

CS 78

地表面からの水蒸気フラックスが降水分布に及ぼす影響に関する基礎的検討

京都大学防災研究所 正 員 中北英一
 京都大学大学院 学生員 足立琢也
 京都大学防災研究所 正 員 岡田憲夫

1 はじめに 本研究では、次ステップにおいて、別途開発されてきている土壌水分量および蒸発を考慮した流出モデルと大気モデルを結合させ、長期的な降水現象と土壌水分量との関係を解析していくことを前提に、既存の降水過程モデルおよび1次元積雲モデルを我々が開発してきた大気モデルに組み込み、さらに地表面の一部領域に水蒸気フラックスを導入してその地表からの流入が降水分布に及ぼす影響を調査する。

2 水蒸気フラックスおよび降水モデルを導入した大気モデルについて 大気モデルとしては、中北(1990)による3次元メソスケールモデルを用いる。すなわち、水平方向の格子点間隔を9kmとし、鉛直方向に24の格子点を設け、解析領域の上端を200hPa等圧面(上端可変)とする。基礎式はPielke(1984)をもとに誘導したものを用いる。また、降水モデルを導入するため、水滴の保存式は雲粒、雨滴の保存式で表し、水蒸気、雲粒、雨滴の保存式には、サブグリッド項(モデルで用いる格子点間隔より小さなスケールでの変動に関する項)を加える。基礎式中のサブグリッド項のパラメタライズにおいては、運動量の拡散係数は中北(1988)らが採用した値を用い、温位、水蒸気、雲粒、雨滴の拡散係数も運動量に関するものと同じ値を用いる。

また、地表からの水蒸気フラックスは、サブグリッドスケールでの乱れによる水蒸気の鉛直方向の輸送量の値を水蒸気フラックス導入領域の地表面において与えることによって導入する。

降水モデルとしては、Kessler(1969)の暖かい雨に関する降水過程モデルおよびFritsch and Chappell(1980)による1次元積雲対流モデルを導入する。

3 降雨分布の算定結果 近畿地方に豪雨がもたらされた時の総観スケールの場合(気温の鉛直分布は乾燥過程においては安定)を用い、地形の存在しない180km×180kmの領域を設定し、下層風の風上側の90km×90kmの領域に水蒸気フラックス(40mm/day)を導入し、風速を初期状態のまま固定しておく場合と、風速場とともに計算する場合の2ケースについて、暖かい雨および積雲による雨の降雨分布を算定し、考察を加える。

(1) 風速場を固定した場合の算定結果 50m高度における初期風速の水平分布を図1に示す。横線部が水蒸気フラックス導入領域である。下層風が南あるいは南南西の風となっている。

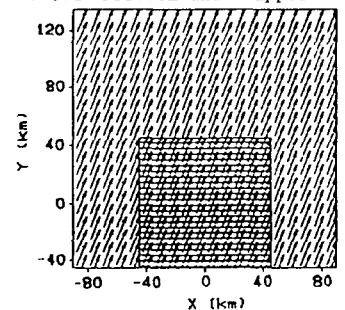


図1 50m高度における初期風速の水平分布

120分後の、暖かい雨による降雨強度分布および積雲による降雨強度分布を図2に示す。暖かい雨は、水蒸気フラックスを導入した領域の北方の領域に集中している。すなわち、水蒸気供給域上空で

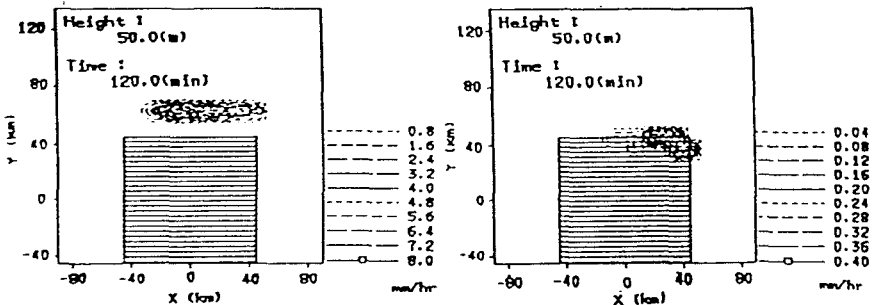


図2 120分後の暖かい雨(左)と対流による雨(右)の降雨強度分布

まず雲粒が発生し、それに伴う潜熱の放出によって温位が上昇して、大気に貯えられる水蒸気量も増大する。その増大した水蒸気量と、雲粒が下層風による移流のため相対的に低温域(水蒸気を供給していないため潜熱による温位上昇が相対的に小さい領域)に運ばれ、急激に凝結し雨滴に成長することにより、大きな降雨強度

