

II-11

GMSデータによる降水雲の推定に関する考察

室蘭工業大学 学生員 井形 淳  
 室蘭工業大学 正員 藤間 聡

1. はじめに

本研究ではこれまで寒冷前線性の降雨の予測法について検討してきた。この手法はGMS雲画像データを用い、ニューラルネットワークに雲の変化パターンを学習させて降水雲の数時間先の変化を推定するものである。この結果、画像パターンの学習が十分であれば、降水雲の変化を予測できることが確認された。しかし、雲画像の変化の度合いが大きい場合、また傾向の全く違う画像パターンを同時に学習させた場合には予測精度が低下することから、長期予測への適用や詳細な予測に対する問題点を残した。

本研究ではこれらの問題点を解決するために、学習に用いる降雨パターンの分類を行い、学習用の教師データの選択法について検討する。また階調データの処理法を再検討し、降水域の推定法について考察する。

2. 降雨の分類

本研究の解析対象領域を図-1に示す。本領域は図中に示す60×60kmの範囲で、登別、白老、森野など、道内有数の豪雨地帯を含む。本研究では、GMS両画像から本領域に対応する12×12個の画素を取り出し、これらを教師データとしてニューラルネットワークを学習させた。学習は可視・赤外両画像を分けて行い、特性の違う2つの画像を重ね合わせることで、積乱雲の発達する降水域を推定した。この推定ために領域内の降雨観測地点の降雨時における可視及び赤外階調の関係性を調査し、両階調の閾値によって降水域を決定した。また、これまでの研究によって、この関係には季節的に格差が認められており、これらのデータは分類して学習させ、完成させたニューラルネットワークを用いて降雨の予測を行った。

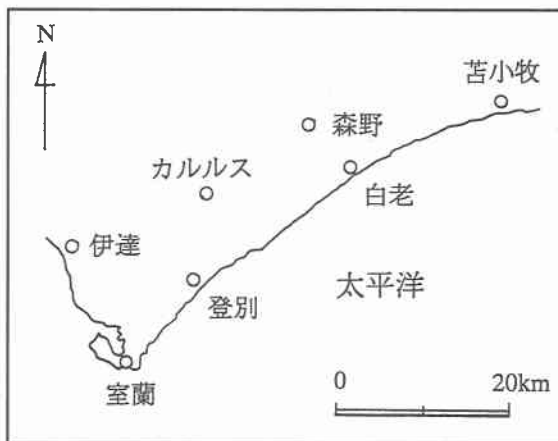


図-1 解析対象領域

しかし、本領域で表示される部分は、寒冷前線の非常に広い範囲の一部であるから、低気圧からの距離、移動する方向など、前線の移動経路によって雲の変化パターンに大きな相違点が生じると思われる。これまでの結果から、本領域のような中規模の範囲を追跡するニューラルネットワークでは、パターンの大きく違う降雨を予測するのは困難であると思われる。これらの問題点を解決するため、学習データとして用いるデータの分類を行い、教師データの決定法について再検討した。

これまで季節的に階調度を分類して降水域の決定してきたが、この原因が寒冷前線及び前線をもたらす低気圧の発生条件によるものと考え、実際の発生条件と階調度との関係を調べた。はじめに1992年から1994年までに発生した寒冷前線のうち、北海道付近を通過した63事例を地上天気図を用いて調査し、その移動経路を分類した。移動経路は中心低気圧の発生位置と通過時の対象領域との距離を考慮し、図-2に示す

通過パターンに分類した。経路Aは中国北部で発生した後サハリンを通過し、前線のみが北海道を通過するパターンで、調査した寒冷前線中最も頻度が高かった。また経路Bも同様に中国北部で発生した後、徐々に南下して北海道北部を通過するパターンである。経路C、D、Eはともに黄海北部で発生する。経路Cは北朝鮮と中国の国境に連なるチャンバク山脈の北側に沿って北上した後、日本海を渡って北海道北部を通過するパターンである。また経路DとEはチャンバク山脈の南側を通過し、経路Dはそのまま直進するパターン

