

移流拡散モデルを用いた東日本における 酸性降下物の輸送メカニズムに関する研究

宇都宮大学工学部 学生員 ○佐藤 正人
宇都宮大学工学部 正会員 鈴木 善晴
宇都宮大学工学部 正会員 長谷部 正彦

1. はじめに

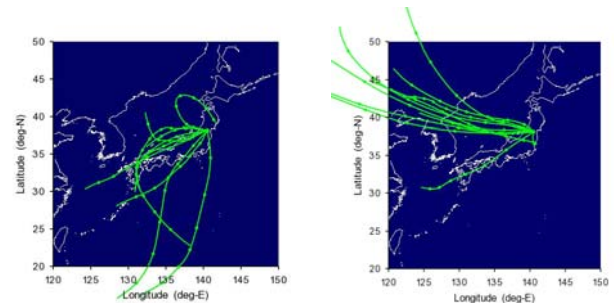
地球環境問題のひとつとして酸性問題が挙げられ、欧米を中心とし湖の酸性化、森林の枯死などが多くの被害が報告されている。近年では、工業化が急速に進んでいる中国からの酸性雨前駆物質の移流の日本への到達など、今後の日本の環境酸性化につながる要因も考えられる。

そこで、酸性物質の主要発生源からの放出、移流拡散及び沈着過程に関して、トラジェクトリー解析と輸送シミュレーションによる検討を行う。本研究では、中国からの排出を中心とした東日本における酸性物質の移流・拡散を経て地上に沈着するという一連の過程を検討し、地表面における酸性物質の沈着、上空における酸性物質の移流・拡散という二つの観点から解析を行う。

2. 輸送メカニズムに関する数値解析

CGERによって開発された気象データの解析プログラム METEX (Meteorological Data Explorer)¹⁾を用いて後方トラジェクトリー解析を行う。気象データは、NCEPの $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ 全球時間値データを用い、東北地方からは仙台、関東地方からは宇都宮をそれぞれ解析対象地点に選定した。解析期間は2002年4月～2003年3月とし各月10日0:00～19日0:00まで24時間ごとの算出を行う。

また、トラジェクトリー解析に加えて、NOAAによって開発されたHYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory)²⁾を用いたエアマスの輸送シミュレーションを行う。シミュレーションにはNOAAの $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ 再解析気象データを用い、分布特性及びトラジェクトリー解析から酸性物質の主要発生源であると推測された地域を起点として算出を行う。エアマス粒子は SO_2 に設定し、市川らの研究報告³⁾をもとに、沈着速度を0.002m/sとしている。



(a) 2002年7月の
トラジェクトリー (b) 2002年11月の
トラジェクトリー

図-1 仙台上空1000mの後方トラジェクトリー

3. METEXによるトラジェクトリー解析

図-1に、2002年7月、11月の仙台上空1000mを起点とした48時間後方トラジェクトリーを示す。年間のトラジェクトリーを算出した結果、仙台に到達するトラジェクトリーは季節によって大きく3通りに分類された。また、宇都宮においても同様の移流パターンが確認された。

ここで、夏季型は南西から秋冬型は北西からの移流パターンにあるため、夏季は西日本や関東地方から、秋冬季は中国からの影響があると大きいと推測される。また、中国からの排出については SO_2 排出量の著しい地域と、トラジェクトリーが到達している領域を検討すると東北地方が当てはまり、この領域が主要な発生地域と推測される。

4. HYSPLITによる輸送拡散過程の解析

冬季に影響を及ぼすと考えられる中国からの SO_2 の長距離輸送に関してシミュレーションを行った。トラジェクトリー解析より主要発生源と推測された、東北地方の遼寧省を放出起点とする。解析期間は2002年11月15日12:00を放出開始時刻とし、開始から120時間後まで6時間ごとにエアマス濃度分布と沈着量分布を算出する。発生高度は300mを起点とし、鉛直層は地表面、0m-250m層、250m-500m層、500m-750m層、750m-1000m層、1000m-2000m層、

Key Words: 酸性物質, トラジェクトリー解析, 移流拡散モデル

〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大工学部 Tel:028-689-6214 Fax:028-689-6213

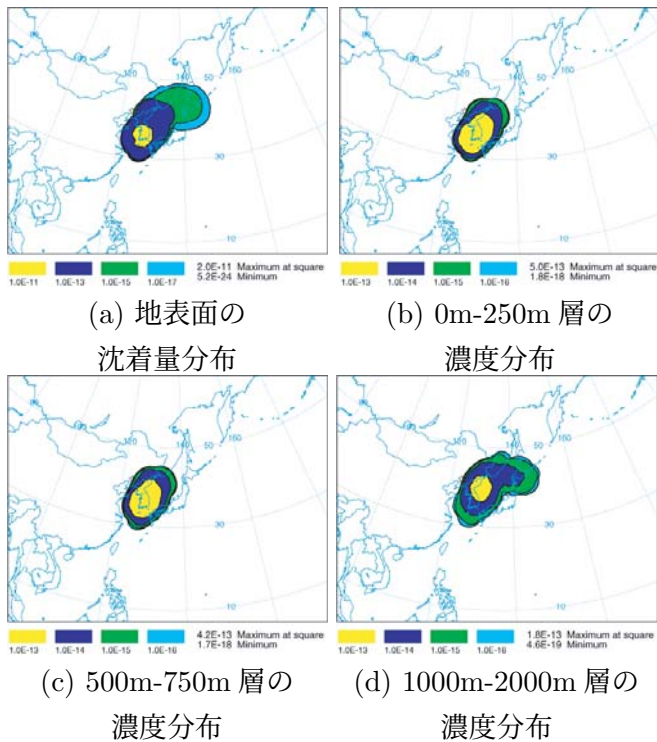


図-2 放出開始から 60 時間後の沈着量分布と濃度分布

2000m-3000m 層の 7 層に分類し行う。放出時間は 6 時間、放出率は遼寧省の 1975 年-2010 年 (予測) の平均値をとり、124.89t/h とした。

