\mu g/m^3$	0.12	0.0016
	巻	198 $\mu g/m^3$	0.16	0.0017
	札幌	41 $\mu g/m^3$	0.09	0.0010
2007 年 04 月 01 日 ～ 2007 年 04 月 02 日	太宰府	509 $\mu g/m^3$	0.04	0.0005
	松江	419 $\mu g/m^3$	0.03	0.0004
	つくば	178 $\mu g/m^3$	0.05	0.0006
	金沢	261 $\mu g/m^3$	0.03	0.0004
	立山	404 $\mu g/m^3$	0.02	0.0004
2007 年 05 月 08 日 ～ 2007 年 05 月 09 日	長崎	103 $\mu g/m^3$	0.25	0.0016
	太宰府	122 $\mu g/m^3$	0.25	0.0010
	犬山	97 $\mu g/m^3$	0.16	0.0009
	つくば	83 $\mu g/m^3$	0.19	0.0008
	金沢	107 $\mu g/m^3$	0.21	0.0009
	立山	189 $\mu g/m^3$	0.12	0.0009
	巻	151 $\mu g/m^3$	0.14	0.0008
	札幌	57 $\mu g/m^3$	0.11	0.0005

表 7　各地点における浮遊粉塵量、(NO_3^- + $nssSO_4^{2-}$) / TSP 及び exAnion / TSP

	調査地点	浮遊粉じん量 (TSP)	(NO_3^- + $nssSO_4^{2-}$) / TSP	exAnion / TSP
2007 年 05 月 26 日 ～ 2007 年 05 月 27 日	長崎	153 μg/m³	0.14	0.0017
	太宰府	194 μg/m³	0.15	0.0014
	松江	205 μg/m³	0.13	0.0014
	犬山	203 μg/m³	0.10	0.0012
	つくば	95 μg/m³	0.12	0.0012
	金沢	271 μg/m³	0.08	0.0010
	立山	298 μg/m³	0.10	0.0013
	巻	202 μg/m³	0.09	0.0011

2006 年 4 月 8 日から 9 日にかけて捕集期間中に 0.5 mm 以上の降水が記録されなかった地点は、太宰府及び犬山であった。その時の浮遊粉じん量 TSP は、それぞれ 144 $\mu g/m^3$、318 $\mu g/m^3$ であった（表 7)。帯状黄砂（早崎ら、2006）の中心部であった犬山の方が、周縁部の太宰府より TSP 濃度が高かった。(NO_3^- + $nssSO_4^{2-}$) / TSP は、太宰府 0.10、犬山 0.03 となっており、帯状黄砂の中心部より周縁部で高かった。exAnion / TSP は、太宰府 0.0009、犬山 0.0003 で、この比も帯状黄砂の中心部より周縁部で高かった。帯状黄砂の周縁部と比較して、中心部では汚染物質の割合は低かったものの、粉塵濃度は高かったと考えられる。

(5) まとめ

図 16 から、地上の SPM 濃度は、かなりの高濃度を記録している。主な黄砂飛来地域は、中国地方東部から近畿及び中部、ならびに関東である。2006 年 4 月 8 日には、九州地方にも黄砂の飛来は認められるが、SPM 濃度でみれば黄砂飛来経路の中心からは離れている。このような黄砂飛来経路の特徴は，同時期の衛星画像からも明らかである（早崎ほか，2006)。中部日本から東日本では、高濃度期間が短くなっており、瀬戸内海では、高濃度域が持続し、濃度極大域が近畿地方側から西進し、あたかも瀬戸内海沿岸で黄砂が残留しているような状況を呈している。

ライダー観測近傍の格子点における SPM 及び SO_2 の偏差による汚染状況の解析では、この事例がもたらした帯状黄砂の中心部（富山及び松江）よりも周縁部（長崎）で黄砂飛来と汚染された気体の混在状況が比較的強くなっていることが判明した。また、SPM 及び SO_2 の格子平均およびその偏差時系列から、富山及び松江の格子点においては、表 4 の黄砂飛来状況分類区分で設定した「黄砂飛来による単独型」、長崎の格子点においては「黄砂飛来と汚染された気体の混在型」の黄砂飛来状況に該当すると考えられる。ライダーでは、富山と松江で黄砂層が、長崎で黄砂と球形（汚染）粒子が観測された。エアロゾル中の化学成分の解析結果は、帯状黄砂の中心部のエアロゾルの方が周縁部のエアロゾルより汚染物質の割合が低かったことを示唆した。

以上より、事例 1 のとき、黄砂は中国地方東部から近畿及び中部、ならびに関東を中心に、帯状に飛来したと考えられる。また、帯状黄砂の中心部より周縁部で大気中に汚染物質の割合が高かったと考えられる。

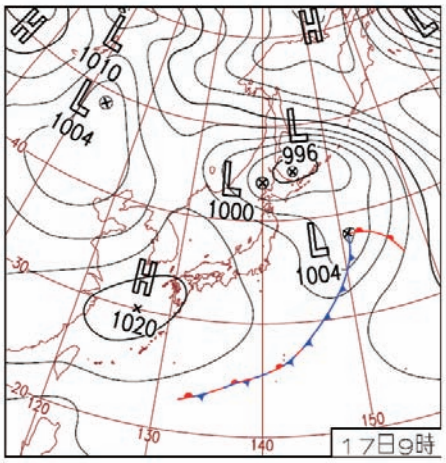
4.2.2. 2006年4月18－19日

(1) 気象概況

2006年4月18日から20日にかけての天気図を、図20に示した。図から、2006年4月18日は、南高北低の気圧配置で、北海道や東北の一部を除き日本列島は広く移動性高気圧に覆われて好天となっている。2006年4月19日は、高気圧が、日本の東海上に去ったものの黄砂は持続している。4月19日から20日にかけて、移動速度の遅い低気圧が朝鮮半島から日本海にかけて移動している。

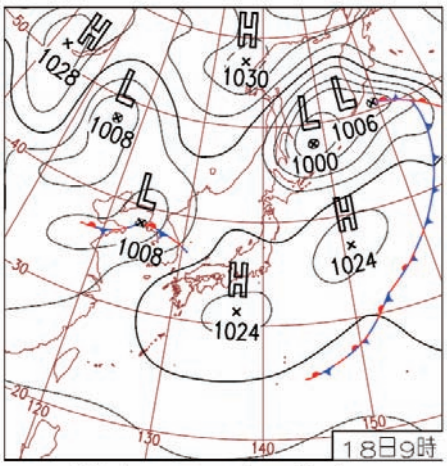
図21に、当該期間における運輸多目的衛星MTSAT-1Rの赤外1チャンネル等価黒体温度及びSYNOP報による地上気象観測点における現在天気で、砂塵嵐及び浮遊塵を観測した地点を示す。日本に飛来する2日前（4月16日）には、モンゴル中央部から内蒙古自治区にかけての地域で砂塵嵐を観測している。翌17日には、同様な地域に依然として砂塵嵐がみられるものの観測地点は減少し、新たに遼寧省の一部に浮遊塵が観測されている。18 日は、内蒙古自治区及びモンゴルのごく一部に砂塵嵐が依然として観測されると同時に、朝鮮半島の一部及び近畿、東海、関東、北陸地方で浮遊塵が観測されている。

図22は、気象庁地域気象観測システムによる気温、風向風速、降水地点（1mm/hour以上のみ）を示している。図19と図20を比較すると、2006年4月18日15JSTにおける浮遊塵の観測範囲は、近畿、東海、関東、北陸地方にかけ西南西～西～西北西向きを中心に風向2m/sから10m/sの風が吹いている20℃から25℃の温度域にある地域に集中している。一方、2006年4月19日では、図21にみられるように、日本海上及び太平洋上に発達した低温の中・上層の雲に挟まれる形で、黄砂が中国地方、四国から東北地方南部にかけて広範囲にわたり観測されているが、地上の浮遊塵の観測地点は減少している。この黄砂は、図20の4月19日の天気図にある1020hPaの等圧線に沿うように分布しており、日本の東海上に位置する高気圧の西端部と対応している。



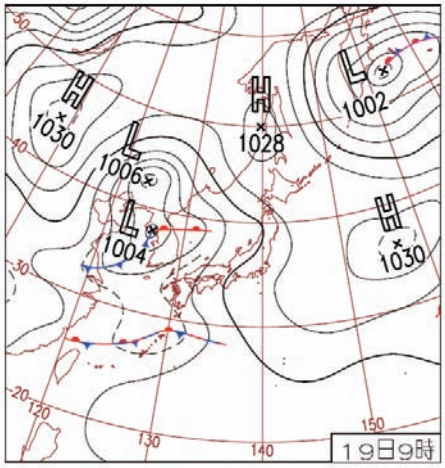
17日(月)北海道はまだ冬

上空に寒気を伴った低気圧が北海道付近に停滞、北日本は雪や雨。東・西日本は移動性高気圧に覆われ晴れ、朝冷え込み、平年より4～6℃低い3月上旬～下旬の最低気温の所も。



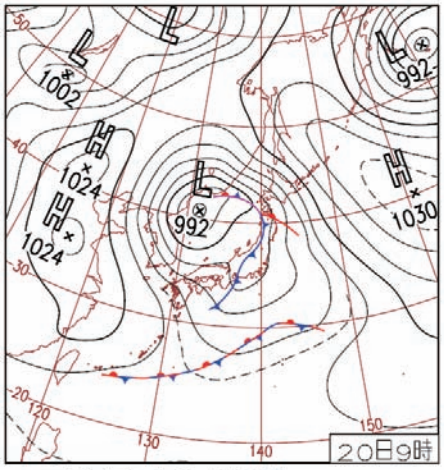
18日(火)東・西日本で黄砂

南高北低の気圧配置。北海道や東北北部は一時雨や雪。東北南部から南は晴れ。山陰や東日本で5月上旬～下旬の最高気温。東京大手町は平成12年4月14日以来の黄砂。



19日(水)引き続き黄砂飛来

中国・四国～東北、北海道函館市で観測。南西諸島は終日雨。西日本の太平洋側も午前中雨。その他は北海道や西日本の一部で晴れた他は曇り。秋田市で平年より8日遅くウメ開花。

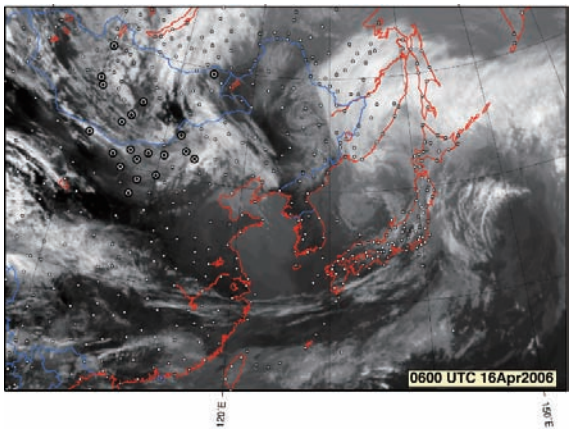


20日(木)寒冷前線通過

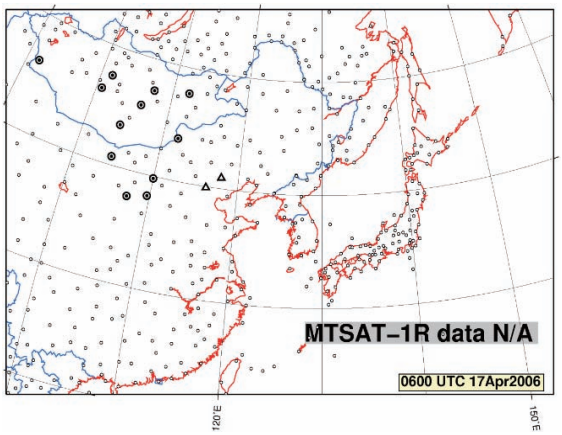
日本海の低気圧から伸びる寒冷前線が西～東日本を通過。山陰や九州北部では暴風・高波。北海道も強風。釧路支庁釧路市35.2m/sの最大瞬間風速。神奈川県藤沢市で突風の被害。

図 20 *黄砂飛来期間前後の地上天気図(気象庁)(2006 年 4 月 17 日～20 日　09JST(00UTC))*

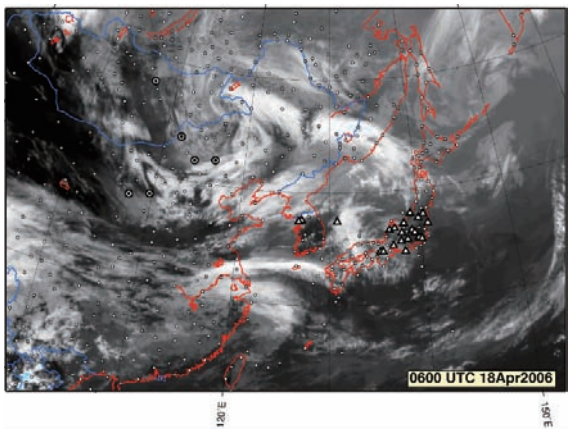
Day -2



Day -1



Day 0



Day +1

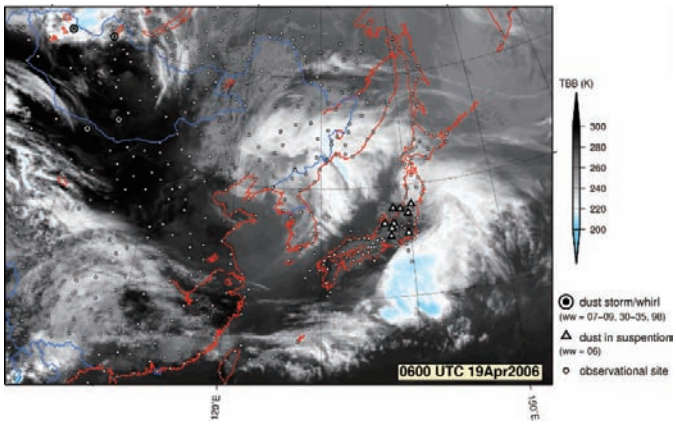


図 21 *黄砂飛来期間前後の運輸多目的衛生 MTSAT-1R の赤外 1 チャンネル等価黒体温度（equivalent black-body temperature;陰陰部）および地上気象観測点における現在天気で、砂塵嵐（二重丸）・浮遊塵（三角）を観測した地点（2006 年 4 月 16 日～20 日 15JST(06UTC)）*

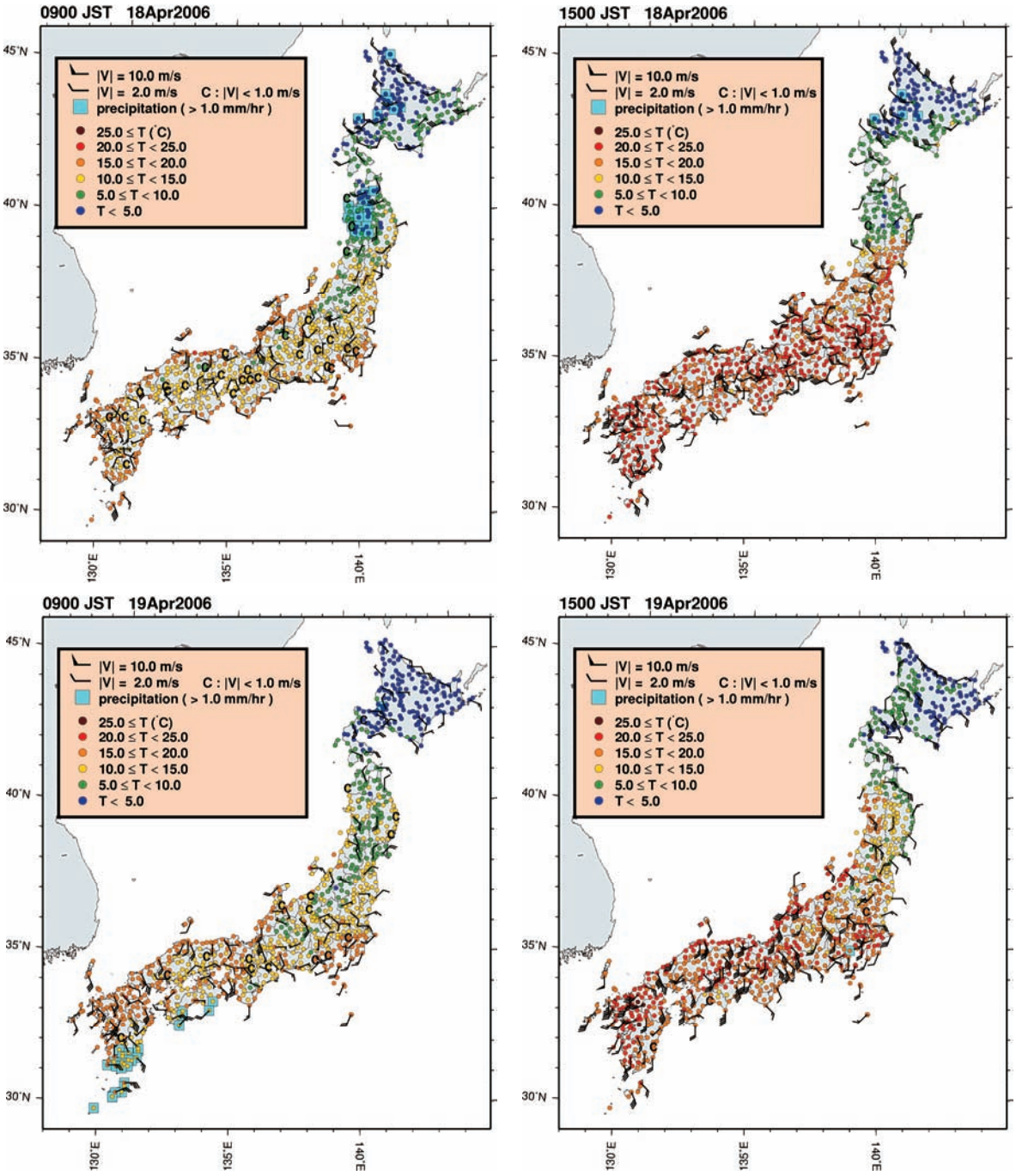


図 22 気象庁地域気象観測システム Automated Meteorological Data Acquisition System (AMeDAS)による気温(色つき丸印)、風向風速(矢羽、気象台・測候所のみ)、降水(1mm/hour 以上のみ、水色の四角)(2006 年 4 月 18 日、19 日の 09JST (00UTC) および 15JST (06UTC))

(2) 大気汚染物質の動態

図 23 に 2006 年 4 月 18 日から 19 日にかけての格子平均 SPM 濃度の空間分布を示した。図から、2006 年 4 月 18 日の 15JST では、図 21 の浮遊塵の観測地点分布と同様な近畿から東北南部までの地域に最大で 200μg/m^3 弱、60μg/m^3 から 150μg/m^3 の SPM 濃度帯が集中してみられる。この SPM 高濃度帯は、4 月 19 日の 15JST まで継続してほぼ同一地域で観測され、その後は次第に地域が縮小し、最後には消滅している。九州や中国・四国地方の一部にも、100μg/m^3 未満の SPM 濃度域が限定的にみられる。さらに、4 月 19 日夜から 20 日未明には、九州北部及び同西部を中心とした地域で、SPM 濃度の上昇が観測されているが、これは 4 月 18 日から 19 日にかけて東日本で観測された黄砂とは別のものをとらえていると思われる。4 月 18 日から 19 日にかけて、近畿から東北南部までの地域にみられる SPM 濃度空間分布の変化と、図 21 の浮遊塵の観測地点の分布、ならびに図 20 の天気図に見られる日本列島にかかる 1020hPa の等圧線の位置関係は、非常によい一致を見せている。

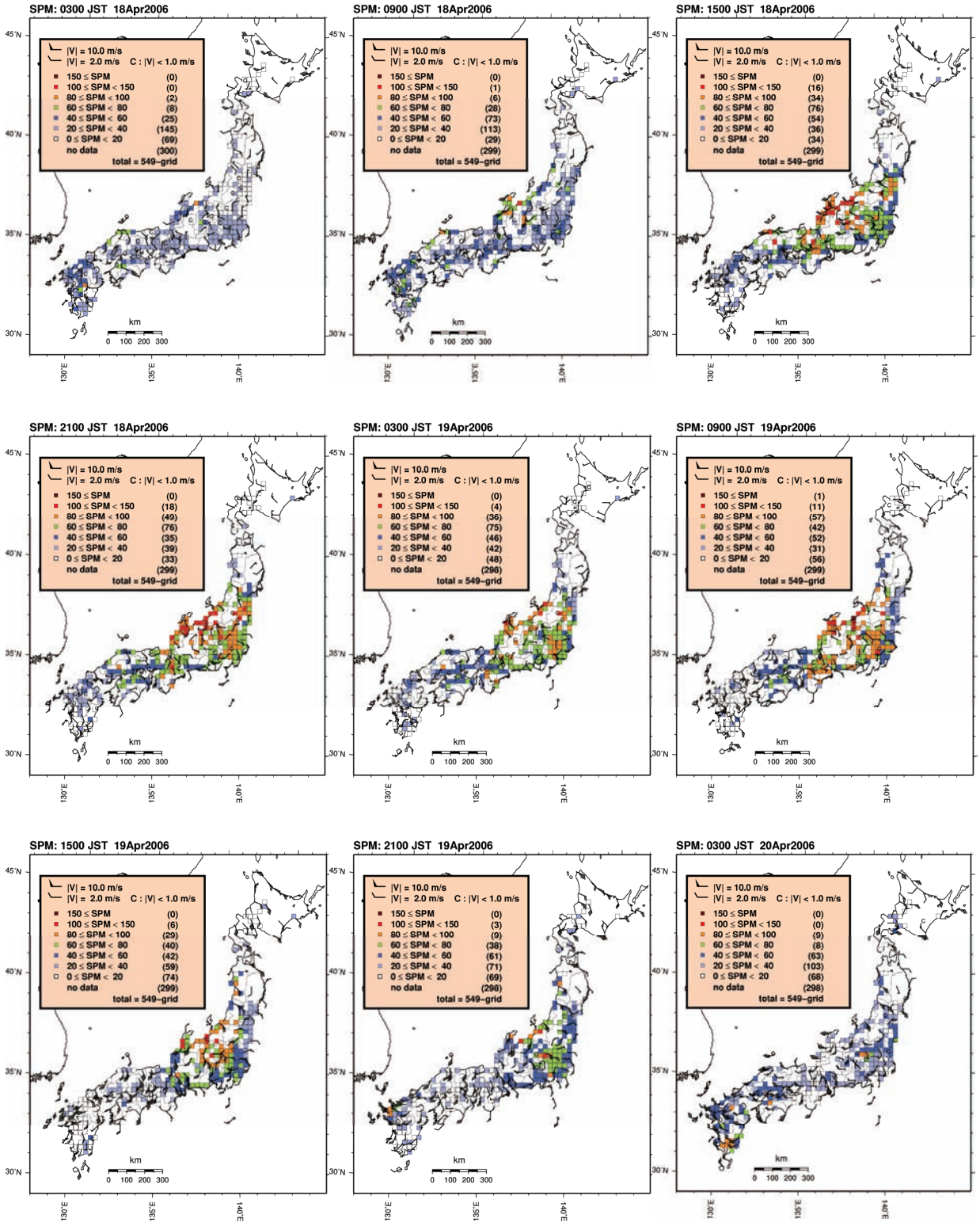


図 23 格子平均 SPM 濃度の空間分布（2006 年 4 月 18 日の 03JST から 4 月 20 日 03JST）

図 24 は、ライダー観測地点（長崎、松江、富山、新潟、つくば、札幌）近傍の格子点における 2006 年 4 月 16 日 00JST から 4 月 21 日 23JST までの SPM（上段）及び SO_2（下段）の格子平均およびその偏差時系列を示したものである。図から、2006 年 4 月 18 日から 19 日にかけて、札幌と長崎を除く格子点において、SPM にブロードな正偏差がみられた。この正偏差は、富山が最も顕著であり、松江、つくば、新潟と続いている。さらに、その同期のパターンは、SPM の正偏差の初期段階に同期するものが松江、全般に渡り同期しているものが富山とつくば、中盤以降で同期するものが新潟となり、格子点ごとに異なっていることが分かる。

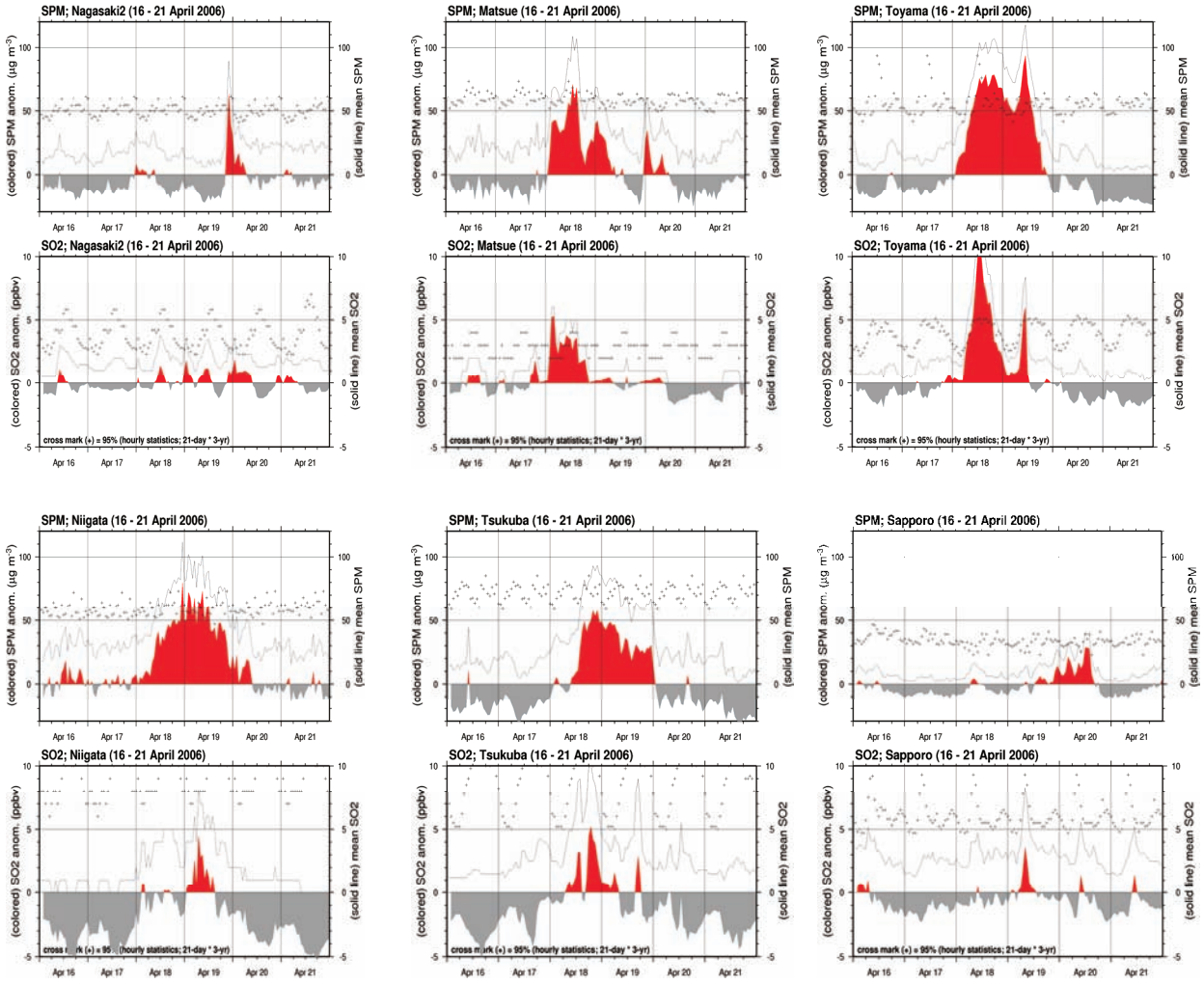


図 24 ライダー観測近傍の格子点における SPM（上段）、SO_2（下段）の格子平均およびその偏差時系列(2006 年 4 月 16 日 00 JST から同年 4 月 21 日 23JST 左上から長崎、松江、富山、新潟、つくば、札幌。格子平均偏差の計算に用いた平均値は、対象日前後の 10 日ずつ（計 21 日間）の測定値を時刻別に 3 年平均（2004－2006 年）して算出（データ個数は最大 63 個；欠測値は除外する)。図中の＋は、平均値算出で使用したデータの 95 パーセンタイル値）

(3) ライダー観測

長崎では黄砂本体は上空を通過し、地上ではほとんどの時間で弱い黄砂となっている。松江、富山、及びつくばでは、3km 付近に黄砂が見えており、1 日程度かけて地上へ降下する状況を呈しており、その上端は 4km 以上に達している。なお、つくばでその黄砂が地上に達したのは、日中の鉛直混合で降りてきたためであると思われる。

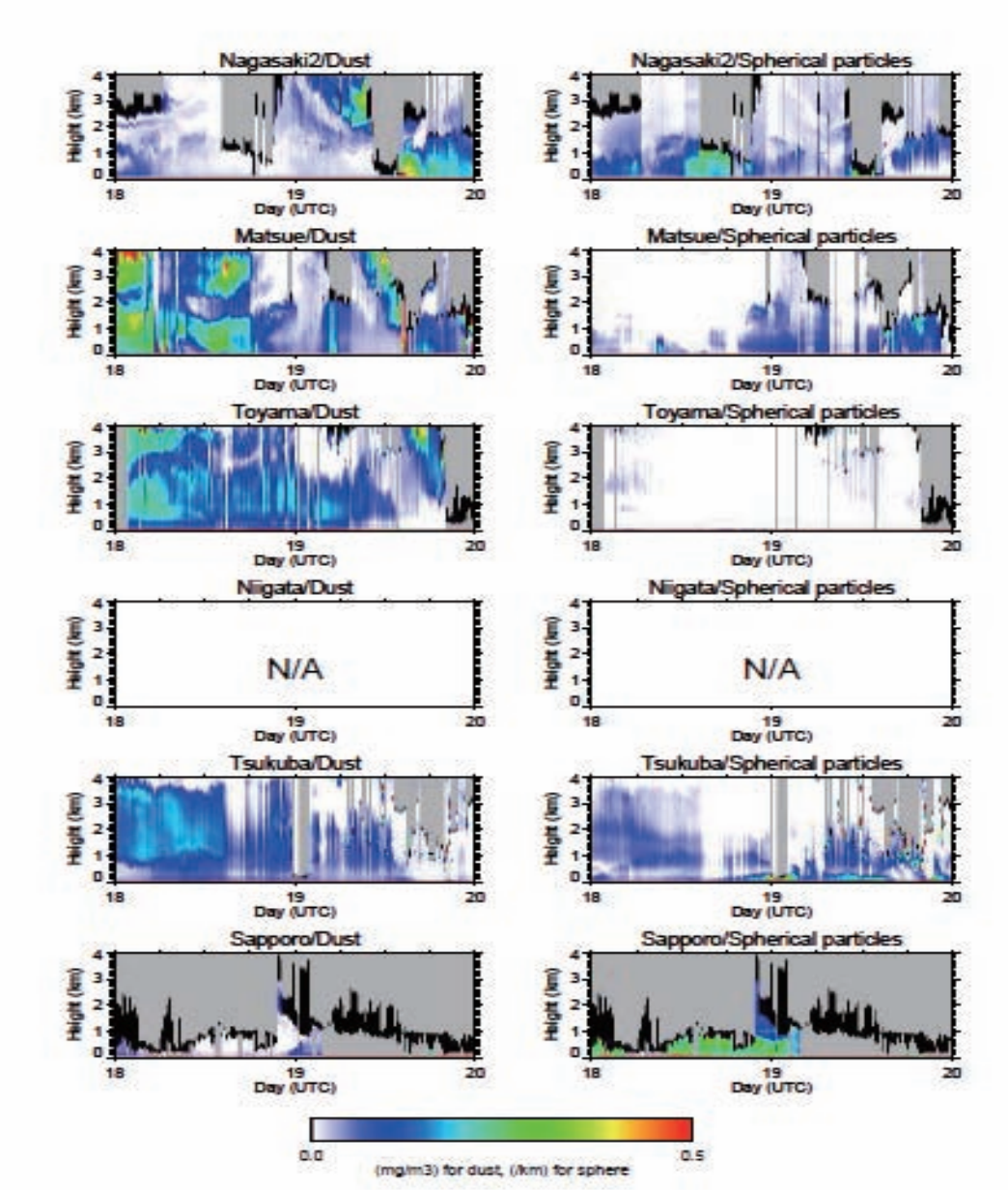


図 25　ライダー観測（2006 年 4 月 18 日～19 日（UTC））

（ライダーによる(左)黄砂質量濃度と(右)球形粒子 532nm 消散係数の時間一高度断面図。上から長崎、松江、富山、新潟、つくば、札幌。ライダーにより雲と判定された高度は黒、それより上や雨と判定された時間帯の全高度を灰色で塗り分けてある。横軸は実態調査の日程に対応する世界協定時の 2 日分、縦軸は高度。）

また、当該期間における CFORS の結果を図 26 に示す。この図では、2006 年 4 月 16 日夜に中蒙国境付近で大規模な黄砂が発生しているが、それ以前に東シナ海から回り込んだ黄砂が日本付近に滞留し、一定濃度を保っていた。16 日の黄砂は、まっすぐ東進するが、北緯 40 度以南では南からの流れの影響も受け西日本では高濃度が長時間続いていない。

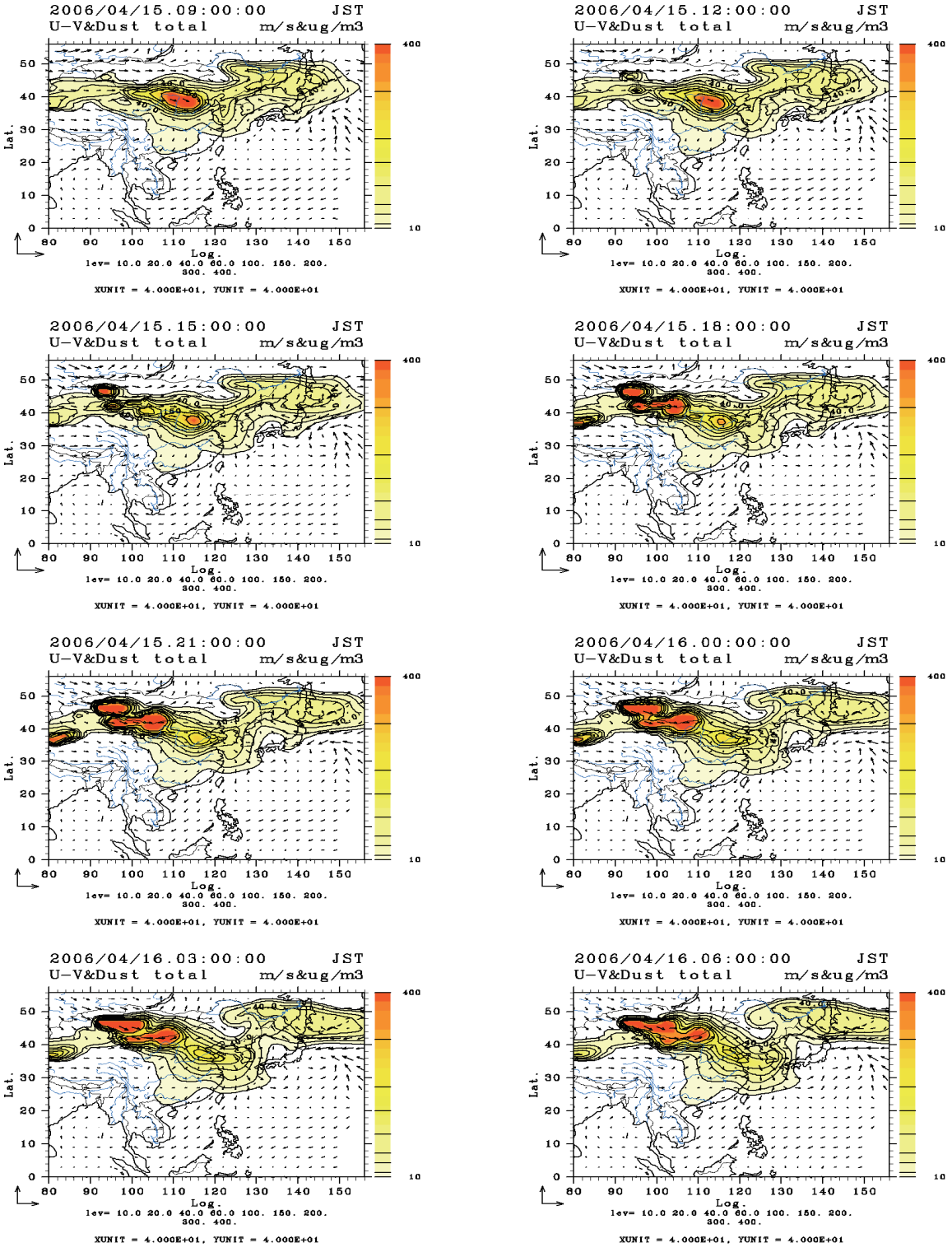


図 26　CFORS（2006 年 4 月 15 日 09：00～4 月 16 日 06：00）

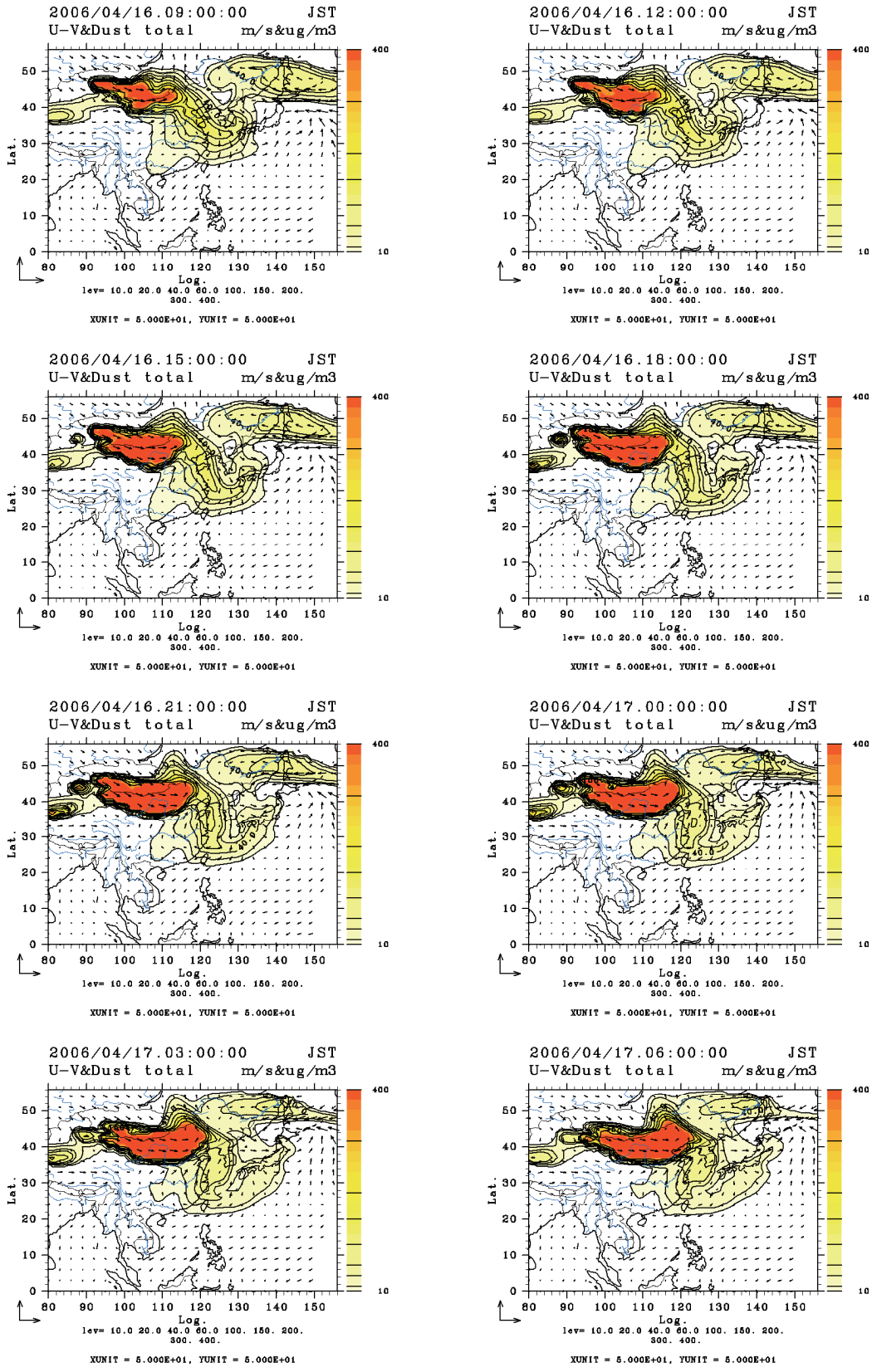


図 26　CFORS（2006 年 4 月 16 日 09：00～4 月 17 日 06：00）

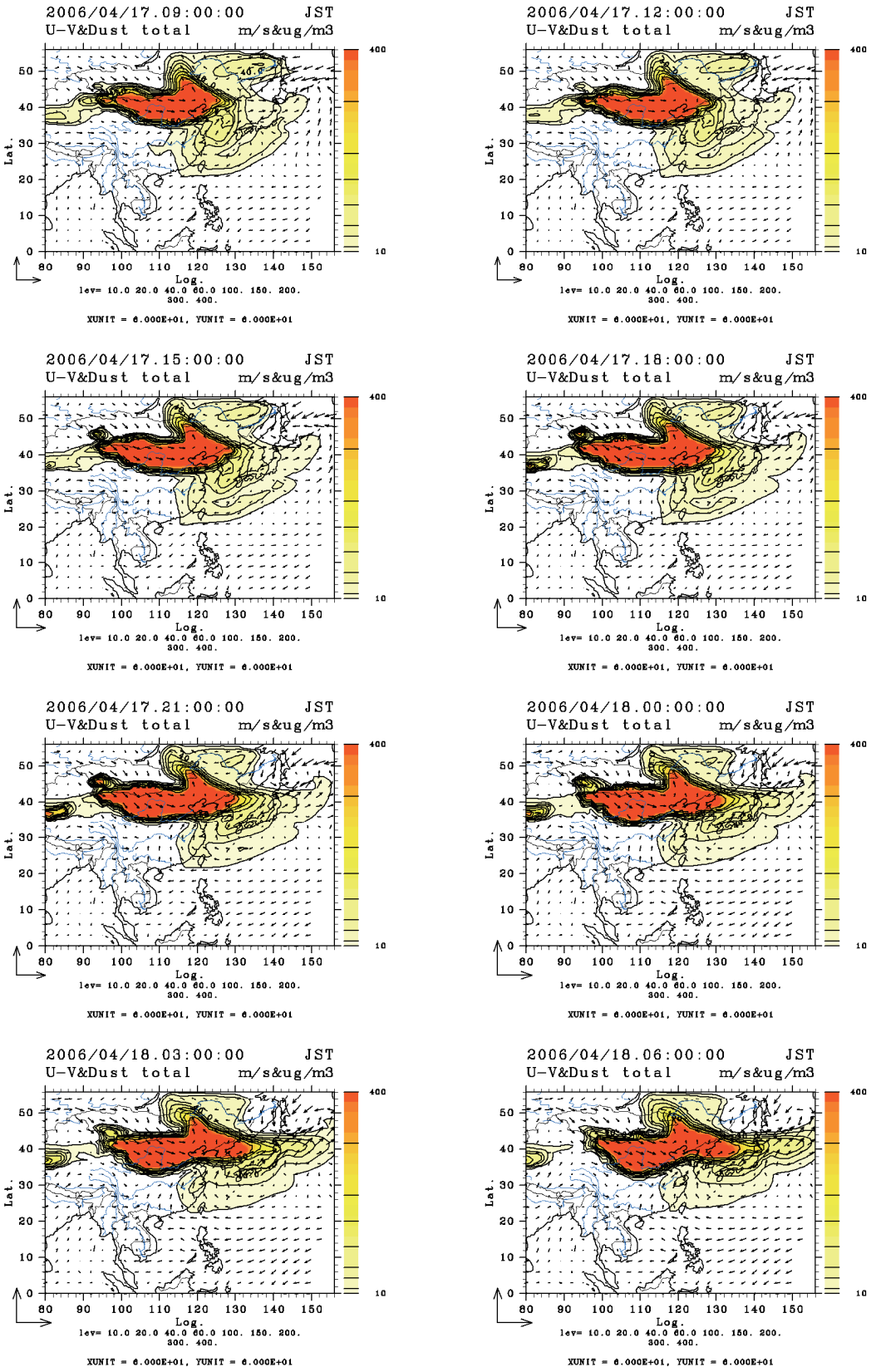


図 26　CFORS（2006 年 4 月 17 日 09：00～4 月 18 日 06：00）

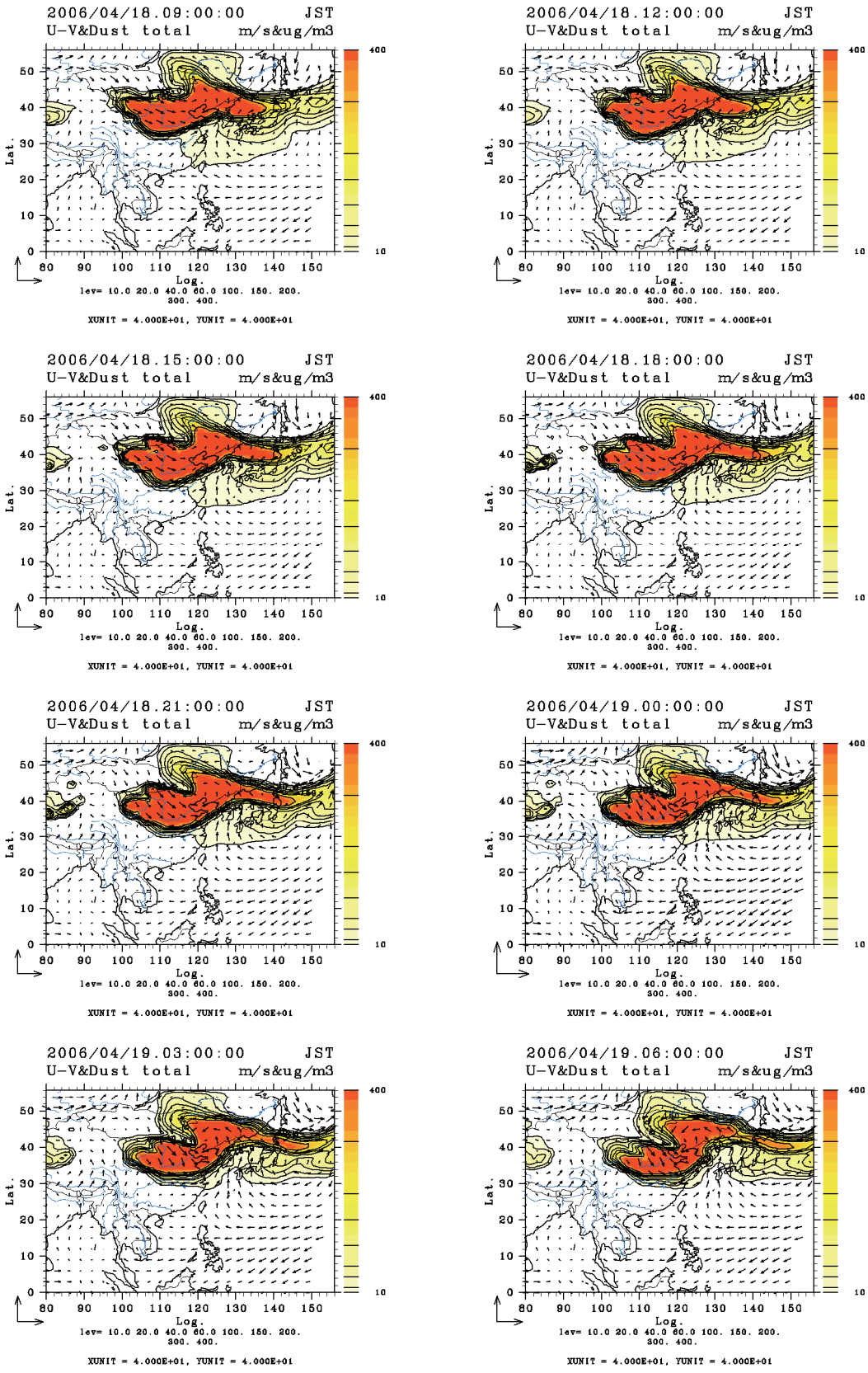


図 26　CFORS（2006 年 4 月 18 日 09：00～4 月 19 日 06：00）

(4) TSP と化学成分の特徴

捕集期間中に 0.5 mm 以上の降水が記録されなかった地点は、松江、金沢、立山、巻、犬山、つくば、札幌であった。それぞれの調査地点における浮遊粉じん量 TSP は、66 μg/m^3、204 μg/m^3、252 μg/m^3、198 μg/m^3、165 μg/m^3、174 μg/m^3、41 μg/m^3 で（表 7)、中部地域で濃度が高く、北海道や山陰地方では低かった。(NO_3^- + nssSO_4^{2-}) / TSP は、松江、金沢、立山、巻、犬山、つくば、札幌で、それぞれ 0.14、0.09、0.12、0.16、0.13、0.18、0.09 であり、全地点において 0.1 程度の値であった。exAnion / TSP は、それぞれ 0.0014、0.0012、0.0016、0.0017、0.0016、0.0018、0.0010 となり、全地点で 0.001 以上の値となった。

(5) まとめ

図 23 から､地上の SPM 濃度は､近畿から東北南部にかけて高濃度を記録している。この SPM 濃度の空間分布から推定される主な黄砂飛来地域は、新潟、富山、島根、つくばである。図 20 の天気図では､4 月 18 日に東･西日本で観測された黄砂は､2006 年 4 月 19 日にかけ、中国・四国から東北、ならびに北海道の函館に広がり残留している。

ライダー観測近傍の格子点における SPM 及び SO_2 の偏差による汚染状況の解析では、この事例の高気圧にともなう滞留黄砂は、松江、富山、新潟、つくばの結果から全般的に汚染されており、表 4 の黄砂飛来状況分類区分で設定した「黄砂飛来と汚染された気体の混在型」の黄砂飛来状況に該当すると考えられる。ライダー観測結果も札幌を除いた観測点で黄砂が飛来していたことを示した。しかしながら、松江と富山では、球形（汚染）粒子の卓越は認められなかった。エアロゾル中の化学成分の解析結果は、汚染物質が 5 事例の中で相対的に高い割合で含まれているとともに、硝酸イオン及び硫酸イオン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ことを示した。

事例 2 のとき、黄砂は北海道の一部や南西諸島を除き全国的に飛来していたと考えられる。また、今回取り上げた 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、硝酸イオンと硫酸イオン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と考えられる。

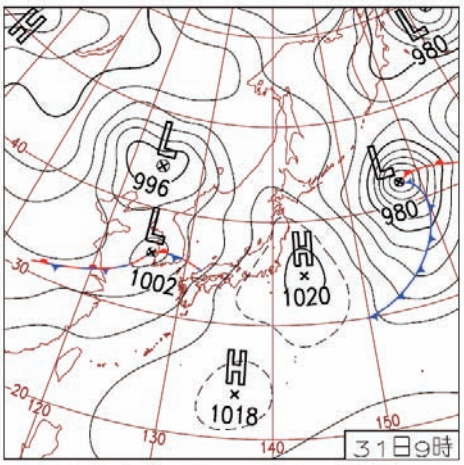
4.2.3. 2007年4月1−2日

(1) 気象概況

2007年3月31日から4月2日までの天気図を、図27に示した。図から、2007年3月31日は、高気圧が東海上に抜け、同日の夕方から4月1日にかけて前線を伴う低気圧が朝鮮半島から日本海を東進し、日本列島を横断している。この前線通過時には、東日本各地で西からの強風が吹き荒れ、雷雨などを観測している。4月1日から4月2日にかけて、この前線は日本の南海上から東海上でほぼ停滞し、九州から東北の広範囲で黄砂を観測、4月2日から3日にかけて西高東低となり、冬型の気圧配置になっている。

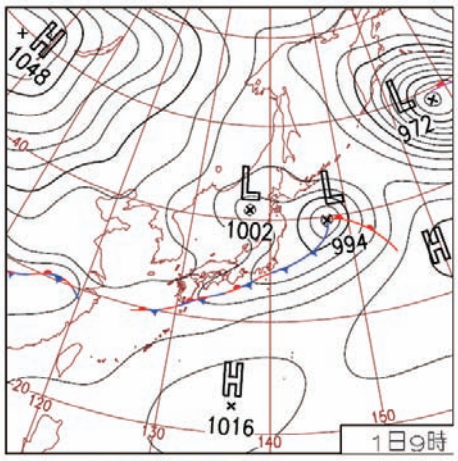
図28に、当該期間における運輸多目的衛星MTSAT-1Rの赤外1チャンネル等価黒体温度及びSYNOP報による地上気象観測点における現在天気で、砂塵嵐及び浮遊塵を観測した地点を示す。日本に飛来する2日前（3月30日）には、モンゴル中央部から東部及び内蒙古自治区にかけての地域で砂塵嵐を観測している。この砂塵嵐は、翌31日には、大興安嶺山脈と長白山脈に挟まれた遼寧省から吉林省にかけて、砂塵嵐と浮遊塵が混在するような形で観測されている。この時、日本海上には発達した雲を伴う低気圧があり、4月1日にかけて足早に日本列島を通過する。この低気圧にともなわれる前線は、日本列島通過後に日本の南海上から東海上にかけて停滞する。この前線の西側にあった砂塵嵐または浮遊塵の観測地帯は、前線の移動に伴い朝鮮半島、日本列島上の九州地方から東北地方へかけての広範囲な地域へ観測域を移している。4月2日は、依然として前線が南海上から東海上にかけて停滞し、前日4月1日と同様に浮遊塵の観測地域が、九州から東北にかけて広がっている。

図29は、気象庁地域気象観測システムによる気温、風向風速、降水地点（1mm/hour以上のみ）を示している。図28と図29を比較すると、2007年4月1日15JSTにおける浮遊塵の観測範囲は、降雨の地域を除く九州地方から東北南部地方にかけ西寄りから北寄りの強い風が吹く10℃から20℃の温度域にある地域に集中している。一方、2007年4月2日では、15JSTにおいて九州地方から東北地方にかけて西寄りから北寄りの風が吹く10℃から20℃の温度範囲にある地域と地上の浮遊塵観測地点は重なる。



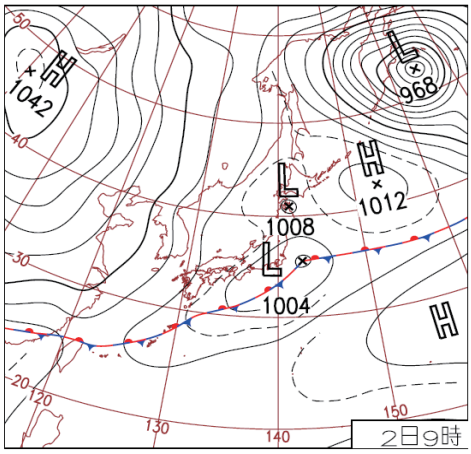
31日(土)低気圧　足早に通過

高気圧は東海上に抜ける。夕方から夜にかけて前線を伴った低気圧が日本海を通過。また、西日本を夜、前線が通過。西～東日本は雷を伴った雨。



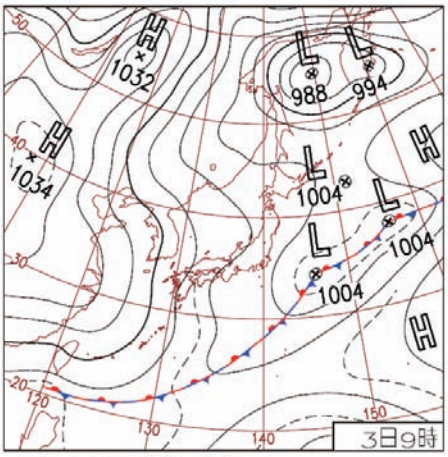
1日(日)本格的な黄砂

前線に近い九州は曇りや雨。東日本は概ね晴れ。静岡市清水区の最高気温31.8℃。全国で今年初の真夏日。九州～東北北部の広範囲で黄砂観測。トラック諸島近海で台風第1号発生。



2日(月)黄砂続く

低気圧が東北北部と関東の東海上にあり前線が南岸に停滞。北海道や東北で雨。前日に続き東北～九州の広範囲で黄砂観測。熊本、広島、水戸など７官署でサクラ満開。



3日(火)関東花冷え

日本の東海上の低気圧からのびる前線が本州の南海上に停滞。日本海側は昼前まで曇りや雨、関東は北東気流の影響で日中の気温真冬並。東京は日中に5.9℃の最低気温を観測。

図 27 黄砂飛来期間前後の地上天気図（気象庁）（2007 年 3 月 31 日～4 月 2 日 09 JST（00 UTC））

Day -2　　Day -1

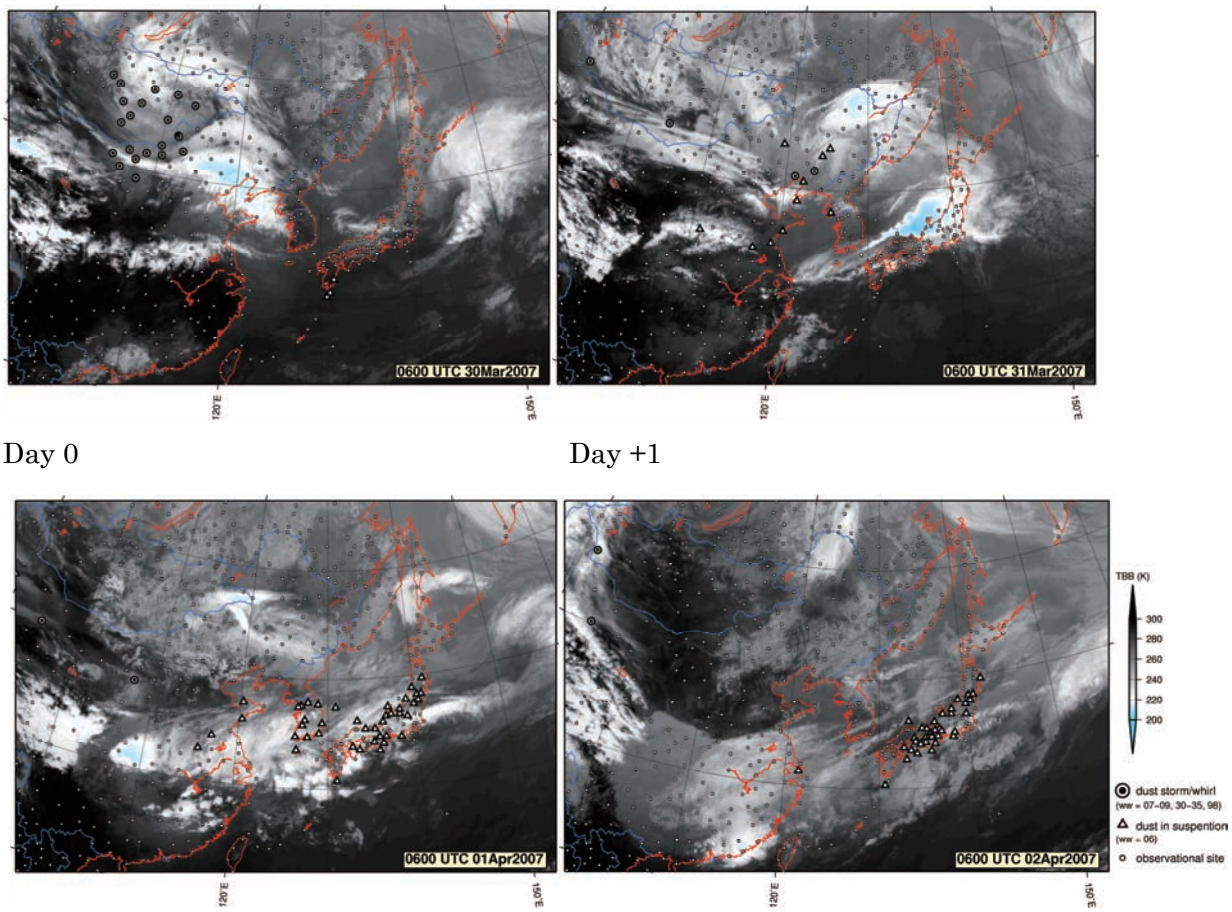


図 28 黄砂飛来期間前後の運輸多目的衛星 MTSAT-1R の赤外 1 チャンネル等価黒体温度（equivalent black-body temperature; 陰影部）および地上気象観測点における現在天気で，砂塵嵐（二重丸）・浮遊塵（三角）を観測した地点（2007 年 3 月 30 日～4 月 2 日 15 JST（06 UTC））

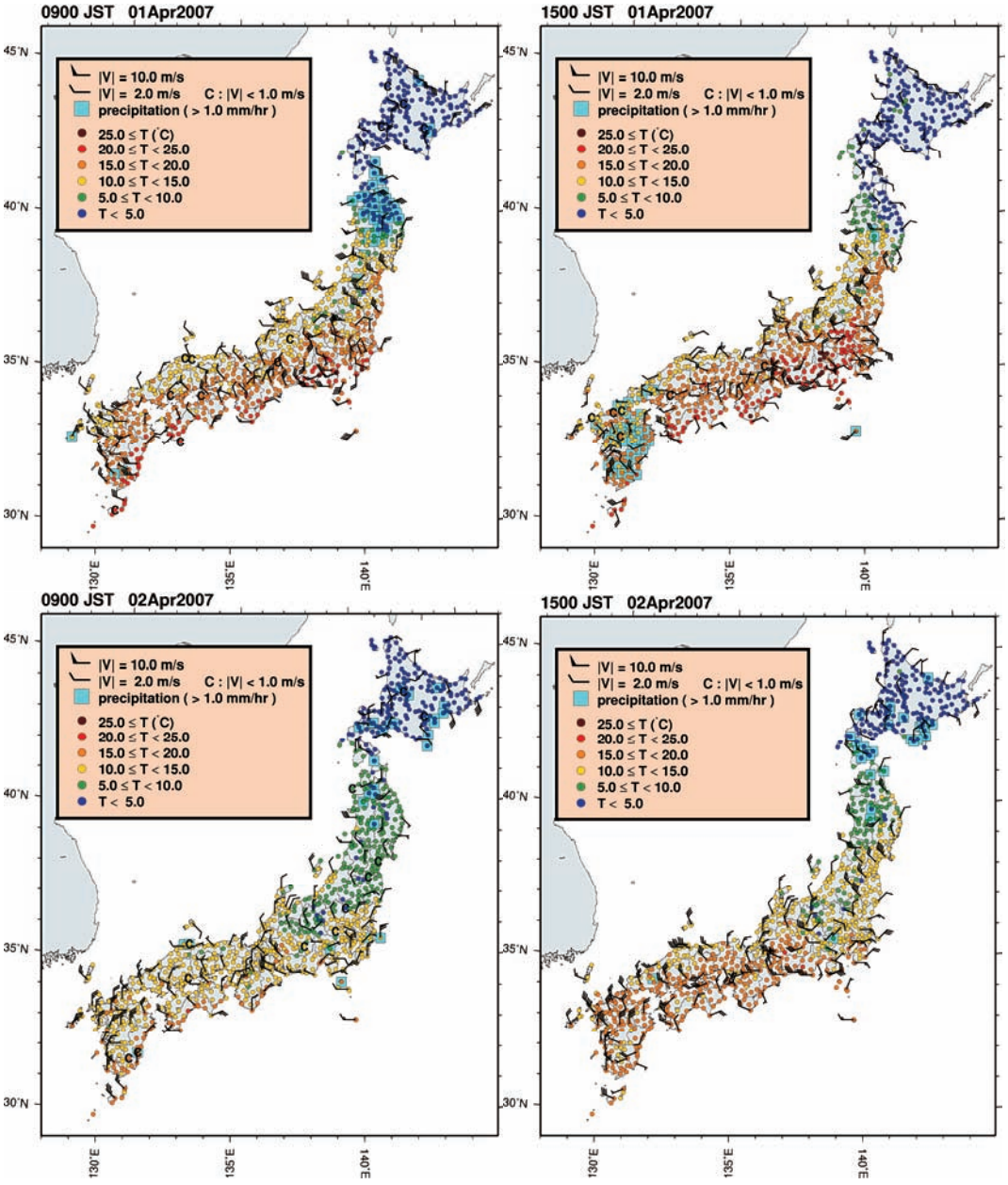


図 29　気象庁地域気象観測システム Automated Meteorological Data Acquisition System (AMeDAS) による気温（色つき丸印）、風向風速（矢羽、気象台・測候所のみ）、降水（1mm/hour 以上のみ、水色の四角）（2007 年 4 月 1 日、2 日の 09 JST （00 UTC）および 15 JST （06 UTC））

(2)大気汚染物質の動態

図 30 に 2007 年 4 月 1 日から 4 月 2 日にかけての格子平均 SPM 濃度の空間分布を示した。図から、2007 年 4 月 1 日の 15JST では、図 30 の浮遊塵の観測地点分布に同様に九州地方から東北地方にかけての地域で、SPM 濃度が最大 500μg/m^3～600μg/m^3 程度（測定局濃度）なっている。この高濃度の SPM 空間分布域は、九州地方から東北地方南部と非常に広範囲に渡っており、2007 年 4 月 1 日 09JST に九州地方西部から、山陰地方・北陸地方の沿岸から高濃度になり始め、時間の経過とともに次第に内陸部に広がっていく様子が分かる。しかしながら、関東地方では隣接地域（北陸、東北南部、東海地方）と比較して 4 月 1 日の 15JST までは SPM 濃度が低くなっている。その後、4 月 1 日の 21JST の段階から、茨城県などでは、鹿島灘側（東側）から内陸部に向かって高濃度域が時間の経過とともに進行している。

