

II-405

春期の東アジアにおける汚染質の輸送特性

ー 地球規模三次元シミュレーション ー

豊橋技術科学大学 学生会員 田中一浩

豊橋技術科学大学 正会員 北田敏廣

1. 序論

最近の報告によれば¹⁾、東アジア5ヶ国からの SO_2 の年間排出量（昭58）は約1900万トン（うち、日本は100万トン）であり、その8割を中国が占める。世界的規模で見ても、この量は西ヨーロッパや北米と対等の量である。このような大量の汚染質が、日本はもとより地球規模環境に対してどのように影響するかを推定することは重要である。

本研究は、気象研究所の全球規模気象データを用いて、中国、朝鮮半島からの排出汚染質の挙動を春期の10日間（1986年4月25日～5月4日）に渡って追跡したものである。

2. 使用データと解析方法

(1) 気象データ

全球について地表高さ20(km)までの領域を経度方向128点、緯度方向66点及び鉛直方向14点の格子点網により近似し、計算領域とした。気象データとして、チェルノブイリ原発事故時（1986年4月25日～5月4日）の気象研究所GCMのアウトプットを用いた。（6時間毎に観測データにより初期化したもの；2時間毎の出力を利用。）本研究では、元の σ 座標系で記述されている鉛直流速をZ座標系に変換して用いた。

(2) 排出源データ

藤田、市川の推計によると、中国、朝鮮半島の東アジア地域からの年間 SO_2 排出量は1800万トンに及ぶ。その排出源分布から排出強度が特に大きい地点を20点選び出し、全排出量をこの20点に集中した。シミュレーションにおいては、各地点から4個（すなわち合計80個）ずつの粒子を2時間毎に放出した。従って、粒子1個は、約50トンの SO_2 を表すことになる。また、昼間の混合層の高さを考慮して、排出高さを地表面から100(m)と1000(m)の両方に設定した。

(3) 解析方法

上述の排出源から出た各粒子の位置を時間刻み20分で追跡した。考慮した輸送過程は移流のみで拡散は含めなかった。この規模で拡散効果が問題になるのは、大気境界層での鉛直混合であろうが、地上1000(m)で排出するケースも実行しているの、100(m)放出のケースと比較することにより、長距離輸送に対するこの効果も推定できる。

3. 結果

(1) 粒子の全般的挙動

図1-1、-2に粒子群の水平面プロット（放出高：地上100m）を示す（4月28日0時、5月4日0時）。中国大陸から発生した SO_2 （放出高：地上100m）は、約2日半の停滞の後に大きく東方へ移動し始めた。28日0時には日本にも到達する。これ以降の東方輸送は急速である。10日後の5月4日（最終日）には、最も速く輸送された粒子群は北米の西岸地帯に到達している。全般的特徴は、粒子群の間欠的な輸送である。明らかに高、低気圧の通過はこの現象に寄与していると考えられるので、次項では、高低気圧の役割を考察する。

(2) 高気圧の役割

図2に粒子群の鉛直プロット（放出高：100m）を示す（5月1日12時）。明らかに、中国や韓国から排出された汚染質は必ずしも排出後直ちに東方へ運ばれるのではない。この現象は、高気圧支配と結び付けられよう。すなわち、図3に示すように最初の2日の間中国はほぼ高気圧に覆われ、晴天でかつ一般風が弱い。従って、下層の流れは海から陸、平野か

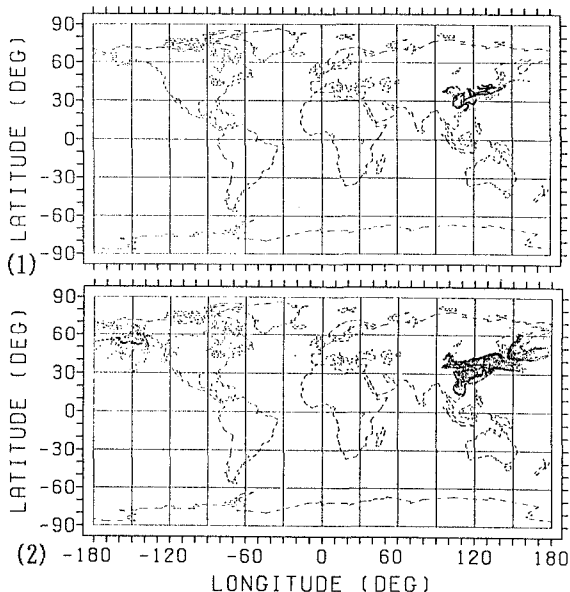


Fig. 1 Simulated movement of fluid particles
(1) 0000GST, 28 April, (2) 0000GST, 4 May

ら山岳地帯に向かうメソスケール流れが卓越する。この気象場のもとで、地球規模の輸送は弱く、大陸排出の汚染質は、むしろ内陸に向かい停滞する。このことは、中國大陸の汚染質は、ある場合には2日程度熟成され、その間化学反応が進行することを示す。

