

豊橋技術科学大学 正会員 倉田学児
 日本上下水道設計 大嶽公康
 豊橋技術科学大学 正会員 北田敏廣

1.はじめに 大気中での微量化学種の長距離輸送の過程で、積雲対流の生成に伴う物質の輸送、気液相間移動、さらには液相化学反応は、重要なプロセスである。特に対流に伴う鉛直方向への物質輸送の効果は、平均的な大気中の鉛直方向への移流・拡散の速度に比べて極めて大きく、その推定が求められている。本研究ではメソスケール気象モデルである PSU/NCAR の MM5 を用いて、予測的な気象場を再現し、積雲の生成による微量化学種の輸送量を推定した。

2.解析領域及び気象場 解析領域は図1に示した領域であり、水平 495km 四方で、グリッド間隔は 9km である。鉛直方向に対しては、高度を約 10km とし、20 層に分割した。また、内部に水平グリッド 3km で、より詳細なドメインを設定しネスティングを用いて同時に計算している。解析対象日は平成8年9月26,27日の2日間である。図2に9/26午前6:00の地上天気図を示す。北緯20度付近に2つの台風が北上しており、計算領域中央に前線が停滞している。初期場及び側面の境界条件には、気象庁の数値気象予報値 GPV(Grid Point Value)を線形内挿して用いた。

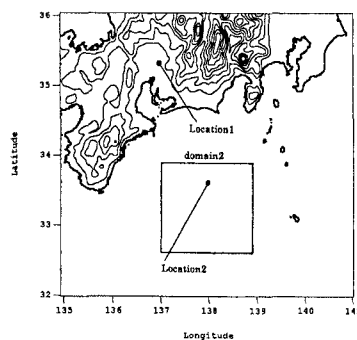


図1. 解析領域

3.結果及び考察

①再現性の検討 まず、MM5の再現性を検討するために、解析結果と GPV データとの比較を行った。図3~4に計算開始6時間後の混合比の鉛直プロファイルを示す。この鉛直プロファイルは、48km×40kmメッシュの GPV データと比較を行うために、計算値の25点の平均を求めたものである。図3の地点は名古屋市内付近の平野部であり、図4は計算開始4~7時間後に積雲の発生している太平洋上の地点である(図1参照)。混合比は、両地点において時間と共に減少しており、これは GPVデータの傾向と一致している。しかし、地表付近の混合比は GPV がほとんど変化していないのに対して、解析値は小さくなっている。これは計算において地表面からの水蒸気のフラックスが小さくなっている可能性がある。図5に計算開始6時間後の流れベクトルを示す。図6が同時刻の GPV データの流れベクトルである。流れ場は領域全体でほぼ再現されているが、解析値では、領域中央の前線面付近で流れの収束が表れている。

②積雲生成の鉛直断面 次に、積雲の発生していると推測された場所での計算開始6時間後の鉛直断面を示す。図7は混合比の鉛直分布であり、積雲生成に伴って水蒸気が上層へ輸送されている様子を示している。図8の雲水場では最大値 0.00075[kg/kg]となる雲水が生成しており、強い鉛直流速(最大 2.37m/s)により積雲が発達している。雲頂高度が約 6000m となっているのは、初期場において 6000m 付近から強い安定成層と混合比 0 を設定したことによる。図9に同じ鉛直断面での詳細領域での雲水場と流れベクトルを示す。グリッド間隔が細かいため、より細部の現象を表しており、図8で表現しきれなかった上昇流付近で発生する下降流も表れている。

③積雲対流による物質の鉛直輸送効果 初期場において、仮定の化学反応をしない物質を領域全体の地表から第5層までに、1ppm の濃度分布を設定した。これは積雲の鉛直輸送の効果を知るために設定したもので、鉛直流による移流のみを考慮し、水平移流と拡散は無視している。図10は、計算開始後6時間の前後に積雲が生じていた地点での6時間後及び24時間後の濃度場の鉛直プロファイルを示している。積雲対流によって下層から高度 4000~6000m の上層へと輸送されているのがわかる。また一つの積雲のライフタイムは数時間程度であり、ちょうど下層の空気を上層へ輸送すると対流が消滅している。

4.おわりに 積雲対流による鉛直輸送等の効果は、地球規模モデルでは積雲パラメータ化によってバルクに与えられる。しかし、様々な条件下での積雲対流の成長過程に適用できるパラメータ化を構築する事は困難である。本研究をさらに、様々な条件下に適応し積み上げていくことによって、地球規模物質輸送モデルに適した積雲パラメータ化の構築を目指すことを今後の目標としていきたい。

積雲対流、長距離輸送、酸性雨、メソスケールモデル

愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1 (〒441) TEL 0532-47-0111(代) FAX 0532-44-6929