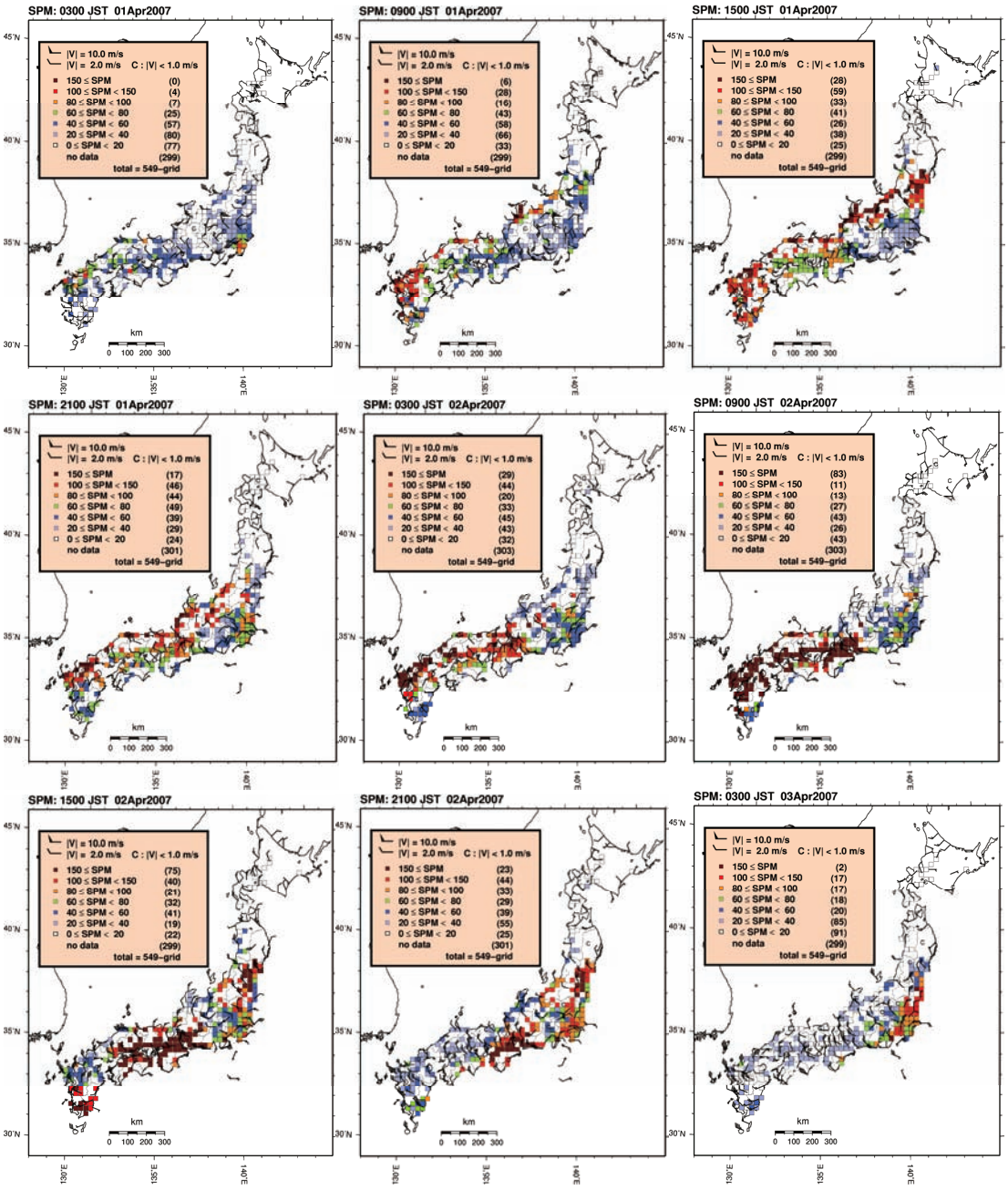


図 30 *格子平均 SPM 濃度の空間分布（2007 年 4 月 1 日の 03 JST から 4 月 3 日 03 JST）*

図 31 は、ライダー観測近傍の格子点における 2007 年 3 月 30 日 00JST から 4 月 04 日 23JST までの SPM（上段）及び SO_2（下段）の格子平均およびその偏差時系列を示したものである（長崎、松江、富山、新潟、つくば、札幌）。図から、2007 年 4 月 1 日から翌 2 日にかけて、札札幌を除く格子点において、SPM にシャープかつ大きな正偏差がみられ、特に、松江の正偏差が長崎、富山、つくばのものよりも大きい。また、正偏差の時系列変化のパターンは、長崎、松江、富山では、ほぼ同期している様子がうかがえるか、つくばの正偏差だけは他のものと比較して遅くなっている。2007 年 4 月 1 日から翌 2 日にかけての SO_2 の格子平均濃度は、すべての格子点においてその前後の期間と大きな変化はなく、正偏差として表れていない。

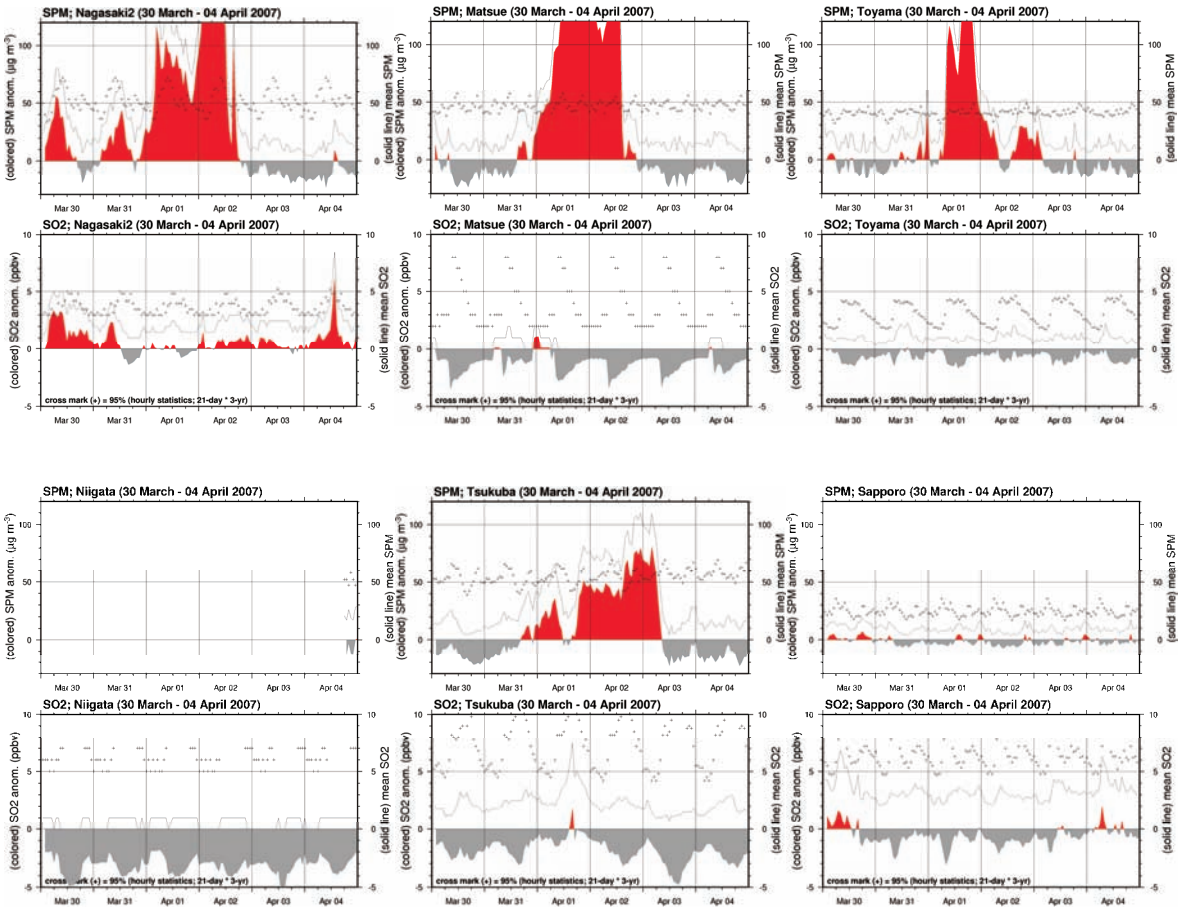


図 31 ライダー観測近傍の格子点における SPM（上段）、SO2（下段）の格子平均およびその偏差時系列（2007 年 3 月 30 日 00 JST から同年 4 月 4 日 23JST）（左上から長崎、松江、富山、新潟、つくば、札幌。格子平均偏差の計算に用いた平均値は、対象日前後の 10 日ずつ（計 21 日間）の測定値を時刻別に 3 年平均（2004－2006 年）して算出（データ個数は最大 63 個；欠測値は除外する）。図中の＋は、平均値算出で使用したデータの 95 パーセンタイル値）

(3) ライダー観測

長崎及び松江では、高度 3km の雲の下に層構造を持つ黄砂が 1 日未明から出現している。うち高濃度域は地上から 2km までである。富山、新潟及びつくばでは、1km 付近に雲底があり、その下で黄砂を観測している。4 月 1 日は、長崎及び松江で非常に高濃度の黄砂を観測している。翌 2 日は、札幌を除く 5 地点で地表付近の濃度がほぼ同程度である。

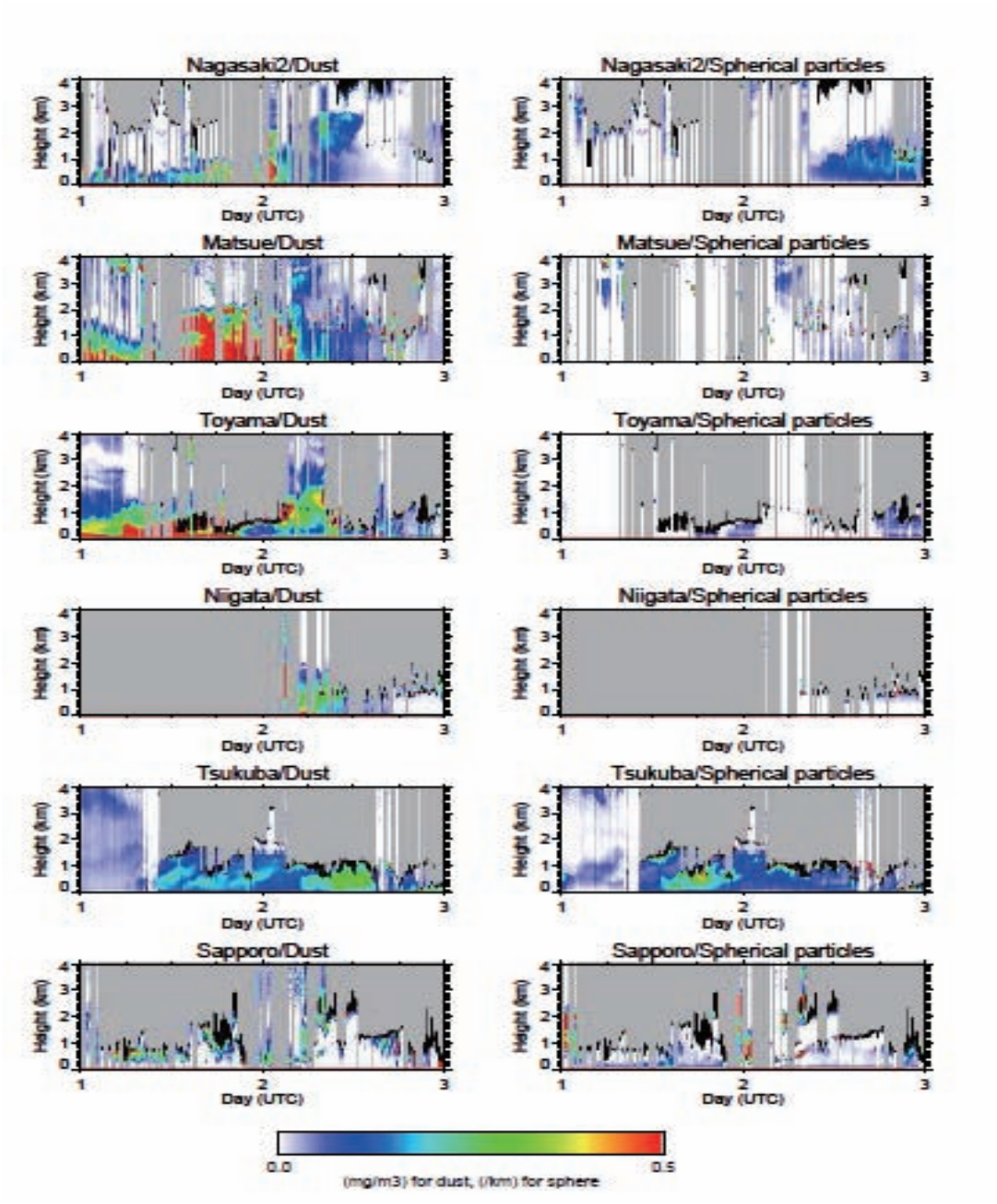


図 32　ライダー観測　（2007 年 4 月 1 日～2 日）

（ライダーによる(左）黄砂質量濃度と(右）球形粒子 532nm 消散係数の時間ー高度断面図。上から長崎、松江、富山、新潟、つくば、札幌。ライダーにより雲と判定された高度は黒、それより上や雨と判定された時間帯の全高度を灰色で塗り分けてある。横軸は実態調査の日程に対応する世界協定時の 2 日分。縦軸は高度。）

また、当該期間における CFORS の結果を図 33 に示す。この図から、2007 年 3 月 30 日から 31 日にかけて持続的に発生した黄砂は、その先端部分では強い濃度勾配を保ったまま東進し、東日本から太平洋方面へ進むが、その背面では北寄りの風が入ったために濃度が低下しており、高濃度の時間は日本ではあまり長くなかった。

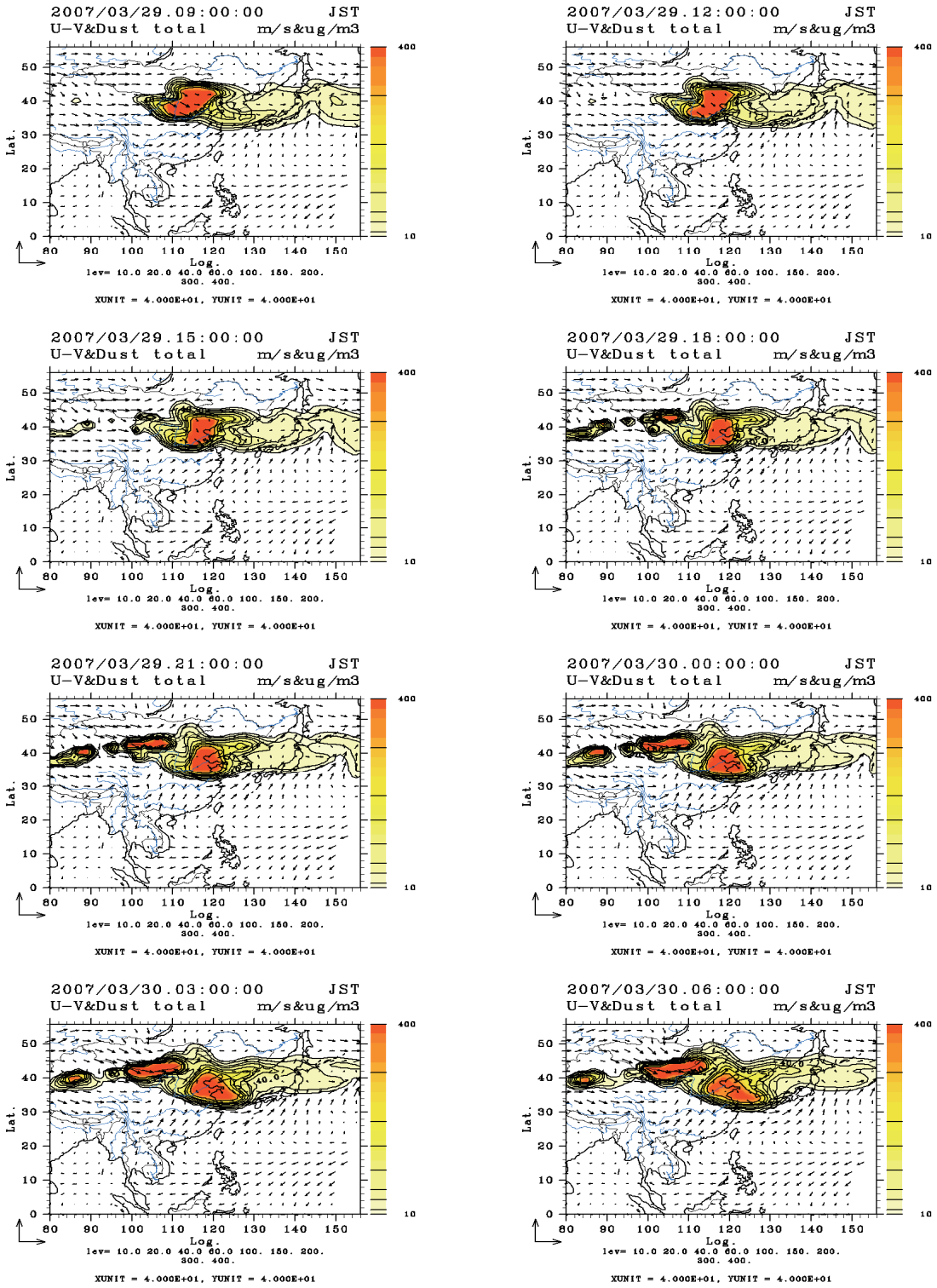


図 33　CFORS（2007 年 3 月 29 日 09：00～3 月 30 日 06：00）

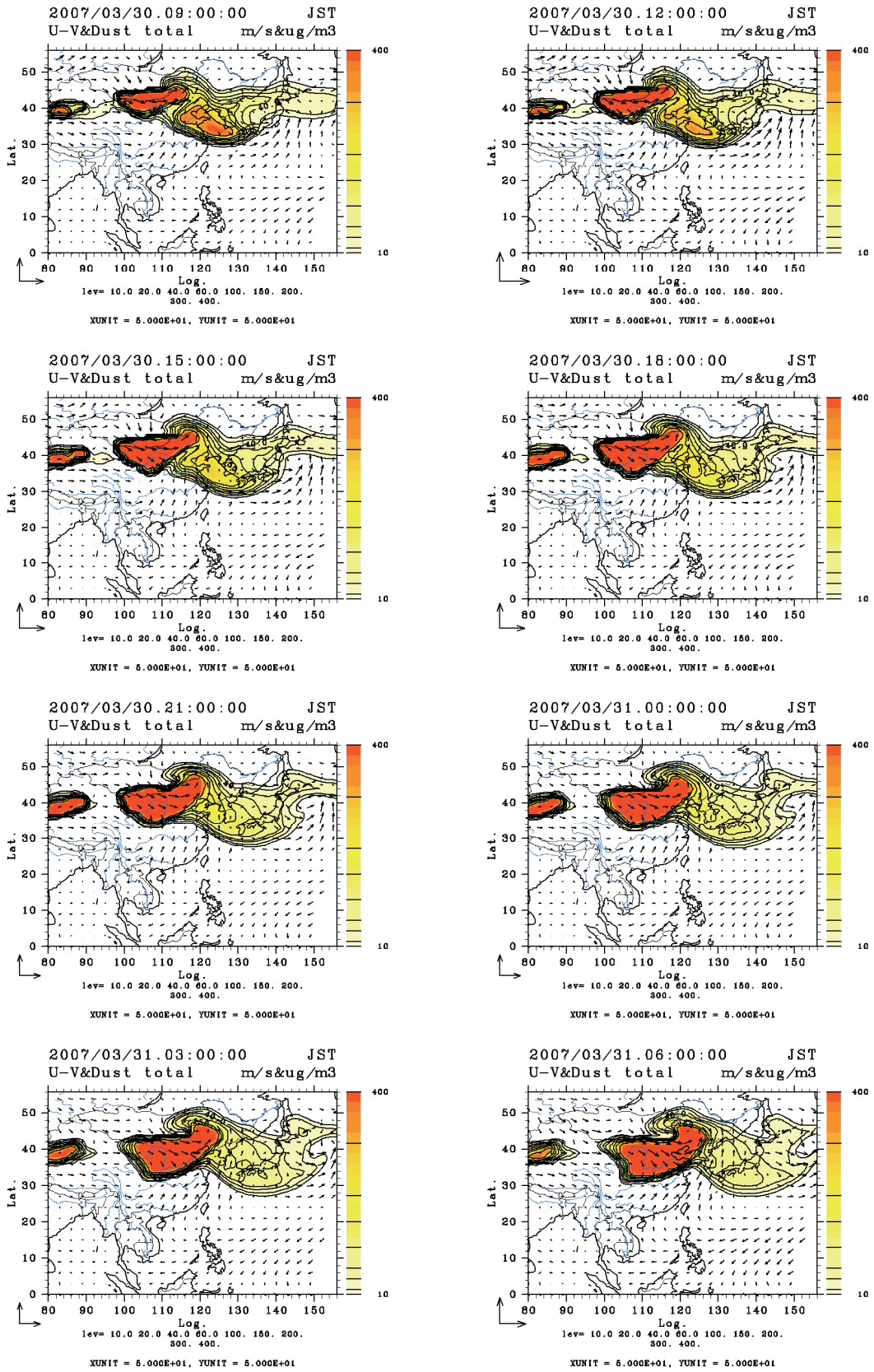


図 33　CFORS（2007 年 3 月 30 日 09：00～3 月 31 日 06：00）

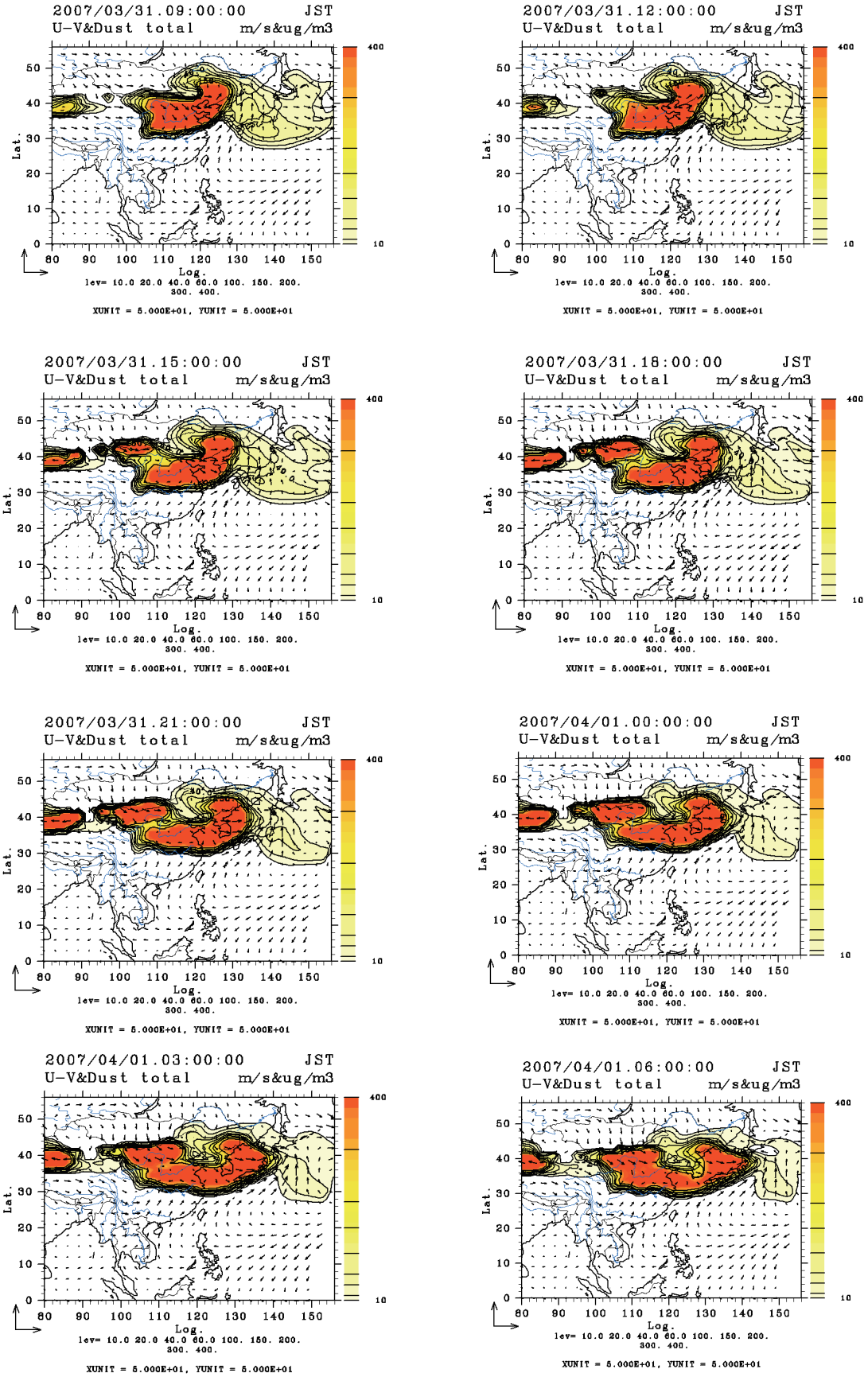


図 33　CFORS（2007 年 3 月 31 日 09：00～4 月 1 日 06：00）

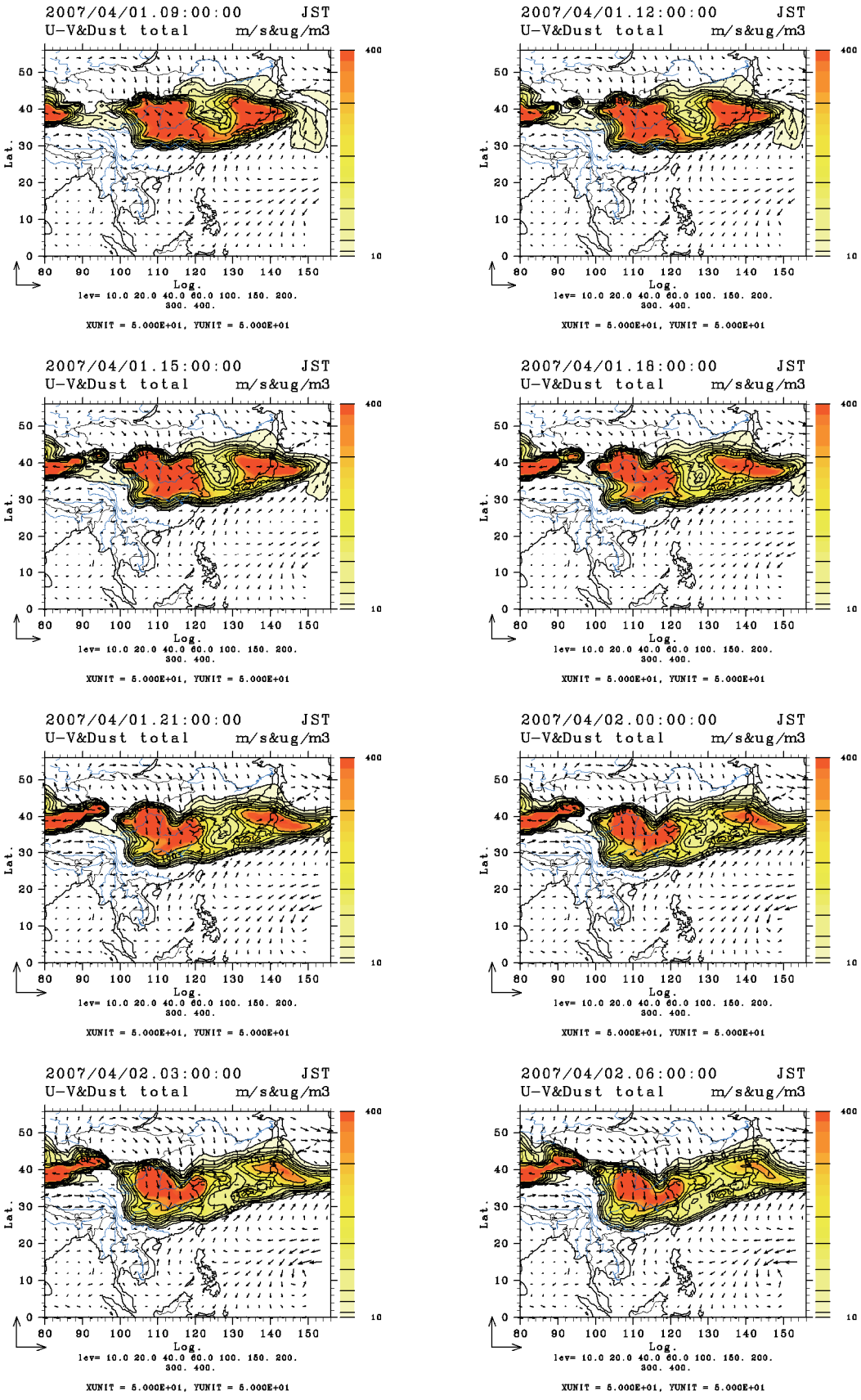


図 33　CFORS（2007 年 4 月 1 日 09：00～4 月 2 日 06：00）

(4) TSP と化学成分の特徴

捕集期間中に 0.5 mm 以上の降水が記録されなかった地点は、太宰府、松江、金沢、立山、つくばであった。それぞれの調査地点における浮遊粉じん量 TSP は、509μg/m^3、419μg/m^3、261μg/m^3、404μg/m^3、178μg/m^{3}となっており（表 7）、西日本・日本海側で高かった。(NO_3^- + nssSO_4^{2-}) / TSP は、それぞれ、 0.04、0.03、0.03、0.02、0.05 であり、全地点で 0.05 以下の値を呈した。exAnion / TSP は、それぞれ 0.0005、0.0004、0.0004、0.0004、0.0006 となり、つくばを除く全地点で 0.0005 以下の値となった。

(5) まとめ

図 30 から、地上の SPM 濃度は、近畿から東北南部にかけて高濃度を記録している。この SPM 濃度の空間分布と図 27 に示した天気図の黄砂観測地域は非常によい対応を見せている。2007 年 3 月 31 日に朝鮮半島付近にあった前線をともなう低気圧は日本列島横断の後、前線が日本の南海上と東海上に停滞するが、この前線の後面に位置する SPM 高濃度域の移動も九州地方の西部及び山陰から北陸にかけての日本海側から始まり、次第に内陸に拡大している様子がうかがえる。しかしながら、関東地方だけは、隣接地域と比較して相対的に低い SPM 濃度が維持され、4 月 1 日の夜半以降に、鹿島灘側（東側）から内陸部に向かって高濃度域が時間の経過とともに広がる現象がみられた。このような局地的な SPM 濃度の空間分布の変化は、日本海側から図 27 にあるように低気圧にともなわれる前線の後面に沿って移動してきた SPM 高濃度状態を呈する図 28 の浮遊塵観測地点域が、関東平野を囲む山岳地帯を越えない黄砂の飛来状況変化を表していると思われる。

ライダー観測近傍の格子点における SPM 及び SO_2 の偏差による汚染状況の解析では、この事例がもたらした低気圧に付随する前線後面位置する黄砂は、表 4 の黄砂飛来状況分類区分で設定した「黄砂飛来による単独型」の黄砂飛来状況に該当すると考えられる。ライダーにより、札幌を除く全国の観測点で黄砂が観測された。そのうち球形（汚染）粒子も観測された地点は、長崎と茨城のみであった。エアロゾル中の化学成分の解析結果は、このときのエアロゾル中に汚染物質が低い割合で含まれていたことを示した。

よって、事例 3 のとき、北海道と南西諸島を除く全国に黄砂が飛来していたと考えられる。このとき、汚染物質は今回取り上げた 5 事例の中では相対的に低い割合で大気中に含まれていたと考えられる。

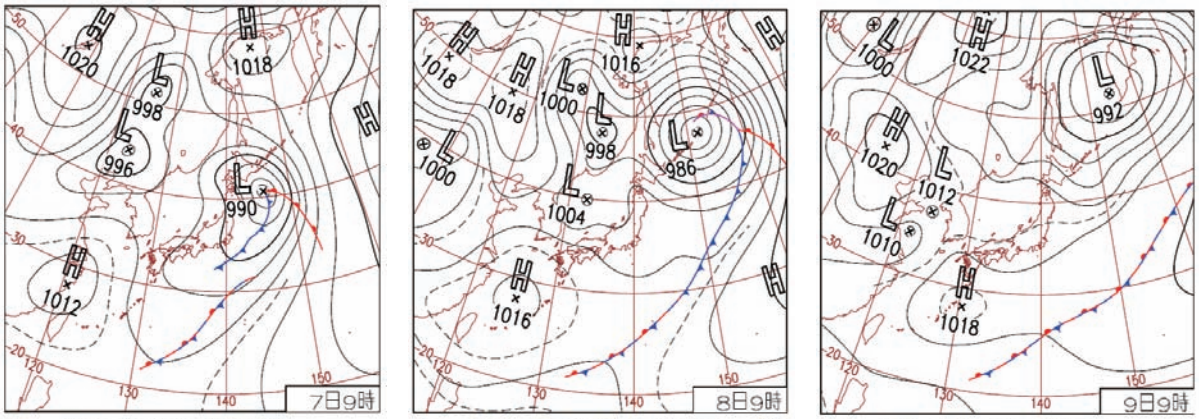
4.2.4. 2007年5月8－9日

(1) 気象概況

2007年5月7日から9日にかけての天気図を、図34に示した。図から、2006年5月7日は、北海道の南東海上を低気圧が発達しながら北東進している。翌5月8日は、東シナ海に位置する高気圧の北側の西風で、中国東岸から流れ出した汚染気塊が、朝鮮半島南部を経て、九州北部から東日本の広い範囲に高濃度のオゾン域を形成し、九州北部から東日本の広い範囲に高濃度のオゾン域を形成し、九州地方で光化学スモッグが発生したことが報告されている（早崎ら（2008））。

図35に、当該期間における運輸多目的衛星MTSAT-1Rの赤外1チャンネル等価黒体温度及びSYNOP報による地上気象観測点における現在天気で、砂塵嵐及び浮遊塵を観測した地点を示す。九州北部で光化学スモッグが発生する2日前（5月6日）には、モンゴル中央部地域に砂塵嵐を観測している。翌5月7日には、これらの観測地点域は遼寧省付近に移動している。5月8日は、東シナ海上にある高気圧の北側と日本海上にある低気圧の境界面にある朝鮮半島で浮遊塵を観測しているが、日本列島における浮遊塵等の観測した地点は見られない。

図36は、気象庁地域気象観測システムによる気温、風向風速、降水地点（1mm/hour以上のみ）を示している。図35と図36を比較すると、2007年5月8日は、関東地方及び北陸地方から以西が、西寄りの風を呈す東シナ海上にあった暖かい高気圧に覆われ、15JSTにはほぼ全域で25℃以上の気温に達している。



7日（月）海上で濃霧発生
北海道の南東海上を低気圧が発達しながら北東進。北海道は所々で雨、その他の地方は概ね晴れ。寒気が入った日本海や三陸沖、千島近海の広い範囲で霧が発生。

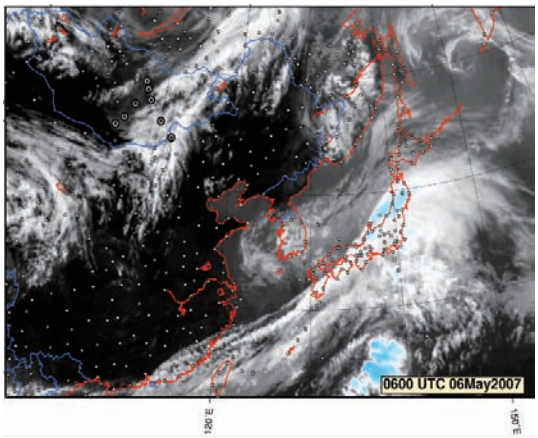
8日（火）九州で光化学スモッグ
朝、関東地方南部に海上から霧が流れ込む。日中は全国的に晴れや曇り。東海地方～西日本は気温が上がる。岡山県高梁市の32.4℃など所々で30℃を超える陽気。

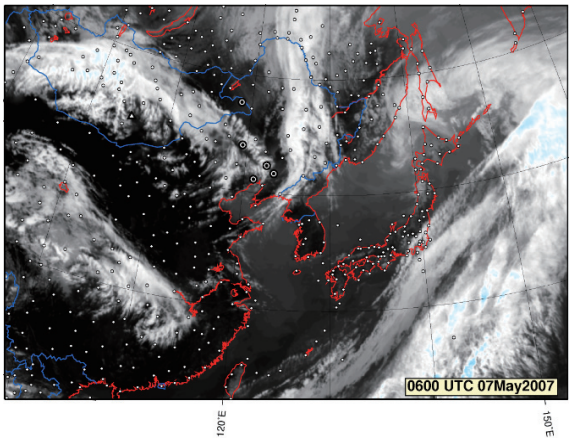
9日（水）東北でも真夏日
北海道の一部で雨や曇の他は、概ね晴れ。西日本～東北南部にかけて所々で真夏日。静岡・愛知県等では日最高気温が5月の極値を更新。静岡県浜松市佐久間で33.6℃。

図 34　黄砂飛来期間前後の地上天気図（気象庁）（2007 年 5 月 7 日～9 日 09 JST（00 UTC））

Day -2

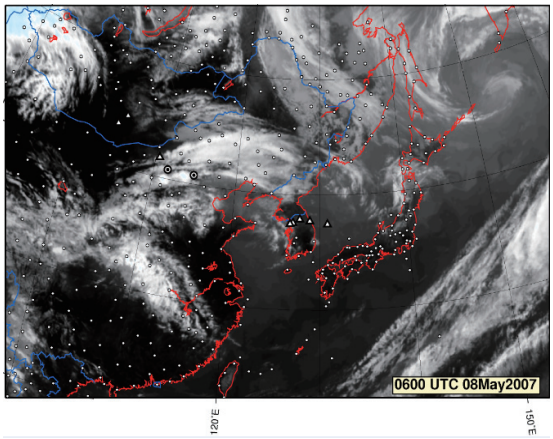
Day -1





Day 0

Day +1



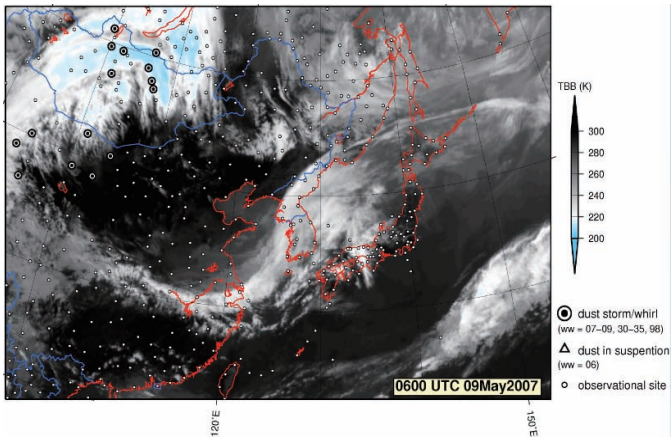


図 35 *黄砂飛来期間前後の運輸多目的衛星 MTSAT-1R の赤外 1 チャンネル等価黒体温度（equivalent black-body temperature; 陰影部）および地上気象観測点における現在天気で、砂塵嵐（二重丸）・浮遊塵（三角）を観測した地点（2007 年 5 月 8 日～5 月 9 日 15 JST（06 UTC））*

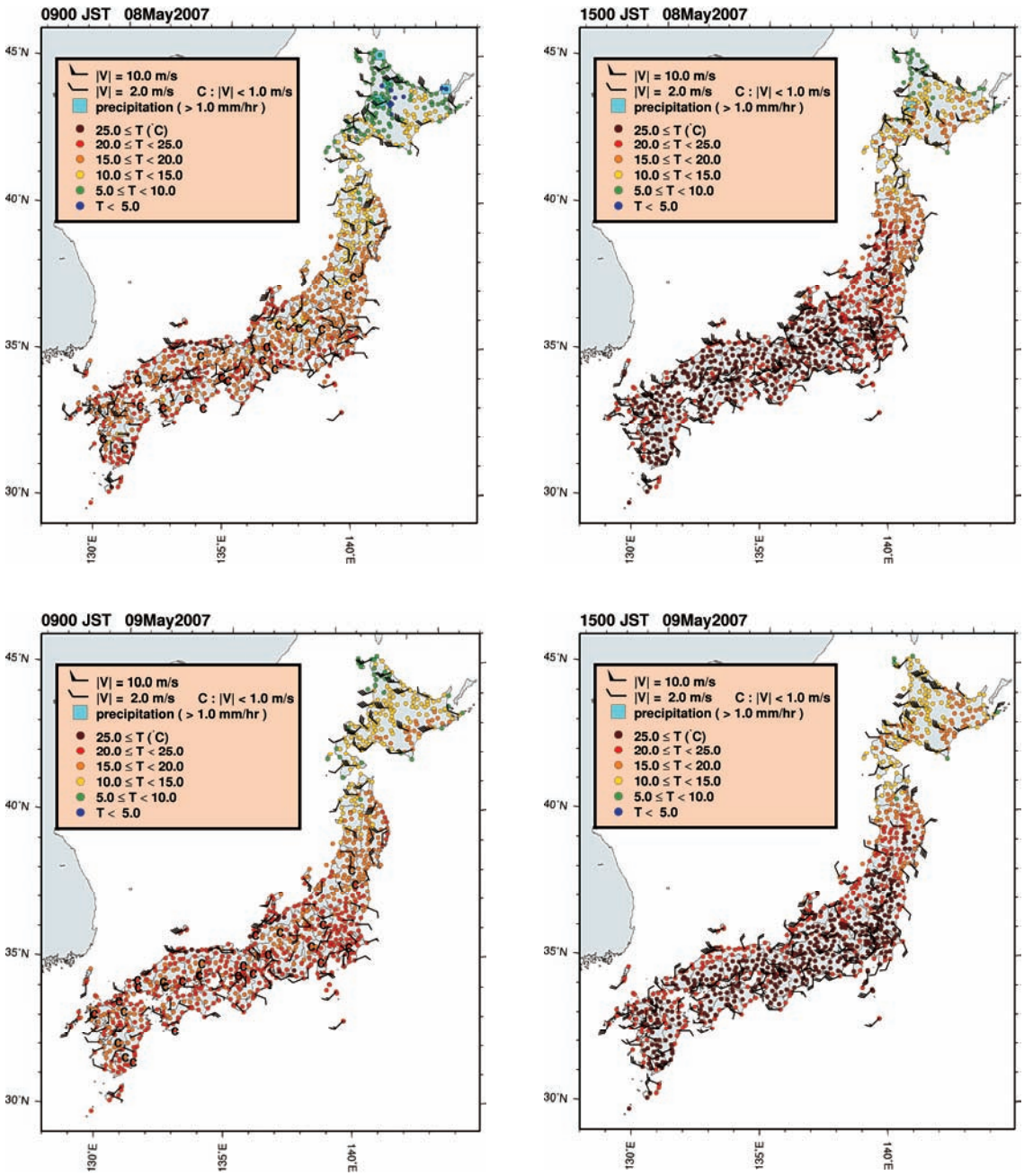


図 36　*気象庁地域気象観測システム Automated Meteorological Data Acquisition System (AMeDAS) による気温（色つき丸印）、風向風速（矢羽、気象台・測候所のみ）、降水（1mm/hour 以上のみ、水色の四角）（2007 年 5 月 8 日、9 日の 09 JST （00 UTC）および 15 JST （06 UTC））*

(2) 大気汚染物質の動態

図 37 に 2007 年 5 月 8 日から 5 月 9 日にかけての格子平均 SPM 濃度の空間分布を示した。図から、時間経過とともに 20μg/m^3 から 100μg/m^3 の SPM 濃度階級の格子点数が東北地方北部と北海道地方を除き増加していることが示唆される。5 月 8 日の 09JST から 15JST にかけては、九州地方と中国地方の西部に 80μg/m^3 から 100μg/m^3 の SPM 高濃度域が局所的にみられ、それ以降は北東にむけて日本列島に広がる様子をみせている。SPM 濃度の極大は、100μg/m^3 程度であるが、特に高濃度なのは関東地方である。

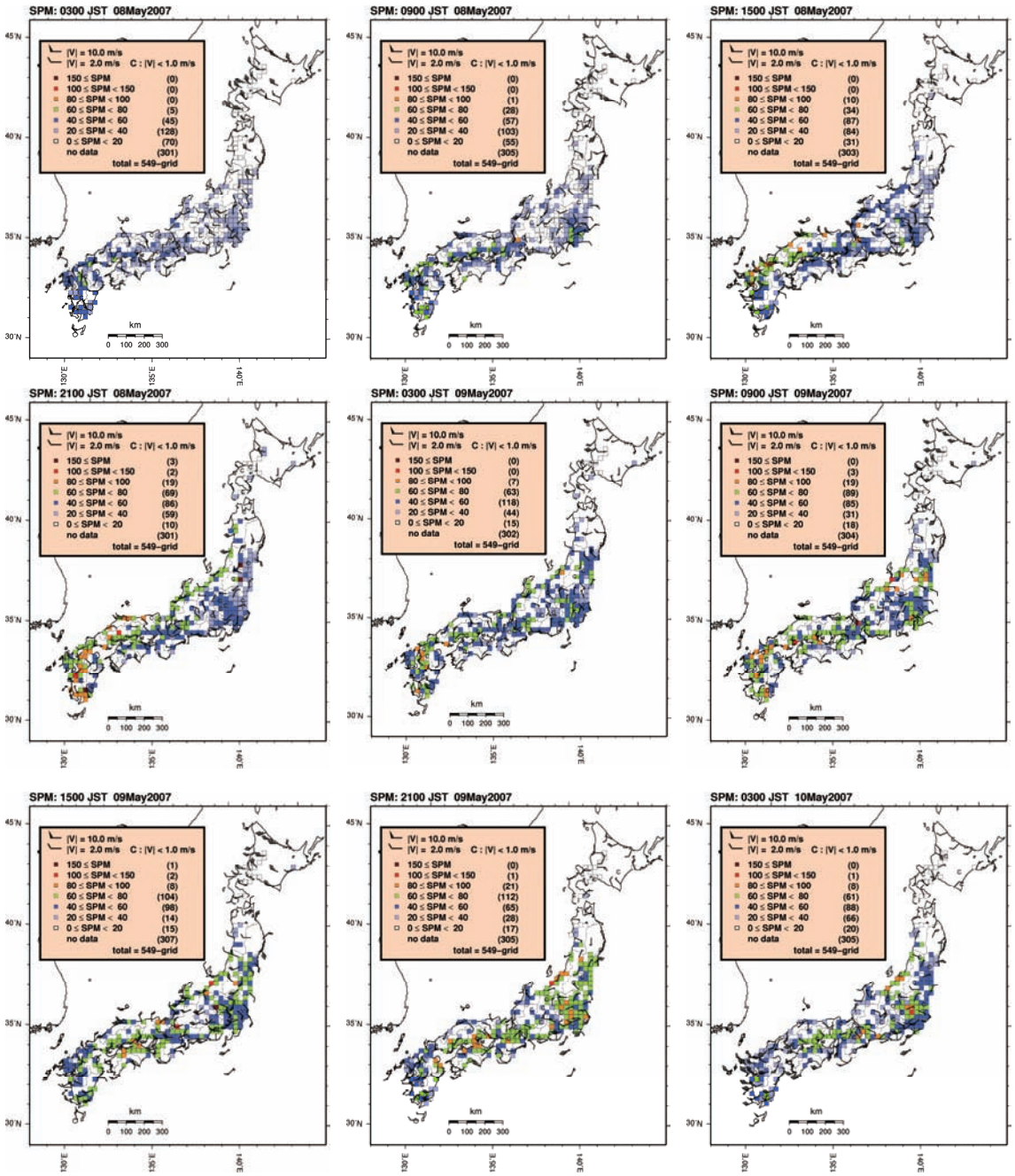


図37　格子平均SPM濃度の空間分布(2007年5月8日の 03 JSTから5月10日03 JST)

図 38 は、ライダー観測近傍の格子点における 2007 年 5 月 6 日 00JST から 5 月 11 日　23JST の SPM（上段）及び SO_2（下段）の格子平均およびその偏差時系列を示したものである。図から、この期間中においては、長崎、松江、富山、新潟、つくば、札幌のいずれの格子点においても、SPM にブロードな正偏差がみられ、SO_2 の正偏差も SPM の偏差にほぼ同期している。

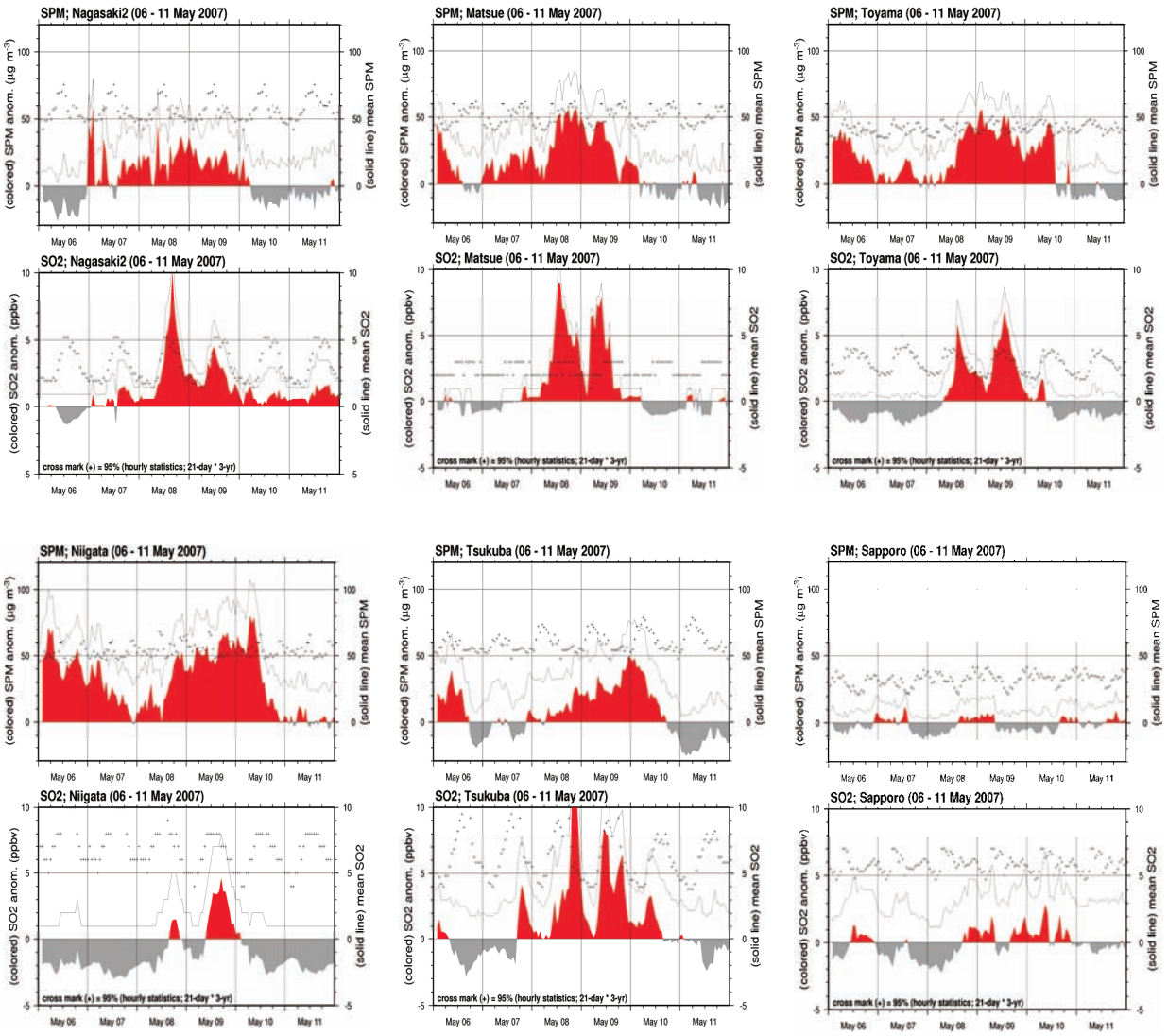


図 38　ライダー観測近傍の格子点における SPM（上段）、SO_2（下段）の格子平均およびその偏差時系列（2007 年 5 月 6 日 00 JST から 5 月 11 日 23JST）

（左上から長崎、松江、富山、新潟、つくば、札幌。格子平均偏差の計算に用いた平均値は、対象日前後の 10 日ずつ（計 21 日間）の測定値を時刻別に 3 年平均（2004－2006 年）して算出（データ個数は最大 63 個；欠測値は除外する）。図中の＋は、平均値算出で使用したデータの 95 パーセンタイル値。）

(3) ライダー観測

長崎では、下層に球形汚染粒子が認められ、1km より上に弱めの黄砂領域が存在している。松江では、エアロゾルが全般に少なく、富山及び新潟では、濃い黄砂層が 5 月 9 日未明に短時間接地している。つくばでは、高濃度域が見られないが、上層の黄砂層は、他の地点と同様の拡がりをもっている。このイベントでは、SPM に較べてライダー推定質量が小さくなっていることから、海上の滞留時間が長めで海塩や汚染物質が黄砂表面に付着し偏光解消度が下がった可能性も否定できない。富山を除く各地点で、光の消散に対する寄与として球形粒子(人為汚染)が黄砂を上回っている。

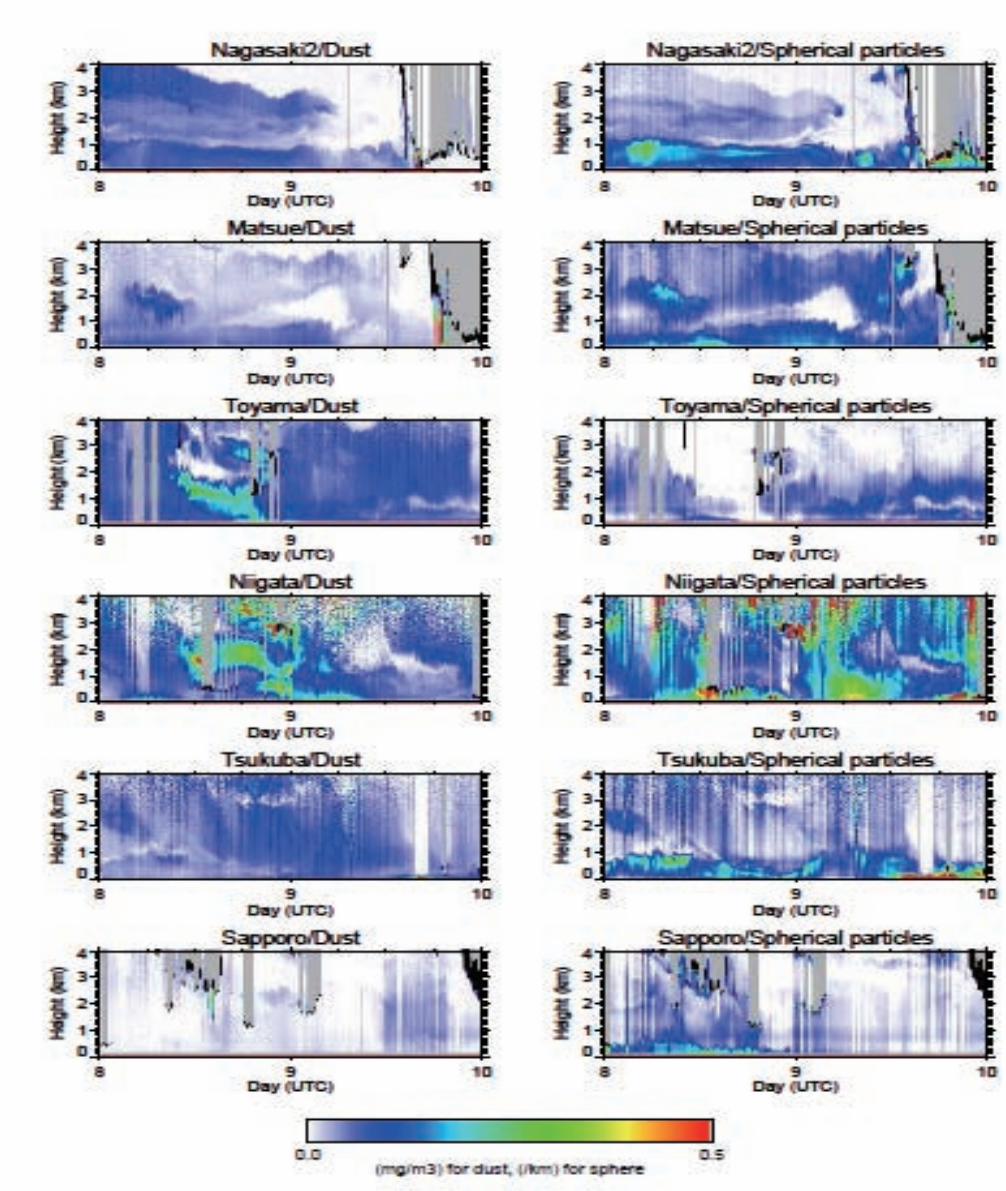


図 39　ライダー観測（2007 年 5 月 8 日～9 日）

ライダーによる(左)黄砂質量濃度と(右)球形粒子 532nm 消散係数の時間ー高度断面図。上から長崎、松江、富山、新潟、つくば、札幌。ライダーにより雲と判定された高度は黒、それより上や雨と判定された時間帯の全高度を灰色で塗り分けてある。横軸は実態調査の日程に対応する世界協定時の 2 日分。縦軸は高度。

また、当該期間における CFORS の結果を図 40 に示す。この図では、5 月 5 日には北緯 20 度付近まで南下していた黄砂は、その後南西風によって東シナ海側からも日本列島に接近した。5 月 8 日の時点ではこれと黄海上空から日本海へ入ってきた空気塊が混然となって日本上空を覆っている。

