
黄砂実態解明調査
中間報告書

平成19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いたが、近年の黄砂の大規模化については、過放牧や農地転換による耕地の拡大等の人為的要因も影響しているとの指摘もある。

我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、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)を調査する必要がある。

このため、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、黄砂現象観測時に国内の多地点で一斉にエアロゾルを捕集し、粒径分布や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17年度までに実施された黄砂実態解明調査の結果をとりまとめたものである。

本報告書の作成に当たっては、黄砂問題検討会の指導を仰いだ。ご指導、ご協力いただいた検討会委員の皆さま、地方公共団体の皆さま、関係者の皆さまにお礼を申し上げます。

平成19年3月
環境省地球環境局

黄砂問題検討会

- 座長 岩坂 泰信 金沢大学自然計測応用研究センター
エコテクノロジー研究部門
教授
- 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
- 植松 光夫 東京大学海洋研究所海洋科学国際共同研究センター
教授
- 鵜野 伊津志 九州大学応用力学研究所海洋大気力学部門
教授
- 大黒 俊哉 東京大学大学院農学生命科学研究科
生圏システム学専攻緑地創成学研究室
助教授
- 中島 映至 東京大学気候システム研究センター
センター長・教授
- 西川 雅高 独立行政法人国立環境研究所
環境研究基盤技術ラボラトリー 環境分析化学研究室
室長
- 三上 正男 気象庁気象研究所環境・応用気象研究部
室長
- 吉川 賢 岡山大学農学部森林保全学研究室
教授

(五十音順)

報告書の要旨

背景

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いたが、近年の黄砂の大規模化については、過放牧や農地転換による耕地の拡大等の人為的要因も影響しているとの指摘もある。

我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、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の大気汚染物質等)を調査する必要がある。

このため、環境省では、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「黄砂実態解明調査」を実施し、「黄砂問題検討会」(座長：岩坂金沢大学教授)の議論を経て調査結果をとりまとめた。

1 調査方法

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時間連続で、以下の捕集装置を用いて浮遊粉じん試料を捕集した。

- ① 八段型ローボリウムアンダーセンサンプラー（平成14～16年度）
 - － 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（平成14～17年度）
 - － 重金属成分、農薬成分等の成分分析等を主な目的とする。

2) 調査期間

平成14年度から平成17年度までの黄砂飛来シーズン（3月から5月）の22回

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

捕集した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。

2 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、巻において平均値より高くなるが多かった。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。
- 本調査で浮遊粉じん濃度が最も高かったのは、2004年3月11日の巻で $233\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。また、観測地点付近の大気環境測定所における本調査期間中の浮遊粒子状物質（SPM）濃度を調べたところ、韓国の黄砂注意レベルに達した日はなかった。本調査期間以前に大規模な黄砂が観測された際には、SPM濃度が $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えることがあり、本調査期間中に大規模な黄砂は飛来しなかった。
- 本調査結果を、気象庁黄砂観測情報、浮遊粒子状物質濃度、ライダー装置による黄砂観測結果等を用いて、「黄砂」、「弱い黄砂」、「非黄砂」に分類を試みたところ、黄砂47回、弱い黄砂53回、非黄砂85回であった。それぞれの浮遊粉じん濃度の平均値は、黄砂時 $91.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、弱い黄砂時 $66.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、非黄砂時 $51.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。
- 浮遊粉じん中の成分濃度の分布が特徴的な調査日(2003年3月25日、2004年3月11日、2004年5月7日)について、大気汚染物質等の輸送を数値計算により予測する大気拡散モデル(CFORS)の結果と比較したところ、よく一致しており、黄砂は飛来したが、燃焼起源物質は飛来していない日、黄砂はあまり飛来しないが、燃焼起源物質が多く飛来した日、黄砂と燃焼起源物質の両方が多く飛来した日がみられ、気象条件等により様々な飛来形態があることが分かった。

2) 黄砂の化学的性質

- 観測期間中最も規模の大きかった黄砂の飛来時（2004年3月11日）における浮遊粉じん中の成分濃度の特徴は、非黄砂時と比較して、①鉍物由来と考えられる金属元素（Mg、Al、Ca、Feなど）の濃度が特に高いこと、②硫酸イオン濃度が低いこと、③フッ化物イオンが検出されていること（非黄砂時試料では検出限界以下。石炭はフッ化物の含有量が多い化石燃料である。）、が見られた。他方、別の黄砂飛来時（2004年5月7日）には、①同様に金属元素濃度が高いものの、②硫酸イオン濃度が比較的高いこと、③フッ化物イオン濃度は検出下限値ぎりぎり程度に濃度が低いことが見られた。なお、この硫酸イオンの大部分は、黄砂発生源地域の土壤に含まれていたというより、黄砂と同時に飛来した。または、飛来過程で黄砂に吸着されたものと考えられる。
- 13種類（異性体を含めると21種類）の農薬について分析したところ、過去に実施された環境モニタリング調査結果と比較すると、本調査結果は同レベルまたは小さな値であった。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、また、国内において使用が禁止されている農薬についても、土壤中に残留していることが考えられることから、本調査で検出された農薬は大陸から飛来したものとはいえない。
- 黄砂の構成成分を解析するため、多変量解析（因子分析）により捕集した浮遊粉じんの成分を推定したところ、鉍物粒子由来、燃焼由来、海塩由来の3つの因子が抽出された。本調査の期間中に捕集された浮遊粉じんは、平均的には、約45%が鉍物由来、約17%が燃焼由来、約6%が海塩由来と計算された。また、鉍物粒子由来因子は西日本、日本海側が高い傾向にあり、燃焼由来因子は西日本、首都圏、中京圏が高い傾向があった。さらに、黄砂の有無による比較をしたところ、鉍物粒子由来の成分は黄砂時に濃度が高く、弱い黄砂時、非黄砂時になるに従って濃度が低くなっていった。一方、燃焼由来及び海塩由来の成分の濃度は、黄砂の有無による差異はあまりなかった。

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4段目（粒径3.3~4.7 μm ）がピークとなる頻度が高かった。ただし、長崎では、2004年3月30日（黄砂時）に2段目（7.0~11 μm ）がピークとなったことから、黄砂発生源に近い西日本地方では、飛来黄砂の粒径が大きめとなる可能性が示唆された。また、比較的規模の大きな黄砂飛来時（2004年3月11日）について、粒径分布を計算したところ、長崎を除いて何れも4 μm 付近にピークをもつ分布であることが分かった。

3 今後の課題

- 黄砂の飛来には、様々な形態（規模、飛来過程等）があるものの、本調査は年に3回から6回と回数に限られたものであり、半分近くの試料が「非黄砂」と判定されるなど、黄砂のみを的確に捕集したとは言い難い。また、本調査期間中に大規模な黄砂の飛来はなかった。こうしたことから、今後も調査を継続し、様々な形態の黄砂を捕集することが必要である。なお、調査を継続する際には、これまでの調査結果を踏まえ、分析項目を見直すなど効果的な調査方法を検討すべきである。
- 本調査結果では、硫酸イオン等大気汚染物質が黄砂に吸着している可能性が示唆されている。しかし、本調査では、捕集された硫酸イオン等が大気汚染物質の形態として捕集されたものか黄砂に吸着したものかを判別することができなかった。このため、本調査結果により得られた黄砂の粒径などを活用して、今後は捕集方法を工夫し、黄砂に吸着した大気汚染物質が判別できるように調査を行う必要がある。
- ガス状あるいはガス化しやすい有機化合物が物理吸着によってフィルター試料上に保持されている場合、一般的には、大流量の空気が通過することによって捕集フィルターから脱離する。ハイボリューム試料上でも強く保持されている農薬を中心に実態調査を行ったわけであるが、脱離したあるいはガス状で通過した農薬との存在比を直接確かめる必要がある。
- 黄砂の飛来ルートや黄砂と大気汚染物質との関係等についてより詳細に検討するため、中国や韓国など関係国との共同研究について協力を進めるべきである。
- 本調査結果では、硫酸イオン等の大気汚染物質が、飛来過程で黄砂に吸着している可能性が示唆され、また、黄砂の粒径が $4\mu\text{m}$ 付近にピークをもつ分布であることが明らかになった。このため、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必要である。

黄砂問題検討会中間報告書 目次

1. 調査の目的	1
2. 調査の方法	2
2.1 調査期間	2
2.2 調査地点	2
2.3 調査方法	4
2.4 分析項目	6
3. 調査の結果	7
3.1 飛来状況	7
3.2 金属成分及びイオン成分	11
3.3 農薬成分	18
3.4 物理的性質	22
4. 調査結果の解析	24
4.1 飛来状況の分類	24
4.2 飛来状況の解析	31
4.3 化学的性質の解析	34
4.4 特徴的な黄砂現象の解析	49
4.5 黄砂沈着量の試算	61
5. 調査結果のまとめと今後の課題	63
5.1 調査結果のまとめ	63
5.2 今後の課題	64

1. 調査の目的

近年、黄砂現象が頻発しているなか、モンゴル、中国、韓国、日本等でその影響等に対する関心が高まっている。

日本に飛来する黄砂の状況については、気象庁の発表による観測回数では、ここ数年増加傾向が認められており、また、春の黄砂現象時には多くの一般環境大気環境測定所等で浮遊粒子状物質濃度が大気環境基準を超過して観測されている。

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ほか、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。

本調査は、黄砂現象観測時に、国内の数地点で一斉にエアロゾルを捕集し、捕集したエアロゾルの粒径（物理的性質）や成分（化学的性質）の分析を行うことにより、我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、日本各地に飛来した黄砂の実態解明に資することを目的とする。

2. 調査の方法

黄砂実態解明調査は、平成14年度から、黄砂飛来シーズンである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、地方自治体及び（独）国立環境研究所の協力を得て、国内の9地点で一斉にエアロゾルを捕集し、捕集したエアロゾルの粒径（物理的性質）や成分（化学的性質）の分析を行った。

2.1 調査期間

平成14年度から平成17年度まで：

- ・ 平成14年度（3回：2003年3月）
- ・ 平成15年度（7回：2004年2～3月）
- ・ 平成16年度（6回：2004年4～5月3回、2005年3月3回）
- ・ 平成17年度（6回：2005年4月4回、2006年3月2回）

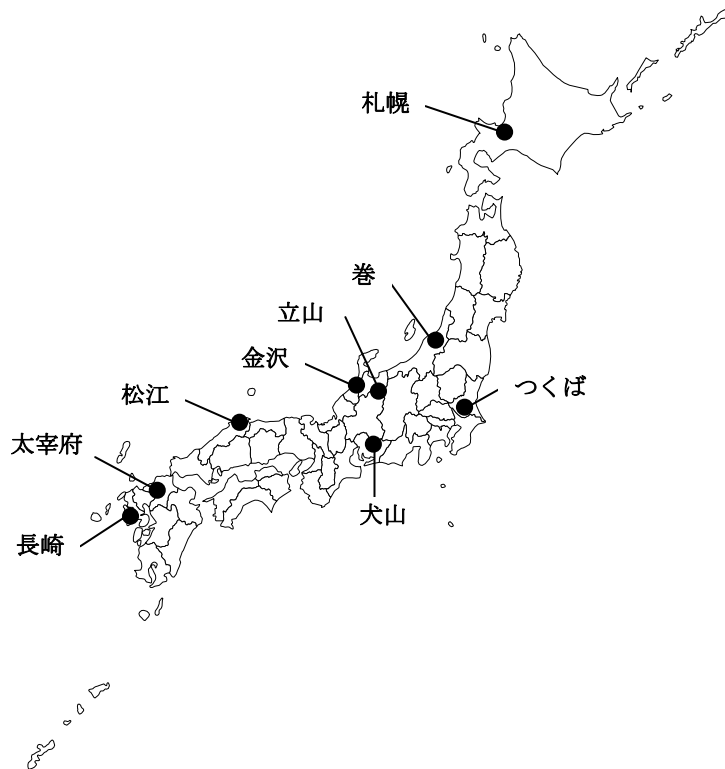
2.2 調査地点

調査地点は、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）及び独立行政法人国立環境研究所（茨城県）の計9か所であり、測定地点の緯度、経度、標高を始め、気象条件、周辺の地勢・土地利用等の状況を表-1に示す。なお、石川県保健環境センター（石川県）は、2004年3月18日より調査に参加した。

表－1 調査地点の概要

地点名	長崎（長崎県）	太宰府（福岡県）	松江（島根県）	金沢（石川県）	犬山（愛知県）
カンパ ンが地点	式見ダム酸性雨 測定所	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	国設犬山酸性 雨測定所
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	犬山市大字犬 山字東洞字官 林他
緯度	32°47'00"	33°30'32"	35°28'31"	36°31'38"	35°22'56"
経度	129°48'00"	130°30'09"	133°00'45"	136°42'20"	136°58'04"
標高	70m	27m	5m	120m	100m
気象条 件	冬季の降雪は年 間 1～2 日程度 であり積雪はほ とんどない。冬季 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。	冬季に曇天が多 く、北西の季節風 とともに降雪。	年に数回降雪。
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 発生源は無し。 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。	東 2km に木曾 川 東側に公園。 南～南西側に 果樹園・竹林。
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	

地点名	立山（富山県）	巻（新潟県）	つくば（茨城県）	札幌（北海道）
カンパ ンが地点	立山測定所	国設新潟巻酸性 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	富山市原猫又割	新潟市越前浜字 向谷地 5597-1	つくば市小野川 16-2	札幌市北区北 19 条 西 12 丁目
緯度	36°33'38"	37°48'22"	36°03'04"	43°04'46"
経度	137°26'03"	138°51'21"	140°07'17"	141°20'14"
標高	1,188m	50m	20m	13m
気象条 件	冬季の降雪・積 雪・風	秋冬期は海から の季節風が強い 降雪・積雪	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	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）	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	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 の多い道道
特記事 項	スキー場			建築物屋上



図ー1 黄砂実態解明調査サンプリング地点

2.3 調査方法

本調査では、黄砂の飛来が予想される日に、地方自治体及び（独）国立環境研究所の協力を得て、原則 24 時間連続サンプリングを行った。捕集装置は、粒径分布の把握を主な目的とした八段型ローボリウムアンダーセンサンプラー（平成 14～16 年度）、金属、農薬等の成分分析を主な目的としたハイボリウムサンプラー（平成 14～17 年度）によりエアロゾル捕集を実施した。エアロゾル捕集の実施要領は次のとおり。

- ① あらかじめ、サンプラーに石英ろ紙（Pallflex 2500QAT-UP）（550℃で 10 分間加熱処理、秤量したもの）をセットし、機器をスタンバイする。
- ② 環境省又は（独）国立環境研究所から事前に捕集予告（開始時刻指定）を行う。
- ③ 流量設定は、八段型ローボリウムアンダーセンサンプラーは 28.3L/分、ハイボリウムサンプラーは 1000～1100 L/分を基準とする。（気圧、気温補正はしない。）
- ④ サンプリング終了後、速やかにろ紙を実験室に持ち帰る。秤量のため 1 昼夜清浄な室内（湿度 50±5%）に放置する。

秤量後、試料は捕集面を内側で合わせ 2 つ折りにする。それを清浄な和紙（半紙）で包み、さらにアルミ箔で包み、ビニール袋で密閉する。

- ⑤ 冷蔵庫内など 5℃冷暗所にて保存する。
- ⑥ 全採取完了後、同一手順で前処理を行ったろ紙をブランクろ紙として保存試料中

に加える。

⑦ 低温宅配便にて、所定の機関へ送付する。

また、次の項目について記録した。

- 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（ろ紙前後重量差、湿度 $50 \pm 5\%$ の範囲で秤量し、その時の湿度を明記）
- サンプルング担当者及び連絡先
- その他関連データとして調査地点における（若しくは、調査地点と大きく環境条件が異なる地点における）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

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、イオン成分、農薬成分 13 種類（異性体を含めると 21 種類）を分析した。分析項目を下記に示す。

分類	対象物質
金属（6 項目）	マグネシウム (Mg)
	アルミニウム (Al)
	カルシウム (Ca)
	鉄 (Fe)
	ストロンチウム (Sr)
	マンガン ⁱ (Mn)
イオン（10 項目）	塩化物イオン (Cl ⁻)
	硝酸イオン (NO ₃ ⁻)
	硫酸イオン (SO ₄ ²⁻)
	フッ化物イオン (F ⁻)
	ストロンチウムイオン ¹ (Sr ²⁺)
	ナトリウムイオン (Na ⁺)
	アンモニウムイオン (NH ₄ ⁺)
	カリウムイオン (K ⁺)
	カルシウムイオン (Ca ²⁺)
	マグネシウムイオン (Mg ²⁺)
農薬（13 項目）	ジクロロボス
	ヘキサクロロシクロヘキサン
	α-HCH
	β-HCH
	γ-HCH
	δ-HCH
	クロロタロニル
	ダイアジノン
	フェントロチオン
	クロルピリホス
	プロチオホス
	DDT 類
	o, p' -DDE
	p, p' -DDE
	o, p' -DDD
	p, p' -DDD
	o, p' -DDT
	p, p' -DDT
	エンドリン ⁱⁱ
	シハトリン ⁱⁱ
	シペルメトリン ⁱⁱ
フェンバレート ⁱⁱ	
マラチオン ⁱⁱ	

ⁱ 平成 17 年度のみ測定した物質

ⁱⁱ 平成 17 年度に測定していない物質

3. 調査の結果

3.1 飛来状況

1) 浮遊粉じん濃度

調査地点・調査日毎の浮遊粉じん濃度の一覧表を作成し、最大、平均を算出し、その結果を表-2に示す。また、各測定地点の浮遊粉じん濃度平均値を図-2に示す。本調査で浮遊粉じん濃度が最も高かったのは、2004年3月11日の巻で $233\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。本調査を実施した測定日においては、長崎、太宰府及び巻の測定値は、調査期間を通じて平均値よりも高いことが多かった。ついで、つくばについても平均値よりも高濃度となる日が多かった。同一調査日でみると、西日本（長崎、太宰府、松江）の方が東日本よりも、日本海側（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。立山は、長崎、太宰府、巻及び松江同様に日本海側に位置するが、調査期間中において平均値よりも高い日は少ない。これは、測定地点の標高が高く、市街地の大気汚染物質の混入が少ないこと、また調査期間中雪に覆われている期間があり、周辺土壌を巻き上げる可能性が少ないことなどに起因すると考えられる。

また、各調査日の浮遊粉じん濃度をみると、2004年3月10日、11日、31日及び5月7日、2005年4月21日、2006年3月11日において、全国的に高濃度となっている。これは黄砂飛来の結果と併せてみると、比較的規模の大きな黄砂の飛来があり、これを捕捉した結果と考えられる。浮遊粉じん濃度を調査日別、地点別に図-3に棒グラフで表す。

2) 浮遊粒子状物質（SPM）濃度

観測地点付近の大気環境測定所における本調査期間中の浮遊粒子状物質（SPM）ⁱⁱⁱ濃度を調べたところ、最も高かったのは、2004年3月11日13時のつくばで $305\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。ただし、この高濃度は、寒冷前線の通過に伴う強風により、局地的な土壌の舞い上がりの影響によるものと考えられる。

韓国では、PM10が向こう2時間に渡って時間平均 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $800\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えると予想される場合は、それぞれ黄砂注意報、警報が発令されるが、本調査期間中これらのレベルに達した日はなかった。

なお、本調査期間以前に、大規模な黄砂が観測された際には、SPM濃度が $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えることがあったが、本調査期間中に大規模な黄砂は飛来しなかった。

ⁱⁱⁱ 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、粒子の直径（粒径）が $10\mu\text{m}$ （ 0.01mm ）以下の粒子と定義されている。一方、PM10も $10\mu\text{m}$ 以下の粒子であるが、測定原理上、SPMが $10\mu\text{m}$ を越える粒子が100%カットされているのに対し、PM10は、 $10\mu\text{m}$ 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。

表-2 浮遊粉じん濃度 (μg/m³)

調査開始日	長崎	太宰府	松江	金沢	犬山	立山	巻	つくば	札幌	平均値	最大値
2003年3月25日	71	117	64	×	37	25	46	42	96	62	117
2003年3月30日	68	82	39	×	66	61	48	54	48	58	82
2003年3月31日	64	65	71	×	63	39	33	83	87	63	87
2004年2月24日	50	44	23	×	31	9	52	52	30	36	52
2004年2月25日	71	71	48	×	55	30	62	58	34	54	71
2004年2月26日	62	77	37	×	21	-1.3*	44	53	14	38	77
2004年3月10日	43	100	119	×	61	35	109	NA	166	90	166
2004年3月11日	98	182	122	×	89	188	233	154	142	151	233
2004年3月30日	62	80	68	×	34	58	69	30	66	58	80
2004年3月31日	NA	118	NA	×	73	117	NA	NA	41	88	118
2004年4月23日	123	117	66	×	47	37	16	48	25	60	117
2004年4月24日	66	76	29	×	29	NA	21	39	15	39	76
2004年5月7日	74	119	61	×	81	71	118	79	29	79	119
2005年3月18日	51	47	18	29	27	NA	45	82	30	41	82
2005年3月29日	65	103	57	24	31	28	58	29	16	46	103
2005年3月30日	59	75	49	25	48	33	57	27	19	44	75
2005年4月7日	21	NA	68	68	60	127	67	121	33	71	127
2005年4月14日	35	NA	53	40	62	93	64	60	68	59	93
2005年4月21日	95	NA	76	64	92	71	107	52	74	79	107
2005年4月28日	35	NA	34	55	73	78	62	90	93	65	93
2006年3月11日	115	154	117	78	53	87	64	109	50	92	154
2006年3月28日	112	128	71	50	49	70	44	67	38	70	128
平均値	69	97	61	48	54	66	68	66	55	66	
最大値	123	182	122	78	92	188	233	154	166		233

*: 捕集後の値からブランクを差し引いた際、値が負になった。
 NA: データなし。
 網掛け部分: 各調査日における平均値よりも高濃度となった数値。

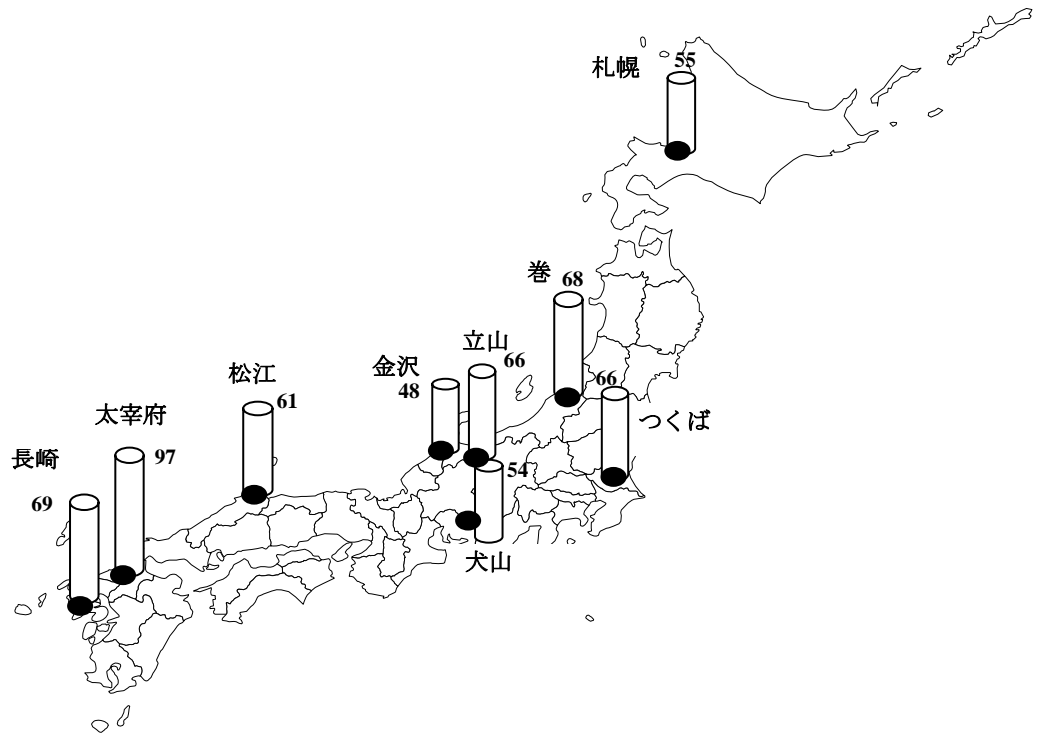


図-2 浮遊粉じん濃度平均値

図-3 (1) 調査日毎の浮遊粉じん濃度

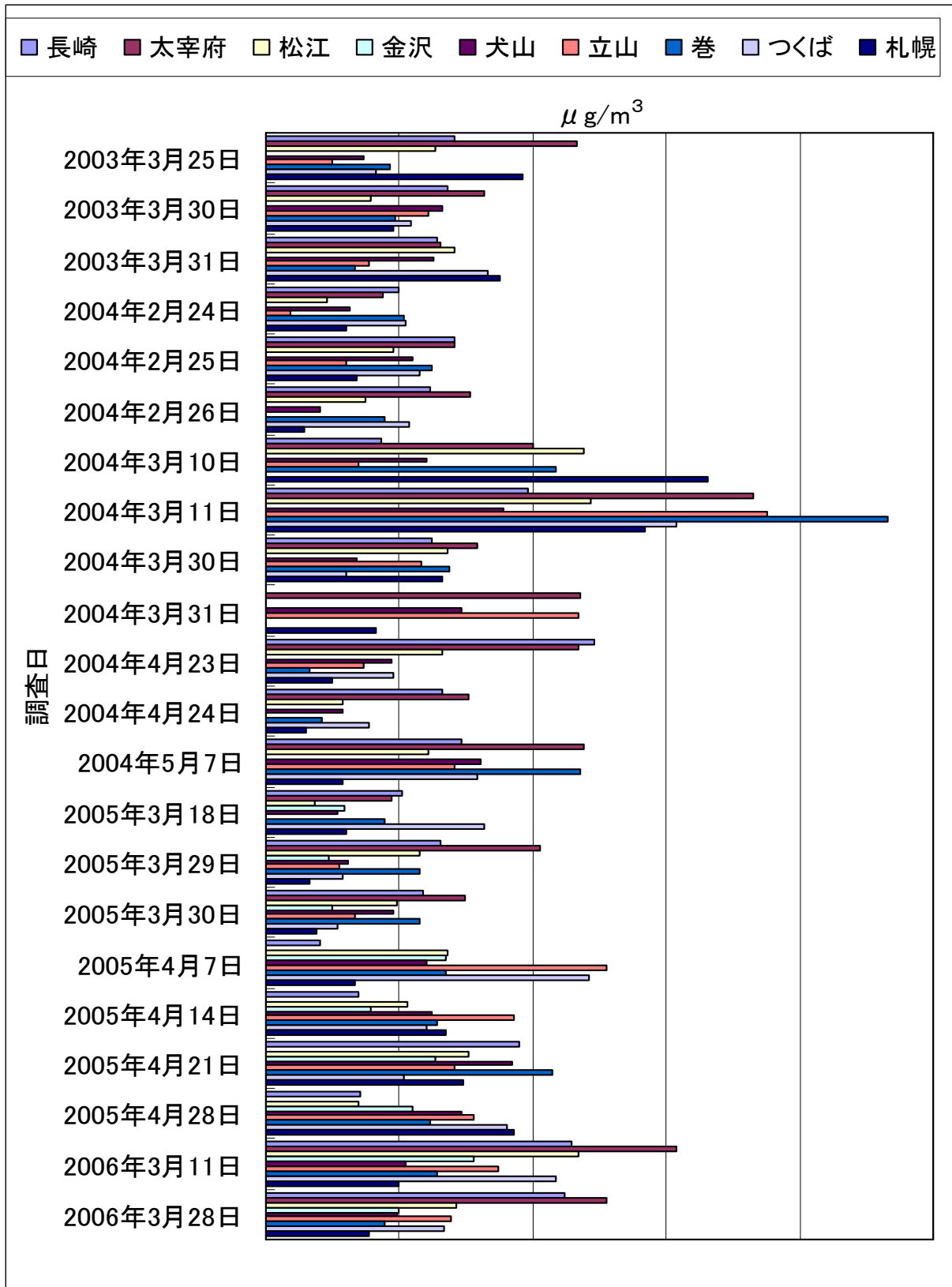
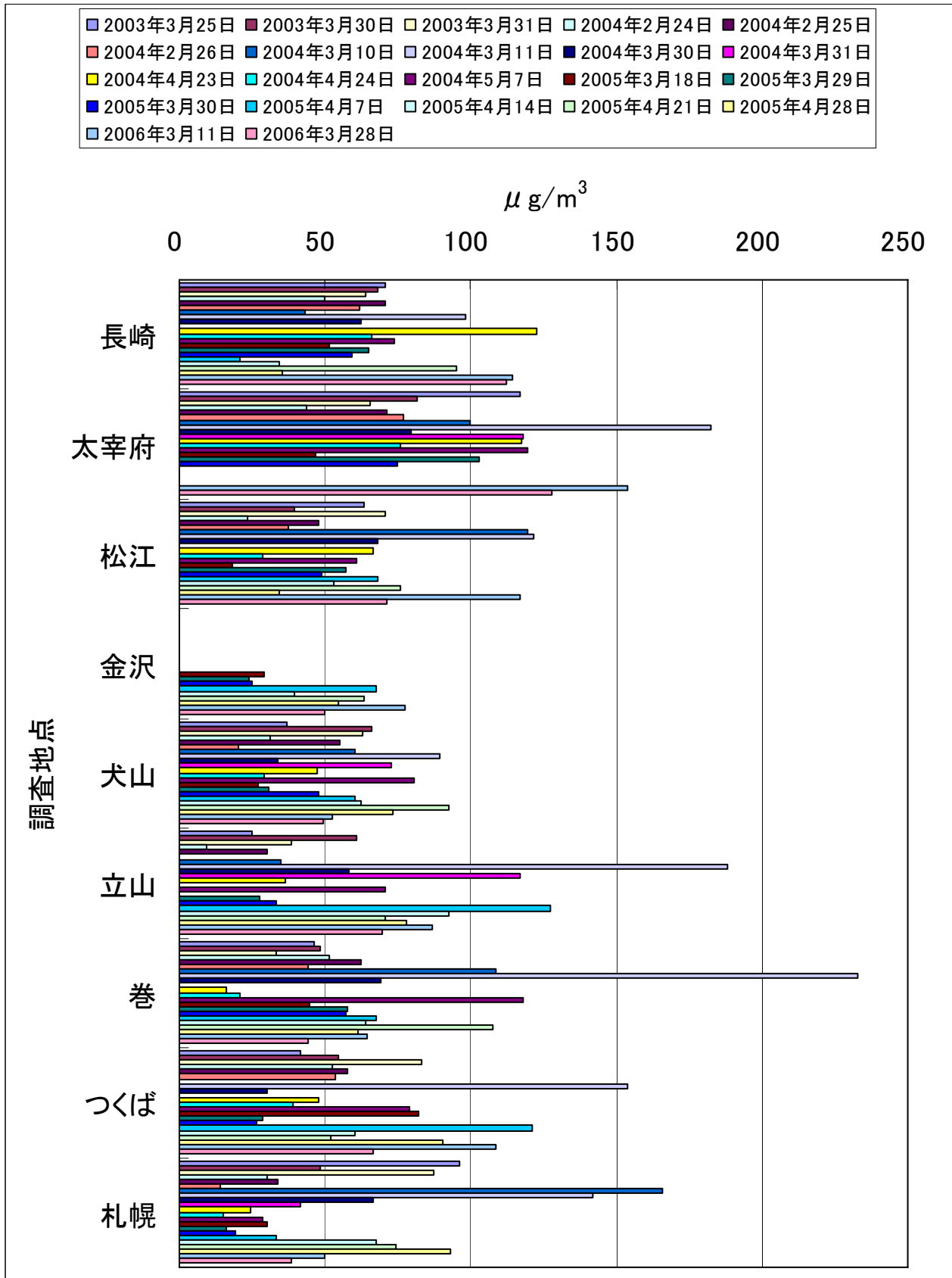


図-3 (2) 調査地点毎の浮遊粉じん濃度



3.2 金属成分及びイオン成分

1) 成分毎の重量濃度

金属成分及びイオン成分の重量濃度について、全ての試料の分析結果の概要を以下に述べる。

Mg 濃度

濃度は、 $0.004\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 3.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で、平均値は $0.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2004年3月11日の巻の試料が最大であった。2004年2月26日の立山の試料が最小であった。

Al 濃度

濃度は、定量下限値 ($0.01\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下から $16\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で、平均値は $2.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2004年3月11日の巻の試料が最大であった。

Ca 濃度

濃度は、定量下限値 ($0.01\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下から $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で、平均値は $1.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2004年3月11日の巻の試料が最大であった。

Fe 濃度

濃度は、定量下限値 ($0.01\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下から $7.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で、平均値は $1.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2004年3月11日の巻の試料が最大であった。

Sr 濃度

濃度は、定量下限値 ($0.0005\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下から $0.055\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で、平均値は $0.01\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2004年3月11日の巻の試料が最大であった。

