

西松建設(株)

正員 ○

猪阪昇治

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

池淵周一

1 はじめに 一般的に数値計算を主体とする降雨予測手法では、計算時間が膨大なためメソスケールで生起する強雨の実時間予測を行うことは困難である。一方、実時間洪水制御を行うためには6時間程度先までの流出予測情報を必要とし、流出の入力である降雨予測情報が不可欠である。そこで本研究では、気象学的知見を知識ベースに蓄えた上で定性推論・モデルベース推論の手法を用いて流域スケールの強雨の時空間分布を予測する手法(Severe Rainfall prediction method using Artificial Intelligence, SRAI)を開発する。

2 SRAI の構成 図1のように、推論による短時間強雨予測手法は、メソスケール大気診断システム、定性積雲モデル、雲間相互作用モデルからなっている。推論による短時間強雨予測手法の初期値として、気象庁が公開しているGPV, GMS, レーダーを用いている。

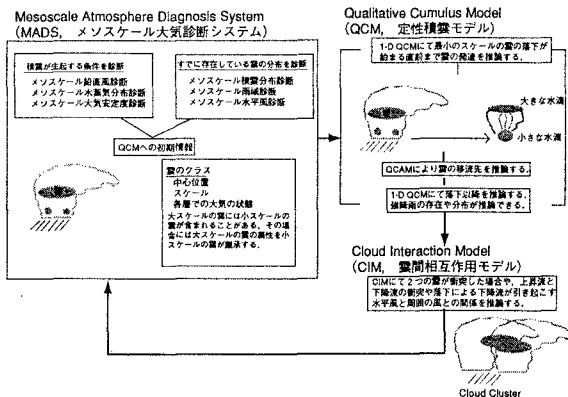


図1: SRAIの全体像

メソスケール大気診断システムは、観測された大気条件を本手法が必要とする定性情報に加工する役割を果たすものであり、診断された結果は定性積雲モデルへの初期情報となる。定性積雲モデルは、定性的に積雲が発達する過程を推論し、強降雨の存在

や分布を推論する。雲間相互作用モデルは、定性積雲モデルの結果を初期情報として、2つの雲が衝突した場合や、上昇風と下降風の衝突や落下による下降風が引き起こす水平風と周囲の風との関係を推論する。この一連の推論が約1時間の予測を行う推論であり、その推論結果を次の時間の推論におけるメソスケール大気診断システムの初期情報とする。このような推論過程を数回繰り返すことで数時間後の強雨分布予測ができることとなる。

SRAIにおいては、大気を鉛直方向に4つに分解している。上から上層、中上層、中下層、下層である。上層と中上層を分ける高度は水滴が全て凍結する気温として -15°C 層を用い、中上層と下層を分ける高度は雨粒が全て凍結する気温として -4.5°C 層を用い、中下層と下層を分ける高度として雲底高度を用いた。このような高度分類を行うことにより、図2に示すように、各層に存在できる降水粒子を決定することができる。

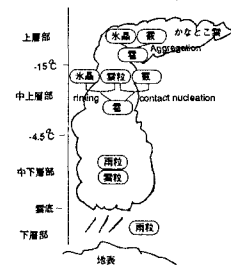


図2: 大気の高度分類と存在する降水粒子

雲物理過程は、定性的にルール化され表現されている。ルールの一例を図3に示す。ルールの書式は「(ルール名 (条件部) (結果部))」である。Fig. 3は中下層部における凝結過程を表現しており、中下層部において、十分な水蒸気が供給され鉛直上昇風が吹いていると、中下層部において、凝結核の活性化が起こるルールを示している。

(rule-nuc-3 (and (enough-water-vapor lower-middle-layer) (updraft lower-middle-layer))) 条件
 ((nucleation lower-middle-layer) (updraft lower-middle-layer))) 結果

図 3：推論ルールの一例

3 福井県九頭竜川流域を対象とした強雨予測 推論による短時間強雨予測手法を用いて降雨量が強雨とみなすことができる 10-15mm/hr である 1996 年 6 月 25 日 18 時の気象情報を初期値として、19 時、20 時の予測を行った。