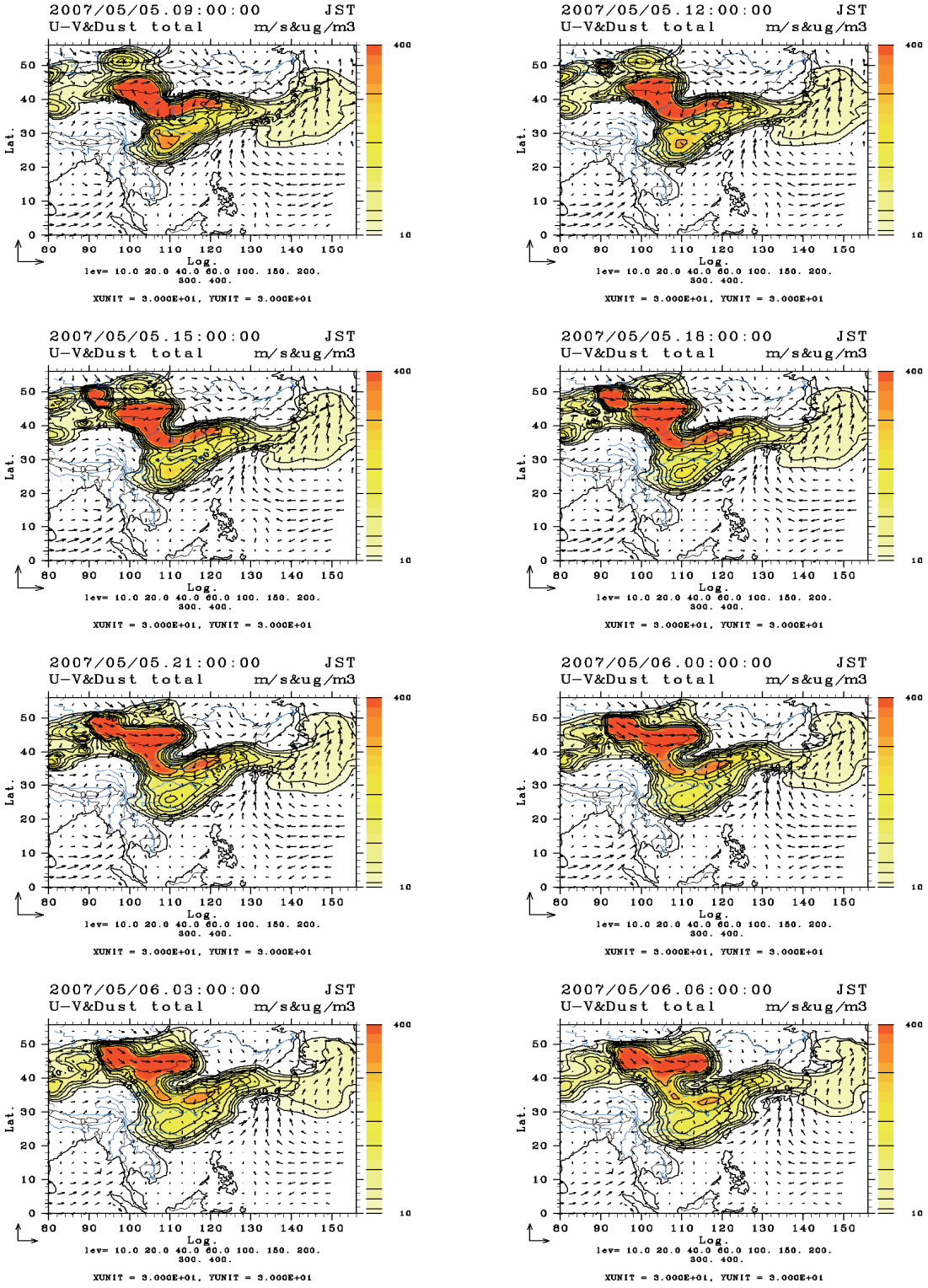


図 40　CFORS（2007 年 5 月 5 日 09：00～5 月 6 日 06：00）

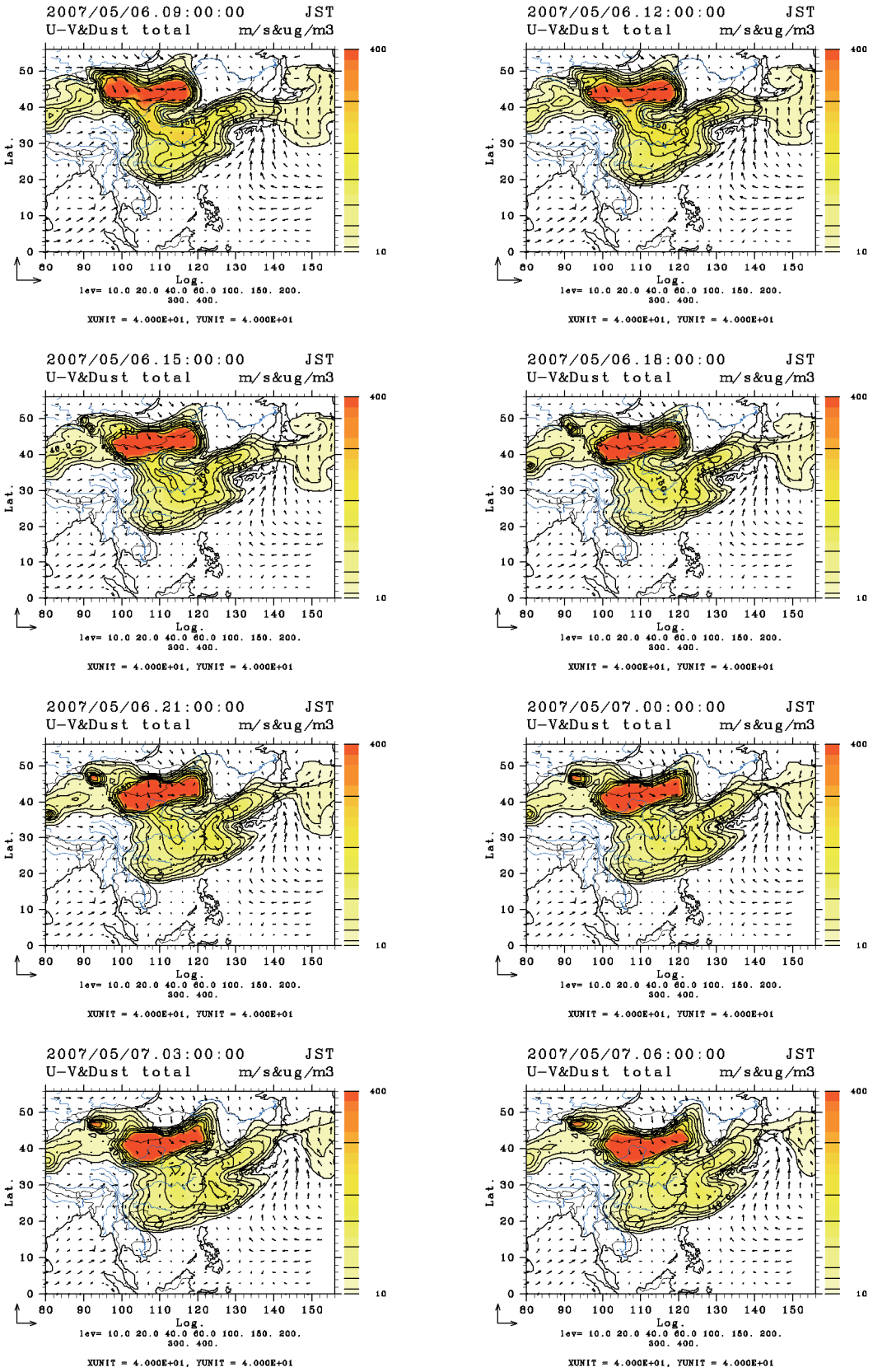


図 40　CFORS（2007 年 5 月 6 日 09：00～5 月 7 日 06：00）

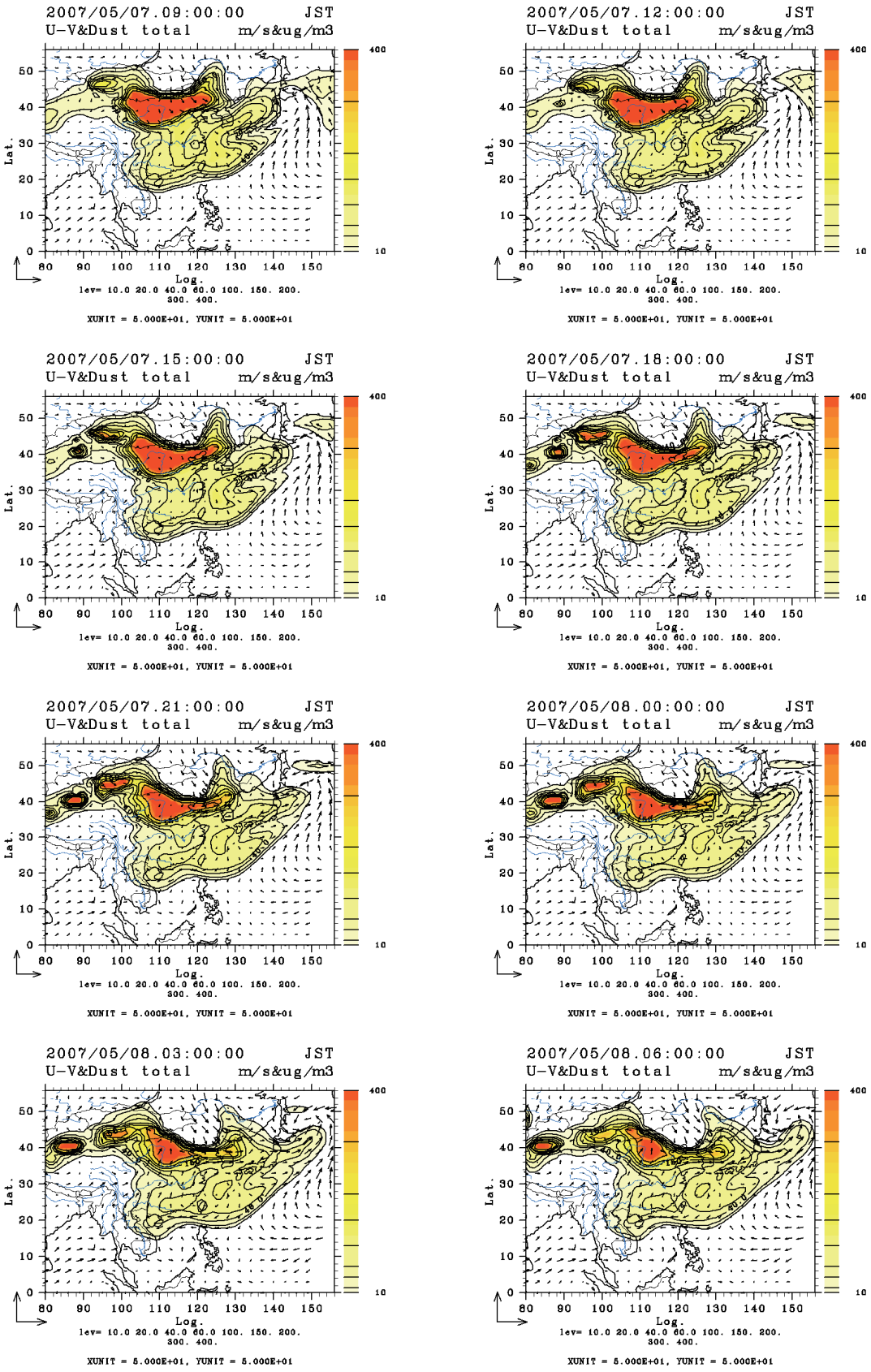


図 40　CFORS（2007 年 5 月 7 日 09：00～5 月 8 日 06：00）

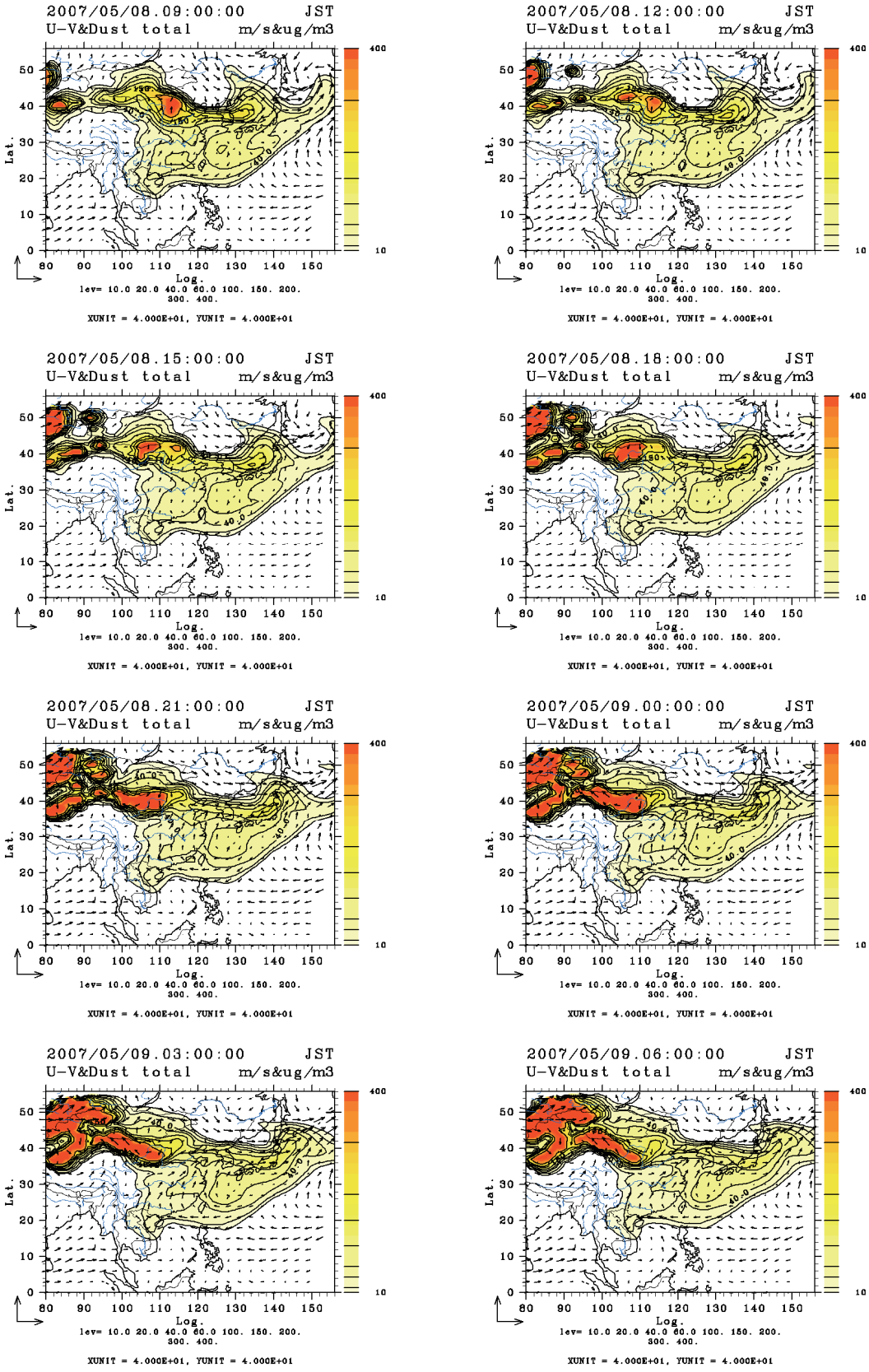


図 40　CFORS（2007 年 5 月 8 日 09：00～5 月 9 日 06：00）

(4) TSP と化学成分の特徴

捕集期間中に、0.5 mm 以上の降水が記録されなかった地点は、長崎、太宰府、金沢、巻、立山、犬山、つくば、札幌であった。それぞれの調査地点における浮遊粉じん量 TSP は、103 $\mu g/m^3$、122 $\mu g/m^3$、97 $\mu g/m^3$、83 $\mu g/m^3$、107 $\mu g/m^3$、189 $\mu g/m^3$、151 $\mu g/m^3$、57 $\mu g/m^3$ で（表 7)、太平洋側より日本海側が高かった。札幌を除く地点において TSP は 100 $\mu g/m^3$ 程度の値であったが、今回の 5 事例の中では最も低かった。(NO_3^- + $nssSO_4^{2-}$) / TSP は、それぞれ 0.25、0.25、0.16、0.19、0.21、0.12、0.14、0.11 と全地点で 0.1 以上で、5 事例のうち最大であった。また、西日本における比の値が 0.2 前後で、東日本の値より高かった。

exAnion / TSP は、それぞれ 0.0016、0.0010、0.0009、0.0008、0.0009、0.0009、0.0008、0.0005 であり、札幌を除く地点で 0.001 前後となった。

(5) まとめ

図 37 から、地上の SPM 濃度の空間分布は、北海道と東北地方北部を除き広範囲に展開しているが、SPM 濃度の極大は、100 $\mu g/m^3$ 程度であり、あまり高濃度とはなっていない。また、この期間中は、離島などで、SO_2 濃度が上昇し、SPM や O_3 とほぼ同期した変動を示し、越境汚染の影響が指摘されている（早崎ら（2007))。一方、関東地方では、当該期間に 100 $\mu g/m^3$ 程度の SPM 値が観測されており、人為起源汚染物質からの二次粒子生成も疑われる。

ライダー観測近傍の格子点における SPM 及び SO_2 の偏差による汚染状況の解析から、人為的な汚染気体の存在が示された。表 4 の黄砂飛来状況分類区分で設定した「非黄砂」に該当すると考えられる。ライダーによって黄砂が観測されなかった地点も多かった。また、ライダーによって球形（汚染）粒子が観測されなかった地点は富山のみであった。エアロゾル中の化学成分の解析結果も、エアロゾル中に汚染物質が 5 事例の中で最も高い割合で含まれていたことを示した。

したがって、事例 4 のときは、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たと考えられる。

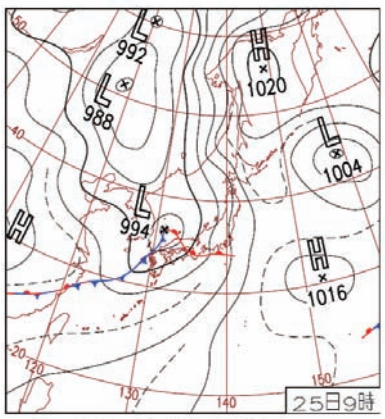
4.2.5. 2007年5月26－27日

(1) 気象概況

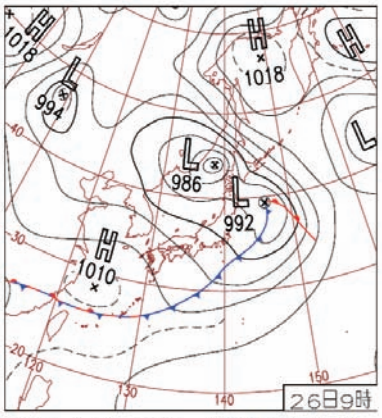
2007年5月25日から27日にかけての天気図を、図41に示した。図から、2007年5月25日は、寒冷前線をともなった低気圧が日本海を東進している。翌5月26日は、前日の寒冷前線をともなった低気圧が日本を横断し東海上に抜けているが、翌27日にかけてこの前線は日本の南海上で停滞し、梅雨前線を形成している。5月27日は、北日本を除き全国的に晴天（大分で猛暑日を観測）となった。

図42に、当該期間における運輸多目的衛星MTSAT-1Rの赤外1チャンネル等価黒体温度及び気象庁による地上気象観測点における現在天気で、砂塵嵐及び浮遊塵を観測した地点を示す。黄砂を観測した5月26日の2日前（5月24日）には、モンゴル中央部地域から東部及び内蒙古自治区にかけて砂塵嵐を観測している。翌5月25日には、図41の天気図に見られる寒冷前線の寒気側にあたる朝鮮半島と山東半島の一部で、浮遊塵を観測している。5月26日は日本列島を通過した低気圧の寒冷前線の寒気側にあたる九州地方から東北南部にかけての地域で浮遊塵を観測している。翌27日にかけて観測地点数に減少がみられるものの九州地方､四国地方､近畿地方、東海地方にかけて留まっている。

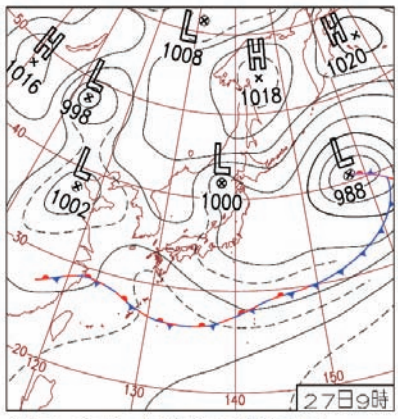
図43は､気象庁地域気象観測システムによる気温､風向風速､降水地点（1㎜/hour以上のみ）を示している。図42と図43を比較すると、2007年5月26日の15JSTにおける浮遊塵の観測範囲は、西寄りの風が吹いている九州から東北南部にかけての25℃以上の温度域にある地域に集中している。5月27日の15JSTでは、西寄りの風が吹いている九州、四国、近畿、東海の 25℃以上の温度域にある地域に集中して観測されている。



25日（金）日本海低気圧
前線を伴った低気圧が発達しながら日本海を東進。西日本～東北は朝から雨。北海道も次第に雨。各地で100mmを超える大雨。長野県御嶽山で190mm/24h。



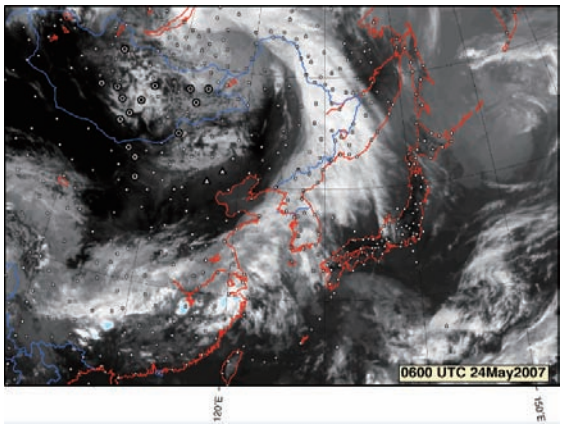
26日（土）奄美　遅い梅雨入り
低気圧は東海上に抜け西～東日本は晴れ間が戻ったが、北日本は別の低気圧の影響で曇りや雨。沖縄～東北の広範囲で黄砂。奄美地方で梅雨入り。統計開始以来最も遅い発表。



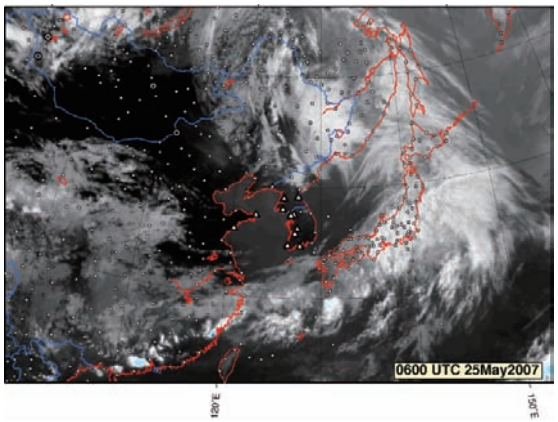
27日（日）今年初の猛暑日
西日本は高気圧に覆われて晴れて気温が上がる。大分県大分市犬飼は36.1℃と最高気温が35℃を超える猛暑日となった。一方、北海道は寒気の影響で5℃以下の低温。

図 41 黄砂飛来期間前後の地上天気図（気象庁）2007 年 5 月 25 日～27 日 09JST（00JTC）

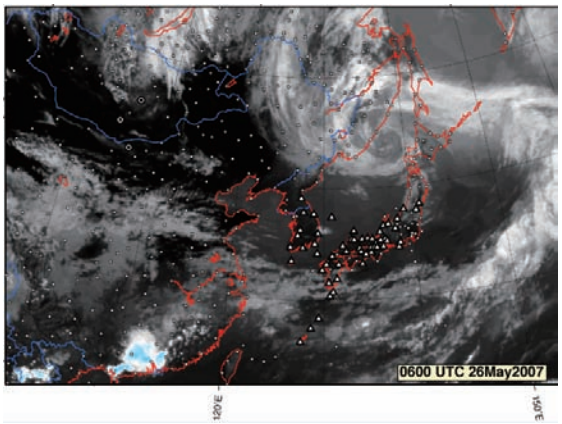
Day -2



Day -1



Day 0



Day +1

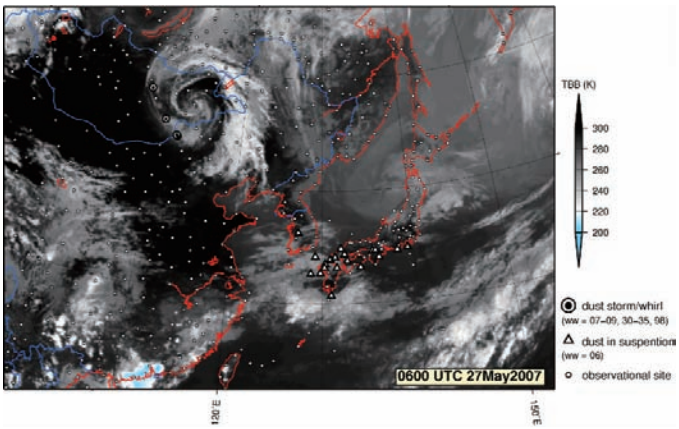


図 42 *黄砂飛来期間前後の運輸多目的衛星 MTSAT-1R の赤外 1 チャンネル等価黒体温度（equivalent black-body temperature；陰影部）および地上気象観測点における現在天気で，砂塵嵐（二重丸）・浮遊塵（三角）を観測した地点（2007 年 5 月 24 日～5 月 27 日 15 JST（06 UTC））*

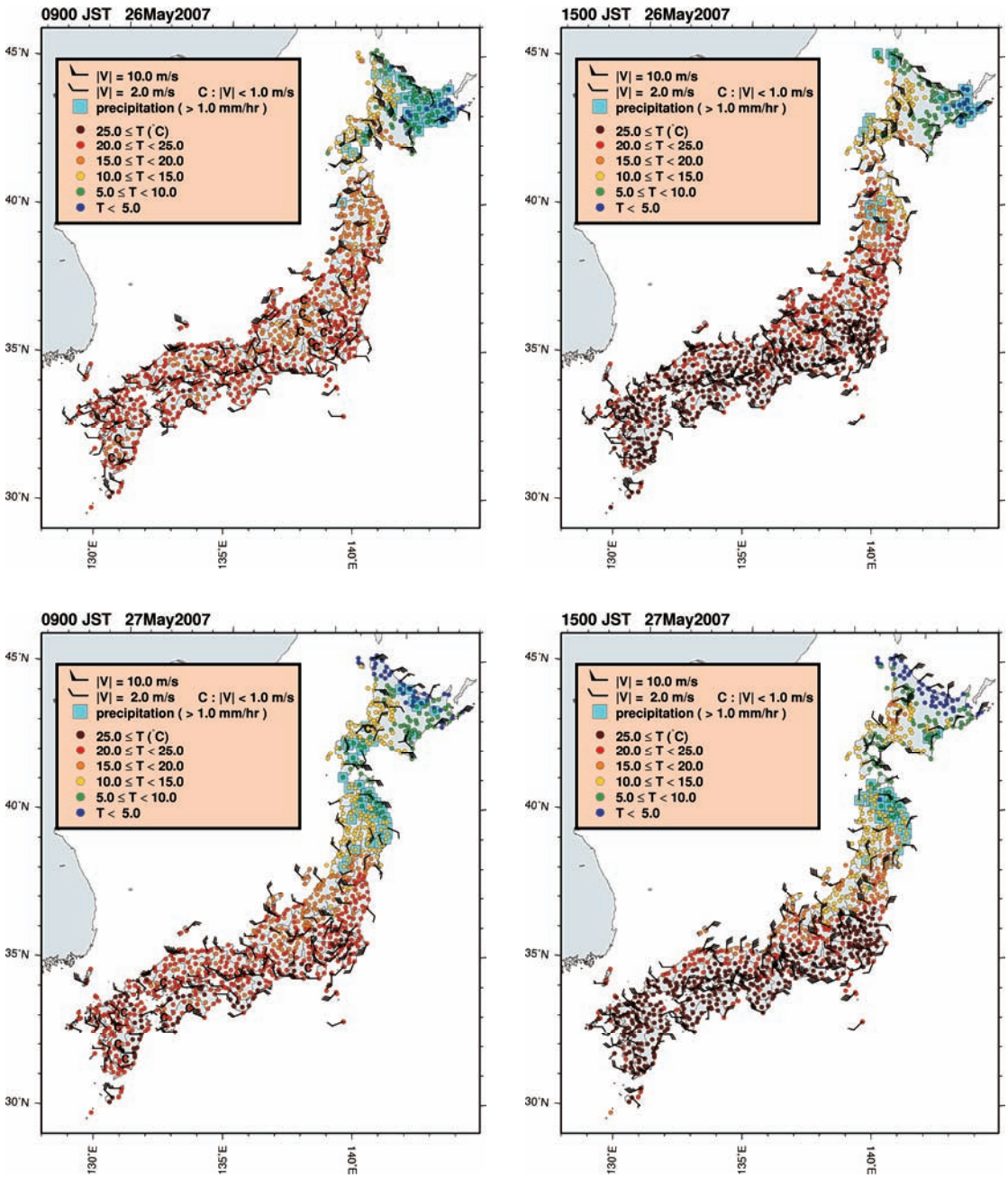


図 43　*気象庁地域気象観測システム Automated Meteorological Data Acquisition System (AMeDAS) による気温（色つき丸印）、風向風速（矢羽、気象台・測候所のみ）、降水（1mm/hour 以上のみ、水色の四角）（2007 年 5 月 8 日、9 日の 09 JST （00 UTC）および 15 JST （06 UTC））*

(2) 大気汚染物質の動態

図 44 に 2007 年 5 月 26 日から 27 日にかけての格子平均 SPM 濃度の空間分布を示した。図から、2007 年 5 月 26 日の 15JST では、図 42 の浮遊塵の観測地点分布と同様に九州地方から東北地方南部にかけて SPM 高濃度域が広がっている。SPM 濃度の極大は、測定局濃度で 200$\mu g/m^3$程度で、黄砂飛来に伴うと思われる SPM 濃度上昇を期間中に 2 回観測している。1 回目は、5 月 26 日に九州北部から近畿、中部地方までである。2 回目は、5 月 27 日に九州から中国及び四国の西部（瀬戸内海沿岸）が中心となっている。これら 2 回の SPM 濃度上昇時の空間分布の変化と、図 42 の浮遊塵の観測地点の分布は、非常によく対応している。

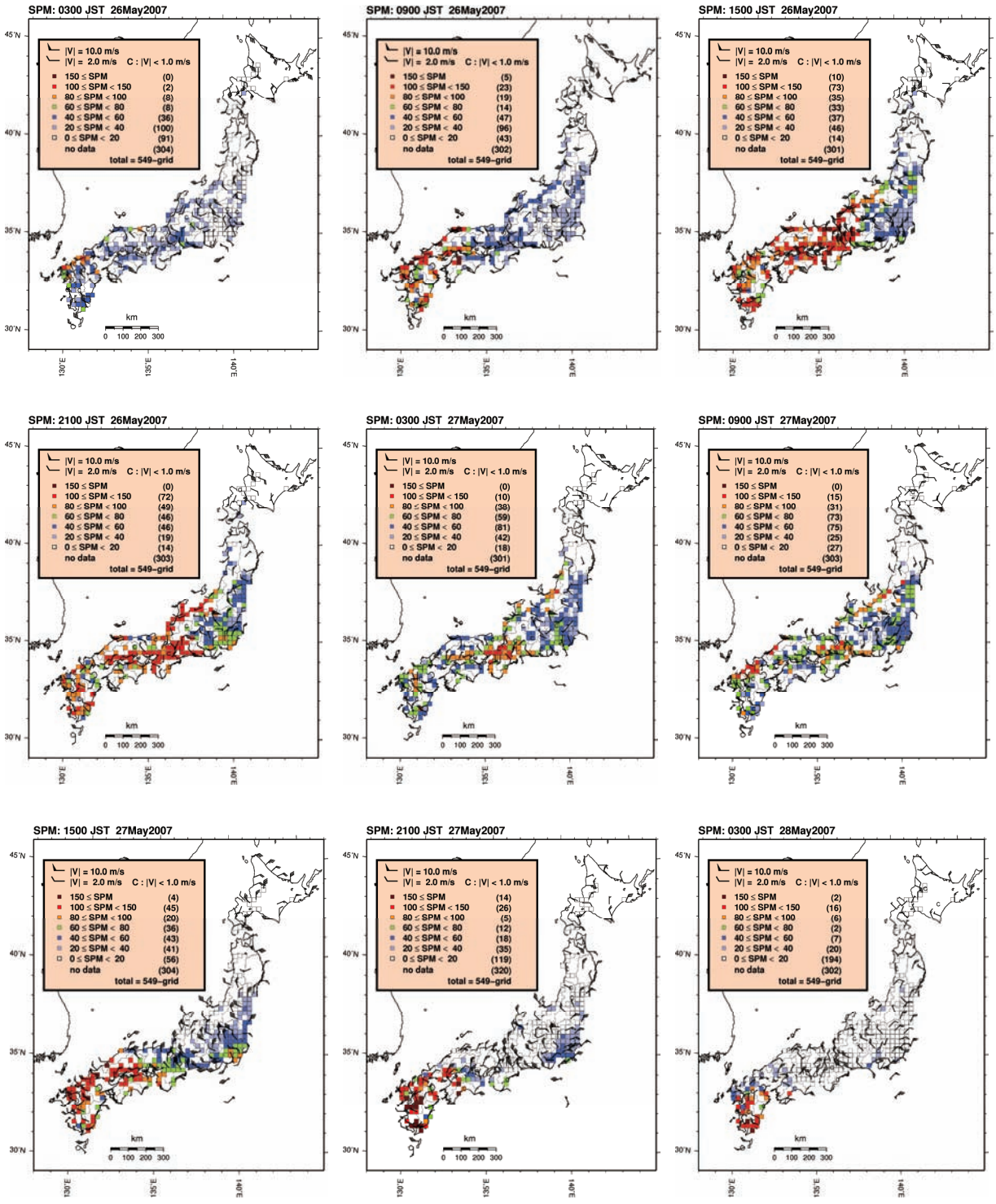


図 44　格子平均 SPM 濃度の空間分布（2007 年 5 月 26 日の 03JST から 5 月 28 日 03JST）

図 45 は、ライダー観測近傍の格子点における 2007 年 5 月 24 日 00JST から同年 5 月 29 日 23JST までの SPM（上段）及び SO_2（下段）の格子平均およびその偏差時系列を示したものである。札幌を除く格子点において、SPM に正偏差がみられる。特に、長崎の格子点における SPM 正偏差は極めて大きくなっており、松江、富山、新潟、がそれに次いでいる。また、長崎の SPM 値の正偏差は、二つのピークを有していることがわかる。一方、当該期間における SO_2 の偏差時系列では、長崎、松江、富山、つくばの格子点において正偏差がみられ、SPM の正偏差に同期して顕著な変化をみせているのは長崎の格子点である。

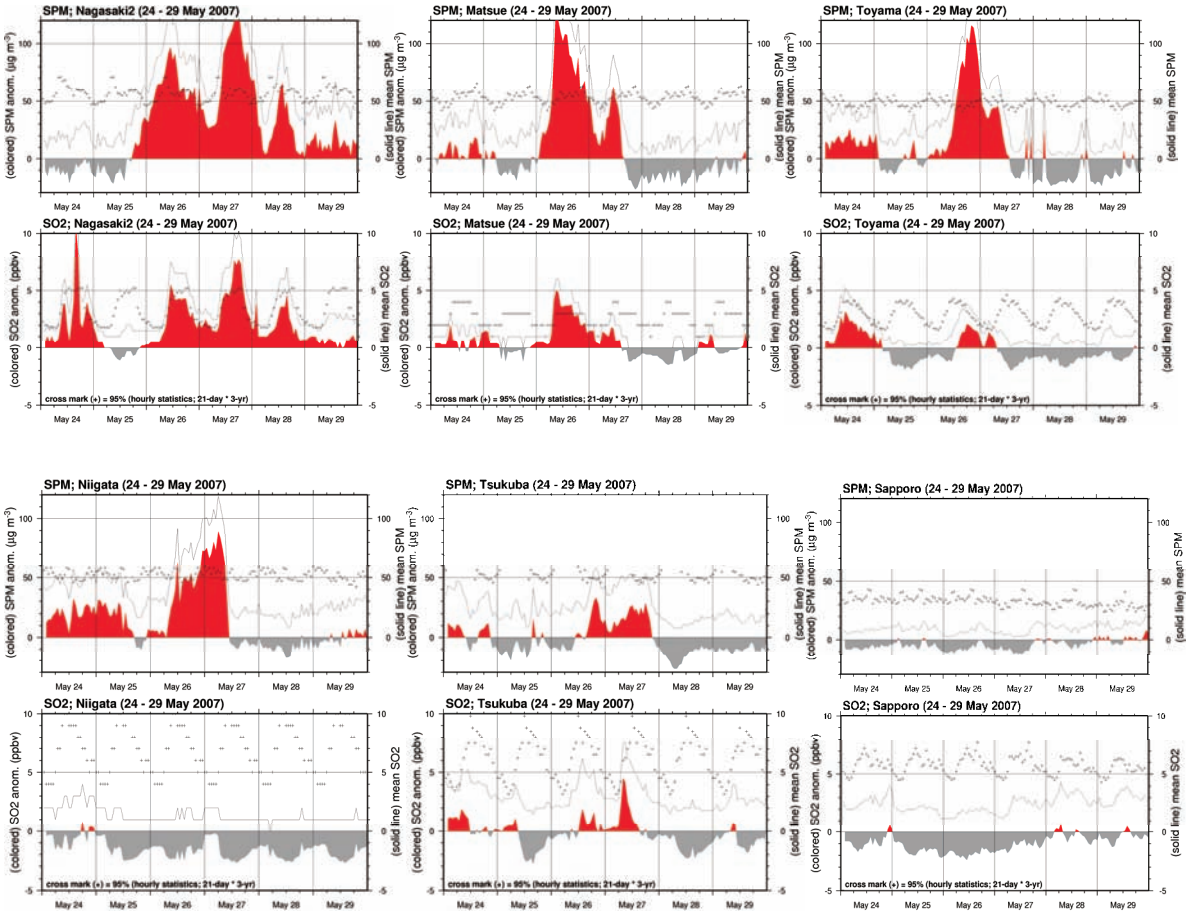


図 45 ライダー観測近傍の格子点における SPM（上段）、SO_2（下段）の格子平均およびその偏差時系列（2007 年 5 月 24 日 00 JST から同年 5 月 29 日 23JST）

（左上から長崎、松江、富山、新潟、つくば、札幌。格子平均偏差の計算に用いた平均値は、対象日前後の 10 日ずつ（計 21 日間）の測定値を時刻別に 3 年平均（2004－2006 年）して算出（データ個数は最大 63 個；欠測値は除外する）。図中の＋は、平均値算出で使用したデータの 95 パーセンタイル値。）

(3) ライダー観測

長崎では、5 月 25 日から 28 日まで、持続した黄砂が観測されており、最大濃度は 26 日未明の高度 1km 以下となっている。松江では、上端が 3km 程度に達しており、26 日朝に非常に濃くなるが、その後急速に終息している。富山もほぼ同様の変化を呈している。新潟は、26 日朝から 24 時間程度継続し、上端はやはり 3km に達している。つくばも新潟に似ているが、ピークがはっきりしていない。

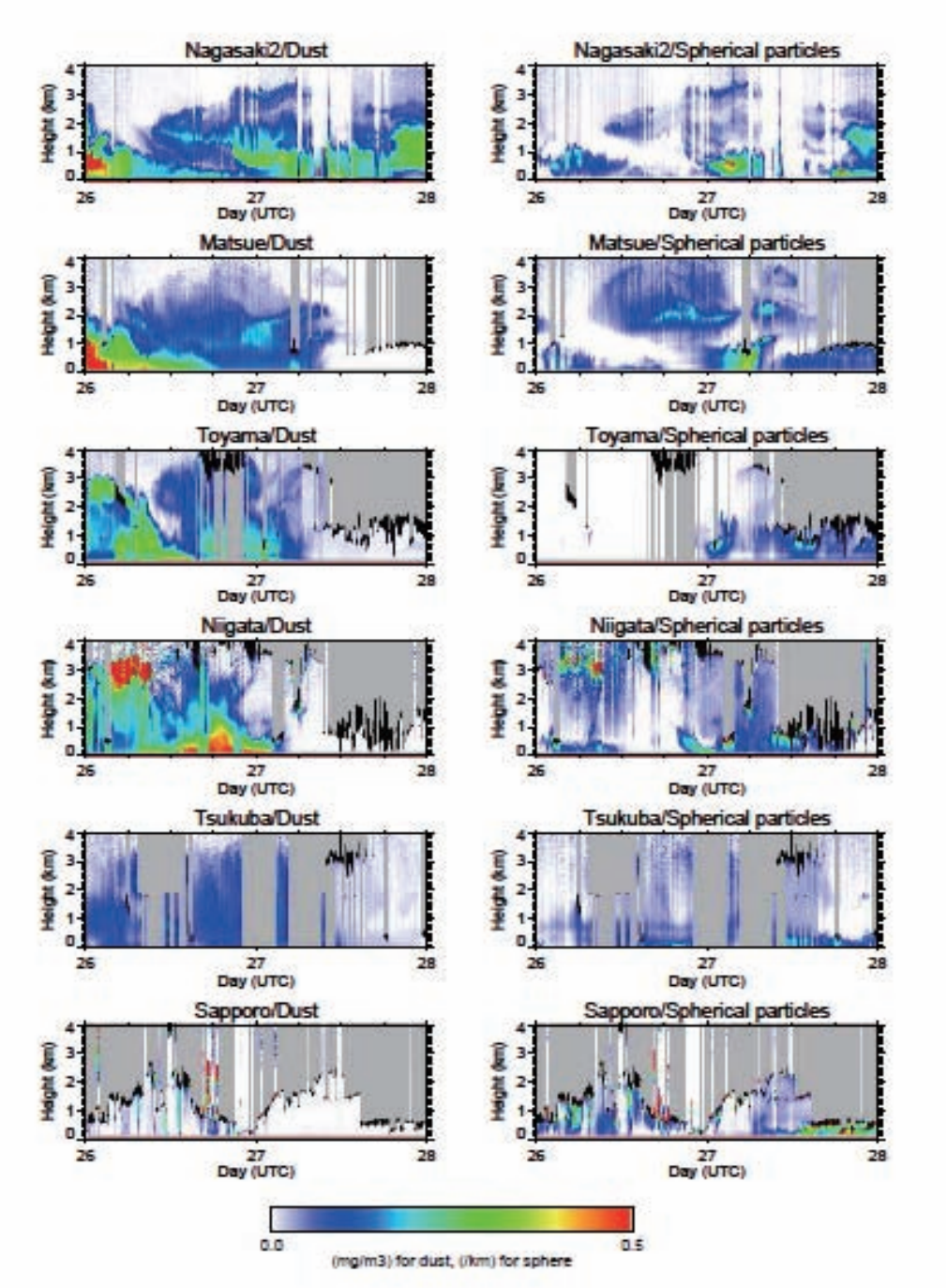


図 44　ライダー観測（2007 年 5 月 26 日～27 日）

（ライダーによる(左）黄砂質量濃度と(右）球形粒子 532nm 消散係数の時間ー高度断面図。上から長崎、松江、富山、新潟、つくば、札幌。ライダーにより雲と判定された高度は黒、それより上や雨と判定された時間帯の全高度を灰色で塗り分けてある。横軸は実態調査の日程に対応する世界協定時の 2 日分。縦軸は高度。）

また、当該期間における CFORS の結果を図 47 に示す。この図から、23 日に発生した黄砂の前面には、強い南風が入り込んでおり、東進速度は小いが本体は徐々に南に広がり長江付近に達している。その後黄砂全体が東へ進み、その前面で濃度の水平勾配が大きいことと、南西風成分が卓越しているのが特徴的である。

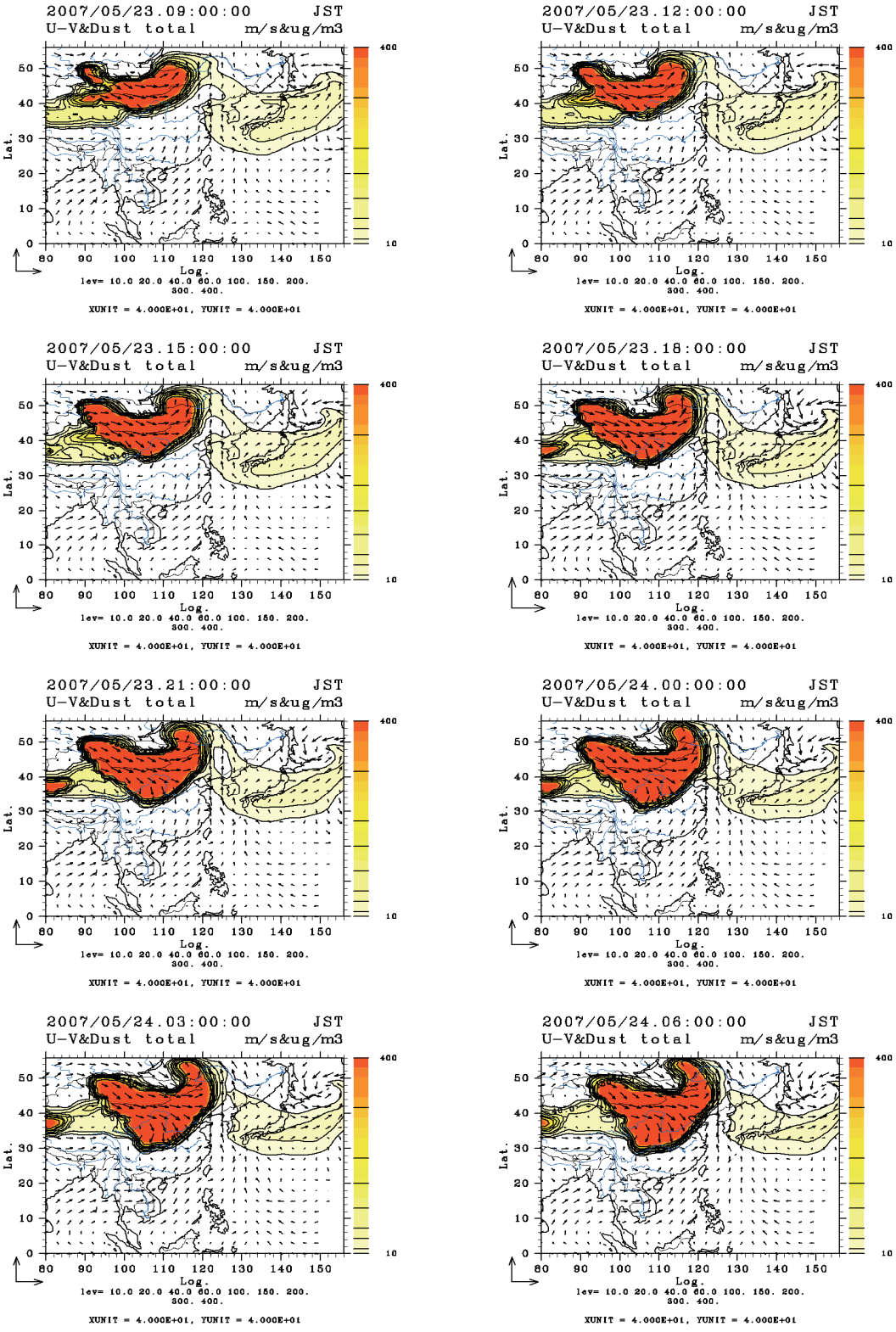


図 47　CFORS（2007 年 5 月 23 日 09：00～5 月 24 日 06：00）

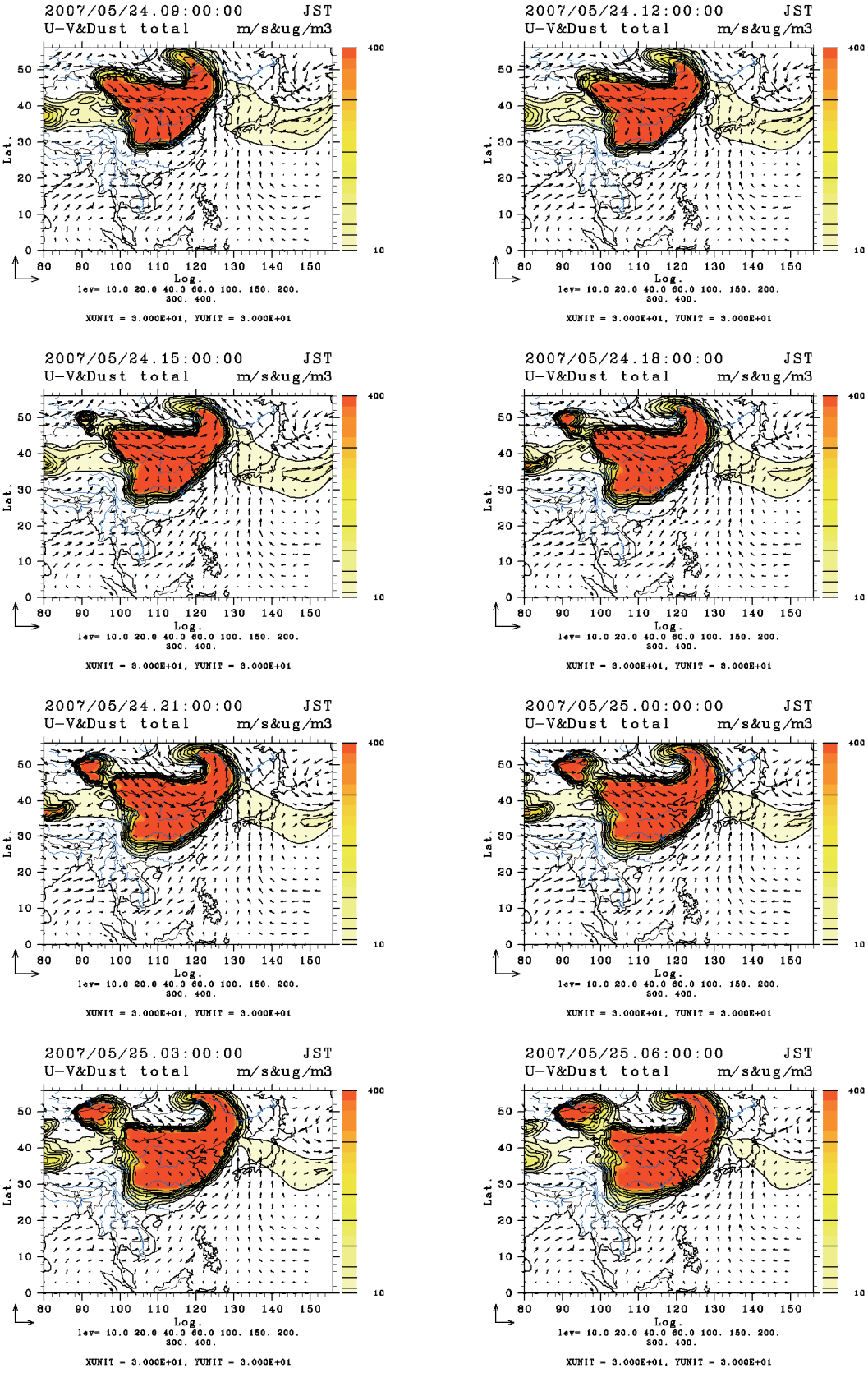


図 47　CFORS（2007 年 5 月 24 日 09：00～5 月 25 日 06：00）

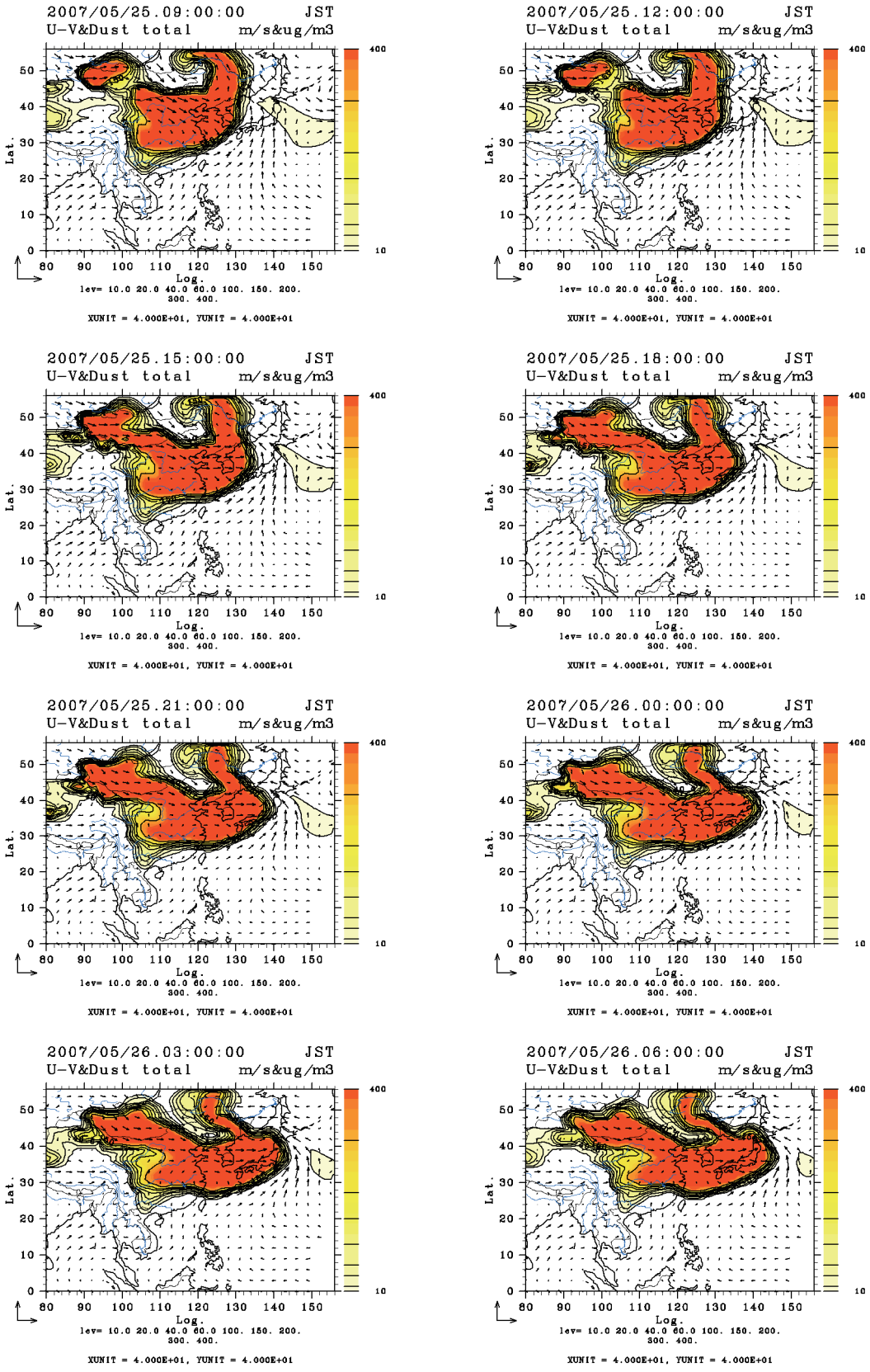


図 47　CFORS（2007 年 5 月 25 日 09：00～5 月 26 日 06：00）

4.3. 総合解析

第3章において、ライダー観測近傍の格子点における SPM 及び SO_2 の偏差による汚染状況の解析により「黄砂飛来による単独型」と分類された地点は、ライダー観測結果によれば、地上付近に黄砂が飛来していた。このときの汚染物質の混在の程度を示す（NO_3^- + $nssSO_4^{2-}$）/ TSP と exAnion の平均値は、それぞれ 0.05、0.0007 であった。「黄砂と汚染された気体の混在型」と分類された地点は、ライダー観測結果によれば、地上付近に黄砂が飛来しており、多くが大気汚染由来の粒子状物質も観測されていた。このときの（NO_3^- + $nssSO_4^{2-}$） / TSP と exAnion の平均値は、それぞれ 0.14、0.0014 であり、「黄砂飛来による単独型」の平均値より高かった。これは、エアロゾル中の汚染物質の割合が高かったことを示唆している。また、前述のように、exAnion は黄砂粒子に付着する可能性がある硫酸イオンと硝酸イオンの積算値である。黄砂粒子表面への硫酸塩や硝酸塩の付着はこれまでに論文等で報告されており、本調査で得られた結果は、「黄砂と汚染された気体の混在型」のときの方が、「黄砂飛来による単独型」のときより、黄砂粒子に付着している可能性がある硫酸イオンや硝酸イオンが高い割合で存在していたことを示している。

「非黄砂型」の地点は、ライダーによって黄砂は観測されておらず、地上付近では球形（汚染）粒子の卓越がみられた。このときの（NO_3^- + $nssSO_4^{2-}$） / TSP と exAnion の平均値は、それぞれ 0.16、0.0012 であった。

(4) TSP と化学成分の特徴

捕集期間中に、0.5 mm 以上の降水が記録されなかった地点は、長崎、太宰府、松江、金沢、立山、巻、犬山、つくばであった。調査地点における浮遊粉じん量 TSP は、それぞれ、153 $\mu g/m^3$、194 $\mu g/m^3$、205 $\mu g/m^3$、203 $\mu g/m^3$、95 $\mu g/m^3$、271 $\mu g/m^3$、298 $\mu g/m^3$、202 $\mu g/m^3$ であり（表 7)、九州北部から中部にかけて 200 $\mu g/m^3$ 前後の値となった。($NO_3^- + nssSO_4^{2-}$) / TSP は、それぞれ 0.14、0.15、0.13、0.10、0.12、0.08、0.10、0.09 となり、全地点で 0.1 前後の値を呈した。exAnion / TSP は、それぞれ 0.0017、0.0014、0.0014、0.0012、0.0012、0.0010、0.0013、0.0011 であり、全地点で 0.001 以上となった。

(5)まとめ

図 44 から、地上の SPM 濃度の空間分布は、北海道と東北地方北部を除き広範囲に展開し、SPM 濃度の極大は、200 $\mu g/m^3$ 程度と非常に高濃度になっており、期間中に二度の極大値を呈している。特に、長崎においては、この二度の極大値を示す現象を非常によくとらえている。また、当該期間中の SO_2 偏差時系列は、長崎及び松江の場合は SPM の正偏差と同期しており、濃度の上昇がみられる。一方、富山と新潟では SPM に正偏差がみられるものの SO_2 の濃度上昇はあまりみられない。

ライダー観測近傍の格子点における SPM 及び SO_2 の偏差による汚染状況の解析では、2007 年 5 月 26 日及び 27 日にかけての黄砂飛来は、5 月 25 日に日本海上にあった寒冷前線をともなう低気圧の東進により、同寒冷前線の寒気側で黄砂と汚染気体とが混合した状態で観測されたと考えられる。長崎及び松江の格子点においては黄砂飛来と汚染された気体が混在しており、富山及び新潟の格子点においては黄砂飛来と汚染された気体の混在が少ないと考えられる。よって、長崎及び松江は、表 4 の黄砂飛来状況分類区分で設定した「黄砂飛来と汚染された気体の混在型」、富山及び新潟は「黄砂飛来による単独型」の黄砂飛来状況に該当すると考えられる。ライダーでは、長崎、松江、富山、新潟で黄砂と球形（汚染）粒子が観測された。エアロゾル中の化学成分の解析結果は、汚染物質が 5 事例の中で相対的に高い割合で含まれているとともに、硝酸イオン及び硫酸イオン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ことを示した。

したがって、事例 5 のとき、西日本と東日本に黄砂が飛来していたと考えられる。また、5 事例の中では、大気中に汚染物質が相対的に高い割合で存在するとともに、硝酸イオンと硫酸イオン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と考えられる。

表 8 黄砂飛来状況解析結果

	調査地点	黄砂飛来状況分類結果	ライダー解析結果	浮遊粉じん量 (TSP)	(NO_3^- + $nssSO_4^{2-}$) /TSP (1)	exAnion / TSP(2)
2006 年 04 月 08 日	長崎	混	◎+	N/A	N/A	N/A
～	太宰府	非	N/D	144 $\mu g/m^3$	0.10	0.0009
2006 年 04 月 09 日	松江	単	◎	N/A	N/A	N/A
	金沢	単	N/D	N/A	N/A	N/A
	立山	単	◎	N/A	N/A	N/A
	巻	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	犬山	単	N/D	318 $\mu g/m^3$	0.03	0.0003
	つくば	N/A	△	N/A	N/A	N/A
	札幌	N/A	●+	N/A	N/A	N/A
2006 年 04 月 18 日	長崎	N/A	◎+	N/A	N/A	N/A
～	太宰府	N/A	N/D	N/A	N/A	N/A
2006 年 04 月 19 日	松江	混	◎	66 $\mu g/m^3$	0.14	0.0014
	金沢	非	N/D	204 $\mu g/m^3$	0.09	0.0012
	立山	混	◎	252 $\mu g/m^3$	0.12	0.0016
	巻	単	N/A	198 $\mu g/m^3$	0.16	0.0017
	犬山	混	N/D	165 $\mu g/m^3$	0.13	0.0016
	つくば	N/A	△+	174 $\mu g/m^3$	0.18	0.0018
	札幌	N/A	●+	41 $\mu g/m^3$	0.09	0.0010
2007 年 04 月 01 日	長崎	単	◎+	N/A	N/A	N/A
～	太宰府	単	N/D	509 $\mu g/m^3$	0.04	0.0005
2007 年 04 月 02 日	松江	単	◎	419 $\mu g/m^3$	0.03	0.0004
	金沢	単	N/D	261 $\mu g/m^3$	0.03	0.0004
	立山	単	◎	404 $\mu g/m^3$	0.02	0.0004
	巻	N/A	◎	N/A	N/A	N/A
	犬山	単	N/D	N/A	N/A	N/A
	つくば	単	◎+	178 $\mu g/m^3$	0.05	0.0006
	札幌	N/A	●	N/A	N/A	N/A

表 8 黄砂飛来状況解析結果

	調査地点	黄砂飛来状況 分類結果	ライダー 解析結果	浮遊粉じん量 (TSP)	(NO_3^- + $nssSO_4^{2-}$) /TSP	exAnion / TSP
2007 年 05 月 08 日	長崎	非	●+	103 $\mu g/m^3$	0.25	0.0016
～	太宰府	混	N/D	122 $\mu g/m^3$	0.25	0.0010
2007 年 05 月 09 日	松江	非	●+	N/A	N/A	N/A
	金沢	非	N/D	107 $\mu g/m^3$	0.21	0.0009
	立山	非	◎	189 $\mu g/m^3$	0.12	0.0009
	巻	非	◎+	151 $\mu g/m^3$	0.14	0.0008
	犬山	非	N/D	97 $\mu g/m^3$	0.16	0.0009
	つくば	非	●+	83 $\mu g/m^3$	0.19	0.0008
	札幌	N/A	●+	57 $\mu g/m^3$	0.11	0.0005
2007 年 05 月 26 日	長崎	混	◎+	153 $\mu g/m^3$	0.14	0.0017
～	太宰府	混	N/D	194 $\mu g/m^3$	0.15	0.0014
2007 年 05 月 27 日	松江	混	◎+	205 $\mu g/m^3$	0.13	0.0014
	金沢	混	N/D	271 $\mu g/m^3$	0.08	0.0010
	立山	単	◎+	298 $\mu g/m^3$	0.10	0.0013
	巻	単	◎+	202 $\mu g/m^3$	0.09	0.0011
	犬山	単	N/D	203 $\mu g/m^3$	0.10	0.0012
	つくば	N/A	●	95 $\mu g/m^3$	0.12	0.0012
	札幌	N/A	●+	N/A	N/A	N/A

単：黄砂飛来による単独型、混：黄砂と汚染された気体の混在型、非：非黄砂

◎：黄砂を地上と上空で観測、△：黄砂を上空のみで観測、●：黄砂を観測せず、+：球形（汚染）粒子が地上付近で卓越

N/A: 判定不能

N/D: 欠測

（１）(NO_3^- + $nssSO_4^{2-}$) /TSP：浮遊粉じん中の汚染物質の割合

（２）exAnion / TSP：黄砂への付着が疑われる汚染物質の割合

東アジア酸性雨観測ネットワーク（EANET）測定局の隠岐及び八方尾根における PM10、PM2.5、O_3、SO_2の時間変化を図 48 に示した。これらの O_3と SO_2の値は、測定局が離島または山岳地にあるため、少なくとも測定局近傍の汚染影響（国内起源の汚染影響）が少ないと認識されている。上述した 5 事例について、PM10 濃度変化とほぼ同期して SO_2濃度が変化しているのは、事例 2、4、5 の 3 つとなっている。また、事例 4 の隠岐では、PM2.5/PM10 比 が 0.7 前後となり、粗大粒子よりも微小粒子が卓越していたことを意味している。なお、事例 1 及び 3 では，同比率は PM10 の極大時においては 0.5 以下となり、粗大粒子が卓越していることが分かる。

また、ライダー観測結果から、「黄砂と汚染された気体の混在型」のケースでは、黄砂が地上だけでなく比較的上層にまで及んでいる（ないし上空を黄砂層のボディが通過する）場合があることが判明した。一方、「黄砂飛来による単独型」のケースでは、地上付近の低い層に高濃度の黄砂が集積している場合もあることが、EANET の八方尾根（標高 1,850m）においてエアロゾル粒子の顕著な濃度上昇をしていない事などから示唆された。

これらの考察から、下層に限定された黄砂が飛来する場合には、気象条件による当該日の個別の影響をあまり加味しない場合は、中部山岳域の下流側に当たる関東地方では、高濃度の黄砂が直接飛来しにくい要因となっていると思われる。換言すれば、関東地方の地表付近で観測される黄砂は、(1) 日中の混合層発達に伴い上空を通過している黄砂を下層付近に取り込む、(2) 山岳を迂回した黄砂が、下層の東風ないし南よりの風により鹿島灘側かまたは相模湾側から輸送される、という 2 つのパターンがある場合が考えられる。

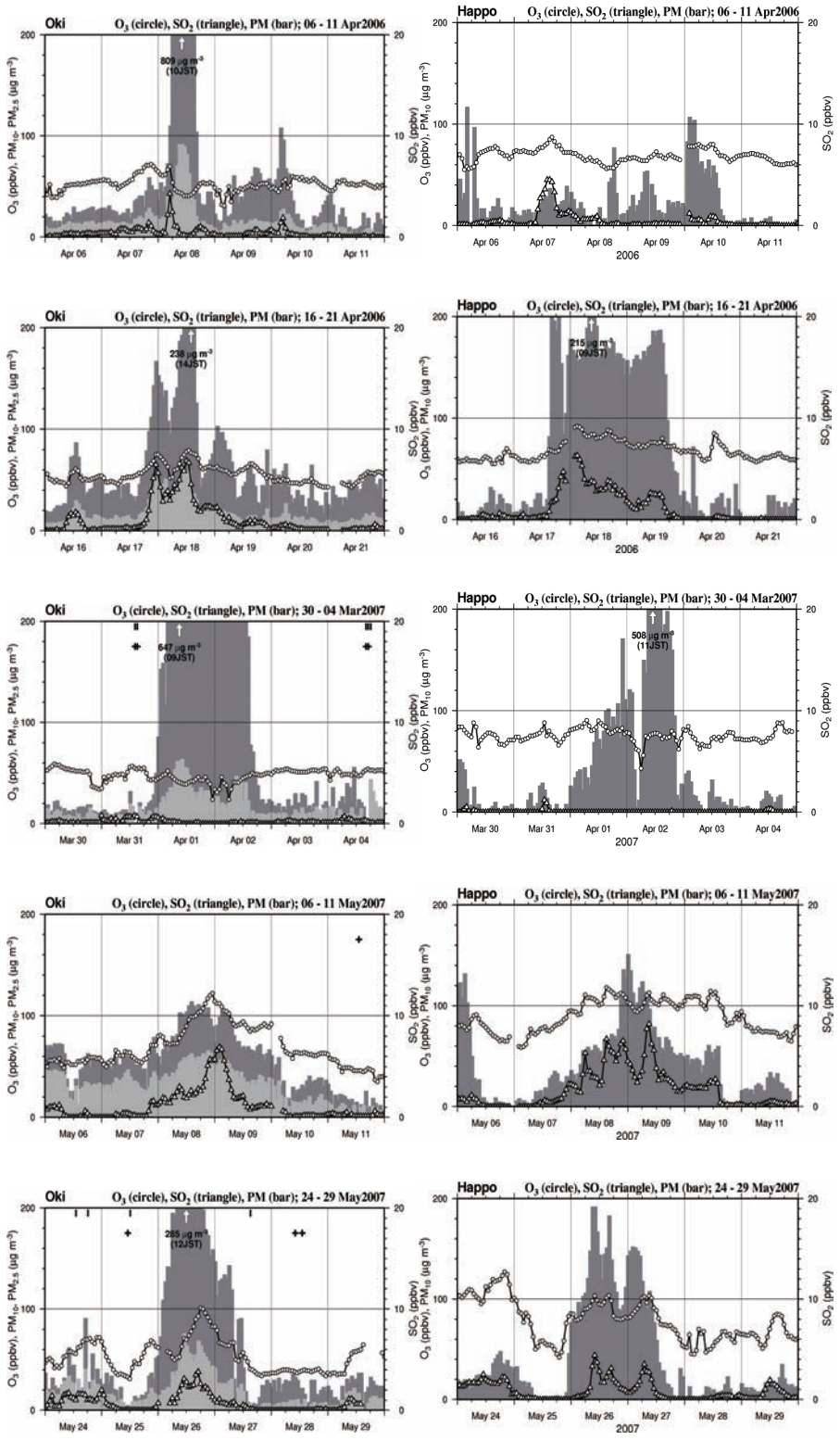


図 48 東アジア酸性雨観測ネットワーク（EANET）測定局の隠岐[6]（左列；N36 17 19 / E133 11 06、標高 90m）および八方尾根[7]（右列；N36 41 48 / E137 47 53、標高 1850 m）における大気汚染気体（O3, SO2；それぞれ丸印および三角印）と PM10（棒グラフ；隠岐は PM2.5（薄い棒グラフ）も表示）時系列。上段から、事例 1−5.

