

He-MIP-AES を用いた昭和基地大気中の粒子状物質分析

浅野 比¹、青山朋樹²、大石 誠²、駒谷慎太郎²、竹永 満¹、和田 誠³、菊地 正¹

¹山口東京理科大学

²堀場製作所

³国立極地研究所

Analysis of particulate matter in the atmosphere at Syowa station using He-MIP-AES

Hitoshi Asano¹, Tomoki Aoyama², Makoto Ohishi², Shintaro Komatani², Mitsuru Takenaga¹, Makoto Wada³ and Tadashi Kikuchi¹

¹ Tokyo University of Science, Yamaguchi

² Horiba, Ltd.

³ NIPR

The atmospheric particulate matters were sampled at Syowa Station, Antarctica from February 2008 until January 2009. The grain size distribution, component for each particle and chemical state were simultaneously analyzed by helium microwave induced plasma atomic emission spectrometry (He-MIP-AES), at Syowa Station. From the results, the collected particles showed that Na, Mg, and Ca were rich in the number of particle count, and these particles were the sea salt origin. In addition, the soil origin particles containing Fe and Si were detected. The counts each element mainly increased under blizzard and strong wind condition, because of raising the soil constituents and scattering of the sea salt constituents from snow.

【はじめに】

大気中の粒子状物質は日射や気候等に影響を与えるため、それらの粒径、成分組成、化学状態などは大気環境を理解する上で非常に重要な情報を有している。また、極域での粒子状物質の観測は地球規模の大気循環を把握するためには必要不可欠である。従来、大気中の粒子状物質分析は、XRF、PIXE、ICP-MS などで行われているが、これらの分析法は採取試料の平均元素分析であるため粒子個々の成分組成を知ることは困難である。一方、マイクロビーム分析法 (SIMS や EPMA) は、粒子個々の形態、化学組成といった情報を得ることができるものの、粒径分布や粒子の個数の情報を得るには長時間を要するため、迅速かつ簡便な評価法が求められている。ヘリウムマイクロ波誘導プラズマ発光分光法 (He-MIP-AES) は、粒子を1個1個プラズマに導入し、そのカウント数から粒子の個数、発光強度から粒径、波長から成分組成、元素の相関から化学状態を同時に分析できる特徴を有する。これまで南極における粒子状物質評価は国内に試料を持ち帰ってからの分析であったため、試料の変質が懸念される。そこで本研究では、He-MIP-AES 装置を昭和基地に持ち込み、大気中粒子状物質の評価を行った。

【実験方法】

粒子状物質は2008年2月から2009年1月まで昭和基地の清浄大気観測室にて、メンブレンフィルター(1 inchφ、孔径 0.2 μm) 上に捕集した。捕集した試料は特に処理すること無くそのまま He-MIP-AES (堀場製作所製: パーティクルアナライザ、DP-1000) で測定を行った。測定対象元素は土壌起源、海塩起源および人為起源を考慮し、C、Na、Mg、Al、Si、S、Cl、Br、Ca、Fe、Cu、Zn および V を選択した。

【結果及び考察】

ここでは一例として Fig.1(a)、b)、c) に平均風速 (上部)、Na および Mg のカウント数 (中部)、Ca および Cl のカウント数 (下部) の経時変化をそれぞれ示す。なお、日付は2008年1月1日を1として通し番号を付けた。海塩起源である Na、Ca、Mg は他の減租と比較してカウント数が多く、粒子の大部分を占めていた。また Na、Mg、Ca は8~10月(214~305)に増加しており、ともに同様の傾向を示した。海塩起源の粒子が冬から春にかけて増加するのは、概ね平均風速が強いとき、降雪時と一致することから、ブリザードによる大気擾乱、強風による海氷および雪氷上の海塩成分の飛散の影響によるものと考えられる。一方、詳細については不明であるが、同じ海塩起源と考えられる Cl は、8月(214~244)に増加する傾向は Na や Ca と同様であるが、5、6月(122~182)に減少する結果となった。本手法における Cl の感度は Na に比して約2000分の1と非常に小さいため、Cl のカウント数は Na のカウント数と同程度検出されていない。

