

II-38

3次元風速分布推定手法による局地降雨予測知識の獲得と適用

京都大学防災研究所 正員 大石 哲
 京都大学防災研究所 正員 中北 英一
 京都大学防災研究所 正員 池淵 周一

はじめに。 水文学, 気象学が発展し, 洪水制御における予測の比重は高まりつつあるが, 一方でまだ予測できない水文・気象現象も多い。その現象によりテレメータやレーダ雨量計では測定できない局地的な降雨が生起して流出予測計算を狂わせることもあるし, 存在しないと思われていた降雨の存在を突然確認した場合には河川管理者が負う心理的な負担は大変に大きい。このような背景を受けて, 特に解明が進んでいない前線性の豪雨現象を解明するひとつの手がかりとして, 地形の影響により生じる鉛直風が大気的不安定さを喚起する原因になることを仮定し, 地形性の鉛直風を数値シミュレーションにより解析することで, どのような場合に, どのような場所で地形性の鉛直風が卓越するのかを確認して, それと降雨の地域的遍在性との関連付けを行った。さらにその知識を九頭竜川流域真名川ダムの洪水制御支援システムに適用することにより, ダム制御に改善が見られることを確認した。

降雨予測知識のための仮定。 Sakakibara[1]による, 1974年8月の九州地方での地形性豪雨時の風上における相当温位 θ_e および飽和相当温位 θ_e^* を図1に示す。この時, 850~700hPaに安定層があり, その上は乾燥しており, 高湿の空気は低層のみでみられた。800hPa以下の低層では θ_e は高度とともに減少し, 対流不安定を示している。また, 下層の θ_e の最大値は900~300hPaの θ_e^* よりも高いので潜在不安定である。このように, 地形性豪雨時には潜在不安定な成層がよくみられる。

潜在不安定な成層は上昇し, 飽和することより不安定になる。この時に上述した3次元的移流が重要な役割を果たすが, その3次元的移流の一つに, 総観スケールの気象条件と地形の影響により生起した鉛直上昇流があげられる。そこで, 鉛直風速分布により, 強い上昇流が存在するところでは, 気塊が持ち上がることで, 潜在不安定が不安定になり, 対流が起る。

その結果, 対流性降雨が生起し, 降雨が周辺域に比べて強い地域が生成されると仮定する。

3次元風速分布推定手法。 総観的な気象状況を表現する値として高層気象観測(TTAA)の潮岬, 米子, 輪島の3地点の観測データをもとに, 任意地点, 任意高度での圧力, 温度, 空気密度, 地衡風を推定する。その手法として中北[2]らの方法を用いた。続いて, 地上での水平風速がアメダスの実測値で得られる値にオーダーとして合うようにして地衡風から水平風速を算定し, それを初期水平風速とする。求められた初期水平風速を風速の初期値として, 9kmメッシュのcoarse mesh modelにより, 温位, 風速(u, v, ω), Exner function, 領域上端の高度を求める。そしてその値を境界条件としてネスティングスキームを用いることにより, 真名川ダムを中心とする, 1kmメッシュのfine mesh modelから最終的な鉛直風速分布を得る。基礎式は中北ら[3]のものを用いた。これは, 熱力学方程式の潜熱の項を0とすることで総観スケールの気象状況と地形により得られる鉛直風速分布を求めるという目的のために, 乾燥断熱過程のもとで風速を計算している。ネスティングスキームは過拘束を避けるという目的で八木・岡村[4]によるSGスキームを用いている。

計算結果と降雨予測知識。 図2は1983年7月24日9時の計算例である。図より雲川ダム周辺で強い鉛直風速が得られていることがわかる。9時と10時の雨量分布図を図3に示す。9時には全域で10mm/h程度の降雨があるが, 10時になると雲川ダム周辺以外では降雨は残らない。このことは, 雲川ダム周辺での強い鉛直風が降雨の維持に寄与していたことを示し, 上述した仮定に沿う結果である。

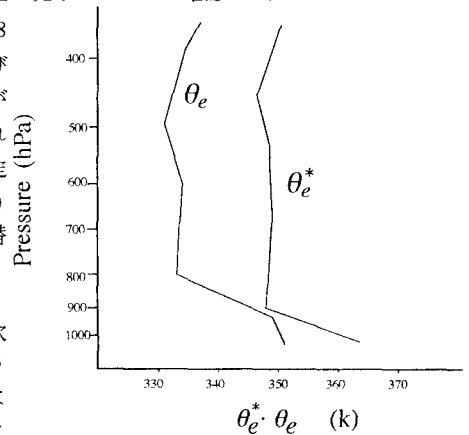


図1 地形性豪雨時の大気の鉛直プロファイル

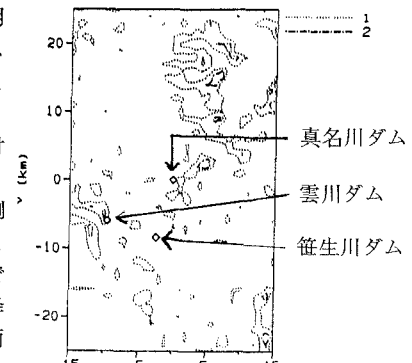


図2 計算された鉛直風速分布(1983, 7, 24, 9)