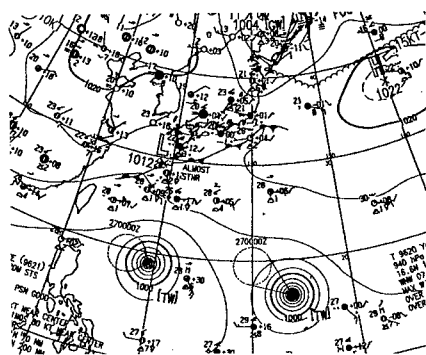


図 2. 9/26 09:00 の地上天気図

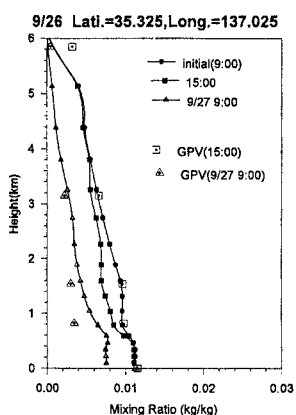


図 3. 混合比の鉛直プロファイル(Location 1)

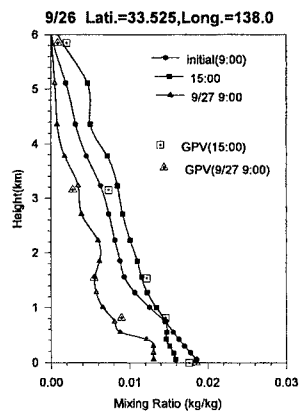


図 4. 混合比の鉛直プロファイル(Location 2)

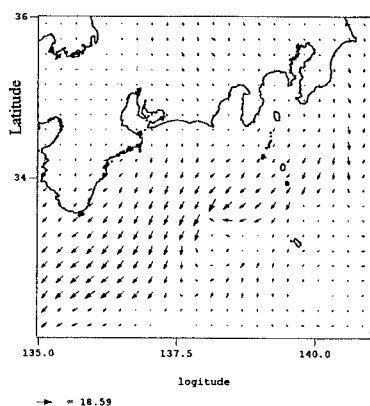


図 5. 6 時間後の流れ場 (解析)

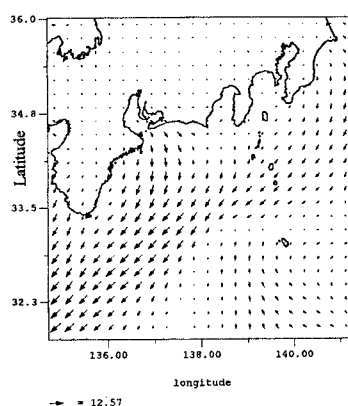


図 6. 6 時間後の流れ場 (GPV)

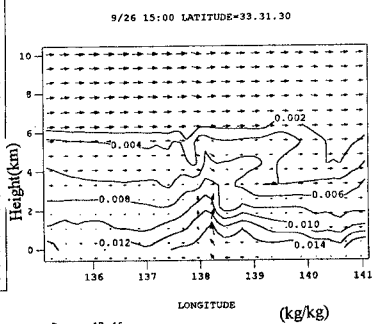


図 7. 混合比の鉛直断面 (6 時間後)

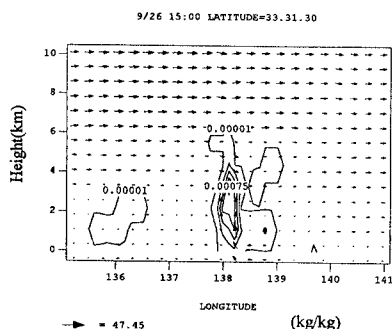


図 8. 雲水量の鉛直断面 (6 時間後)

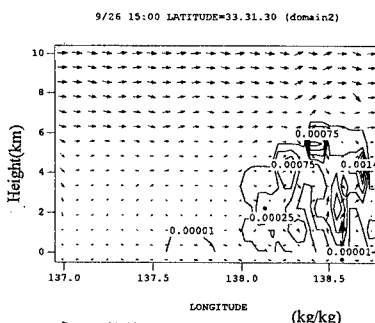


図 9. 雲水量の鉛直断面 (詳細領域)

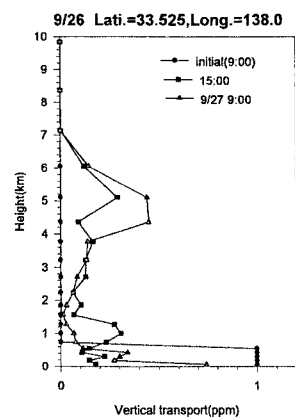


図 10. 微量化学種の鉛直プロファイル

参考文献

- 1) Kitada et al. Numerical Modeling of long-range transport of acidic species in association with meso- β -convective clouds across the Japan sea resulting in acid snow over coastal Japan -I, (1993) Atmos. Environ., vol. 27A, 1061-1076
- 2) Georg A. Gell, Jimmy Dudhia, David R Stauffer (1995) A Description of the Fifth-generation Penn State/NCAR Mesoscale Model (MM5)