

フラクタル次元を用いたレーダー雨量の予測

関西大学大学院 総合情報学研究科 学生会員 田上 玲央
関西大学 総合情報学部 正 会 員 広兼 道幸
関西大学 総合情報学部 正 会 員 古 田 均

1. はじめに

近年の水災害の大きな特色として、山間部の宅地造成などに伴う近郊地域の都市化などにより、土地利用が変化するとともに、雨水の流出量の増大があげられる。雨水の流出量の増大は、低地への人口の集中とともに、水災害における安全度に対してマイナスに働くもので、河川改修をはじめとするハード面での対策を追いつかないものとしているのが現状である。このような状況の中で、収集可能な情報をもとに、今後起こりうる状況を的確に予測するソフト面での対策が重要課題とされている。

本研究では、レーダー雨量計によって計測された降雨情報を対象とし、降雨強度予測に関するシステムの研究開発を目的とする。具体的には、メッシュごとの降雨強度情報をフラクタル次元を用いて定量的に表現し、現在の降雨強度パターンと類似している過去の降雨強度パターンを複数検索し、数時間後の降雨強度のパターンを予測するシステムを構築する。

2. フラクタル理論の概要

フラクタルとは無限の自己相似性を持っている図形のことで、自然界によく見られる特徴である。フラクタル次元とは、図形のフラクタルの度合い、すなわち図形の複雑さや入り込み具合を数値として表現したものである。

本研究では、画像特徴量の抽出で通常よく使われるボックスカウンティング法で次元を求める。この方法は、ある立方体で測定領域を分割したときに、対象となる画像の降雨強度が形成する 3 次元パターンに含まれる立方体の数と大きさの関係からフラクタル次元を求める方法である。立方体一辺の長さを d 、対象となる画像に含まれる立方体の数を $N(d)$ 、 m を比例係数とするとフラクタル次元 k_0 は、

$$N(d) = m \cdot d^{-k_0} \quad (1)$$

で計算される。ここで式(2)の両辺の自然対数をとれば

$$\log N(d) = -k_0 \cdot \log d + \log m \quad (2)$$

となり、 $\log N(d)$ と $\log d$ の間には直線の関係が存在する。したがって、 $\log N(d)$ と $\log d$ の間の関係を表す直線の傾き k_0 を求めることによってフラクタル次元を計算することができる²⁾。本研究では降雨強度に応じた評価値を与えることでフラクタル次元を求める。

3. システムの概要

まず、時系列に並べた過去の降雨強度情報の中から、現在の降雨強度情報のフラクタル次元に近いものを複数抽出する。さらに、その抽出した過去の降雨強度情報の数時間前からのフラクタル次元の変化パターンが、現在までのフラクタル次元の変化パターンに最も類似したものを抽出する。

本研究では、現在と過去のフラクタル次元の変化パターンの類似性を判断するために相関係数を用いた。具体的には、現在までのフラクタル次元の変化パターンを $(d_1, d_2, \dots, d_n)$ として、過去のフラクタル次元の変化パターンを $(d'_1, d'_2, \dots, d'_n)$ とすると、 (d_1, d'_1) (d_2, d'_2) , ... , (d_n, d'_n) なる n 個の点より相関係数を求め、この値が 1 に近ければ近いほど類似していると判断した。

4. システムの実行結果

本システムの実行過程を以下に示す。図 1 は 1998 年 1 月 8 日 20 時における降雨強度情報であり、このフラクタル次元は 1.681 となった。この値に近い降雨強度情報の 4 つの画像を図 2 に示す。これらの中から、それぞれの降雨強度情報のフラクタル次元の変化パターンと、1998 年 1 月 8 日 20 時における降雨強度情報

までのフラクタル次元の変化パターンとの相関関数を求め、最も高い値となった 1998 年 1 月 6 日 0 時の画像（図 2 右上）を抽出する．抽出した降雨強度情報の 1 ステップ先（4 時間後）の 1998 年 1 月 6 日 4 時における降雨強度情報を、予測結果として図 3 に示した．図 4 は 1998 年 1 月 9 日 0 時における実際の降雨強度情報である．

