

第7章 黄砂実態把握調査結果

黄砂は中国大陸内陸部のタクラマカン砂漠、ゴビ砂漠や黄土高原など乾燥・半乾燥地域で、風によって数千メートルの高度にまで巻き上げられた土壌・鉱物粒子が偏西風に乗って日本に飛来し、大気中に浮遊あるいは降下する現象であり、日本全国で観測された黄砂の延べ日数は、2000年から2002年にピークを迎えた後やや減少し、2010年に再び高い値が見られるなど年々の変動が大きくなっている。

従来、自然現象であると理解されてきたが、急速に広がりつつある過放牧や農地転換による土地の劣化等との関連も指摘されている。また、黄砂にばく露することによって、呼吸器疾患や循環器疾患等、人への健康に影響があることが近年報告されてきており、黄砂の環境影響への関心が高まっている。

しかしながら、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いことから、黄砂飛来時における浮遊粉じん量とその中に含まれるイオン成分の分析を行い、本県における黄砂の実態を把握することを目的として黄砂実態把握調査を行った。

1 黄砂飛来状況

金沢地方気象台の調べによれば、平成30年度における黄砂観測日は、表7-1のとおり1日間であった。

平成30年4月16日（1日間）

表7-1 金沢地方気象台による黄砂観測日数

| 年度 | H20 | H21 | H22 | H23 | H24 | H25 | H26 | H27 | H28 | H29 | H30 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 観測日 | 3日 | 2日 | 7日 | 5日 | 6日 | 0日 | 7日 | 2日 | 6日 | 2日 | 1日 |

2 調査地点及び調査期間

(1) 調査地点

石川県保健環境センター庁舎屋上（金沢市太陽が丘）

(2) 調査期間

本調査は、表7-2のとおり黄砂飛来日と非黄砂飛来日に区分し実施した。

表7-2 調査期間

| 年 月 | 黄砂飛来日 | 非黄砂飛来日 |
|----------|-----------|----------------------|
| 平成30年 4月 | 4月16日～17日 | 4月17日～18日 |
| 平成30年 5月 | なし | 5月22日～23日 25日～26日 |
| 計 | 1回 | 3回 |

3 調査方法

(1) 浮遊粉じん調査

ハイボリウムエアサンプラーを用いて浮遊粉じんを24時間連続採取し、粉じん量及びイオン成分濃度を測定した。

(2) 2段型粒径別浮遊粉じん調査

2段型ローボリウムエアサンプラーを用いて、浮遊粉じんを粗大粒子と微小粒子の2段階に分級(分離粒径は $2.5\mu\text{m}$)して24時間連続採取し、粒径別に粉じん量及びイオン成分濃度を測定した。

4 調査結果

(1) 浮遊粉じん調査結果

浮遊粉じん濃度については、表7-3及び図7-1のとおり、黄砂飛来日における浮遊粉じん濃度の平均値は $11\mu\text{g}/\text{m}^3$ で過去9年間の非黄砂飛来日の平均値 $53\mu\text{g}/\text{m}^3$ の約1/5倍であった。過去9年間の黄砂飛来日における濃度範囲は $82\sim 311\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、この変動範囲より低い値であった。

イオン成分については、黄砂飛来日は非黄砂飛来日に比べ、塩化物イオンを除き低い傾向にあった。(図7-2)。非黄砂飛来日4/17及び5/25は松江等の地点で黄砂飛来日となっており、金沢では黄砂飛来日となっていないが黄砂の影響を受けて濃度が高くなっていることが考えられる。