Mn 濃度

濃度は、 $0.005 \sim 0.116\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で、平均値は $0.039\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2006年3月11日の太宰府の試料が最大であった。2005年4月7日の長崎の試料が最小であった。

F 濃度

濃度は、定量下限値 ($0.009\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下から $0.067\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で、平均値は $0.02\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2004年2月25日の犬山の試料が最大であった。

Cl⁻ 濃度

濃度は、定量下限値 (0.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下から 10.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で、平均値は 2.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2004 年 3 月 11 日の巻の試料が最大であった。

NO₃⁻ 濃度

濃度は、定量下限値 (0.02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下から 15.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で、平均値は 2.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2003 年 3 月 31 日のつくばの試料が最大であった。

SO₄²⁻ 濃度

濃度は、0.5~28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で、平均値は 6.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2003 年 3 月 25 日の太宰府の試料が最大であった。2004 年 2 月 25 日の立山の試料が最小であった。

Na⁺ 濃度

濃度は、定量下限値 (0.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下から 7.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で、平均値は 1.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2004 年 3 月 11 日の巻の試料が最大であった。

NH₄⁺ 濃度

濃度は、定量下限値 (0.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下から 10.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で、平均値は 1.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2003 年 3 月 25 日の太宰府の試料が最大であった。

K⁺ 濃度

濃度は、定量下限値 (0.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下から 1.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で、平均値は 0.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2004 年 5 月 7 日の長崎の試料が最大であった。

Mg²⁺ 濃度

濃度は、定量下限値 (0.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下から 0.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で、平均値は 0.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2004 年 3 月 11 日の巻の試料が最大であった。

Ca²⁺ 濃度

濃度は、定量下限値 (0.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下から 3.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で、平均値は 1.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2004 年 3 月 11 日の立山の試料が最大であった。

Sr²⁺ 濃度

濃度は、定量下限値 (0.005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下から 0.033 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で、平均値は、0.01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。2005 年 4 月 21 日の太宰府の試料が最大であった。

2) 成分毎の濃度

平成14年度から17年度の各調査地点の浮遊粉じん濃度及び各分析項目の重量濃度を別表(巻末 別添資料)に示す。併せて、この結果から、各分析項目の濃度の調査日毎に平均したものを図-4に示す。図-4より、本調査中、規模の大きい典型的な黄砂日の2004年3月11日には、他の調査日と比較して、①鉱物由来と考えられる金属元素(Mg、Al、Ca、Feなど)の濃度が特に高いこと、② SO_4^{2-} 濃度が低いこと、③石炭燃焼に由来すると考えられるFについて、他の調査日ではNDとなっている試料が多いがこの日には全国的に検出されていること、等が見られる。他方、同様に黄砂の飛来が示唆される2004年5月7日には、他の調査日と比較して、①鉱物由来と考えられる金属元素濃度が高いものの、② SO_4^{2-} 濃度が比較的高いこと、③ NH_4^+ 、 K^+ が高いこと、④F濃度は検出下限値ぎりぎり程度と検出はされるが濃度が低いこと、等が見られる。なお、この SO_4^{2-} の大部分は、黄砂発源地域の土壤に含まれていたというより、黄砂と同時に飛来した、または、飛来過程で黄砂に吸着されたものと考えられる。なお、本調査期間を通して SO_4^{2-} 濃度が高かったのは2003年3月25日の、長崎、太宰府等の西日本の調査地点であった。

図-4 (1) 調査日毎の金属成分及びイオン成分濃度
(Mg、Al、Ca、Fe)

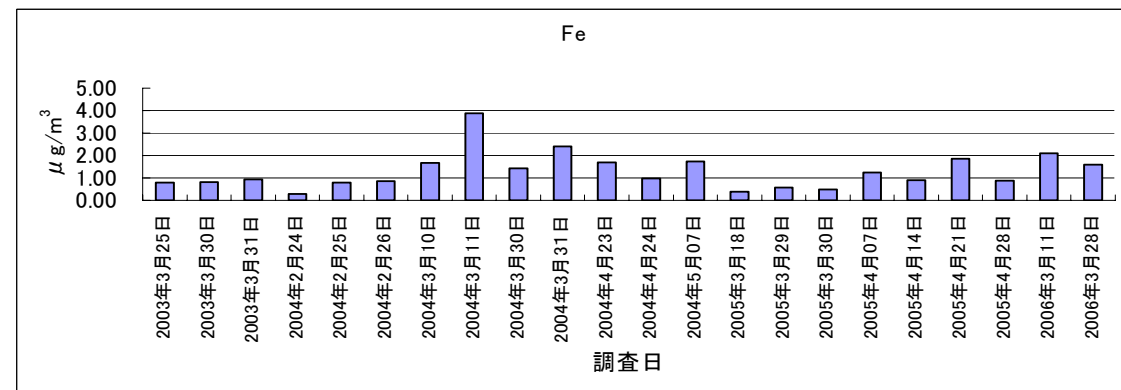
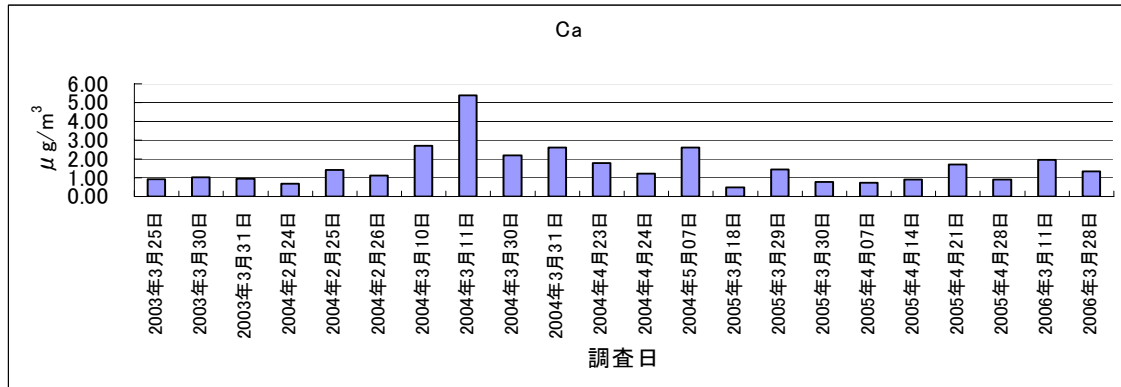
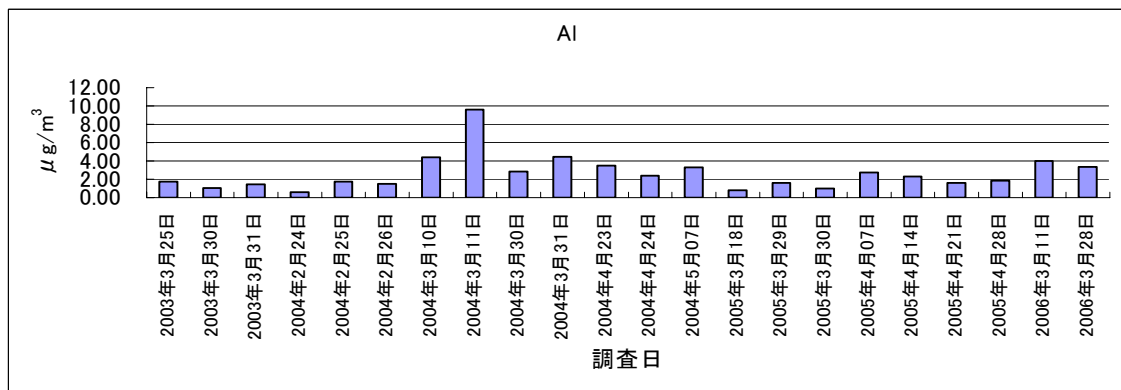
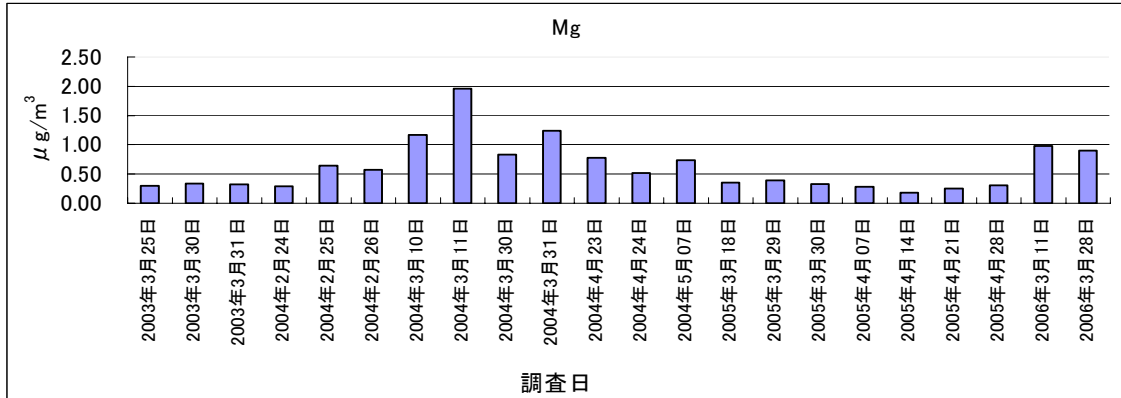


図-4 (2) 調査日毎の金属成分及びイオン成分濃度
(Sr、Mn、F、Cl)

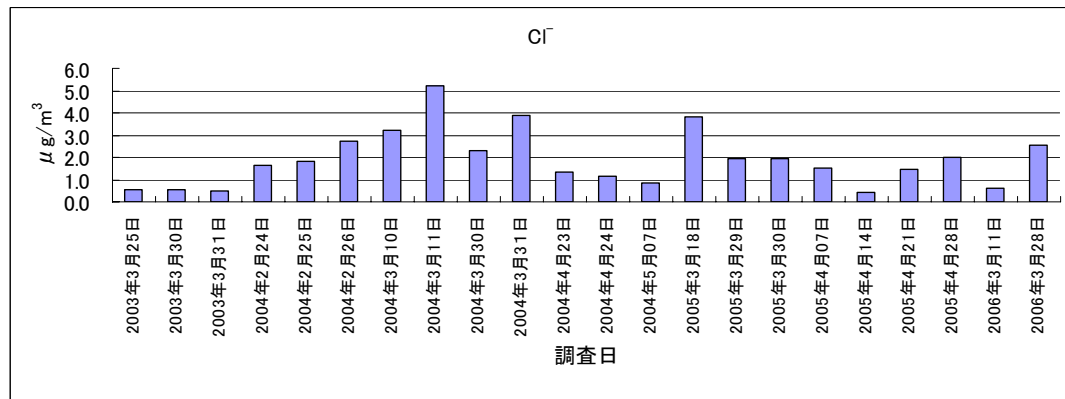
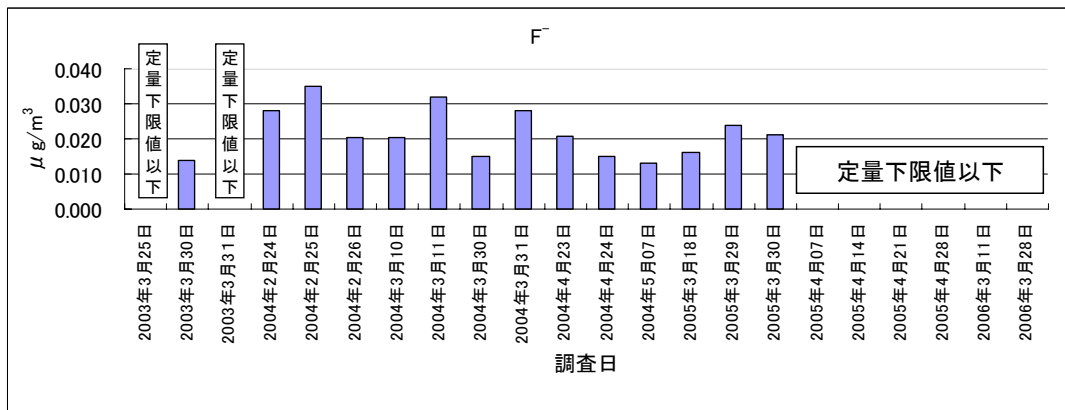
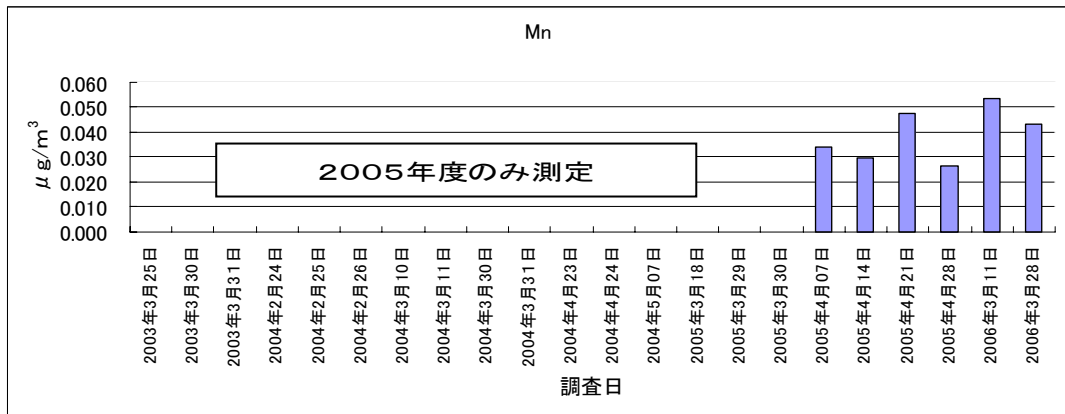
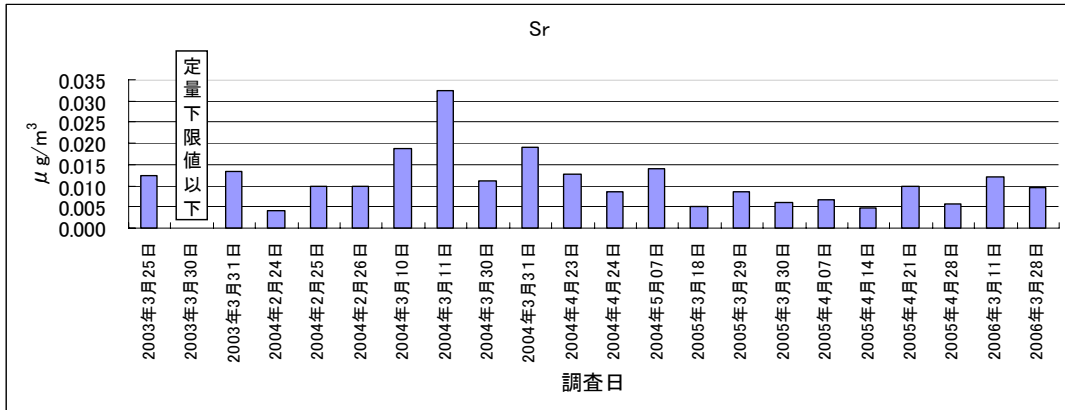


図-4 (3) 調査日毎の金属成分及びイオン成分濃度
(NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ 、 NH_4^+)

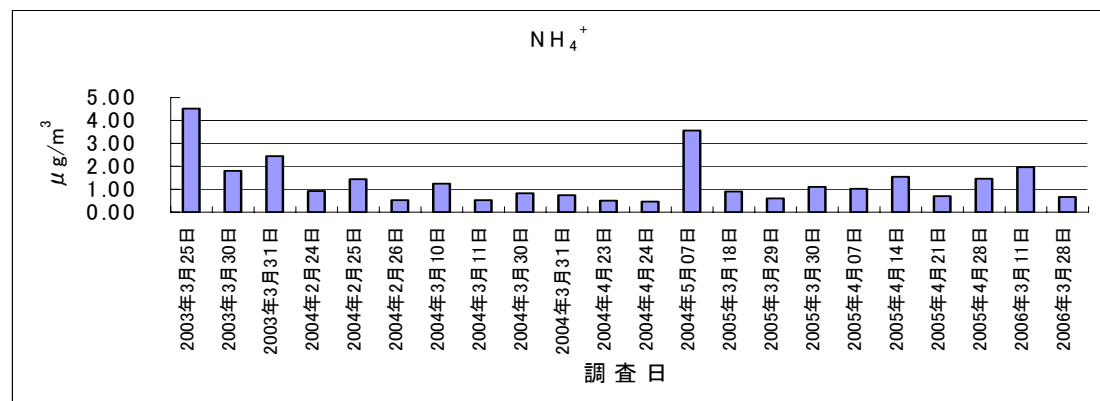
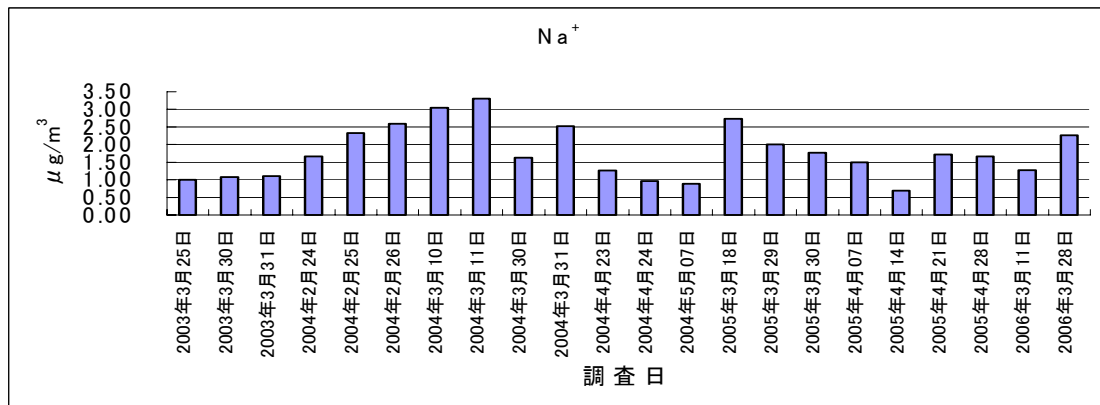
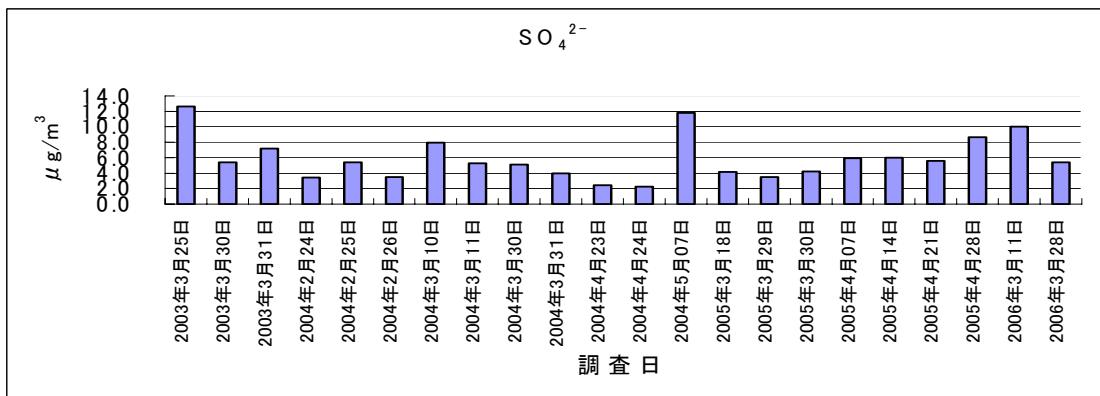
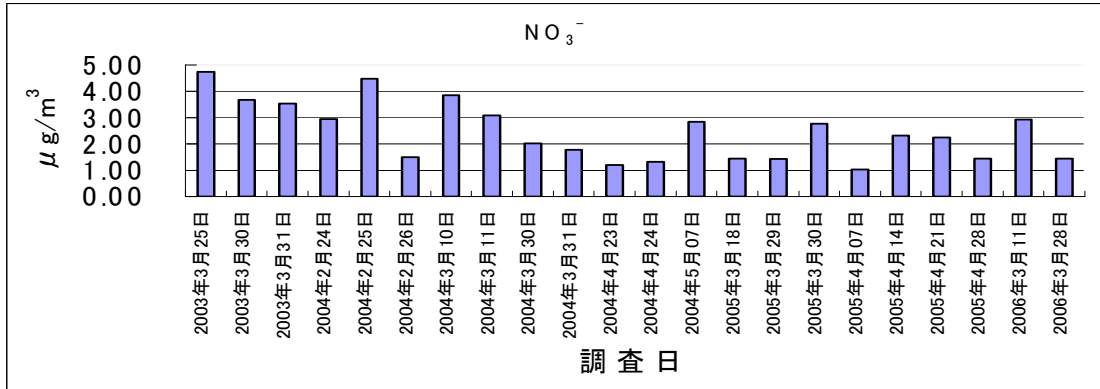
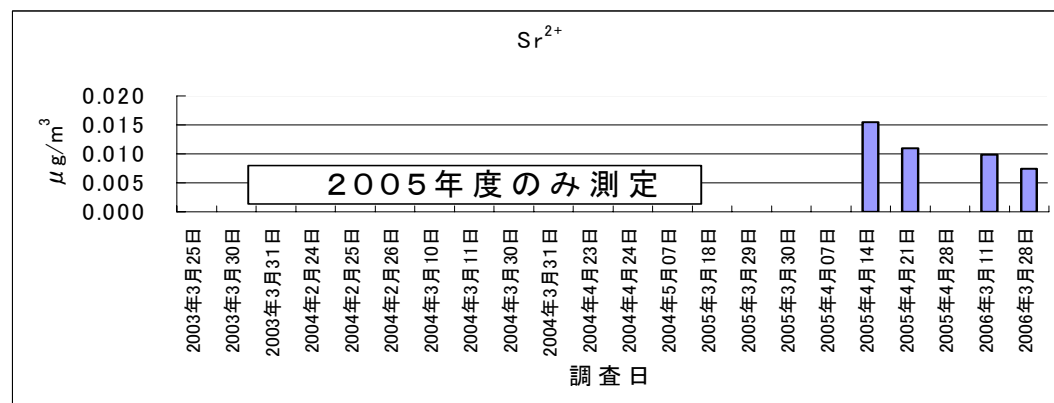
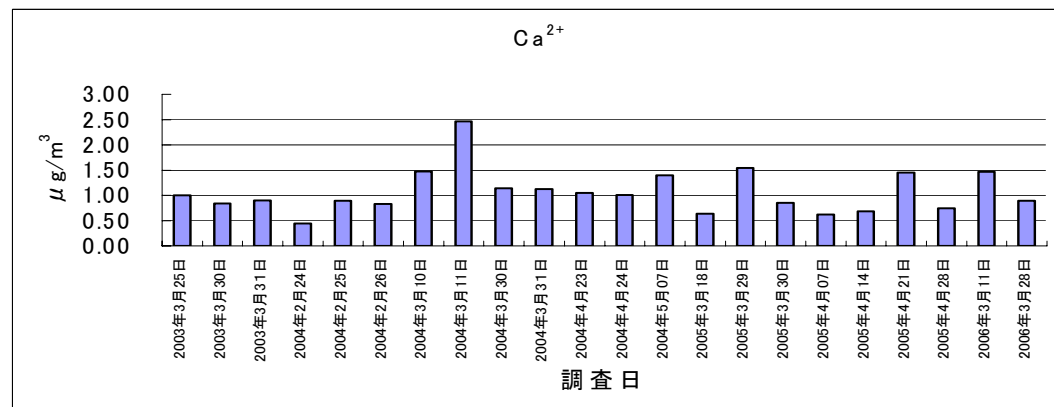
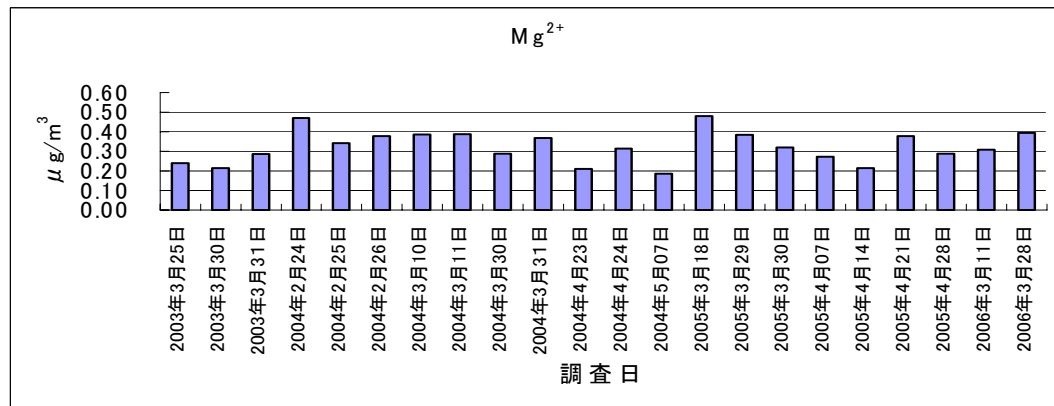
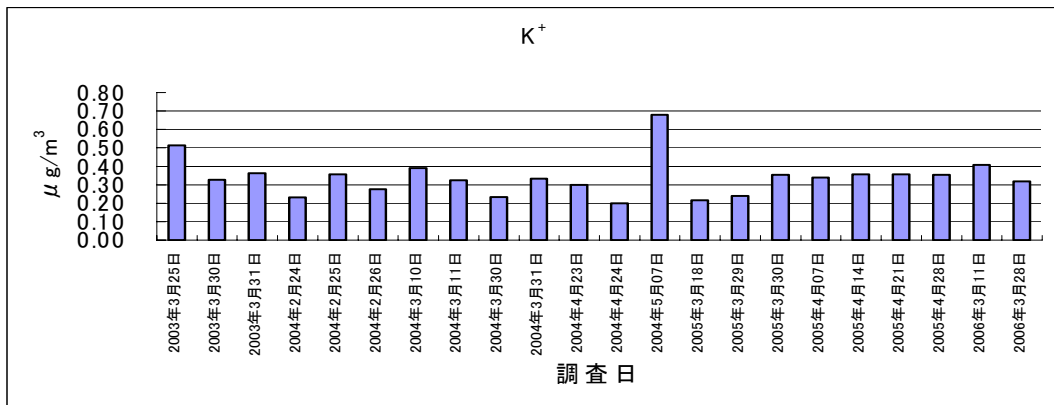


図-4 (4) 調査日毎の金属成分及びイオン成分濃度
(K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Sr^{2+})



3.3 農薬成分

4年間の調査で、13種類の農薬（異性体を含めると21種類）について濃度分析を行ったが、これらの農薬は、多くの試料からは検出されなかった。今回分析した農薬のうち、比較的多く検出された農薬は、何れも日本で使用されている農薬である。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をすることは出来なかった。

農薬の安全性の観点から過去に実施された環境モニタリング調査の結果と本調査結果を表-3にまとめた。これによると、DDT類を除く各農薬成分については、各地の報告事例と比較して10倍から1000倍小さい値となっている。各地の報告事例は大気中のガス状から粒子状までの全濃度であるのに対して、今回調査は粒子表面に付着した成分のみの分析結果である。このことから考えて、農薬が黄砂のような粒子状物質に付着して運ばれる割合は非常に小さいということが推定される。一方、DDT類は環境濃度が低いため、検出感度の関係で検出されない試料が多かったが、環境濃度と同レベルであり、少なくとも黄砂粒子にDDT類が集積されていることは無いと考えられる。

次に、黄砂の有無と農薬成分の検出頻度の関係を調査日毎に表-4にまとめた。連続する調査日は、一つの黄砂イベントとして、併せて集計した。この集計表を見ると、黄砂が飛来した2004年3月11日に多く検出されているなど、黄砂と農薬の関係が疑われる部分もあるが、個々の試料レベルでは黄砂時試料と非黄砂時試料に検出頻度の差は有意にはならなかった。

表一3 (1) 農薬成分の検出濃度と既存調査の比較

単位 (pg/m³)

農薬成分	本調査 (平成14年度)			本調査 (平成15年度)			本調査 (平成16年度)			本調査 (平成17年度)			平成15年度 POPs モニタリング調査 (第2回寒冷期)		
	最小	最大	算術平均	最小	最大	算術平均	最小	最大	算術平均	最小	最大	算術平均	最小	最大	算術平均
1	<0.8	<0.8	-	<0.8	<0.8	-	<5	11	11	<0.5	7.4	2.2	-	-	-
2	<2	<2	-	<2	3	3	<5	<5	<5	<0.5	140	13.3	64	320	150
3	<2	<2	-	<2	<2	-	<6	<6	-	<0.6	4.1	1.9	64	320	150
4	<2	<2	-	<2	<2	-	<5	<5	-	<0.5	21.8	21.8	64	320	150
5	<2	<2	-	<2	<2	-	<6	<6	-	<0.6	300	45.9	64	320	150
6	<3	<3	-	<3	140	20	<5	56	18	<0.5	52	10.2	-	-	-
7	<2	<2	-	<2	60	15	<6	12	9	<0.6	720	27.2	-	-	-
8	<2	<2	-	<2	47	31	<3	18	13	<0.3	150	24.0	-	-	-
9	<3	<3	-	<3	<3	-	<4	<4	-	-	-	-	-	-	-
10	<2	<2	-	<2	6	4	<5	5	5	<0.5	45	6.2	-	-	-
11	<0.8	<0.8	-	<0.8	<0.8	-	<4	<4	-	<0.4	2.6	2.45	0.18	1.7	1.4
12	<0.8	<0.8	-	<0.8	<0.8	-	<5	<5	-	<0.5	3.7	1.5	1.1	22	7.2
13	<4	<4	-	<4	<4	-	<5	27	27	<0.5	1.3	1.0	-	-	-
14	<2	<2	-	<2	7	6	<9	<9	-	<0.9	1.1	1.0	0.042	2.1	0.74
15	<0.8	<0.8	-	<0.8	<0.8	-	<5	<5	-	<0.5	3.4	1.3	0.062	0.42	0.37
16	<0.3	<0.3	-	<0.8	<0.8	-	<4	<4	-	<0.4	2.7	1.4	-	0.52	0.3
17	<0.8	<0.8	-	<0.8	<0.8	-	<4	<4	-	<0.4	10	1.8	0.43	6.4	6.9
18	<0.3	<0.3	-	<0.8	<0.8	-	<4	<4	-	<0.4	6.2	2.6	0.31	11	5.8
19	<2	<2	-	<2	7	4	<9	<9	-	-	-	-	-	-	-
20	<2	<2	-	<8	<8	-	<20	<20	-	-	-	-	-	-	-
21	<0.9	<0.9	-	<8	<8	-	<20	<20	-	-	-	-	-	-	-

表一3 (2) 農薬成分の検出濃度と既存調査の比較

単位 (pg/m³)

農薬成分	平成14年度 POPsモニタ リング調査			新潟県 ¹⁾ (A City)			横浜市 ²⁾			長野県 ³⁾			東京都 ⁴⁾ (外気)		
	最小	最大	幾何平均	最小	最大	メジアン	最小	最大	メジアン	最小	最大	メジアン	最小	最大	メジアン
1 ジクロルポス	-	-	-	800	5900	2400	2000	4000	不明	-	-	-	<500	14200	3100
2 α-HCH	57	3000	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 β-HCH	57	3000	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 γ-HCH	57	3000	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5 δ-HCH	57	3000	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6 ダイアジノン	-	-	-	400	800	700	-	-	-	-	-	-	<1000	1800	<1000
7 クロロタロニル	-	-	-	500	5700	1100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8 フェニトロチオン	-	-	-	3100	16000	5300	2000	2000	不明	16000	50000	不明	<1000	6000	<1000
9 マラチオン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10 クロルピリホス	-	-	-	500	900	700	-	-	-	-	-	-	<1000	<1000	<1000
11 o,p'-DDE	0.11	8.5	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12 p,p'-DDE	0.56	28	2.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13 プロチオホス	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14 エンドリン	-	2.5	0.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15 o,p'-DDD	-	0.85	0.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16 p,p'-DDD	-	0.76	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17 o,p'-DDT	0.41	40	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18 p,p'-DDT	0.25	22	1.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19 シハトリン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 シペルメトリン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21 フェンバレート	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1) 水戸部ら：環境化学、11、477-489 (2001)

2) 酒井：横浜市環境科学研究所報、No.28、70-71 (2004)

3) 野溝ら：長野県衛生公害研究所報告、No.20、37-44 (1997)

4) 斎藤ら：大気環境学会誌、38、78-88 (2003)

表－４ 農薬成分検出頻度と黄砂観測状況

調査開始日	農薬検出 項目総数		黄砂 観測地点数		弱い黄砂 観測地点数		非黄砂 観測地点数	
2003/3/25	0	0	1	1	0	0	6	6
2003/3/30	0	0	0	0	2	2	5	12
2003/3/31	0		0		0		7	
2004/2/24	5	14	0	0	1	9	6	12
2004/2/25	4		0		7		0	
2004/2/26	5		0		1		6	
2004/3/10	7	13	5	12	2	3	0	0
2004/3/11	6		7		1		0	
2004/3/30	7	14	5	8	0	0	2	3
2004/3/31	7		3		0		1	
2004/4/23	2	4	3	3	0	1	4	9
2004/4/24	2		0		1		5	
2004/5/7	5	5	5	5	1	1	1	1
2005/3/18	1	1	2	2	2	2	4	4
2005/3/29	4	9	0	0	2	4	7	14
2005/3/30	5		0		2		7	
2005/4/7	27	27	1	1	4	4	4	4
2005/4/14	40	40	3	3	3	3	3	3
2005/4/21	36	36	6	6	2	2	1	1
2005/4/28	26	26	0	0	5	5	4	4
2006/3/11	38	38	1	1	4	4	3	3
2006/3/28	51	51	3	3	3	3	3	3

