

1 はじめに 洪水防御計画における計画降雨の空間分布は、検討対象降雨を選定しその空間分布を計画降雨量まで一律に引伸ばすことで導入されている。しかしこの方法を用いると、計画降雨の波形として可能な波形は、過去に起こった降雨の波形と同様の波形のみであり、想定しうる時空間分布パターンを考慮しつくしているとは言えない。また、現在では分布型流出モデルを用いることにより降雨の空間分布を十分に取り込んで流出を計算することができるので、様々な計画降雨の可能性を示し、それらを入力とした流出計算を実行することによって、より信頼性のある河川計画を策定することができると考えられる。そこで本研究では、空間相関を考慮に入れつつランダムカスケードモデルによって降雨場を作り出し、これを初期降雨場として移流させることで空間降雨の時系列を作成することを考える。具体的には、様々な計画降雨を生成し、分布型流出モデルと組み合わせ、より信頼性のある基本高水を設定することを目的とし、次のようにして計画降雨を作成することを提案する。

- 1) ランダムカスケードモデルを用いて、空間相関構造を取り入れた初期空間降雨場を生成する。
- 2) 移流モデルを用いて移流パラメータを算出し、移流パラメータを多変量ARモデルによってモデル化する。
- 3) 1) で発生させた初期降雨場を 2) で同定した多変量ARモデルの初期観測値として移流させ、複数の面的な降雨時系列を生成する。
- 4) 結果として、ある流域に着目した場合の降雨時空間分布が生成される。一方で、その流域における計画降雨量(100年超過確率2日雨量など)を水文統計手法により求める。この計画降雨の総降雨量に合うように、生成した降雨系列を引き伸ばし、1つの計画降雨の候補とする。

本研究では上記の手順の内、1)~3)までについて報告する。なお、使用データとしては、時間分解能5分、空間分解能3 km、 64×64 グリッドセルの深山レー

ダー雨量データ (台風性降雨データ、前線性降雨データ) を用いた。

2 空間相関構造を取り入れたランダムカスケード
カスケードモデルによる降雨場の生成 ランダムカスケードモデルは、初期エリア (Level 0) に平均降雨強度を割り当て、Level 毎に各エリアをさらに4つの細かいサブエリアに分割していくモデルである。カスケードを決定する要素であるカスケードジェネレータには、Over and Gupta[1] によって提案された β -lognormal model によるジェネレータを採用した。モデルのパラメータである β 、 σ^2 の同定には Chatchai *et al.*[2] による方法を用いた。また、ランダムカスケードモデルはそのままでは空間相関構造を考慮することができないため、図1に示すように各ダウンスケールのレベルにおいて、一定以上の空間相関係数値を有するケースのみを残すことにより、空間相関構造を有する初期降雨場を生成した。

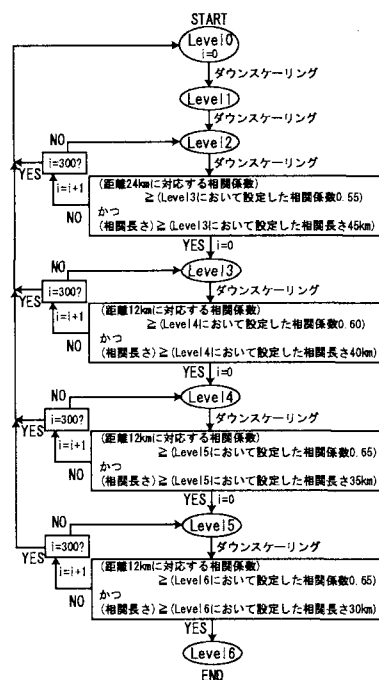
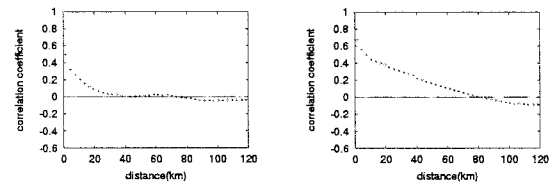


図 1: 空間相関の導入プロセス

ここで、観測データの相関係数や土木研究所が赤城山レーダーで分析した結果[3]を考慮して、台風性降雨、前線性降雨それぞれに対して、各Levelにおいて満たすべき相関係数、相関長さを設定した。空間相関を考慮する前のモデルと考慮後のモデルによる生成降雨場の空間相関の例を図2に示す。生成降雨場に相関が組み込まれていることがわかる。



