

都心における大気中微小粒子状物質 (PM_{2.5}) の長期観測

Long-term observation of Particulate Matter 2.5 (PM_{2.5}) at central Tokyo

○花崎 純也¹⁾(学生会員)、関根 嘉香²⁾(正会員)、武政 晃弘¹⁾(正会員)、
太田 栞²⁾(学生会員)、菅沼 かのん¹⁾(学生会員)、澤田 裕美¹⁾(学生会員)

1) 東海大学付属望星高等学校, 2) 東海大学大学院理学研究科

○Jyunya Hanasaki*, Yoshika Sekine**, Akihiro Takemasa*, Shiori Ota**, Kanon Suganuma*, Yumi Sawada*

* Tokai University Bosei Senior High School **Graduate School of Science, Tokai University

Abstract: In order to characterize PM_{2.5} and its chemical properties in some places, Tokai University Bosei Senior High School and Tokai University worked together to observe the amounts of PM_{2.5} in the high school site in Shibuya ward, Tokyo. Science club staff of high school collected the PM_{2.5} samples from July 2013 to May 2014, and then measured the mass concentration of PM_{2.5}. The University laboratory was in charge of chemical analysis of water soluble ions, and visual observation of individual particles by SEM and EPMA. The analytical results showed the PM_{2.5} concentration ranged from 5.4 to 39 μg/m³ with arithmetic mean of 15μg/m³. Sulfate was most abundant water soluble ions and its air concentrations significantly correlated with those of PM_{2.5} ($r=0.85$, $p=2.6 \times 10^{-5}$). The PM_{2.5} concentration increased in late winter and spring with increases of sodium and potassium ions.

キーワード：微小粒子状物質(PM_{2.5})，都心，長期観測，硫酸塩

1. 緒言

微小粒子状物質(PM_{2.5})に起因する健康影響や視程障害は重大な関心事になっている¹⁾。そこで本研究では、PM_{2.5}の地域特性を明らかにするため、東京都渋谷区に所在する高校敷地内にて高大連携によるPM_{2.5}の観測を試みた。試料の捕集およびPM_{2.5}濃度の測定は高校科学部が行い、化学成分分析、電子顕微鏡による形態観察、電子線マイクロプローブアナライザーによる元素マッピングは大学研究室が担当し、PM_{2.5}および化学成分濃度の季節変化や汚染メカニズムについて考察した。本発表では2013年7月から2014年5月までの観測結果を報告する。

2. 方法

PM_{2.5}試料は、東海大学付属望星高等学校(東京都渋谷区)においてPM_{2.5}サンプラー(Thermo社製, Partisol-FRM Model 2000)を用い、石英繊維製フィルター(Whatman社製, QMA, 47 mm φ)上に、流量16.7 L/minで7日間単位で捕集し、恒量したフィルターの捕集前後の重量差と通気流量からPM_{2.5}濃度を算出した。



Fig.1 Sampling of PM_{2.5} by high school students at central Tokyo (July 2013 ~ May 2014)

PM_{2.5}中の陽イオン(Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺)及び陰イオン(Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻)は、試料から超純水で抽出後、イオンクロマトグラフ法により定量した。また、高分解能電解放出形走査電子顕微鏡(日立S-4800)によるPM_{2.5}粒子の形態観察、電子線マイクロプローブアナライザー(島津EPMA-1610)を用いた元素マッピングを行った。

3. 結果および考察

Fig.1 に PM_{2.5} 及び水溶性イオンの大気中濃度の経時変化を示す。観測期間中の PM_{2.5} 濃度は 5.4 μg/m³~39 μg/m³ で、算術平均濃度は 15 μg/m³ であった。この値は同時期の東京都一般局の PM_{2.5} の測定値と同等のレベルであった。

渋谷区における PM_{2.5} 濃度は夏から秋にかけて減少傾向にあり、冬に上昇傾向にあった。水溶性イオンでは硫酸イオンの含有量が最も多く、その含有率は平均 27 % であった。東京湾からの海塩粒子の影響を調べるため Na⁺ を指標に海塩性硫酸塩(ss-SO₄²⁻)の割合を求めた結果、全硫酸イオン中の平均 1.1 % であり、大部分が非海塩性の硫酸塩(nss-SO₄²⁻)であった。また、EPMA を用いた Na および S の元素マッピングの重ね合わせにより、個々の粒子レベルにおいて ss-SO₄²⁻ と nss-SO₄²⁻ を判別することができた。