を示すことになった。

また、発生した積雲(113.833分から120分までの間に12地点で発生)については、図3に示す50m高度における

温位の水平分布および図4に示す $x=0$ の鉛直断面内の温位分布を用いて次のように説明できる。積雲の発生領域は、水蒸気の供給領域内東北部と、やや外にでた領域

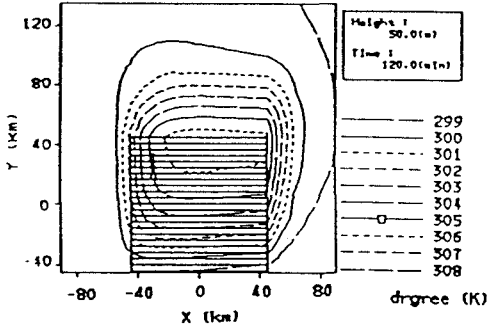


図3 50m高度における温位の水平分布

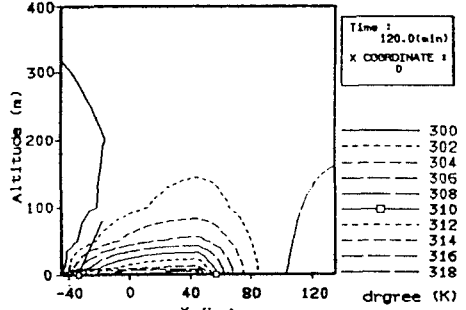


図4 鉛直断面内の温位分布

域であり、ここは図3および図4によると最も温位が高く不安定成層になっている領域に対応している。積雲による降雨強度については、暖かい雨に比して2オーダー小さく、必ずしも満足のいくものではない。これについては、積雲の雲頂高度の最大値を解析領域上端高度の1.05倍(約13000m)に強制的に定めた影響が小さくないと推定される。

(2) 風速場も同時算定した場合の算定結果 風速場を固定した場合の80分後（バンド状の暖かい雨が発生

する直前)の算定値を初期値として、85分までの5分間だけ計算を進めた。85分後の暖かい雨による降雨強度と積雲による降雨強度を図5に示す。本ケースでは、算定した5分間に97個の対流が発生し

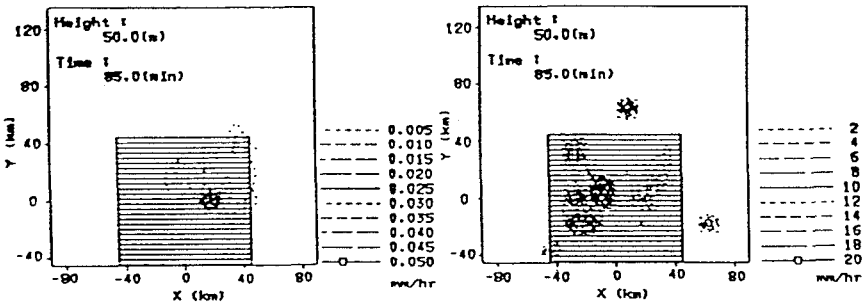


図5 85分後の暖かい雨(左)と対流による雨(右)の降雨強度分布

ており、暖かい雨と積雲による雨の全体に占める割合が前ケースと比べて逆転している。前ケースとの差を考えれば、水蒸気供給域で生じた温位の上昇により気圧が下がり、風速分布が収束状態となったために鉛直風が生じ、積雲(凝結高度における上昇流が大きいと発生しやすくモデル化されている)が発生したと推定できる。

4 結論 前述したように、積雲モデルに関しては、メソスケールモデルの解析領域の上端高度の不足という問題を含め、もう少し精密化を図る必要がある(雲頂高度に関する問題については、上端高度を100hPa等圧面としたモデルを用いることによる解決を現在検討中である)。しかし、地表面からの水蒸気フラックスが(1)相変化に伴う潜熱の放出、(2)移流という大気の流れ、(3)大気の風速場の収束、という3点を通し、降雨分布の集中化をもたらし、さらには(2)(3)のどちらが卓越するかによって暖かい雨あるいは積雲による雨のどちらに集中するかを決定づけるという重要な点を表現できた。以上により、長期的な降水現象と土壌水分量との相互関係を解析していくための第1ステップとして有効な成果が得られたと考える。

参考文献 1)中北(1990):京都大学博士論文, 2)Pielke(1984):Mesoscale Meteorological Modeling, 3)中北他(1988):第32回水理講演会論文集, 4)Kessler(1969):Meteor. Monographs. Vol. 10, 5)Fritsch and Chappell(1980):J. Atmos. Sci. Vol. 37.