

氏 名	ナワ ラーズ プラダハン Nawa Raj Pradhan
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 2558 号
学位授与の日付	平成 17 年 9 月 26 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 土 木 工 学 専 攻
学位論文題目	Development of a Topographic Disaggregation Method for Transferring Hydrological Models across Scales and Regions (スケールおよび地域を越えた水文モデル移転のための地形分解手法の開発)
論文調査委員	(主 査) 教 授 寶 馨 教 授 椎 葉 充 晴 助 教 授 立 川 康 人

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、水文観測が不十分な流域にも適用可能な流出予測モデルを構築するために、流域地形の表現スケールに依存しない流域地形特性の抽出手法（流域地形特性のダウンスケール手法）を開発し、異なるスケール間、異なる地域間で互換可能な水文モデルの構築を実現したものであり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流域地形特性のダウンスケール手法およびそれを用いた異なるスケール間、異なる地域間で互換可能な水文モデル開発の重要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章では流域内の任意地点の上流に存在する流域面積を対象とし、その測定に用いる数値標高データの空間分解能に依存せずに、上流流域面積の分布特性を推定するダウンスケール手法を展開している。これにより地球上の陸域で利用可能な1km分解能の数値標高データを用いて、50m分解能の地形データを用いたのと同様の上流流域面積の分布特性を得ることに成功している。

第3章では、地形勾配を対象とし、その測定に用いる数値標高データの空間分解能に依存せずに、勾配の分布特性を推定する手法を展開している。一般に、数値標高データの空間分解能が粗い場合は、得られる地形勾配は現実の値よりも小さな値になってしまうが、ここでは地形勾配が有するフラクタル性に着目し、その特性を利用することによって1km分解能の数値標高データを用いた場合も50m分解能の地形データを用いたのと同様の地形勾配分布特性を得ることに成功している。さらに、第2章で提案した上流流域面積のダウンスケール手法と本章で展開した地形勾配のダウンスケール手法とを組み合わせ、水文流出解析に分野でしばしば用いられる地形指標（Topographic Index）のダウンスケール手法を提案している。この手法により1km分解能の数値標高データを用いた場合も50m分解能の地形データを用いたのと同様の地形指標分布を得ることに成功し、ある空間分解能の流出モデル（TOPMODEL）で同定されたモデルパラメータを、異なる空間分解能を有するTOPMODELに適用することが可能となった。

第4章では、第3章で展開した地形指標のダウンスケール手法を流出予測モデル（TOPMODEL）に導入し、日本の河川流域を対象として1km分解能の数値標高データを用いた場合も50m分解能を有する数値標高データを用いた場合と同等の流出計算結果が得られることを実証した。これによって、流域地形の表現スケールに依存しない流域地形特性の抽出手法（流域地形特性のダウンスケール手法）が実現し、異なるスケール間、異なる地域間で互換可能な水文モデルの構築が可能となった。

第5章では、第2章および第3章で展開した地形特性のダウンスケール手法を河道幅のダウンスケールに援用する手法を示した。これにより、地形データの空間分解能にモデルパラメータの値が依存しない河道流跡モデルとして、スケール不変 Muskingum-Cunge 法を構築した。

第6章では、ネパール国の Balaphi 流域（650km²）を対象とした水文流出シミュレーションを実施し、前章までに展開

した流域地形特性のダウンスケール手法を用いることによって流出予測性能が著しく改善されることを示した。本流域で存在する 1km 分解能の数値地形データを用いて本論で展開した地形指標分布のダウンスケール手法を適用し、そのダウンスケールされた地形指標分布を用いた流出モデル（TOPMODEL）を構築した。この流出モデルに我が国の河川流域で同定されたモデルパラメータを適用して河川流量が適切に再現されることを見出し、本手法が実際に水文情報が不十分な流域において有効に機能することを確認した。特に、1km 分解能の数値地形データをそのまま用いた地形指標分布を導入した TOPMODEL による水文予測結果と比較して、ダウンスケールした地形指標を導入した TOPMODEL は河川流量の再現結果に著しい改善が見られた。これは本論で示した地形量のダウンスケール手法が、水文観測が不十分な地域に対する水文モデル構築において極めて有用であることを示している。

第 7 章は結論であり、本論文で得られた成果と今後の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、水文観測が不十分な流域（ungauged basin）にも適用可能な流出予測モデルを構築するために、流域地形の表現スケールに依存しない流域地形特性の抽出手法（流域地形特性のダウンスケール手法）を開発し、異なるスケール間、異なる地域間で互換可能な水文モデルの構築を実現したものである。主な成果の概要は以下の通りである。

1. 流域内の任意地点の上流に存在する流域面積および地形勾配を対象とし、用いる数値標高データの空間分解能に依存せずに、それらの地形量を推定するダウンスケール手法を開発した。これを実際の流域に提供して、地球上の陸域で利用可能な 1km 分解能の数値標高データを用いて、50m 分解能の地形データを用いたのと同様の地形特性を得ることができることを例証した。
2. これらの上流流域面積のダウンスケール手法と地形勾配のダウンスケール手法とを組み合わせ、流域面積と地形勾配の関数である地形指標のダウンスケール手法を開発した。これにより、ある空間分解能の流出モデル（TOPMODEL）で同定されたモデルパラメータを、異なる空間分解能を有する TOPMODEL に適用することが可能となった。
3. 上流流域面積、河道勾配のダウンスケール手法を用いて河道幅のダウンスケールを実現し、地形データの分解能にモデルパラメータの値が依存しない河道流追跡モデルを構築した。
4. ネパール国の Balaphi 流域（650km²）を対象として 1km 分解能の数値地形データ から得られる地形指標分布にダウンスケール手法を適用して TOPMODEL を構築した。このモデルに我が国の河川流域で同定されたモデルパラメータを適用して河川流量を適切に再現できることを見出し、本手法が実際の ungauged basin で有効に機能することを確認した。

以上のように、本論文は、地形量のダウンスケール手法を開発し、地形データの空間分解能が十分でない河川流域においても適用可能な水文モデルを開発したものである。この研究成果は、水文情報の不十分な流域における流出モデルの構築と水文予測精度の向上といった実際的な問題に大きく寄与するものと言える。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17年8月18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。