

鳥取大学工学部 フェロー 道上 正規

鳥取大学工学部 正員 矢島 啓

川田工業 正員 梅崎 将昭

1. はじめに 現状の河川計画において計画降雨を設定するときには、計画地点に近く、観測データが整っている地点の降雨データを用いている。しかし、日本のように山地が多く、地形急峻な地域では、地形の影響を降雨は受け、計画地点と利用するデータの観測地点との距離が短くても、そこで発生する降雨強度に大きな差が生じる可能性がある。そこで、本研究では地形の影響を反映した水蒸気流れのシミュレーションを行い、豪雨の発生に関連するパラメータの抽出・評価を行い、豪雨ポテンシャルの地域的な評価に関する検討を行う。

2. シミュレーションの概要 解析の対象領域は、近畿地方を中心とした東西に 360km、南北に 594km の範囲である。本研究におけるシミュレーションは、中北らのモデルと同じ三次元大気モデルである。シミュレーションを行うときの水平方向のメッシュ間隔は、東西・南北方向とも 9km とし、鉛直方向約 16km を 27 層の分割とした。計算を行うにあたり、まず大気総観場を設定する(次項参照)。次に、大気総観場より決定された地衡風及び密度をもとに、運動方程式における気圧傾度力、コリオリ力及び拡散項の釣合条件を連立させて初期水平風速を算定し、それらをシミュレーションの初期値とする。そして、連続式、東西・南北方向の運動方程式、熱力学方程式、静力学的釣合式、水蒸気の保存式の 6 つの基礎方程式を用いて計算を行う。シミュレーションは、すべての方程式を解く計算を 6 時間、その後、風速場を固定した水蒸気の移流の計算を更に 4 時間、合計 10 時間行う。算定された風速場の一例(高度約 100m)を図-1 に示す。

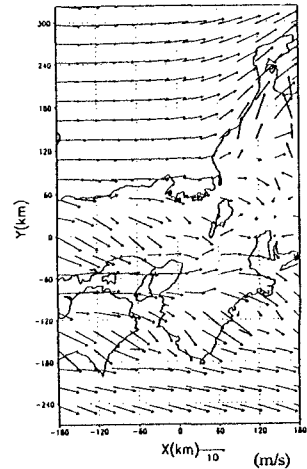


図-1 風速場の例

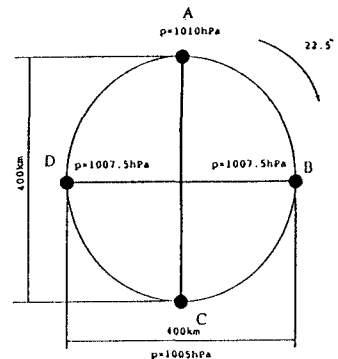
3. 大気総観場の設定 まず、図-2 に示すように東西南北 400km に離れた 4 地点の大気鉛直プロファイル(温位と気圧の分布)を設定する。

ここで、温位のプロファイルはどの地点も等しく次のように設定する。

$$\theta(z) = \begin{cases} \theta_{sur} + (\theta_{tr} - \theta_{sur})(z/z_{tr})^{2/3} & (0 \leq z < z_{tr}) \\ \theta_{tr} \left[\exp\{g(z - z_{tr})/(C_p T_{tr})\} \right] & (z_{tr} \leq z) \end{cases}$$

ここで、添字の sur は地表面での値を、tr は圏界面での値を、z は高度を表し、 $z_{tr}=14\text{km}$ 、 $\theta_{sur}=295\text{K}$ 、 $\theta_{tr}=350\text{K}$ 、 $C_p=1004\text{J/K/kg}$ である。

標高 0m での気圧は A 点を 1010hPa、B、D 点を 1007.5hPa、C 点を 1005hPa とし、AC 方向に気圧などの勾配がつくように設定し、一定方向に地衡風が吹くようにする。このように設定した 4 地点の大気鉛直プロファイルを補間し、計算領域内の大気総観場を設定する。次に、図-2 に示す地点(A、B、C、D)を北から 22.5° ずつ変化させることにより 16 通りの大気総観場を作る。これによって 16 方位から風が吹いたシミュレーションを行することができる。