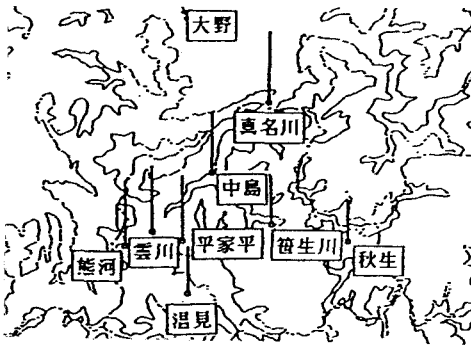


図 3-1 テレメータで観測された9時の降雨分布

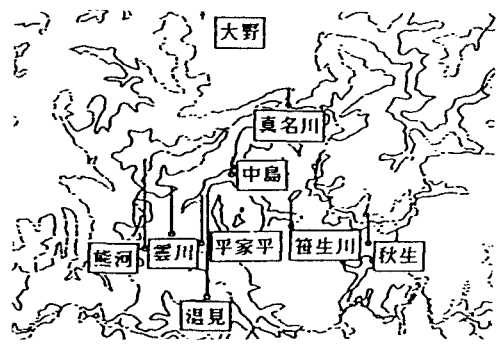


図 3-2 テレメータで観測された10時の降雨分布

このような計算を行い、水平風速と鉛直風速の関係および強い鉛直風が生じやすい場を検討した結果、次のようなことがわかった。1) 総観スケールの風速が5m/sを超えた場合は、全域で降雨が維持・成長しやすい状況が生じする。2) 雲川ダム南西部と笹生川ダム南西の山の南側斜面では強い鉛直風が生じやすいので、局地的な降雨が生じやすい。また、1) の総観スケールの風速としては三国と越廬のアメダス風速が適当であると思われるが、これに関してはさらに検討を要する。

洪水制御への適用。 上述の降雨予測知識を別途作成した洪水制御支援システム[5]に適用した。図4に1983年7月20,21,22日の洪水に適用した結果を示す。図中の実線は観測された真名川ダムへの流入量、矢印はシステムが推論した流入量の挙動の定性的な推論結果を示す。円の中の矢印は上述の降雨予測知識を取り込まない場合の推論結果である。矢印が無い時間は前時間と同様の推論結果が得られている。

20日15時の推論結果を見ると、降雨予測知識を取り込まない場合は流入量の増加を適切に予測できていなかったが、降雨予測知識により改善されている。これは、流出モデルが降雨の一時的な減少に過敏であり、今後の降雨の増加にともなう流出の増加傾向まで判断できなかったことが改善されたためである。20日21時の場合は、降雨予測知識により降雨量が増加する予測が得られている。実際の降雨の増加は2時間後であったために流入量の一時的な減少を捕えることができなかったが、21日0時から急激な増加に対し、降雨予測知識がない場合よりも迅速な対応を可能にすると考えられる。

おわりに。 洪水制御を支援することを目的として、3次元風速分布推定手法を用いた局地降雨予測知識獲得の一方を提案し、実時間洪水制御支援に有効な情報である降雨予測知識を獲得した。さらにその知識をダム流入量に関するさまざまな要素を取り込むことができるような洪水制御支援システムに適用した結果、長期的に見れば増加するような降雨が一時的に減少する場合にダム流入量の増加を判断することの遅れを解消できるシステムとすることができた。今後は、総観スケールの風を実時間で得ること、風向と局地降雨の関係を得ることを目指していきたい。

[1]二宮洗三・榊原 均：日本の豪雨の気候的特性と地形性降雨，気象研究ノート，第138号，pp255-277，1979

[2]中北英一・筒井雅行・池淵周一・高棹琢馬：降雨分布特性の気象力学的解析，第32回水理講演会論文集，pp.13-18,1988

[3]中北英一・筒井雅行・池淵周一・高棹琢馬：降雨分布特性の気象力学的解析，京都大学防災研究所年報，第31号 B-2，pp. 209-229

[4]八木正允・岡村存：ワン・ウェイ・ネステイング・スキームの比較テスト，気象研究所研究報告，第29巻第3号，pp.125-140，1978

[5]S. Oishi and S. Ikebuchi: Knowledge Acquisition and Qualitative Reasoning for Flood Control, Proc. of Stochastic and Statistical Methods in Hydrology and Environmental Engineering: An International Conference in Honour of Professor T.E. Unny.

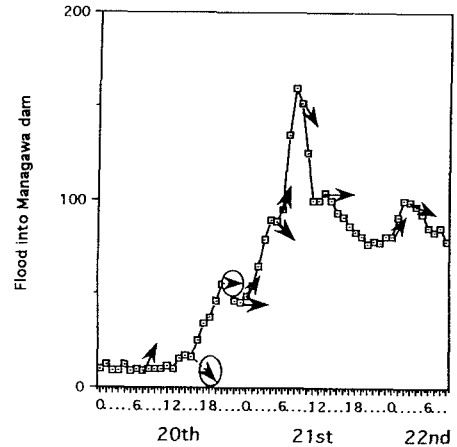


図 4 降雨予測知識を実洪水に適用した結果