注1：観測地点は、「4.1 飛来状況の分類」により区分した。

注2：2005年度は検出精度を高めたため、検出項目総数が増加した。

3.4 物理的性質

1) 各試料のピーク粒径の解析

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試料のピーク粒径を表一5に示す。捕集時間が短いため、値が得られた試料は多くなかったが、これにより、多くの調査地点で4段目（粒径3.3~4.7 μm ）がピークとなる頻度が高いことが明らかとなった。ただし、長崎で2004年3月30日（黄砂時）に2段目（7.0~11 μm ）がピークとなったことから、黄砂発生源に近い西日本地方では、飛来黄砂の粒径が大きめとなる可能性も示唆される。

表一5 捕集試料のピーク粒径の範囲

調査開始日	長崎	太宰府	松江	金沢	犬山	立山	巻	つくば	札幌
2003.3.25	4	4	ND		ND	ND	4	ND	ND
2003.3.30	4	4	ND		ND	ND	3	ND	ND
2003.3.31	4	4	ND		ND	ND	ND	4	ND
2004.3.10	3	4	4		ND	ND	4	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		4	ND	NA	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		4	ND	4	ND	ND
2005.3.18	ND	3	4	NA	ND	NA	ND	ND	ND
2005.3.29	ND	3	4	NA	ND	3	ND	ND	ND
2005.3.30	ND	4	4	NA	ND	4	ND	ND	ND

1 : 11-100 μm 、2 : 7.0-11 μm 、3 : 4.7-7.0 μm 、4 : 3.3-4.7 μm 、5 : 2.1-3.3 μm 、

6 : 1.1-2.1 μm 、7 : 0.65-1.1 μm 、8 : 0.43-0.65 μm 、BF : 0.03-0.43 μm

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 : データなし (Not available)

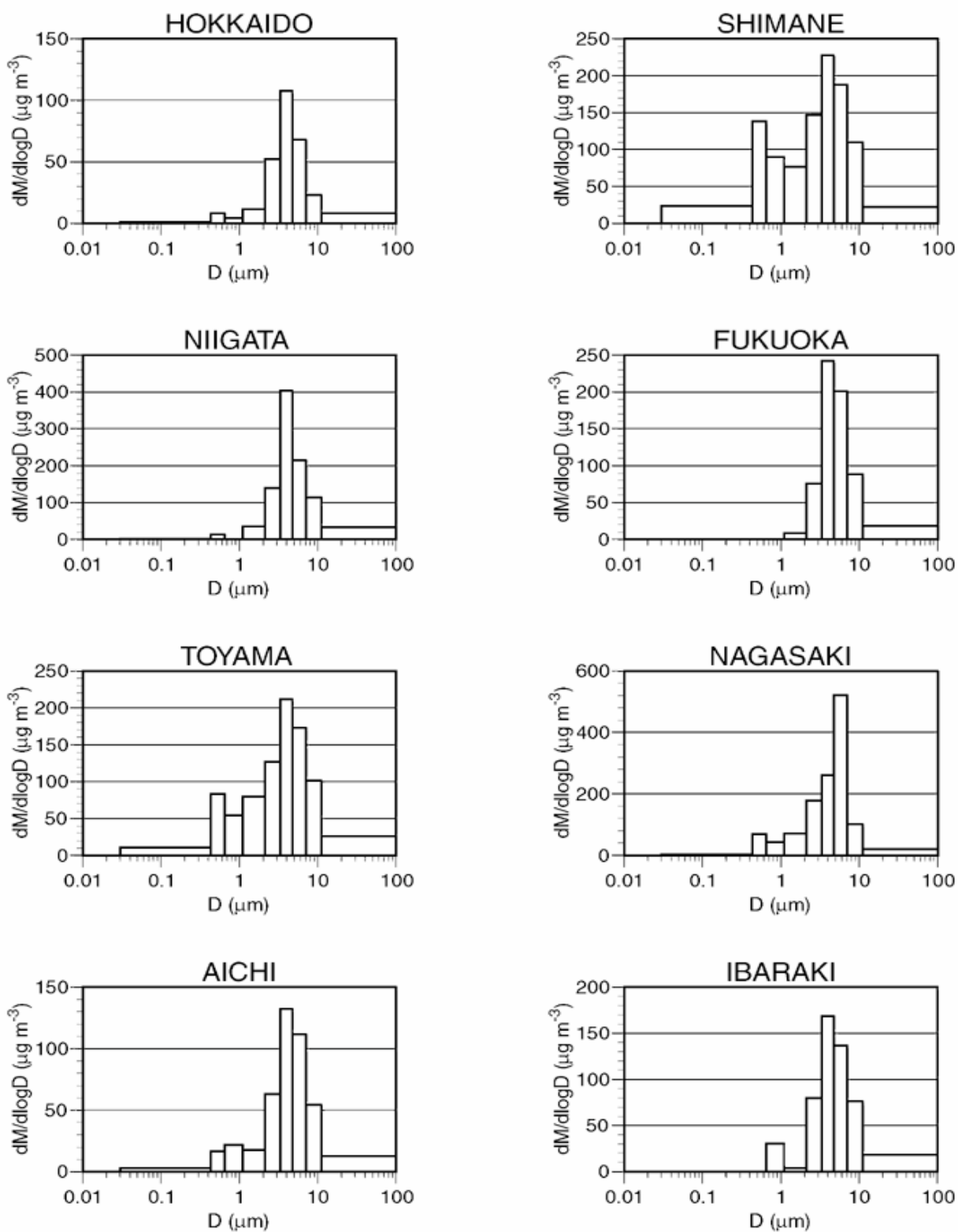
* : 48 時間捕集

2) 粒径分布の解析

規模の大きい典型的な黄砂日の、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。結果を図一5に示す。この結果から、試料は長崎を除いて何れも4 μm 付近にピークをもつ分布であることが分かった。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山分布をとることが分かった。

図-5 黄砂の粒径分布

11 - 12 March 2004



4 調査結果の解析

4.1 飛来状況の分類

本調査結果の解析において、採取した試料が黄砂を捕集したかどうかを判断するため、以下の複数の情報のもつ特徴を踏まえ、総合的に解析した。

① 気象庁黄砂観測情報

- ・ 気象観測の担当官が、視程距離を参考にしつつ、目視で黄砂と判断して発表（2005年現在全国103地点で観測）。黄砂観測地点を日本地図上で表示。
- ・ ただし、黄砂観測実況図中の黄砂観測地点には、（いわゆる黄砂ではない）局地的に舞い上がる砂や塵を観測した地点も含まれている。

② 浮遊粒子状物質（SPM）濃度

- ・ 地上に黄砂が達したとき、当該時期の平均的な濃度と比較して高濃度となる。
- ・ 常時監視項目であることから、既存のモニタリングデータが豊富であり、解析に供しやすい。
- ・ ただし、当該時期の平均的な濃度変動と比べて著しく増加している場合、その地域において何らかの気象現象が観察されたことを意味するが、その原因が黄砂によるものかどうかは、濃度情報のみでは判断できず、また、弱い黄砂の場合は、その他の外乱要因により黄砂の有無が判別できない。

③ ライダー（LIDAR）装置^{iv}による黄砂観測

- ・ 粒子状物質の形状の違いから、大気汚染エアロゾルと鉱物粒子を判別できるため、黄砂飛来を判断する最も確かな手法。
- ・ 現時点では、設置地点が限られている。
- ・ 上空に雲がある場合、雲水・雲氷にレーザー光が反射することから、雲の上空の黄砂の有無は判別できない。

④ CFORS モデル^vによる数値計算

- ・ 黄砂の飛来やその濃度を、コンピューター計算により予測・検証を行うプログラム。計算結果は、気象情報に利用されるほか、発生源の推定や将来の気候変動の影響の予測など、様々な目的に利用されている。（独）国立環境研究

^{iv} 電磁波の代わりにレーザー光を用いたレーザーで、上空を通過する黄砂を地上で計測できるリモートセンシング機器の一種。地上から放射したレーザー光は空中の微粒子により散乱されるため、この状況から黄砂の垂直方向の濃度分布や、その時間的な変化を知ることができる。

^v 解析メッシュ以下の局所的な気象条件は反映できない。飛来範囲及び濃度予測を行なう数値モデルは複数存在。実観測データをオンラインで取り込み解析できるデータは研究段階。また、解析メッシュ以下の局所的な気象条件は反映できない。

所では、九州大学応用力学研究所が開発した CFORS（Chemical Weather Forecasting System）を 2002 年より運用している。

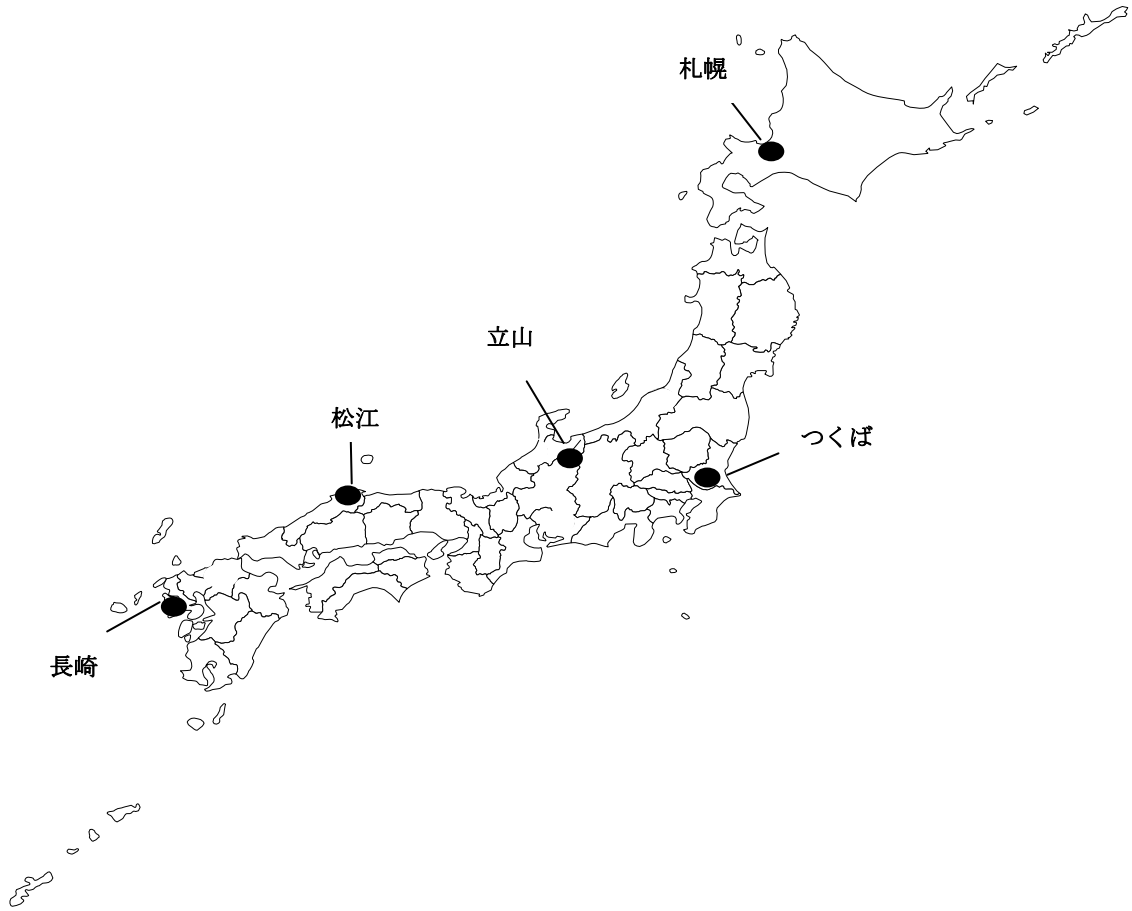
以上の特徴を踏まえ、本調査結果の解析において、採取した試料が黄砂飛来状況下で捕集したものか否かの同定は、複数の関連情報を参照し、下記分類に従って判断した。

飛来状況の分類	判断方法
A 黄砂	<p>気象庁黄砂観測情報は、局所的な砂塵の記録の場合もあり、広域的な現象である黄砂と区別するために、近隣の複数の観測地点で観測された場合、黄砂と判断する。具体的には、調査地点と距離の近い 5 地点を選定し、その内 2 地点以上で黄砂とされている日時を「黄砂」飛来とみなす。表-7 に調査期間中の黄砂記録を示す。</p>
B 弱い黄砂	<p>気象庁黄砂観測情報で黄砂とされない日のうち、ライダー装置によって黄砂が観測された場合、「弱い黄砂」が飛来したとみなす。</p> <p>ライダー装置未設置地点については、SPM 濃度の上昇が確認^{vi}され、かつ最も近いライダー装置設置地点で黄砂が観測された場合、当該地点において「弱い黄砂」が観測されたものとみなす。</p> <p>判断に利用したライダー装置設置地点を表-6 に示す。</p>
C 非黄砂	<p>上記の気象庁黄砂観測情報やライダー装置において、黄砂が観測されなかった場合、「非黄砂」とみなす。</p>

なお、大規模な黄砂の場合は、黄砂モデルによる数値計算においても再現されている場合が多いので、(独) 国立環境研究所が運用している CFORS の計算結果も参照した。

^{vi} バックグラウンド濃度と比較して一定の期間だけ濃度が上昇していた場合、「SPM 濃度上昇が確認された」とした。

図－6 解析に使用したライダー観測地点



表－6 解析に使用したライダー観測地点

サンプリング地点	解析に利用したライダー地点
長崎	長崎
太宰府	
松江	松江
金沢	
犬山	
立山	富山
巻	
つくば	つくば
札幌	札幌

表-7 調査地点付近の気象庁黄砂観測の黄砂記録

地点名	気象官署	観測日 (サンプリング期間中 (足掛け2日) に1日でも黄砂が記録された日)																					
		2003			2004							2005							2006				
		3 25	3 30	3 31	2 24	2 25	2 26	3 10	3 11	3 30	3 31	4 23	4 24	5 7	3 18	3 29	3 30	4 7	4 14	4 21	4 28	3 11	3 28
長崎	福江							○	○	○	○			○						○			○
	熊本									○	○									○	○		○
	長崎							○	○	○	○	○								○	○		○
	佐賀							○	○			○			○						○		○
	福岡							○	○	○	○	○								○	○		○
太宰府	熊本									○	○									○	○		○
	長崎							○	○	○	○	○								○	○		○
	佐賀							○	○			○			○						○		○
	福岡							○	○	○	○	○								○	○		○
	下関							○	○						○					○	○		○
松江	広島	○						○	○	○	○	○		○	○					○			○
	浜田	○						○	○	○	○			○	○				○	○	○		○
	米子	○						○	○	○	○	○		○	○					○	○		○
	松江	○						○	○	○	○			○	○					○	○		○
	西郷	○						○	○					○	○					○	○		○
金沢	岐阜		○	○					○	○	○			○	○								
	福井							○	○	○	○										○		
	富山							○	○	○	○	○									○		
	金沢							○	○	○	○			○							○		
	輪島							○	○	○	○										○		
犬山	彦根	○				○	○		○	○	○	○		○									
	津									○	○										○		
	飯田																						
	名古屋									○	○	○			○						○		
	岐阜		○	○					○	○	○			○	○						○		
立山	松本																						
	高田									○	○										○	○	
	長野									○				○									
	富山								○	○	○	○	○								○		
	金沢								○	○	○	○			○						○		
巻	高田									○	○										○		
	長野									○				○									
	新潟																						
	相川	○							○	○													
	若松																						
つくば	千葉																						
	東京																						
	館野																						
	水戸																						
	宇都宮																						
札幌	倶知安							○	○														
	室蘭							○	○														
	岩見沢							○	○														
	札幌							○	○														
	留萌							○	○														

表-8 黄砂・非黄砂の判定結果

調査日		長崎	大宰府	松江	金沢	犬山	立山	巻	つくば	札幌	JMA 発表
2003 3.25.10am -26.10am	JMA			●●●●	⊗	●		●			近畿 中国 四国 19
	SPM	○	○	—	⊗	—	—	○	○	○	
	LIDAR	—	—	—	⊗	—	—	—	—	—	
	CFORS	—	—	—	⊗	—	—	—	—	—	
判定	C	C	A	⊗	C	C	C	C	C		
2003 3.30.12am -31.12am	JMA				⊗	●					1
	SPM	—	—	—	⊗	○	○	○	—	—	
	LIDAR	△	—	—	⊗	—	—	—	—	○	
	CFORS	—	—	—	⊗	—	—	—	—	—	
判定	B	C	C	⊗	C	C	C	C	B		
2003 3.31.12am -4.01.12am	JMA				⊗	●					1
	SPM	—	—	—	⊗	○	○	○	○	○	
	LIDAR	—	—	—	⊗	—	—	—	—	—	
	CFORS	—	—	—	⊗	—	—	—	—	—	
判定	C	C	C	⊗	C	C	C	C	C		
2004 2.24.10am -25.10am	JMA				⊗						0
	SPM	—	—	—	⊗	—	—	○	—	○	
	LIDAR	△	—	—	⊗	—	—	—	—	—	
	CFORS	—	—	—	⊗	—	—	—	—	—	
判定	B	C	C	⊗	C	C	C	B	C		
2004 2.25.10am -26.10am	JMA				⊗	●					近畿 四国 奄美 14
	SPM	○	○	○	⊗	○	—	○	○	—	
	LIDAR	○	—	—	⊗	—	◎	—	◎	○	
	CFORS	—	—	—	⊗	—	—	—	—	○	
判定	B	B	B	⊗	B	B	B	B	B		
2004 2.26.10am -27.10am	JMA				⊗	●					近畿 四国 奄美 14
	SPM	—	—	—	⊗	—	—	—	—	—	
	LIDAR	◎	—	—	⊗	—	—	—	○	—	
	CFORS	○	○	○	⊗	○	○	○	○	○	
判定	B	C	C	⊗	C	C	C	B	C		
2004 3.10.5pm -11.5pm	JMA	●●●●	●●●●	●●●●	⊗	●	●	●	●	●●●●	全国 42
	SPM	○	○	○	⊗	○	○	○	○	○	
	LIDAR	◎	—	—	⊗	—	△	—	◎	◎	
	CFORS	○	○	○	⊗	○	○	○	○	○	
判定	A	A	A	⊗	B	A	B	B	A		
2004 3.11.5pm -12.5pm	JMA	●●●●	●●●●	●●●●	⊗	●●●	●●●	●●	—	●●●●	全国 56
	SPM	○	○	○	⊗	○	○	○	○	○	
	LIDAR	◎	—	—	⊗	—	◎	—	◎	—	
	CFORS	○	○	○	⊗	○	○	○	○	—	
判定	A	A	A	⊗	A	A	A	B	A		
2004 3.30.9am -31.9am	JMA	●●●●	●●●	●●●●	⊗	●●●●	●●●	●	—	—	西日本 36
	SPM	○	○	—	⊗	○	○	—	—	○	
	LIDAR	○	—	—	⊗	—	◎	—	△	—	
	CFORS	○	○	○	⊗	○	○	○	—	○	
判定	A	A	A	⊗	A	A	C	B	C		
2004 3.31.10am -4.01.10am	JMA	●●●●	●●●	●●●●	⊗	●●●●	●●●	●	—	—	西日本 36
	SPM	○	—	—	⊗	○	○	○	—	○	
	LIDAR	◎	—	—	⊗	—	◎	—	◎	—	
	CFORS	○	○	○	⊗	○	○	○	○	○	
判定	A	A	A	⊗	A	A	B	B	C		
2004 4.23.4pm -24.4pm	JMA	●●●	●●●	●●	⊗	●	●	—	—	—	中国 四国 九州 22
	SPM	○	—	—	⊗	—	—	○	—	—	
	LIDAR	○	—	—	⊗	—	—	—	○	—	
	CFORS	—	—	—	⊗	—	—	○	○	—	
判定	A	A	A	⊗	C	C	C	B	C		
2004 4.24.4pm -25.4pm	JMA				⊗						1
	SPM	○	—	—	⊗	—	—	—	—	—	
	LIDAR	○	—	—	⊗	—	—	—	—	—	
	CFORS	—	—	—	⊗	—	—	—	—	—	
判定	B	C	C	⊗	C	C	C	C	C		
2004 5.07.4pm -08.4pm	JMA	●●	●●	●●●●	⊗	●●	●●	●	—	—	西日本 25
	SPM	○	○	○	⊗	○	○	○	○	—	
	LIDAR	△	—	—	⊗	—	◎	—	○	—	
	CFORS	○	○	○	⊗	○	○	○	○	—	
判定	A	A	A	⊗	A	A	B	B	C		

調査日		長崎	太宰府	松江	金沢	犬山	立山	巻	つくば	札幌	JMA 発表
2005 3.18.5pm -19.5pm	JMA			●●●●	●	●●					近畿 中国 四国 26
	SPM	—	○	—	—	—	—	○	○	—	
	LIDAR	—	—	—	—	—	○	○	○	—	
	CFORS	○	○	○	○	○	○	○	○	—	
	判定	C	C	A	C	A	B	B	B	C	
2005 3.29.3pm -30.3pm	JMA										5
	SPM	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	LIDAR	○	—	◎	—	—	—	—	—	—	
	CFORS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	判定	B	C	B	C	C	C	C	C	C	
2005 3.30.3pm -31.3pm	JMA										1
	SPM	—	—	○	—	—	—	—	—	—	
	LIDAR	—	—	◎	—	—	—	—	○	—	
	CFORS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	判定	C	C	B	C	C	C	C	B	C	
2005 4.07.10am -08.10am	JMA			●●●							中国 3
	SPM	—	—	○	○	—	○	—	—	○	
	LIDAR	△	—	○	—	—	○	—	◎弱	△	
	CFORS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	判定	B	C	A	C	C	B	C	B	B	
2005 4.14.10am -15.10am	JMA	●●●	●●●●	●●●●							九州 中国 37
	SPM	—	○	○	—	—	—	—	—	—	
	LIDAR	△	—	○	—	—	◎弱	—	△	○	
	CFORS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	判定	A	A	A	C	C	B	C	B	B	
2005 4.21.10am -22.10am	JMA	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●	●●●	●			西日本 58
	SPM	○	○	○	○	○	—	○	—	—	
	LIDAR	△	—	◎	—	—	◎	—	○	○	
	CFORS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	判定	A	A	A	A	A	A	C	B	B	
2005 4.28.10am -29.10am	JMA						●				6
	SPM	—	—	—	○	○	○	—	○	○	
	LIDAR	△	—	○	—	—	◎弱	—	◎弱	○	
	CFORS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	判定	B	C	B	C	C	B	C	B	B	
2006 3.11.10am -12.10am	JMA		●	●●●●							中国 8
	SPM	○	○	○	○	—	○	○	—	—	
	LIDAR	○	—	◎	—	—	◎弱	—	○	△	
	CFORS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	判定	B	C	A	C	C	B	C	B	B	
2006 3.28.10am -29.10am	JMA	●●●●	●●●●	●●							九州 中国 22
	SPM	○	—	○	—	○	—	○	—	○	
	LIDAR	○	—	◎雨	—	—	◎	—	○	○	
	CFORS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	判定	A	A	A	C	C	B	C	B	B	

- ・ 網掛け：「黄砂」、「弱い黄砂」と判断された地点は網掛けで示した。
 - ・ JMA：気象庁の近傍5観測地点のうち、黄砂とされた地点数を●で示した。
 - ・ SPM：SPM濃度が上昇：○、期間中顕著な上昇見られず（黄砂によると思われるピークが判断できず）：—
 - ・ LIDAR：地上付近と上空に黄砂観測：◎、地上付近：○、上空のみ：△、観測されず：—
 - ・ CFORS：推定モデルによる概ねの予測がされた場合：○、それ以下：—
 - ・ 判定：黄砂 A、弱い黄砂 B、非黄砂 C（判断方法は P25 を参照）
 - ・ JMA 発表：気象庁により黄砂が記録された地域と、期間中（2日分）の黄砂記録地点数（全国 103 地点）を示した。
- * 立山（富山）のライダー装置は 2003 年度から、松江のライダー装置は 2004 年度から稼働。

表－9に黄砂の飛来状況の分類を示した。本調査のサンプリング185回（ただし欠測や未分析項目などのため実際に解析に利用できるのは、浮遊粉じん濃度の解析用172回、金属・イオンの解析用178回、農薬の解析用168回）を、黄砂47回、弱い黄砂53回、非黄砂85回と分類した。

表－9 黄砂・弱い黄砂・非黄砂の分類

判断方法		ライダー観測情報とSPM濃度		計
		黄砂と判断	黄砂と判断せず	
気象庁 黄砂観測情報	黄砂と判断	37	10	47 「黄砂」
	黄砂と判断せず	53 「弱い黄砂」	85 「非黄砂」	138
計		90	95	185

4.2 飛来状況の解析

1) 黄砂時、弱い黄砂時、非黄砂時の浮遊粉じん濃度

先に分類した黄砂時、弱い黄砂時、非黄砂時について、それぞれの浮遊粉じん濃度の平均値を計算した。その結果、黄砂時 $91.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、弱い黄砂時 $66.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、非黄砂時 $51.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ と計算された。これらの値の差は、何れも t-検定^{vii}の結果、有意水準 1% で有意であった。

表－10 黄砂時、弱い黄砂時、非黄砂時の浮遊粉じん濃度と差の検定

		黄砂時	弱い黄砂時	非黄砂時	計
延べ測定回数		43	49	80	172
浮遊粉じん濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) の平均値		91.3	66.7	51.4	65.7
t-値	黄砂時	—	3.07**	5.35**	
	弱い黄砂時	3.07**	—	3.04**	
	非黄砂時	5.35**	3.04**	—	

有意性検定:t-検定(片側)、有意水準 1% で有意:**、有意水準 5% で有意:*

2) 黄砂時と非黄砂時の各分析項目濃度の違い

黄砂時、弱い黄砂時、非黄砂時に 3 分類した結果を利用し、各分析項目の濃度の違いを評価した。表－11 は、それぞれ黄砂時、弱い黄砂時、非黄砂時とされた試料の各分析項目の濃度を平均にしたものである。これによると、黄砂時には、ほとんどの項目の濃度が高くなることがわかる。

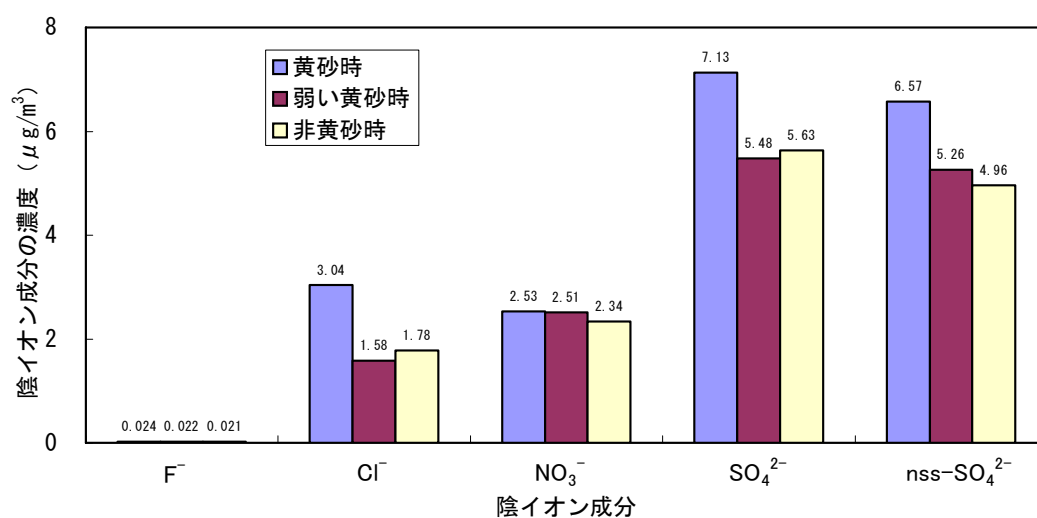
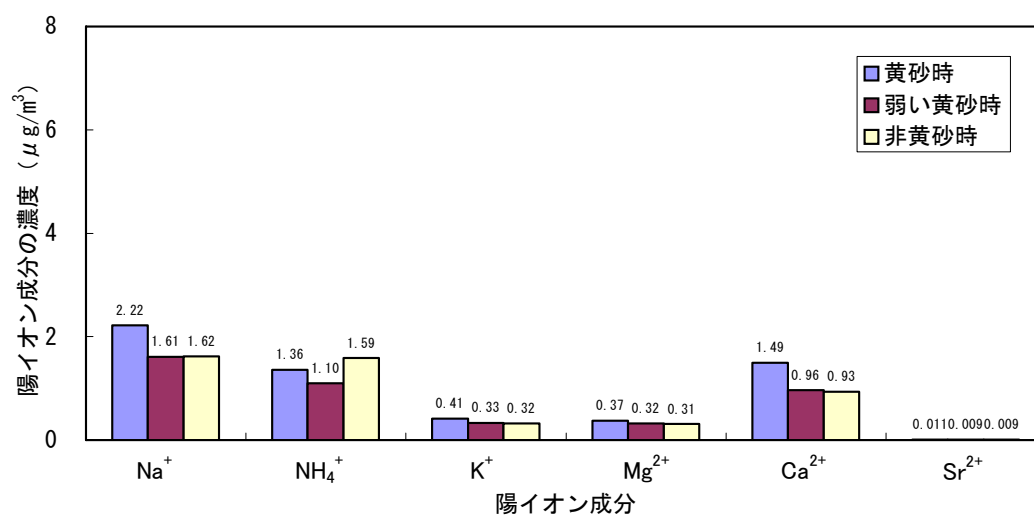
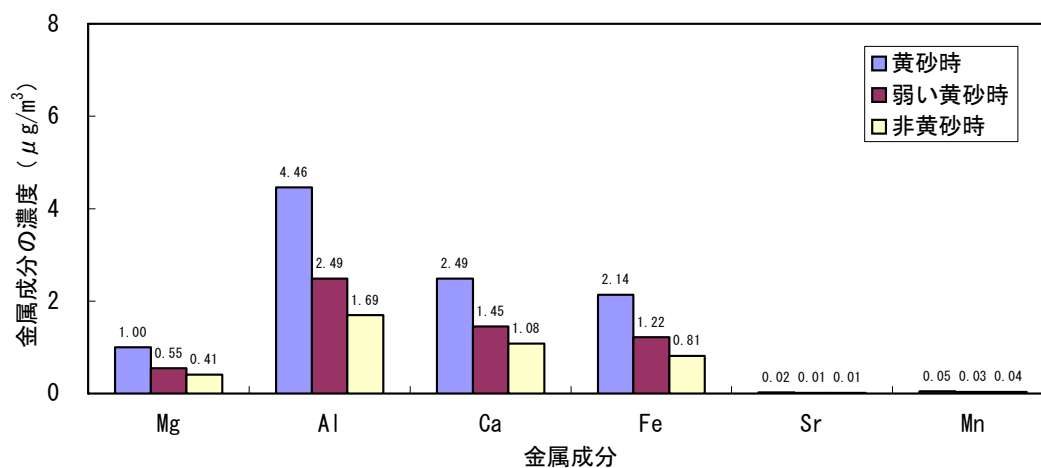
表－11 黄砂時、弱い黄砂時、非黄砂時の各分析項目の平均濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	nss-SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺
A	1.00	4.46	2.49	2.14	0.02	0.05	0.024	3.04	2.53	7.13	6.57	2.22	1.36	0.41	0.37	1.49	0.011
B	0.55	2.49	1.45	1.22	0.01	0.03	0.022	1.58	2.51	5.48	5.26	1.61	1.10	0.33	0.32	0.96	0.009
C	0.41	1.69	1.08	0.81	0.01	0.04	0.021	1.78	2.34	5.63	4.96	1.62	1.59	0.32	0.31	0.93	0.009
AB	0.79	3.55	1.99	1.69	0.01	0.04	0.023	2.31	2.52	6.27	5.91	1.91	1.22	0.38	0.35	1.24	0.010
BC	0.46	1.95	1.21	0.96	0.01	0.04	0.021	1.71	2.42	5.58	5.07	1.61	1.40	0.33	0.31	0.95	0.009

注：A:黄砂時 B:弱い黄砂時 C:非黄砂時

^{vii} t-検定は、特に、試料数が少ない場合に、平均値に関して統計的に有意であるかどうかを判断をする手法。この場合では、2 つの調査結果の平均値の差が実際には無いにもかかわらず偶然出てきた可能性が 1% 未満、すなわち 99% 以上の確率で差があるといえる。

図-7 黄砂時、弱い黄砂時、非黄砂時の各分析項目の平均濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



