

東京多摩地域における PM_{2.5} に与える長距離輸送の影響

09MB・014 宮嶋洋子

指導教員 松田和秀

1. 研究の背景と目的

発展の著しいアジア地域において硫黄酸化物等の大気汚染物質の排出量が増加傾向にあり (Ohara et al., 2007)、それによる越境大気汚染の影響が懸念されている。また、日本では、2009年に微小粒子状物質 (PM_{2.5}) が新たに環境基準に加わったが、アジア地域の越境大気汚染が日本の PM_{2.5} 濃度を増加させる可能性も無視できない (兼保ら, 2010)。そこで、東京多摩地域の越境大気汚染の実態を調査することを目的として、明星大学で PM_{2.5} の観測を行い、その動態を解析した。

2. 研究方法

2.1. 東京多摩地域における粒子状物質の測定

2.1.1. PM_{2.5} 質量濃度測定 (TEOM)

東京多摩地域 (明星大学3号館屋上) において、2008年10月から PM_{2.5} の連続測定を開始した。フィルター振動法自動測定機 (TEOM) により時間分解能 30 分の PM_{2.5} 質量濃度を連続して取得した。

2.1.2. PM_{2.5} 春季日毎成分測定 (ACCU)

2010年2月末から同年4月末の間、TEOM に付属するサンプリングシステム (ACCU) を接続し、24時間毎にテフロンフィルター上に PM_{2.5} を捕集した。捕集したサンプルは溶媒で超音波抽出した後、イオンクロマトグラフィーで分析した。その後、分析結果から各成分の大気中濃度を算出した。なお、分析した成分は Na⁺、K⁺、Mg²⁺、Ca²⁺、NH₄⁺、SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻ である。同地点において気象観測も実施した。また、米国海洋大気局大気資源研究所 (NOAA-ARL) の HYSPLIT を用いて、観測期間中 毎日 12:00 (地方時) から 96 時間遡って後方流跡線の計算を行った。

2.2. 清浄地域との比較

国内の清浄地域で TEOM による PM_{2.5} 測定が行われている場所は、利尻と隠岐の2ヶ所である。偏西風帯の下流域に位置する我が国では、隠岐測定局を通過する空気塊が、後に東京へ流入することが予想されるため、隠岐と東京多摩地域 (明星大学) の PM_{2.5} 濃度を比較した (2008年10月 ~ 2009年3月)。また、NOAA-ARL の HYSPLIT を用いて、観測期間中、毎日 12:00 (地方時) から 96 時間遡って両地点からの後方流跡線の計算を行った。

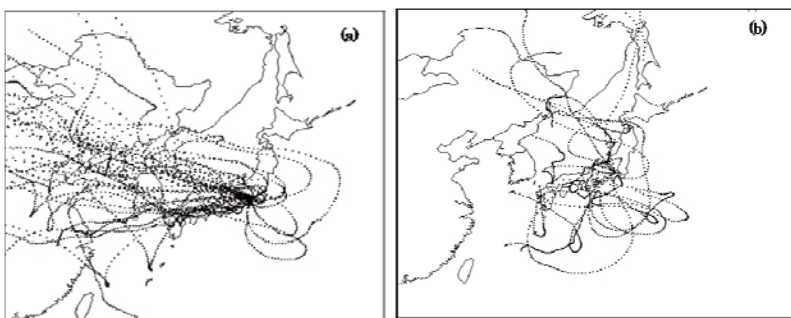


図1 東京に到達した空気塊
左: 中国・韓国方面から東京に到達した空気塊(a), 右: (a)以外の空気塊 (b)

