

冬季の東アジア-西太平洋域における NO_x , SO_x , NMHC の長距離輸送特性

○豊橋技術科学大学 学生員 西沢 匡人
豊橋技術科学大学 正会員 北田 敏廣
名古屋大学 近藤 豊

1.はじめに

人間活動によって多種類の汚染物質が大気中に放出されている。その中でも特に窒素酸化物($\text{NO}_x=\text{NO}+\text{NO}_2$)は、 O_3 , OH の生成を通じて、大気の酸化能力を決定し、他の化学種の寿命を決める重要な物質である。また、硫黄酸化物(SO_x)は、乾性・湿性沈着のプロセスを通じて地表面に降下し、酸性降下物質として生態系に悪影響を与えると考えられる。東アジアでは、これらの物質の排出量の増加が著しく、来世紀にはこの地域の大气環境の深刻な悪化が懸念されている。本研究は、大気汚染物質の輸送・反応・沈着モデルを用いて、アジア地域から排出された汚染物質の広域にわたる動態を予測し、更に酸性物質の沈着量の推定を行った。

2.解析手法

解析に用いたモデルは、豊橋技科大北田研究室で継続的に開発されてきた大気汚染物質に対する輸送・反応・沈着モデルである。基礎方程式は、球座標で表現された多成分系の3次元の大気拡散・反応方程式系で、(1)移流・拡散、(2)サブグリッドスケールの積雲対流による輸送、(3)気相化学反応¹⁾、(4)乾性沈着、そして(5)湿性沈着²⁾の諸プロセスを含んでいる。計算領域は、格子長が $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ で、水平方向に $80^\circ \text{E} \sim 180^\circ \text{E}$, $12.5^\circ \text{S} \sim 60^\circ \text{N}$ である。また、鉛直方向は地表から10hPa(約30km)までの17の格子点でカバーされており、 σ 座標による変数変換が施されている。タイムステップは30分で、計算期間は1994年2月21日00GMT～3月15日00GMTである。

排出源データには、人為起源による NO_x (図1a), SO_2 排出³⁾のほか、 NO_x 排出源として雷放電(図1b)⁴⁾、航空機排出⁵⁾、土壤中の微生物活動による排出⁶⁾を考慮した。各 NO_x 排出量について1ヶ月分に換算した量(単位: kg-N/month)を表1に示す。

表 1. 計算領域内における NO_x 排出量

排出源	排出量	相対強度
燃焼	3.59×10^8	1
航空機	6.92×10^6	0.019
雷放電	3.40×10^7	0.097
土壌	3.87×10^7	0.108

3.結果・考察

3.1 観測値との比較…シミュレーション結果の検証のために、1994年2月 ← 月から3月に行われたPEM-WEST(B) (Pacific Exploratory Mission-West, Phase B) 航空機観測データを用いた。そのうち日本を起点としたMISSION 15(3月6日実施)における飛行ルートに沿っての各種化学種(NO , SO_2 , O_3)の濃度変化を計算値と比較した(図2a, b, c)。NOの比較については計算値の方がやや低い濃度を示すが、その他の物質についてはかなり良く観測値を再現している。

3.2 雷放電・航空機による上空 NO_x ソースによる対流圏大気の影響…上空 NO_x ソースによってどの程度 NO_x 濃度およびOHラジカル濃度が変化するかを、これら上空ソースをON/OFFにした二つのケースを比較することにより検討した(図3a, b)。両者ともに、赤道付近のカリマンタン、セレベス島の上空付近でもっとも増加量が高く、雷放電による排出源の効果を示している。また、OH濃度の増加は、 $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_4^-$ の酸化速度等が大きくなることから、 SO_4^- の沈着量分布にも影響すると考えられる。

3.3 酸性物質の沈着量分布…図4a, bにN-化合物(NO_2 , HNO_3 , PAN)、S-化合物(SO_2 , SO_4^-)の総沈着量分布を、図5a, bにPEM-WEST(B)観測で得られたN, S-化合物のバックグラウンド濃度に基づく沈着量を差し引いたものを示す。低緯度では降雨量が多く、特にN-化合物でこのバックグラウンド的な沈着量がかなりの量を占めて

いると考えられる。

4.まとめ

冬季の東アジア-西太平洋域を対象として、大気汚染物質の数値解析を行った。得られた結果をまとめると、① PEM-WEST(B)観測との比較では、NO がやや低い濃度であるが、計算格子長が $2.5' \times 2.5'$ とかなり粗いことを考慮すればほぼ満足すべき結果であると考えている。② 上空における NO_x 排出の影響は、特に赤道付近で濃度上昇が見られた。③ 沈着量については、特に N-成分についてはバックグラウンド的な沈着量が大部分を占めていたが、今後は解析領域内での観測値との比較を行う必要がある。発表時には、日本域での酸性物質沈着量についての比較も示す予定である。