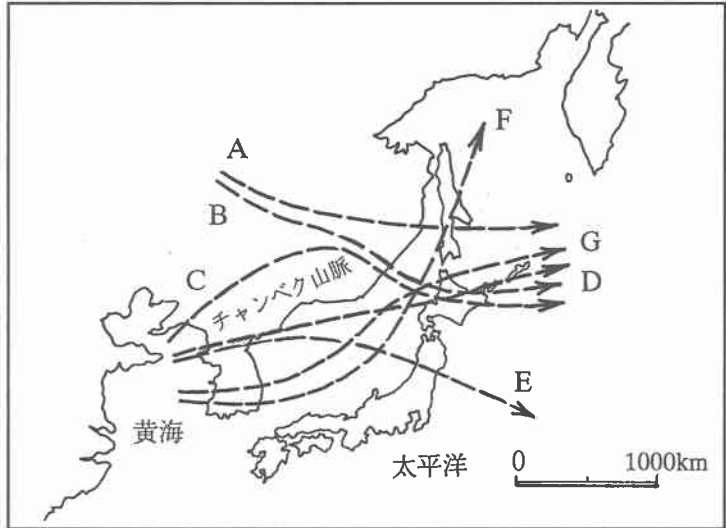


図-2 移動経路の分類

、経路Eはその後南下して北海道南部を通過するパターンである。経路Fは黄海及び中国中部で発生し、日本海の中央、または日本の北部に沿って移動し、偏西風に乗って北海道東部を北上するパターンである。経路Gは同様に発生、移動した後、北西に転向して北海道を通過するパターンである。このうち転向型の経路B、Cは移動方向の変化が推定しにくい、その他の経路はほぼ一定の経路を通過しており、低気圧が分裂するなど複雑な変化をした4事例を除けば、殆どがこの7パターンに分類することができる。

次に前線の発生期と降雨量によって各経路の特徴を調べる。まず寒冷前線の月別の発生件数(4月~10月)と移動経路の関係を表-1に示す。この関係から、5月から6月にかけては主に直進型の経路Dが発生しており、続く6月から9月にかけて経路CとEの南下経路が発生している。経路CとEの2つは発生期と発生位置はほぼ同じだがチャンバク山脈の南北どちら側を通過するかで進路に大きな相違が生ずる。7月以降は北上型の経路FとGが発達しており、9月以降になると大陸性気団が強まり冬型の経路Bが発達してくる。また4月から6月では移動経路の分類数が限定されるのに対し、太平洋高気圧の影響が弱まる8月から9月にかけて多種多様な移動経路が発生し、経路の特定を難しくしている。

また、移動経路と低気圧の中心からの距離、総降雨量との関係について図-3に示す。ここで降雨量はア

表-1 月別降雨頻度

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
A	1	1		4	2	7	6
B						3	2
C			1	4	1	1	
D		4	2				
E			2	2		2	
F				1	4	2	1
G	1	1		2	1		2
その他			2				