予測結果をそれぞれ図 4、図 5 に示す。ここで、推論領域は太線の矩形で囲まれている部分である。斜線で網掛けされている部分は強雨があると予測された地域である。流域管理用の雨量計による 1 時間雨量が図中に示されている。また数字で区画分けされている部分は、推論で考慮されている層の違いを示す。本研究の適用では、推論対象時間における水平風向が各層において西風であることから、推論対象領域と同じ大きさの 35[km] × 30[km] の領域を推論対象領域の西側に配置して、推論領域外から移流する積雲を考慮した。各層における水平風速はそれぞれ異なる値をもつものであるから、各層の移動距離は異なり、特に水平風速が早い場合には推論領域からはずれてしまうという問題がある。

19 時の強雨予測については、一部に強雨がないと推論されている領域が存在する。推論過程をたどることで、強雨があると推論されている領域では、メソスケール雨域診断で雨粒が存在すると診断された層が移流により移動してきた結果、それが落下し強雨と推論されていることがわかった。一方、強雨がないと推論されている領域では、メソスケール雨域診断で雨粒が存在しないと診断された層が移流により移動してきた結果、強雨がないと推論されていることがわかった。20 時の強雨予測については、下層部、中下層部、中上層部、上層部の情報を取り込んだ完全な状態で推論が行われた領域で考察すると、本手法は、10mm/hr 以上の降雨がある箱ヶ瀬において強雨があると推論し、10mm/hr 以下の降雨がある石徹白において強雨がないと推論している。石徹白で強雨がないと推論される理由は、移流元の大気状態では、中下層部が対流不安定であるため積雲が成長する状況になっていないことが原因であることが推論

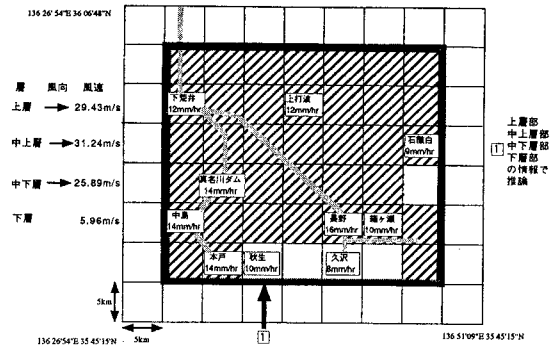


図 4：1996 年 6 月 25 日 19 時予測雨域図

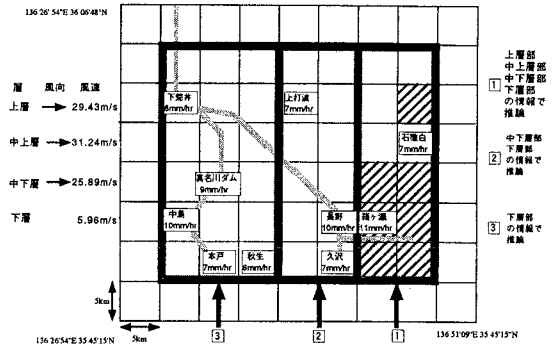


図 5：1996 年 6 月 25 日 20 時予測雨域図

過程からわかった。

4 結論 本研究は実時間洪水制御にとって最も重要な情報となる短時間降雨予測情報を、定性・モデルベース推論を用いて推論する手法を開発し、実際の降雨現象にその手法を適用した。本手法は、数値シミュレーションを用いた短時間降雨予測手法とは異なり、人間が気象学的知識を用いて状況を予測する方法をシミュレートした、推論による短時間降雨予測手法である。本研究で開発した推論を主体とする降雨予測手法は他に類をみないものであり、数値シミュレーションが主流である気象学的降雨予測手法を、その物理的意味は確保したままで、定性・モデルベース推論によって実現できる可能性を示した。

参考文献

- [1] 大石哲：積雲の雲物理的構造解析を基礎にした洪水制御支援環境の開発に関する研究，京都大学学位論文，pp.131 - 170., 1997.