表7-3 浮遊粉じんの調査結果

| No | 採取開始日時 | | 採取終了日時 | | 吸引量 (20°C 1013hPa) (m^3) | 粉じん濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 陰イオン | | | 陽イオン | | | | | nss-SO_4^{2-} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 黄砂飛来 |
|-----------|----------|-------|----------|-------|---|---------------------------------------|------|--------------------|-----------------|---------------|-----------------|------------------|------------------|--------------|--|------|
| | | | | | | | | SO_4^{2-} | NO_3^- | Cl^- | NH_4^+ | Ca^{2+} | Mg^{2+} | K^+ | | |
| 1 | H30/4/16 | 14:00 | H30/4/17 | 14:00 | 1,494 | 11 | 0.20 | 0.31 | 0.03 | 0.06 | 0.22 | 0.03 | 0.01 | 0.05 | 0.19 | ◎ |
| 2 | H30/4/17 | 14:00 | H30/4/18 | 14:00 | 1,445 | 25 | 0.21 | 0.31 | 0.03 | 0.06 | 0.22 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.20 | |
| 3 | H30/5/22 | 11:40 | H30/5/23 | 11:40 | 1,446 | 17 | 0.18 | 0.28 | 0.03 | 0.06 | 0.22 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.17 | |
| 4 | H30/5/25 | 13:50 | H30/5/26 | 13:50 | 1,435 | 20 | 0.89 | 0.79 | 0.01 | 0.25 | 0.31 | 0.05 | 0.08 | 0.13 | 0.86 | |
| 平均値 | | | | | 1,455 | 18 | 0.37 | 0.42 | 0.03 | 0.11 | 0.24 | 0.03 | 0.03 | 0.07 | 0.35 | |
| 黄砂飛来日平均値 | | | | | | 11 | 0.20 | 0.31 | 0.03 | 0.06 | 0.22 | 0.03 | 0.01 | 0.05 | 0.19 | |
| 非黄砂飛来日平均値 | | | | | | 20 | 0.43 | 0.46 | 0.02 | 0.12 | 0.25 | 0.03 | 0.04 | 0.07 | 0.41 | |

注) 黄砂飛来欄の◎印は、採取期間中金沢地方気象台で黄砂が観測された日を含むことを示す。
非海塩由来硫酸イオン(nss(non sea salt)- SO_4^{2-})とは、海塩由来の SO_4^{2-} を除いた SO_4^{2-} 濃度を示す。