(3) 低気圧の役割

上記の高気圧の支配下で、大陸に蓄えられた汚染質は、その後低気圧が 50° Nに沿って東進するにつれて、この低気圧の南縁に沿う強い西風により一気に日本に日本に運ばれることになる。低気圧は、汚染質を巻き込んで移動するため、その移動に伴う汚染質の南北輸送、鉛直輸送が顕著となる。また、鉛直輸送後に多くの粒子が高さ2~4(km)付近に取り残され、高濃度域が形成されることがわかった。

(4) 放出高度による違い

図4-1, -2に放出高さ1000(m)の場合の鉛直面プロット(4月28日12時)及び水平面プロット(5月4日0時)を示す。この場合には放出高さ100(m)の時とは違い、当初から弱いながらも東方への輸送がある。下層排出の場合と較べて、最初から局地風のreturn flowに乗るためと考えられる。しかし、この場合でも28日以前と以降では輸送速度に大きな違いがあり、低気圧の接近、通過に伴う輸送の急激な増加を示している。粒子はアラスカを経由して極域やアメリカ西岸にも輸送されるなど、遠距離へ輸送される量が100(m)放出の場合に較べて大きい。ただし、東方への最遠到達地点という意味から言うとの質的にはほとんど差がない。

4. 結論

東アジアの中緯度での汚染気塊の長距離輸送に、高低気圧の移動、特に低気圧が重要な役割を果たすことが明らかとなった。低気圧の輸送に対する役割は、東西方向のみならず、南北方向輸送に対して顕著である。

謝辞

本研究に使用した気象データテープを提供して頂いた気象研究所、木村富士男氏(現東北大学)に深湛の謝意を表します。

参考文献

- 1) 藤田慎一、市川陽一(1989): 東アジア地域における二酸化硫黄の発生量の推計、電力中央研究所報告(T88086), 15P.

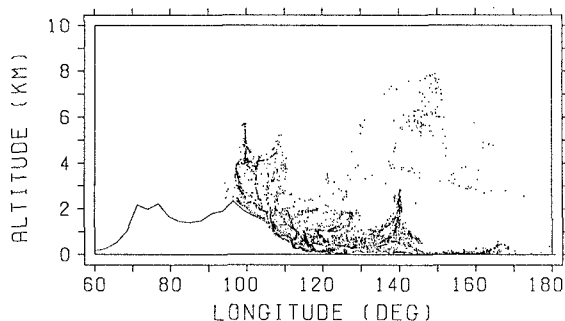


Fig. 2 Same as in Fig. 1 but for the vertical plane at 40° N : 1200GST, 1 May

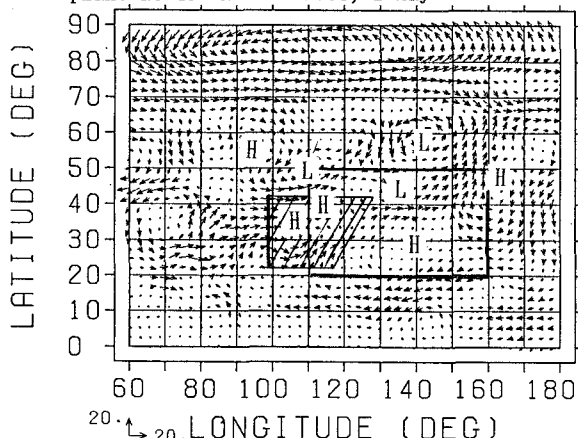


Fig. 3 Flow field at a height of 1000 m above ground : 0000GST, 25 April, 1986. Shaded area shows emission sources over the continent

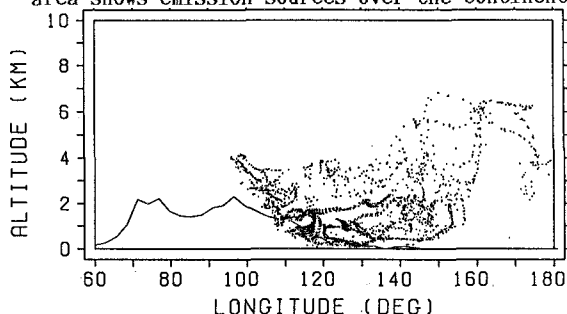


Fig. 4-1 Same as in Fig. 2 : 1200GST, 28 April

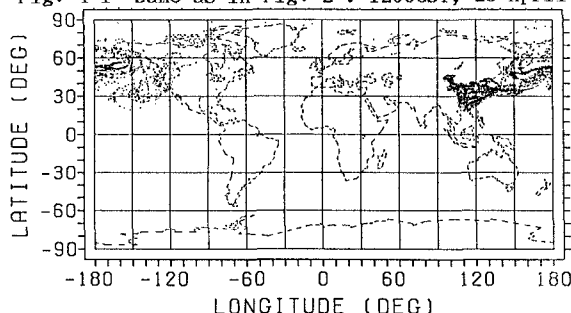


Fig. 4-2 Same as in Fig. 1 : 0000GST, 4 May