図-2, 図-3 に 60 時間後と 120 時間後の地表面での沈着量分布と 0m-250m 層, 500m-750m 層, 1000m-2000m 層の濃度分布を, 図-4 に仙台における時系列での沈着量と濃度を示す。輸送のプロセスとして放出開始直後, 2000m-3000m 層には濃度分布の図に変化が見られなかったが, 12 時間後から徐々に現れ始め, 放出から約 60 時間後に, 東日本に到着している。その後, 東日本だけでなく日本全体を覆うような拡散をしている。特徴として図-2 より, 60 時間後には低高度層より高高度層が広く拡散されていることがわかる。図-4 より濃度のグラフは 66 時間後から値が現れ始め, 78-84 時間後にピークを迎え, 沈着量のグラフは約 6 時間遅れて 72 時間後から値が現れ始め 84 時間後にピークを迎えている。これは高い高度で日本に到達しているため, そのまま大気中に浮遊続け, 沈着する割合が低くなっていると推測される。

5. まとめ

本研究では, 東日本における酸性降下物に関して, トラジェクトリー解析と輸送シミュレーション解析を行った。トラジェクトリー解析より, 東日本において, 夏季は主に西南から大気に移流してくることが確認され, 冬季は主に西, 中国から移流が確認され

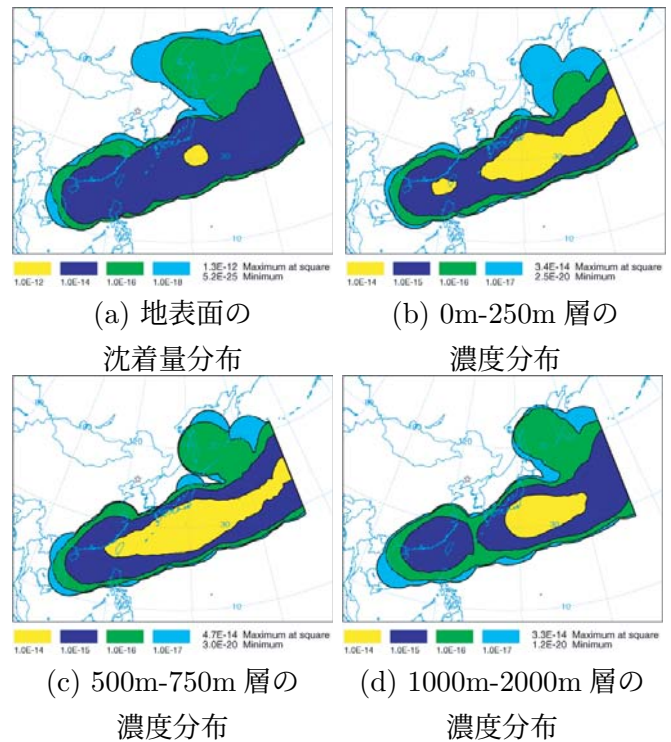


図-3 放出開始から 120 時間後の沈着量分布と濃度分布

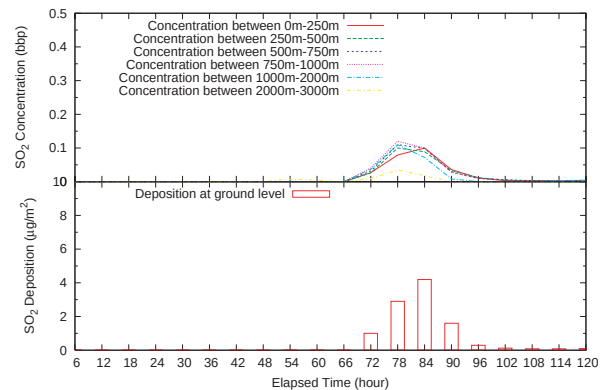


図-4 仙台における沈着量と濃度

長距離輸送されていることがわかった。また輸送シミュレーション解析から中国からの輸送過程, 沈着量, 濃度が確認された。

今後は, 沈着量, 濃度分布に関してより詳しく解析を行い, 日本が中国からの酸性物質に対する影響がどれ程であるか考察していく予定である。

参考文献

- 1) CGER : Data Analysis and Graphic Display System for Atmospheric Research Using PC, CGER report, 2003.
- 2) NOAA Air Resources Laboratory : READY(Real-time Environmental Applications and Display sYstem), <http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html>
- 3) 市川陽一, 速水洋 : 東アジアを対象とした硫酸酸化物の長距離輸送モデルの評価, 電力中央研究所研究報告 T96044, 電力中央研究所, 1997.
- 4) 鈴木善晴, 長谷部正彦, 大田雅人 : 関東地方における酸性降下物の分布特性及びその輸送メカニズムに関する解析, 第 14 回地球環境シンポジウム講演論文集, 2006.