表 7-4 過去9年間の浮遊粉じんの平均値の推移

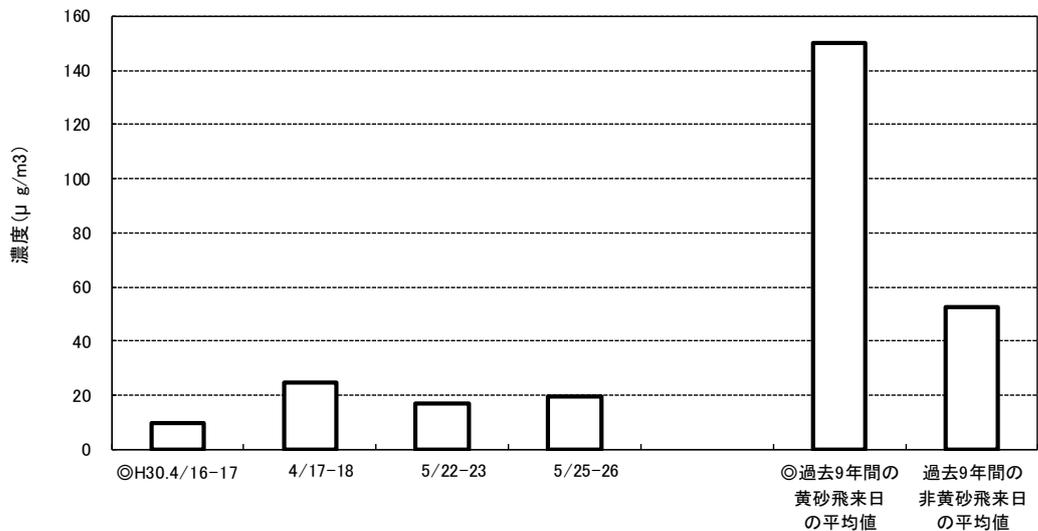
黄砂飛来日

| 年度 | 粉じん濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 陰イオン | | | 陽イオン | | | | | nss-SO ₄ ²⁻ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | サンプリング 回数 |
|-----|---------------------------------------|---|--|---|--|--|--|--|---|---|--------------|
| | | SO ₄ ²⁻ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NO ₃ ⁻ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Cl ⁻ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NH ₄ ⁺ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Ca ²⁺ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Mg ²⁺ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | K ⁺ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Na ⁺ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | |
| 21 | 211 | 11.2 | 2.81 | 4.04 | 0.87 | 4.18 | 0.56 | 0.46 | 3.67 | 10.3 | 2 |
| 22 | 112 | 25.9 | 1.02 | 0.01 | 7.74 | 1.99 | 0.45 | 0.76 | 0.85 | 25.7 | 2 |
| 23 | 311 | 7.67 | 7.36 | 2.94 | 0.86 | 4.76 | 0.62 | 0.58 | 2.72 | 6.99 | 4 |
| 24 | 82 | 9.46 | 3.19 | 3.42 | 2.09 | 1.36 | 0.41 | 0.46 | 2.83 | 8.75 | 6 |
| 25 | | | | | | | | | | | 0 |
| 26 | 94 | 12.0 | 3.45 | 0.92 | 2.74 | 2.53 | 0.38 | 0.59 | 1.17 | 11.7 | 8 |
| 27 | 111 | 2.88 | 2.74 | 1.62 | 0.67 | 1.68 | 0.27 | 0.30 | 1.35 | 2.54 | 2 |
| 28 | 110 | 7.13 | 3.66 | 0.50 | 1.39 | 1.70 | 0.32 | 0.41 | 1.28 | 6.81 | 6 |
| 29 | 171 | 6.04 | 5.40 | 1.22 | 0.46 | 3.65 | 0.47 | 0.40 | 1.89 | 5.57 | 2 |
| 平均値 | 150 | 10.3 | 3.70 | 1.83 | 2.10 | 2.73 | 0.44 | 0.50 | 1.97 | 10.4 | 3.6 |

非黄砂飛来日

| 年度 | 粉じん濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 陰イオン | | | 陽イオン | | | | | nss-SO ₄ ²⁻ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | サンプリング 回数 |
|-----|---------------------------------------|---|--|---|--|--|--|--|---|---|--------------|
| | | SO ₄ ²⁻ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NO ₃ ⁻ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Cl ⁻ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NH ₄ ⁺ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Ca ²⁺ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Mg ²⁺ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | K ⁺ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Na ⁺ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | |
| 21 | 45 | 5.19 | 0.70 | 0.23 | 1.57 | 0.42 | 0.11 | 0.20 | 0.61 | 5.04 | 6 |
| 22 | 85 | 9.31 | 4.06 | 3.87 | 1.96 | 1.05 | 0.43 | 0.47 | 3.14 | 8.52 | 6 |
| 23 | 60 | 8.82 | 2.55 | 0.22 | 1.77 | 1.06 | 0.23 | 0.35 | 1.01 | 8.57 | 6 |
| 24 | 52 | 11.3 | 0.70 | 0.01 | 2.84 | 0.86 | 0.18 | 0.41 | 0.74 | 11.1 | 4 |
| 25 | 45 | 12.6 | 2.96 | 1.72 | 3.32 | 0.70 | 0.37 | 0.56 | 2.72 | 11.9 | 3 |
| 26 | 51 | 7.63 | 1.27 | 0.32 | 1.98 | 0.86 | 0.18 | 0.35 | 0.64 | 7.47 | 6 |
| 27 | | | | | | | | | | | 0 |
| 28 | 41 | 3.38 | 1.95 | 0.10 | 0.57 | 0.76 | 0.15 | 0.24 | 0.76 | 3.19 | 1 |
| 29 | 41 | 3.38 | 1.36 | 2.62 | 0.00 | 0.72 | 0.39 | 0.20 | 2.98 | 2.63 | 1 |
| 平均値 | 53 | 7.70 | 1.94 | 1.14 | 1.75 | 0.80 | 0.26 | 0.35 | 1.58 | 7.31 | 3.7 |

注) 平成 25 年度は黄砂黄砂飛来日が0日であった。
平成 27 年度は非黄砂飛来日にサンプリングを行った日が0日であった。



(◎:黄砂飛来日)