[6]隠岐諸島、島後北西部・福浦崎灯台から東 200m。西郷市から北西 15 km。付近は草地、低い松林。
[7]北アルプス唐松岳八方尾根スキー場の頂上付近に位置する。麓側 50m に山小屋。周囲は低木・草地。

5. 総括

１）浮遊粉じん濃度については、長崎、太宰府、巻において平均値より高くなることが多かった。また同一調査日において比較すると東日本に比べて西日本、太平洋側に比べると日本海側の浮遊粉じん濃度が高くなる傾向が見られた。

２）黄砂の粒径については、多くの調査地点で、粒径 4μm 付近に代表粒径があり、黄砂発生源に近い西日本地方の方が、飛来黄砂の粒径が大きめであった。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。

３）浮遊粉じんの成分は、硫酸イオン等の汚染物質の濃度が、黄砂飛来日によって高い日と低い日があり、気象条件等により様々な黄砂の飛来形態があることがわかった。黄砂時と非黄砂時の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非海塩性 SO_4^{2-}及び NO_3^-の濃度が、黄砂時に高く、非黄砂時には低くなっていた。なお、黄砂への汚染成分の付着状況は一様ではなかったが、これは、発生地域や飛来経路、滞留時間によって異なることが示唆された。

４）本調査で分析を行った農薬成分の濃度と環境省 POPs モニタリング調査結果を比較検討したところ、本調査結果は環境レベルまたはそれ以下の値であった。また、本調査結果で検出された農薬は日本で使用されているものが多く、国内において使用が禁止されている農薬についても、土壌中に残留していることが考えられることから、本調査で検出された農薬が大陸起源であると判定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の影響はほとんどないと考えられる。

５）比較的大規模な黄砂が飛来した 5 事例について、SPM 値やライダー観測結果等から総合的に解析したところ、黄砂と汚染物質状況は以下のとおりと考えられた。

・事例 1（2006 年 4 月 8 日～9 日）：　黄砂は中国地方東部から近畿及び中部、ならびに関東を中心に帯状に飛来したと考えられる。また、広範囲に広がる黄砂飛来の中心部より周縁部で、大気中の汚染物質の割合が高かったと考えられる。

・事例 2（2006 年 4 月 18 日～19 日）：　黄砂は北海道の一部や南西諸島を除き全国的に飛来していたと考えられる。また、今回取り上げた 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、硝酸イオンと硫酸イオン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と考えられる。

・事例 3（2007 年 4 月 1 日～2 日）：　北海道と南西諸島を除く全国に黄砂が飛来していたと考えられる。このとき、汚染物質は今回取り上げた 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と考えられる。

・事例 4（2007 年 5 月 8 日～9 日）：　黄砂の影響は上空に限られ、地上では主に大気汚染物質により、粉じん濃度が高くなったと考えられる。

・事例 5（2007 年 5 月 26 日～27 日）：　西日本と東日本に黄砂が飛来していたと考えられる。また、5 事例の中では、大気中に汚染物質が相対的に高い割合で存在するとともに、硝酸イオンと硫酸イオン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と考えられる。

6. 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 4μm 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 2.5μm 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。

参考文献リスト

1. 早崎将光, 菅田誠治, 大原利真, 若松伸司, 宮下七重, 2007：1992-2004 年度の SPM 環境基準達成率に対する黄砂現象の影響, 大気環境学会誌, 42(3), 188-199.
2. 早崎将光, 大原利真, 黒川純一, 鵜野伊津志, 清水厚, 2008：2007 年 5 月 8-9 日に発生した広域的な光化学オゾン汚染：観測データ解析, 大気環境学会誌, 43, 225-237.
3. 板橋秀一,弓本桂也,鵜野伊津志,大原利眞,黒川純一,清水厚,山本重一,大石興引,岩本眞二, 大気環境学会 (投稿準備中)2007 年春季の越境大気汚染の化学輸送モデル CMAQ による解析
4. Atsushi Ooki and Mitsuo Uematsu (2005), Journal of Geophysical Research, Vol. 110, D3201, doi:10.1029/2004JD004737
5. 早崎将光, 黒崎泰典, 樋口篤志, 足立幸穂, 菅田誠治, 西川雅高, 大原利真, 若松伸司, 2006：MODIS 可視画像と SPM 時間値で捉えた 2006 年 4 月 8 日の帯状黄砂, 天気, Vol.53, 11.
6. 杉本伸夫, 岡本創 et al., 2005：ライダーが捉えた 2005 年 4 月 30 日の仙台の黄砂現象, 天気, Vol.52, 829-830 (2005)
7. Uno, I., et al. (2003), Regional chemical weather forecasting system CFORS: Model descriptions and analysis of surface observations at Japanese island stations during the ACE-Asia experiment, *J. Geophys. Res.*, 108(D23), 8668, doi:10.1029/2002JD002845.
8. 「環境省」保健・化学物質対策：http://www.env.go.jp/chemi/pops/monitoring/h16.html 等
9. 「環境省」2007：黄砂実態解明調査中間報告書
10. 「気象庁」HP（日々の天気図），：http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/index.html
11. 「気象庁」HP(過去の気象データ)，：http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php

謝辞

本調査報告書をとりまとめるにあたり、黄砂問題検討会の委員およびワーキンググループの委員の皆さま、調査およびデータ提供にご協力いただいた地方公共団体の皆さまに謝意を表します。また、解析に使用したデータおよび資料の提供に協力していただいた気象庁および関係機関の皆さまに感謝いたします。さらに、黄砂事例の実態解明に際して、運輸多目的衛星ひまわり 6 号のデータを提供いただいた、文部科学省特別教育研究費プロジェクト「地球気候系の診断に関わるバーチャルラボラトリーの形成」の一環として公開されている千葉大学環境リモートセンシング研究センターおよび文部科学省及び関連機関に謝意を表します。

資料編

- 分析方法（化学分析、農薬/POPS）
- 黄砂日の全調査地点におけるSPMとSO_2の経時変化
- 平成19年度黄砂実態解明調査において捕集したエアロゾル中の水銀成分濃度
- 化学成分分析結果の一覧表

分析方法（化学分析、農薬/POPS）

○　平成 17 年度における分析方法（化学分析、農薬/POP_S）

１）金属成分

金属成分の試料分析方法を次に示す。また、分析フローを図１に示す。

【前処理法】

試料ろ紙（50cm^2/400cm^2 分）をテフロン製容器に移し、フッ酸 3mL、硝酸 6mL、過酸化水素 1mL を加え密栓し、マイクロウェーブ分解装置で１時間分解処理を行う。

分解液をテフロンビーカーに移し、過塩素酸 1mL を加え、ホットプレート上で加熱する。分解後、メスフラスコを用いて定容し、測定試料とする。

【測定】

測定試料液中の金属成分は、ICP 質量分析計等を用いて測定した。金属成分の分析フローを図１に示す。

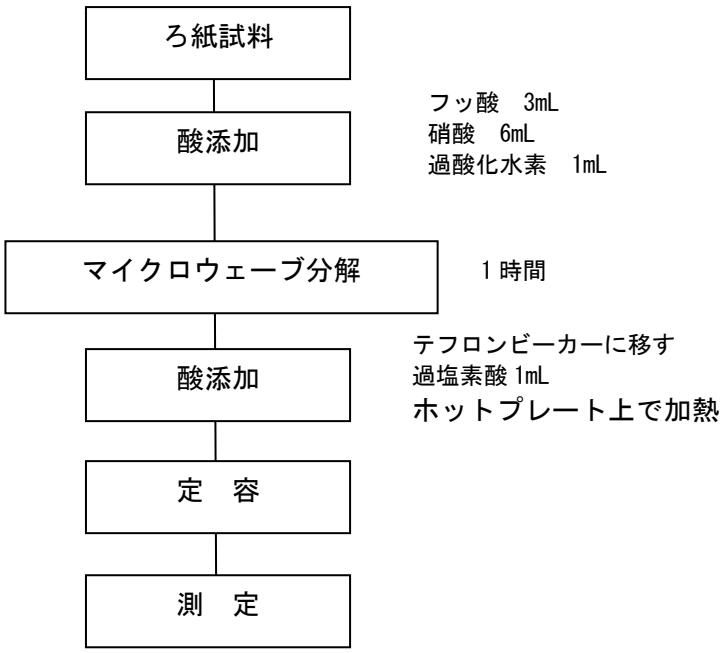


図１　金属成分の分析フロー

２）イオン成分

イオン成分の分析方法を次に示す。また、分析フローを図 2 に示す。

【前処理法】

試料ろ紙(50cm^2/400cm^2 分)をポリエチレン製容器に移し、純水 100mL を加え密栓し、20 分間超音波抽出を行う。抽出液を 0.45μm のメンブランフィルターを用いてろ過し、測定試料とする。

【測定】

測定試料中のイオン成分は、イオンクロマトグラム測定装置を用いて測定した。

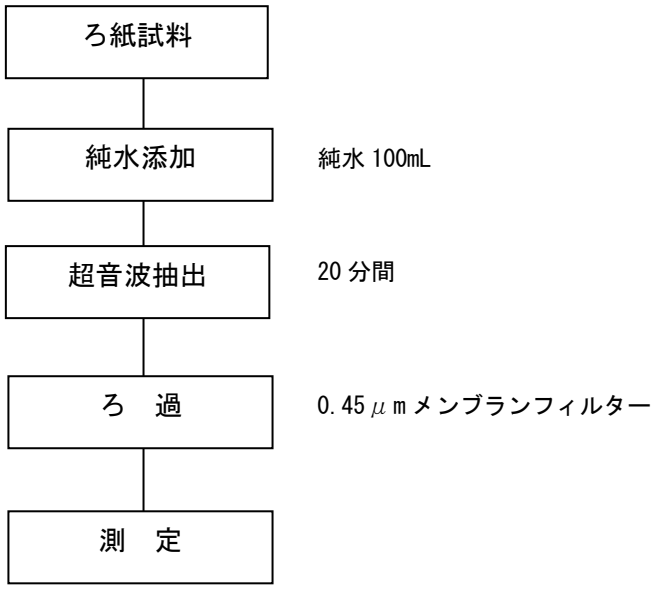


図 2　イオン成分の分析フロー

３）農薬成分

農薬成分の分析方法を次に示す。また、分析フローを図３に示す。

【前処理方法】

試料ろ紙を 100 mL 三角フラスコに入れ、サロゲート（最終濃度：0.1 または 0.5μg/mL）を添加した。これにアセトン／ジクロロメタン（1：1）適量を加え、10 分間超音波抽出を行う。この操作を 2 回繰り返した後、得られたアセトン／ジクロロメタン（1：1）溶液を無水硫酸ナトリウムで脱水し、ロータリーエバポレーターを用いて濃縮し、ヘキサンに転溶する。内標準物質（最終濃度：0.2μg/mL）を加え、窒素ガスを吹付け 100μL まで濃縮し測定試料とした。

【測定方法】

農薬成分の測定は、ガスクロマトグラフ質量分析計を用いた。

α、β、γ及びδ-ヘキサクロロシクロヘキサンとエンドリンはイオン化方法として NCI（Negative Chemical Ionization）を使用し、その他の農薬成分は EI（Electron Ionization）を使用した。

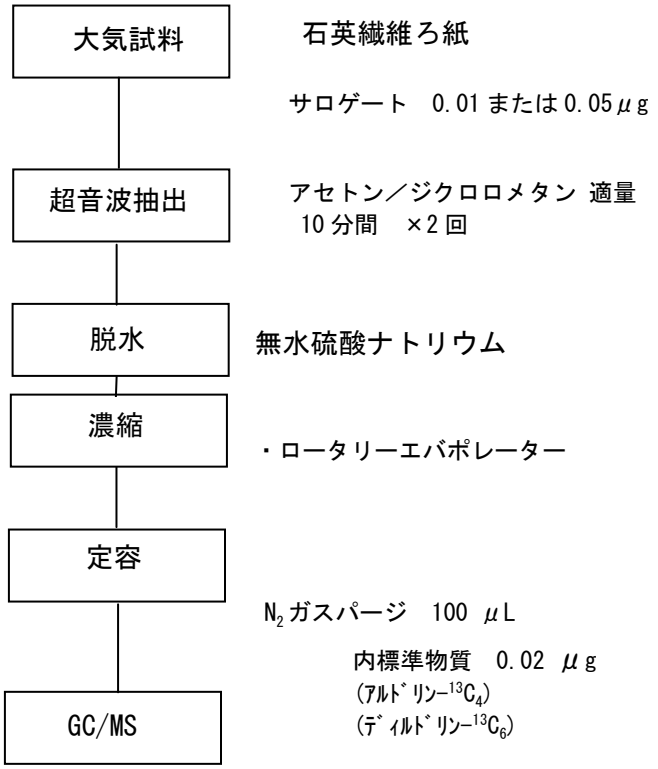


図３　農薬成分の分析フロー

○平成 20 年度における分析方法、分析項目 POPs 農薬など詳細

ア．分析項目
9 項目（BHC、DDT 類、エンドリン、プロチオホス、フェニトロチオン、クロルピリホス、ジクロルボス、クロロタロニル、ダイアジノン）

イ．分析
手引きに準拠し、大気中の POPs モニタリングの分析業務において捕集材からの POPs の抽出、前処理及び高分解能ガスクロマトグラフによる POPs 高感度分析に従事した経験、ならびに実績を有する者が業務に携わるものとする。なお、地方公共団体では図 4 により、POPs 等を捕集することとしている。
① 石英ろ紙はアセトンで 16～24 時間ソックスレー抽出を行う。また、その後トルエンで 16～24 時間ソックスレー抽出を行った液も作製しておくこと。ポリウレタンフォームはアセトンで 16～24 時間ソックスレー抽出を行う。活性炭素繊維フェルトはアセトンで 1 時間ソックスレー抽出を行った後、トルエンで 16～24 時間ソックスレー抽出を行う。
② 得られた抽出液にサロゲート物質を添加し、無水硫酸ナトリウムで脱水後濃縮しヘキサンに転溶する。フロリジルカラムクロマトグラフィーなどの適切なクリーンアップ操作を必要に応じて行う。
③ 内部標準物質を添加後定容し、測定試料とする。ただし、ポリウレタンフォームと活性炭素繊維からの抽出液は混合して、④の測定に供するものとする。
④ ③の試料について、高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計を用いて測定する。ただし、以下の表の検出下限値を満足させるものとする。
⑤ 測定については、手引きに従った精度管理を適切に実施し、必要に応じて提出可能な状態にしておくこと。

検出下限値　（単位：pg/m^3）

項　目	検出下限値	項　目	検出下限値
ジクロルボス	0.1	o,p'-DDE	0.07
α - ヘキサクロロシクロヘキサン	0.07	p,p'-DDE	0.1
β - ヘキサクロロシクロヘキサン	0.1	プロチオホス	0.1
γ - ヘキサクロロシクロヘキサン	0.1	エンドリン	0.1
δ - ヘキサクロロシクロヘキサン	0.1	o,p'-DDD	0.1
ダイアジノン	0.1	p,p'-DDD	0.1
クロロタロニル	0.1	o,p'-DDT	0.1
フェニトロチオン	0.1	p,p'-DDT	0.1
クロルピリホス	0.1		

ウ．その他
分析後の試料抽出液は、冷蔵庫内など５℃冷暗所で保存するものとする。

調査方法（大気試料の場合）の概要

各自治体より送付された大気試料について、分析対象物質についてガスクロマトグラフ質量分析計(HRGC/HRMS)により分析測定を行う。

図 4 に試料捕集材準備から測定までの概略を示した。

試料採取の確実性を確認するために、クリーンアップスパイクとして使用するもの（POPs,PCBs）をサンプリングスパイクとして、捕集材発送前に添加した。

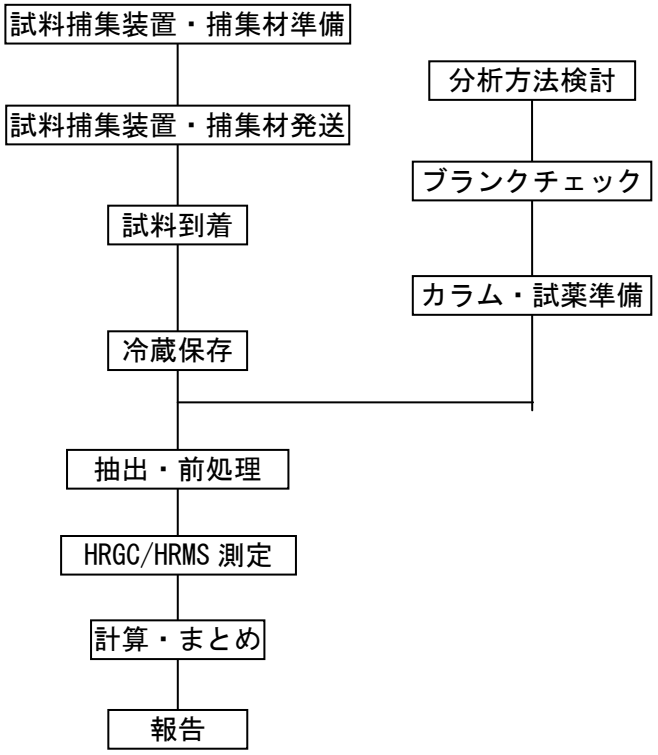


図 4 試料捕集材準備から測定までの概略

大気試料の受取りについて

受取り時に内容物を確認後、分析に着手するまでは冷蔵保存(5℃前後)する。

前処理方法

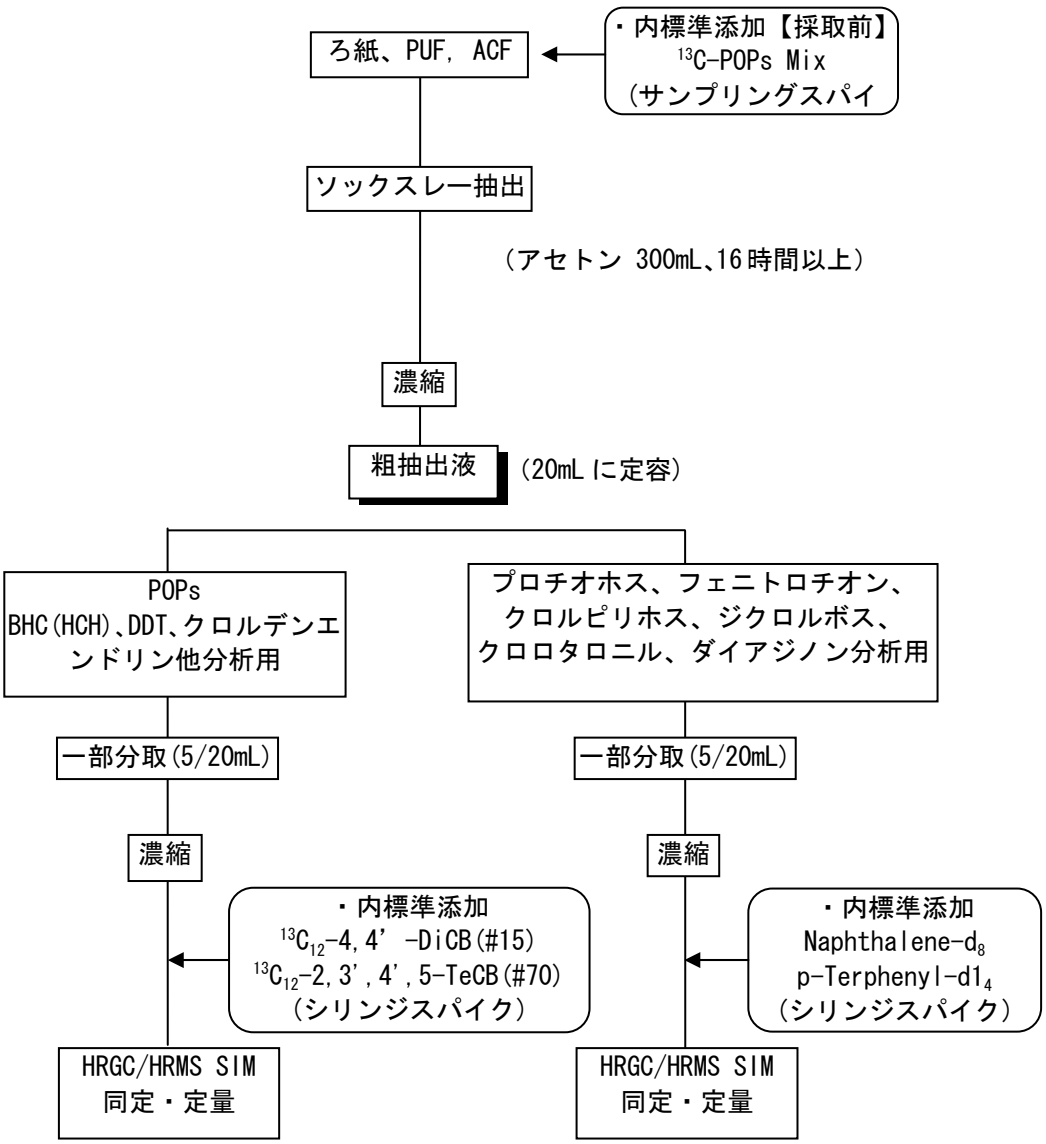


図5　前処理方法

精製方法(詳細)

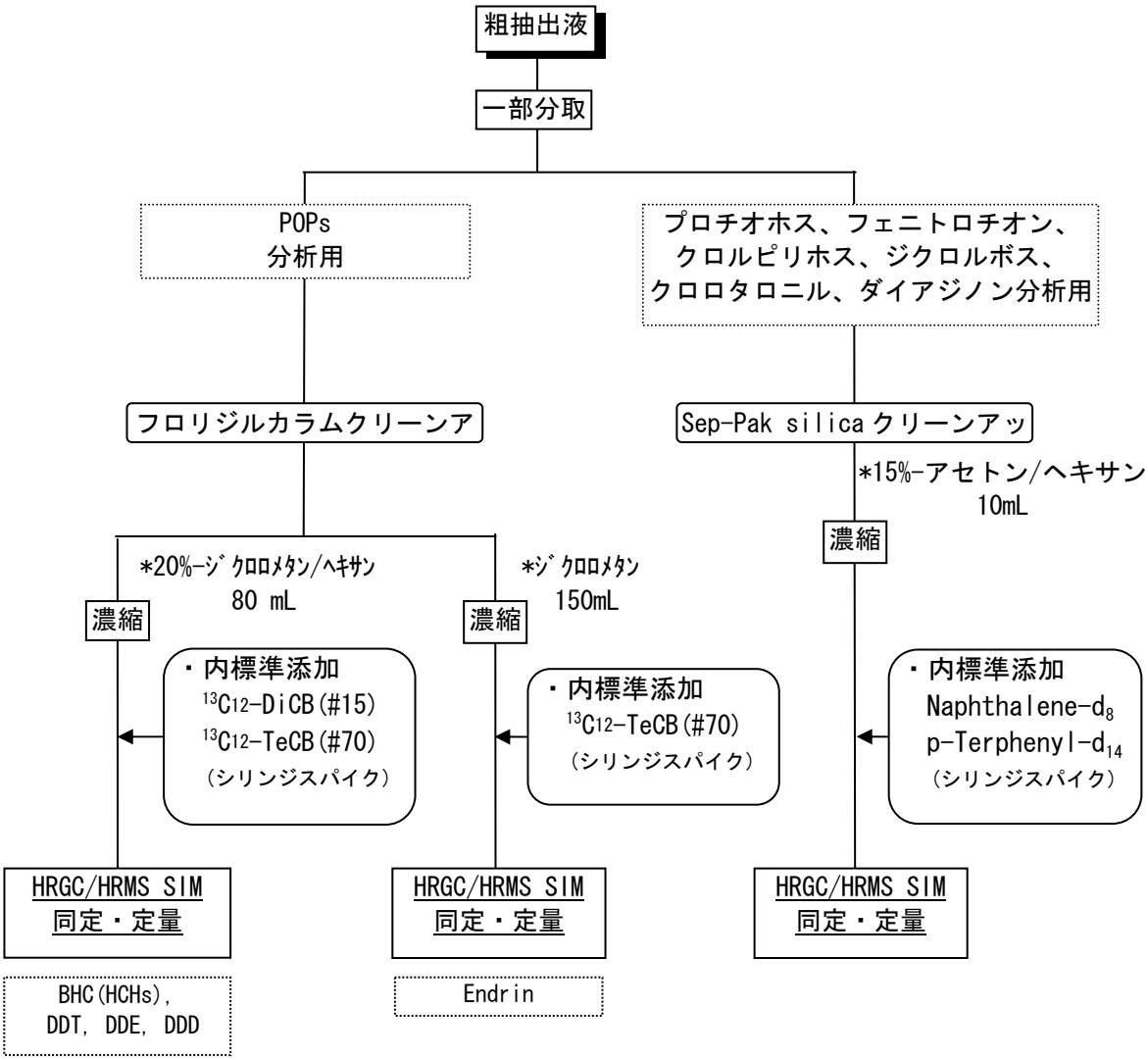


図6　精製方法（詳細）

分析方法

① HCH(BHC)、DDT類、エンドリンの分析方法

分析はガスクロマトグラフー質量分析計（GC-MS）にて SIM(Selected Ion Monitoring)法により行った。

分析条件

分析機器名　WATERS/Micromass 社製　ガスクロマトグラフー質量分析計
AUTOSPEC ULTIMA　ＧＣ部　HEWLETT PACKARD　HP-6890

ＧＣ部操作条件

分離カラム　DB-17HT（J&W）
fused silica capillary column　30m×0.32mm(id), 0.15μm

カラム温度　120°C——→ 160°C——→ 220°C——→ 300°C
(1min)(20°C/min)　(0min)　(3°C/min)　(0min)　(10°C/min)　(3min)

オンカラム注入法

ＭＳ部　条件

イオン化方法	EI
イオン化電圧	35eV
イオン化電流	500μA
加速電圧	8kV
インターフェース温度	300°C
イオン源温度	300°C
分解能	M/⊿M >10,000 (10% valley)

設定質量数

	M+	(M+2)+	(M+4)+
DDT(M-CCl_3)	235.0081	237.0053	
DDE(M-Cl_2)	246.0003	247.9975	
DDD(M-$CHCl_2$)	235.0081	237.0053	
Endrin(M-C_5H_6ClO)		262.8570	264.8541
HCH(M-H_2Cl_3)	180.9379	182.9349	
$^{13}C_{12}$-DDT(M-CCl_3)	247.0483	249.0454	
$^{13}C_{12}$-DDE(M-Cl_2)	258.0405	260.0376	
$^{13}C_{12}$-DDD(M-$CHCl_2$)	247.0483	249.0454	
$^{13}C_{12}$-Endrin(M-C_5H_6ClO)		269.8804	271.8775
$^{13}C_6$-HCH(M-H_2Cl_3)	186.9580	188.9550	
$^{13}C_{12}$-44' -DiCB(IUPAC #15)	234.0406	236.0376	
$^{13}C_{12}$-23' 4' 5-TeCB(IUPAC #70)	301.9626	303.9597	

同定及び定量

各分析対象物質と ^{13}C-内標準物質について各化合物でイオン強度の強い親イオン又はフラグメントイオンの内 2 つをモニターし、各分析対象物質の溶出する位置に相当するピークで、各２つのイオンの面積比率が標準品とほぼ同じで、天然同位体比の理論値に対して±15%以内のものを 目的物質として同定した。

内標準物質の添加量を基準に相対感度を用いて、内標準法により S/N 3 以上のピークについてピーク面積で定量した。

同定、定量に用いた標準物質を以下に示す。

Native Standards	
o,p’-DDT	Cambridge Isotope Laboratories 製
p,p’-DDT	Cambridge Isotope Laboratories 製
o,p’-DDE	Cambridge Isotope Laboratories 製
p,p’-DDE	Cambridge Isotope Laboratories 製
o,p’-DDD	Cambridge Isotope Laboratories 製
p,p’-DDD	Cambridge Isotope Laboratories 製
Endrin	Cambridge Isotope Laboratories 製
α-HCH	Cambridge Isotope Laboratories 製
β-HCH	Cambridge Isotope Laboratories 製
γ-HCH	Cambridge Isotope Laboratories 製
δ-HCH	Cambridge Isotope Laboratories 製
Internal Standards	
$^{13}C_{12}$-o,p’-DDT	Cambridge Isotope Laboratories 製
$^{13}C_{12}$-p,p’-DDT	Cambridge Isotope Laboratories 製
$^{13}C_{12}$-o,p’-DDE	Cambridge Isotope Laboratories 製
$^{13}C_{12}$-p,p’-DDE	Cambridge Isotope Laboratories 製
$^{13}C_{12}$-o,p’-DDD	Cambridge Isotope Laboratories 製
$^{13}C_{12}$-p,p’-DDD	Cambridge Isotope Laboratories 製
$^{13}C_{12}$-Endrin	Cambridge Isotope Laboratories 製
$^{13}C_6$-α-HCH	Cambridge Isotope Laboratories 製
$^{13}C_6$-β-HCH	Cambridge Isotope Laboratories 製
$^{13}C_6$-γ-HCH	Cambridge Isotope Laboratories 製
$^{13}C_6$-δ-HCH	Cambridge Isotope Laboratories 製
$^{13}C_{12}$-4,4’-DiCB(#15)	Wellington Laboratories 製（シリンジスパイク）
$^{13}C_{12}$-2,3’,4’,5-TeCB(#70)	Wellington Laboratories 製（シリンジスパイク）

②プロチオホス、フェニトロチオン、クロルピリホス、ジクロルボス、クロロタロニル、ダイアジノンの分析方法

分析はガスクロマトグラフー質量分析計（GC-MS）にて SIM(Selected Ion Monitoring)法により行った。

分析条件

分析機器名　WATERS/Micromass 社製　ガスクロマトグラフー質量分析計
AUTOSPEC ULTIMA　　ＧＣ部　HEWLETT PACKARD　HP-6890

ＧＣ部操作条件

分離カラム　DB-5（J&W）
fused silica capillary column　30m×0.25mm(id), 0.25μm

カラム温度　100°C——————→ 300°C
(2min)(10°C/min)　(5min)

オンカラム注入法

ＭＳ部　条件

イオン化方法	EI
イオン化電圧	35eV
イオン化電流	600μA
加速電圧	8kV
インターフェース温度	300°C
イオン源温度	300°C
分解能	M/⊿M >10,000 (10% valley)

設定質量数

Dichlorvos (DDVP)	$[M-Cl]^+$	M	184.9771
	$[M-Cl]^+$	M+2	186.9743
Diazinon	$[M]^+$	M	304.1010
	$[M-C2H5+H]^+$	M	276.0698
Chlorothalonil (TPN)	$[M]^+$	M+2	265.8786
	$[M]^+$	M	263.8816
Fenitrothion (MEP)	$[M]^+$	M	277.0174
	[M-OH]+	M	260.0146
Chlorpyrifos	$[M-Cl]^+$	M	313.9574
	$[M-Cl]^+$	M+2	315.9545
Protiofos	$[M-Cl]^+$	M	308.9940
	$[M-Cl]^+$	M+2	310.9910
Naphthalene-d_8	$[M]^+$	M	136.1128
	$[M]^+$	M+1	137.1161
p-Terphenyl-d_{14}	$[M]^+$	M	244.1974
	$[M]^+$	M+1	245.2008

同定及び定量

各分析対象物質と Naphthalene-d_8、p-Terphenyl-d_{14} について各化合物でイオン強度の強いフラグメントイオンの内 2 つをモニターし、各分析対象物質の溶出する位置に相当するピークで、各２つのイオンの面積比率が標準品とほぼ同じで、天然同位体比の理論値に対して±15%以内のものを 目的物質として同定した。

内標準物質の添加量を基準に相対感度を用いて、内標準法により S/N 3 以上のピークについてピーク面積で定量した。

同定、定量に用いた標準物質を以下に示す。

Native Standards	
Dichlorvos (DDVP)	Riedel-de Haen 製
Diazinon	和光純薬工業製
Chlorothalonil (TPN)	和光純薬工業製
Fenitrothion (MEP)	和光純薬工業製
Chlorpyrifos	和光純薬工業製
Protiofos	和光純薬工業製
Internal Standards	
Naphthalene-d_8	Cambridge Isotope Laboratories 製
p-Terphenyl-d_{14}	関東化学株式会社製

使用した内標準物質の種類及び添加量

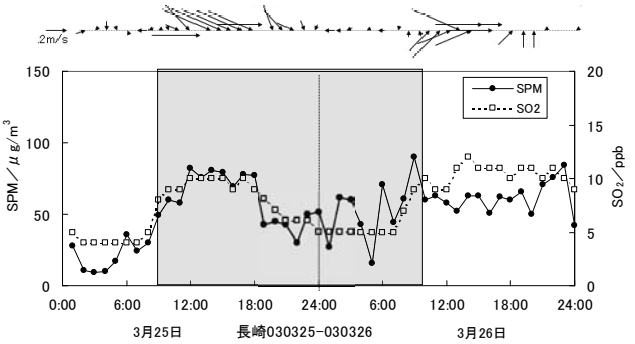
	cleanup spike 抽出時添加	syringe spike GC-MS測定前添加
$^{13}C_{12}$-o,p'-DDT	2ng	-
$^{13}C_{12}$-p,p'-DDT	2ng	-
$^{13}C_{12}$-o,p'-DDD	2ng	-
$^{13}C_{12}$-p,p'-DDD	2ng	-
$^{13}C_{12}$-o,p'-DDE	2ng	-
$^{13}C_{12}$-p,p'-DDE	2ng	-
$^{13}C_{12}$-Endrin	2ng	-
$^{13}C_6$-α-HCH ($^{13}C_6$-α-BHC)	2ng	-
$^{13}C_6$-β-HCH ($^{13}C_6$-β-BHC)	2ng	-
$^{13}C_6$-γ-HCH ($^{13}C_6$-γ-BHC)	2ng	-
$^{13}C_6$-δ-HCH ($^{13}C_6$-δ-BHC)	2ng	-
$^{13}C_{12}$-4,4' -DiCB(IUPAC#15)	-	0.5ng
$^{13}C_{12}$-2,3',4',5-TeCB(IUPAC# 70)	-	0.5ng
Naphthalene-d_8	-	2ng
p-Terphenyl-d_{14}	-	2ng

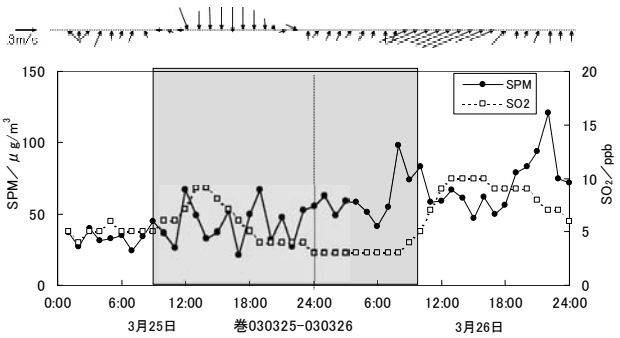
調査対象物質の検出下限、定量下限

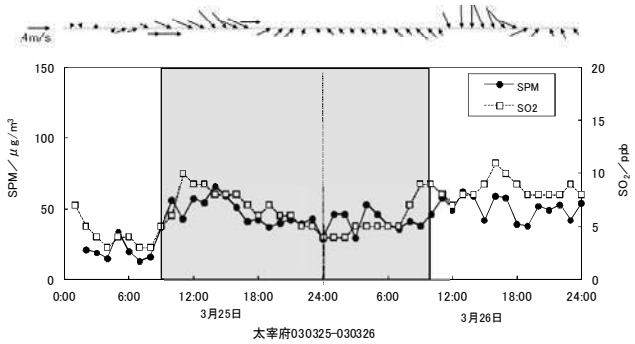
	検出下限 (pg/m^3)
o,p'-DDT	0.1
p,p'-DDT	0.1
o,p'-DDE	0.07
p,p'-DDE	0.1
o,p'-DDD	0.1
p,p'-DDD	0.1
Endrin	0.1
α-HCH (α-BHC)	0.07
β-HCH (β-BHC)	0.1
γ-HCH (γ-BHC)	0.1
δ-HCH (δ-BHC)	0.1
ジクロルボス	0.1
ダイアジノン	0.1
クロロタロニル	0.1
フェニトロチオン	0.1
クロルピリホス	0.1
プロチオホス	0.1