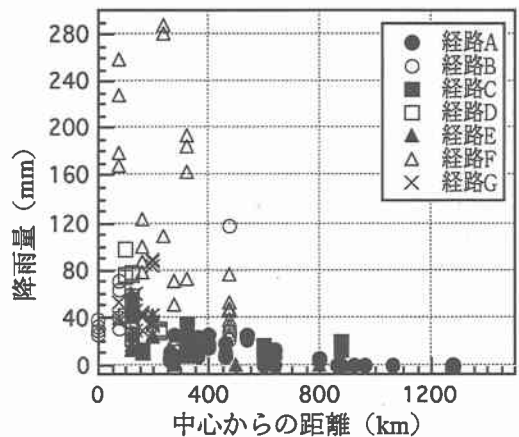


図-3 移動経路と総降雨量の関係

メダス時間雨量データを使用し、図-1に示す降雨観測地点のうち登別、カルルス、森野、白老の4地点を対象とした。この4降雨地点は代表的な寒冷前線性降雨28事例を用いて胆振日高地方の空間的相関を求めた際に最も相関が高い観測地点である。全体的に距離と総降雨量との関係はほぼ指数関数的であり、中心が500 km以内に無ければ大きな降雨をもたらさないことが確認された。経路Aは中心からの距離が最も遠く、また水蒸気供給が最も少ない経路であることから、観測される降雨量も非常に少ない。また同様に前線の影響のない経路Eも降雨の影響が殆ど認められなかった。経路Bは降雨量は殆どが30 mm程度だが局地的に強い雨が発生し、明確な降雨ピークが見られた。経路Cは降雨量が20~40 mm程で、1時間あたりに降雨量が少なく、降雨ピークの無いパターンである。経路Dは非常に明確な降雨ピークが存在し、50 mm以上の比較的強い降雨が発生している。経路Fはその殆どが水蒸気供給が豊富な海域であり、100 mm以上の豪雨が頻発し、特に山岳部での降雨量が多かった。経路Gは30~100 mmの降雨が発生し、中心からの距離に近い経路Dに類似しており、また局地的で比較的長期間降雨が続く。

以上のことから、まず降雨量の少ない経路AとEを除けば、春~夏型の経路C、Dと夏~秋型の経路B、F、Gの5つに分類するのが適当と思われる。またこのうち経路FとGは経路に比較的類似点が多く、降雨量が大きく違うのでこれらの区別には問題点が残るが、経路BとDは発生位置と発生期から、経路の予測が容易であり、経路Cも他の経路との類似性が少なく予測が可能である。このように経路による分類を行えば、前線が通過する数日前に移動経路が特定でき、それに対応するニューラルネットワークを選択して降雨パターンの相違に対応した予測が可能になると考えられる。

### 3. 降水域の推定

本研究では降水域の階調度の閾値を決定するため、降雨時のGMS画像階調度を調査した。この調査は1992~1994年に寒冷前線通過が原因で発生した降雨について、可視画像が7時~17時(夏期は18時まで)の11時間、赤外画像は24時間のデータを対象としている。ここで可視画像の階調度は太陽高度による反射率補正を行い、真反射率に変換した。この結果は縦軸に可視階調度から求めた反射率、横軸に赤外階調度から求めた雲頂温度をとり、降雨量について1 mm~2 mm、2 mm~5 mm、5 mm~10 mm、10 mm以上の4つに分類して表示した。なお、これらの調査は春~夏型の経路C、Dと夏~秋型の経路F、Gについて行い、結果をそれぞれ図-4~図-7に示す。