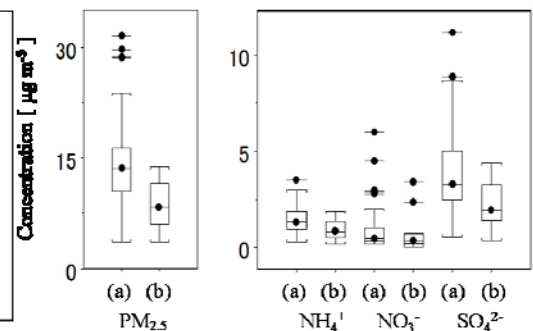


図2 期間(a), (b)ごとの PM_{2.5} (左), NH₄⁺, NO₃⁻, SO₄²⁻ (右) の濃度分布

3. 結果および考察

3.1. 東京多摩地域における粒子状物質の流入

3.1.1. 春季観測期間中の PM_{2.5} の概要

PM_{2.5} の春季観測期間（2010年2月末から同年4月末）の平均値は 13 μg m⁻³ であり、日平均値の最大値は 32 μg m⁻³ であった。PM_{2.5} に含まれる無機イオン成分の中で最も多く含有されている成分は SO₄²⁻ であり、PM_{2.5} の日平均値が 20 μg m⁻³ を超える高濃度の時に、同時に SO₄²⁻ が増加する傾向がみられた。無機イオンの中では、SO₄²⁻ の占める割合が最も高く、SO₄²⁻、NO₃⁻、NH₄⁺ の3成分で90%以上を占めていた。

3.1.2. 大規模黄砂の影響

大規模黄砂の影響を強く受けたと考えられる3月20日に、SO₄²⁻ (11.2 μg m⁻³) および Ca²⁺ (0.4 μg m⁻³) がそれぞれ期間最大値を示した。当該黄砂現象前後、NH₄⁺の増加も見られ、当量濃度から硫酸塩の多くは硫酸アンモニウムであったと考えられた。

3.1.3. 気流の解析、PM_{2.5} 中硫酸イオンの長距離輸送

日毎に得られた後方流跡線を、大陸に起点があり中国や韓国を通過するものを (a)、その他を (b) の2グループに分類した (図1)。図2に (a)、(b) 別の PM_{2.5} および無機イオン主要3成分 (NH₄⁺、NO₃⁻、SO₄²⁻) の分布を示す。PM_{2.5} の日平均値が 20 μg m⁻³ を超える高濃度の時 (2月22日~24日, 3月20日, 4月19日) はいずれも (a) に属しており、それ以外でも (a) のときに明確に高濃度側に属していた (図2)。成分では、SO₄²⁻ および NH₄⁺ に同様の傾向が見られ、特に SO₄²⁻ で顕著であった。(a)、(b) で標本数が異なるため母平均の差を検定したところ、いずれも (a) のときに有意に高い (PM_{2.5}, $p < 0.01$; NH₄⁺, $p < 0.05$; SO₄²⁻, $p < 0.05$) という判定結果を得た。一方、NO₃⁻ については有意な差は見られなかった。以上の結果より、大陸の汚染物質排出量が多い地域に起点を持つ気流時には、それ以外の気流時に比べ PM_{2.5} 濃度が有意に高く、その原因は東京のローカルな汚染ではなく、大陸あるいは西日本からの長距離輸送によるものと考えられる。さらに、この時の PM_{2.5} 濃度の増加には、硫酸アンモニウム等の硫酸塩粒子が大きく寄与していることが示唆される。

3.2. 清浄地域との比較

隠岐と多摩への気流は、2008年10月~2009年3月の間、主として大陸および西日本方向から流れ込む傾向が見られた。両観測地点間の濃度変動は有意に相関があり、隠岐と多摩の PM_{2.5} 濃度は関連があると予想された。気流の傾向から、隠岐の PM_{2.5} 濃度は大陸の影響を強く受けていると考えられ、それと相関のある多摩の PM_{2.5} 濃度も大陸の影響を受けていると考えられる。また、上記の結果は、大陸および西日本から日本への PM_{2.5} の越境汚染が起こる際、隠岐から東京にかけて広域な PM_{2.5} 汚染域が広がっている可能性を示唆するものである。

4. 総括

PM_{2.5} に関して冬季から春季にかけて大陸および西日本からの長距離輸送があることを確認した。長距離輸送される主な成分の一つは硫酸塩粒子であることが分かった。今後の東京における PM_{2.5} 対策において、東京だけでなく日本の広域、さらには中国などを含めた国際的な対策を行う必要がある。

【文献】

Ohara et al. : Atmospheric Chemistry and Physics, Vol.7 No.16, pp.4419-4444 (2007).

兼保ら : 大気環境学会誌, 第45巻 第5号, pp.227 - 234 (2010).