Fig.2 に月平均風速と月平均降雪量(上部)および He-MIP-AES により測定して得られた海塩起源の元素(Na、Mg、Ca、Cl) の月平均カウント数(下部)を示す。なお各元素のカウント数は傾向を見るため任意の単位に変換してある。これより、Na、Ca および Cl は主に冬(8、9月)に増加し、春から夏にかけて減少する傾向を示した。しかしながら Cl は8、9月よりも4月の方が大きくなっており、概ね平均降雪量の挙動と似た傾向

を示した。一方 Mg は、9 月に増加しているものの、6 月が最大となっている。これは後述する土壌成分 (Fe および Si) が 6 月に高いカウント数を示していることから、土壌成分由来の Mg が含まれていることが考えられる。一般的に Na、Ca および Cl のカウント数の増加は大気擾乱や強風による海水上の海塩成分の飛散等による影響が考えられるが、月平均風速と降雪量との明瞭な相関は見られなかった。

海塩起源元素以外に土壌起源と考えられる元素 Fe、Si、Al に関しても同様にカウント数の経時変化について検討を行った。その結果、Fe および Si は 5 月下旬から 6 月下旬にかけ高いカウント数を示し、7 月、9 月下旬、11 月下旬、1 月下旬と高くなり、同様の傾向を示した。これは露岩地域の Fe および Si を含む粒子が風により巻き上げられたためと考えられる。一方、Al も Fe や Si の挙動と似たような傾向を示したが、5 月下旬の著しい増加パターンや 8 月中旬に増加しているなどの差異が見られた。この原因については現在調査中である。また、月平均風速および月平均降雪量と Fe、Al、Si の月平均カウント数の関係について調査したところ、Fe および Si は 5~7 月に高いカウント数を示し、春から夏にかけて低くなる傾向を示した。一方、Al も土壌起源と考えられるが、そのカウント数は 8 月に極大を示し、年間を通じて大きな変化が見られず、Fe および Si とは異なる傾向を示した。全体的にはブリザードの多い冬にカウント数が増加し、夏や秋の期間は減少する結果となった。

その他の元素として S、C、V、Zn に関してもカウント数の経時変化について検討を行った。その結果、S は 7 月下旬から 9 月下旬まで高い値を示しており、それが海塩粒子の増加と概ね一致することから、海塩由来の硫酸塩の可能性が示唆される。また、C に関しては季節変動はほとんどないと考えられるが、3 月中旬から下旬にかけ著しく増加していた。天候を考慮し、他の元素と比較しても、この著しい増加現象の詳細は不明である。海塩粒子や土壌粒子とは異なり、概ね夏季に増加する傾向を示した。V は主に石油に含まれているため化石燃料の燃焼由来のトレーサーとして選択した元素であるが、風が弱いときや風向が西から南西の場合に基地活動の影響を受けて増加しているわけではなかった。月平均風速および月平均降雪量とこれらの元素の月平均カウント数について検討を行った結果、S は平均風速および積雪量がともに増加する 9 月に最もカウント数が多くなっており春から夏にかけて減少する傾向を示した。これはブリザードに伴い海塩由来の硫酸塩が飛散してきたものと推測される。