(a) 空間相関の考慮なし (b) 空間相関の考慮あり

図2：相関構造の導入前後における生成降雨場の比較

3 移流モデルと多変量ARモデルを用いた降雨場

時系列の生成 ランダムカスケードモデルによって生成された降雨場を初期降雨場として、5分間隔の降雨時系列を作成する手法として移流モデル[4]を採用する。まず、台風性及び前線性の降雨移動を移流モデルで表現し、その時に得られる移流パラメータの時系列を用いて、移流パラメータの時間変動を表現する多変量ARモデルを構築した。次に、これを用いて移流パラメータを発生させ、降雨場時系列を生成した。降雨場時系列生成のプロセスを図3に示す。また、台風性降雨を想定して作成した降雨時系列の例を図4に示す。この図を視覚的に捉えたと、移流モデル、多変量ARモデルによって初期降雨場が滑らかに移流していることがわかる。

4 今後の課題

ランダムカスケードモデルに空間相関構造を組み込むことによって相関構造を有する初期場を生成した。得られた初期降雨場を、移流モデルと多変量ARモデルを用いて移流させることにより、降雨の時系列を作成した。

本研究ではランダムカスケードモデルに空間相関構造を取り入れたが、図1の発生プロセスにおいて降雨強度とランダムカスケードモデルのパラメータ β 、 σ^2 の値にはある関係を想定しており、それにしたがって空間相関の具合も規定される。これが統計的におかしくないか実現象と対比する必要がある。また、移流モデルと多変量ARモデルを用いて、台風性降

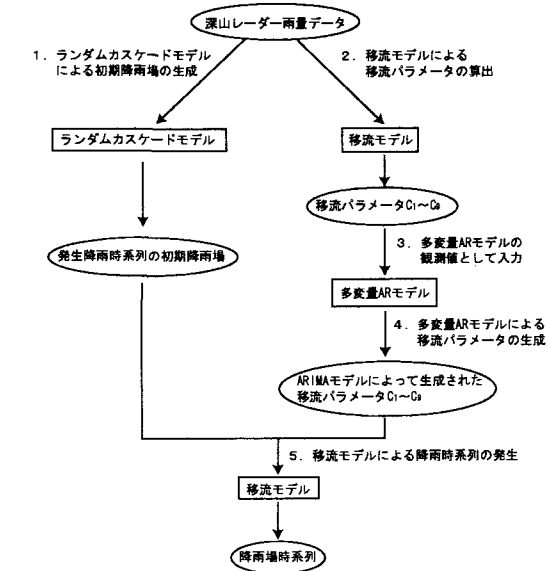


図3：降雨場時系列発生プロセス

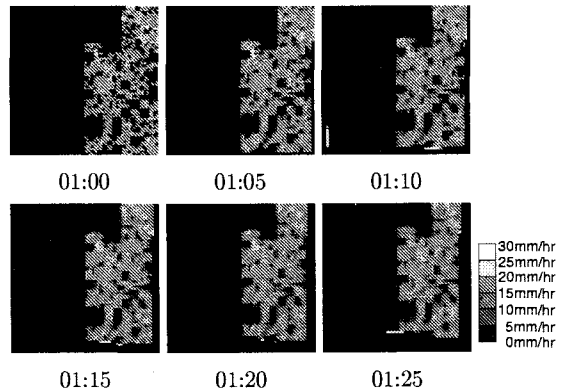


図4：1991年9月19日01時00分～1991年9月19日01時25分の発生降雨場時系列の例

雨データと前線性降雨データに対して降雨の時系列を作成したが、2種類の発生降雨時系列に統計的にどのような違いが認められるかを調べる必要がある。

参考文献

- [1] Over, T.M., and V. K. Gupta : A space-time theory of mesoscale rainfall using random cascades, Jour. Geophys. Res., 101, 26, pp.319-331, 1996.
- [2] Chatchai Jothityangkoon, Murugesu Sivapalan, and Neil R. Viney : Tests of a space-time model of daily rainfall in southwestern Australia based on nonhomogeneous random cascades, Water Resour. Res., 36, 1, pp.267-284, 2000.
- [3] 土木研究所資料第2604号, 建設省土木研究所河川部水文研究室, 1988.
- [4] 椎葉充晴・高棹琢馬・中北英一: 移流モデルによる短時間降雨予測手法の検討, 水理講演会論文集, pp.423-428, 1984.