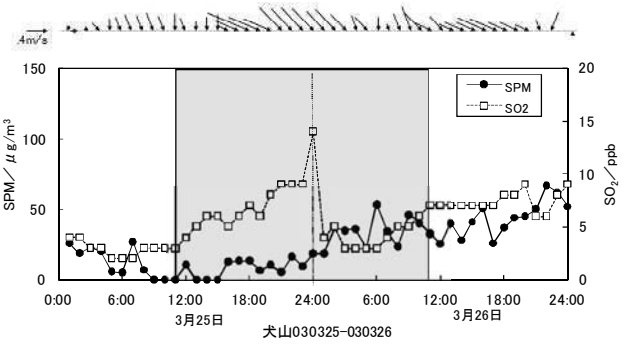
SPM、SO_2、風向、風速

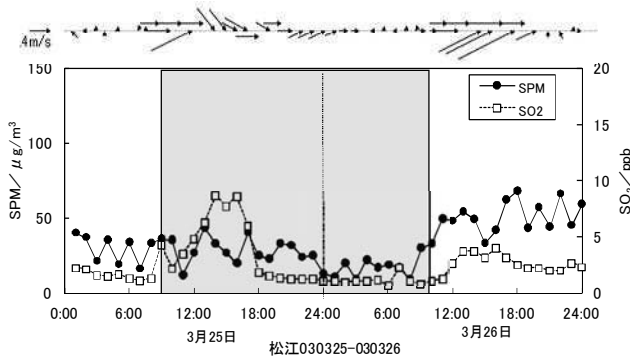
2003.03.25

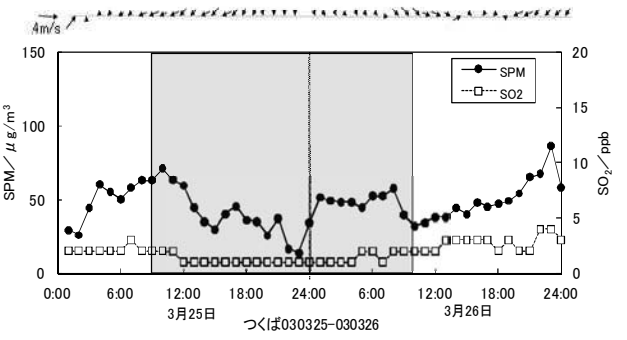


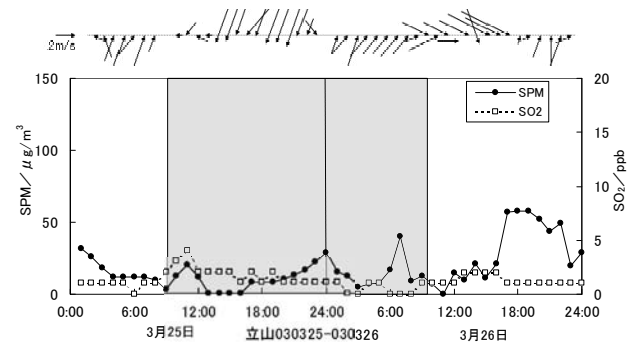


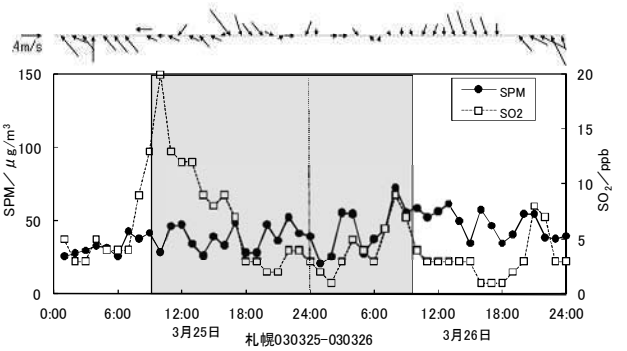




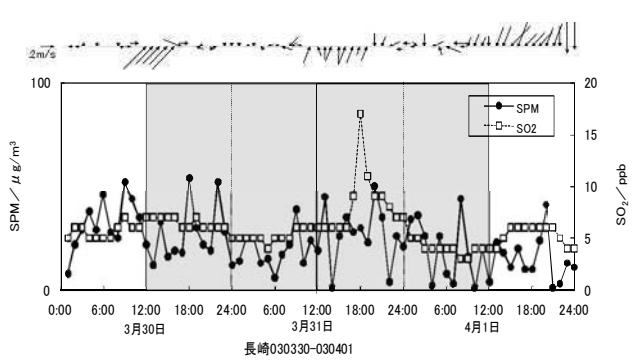




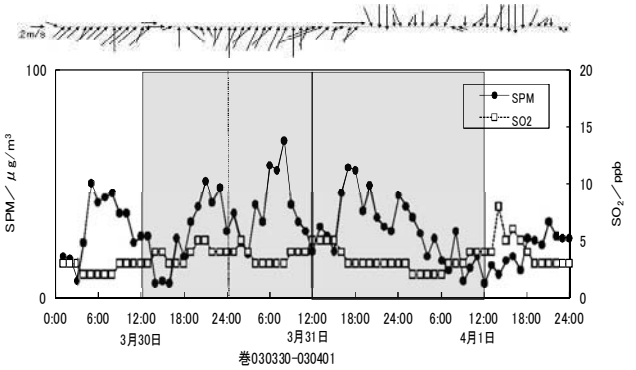




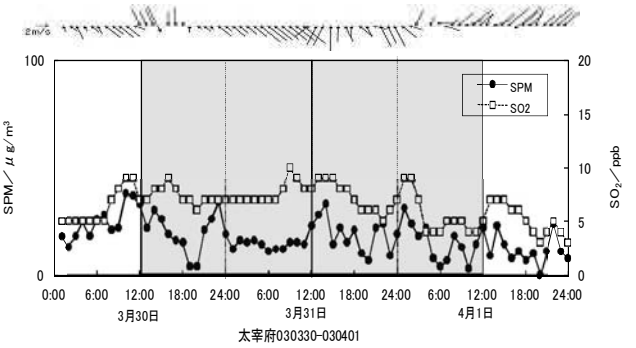
2003. 3. 30



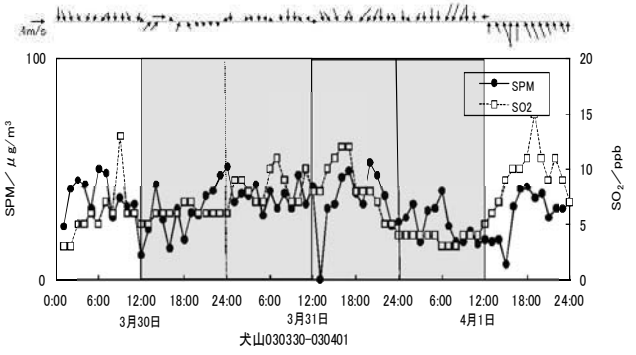
長崎030330-030401



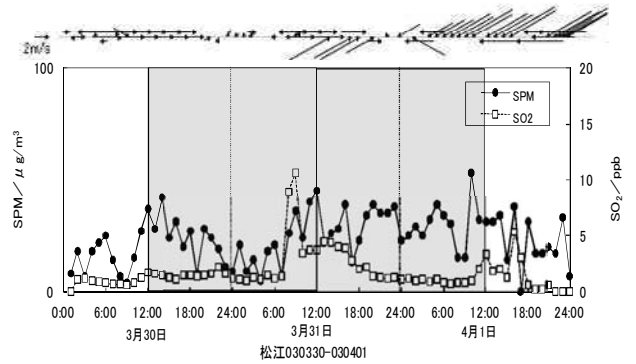
巻030330-030401



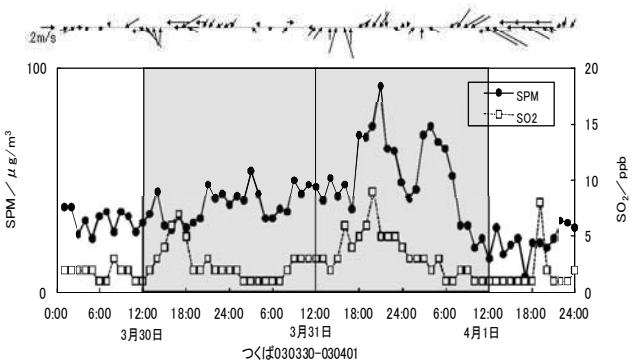
太宰府030330-030401



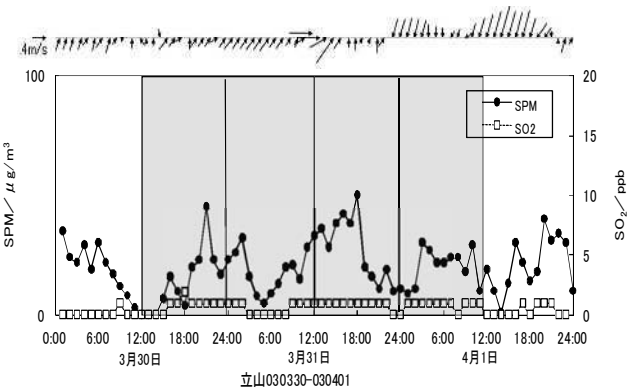
犬山030330-030401



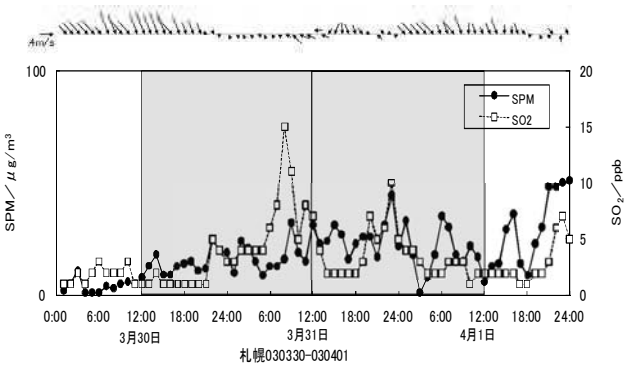
松江030330-030401



つくば030330-030401

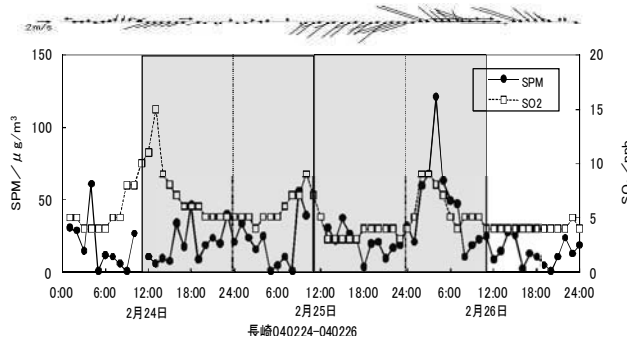


立山030330-030401

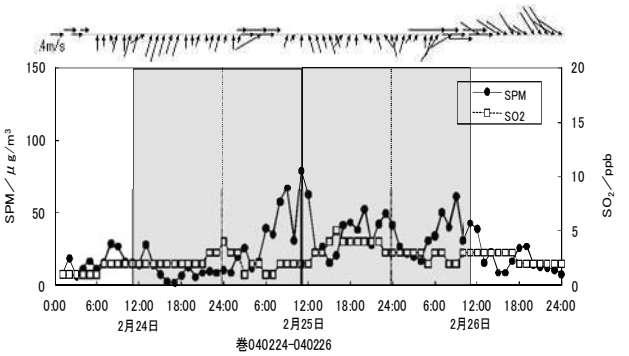


札幌030330-030401

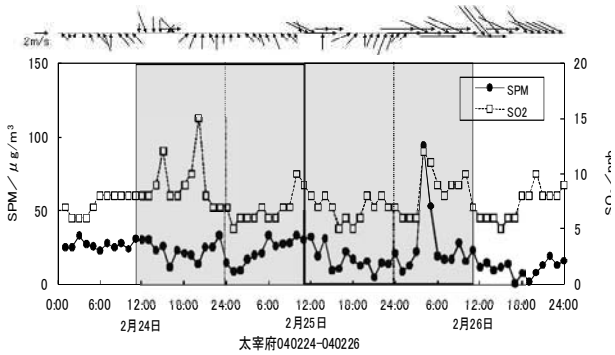
2004. 02. 24



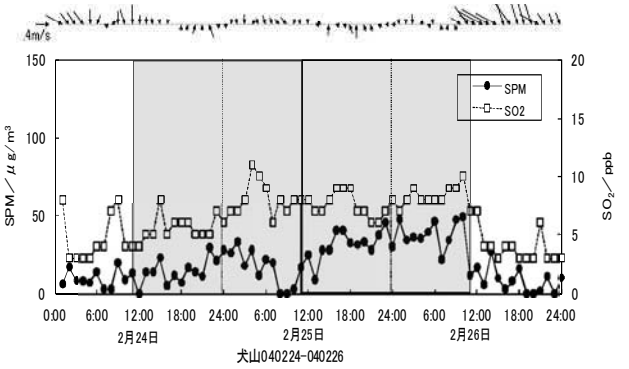
長崎040224-040226



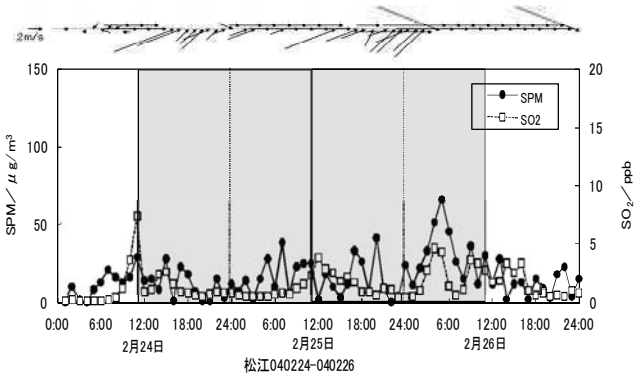
巻040224-040226



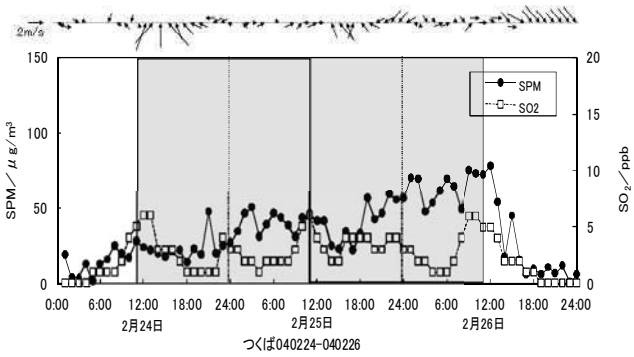
太宰府040224-040226



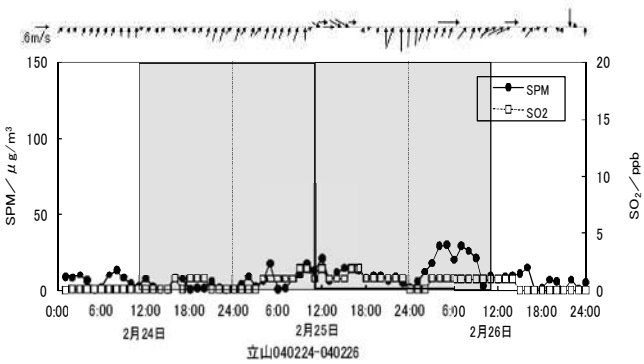
犬山040224-040226



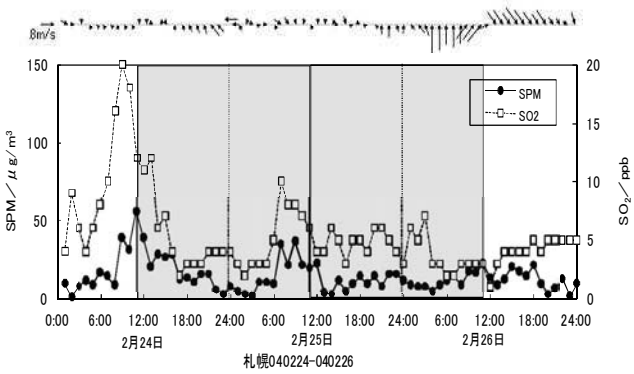
松江040224-040226



つくば040224-040226

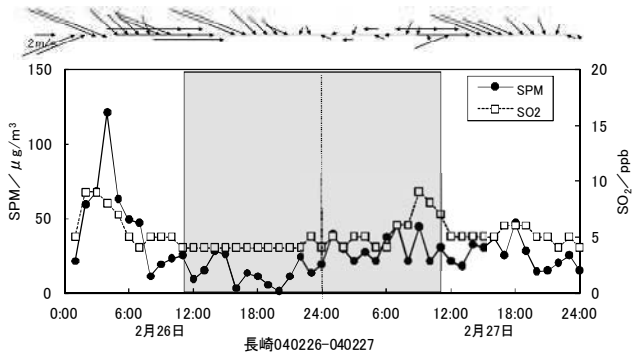


立山040224-040226

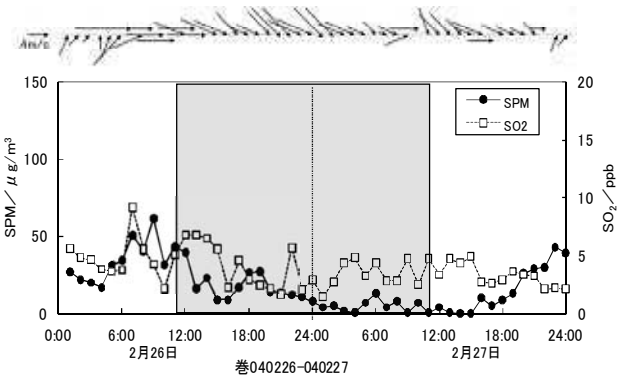


札幌040224-040226

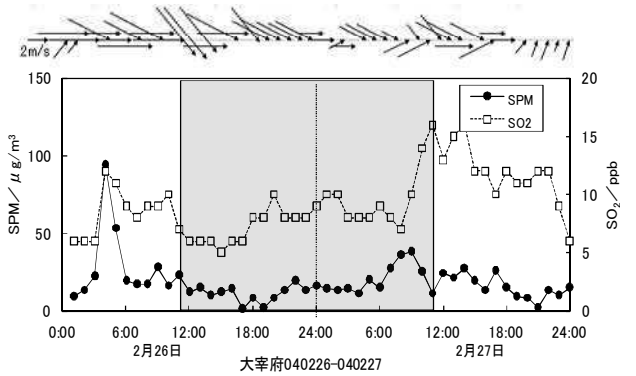
2004.02.26



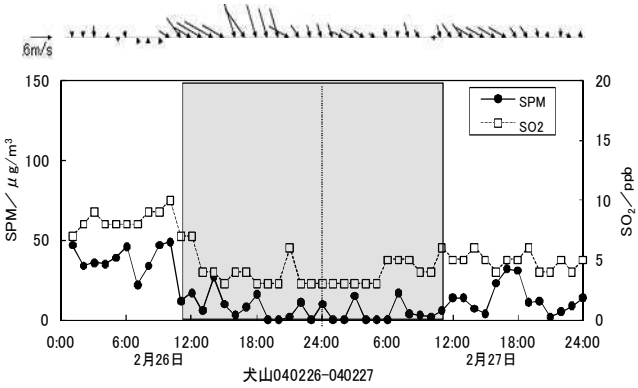
長崎040226-040227



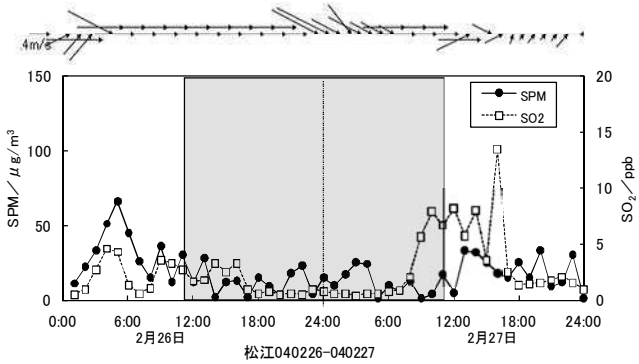
巻040226-040227



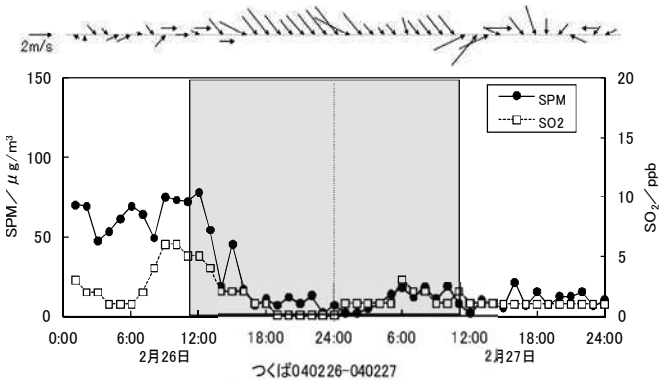
大宰府040226-040227



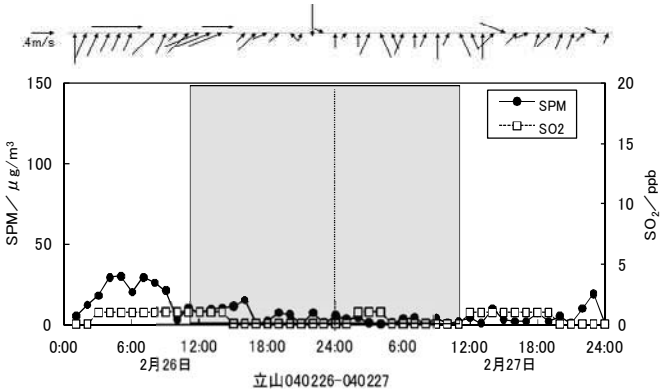
犬山040226-040227



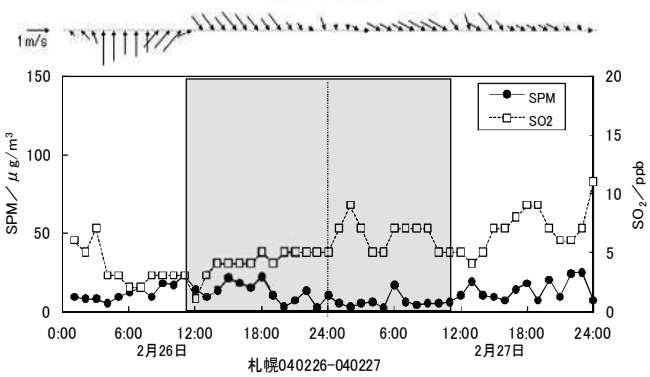
松江040226-040227



つくば040226-040227

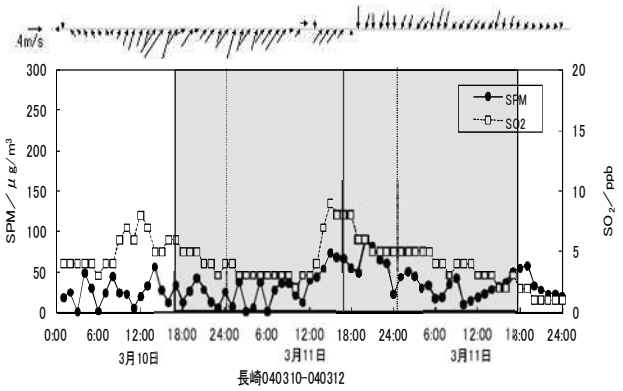


立山040226-040227

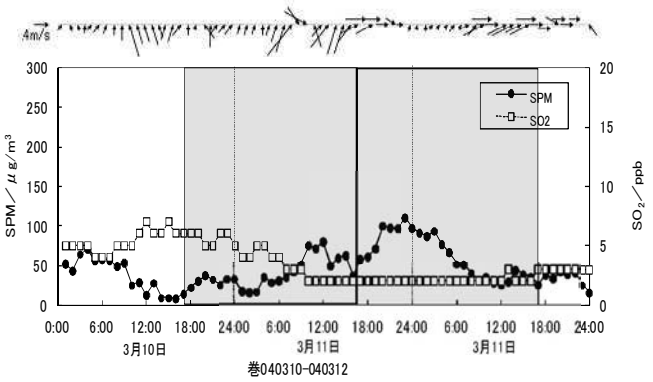


札幌040226-040227

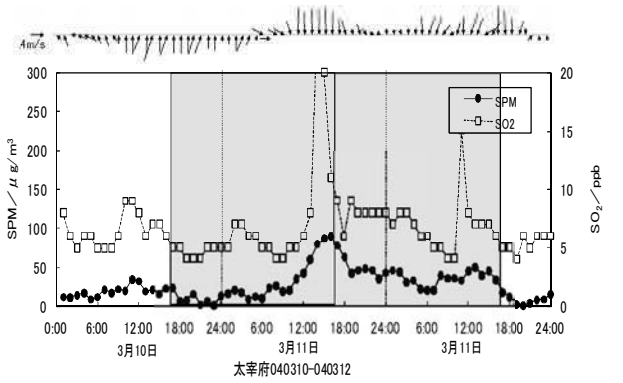
2004.03.10



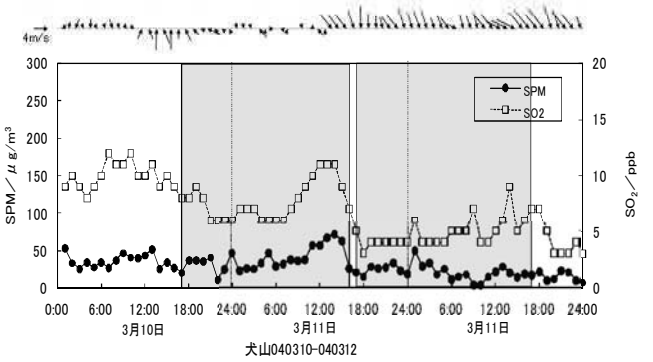
長崎040310-040312



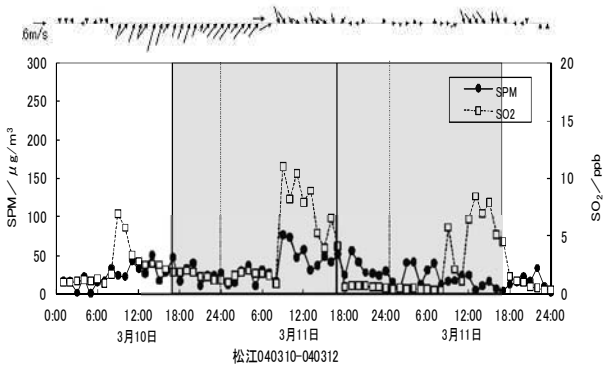
巻040310-040312



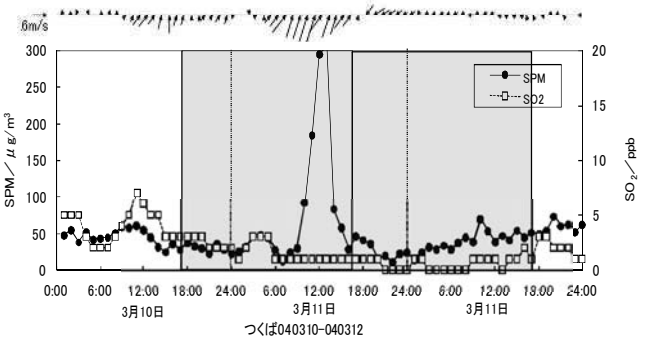
太宰府040310-040312



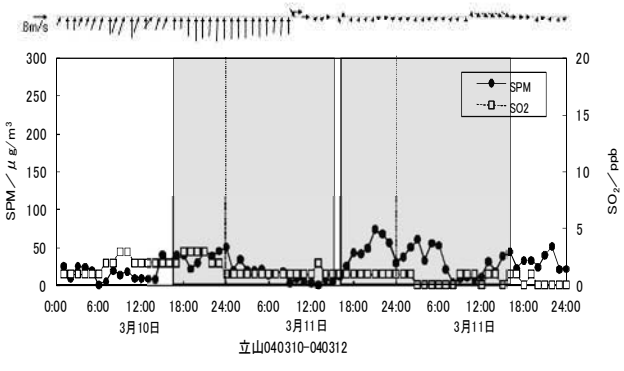
犬山040310-040312



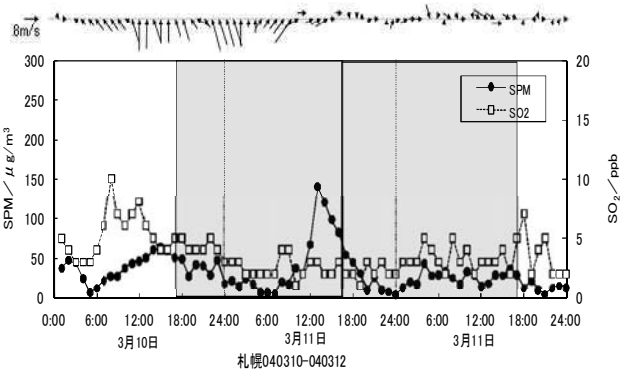
松江040310-040312



つくば040310-040312

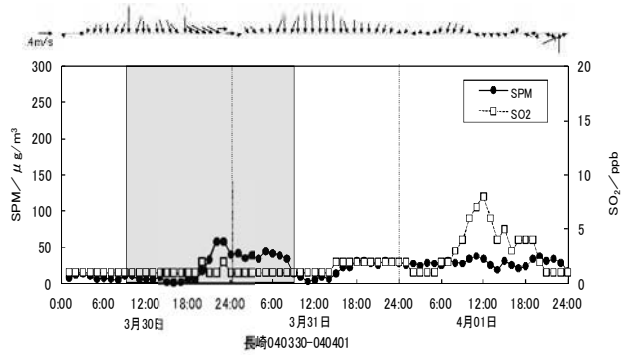


立山040310-040312

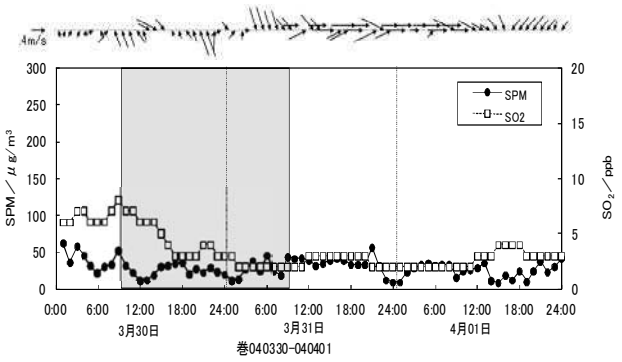


札幌040310-040312

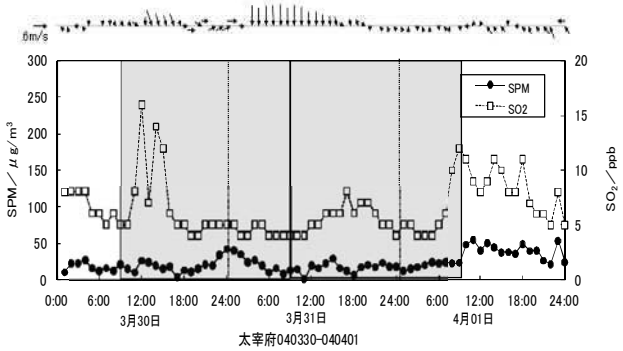
2004. 03. 30



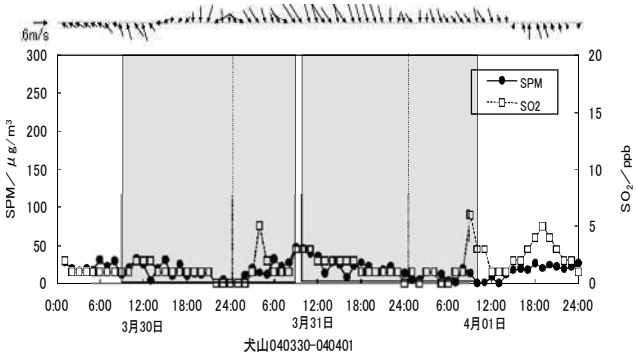
長崎040330-040401



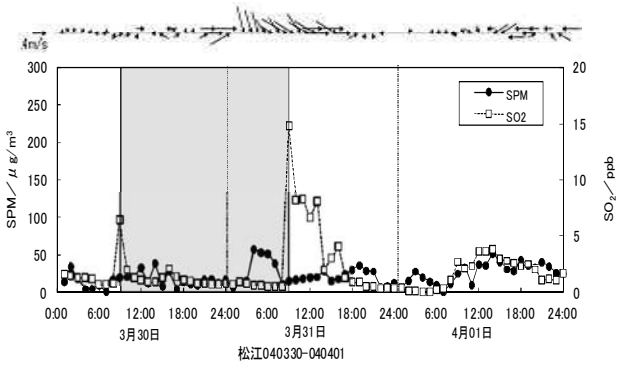
巻040330-040401



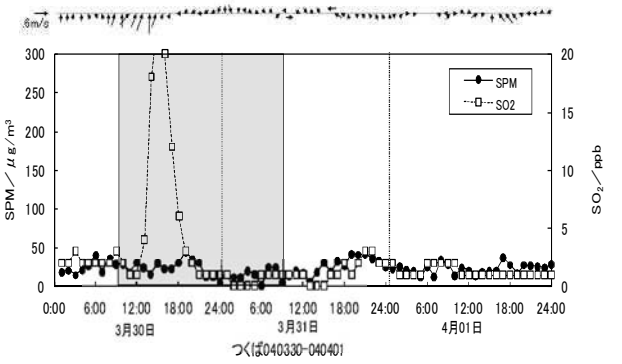
太宰府040330-040401



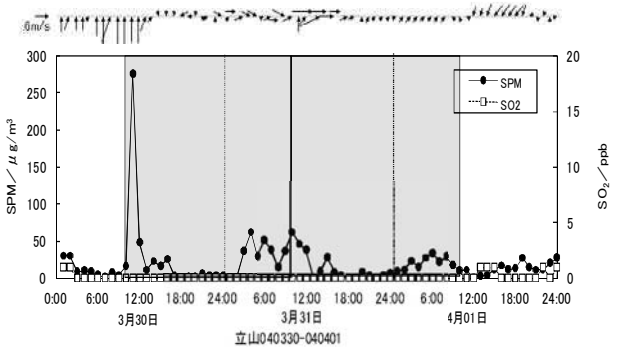
犬山040330-040401



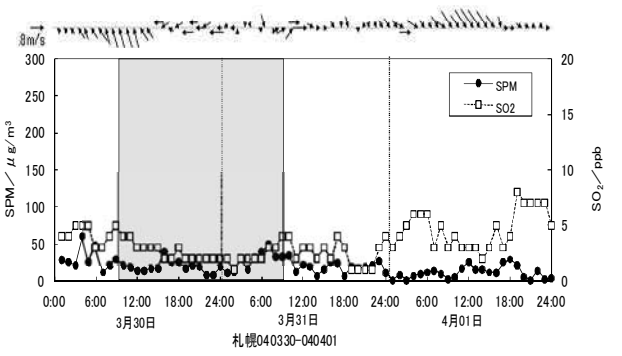
松江040330-040401



つくば040330-040401

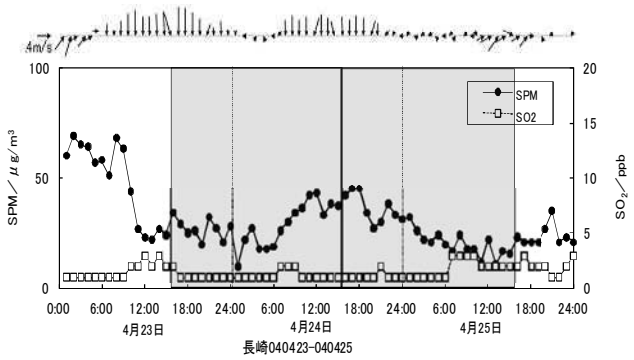


立山040330-040401

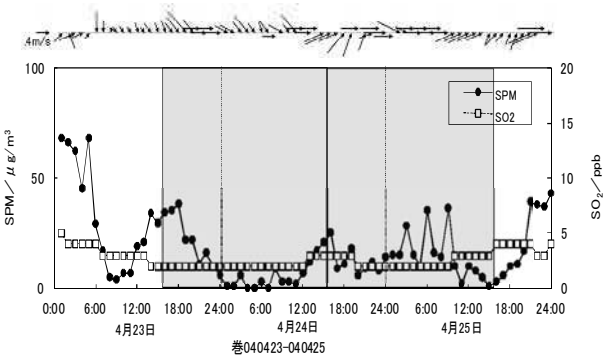


札幌040330-040401

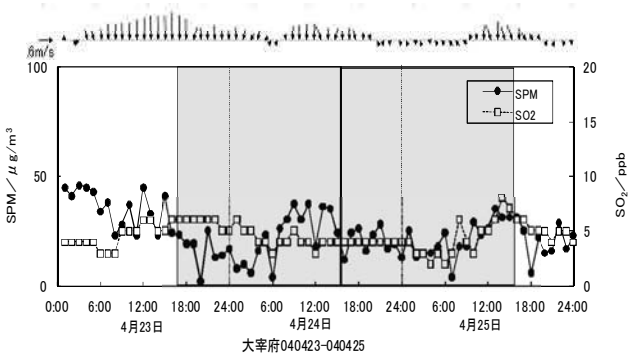
2004. 04. 23



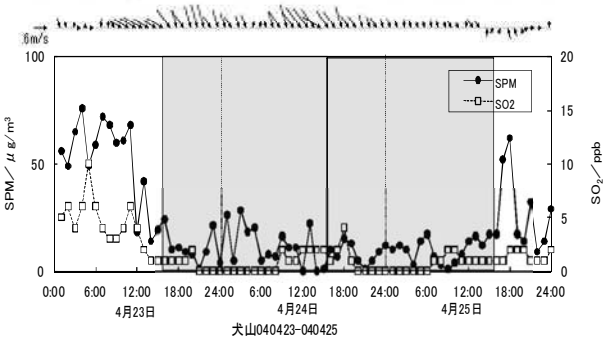
長崎040423-040425



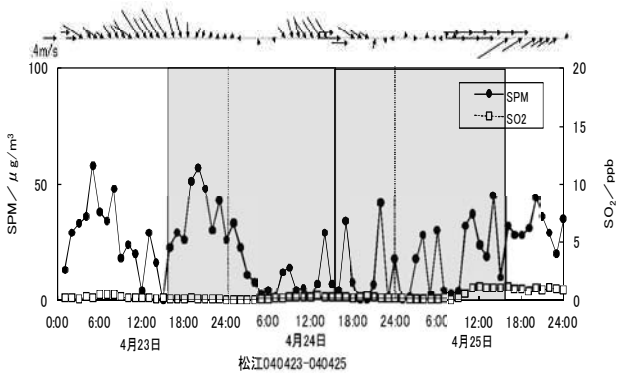
巻040423-040425



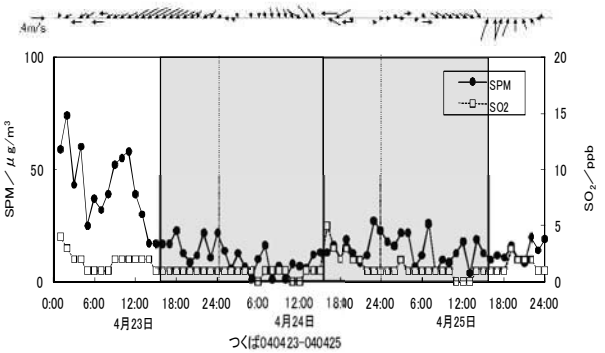
大宰府040423-040425



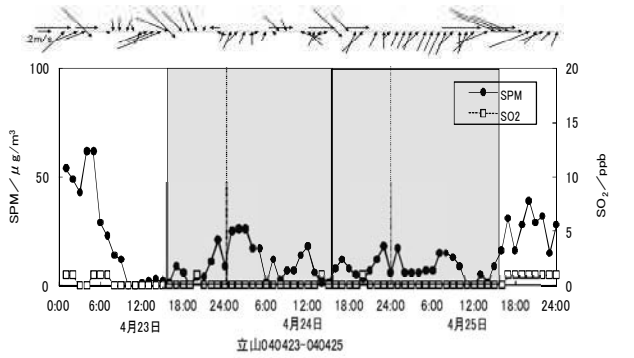
犬山040423-040425



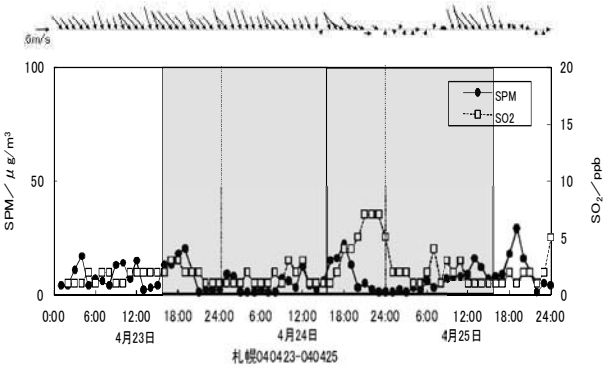
松江040423-040425



つくば040423-040425

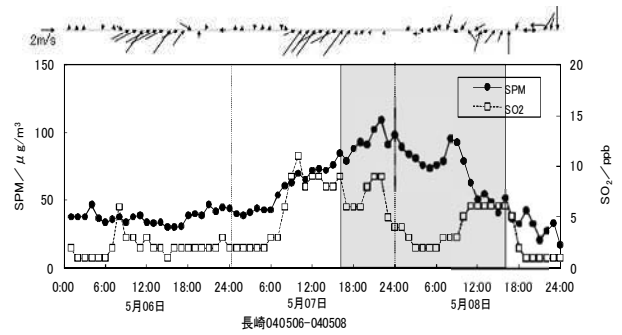


立山040423-040425

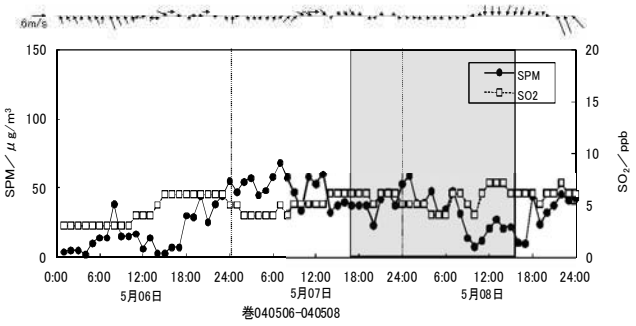


札幌040423-040425

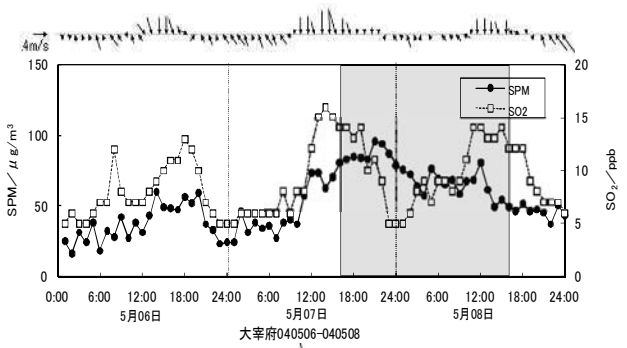
2004.05.07



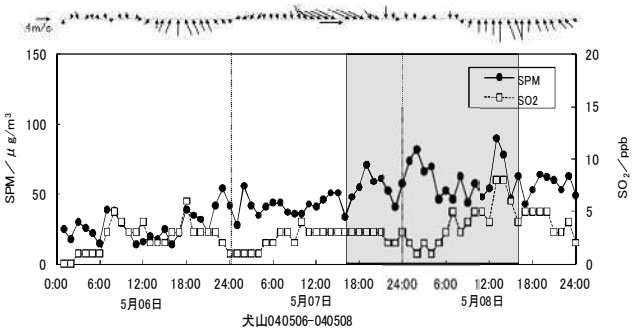
長崎040506-040508



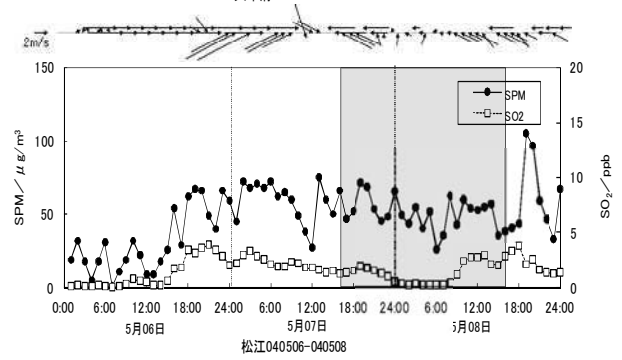
巻040506-040508



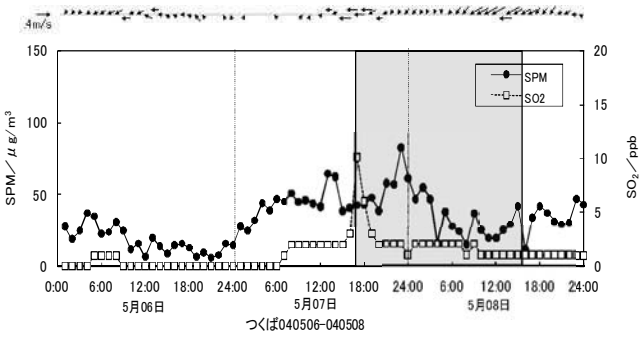
大宰府040506-040508



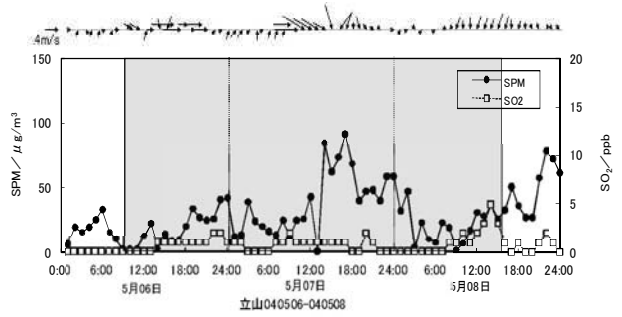
犬山040506-040508



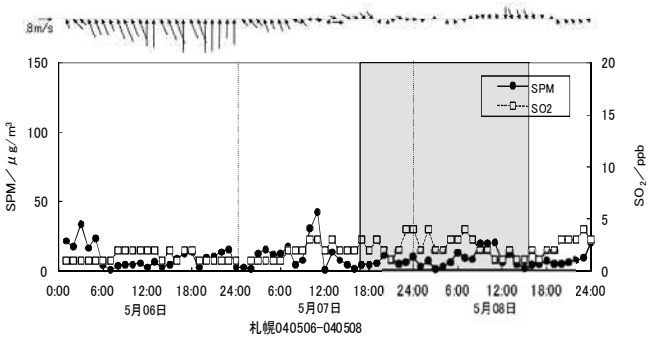
松江040506-040508



つくば040506-040508

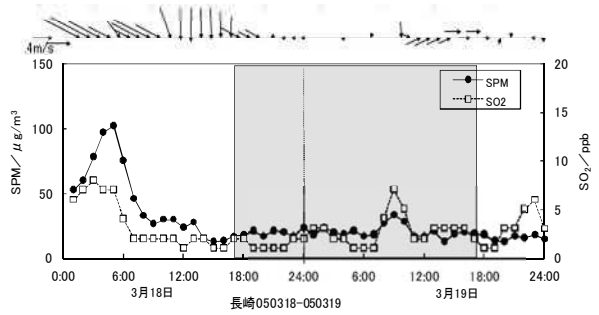


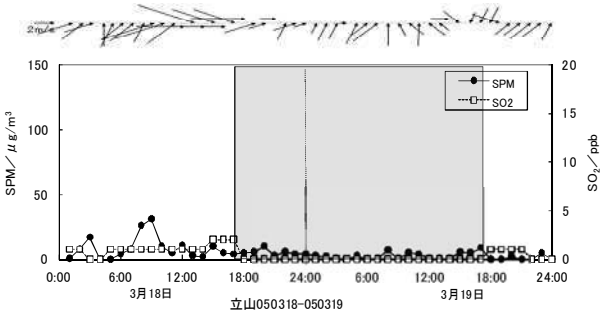
立山040506-040508

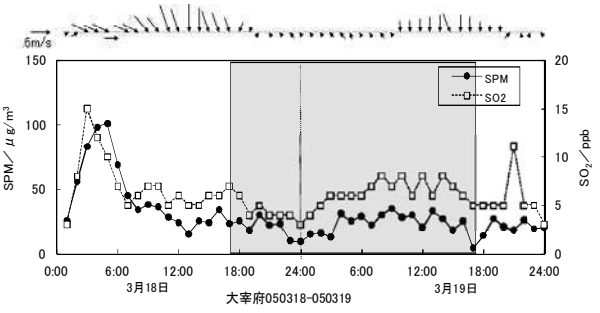


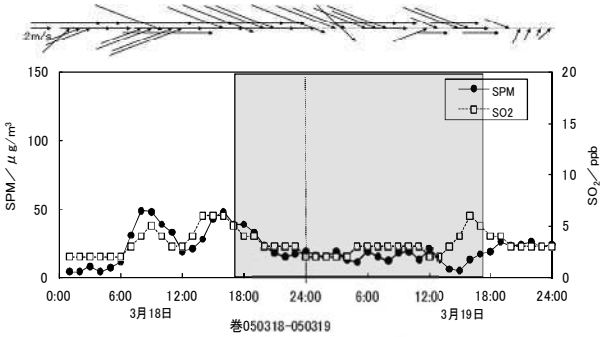
札幌040506-040508

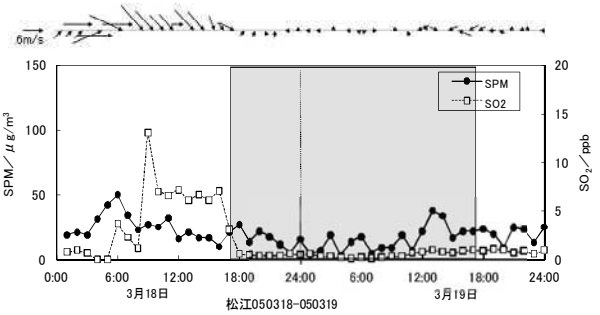
2005.03.18

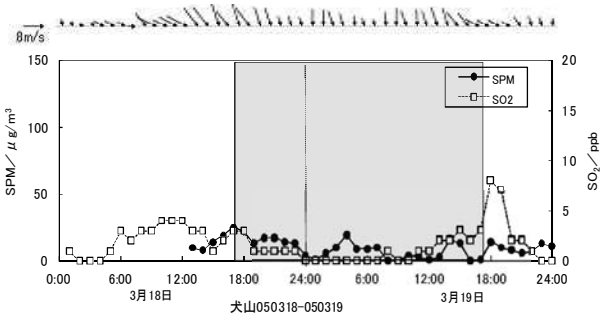

4m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
0:00 6:00 12:00 18:00 24:00 6:00 12:00 18:00 24:00
3月18日
3月19日
長崎050318-050319

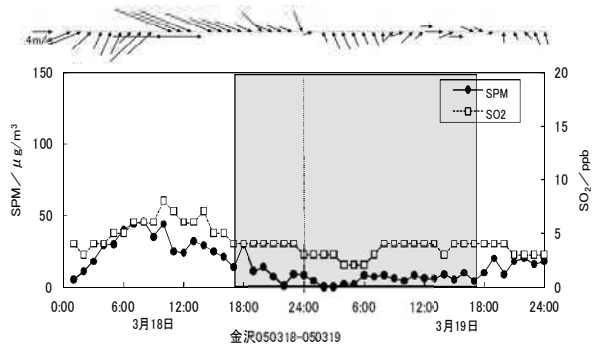

2m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
0:00 6:00 12:00 18:00 24:00 6:00 12:00 18:00 24:00
3月18日
3月19日
立山050318-050319

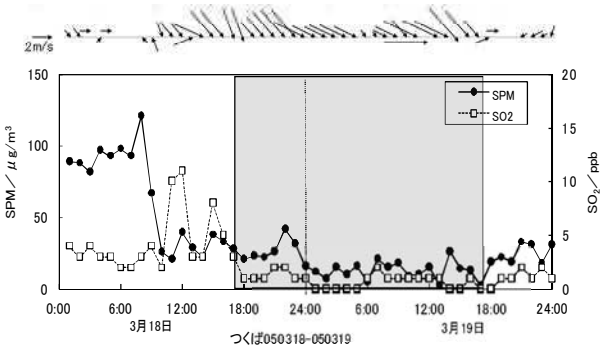

6m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
0:00 6:00 12:00 18:00 24:00 6:00 12:00 18:00 24:00
3月18日
3月19日
大宰府050318-050319

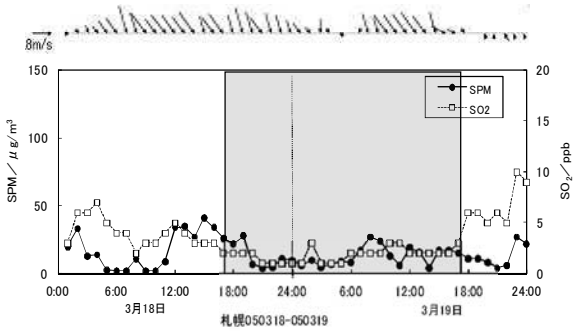

2m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
0:00 6:00 12:00 18:00 24:00 6:00 12:00 18:00 24:00
3月18日
3月19日
巻050318-050319


6m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
0:00 6:00 12:00 18:00 24:00 6:00 12:00 18:00 24:00
3月18日
3月19日
松江050318-050319

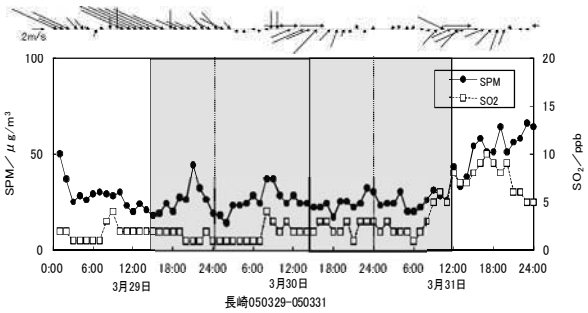

8m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
0:00 6:00 12:00 18:00 24:00 6:00 12:00 18:00 24:00
3月18日
3月19日
犬山050318-050319


4m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
0:00 6:00 12:00 18:00 24:00 6:00 12:00 18:00 24:00
3月18日
3月19日
金沢050318-050319

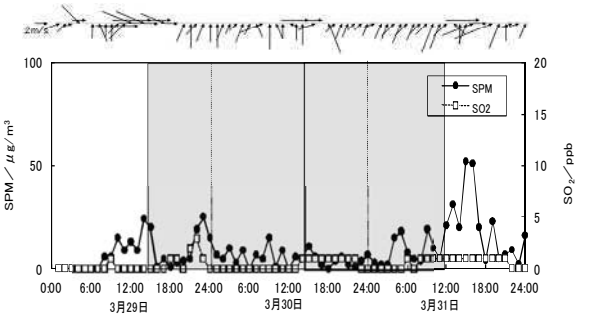

2m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
0:00 6:00 12:00 18:00 24:00 6:00 12:00 18:00 24:00
3月18日
3月19日
つくば050318-050319


8m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
0:00 6:00 12:00 18:00 24:00 6:00 12:00 18:00 24:00
3月18日
3月19日
札幌050318-050319

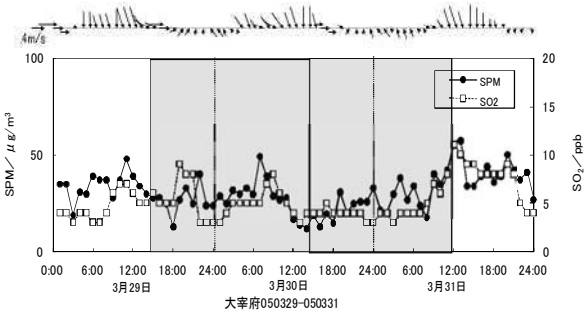
2005.03.29



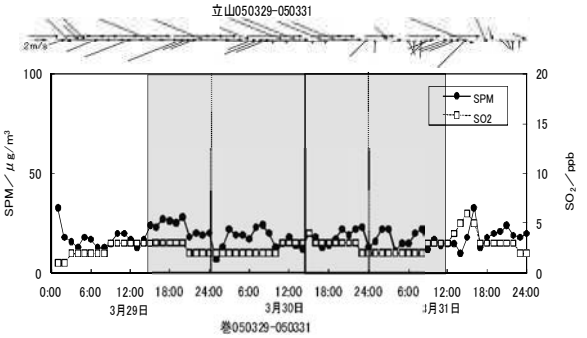
長崎050329-050331



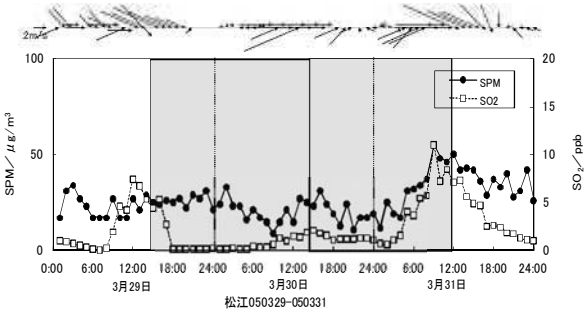
立山050329-050331



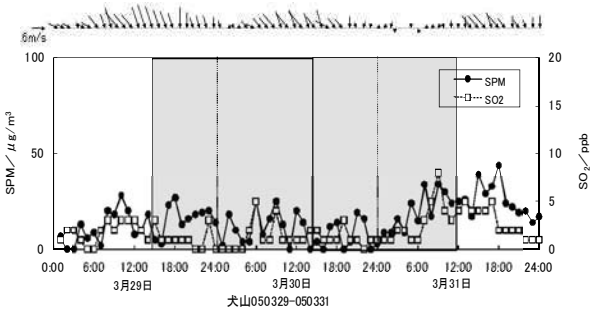
大宰府050329-050331



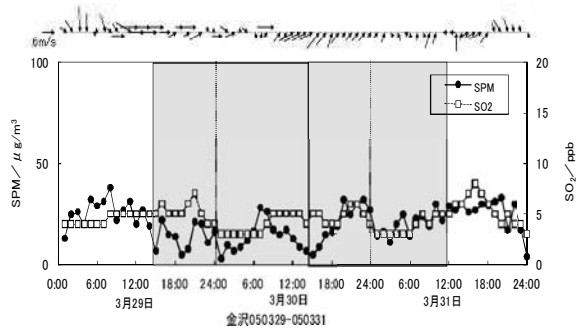
巻050329-050331



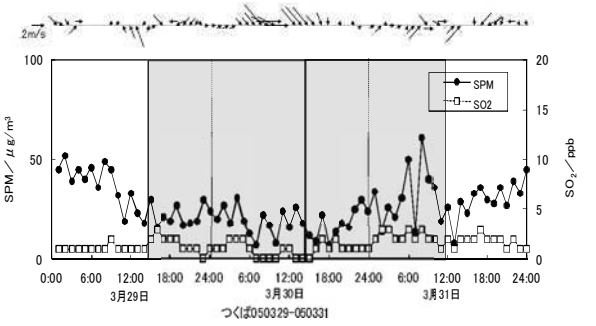
松江050329-050331



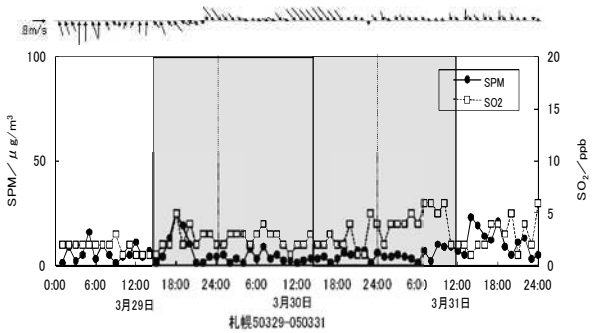
犬山050329-050331



金沢050329-050331

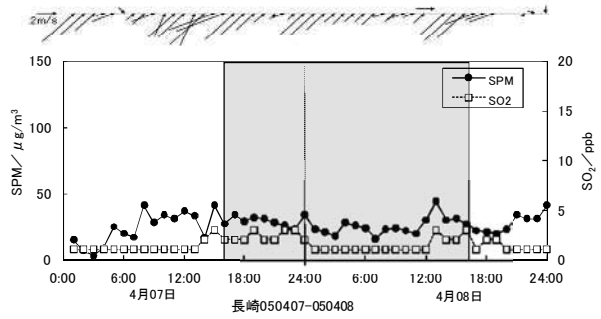


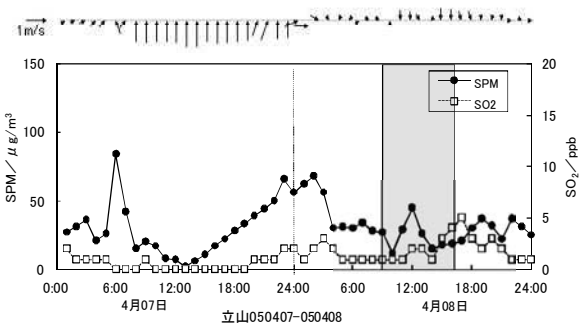
つくば050329-050331

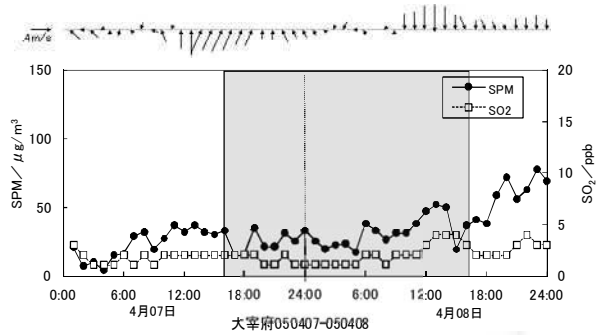


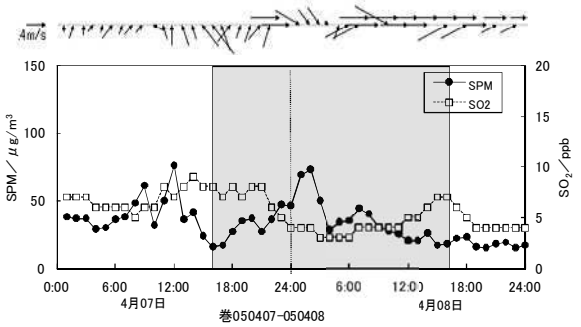
札幌50329-050331

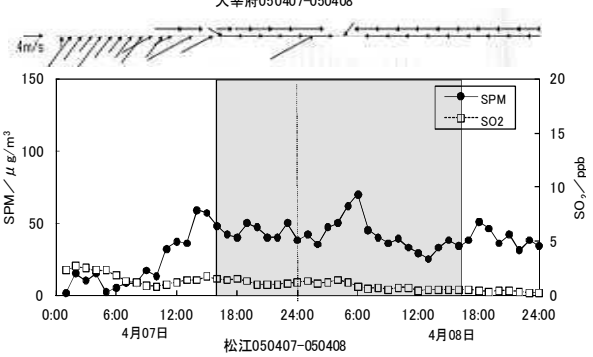
2005.04.07

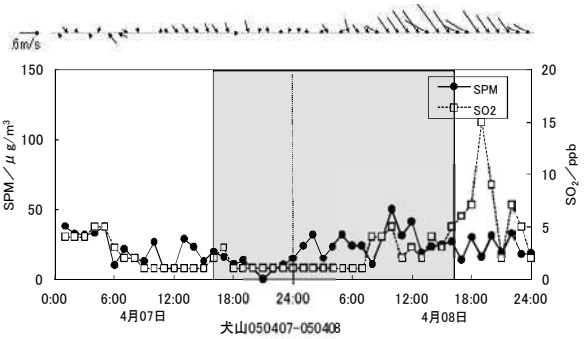

SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
4月07日
4月08日
長崎050407-050408

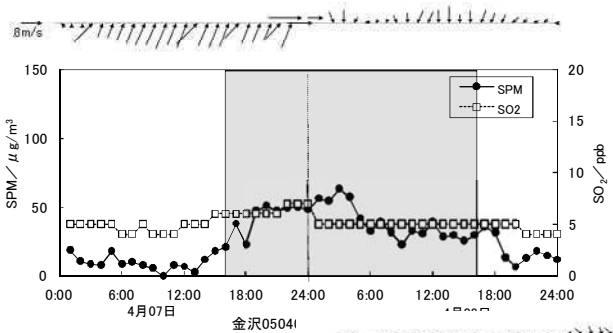

SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
4月07日
4月08日
立山050407-050408

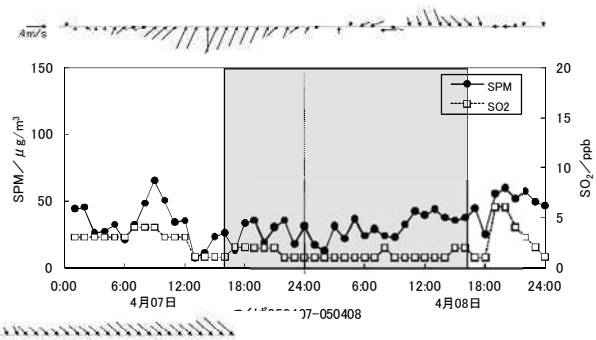

SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
4月07日
4月08日
大宰府050407-050408

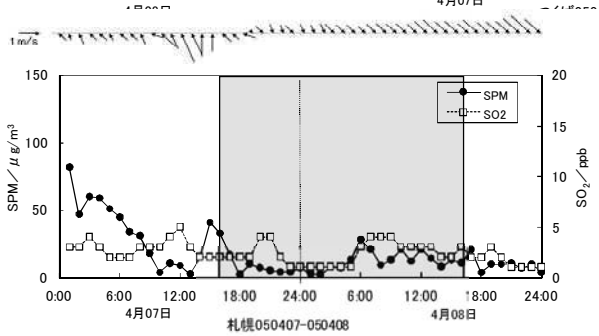

SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
4月07日
4月08日
巻050407-050408


SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
4月07日
4月08日
松江050407-050408

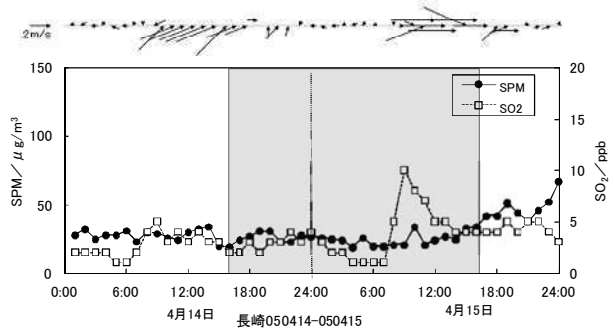

SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
4月07日
4月08日
犬山050407-050408

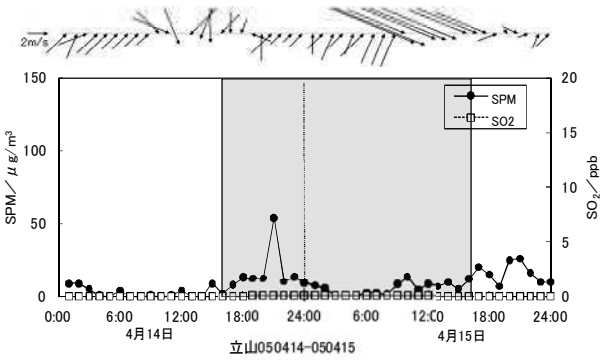

SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
4月07日
金沢0504

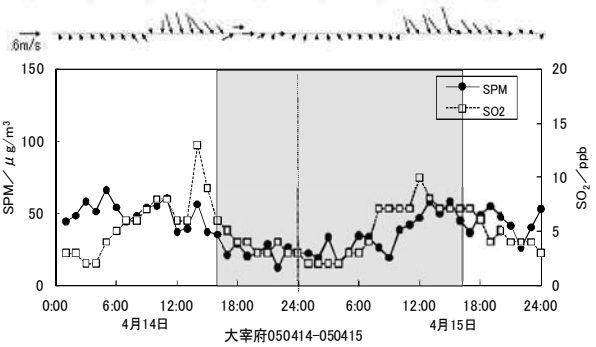

SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
4月07日
4月08日

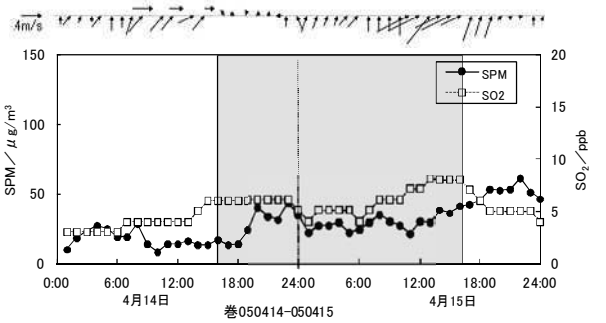

SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
4月07日
4月08日
札幌050407-050408

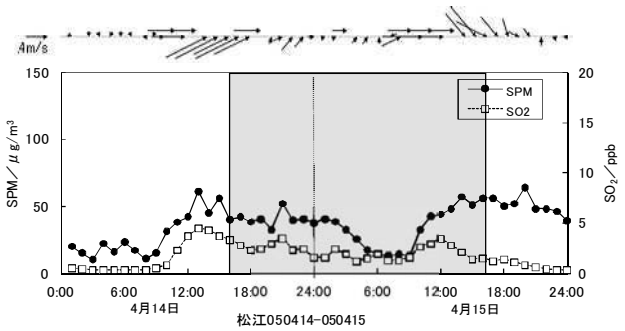
2005.4.14

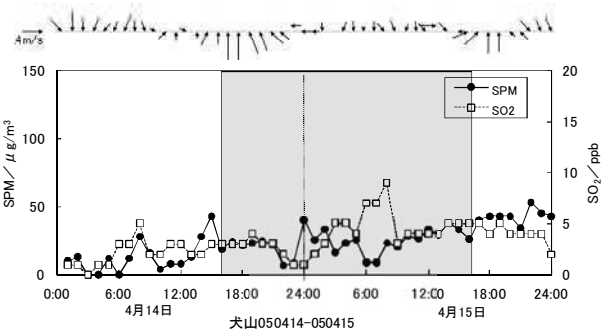

2m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
4月14日
4月15日
長崎050414-050415

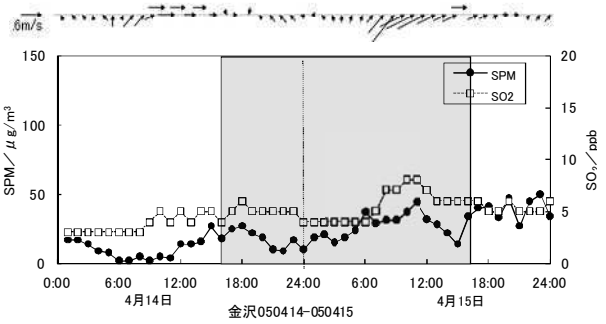

2m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
4月14日
4月15日
立山050414-050415

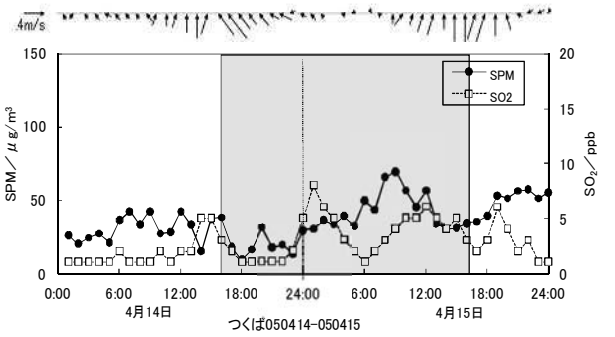

6m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
4月14日
4月15日
大宰府050414-050415

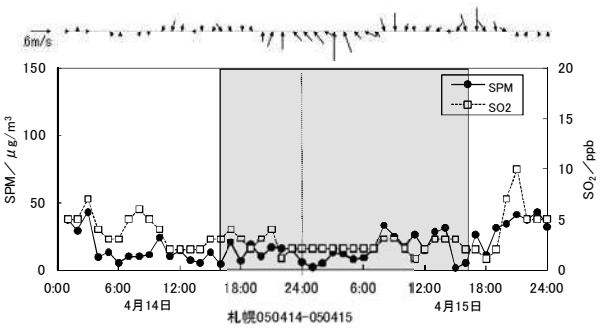

4m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
4月14日
4月15日
巻050414-050415


4m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
4月14日
4月15日
松江050414-050415

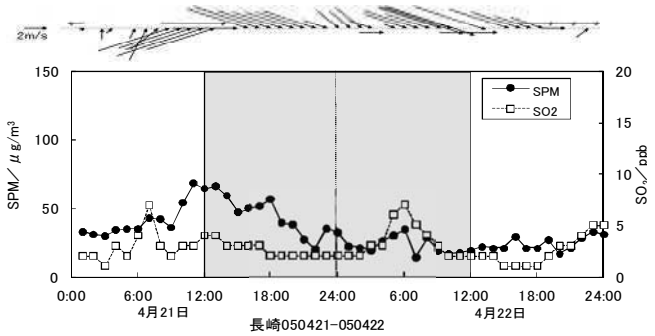

4m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
4月14日
4月15日
犬山050414-050415


6m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
4月14日
4月15日
金沢050414-050415

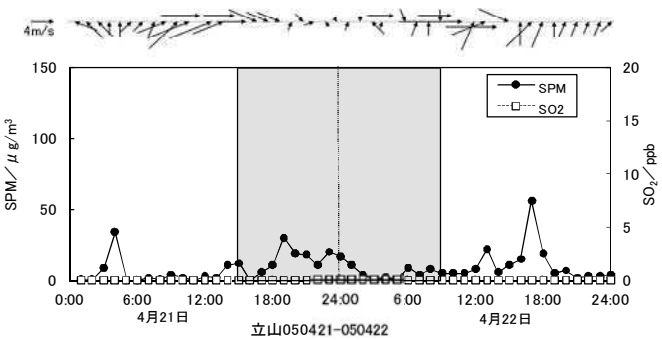

4m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
4月14日
4月15日
つくば050414-050415


6m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO₂／ppb
4月14日
4月15日
札幌050414-050415

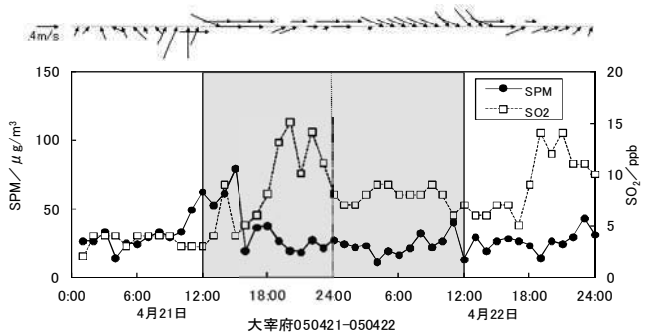
2005.04.21



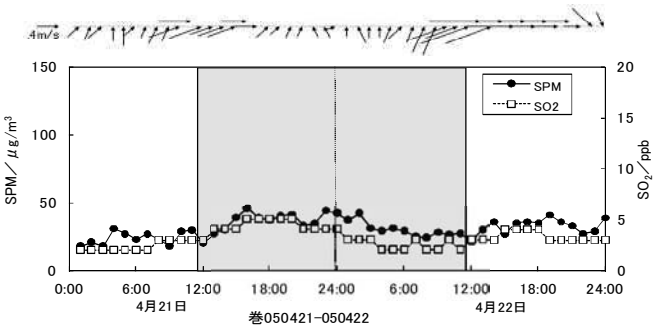
長崎050421-050422



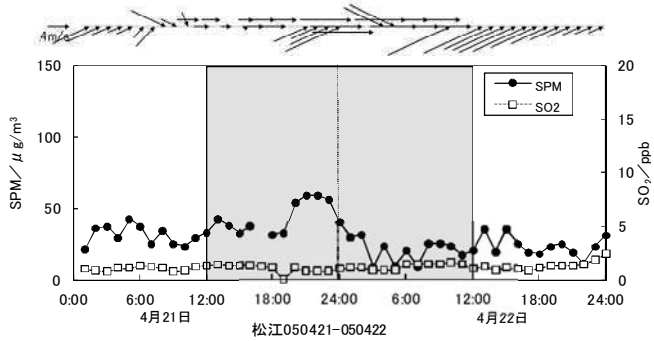
立山050421-050422



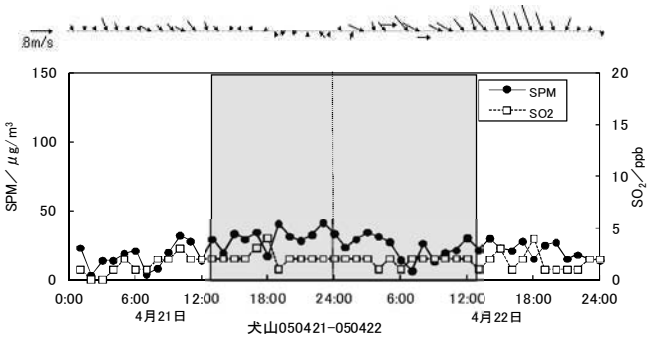
大宰府050421-050422



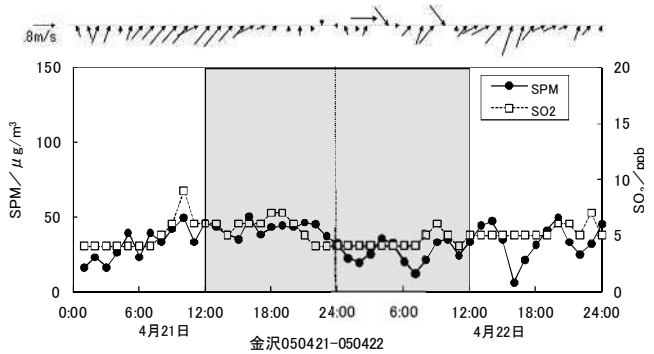
巻050421-050422



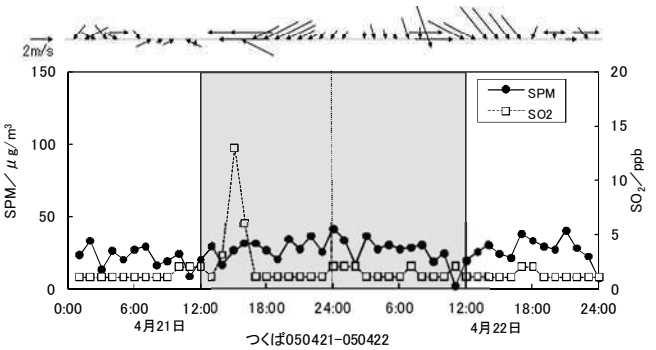
松江050421-050422



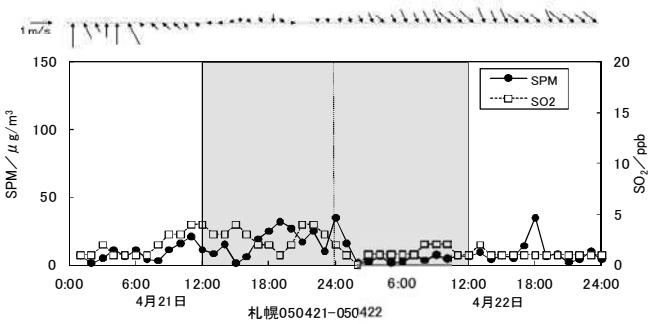
犬山050421-050422



金沢050421-050422

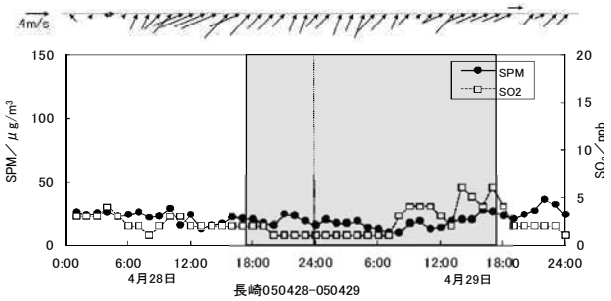


つくば050421-050422

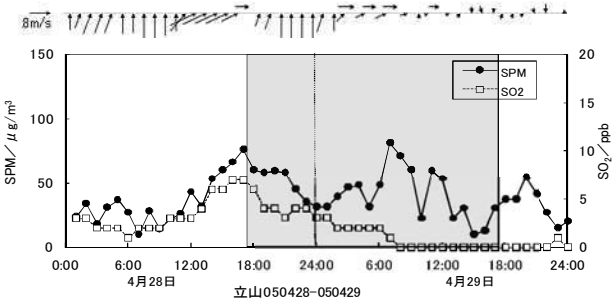


札幌050421-050422

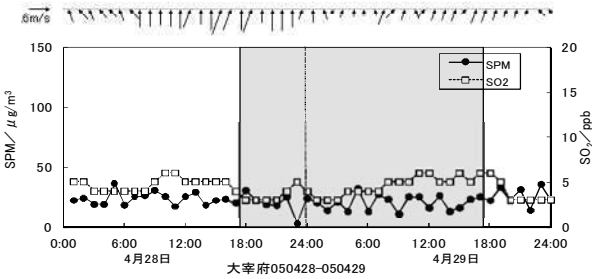
2005.04.28



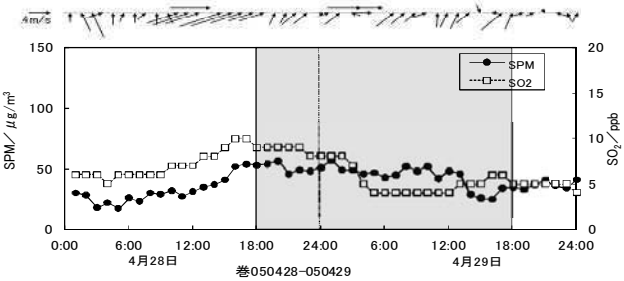
長崎050428-050429



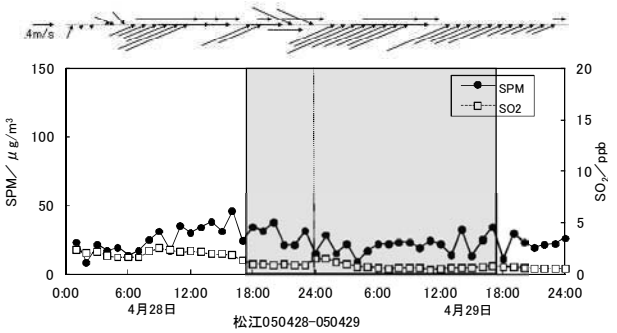
立山050428-050429



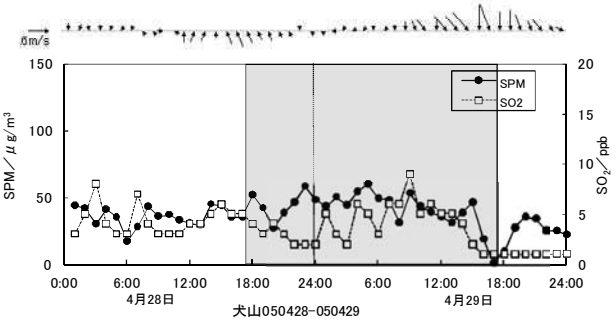
大宰府050428-050429



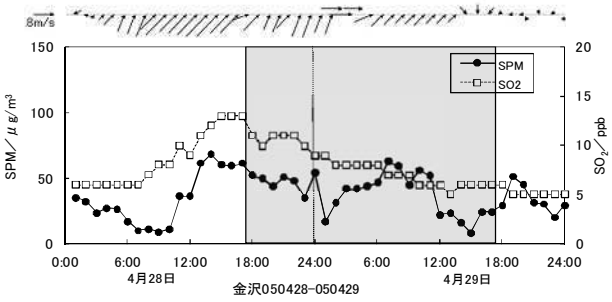
巻050428-050429



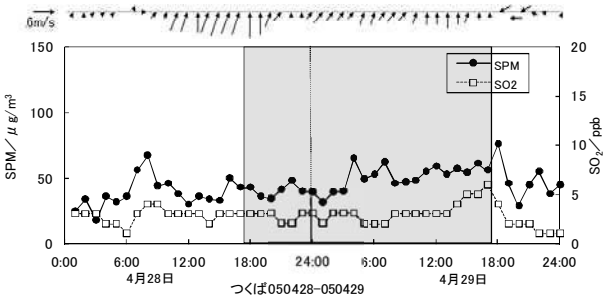
松江050428-050429



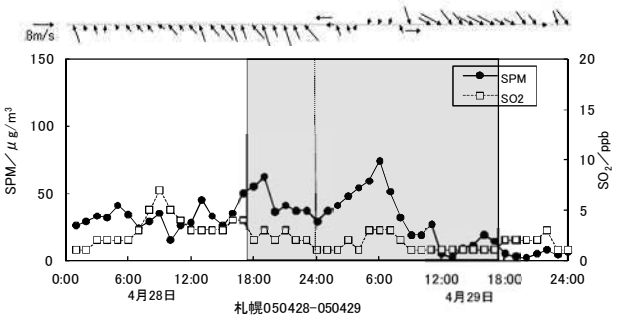
犬山050428-050429



金沢050428-050429

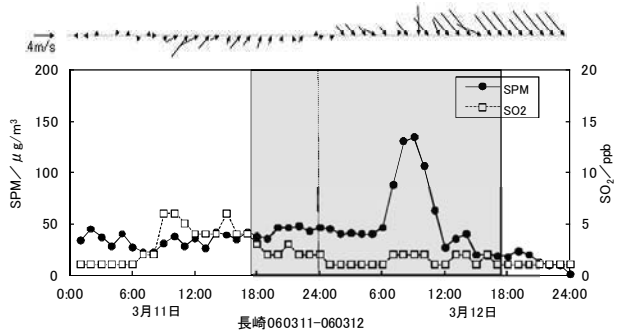


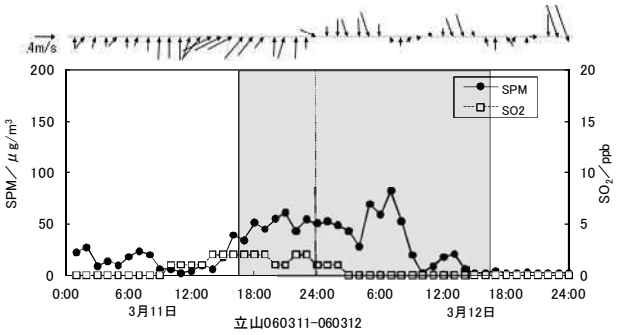
つくば050428-050429

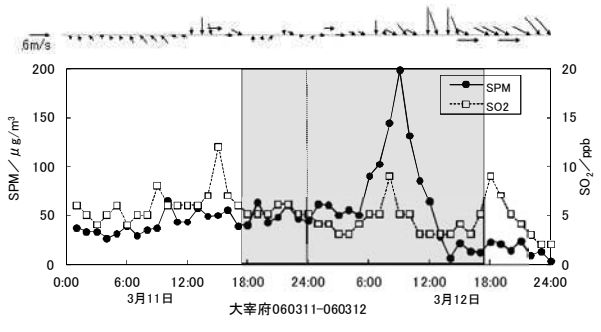


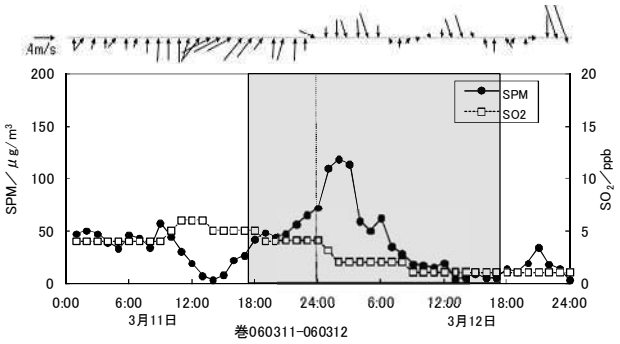
札幌050428-050429

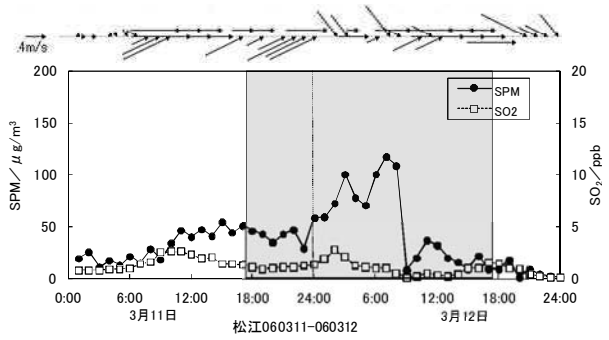
2006.03.11

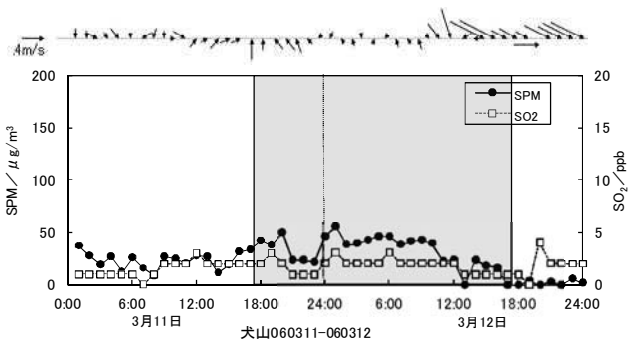

4m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO2／ppb
3月11日
3月12日
長崎060311-060312

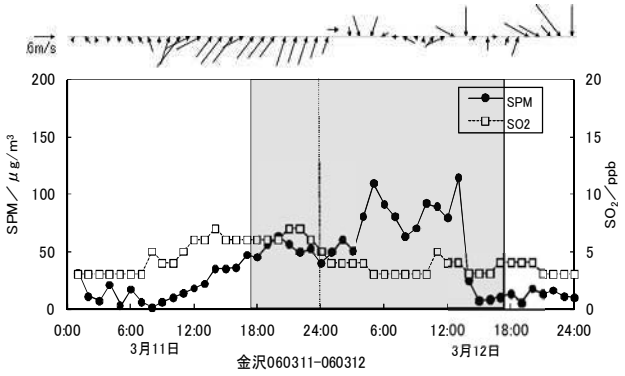

4m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO2／ppb
3月11日
3月12日
立山060311-060312

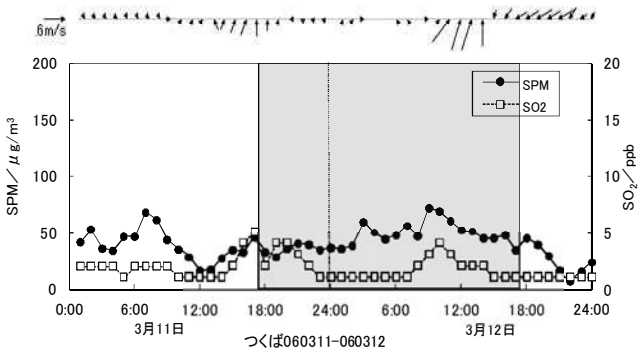

6m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO2／ppb
3月11日
3月12日
大宰府060311-060312

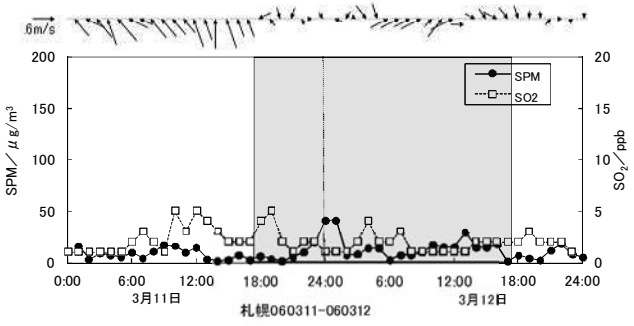

4m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO2／ppb
3月11日
3月12日
巻060311-060312


4m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO2／ppb
3月11日
3月12日
松江060311-060312

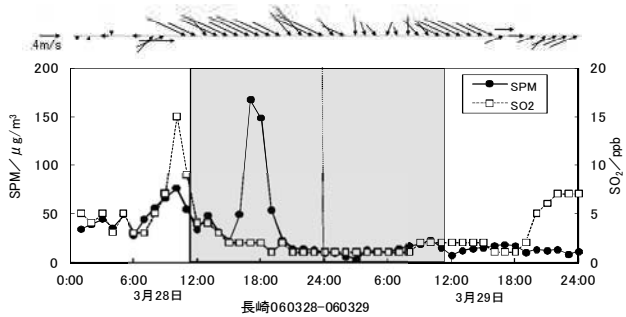

4m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO2／ppb
3月11日
3月12日
犬山060311-060312


6m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO2／ppb
3月11日
3月12日
金沢060311-060312

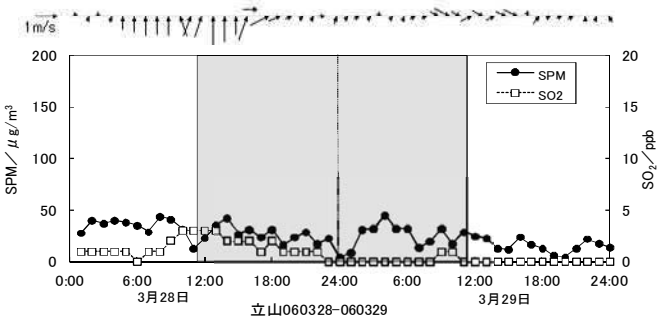

6m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO2／ppb
3月11日
3月12日
つくば060311-060312


