

大気の成層状態と降雨特性との関連性について

九州大学工学部 学生会員 井料 隆太
 九州大学大学院工学研究院 正会員 西山 浩司
 九州大学大学院工学研究院 正会員 神野 健二

1. はじめに

梅雨期には集中豪雨が発生しやすく、豪雨に伴う被害は非常に大きなものであり、豪雨の発生を事前に予測することが重要であることは言うまでもない。特に統計モデルを用いた予測では、複数個の変数で空間情報を表現しなければならない。そのため、降雨のメカニズムを解析し、その特徴を把握することが必要となる。また梅雨期では、前線付近で中立成層が成立し、そこへ南西からの下層ジェットによる水蒸気の更なる供給で降雨が発生するため、一般的な不安定指標（SSI や CAPE など）と降雨との間の相関が悪くなる。従って、不安定指標の代わりに、前線帯付近の成層状態を視覚的に、また 3 次元的に把握し、成層状態を複数のパターンに分類して、その降雨特性を確認することが大切となる。そこで、本研究では複雑な大気の成層状態という多次元データを 2 次元マップ上に射影し、その特徴を視覚的に捉えることのできる、自己組織化マップ（SOM）を用いた。これにより、梅雨期の前線帯付近の大気情報を複数のパターンに分類し、その特徴を調べることで、梅雨期の成層状態と降雨特性の関連性について考察する。

2. 手法

自己組織化マップ（SOM ; Self-Organizing MAP）とは入力層と競合層の二層からなる教師データを持たないニューラルネットワークである。入力層は入力ベクトルが格納される。競合層にはニューロンが格子状に二次元配列されている。各ニューロンには入力ベクトルと同次元の参照ベクトルが割り当てられる。この参照ベクトルは入力ベクトルに近づくように修正されていく。修正後、入力ベクトルはそれぞれ、最も性質（参照ベクトル）の似たニューロンに配置される。最終的に、近いニューロンには性質の似た入力ベクトルが、遠いニューロンには性質の異なる入力ベクトルが配置され、多次元情報を二次元マップに分類することができる。

3. 使用データ

本研究では、入力ベクトル作成には福岡市を中心とした 300km 四方を対象領域とし、1996 年から 1999 年の梅雨期（6、7 月）の気象庁領域客観解析データ（GPV）、475 ケースを使用した。入力ベクトルとして、対象領域内の GPV データ観測点（225 点）の相当温位を 950, 900, 800, 700, 500hPa 面の 5 層分、計 1125 次元、475 セットを GPV から算出し SOM に学習させた。また降水量に関しては RADAR AMeDAS 解析雨量のデータを使用し、福岡市を中心とした 200km 四方の降雨と SOM の分類結果との関連を調べた。（図 1）

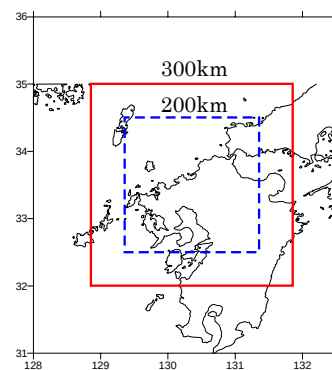


図 1 対象領域

4. 分類結果・考察

475 ケースを SOM によって分類した結果を図 2 に示す。図中の格子はニューロンを表し、格子中の数字は各ニューロンに配置された入力ベクトルの数を表す。また、マップの特徴をつかむためにクラスタリング手法を用いていくつかのグループに分け、さらにグループ内で代表的なニューロンの大気情報（参照ベクトル）を図式化した結果の断面図を示した。

グループ 2, 3, 5 では全体的に低い相当温位で大気が構成され、グループ 7, 8 では高層の相当温位が高く、下層の相当温位が低い、熱力学的に安定したパターンを示す。さらにグループ 1, 4, 6 では中立域が多く、高い相当温位が下層に潜り込んでいる、熱力学的に不安定なパターンを示す。全体的な相当温位の値も 1→4→6 と大きくなっていき、特にグループ 6 では比較的高い相当温位の中立域が見られ、対流不安定も大きいものであった。