図 7-1 調査日における浮遊粉じん濃度

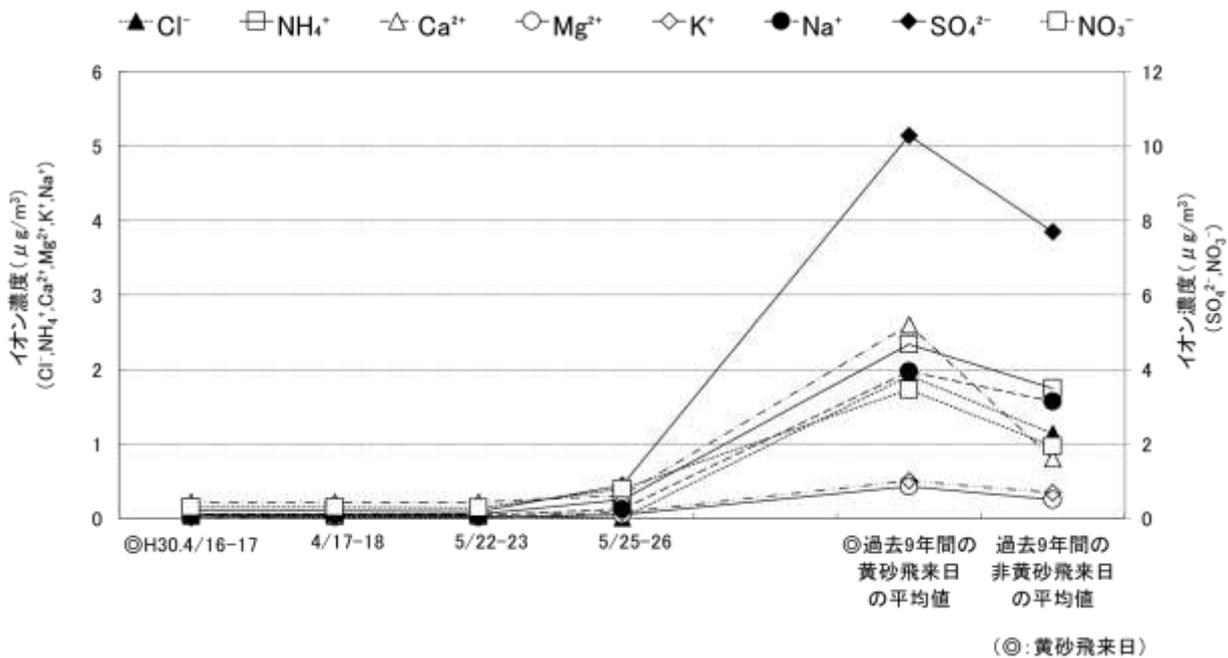


図7-2 浮遊粉じん中の各イオン成分

(2) 2段型粒径別浮遊粉じん調査

粒径別の浮遊粉じん濃度については、図7-3のとおり、黄砂飛来日4月16日~17日については、粗大粒子側（粒径 $2.5\mu\text{m}$ 超）のほうが微小粒子側（粒径 $2.5\mu\text{m}$ 以下）よりも高かった。

なお、過去9年間の黄砂飛来日における平均値は微小粒子側と粗大粒子側いずれも約 $46\mu\text{g}/\text{m}^3$ で粒径による差は確認されていない。