6m/s
SPM
SO2
SPM／μg/m³
SO2／ppb
3月11日
3月12日
札幌060311-060312

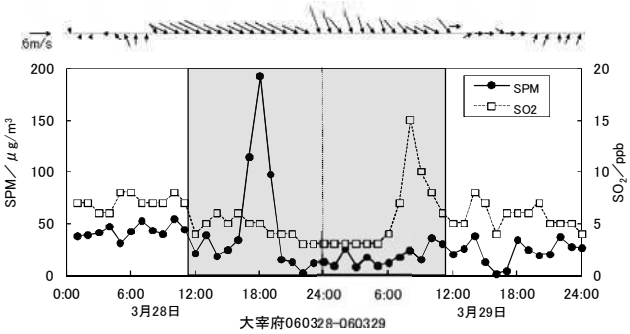
2006.03.28



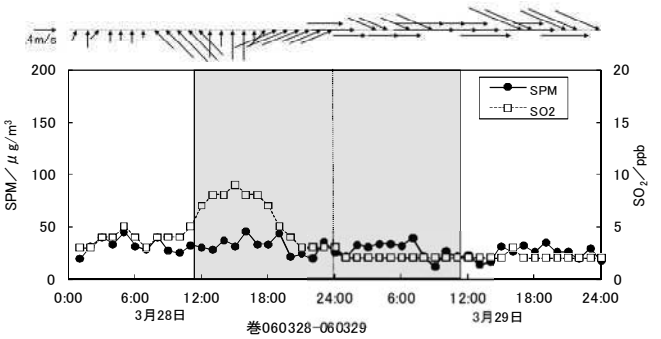
長崎060328-060329



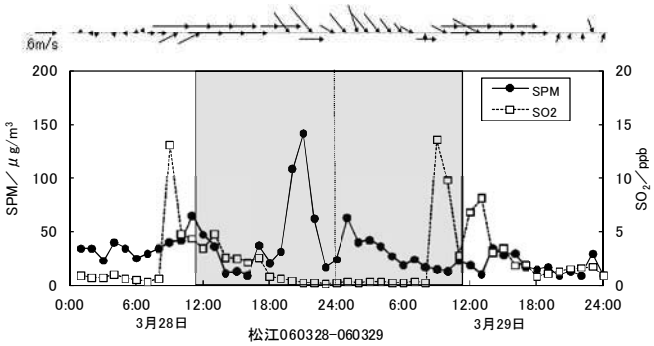
立山060328-060329



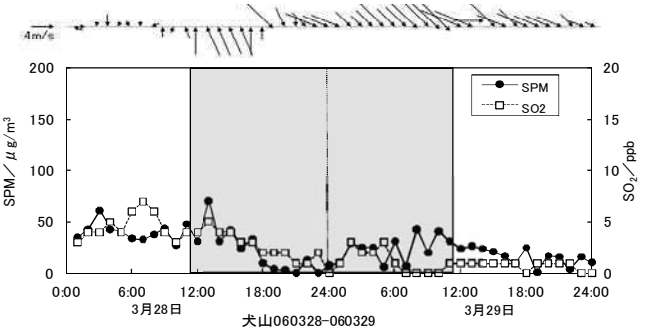
大宰府060328-060329



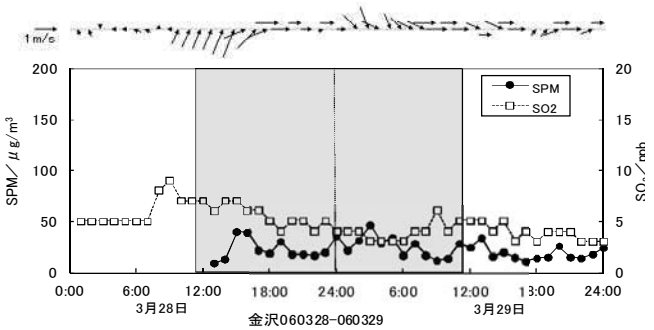
巻060328-060329



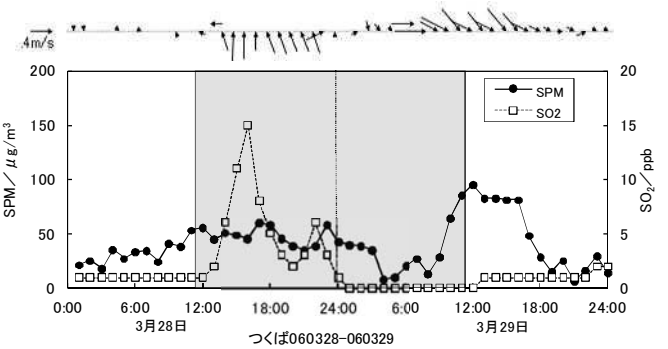
松江060328-060329



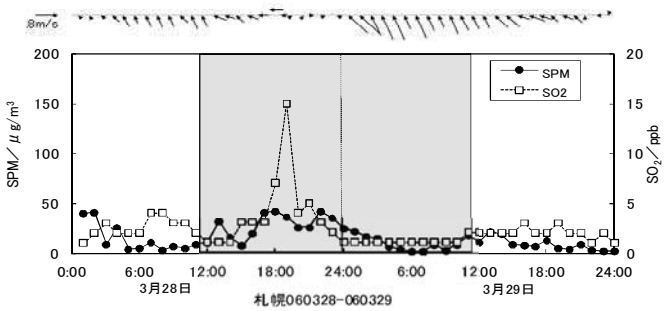
犬山060328-060329



金沢060328-060329

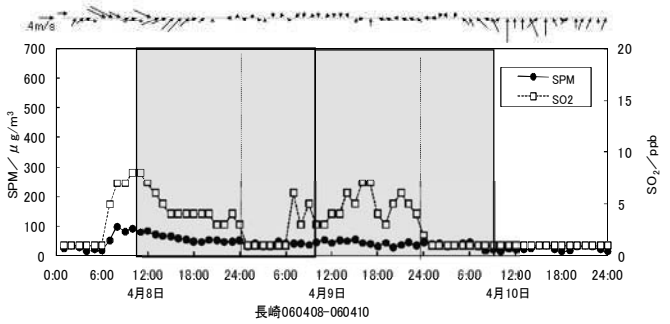


つくば060328-060329

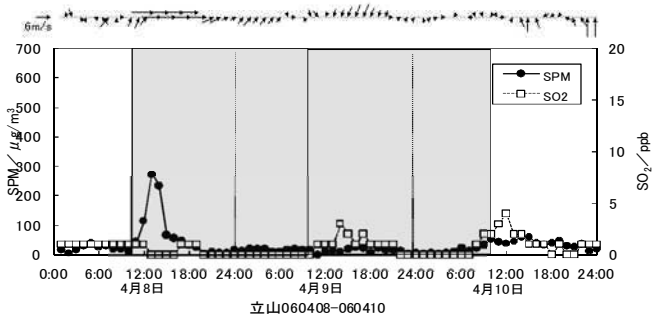


札幌060328-060329

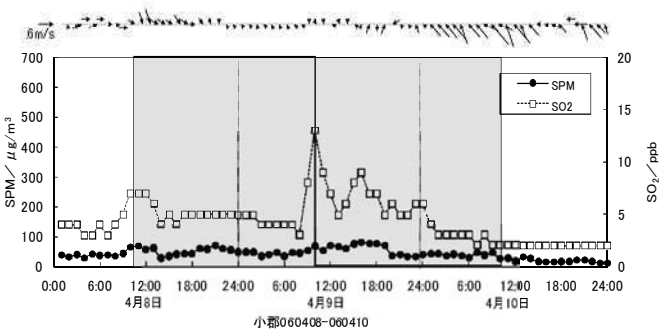
2006.04.08



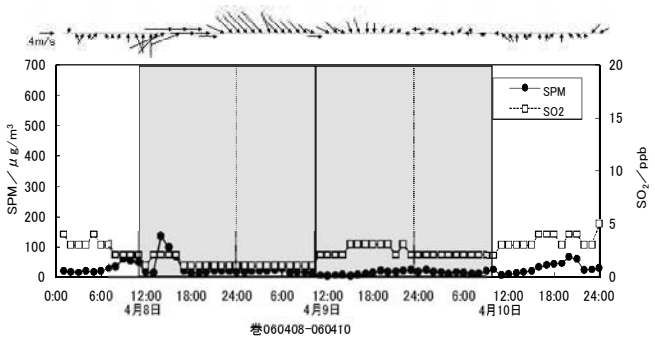
長崎060408-060410



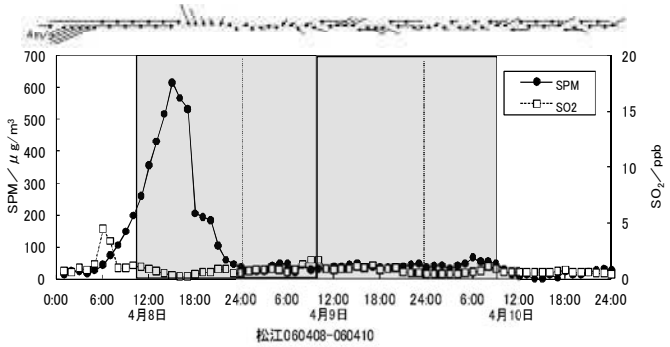
立山060408-060410



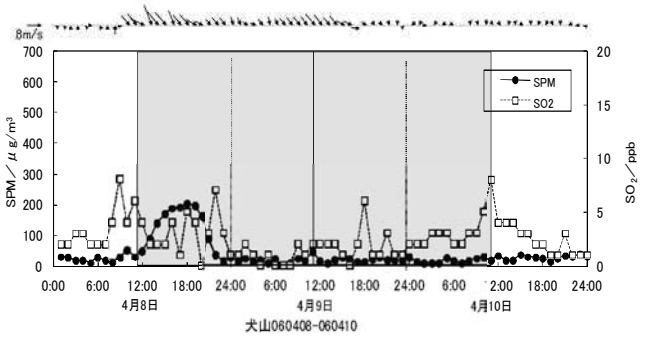
小郡060408-060410



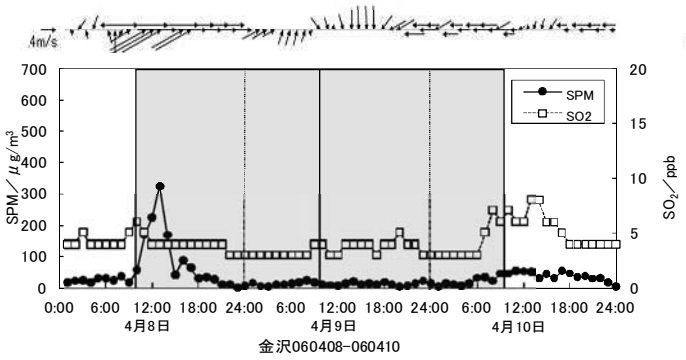
巻060408-060410



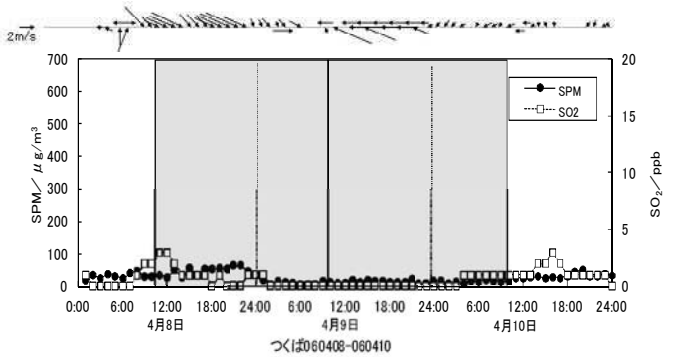
松江060408-060410



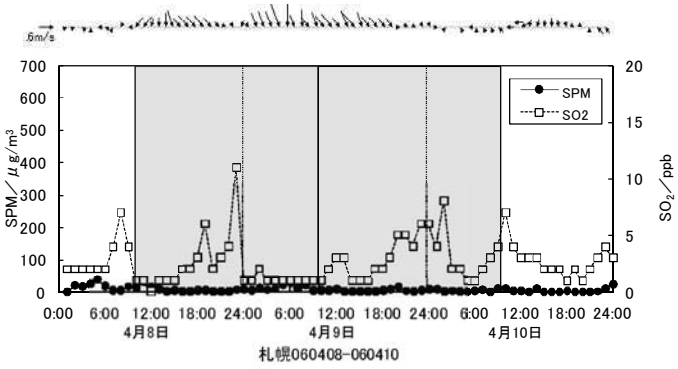
犬山060408-060410



金沢060408-060410

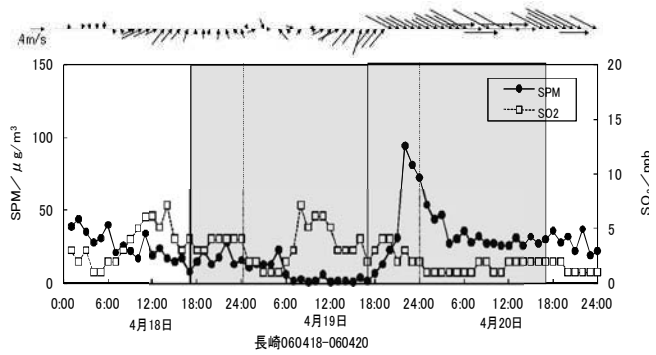


つくば060408-060410

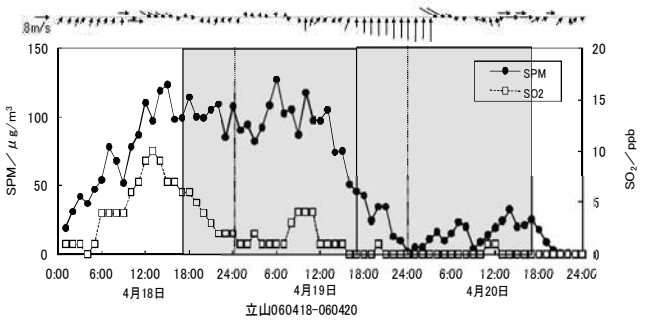


札幌060408-060410

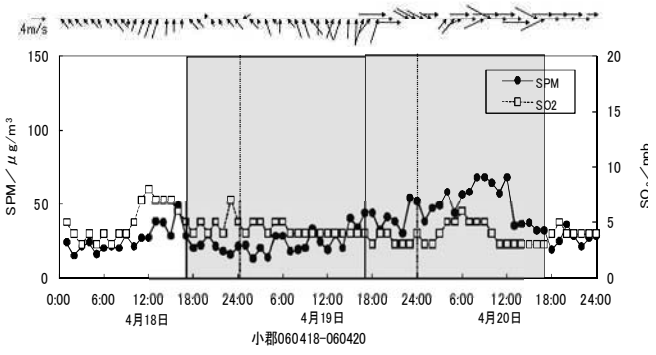
2006.04.18



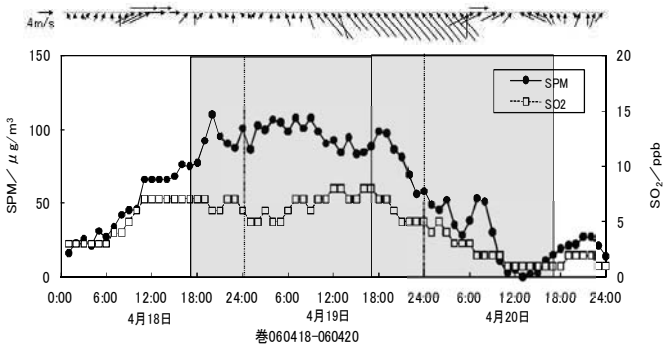
長崎060418-060420



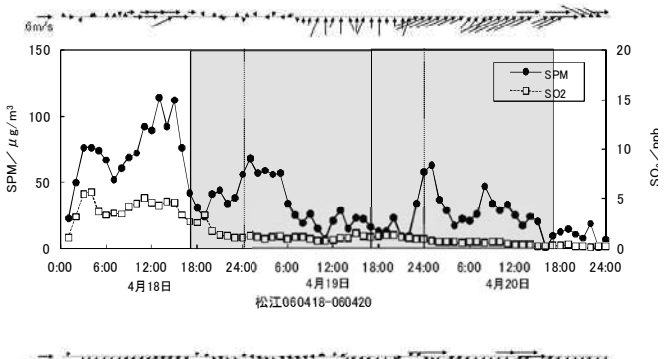
立山060418-060420



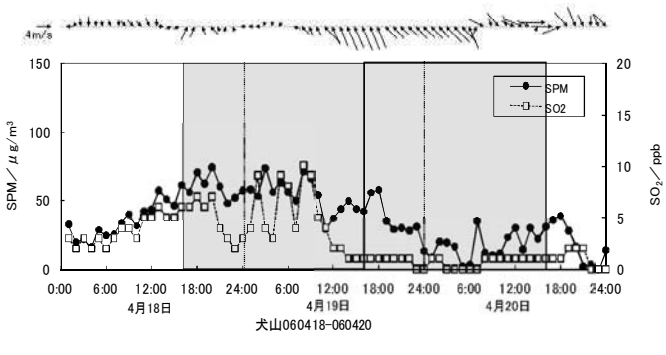
小郡060418-060420



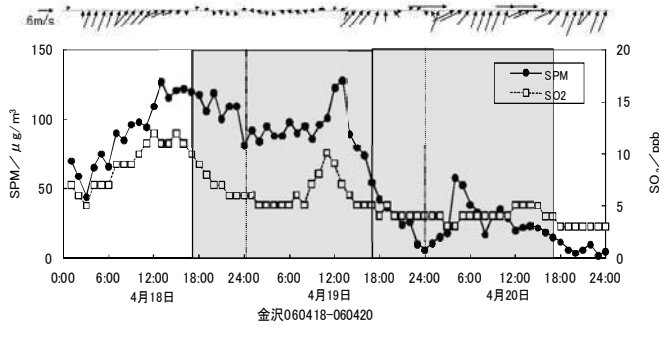
巻060418-060420



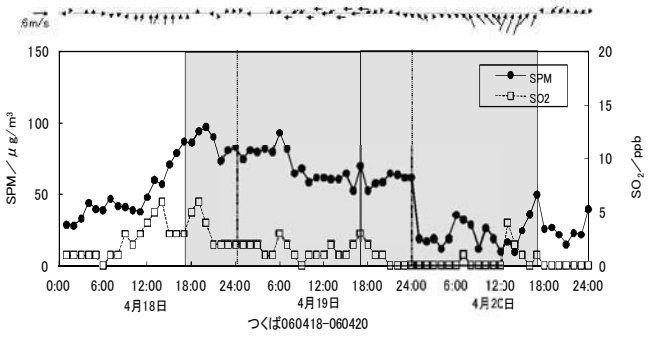
松江060418-060420



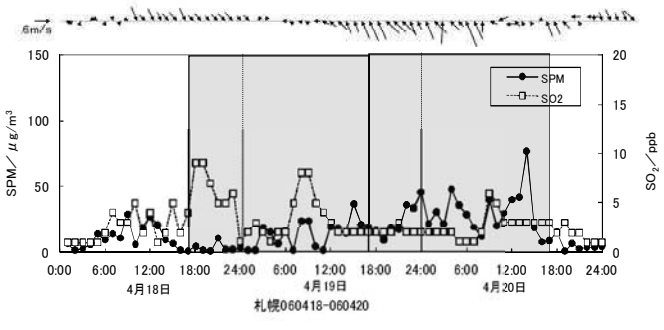
犬山060418-060420



金沢060418-060420

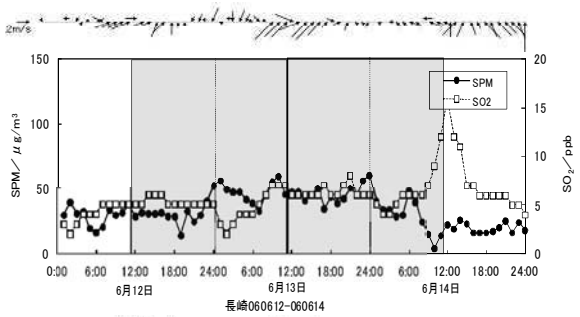


つくば060418-060420

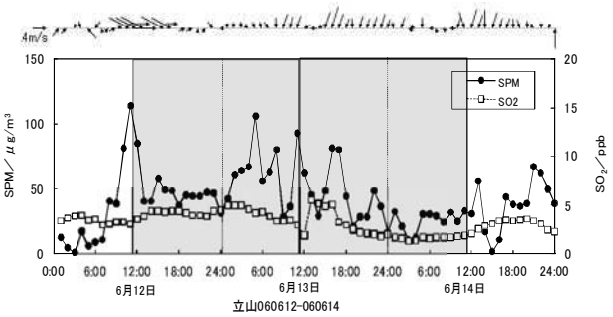


札幌060418-060420

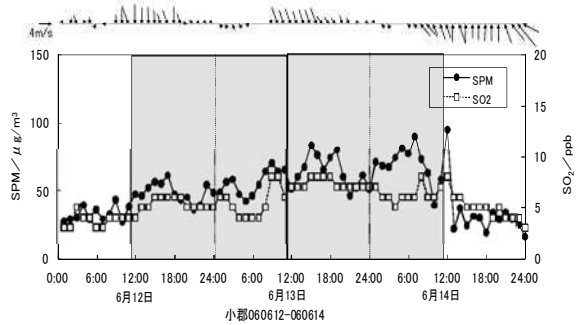
2006.06.12



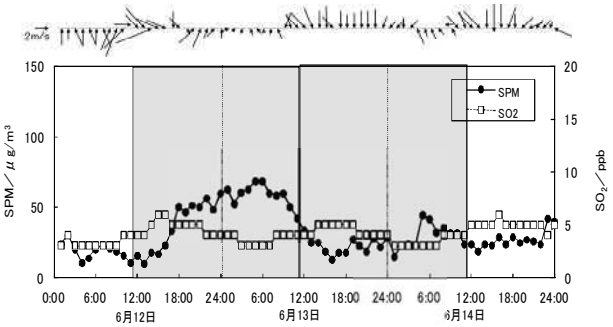
長崎060612-060614



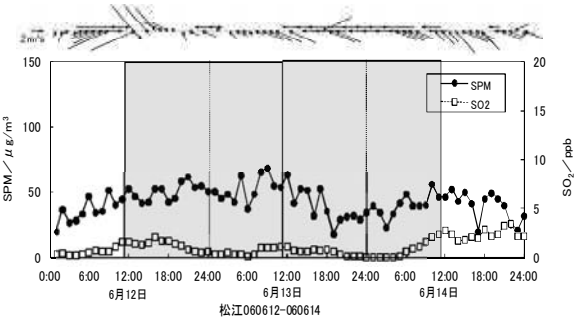
立山060612-060614



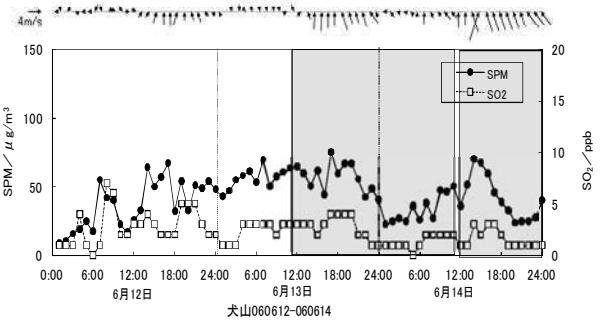
小郡060612-060614



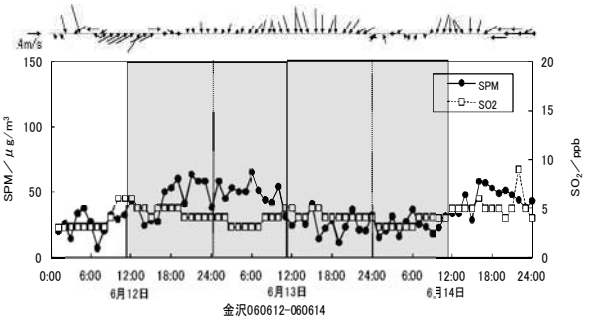
巻060612-060614



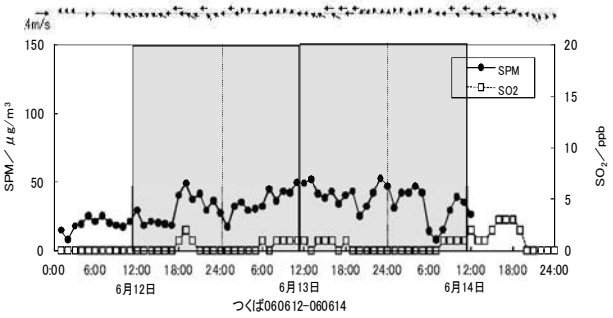
松江060612-060614



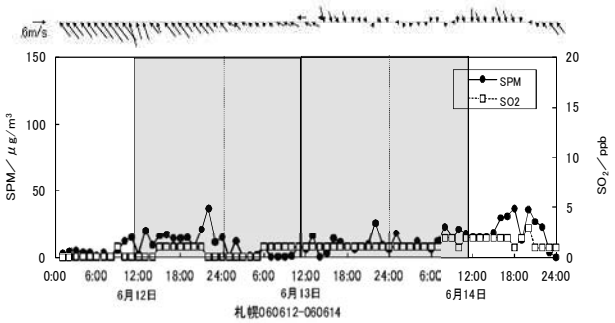
犬山060612-060614



金沢060612-060614

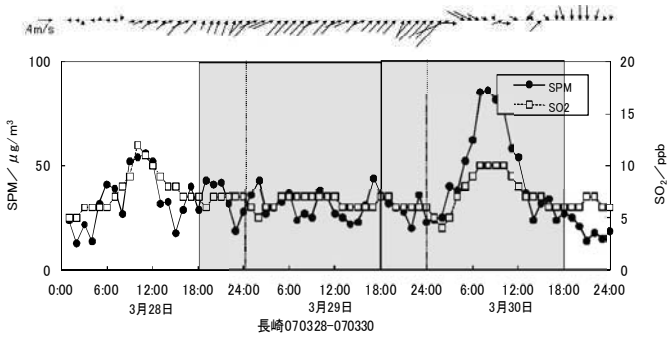


つくば060612-060614

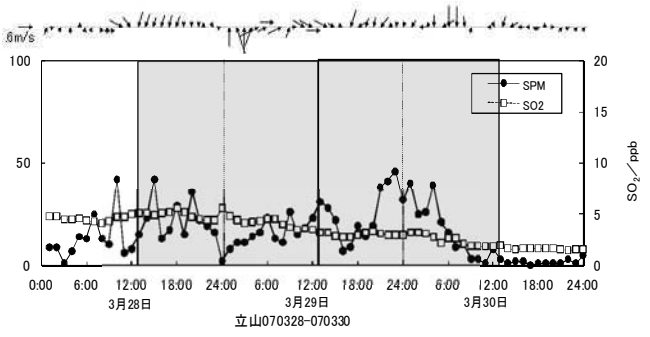


札幌060612-060614

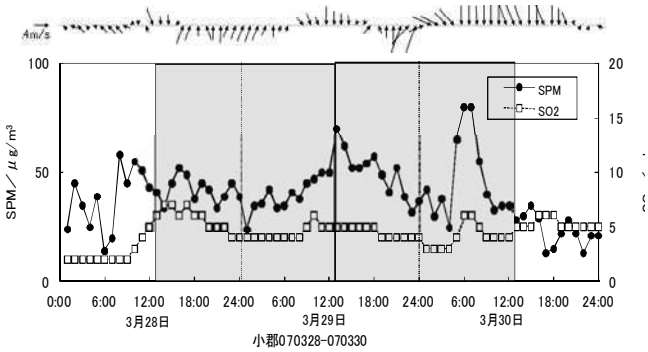
2007.03.28



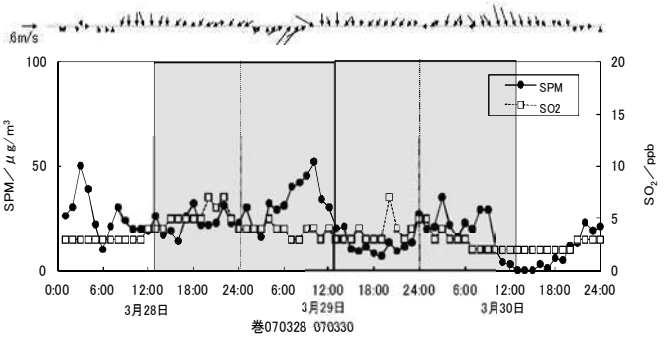
長崎070328-070330



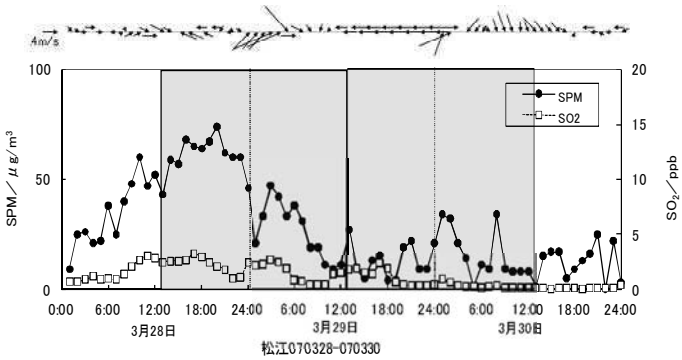
立山070328-070330



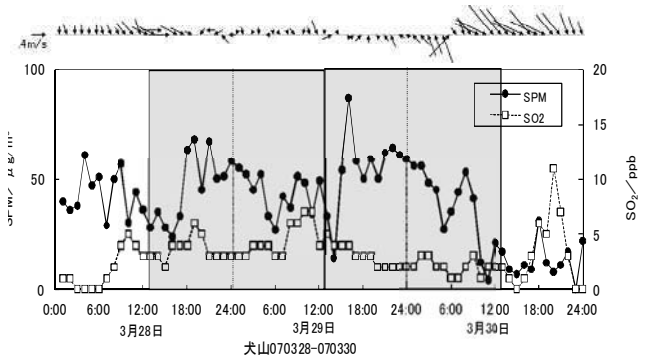
小郡070328-070330



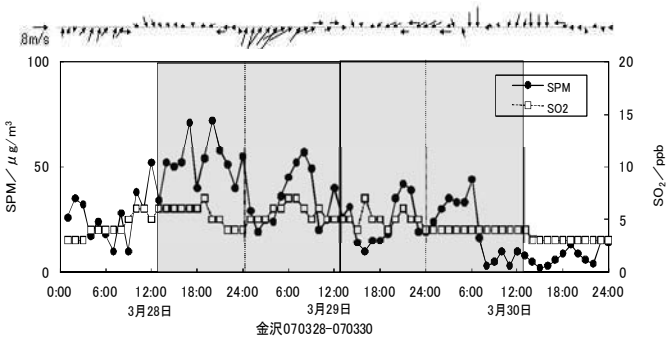
巻070328 070330



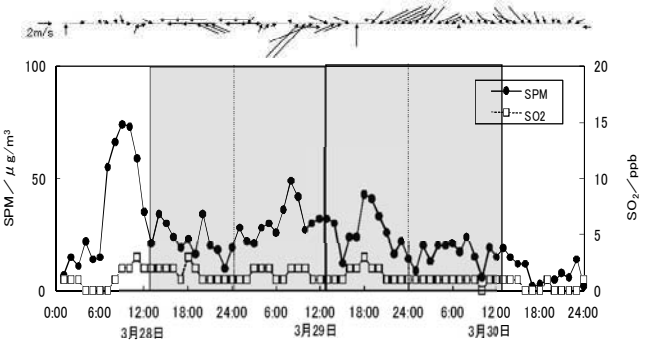
松江070328-070330



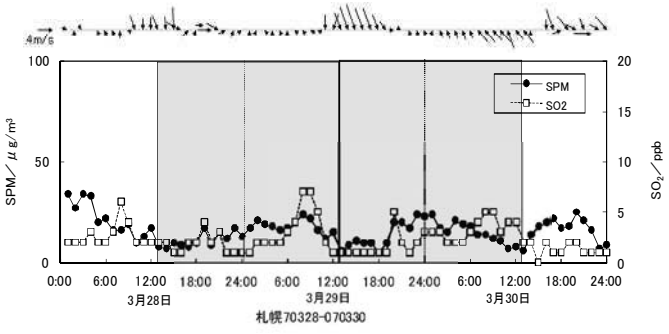
犬山070328-070330



金沢070328-070330

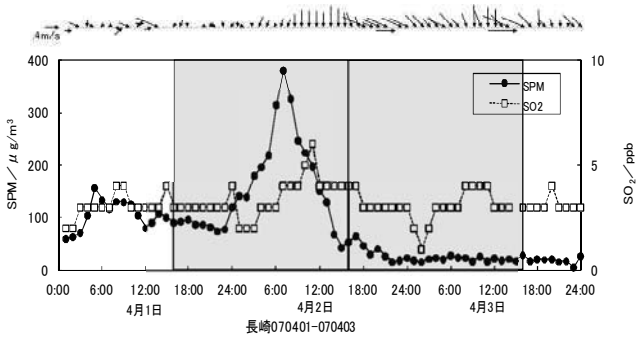


つくば070328-070330

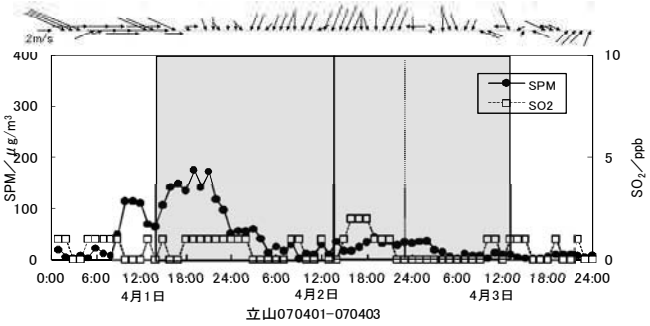


札幌70328-070330

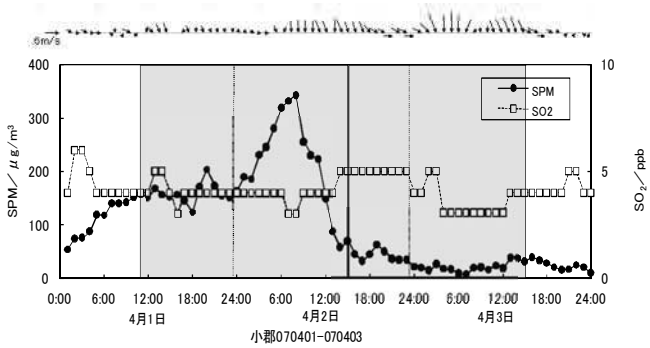
2007.04.01



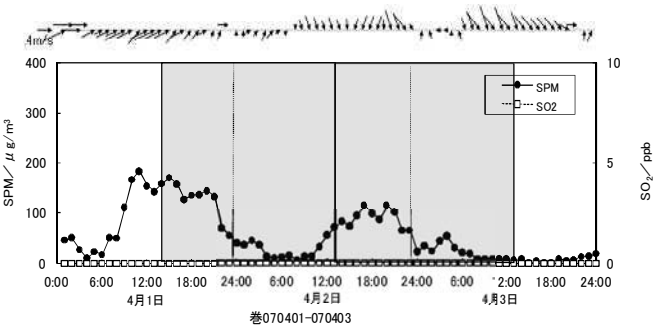
長崎070401-070403



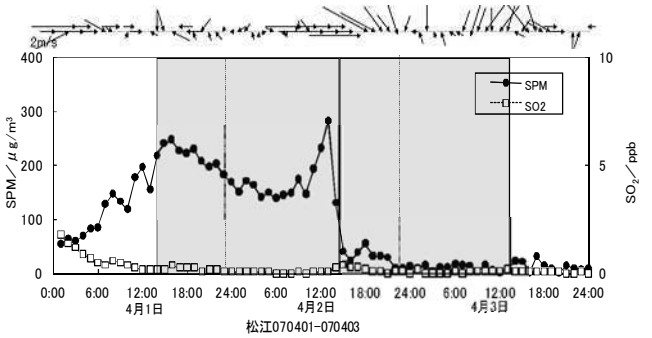
立山070401-070403



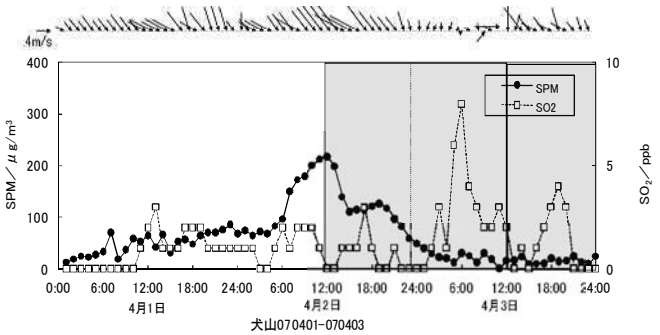
小郡070401-070403



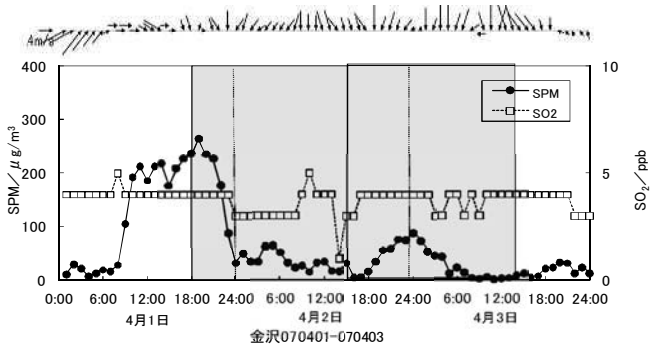
巻070401-070403



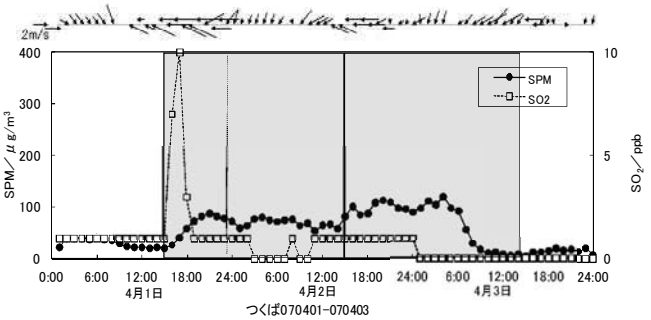
松江070401-070403



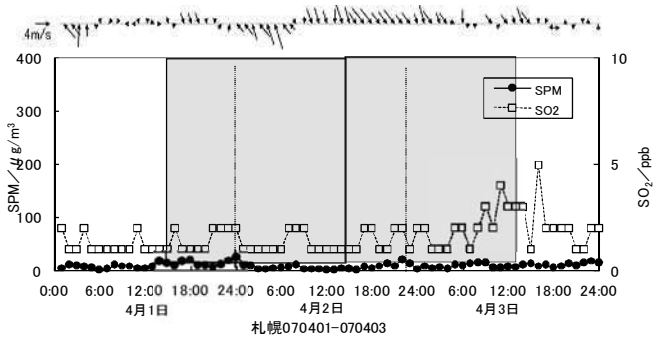
犬山070401-070403



金沢070401-070403

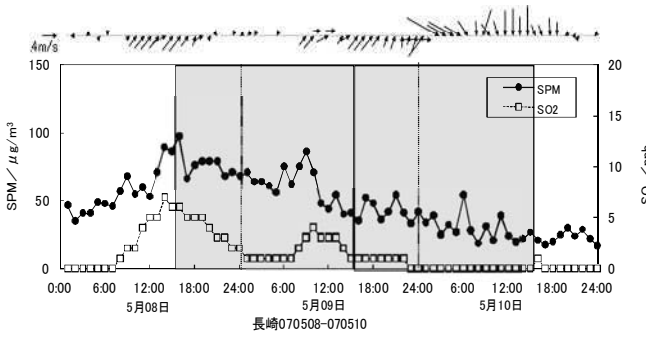


つくば070401-070403

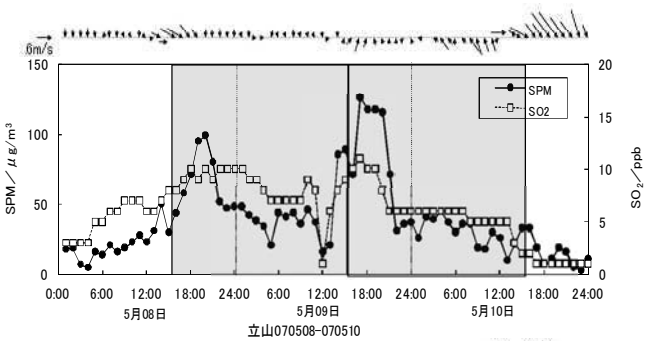


札幌070401-070403

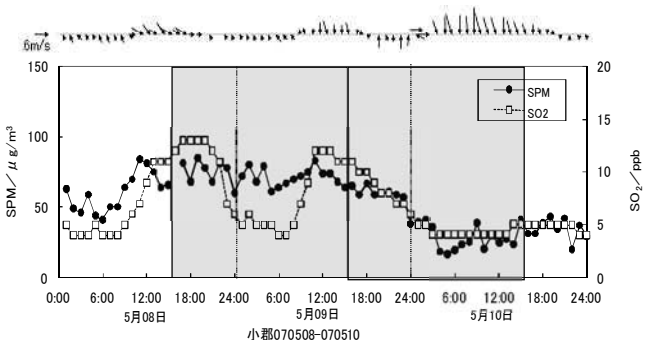
2007.05.08



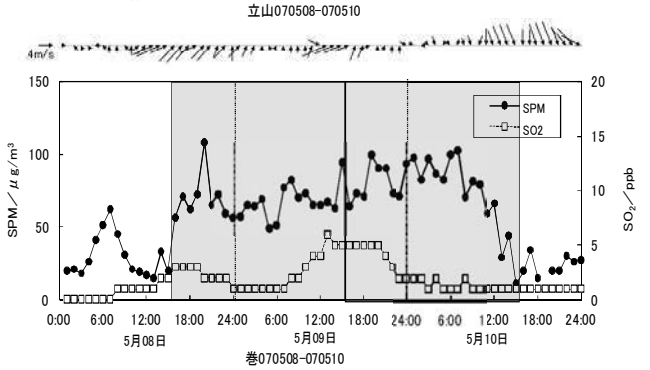
長崎070508-070510



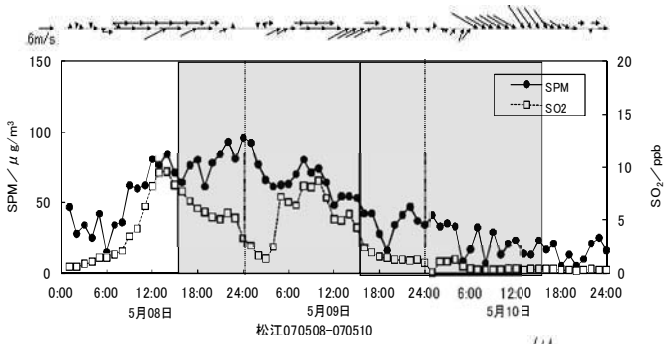
立山070508-070510



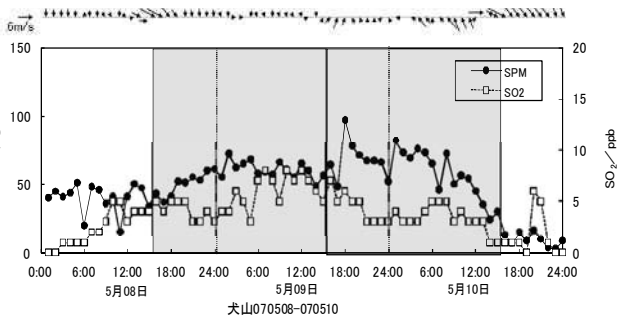
小郡070508-070510



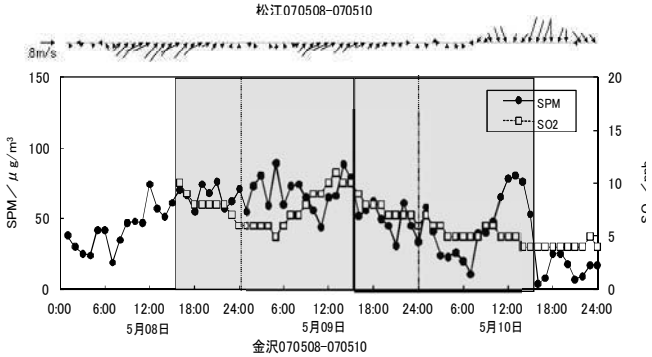
巻070508-070510



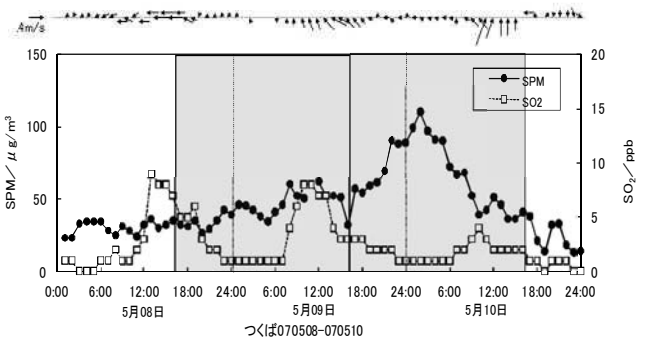
松江070508-070510



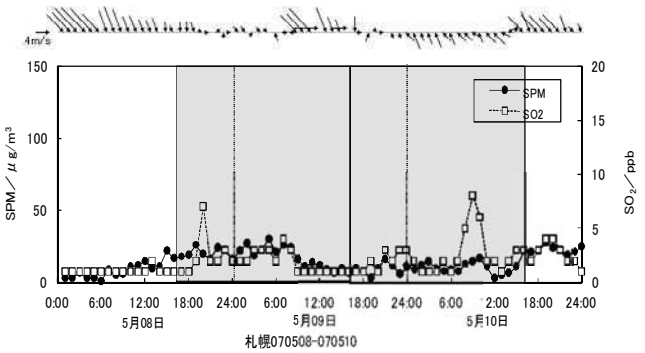
犬山070508-070510



金沢070508-070510

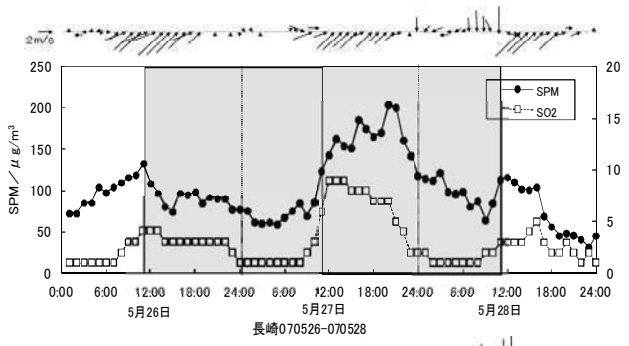


つくば070508-070510

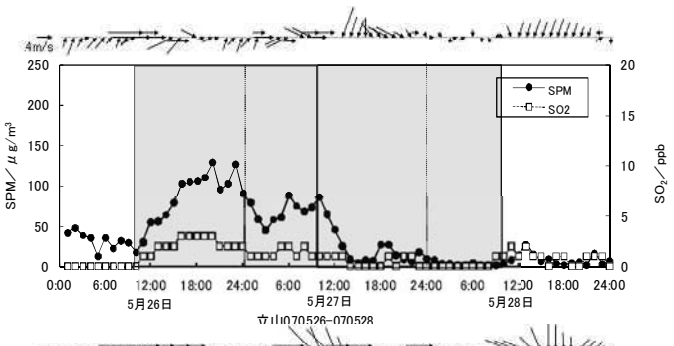


札幌070508-070510

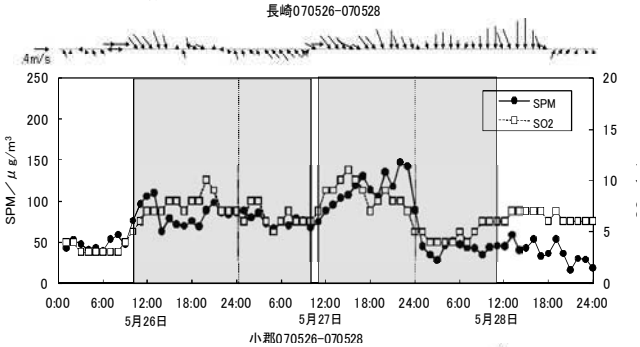
2007.05.26



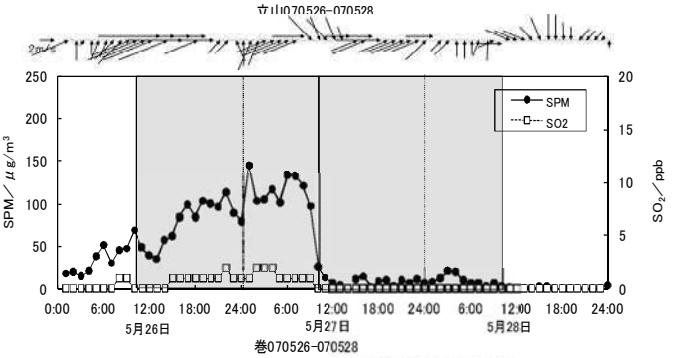
長崎070526-070528



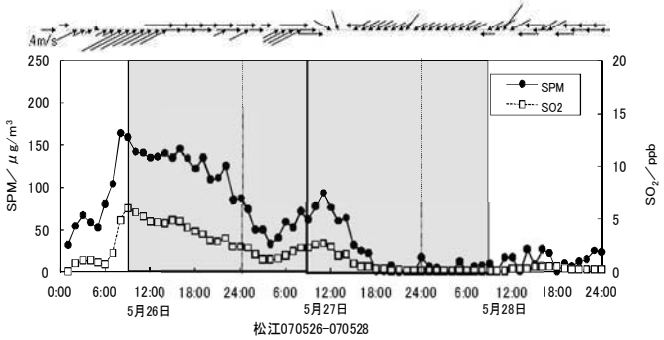
立山070526-070528



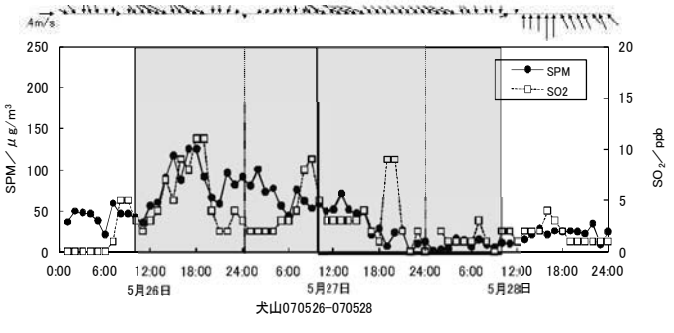
小郡070526-070528



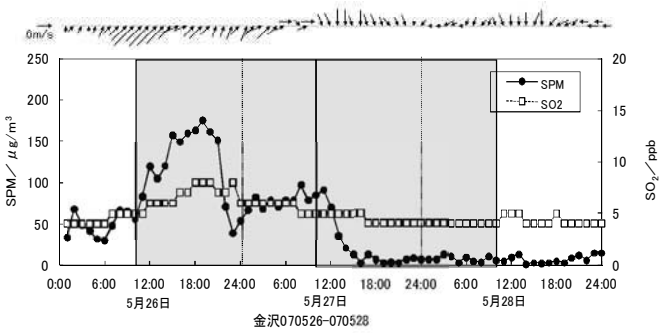
巻070526-070528



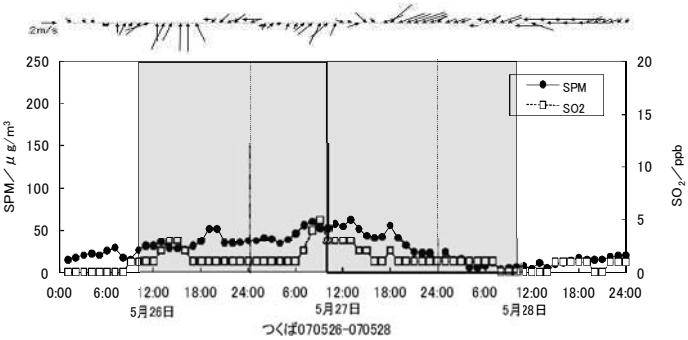
松江070526-070528



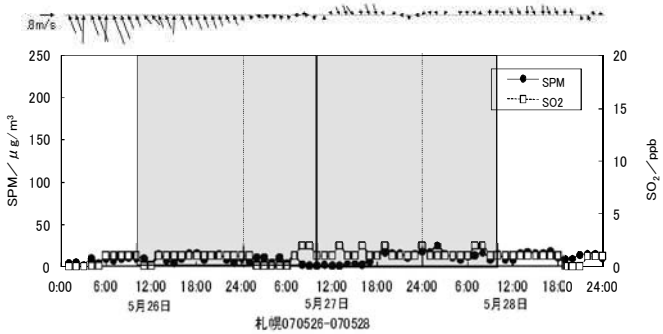
犬山070526-070528



金沢070526-070528

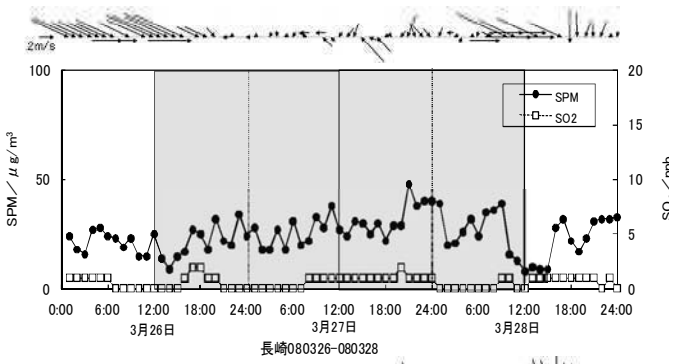


つくば070526-070528

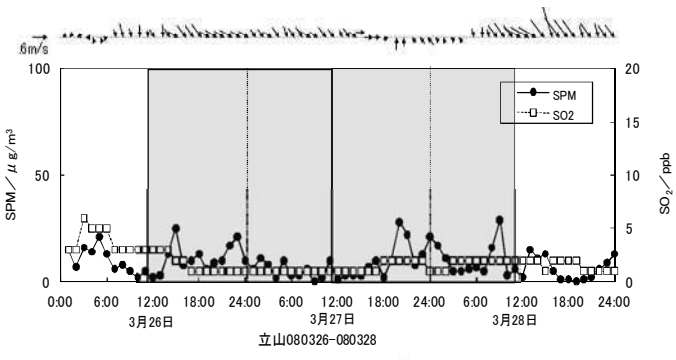


札幌070526-070528

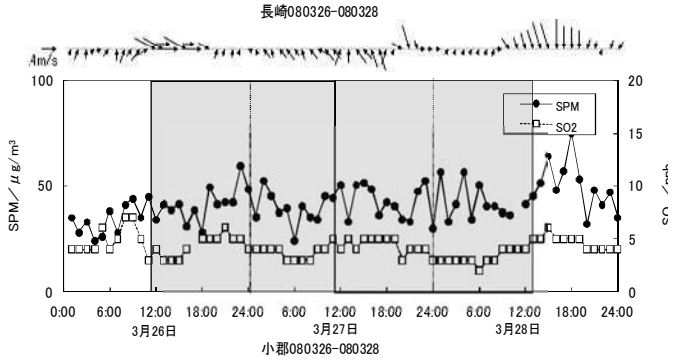
2008.03.26



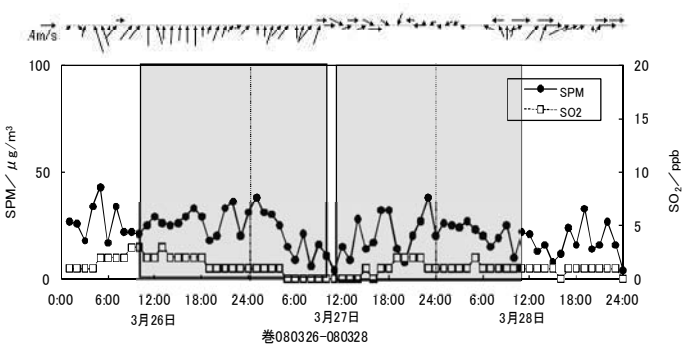
長崎080326-080328



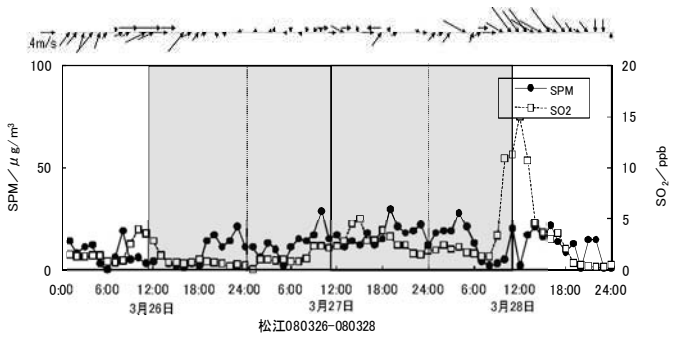
立山080326-080328



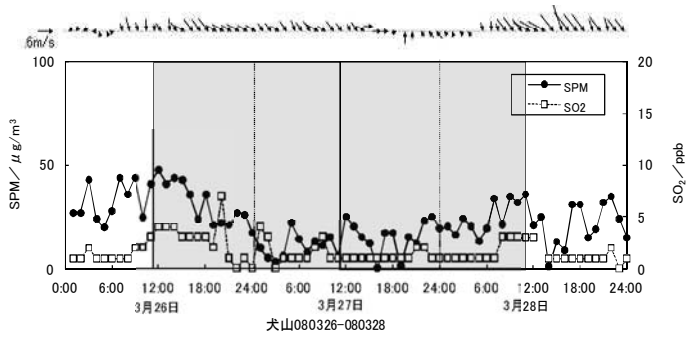
小郡080326-080328



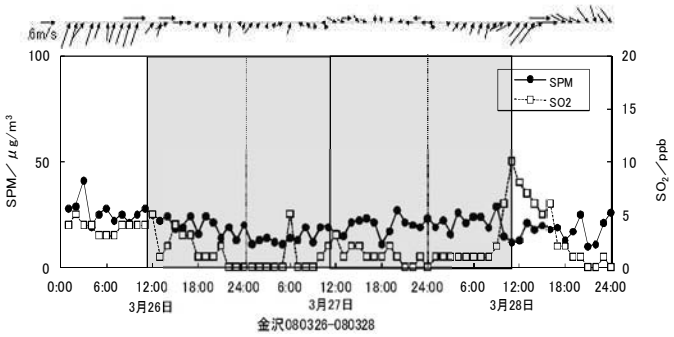
巻080326-080328



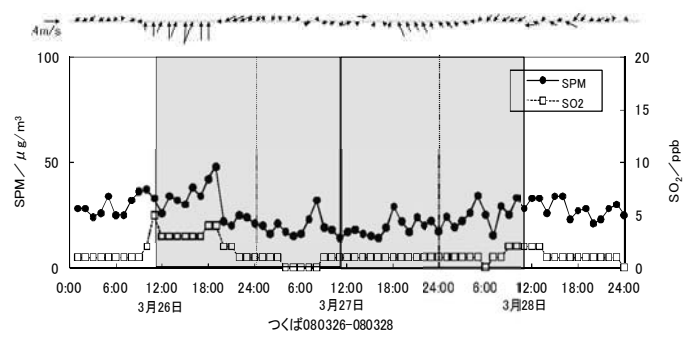
松江080326-080328



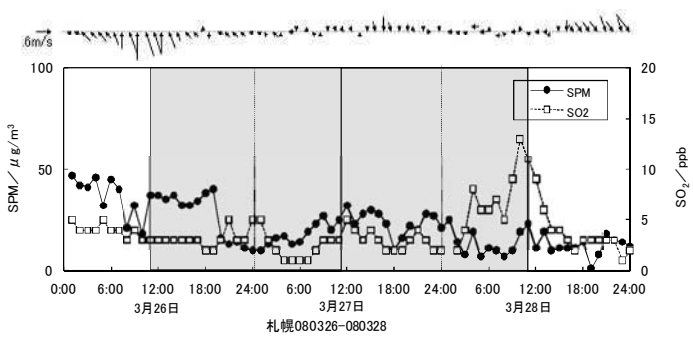
犬山080326-080328



金沢080326-080328



つくば080326-080328



札幌080326-080328

平成１９年度黄砂実態解明調査において捕集したエアロゾル中の水銀成分濃度

調査地点名	測定 No.	サンプリング日	報告値 (ng/m³)	調査地点名	測定 No.	サンプリング日	報告値 (ng/m³)
長崎	67-1	2007/4/1-2007/4/2	<0.1	巻	13-1	2007/4/1-2007/4/2	N.D.
	67-2	2007/4/1-2007/4/2	<0.1		13-2	2007/4/1-2007/4/2	N.D.
	68-1	2007/4/2-2007/4/3	N.D.		14-1	2007/4/2-2007/4/3	N.D.
	68-2	2007/4/2-2007/4/3	N.D.		14-2	2007/4/2-2007/4/3	N.D.
	69-1	2007/5/8-2007/5/9	<0.1		15-1	2007/5/8-2007/5/9	<0.1
	69-2	2007/5/8-2007/5/9	<0.1		15-2	2007/5/8-2007/5/9	<0.1
	70-1	2007/5/9-2007/5/10	N.D.		16-1	2007/5/9-2007/5/10	N.D.
	70-2	2007/5/9-2007/5/10	N.D.		16-2	2007/5/9-2007/5/10	N.D.
	71-1	2007/5/26-2007/5/27	<0.1		17-1	2007/5/26-2007/5/27	N.D.
	71-2	2007/5/26-2007/5/27	<0.1		17-2	2007/5/26-2007/5/27	N.D.
	72-1	2007/5/27-2007/5/28	<0.1		18-1	2007/5/27-2007/5/28	N.D.
	72-2	2007/5/27-2007/5/28	<0.1		18-2	2007/5/27-2007/5/28	N.D.
太宰府	58-1	2007/4/1-2007/4/2	<0.1	犬山	40-1	2007/4/2-2007/4/3	N.D.
	58-2	2007/4/1-2007/4/2	<0.1		40-3	2007/4/2-2007/4/3	N.D.
	59-1	2007/4/2-2007/4/3	N.D.		41-1	2007/4/3-2007/4/4	N.D.
	59-2	2007/4/2-2007/4/3	N.D.		41-2	2007/4/3-2007/4/4	N.D.
	60-1	2007/5/8-2007/5/9	<0.1		42-1	2007/5/8-2007/5/9	<0.1
	60-2	2007/5/8-2007/5/9	<0.1		42-2	2007/5/8-2007/5/9	<0.1
	61-1	2007/5/9-2007/5/10	N.D.		43-1	2007/5/9-2007/5/10	N.D.
	61-2	2007/5/9-2007/5/10	N.D.		43-2	2007/5/9-2007/5/10	N.D.
	62-1	2007/5/26-2007/5/27	<0.1		44-1	2007/5/26-2007/5/27	<0.1
	62-2	2007/5/26-2007/5/27	<0.1		44-2	2007/5/26-2007/5/27	<0.1
	63-1	2007/5/27-2007/5/28	N.D.		45-1	2007/5/27-2007/5/28	N.D.
	63-2	2007/5/27-2007/5/28	N.D.		45-2	2007/5/27-2007/5/28	N.D.
松江	49-1	2007/4/1-2007/4/2	N.D.	つくば	76-1	2007/4/1-2007/4/2	N.D.
	49-2	2007/4/1-2007/4/2	N.D.		76-2	2007/4/1-2007/4/2	N.D.
	50-1	2007/4/2-2007/4/3	N.D.		77-1	2007/4/2-2007/4/3	N.D.
	50-2	2007/4/2-2007/4/3	N.D.		77-2	2007/4/2-2007/4/3	N.D.
	51-1	2007/5/8-2007/5/9	N.D.		78-1	2007/5/8-2007/5/9	N.D.
	51-2	2007/5/8-2007/5/9	N.D.		78-2	2007/5/8-2007/5/9	N.D.
	52-1	2007/5/9-2007/5/10	N.D.		79-1	2007/5/9-2007/5/10	N.D.
	52-2	2007/5/9-2007/5/10	N.D.		79-2	2007/5/9-2007/5/10	N.D.
	53-1	2007/5/26-2007/5/27	N.D.		80-1	2007/5/26-2007/5/27	N.D.
	53-2	2007/5/26-2007/5/27	N.D.		80-2	2007/5/26-2007/5/27	N.D.
	54-1	2007/5/27-2007/5/28	N.D.		81-1	2007/5/27-2007/5/28	N.D.
	54-2	2007/5/27-2007/5/28	N.D.		81-2	2007/5/27-2007/5/28	N.D.

平成１９年度黄砂実態解明調査において捕集したエアロゾル中の水銀成分濃度

調査地点名	測定 No.	サンプリング日	報告値 (ng/m3)	調査地点名	測定 No.	サンプリング日	報告値 (ng/m3)
石川	31-1	2007/4/1-2007/4/2	N.D.	北海道	4-1	2007/4/1-2007/4/2	N.D.
	31-2	2007/4/1-2007/4/2	N.D.		4-2	2007/4/1-2007/4/2	N.D.
	32-1	2007/4/2-2007/4/3	N.D.		5-1	2007/4/2-2007/4/3	N.D.
	32-2	2007/4/2-2007/4/3	N.D.		5-2	2007/4/2-2007/4/3	N.D.
	33-1	2007/5/8-2007/5/9	N.D.		6-1	2007/5/8-2007/5/9	N.D.
	33-2	2007/5/8-2007/5/9	<0.1		6-2	2007/5/8-2007/5/9	N.D.
	34-1	2007/5/9-2007/5/10	<0.1		7-1	2007/5/9-2007/5/10	N.D.
	34-2	2007/5/9-2007/5/10	N.D.		7-2	2007/5/9-2007/5/10	N.D.
	35-1	2007/5/26-2007/5/27	N.D.		8-1	2007/5/26-2007/5/27	N.D.
	35-2	2007/5/26-2007/5/27	<0.1		8-2	2007/5/26-2007/5/27	N.D.
	36-1	2007/5/27-2007/5/28	<0.1		9-1	2007/5/27-2007/5/28	N.D.
	36-2	2007/5/27-2007/5/28	N.D.		9-2	2007/5/27-2007/5/28	N.D.
富山	22-1	2007/4/1-2007/4/2	N.D.				
	22-2	2007/4/1-2007/4/2	N.D.				
	23-1	2007/4/2-2007/4/3	N.D.				
	23-2	2007/4/2-2007/4/3	N.D.				
	24-1	2007/5/8-2007/5/9	<0.1				
	24-2	2007/5/8-2007/5/9	<0.1				
	25-1	2007/5/9-2007/5/10	N.D.				
	25-2	2007/5/9-2007/5/10	N.D.				
	26-1	2007/5/26-2007/5/27	<0.1				
	26-2	2007/5/26-2007/5/27	<0.1				
	27-1	2007/5/27-2007/5/28	N.D.				
	27-2	2007/5/27-2007/5/28	N.D.				

