

ニューラルネットワークによるレーダ雨量計での 降雨予測に関する研究

岐阜大学大学院 学生員 ○秋山 義弘
岐阜大学工学部 正会員 小尻 利治
(株)ユニック 正会員 西村 聡
(株)中日本建設コンサルタント 長縄 清貴

1 はじめに

近年、洪水や渇水により、日本各地で大きな被害を受けている。その要因となる降水は、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、洪水の予測に対して必要不可欠な情報である。本研究は、2次元レーダによって得られる情報をもとに AI 技術を導入して降雨予測を行うものである。すなわち、ニューラルネットワーク、さらには遺伝的アルゴリズム (GA) を用いて、レーダ画像による降雨予測を行うものとする。

2 2次元レーダデータの基準面への変換

短時間降雨予測は、2次元平面内の降雨パターンの変化傾向を一般に、運動学的、気象学的手法に推定しようという方法をとられている。しかし、2次元平面内のデータは、レーダビームの仰角を一定値に固定して得られる情報であることが多く、観測される現象の高度がレーダサイトからの距離によって異なっている。そのため、レーダデータがある一定の高度をもつ平面のデータに変換することが予測精度の向上のために必要となる。そこで、既存の3次元レーダデータを用いて2次元レーダデータの同一基準面への変換を行う。まず、数層分与えられている3次元レーダデータと2次元レーダデータを回帰分析し、最も相関性の高い高度を基準面の高度とする。次に、2次元レーダデータの観測高度と基準面との高度差 Δh での降水粒子の落下時間 t とすると、落下速度 v を一定であると仮定すれば、

$$t = \frac{\Delta h}{v} \quad (1)$$

で算定される。基準面のデータは、実際に観測された2次元レーダデータよりも t 時間前もしくは t 時間後のデータであるといえる。そこで、この時間的なズレを補正することによって、2次元レーダデータの基準面への変換を行う。

3 GAによる降雨予測

3.1 GAの概念

GAとは、自然界においてその環境に適応するように進化する様子をモデル化したものである。つまり、ある世代の個体群の中で環境に対して適応度の高い個体が次の世代に生き残るようにしながら、増殖と淘汰を繰り返し進化していく様子をモデル化したものである。ニューラルネットワークの入力ユニットと中間ユニットを仮想生物とみなし、各ユニットをその個体の遺伝子とする。各遺伝子には0または1であるようなビット列を用い、遺伝子のビットが0の時にはそのユニットは不必要なものとされ、1であれば必要なものとされる。ここでは、各個体が表すニューラルネットワークの構造に対して、バックプロパゲーション法により学習を行う。決定された結合荷重は、各個体の遺伝子型と同様に、次世代において、交差や突然変異といった操作がなされない限り保存されるものとする。また、適応度は出力値と教師信号の誤差が少ないものほど高くなるように定義する。

3.2 ニューラルネットワークを用いた降雨予測

レーダ雨量計によって観測された降雨エコーをもとに、次時刻の地上雨量の予測を行う。まず、空間の降雨エコーを予測し、予測された降雨エコーを

用いて地上の降雨量を予測するものとする。予測の際にはパーセプトロン型のニューラルネットワークを用い、入力層と中間層の有無はGAによって最適化を行う。

次時刻の降雨エコーを予測するには、エコーの時間的变化や、水平もしくは鉛直方向の変化を考慮する必要がある。そこで、ニューラルネットワークの初期設定として、現時刻と前時刻、さらには前々時刻の降雨エコーと、オプティカルフローによって算定された移動速度ベクトルを入力ユニットとし、出力ユニットは次時刻の降雨エコーとする。

本研究では、 β 値を固定し、 B 値の推定を行い、入力とする。レーダによって観測される降雨エコー（レーダエコー）と地上での観測降雨強度よりレーダ定数を逆算するわけであるが、その換算式として次式を用いる。

$$Z = BR^\beta \quad (2)$$

ここで、 Z はレーダエコー、 R は降雨強度である。また、 B 、 β はレーダ定数と呼ばれ、粒径分布に依存する。実際は、粒径分布は降雨の種類によっても異なり、鉛直方向にも一様ではなく、 B 、 β も一定ではない。

降雨予測におけるニューラルネットワークモデルの構成を図1に示す。入力ユニットには現時刻、前時刻の降雨エコーと上記で予測された次時刻の降雨エコー、さらには推定された現時刻のレーダ定数 B と標高データを与え、出力ユニットは次時刻の降雨強度とする。

がり、ピーク時、減衰といった一連の降雨状況をとらえることが可能となった。

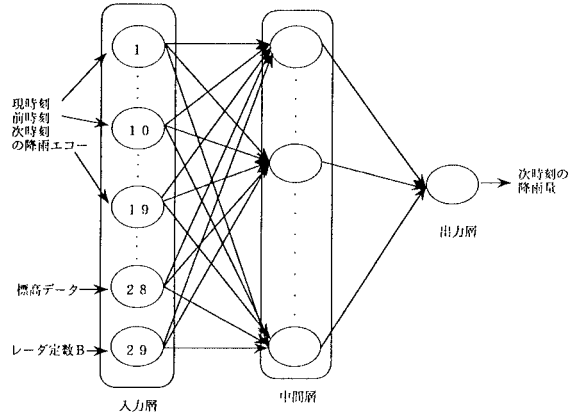


図1 降雨予測のニューラルネットワーク

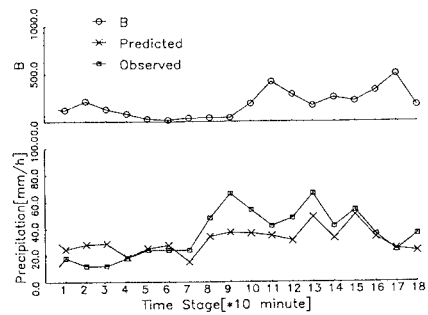


図2 10分間降雨予測とB値の推定結果

4 適用と考察

本研究では、平成6年9月29日～30日の台風26号時のデータを用い、10分先の降雨量の予測を行った。図2より、予測された降雨量と観測された地上雨量とを比較すると、各時間毎に正確な値が得られたとは言いがたいが、降雨量の増加、減少といった大まかな流れは、とらえることができた。また、レーダ定数 B は、雨の状態によってかなり隔たりがあり、固定値として用いるのでは、正確な地上雨量が算定されないことが本研究からも容易に想像できる。さらに予測時間を1時間とすると、図3より、各時間毎の降雨の変動が滑らかになり、雨の立ち上

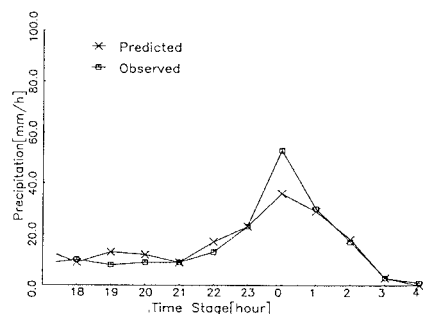


図3 1時間降雨予測の結果