

# 山岳地域における大気中浮遊粒子の特徴に関する研究

齊藤 勝美  
環境動態学専攻

## 1. はじめに

大気汚染物質のガス状物質は、発生源は工場・事業場のばい煙や自動車からの排煙が主体で、汚染地域は工場地帯と都市地域が中心となっている。一方、浮遊粒子の場合は、工場・事業場のばい煙や自動車からの排煙などの人為的発生源の他、海塩粒子、土壌由来粒子などの自然的発生源も加わり、さらにガス状物質が物理・化学変化により生成する粒子(二次生成粒子)もあり複雑である。こうした地域的な発生源に加えて、黄砂のような自由大気層を長距離輸送されてくる汚染物質もある。このように多様な発生源をもつ大気中浮遊粒子について、工場地帯や都市地域における汚染度合、長距離輸送されてくる汚染物質の影響程度を評価するには、人為的発生源の直接的な影響を受けにくく、しかも長距離輸送されてくる汚染物質も捉えることのできる山岳地域での観測は不可欠である。

そこで、本研究では、山岳地域をフィールドに、①大気中浮遊粒子の元素成分の特徴とその経時変化、②ライム、新雪中に含まれている不溶解性成分(粒子)及び溶解性成分の化学的成分と粒子の形態、粒子特徴、③粒径サイズ別大気中浮遊粒子の化学・物理的特徴、④植物の葉の成長に伴う葉内元素組成の変化、葉の付着粒子の特徴などを把握し、都市地域における大気中浮遊粒子を評価するためのベース情報を得ることと、大陸から日本に長距離輸送されてくる大気汚染物質を評価することを目的とした。以下に、本研究による成果の概要を述べる。

## 2. 大気中浮遊粒子の元素成分の特徴とその経時変化

大気中浮遊粒子の元素成分の特徴とその経時変化を把握するために、秋田県の中央部位置する森吉山(標高1,454m)の中腹において1996年の6月24日11時～27日11時(非積雪期)と12月11日11時～14日11時(積雪期)に1時間毎に試料捕集し、そのうちの2日間の試料(48試料)をPIXE法により多元素同時分析をした。主要元素濃度の経時変化は、非積雪期では、NaとClを除いて、元素の濃度合計値と主要元素濃度とはほぼ同じ経時変化のパターンを示した。積雪期では、12月11日11時～12月12日21時までには元素の濃度合計値とMg、Al、Si、K、Ca、Fe及びZnの濃度と経時変化のパターンは比較的良く一致し

ている。12月12日22時以降は、元素の濃度合計値とNaとClの濃度パターンは類似している。このように、12月12日21時を境にして、元素の濃度合計値の経時変化のパターンと類似する濃度パターンの元素が異なっているのは、大きく天候が変化した可能性が考えられた。SEM-EDXによる観察結果では、非積雪期は元素状炭素粒子の凝集、Al-Si主体のキューブ状粒子の他、植物の孢子・花粉が確認された。積雪期では、元素状炭素粒子の凝集、Al-Si主体のキューブ状粒子に加えて、Si主体の小球体粒子が確認された。元素状炭素粒子の凝集は形態からディーゼル排気粒子(DEP)、Al-Si主体のキューブ状粒子は土壌由来粒子の可能性が高いと推察された。Si主体の小球体粒子は、高温燃焼によるFry ash小球体と推定された。

## 3. ライム、新雪中に含まれている不溶解性成分(粒子)及び溶解性成分の化学的成分と粒子の形態、粒子特徴

ライムと新雪(2004年2月に森吉山の樹氷(標高1,200m)において採取)の主要な元素は、Na、Mg、Al、Si、K、Ca、TiおよびFeであった。ライムと新雪の元素濃度を比較すると、ライムの方が新雪よりも数倍～数十倍高かった。イオン種に関しても、ライムの方が新雪よりも数倍高かった。SEM-EDX分析では、ライムからSi主体の小球体が数多く観察された。新雪からも数は少ないもののSi主体の小球体が観察された。ライムは、大陸から長距離輸送されてくる汚染物質の影響を大きく受けていると考えられ、北西アジアでの長距離輸送されてくる汚染物質の評価をする上で、ライム中の化学成分は重要な因子と考えられた。

## 4. 粒径サイズ別大気中浮遊粒子の化学・物理的特徴

森吉山の阿仁スキー場のゴンドラ終点近く(標高1,167m)において2004年の2月1日～16日(冬季)と2004年7月7日～19日(夏季)に、 $>PM_{10}$ 、 $PM_{10}$  -  $PM_{2.5}$ 、 $PM_{2.5}$  -  $PM_{1.0}$ 及び $<PM_{1.0}$ を2日又は3日間隔で捕集し、粒径サイズ別粒径サイズ別大気中浮遊粒子の化学・物理的特徴を検討した。冬季では $PM_{10}$  -  $PM_{2.5}$ の粒径サイズは海塩粒子と硝酸塩粒子、 $PM_{2.5}$ 以下の粒子サイズでは硫酸塩粒子と硝酸塩粒子

の影響を受けていると考えられた。夏季でも、冬季と同じく海塩粒子の影響が $PM_{10}$  -  $PM_{2.5}$ の粒径サイズでみられ、 $<PM_{1.0}$ の粒子サイズでは硫酸塩粒子と硝酸塩粒子の影響が顕著であった。SEM-EDX分析の結果では、冬季、夏季ともSi主体のキュービクタイプの粒子はいずれの粒径サイズの粒子からも観察され、特に $<PM_{1.0}$ の粒径サイズに数多くみられた。冬季の特徴として、大気中浮遊粒子から観察されたSi主体の小球体は、森吉山の位置と卓越風向からして、北東アジアから長距離輸送されてきた可能性が高いと考えられた。

## 5. 植物の葉の成長に伴う葉内元素組成の変化、葉の付着粒子の特徴

植物の葉の成長に伴う葉内元素組成の変化、葉の付着粒子の特徴については、白神産地で1999年6月～10月に採取したブナ葉を対象に行った。葉の成長に伴う葉内元素組成の変化については、葉の成長に伴う元素存在量( $\mu\text{g/g dry weight}$ )の変化パターンと各元素の相関関係から3グループに元素は分類された。グループIのNa、Si、Clは葉の成長に伴って増加し、NaとClは海塩粒子による影響が考えられ、Siは葉の成長に伴って葉脈の肋の部分に蓄積されることが推察された。グループIIIのMg、P、S、K、Ni、Cu、Zn、Rbは、葉の重量(乾燥重量)と大きさの変化に対応して開葉から5週目まで濃度が急激に減少し、その後は緩やかな減少又は横ばいに推移していることから、開葉前つまり蕾の時にすでに準備され、開葉後はほとんど葉内に吸収されないものと考えられた。グループIIは、元素濃度としてほとんど変化していないことから、葉の成長に合わせて常に一定の量を必要とする元素と考えられた。葉の付着粒子の特徴については、Micro-PIXEによる測定で、ブナの葉の細脈の大脈にCaの蓄積が、AlとSiは肋の部分に蓄積していることが明らかとなった。また、Siは、パッチ状に相対濃度の高い部分がみられた。