この平均値の差の有意性を t-検定により判断した結果を表-12に示す。この結果、黄砂時 (A) と非黄砂時 (C) では多くの分析項目で有意差が見られており、浮遊粉じんの構成成分に本質的な違いがあることが示唆された。また、黄砂時 (A) と弱い黄砂時 (B) においても、多くの分析項目で有意差が見られており、弱い黄砂時 (B) と非黄砂時 (C) では、あまり差はなく、Fe が有意水準 1% で有意差があった。鉱物由来と考えられる Mg、Al、Ca、Fe は、黄砂時 (A) と非黄砂時 (C) には共におおきな有意差が見られるのに対し、燃焼由来と考えられる SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 、 K^+ などは両者の t-値が大きく異なっている。その中で、 NH_4^+ は、弱い黄砂時 (B) と非黄砂時 (C) の間におおきな有意差が見られるのに対し、 NO_3^- は逆に、全般的に有意差が見られず、対照的である。

従前の気象庁の黄砂判断による分類の場合、弱い黄砂 (B) と非黄砂 (C) の判別が出来ないためそれを合わせた計算を行わざるを得ない (表-12 A-BC 行)。そのため、 NO_3^- 、 NH_4^+ については有意な差が計算されないことになる。また、ライダー装置のみで黄砂を判別した場合には、黄砂 (A) と弱い黄砂 (B) が同じグループになるため、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 NH_4^+ などの特徴的な挙動を判断できなかった。ただし、nss- SO_4^{2-} は、他の組み合わせでは、ほとんど差がなかったが、検定では 5% で有意ではなかったもののある程度差異が検出されている。気象庁の記録とライダーデータの両者を活用して 3 分類を行うことにより、このような浮遊粉じんの構成成分の変化について知見を得ることができた。

表-12 各分析項目の黄砂時、弱い黄砂時、非黄砂時の有意差の検定

	Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	nss-SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺
A-B	3.46	2.92	2.83	3.68	3.86	2.50	0.50	2.85	0.03	2.24	0.60	2.20	1.00	2.15	1.84	3.50	0.69
A-C	4.95	4.68	4.50	5.91	5.17	1.83	0.76	2.50	0.48	1.92	0.69	2.19	-0.74	2.34	2.12	3.83	0.80
B-C	1.83	1.89	1.45	2.63	1.22	-0.65	0.14	-0.53	0.43	-0.25	0.48	-0.04	-2.12	0.34	0.27	0.26	0.18
AB-C	4.71	4.50	3.97	5.64	4.29	0.47	0.57	1.38	0.52	1.05	1.57	1.39	-1.59	1.86	1.66	2.59	0.71
A-BC	4.58	4.27	4.14	5.32	4.92	2.44	0.72	2.83	0.32	2.20	0.66	2.39	-0.16	2.45	2.25	4.06	0.80

注：A:黄砂時 B:弱い黄砂時 C:非黄砂時

網掛けは、濃い色:1%で有意、薄い色:5%で有意、網掛けなし:有意差なし

4.3 化学的性質の解析

1) 分析項目間の単相関の計算

捕集した粒子状物質、金属（6項目）、イオン（10項目）の重量濃度の単相関係数を全ての試料、黄砂時、弱い黄砂時、非黄砂時に分けて計算した。結果を表-13（1）～（4）に示す。表中で網掛けで示した項目同士は、単相関係数が0.80以上あり、これらの元素・イオンが同一起源である可能性が示唆される。

全ての試料の相関については、次の特徴がみられた。

- 金属成分同士、金属と Ca^{2+} の相関が大きい。
- Cl^- 、 Na^+ 、 Mg^{2+} の相関が大きい。
- SO_4^{2-} と NH_4^+ 、 K^+ の相関が大きい。
- NO_3^- は、 F^- 、 NH_4^+ とやや相関がある。
- F^- は、 NO_3^- とやや相関がある。

次に、黄砂時、弱い黄砂時、非黄砂時の相関を比較すると、次の特徴がみられた。

- 非黄砂時、弱い黄砂時、黄砂時の順に、金属成分の相関が強まった。
- 黄砂時は、非黄砂時に比べて、 Cl^- 、 Na^+ と金属成分との相関がやや強くなった。
- SO_4^{2-} と NH_4^+ 、 K^+ の相関は、黄砂の飛来状況によらず強かった。
- Ca^{2+} と金属成分の相関は、黄砂の飛来状況によらず強かった。
- 非黄砂時は、浮遊粉じんと、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 NH_4^+ 、 K^+ の相関がみられた。

以上の結果から、

- ① 黄砂の成分である金属成分と Ca^{2+} に強い相関があり、非黄砂時、弱い黄砂時、黄砂時の順にその相関が強まった。
- ② 人為発生源と考えられる SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 、 K^+ は、非黄砂時、弱い黄砂時、黄砂時とも相関が強く、また、非黄砂時において浮遊粉じん濃度と相関が強かったことから、黄砂の飛来によらず、国内の発生源の寄与が大きいと考えられる。
- ③ 海塩起源と考えられる Cl^- と Na^+ は、黄砂時、弱い黄砂時、非黄砂時とも同程度の相関を示し、いずれの場合も海塩粒子が存在することを示している。

表－１３（１） 分析項目毎の単相関係数（全ての試料）

All	TSP	Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺
TSP		163	150	161	163	143	50	52	125	169	172	158	157	125	72	116	19
Mg	0.78		154	164	166	145	51	51	120	164	168	155	154	124	73	114	21
Al	0.84	0.89		155	153	141	47	51	119	153	155	150	141	117	72	110	20
Ca	0.80	0.83	0.84		165	148	54	51	121	164	167	158	153	124	74	116	21
Fe	0.89	0.85	0.88	0.85		148	54	51	119	165	169	156	155	123	73	115	21
Sr	0.85	0.90	0.90	0.94	0.87		53	49	110	146	148	146	134	108	70	108	21
Mn	0.85	0.77	0.74	0.86	0.90	0.91		*	31	53	54	54	50	41	26	52	21
F ⁻	0.37	0.35	0.37	0.33	0.37	0.35	*		45	52	52	49	49	45	30	47	*
Cl ⁻	0.31	0.54	0.37	0.34	0.29	0.41	0.23	0.07		126	126	122	112	93	67	87	16
NO ₃ ⁻	0.33	0.15	0.10	0.24	0.22	0.31	0.34	0.51	-0.20		174	161	159	127	74	120	21
SO ₄ ²⁻	0.36	0.11	0.14	0.12	0.14	0.19	0.37	-0.05	-0.05	0.34		163	163	128	74	120	21
Na ⁺	0.28	0.51	0.27	0.31	0.25	0.40	0.26	0.12	0.90	-0.05	-0.01		149	122	74	117	21
NH ₄ ⁺	0.18	-0.12	-0.06	-0.06	-0.03	0.01	0.19	-0.04	-0.26	0.56	0.83	-0.26		122	66	112	17
K ⁺	0.29	0.14	0.10	0.12	0.14	0.19	0.41	-0.08	-0.09	0.29	0.77	-0.08	0.68		69	100	19
Mg ²⁺	0.36	0.51	0.31	0.30	0.32	0.34	0.59	0.08	0.73	-0.19	-0.02	0.87	-0.26	-0.04		64	18
Ca ²⁺	0.83	0.72	0.72	0.87	0.81	0.81	0.74	0.37	0.39	0.28	0.16	0.36	-0.01	0.16	0.44		21
Sr ²⁺	0.26	-0.15	-0.02	0.32	0.09	0.20	0.10	*	0.05	0.35	0.35	-0.02	0.40	0.45	0.10	0.30	

注 1：網掛けは、単相関係数 0.8 以上

注 2：対角の右上部分は、計算に使用した試料数

注 3：*は、試料数が少なく計算不能

表－１３（２） 分析項目毎の単相関係数（黄砂時）

A	TSP	Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺
TSP		43	41	43	43	42	12	24	32	42	43	43	37	38	26	39	8
Mg	0.89		43	45	45	44	14	24	33	43	45	45	39	40	28	41	10
Al	0.91	0.94		43	43	43	13	24	32	42	43	43	37	38	27	40	10
Ca	0.93	0.89	0.91		45	44	14	24	33	44	45	45	39	40	28	40	10
Fe	0.94	0.90	0.91	0.94		44	14	24	33	44	45	45	39	40	28	41	10
Sr	0.94	0.91	0.94	0.98	0.95		14	24	32	43	44	44	38	39	27	41	10
Mn	0.88	0.79	0.79	0.81	0.91	0.88		*	10	14	14	14	11	12	9	14	10
F ⁻	0.60	0.62	0.63	0.59	0.66	0.63	*		20	24	24	24	21	23	17	24	*
Cl ⁻	0.58	0.70	0.55	0.62	0.53	0.58	0.53	0.02		33	33	33	27	30	26	31	8
NO ₃ ⁻	0.39	0.18	0.14	0.26	0.22	0.27	0.00	0.49	0.01		44	44	38	39	28	41	10
SO ₄ ²⁻	0.08	-0.11	-0.13	-0.08	-0.11	-0.07	0.12	-0.35	-0.07	0.41		45	39	40	28	41	10
Na ⁺	0.56	0.68	0.52	0.58	0.55	0.58	0.53	0.15	0.85	0.07	-0.12		39	40	28	41	10
NH ₄ ⁺	-0.04	-0.23	-0.24	-0.18	-0.22	-0.18	-0.36	-0.36	-0.08	0.44	0.88	-0.33		35	23	35	6
K ⁺	0.15	-0.07	-0.10	-0.02	-0.02	-0.04	0.28	-0.36	0.15	0.33	0.90	-0.19	0.86		28	37	9
Mg ²⁺	0.51	0.57	0.39	0.42	0.47	0.39	0.84	0.09	0.69	-0.15	0.10	0.88	-0.29	0.16		27	8
Ca ²⁺	0.92	0.72	0.76	0.88	0.84	0.85	0.66	0.68	0.38	0.41	0.04	0.43	-0.08	0.03	0.38		10
Sr ²⁺	0.60	-0.11	-0.02	0.57	0.30	0.38	0.05	*	0.03	0.55	0.58	0.13	0.49	0.70	-0.10	0.59	

注 1：網掛けは、単相関係数 0.8 以上

注 2：対角の右上部分は、計算に使用した試料数

注 3：*は、試料数が少なく計算不能

表－13（3） 分析項目毎の単相関係数（弱い黄砂時）

B	TSP	Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺
TSP		40	37	42	43	41	21	16	33	48	49	46	47	30	18	38	7
Mg	0.51		36	39	40	38	18	15	18	39	40	38	39	26	17	32	6
Al	0.70	0.82		37	37	36	16	15	28	37	37	36	36	26	17	30	5
Ca	0.60	0.76	0.74		42	41	21	15	29	42	42	41	41	27	18	34	6
Fe	0.74	0.66	0.83	0.73		41	21	15	29	42	43	41	42	27	18	34	6
Sr	0.66	0.91	0.85	0.87	0.69		21	15	28	40	41	40	40	27	18	33	6
Mn	0.84	0.71	0.88	0.89	0.96	0.90		*	12	20	21	21	21	13	8	19	6
F ⁻	-0.04	-0.13	-0.12	-0.11	-0.05	-0.12	*		14	16	16	15	16	11	8	14	*
Cl ⁻	0.14	0.45	0.21	0.12	-0.05	0.40	-0.20	-0.18		33	33	32	32	23	15	28	*
NO ₃ ⁻	0.18	0.14	0.05	0.28	0.15	0.22	0.28	0.62	-0.10		48	45	46	30	18	38	6
SO ₄ ²⁻	0.36	0.21	0.11	0.09	0.12	0.15	0.28	0.44	0.03	0.25		46	47	30	18	38	6
Na ⁺	0.00	0.35	-0.09	0.08	-0.16	0.29	-0.17	-0.03	0.85	0.14	0.17		45	30	18	37	6
NH ₄ ⁺	0.17	-0.16	-0.11	-0.10	-0.04	-0.14	0.30	0.51	-0.29	0.54	0.69	-0.19		30	18	38	6
K ⁺	0.06	0.04	-0.14	-0.04	0.00	-0.07	0.33	0.35	-0.11	0.33	0.70	0.03	0.62		17	28	5
Mg ²⁺	0.00	0.28	0.02	0.10	-0.12	0.30	0.11	-0.28	0.73	-0.34	-0.21	0.89	-0.46	-0.31		17	5
Ca ²⁺	0.63	0.68	0.64	0.89	0.74	0.74	0.72	-0.14	0.38	0.19	0.17	0.13	-0.04	0.14	0.08		6
Sr ²⁺	-0.25	-0.44	0.99	-0.51	-0.54	-0.46	-0.50	*	*	-0.26	-0.09	-0.52	0.11	0.54	0.63	-0.54	

注1：網掛けは、単相関係数 0.8 以上

注2：対角の右上部分は、計算に使用した試料数

注3：*は、試料数が少なく計算不能

表－13（4） 分析項目毎の単相関係数（非黄砂時）

C	TSP	Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺
TSP		79	72	76	77	60	17	12	60	79	80	69	73	57	28	39	5
Mg	0.58		75	80	81	61	19	12	59	81	83	72	76	58	28	41	5
Al	0.66	0.73		75	73	62	18	12	59	74	75	75	68	53	28	40	5
Ca	0.62	0.68	0.70		80	63	19	12	59	79	80	72	73	57	28	41	5
Fe	0.81	0.70	0.74	0.67		63	19	12	59	81	83	72	76	58	28	41	5
Sr	0.72	0.80	0.75	0.91	0.69		18	10	50	63	63	62	56	42	25	35	5
Mn	0.90	0.82	0.71	0.82	0.82	0.92		*	9	19	19	19	18	16	9	19	5
F ⁻	0.37	0.26	0.30	0.43	0.14	0.42	*		11	12	12	10	12	11	5	9	*
Cl ⁻	-0.09	0.27	-0.03	-0.02	-0.12	0.06	-0.35	0.16		60	60	57	53	40	26	28	*
NO ₃ ⁻	0.55	0.21	0.15	0.29	0.34	0.46	0.71	0.50	-0.31		82	72	75	58	28	41	5
SO ₄ ²⁻	0.59	0.19	0.30	0.18	0.26	0.32	0.56	0.41	-0.13	0.36		72	77	58	28	41	5
Na ⁺	-0.04	0.32	-0.07	0.00	-0.12	0.14	0.10	0.24	0.94	-0.18	-0.08		65	52	28	39	5
NH ₄ ⁺	0.54	0.01	0.11	0.07	0.21	0.22	0.45	0.21	-0.29	0.64	0.88	-0.26		57	25	39	*
K ⁺	0.55	0.06	0.17	0.08	0.18	0.24	0.51	0.43	-0.28	0.29	0.89	-0.14	0.78		24	35	5
Mg ²⁺	0.04	0.21	-0.14	-0.11	-0.15	-0.08	0.53	-0.62	0.80	-0.18	-0.07	0.90	-0.23	-0.18		20	5
Ca ²⁺	0.74	0.60	0.53	0.78	0.72	0.66	0.75	0.55	0.00	0.39	0.25	0.12	0.13	0.32			5
Sr ²⁺	0.90	0.82	0.95	0.99	0.80	0.87	0.87	*	*	0.80	0.93	0.87	*	0.97	0.60	0.87	

注1：網掛けは、単相関係数 0.8 以上

注2：対角の右上部分は、計算に使用した試料数

注3：*は、試料数が少なく計算不能

2) 因子分析による捕集物質の推定

これまでの分析により浮遊粉じんの化学成分が、黄砂時と非黄砂時で異なった構成であることが明らかになった。この要因を探る目的で、単相関を計算した15項目について、多変量解析（因子分析）により、捕集された浮遊粉じんの構成物質を推定した。因子は、主因子法により固有値が1以上のものを抽出し、因子負荷量から因子の意味付けを行った。なお、入力の主成分ベクトルとし、軸の回転はバリマックス法によった。

計算の結果、3つの因子が抽出された。因子負荷量を図-8に示す。第1因子は、金属元素と Ca^{2+} が高い負荷量（0.85以上）を示しており、鉱物粒子由来を示す因子と推定された。第2因子は、 SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 、 K^+ が高い負荷量を示しており、燃烧由来を示す因子と推定された。第3因子は Na^+ 、 Cl^- 、 Mg^{2+} が高い負荷量を示しており、海塩由来の因子と推定された。なお、 F^- 、 NO_3^- はいずれの因子についても負荷量が低く、上記3つの因子以外の要因で濃度が変動していることが推察される。

※注 因子分析とバリマックス回転

因子分析は、多変量解析の手法のひとつで、黄砂化学分析データのように直接観察される観測データに影響を与えている潜在的な変数（因子もその一つ）があると仮定し、その解を求める手法である。今回の解析では、特に大きく影響を与えている複数個の共通因子（黄砂の起源物質と推定）を、数学的な基準によって、固有値・固有ベクトルの形式で相関行列を分解する手法である主因子法により固有値（相関行列に内在している変数間の関連情報の中で、各変数を最も大きく関係付けさせることの出来る値）が1以上の因子を選択し、それら共通因子が個々の観測変数（黄砂の化学成分組成）に影響を与えている（負荷を与えている）という結果から、観測値の解釈を行った。

また、その解釈には、それぞれの因子が観測変数に与える負荷量について、各因子間に相関がないと仮定し因子軸（行列）の回転を行い、解析構造を単純化（因子負荷量の分散値が最大となるように）して解釈を行った。

図-8 (1) 因子負荷量 (第1因子-第2因子)

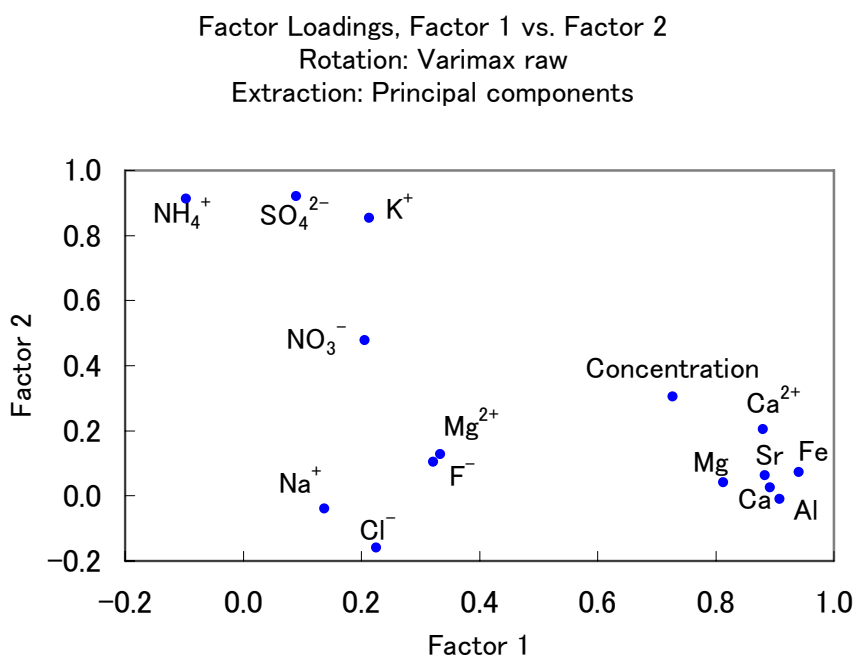
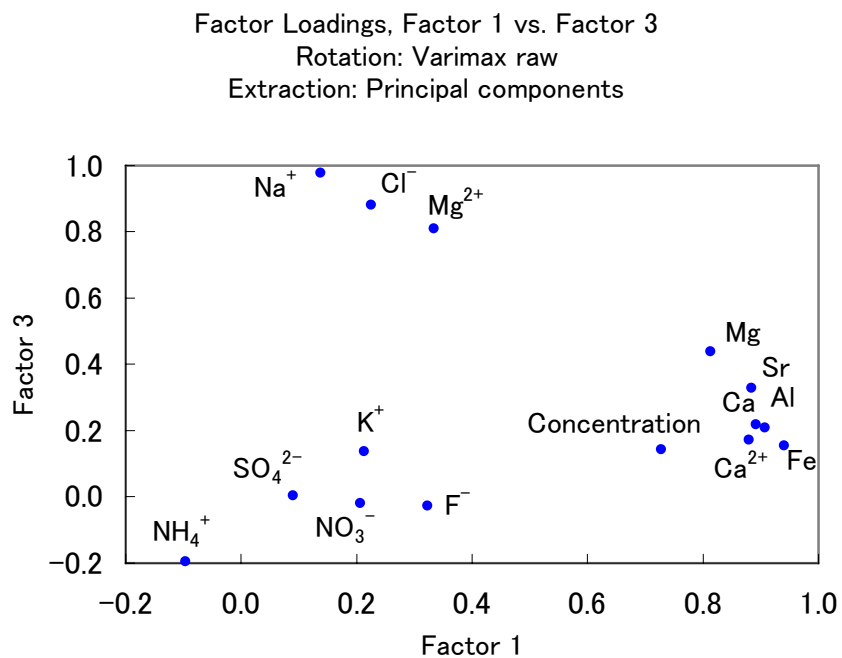


図-8 (2) 因子負荷量 (第1因子-第3因子)



3) 因子毎の濃度と合計濃度の推定

抽出された3因子は、浮遊粒子状物質を構成する物質の3つの起源を表すことが推定されたので、因子得点を用いて、各試料の上記3起源の成分構成を試算した。解析には、金属成分5項目とイオン成分9項目の14項目を利用した。

濃度と試算に当たっては、鉍物粒子、燃焼起源物質、海塩粒子の標準的な成分比率を設定した。

鉍物粒子は、(独) 国立環境研究所が中国大陸で収集した鉍物試料の元素構成として既報された論文から構成成分を引用した。ただし、Ca濃度は地域差が大きいので、今回の調査で得られた値を用いて補正した。

燃焼起源物質は、硫酸、硝酸、フッ酸のカリウム塩、アンモニウム塩から構成されているとして、今回の調査で得られた値を用いて構成比率を設定した。

海塩粒子は海水の成分比率から計算した。

上記3種類の標準物質構成成分を表-14に示す。

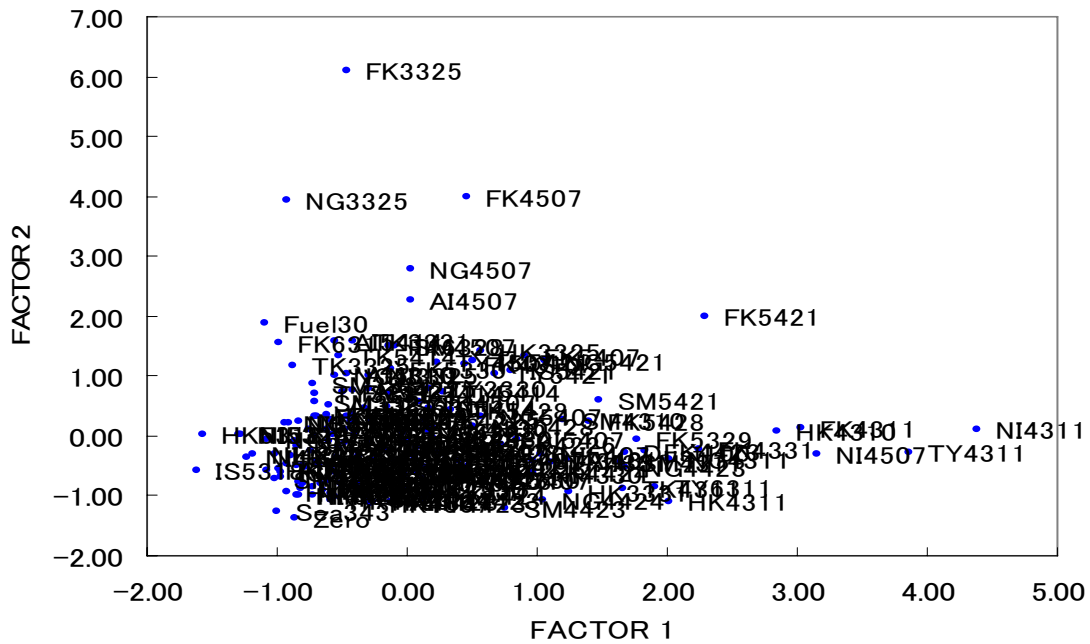
表-14 標準物質構成成分

名称	鉍物粒子		燃焼起源物質		海塩粒子	
	μg	%	μg	%	μg	%
濃度	100.0	100.0	30.0	100.0	3.43	100.0
Mg	1.60	1.60	0.0	0.0	0.1272	3.71
Al	6.05	6.05	0.0	0.0	0.0	0.0
Ca	3.93	3.93	0.0	0.0	0.0401	1.17
Fe	3.03	3.03	0.0	0.0	0.0	0.0
Sr	0.0265	0.0265	0.0	0.0	0.0008	0.023
F ⁻	0.0	0.0	0.05	0.17	0.00014	0.0041
Cl ⁻	0.0	0.0	0.0	0.0	1.898	55.34
NO ₃ ⁻	0.0	0.0	6.9	23.0	0.0	0.0
SO ₄ ²⁻	0.0	0.0	16.1	53.7	0.2649	7.72
Na ⁺	1.38	1.38	0.0	0.0	1.0556	30.78
NH ₄ ⁺	0.0	0.0	5.2	17.3	0.0	0.0
K ⁺	0.185	0.185	0.70	2.3	0.0	0.0
Mg ²⁺	0.160	0.160	0.0	0.0	0.1272	3.71
Ca ²⁺	1.97	1.97	0.0	0.0	0.0401	1.17
	出典：Nishikawa, M. <i>et. al.</i> : Preparation and evaluation of certified reference materials for Asian mineral dust, Global Environmental Research, 4(1) 103-113, 2000、ただしCa濃度は本論文の値の0.65倍とした。 Caは5割、MgとKは1割が溶出するとした		各項目の計算値が実測値を再現できるように設定した		出典：地球環境ハンドブック、朝倉書店、1994 Kは海面では消費されているとした	

表-14に示した標準物質と、全ての要素が0のデータを含めて、再度因子分析を行い、各試料の因子毎の因子得点を用いて濃度の計算を行った。因子分析は、試料の各濃度を因子の一次結合として表現する。そのため、各試料の因子得点は直線性が確保されている。従って、ゼロデータと標準物質データ間の当該因子についての差と標準物質の濃度から、因子軸のスケール値を計算し、それをもとに各試料の因子濃度を推計した。標準物質は、正確には因子軸とは完全に一致はしていないため、この設定にはある程度誤差が生じることは避けられないが、各因子得点を濃度の推計値として表現することにより、因子間の濃度の相対的な比較ができるようになる。

各試料の因子得点を図-9に示す。また、濃度0の因子量と各試料の因子量の差と、標準物質との関係から3因子の濃度を求めて合計した結果を図-10に示す。これを、実際の濃度との関係と比較したのが図-11である。計算値と実測値には良い相関が見られ、この結果から、この計算方法で浮遊粒子状物質の各因子成分の量を推定することが可能となった。ただし、FとNO₃⁻は相関が低く、上記3因子以外の要因により濃度が変動するものと考えられる。これについては後述する。

図-9 (1) 各試料の因子得点 (第1因子-第2因子)



注 ラベル表示

NG:長崎、FK:太宰府、SM:松江、IS:金沢、AI:犬山、TY:立山、NI:巻、TK:つくば、HK:札幌
 数字は年(1桁)+月(1桁)+日(2桁)を示す

図-9 (2) 各試料の因子得点 (第1因子-第3因子)

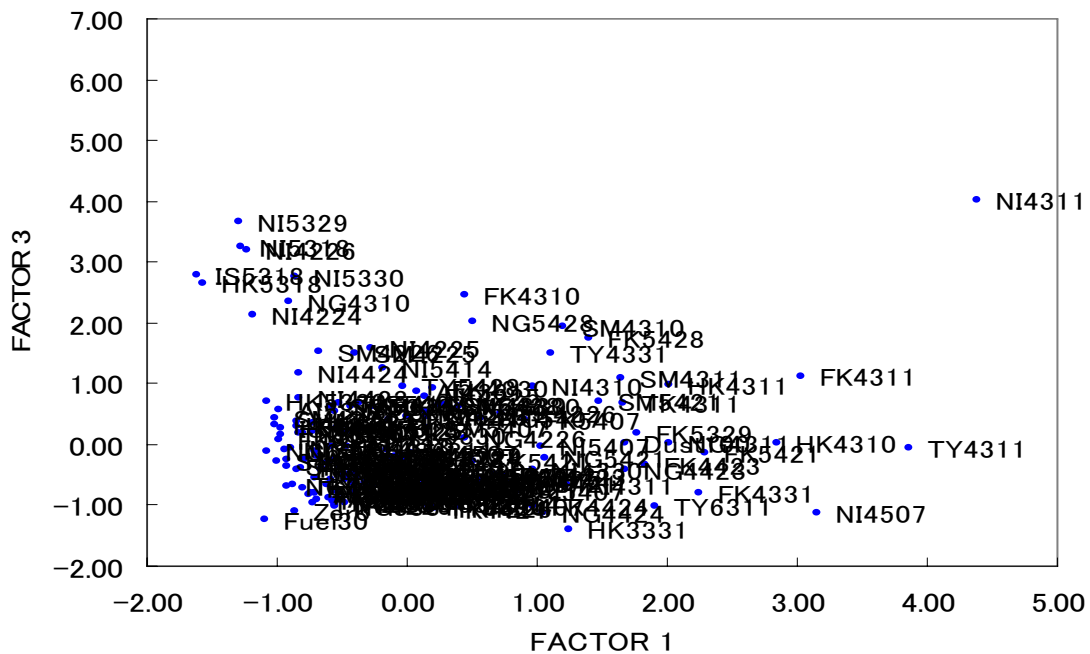


図-10 (1) 因子毎の濃度計算結果 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (地点毎)

