

II-151

東アジア地域を対象とした硫黄酸化物の長距離輸送解析

（財）電力中央研究所 正会員 市川陽一，藤田慎一

大阪府立大学 正会員 池田有光

1. はじめに

大気中に排出された汚染物質は，風によって輸送されるとともに，その過程で拡散，変質，除去される。酸性物質の影響を考える場合，発生源から数百 km 以上にわたって上記の各機構を解析する必要がある。本報告では，わが国で測定された硫黄酸化物濃度を，東アジア地域を対象とした長距離輸送モデルを用いて解析した。

2. 解析方法

解析対象領域は，日本，中国の西部山岳を除く地域，台湾，韓国，北朝鮮，モンゴル，ロシアの極東地域である。本報告で用いた長距離輸送モデルの特徴は次の通りである。

- (1) 輸送過程の気流計算はステレオ投影面で行う。時間，空間的に変化する風場をトレースすることによって空気塊の流跡（トラジェクトリー）を求める。
- (2) 濃度は水平方向には正規分布，鉛直方向には混合層内で一様分布する。
- (3) 反応，雲，沈着の各速度過程は濃度に線形に比例する。これにより，大気中の SO_2 ， SO_4^{2-} 濃度，雲水中の SO_4^{2-} 濃度の解析解を求めることができる。
- (4) 評価地点で物質収支をとることにより，大気中の SO_2 ， SO_4^{2-} 濃度，降水中に含まれる SO_4^{2-} 濃度が計算できる。

硫黄酸化物の発生量は，日本，中国，台湾，韓国，北朝鮮の人為起源，日本の火山起源を対象とした。発生源データは，Fujita ら^{(1)・(2)}に年，季節変動を考慮したものを用いた。高層風（850mb 等圧面）のデータは，国内20，国外34の合計54の観測地点について，Aerological Data of Japan および天気図（ともに気象庁編集，日本気象協会発行）から得た。風の観測時刻はグリニジ標準時で0時と12時である。降水量のデータは，国内154地点についてはSDPデータ（気象庁作成の気象官署データ），国外191地点についてはワールドデー

タ（気象庁作成の世界気象データ）から日単位で収集した。

3. 解析結果

大気中の SO_2 ， SO_4^{2-} 濃度，降水中の SO_4^{2-} 濃度の計算を行った。モデルで使したパラメータを表1に示す。計算は酸性雨の観

表1 長距離輸送モデルで使用する諸パラメータの値

パ ラ メ ー タ	記 号	単 位	値
SO_2 から SO_4 への反応速度定数	k_1	1/h	冬季 0.01 夏季 0.03
SO_2 の湿性沈着速度定数	k_2	1/h	$0.1 \times I$
SO_2 の乾性沈着速度定数	$k_3 (=V_d/H)$	1/s	輸送過程 $V_d=0.002$ 評価メッシュ $V_d=0.0026$ (冬季)， 0.0039 (夏季)
SO_2 の雲によるとりこみ速度定数	k_4	1/h	0.02
SO_4^{2-} の湿性沈着速度定数	k_2'	1/h	$0.1 \times I$
SO_4^{2-} の乾性沈着速度定数	$k_3' (=V_d'/H)$	1/s	輸送過程 $V_d'=0.001$ 評価メッシュ $V_d'=0.00113$ (冬季)， 0.00170 (夏季)
SO_4^{2-} の雲によるとりこみ速度定数	k_4	1/h	0.02
雲水中 SO_4^{2-} の降水中へのとりこみ速度定数	k_5	1/h	$0.1 \times I$
混合層高さ	H	m	1,000
SO_4^{2-} の排出量割合	β	%	3

注) V_d ：沈着速度 (m/s)， I ：降雨強度 (mm/h)