図-2 大気鉛直プロファイルの設定
ポイント模式図

キーワード：豪雨ポテンシャル、河川計画、計画降雨、地形

〒680 鳥取市湖山町南 4-101 TEL 0857-31-5696 FAX 0857-28-7899

4.パラメータの抽出と検討 行ったシミュレーション結果をもとに、豪雨の発生に関連するパラメータを抽出し、それらの評価を行う。パラメータとして、豪雨の発生に関係していると考えられる CAPE（大気の潜在不安定エネルギー）、水蒸気フラックスとその収支の3種類を用いる。CAPEは激しい降雨をもたらす大気の対流強度に関係すると考えらる。水蒸気フラックスは単位時間あたりにその地点を通過する水蒸気量を表す。また、水蒸気フラックス収支は単位時間当たりの水蒸気の変化量であり、どれだけ水蒸気が集まりやすい場所であるかを表している。

これらのパラメータの評価には16ケース行ったシミュレーションのメッシュごとの最大値を用いた。CAPEに関する結果は図-3に、水蒸気フラックスの結果は図-4に、その収支の結果を図-5に示す。図-3～図-5からわかるように、今回設定した大気場では、大阪平野や濃尾平野及び紀伊山地や飛騨山地の周辺の斜面において上記パラメータの値が大きく、そのような地域で豪雨のポテンシャルが高いと思われる。

5.豪雨ポテンシャルの地域評価

近畿地方の都市周辺部を対象として、豪雨ポテンシャルの地域評価の検討を行うため、対象地域内の5気象台（神戸、洲本、京都、大阪、奈良）における過去最大1時間雨量（最大108年の観測期間）をもとに、4.で示したパラメータとの回帰分析を行った。得られた回帰式から、各パラメータの感度を調べた結果、CAPEは0.28%、水蒸気フラックスは1.9%、水蒸気フラックス収支は139%の変化で降雨量が1mm/hr増加し、大気的不安定度が豪雨の発生に大きく影響する可能性が高いことがわかった。

得られた回帰式を適用して、地域全体の最大降雨量を求めた結果が図-6である。この値が各地域の豪雨ポテンシャルのレベルを反映していると考えられる。この図からわかるように、近畿地方大阪平野に着目してみると、豪雨ポテンシャルは地域ごとに細かく変動しており、特に南部の山地周辺において豪雨ポテンシャルが高い可能性が示されている。