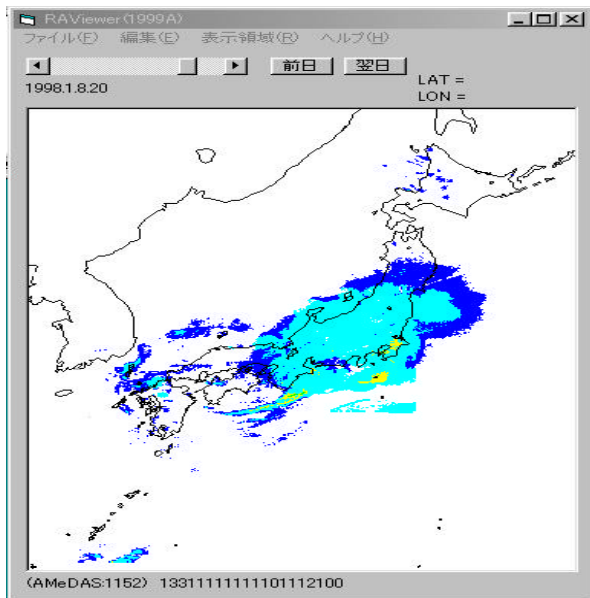


図 1 現在の降雨強度情報

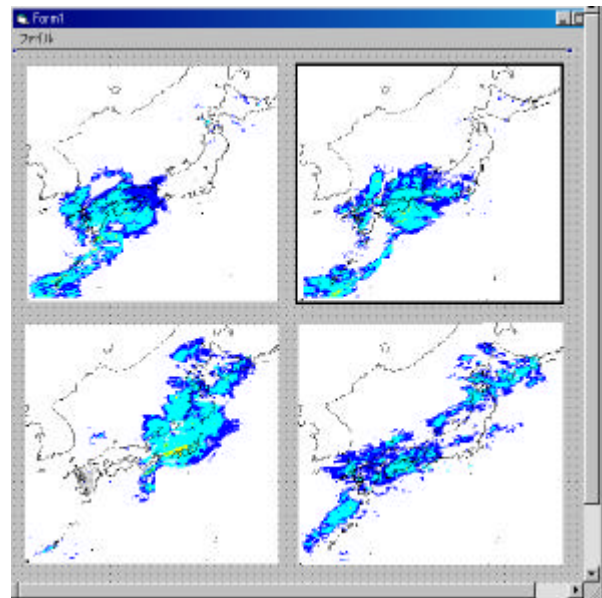


図 2 フラクタル次元による検索結果

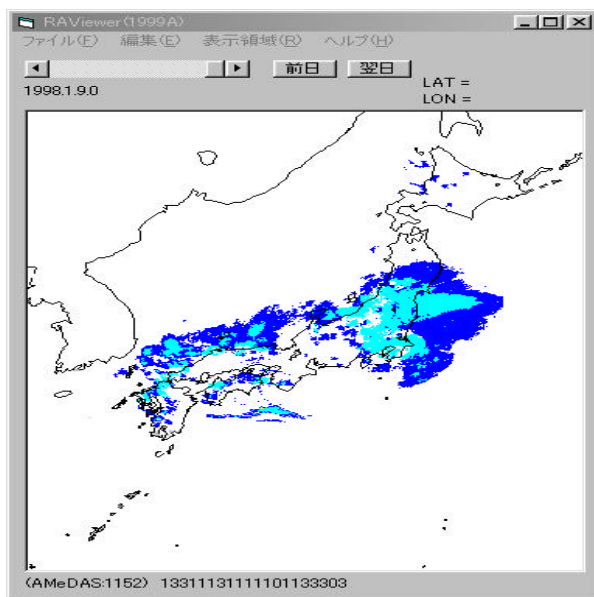


図 3 降雨強度情報の予測結果

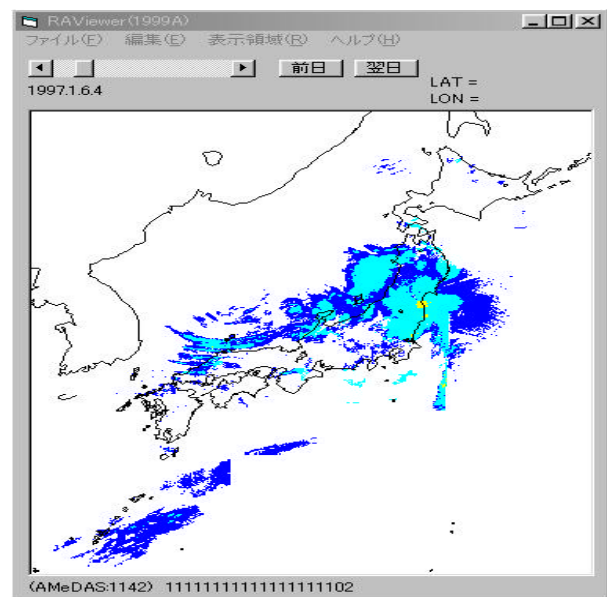


図 4 実際の降雨強度情報

5. おわりに

本研究では降雨強度情報をフラクタル次元で定量的に表現し、回帰分析を行ない過去のデータとの相関係数を比較することで、数時間後の降雨強度パターンの類推を実現することができた．その結果、本州付近の降雨強度に関してはある程度の精度を持った予測ができた．しかし、降雨分布を考慮してない為、雨の降った場所に関しては誤差を含む結果となった．

今後はさらに精度の高い類推をするために、降雨分布も考慮に入れたシステムを構築することが望まれる．また、最終的には地域情報も含めた水災害対策システムを構築することが求められる．

謝辞

本研究は平成 11 年度河川情報センター研究開発助成金によって行われた．

参考文献

- [1] フィル・ラプラント：カオス？フラクタル？，海文堂，1996.12.
- [2] 石川貞夫・石川園子：フラクタル数学，東京図書，1990.6