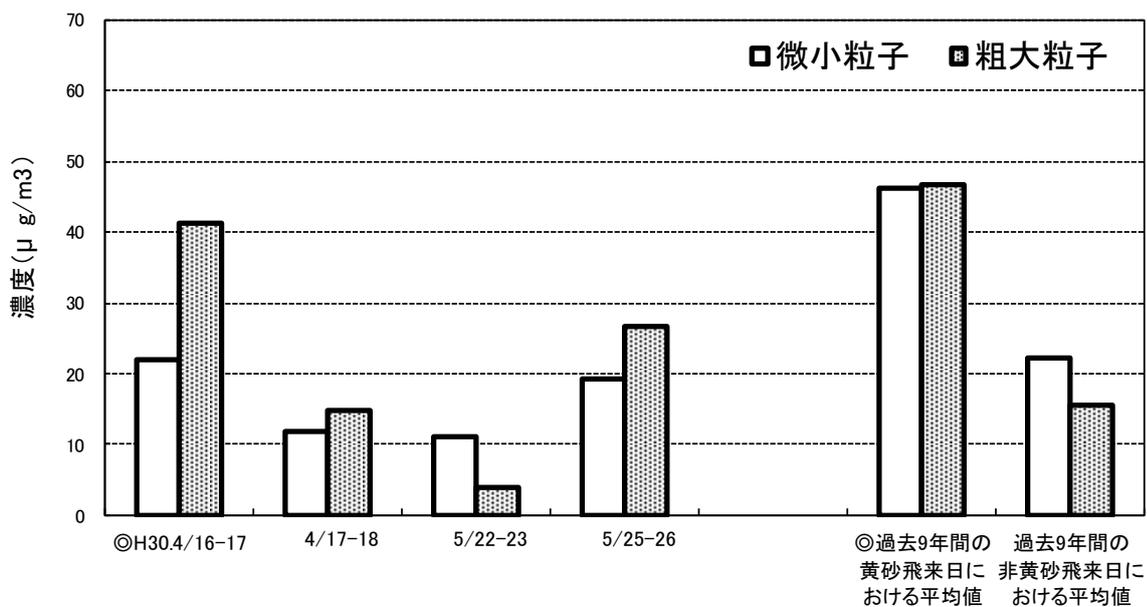


図7-3 粒径別浮遊粉じん濃度

粉じん濃度は、微小粒子側（粒径 2.5 μm 以下）が表 7-5 のとおり、黄砂飛来日の平均値は 22 μg/m³であった。また、粗大粒子側（粒径 2.5 μm 超）は、表 7-6 のとおり、黄砂飛来日の平均値は 41 μg/m³であった。過去 9 年間の黄砂飛来日における濃度範囲は微小粒子側が 33~89 μg/m³、粗大粒子側が 21~94 μg/m³であり、微小粒子側は過去 9 年間より低く、粗大粒子側は変動の範囲内であった。

イオン成分については、図 7-4 のとおり、微小粒子側の濃度が高い傾向がみられたものは、硫酸イオン、アンモニウムイオン及びカリウムイオンで、粗大粒子側の濃度が高い傾向がみられたものは、硝酸イオン、塩化物イオン、カルシウムイオン、マグネシウムイオン及びナトリウムイオンであり、過去 9 年間と同様の傾向であった。

表 7-5 2 段階粒径別の調査結果（微小粒子側 粒径 2.5 μm 以下）

黄砂飛来日

| No | 採取開始日時 | | 採取終了日時 | | 吸引量 (20°C 1013hPa) (m ³) | 粉じん濃度 (μg/m ³) | 陰イオン | | | 陽イオン | | | | | nss-SO ₄ ²⁻ (μg/m ³) |
|-----------------|----------|-------|----------|-------|---|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|---|
| | | | | | | | SO ₄ ²⁻ | NO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | NH ₄ ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | |
| 1 | H30/4/16 | 14:00 | H30/4/17 | 14:00 | 31.7 | 22 | 4.40 | 0.52 | 0.07 | 1.08 | 0.56 | 0.14 | 0.14 | 0.32 | 4.32 |
| 平均値 | | | | | | 22 | 4.40 | 0.52 | 0.07 | 1.08 | 0.56 | 0.14 | 0.14 | 0.32 | 4.32 |
| 過去9年間の黄砂飛来日の平均値 | | | | | | 46 | 7.08 | 1.02 | 0.21 | 2.05 | 0.68 | 0.12 | 0.29 | 0.38 | 6.98 |

非黄砂飛来日

| No | 採取開始日時 | | 採取終了日時 | | 吸引量 (20°C 1013hPa) (m ³) | 粉じん濃度 (μg/m ³) | 陰イオン | | | 陽イオン | | | | | nss-SO ₄ ²⁻ (μg/m ³) |
|------------------|----------|-------|----------|-------|---|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|---|
| | | | | | | | SO ₄ ²⁻ | NO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | NH ₄ ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | |
| 1 | H30/4/17 | 14:00 | H30/4/18 | 14:00 | 31.5 | 12 | 0.97 | 0.27 | 0.02 | 0.33 | 0.12 | 0.02 | 0.06 | 0.05 | 0.96 |
| 2 | H30/5/22 | 11:40 | H30/5/23 | 11:40 | 30.9 | 11 | 2.15 | 0.08 | 0.01 | 0.73 | 0.09 | 0.01 | 0.07 | 0.06 | 2.13 |
| 3 | H30/5/25 | 13:50 | H30/5/26 | 13:50 | 31.0 | 19 | 2.61 | 0.41 | 0.02 | 0.92 | 0.42 | 0.05 | 0.09 | 0.08 | 2.59 |
| 平均値 | | | | | | 14 | 1.91 | 0.25 | 0.02 | 0.66 | 0.21 | 0.03 | 0.07 | 0.06 | 1.89 |
| 過去9年間の非黄砂飛来日の平均値 | | | | | | 22 | 5.69 | 0.52 | 0.08 | 1.84 | 0.17 | 0.05 | 0.21 | 0.21 | 5.63 |