6.おわりに 本研究では水蒸気流れの数値シミュレーションを行い、豪雨に関連したパラメータを抽出し豪

雨ポテンシャルの地域評価に関する検討を行った。今後は、初期条件や境界条件についても検討を加え、定量的な豪雨ポテンシャルの地域評価を行う予定である。

7.参考文献 中北ら:地表面水蒸気フラックスが降水分布に与える影響に関する基本的検討水工学論文集第38巻、pp.25-32、1994

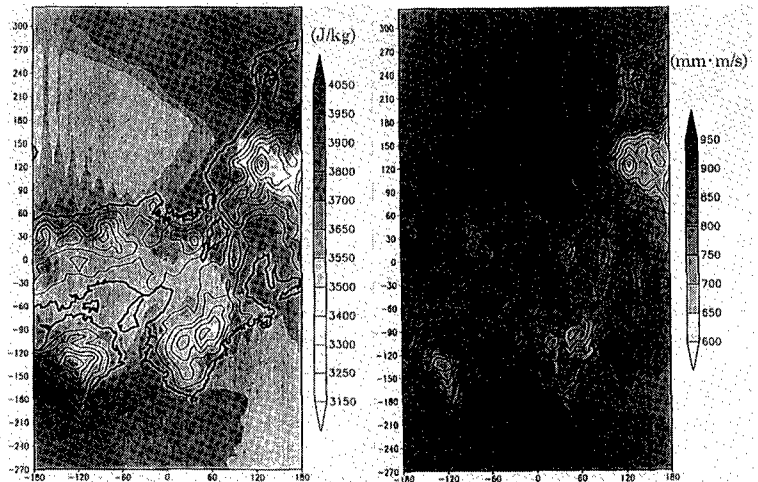


図-3 CAPEの最大値分布

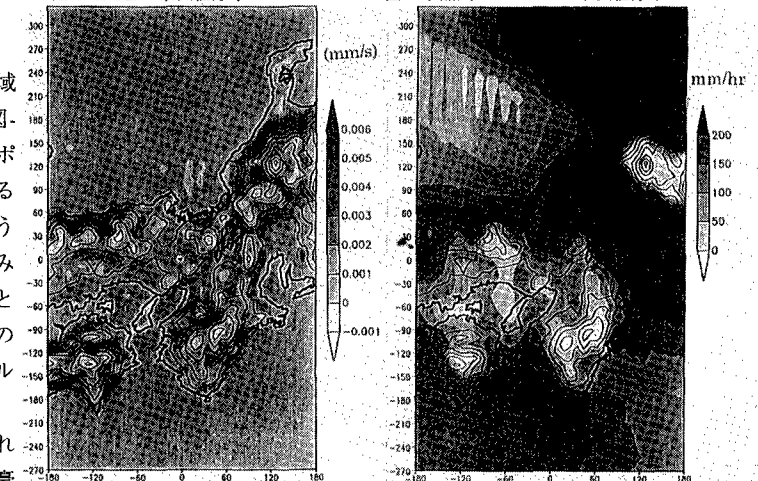


図-4 水蒸気フラックスの最大値分布

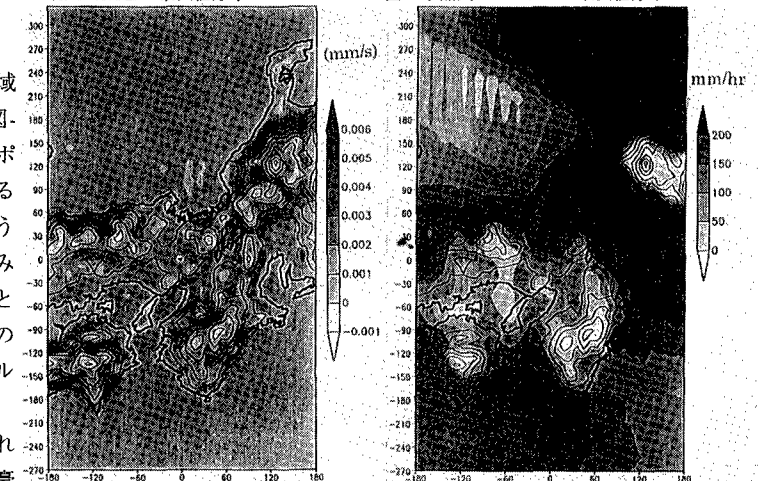


図-5 水蒸気フラックス収支の最大値分布

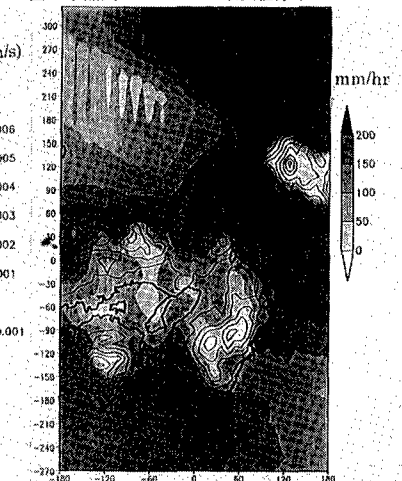


図-6 回帰式より求めた最大降雨量分布