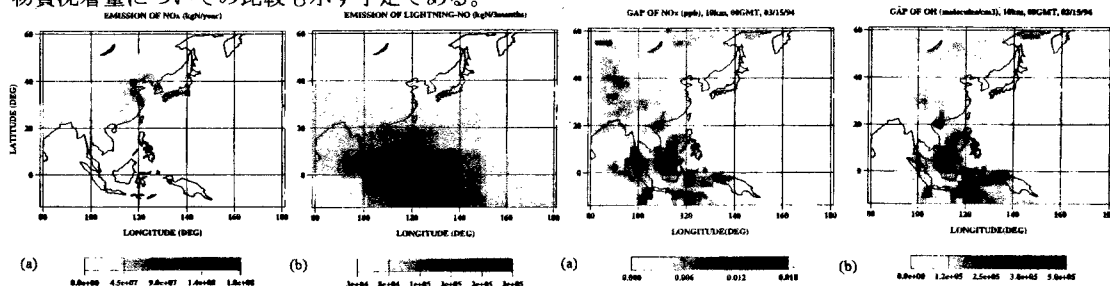


図 1a 燃料燃焼による NO_x 排出 図 1b 雷放電による NO 排出 図 3a NO_x 濃度の増加分 図 3b OH 濃度の増加分

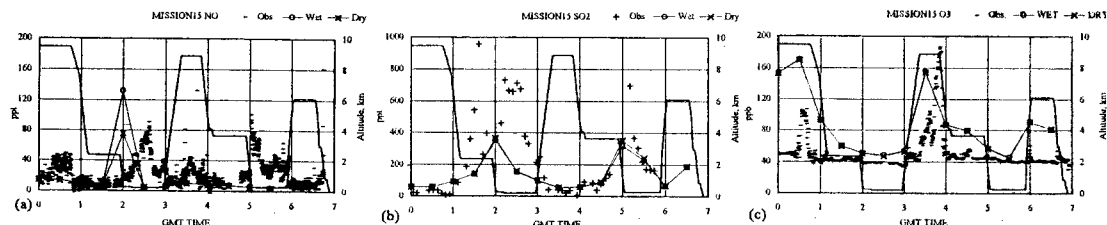


図 2a-c NO, SO₂, O₃ の観測値と計算値との比較 ○印は湿性・乾性沈着を考慮したケースを示し、×印は乾性沈着のみのケースである。太い実線は観測高度を示す(右軸と対応)。

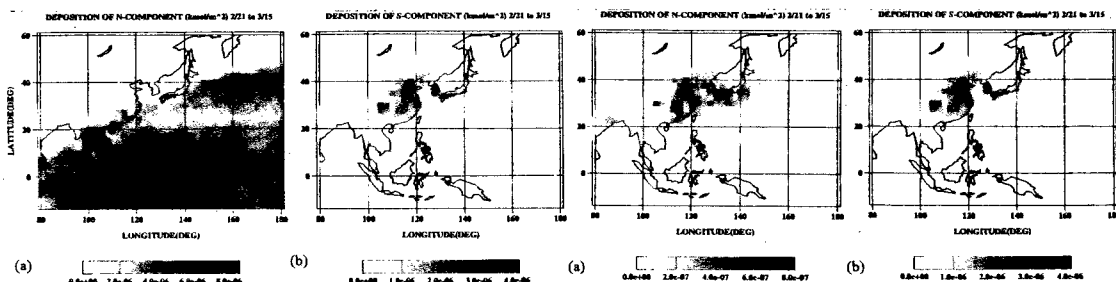


図 4a,b それぞれ N-, S-化合物の総沈着量

図 5a,b それぞれ N-, S-化合物のバックグラウンド値を引いた沈着量

【参考文献】

- 1) Lurman et al. *J. Geophys. Res.*, **91**, 1986.
- 2) 北田敏廣 気象研究ノート, 182 号, 1994.
- 3) Akimoto et al. *Atmos. Env.*, **28**, 1994.
- 4) Kumar et al. *J. Geophys. Res.*, **100**, 1995.
- 5) ICAO, Committee on Aviation Environmental Protection, Working Group 3 Report on the Emissions Inventory Sub-Group. 1995.
- 6) Yienger et al. *J. Geophys. Res.*, **100**, 1995.