

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

宇都宮大学大学院工学研究科 ○ 学生員 宮本 浩樹
国土交通省東北運輸局 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雨問題が挙げられ、欧米を中心として湖の酸性化、森林の枯死など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による日本への到達など、今後の日本の環境酸性化につながる影響も考えられる。

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。

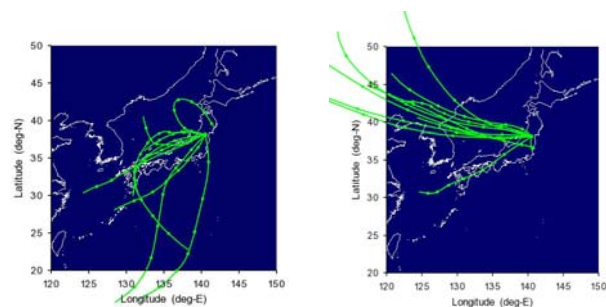
2. 輸送メカニズムに関する数値解析

CGERによって開発された気象データの解析プログラム METEX¹⁾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HYSPLIT²⁾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。

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夏季と秋季冬季で大きく傾



(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

向が分かれた。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、秋冬季型は北西からの移流パターンにあるため、夏季は西日本から、秋冬季は中国からの影響があると大きいと推測される。 SO_2 排出量は著しい西日本のコンビナート地帯である四日市及び中国でのこの領域が主要な発源地域と推測される。

4. HYSPLITによる輸送拡散過程の解析

HYSPLITを用い、夏季に西日本からの、冬季に中国からの SO_2 の長距離輸送に関してシミュレーションを行った。前述したトラジェクトリー解析によって主要発生源と推測された、四日市と遼寧省を放出起点とする。解析期間は、四日市では2002年8月15日12:00を放出開始時刻とし、開始から72時間後まで3時間ごと、遼寧省では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、2000m-3000m層の7層に分類し行う。放出については四日市では放出率 15.4t/h 、放出時間を3時間とし遼寧省では放出率 124.89t/h 、放出時間を6時間とした。

図-2、図-3に四日市と遼寧省の120時間後の地表面での沈着量分布と750m-1000m層の濃度分布を示

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

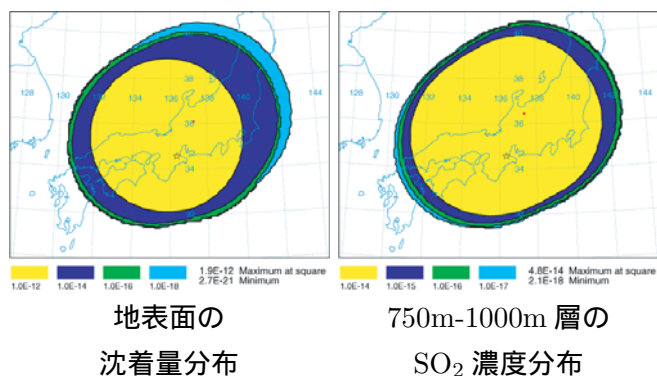


図-2 四日市の放出から 120 時間後の沈着量分布と濃度分布

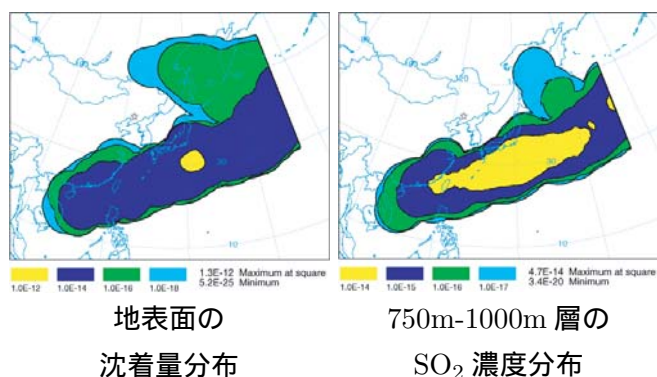


図-3 遼寧省の放出から 120 時間後の沈着量分布と濃度分布

す。また、図-4、図-5 に各放出点に寄与する宇都宮における SO_2 沈着量と濃度の時系列推移を示す。図-2 より、四日市市からの放出では、エアマスが徐々に拡散しながら関東地方を中心に覆っていく様子がわかる。また拡散に伴って沈着分布が広がっていることが確認できる。また 750m-1000m 層では 21 時間後と遅い時間から濃度分布が現れ始めていることから、鉛直方向への拡散はあまり見られず、低い高度にエアマスが集中しているといえる。また、図-3 より、遼寧省からの放出では、120 時間後にはエアマスの中心が太平洋側に抜けており、放出開始から 6 時間後には 750m-1000m 層で濃度分布の広がりが確認できることから、放出開始から早い時間で高い高度まで拡散することによって、長距離輸送されることがわかった。

また、図-4 より、0m-250m 層の濃度と同様な傾向で沈着量の推移が見られ、沈着量は低い高度での濃度に寄与している。図-5 より、各層の濃度がほぼ同様の値を示していることから均一に拡散され日本に輸送されているといえる。

5. まとめ

本研究では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い解析を行った。

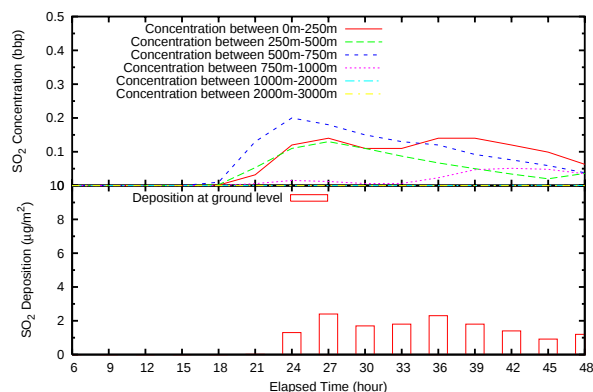


図-4 四日市からの放出による宇都宮における SO_2 沈着量と濃度の推移

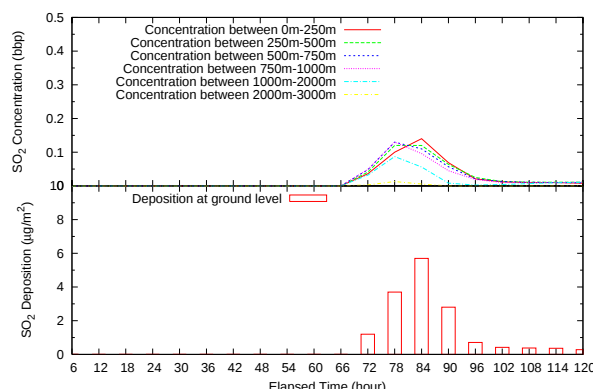


図-5 遼寧省からの放出による宇都宮における SO_2 沈着量と濃度の推移

トラジェクトリー解析より、東日本において、夏季では主に西南からの大気に移流してくることが確認され、冬季では主に西、中国から移流によって大気が長距離輸送されていることがわかった。

輸送シミュレーション解析によるエアマスの輸送・拡散に関しては、四日市から発生したエアマスはあまり輸送されず、拡散することで東日本への広がっていることがわかった。また、中国から発生したエアマスは早い時間で高い高度まで拡散することで、長距離輸送され日本全体を覆い、東日本だけでなく西日本にも影響があると考えられる。

今後の課題としては西日本と中国の 2 地点のみでなく他の地域からの影響を定量的に比較することと、実測値と比較しシミュレーション値の妥当性を検討することが必要である。

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.