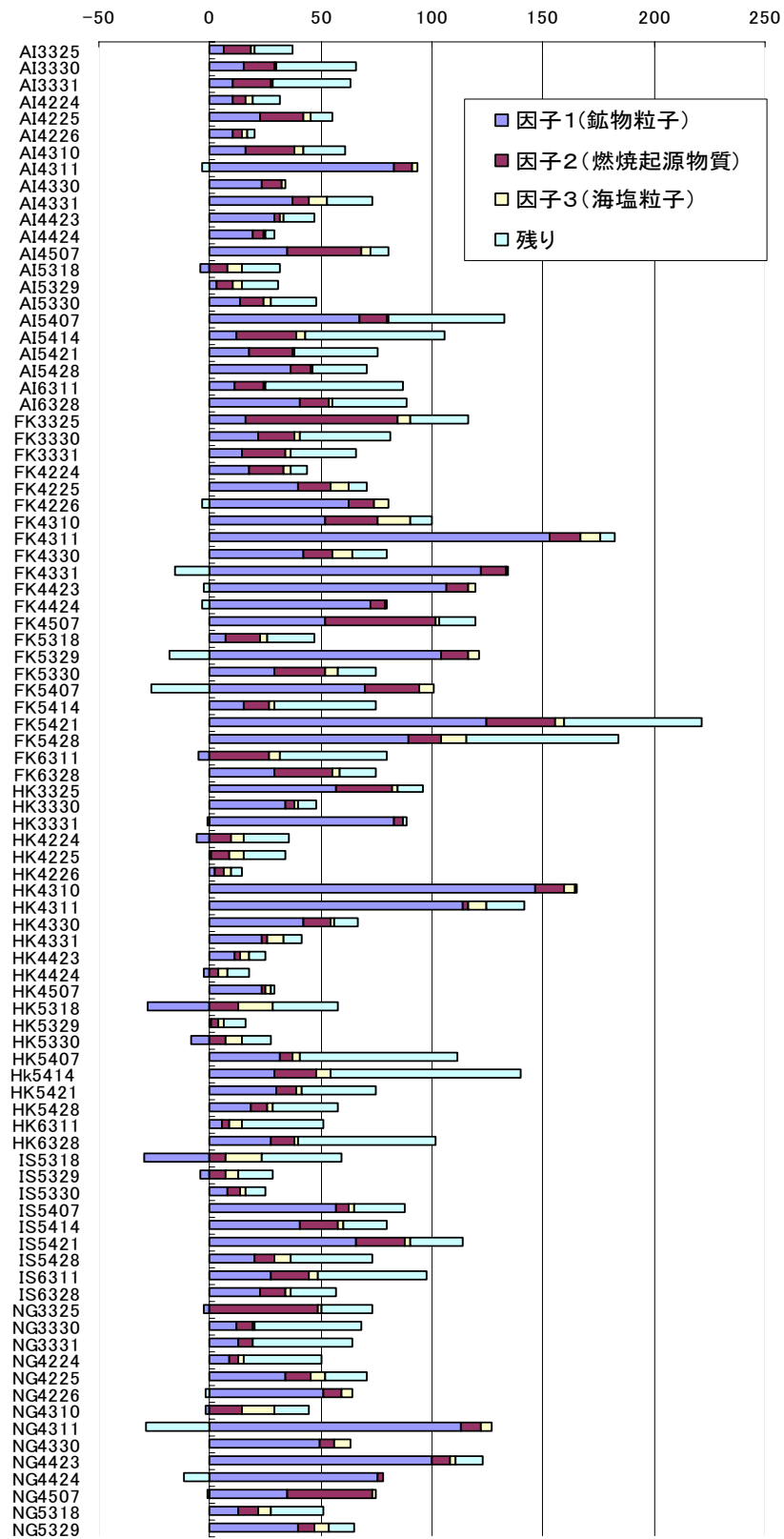
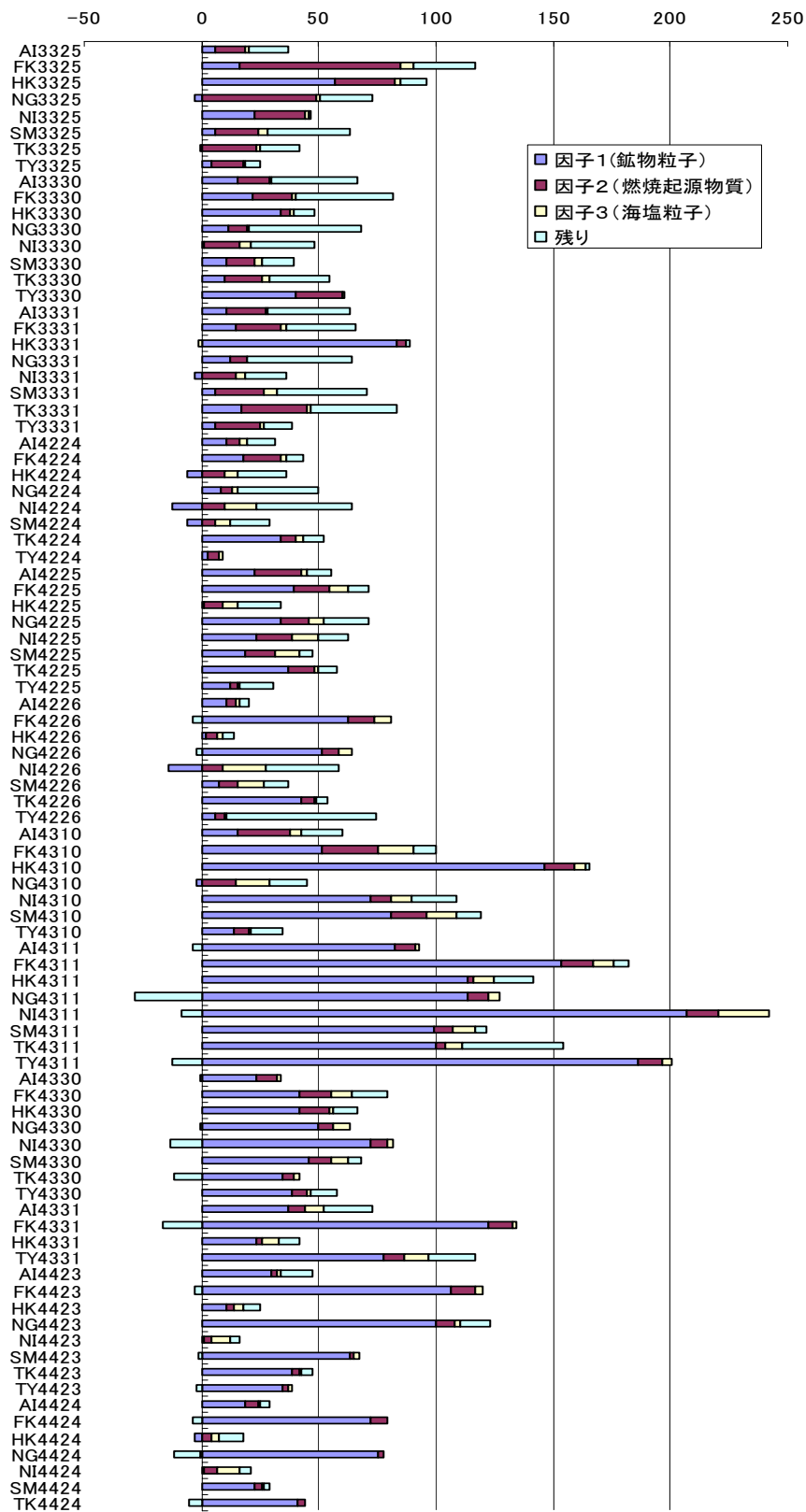


図-10 (2) 因子毎の濃度計算結果 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (調査日毎)



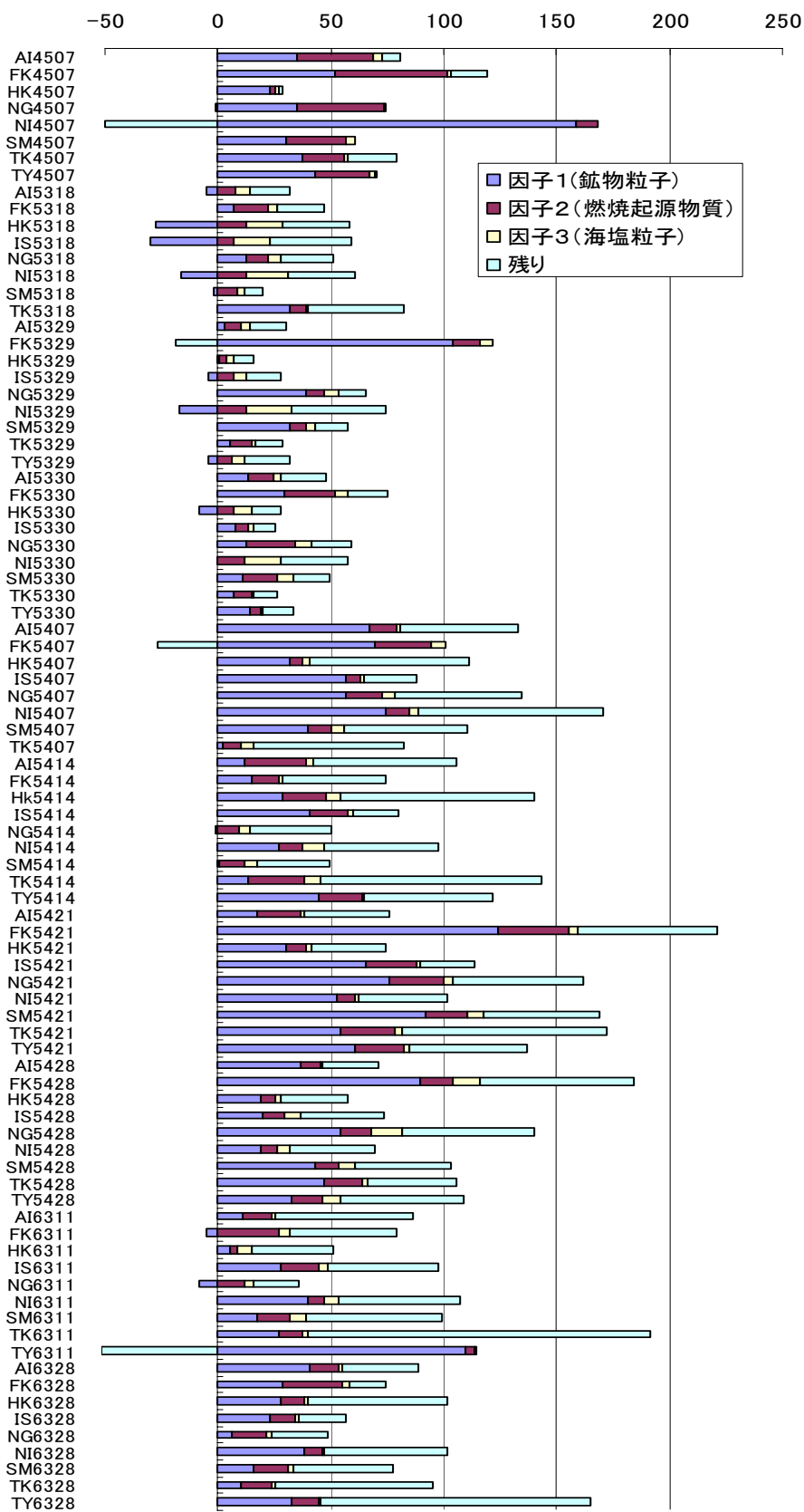


図-11(1) 濃度測定値と計算値の比較 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 (濃度、Mg、Al、Ca、Fe、Sr、F⁻、Cl⁻)

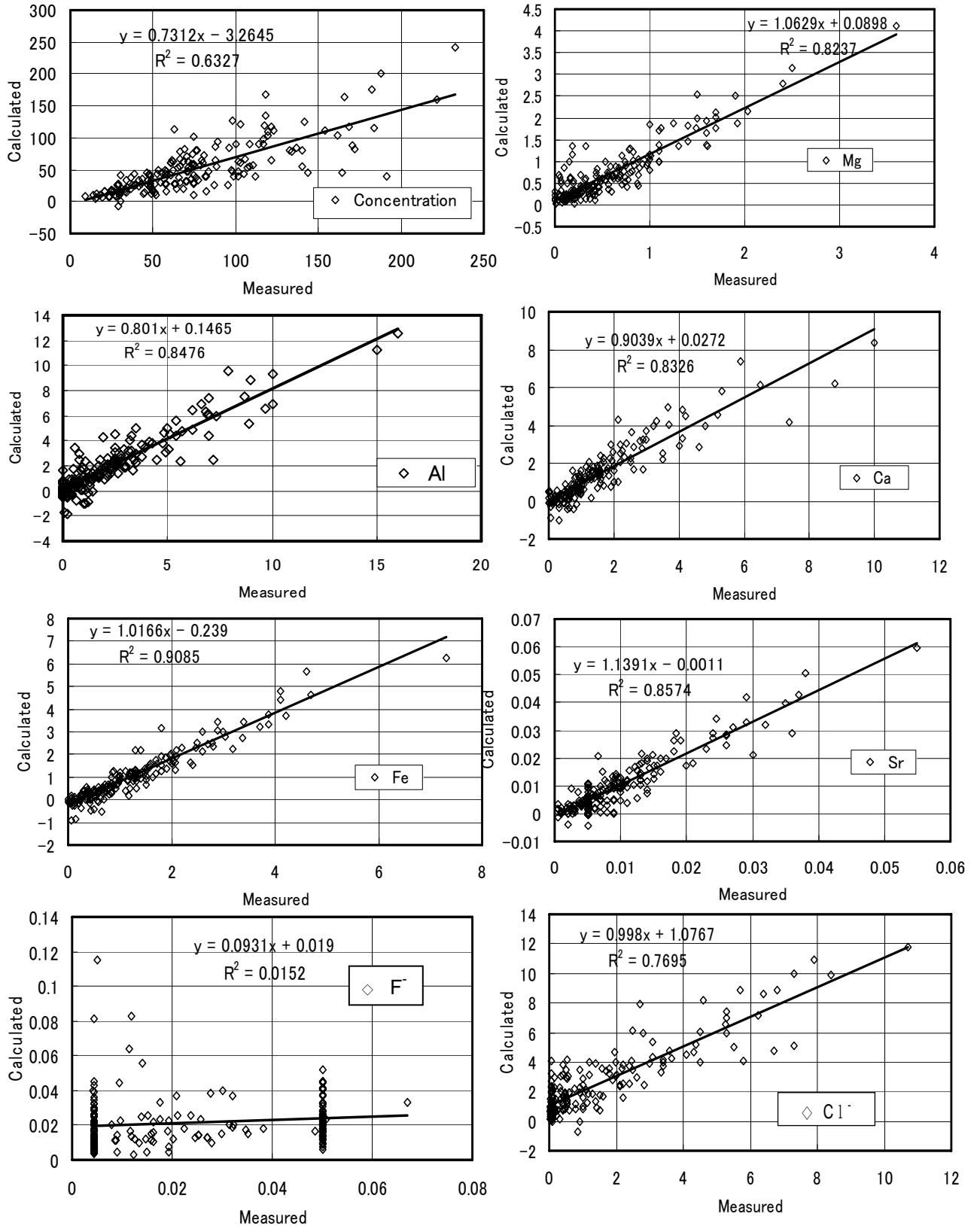
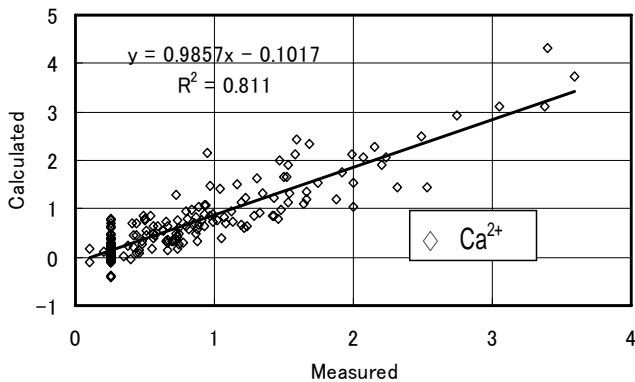
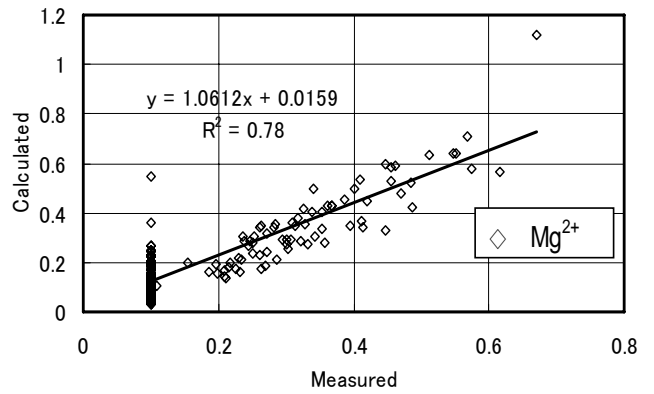
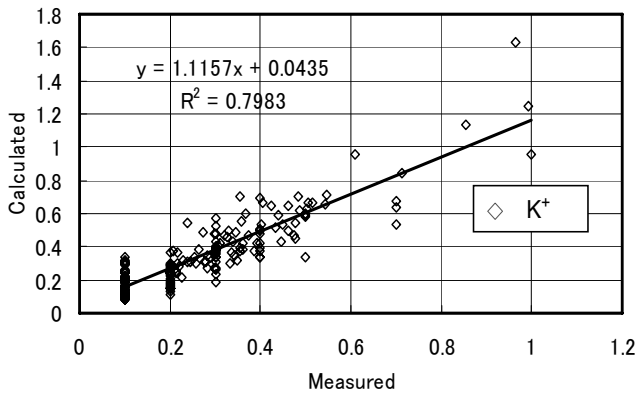
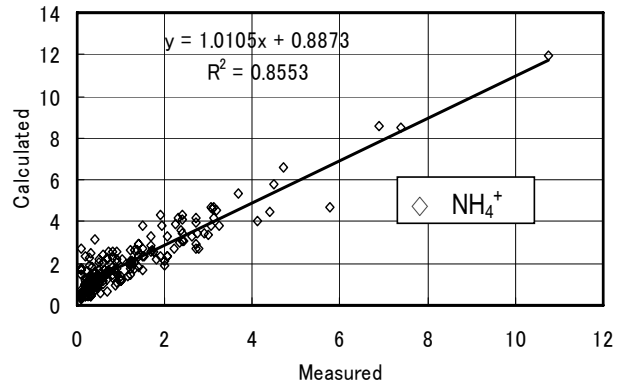
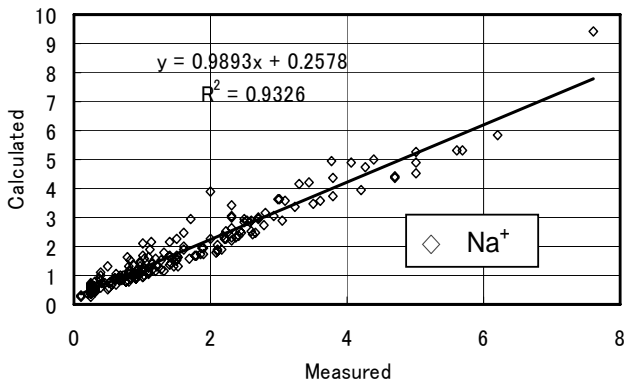
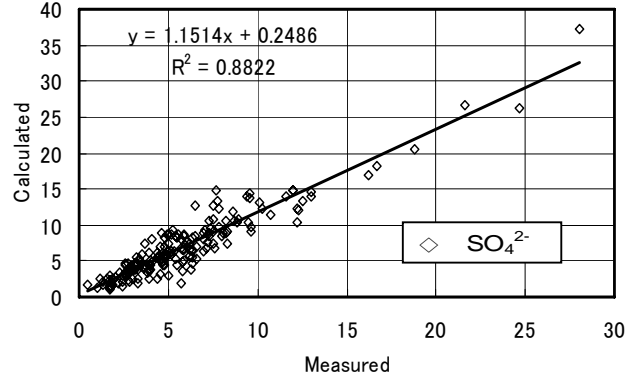
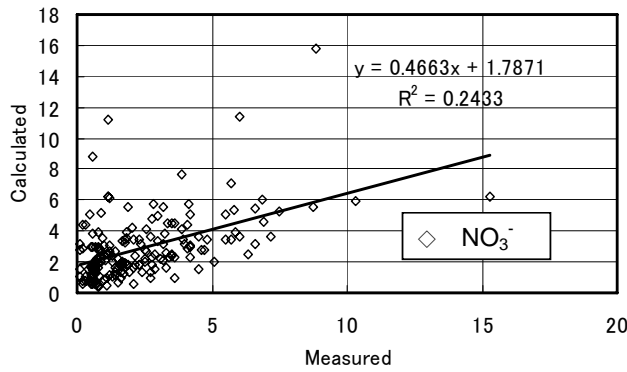


図-11(2) 濃度測定値と計算値の比較 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 (NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+})



上記で計算された因子毎の濃度を地点毎、調査日毎に平均してその傾向を分析した。地点毎、調査日毎、黄砂の有無別の平均を表－15（1）、及び（2）に示す。

本調査の期間中に測定された浮遊粉じんの濃度については、平均的には、約45%が鉱物由来、約17%が燃焼由来、約6%が海塩由来、その他が約32%と計算された。

地点毎の比率を見ると、第1因子（鉱物粒子）は太宰府、長崎、立山、札幌などの日本海側の地点が高い傾向が見られた。第2因子（燃焼）については西日本、日本海側、首都圏、中京が高い傾向がある。第3因子（海塩）は日本海側（松江、巻）が高いが、その他の地点についても、札幌が高く、太平洋側（犬山、つくば）や高地（立山）などが低い傾向が見られた。

次に、黄砂の有無による分類を行った。第1因子は黄砂時には比率が高く、弱い黄砂時、非黄砂時になるに従って値が低くなっていった。一方、第2～3因子は、比率は黄砂の有無による差異はあまりない。このことより、黄砂／弱い黄砂／非黄砂の分類は、主に第1因子の違いによってもたらされたものといえることができる。

表－15（1） 調査地点毎の各因子の比率計算値

調査地点	因子1 %	因子2 %	因子3 %	その他 %
長崎	46.3	18.6	6.3	28.9
太宰府	56.7	21.2	5.2	16.8
松江	42.9	17.0	8.6	31.6
金沢	35.3	17.4	7.5	39.8
犬山	38.0	20.8	4.2	37.0
立山	54.8	14.5	3.1	27.6
巻	45.0	13.3	11.1	30.5
つくば	36.4	15.2	3.2	45.3
札幌	45.5	12.3	6.9	35.2
平均	45.1	16.8	6.2	31.8

注：因子分析を行った試料の平均から比率を求めたもので、すべての試料を用いている訳ではない。

それぞれの因子で、平均より大きくなった値を網掛けで示した

表－15（2） 黄砂／弱い黄砂／非黄砂辞の各因子の計算値

調査地点	因子1 %	因子2 %	因子3 %	その他 %
黄砂時	61.4	15.6	5.5	17.5
弱い黄砂時	41.4	13.3	5.7	39.6
非黄砂時	35.2	21.0	7.1	36.7

注：因子分析を行った試料の平均から比率を求めたもので、すべての試料を用いている訳ではない。

それぞれの因子で、平均より大きくなった値を網掛けで示した。

4.4 特徴的な黄砂現象の解析

1) モデルによる黄砂現象の解析

サンプリング試料の濃度分布が特徴的な調査日について、CFORS による大気場の状況から、浮遊粒子状物質の起源を考察する。考察は以下の3調査日を取り上げた。2004年3月11日は全国的に強い黄砂が飛来し、多くの地点で高濃度の鉍物成分が測定されたが、燃焼起源物質濃度は平均濃度レベルであった。2003年3月25日は気象庁の黄砂の発表があるが、試料中に占める鉍物粒子の比率が低く、燃焼起源物質が多く見られた。2004年5月7日は鉍物粒子と燃焼起源物質の両方の濃度が高く、大陸由来の大気汚染物質が黄砂粒子と共に捕集されたことが想定された。この日のCFORSによる粒子状物質と硫酸塩の予想分布図を図－12に示す。

2003年3月25日には、CFORSでは大陸から汚染気塊の飛来が見られている。鉍物粒子（黄砂）の飛来もあるが高濃度域は日本列島に到達していない。2004年3月11日には、大陸からの大規模な黄砂飛来が計算されている一方で、CFORSでは汚染気塊の飛来は見られない。2004年5月7日には西日本に黄砂と大気汚染が共に到達している。以上の傾向は、今回の一斉サンプリング調査の結果と一致するものである。このように、気象条件等により、様々な飛来形態があることが分かった。

図-12 (1) CFORSによる粒子状物質と硫酸塩の予想分布図 (2004年3月11日)

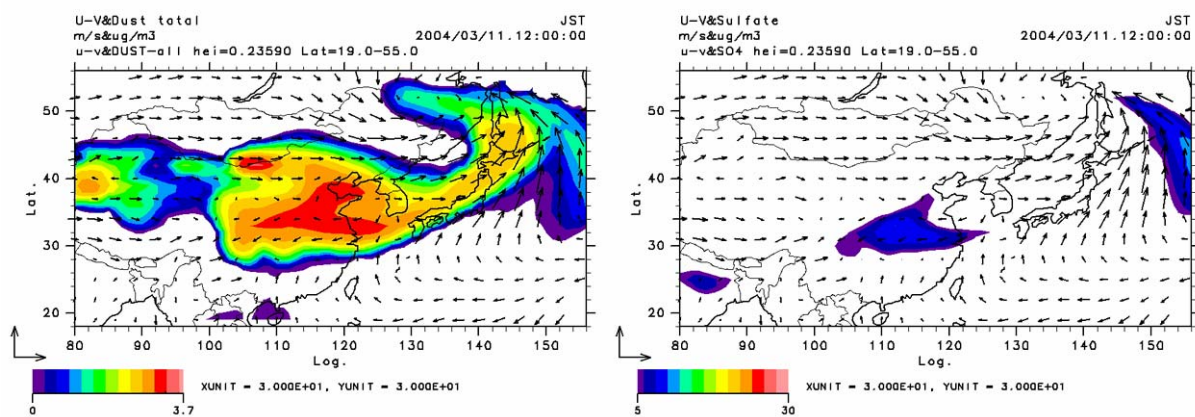


図-12 (2) CFORSによる粒子状物質と硫酸塩の予想分布図 (2003年3月25日)

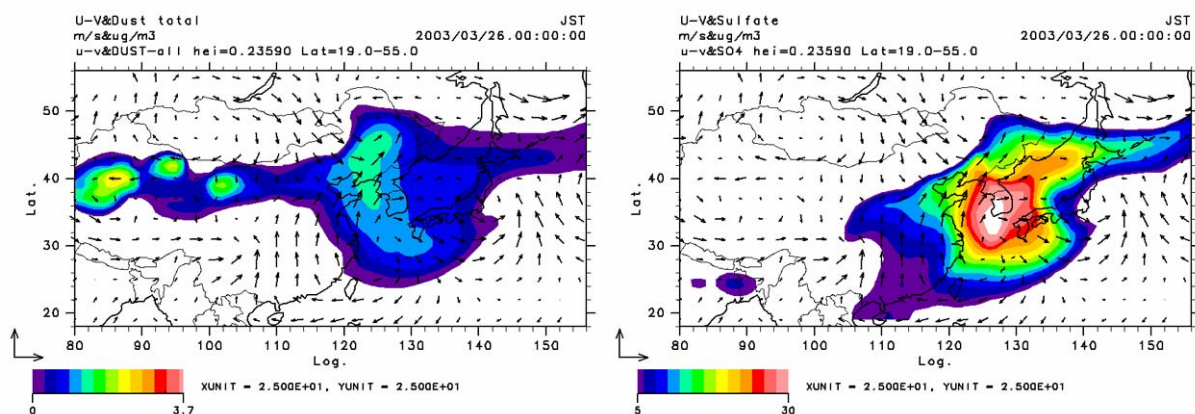
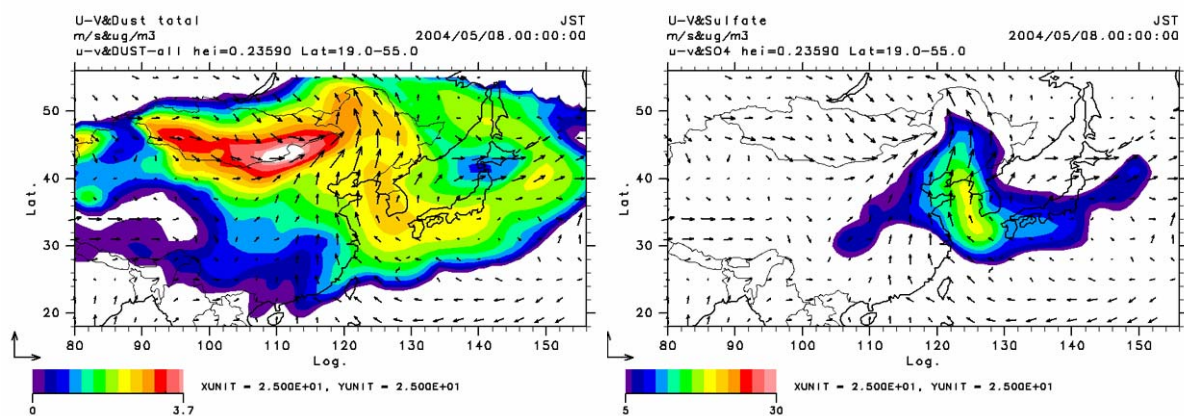


図-12 (3) CFORSによる粒子状物質と硫酸塩の予想分布図 (2004年5月7日)



2) 燃焼起源物質の解析

燃焼により生成する物質の内、フッ素は石炭の燃焼に際して放出される。石油にはフッ素がほとんど含まれないことから、試料中のフッ素の量を分析することにより、燃料の種類を推定できる可能性がある。

燃焼により発生する二酸化硫黄より生成されたと考えられる nss-SO_4^{2-} と nss-F^- との関係を図-13 (1) に示した。同様に、 NO_3^- と nss-SO_4^{2-} も図-13 (2) に示した。

この結果、特定の日の試料には、 nss-SO_4^{2-} と nss-F^- に一定の比例関係があるように見える。その比例関係は、日によって大きく異なり、 nss-F^- がほとんど検出されない日もある。このことから、この比を、到着した大気汚染物質が中国のどこを経由してきたかを知る指標として利用可能なことが示唆された。なお、図のプロットから、 $\text{nss-F}^-/\text{nss-SO}_4^{2-}$ は 0 から 0.01 の間で、 $\text{NO}_3^-/\text{nss-SO}_4^{2-}$ は 0 から 1.5 の間で変化する傾向が読み取れる。

次に、地点毎、調査日毎の nss-F^- 及び NO_3^- と nss-SO_4^{2-} の比の平均値を表-16 (1) に示す。さらに、図-14 に、表-16 (2) で示した調査日毎の平均が特徴的な 2003 年 3 月 25 日、2004 年 3 月 11 日、2004 年 5 月 7 日の散布図を示す。 nss-SO_4^{2-} と nss-F^- は、各調査日に関しては比較的直線性が高い傾向がある。 nss-SO_4^{2-} と NO_3^- とは、2004 年 3 月 11 日のように比較的良い直線性を示すものもあるが、地点によるばらつきが大きい。試料間の直線性は、その試料の同一性を示唆し、直線性が高い場合、大陸から日本の広範囲に渡って飛来した物質である可能性がある。一方、国内の局地的な要因による物質については、直線性を示さないことが推定される。

図-13 (1) nss-SO₄²⁻と nss-F との関係 (μg/m³)

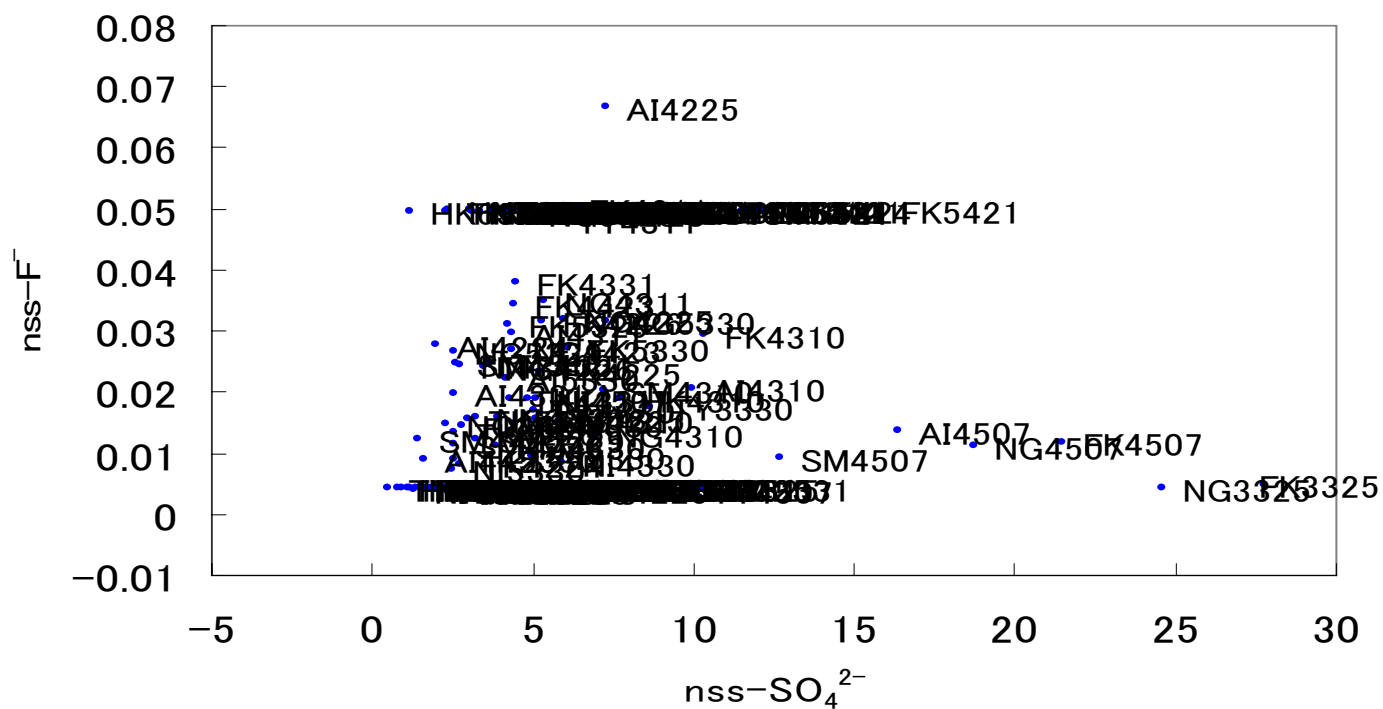
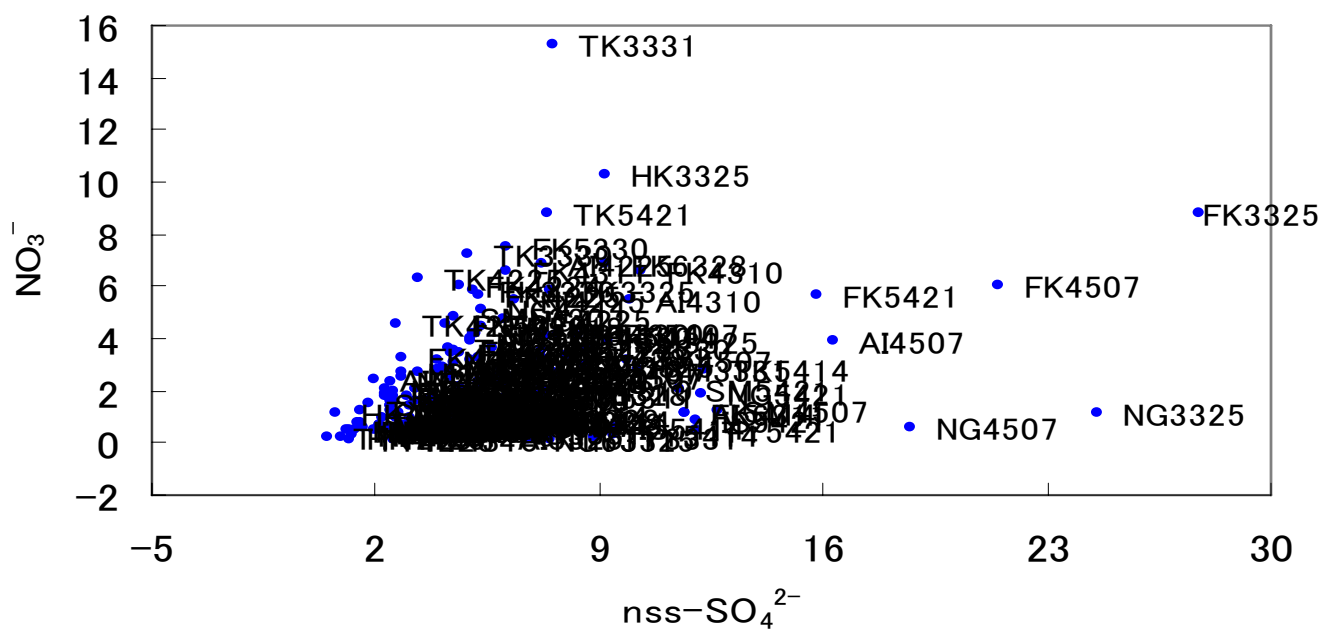


