

北西太平洋域の酸性物質輸送に対する積雲対流の効果

～MM5 メソスケール気象モデルを用いた積雲対流の再現～

豊橋技術科学大学エコロジー工学系 正会員 倉田学児
 豊橋技術科学大学建設工学系 大嶽公康
 豊橋技術科学大学エコロジー工学系 桶谷恵慈
 豊橋技術科学大学エコロジー工学系 正会員 北田敏廣

1 はじめに

酸性雨の原因となる大気中の酸性物質の長距離輸送のメカニズムを明らかにするために、従来より地球規模の輸送モデルと化学反応モデルを用いた様々な検討がなされてきた。これまで、地球規模の輸送モデルとしては ECMWF 等の機関から提供される流れ場のデータを用いて診断的に計算を行っており、大域的には満足いく結果が得られるようになってきている。しかし、GCM 等の地球規模輸送モデルでは分解できないスケールの現象として局地的な積雲対流が、化学物質の鉛直輸送や気相水相反応に重要な寄与をしている事を無視できない。一方、雲水・雲氷・雨・雪等の大気水象の微物理モデルについても、その基礎的研究が続けられており、診断的な流れ場を用いて、実際の大气中の輸送・反応・沈着等に関する数値解析が行われてきた。¹⁾

本研究では、地球規模輸送・反応モデルよりも空間規模の小さい領域を対象としたメソスケール気象モデルを用いて、空間・時間スケールの小さな積雲対流を含めた実際の環境中での大気流れ場を雲物理モデルと共に計算する事によって、メソスケールの対流現象が大規模な化学物質の輸送・反応に及ぼす効果を明らかにする事を目的としている。本報では、その第一段階として北西太平洋の日本沿岸地域を対象領域として、非静力学モデル及び雲物理モデルによる流れ場と雲水場の再現性について検討をおこなった。

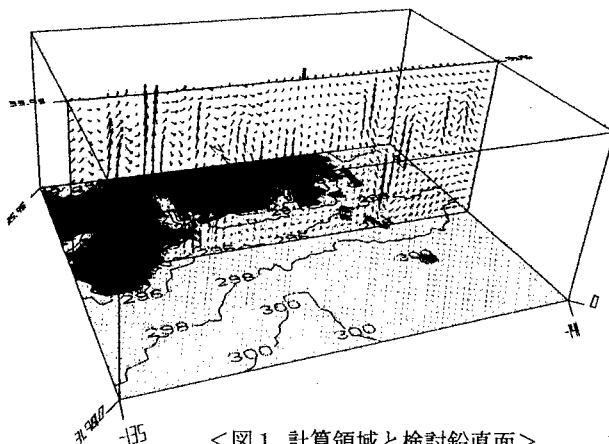
2 モデル及び対象領域

本研究では、PSU/NCAR のメソスケール気象モデル(MM5)²⁾を用いた。このモデルは、半陽解法による非静力学運動方程式の解法、数種の雲微物理スキームおよび積雲パラメタリゼーション、4次元データ同化および、多段ネスティングを使用することができる。

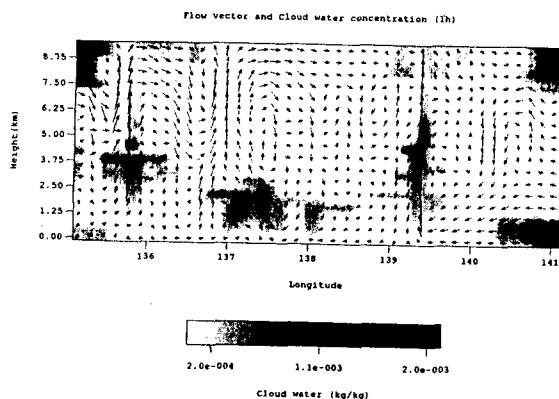
計算対象領域は図1に示した東西約500km南北約400kmの北西太平洋上の領域で、グリッド間隔は9km、鉛直方向は地形に沿った座標系を用いて高度10000mまでを30層に分割した。ここでは、計算によって鉛直輸送が顕著に見られた北緯33.9度に沿った図中に示した鉛直断面について結果を示す。なお、計算は平成8年9月26日AM9:00から始め、気象庁のGPVデータ(上層で約40km格子・地表面約20km格子)を内挿することによって初期場を与えた。境界条件は、同じくGPVデータより内挿した6時間毎のデータを与えている。なお、モデル領域の上端境界を安定化するために、8000mより上部を気温一定の強い安定成層とする温度場を与えた。