化学成分分析結果一覧表

表 1　黄砂実態解明調査　平成 14 年度～19 年度分　ハイボリュームろ紙分析結果（金属・イオン：調査日順）(1)

試料名	地点名	捕集開始日時	捕集終了日時	粉じん濃度	金属元素						陰イオン				陽イオン					
				TSP	Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F^-	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Sr^{2+}
				μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³
NG-H14-01H	長崎	2003/03/25 10:00	2003/03/26 10:00	71	0.20	<0.5	<0.2	0.59	<0.01		<0.009	<0.05	1.14	24.6	<0.5	7.4	0.9	<0.2	<0.5	
FK-H14-01H	太宰府	2003/03/25 10:00	2003/03/26 10:00	117	0.57	2.01	1.51	1.20	0.013		<0.009	0.35	8.84	28.0	1.1	10.7	1.0	0.3	1.0	
SM-H14-01H	松江	2003/03/25 10:00	2003/03/26 10:03	64	0.36	<0.5	0.63	0.51	<0.01		<0.009	0.16	3.88	9.6	1.5	2.4	0.3	0.2	<0.5	
AI-H14-01H	犬山	2003/03/25 11:16	2003/03/26 11:16	37	0.07	<0.5	0.19	0.23	<0.01		<0.009	<0.05	0.23	5.7	<0.5	1.8	<0.2	<0.2	<0.5	
TY-H14-01H	立山	2003/03/25 10:00	2003/03/26 10:00	25	0.09	<0.5	<0.2	0.12	<0.01		<0.009	<0.05	<0.2	7.5	<0.5	2.1	<0.2	<0.2	<0.5	
NI-H14-01H	巻	2003/03/25 10:00	2003/03/26 10:00	46	0.28	0.70	0.52	1.51	<0.01		<0.009	<0.05	2.97	8.6	0.4	3.2	0.4	<0.2	0.4	
TK-H14-01H	つくば	2003/03/25 10:02	2003/03/26 10:02	41	0.08	<0.5	0.15	0.23	<0.01		<0.009	<0.05	5.83	7.5	<0.5	4.1	0.2	<0.2	<0.5	
HK-H14-01H	札幌	2003/03/25 10:00	2003/03/26 10:00	96	0.74	2.48	2.51	2.02	0.013		<0.009	1.15	10.32	9.4	1.0	4.4	0.4	0.2	1.5	
NG-H14-02H	長崎	2003/03/30 12:00	2003/03/31 12:00	68	0.06	<0.5	<0.2	0.36	<0.01		<0.009	<0.05	0.68	4.8	<0.5	1.1	<0.2	<0.2	<0.5	
FK-H14-02H	太宰府	2003/03/30 12:00	2003/03/31 12:00	82	0.40	1.71	1.02	0.88	<0.01		<0.009	0.44	5.87	5.2	0.6	2.7	0.3	<0.2	0.6	
SM-H14-02H	松江	2003/03/30 12:00	2003/03/31 12:00	39	0.35	0.53	0.64	0.56	<0.01		<0.009	0.47	2.54	6.2	1.3	1.2	0.3	0.2	<0.5	
AI-H14-02H	犬山	2003/03/30 12:00	2003/03/31 12:00	66	0.18	0.57	0.67	0.63	<0.01		0.010	0.10	3.96	5.0	<0.5	2.1	0.3	<0.2	<0.5	
TY-H14-02H	立山	2003/03/30 12:00	2003/03/31 12:00	61	0.56	1.80	1.77	1.23	<0.01		0.018	<0.05	3.62	8.7	<0.5	2.4	0.4	<0.2	1.5	
NI-H14-02H	巻	2003/03/30 12:00	2003/03/31 12:03	48	0.42	0.88	0.59	<0.07	<0.01		<0.009	0.51	3.91	5.4	1.5	1.7	0.3	0.2	0.5	
TK-H14-02H	つくば	2003/03/30 12:03	2003/03/31 11:33	54	0.29	0.68	0.59	0.84	<0.01		<0.009	0.46	7.20	5.2	1.1	2.8	0.3	<0.2	<0.5	
HK-H14-02H	札幌	2003/03/30 11:30	2003/03/31 11:30	48	0.47	1.27	1.84	1.18	<0.01		<0.009	1.41	1.61	2.7	0.9	0.4	<0.2	<0.2	0.9	
NG-H14-03H	長崎	2003/03/31 12:00	2003/04/01 12:00	64	0.09	<0.5	<0.2	0.31	<0.01		<0.009	<0.05	0.40	5.8	<0.5	1.0	<0.2	<0.2	<0.5	
FK-H14-03H	太宰府	2003/03/31 12:00	2003/04/01 12:00	65	0.36	1.35	0.89	0.69	<0.01		<0.009	0.54	3.36	8.2	0.7	3.0	0.3	<0.2	0.5	
SM-H14-03H	松江	2003/03/31 12:05	2003/04/01 12:05	71	0.43	0.76	0.68	0.54	<0.01		<0.009	0.57	2.77	10.7	1.9	2.4	0.5	0.3	<0.5	
AI-H14-03H	犬山	2003/03/31 12:16	2003/04/01 12:16	63	0.18	<0.5	0.55	0.53	<0.01		<0.009	<0.05	1.86	7.1	<0.5	2.3	0.4	<0.2	<0.5	
TY-H14-03H	立山	2003/03/31 12:15	2003/04/01 12:15	39	0.13	<0.5	0.26	0.39	<0.01		<0.009	<0.05	0.21	8.9	<0.5	2.6	0.3	<0.2	<0.5	
NI-H14-03H	巻	2003/03/31 12:15	2003/04/01 12:15	33	0.27	0.34	0.26	<0.07	<0.01		<0.009	0.31	1.68	6.3	1.2	1.7	0.3	<0.2	<0.5	
TK-H14-03H	つくば	2003/03/31 12:00	2003/04/01 12:00	83	0.34	1.27	1.00	1.32	<0.01		<0.009	0.24	15.26	7.7	0.7	5.8	0.4	<0.2	<0.5	
HK-H14-03H	札幌	2003/03/31 12:00	2003/04/01 12:00	87	0.80	3.52	2.99	2.78	0.013		<0.009	0.84	2.72	2.9	<0.5	0.7	<0.2	<0.2	1.3	
NG-H15-01H	長崎	2004/02/24 10:00	2004/02/25 09:57	50	0.25	0.59	0.38	0.39	0.003		<0.009	<0.2	1.10	3.0	1.0	0.2	<0.2	<0.2	<0.5	
FK-H15-01H	太宰府	2004/02/24 10:00	2004/02/25 09:45	44	0.32	1.70	1.90	0.59	0.009		<0.009	0.33	6.00	4.9	0.9	2.7	0.3	<0.2	<0.5	
SM-H15-01H	松江	2004/02/24 10:00	2004/02/25 09:45	23	0.16	0.19	0.12	0.01	0.005		<0.009	0.50	2.70	3.9	2.1	0.4	<0.2	<0.2	<0.5	
AI-H15-01H	犬山	2004/02/24 10:15	2004/02/25 10:00	31	0.28	0.81	0.93	0.51	0.005		0.028	1.30	2.40	2.3	1.2	0.6	0.2	<0.2	<0.5	
TY-H15-01H	立山	2004/02/24 10:03	2004/02/25 09:50	NA	0.10	0.24	0.23	0.07	0.001		<0.009	<0.2	1.20	1.7	0.5	0.4	<0.2	<0.2	<0.5	
NI-H15-01H	巻	2004/02/24 10:00	2004/02/25 09:55	52	0.60	0.64	0.33	0.26	0.005		<0.009	5.30	2.50	3.9	4.2	0.6	0.2	0.5	<0.5	
TK-H15-01H	つくば	2004/02/24 10:10	2004/02/25 09:55	52	NA	NA	NA	NA	NA		<0.009	0.61	4.53	3.1	1.5	0.9	0.2	<0.2	0.4	
HK-H15-01H	札幌	2004/02/24 10:00	2004/02/25 09:45	30	0.33	0.03	0.87	0.21	0.002		<0.009	1.80	3.10	4.9	1.9	1.5	<0.2	<0.2	<0.5	
NG-H15-02H	長崎	2004/02/25 10:00	2004/02/26 09:58	71	0.81	2.10	1.70	1.00	0.012		0.032	1.80	4.70	6.6	2.4	0.6	0.5	0.3	1.1	
FK-H15-02H	太宰府	2004/02/25 10:00	2004/02/26 09:45	71	0.92	2.80	2.90	1.20	0.015		0.024	3.10	5.70	5.9	2.7	1.7	0.4	0.3	1.3	
SM-H15-02H	松江	2004/02/25 10:00	2004/02/26 09:45	48	0.88	1.70	1.70	0.74	0.014		0.016	2.80	4.20	6.0	3.6	0.7	0.4	0.4	0.9	
AI-H15-02H	犬山	2004/02/25 10:15	2004/02/26 10:00	55	0.34	2.10	0.91	0.95	0.007		0.067	0.49	6.90	7.5	1.0	2.9	0.4	<0.2	0.7	
TY-H15-02H	立山	2004/02/25 10:00	2004/02/26 09:50	30	0.14	0.80	0.03	0.39	0.002		<0.009	<0.2	0.20	0.5	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.5	
NI-H15-02H	巻	2004/02/25 10:00	2004/02/26 09:45	62	1.00	2.30	2.13	0.97	0.014		<0.009	2.50	5.50	7.3	3.8	1.2	0.4	0.4	0.8	
TK-H15-02H	つくば	2004/02/25 10:00	2004/02/26 09:45	58	NA	NA	NA	NA	NA		<0.009	0.15	6.32	3.5	0.7	2.0	0.2	<0.2	0.5	
HK-H15-02H	札幌	2004/02/25 10:00	2004/02/26 09:46	34	0.40	0.37	0.61	0.37	0.006		<0.009	1.70	2.30	5.8	2.1	1.0	0.2	<0.2	<0.5	
NG-H15-03H	長崎	2004/02/26 10:00	2004/02/27 09:58	62	0.83	2.50	1.70	2.40	0.013		0.025	1.90	1.60	4.0	2.0	0.4	0.3	<0.2	0.9	
FK-H15-03H	太宰府	2004/02/26 10:00	2004/02/27 09:45	77	1.10	4.30	3.50	1.80	0.021		0.032	3.40	3.30	5.9	2.5	1.2	0.3	0.3	1.3	
SM-H15-03H	松江	2004/02/26 10:00	2004/02/27 09:45	37	0.74	1.30	1.00	0.80	0.010		0.012	4.50	1.70	3.4	3.5	0.5	0.2	0.3	0.5	
AI-H15-03H	犬山	2004/02/26 10:15	2004/02/27 10:00	20	0.23	0.76	0.55	0.37	0.004		<0.009	0.55	1.00	2.4	0.8	0.3	<0.2	<0.2	<0.5	
TY-H15-03H	立山	2004/02/26 10:00	2004/02/27 09:50	NA	0.004	0.14	0.05	0.06	<0.001		<0.009	<0.2	<0.2	1.2	<0.2	0.3	<0.2	<0.2	<0.5	
NI-H15-03H	巻	2004/02/26 10:00	2004/02/27 09:45	44	0.88	1.20	0.64	0.51	0.008		<0.009	8.40	0.70	5.3	5.7	0.4	0.3	0.5	<0.5	
TK-H15-03H	つくば	2004/02/26 09:58	2004/02/27 09:43	53	NA	NA	NA	NA	NA		0.013	0.10	1.93	2.6	<0.5	0.9	<0.2	<0.2	0.5	
HK-H15-03H	札幌	2004/02/26 10:00	2004/02/27 09:46	14	0.21	0.23	0.41	0.06	0.003		<0.009	0.40	0.30	3.3	1.0	0.2	<0.2	<0.2	<0.5	

表 1　黄砂実態解明調査　平成 14 年度～19 年度分　ハイボリュームろ紙分析結果（金属・イオン：調査日順）(2)

試料名	地点名	捕集開始日時	捕集終了日時	粉じん濃度	金属元素						陰イオン				陽イオン					
				TSP	Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F^-	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Sr^{2+}
				μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³
NG-H15-04H	長崎	2004/03/10 17:00	2004/03/11 16:57	43	0.87	1.20	0.65	0.56	0.008		0.014	2.70	3.00	8.1	4.7	0.3	0.4	0.5	0.7	
FK-H15-04H	太宰府	2004/03/10 17:00	2004/03/11 16:45	100	1.60	4.90	3.50	2.00	0.020		0.030	4.60	6.60	11.6	5.0	2.4	0.5	0.5	1.7	
SM-H15-04H	松江	2004/03/10 17:00	2004/03/11 16:45	119	1.70	6.20	4.10	2.70	0.026		0.021	5.30	2.10	8.3	4.4	0.9	0.4	0.4	1.9	
AI-H15-04H	犬山	2004/03/10 16:15	2004/03/11 16:00	60	0.47	1.40	0.62	0.80	0.007		0.021	1.00	5.50	10.3	1.5	3.1	0.5	0.2	0.7	
TY-H15-04H	立山	2004/03/10 16:35	2004/03/11 15:05	35	0.26	1.10	0.78	0.29	0.005		<0.009	<0.2	<0.2	2.6	0.4	0.5	0.2	<0.2	<0.5	
NI-H15-04H	巻	2004/03/10 17:00	2004/03/11 16:45	109	1.40	7.00	4.00	1.30	0.030		0.016	3.60	1.70	6.6	3.0	0.7	0.3	0.4	1.2	
HK-H15-04H	札幌	2004/03/10 17:00	2004/03/11 16:50	166	1.90	9.00	5.30	4.10	0.035		0.019	2.20	4.20	8.3	2.3	0.8	0.5	0.3	2.7	
NG-H15-05H	長崎	2004/03/11 17:00	2004/03/12 17:00	98	1.50	6.60	4.20	3.40	0.027		0.035	2.40	5.10	5.9	2.3	0.4	0.4	0.3	2.2	
FK-H15-05H	太宰府	2004/03/11 17:00	2004/03/12 16:45	182	2.40	10.00	6.50	4.70	0.037		0.051	7.30	6.60	7.0	3.8	1.5	0.5	0.5	3.1	
SM-H15-05H	松江	2004/03/11 17:00	2004/03/12 16:45	121	1.60	7.30	4.80	3.00	0.026		0.025	5.50	1.60	3.4	3.3	0.3	0.3	0.3	2.1	
AI-H15-05H	犬山	2004/03/11 17:00	2004/03/12 16:45	89	1.10	5.00	2.90	2.50	0.018		0.030	1.00	2.50	4.6	1.0	0.7	0.3	0.2	1.5	
TY-H15-05H	立山	2004/03/11 15:57	2004/03/12 15:30	188	2.50	15.00	5.90	4.60	0.038		0.049	2.10	3.60	6.2	2.0	<0.2	0.3	0.4	3.6	
NI-H15-05H	巻	2004/03/11 17:00	2004/03/12 16:45	233	3.60	16.00	10.00	7.30	0.055		0.026	10.71	1.00	4.6	7.6	0.2	0.4	0.7	3.4	
TK-H15-05H	つくば	2004/03/11 17:00	2004/03/12 16:45	154	1.25	7.00	3.70	2.60	0.026		0.019	5.80	3.62	5.0	3.0	0.3	0.2	0.4	2.2	
HK-H15-05H	札幌	2004/03/11 17:00	2004/03/12 17:00	142	1.70	10.00	5.20	2.90	0.032		0.019	6.70	0.71	5.7	3.5	0.2	0.2	0.4	1.7	
NG-H15-06H	長崎	2004/03/30 09:00	2004/03/31 09:00	62	1.00	3.50	2.20	1.80	0.016		0.016	3.00	1.60	3.9	2.6	0.2	0.2	0.3	0.9	
FK-H15-06H	太宰府	2004/03/30 09:00	2004/03/31 09:00	80	1.10	3.40	1.80	1.80	0.010		0.018	4.30	3.20	5.7	2.8	1.4	0.3	0.3	1.3	
SM-H15-06H	松江	2004/03/30 09:00	2004/03/31 09:00	68	1.10	3.80	2.00	1.90	0.013		0.012	3.40	1.50	4.5	2.5	0.8	0.3	0.3	0.8	
AI-H15-06H	犬山	2004/03/30 09:00	2004/03/31 09:35	34	0.39	1.20	0.91	0.84	0.006		<0.009	<0.2	1.30	4.7	0.7	0.9	0.2	<0.2	0.6	
TY-H15-06H	立山	2004/03/30 09:51	2004/03/31 09:42	58	0.68	2.60	1.20	1.20	0.009		<0.009	0.40	0.70	3.8	0.8	0.5	<0.2	<0.2	0.8	
NI-H15-06H	巻	2004/03/30 09:00	2004/03/31 09:00	69	0.78	3.30	4.60	1.40	0.014		<0.009	2.20	2.90	6.3	1.6	0.2	0.2	<0.2	2.5	
TK-H15-06H	つくば	2004/03/30 09:00	2004/03/31 08:45	30	NA	NA	NA	NA	NA		<0.009	<0.05	0.84	4.4	1.2	0.5	<0.2	<0.2	<0.5	
HK-H15-06H	札幌	2004/03/30 09:00	2004/03/31 09:00	66	0.79	2.10	2.60	1.10	0.011		<0.009	0.40	4.10	7.6	0.8	2.0	0.2	<0.2	1.0	
FK-H15-07H	太宰府	2004/03/31 09:10	2004/04/01 09:20	118	1.70	7.00	4.10	4.20	0.029		0.038	1.50	3.50	4.7	1.0	1.4	0.4	<0.2	1.6	
AI-H15-07H	犬山	2004/03/31 10:25	2004/04/01 10:10	73	0.97	3.50	1.50	1.70	0.014		0.020	4.10	1.40	3.2	2.7	0.6	0.3	<0.2	0.9	
TY-H15-07H	立山	2004/03/31 10:09	2004/04/01 09:15	117	1.60	5.70	2.80	2.80	0.023		0.025	5.30	1.70	4.6	3.8	<0.2	0.3	0.5	1.5	
HK-H15-07H	札幌	2004/03/31 13:00	2004/04/01 13:00	41	0.69	1.70	2.00	0.97	0.010		<0.009	4.50	0.50	3.3	2.6	0.2	<0.2	0.3	0.5	
NG-H16-01H	長崎	2004/04/23 16:00	2004/04/24 15:45	123	1.10	6.90	3.20	2.90	0.024		0.027	0.50	2.80	4.7	1.5	0.3	0.3	0.2	1.5	
FK-H16-01H	太宰府	2004/04/23 16:00	2004/04/24 15:45	117	1.40	6.20	3.30	3.70	0.024		0.035	1.50	3.40	4.8	1.6	0.9	0.3	0.2	1.6	
SM-H16-01H	松江	2004/04/23 17:00	2004/04/24 15:45	66	0.98	4.80	2.28	2.10	0.015		0.012	1.40	0.80	1.7	1.1	<0.2	<0.2	<0.2	0.7	
AI-H16-01H	犬山	2004/04/23 16:00	2004/04/24 15:45	47	0.45	2.30	1.20	1.00	0.007		0.009	1.00	0.60	1.8	0.7	0.3	<0.2	<0.2	<0.5	
TY-H16-01H	立山	2004/04/23 16:00	2004/04/24 16:00	37	0.62	2.10	1.60	0.99	0.010		<0.009	0.40	0.80	1.7	0.6	<0.2	<0.2	0.1	0.4	
NI-H16-01H	巻	2004/04/23 16:00	2004/04/24 15:45	16	0.47	0.91	0.17	0.41	0.006		<0.009	3.67	0.31	1.9	2.4	<0.2	<0.2	0.2	<0.5	
TK-H16-01H	つくば	2004/04/23 16:03	2004/04/24 15:48	48	NA	NA	NA	NA	NA		<0.009	0.15	0.66	1.7	0.6	<0.5	<0.2	<0.2	<0.5	
HK-H16-01H	札幌	2004/04/23 16:00	2004/04/24 15:45	25	0.41	1.30	0.75	0.69	0.004		<0.009	2.10	0.21	1.3	1.5	<0.2	<0.2	<0.2	<0.5	
NG-H16-02H	長崎	2004/04/24 16:05	2004/04/25 16:05	66	0.83	5.10	2.20	2.20	0.016		0.015	<0.2	2.10	2.4	0.4	0.3	<0.2	<0.2	1.0	
FK-H16-02H	太宰府	2004/04/24 16:00	2004/04/25 16:00	76	1.00	5.40	2.60	2.10	0.014		0.015	0.30	3.30	2.9	0.4	1.0	0.2	<0.2	1.0	
SM-H16-02H	松江	2004/04/24 16:00	2004/04/25 16:00	29	0.34	1.40	0.69	0.77	0.006		<0.009	0.20	1.50	1.9	0.6	0.3	<0.2	<0.2	<0.5	
AI-H16-02H	犬山	2004/04/24 16:15	2004/04/25 16:00	29	0.25	1.50	0.86	0.36	0.007		<0.009	<0.2	0.50	2.0	0.3	0.4	0.2	<0.2	<0.5	
NI-H16-02H	巻	2004/04/24 16:00	2004/04/25 16:00	21	0.56	1.10	0.80	0.43	0.007		<0.009	4.36	0.70	2.9	3.1	0.2	0.2	0.3	<0.5	
TK-H16-02H	つくば	2004/04/24 16:20	2004/04/25 16:05	39	NA	NA	NA	NA	NA		<0.009	0.07	0.69	2.2	<0.5	0.5	<0.2	<0.2	<0.5	
HK-H16-02H	札幌	2004/04/24 16:10	2004/04/25 16:00	15	0.11	0.02	0.16	0.06	0.001		<0.009	0.90	0.50	1.6	1.1	<0.2	<0.2	<0.2	<0.5	
TY-H16-02H[1)]	立山	2004/05/06 10:30	2004/05/08 15:29	71	0.73	2.80	1.50	1.50	0.013		<0.009	<0.2	3.20	10.1	0.9	2.7	0.7	0.2	0.9	
NG-H16-03H	長崎	2004/05/07 16:00	2004/05/08 16:00	74	0.50	2.50	1.40	1.20	0.011		0.011	<0.2	0.60	18.8	0.4	4.7	1.0	<0.2	1.1	
FK-H16-03H	太宰府	2004/05/07 16:00	2004/05/08 16:00	119	0.75	3.10	2.50	1.60	0.015		0.012	<0.2	6.00	21.6	0.5	6.9	1.0	<0.2	2.0	
SM-H16-03H	松江	2004/05/07 16:00	2004/05/08 16:00	61	0.74	2.90	0.97	1.40	0.010		0.009	<0.2	1.20	13.0	1.2	3.1	0.7	<0.2	0.7	
AI-H16-03H	犬山	2004/05/07 16:00	2004/05/08 16:00	81	0.57	2.60	1.50	1.50	0.013		0.014	<0.2	3.90	16.7	1.4	4.5	0.7	<0.2	1.0	
NI-H16-03H	巻	2004/05/07 16:00	2004/05/08 16:00	118	1.50	7.90	8.80	4.10	0.029		0.019	0.90	4.20	5.4	1.1	0.5	0.3	<0.2	3.4	
TK-H16-03H	つくば	2004/05/07 16:07	2004/05/08 16:07	79	NA	NA	NA	NA	NA		<0.009	<0.05	2.55	7.8	0.6	2.4	0.3	<0.2	0.7	
HK-H16-03H	札幌	2004/05/07 16:00	2004/05/08 16:00	29	0.34	1.40	1.60	0.83	0.006		<0.009	0.80	1.10	1.0	0.9	<0.2	<0.2	<0.2	<0.5	

表１　黄砂実態解明調査　平成14年度～19年度分　ハイボリュームろ紙分析結果（金属・イオン：調査日順）(3)

試料名	地点名	捕集開始日時	捕集終了日時	粉じん濃度	金属元素						陰イオン				陽イオン					
				TSP	Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F^-	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Sr^{2+}
				μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³
NG-H16-04H	長崎	2005/03/18 17:00	2005/03/19 17:00	51	0.46	0.81	1.00	0.53	0.008		0.016	0.40	3.20	4.4	1.9	0.7	0.2	<0.2	0.7	
FK-H16-04H	太宰府	2005/03/18 17:00	2005/03/19 17:00	47	0.22	0.72	0.60	0.43	0.004		<0.009	<0.2	4.50	5.6	1.1	2.2	0.2	<0.2	0.6	
SM-H16-04H	松江	2005/03/18 17:00	2005/03/19 17:00	18	0.12	0.20	0.09	0.10	0.001		<0.009	<0.2	0.80	3.5	0.9	0.8	<0.2	<0.2	<0.5	
IS-H16-04H	金沢	2005/03/18 17:00	2005/03/19 17:00	29	0.42	0.23	0.33	0.06	0.005		<0.009	5.70	0.60	4.0	5.0	0.3	0.2	<0.2	<0.5	
AI-H16-04H	犬山	2005/03/18 16:54	2005/03/19 16:54	27	0.18	0.46	0.47	0.06	0.007		<0.009	2.20	0.50	3.2	2.1	0.6	0.2	<0.2	<0.5	
NI-H16-04H	巻	2005/03/18 17:00	2005/03/19 17:00	45	0.76	1.00	0.58	0.44	0.009		<0.009	7.30	0.70	5.5	5.6	0.7	0.3	0.6	<0.5	
TK-H16-04H	つくば	2005/03/18 17:35	2005/03/19 17:35	82	0.32	3.00	0.84	1.30	0.005		0.016	0.80	0.70	3.1	0.6	1.0	<0.2	<0.2	<0.5	
HK-H16-04H	札幌	2005/03/18 16:25	2005/03/19 15:00	30	0.37	0.07	0.07	0.15	0.002		<0.009	6.40	0.50	4.1	4.7	0.9	0.2	0.4	<0.5	
NG-H16-05H	長崎	2005/03/29 15:00	2005/03/30 14:55	65	0.59	2.60	2.00	1.00	0.013		0.027	2.40	2.30	3.1	2.3	0.2	<0.2	0.3	1.4	
FK-H16-05H	太宰府	2005/03/29 15:00	2005/03/30 15:07	103	1.00	6.80	7.40	1.80	0.036		0.031	2.60	4.60	4.8	2.3	1.2	0.3	0.3	2.0	
SM-H16-05H	松江	2005/03/29 15:00	2005/03/30 15:07	57	0.43	2.00	1.30	0.83	0.009		0.013	1.10	2.10	3.6	1.4	0.3	0.2	<0.2	1.2	
IS-H16-05H	金沢	2005/03/29 15:00	2005/03/30 15:00	24	0.21	0.39	0.46	0.12	0.003		<0.009	1.20	0.60	2.9	1.8	0.3	0.2	<0.2	<0.5	
AI-H16-05H	犬山	2005/03/29 15:23	2005/03/30 15:08	31	0.17	0.52	0.49	0.24	0.003		<0.009	0.60	0.60	3.7	1.1	0.8	<0.2	<0.2	<0.5	
TY-H16-05H	立山	2005/03/29 14:50	2005/03/30 14:20	28	0.19	0.31	0.04	0.15	0.002		<0.009	0.54	0.60	4.0	1.7	0.3	<0.2	<0.2	<0.5	
NI-H16-05H	巻	2005/03/29 17:00	2005/03/30 17:00	58	0.71	1.10	0.77	0.65	0.009		<0.009	7.90	0.60	4.8	6.2	0.5	0.3	0.6	<0.5	
TK-H16-05H	つくば	2005/03/29 15:00	2005/03/30 15:00	29	0.10	0.63	0.29	0.29	0.001		<0.009	0.20	1.00	3.2	0.3	1.2	0.2	<0.2	<0.5	
HK-H16-05H	札幌	2005/03/29 15:00	2005/03/30 15:00	16	0.11	0.13	0.10	0.15	0.001		<0.009	1.00	0.50	1.3	0.9	<0.2	<0.2	<0.2	<0.5	
NG-H16-06H	長崎	2005/03/30 15:02	2005/03/31 15:10	59	0.40	1.10	0.87	0.48	0.009		0.032	0.40	4.20	7.8	2.2	1.5	0.7	0.3	0.9	
FK-H16-06H	太宰府	2005/03/30 15:44	2005/03/31 15:44	75	0.56	2.20	1.40	1.00	0.009		0.028	1.00	7.50	6.5	1.6	2.7	0.5	0.3	1.2	
SM-H16-06H	松江	2005/03/30 15:44	2005/03/31 15:44	49	0.41	1.10	0.88	0.61	0.007		0.015	1.40	4.80	5.0	2.3	1.3	0.4	0.3	0.8	
IS-H16-06H	金沢	2005/03/30 17:06	2005/03/31 17:06	25	0.23	0.66	1.00	0.25	0.004		<0.009	0.20	1.40	2.7	1.0	0.4	<0.2	<0.2	<0.5	
AI-H16-06H	犬山	2005/03/30 15:37	2005/03/31 15:22	48	0.20	0.80	0.26	0.58	0.005		0.023	0.44	2.90	4.4	1.0	1.2	0.2	<0.2	0.7	
TY-H16-06H	立山	2005/03/30 14:45	2005/03/31 14:55	33	0.21	0.75	0.51	0.38	0.004		<0.009	<0.2	0.60	2.4	0.3	0.4	0.2	<0.2	<0.5	
NI-H16-06H	巻	2005/03/30 17:15	2005/03/31 17:15	57	0.66	1.40	1.30	0.70	0.011		<0.009	6.80	1.20	3.7	5.0	0.5	0.3	0.5	0.7	
TK-H16-06H	つくば	2005/03/30 15:05	2005/03/31 15:05	27	0.10	0.58	0.33	0.28	0.001		0.009	<0.2	1.80	2.6	0.2	1.2	<0.2	<0.2	<0.5	
HK-H16-06H	札幌	2005/03/30 15:10	2005/03/31 15:10	19	0.21	0.24	0.58	0.12	0.005		<0.009	3.40	0.50	2.6	2.3	0.7	0.2	<0.2	<0.5	
NG-H17-01H	長崎	2005/04/07 16:00	2005/04/08 16:00	21	0.01	<0.010	0.07	0.08	0.001	0.005	<0.1	<0.1	<0.2	7.1	1.3	1.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.005
FK-H17-01H	太宰府	2005/04/07 16:00	2005/04/08 16:00	NA	0.03	<0.010	0.33	0.41	0.003	0.023	<0.1	<0.1	1.14	12.0	1.4	3.1	0.5	<0.2	0.4	<0.005
SM-H17-01H	松江	2005/04/07 16:03	2005/04/08 16:03	68	0.07	1.10	0.84	0.92	0.006	0.029	<0.1	1.18	1.79	8.0	2.6	0.7	0.4	0.3	0.7	<0.005
IS-H17-01H	金沢	2005/04/07 16:00	2005/04/08 16:00	68	0.17	1.75	1.12	1.33	0.008	0.036	<0.1	0.90	0.76	7.4	1.5	1.4	0.5	<0.2	0.7	<0.005
AI-H17-01H	犬山	2005/04/07 16:00	2005/04/08 16:00	60	0.04	0.02	0.04	0.85	<0.0005	0.041	<0.1	<0.1	0.84	4.5	0.5	1.0	0.4	<0.2	0.4	<0.005
TY-H17-01H	立山*	2005/04/08 09:22	2005/04/08 16:00	127	1.12	9.70	2.12	3.87	0.018	0.089	<0.1	<0.1	1.32	3.9	0.8	0.3	0.2	<0.2	0.9	<0.005
NI-H17-01H	巻	2005/04/07 15:54	2005/04/08 15:54	67	0.64	5.59	0.99	1.49	0.009	0.041	<0.1	2.17	0.66	3.9	2.2	0.3	0.2	0.2	0.5	<0.005
TK-H17-01H	つくば	2005/04/07 16:00	2005/04/08 16:00	121	0.20	0.88	0.98	0.99	0.005	0.030	<0.1	0.10	1.18	4.9	0.9	0.8	0.3	<0.2	0.6	<0.005
HK-H17-01H	札幌	2005/04/07 16:00	2005/04/08 16:00	33	<0.010	0.03	0.20	1.18	0.003	0.013	<0.1	3.34	0.49	1.7	2.2	0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.005
NG-H17-02H	長崎	2005/04/14 16:00	2005/04/15 16:00	35	0.05	<0.010	0.37	0.51	0.002	0.019	<0.1	<0.1	0.95	6.5	0.8	1.4	0.4	<0.2	0.5	<0.005
FK-H17-02H	太宰府	2005/04/14 16:00	2005/04/15 16:00	NA	0.32	1.03	1.60	1.15	0.008	0.035	<0.1	<0.1	6.86	9.5	1.3	3.2	0.5	0.2	1.2	0.015
SM-H17-02H	松江	2005/04/14 16:02	2005/04/15 16:02	53	0.07	0.30	0.56	0.77	0.005	0.027	<0.1	<0.1	1.85	7.3	0.9	1.5	0.4	<0.2	0.6	<0.005
IS-H17-02H	金沢	2005/04/14 16:00	2005/04/15 16:00	40	0.27	2.64	0.75	0.72	0.005	0.022	<0.1	<0.1	1.43	4.9	0.6	1.2	0.3	<0.2	0.4	<0.005
AI-H17-02H	犬山	2005/04/14 15:45	2005/04/15 15:30	62	0.27	7.16	0.74	0.86	0.005	0.043	<0.1	<0.1	1.19	6.0	0.4	1.5	0.4	<0.2	0.5	<0.005
TY-H17-02H	立山	2005/04/14 16:00	2005/04/15 16:00	93	0.19	1.72	1.11	0.95	0.007	0.030	<0.1	<0.1	0.86	5.8	0.3	1.3	0.3	<0.2	0.6	<0.005
NI-H17-02H	巻	2005/04/14 15:56	2005/04/15 15:56	64	0.16	1.04	1.38	1.37	0.005	0.036	<0.1	0.22	1.81	3.2	0.5	0.6	<0.2	<0.2	1.0	<0.005
TK-H17-02H	つくば	2005/04/14 16:00	2005/04/15 16:00	60	0.12	<0.010	0.57	0.57	0.002	0.020	<0.1	<0.1	2.34	6.2	0.6	1.9	<0.2	<0.2	0.4	0.016
HK-H17-02H	札幌	2005/04/14 16:00	2005/04/15 16:00	68	0.13	<0.010	1.06	1.26	0.004	0.036	<0.1	0.60	3.49	4.8	0.8	1.3	<0.2	<0.2	0.9	<0.005

*は、2回目のサンプリング、1回目は、2005/4/6　13:00～2005/4/8　09:10　重量データ28.874μg/m³

表１　黄砂実態解明調査　平成14年度～19年度分　ハイボリュームろ紙分析結果（金属・イオン：調査日順）(4)

試料名	地点名	捕集開始日時	捕集終了日時	粉じん濃度	金属元素						陰イオン				陽イオン					
				TSP	Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F^-	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Sr^{2+}
				μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3
NG-H17-03H	長崎	2005/04/21 12:05	2005/04/22 12:05	95	0.19	0.55	2.32	1.96	0.014	0.052	<0.1	1.56	2.75	8.2	2.8	<0.2	0.5	0.4	1.9	0.008
FK-H17-03H	太宰府	2005/04/21 11:45	2005/04/22 11:45	NA	0.33	1.90	2.87	2.60	0.017	0.061	<0.1	2.50	4.16	9.6	2.5	1.9	0.5	0.4	2.3	0.033
SM-H17-03H	松江	2005/04/21 11:50	2005/04/22 11:50	76	0.10	0.79	1.24	1.42	0.011	0.039	<0.1	2.01	2.13	5.2	2.2	<0.2	0.2	0.3	1.4	0.006
IS-H17-03H	金沢	2005/04/21 11:30	2005/04/22 11:30	64	0.15	3.88	1.70	1.70	0.011	0.046	<0.1	0.53	1.43	4.5	1.2	0.2	<0.2	<0.2	1.2	<0.005
AI-H17-03H	犬山	2005/04/21 13:30	2005/04/22 13:30	92	0.71	3.20	2.27	2.00	0.013	0.066	<0.1	0.25	2.51	6.4	0.8	0.9	0.3	<0.2	1.7	0.006
TY-H17-03H	立山	2005/04/21 15:20	2005/04/22 09:00	71	0.45	0.80	1.58	1.57	0.009	0.063	<0.1	<0.1	0.76	6.4	0.5	0.5	<0.2	<0.2	1.5	0.005
NI-H17-03H	巻	2005/04/21 11:20	2005/04/22 11:20	107	0.19	2.52	1.92	3.18	0.007	0.039	<0.1	2.84	2.79	4.5	2.2	<0.2	0.2	0.3	2.0	0.008
TK-H17-03H	つくば	2005/04/21 11:31	2005/04/22 11:31	52	0.12	0.03	0.51	0.63	0.003	0.021	<0.1	0.16	1.90	2.7	1.8	0.4	<0.2	<0.2	0.2	<0.005
HK-H17-03H	札幌	2005/04/21 11:30	2005/04/22 11:30	74	0.05	0.91	0.92	1.64	0.003	0.040	<0.1	1.61	1.75	2.7	1.4	0.2	<0.2	<0.2	0.9	<0.005
NG-H17-04H	長崎	2005/04/28 17:00	2005/04/29 17:00	35	<0.01	<0.010	0.23	0.24	0.002	0.008	<0.1	<0.1	0.79	6.3	1.5	0.7	<0.2	<0.2	0.3	<0.005
FK-H17-04H	太宰府	2005/04/28 17:20	2005/04/29 17:20	NA	0.21	0.40	0.82	0.50	0.004	0.015	<0.1	<0.1	0.86	7.0	0.8	1.2	<0.2	<0.2	0.7	<0.005
SM-H17-04H	松江	2005/04/28 17:12	2005/04/29 17:12	34	<0.01	<0.010	0.39	0.33	0.002	0.011	<0.1	<0.1	1.09	6.3	2.1	0.3	0.2	0.2	0.4	<0.005
IS-H17-04H	金沢	2005/04/28 17:00	2005/04/29 17:00	55	0.43	4.47	1.34	0.87	0.008	0.028	<0.1	<0.1	0.55	9.6	1.0	1.4	0.4	0.2	1.1	<0.005
AI-H17-04H	犬山	2005/04/28 17:00	2005/04/29 17:00	73	0.17	1.01	0.76	0.74	0.004	0.034	<0.1	<0.1	1.14	12.0	1.0	3.1	0.5	<0.2	0.7	<0.005
TY-H17-04H	立山	2005/04/28 17:00	2005/04/29 17:00	78	0.56	2.99	1.37	1.49	0.008	0.038	<0.1	<0.1	0.30	9.5	0.3	2.1	0.4	<0.2	1.0	<0.005
NI-H17-04H	巻	2005/04/28 17:49	2005/04/29 17:49	62	0.68	3.37	1.32	1.16	0.009	0.031	<0.1	3.08	1.33	5.2	3.2	0.4	0.2	0.4	0.8	<0.005
TK-H17-04H	つくば	2005/04/28 17:00	2005/04/29 17:00	90	0.07	0.03	1.08	1.11	0.006	0.030	<0.1	<0.1	2.85	13.0	2.7	2.4	0.4	0.3	0.7	<0.005
HK-H17-04H	札幌	2005/04/28 17:00	2005/04/29 17:00	93	0.04	0.51	0.79	1.50	0.009	0.045	<0.1	0.92	4.06	8.9	2.4	1.7	0.3	0.4	0.9	<0.005
NG-H17-05H	長崎	2006/03/11 17:00	2006/03/12 17:00	115	1.30	4.83	2.38	2.46	0.015	0.063	<0.1	0.34	1.89	12.6	1.4	2.3	0.5	0.3	1.7	0.010
FK-H17-05H	太宰府	2006/03/11 17:00	2006/03/12 17:00	154	2.04	8.69	3.65	3.88	0.025	0.116	<0.1	0.77	5.68	16.2	1.7	3.7	0.6	0.4	2.5	0.015
SM-H17-05H	松江	2006/03/11 17:00	2006/03/12 17:00	117	1.49	5.42	2.98	3.04	0.018	0.066	<0.1	0.52	2.07	12.3	3.1	0.4	0.4	0.5	2.2	0.013
IS-H17-05H	金沢	2006/03/11 17:00	2006/03/12 17:00	78	1.01	4.13	1.98	1.97	0.013	0.053	<0.1	<0.1	0.90	12.2	0.8	2.2	0.4	0.3	1.5	0.010
AI-H17-05H	犬山	2006/03/11 17:00	2006/03/12 17:00	53	0.21	0.82	0.76	0.70	0.004	0.024	<0.1	<0.1	3.52	7.3	0.3	2.7	0.3	<0.2	0.7	<0.005
TY-H17-05H	立山	2006/03/11 15:51	2006/03/12 15:30	87	0.88	3.79	1.60	1.88	0.012	0.047	<0.1	<0.1	0.46	12.3	1.0	1.9	0.5	0.3	1.4	0.009
NI-H17-05H	巻	2006/03/11 17:00	2006/03/12 17:00	64	0.83	3.27	1.23	1.72	0.009	0.038	<0.1	0.47	2.15	5.5	0.8	0.6	0.2	0.2	0.9	0.006
TK-H17-05H	つくば	2006/03/11 17:00	2006/03/12 17:00	109	0.53	2.89	1.93	2.07	0.007	0.052	<0.1	1.18	8.76	7.7	1.3	3.1	0.5	0.2	1.6	0.007
HK-H17-05H	札幌	2006/03/11 17:00	2006/03/12 17:00	50	0.53	2.03	0.97	1.27	0.006	0.024	<0.1	0.52	0.88	4.1	0.9	0.7	0.2	<0.2	0.6	<0.005
NG-H17-06H	長崎	2006/03/28 11:00	2006/03/29 11:00	112	1.61	5.05	1.88	2.36	0.016	0.065	<0.1	6.23	1.79	5.9	4.3	0.6	0.4	0.6	1.2	0.009
FK-H17-06H	太宰府	2006/03/28 11:00	2006/03/29 11:00	128	1.93	8.87	2.55	3.37	0.019	0.098	<0.1	5.26	2.30	7.0	4.1	0.8	0.4	0.6	1.5	0.010
SM-H17-06H	松江	2006/03/28 10:55	2006/03/29 10:55	71	0.97	3.37	1.14	2.07	0.009	0.044	<0.1	1.99	0.83	4.9	2.6	<0.2	0.3	0.4	0.8	0.006
IS-H17-06H	金沢	2006/03/28 11:00	2006/03/29 11:00	50	0.77	2.16	1.07	0.81	0.006	0.028	<0.1	2.46	0.76	4.7	2.4	0.2	0.2	0.3	0.7	0.006
AI-H17-06H	犬山	2006/03/28 10:59	2006/03/29 10:59	49	0.50	2.34	0.96	1.27	0.007	0.036	<0.1	<0.1	1.07	4.5	0.4	0.9	0.2	<0.2	0.6	<0.005
TY-H17-06KH	立山	2006/03/28 11:00	2006/03/29 11:00	70	0.89	3.00	1.25	1.35	0.009	0.035	<0.1	1.95	0.79	7.2	2.9	0.3	0.3	0.4	0.9	0.007
NI-H17-06H	巻	2006/03/28 11:15	2006/03/29 11:15	44	0.48	1.63	0.82	0.88	0.006	0.024	<0.1	1.98	0.77	3.6	1.9	0.4	<0.2	0.3	0.5	<0.005
TK-H17-06H	つくば	2006/03/28 11:00	2006/03/29 11:00	67	0.67	2.76	1.51	1.57	0.010	0.042	<0.1	0.15	3.24	7.5	1.0	1.7	0.3	0.2	1.1	0.007
HK-H17-06H	札幌	2006/03/28 11:00	2006/03/29 11:00	38	0.29	0.97	0.90	0.66	0.005	0.014	<0.1	0.11	1.45	3.3	0.9	0.4	<0.2	<0.2	0.6	<0.005

表１　黄砂実態解明調査　平成14年度～19年度分　ハイボリュームろ紙分析結果（金属・イオン：調査日順）(5)

試料名	地点名	捕集開始日時	捕集終了日時	粉じん濃度	金属元素						陰イオン									
				TSP	Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F^-	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Sr^{2+}
				μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³
NG-H18-01H	長崎	2006/04/08 10:00	2006/04/09 10:00	97	1.353	5.886	2.390	3.388	0.020	0.092			1.415	9.012	1.001	1.318	0.485	0.272	1.669	
FK-H18-01H	太宰府	2006/04/08 10:00	2006/04/09 10:00	144	2.003	9.088	3.743	5.199	0.029	0.132		0.864	5.968	8.027	1.027	1.975	0.549	0.313	2.440	
SM-H18-01H	松江	2006/04/08 10:05	2006/04/09 09:55	445	7.035	34.616	8.420	18.038	0.090	0.471		5.271	3.923	8.180	3.643	<0.494	0.881	0.789	4.496	
IS-H18-01H	金沢	2006/04/08 10:00	2006/04/09 10:00	149	2.665	10.417	2.980	5.545	0.031	0.144		8.436	1.379	5.119	5.232	<0.322	0.469	0.686	1.904	
AI-H18-01H	犬山	2006/04/08 10:50	2006/04/09 10:50	318	5.344	26.131	6.548	13.618	0.067	0.355		3.861	2.528	7.005	2.543	0.834	0.666	0.567	3.434	
TY-H18-01KH	立山	2006/04/08 10:00	2006/04/09 09:55	183	3.021	12.853	3.568	6.685	0.036	0.175		7.017	1.940	6.064	4.438	0.350	0.481	0.667	2.267	
NI-H18-01H	巻	2006/04/08 10:00	2006/04/09 10:00	54	1.018	2.187	0.758	1.166	0.009	0.030		6.861	0.887	3.854	4.800	0.285	0.245	0.562	0.578	
TK-H18-01H	つくば	2006/04/08 09:58	2006/04/09 09:58	64	0.746	4.057	1.267	2.346	0.010	0.058		0.171	1.956	3.161	0.369	0.844		0.111	0.773	
HK-H18-01H	札幌	2006/04/08 10:00	2006/04/09 10:00	25	0.379	0.922	0.692	0.666	0.004	0.014		2.165	0.604	1.528	1.492			0.172	0.344	
NG-H18-03H	長崎	2006/04/18 17:00	2006/04/19 17:00	NA	0.283	0.382	0.280	0.275	0.003	0.010		0.177	0.828	3.260	1.528			0.185	0.223	
FK-H18-03H	太宰府	2006/04/18 17:00	2006/04/19 17:00	38	0.418	1.355	0.966	0.841	0.006	0.022		0.134	1.269	3.809	0.904	<0.470		0.149	0.659	
SM-H18-03H	松江	2006/04/18 17:00	2006/04/19 16:55	66	1.116	3.056	2.656	1.877	0.018	0.051		0.236	2.598	7.126	1.348	0.638		0.318	2.097	
IS-H18-03H	金沢	2006/04/18 17:00	2006/04/19 17:03	204	4.775	13.764	12.742	7.798	0.081	0.186		1.145	4.764	14.048	2.269	0.587	0.429	0.531	9.346	
AI-H18-03H	犬山	2006/04/18 16:01	2006/04/19 16:01	165	2.904	8.861	7.838	5.366	0.050	0.150		0.829	7.657	13.652	1.782	1.298	0.664	0.514	6.001	
TY-H18-03KH	立山	2006/04/18 17:00	2006/04/19 16:50	252	4.952	15.085	13.074	8.559	0.082	0.250		0.961	7.836	23.575	2.612	1.796	1.001	0.724	10.007	
NI-H18-03H	巻	2006/04/18 16:50	2006/04/19 16:50	198	3.391	10.786	8.816	6.191	0.057	0.165		0.642	10.706	20.745	2.211	2.999	0.867	0.700	7.147	
TK-H18-03H	つくば	2006/04/18 17:00	2006/04/19 17:00	174	2.658	8.068	6.883	5.105	0.042	0.132		2.840	16.800	15.661	3.360	3.293	0.685	0.823	5.651	
HK-H18-03H	札幌	2006/04/18 17:00	2006/04/19 17:00	41	0.569	1.569	1.402	1.006	0.008	0.024		3.007	1.520	2.670	1.889	0.360		0.242	0.925	
NG-H18-04H	長崎	2006/04/19 17:03	2006/04/20 17:03	97	1.991	5.348	2.787	3.217	0.024	0.078		8.205	2.363	7.167	6.504		0.562	0.821	1.912	
FK-H18-04H	太宰府	2006/04/19 17:15	2006/04/20 17:15	134	2.272	6.545	3.494	3.773	0.027	0.092		10.311	3.266	9.661	6.789	0.919	0.611	0.908	2.507	
SM-H18-04H	松江	2006/04/19 17:04	2006/04/20 17:04	54	1.053	2.460	1.304	1.398	0.012	0.038		4.753	1.254	5.813	4.256	<0.274	0.294	0.521	0.922	
IS-H18-04H	金沢	2006/04/19 17:05	2006/04/20 17:07	55	1.037	2.774	1.912	1.588	0.014	0.040		2.619	1.286	4.920	2.210		0.173	0.353	1.619	
AI-H18-04H	犬山	2006/04/19 16:08	2006/04/20 16:08	48	0.842	2.264	1.756	1.328	0.012	0.035		0.723	2.203	4.618	1.316	<0.252	0.179	0.268	1.360	
TY-H18-04KH	立山	2006/04/19 17:00	2006/04/20 17:00	50	0.869	2.477	1.846	1.395	0.013	0.035		1.281	1.396	4.513	1.450		0.183	0.266	1.406	
NI-H18-04H	巻	2006/04/19 16:53	2006/04/20 16:53	72	1.259	3.815	2.997	2.241	0.020	0.057		0.661	2.705	6.475	1.292	<0.270	0.210	0.324	2.226	
TK-H18-04H	つくば	2006/04/19 17:04	2006/04/20 17:04	64	1.034	2.668	2.244	1.759	0.014	0.045		1.580	5.295	7.106	2.491	0.740	0.275	0.427	1.797	
HK-H18-04H	札幌	2006/04/19 17:00	2006/04/20 17:00	73	1.026	3.010	2.567	1.834	0.016	0.047		1.591	4.045	8.174	1.477	1.461	0.246	0.346	2.013	
NG-H19-01H	長崎	2007/04/01 16:10	2007/04/02 16:10	461							0.0702	1.531	8.733	8.970	1.583	1.812	0.789	0.579	6.209	
FK-H19-01H	太宰府	2007/04/01 10:57	2007/04/02 14:49	509							0.0730	2.487	10.410	11.149	2.269	1.795	0.769	0.648	7.156	
SM-H19-01H	松江	2007/04/01 14:00	2007/04/02 13:50	419							0.0512	2.854	5.403	8.139	2.122	0.639	0.648	0.567	5.743	
IS-H19-01H	金沢	2007/04/01 18:15	2007/04/02 14:58	261							0.0206	5.354	3.433	5.231	3.399	0.534	0.441	0.542	3.843	
TY-H19-01KH	立山	2007/04/01 14:00	2007/04/02 13:30	404							0.0353	5.582	4.569	7.629	3.655	0.300	0.571	0.681	5.754	
NI-H19-01H	巻	2007/04/01 14:00	2007/04/02 14:00	202							0.0126	4.650	1.432	3.614	2.870	<0.1	0.288	0.437	2.999	
TK-H19-01H	つくば	2007/04/01 14:30	2007/04/02 14:30	178							0.0205	3.974	4.016	6.171	2.871	0.682	0.369	0.474	3.215	
HK-H19-01H	札幌	2007/04/01 15:30	2007/04/02 15:30	28							<0.01	<0.2	1.476	3.108	0.369	0.978	0.069	0.050	0.349	
NG-H19-02H	長崎	2007/04/02 16:10	2007/04/03 16:10	68							0.0179	2.358	4.018	6.038	2.845	0.930	0.289	0.456	1.259	
FK-H19-02H	太宰府	2007/04/02 15:00	2007/04/03 15:00	69							0.0175	1.142	3.711	5.891	1.956	1.031	0.240	0.330	1.254	
SM-H19-02H	松江	2007/04/02 14:00	2007/04/03 14:00	39							0.0070	0.908	1.106	3.170	1.565	<0.2	0.144	0.217	0.513	
IS-H19-02H	金沢	2007/04/02 15:03	2007/04/03 15:03	89							0.0087	0.913	1.188	2.596	0.727	0.461	<0.2	0.161	1.179	
AI-H19-01H	犬山	2007/04/02 11:33	2007/04/03 11:33	267							0.0300	0.768	2.878	4.755	0.820	0.878	0.446	0.316	3.376	
TY-H19-02KH	立山	2007/04/02 14:00	2007/04/03 14:00	111							0.0231	1.201	1.933	4.091	1.194	0.467	0.211	0.251	1.632	
NI-H19-02H	巻	2007/04/02 14:10	2007/04/03 14:10	106							0.0084	1.474	0.850	2.465	1.015	0.172	0.151	0.209	1.434	
TK-H19-02H	つくば	2007/04/02 14:38	2007/04/03 14:30	169							0.0168	1.685	3.970	3.828	1.221	0.399	0.311	0.306	2.523	
HK-H19-02H	札幌	2007/04/02 15:30	2007/04/03 15:30	32							<0.01	<0.2	0.823	3.538	0.602	0.651	0.080	0.082	0.504	
AI-H19-02H	犬山	2007/04/03 11:41	2007/04/04 11:41	22							0.0025	<0.02	0.521	2.733	0.370	0.691	0.121	0.054	<0.3	

表１　黄砂実態解明調査　平成14年度～19年度分　ハイボリュームろ紙分析結果（金属・イオン：調査日順）(6)

試料名	地点名	捕集開始日時	捕集終了日時	粉じん濃度	金属元素						陰イオン				陽イオン					
				TSP	Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F^-	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Sr^{2+}
				μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3
NG-H19-03KH	長崎	2007/05/08 15:30	2007/05/09 15:30	103							0.0154	<0.1	2.6	23.2	0.51	6.08	0.94	0.35	2.81	
FK-H19-03H	太宰府	2007/05/08 15:00	2007/05/09 15:00	122							0.0197	<0.1	6.7	24.3	0.53	8.54	1.00	0.26	2.20	
SM-H19-03H	松江	2007/05/08 15:00	2007/05/09 14:50	96							0.0245	<0.02	1.0	23.6	1.21	6.28	1.03	0.31	1.74	
IS-H19-03H	金沢	2007/05/08 15:00	2007/05/09 15:26	107							0.0468	<0.2	3.3	18.9	1.05	5.45	0.87	0.28	2.19	
AI-H19-03H	犬山	2007/05/08 15:18	2007/05/09 15:18	97							0.0290	0.030	2.0	13.6	0.56	3.59	0.68	0.19	1.83	
TY-H19-03H	立山	2007/05/08 15:30	2007/05/09 15:20	189							0.0922	0.26	6.2	16.4	1.46	3.88	0.87	0.43	4.52	
NI-H19-03H	巻	2007/05/08 15:30	2007/05/09 15:30	151							0.0146	0.33	4.7	16.7	3.04	2.81	0.74	0.52	2.29	
TK-H19-03H	つくば	2007/05/08 15:40	2007/05/09 15:43	83							0.0050	<0.2	5.0	10.6	1.09	3.26	0.42	0.22	1.01	
HK-H19-03H	札幌	2007/05/08 16:00	2007/05/09 16:00	57							<0.01	0.25	3.4	3.5	1.63	0.47	0.17	0.22	0.78	
NG-H19-04KH	長崎	2007/05/09 15:30	2007/05/10 15:30	46							<0.001	<0.1	0.6	10.4	1.46	2.09	0.32	0.24	0.54	
FK-H19-04H	太宰府	2007/05/09 15:10	2007/05/10 15:10	54							0.0070	1.01	2.1	11.0	2.02	2.56	0.38	0.29	0.70	
SM-H19-04H	松江	2007/05/09 15:06	2007/05/10 15:00	39							<0.001	1.55	0.5	7.9	2.40	1.23	0.32	0.31	0.39	
IS-H19-04H	金沢	2007/05/09 15:28	2007/05/10 15:00	55							0.0011	<0.2	0.6	15.1	0.71	4.04	0.49	0.15	0.72	
AI-H19-04H	犬山	2007/05/09 15:32	2007/05/10 15:32	87							0.0134	0.025	1.5	11.1	0.63	2.52	0.72	0.17	1.12	
TY-H19-04H	立山	2007/05/09 15:30	2007/05/10 14:30	96							0.0059	<0.2	1.2	11.6	0.36	3.03	0.46	0.18	1.15	
NI-H19-04H	巻	2007/05/09 15:35	2007/05/10 15:30	120							0.0012	0.44	5.2	19.2	3.15	4.75	0.72	0.49	1.33	
TK-H19-04H	つくば	2007/05/09 15:48	2007/05/10 15:48	100							0.0059	<0.2	8.3	14.6	1.63	5.32	0.52	0.31	1.13	
HK-H19-04H	札幌	2007/05/09 16:00	2007/05/10 16:00	70							0.0105	0.35	1.1	1.8	0.32	0.56	0.14	0.09	0.95	
NG-H19-05KH	長崎	2007/05/26 11:00	2007/05/27 11:00	153							0.0401	<0.1	6.0	16.3	1.05	2.25	0.88	0.66	4.16	
FK-H19-05H	太宰府	2007/05/26 09:30	2007/05/27 09:30	194							0.0743	0.62	10.1	19.7	1.34	4.62	1.07	0.60	4.61	
SM-H19-05H	松江	2007/05/26 09:03	2007/05/27 09:03	205							0.0628	0.973	7.6	19.6	2.86	2.21	0.80	0.80	5.06	
IS-H19-05H	金沢	2007/05/26 10:00	2007/05/27 10:00	271							0.0798	3.04	9.0	14.3	2.93	1.93	0.66	0.77	5.49	
AI-H19-05H	犬山	2007/05/26 10:30	2007/05/27 10:30	203							0.110	1.10	6.7	14.1	1.36	2.02	0.53	0.56	5.41	
TY-H19-05KH	立山	2007/05/26 09:30	2007/05/27 09:20	298							0.0867	2.54	12.1	19.8	3.54	1.70	0.82	1.13	7.27	
NI-H19-05H	巻	2007/05/26 10:00	2007/05/27 10:00	202							0.0396	5.48	7.2	12.4	4.99	0.76	0.57	1.02	4.12	
TK-H19-05H	つくば	2007/05/26 10:00	2007/05/27 10:00	95							0.0158	0.35	6.6	5.3	1.19	0.93	0.25	0.37	2.41	
HK-H19-05H	札幌	2007/05/26 10:00	2007/05/27 10:00	31							<0.001	0.83	0.8	1.3	0.91	<0.1	0.14	0.12	0.24	
NG-H19-06KH	長崎	2007/05/27 11:00	2007/05/28 11:00	232							0.0493	0.17	11.1	33.0	1.93	5.52	1.06	1.22	7.38	
FK-H19-06H	太宰府	2007/05/27 09:45	2007/05/28 09:45	195							0.0759	3.40	11.2	18.2	3.36	2.50	0.77	0.89	6.31	
SM-H19-06H	松江	2007/05/27 09:23	2007/05/28 09:23	48							0.0072	2.83	2.4	4.4	2.96	<0.2	0.28	0.42	0.99	
IS-H19-06H	金沢	2007/05/27 10:01	2007/05/28 10:00	31							0.0033	2.95	1.1	2.0	2.15	<0.2	<0.2	0.28	0.42	
AI-H19-06H	犬山	2007/05/27 10:42	2007/05/28 10:42	44							0.0087	<0.2	1.4	2.7	0.64	0.31	0.16	0.14	0.76	
TY-H19-06KH	立山	2007/05/27 09:30	2007/05/28 09:30	41							0.0053	3.09	1.3	2.8	2.59	<0.2	0.17	0.35	0.60	
NI-H19-06H	巻	2007/05/27 10:05	2007/05/28 10:07	22							0.0015	3.34	0.2	0.9	2.11	<0.1	0.07	0.25	<0.3	
TK-H19-06H	つくば	2007/05/27 10:05	2007/05/28 10:05	67							0.0111	0.97	2.8	4.2	1.32	0.64	0.22	0.26	1.16	
HK-H19-06H	札幌	2007/05/27 10:00	2007/05/28 10:00	34							<0.001	3.32	1.3	3.0	2.77	0.25	0.15	0.34	0.29	
NG-H19-07KH	長崎	2008/03/26 11:48	2008/03/27 11:48	53							0.0600	0.88	6.6	10.0	0.96	3.68	0.35	0.27	1.43	
FK-H19-07H	太宰府	2008/03/26 11:00	2008/03/27 11:00	56							0.0104	0.94	5.2	8.3	0.97	3.03	0.31	0.21	0.94	
SM-H19-07H	松江	2008/03/26 11:00	2008/03/27 10:50	25							<0.003	0.044	1.5	6.1	0.49	1.93	0.17	0.11	<0.2	
IS-H19-07H	金沢	2008/03/26 11:00	2008/03/27 11:29	20							<0.001	<0.2	0.9	4.6	0.55	1.29	<0.2	0.08	0.18	
AI-H19-07H	犬山	2008/03/26 10:53	2008/03/27 10:53	27							0.0022	<0.2	1.1	6.6	0.29	1.85	0.20	0.07	0.49	
TY-H19-07H	立山	2008/03/26 11:00	2008/03/27 10:50	20							<0.02	<0.2	0.4	6.0	0.26	1.83	0.15	0.05	0.13	
NI-H19-07H	巻	2008/03/26 11:15	2008/03/27 11:15	NA							<0.001	<0.02	0.4	3.4	0.36	0.91	0.12	0.05	<0.2	
TK-H19-07H	つくば	2008/03/26 11:00	2008/03/27 11:00	47							0.0054	0.13	2.4	7.7	0.63	2.37	0.26	0.12	0.48	
HK-H19-07H	札幌	2008/03/26 11:00	2008/03/27 10:55	61							0.0056	0.41	4.6	7.3	0.89	2.24	0.16	0.15	0.97	
NG-H19-08KH	長崎	2008/03/27 11:50	2008/03/28 11:50	17							<0.02	0.36	3.1	5.2	0.75	1.95	0.17	0.12	<0.3	
FK-H19-08H	太宰府	2008/03/27 11:10	2008/03/28 12:40	47							0.0052	0.20	6.9	8.1	0.46	3.66	0.29	0.12	0.68	
SM-H19-08H	松江	2008/03/27 11:00	2008/03/28 10:50	37							0.0042	0.031	2.9	7.7	0.39	2.42	0.25	0.12	0.65	
IS-H19-08H	金沢	2008/03/27 11:31	2008/03/28 11:00	27							<0.001	<0.2	1.6	7.1	0.65	2.01	<0.2	0.11	0.27	
AI-H19-08H	犬山	2008/03/27 11:01	2008/03/28 11:01	28							0.0027	<0.2	2.2	4.9	0.30	1.69	0.19	0.07	0.36	
TY-H19-08H	立山	2008/03/27 11:00	2008/03/28 11:00	31							<0.02	<0.2	1.4	7.0	0.41	2.22	0.20	0.08	0.27	
NI-H19-08H	巻	2008/03/27 11:20	2008/03/28 11:14	NA							<0.001	<0.02	0.1	0.6	<0.2	0.09	<0.05	<0.05	<0.2	
TK-H19-08H	つくば	2008/03/27 11:10	2008/03/28 11:10	35							0.0015	0.60	3.7	5.7	0.68	2.32	0.22	0.10	0.30	
HK-H19-08H	札幌	2008/03/27 11:00	2008/03/28 11:00	29							0.0031	0.61	3.8	4.4	0.30	2.23	0.10	0.04	0.22	

立山の試料名のKは、環境科学センターでのサンプリング
長崎の試料名のKは、環境保健研究センター（大村）でのサンプリング
NAは、データなし、ただし、2006.4.18長崎、2008.3.26巻、2008.3.27巻は、HV濃度がSPMより低いので欠測

表 2　黄砂実態解明調査　平成 18 年度～19 年度分　ローボリュームろ紙分析結果（金属・イオン：調査地点順）(1)

試料名					重量濃度	金属元素(参考値)						陰イオン				陽イオン				
						Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F^-	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
		試料採取(二段)	捕集開始時刻	捕集終了時刻	μg/m3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3
NG-H18-LV-01C	長崎	> 2.5 um	2006/04/08 10:00	2006/04/09 10:00	21	0.95	1.99	0.78	0.94	0.0067	0.024	0.009	0.18	0.60	1.50	0.26	0.08	<0.04	0.079	0.482
NG-H18-LV-02C	長崎	> 2.5 um	2006/04/09 10:02	2006/04/10 10:00	21	0.32	1.08	0.92	0.585	0.0024	0.015	0.009	0.35	0.58	1.06	0.29	<0.04	<0.04	0.078	0.584
NG-H18-LV-03C	長崎	> 2.5 um	2006/04/18 17:00	2006/04/19 17:00	4	0.09	0.62	0.25	0.105	<0.0005	<0.005	<0.003	0.42	0.21	0.35	0.33	<0.04	<0.04	0.044	0.075
NG-H18-LV-04C	長崎	> 2.5 um	2006/04/19 17:03	2006/04/20 17:03	38	0.54	2.26	1.11	1.03	0.0041	0.020	0.011	2.71	0.98	1.11	1.67	<0.04	0.08	0.237	0.621
NG-H18-LV-05C	長崎	> 2.5 um	2006/06/12 11:00	2006/06/13 11:00	0	0.02	0.61	0.62	0.068	<0.0005	<0.005	<0.003	0.11	0.21	0.44	0.13	<0.04	<0.04	0.023	0.078
NG-H18-LV-06C	長崎	> 2.5 um	2006/06/13 11:03	2006/06/14 11:03	0	0.10	0.87	0.24	0.262	<0.0005	<0.005	<0.003	0.11	0.53	0.62	0.22	<0.04	<0.04	0.042	0.153
NG-H18-LV-07C	長崎	> 2.5 um	2007/03/28 18:00	2007/03/29 18:00	47	1.20	1.80	2.13	1.08	0.0135	0.032	0.017	6.86	4.32	5.58	4.62	<0.04	0.21	0.752	1.979
NG-H18-LV-08C	長崎	> 2.5 um	2007/03/29 18:00	2007/03/30 18:00	47	0.89	2.16	1.72	0.961	0.0184	0.027	0.016	4.80	5.08	5.59	3.70	0.44	0.21	0.605	1.689
NG-H18-LV-01F	長崎	< 2.5 um	2006/04/08 10:00	2006/04/09 10:00	25	0.63	0.85	1.03	0.657	0.0042	0.025	0.005	0.08	6.33	0.50	0.22	1.99	0.34	0.064	0.291
NG-H18-LV-02F	長崎	< 2.5 um	2006/04/09 10:02	2006/04/10 10:00	35	0.28	0.59	0.45	0.523	0.0010	0.021	<0.003	0.06	6.58	0.45	0.23	1.85	0.27	0.089	0.401
NG-H18-LV-03F	長崎	< 2.5 um	2006/04/18 17:00	2006/04/19 17:00	4	0.16	0.40	<0.02	0.086	<0.0005	<0.005	<0.003	<0.03	1.27	<0.06	0.13	0.34	<0.04	0.022	0.043
NG-H18-LV-04F	長崎	< 2.5 um	2006/04/19 17:03	2006/04/20 17:03	27	0.28	0.86	0.10	0.725	<0.0005	0.018	0.009	0.54	4.94	0.70	0.77	1.19	0.29	0.142	0.413
NG-H18-LV-05F	長崎	< 2.5 um	2006/06/12 11:00	2006/06/13 11:00	*	<0.01	0.41	0.72	0.132	<0.0005	<0.005	<0.003	0.05	1.31	<0.06	<0.04	0.30	<0.04	0.009	0.029
NG-H18-LV-06F	長崎	< 2.5 um	2006/06/13 11:03	2006/06/14 11:03	35	0.01	0.40	0.56	0.271	<0.0005	0.008	<0.003	<0.03	11.1	<0.06	0.12	3.47	0.50	0.031	0.092
NG-H18-LV-07F	長崎	< 2.5 um	2007/03/28 18:00	2007/03/29 18:00	17	0.22	0.34	<0.02	0.245	0.0012	0.015	<0.003	<0.03	8.32	<0.06	0.15	2.49	0.22	0.056	0.185
NG-H18-LV-08F	長崎	< 2.5 um	2007/03/29 18:00	2007/03/30 18:00	27	0.03	0.30	<0.02	0.235	0.0017	0.014	<0.003	<0.03	13.9	<0.06	0.17	3.97	0.32	0.050	0.154
FK-H18-LV-01C	太宰府	> 2.5 um	2006/04/08 10:00	2006/04/09 10:00	29	0.41	1.58	0.47	1.12	0.0058	0.027	0.010	0.24	0.57	1.87	0.27	0.14	<0.04	0.088	0.583
FK-H18-LV-02C	太宰府	> 2.5 um	2006/04/09 10:25	2006/04/10 10:25	28	0.39	1.58	1.00	0.983	0.0068	0.022	0.012	0.14	0.68	1.42	0.14	<0.04	<0.04	0.075	0.694
FK-H18-LV-03C	太宰府	> 2.5 um	2006/04/18 17:00	2006/04/19 17:00	7	0.14	0.68	0.93	0.216	0.0025	<0.005	<0.003	0.17	0.26	0.79	0.27	<0.04	<0.04	0.046	0.158
FK-H18-LV-04C	太宰府	> 2.5 um	2006/04/19 17:15	2006/04/20 17:15	14	0.48	1.58	0.60	0.946	0.0071	0.020	0.009	1.96	0.91	1.08	1.20	<0.04	<0.04	0.190	0.587
FK-H18-LV-05C	太宰府	> 2.5 um	2006/06/12 11:00	2006/06/13 11:00	4	0.18	0.72	0.51	0.434	0.0031	<0.005	0.005	0.04	0.84	1.27	0.22	0.12	<0.04	0.059	0.335
FK-H18-LV-06C	太宰府	> 2.5 um	2006/06/13 11:07	2006/06/14 11:07	21	0.14	0.57	0.51	0.453	0.0019	0.007	<0.003	0.05	0.69	1.18	0.20	0.12	<0.04	0.051	0.301
FK-H18-LV-07C	太宰府	> 2.5 um	2007/03/28 13:00	2007/03/29 13:00	37	0.47	1.58	2.07	0.675	0.0106	0.018	0.015	0.72	1.59	2.70	0.70	<0.04	<0.04	0.133	1.985
FK-H18-LV-08C	太宰府	> 2.5 um	2007/03/29 13:10	2007/03/30 13:10	24	0.29	0.62	0.33	0.398	0.0054	0.008	0.006	1.49	1.43	2.51	1.28	0.10	<0.04	0.196	0.618
FK-H18-LV-01F	太宰府	< 2.5 um	2006/04/08 10:00	2006/04/09 10:00	50	0.37	1.72	0.93	1.24	0.0079	0.043	0.007	0.11	5.84	1.66	0.18	2.08	0.35	0.076	0.452
FK-H18-LV-02F	太宰府	< 2.5 um	2006/04/09 10:25	2006/04/10 10:25	36	0.29	1.21	0.97	0.775	0.0059	0.031	0.004	0.07	6.09	1.15	0.14	1.95	0.28	0.082	0.485
FK-H18-LV-03F	太宰府	< 2.5 um	2006/04/18 17:00	2006/04/19 17:00	11	0.05	0.18	<0.02	0.120	<0.0005	0.006	<0.003	<0.03	2.85	0.23	0.13	0.92	0.10	0.028	0.117
FK-H18-LV-04F	太宰府	< 2.5 um	2006/04/19 17:15	2006/04/20 17:15	29	0.28	0.93	0.67	0.655	0.0045	0.024	0.006	0.35	5.34	0.90	0.57	1.48	0.28	0.114	0.400
FK-H18-LV-05F	太宰府	< 2.5 um	2006/06/12 11:00	2006/06/13 11:00	39	0.10	0.37	4.62	0.298	0.0072	0.016	<0.003	<0.03	13.6	0.98	0.17	4.87	0.72	0.042	0.207
FK-H18-LV-06F	太宰府	< 2.5 um	2006/06/13 11:07	2006/06/14 11:07	48	0.05	0.33	0.03	0.316	0.0032	0.017	<0.003	<0.03	12.8	1.00	0.15	4.55	0.74	0.043	0.186
FK-H18-LV-07F	太宰府	< 2.5 um	2007/03/28 13:00	2007/03/29 13:00	44	0.16	0.89	1.41	0.504	0.0038	0.020	0.006	0.21	10.1	1.46	0.27	2.99	0.31	0.088	1.045
FK-H18-LV-08F	太宰府	< 2.5 um	2007/03/29 13:10	2007/03/30 13:10	35	0.05	0.21	<0.02	0.161	0.0018	0.009	<0.003	0.08	9.47	0.59	0.34	2.95	0.19	0.066	0.147

