

(論文内容の要旨)

本論文は、極値降雨量のスケーリング特性をもとに降雨観測の不十分な地域の確率降雨量を推定する手法を開発し、実流域に適用してその有効性を確認したものである。主な成果の概要は以下の通りであり、7章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究の主題である降雨観測の不十分な地域における確率降雨量を推定する手法として、降雨量のスケーリング特性を用いた確率降雨量の推定手法の有効性を述べるとともに、本論で展開する手法の概要を述べている。

第2章では、既存の確率降雨量の推定手法について取りまとめ、降雨強度－期間－頻度の関係式（降雨 IDF 関係式）の一般化手法に関する文献をレビューするとともに、降雨のスケール不変性を分析した研究として、シンプルスケーリング特性とマルチスケーリング特性を用いた研究をレビューしている。

第3章では、既存の確率降雨量の推定手法を用い、我が国およびベトナムを対象として、降雨強度－期間－頻度関係式の適合性を評価している。その結果、10分降水量データが観測されているような降雨データが完備しているような降雨観測地点であれば、降雨強度－期間－頻度関係式の一般化が可能であり、それを用いて短時間の確率降雨量を推定することが可能であることを示している。ただし、こうした高時間分解能の降雨観測網は東南アジア域では極めて限られており、一般に利用可能な降雨量データの時間分解能は日単位であって、本論の主題である、日単位の降雨量データから時間単位の確率雨水量を推定することの重要性が示されている。

第4章では、わが国の淀川流域における降雨データを対象とし、確率降雨量の時空間スケール特性を分析している。その結果、時間スケールに関しては、年最大1時間降雨量から年最大24時間降雨量までの異なる時間スケールの年最大確率降雨量に関してシンプルスケーリング特性が成り立つこと、年最大10分雨量から年最大1時間雨量に対してもシンプルスケーリング特性が成り立つが、年最大1時間降雨量から年最大24時間降雨量までのスケーリング特性とは異なる特性を示すことを見出した。また、空間スケールに関しても、シンプルスケーリング特性が見られること、1000 km²を境界として異なるスケーリング特性が成立することを見出した。

第5章では、第4章で見出した時間スケールに関するシンプルスケーリング特性を応用し、わが国のいくつかの降雨観測データを対象として、年最大24時間降雨データをもとに24時間より短い時間分解能の確率降雨量を推定することに成功している。そして、それらが実際の降雨観測データをもとに従来手法を用いて推定した確率降雨量と極めてよく一致することを示した。さらに、このスケーリング特性を用い、確率降雨量がグンベル分布に従うとして、降雨の降雨強度－期間－頻度関係式を導出した。これによって、日データしか観測されていない地点でも、それより短い時間スケールの確率降雨量を推定するための降雨強度－期間－頻度関係式を得ることが可能であることを示した。

第6章では、第5章で示した確率降雨量のダウンスケーリング手法を、降雨観測データが存在しない地点に展開する手法を検討している。第5章で示した確率降雨量のダウンスケーリング手法を適用するためには、日降雨データが存在するとして、日データから推定されるその地点特有の3つのパラメータの値があればよい。そこで、日降雨データが存在する地点において、地点ごとに3つのパラメータを決定し、降雨観測データが存在しない地点でのパラメータを空間的に内挿して、その地点での確率降雨量を推定する手法を提案した。淀川流域を対象として3つのパラメータの空間分布図を作成し、これから得られた確率降雨量と、実際にその地点での降雨観測データを用いて推定した確率降雨量とを比較した結果、それらの相対誤差は多くの地点で10%以下に収まっており、最大での20%を超えないことを見出した。これにより、降雨観測が不十分である地域においても、本手法を適用することによって、時間単位での確率降雨量が推定可能であることが示された。東南アジア域では日雨量データしか長期間のデータが存在しない流域がほとんどであり、そうした流域でも本章で展開された手法を用いれば、時間単位の確率降雨量を推定することが可能となり、極めて有用で応用範囲が広いと考えられる。

第7章は結論であり、本論文で得られた成果を取りまとめるとともに、今後の研究課題についてについて要約している。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、極値降水量のスケーリング特性をもとに降雨観測の不十分な地域の確率降雨量を推定する手法を開発し、実流域に適用してその有効性を確認したものである。主な成果の概要は以下の通りである。

1. 既存の推定手法を用いて我が国およびベトナムにおける降雨強度・期間・頻度（IDF）関係式の一般化を試みた。その結果、時間スケールの降雨観測データが完備している地点においては降雨 IDF 関係式の一般化が可能であるが、そうした地域は東南アジア域にはほとんどなく、降雨観測頻度の低い地域における降雨 IDF 関係式の重要性を指摘した。
2. 極値降雨量の時空間スケール特性を分析し、地点降雨量に関して 1 時間単位の極値降雨量から 1 日単位のそれまで、シンプルスケーリング特性が成り立つことを見出した。また空間スケールに関しては、1000 km²を境界として異なるスケーリング特性が成立することを見出した。次に、シンプルスケーリング特性を利用して、日降雨データをもとに、時間単位から数時間単位の極値降雨量を推定する手法を展開した。
3. シンプルスケーリング特性を応用した極値降雨量推定手法を用いて、1 時間から数時間単位の極値降水量を日降雨量データから推定し、従来手法によって得られる極値降雨量と比較してその有用性を検証した。
4. 次に、シンプルスケーリング特性として現れるパラメータの空間分布図を作成し、この分布図からデータが存在しない地点のスケーリングパラメータを内挿することによって、降雨 IDF 関係式の地域総合化を図った。

以上のように、本論文は極値降水量のスケーリング特性をもとに降雨観測の不十分な地域の確率降雨量を推定する手法を開発し、治水計画に必要となる計画降雨を、水文観測が不十分な地域においても推定することを可能としたものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 20 年 8 月 11 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。