図-13 (2) nss-SO₄²⁻と NO₃⁻ との関係 (μg/m³)



表－16（1）地点毎のnss-SO₄²⁻とnss-F、NO₃⁻比の平均

地点	nss-F ⁻ /nss-SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻ /nss-SO ₄ ²⁻
長崎	0.0050	0.4225
太宰府	0.0044	0.7101
松江	0.0045	0.4637
金沢	0.0062	0.2330
犬山	0.0052	0.4200
立山	0.0044	0.2646
巻	0.0054	0.4374
つくば	0.0046	0.7682
札幌	0.0066	0.5200
平均値	0.0051	0.4711

表－16（2）調査日毎のnss-SO₄²⁻とnss-F、NO₃⁻比の平均

調査開始日		nss-F ⁻ /nss-SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻ /nss-SO ₄ ²⁻
2003	3月25日	0.0005	0.3872
	3月30日	0.0013	0.7300
	3月31日	0.0007	0.5409
2004	2月24日	0.0032	0.9637
	2月25日	0.0043	0.9098
	2月26日	0.0039	0.4175
	3月10日	0.0024	0.3987
	3月11日	0.0072	0.6557
	3月30日	0.0021	0.4066
	3月31日	0.0062	0.4991
	4月23日	0.0052	0.4720
	4月24日	0.0034	0.6051
	5月7日	0.0016	0.4425
2005	3月18日	0.0021	0.3612
	3月29日	0.0036	0.4673
	3月30日	0.0033	0.6518
	4月7日	0.0118	0.4942
	4月14日	0.0067	0.1840
	4月21日	0.0062	0.3460
2006	4月28日	0.0112	0.2966
	3月11日	0.0131	0.2088
	3月28日	0.0093	0.3942
平均		0.0050	0.4924

図-14 (1) nss-SO₄²⁻とnss-Fとの関係 (2003年3月25日)

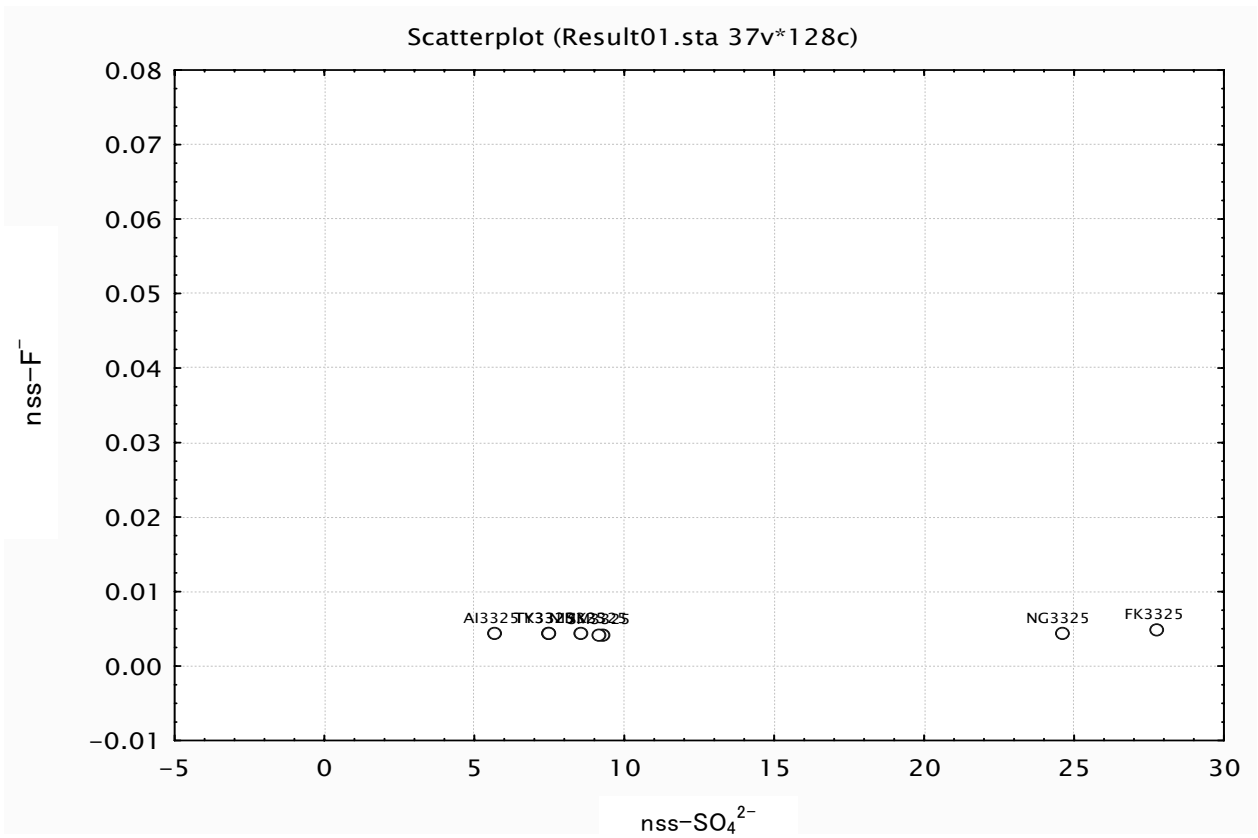


図-14 (2) nss-SO₄²⁻とnss-Fとの関係 (2004年3月11日)

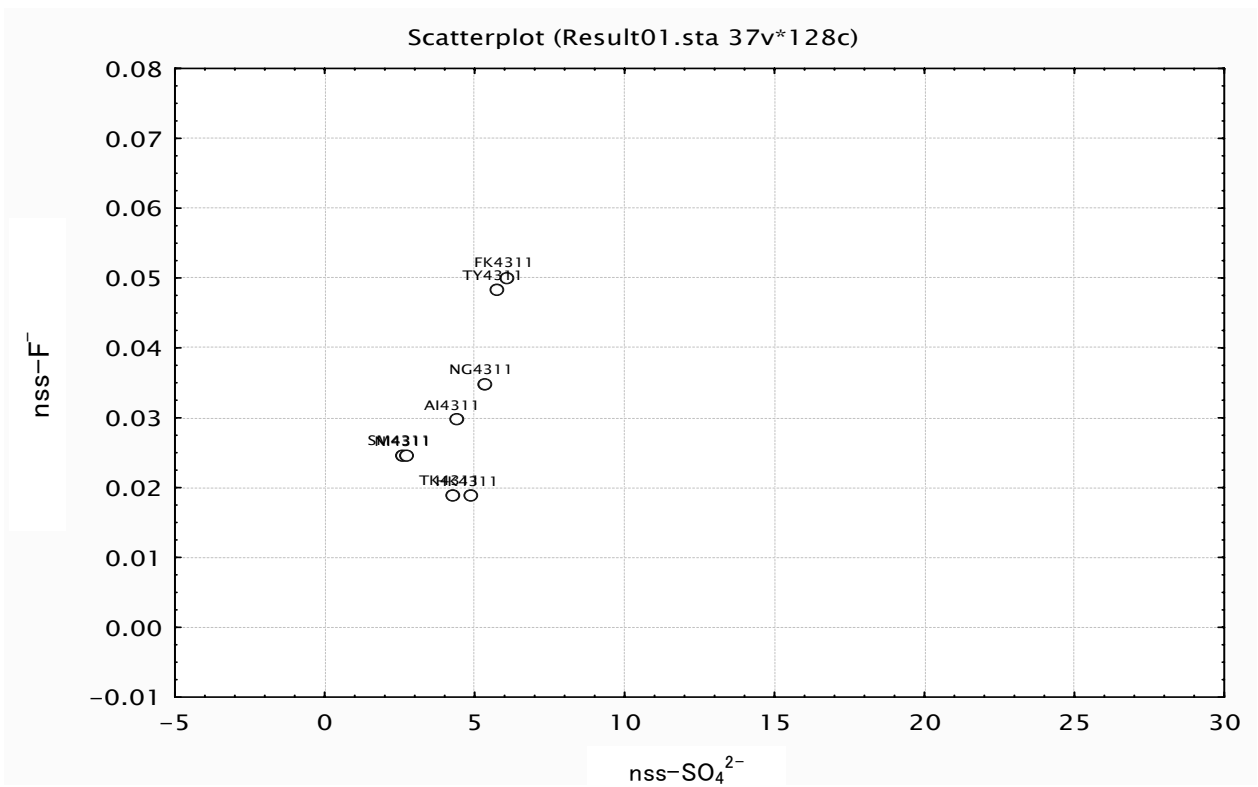


図-14 (3) nss-SO₄²⁻とnss-Fとの関係 (2004年5月7日)
Scatterplot (Result01.sta 37v*128c)

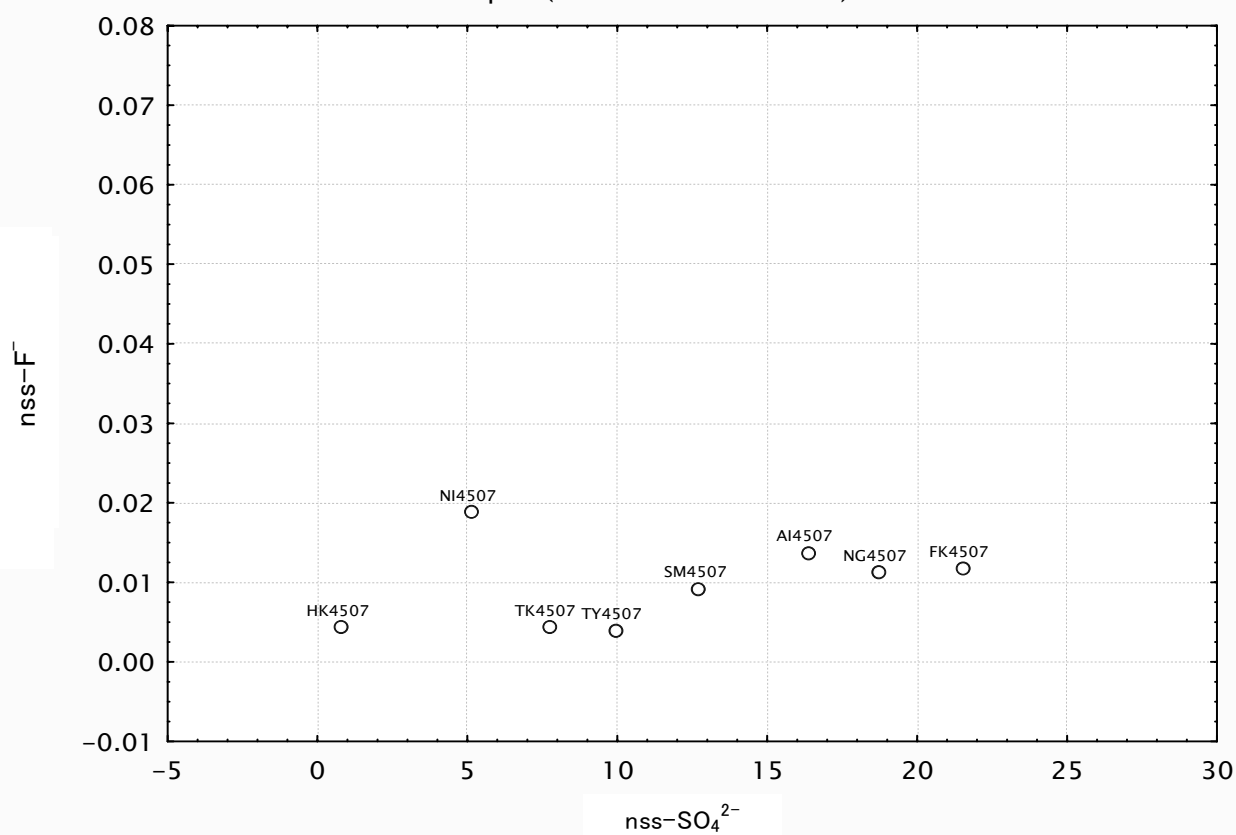


図-14 (4) nss-SO₄²⁻とNO₃⁻との関係 (2003年3月25日)

Scatterplot (Result01.sta 37v*128c)

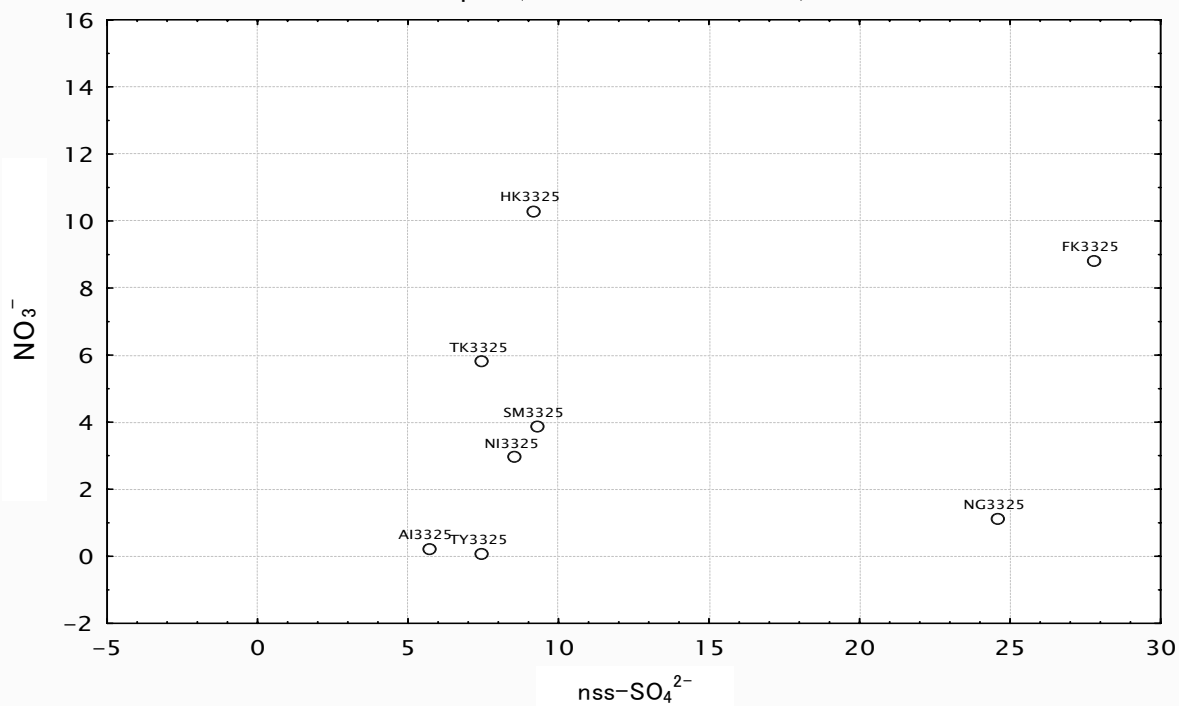


図-14 (5) nss-SO₄²⁻とNO₃⁻との関係 (2004年3月11日)

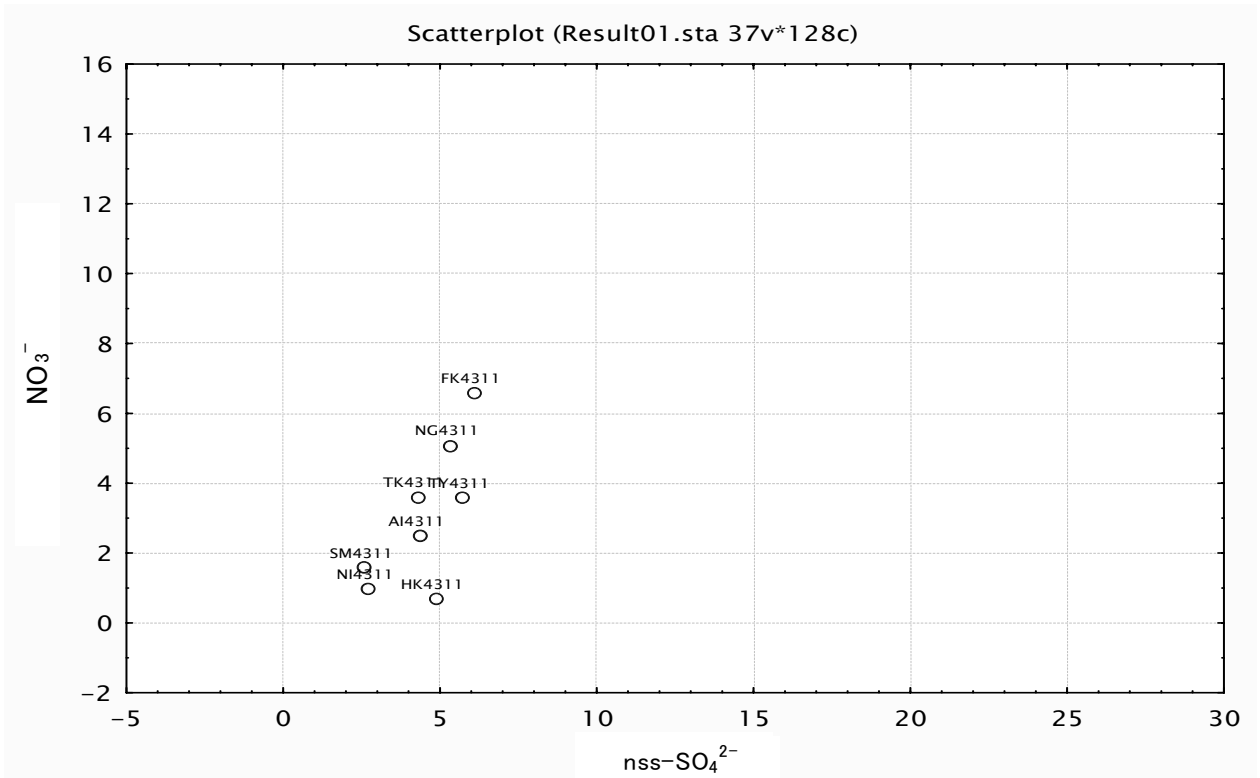
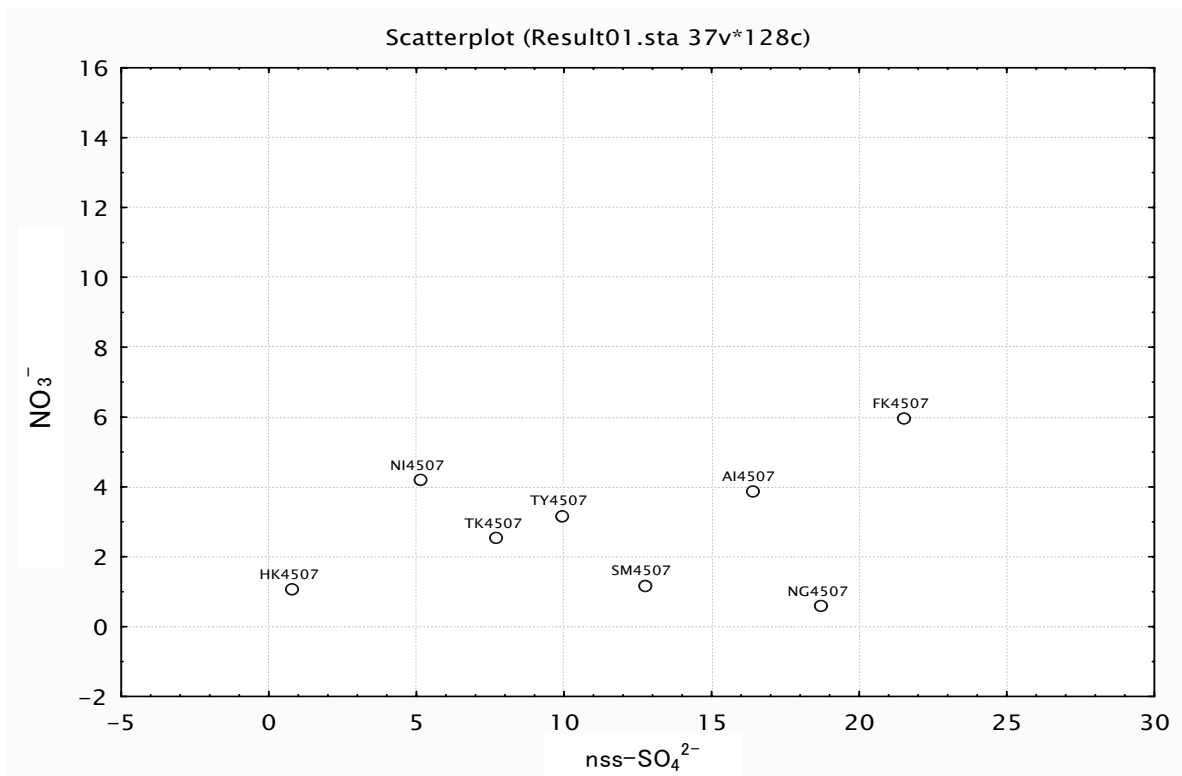


図-14 (6) nss-SO₄²⁻とNO₃⁻との関係 (2004年5月7日)



3) 鉍物起源物質の解析

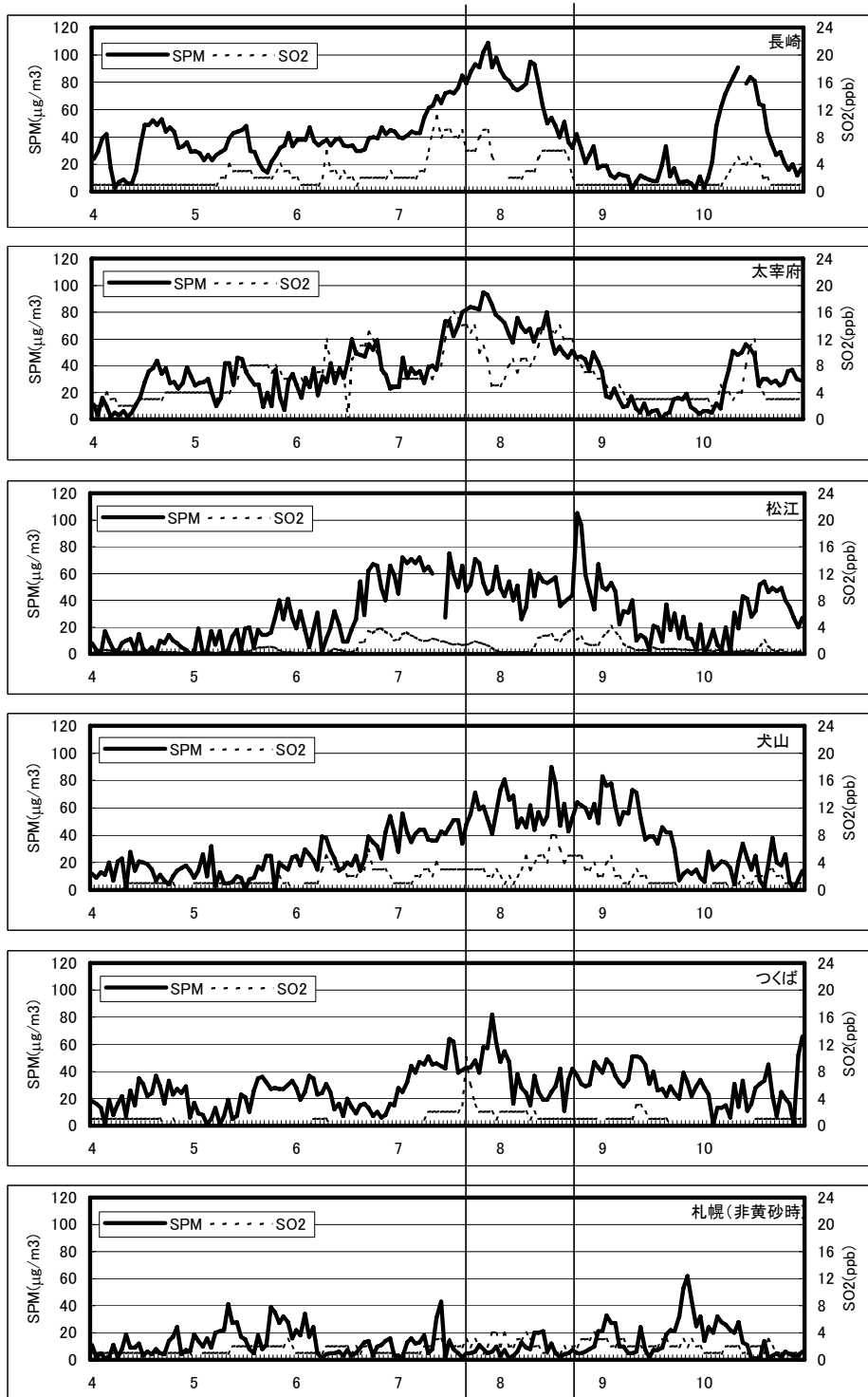
鉍物中のカルシウム (Ca) は地域によって含有量が大きく異なり、その鉍物の産地を推定する指標になり得る元素である。特に日本の土壌は大陸に比べ Ca が少なく、その特徴を利用して大陸から飛来した鉍物粒子と日本国内で巻き上げられた鉍物粒子を判別する可能性が期待された。鉍物粒子内で安定的に存在する Al と nss-Ca の関係を図-15 (1) に示す。両者は、基本的には良い相関を示している。この中で、調査日毎に濃度比に特徴的な傾向が見られる場合 (nss-Ca/Al 比が大きくなる場合)、その試料は大陸から飛来したという可能性が高い。今回分析した試料の中で、鉍物粒子濃度の低い試料では、比の計算の誤差が大きくなるので、nss-Ca、Al がともに $2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の濃度を有する試料のみを見ると、nssCa/Al 比は 0.2 から 1.2 の間で変化していた。

一方、黄砂時と非黄砂時の差異をより明確に表すと言われている nss-Ca²⁺ と Al の関係を図-15 (2) に示す。この結果からは、特定の日に nss-Ca²⁺/Al 比が高くなる傾向は見られず、鉍物粒子の発生が日本国内か大陸かを特定することはできなかった。

4) 二酸化硫黄との相互関係に関する検討

黄砂粒子は大気中の二酸化硫黄を粒子表面に吸着する性質があるといわれている。そこで、黄砂飛来時の浮遊粒子状物質（SPM）と二酸化硫黄（SO₂）の濃度変化を分析し、黄砂と二酸化硫黄の相互作用を検討した。図-16には、黄砂と同時に大気汚染物質が飛来したとされる2004年5月7日～8日前後の大気環境測定所におけるSPM濃度とSO₂濃度の時間経過を示す。これによると、西日本（長崎、太宰府、松江）の地点において、6日あるいは7日からSPM濃度が上昇し、9日に下がっていた。一方、SO₂は途中の8日深夜付近に一旦低下する傾向が見られた。この時間帯に黄砂が飛来していたとすると、黄砂が周辺の大気汚染物質を吸着した可能性が示唆される。なお、この日、太平洋側の犬山とつくばではSO₂の明確な減少が見られず、札幌は黄砂の飛来自体が見られなかった。このような傾向が常に見られるかどうかは更に検討する必要があるが、解析結果は、黄砂の相互作用の可能性を否定するものではなかった。

図-16 黄砂飛来時の浮遊粒子状物質、二酸化硫黄の変化の例



長崎： 稲佐小学校大気環境測定所
 太宰府： 太宰府大気環境測定所
 松江： 松江大気環境測定所
 犬山： 国設犬山酸性雨測定所
 つくば： (独) 国立環境研究所
 札幌： 国設札幌大気環境測定所

4.5 黄砂沈着量の試算

黄砂あるいは弱い黄砂が飛来したとされる日・地点において、黄砂濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) と沈降速度から、単位面積あたりの沈着量を試算する。

まず、黄砂粒子の自由沈降（ストークス沈降^{viii}）速度を試算する。ストークスの式を以下に示す。

$$v = \frac{g \cdot (\rho_s - \rho) \cdot d^2}{18\mu}$$

v : 沈降速度 (m/s)

g : 重力加速度 ($9.8\text{m}/\text{s}^2$)

ρ_s : 粒子密度 ($2400\text{kg}/\text{m}^3$)

ρ : 空気の密度（無視した）

d : 粒径 (m)

μ : 粘性係数 (0°C において $17.1 \times 10^{-6}\text{Pas}$)

つまり、沈降速度は、粒径の2乗に比例する。

粒径分布の分析（既報：黄砂検討会報告書（平成17年9月））結果から、黄砂粒子は平均粒径 $4\mu\text{m}$ の対数正規分布をすることが示されている。対数正規分布のデータセットの2乗の分布は、平均が2倍の対数正規分布となるので、沈降速度の計算のための代表径を $8\mu\text{m}$ とした。その結果、黄砂粒子は1日あたり 422m 降下することが計算された。

$$v = \frac{9.8 \times (2400 - 0) \times (8 \times 10^{-6})^2}{18 \times 17.1 \times 10^{-6}} = 4.89 \times 10^{-3} \text{ (m/s)} = 422 \text{ (m/日)}$$

これに基づき、表-2の濃度から黄砂の沈着量を下式により推計した。

$$m = c \times v$$

m : 沈着量 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{s}$)

c : 浮遊粉じん濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

v : 沈降速度 (m/s)

$$m = c \times 4.89 \times 10^{-3} \text{ (}\mu\text{g}/\text{m}^2\text{s)} = 0.422 \times c \text{ (kg}/\text{km}^2 \text{日)}$$

^{viii} 重力の影響下で粒子が粘性流体（水・空気など）を落下する速度と粒径の関係を表すもの。ストークス沈降においては、重力と粘性抵抗が釣り合った状態で等速落下する。

結果を表－１７に示す。実際の黄砂粒子の沈着には、自由沈降の他、輸送抵抗、高気圧による沈降、降雨による湿性沈着や凝集による沈着の促進などの様々な要因が影響を与えるため、この値はあくまで黄砂沈着の最小推定値を示したものであり、実際の黄砂の沈着量はもっと多いと考えられる。

表－１７ 黄砂の１日あたりの沈着量の推計 (kg/km²日)

調査開始日	長崎	太宰府	松江	金沢	犬山	立山	巻	つくば	札幌
2003.3.25	-	-	(27)	—	-	-	-	-	-
2003.3.30	(29)	-	-	—	-	-	-	-	(20)
2003.3.31	-	-	-	—	-	-	-	-	-
2004.2.24	(21)	-	-	—	-	-	-	(22)	-
2004.2.25	30	30	20	—	(23)	(13)	26	24	(14)
2004.2.26	(26)	-	-	—	-	-	-	(23)	-
2004.3.10	18	42	50	—	26	15	46	NA	70
2004.3.11	41	77	51	—	(38)	79	98	65	60
2004.3.30	26	(34)	29	—	(14)	24	-	(13)	-
2004.3.31	NA	(50)	NA	—	31	(49)	NA	NA	-
2004.4.23	(52)	(50)	(28)	—	-	-	-	(20)	-
2004.4.24	(28)	-	-	—	-	-	-	-	-
2004.5.07	31	50	26	—	34	30	50	33	-
2005.3.18	-	-	(8)	—	(11)	NA	(19)	(35)	-
2005.3.29	(28)	-	(24)	—	-	-	-	-	-
2005.3.30	-	-	21	—	-	-	-	(11)	-
2005.4.07	(9)	-	29	—	-	54	-	(51)	(14)
2005.4.14	(15)	NA	22	—	-	(39)	-	(25)	(29)
2005.4.21	40	NA	32	(27)	(39)	30	-	(22)	(31)
2005.4.28	(15)	-	(15)	—	-	33	-	38	39
2006.3.11	48	-	49	—	-	37	-	46	(21)
2006.3.28	47	54	30	—	-	(29)	-	28	(16)

