

ドップラーレーダによる降雪予測に関する研究

岐阜大学工学部 学生員 ○秋山 義弘
 岐阜大学工学部 正会員 小尻 利治
 岐阜大学大学院 学生員 西村 聡

1 はじめに

降水は、多ければ洪水や土石流を発生させ、少なければ渇水問題を生起させる大きな原因となる。すなわち、降水は流出現象へのインプットとなるものであり、流出現象の解明そのものや、洪水や渇水の予測に対して必要不可欠な情報である。本研究では、ドップラーレーダより得られる3次元降水粒子分布と風速分布を用いて降雪予測を行う。具体的には、伊吹山系を超えた雪雲が岐阜地方にもたらす降雪に関して、その移流と水分量変化のモデル化と降雪過程の特徴を抽出する。さらに、ニューラルネットワークの概念を適用し降雪現象の予測を行おうとするものである。

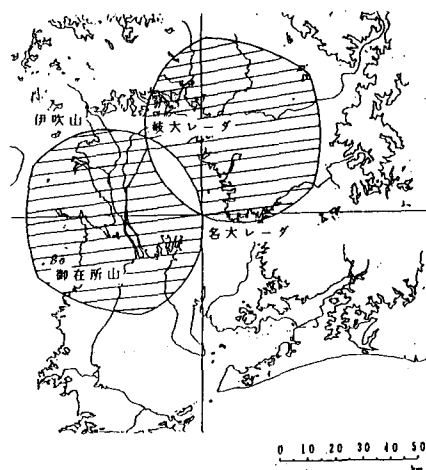


図1 ドップラーレーダの観測範囲

2 ドップラーレーダの概要

観測に用いるレーダは、名古屋大学水圏科学研究所有するドップラーレーダである。このレーダは、アンテナの走査によって種々の観測モードが選択でき、降水域の3次元構造が観測できるほか、降水粒子のレーダビーム方向の移動速度を観測することができる。つまり、ドップラーレーダという名の通り、ドップラー効果によって生じる送信電波と受信電波との位相差を感知して、1m/s程度の分解能でビーム方向の移動速度を観測する。このようにして観測される速度のことをドップラー速度という。そして、本研究で用いるドップラーレーダシステムの最大の特徴は、全く同じ性能をもつ2台の可搬型ドップラーレーダにより観測を行う点である。これによって、空間的・時間的一様性という制限を最小限にとどめたまま、3次元風速分布を得ることができる。ドップラーレーダを名古屋大学と岐阜大学に設置し観測を行い、図1に示すようなエコー強度と風速分布が同時に得られる範囲のデータを用いる。

3 方法

3.1 降水粒子分布の予測

従来用いられてきた短時間降水予測手法は、2次元的に得られるエコー強度分布からそれらの時間変動パターンを推定し、そのまま外挿して将来の降水強度分布を予測しようとする運動学的手法であった。しかし、いずれの場合でも、あまりよい結果が得られていないのが現状である。したがって、降水という現象に立ち返って降水域の発生、発達、停滞、衰弱がある程度予測できるような物理的根拠を有した手法が必要となる。そのためには、降水へのインプットである水蒸気に関する情報、具体的には水蒸気の3次元的な流れ場、各地点への流入水蒸気量、そして水蒸気から降水粒子あるいは降水粒子から水蒸気への変化量つまり水蒸気相変化量といった情報が必要である。そしてこういった情報をいかにレーダ情報から抽出するかが、降雪の予測に関しては、重要な課題となる。そこで本研

究では、以下に示す降水粒子の保存式を基礎として、3次元レーダ情報から水蒸気相変化量の3次元分布を算定し、この分布を水蒸気相変化量の予測値として、この予測値から降水粒子分布を予測する。

$$\frac{\partial q}{\partial t} + u \frac{\partial q}{\partial x} + v \frac{\partial q}{\partial y} + w \frac{\partial q}{\partial z} = \frac{Q}{\rho_0} + \frac{\rho_w}{\rho_0} \frac{\partial R}{\partial z} \quad (1)$$

$$R = \frac{\rho_0}{\rho_w} w_t q \quad (2)$$

- (u, v, w) : 風速ベクトル
 q : 降水粒子の混合比
 ρ_0 : 大気密度
 ρ_w : 水の密度
 R : 降水強度
 w_t : 降水粒子の落下速度
 Q : 水蒸気相変化量

3.2 降雪予測

通常、降水量の推定には、B- β 法が用いられてきたが、このB、 β は、粒径分布に依存しており、粒径分布は降水の種類によって異なり、鉛直方向にも一様ではないので、B、 β も一様とはいえない。そこで、降水粒子分布よりニューラルネットワークを用いて、降雪量の推定を試みる。ここでは、図3のような入力層、中間層、出力層をもつパーセプトロン型のニューラルネットワークを用いて、将来の降水粒子分布より予測降雪量を推定する。その際、当該メッシュの

上空の降水粒子分布と降雪の地形効果を考慮するため、標高を入力、当該メッシュの降雪量を出力とするモデルを作成する。

4 おわりに

本研究は、ドップラーレーダ情報とニューラルネットワークを用いて、降雪予測を行う手順を提案したものであり、詳細は講演時に述べる。なお、本研究は、岐阜大学(小尻、宝)と名古屋大学(武田、藤吉)の共同研究の援助を受けて行われたものである。

(参考文献) 中北英一, 山浦克仁, 椎葉充晴, 池淵周一, 高埴琢馬 (1990): 3次元レーダー情報を用いた降雨生起場の推定と短時間降雨予測手法の開発, 京都大学防災研究所年報 33(B-2) pp.191-210

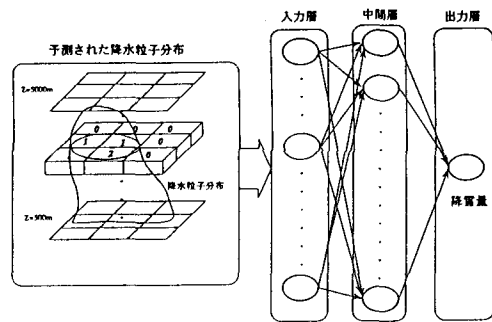


図3 ニューラルネットワークの構成

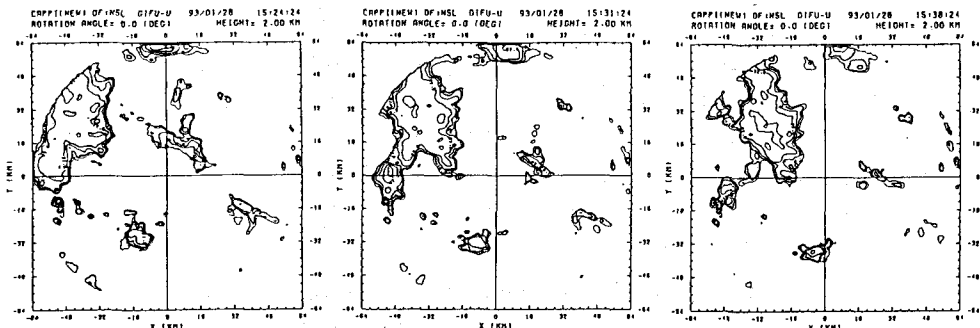


図2 7分毎のエコー強度分布 (2.0km)