降雨特性として 3 時間積算雨量 50mm 以上の分布を見ると、マップ左下（主にグループ 6）に集まっていた。

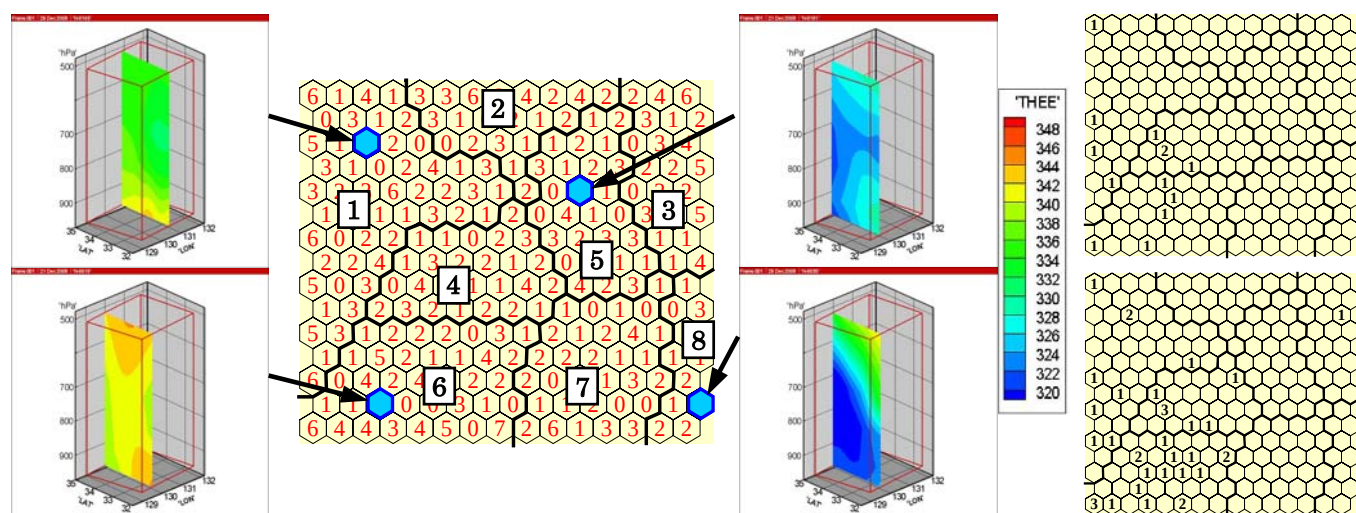


図2 分類結果と代表的なニューロンの断面図

図3 3時間内最大1時間雨量(上)、6時間内最大1時間雨量(下)の分布

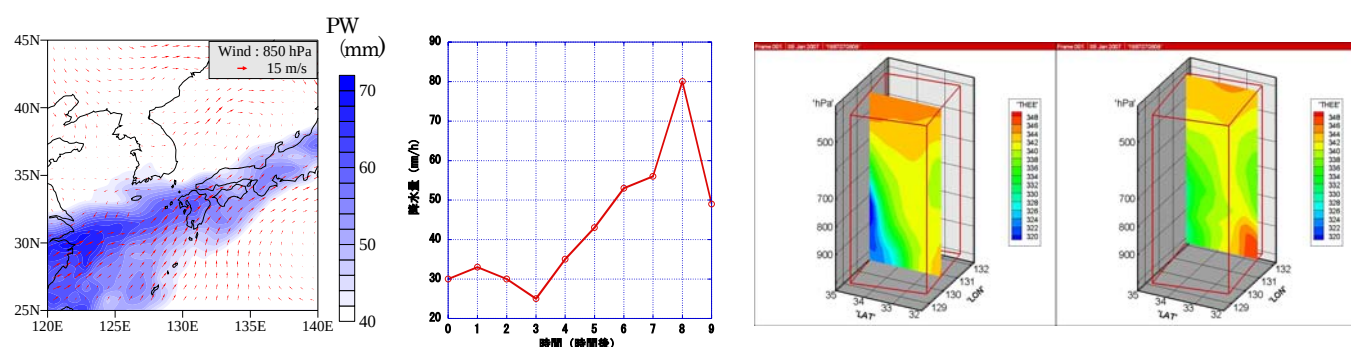


図4 1997年7月8日9時の気象場(左) 同日の降水量の時間変化(中央)、同時刻の成層状態の断面(右)

また、降雨の時間差を見るために、3時間内での最大1時間雨量、6時間内での最大1時間雨量が50mm以上入力ベクトルの分布を図3に示す。格子中の数字が各ニューロンに配置されたイベント数(入力ベクトルの数)を表している。二つの図を比べるとグループ1, 4, 6において、イベント数が増加していることが確認できる。中でもグループ6内での増加数が大きく、このグループのように比較的高い相当温位の中立域と高い相当温位層が下層(800~900hPa)に入り込んでいる不安定な状態が数時間後の豪雨に大きく関連すると考えられる。

ここで、グループ6内のイベントの一つ、1997年7月8日9時の例(図4)を見てみると、相当温位が約340~342(K)と高く、中立から安定に向かっている領域と、下層(800~900hPa)に346(K)以上と高い相当温位の空気塊が確認できる。このイベントでは時間ごとに降水量が増え、6時間後には50mm/hを超え、最終的に7~8時間後において80mm/hという大きな豪雨が観測されている。これは、相当温位の高い中立域で豪雨が発生し、時間をかけて大気の大きな対流不安定が解消していき、降水量は増え、より強い豪雨を降らせていると考えられる。

5. 結論

本研究ではSOMを用いて梅雨期の大気情報を相当温位に着目してパターン分類した。結果、直前の降雨には比較的高い相当温位の中立域の影響が大きく、強い不安定をもつ大気は数時間、時間をおき、豪雨(より強い豪雨)を降らせる可能性があることが確認できた。このような数時間前の強い対流不安定な大気情報を降雨予測モデルのインプットに考慮することで予測の降雨上昇が期待できる。しかし、降雨強度などにばらつきが見られるため、今後、可降水量や風速、収束といった要素も考慮して考察を進めていく必要がある。

[参考文献]

- 1) 西山浩司, 遠藤伸一, 神野健二, 河村明: 自己組織化マップを利用した梅雨期特有の気象場の分類, 水工学論文集, 第49巻 pp. 241-246, 2005
- 2) 二宮洸三: 豪雨と降水システム, 東京堂出版, 2001