ランダムカスケードによる降水量データの解析

○ 葛葉泰久・友杉邦雄・岸井徳雄

１．序論

本稿では，ジェネレーターにβモデルだけを用いたランダムカスケードを，レーダー・アメダス解析データによる空間降水量データと，地上気象観測データによる日降水量時系列データに適用した結果を報告する．

２．ランダムカスケード

長さ L_0 の領域に，単位長さあたり R_0 の降水があったとする．素片 Δ_0 上の質量（降水量）$\mu(\Delta_0)$ は R_0L_0 になる．次に（世代 n=1），L_0 を２つに分割し，それぞれの質量を $\mu(\Delta_1^i)=(R_0\,L_0\,/2)\times\ W_1$ で求める．W は $E[W]$=1 となる，互いに独立な，同じ確率分布に従う変数で，カスケードジェネレーターという．n 世代分の分割を繰り返した後，i 番目の素片 Δ_n^i 上の質量は，次式(1)で表せる．

$$\mu\ (\Delta_n^i)=R_0\ L_0^d\ b^{-n}\prod_{j=1}^{n}\ W_j^i \qquad (1)$$

ここで，b は分岐数，d は次元である．無次元化したスケールパラメータを $\lambda_n=L_n/L_0$ で定義する．ここで，次の q 次モーメントを定義する．

$$M_n(q)=\sum_i[\mu\ (\Delta_n^i)]^q \quad -\infty<q<\infty \qquad (2)$$

次式(3)で（n が充分大きなところで）定義される $\tau(q)$ は，スケーリングを用いた解析において，重要な情報となる．

$$\tau(q)=\lim_{\lambda_n\to 0}\frac{\log M_n(q)}{-\log\lambda_n} \qquad (3)$$

β モデルは，W を以下のように定義する．

$$W=0 \qquad （確率\ p で）$$

$$W=(1-p)^{-1} \qquad （確率\ 1-p で） \qquad (4)$$

ここで p は，次式(5)で表せる．

$$p=1-b^{-1+\tau(0)/d} \qquad (5)$$

３．時系列データの解析

ここでは，βモデルを導入し，そのパラメータ p の挙動を調べる．p は $\tau(0)$ から求められる．すなわち，$\log_2[\lambda_n]$ と $\log_2[M_n(0)]$ の関係より $\tau(0)$ を求め，式(5)から p を求める．**図-1** は，p と日降水量時系列から求めた平均日降水量 $\overline{R}$ (mm/day)の関係を 151 地点全部に対して示した図である．データ群が２つの塊に分化している様相を呈していることから，図中に示した折れ線でデータ群を分けてみる．

図-2 は，観測点の位置に p の値を円の半径と円の色の濃淡で示したものである．太平洋側，日本海側では，日降水量時系列データの特性に違いがあることがわかる．太平洋側では，同じ平均日降水量の日本海側より p が大きく，これは，無降水日が多い（間欠的である）こと，降水があるときにはその降水量が日本海側より大きいことを意味する．この特性は，太平洋側での，台風をはじめとする降雨の特性，日本海側での冬季の降雪の特性が影響していると考える．

４．空間データの解析

まず，空間スケールが 2.5km or 5km ～320km の範囲で，スケール不変性が成立しているか否かを検討しておく．$\log[\lambda_n]$ と $\log[M_n(q)]$ の関係をプロットし，その直線回帰式を求める．q の範囲は，q= 0, 0.5, 1, 1.5,…., 4 とする．そして，9 個の直線回帰式を求める際に算出された相関係数の絶対値の平均値を求める（以下，簡単のため平均相関係数と称す）．得られた平均相関係数の時系列を見てみると，時々低い平均相関係数を示すことはあるが，概ね 0.9 以上の高い値を示した．すなわち，スケール不変性が充分成立していると考えられる．ただし，実際には，100km 程度のスケールより大きな場合と小さな場合で，スケール不変的関係が連続していないと考えるべきであろう[1]．

次に，データセットから，4 つのケースを選び，p と平均降水量 $\overline{R}$ の関係を求める．これらが 1 対 1 の関数になっていれば，今後のモデルの適用範囲が非常に広くなるからである．

それぞれの降雨イベントを選んで関係を見てみると，高い相関で 1 対 1 の関数になっていることがわかる．なお，Over *et al.* は，2 つの論文[2),3)]で別の $\overline{R}$ - p 関係の近似式を提案しているが，両方を比べた結果，文献 2) による下記の近似式の方が若干ではあるが，上記のデータに適していた．

$$\left(\frac{\overline{R}}{R_{\max}}\right)^k=1-\frac{p}{0.75} \qquad (6)$$

である．

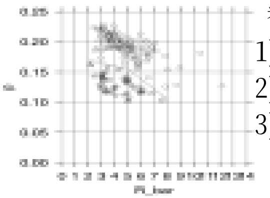

図-1

参考文献：

1)葛葉ら，水工学論文集，2003.

2)Over and Gupta，JAM，1994.

3)Over and Gupta，JGR，1996.

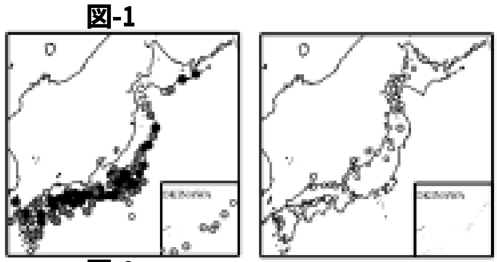

図-2