

2012年3月の東シナ海上空における長距離越境大気汚染の航空機観測—イオン成分の分布と変化

○田辺美保¹⁾, 畠山史郎¹⁾, 島田幸治郎¹⁾, 古賀美也子¹⁾, 定永靖宗²⁾, 藤原大²⁾, 坂東博²⁾, 張代洲³⁾, 瀬戸章文⁴⁾, 加藤俊吾⁵⁾, 梶井克純⁶⁾, 清水厚⁷⁾, 杉本伸夫⁷⁾, 高見昭憲⁷⁾, 新垣雄光⁸⁾
¹⁾ 東京農工大学, ²⁾ 大阪府立大学, ³⁾ 熊本県立大学, ⁴⁾ 金沢大学, ⁵⁾ 首都大学東京, ⁶⁾ 京都大学,
⁷⁾ 国立環境研究所, ⁸⁾ 琉球大学

【はじめに】

中国では急速な経済発展に伴い大量の汚染物質が排出されている。それらは偏西風により、長距離輸送され、越境大気汚染として問題となっている。特に中国の風下に位置する日本において、越境大気汚染により国内の大気汚染物質濃度の上昇が懸念されている。このような背景の下で、我々は東シナ海上空でエアロゾル及びその前駆体ガスの観測を行った。本研究では特にエアロゾルの主要な構成要素であるイオン成分の解析を行い、輸送過程における変質や空間分布の解明を目的とした。

【観測】

観測日は2012年3月10、11、13、14日であり、長崎県福江島から韓国済州島の南約230kmの地点の上空を飛行した。飛行高度は3月10日が500、1000mであり、11、13、14日は500、1000、2000、3000mの4高度で観測した。飛行形態は福江島と折り返し地点を高度を保ったまま飛行する水平飛行と福江島上空を旋回しながら4高度を飛行する鉛直飛行の2種類である。エアロゾルは全浮遊粒子をテープ式ハイボリュームサンプラーでテフロンフィルター上に捕集し、イオンクロマトグラフ（島津製作所）で分析した。測定したイオン種は Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 NO_2^- 、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ の10種類である。

【結果及び考察】

イオン濃度は11日が最も高く、次いで13、14、10日の順に高かった(図1)。11日のイオン濃度は3000mが低濃度なのに対し、2000m以下において高濃度の汚染を捕えた。後方流跡線によると500、1000mの気塊は1500m以下の高度を通過しており、3000mの気塊は高々度から降りてきていることが分かる。このことから、低高度の気塊是北京周辺由来の汚染を運び、高々度のは上空のクリーンな空気を輸送してきたと考えられる。13日のイオン濃度は特徴的であり2000、3000mにおいて高濃度の汚染を捕えたが500、1000mでは低濃度であった。これは O_3 や SO_2 においても同様であった。後方流跡線を見ると500、1000mは韓国付近を通過しており、2000、3000mは中国の工場地帯を通過していることが分かる。イオン組成からも低高度の時は NO_3^- が多く、韓国由来であると考えられる。14日のイオン濃度は1000mでのみ高濃度であり、 O_3 や SO_2 、粒子重量濃度も1000mにおいて高いことがわかった。これは気塊が上海や北京などの人口過密な工業地域の上空を通過したことによると考えられる。

Cl^-/Na^+ 比は4日とも海塩の組成比よりも低く海塩粒子が変質していた。そこで Na^+ 濃度を用いて計算した海水中 Cl^- 濃度から測定した Cl^- 濃度を差引いた Cl^- 損失量(Cl^- loss)と NO_3^- の相関をとると、13日を除いた3日間で良い相関が得られた。

このことから $\text{HNO}_3(\text{g})$ が海塩粒子変質の主要因であると考えられる。また NO_3^- はダスト由来である Ca^{2+} とも相関が良く、ダスト粒子の変質にも $\text{HNO}_3(\text{g})$ が関与していると考えられる。 SO_4^{2-} と NH_4^+ の相関は4日とも非常によくなった。直線の傾きから11日は NH_3 が豊富で H_2SO_4 を完全に中和し $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ を形成していたが、10、13、14日は完全に中和されずに NH_4HSO_4 と $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ が両形態で存在していたと推測される。

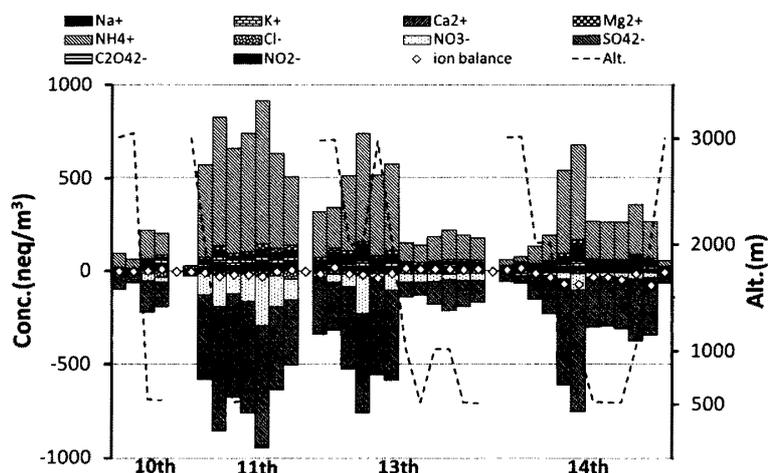


図1 4日間のイオン濃度(カチオンは正、アニオンは負の値で示す)

謝辞：本研究は科学研究費補助金新学術領域研究 20120008「東アジアから輸送されるエアロゾル化学成分の航空機観測」（代表：畠山史郎）に基づいて遂行された。