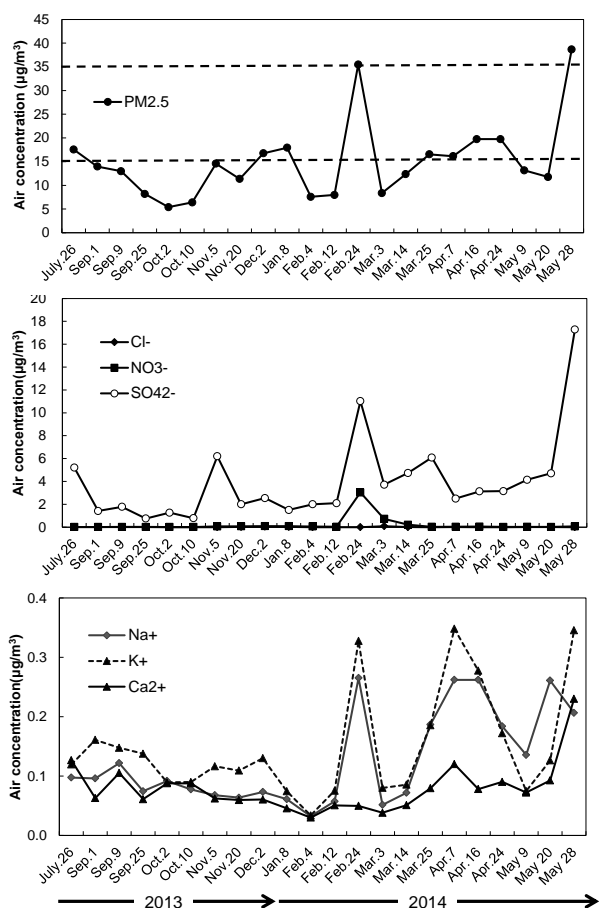


Fig.2 Seasonal variations of air concentrations of PM_{2.5} and water soluble components observed at central Tokyo (July 2013 ~ May 2014)

PM_{2.5} 濃度の経時変化は、硫酸塩濃度と有意な相関を示し($r=0.85$, $p=2.6 \times 10^{-5}$)、東京地区における他の観測結果²⁾同様に硫酸アンモニウムの形成が夏および秋冬の高濃度の一因と考えられる。一方、2014 年 2 月上旬は大雪による積雪が 2 週間続いたため、降雪によるウォッシュアウトおよび地表面からの再飛散抑制等によってこの時期に捕集した試料(Fig.2 中 Feb.4 および Feb.12)では PM_{2.5} 濃度が低くなったと考えられる。Feb.24 の試料では、PM_{2.5} 濃度の上昇と同時に NO₃⁻、Na⁺ および K⁺ 濃度が増加しており、特に 2 月 25 日には後方流跡線解析の結果から中国大陸からの空気塊の流入が示唆された。さらに 3 月下旬以降の PM_{2.5} 濃度の増加には、Na⁺、K⁺ および Ca²⁺ 濃度の増加が関連している可能性があり、中国大陸からの砂漠土壌の影響を考慮する必要がある。一方、電子顕微鏡を用いた形態観察の結果(Fig.3)、PM_{2.5} 粒子には球状のものや凹凸があるものなど様々な形態があり、形態情報も今後活用したい。

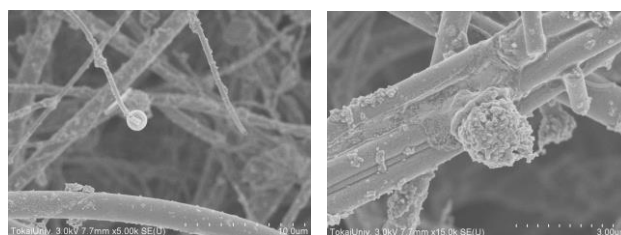


Fig.3 FE-SEM images of PM_{2.5} collected on a quartz fiber filter at central Tokyo

4. まとめ

これまでの調査で観測された PM_{2.5} 濃度や水溶性イオン濃度の季節による増減傾向に特徴が見られた。積雪の影響も含めて、まだ仮説の点もあるため、継続調査を行い渋谷区における PM_{2.5} の汚染機構解明および教室室内環境への影響評価につなげたい。

参考文献

- 1) 関根嘉香：室内環境, 17(1), 19-35(2014)
- 2) 斎藤伸治ほか：第 55 回大気環境学会年会講演要旨集,p270(2014)

謝辞

本研究は、科学技術振興機構(JST)中高生の科学部活動振興プログラムの助成を受けました。