

## 20年間の航空機観測に見る東シナ海上空の大気汚染のトレンド Trends of air pollution over the East China Sea analyzed with 20 years aerial observation data

畠山 史郎<sup>1\*</sup>, 池田圭輔<sup>1</sup>, 高見 昭憲<sup>2</sup>, 村野健太郎<sup>3</sup>, 坂東 博<sup>4</sup>

HATAKEYAMA, Shiro<sup>1\*</sup>, IKEDA, Keisuke<sup>1</sup>, TAKAMI, Akinori<sup>2</sup>, MURANO, Kentaro<sup>3</sup>, BANDOW, Hiroshi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 東京農工大学, <sup>2</sup> 国立環境研究所, <sup>3</sup> 法政大学, <sup>4</sup> 大阪府立大学

<sup>1</sup>Tokyo University of Agriculture and Technology, <sup>2</sup>National Institute for Environmental Studies, <sup>3</sup>Hosei University, <sup>4</sup>Osaka Prefecture University

1. はじめに 我々はこれまで日本とアジア大陸との間の海洋上空における長距離越境大気汚染の航空機観測を長年続けてきた。観測した領域は日本海、東シナ海、黄海などである。この間の経済的発展は大陸において著しい。その結果、特に中国における大気汚染物質の放出量の増加があった。本報告ではこの20年間に得られたデータを用いて、オゾンや二酸化硫黄などのガス状成分とエアロゾルのイオン成分の変動を解析し、その変化を報告する。

2. 観測 使用したデータはPEACAMPOT (Perturbation of East Asian Continent Air Mass to Pacific Ocean Troposphere) プログラムの1991年10月、1992年11月、1994年3月、12月、1997年1月、12月、1999年2月、2001年3月とLEXTRA (Lagrangian Experiment on long-range Transported Aerosols) プログラムの2008年3月、4月、ならびにASEPH (Impact of Aerosols in East Asia on Plants and Human Health) プロジェクトの2009年10月、2010年12月分の11個のデータセットである。

使用した航空機はセスナ404、フェアチャイルド・マーリン4(以上昭和航空)、ビーチクラフト・キングエアー200T(ダイヤモンドエアーサービス)であり、下部対流圏の高度3000m以下の大気を観測対象とした。

測定項目は20年間の観測で共通して測定されたものは、オゾン、NO<sub>x</sub>(NO<sub>y</sub>)、SO<sub>2</sub>のガス状成分と、テープ式ハイボリュームサンプラーによって捕集されたエアロゾル中の硫酸イオン、硝酸イオン、アンモニウムイオン、カルシウムイオンなどのイオン成分である。

3. 結果と考察 ここでは特に人為発生源であるSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>のイオン成分とSO<sub>2</sub>、オゾンについて解析を行った。

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>とNH<sub>4</sub><sup>+</sup>はよく似たトレンドを示した。このことから時期に関係なくこの領域では(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>やNH<sub>4</sub>HSO<sub>4</sub>の形で存在していることが分かる。SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>は2001年の3月をピークにその後は減少傾向にあるようにも見える。しかしながら2001年から2007年が空白となっているため(この間中国本土での航空機観測を行った)詳細な議論はできない。しかしLuら(2010)は2006年以降、脱硫装置の普及等により中国のSO<sub>2</sub>排出量は減少傾向にあると報告しており、上記の傾向はこれと一致していると言える。これとは対照的にNO<sub>3</sub><sup>-</sup>は97年12月までは最高値でも1.5 μg/m<sup>3</sup>を超えずに推移していたが、99年以降は最大値が7 μg/m<sup>3</sup>(2008年を除く)を超え、高濃度イベントが発生するようになっており、増加傾向にあるように見える。NO<sub>3</sub><sup>-</sup>の前駆体であるNO<sub>x</sub>の中国の排出量はいまだ増加傾向にあり(Ohara et al, 2007), その影響を受けている可能性がある。NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>はより明瞭に増加を示しており、両者のトレンドを加味したものになっている。

オゾンに関しては、91年から99年と2001年以降の二つの期間にわけてヒストグラムを作成した。1990年代は40<O<sub>3</sub>濃度<45ppbの範囲に最も高頻度で発生していたのに対し2000年代は65<O<sub>3</sub>濃度<70ppbに高頻度がシフトした。その傾向は1500m以下の境界層内でより顕著であり、中国における人為的なNO<sub>x</sub>放出の増加がその原因であろう。

Lu, Z., et al., (2010). Atmospheric Chemistry and Physics, 10(13), 6311-6331. doi:10.5194/acp-10-6311-2010.

Ohara, T., et al., (2007). Atmospheric Chemistry and Physics Discussions, 7(3), 6843-6902. doi:10.5194/acpd-7-6843-2007.

キーワード: 航空機観測, 東シナ海, エアロゾル, イオン成分, 越境大気汚染, オゾン

Keywords: aerial observation, East China Sea, aerosol, ionic species, trans-boundary air pollution, ozone