表 2　黄砂実態解明調査　平成 18 年度～19 年度分　ローボリュームろ紙分析結果（金属・イオン：調査地点順）(2)

試料名					重量濃度	金属元素(参考値)						陰イオン				陽イオン				
						Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F^-	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
		試料採取(二段)	捕集開始時刻	捕集終了時刻	μg/m3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3	μg/m^3
SM-H18-LV-01C	松江	> 2.5 um	2006/04/08 10:05	2006/04/09 09:55	141	2.26	10.9	3.24	6.34	0.0257	0.153	0.015	1.50	1.29	1.41	1.04	0.14	0.20	0.220	1.354
SM-H18-LV-02C	松江	> 2.5 um	2006/04/09 10:02	2006/04/10 10:02	25	0.40	1.74	<0.02	1.04	0.0041	0.026	0.008	0.82	0.48	0.90	0.56	0.09	<0.04	0.097	0.325
SM-H18-LV-03C	松江	> 2.5 um	2006/04/18 17:00	2006/04/19 16:55	20	0.48	1.29	0.67	0.756	0.0081	0.018	0.005	0.35	0.88	1.46	0.44	<0.04	<0.04	0.107	0.847
SM-H18-LV-04C	松江	> 2.5 um	2006/04/19 17:04	2006/04/20 17:04	15	0.35	0.86	0.89	0.484	0.0026	0.012	0.007	1.53	0.60	0.71	0.96	<0.04	<0.04	0.140	0.358
SM-H18-LV-05C	松江	> 2.5 um	2006/06/12 11:25	2006/06/13 11:25	13	0.21	1.19	0.06	0.482	0.0026	0.013	<0.003	0.04	0.70	1.32	0.40	0.08	<0.04	0.072	0.182
SM-H18-LV-06C	松江	> 2.5 um	2006/06/13 11:28	2006/06/14 11:20	8	0.15	0.73	<0.02	0.275	0.0018	0.012	0.005	<0.03	0.54	0.86	0.30	<0.04	<0.04	0.056	0.129
SM-H18-LV-07C	松江	> 2.5 um	2007/03/28 13:00	2007/03/29 12:51	20	0.27	0.63	0.19	0.402	0.0047	0.013	0.008	1.14	1.36	1.94	1.05	0.08	0.07	0.164	0.483
SM-H18-LV-08C	松江	> 2.5 um	2007/03/29 13:00	2007/03/30 13:00	8	0.17	0.10	0.67	0.104	0.0023	<0.005	<0.003	1.84	0.56	0.56	1.12	<0.04	<0.04	0.137	0.199
SM-H18-LV-01F	松江	< 2.5 um	2006/04/08 10:05	2006/04/09 09:55	121	1.74	8.30	1.85	4.87	0.0222	0.130	0.018	0.59	5.30	1.46	0.62	1.29	0.46	0.229	1.294
SM-H18-LV-02F	松江	< 2.5 um	2006/04/09 10:02	2006/04/10 10:02	28	0.21	0.80	<0.02	0.705	0.0034	0.023	0.005	<0.03	3.99	0.48	0.27	1.21	0.18	0.063	0.218
SM-H18-LV-03F	松江	< 2.5 um	2006/04/18 17:00	2006/04/19 16:55	25	0.31	0.22	<0.02	0.544	0.0045	0.019	0.004	<0.03	5.37	0.33	0.24	1.61	0.16	0.084	0.406
SM-H18-LV-04F	松江	< 2.5 um	2006/04/19 17:04	2006/04/20 17:04	17	0.20	0.08	0.30	0.342	0.0020	0.015	0.004	0.05	4.18	0.36	0.59	0.96	0.15	0.086	0.186
SM-H18-LV-05F	松江	< 2.5 um	2006/06/12 11:25	2006/06/13 11:25	32	0.09	0.27	0.25	0.388	0.0040	0.023	<0.003	<0.03	12.5	0.15	0.28	4.17	0.71	0.068	0.118
SM-H18-LV-06F	松江	< 2.5 um	2006/06/13 11:28	2006/06/14 11:20	24	0.09	<0.01	<0.02	0.237	0.0019	0.016	<0.003	<0.03	10.8	<0.06	0.20	3.74	0.53	0.053	0.096
SM-H18-LV-07F	松江	< 2.5 um	2007/03/28 13:00	2007/03/29 12:51	32	0.22	0.75	0.60	0.439	0.0050	0.021	0.004	0.10	10.9	0.72	0.53	3.26	0.36	0.104	0.271
SM-H18-LV-08F	松江	< 2.5 um	2007/03/29 13:00	2007/03/30 13:00	13	0.03	0.20	<0.02	0.070	0.0018	<0.005	<0.003	0.28	3.56	0.36	0.44	0.98	<0.04	0.056	0.081
IS-H18-LV-01C	金沢	> 2.5 um	2006/04/08 10:00	2006/04/09 10:00	46	0.04	0.35	0.16	0.142	0.0008	0.005	0.012	1.76	0.62	0.40	1.02	<0.04	0.08	0.144	0.549
IS-H18-LV-02C	金沢	> 2.5 um	2006/04/09 10:10	2006/04/10 10:10	5	0.10	0.32	<0.02	0.170	0.0005	<0.005	0.007	0.53	0.24	0.57	0.45	<0.04	<0.04	0.056	0.125
IS-H18-LV-03C	金沢	> 2.5 um	2006/04/18 17:02	2006/04/19 17:02	53	1.36	4.79	3.78	4.68	0.0289	0.065	0.023	0.48	2.29	1.53	0.72	<0.04	<0.04	0.133	2.816
IS-H18-LV-04C	金沢	> 2.5 um	2006/04/19 17:07	2006/04/20 17:07	12	0.25	0.61	0.61	0.409	0.0032	0.009	0.005	0.90	0.51	0.44	0.55	<0.04	<0.04	0.089	0.440
IS-H18-LV-05C	金沢	> 2.5 um	2006/06/12 11:05	2006/06/13 11:05	9	0.12	0.40	<0.02	0.260	0.0015	0.007	<0.003	0.04	0.42	0.82	0.24	<0.04	<0.04	0.044	0.150
IS-H18-LV-06C	金沢	> 2.5 um	2006/06/13 11:15	2006/06/14 11:00	5	<0.01	0.46	<0.02	0.201	0.0013	0.008	<0.003	<0.03	0.25	0.42	0.14	<0.04	<0.04	0.025	0.065
IS-H18-LV-07C	金沢	> 2.5 um	2007/03/28 13:02	2007/03/29 13:02	13	0.09	0.39	0.34	0.292	0.0033	0.009	<0.003	0.70	0.80	1.39	0.68	<0.04	<0.04	0.110	0.363
IS-H18-LV-08C	金沢	> 2.5 um	2007/03/29 13:04	2007/03/30 13:04	4	0.13	0.60	0.21	0.098	0.0007	<0.005	<0.003	1.15	0.31	0.51	0.75	<0.04	<0.04	0.090	0.089
IS-H18-LV-01F	金沢	< 2.5 um	2006/04/08 10:00	2006/04/09 10:00	23	0.24	1.22	0.11	0.737	0.0057	0.023	0.004	0.34	1.43	0.27	0.34	0.28	0.08	0.063	0.248
IS-H18-LV-02F	金沢	< 2.5 um	2006/04/09 10:10	2006/04/10 10:10	6	<0.01	0.15	0.09	0.155	0.0017	0.006	<0.003	0.05	1.88	0.41	0.19	0.63	<0.04	0.029	0.073
IS-H18-LV-03F	金沢	< 2.5 um	2006/04/18 17:02	2006/04/19 17:02	44	0.76	2.15	1.65	1.45	0.0124	0.037	0.025	0.20	5.52	0.95	0.46	1.27	0.21	0.170	1.748
IS-H18-LV-04F	金沢	< 2.5 um	2006/04/19 17:07	2006/04/20 17:07	9	0.17	0.36	0.35	0.283	0.0031	0.009	0.004	0.09	1.74	0.26	0.22	0.36	<0.04	0.054	0.255
IS-H18-LV-05F	金沢	< 2.5 um	2006/06/12 11:05	2006/06/13 11:05	27	0.11	0.27	<0.02	0.256	0.0032	0.013	<0.003	<0.03	10.1	<0.06	0.18	3.46	0.55	0.042	0.121
IS-H18-LV-06F	金沢	< 2.5 um	2006/06/13 11:15	2006/06/14 11:00	16	<0.01	0.15	0.34	0.162	0.0015	0.009	<0.003	<0.03	5.98	<0.06	0.09	2.13	0.25	0.025	0.060
IS-H18-LV-07F	金沢	< 2.5 um	2007/03/28 13:02	2007/03/29 13:02	22	0.11	0.48	0.28	0.264	0.0021	0.015	<0.003	0.13	8.22	0.53	0.34	2.59	0.24	0.081	0.220
IS-H18-LV-08F	金沢	< 2.5 um	2007/03/29 13:04	2007/03/30 13:04	8	0.06	<0.01	0.14	0.070	<0.0005	<0.005	<0.003	0.07	2.77	0.38	0.26	0.85	<0.04	0.035	0.042

表 2　黄砂実態解明調査　平成 18 年度～19 年度分　ローボリュームろ紙分析結果（金属・イオン：調査地点順）(3)

試料名					重量濃度	金属元素(参考値)						陰イオン				陽イオン				
						Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F^-	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
		試料採取(二段)	捕集開始時刻	捕集終了時刻	μg/m3	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³
AI-H18-LV-01C	犬山	> 2.5 um	2006/04/08 10:50	2006/04/09 10:50	90	1.42	7.74	2.07	4.33	0.0168	0.101	0.014	1.09	0.89	0.75	0.69	0.09	0.14	0.146	0.943
AI-H18-LV-02C	犬山	> 2.5 um	2006/04/09 11:00	2006/04/10 11:00	12	0.22	1.12	0.23	0.681	0.0035	0.016	0.016	0.23	0.29	0.45	0.19	<0.04	<0.04	0.035	0.163
AI-H18-LV-03C	犬山	> 2.5 um	2006/04/18 16:01	2006/04/19 16:01	49	0.90	2.73	2.14	1.83	0.0170	0.040	0.060	0.43	2.06	2.88	0.54	0.09	<0.04	0.156	2.052
AI-H18-LV-04C	犬山	> 2.5 um	2006/04/19 16:08	2006/04/20 16:08	14	0.31	0.87	0.29	0.536	0.0052	0.012	0.005	0.58	0.68	0.90	0.38	<0.04	<0.04	0.096	0.564
AI-H18-LV-05C	犬山	> 2.5 um	2006/06/13 11:15	2006/06/14 11:15	4	0.05	0.28	<0.02	0.192	0.0018	0.005	<0.003	<0.03	0.68	0.62	0.13	0.09	<0.04	0.030	0.139
AI-H18-LV-06C	犬山	> 2.5 um	2006/06/14 11:45	2006/06/15 11:45	4	0.03	0.15	<0.02	0.142	0.0008	<0.005	<0.003	0.04	0.75	0.48	0.14	0.10	<0.04	0.038	0.198
AI-H18-LV-07C	犬山	> 2.5 um	2007/03/28 13:00	2007/03/29 13:00	14	0.20	1.03	0.04	0.470	0.0039	0.014	0.020	0.11	0.82	1.51	0.29	0.16	<0.04	0.064	0.371
AI-H18-LV-08C	犬山	> 2.5 um	2007/03/29 13:05	2007/03/30 13:05	14	0.22	0.59	0.27	0.425	0.0029	0.011	0.013	0.28	1.04	2.01	0.47	0.12	<0.04	0.102	0.472
AI-H18-LV-01F	犬山	< 2.5 um	2006/04/08 10:50	2006/04/09 10:50	90	1.24	6.56	1.86	4.34	0.0174	0.101	0.011	0.60	4.12	0.95	0.48	1.11	0.28	0.159	0.955
AI-H18-LV-02F	犬山	< 2.5 um	2006/04/09 11:00	2006/04/10 11:00	23	0.15	0.51	<0.02	0.589	0.0033	0.017	0.008	0.27	3.29	0.67	0.17	1.26	0.16	0.034	0.169
AI-H18-LV-03F	犬山	< 2.5 um	2006/04/18 16:01	2006/04/19 16:01	51	0.60	1.57	0.85	1.32	0.0083	0.045	0.029	0.11	8.91	1.44	0.41	2.55	0.46	0.171	1.074
AI-H18-LV-04F	犬山	< 2.5 um	2006/04/19 16:08	2006/04/20 16:08	14	0.17	0.19	0.22	0.319	0.0033	0.011	<0.003	0.04	2.39	0.40	0.15	0.68	0.07	0.048	0.208
AI-H18-LV-05F	犬山	< 2.5 um	2006/06/13 11:15	2006/06/14 11:15	32	<0.01	0.09	<0.02	0.262	0.0036	0.016	<0.003	0.04	11.4	0.28	0.11	3.83	0.53	0.026	0.104
AI-H18-LV-06F	犬山	< 2.5 um	2006/06/14 11:45	2006/06/15 11:45	31	0.04	<0.01	<0.02	0.247	0.0017	0.012	<0.003	0.04	12.4	<0.06	0.10	4.16	0.55	0.026	0.096
AI-H18-LV-07F	犬山	< 2.5 um	2007/03/28 13:00	2007/03/29 13:00	41	0.20	1.09	0.27	0.527	0.0039	0.030	0.008	0.25	12.7	2.15	0.38	4.36	0.51	0.079	0.329
AI-H18-LV-08F	犬山	< 2.5 um	2007/03/29 13:05	2007/03/30 13:05	28	0.13	0.50	0.33	0.335	0.0017	0.018	<0.003	0.09	8.61	1.93	0.25	2.99	0.28	0.061	0.218
TY-H18-LV-05C	立山	> 2.5 um	2006/06/12 11:00	2006/06/13 10:50	10	0.19	0.38	0.47	0.239	0.0012	0.008	<0.003	<0.03	0.9328	0.5434	0.1056	0.2275	<0.04	0.0324	0.1388
TY-H18-LV-06C	立山	> 2.5 um	2006/06/13 11:00	2006/06/14 11:00	6	0.17	0.33	<0.02	0.188	0.0008	0.006	<0.003	<0.03	0.8083	0.2346	0.1222	0.1552	<0.04	0.0268	0.0618
TY-H18-LV-01KC	立山	> 2.5 um	2006/04/08 10:00	2006/04/09 09:55	51	0.79	3.48	1.52	2.06	0.0094	0.048	0.0044	1.4190	0.6413	0.4732	0.8260	0.0957	0.0749	0.1295	0.5422
TY-H18-LV-02KC	立山	> 2.5 um	2006/04/09 10:00	2006/04/10 10:00	9	0.15	0.20	0.52	0.135	0.0018	<0.005	<0.003	0.6010	0.3877	1.0865	0.6007	0.1221	<0.04	0.0811	0.0898
TY-H18-LV-03KC	立山	> 2.5 um	2006/04/18 17:00	2006/04/19 16:50	57	1.42	3.62	3.69	2.32	0.0230	0.059	0.0359	0.5991	2.4109	2.2698	0.6779	0.1064	<0.04	0.1641	2.6594
TY-H18-LV-04KC	立山	> 2.5 um	2006/04/19 17:00	2006/04/20 17:00	12	0.22	0.69	0.81	0.390	0.0035	0.009	0.0040	0.6230	0.4479	0.3738	0.3721	<0.04	<0.04	0.0666	0.3641
TY-H18-LV-05KC	立山	> 2.5 um	2006/06/12 11:00	2006/06/13 10:50	7	0.17	0.38	0.49	0.259	0.0017	0.008	<0.003	0.1206	0.5081	1.2791	0.3871	0.1034	<0.04	0.0592	0.1478
TY-H18-LV-06KC	立山	> 2.5 um	2006/06/13 11:00	2006/06/14 11:00	6	0.70	2.80	0.86	1.70	0.0080	0.043	<0.003	0.0575	0.4242	0.9106	0.3128	<0.04	<0.04	0.0448	0.0868
TY-H18-LV-07C	立山	> 2.5 um	2007/03/28 13:00	2007/03/29 12:30	14	0.28	1.15	0.06	0.528	0.0046	0.015	0.005	0.09	0.97	1.35	0.26	0.12	<0.04	0.079	0.395
TY-H18-LV-08C	立山	> 2.5 um	2007/03/29 13:00	2007/03/30 13:00	18	0.25	1.13	0.07	0.567	0.0039	0.009	0.011	0.55	2.77	2.75	0.56	0.09	<0.04	0.169	1.356
TY-H18-LV-05F	立山	< 2.5 um	2006/06/12 11:00	2006/06/13 10:50	28	0.11	0.17	<0.02	0.182	0.0018	0.012	<0.003	<0.03	12.5728	0.4154	<0.04	4.5469	0.6216	0.0220	0.0677
TY-H18-LV-06F	立山	< 2.5 um	2006/06/13 11:00	2006/06/14 11:00	14	0.12	0.09	<0.02	0.130	0.0017	0.010	<0.003	<0.03	10.9116	0.1471	0.0811	3.9308	0.4447	0.0237	0.0453
TY-H18-LV-01KF	立山	< 2.5 um	2006/04/08 10:00	2006/04/09 09:55	37	0.54	2.08	0.75	1.25	0.0091	0.037	0.0035	0.4984	3.0082	0.5015	0.4458	0.7852	0.1388	0.1007	0.4258
TY-H18-LV-02KF	立山	< 2.5 um	2006/04/09 10:00	2006/04/10 10:00	24	0.10	0.69	<0.02	0.337	0.0032	0.007	<0.003	0.1630	3.6027	2.0248	0.2571	1.8158	0.0926	0.0358	0.0516
TY-H18-LV-03KF	立山	< 2.5 um	2006/04/18 17:00	2006/04/19 16:50	65	0.91	2.56	1.77	1.62	0.0131	0.058	0.0299	0.2321	11.8404	1.5380	0.4734	3.2906	0.5699	0.2074	1.6580
TY-H18-LV-04KF	立山	< 2.5 um	2006/04/19 17:00	2006/04/20 17:00	15	0.20	0.36	0.26	0.310	0.0034	0.012	<0.003	0.1438	2.3590	0.4122	0.2388	0.5890	0.0999	0.0643	0.2926
TY-H18-LV-05KF	立山	< 2.5 um	2006/06/12 11:00	2006/06/13 10:50	30	0.17	0.24	0.26	0.227	0.0037	0.015	<0.003	<0.03	10.0266	0.6959	0.2529	3.5536	0.5577	0.0491	0.1084
TY-H18-LV-06KF	立山	< 2.5 um	2006/06/13 11:00	2006/06/14 11:00	26	0.06	0.03	<0.02	0.112	0.0015	0.008	<0.003	<0.03	4.9740	0.2218	0.1208	1.7506	0.1988	0.0255	0.0503
TY-H18-LV-07F	立山	< 2.5 um	2007/03/28 13:00	2007/03/29 12:30	23	0.01	0.16	0.71	0.215	<0.0005	0.014	<0.003	<0.03	8.43	0.67	0.13	2.79	0.24	0.052	0.173
TY-H18-LV-08F	立山	< 2.5 um	2007/03/29 13:00	2007/03/30 13:00	20	0.05	0.15	<0.02	0.231	0.0007	0.009	<0.003	<0.03	8.15	<0.06	0.09	2.28	0.15	0.055	0.216

表 2　黄砂実態解明調査　平成 18 年度～19 年度分　ローボリュームろ紙分析結果（金属・イオン：調査地点順）(4)

試料名					重量濃度	金属元素（参考値）						陰イオン				陽イオン				
						Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F^-	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
		試料採取(二段)	捕集開始時刻	捕集終了時刻	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³
NI-H18-LV-01C	巻	> 2.5 um	2006/04/08 10:00	2006/04/09 10:00	17	0.31	0.71	<0.02	0.389	0.0033	0.010	0.011	1.66	0.39	0.25	0.98	<0.04	<0.04	0.115	0.188
NI-H18-LV-02C	巻	> 2.5 um	2006/04/09 10:10	2006/04/10 10:10	3	0.13	0.20	<0.02	0.109	0.0017	<0.005	0.007	1.17	0.30	0.34	0.73	<0.04	<0.04	0.088	0.089
NI-H18-LV-03C	巻	> 2.5 um	2006/04/18 16:50	2006/04/19 16:50	52	0.98	3.34	2.84	1.74	0.0170	0.049	0.084	0.39	1.83	3.46	0.59	<0.04	<0.04	0.159	1.974
NI-H18-LV-04C	巻	> 2.5 um	2006/04/19 16:53	2006/04/20 16:53	0	0.06	0.07	<0.02	0.025	0.0008	<0.005	<0.003	<0.03	<0.04	<0.06	<0.04	<0.04	<0.04	<0.004	0.054
NI-H18-LV-05C	巻	> 2.5 um	2006/06/12 11:00	2006/06/13 11:00	14	0.25	0.47	<0.02	0.307	0.0023	0.008	<0.003	0.34	0.79	1.78	0.69	0.09	<0.04	0.095	0.195
NI-H18-LV-06C	巻	> 2.5 um	2006/06/13 11:05	2006/06/14 11:10	7	0.15	0.26	<0.02	0.135	0.0016	<0.005	0.006	0.14	0.38	0.94	0.34	<0.04	<0.04	0.049	0.098
NI-H18-LV-07C	巻	> 2.5 um	2007/03/28 13:00	2007/03/29 13:00	17	0.24	0.69	0.28	0.463	0.0030	0.012	0.004	1.33	0.71	0.86	0.85	<0.04	<0.04	0.126	0.298
NI-H18-LV-08C	巻	> 2.5 um	2007/03/29 13:06	2007/03/30 13:06	7	0.08	0.18	<0.02	0.049	0.0026	<0.005	<0.003	1.00	0.36	0.35	0.64	<0.04	<0.04	0.077	0.075
NI-H18-LV-01F	巻	< 2.5 um	2006/04/08 10:00	2006/04/09 10:00	21	0.22	0.76	<0.02	0.456	0.0067	0.015	<0.003	0.48	2.38	0.39	0.54	0.52	0.14	0.075	0.153
NI-H18-LV-02F	巻	< 2.5 um	2006/04/09 10:10	2006/04/10 10:10	3	0.04	0.34	0.16	0.101	0.0052	<0.005	<0.003	0.22	0.75	0.32	0.17	0.24	<0.04	0.021	0.022
NI-H18-LV-03F	巻	< 2.5 um	2006/04/18 16:50	2006/04/19 16:50	76	0.99	3.79	2.54	1.93	0.0192	0.061	0.025	0.20	14.7	2.73	0.64	4.04	0.71	0.299	1.579
NI-H18-LV-04F	巻	< 2.5 um	2006/04/19 16:53	2006/04/20 16:53	35	0.44	1.38	1.04	0.792	0.0107	0.023	<0.003	0.44	3.77	1.56	0.44	0.67	0.12	0.160	1.013
NI-H18-LV-05F	巻	< 2.5 um	2006/06/12 11:00	2006/06/13 11:00	31	0.11	0.25	0.66	0.216	0.0047	0.012	<0.003	0.08	11.3	0.90	0.32	3.90	0.63	0.057	0.137
NI-H18-LV-06F	巻	< 2.5 um	2006/06/13 11:05	2006/06/14 11:10	21	0.12	0.37	0.10	0.135	0.0050	0.007	<0.003	0.04	6.02	0.63	0.15	2.16	0.25	0.029	0.079
NI-H18-LV-07F	巻	< 2.5 um	2007/03/28 13:00	2007/03/29 13:00	35	0.07	0.84	0.23	0.182	0.0045	0.007	<0.003	0.19	3.91	0.56	0.17	1.36	0.11	0.033	0.076
NI-H18-LV-08F	巻	< 2.5 um	2007/03/29 13:06	2007/03/30 13:06	14	0.04	0.59	0.31	0.710	0.0037	<0.005	<0.003	0.20	4.46	0.61	0.16	1.62	0.08	0.025	0.152
TK-H18-LV-01C	つくば	> 2.5 um	2006/04/08 10:00	2006/04/09 10:01	14	0.16	1.53	0.35	0.696	0.0012	0.014	0.006	0.10	0.26	0.51	0.08	0.08	<0.04	0.029	0.191
TK-H18-LV-02C	つくば	> 2.5 um	2006/04/09 10:04	2006/04/10 10:04	11	0.09	0.76	<0.02	0.206	0.0043	<0.005	<0.003	0.72	0.29	0.58	0.51	0.07	<0.04	0.069	0.091
TK-H18-LV-03C	つくば	> 2.5 um	2006/04/18 17:00	2006/04/19 16:58	44	0.73	2.19	2.09	1.33	0.0104	0.030	0.015	1.08	1.99	3.75	0.57	0.30	<0.04	0.248	1.481
TK-H18-LV-04C	つくば	> 2.5 um	2006/04/19 17:00	2006/04/20 17:00	18	0.29	0.79	0.90	0.427	0.0029	0.010	<0.003	0.86	1.00	1.35	0.59	0.10	<0.04	0.139	0.512
TK-H18-LV-05C	つくば	> 2.5 um	2006/06/12 11:02	2006/06/13 11:05	8	0.11	0.76	0.04	0.258	<0.0005	<0.005	<0.003	0.49	0.49	1.42	0.52	0.15	<0.04	0.068	0.108
TK-H18-LV-06C	つくば	> 2.5 um	2006/06/13 11:08	2006/06/14 11:08	7	0.11	0.82	0.12	0.219	0.0013	<0.005	<0.003	0.19	0.91	1.20	0.43	0.17	<0.04	0.059	0.117
TK-H18-LV-07C	つくば	> 2.5 um	2007/03/28 13:10	2007/03/29 13:00	2	0.15	0.20	0.22	0.189	0.0027	0.006	0.005	0.45	0.56	1.52	0.56	0.10	<0.04	0.081	0.232
TK-H18-LV-08C	つくば	> 2.5 um	2007/03/29 13:10	2007/03/30 13:10	6	0.12	0.02	0.31	0.124	0.0024	<0.005	<0.003	1.02	0.46	1.01	0.75	<0.04	<0.04	0.098	0.179
TK-H18-LV-01F	つくば	< 2.5 um	2006/04/08 10:00	2006/04/09 10:01	14	0.11	1.44	0.53	0.811	0.0012	0.019	<0.003	0.07	2.31	0.92	<0.04	0.94	<0.04	0.032	0.199
TK-H18-LV-02F	つくば	< 2.5 um	2006/04/09 10:04	2006/04/10 10:04	1	0.01	0.49	<0.02	0.102	<0.0005	<0.005	<0.003	0.15	2.00	0.70	0.20	0.78	<0.04	0.030	0.061
TK-H18-LV-03F	つくば	< 2.5 um	2006/04/18 17:00	2006/04/19 16:58	46	0.39	0.89	0.86	0.711	0.0033	0.027	<0.003	0.61	8.75	4.30	0.42	3.67	0.32	0.155	0.580
TK-H18-LV-04F	つくば	< 2.5 um	2006/04/19 17:00	2006/04/20 17:00	12	0.08	0.18	0.15	0.192	<0.0005	0.008	<0.003	0.13	3.40	0.79	0.23	1.15	0.08	0.057	0.147
TK-H18-LV-05F	つくば	< 2.5 um	2006/06/12 11:02	2006/06/13 11:05	11	<0.01	0.36	<0.02	0.109	<0.0005	<0.005	<0.003	0.22	3.14	1.63	0.12	1.54	0.09	0.021	0.040
TK-H18-LV-06F	つくば	< 2.5 um	2006/06/13 11:08	2006/06/14 11:08	11	<0.01	0.25	<0.02	0.073	<0.0005	<0.005	<0.003	0.06	7.85	0.75	0.11	2.95	0.28	0.021	0.041
TK-H18-LV-07F	つくば	< 2.5 um	2007/03/28 13:10	2007/03/29 13:00	17	0.07	0.42	0.05	0.149	0.0008	0.008	<0.003	0.11	6.30	2.32	0.19	2.68	0.16	0.036	0.116
TK-H18-LV-08F	つくば	< 2.5 um	2007/03/29 13:10	2007/03/30 13:10	10	0.10	0.50	0.12	0.275	0.0016	0.010	<0.003	0.40	5.05	1.43	0.27	1.99	0.10	0.046	0.134
HK-H18-LV-01C	札幌	> 2.5 um	2006/04/08 10:00	2006/04/09 10:00	2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	<0.003	0.41	0.14	<0.06	0.21	<0.04	<0.04	0.042	0.049
HK-H18-LV-02C	札幌	> 2.5 um	2006/04/09 10:05	2006/04/10 10:05	3	0.07	0.06	<0.02	0.210	0.0006	<0.005	<0.003	0.38	0.18	<0.06	0.22	<0.04	<0.04	0.043	0.045
HK-H18-LV-03C	札幌	> 2.5 um	2006/04/18 17:00	2006/04/19 17:00	3	0.23	0.18	0.19	0.146	0.0022	0.006	0.006	0.44	0.23	<0.06	0.24	<0.04	<0.04	0.049	0.136
HK-H18-LV-04C	札幌	> 2.5 um	2006/04/19 17:00	2006/04/20 17:00	12	0.27	0.63	0.27	0.402	0.0037	0.011	0.007	0.37	0.84	0.64	0.22	<0.04	<0.04	0.080	0.478
HK-H18-LV-05C	札幌	> 2.5 um	2006/06/12 11:10	2006/06/13 11:05	1	0.03	0.01	<0.02	0.044	<0.0005	<0.005	<0.003	<0.03	0.07	<0.06	<0.04	<0.04	<0.04	<0.004	<0.007
HK-H18-LV-06C	札幌	> 2.5 um	2006/06/13 11:10	2006/06/14 11:05	2	0.39	0.06	0.32	0.135	<0.0005	<0.005	<0.003	<0.03	0.12	0.14	<0.04	<0.04	<0.04	0.008	0.074
HK-H18-LV-07C	札幌	> 2.5 um	2007/03/28 13:05	2007/03/29 13:05	5	0.17	0.56	0.07	0.226	0.0030	0.005	<0.003	0.30	0.12	0.18	0.18	<0.04	<0.04	0.023	0.133
HK-H18-LV-08C	札幌	> 2.5 um	2007/03/29 13:07	2007/03/30 13:07	6	0.08	0.24	0.36	0.358	0.0014	<0.005	0.007	0.09	0.11	0.26	0.08	<0.04	<0.04	0.016	0.132
HK-H18-LV-01F	札幌	< 2.5 um	2006/04/08 10:00	2006/04/09 10:00	5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	<0.003	0.24	0.97	0.22	0.27	0.19	<0.04	0.043	0.052
HK-H18-LV-02F	札幌	< 2.5 um	2006/04/09 10:05	2006/04/10 10:05	7	<0.01	0.07	0.12	0.054	0.0032	<0.005	<0.003	0.18	1.45	0.50	0.23	0.43	<0.04	0.037	0.039
HK-H18-LV-03F	札幌	< 2.5 um	2006/04/18 17:00	2006/04/19 17:00	9	<0.01	0.35	0.02	0.126	0.0021	<0.005	<0.003	0.20	1.23	0.31	0.21	0.34	<0.04	0.035	0.075
HK-H18-LV-04F	札幌	< 2.5 um	2006/04/19 17:00	2006/04/20 17:00	20	0.12	0.41	0.14	0.281	0.0048	0.012	<0.003	0.23	4.17	0.78	0.24	1.41	0.10	0.070	0.227
HK-H18-LV-05F	札幌	< 2.5 um	2006/06/12 11:10	2006/06/13 11:05	6	0.03	0.08	0.44	0.050	0.0041	<0.005	<0.003	<0.03	1.22	<0.06	<0.04	0.41	<0.04	0.005	0.037
HK-H18-LV-06F	札幌	< 2.5 um	2006/06/13 11:10	2006/06/14 11:05	11	0.29	0.19	<0.02	0.116	0.0038	0.006	<0.003	<0.03	2.46	0.17	<0.04	0.88	0.07	0.009	0.054
HK-H18-LV-07F	札幌	< 2.5 um	2007/03/28 13:05	2007/03/29 13:05	15	0.07	0.22	0.17	0.086	0.0018	<0.005	<0.003	0.14	2.31	0.90	0.13	0.91	<0.04	0.021	0.184
HK-H18-LV-08F	札幌	< 2.5 um	2007/03/29 13:07	2007/03/30 13:07	16	0.07	0.61	0.26	0.397	0.0045	0.007	<0.003	0.12	2.74	1.05	0.08	1.19	<0.04	0.016	0.184

*は重量濃度が計算上負になった。
立山の試料名のKは、環境科学センターでのサンプリング
NAは、信頼性に欠けるため不採用

表 2　黄砂実態解明調査　平成 18 年度～19 年度分　ローボリュームろ紙分析結果（金属・イオン：調査地点順）(5)

試料名					重量濃度	金属元素（参考値）						陰イオン				陽イオン				
						Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F^-	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
		試料採取(二段)	捕集開始時刻	捕集終了時刻	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³
NG-H19-LV-01C	長崎	> 2.5 um	2007/04/01 16:10	2007/04/02 16:10	NA							NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NG-H19-LV-01F	長崎	< 2.5 um	2007/04/01 16:10	2007/04/02 16:10	NA							NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NG-H19-LV-02C	長崎	> 2.5 um	2007/04/02 16:10	2007/04/03 16:10	NA							NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NG-H19-LV-02F	長崎	< 2.5 um	2007/04/02 16:10	2007/04/03 16:10	NA							NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NG-H19-LV-03KC	長崎	> 2.5 um	2007/05/08 15:30	2007/05/09 15:30	NA							NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NG-H19-LV-03KF	長崎	< 2.5 um	2007/05/08 15:30	2007/05/09 15:30	NA							NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NG-H19-LV-04KC	長崎	> 2.5 um	2007/05/09 15:30	2007/05/10 15:30	NA							NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NG-H19-LV-04KF	長崎	< 2.5 um	2007/05/09 15:30	2007/05/10 15:30	NA							NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NG-H19-LV-05KC	長崎	> 2.5 um	2007/05/26 11:00	2007/05/27 11:00	NA							NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NG-H19-LV-05KF	長崎	< 2.5 um	2007/05/26 11:00	2007/05/27 11:00	NA							NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NG-H19-LV-06KC	長崎	> 2.5 um	2007/05/27 11:00	2007/05/28 11:00	NA							NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NG-H19-LV-06KF	長崎	< 2.5 um	2007/05/27 11:00	2007/05/28 11:00	NA							NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NG-H19-LV-07KC	長崎	> 2.5 um	2008/03/26 11:48	2008/03/27 11:48	NA							NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NG-H19-LV-07KF	長崎	< 2.5 um	2008/03/26 11:48	2008/03/27 11:48	NA							NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NG-H19-LV-08KC	長崎	> 2.5 um	2008/03/27 11:50	2008/03/28 11:50	NA							NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NG-H19-LV-08KF	長崎	< 2.5 um	2008/03/27 11:50	2008/03/28 11:50	NA							NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
FK-H19-LV-01C	太宰府	> 2.5 um	2007/04/01 10:57	2007/04/02 14:49	181							0.030	0.83	2.27	4.53	0.70	0.17	0.20	0.25	3.02
FK-H19-LV-01F	太宰府	< 2.5 um	2007/04/01 10:57	2007/04/02 14:49	92							0.014	0.179	7.087	2.366	0.357	1.505	0.345	0.202	1.449
FK-H19-LV-02C	太宰府	> 2.5 um	2007/04/02 15:00	2007/04/03 15:00	14							0.006	0.522	0.469	0.986	0.414	<0.07	<0.2	0.091	0.314
FK-H19-LV-02F	太宰府	< 2.5 um	2007/04/02 15:00	2007/04/03 15:00	18							0.001	0.038	3.729	1.073	0.163	1.225	<0.2	0.057	0.232
FK-H19-LV-03C	太宰府	> 2.5 um	2007/05/08 15:00	2007/05/09 15:00	29							0.027	0.071	0.729	1.644	<0.2	<0.2	<0.2	0.074	0.599
FK-H19-LV-03F	太宰府	< 2.5 um	2007/05/08 15:00	2007/05/09 15:00	65							<0.0007	0.035	20.629	1.313	0.208	7.640	0.781	0.063	0.281
FK-H19-LV-04C	太宰府	> 2.5 um	2007/05/09 15:10	2007/05/10 15:10	4							0.004	0.660	0.465	0.940	0.538	<0.2	<0.2	0.085	0.224
FK-H19-LV-04F	太宰府	< 2.5 um	2007/05/09 15:10	2007/05/10 15:10	36							<0.0007	0.024	9.417	0.337	0.194	2.948	0.279	0.043	<0.2
FK-H19-LV-05C	太宰府	> 2.5 um	2007/05/26 09:30	2007/05/27 09:30	54							0.033	0.288	2.059	4.326	0.440	0.255	<0.2	0.221	1.665
FK-H19-LV-05F	太宰府	< 2.5 um	2007/05/26 09:30	2007/05/27 09:30	78							0.013	0.059	17.177	1.831	0.397	4.933	0.922	0.220	0.951
FK-H19-LV-06C	太宰府	> 2.5 um	2007/05/27 09:45	2007/05/28 09:45	51							0.032	1.122	2.212	4.531	0.973	<0.1	<0.2	0.288	2.075
FK-H19-LV-06F	太宰府	< 2.5 um	2007/05/27 09:45	2007/05/28 09:45	65							0.009	0.171	14.437	1.811	0.547	3.786	0.556	0.269	1.266
FK-H19-LV-07C	太宰府	> 2.5 um	2008/03/26 11:00	2008/03/27 11:00	7							0.007	0.201	0.475	1.031	0.246	<0.1	<0.1	0.063	0.231
FK-H19-LV-07F	太宰府	< 2.5 um	2008/03/26 11:00	2008/03/27 11:00	20							<0.0007	0.135	6.690	2.519	<0.2	2.807	0.211	<0.03	<0.3
FK-H19-LV-08C	太宰府	> 2.5 um	2008/03/27 11:10	2008/03/28 12:40	6							0.007	0.061	0.344	0.806	<0.1	0.106	<0.1	0.033	0.200
FK-H19-LV-08F	太宰府	< 2.5 um	2008/03/27 11:10	2008/03/28 12:40	26							<0.0007	0.084	5.919	3.778	<0.2	3.013	0.185	<0.03	<0.3
SM-H19-LV-01C	松江	> 2.5 um	2007/04/01 14:06	2007/04/02 13:59	156							0.019	1.316	1.628	2.547	0.793	0.093	0.184	0.225	2.468
SM-H19-LV-01F	松江	< 2.5 um	2007/04/01 14:06	2007/04/02 13:59	91							0.013	0.330	5.863	1.618	0.508	1.152	0.334	0.181	1.332
SM-H19-LV-02C	松江	> 2.5 um	2007/04/02 14:15	2007/04/03 14:15	9							0.007	0.626	0.270	0.466	0.397	<0.07	<0.1	0.068	<0.2
SM-H19-LV-02F	松江	< 2.5 um	2007/04/02 14:15	2007/04/03 14:15	12							<0.006	<0.1	2.383	0.207	0.175	0.714	<0.1	<0.03	<0.2
SM-H19-LV-03C	松江	> 2.5 um	2007/05/08 15:04	2007/05/09 14:50	15							0.036	0.122	0.705	1.755	0.334	<0.08	<0.2	0.095	0.671
SM-H19-LV-03F	松江	< 2.5 um	2007/05/08 15:04	2007/05/09 14:50	48							<0.004	<0.1	19.309	0.196	0.304	6.451	0.743	<0.04	<0.5
SM-H19-LV-04C	松江	> 2.5 um	2007/05/09 15:08	2007/05/10 15:00	5							<0.006	0.687	0.310	0.444	0.449	<0.08	<0.2	0.074	<0.2
SM-H19-LV-04F	松江	< 2.5 um	2007/05/09 15:08	2007/05/10 15:00	19							<0.004	<0.1	5.800	0.133	0.260	1.700	<0.5	<0.04	<0.5
SM-H19-LV-05C	松江	> 2.5 um	2007/05/26 08:58	2007/05/27 09:10	59							0.034	0.912	2.131	3.909	0.842	0.079	<0.04	0.267	1.839
SM-H19-LV-05F	松江	< 2.5 um	2007/05/26 08:58	2007/05/27 09:10	57							0.019	<0.1	14.026	0.909	0.531	3.788	0.516	0.232	0.914
SM-H19-LV-06C	松江	> 2.5 um	2007/05/27 09:10	2007/05/28 09:10	13							0.004	1.156	0.450	1.100	0.788	<0.07	<0.04	0.125	0.282
SM-H19-LV-06F	松江	< 2.5 um	2007/05/27 09:10	2007/05/28 09:10	11							<0.003	0.101	2.789	0.331	0.444	0.563	<0.2	0.075	<0.2
SM-H19-LV-07C	松江	> 2.5 um	2008/03/26 11:00	2008/03/27 11:00	3							<0.006	0.046	0.221	0.407	<0.2	<0.07	<0.2	<0.03	<0.2
SM-H19-LV-07F	松江	< 2.5 um	2008/03/26 11:00	2008/03/27 11:00	17							<0.003	<0.02	5.669	0.212	<0.3	1.822	<0.2	<0.03	<0.3
SM-H19-LV-08C	松江	> 2.5 um	2008/03/27 11:00	2008/03/28 11:00	2							<0.0007	0.051	0.274	0.542	<0.2	<0.07	<0.2	0.033	<0.2
SM-H19-LV-08F	松江	< 2.5 um	2008/03/27 11:00	2008/03/28 11:00	22							<0.005	<0.02	7.301	0.472	<0.3	2.299	0.240	<0.03	<0.3

表 2　黄砂実態解明調査　平成 18 年度～19 年度分　ローボリュームろ紙分析結果（金属・イオン：調査地点順）(6)

試料名					重量濃度	金属元素(参考値)						陰イオン				陽イオン				
						Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F^-	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
		試料採取(二段)	捕集開始時刻	捕集終了時刻	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³
IS-H19-LV-01C	金沢	> 2.5 um	2007/04/01 18:30	2007/04/02 15:02	48							0.038	1.003	0.394	0.176	0.568	<0.06	<0.1	<0.08	0.522
IS-H19-LV-01F	金沢	< 2.5 um	2007/04/01 18:30	2007/04/02 15:02	94							0.015	1.475	2.716	1.528	1.082	0.271	0.183	0.217	1.423
IS-H19-LV-02C	金沢	> 2.5 um	2007/04/02 15:03	2007/04/03 15:03	24							0.005	0.290	0.266	0.343	0.179	<0.06	<0.1	<0.07	0.361
IS-H19-LV-02F	金沢	< 2.5 um	2007/04/02 15:03	2007/04/03 15:03	21							<0.006	<0.1	1.653	0.271	<0.1	0.504	<0.1	0.041	0.243
IS-H19-LV-03C	金沢	> 2.5 um	2007/05/08 15:00	2007/05/09 15:00	14							0.026	<0.08	0.444	1.423	0.275	<0.07	<0.2	<0.04	0.524
IS-H19-LV-03F	金沢	< 2.5 um	2007/05/08 15:00	2007/05/09 15:00	22							<0.007	<0.09	6.946	0.329	0.141	2.175	0.287	<0.08	<0.3
IS-H19-LV-04C	金沢	> 2.5 um	2007/05/09 15:35	2007/05/10 15:00	5							0.011	0.096	0.276	0.649	0.177	<0.07	<0.1	0.039	<0.07
IS-H19-LV-04F	金沢	< 2.5 um	2007/05/09 15:35	2007/05/10 15:00	22							<0.007	<0.09	9.564	0.283	0.148	3.332	0.281	<0.08	<0.3
IS-H19-LV-05C	金沢	> 2.5 um	2007/05/26 10:00	2007/05/27 10:00	75							0.037	1.286	2.121	3.926	1.024	0.110	0.118	0.266	2.060
IS-H19-LV-05F	金沢	< 2.5 um	2007/05/26 10:00	2007/05/27 10:00	54							0.029	0.133	9.659	1.198	0.583	2.223	0.357	0.258	1.050
IS-H19-LV-06C	金沢	> 2.5 um	2007/05/27 10:07	2007/05/28 10:00	6							0.040	0.994	0.296	0.419	0.609	<0.07	<0.1	0.080	0.387
IS-H19-LV-06F	金沢	< 2.5 um	2007/05/27 10:07	2007/05/28 10:00	4							<0.02	0.114	1.172	0.194	0.318	0.197	<0.1	<0.07	<0.2
IS-H19-LV-07C	金沢	> 2.5 um	2008/03/26 11:00	2008/03/27 11:30	2							0.007	0.120	0.164	0.388	0.162	<0.07	<0.04	<0.04	<0.2
IS-H19-LV-07F	金沢	< 2.5 um	2008/03/26 11:00	2008/03/27 11:30	9							<0.03	<0.09	3.425	0.121	<0.1	1.153	<0.04	<0.04	<0.2
IS-H19-LV-08C	金沢	> 2.5 um	2008/03/27 11:34	2008/03/28 11:00	3							0.055	0.113	0.195	0.472	0.162	<0.07	<0.04	<0.04	0.369
IS-H19-LV-08F	金沢	< 2.5 um	2008/03/27 11:34	2008/03/28 11:00	11							<0.03	<0.09	4.844	0.376	<0.1	1.642	<0.04	<0.04	<0.2
AI-H19-LV-01C	犬山	> 2.5 um	2007/04/02 11:33	2007/04/03 11:33	69							<0.01	0.274	0.736	0.887	0.243	<0.07	<0.1	0.095	1.022
AI-H19-LV-01F	犬山	< 2.5 um	2007/04/02 11:33	2007/04/03 11:33	94							0.018	0.252	3.169	1.268	0.295	0.716	0.229	0.142	1.281
AI-H19-LV-02C	犬山	> 2.5 um	2007/04/03 11:41	2007/04/04 11:41	2							<0.01	0.146	0.151	0.282	0.146	<0.07	<0.1	<0.04	<0.2
AI-H19-LV-02F	犬山	< 2.5 um	2007/04/03 11:41	2007/04/04 11:41	9							<0.002	<0.07	2.332	0.528	0.078	0.902	0.086	<0.03	<0.2
AI-H19-LV-03C	犬山	> 2.5 um	2007/05/08 15:18	2007/05/09 15:18	7							0.019	0.049	0.460	0.827	0.134	<0.07	0.048	0.044	0.457
AI-H19-LV-03F	犬山	< 2.5 um	2007/05/08 15:18	2007/05/09 15:18	48							0.006	0.103	12.578	1.058	0.298	4.131	0.583	0.077	0.508
AI-H19-LV-04C	犬山	> 2.5 um	2007/05/09 15:32	2007/05/10 15:32	11							0.014	0.152	0.477	1.098	0.255	0.106	0.114	0.054	0.333
AI-H19-LV-04F	犬山	< 2.5 um	2007/05/09 15:32	2007/05/10 15:32	36							<0.003	0.081	8.142	1.194	0.169	2.735	0.384	0.038	<0.2
AI-H19-LV-05C	犬山	> 2.5 um	2007/05/26 10:30	2007/05/27 10:30	67							0.054	0.579	2.391	3.247	0.518	0.127	<0.1	0.211	2.217
AI-H19-LV-05F	犬山	< 2.5 um	2007/05/26 10:30	2007/05/27 10:30	69							0.034	0.239	11.673	1.766	0.487	2.720	0.397	0.282	1.445
AI-H19-LV-06C	犬山	> 2.5 um	2007/05/27 10:42	2007/05/28 10:42	10							<0.02	0.261	0.288	0.917	0.304	<0.07	<0.1	<0.07	<0.04
AI-H19-LV-06F	犬山	< 2.5 um	2007/05/27 10:42	2007/05/28 10:42	15							0.003	<0.07	2.077	0.502	0.168	0.591	0.144	0.044	0.206
AI-H19-LV-07C	犬山	> 2.5 um	2008/03/26 10:53	2008/03/27 10:53	3							0.002	<0.1	0.325	0.605	<0.1	<0.07	<0.1	<0.03	0.153
AI-H19-LV-07F	犬山	< 2.5 um	2008/03/26 10:53	2008/03/27 10:53	15							<0.002	<0.06	6.087	0.630	0.090	1.981	0.176	<0.03	<0.2
AI-H19-LV-08C	犬山	> 2.5 um	2008/03/27 11:01	2008/03/28 11:01	1							0.002	<0.1	0.202	0.513	<0.1	<0.07	<0.1	<0.04	<0.2
AI-H19-LV-08F	犬山	< 2.5 um	2008/03/27 11:01	2008/03/28 11:01	9							<0.002	<0.06	2.367	0.876	<0.07	0.963	0.089	<0.04	<0.2
TY-H19-LV-01KC	立山	> 2.5 um	2007/04/01 14:00	2007/04/02 13:30	91							<0.01	1.391	0.941	1.050	<0.1	<0.07	<0.1	0.154	1.469
TY-H19-LV-01KF	立山	< 2.5 um	2007/04/01 14:00	2007/04/02 13:30	56							0.007	0.556	2.664	0.902	0.496	0.475	0.155	0.112	0.861
TY-H19-LV-02KC	立山	> 2.5 um	2007/04/02 14:00	2007/04/03 14:00	24							<0.01	0.364	0.277	0.364	<0.1	<0.07	<0.1	<0.07	0.362
TY-H19-LV-02KF	立山	< 2.5 um	2007/04/02 14:00	2007/04/03 14:00	16							0.001	0.089	1.493	0.390	0.109	0.505	<0.1	<0.06	<0.04
TY-H19-LV-03C	立山	> 2.5 um	2007/05/08 15:30	2007/05/09 15:20	23							0.030	0.086	0.879	1.626	<0.09	0.076	<0.1	0.091	1.089
TY-H19-LV-03F	立山	< 2.5 um	2007/05/08 15:30	2007/05/09 15:20	70							0.025	0.097	13.487	1.821	0.501	4.134	0.617	0.154	1.251
TY-H19-LV-04C	立山	> 2.5 um	2007/05/09 15:30	2007/05/10 14:30	20							<0.02	0.417	0.721	1.161	<0.09	0.179	<0.1	0.067	0.351
TY-H19-LV-04F	立山	< 2.5 um	2007/05/09 15:30	2007/05/10 14:30	42							<0.002	<0.01	10.220	0.724	0.114	3.635	0.348	<0.06	0.283
TY-H19-LV-05KC	立山	> 2.5 um	2007/05/26 09:30	2007/05/27 09:20	67							0.025	1.201	1.906	3.936	<0.06	0.076	0.096	0.260	1.969
TY-H19-LV-05KF	立山	< 2.5 um	2007/05/26 09:30	2007/05/27 09:20	51							0.019	0.170	8.709	1.640	0.515	2.037	0.320	0.219	0.904
TY-H19-LV-06KC	立山	> 2.5 um	2007/05/27 09:30	2007/05/28 09:30	6							<0.01	0.785	0.254	0.356	<0.06	<0.07	<0.04	<0.07	<0.3
TY-H19-LV-06KF	立山	< 2.5 um	2007/05/27 09:30	2007/05/28 09:30	6							0.002	0.386	1.048	0.337	0.369	0.255	<0.1	<0.08	<0.3
TY-H19-LV-07C	立山	> 2.5 um	2008/03/26 11:00	2008/03/27 10:50	1							<0.005	<0.01	0.572	0.243	<0.2	0.147	<0.2	<0.04	<0.2
TY-H19-LV-07F	立山	< 2.5 um	2008/03/26 11:00	2008/03/27 10:50	9							<0.006	<0.01	3.446	0.100	<0.1	1.138	<0.1	<0.04	<0.2
TY-H19-LV-08C	立山	> 2.5 um	2008/03/27 11:00	2008/03/28 11:00	5							<0.005	<0.01	0.302	0.438	<0.2	<0.07	<0.2	<0.04	<0.2
TY-H19-LV-08F	立山	< 2.5 um	2008/03/27 11:00	2008/03/28 11:00	11							<0.006	<0.01	4.055	0.349	<0.1	1.329	<0.1	<0.03	<0.2

表 2　黄砂実態解明調査　平成 18 年度～19 年度分　ローボリュームろ紙分析結果（金属・イオン：調査地点順）(7)

試料名					重量濃度	金属元素（参考値）						陰イオン				陽イオン				
						Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F^-	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
		試料採取(二段)	捕集開始時刻	捕集終了時刻	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³	μg/m³
NI-H19-LV-01C	巻	> 2.5 um	2007/04/01 14:00	2007/04/02 14:00	59							0.061	1.841	0.782	0.640	1.081	<0.07	<0.1	0.160	1.242
NI-H19-LV-01F	巻	< 2.5 um	2007/04/01 14:00	2007/04/02 14:00	28							<0.03	0.404	1.903	0.389	0.374	0.344	<0.2	<0.08	0.436
NI-H19-LV-02C	巻	> 2.5 um	2007/04/02 14:10	2007/04/03 14:10	45							0.014	0.561	0.388	0.395	0.316	<0.07	<0.1	0.076	0.626
NI-H19-LV-02F	巻	< 2.5 um	2007/04/02 14:10	2007/04/03 14:10	28							<0.03	0.116	1.735	0.269	<0.2	0.424	<0.2	<0.08	0.332
NI-H19-LV-03C	巻	> 2.5 um	2007/05/08 15:30	2007/05/09 15:30	28							0.012	0.976	1.175	2.354	1.047	0.088	0.047	0.178	0.575
NI-H19-LV-03F	巻	< 2.5 um	2007/05/08 15:30	2007/05/09 15:30	45							<0.0007	0.099	14.357	0.559	0.522	4.613	0.451	0.091	0.342
NI-H19-LV-04C	巻	> 2.5 um	2007/05/09 15:35	2007/05/10 15:30	24							<0.009	0.793	1.412	2.282	0.954	0.265	0.051	0.161	0.463
NI-H19-LV-04F	巻	< 2.5 um	2007/05/09 15:35	2007/05/10 15:30	52							<0.0007	0.137	19.246	1.011	0.426	7.118	0.519	0.065	0.134
NI-H19-LV-05C	巻	> 2.5 um	2007/05/26 10:00	2007/05/27 10:00	69							0.026	2.808	2.310	3.500	1.687	0.093	0.089	0.393	1.848
NI-H19-LV-05F	巻	< 2.5 um	2007/05/26 10:00	2007/05/27 10:00	35							0.010	0.273	7.117	1.029	0.586	1.647	0.265	0.196	0.530
NI-H19-LV-06C	巻	> 2.5 um	2007/05/27 10:05	2007/05/28 10:07	3							<0.005	0.987	0.259	0.090	<0.06	<0.07	<0.04	0.083	<0.1
NI-H19-LV-06F	巻	< 2.5 um	2007/05/27 10:05	2007/05/28 10:07	0							<0.0007	0.172	0.233	0.080	0.127	<0.2	<0.04	<0.04	<0.1
NI-H19-LV-07C	巻	> 2.5 um	2008/03/26 11:15	2008/03/27 11:15	0							0.002	0.178	0.277	0.514	0.180	0.086	<0.04	<0.04	<0.2
NI-H19-LV-07F	巻	< 2.5 um	2008/03/26 11:15	2008/03/27 11:15	10							<0.0007	0.069	5.212	0.783	<0.1	1.795	0.153	<0.04	<0.2
NI-H19-LV-08C	巻	> 2.5 um	2008/03/27 11:20	2008/03/28 11:14	3							0.004	0.363	0.338	0.985	0.309	0.142	<0.04	0.053	<0.2
NI-H19-LV-08F	巻	< 2.5 um	2008/03/27 11:20	2008/03/28 11:14	14							<0.0007	0.204	5.679	1.466	0.135	2.118	0.206	0.033	<0.2
TK-H19-LV-01C	つくば	> 2.5 um	2007/04/01 14:30	2007/04/01 14:27	62							0.012	1.724	1.146	1.684	1.015	<0.07	0.107	0.185	1.387
TK-H19-LV-01F	つくば	< 2.5 um	2007/04/01 14:30	2007/04/01 14:27	39							0.007	0.525	3.584	1.291	0.447	1.020	<0.1	0.098	0.539
TK-H19-LV-02C	つくば	> 2.5 um	2007/04/02 14:37	2007/04/03 14:30	68							0.009	0.698	0.726	1.433	0.421	<0.07	0.100	0.115	1.084
TK-H19-LV-02F	つくば	< 2.5 um	2007/04/02 14:37	2007/04/03 14:30	33							0.005	0.212	1.609	1.011	0.151	0.543	<0.1	0.054	0.362
TK-H19-LV-03C	つくば	> 2.5 um	2007/05/08 15:43	2007/05/09 15:43	*															
TK-H19-LV-03F	つくば	< 2.5 um	2007/05/08 15:43	2007/05/09 15:43	*															
TK-H19-LV-04C	つくば	> 2.5 um	2007/05/09 15:50	2007/05/10 15:50	20							<0.006	0.251	1.055	2.947	0.623	0.504	0.065	0.102	0.288
TK-H19-LV-04F	つくば	< 2.5 um	2007/05/09 15:50	2007/05/10 15:50	50							<0.0007	0.140	12.251	5.920	0.256	5.649	0.267	0.051	<0.2
TK-H19-LV-05C	つくば	> 2.5 um	2007/05/26 09:55	2007/05/27 09:55	31							<0.01	0.391	0.802	3.323	0.469	0.200	0.062	0.152	0.909
TK-H19-LV-05F	つくば	< 2.5 um	2007/05/26 09:55	2007/05/27 09:55	29							0.004	0.092	3.716	1.625	0.186	1.198	0.117	0.097	0.411
TK-H19-LV-06C	つくば	> 2.5 um	2007/05/27 09:57	2007/05/28 10:02	16							<0.01	0.826	0.579	1.633	0.634	<0.07	0.053	0.119	0.507
TK-H19-LV-06F	つくば	< 2.5 um	2007/05/27 09:57	2007/05/28 10:02	32							0.006	0.241	3.829	1.130	0.300	1.139	0.134	0.087	0.332
TK-H19-LV-07C	つくば	> 2.5 um	2008/03/26 11:00	2008/03/27 11:00	2							0.003	0.147	0.352	0.936	0.237	<0.07	<0.1	0.042	<0.2
TK-H19-LV-07F	つくば	< 2.5 um	2008/03/26 11:00	2008/03/27 11:00	11							0.005	0.145	7.215	1.350	0.111	2.638	0.153	<0.04	<0.2
TK-H19-LV-08C	つくば	> 2.5 um	2008/03/27 11:10	2008/03/28 11:10	3							<0.001	0.186	0.262	0.782	0.213	0.123	<0.1	0.034	<0.2
TK-H19-LV-08F	つくば	< 2.5 um	2008/03/27 11:10	2008/03/28 11:10	15							<0.002	0.295	4.910	2.764	<0.1	2.397	0.128	<0.04	<0.2
HK-H19-LV-01C	札幌	> 2.5 um	2007/04/01 15:30	2007/04/02 15:30	1							<0.01	0.055	0.121	0.092	<0.1	<0.1	<0.1	<0.07	<0.3
HK-H19-LV-01F	札幌	< 2.5 um	2007/04/01 15:30	2007/04/02 15:30	8							<0.01	<0.08	1.745	0.691	<0.1	0.781	<0.1	<0.07	<0.2
HK-H19-LV-02C	札幌	> 2.5 um	2007/04/02 15:30	2007/04/03 15:30	3							<0.01	0.106	0.149	0.140	0.087	<0.1	<0.1	<0.07	<0.3
HK-H19-LV-02F	札幌	< 2.5 um	2007/04/02 15:30	2007/04/03 15:30	13							<0.01	0.100	2.281	0.305	<0.1	0.770	<0.1	<0.07	<0.2
HK-H19-LV-03C	札幌	> 2.5 um	2007/05/08 16:00	2007/05/09 16:00	5							<0.004	0.322	0.217	0.456	0.274	<0.1	<0.1	<0.07	<0.2
HK-H19-LV-03F	札幌	< 2.5 um	2007/05/08 16:00	2007/05/09 16:00	11							<0.01	<0.07	2.007	0.477	0.202	0.692	<0.1	<0.07	<0.2
HK-H19-LV-04C	札幌	> 2.5 um	2007/05/09 16:00	2007/05/10 16:00	3							0.004	0.065	0.087	0.118	<0.07	<0.1	<0.1	<0.07	<0.2
HK-H19-LV-04F	札幌	< 2.5 um	2007/05/09 16:00	2007/05/10 16:00	14							<0.01	<0.07	1.145	0.286	<0.1	0.405	<0.1	<0.07	<0.2
HK-H19-LV-05C	札幌	> 2.5 um	2007/05/26 10:00	2007/05/27 10:00	3							<0.03	0.280	0.133	0.105	0.176	<0.1	<0.1	<0.07	<0.6
HK-H19-LV-05F	札幌	< 2.5 um	2007/05/26 10:00	2007/05/27 10:00	2							<0.01	<0.08	0.630	0.186	0.175	<0.2	<0.1	<0.07	<0.3
HK-H19-LV-06C	札幌	> 2.5 um	2007/05/27 10:00	2007/05/28 10:00	4							<0.03	0.895	0.269	0.171	0.534	<0.1	<0.1	<0.07	<0.6
HK-H19-LV-06F	札幌	< 2.5 um	2007/05/27 10:00	2007/05/28 10:00	5							<0.01	0.088	1.470	0.303	0.282	0.383	<0.1	<0.07	<0.3
HK-H19-LV-07C	札幌	> 2.5 um	2008/03/26 11:00	2008/03/27 10:55	8							0.005	0.213	0.366	0.956	0.289	0.075	<0.1	0.047	0.212
HK-H19-LV-07F	札幌	< 2.5 um	2008/03/26 11:00	2008/03/27 10:55	21							<0.0007	0.140	5.911	2.365	0.197	2.426	<0.2	<0.04	<0.2
HK-H19-LV-08C	札幌	> 2.5 um	2008/03/27 11:00	2008/03/28 11:00	2							0.005	0.071	0.268	0.227	<0.1	0.078	<0.1	<0.04	<0.1
HK-H19-LV-08F	札幌	< 2.5 um	2008/03/27 11:00	2008/03/28 11:00	16							0.001	0.469	3.447	2.772	<0.1	1.982	<0.2	<0.04	<0.2

立山の試料名のKは、環境科学センターでのサンプリング
長崎の資料名にKのあるものは、環境保健センター（大村市）でのサンプリング、他は式見ダムでのサンプリング
*はサンプリング失敗
犬山AI-H19-LV-01およびAI-H19-LV-02はサンプリング日が１日遅れ