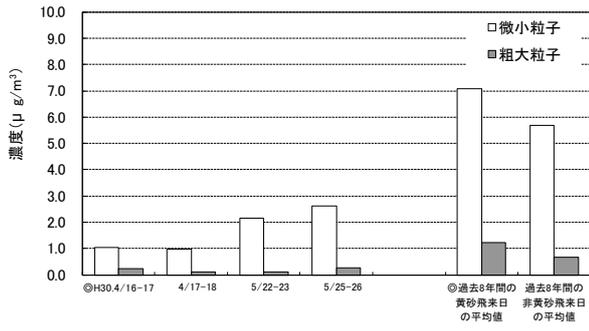
表 7-6 2 段階粒径別の調査結果（粗大粒子側 粒径 2.5 μm 超）

黄砂飛来日

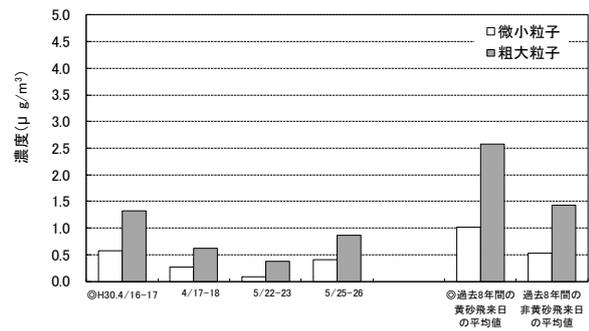
| No | 採取開始日時 | | 採取終了日時 | | 吸引量 (20°C 1013hPa) (m ³) | 粉じん濃度 (μg/m ³) | 陰イオン | | | 陽イオン | | | | | nss-SO ₄ ²⁻ (μg/m ³) |
|-----------------|----------|-------|----------|-------|---|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|---|
| | | | | | | | SO ₄ ²⁻ | NO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | NH ₄ ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | |
| 1 | H30/4/16 | 14:00 | H30/4/17 | 14:00 | 31.7 | 41 | 0.23 | 1.32 | 0.39 | 0.10 | 0.76 | 0.09 | 0.05 | 0.23 | 0.17 |
| 平均値 | | | | | | 41 | 0.23 | 1.32 | 0.39 | 0.10 | 0.76 | 0.09 | 0.05 | 0.23 | 0.17 |
| 過去9年間の黄砂飛来日の平均値 | | | | | | 47 | 1.23 | 2.58 | 1.47 | 0.11 | 1.31 | 0.20 | 0.10 | 1.02 | 0.97 |

非黄砂飛来日

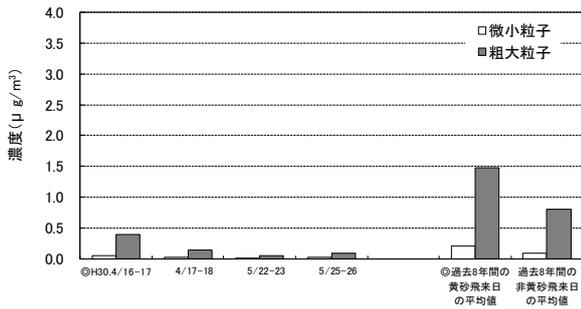
| No | 採取開始日時 | | 採取終了日時 | | 吸引量 (20°C 1013hPa) (m ³) | 粉じん濃度 (μg/m ³) | 陰イオン | | | 陽イオン | | | | | nss-SO ₄ ²⁻ (μg/m ³) |
|------------------|----------|-------|----------|-------|---|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|---|
| | | | | | | | SO ₄ ²⁻ | NO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | NH ₄ ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | |
| 1 | H30/4/17 | 14:00 | H30/4/18 | 14:00 | 31.5 | 15 | 0.10 | 0.62 | 0.14 | 0.02 | 0.28 | 0.04 | 0.03 | 0.11 | 0.07 |
| 2 | H30/5/22 | 11:40 | H30/5/23 | 11:40 | 30.9 | 4 | 0.11 | 0.38 | 0.05 | 0.00 | 0.13 | 0.03 | 0.03 | 0.14 | 0.07 |
| 3 | H30/5/25 | 13:50 | H30/5/26 | 13:50 | 31.0 | 27 | 0.25 | 0.86 | 0.08 | 0.04 | 0.57 | 0.06 | 0.04 | 0.16 | 0.21 |
| 平均値 | | | | | | 15 | 0.10 | 0.62 | 0.14 | 0.02 | 0.28 | 0.04 | 0.03 | 0.11 | 0.07 |
| 過去9年間の非黄砂飛来日の平均値 | | | | | | 15 | 0.66 | 1.43 | 0.80 | 0.10 | 0.44 | 0.12 | 0.05 | 0.68 | 0.49 |