注１：網掛け:黄砂、数字のみ:弱い黄砂、—:非黄砂、NA:データなし

注２：():SPM濃度から黄砂のピークを捕集できなかったと判断された日

5. 調査結果のまとめと今後の課題

5.1 調査結果のまとめ

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、巻において平均値より高くなるが多かった。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。
- ・ 本調査で浮遊粉じん濃度が最も高かったのは、2004年3月11日の巻で $233\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。また、観測地点付近の大気環境測定所における本調査期間中の浮遊粒子状物質（SPM）濃度を調べたところ、韓国の黄砂注意報レベルに達した日はなかった。本調査期間以前に大規模な黄砂が観測された際には、SPM濃度が $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えることがあり、本調査期間中に大規模な黄砂は飛来しなかった。
- ・ 本調査結果を、気象庁黄砂観測情報、浮遊粒子状物質濃度、ライダー装置による黄砂観測結果等を用いて、「黄砂」、「弱い黄砂」、「非黄砂」に分類を試みたところ、黄砂47回、弱い黄砂53回、非黄砂85回であった。それぞれの浮遊粉じん濃度の平均値は、黄砂時 $91.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、弱い黄砂時 $66.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、非黄砂時 $51.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。
- ・ 浮遊粉じん中の成分濃度の分布が特徴的な調査日(2003年3月25日、2004年3月11日、2004年5月7日)について、大気汚染物質等の輸送を数値計算により予測する大気拡散モデル（CFORS）の結果と比較したところ、よく一致しており、黄砂は飛来したが、燃烧起源物質は飛来していない日、黄砂はあまり飛来しないが、燃烧起源物質が多く飛来した日、黄砂と燃烧起源物質の両方が多く飛来した日がみられ、気象条件等により様々な飛来形態があることが分かった。

2) 黄砂の化学的性質

- ・ 観測期間中最も規模の大きかった黄砂の飛来時（2004年3月11日）における浮遊粉じん中の成分濃度の特徴は、非黄砂時と比較して、①鉍由来と考えられる金属元素（Mg、Al、Ca、Fe など）の濃度が特に高いこと、②硫酸イオン濃度が低いこと、③フッ化物イオンが検出されていること（非黄砂時試料では検出限界以下。石炭はフッ化物の含有量が多い化石燃料である。）、が見られた。他方、別の黄砂飛来時（2004年5月7日）には、①同様に金属元素濃度が高いものの、②硫酸イオン濃度が比較的高いこと、③フッ化物イオン濃度は検出下限値ぎりぎり程度に濃度が低いことが見られた。なお、この硫酸イオンの大部分は、黄砂発生源地域の土壌に含まれていたというより、黄砂と同時に飛来した。または、飛来過程で黄砂に吸着されたものと考えられる。

- 13種類（異性体を含めると21種類）の農薬について分析したところ、過去に実施された環境モニタリング調査結果と比較すると、本調査結果は同レベルまたは小さな値であった。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、また、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は大陸から飛来したものとはいえない。
- 黄砂の構成成分を解析するため、多変量解析（因子分析）により捕集した浮遊粉じんの成分を推定したところ、鉍物粒子由来、燃焼由来、海塩由来の3つの因子が抽出された。本調査の期間中に捕集された浮遊粉じんは、平均的には、約45%が鉍物由来、約17%が燃焼由来、約6%が海塩由来と計算された。また、鉍物粒子由来因子は西日本、日本海側が高い傾向にあり、燃焼由来因子は西日本、首都圏、中京圏が高い傾向があった。さらに、黄砂の有無による比較をしたところ、鉍物粒子由来の成分は黄砂時に濃度が高く、弱い黄砂時、非黄砂時になるに従って濃度が低くなっていった。一方、燃焼由来及び海塩由来の成分の濃度は、黄砂の有無による差異はあまりなかった。

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4段目（粒径3.3~4.7 μm ）がピークとなる頻度が高かった。ただし、長崎では、2004年3月30日（黄砂時）に2段目（7.0~11 μm ）がピークとなったことから、黄砂発生源に近い西日本地方では、飛来黄砂の粒径が大きめとなる可能性が示唆された。また、比較的規模の大きな黄砂飛来時（2004年3月11日）について、粒径分布を計算したところ、長崎を除いて何れも4 μm 付近にピークをもつ分布であることが分かった。

5.2 今後の課題

- 黄砂の飛来には、様々な形態（規模、飛来過程等）があるものの、本調査は年に3回から6回と回数に限られたものであり、半分近くの試料が「非黄砂」と判定されるなど、黄砂のみを的確に捕集したとは言い難い。また、本調査期間中に大規模な黄砂の飛来はなかった。こうしたことから、今後も調査を継続し、様々な形態の黄砂を捕集することが必要である。なお、調査を継続する際には、これまでの調査結果を踏まえ、分析項目を見直すなど効果的な調査方法を検討すべきである。
- 本調査結果では、硫酸イオン等大気汚染物質が黄砂に吸着している可能性が示唆されている。しかし、本調査では、捕集された硫酸イオン等が大気汚染物質の形態として捕集されたものか黄砂に吸着したものかを判別することができなかった。このため、本調査結果により得られた黄砂の粒径などを活用して、今後は捕集方法を工夫し、黄砂に吸着した大気汚染物質が判別できるように調

査を行う必要がある。

- ガス状あるいはガス化しやすい有機化合物が物理吸着によってフィルター試料上に保持されている場合、一般的には、大流量の空気が通過することによって捕集フィルターから脱離する。ハイポリウム試料上でも強く保持されている農薬を中心に実態調査を行ったわけであるが、脱離したあるいはガス状で通過した農薬との存在比を直接確かめる必要がある。
- 黄砂の飛来ルートや黄砂と大気汚染物質との関係等についてより詳細に検討するため、中国や韓国など関係国との共同研究について協力を進めるべきである。
- 本調査結果では、硫酸イオン等の大気汚染物質が、飛来過程で黄砂に吸着している可能性が示唆され、また、黄砂の粒径が4 μm 付近にピークをもつ分布であることが明らかになった。このため、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必要である。

別添資料

1. 分析方法

1.1 平成 14-16 年度の分析方法

1.2 平成 17 年度の分析方法

2. 分析結果一覧

調査日毎、地点毎の並びでそれぞれ整理している。

表－1 黄砂実態解明調査平成 14 年度～17 年度分析結果（金属・イオン：調査日順）

表－2 黄砂実態解明調査平成 14 年度～17 年度分析結果（農薬：調査日順）

表－3 黄砂実態解明調査平成 14 年度～17 年度分析結果（金属・イオン：調査地点順）

表－4 黄砂実態解明調査平成 14 年度～17 年度分析結果（農薬：調査地点順）

1 分析方法

1.1 平成 14－16 年度の分析方法

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。

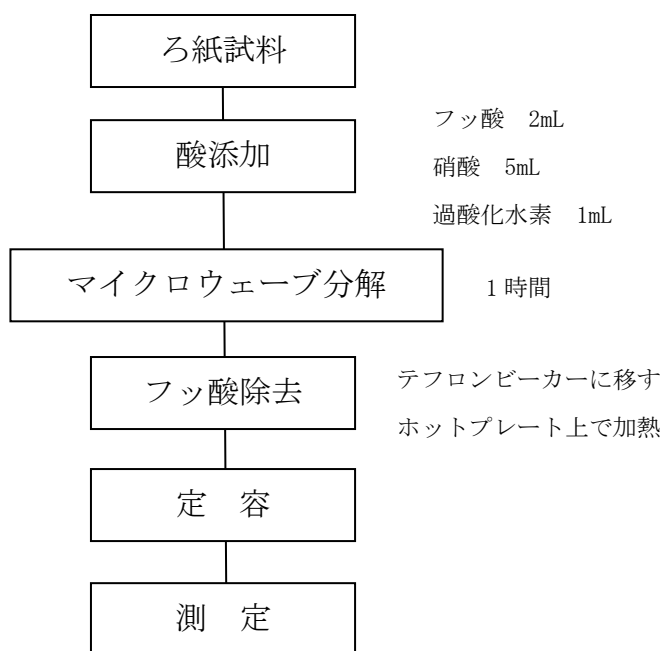
【前処理法】

試料ろ紙（12cm²/400cm²分）をテフロン製容器に移し、フッ酸 2mL、硝酸 5mL、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、ホットプレート上で加熱し、試料液中のフッ酸を除去する。除去後、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 質量分析計を用いて測定した。



図－1 金属成分の分析フロー

2) イオン成分

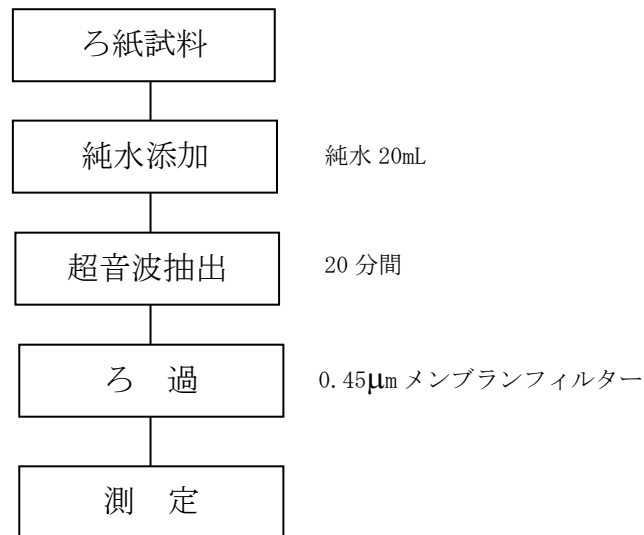
イオン成分の分析方法を次に示す。また、分析フローを図－2に示す。

【前処理法】

試料ろ紙(3cm²/400cm²分)をポリエチレン製容器に移し、純水 20mL 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 500 mL ビーカーに入れ、サロゲート（最終濃度：0.5 μ g/mL）を添加した。これにアセトン 100 mL を加え、15 分間超音波抽出を行う。この操作を 3 回繰り返した後、得られたアセトン溶液を約 40 mL までロータリーエバポレーターを用いて濃縮し、ヘキサン 160 mL を加えて無水硫酸ナトリウムで脱水する。その前処理液をロータリーエバポレーターを用いて濃縮し、10mL に定容する。この処理液を 5mL ずつに分け、一方をクロロタロニル用とし、内標準物質（最終濃度：0.5 μ g/mL）を加え、窒素ガスを吹付け 100 μ L まで濃縮し測定試料とした。他の農薬用試験溶液は、試料液を約 1mL まで濃縮し、ENVI-Carb カートリッジに負荷し、10%ジクロロメタン/ヘキサン溶液 10 mL によって溶出させた。得られた溶出液に内標準物質（最終濃度：0.5 μ g/mL）を加え、窒素ガスによって 100 μ L 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。

【同定】

- 1) 対象物質の定量イオン及び確認イオンのピークが予想保持時間と ± 5 秒以内に出現すること。
- 2) 確認イオンと定量イオンのピーク強度比が予想値と $\pm 20\%$ 以内の差で合っていること
- 3) ピーク形状が鋭く、SN 比が高いもの。

以上 3 条件を全て満たす場合、対象物質が存在していると思なした。

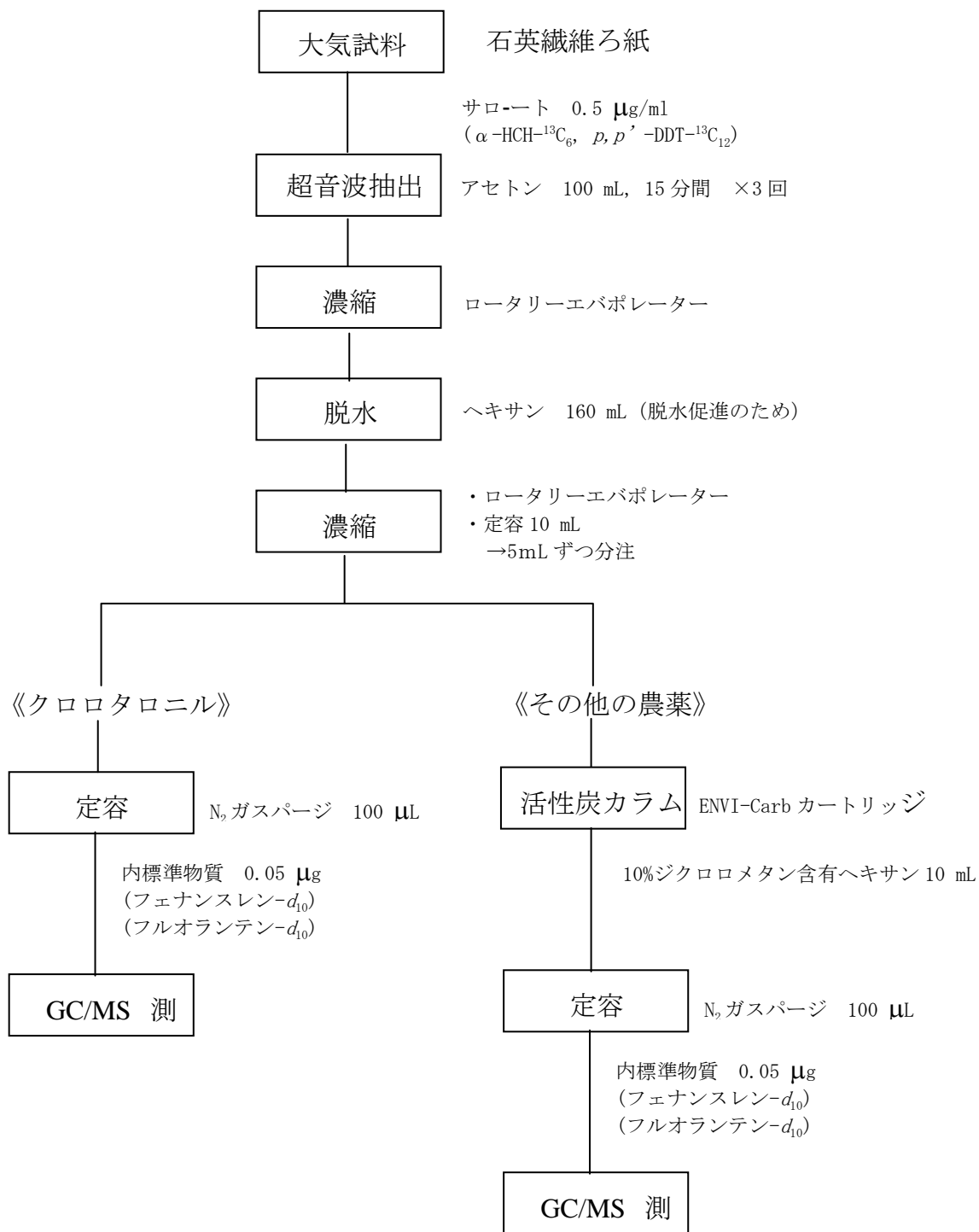


図-3 農薬成分の分析フロー

1.2 平成 17 年度の分析方法

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。

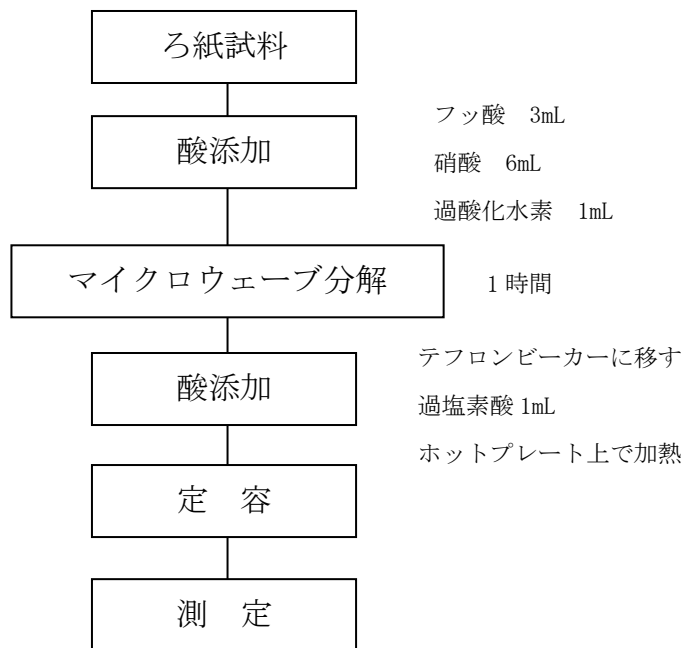
【前処理法】

試料ろ紙（50cm²/400cm²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(50cm²/400cm²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。

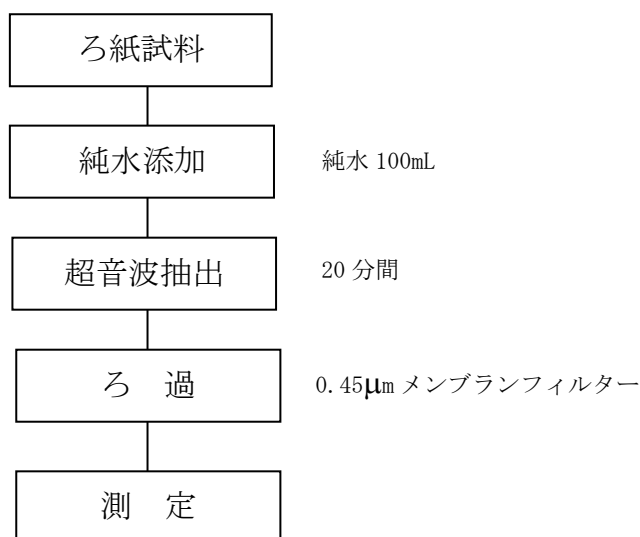


図-2 イオン成分の分析フロー

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 0.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ）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：0.2 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ）を加え、窒素ガスを吹付け 100 μL 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 N C I（Negative Chemical Ionization）を使用し、その他の農薬成分は E I（Electron Ionization）を使用した。

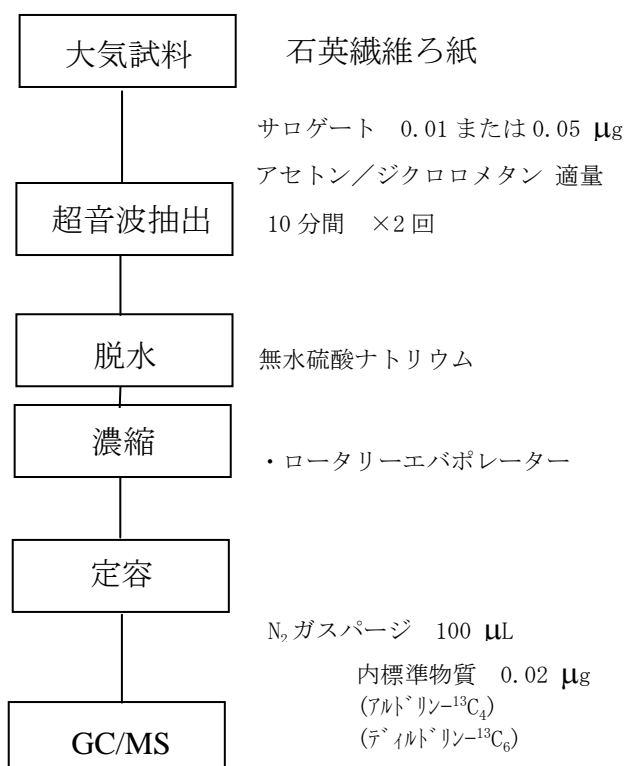


図-3 農薬成分の分析フロー

2. 分析結果一覧

表-1 黄砂実態解明調査平成14年度～17年度分 分析結果(金属・イオン:調査日順)

試料コード	地点名	測定開始日	測定終了日	金属元素											陰イオン							陽イオン						
				Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺	物じん濃度 μg/m ³								
NG3325	尾崎	2003年2月25日	2003年2月26日	71	<0.5	<0.2	0.59	<0.01	<0.01	<0.009	<0.05	1.14	24.6	<0.5	7.4	0.9	<0.2	<0.5										
FK3325	大宰府	2003年2月25日	2003年2月26日	117	0.57	2.01	1.51	1.20	0.13	<0.009	0.35	8.84	28.0	1.1	10.7	1.0	0.3	1.0										
SM3325	松江	2003年2月25日	2003年2月26日	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										
AI3325	大山	2003年2月25日	2003年2月26日	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										
TY3325	立山	2003年2月25日	2003年2月26日	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										
TK3325	巻	2003年2月25日	2003年2月26日	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										
TK3325	つくば	2003年2月25日	2003年2月26日	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										
HK3325	札幌	2003年2月25日	2003年2月26日	96	0.74	2.48	2.51	2.02	0.13	<0.009	1.15	10.32	9.4	1.0	4.4	0.4	0.2	1.5										
HK3330	長崎	2003年2月30日	2003年3月31日	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										
FK3330	大宰府	2003年2月30日	2003年3月31日	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										
SM3330	松江	2003年2月30日	2003年3月31日	39	0.35	0.63	0.64	0.56	<0.01	<0.009	0.47	2.54	6.2	1.3	1.2	0.3	0.2	<0.5										
AI3330	大山	2003年2月30日	2003年3月31日	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										
TY3330	立山	2003年2月30日	2003年3月31日	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										
TK3330	巻	2003年2月30日	2003年3月31日	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										
TK3330	札幌	2003年2月30日	2003年3月31日	54	0.29	0.88	0.49	0.84	<0.01	<0.009	0.46	7.20	5.2	1.1	2.8	0.3	<0.2	<0.5										
HK3330	札幌	2003年2月30日	2003年3月31日	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										
FK3331	長崎	2003年2月31日	2003年4月1日	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										
NG4224	尾崎	2003年2月24日	2004年2月25日	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										
FK4224	大宰府	2003年2月24日	2004年2月25日	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										
SM4224	松江	2003年2月24日	2004年2月25日	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										
AI4224	大山	2003年2月24日	2004年2月25日	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										
TY4224	立山	2003年2月24日	2004年2月25日	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										
TK4224	巻	2003年2月24日	2004年2月25日	52	0.60	0.84	0.33	0.26	0.005	<0.009	5.30	2.50	3.9	4.2	0.6	0.2	0.5	<0.5										
TK4224	つくば	2003年2月24日	2004年2月25日	52	NA	NA	NA	NA	NA	<0.009	0.61	4.53	3.1	1.5	0.9	0.2	<0.2	0.4										
HK4224	札幌	2003年2月24日	2004年2月25日	30	0.33	0.93	0.87	0.21	0.002	<0.009	1.80	3.10	4.9	1.9	1.5	<0.2	<0.2	<0.5										
NG4225	長崎	2003年2月25日	2004年2月26日	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										
FK4225	大宰府	2003年2月25日	2004年2月26日	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										
SM4225	松江	2003年2月25日	2004年2月26日	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										
AI4225	大山	2003年2月25日	2004年2月26日	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										
TY4225	立山	2003年2月25日	2004年2月26日	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										
NA4225	巻	2003年2月25日	2004年2月26日	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										
TK4225	つくば	2003年2月25日	2004年2月26日	58	NA	NA	NA	NA	NA	<0.009	0.15	6.32	3.5	0.7	2.0	0.2	<0.2	0.5										
HK4225	札幌	2003年2月25日	2004年2月26日	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										
NG4226	長崎	2003年2月26日	2004年2月27日	62	0.83	2.70	1.70	2.40	0.013	0.025	1.90	1.60	4.0	2.0	0.4	0.3	<0.2	0.9										
FK4226	大宰府	2003年2月26日	2004年2月27日	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										
SM4226	松江	2003年2月26日	2004年2月27日	37	0.74	1.30	1.00	0.80	0.010	0.012	4.50	1.70	3.4	3.5	0.3	0.2	0.3	0.5										
AI4226	大山	2003年2月26日	2004年2月27日	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										
TY4226	立山	2003年2月26日	2004年2月27日	-1 ²⁾	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										
TK4226	巻	2003年2月26日	2004年2月27日	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										
TK4226	つくば	2003年2月26日	2004年2月27日	53	NA	NA	NA	NA	NA	0.013	0.10	1.93	2.6	<0.5	0.9	<0.2	<0.2	<0.5										
HK4226	札幌	2003年2月26日	2004年2月27日	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										

試料コード	地点名	測定開始日	測定終了日	物じん濃度		金属元素											陰イオン							陽イオン						
				μg/m ³	μg/m ³	Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	SI ²⁺									
NG4310	長崎	2004年3月10日	2004年3月11日	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										
FK4310	大宰府	2004年3月10日	2004年3月11日	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	1.7											
SM4310	松江	2004年3月10日	2004年3月11日	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	1.9											
AI4310	大山	2004年3月10日	2004年3月11日	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											
TY4310	立山	2004年3月10日	2004年3月11日	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	<0.5											
NI4310	巻	2004年3月10日	2004年3月11日	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	1.2											
HK4310	札幌	2004年3月10日	2004年3月11日	166		1.90	9.00	5.30	4.10	0.035		0.019	2.20	4.20	8.3	2.3	0.8	0.3	2.7											
NG4311	長崎	2004年3月11日	2004年3月12日	98		1.50	6.60	4.20	3.40	0.027		0.035	2.40	5.10	5.9	2.3	0.4	0.3	2.2											
FK4311	大宰府	2004年3月11日	2004年3月12日	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	3.1											
SM4311	松江	2004年3月11日	2004年3月12日	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	2.1											
AI4311	大山	2004年3月11日	2004年3月12日	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	1.5											
TY4311	立山	2004年3月11日	2004年3月12日	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	3.6											
NI4311	巻	2004年3月11日	2004年3月12日	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	7.3											
TK4311	つくば	2004年3月11日	2004年3月12日	154		1.25	7.00	3.70	2.60	0.026		0.019	5.80	3.62	5.0	3.0	0.2	0.4	2.2											
HK4311	札幌	2004年3月11日	2004年3月12日	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	1.7											
NG4330	長崎	2004年3月30日	2004年3月31日	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	0.9											
FK4330	大宰府	2004年3月30日	2004年3月31日	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	1.3											
SM4330	松江	2004年3月30日	2004年3月31日	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	0.8											
AI4330	大山	2004年3月30日	2004年3月31日	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	<0.6											
TY4330	立山	2004年3月30日	2004年3月31日	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	0.8											
NI4330	巻	2004年3月30日	2004年3月31日	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	2.5											
TK4330	つくば	2004年3月30日	2004年3月31日	30		NA	NA	NA	NA	NA		<0.009	<0.05	0.84	4.4	1.2	0.5	<0.2	<0.5											
HK4330	札幌	2004年3月30日	2004年3月31日	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	1.0											
NG4331	大宰府	2004年3月31日	2004年4月1日	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	1.6											
FK4331	松江	2004年3月31日	2004年4月1日	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	0.9											
TY4331	立山	2004年3月31日	2004年4月1日	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	1.5											
NI4331	巻	2004年3月31日	2004年4月1日	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	0.5											
HK4423	札幌	2004年4月23日	2004年4月24日	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	1.5											
FK4423	大宰府	2004年4月23日	2004年4月24日	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	1.6											
SM4423	松江	2004年4月23日	2004年4月24日	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	0.7											
AI4423	大山	2004年4月23日	2004年4月24日	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	<0.5											
TY4423	立山	2004年4月23日	2004年4月24日	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	0.4											
NI4423	巻	2004年4月23日	2004年4月24日	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	<0.5											
TK4423	つくば	2004年4月23日	2004年4月24日	48		NA	NA	NA	NA	NA		<0.009	0.15	0.66	1.7	0.6	<0.5	<0.2	<0.5											
HK4423	札幌	2004年4月23日	2004年4月24日	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	<0.5											
NG4424	長崎	2004年4月24日	2004年4月25日	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	1.0											
FK4424	大宰府	2004年4月24日	2004年4月25日	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	1.0											
SM4424	松江	2004年4月24日	2004年4月25日	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	<0.5											
AI4424	大山	2004年4月24日	2004年4月25日	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	<0.5											
NI4424	巻	2004年4月24日	2004年4月25日	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	<0.5											
TK4424	つくば	2004年4月24日	2004年4月25日	39		NA	NA	NA	NA	NA		<0.009	0.07	0.69	2.2	<0.5	0.5	<0.2	<0.5											
HK4424	札幌	2004年4月24日	2004年4月25日	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	<0.5											
TY4507	立山	2004年5月6日	2004年5月8日	71		0.73	2.80	1.50	1.50	0.013		<0.009	<0.2	3.20	10.1	0.9	2.7	0.2	0.9											
NG4507	長崎	2004年5月7日	2004年5月8日	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										
FK4507	大宰府	2004年5月7日	2004年5月8日	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										
SM4507	松江	2004年5月7日	2004年5月8日	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										
AI4507	大山	2004年5月7日	2004年5月8日	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										
NI4507	巻	2004年5月7日	2004年5月8日	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										
TK4507	つくば	2004年5月7日	2004年5月8日	79		NA	NA	NA	NA	NA		<0.009	<0.05	2.55	7.8	0.6	2.4	0.3	<0.2	0.7										
HK4507	札幌	2004年5月7日	2004年5月8日	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	<0.5											

試料 コード	地点名	測定開始日	測定終了日	粉じん濃度 µg/m ³	金属元素											陰イオン						陽イオン					
					Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mh	F	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Si ²⁺							
NG5318	長崎	2005年3月18日	2005年3月19日	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							
FK5318	太宰府	2005年3月18日	2005年3月19日	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							
SM5318	松江	2005年3月18日	2005年3月19日	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							
IS5318	金沢	2005年3月18日	2005年3月19日	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							
AI5318	犬山	2005年3月18日	2005年3月19日	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							
NI5318	巻	2005年3月18日	2005年3月19日	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							
TK5318	つくば	2005年3月18日	2005年3月19日	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							
HK5318	札幌	2005年3月18日	2005年3月19日	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							
NG5329	長崎	2005年3月29日	2005年3月30日	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							
FK5329	太宰府	2005年3月29日	2005年3月30日	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							
SM5329	松江	2005年3月29日	2005年3月30日	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							
IS5329	金沢	2005年3月29日	2005年3月30日	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							
AI5329	犬山	2005年3月29日	2005年3月30日	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							
TY5329	立山	2005年3月29日	2005年3月30日	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							
NI5329	巻	2005年3月29日	2005年3月30日	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							
TK5329	つくば	2005年3月29日	2005年3月30日	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							
HK5329	札幌	2005年3月29日	2005年3月30日	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							
NG5330	長崎	2005年3月30日	2005年3月31日	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							
FK5330	太宰府	2005年3月30日	2005年3月31日	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							
SM5330	松江	2005年3月30日	2005年3月31日	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							
IS5330	金沢	2005年3月30日	2005年3月31日	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							
AI5330	犬山	2005年3月30日	2005年3月31日	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							
TY5330	立山	2005年3月30日	2005年3月31日	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							
NI5330	巻	2005年3月30日	2005年3月31日	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							
TK5330	つくば	2005年3月30日	2005年3月31日	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							
HK5330	札幌	2005年3月30日	2005年3月31日	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							
NG5407	長崎	2005年4月7日	2005年4月8日	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	<0.005							
FK5407	太宰府	2005年4月7日	2005年4月8日	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							
SM5407	松江	2005年4月7日	2005年4月8日	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							
IS5407	金沢	2005年4月7日	2005年4月8日	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	<0.005							
AI5407	犬山	2005年4月7日	2005年4月8日	60	0.04	0.02	0.04	0.85	<0.005	0.041		<0.1	<0.1	0.84	4.5	0.5	1.0	0.4	<0.2	0.4							
TY5407	立山	2005年4月7日	2005年4月8日	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	<0.005							
NI5407	巻	2005年4月7日	2005年4月8日	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							
TK5407	つくば	2005年4月7日	2005年4月8日	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	<0.005							
HK5407	札幌	2005年4月7日	2005年4月8日	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	<0.005							
NG5414	長崎	2005年4月14日	2005年4月15日	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							
FK5414	太宰府	2005年4月14日	2005年4月15日	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							
SM5414	松江	2005年4月14日	2005年4月15日	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							
IS5414	金沢	2005年4月14日	2005年4月15日	40	0.27	2.84	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							
AI5414	犬山	2005年4月14日	2005年4月15日	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							
TY5414	立山	2005年4月14日	2005年4月15日	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							
NI5414	巻	2005年4月14日	2005年4月15日	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	1.0	<0.005							
TK5414	つくば	2005年4月14日	2005年4月15日	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							
HK5414	札幌	2005年4月14日	2005年4月15日	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	<0.005							