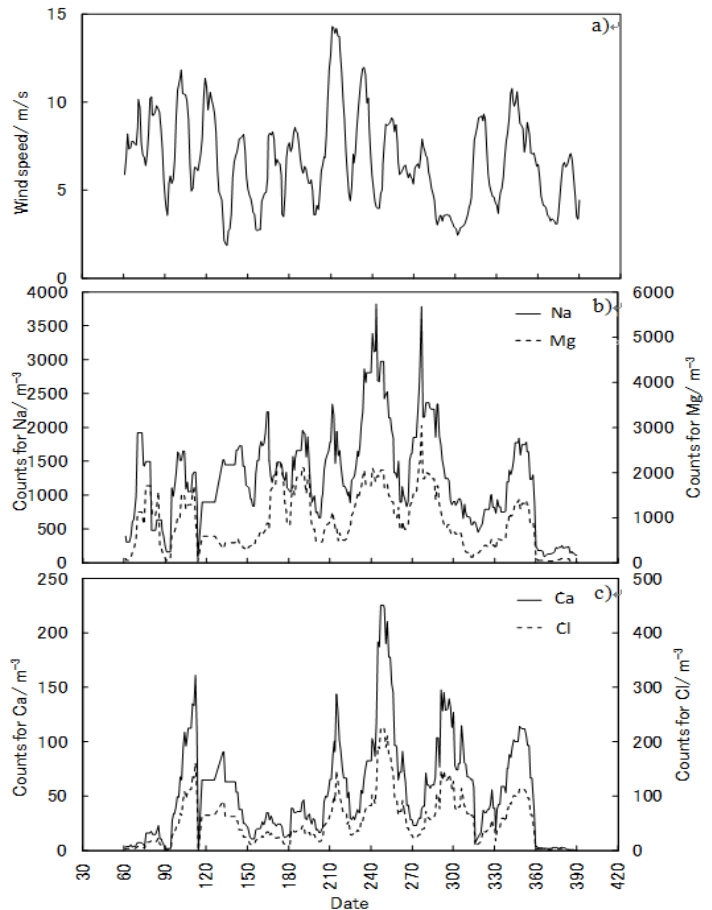


Fig. 1. Seasonal variation of wind speed and count for Na, Ca, Mg and Cl.

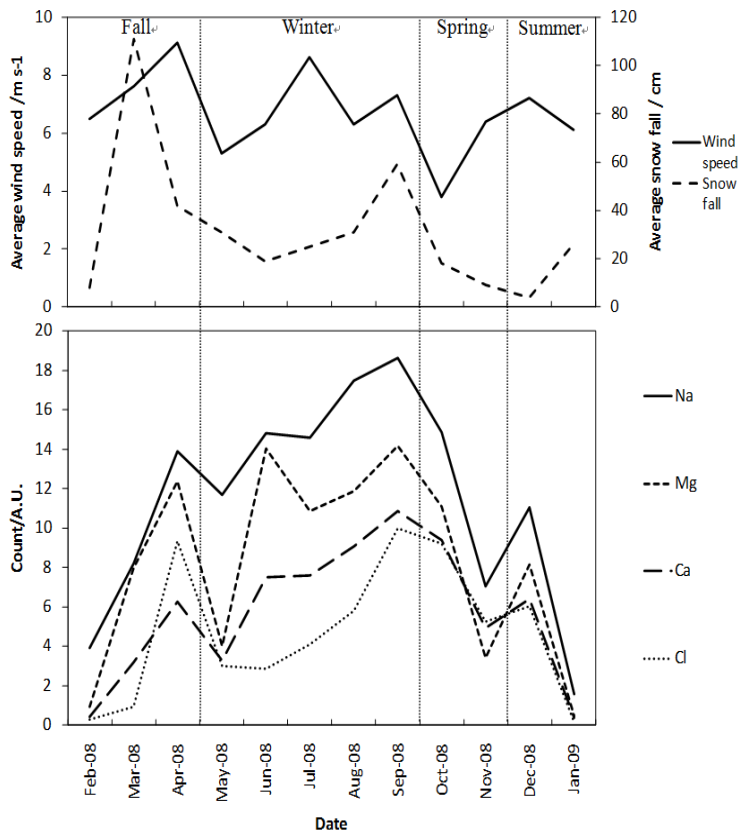


Fig. 2. Seasonal variation of mean wind speed, mean snow fall and count for Na, Mg, Ca and Cl.