3 結果及び考察

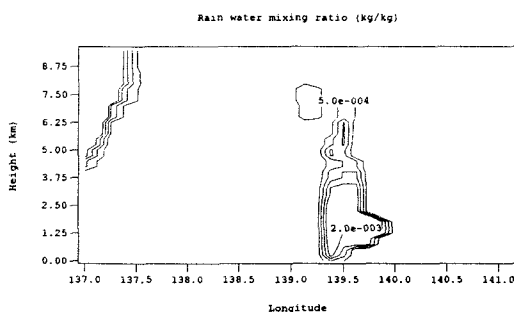
図2は、計算開始から1時間後の北緯33.9度に沿った鉛直面内での速度ベクトルおよび雲水混合比である。東経139度30分のあたりに強い上昇気流が生じており、その部分において雲水混合比が高くなっている。他にも、紀伊半島上空には地形性と思われる対流や東経137度付近にも大規模な対流がみられる。139度付近の対流に関して同一面における雨水混合比(図3)を見ると地表面まで雨水濃度が高くなっており、



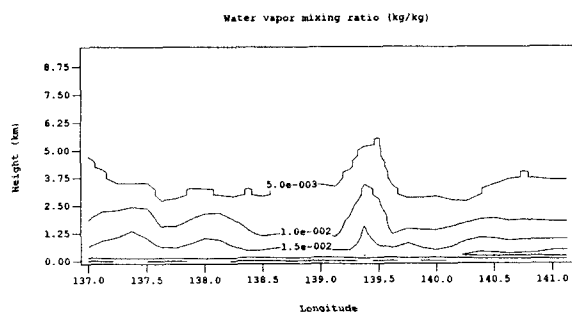
＜図1 計算領域と検討鉛直面＞



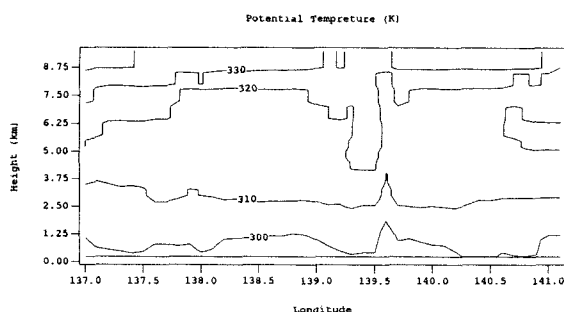
<図2 鉛直面の流れベクトル及び雲水混合比>



<図3 鉛直面の雨水混合比>



<図4 鉛直面の水蒸気混合比>



<図5 鉛直面の温位>

降水を伴った積雲である事がわかる。水蒸気混合比(図4)に注目すると、1000m以下の下層に滞留していた水蒸気が鉛直流によって上層へ輸送されていることわかる。また、温位の鉛直分布(図5)では、積雲の生じている場所において温位が高くなっており、さらに積雲対流を強める原因となっている事が見出される。上昇流速の最大値は高度4000m付近で10m/sに達している。これは、水平面で9×9kmの領域の下層大気を約10分で6km上層まで輸送する流れである。これは、若干過大な値であると思われるが、さらにグリッド間隔を狭めた詳細領域モデルで検証を行なう必要がある。

4 おわりに

北西太平洋域の酸性物質の輸送に対する積雲対流の効果の一つとして鉛直輸送の効果を見積もる事を試みた。本報では、実際に酸性物質の移流・拡散まで取り扱う事は出来なかったが、その前段階としてメソスケール気象モデルによって積雲対流の再現を行なう事ができた。一例として示した鉛直面内の流れ場だけでも積雲対流による輸送効果の大きさを推測する事ができた。今後、このシミュレーションに酸性物質の輸送と化学反応モデル、気相水相間の移動モデル等を組み込む事によって、酸性物質の長距離輸送の及ぼす積雲対流規模の大気擾乱の効果や酸性雨の降水過程を明らかにすることができると期待される。

(参考文献)

- 1) 酸性降水の輸送・反応・沈着モデル、北田敏廣、気象研究ノート、第182号、日本気象学会、1994、pp95—117
- 2) A Description of the Fifth-Generation Penn State/NCAR Mesoscale Model (MM5), Georg A. Grell, Jimmy Dudhia, David R. Stauffer, NCAR TECHNICAL NOTE, 1995
- 3) The Numerical Simulation of Clouds, Rain, And Airflow over the Vosges and Black Forest Mountains: A Meso- β Model with Parameterized Microphysics, E. C. Nickerson, E. Richard, R. Rosset and D. R. Smith, Monthly Weather Review, vol. 114. pp398—414, 1986