

日本周辺域における粒子状物質の越境大気汚染

07MB-002 羽太宏之

1. 背景

近年、発展著しい東アジアでは硫黄酸化物及び窒素酸化物等の大気汚染物質の排出量の増加により、周辺国への越境大気汚染が懸念されている。一方、大陸から飛来する黄砂は2000年から2002年の三年間の間に、その発生、飛来頻度が急増したことをきっかけに、日本に対する影響が懸念されるようになった。このような背景を踏まえて、本研究では、粒子状物質による越境大気汚染、特に黄砂と硫黄酸化物及び窒素酸化物の関連性に着目して、①日本周辺域の遠隔域における粒子状物質の動態解析、②東京における春季の粒子状物質の観測を行い、その実態を調査した。

2. 方法

2.1. 日本周辺域の遠隔域における粒子状物質の動態解析

解析には、東アジアモニタリングネットワーク (EANET) の測定局のうち、日本周辺の3つの海域 (日本海、東シナ海、太平洋) にそれぞれ位置する隠岐、辺戸岬、小笠原における、PM10 (粒径 $10 \mu\text{m}$ の捕集効率が50%の粒子状物質) と粒子状物質成分のデータを使用した。解析期間は2004年4月～2005年3月とした。気流との関係性を調べるために、NOAA (米国海洋大気局) が公開する HYSPLIT モデルを利用し、流跡線解析を行った。計算結果を地理情報システムにより可視化 (図1) して気流の傾向を解析し、PM10 及び粒子成分濃度と気流の関係を把握するためにセクタ解析を行った。次に、粒子成分間の関係からその起源を推測するために因子分析を行った。

2.2. 東京における春季の粒子状物質の観測

期間は2007年3月から5月、東京多摩地域 (明星大学3号館屋上) においてPM10の測定を行った。PM10はフィルター振動法 (TEOM: Tapered Element Oscillating Microbalance) により観測期間中連続測定した。粒子状成分は、観測期間中TEOMに付属するACCU (Automatic Cartridge Collection Unit) を使用し、1日毎にテフロンフィルター上に捕集した。試料は抽出、ろ過作業を行った後、イオンクロマトグラフィーにて無機イオン成分を分析し、分析結果から大気中濃度を算出した。また、その結果を2.1.の解析と同様の手順で解析を行った。



図1) 隠岐における流跡線 (4月)

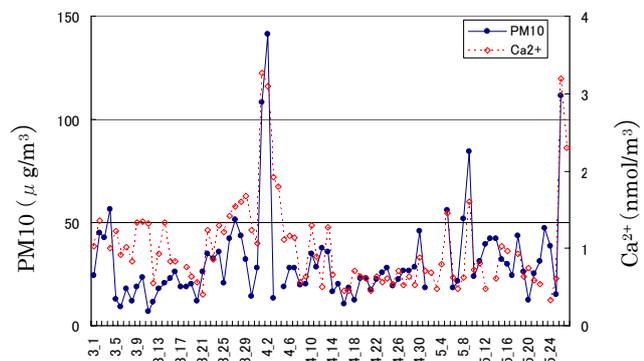


図2) 明星大学におけるPM10およびCa²⁺濃度

3. 結果および考察

3.1. 日本周辺域の遠隔域における粒子状物質の動態解析

3 地点での後方流跡線を、大陸の排出量の多い領域からの気流を **west**、それ以外の領域からの気流を **other** と設定して分類した。 Ca^{2+} および NO_3^- については、辺戸岬、隠岐ともに大陸からの気流の際に濃度が高い傾向にあった。 SO_4^{2-} については、隠岐では大陸からの気流の際に濃度が高い傾向がみられたが、辺戸岬においては気流の方向による違いは見られなかった。また、小笠原は各成分共に気流の方向による違いは見られなかった。次に、上記の **EANET** 測定局 3 地点における 2 週間毎のデータを用いて、8 つの粒子成分間の因子分析を行った。その結果、人為起源因子、自然起源因子、これらに独立して、黄砂因子を抽出することが出来た。また、黄砂因子は人為起源だと考えられる NO_3^- の因子負荷量が高く現れていた。

3.2. 東京における春季の粒子状物質の観測

東京多摩地域において、高時間分解能での粒子状物質の観測、分析を行い、その結果を用いて、後方流跡線解析、因子分析を行った。その結果、全国で黄砂が観測された 4 月 1、2 日及び 5 月 27、28 日は **PM10** 及び土壌成分である Ca^{2+} 濃度のピークが出現しており (図 2)、黄砂に起因するものと考えられた。この際、 SO_4^{2-} と NO_3^- のピークは明確には現れず、これらの流入は少なかったと考えられる。他方、黄砂飛来時以外の観測期間中に大陸方面からの気流のときに NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 濃度が上昇していた。因子分析の結果から、人為起源因子、黄砂因子、自然起源因子の 3 因子が抽出できた。この際、黄砂因子には、 NO_3^- の因子負荷量は低かった。

4. 総合的解析

これまでの解析の結果を総合的に考察するために、2007 年の **EANET** 局のデータも加味して解析を行った。**EANET** 東京局と明星大学での成分濃度を比較した結果、 nssSO_4^{2-} 濃度は、都市域である東京と郊外域である明星大学の差は、汚染レベルの関係から妥当な濃度差と考えられたが、人為活動に影響されない成分である Na^+ 及び Ca^{2+} に大きな差が出ていた。 nssSO_4^{2-} は $2.5 \mu\text{m}$ 以下の微小粒子域に多く存在しており、 Na^+ 及び Ca^{2+} は $2.5 \mu\text{m}$ 以上の粗大粒子域に多く存在している。粗大粒子領域において全粒径を測定している **EANET** 測定局に対して、明星大学では **PM10** で捕集していることから、 Na^+ 及び Ca^{2+} などの粗大粒子領域に存在している粒子成分による濃度の差が現れたものと考えられる。 NO_3^- に関しては、 Na^+ 及び Ca^{2+} と同じ傾向を見せており、粗大粒子領域に多く存在していたことが推測された。

5. 結論

日本周辺域の粒子状物質の越境大気汚染について、地理的には、日本海域で SO_4^{2-} と NO_3^- の流入が見られ、東シナ海域で NO_3^- のみ流入が見られた。他方、太平洋域では明確な流入は見られなかった。粒子状 NO_3^- は、黄砂粒子のうち粗大粒子のなかでもより大きい粒子に付着して、流入している可能性が示唆された。粒子状 SO_4^{2-} は黄砂粒子とは独立しており、 $2.5 \mu\text{m}$ 以下の微小粒子として、大陸より飛来している可能性が示唆された。

6. 本研究結果の発表

羽太宏之、松田和秀、第 76 回大気電気学会、電力中央研究所、2007 年 1 月。

羽太宏之、松田和秀、桜井達也、第 48 回大気環境学会年会、岡山理科大学、2007 年 9 月。

羽太宏之、松田和秀、第 49 回大気環境学会年会、金沢大学、2008 年 9 月。

羽太宏之、松田和秀、佐藤啓一、第 76 回大気電気学会、東京理科大学、2007 年 1 月。