

## 審査の結果の要旨

氏名 Martin GOMEZ GARCIA

ゴメス ガルシア マルティン

洪水や渇水被害軽減のためには、計画策定においても、発災の事前事後対処においても河川流出量推定が必要であり、そのためのモデル開発は進んでいる。しかし、モデルへ入力する降水量の精度の確保について、地上観測についてはその観測密度とリアルタイムなデータ取得能力、衛星観測については空間分解能と観測頻度が制限要因となって、十分な情報が得られないのが現状である。数値気象モデルや気候モデルの開発も進められており、計算格子の粗い大気大循環モデルから狭領域対象のダウンスケーリングについても、統計的な手法や動力学的手法が開発されているが、降水量の絶対的な精度や降水域の推定にはまだ不確実性が大きい。本研究は、降水現象のフラクタル性に着目して、粗い空間分解能の降水データと高い空間分解能のデータの関係性を記述する手法を開発し、領域の数少ない観測データによって、粗い空間分解能の降水データから高い空間分解能の降水データを算定する手法を開発している。

降水は間欠性や突然の不連続性、並行バンド、クラスター的な発達性を有し、その周辺は低い降水強度領域をとっている。このような降水空間特性は多重スケールの確率過程的性質を有しており、スケールによらない性質が知られている。これは自己類似性と呼ばれており、異なるスケール間の確率的な空間分布が単純なパラメータで表現できる可能性を有していることが指摘されてきており、2次元の離散的な Wavelet 変換によりその特徴抽出の研究が重ねられてきた。特に対称  $\alpha$ -stable 分布の適用可能性については標準化の研究がすすめられたが、高解像度化と低解像度化で異なるパラメータとなることが示されてきた。そこで本研究では、Wavelet 係数の分布を対称  $\alpha$ -stable 分布に適合させる手法を改良して、極端な事象の頻度を規定するパラメータ ( $\alpha$ ) とその強度を表すパラメータ ( $\gamma$ ) の最適推定手法を開発している。その結果、 $\alpha$  はすべてのスケールにおいて一定値を取ることが示され、これはスケールによらない Wavelet 変換が可能であることを示した。また  $\gamma$  は低(高)空間分解能になると定数のべき乗則で増加(減少)することが示された。

これらの理論的検討を踏まえ、本研究では様々な異なる降雨現象に対してもこの自己類似性に基づき、同じパラメータで高空間分解能化と低空間分解能化することができるか、また  $\alpha$  や  $\gamma$  の降水携帯依存性や地域性、あるいは時間変動性が、北海道、東北、関東、四国、九州の5つの領域で、レーダと地上雨量の合成データ (1km) から段階的に 64km までの低空間分解能データを作成して進められた。その結果、 $\alpha$  は一定で、 $\gamma$  は定数 (H) で表現できる指数関数とし、重相関係数が 0.75 の高い相関性を有して表現できることが示された。

本研究ではさらに、多スケールの2次元離散型 Wavelet 変換により、粗い空間分解能のデータと降水観測実データから高い空間分解能の降水分布情報を作成するアルゴリズムを開

発している。このアルゴリズムの入力は、1点の雨量計データ、その雨量計を含む高、低空間分解能データ、当該イベントの  $\alpha$  と  $H$  で、高、低両分解能データの再現可能性が示された。

以上の通り、本研究は、河川、水資源管理への気候変動の影響評価に必要不可欠な、降水の時空間分布情報のダウンスケール、アップスケールのための理論的研究とそれに基づく実証研究としての成果を明確に示しており、様々な気象条件下での適合性や、複数の過程の相互作用に関する確率過程論的理解に基づいて提案している。本研究成果は、気候の変化を考慮した将来の洪水、水資源の計画と管理に資するところが大きく、科学的、社会的有用性に富む独創的な研究成果と評価できる。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。