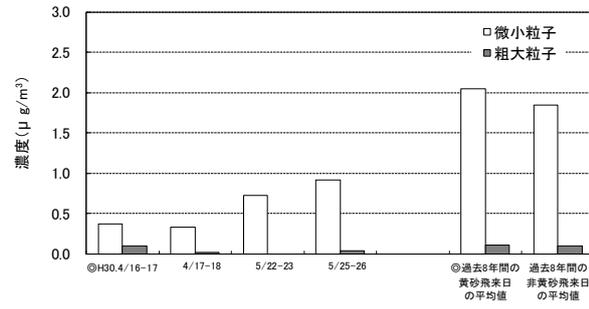
硫酸イオン



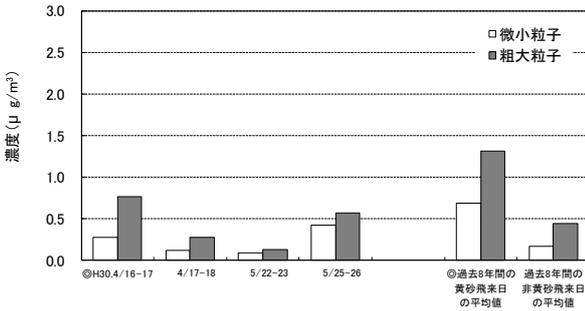
硝酸イオン



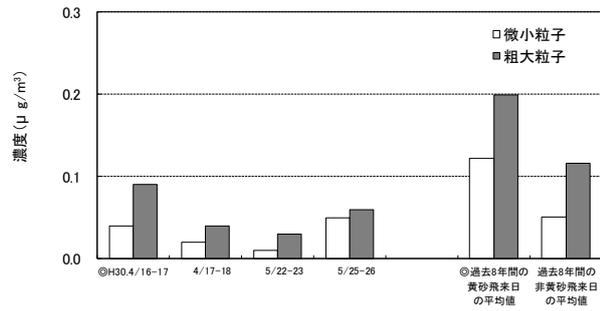
塩化物イオン



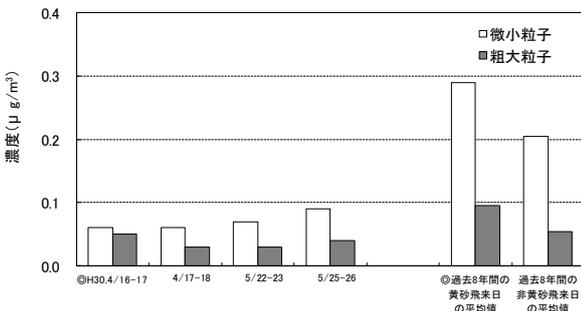
アンモニウムイオン



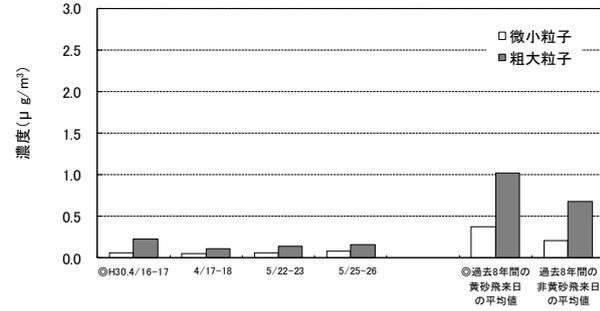
カルシウムイオン



マグネシウムイオン



カリウムイオン



ナトリウムイオン

図7-4 粒径別イオン濃度