測期間に合わせて、ほぼ10日単位で1988年10月～89年9月について実施した。対象地点は島根県出雲市である。図1は降水中 SO_4^{2-} 濃度の観測値と計算値の比較を示している。図には両者が一致する線とファクター3で一致する線を記入した。計算値と観測値はよく一致している。大気中の SO_2 、 SO_4^{2-} 濃度についても同様の結果が得られている。解析対象期間に九州地方の火山からは、年間約100万 t の SO_2 が排出されている。これはわが国の人為起源の排出量に匹敵する。気流解析をしたところ、10～12月に九州地方を経由して出雲に到達するバックトラジェクトリーは見られなかった。このような期間には火山の影響はほとんどないといえる。7月の中旬には、図2に示すように出雲に到達するバックトラジ

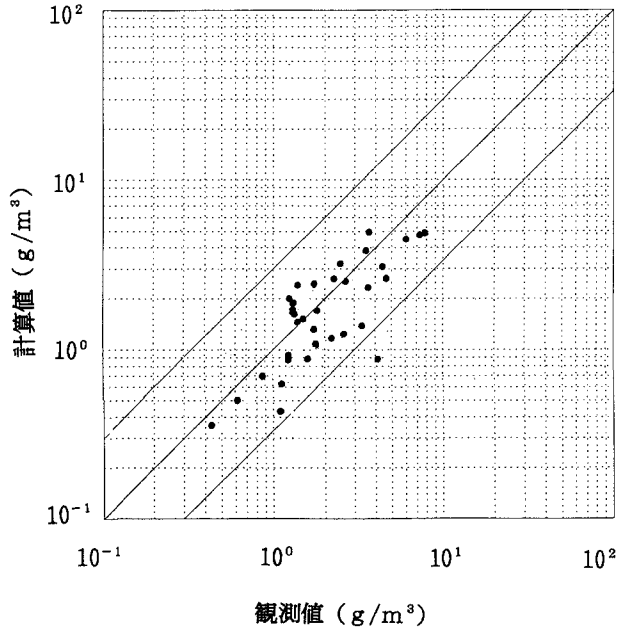


図1 降水中の硫酸塩濃度の計算結果と観測結果の比較

ェクトリーの1/4程度は九州地方を通過する。この期間の降水中 SO_4^{2-} 濃度の計算値は、人為+火山起源に対して 0.94 g/m^3 、人為起源に対して 0.56 g/m^3 であった。なお、観測値は 1.23 g/m^3 である。

4. まとめ

出雲を対象に濃度解析を行ったところ、長距離輸送モデルの計算結果は観測値とよく一致した。本モデルは濃度の鉛直分布を考慮できない単層モデルであるので、評価地点の近くに大規模煙源がある場合には、大気中の硫黄酸化物濃度を過小評価する可能性がある。しかし、この場合でも、濃度の鉛直分布の影響をあまり受けない降水中の硫黄酸化物濃度に関しては、よい結果が得られると考える。

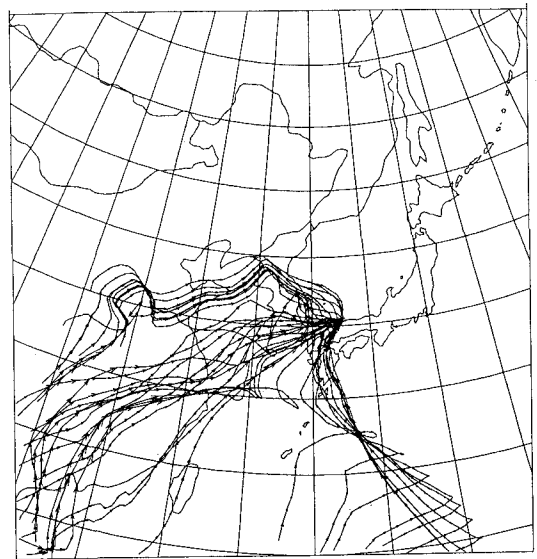


図2 出雲に到達するバックトラジェクトリー
(1989年7月11日～20日、トラジェクトリーの追跡間隔: 6時間)

参考文献

- (1)Fujita, S et al.: Atmos. Environ. 25A, 7, 1409-1411(1991), (2)Fujita, S., Ichikawa, Y.: International Workshop on Acid Rain in East Asia, NIES and Kitakyusyu, 63-71(1991)