経路Cの階調度は反射率40%以上、雲頂温度-20℃以下に集中し、降雨量が少なく階調度が高い範囲に

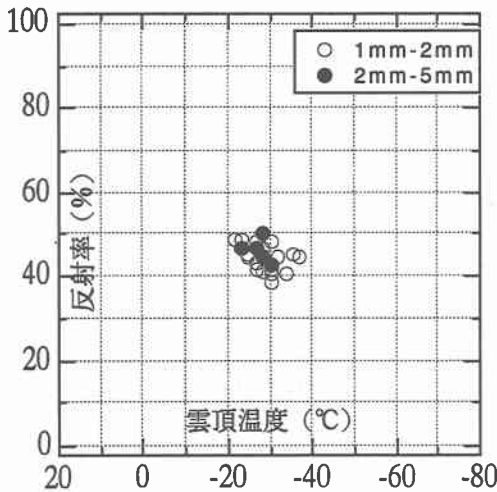


図-4 経路Cの階調度

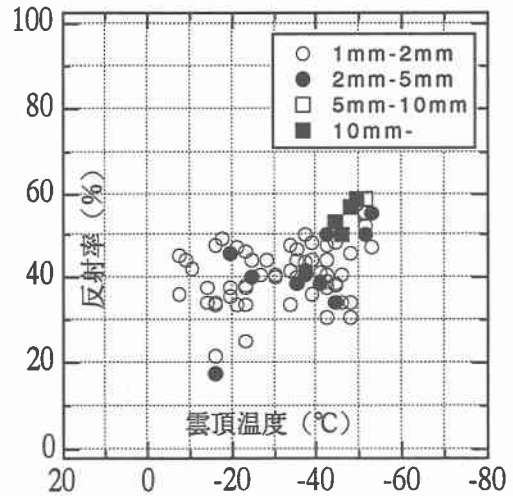


図-5 経路Dの階調度

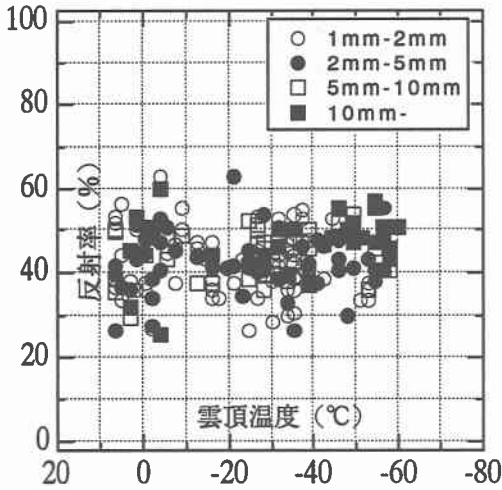


図-6 経路Fの階調度

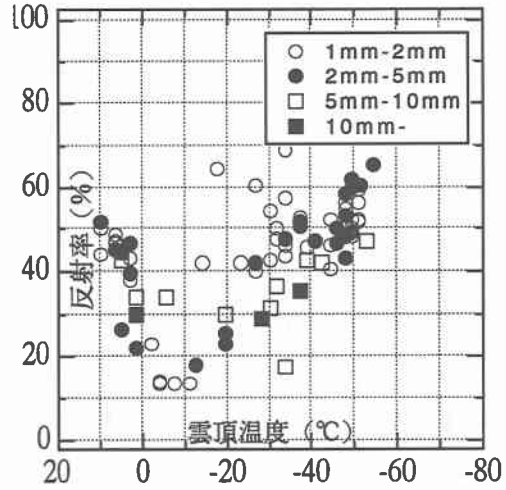


図-7 経路Gの階調度

は分布しない。また経路Dは分布が反射率30%以上、雲頂温度 $-10^{\circ}\text{C}$ 以下に集中しており、反射率50%以上、雲頂温度 $-40^{\circ}\text{C}$ 以下に強雨量バンドが存在する。これに対し夏～秋型の経路FとGでは散在型の広い分布が見られる。最も降雨量の多い経路Fでは反射率30%以上に広く分布しており、雲頂温度 $-30^{\circ}\text{C}$ 以下に強雨量バンドが確認された。この傾向は経路Gでさらに顕著で、反射率にも雲頂温度にも広い分布が見られた。夏～秋型の2経路は特に経路Gは積乱雲通過によるものと考えられる強雨量バンド以外に、雲頂温度の高い強雨量バンドが存在しており、温暖前線による降雨の影響が認められた。これらは春～秋型に比べ水蒸気供給が豊富な海域を通過するためと思われる。以上のことから、ニューラルネットワークに与える学習データを通過経路によって分類すること、並びにネットワーク内部処理のために行う階調度の数値化を、降雨特性に合わせて行うこと必要性が確認された。

#### 4. まとめ

これらのことから次のような結論を得た。

- 1 寒冷前線の中心低気圧の発生位置と移動経路などから7つの移動経路に分類できる。また降雨パターンから5経路に分類するのが適当である。また、それぞれが違う降雨特性を有しているため、これによって降雨パターンの相違に対応した学習データの分類ができる。
- 2 経路によってそれぞれ違う階調度分布が見られ、特に経路Dには反射率50%以上、雲頂温度 $-40^{\circ}\text{C}$ 以下に明確な強雨量バンドが存在する。
- 3 階調度の調査から、移動経路による階調度の分布型の相違が確認された。このことから階調度の数値化は降雨型によって行う必要がある。

#### 参考文献

- 1) 井形 淳、藤間 聡：ニューロンモデルを用いた気象衛星ひまわりの雲画像解析、北海道支部論文49号、pp.553-558,1992
- 2) 井形 淳、藤間 聡：ニューロンモデルを用いた気象衛星ひまわりの雲画像解析(その2)、北海道支部論文50号、pp.370-375,1993
- 3) 大川 隆：北海道の動気候、北海道大学図書刊行会、pp.55-146,1992
- 4) 友田好文他：地球観測ハンドブック、東京大学出版会、pp.57-65,1985