試料 コード	地点名	測定開始日	測定終了日	粉じん濃度 μg/m ³	金属元素										陰イオン						陽イオン					
					Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺						
NG5421	長崎	2005年4月21日	2005年4月22日	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						
FK5421	大宰府	2005年4月21日	2005年4月22日	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						
SM5421	松江	2005年4月21日	2005年4月22日	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						
IS5421	金沢	2005年4月21日	2005年4月22日	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						
AU5421	犬山	2005年4月21日	2005年4月22日	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						
TY5421	立山	2005年4月21日	2005年4月22日	71	0.45	0.80	1.58	1.57	0.009	0.063	<0.1	<0.1	0.76	6.4	0.5	<0.2	<0.2	1.5	0.005							
NI5421	巻	2005年4月21日	2005年4月22日	107	0.19	2.52	1.92	1.92	0.007	0.039	<0.1	2.84	2.79	4.5	2.2	<0.2	0.2	0.3	2.0	0.008						
TK5421	つくば	2005年4月21日	2005年4月22日	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						
HK5421	札幌	2005年4月21日	2005年4月22日	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						
NG5428	長崎	2005年4月28日	2005年4月29日	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						
FK5428	大宰府	2005年4月28日	2005年4月29日	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						
SM5428	松江	2005年4月28日	2005年4月29日	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						
IS5428	金沢	2005年4月28日	2005年4月29日	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						
AI5428	犬山	2005年4月28日	2005年4月29日	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						
TY5428	立山	2005年4月28日	2005年4月29日	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						
NI5428	巻	2005年4月28日	2005年4月29日	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						
TK5428	つくば	2005年4月28日	2005年4月29日	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						
HK5428	札幌	2005年4月28日	2005年4月29日	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						
NG6311	長崎	2006年3月11日	2006年3月12日	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						
FK6311	大宰府	2006年3月11日	2006年3月12日	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						
SM6311	松江	2006年3月11日	2006年3月12日	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						
IS6311	金沢	2006年3月11日	2006年3月12日	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						
AU6311	犬山	2006年3月11日	2006年3月12日	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						
TY6311	立山	2006年3月11日	2006年3月12日	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						
NI6311	巻	2006年3月11日	2006年3月12日	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						
TK6311	つくば	2006年3月11日	2006年3月12日	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						
HK6311	札幌	2006年3月11日	2006年3月12日	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						
NG6328	長崎	2006年3月28日	2006年3月29日	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						
FK6328	大宰府	2006年3月28日	2006年3月29日	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						
SM6328	松江	2006年3月28日	2006年3月29日	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						
IS6328	金沢	2006年3月28日	2006年3月29日	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						
AU6328	犬山	2006年3月28日	2006年3月29日	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						
TY6328	立山	2006年3月28日	2006年3月29日	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						
NI6328	巻	2006年3月28日	2006年3月29日	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						
TK6328	つくば	2006年3月28日	2006年3月29日	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						
HK6328	札幌	2006年3月28日	2006年3月29日	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						
			平均値	66	0.60	2.65	1.55	1.27	0.011	0.039	0.022	2.06	2.44	6.0	1.8	1.4	0.4	0.3	1.1	0.010						
			最大値	233	3.60	16.00	10.00	7.30	0.055	0.116	0.067	10.7	15.3	28.0	7.6	10.7	1.0	0.7	3.6	0.033						
			最小値	14	0.004	0.02	0.03	0.01	0.001	0.006	0.009	0.07	0.20	0.5	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.005					
			試料数	175	171	158	170	172	151	57	55	129	177	181	166	166	131	77	123	24						

試料コードの説明: はじめの2桁は地点コード、次の4桁が、西暦年の末尾(1桁)、月(1桁)、日(2桁)
 地点コード: NG: 長崎、FK: 大宰府、SM: 松江、IS: 金沢、AI: 犬山、TY: 立山、NI: 巻、TK: つくば、HK: 札幌

農薬類

試験コード	ジクロルボス pg/m ³	α-HCH pg/m ³	β-HCH pg/m ³	γ-HCH pg/m ³	δ-HCH pg/m ³	γ-アイソリン pg/m ³	TPN pg/m ³	フェニトロチン pg/m ³	マラチオン pg/m ³	クロルピリホス pg/m ³	o.p'-DDE pg/m ³	p.p'-DDE pg/m ³	o.p'-DDD pg/m ³	p.p'-DDD pg/m ³	o.p'-DDT pg/m ³	p.p'-DDT pg/m ³	シハルトリ pg/m ³	フェニハル pg/m ³
TK4424	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
HK4424	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
NG4507	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
FK4507	<5	<3	<6	<3	<6	<3	<6	<3	<4	<5	<4	<3	<3	<4	<4	<4	<9	<20
SM4507	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
AJ4507	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
TY4507	<5	<6	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
NI4507	11	<5	<6	<5	<6	11	6	13	13	<4	<3	<4	<3	<4	<4	<4	<9	<20
TK4507	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
HK4507	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
NG5318	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
FK5318	<5	<6	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
SM5318	<5	<3	<6	<3	<6	<3	<6	<3	<4	<5	<4	<3	<3	<4	<4	<4	<9	<20
IS5318	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
AJ5318	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
NI5318	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
TK5318	<5	<3	<6	<3	<6	<3	10	<3	<4	<5	<4	<3	<3	<4	<4	<4	<9	<20
HK5318	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
NG5329	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
FK5329	<5	<6	<6	<5	<6	5	8	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
SM5329	<5	<5	<6	<5	<6	5	8	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
IS5329	<5	<3	<6	<3	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<3	<3	<4	<4	<4	<9	<20
AJ5329	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
NI5329	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
TK5329	<5	<3	<6	<3	<6	19	11	<3	<4	<5	<4	<3	<3	<4	<4	<4	<9	<20
HK5329	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
NG5330	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
FK5330	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
SM5330	<5	<3	<6	<3	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<3	<3	<4	<4	<4	<9	<20
IS5330	<5	<5	<6	<5	<6	5	6	<3	<4	5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
AJ5330	<5	<5	<6	<5	<6	13	6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
NI5330	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
TK5330	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
HK5330	<5	<3	<6	<3	<6	27	12	<3	<4	<5	<4	<3	<3	<4	<4	<4	<9	<20
NG5407	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.4	<0.5	<0.4	<0.7	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<2.5
FK5407	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.4	<0.5	<0.4	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
SM5407	<0.5	<0.3	<0.6	<0.3	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.4	<0.5	<0.4	<0.5	<0.3	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
IS5407	0.7	1.7	<0.6	<0.5	<0.6	8.2	3.1	<0.3	<0.4	1.3	<0.4	<0.5	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
AJ5407	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.4	<0.5	<0.4	<0.5	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	2.3
NI5407	<0.5	<0.5	1.8	<0.5	<0.6	23	60	<0.3	<0.4	<0.5	<0.4	<0.5	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	1.4
TK5407	1.3	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	10	11	<0.3	<0.4	2.5	<0.4	<0.5	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	4.2
HK5407	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	0.6	1.6	6.7	<0.4	<0.5	<0.4	<0.5	<0.3	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
NG5414	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.4	0.8	<0.4	<0.5	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	1.9
FK5414	3.3	<0.5	<0.6	2.5	<0.6	1.1	15	4.8	<0.4	1.1	<0.4	<0.5	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
SM5414	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	15	2.6	<0.4	1.7	<0.4	<0.5	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	2.3
IS5414	2.8	2.0	<0.6	<0.5	<0.6	2.5	19	3.9	<0.4	4.5	<0.4	<0.5	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	0.7
AJ5414	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.4	<0.5	<0.4	<0.5	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	3.0
NI5414	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.4	<0.5	<0.4	<0.5	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
TK5414	<0.5	1.7	4.1	<0.5	<0.6	11	720	6.7	<0.4	0.5	<0.4	<0.5	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	2.1
HK5414	0.9	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	6.1	2.7	6.1	<0.4	<0.5	<0.4	<0.5	<0.3	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	4.4
HK5414	<0.5	1.9	<0.6	<0.5	<0.6	0.7	2.0	4.9	<0.4	<0.5	<0.4	<0.5	<0.3	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	1.8

試験コード	農薬類														7-EPH pg/m3	7-EPH pg/m3		
	シクロホスファ pg/m3	α-HCH pg/m3	β-HCH pg/m3	γ-HCH pg/m3	δ-HCH pg/m3	ダイズリン pg/m3	クロロピリン (TPN) pg/m3	フェニトチオ ン(MEP) pg/m3	マコチオン pg/m3	カドヒンホス pg/m3	pp.p'-DDE pg/m3	pp.p'-DDE pg/m3	pp.p'-DDE pg/m3	pp.p'-DDT pg/m3			pp.p'-DDT pg/m3	pp.p'-DDT pg/m3
NG5421	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	2.2	<0.3	<0.3	<0.5	1.3	<0.4	<0.5	<0.9	<0.4	<0.4	5.2	<0.4	<0.4
FK5421	7.4	1.0	0.8	<0.5	<0.6	8.4	16	150	8.4	9.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
SM5421	<0.5	<0.5	0.9	<0.5	<0.6	1.1	5.8	<0.3	<0.5	1.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
IS5421	2.0	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	6.6	8.2	21	6.6	14	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
AI5421	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	1.0	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
NI5421	<0.5	1.0	3.3	<0.5	<0.6	4.4	11	9.7	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	2.5	<0.4	<0.4
TK5421	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	6.8	1.8	2.5	<0.5	<0.5	<0.4	3.7	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
HK5421	<0.5	0.9	<0.6	<0.5	<0.6	0.7	1.5	3.5	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	1.8	<0.4	<0.4
NG5428	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
FK5428	4.9	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	7.5	7.5	2.7	<0.5	<0.5	<0.4	1.3	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
SM5428	0.7	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	2.6	2.6	5.1	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
AI5428	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	2.3	<0.6	1.7	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
IS5428	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	4.9	<0.6	<0.3	<0.5	<0.5	<0.4	1.3	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
NI5428	<0.5	<0.5	3.0	<0.5	<0.6	4.9	<0.6	<0.3	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
TK5428	1.7	<0.5	<0.6	0.7	<0.6	5.3	4.2	<0.3	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	0.6	<0.4	<0.4
HK5428	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
NG6311	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
FK6311	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	4.9	<0.6	<0.3	<0.5	<0.5	<0.4	1.3	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
SM6311	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
IS6311	<0.5	0.6	0.7	5.3	4.2	<0.5	4.2	<0.3	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	0.6	<0.4	<0.4
NI6311	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	0.6	<0.4	<0.4
TK6311	<0.5	4.1	<0.6	5.3	<0.6	5.3	0.6	0.6	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	0.6	<0.4	<0.4
AI6311	<0.5	3.4	<0.6	8.5	4.8	<0.5	10	10	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	0.6	<0.4	<0.4
NI6311	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	12	10	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
HK6311	1.3	0.6	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	1.0	<0.3	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	0.7	<0.4	<0.4
NG6238	1.4	0.7	<0.6	0.7	<0.6	1.1	<0.5	19	<0.5	<0.5	<0.4	0.9	<0.9	<0.5	<0.4	0.9	<0.4	<0.4
FK6328	1.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	1.2	<0.5	11	<0.5	5.3	<0.4	0.7	<0.9	<0.5	<0.4	1.8	<0.4	<0.4
SM6328	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	5.0	5.4	5.4	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	1.9	<0.4	<0.4
AI6328	1.3	1.1	0.7	7.5	3.7	<0.5	5.7	14	<0.5	<0.5	2.6	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	0.6	<0.4	<0.4
NI6328	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	2.5	2.1	3.1	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
TK6328	<0.5	1.6	<0.6	9.2	6.3	<0.5	4.7	0.3	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	0.7	<0.4	<0.4
AI6328	<0.5	1.40	<0.6	1.70	300	<0.5	11	41	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	0.7	<0.4	<0.4
NI6328	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	5.2	14	110	<0.5	<0.5	<0.4	2.2	<0.9	<0.5	<0.4	0.9	<0.4	<0.4
HK6328	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	1.3	<0.3	<0.3	<0.5	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	1.4	<0.4	<0.4
検出下限値	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.3	0.5	0.5	0.4	0.5	0.9	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4
TY5407	<2	<2	<2.4	<2	<2.4	<2	<2.4	<1.2	<2	<2	<1.6	<2	<3.6	<2	<1.6	<1.6	<1.6	<1.6
検出下限値	2	2	2.4	2	2.4	2	2.4	1.2	2	2	1.6	2	3.6	2	1.6	1.6	1.6	1.6
TY5421	<1	<1	<1.2	<1	<1.2	<1	<1.2	<0.6	<1	<1	<0.8	<1	<1.8	<1	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8
検出下限値	1	1	1.2	1	1.2	1	1.2	0.6	1	1	0.8	1	1.8	1	0.8	0.8	0.8	0.8
測定方法	EI	CI	CI	CI	CI	EI	EI	EI	EI	EI	EI	EI	EI	EI	EI	EI	EI	EI
平均値	2.5	10.8	1.8	17.7	32.6	13.7	20.3	21.7	5.1	1.5	1.4	4.3	2.9	1.3	1.2	1.6	2.4	4.2
最大値	11	140	4.1	170	300	140	720	150	45	2.6	3.7	2.7	7.0	3.4	3.2	10	6.2	7.0
最小値	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.3	0.5	0.4	0.5	0.5	0.9	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4
試験数	18	19	11	15	10	42	80	37	20	5	10	8	7	9	12	16	29	9

※は全て定値下限値以下のため算出不能。

試験コードの説明: はじめの2桁は地点コード、次の4桁が、西暦年の末尾(1桁)、月(1桁)、日(2桁)
 地点コード: NG:長崎、FK:大宰府、SM:松江、IS:金沢、AI:犬山、TY:立山、NI:巻、TK:つくば、HK:札幌

試料 コード	地点名	測定開始日	測定終了日	物じん濃度 μg/m ³	金属元素										陰イオン						陽イオン					
					Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺						
TY4225	立山	2004年2月25日	2004年2月26日	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	<0.5							
TY4226	立山	2004年2月26日	2004年2月27日	NA	0.004	0.14	0.05	0.06	<0.001			<0.009	<0.2	<0.2	1.2	<0.2	<0.2	<0.5								
TY4310	立山	2004年3月10日	2004年3月11日	35	0.26	1.10	0.78	0.29	0.005			<0.009	<0.2	<0.2	2.6	0.4	0.5	<0.5								
TY4311	立山	2004年3月11日	2004年3月12日	188	2.50	15.00	5.90	4.60	0.038			0.049	2.10	3.60	2.0	<0.2	0.3	3.6								
TY4330	立山	2004年3月30日	2004年3月31日	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								
TY4331	立山	2004年3月31日	2004年4月1日	117	1.60	5.70	2.80	2.80	0.023			0.025	5.30	1.70	4.6	3.8	<0.2	1.5								
TY4423	立山	2004年4月23日	2004年4月24日	37	0.62	2.10	1.60	0.99	0.010			<0.009	0.40	0.80	1.7	0.6	<0.2	0.4								
TY4507	立山	2004年5月6日	2004年5月8日	71	0.73	2.80	1.50	1.50	0.013			<0.009	<0.2	3.20	10.1	0.9	2.7	0.9								
TY5329	立山	2005年3月29日	2005年3月30日	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								
TY5330	立山	2005年3月30日	2005年3月31日	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								
TY5407	立山	2005年4月7日	2005年4月8日	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								
TY5414	立山	2005年4月14日	2005年4月15日	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	<0.2								
TY5421	立山	2005年4月21日	2005年4月22日	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								
TY5428	立山	2005年4月28日	2005年4月29日	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								
TY6311	立山	2006年3月11日	2006年3月12日	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								
TY6328	立山	2006年3月28日	2006年3月29日	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	0.4								
NI3325	巻	2003年3月25日	2003年3月26日	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								
NI3330	巻	2003年3月30日	2003年3月31日	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								
NI3331	巻	2003年3月31日	2003年4月1日	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								
NI4224	巻	2004年2月24日	2004年2月25日	52	0.60	0.84	0.33	0.26	0.005			<0.009	5.30	2.50	3.9	4.2	0.6	0.2								
NI4225	巻	2004年2月25日	2004年2月26日	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								
NI4226	巻	2004年2月26日	2004年2月27日	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								
NI4310	巻	2004年3月10日	2004年3月11日	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								
NI4311	巻	2004年3月11日	2004年3月12日	233	3.60	16.00	10.00	7.30	0.055			0.028	10.71	1.00	4.6	7.6	0.2	0.4								
NI4330	巻	2004年3月30日	2004年3月31日	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								
NI4423	巻	2004年4月23日	2004年4月24日	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								
NI4424	巻	2004年4月24日	2004年4月25日	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								
NI4507	巻	2004年5月7日	2004年5月8日	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								
NI5318	巻	2005年3月18日	2005年3月19日	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								
NI5329	巻	2005年3月29日	2005年3月30日	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								
NI5330	巻	2005年3月30日	2005年3月31日	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								
NI5407	巻	2005年4月7日	2005年4月8日	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								
NI5414	巻	2005年4月14日	2005年4月15日	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								
NI5421	巻	2005年4月21日	2005年4月22日	107	0.19	2.52	1.92	3.18	0.007	0.031		<0.1	2.84	2.79	4.5	2.2	<0.2	0.3								
NI5428	巻	2005年4月28日	2005年4月29日	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								
NI6311	巻	2006年3月11日	2006年3月12日	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								
NI6328	巻	2006年3月28日	2006年3月29日	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								
TK3325	つくば	2003年3月25日	2003年3月26日	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								
TK3330	つくば	2003年3月30日	2003年3月31日	54	0.29	0.88	0.59	0.84	<0.01			<0.009	0.46	7.20	5.2	1.1	2.8	0.3								
TK3331	つくば	2003年3月31日	2003年4月1日	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								
TK4224	つくば	2004年2月24日	2004年2月25日	52	NA	NA	NA	NA	NA	NA		<0.009	0.61	4.53	3.1	1.5	0.9	0.2								
TK4225	つくば	2004年2月25日	2004年2月26日	58	NA	NA	NA	NA	NA	NA		<0.009	0.15	6.32	3.5	0.7	2.0	0.2								
TK4226	つくば	2004年2月26日	2004年2月27日	53	NA	NA	NA	NA	NA	NA		0.013	0.10	1.93	2.6	<0.5	0.9	<0.2								
TK4311	つくば	2004年3月11日	2004年3月12日	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								
TK4330	つくば	2004年3月30日	2004年3月31日	30	NA	NA	NA	NA	NA	NA		<0.009	<0.05	0.84	4.4	1.2	0.5	<0.2								
TK4423	つくば	2004年4月23日	2004年4月24日	48	NA	NA	NA	NA	NA	NA		<0.009	0.15	0.66	1.7	0.6	<0.5	<0.2								
TK4424	つくば	2004年4月24日	2004年4月25日	39	NA	NA	NA	NA	NA	NA		<0.009	0.07	0.69	2.2	<0.5	0.5	<0.2								
TK4507	つくば	2004年5月7日	2004年5月8日	79	NA	NA	NA	NA	NA	NA		<0.009	<0.05	2.55	7.8	0.6	2.4	0.3								
TK5318	つくば	2005年3月18日	2005年3月19日	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								
TK5329	つくば	2005年3月29日	2005年3月30日	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								

試料 コード	地点名	測定開始日	測定終了日	粉じん濃度 μg/m ³	金属元素										陰イオン						陽イオン					
					Mg	Al	Ca	Fe	Sr	Mn	F	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	S ²⁻						
TK6330	つば	2005年3月30日	2005年3月31日	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	<0.5	<0.5						
TK6407	つば	2005年4月7日	2005年4月8日	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	<0.005						
TK6414	つば	2005年4月14日	2005年4月15日	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	0.4	0.016						
TK6421	つば	2005年4月21日	2005年4月22日	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	<0.005						
TK6428	つば	2005年4月28日	2005年4月29日	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					
TK6311	つば	2006年3月11日	2006年3月12日	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					
TK6328	つば	2006年3月28日	2006年3月29日	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					
HK3325	札幌	2003年3月25日	2003年3月26日	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						
HK3330	札幌	2003年3月30日	2003年3月31日	48	0.47	1.27	1.84	1.78	<0.01			<0.009	1.41	1.61	2.7	0.9	0.4	<0.2	0.2	0.9						
HK3331	札幌	2003年3月31日	2003年4月1日	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						
HK4224	札幌	2004年2月24日	2004年2月25日	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						
HK4225	札幌	2004年2月25日	2004年2月26日	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						
HK4226	札幌	2004年2月26日	2004年2月27日	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						
HK4310	札幌	2004年3月10日	2004年3月11日	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						
HK4311	札幌	2004年3月11日	2004年3月12日	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						
HK4330	札幌	2004年3月30日	2004年3月31日	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						
HK4331	札幌	2004年3月31日	2004年4月1日	41	0.69	1.70	2.00	0.97	0.010			<0.009	4.50	0.30	3.3	2.6	0.2	<0.2	0.3	0.5						
HK4423	札幌	2004年4月23日	2004年4月24日	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						
HK4424	札幌	2004年4月24日	2004年4月25日	15	0.11	0.02	0.16	0.06	0.001			<0.009	0.90	0.30	1.6	1.1	<0.2	<0.2	<0.2	<0.5						
HK4507	札幌	2004年5月7日	2004年5月8日	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						
HK5318	札幌	2005年3月18日	2005年3月19日	30	0.37	0.07	0.07	0.15	0.002			<0.009	6.40	0.30	4.1	4.7	0.9	0.2	0.4	<0.5						
HK5329	札幌	2005年3月29日	2005年3月30日	16	0.11	0.13	0.10	0.15	0.001			<0.009	1.00	0.30	1.3	0.9	<0.2	<0.2	<0.2	<0.5						
HK5330	札幌	2005年3月30日	2005年3月31日	19	0.21	0.24	0.58	0.12	0.005			<0.009	3.40	0.30	2.6	2.3	0.7	0.2	<0.2	<0.5						
HK5407	札幌	2005年4月7日	2005年4月8日	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					
HK5414	札幌	2005年4月14日	2005年4月15日	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	0.9	<0.005						
HK5421	札幌	2005年4月21日	2005年4月22日	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	0.9	<0.005						
HK5428	札幌	2005年4月28日	2005年4月29日	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					
HK6311	札幌	2006年3月11日	2006年3月12日	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					
HK6328	札幌	2006年3月28日	2006年3月29日	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	0.6	<0.005						
			平均値	66	0.60	2.65	1.55	1.27	0.011	0.039		0.022	2.06	2.44	6.0	1.8	1.4	0.4	0.3	1.1	0.010					
			最大値	233	3.60	16.00	10.00	7.30	0.055	0.116		0.067	10.71	15.26	28.0	7.6	10.7	1.0	0.7	3.6	0.033					
			最小値	14	0.00	0.02	0.03	0.01	0.001	0.005		0.009	0.07	0.20	0.5	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.005					
			試験数	175	171	158	170	172	151	57		55	129	177	181	166	166	131	77	123	24					

試料コードの説明: はじめの2桁は地点コード、次の4桁が、西暦年の末尾(1桁)、月(1桁)、日(2桁)
 地点コード: NG: 長崎, FK: 大宰府, SM: 松工, IS: 釜沢, AI: 犬山, TY: 立山, N: 巻, TK: つば, HK: 札幌

表-4 黄砂実態解明調査平成14年度～17年度分 分析結果(農薬類:調査地点順)

試料コード	農薬類														フェニルシハルトリレート pg/m ³					
	ジクロロリス pg/m ³	α-HCH pg/m ³	β-HCH pg/m ³	γ-HCH pg/m ³	δ-HCH pg/m ³	γ-アイソシン pg/m ³	ジプロクロニル (TPN) pg/m ³	フェントトキサ ン(MEP) pg/m ³	マラチオン pg/m ³	カビトリホス pg/m ³	op-DDE pg/m ³	pp-DDE pg/m ³	7pオキサ pg/m ³	エトリン pg/m ³		op-DDD pg/m ³	pp-DDD pg/m ³	op-DDT pg/m ³	pp-DDT pg/m ³	シハルトリン pg/m ³
NG3325	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<3	<2	<0.8	<0.8	<4	<0.8	<0.3	<0.8	<0.3	<2	<2	<0.9
NG3330	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<3	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.3	<0.8	<0.3	<2	<0.9
NG3331	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<3	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.3	<0.8	<0.3	<2	<0.9
NG4224	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<3	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<2	<0.8
NG4225	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<3	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<2	<0.8
NG4226	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<3	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<2	<0.8
NG4310	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<3	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	5	<0.8
NG4311	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<3	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	7	<0.8
NG4423	<0.8	3	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<3	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<2	<0.8
NG4424	<0.8	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
NG4424	<0.8	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
NG4507	<0.8	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
NG5318	<0.8	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
NG5329	<0.8	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
NG5330	<0.8	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20
NG5407	<0.5	<0.3	<0.6	<0.3	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.6	<0.4	0.7	<0.5	<0.3	<0.4	<0.4	2.5	<0.4	<20
NG5414	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.6	<0.4	<0.5	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	1.9	<0.4	<20
NG5421	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	2.2	<0.3	<0.5	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	5.2	<0.4	<20
NG5428	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	0.6	<0.3	<0.5	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	6.0	<0.4	<20
NG6311	<0.5	<0.3	<0.6	<0.3	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	1.5	<0.6	<0.4	<0.5	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	0.9	<0.4	<20
NG6238	1.4	0.7	<0.6	0.7	1.1	<0.5	1.1	<0.5	1.9	5.1	<0.5	<0.4	0.9	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.4	<0.4	<20
FK3325	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<3	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.3	<0.8	<0.3	<2	<0.9
FK3330	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<3	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.3	<0.8	<0.3	<2	<0.9
FK3331	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<3	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.3	<0.8	<0.3	<2	<0.9
FK4224	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<3	8	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<2	<0.8
FK4225	<0.8	<2	<2	<2	<2	3	10	<2	<3	10	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<2	<0.8
FK4226	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	8	<2	<3	8	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<2	<0.8
FK4310	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	6	<2	<3	6	<2	<0.8	<0.8	<4	5	<0.8	<0.8	<0.8	<2	<0.8
FK4311	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	6	<2	<3	6	<2	<0.8	<0.8	<4	5	<0.8	<0.8	<0.8	<2	<0.8
FK4330	<0.8	<2	<2	<2	<2	23	5	<2	<3	5	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<2	<0.8
FK4331	<0.8	<2	<2	<2	<2	5	60	<2	<3	6	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<2	<0.8
FK4423	<0.5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<5	<6	18	<2	<0.8	<0.8	<4	<5	<4	<4	<4	<9	<20
FK4424	<0.5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<5	<6	7	<2	<0.8	<0.8	<4	<5	<4	<4	<4	<9	<20
FK4507	<0.5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<5	<6	3	<2	<0.8	<0.8	<4	<5	<4	<4	<4	<9	<20
FK5318	<0.5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<5	<6	8	<2	<0.8	<0.8	<4	<5	<4	<4	<4	<9	<20
FK5329	<0.5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<5	<6	8	<2	<0.8	<0.8	<4	<5	<4	<4	<4	<9	<20
FK5330	<0.5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<5	<6	8	<2	<0.8	<0.8	<4	<5	<4	<4	<4	<9	<20
FK5407	<0.5	<0.3	<0.6	1.3	<0.6	<0.5	1.2	<0.6	<0.5	1.2	<0.6	<0.4	<0.5	<0.9	<0.3	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<20
FK5414	3.3	<0.5	<0.6	2.5	<0.6	1.1	15	<0.6	1.1	4.8	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<20
FK5421	7.4	1.0	0.8	<0.5	<0.6	8.4	16	<0.5	9.5	150	<0.5	<0.4	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<20
FK5428	4.9	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	7.5	2.7	<0.5	7.5	2.7	<0.5	<0.4	1.3	<0.5	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<20
FK6311	<0.5	<0.3	<0.6	<0.3	<0.6	<0.5	49	<0.6	1.0	34	<0.5	<0.4	1.3	<0.5	<0.9	<0.4	<0.4	1.9	<0.4	<20
FK6328	1.6	<0.5	<0.6	<0.5	1.2	<0.5	11	<0.6	5.3	96	<0.5	<0.4	0.7	<0.5	<0.7	<0.4	1.8	1.5	<0.4	<20
SM3325	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<3	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.3	<0.8	<0.3	<2	<0.9
SM3330	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<3	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.3	<0.8	<0.3	<2	<0.9
SM3331	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<3	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.3	<0.8	<0.3	<2	<0.9
SM4224	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	10	<2	<3	10	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	3	<0.8
SM4225	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	13	<2	<3	13	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	4	<0.8

試料コード	農薬類																					
	ジ'カドホス pg/m ³	α-HCH pg/m ³	β-HCH pg/m ³	γ-HCH pg/m ³	δ-HCH pg/m ³	ダイアリン pg/m ³	カドホニル (TPN) pg/m ³	フェニトロチ ン(MEP) pg/m ³	チラチオン pg/m ³	カドレ'ホス pg/m ³	o.p'-DDE pg/m ³	p.p'-DDE pg/m ³	プロチホス pg/m ³	エント'リン pg/m ³	o.p'-DDD pg/m ³	p.p'-DDD pg/m ³	o.p'-DDT pg/m ³	p.p'-DDT pg/m ³	シノドリン pg/m ³	シノドリン pg/m ³	フェンハレ pg/m ³	
SM4226	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	7	<2	<3	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	2	<8	<8
SM4310	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	12	<2	<3	<2	<0.8	<0.8	<4	7	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<2	<8	<8
SM4311	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<3	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<2	<8	<8
SM4330	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	8	<2	<3	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<2	<8	<8
SM4423	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<5	<9	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20	<20
SM4424	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<5	<9	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20	<20
SM4507	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<5	<9	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20	<20
SM5318	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<5	<9	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20	<20
SM5329	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<5	<9	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20	<20
SM5330	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<5	<9	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20	<20
SM5407	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	0.7	<0.3	<0.3	<0.5	<0.4	<0.5	<0.5	<0.9	<0.5	0.4	<0.4	<0.4	<0.4			
SM5414	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	1.5	2.6	2.6	1.7	<0.4	<0.5	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	2.3			
SM5421	<0.5	<0.5	0.9	<0.5	<0.6	1.1	5.8	<0.3	<0.3	1.5	<0.4	<0.5	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	3.5			
SM5428	0.7	<0.3	<0.6	<0.5	<0.6	0.6	2.6	5.1	5.1	<0.5	<0.4	<0.5	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	3.7			
SM6311	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.3	<0.5	<0.4	<0.5	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4			
SM6328	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	5.0	5.4	5.4	<0.5	<0.4	<0.5	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	1.2			
IS5318	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<5	<9	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20	<20
IS5329	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<5	<9	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20	<20
IS5330	<5	<5	<6	<5	<6	<5	<6	<3	<4	<5	<4	<5	<5	<9	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20	<20
IS5407	0.7	1.7	<0.6	<0.5	<0.6	8.2	3.1	<0.3	<0.3	1.3	<0.4	<0.5	1.0	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4			
IS5414	2.8	2.0	<0.6	<0.5	<0.6	2.5	19	3.9	3.9	4.5	<0.4	<0.5	0.9	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	0.7			
IS5421	2.0	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	6.6	8.2	2.1	2.1	14	<0.4	<0.5	1.3	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4			
IS5428	<0.3	<0.3	<0.6	<0.5	<0.6	23	<0.6	17	<0.6	<0.5	<0.4	<0.5	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	3.7			
IS6311	<0.5	0.6	0.7	5.3	4.2	<0.5	<0.6	<0.3	<0.3	<0.5	2.3	<0.5	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	0.6	0.9		
IS6328	1.3	1.1	0.7	7.5	3.7	<0.5	5.7	14	14	<0.5	2.6	<0.5	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	0.6			
AI3325	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<2	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.3	<0.8	<0.3	<2	<2	<2	<0.9
AI3330	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<2	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.3	<0.8	<0.3	<2	<2	<2	<0.9
AI3331	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2	<2	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.3	<0.8	<0.3	<2	<2	<2	<0.9
AI4224	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	7	24	<2	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<2	<2	<2	<0.9
AI4225	<0.8	<2	<2	<2	<2	<3	29	<2	<2	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<2	<2	<2	<0.9
AI4226	<0.8	<2	<2	<2	<2	4	12	21	21	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	4	<4	<4	<0.9
AI4310	<0.8	<2	<2	<2	<2	8	23	<2	<2	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<2	<2	<2	<0.9
AI4311	<0.8	<2	<2	<2	<2	6	14	<2	<2	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<2	<2	<2	<0.9
AI4330	<0.8	<2	<2	<2	<2	8	14	<2	<2	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	4	<4	<4	<0.9
AI4331	<0.8	<2	<2	<2	<2	7	20	<2	<2	<2	<0.8	<0.8	<4	<2	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<2	<2	<2	<0.9
AI4423	<5	<5	<6	<5	<6	<5	7	6	3	<4	<5	<4	<5	<9	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20	<20
AI4424	<5	<5	<6	<5	<6	<5	6	3	3	<4	<5	<4	<5	<9	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20	<20
AI4507	<5	<5	<6	<5	<6	<5	6	3	3	<4	<5	<4	<5	<9	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20	<20
AI5318	<5	<5	<6	<5	<6	<5	6	3	3	<4	<5	<4	<5	<9	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20	<20
AI5329	<5	<5	<6	<5	<6	<5	6	3	3	<4	<5	<4	<5	<9	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20	<20
AI5330	<5	<5	<6	<5	<6	<5	6	3	3	<4	<5	<4	<5	<9	<5	<4	<4	<4	<4	<9	<20	<20
AI5407	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.3	<0.5	<0.4	<0.5	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	1.5	<0.4	2.3	<0.9
AI5414	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.3	<0.5	<0.4	<0.5	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	3.0	<0.4	3.0	<0.9
AI5421	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.3	<0.5	<0.4	<0.5	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	1.1	<0.5	<0.4	<0.9
AI5428	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.3	<0.5	<0.4	<0.5	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	1.2	<0.5	<0.4	<0.9
AI6311	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.3	<0.3	<0.5	<0.4	<0.5	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	0.6	<0.5	<0.4	<0.9
AI6328	<0.5	<0.5	<0.6	<0.5	<0.6	<0.5	2.5	2.1	31	<0.5	<0.4	<0.5	<0.5	<0.9	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	0.5	<0.4	0.5	<0.9

