

[31]

氏名	リー・フオング アマリー
博士の専攻分野の名称	博士（学術）
学位記番号	安全博第17号
学位授与の日付	2020年3月31日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	River Flood Modelling under Limited Data Acquisition using PWRI Hydrologic Model
論文審査委員	主査教授 河田 恵昭 副査教授 安部 誠治 副査教授 小山 倫史

論文内容の要旨

日本では、第二次世界大戦後の15年間は、毎年のように台風が上陸し、それによる平均の犠牲者数が2,365人を数える災害の特異時代を経験した。そのため、ダム、遊水地、放水路などの治水施設の建設が喫緊の課題となった。その後も、今度は水資源の重要性が浮上し、利水ダムや多目的ダム、堰などの利水施設の建設も盛んになった。この間、流域に降雨があった場合、どのようなメカニズムで雨水が河川に流入し、洪水が形成されるのかに関する洪水流出過程に関する多くの研究成果が発表され、実用に供せられてきた。このような流出モデルの精緻化の過程では、雨量や流量などの水文資料や標高、植生の分布状況などの地質・地形資料などの基礎データの充実が実用化に貢献してきた。

この間、途上国では急激な人口増加が起こり、しかも首都を中心とした都市化が進展し、加速された結果、治水問題や利水問題が浮上して、その解決策の実施が求められるようになった。しかし、洪水流出解析を適用するための基礎データが不足するために、洪水流出モデルの適用性に関して科学的に判断することが困難な状態が継続し、治水・利水施設の建設が進まず、建設されたとしても有効性の評価は不十分のままであった。

こうした状況のもと、本論文では、まず既往研究における洪水流出モデルの比較検討から、本研究で適用する最適モデルを決定する。すなわち、大阪府が安威川ダム建設に際して収集した高精度の水文資料や地質・地形資料などが活用できることから、洪水流出過程が物理的に理解しやすく、モデルが修正しやすい改良型タンクモデル（PWRI-DHモデル：国土交通

省土木研究所開発)が最適モデルであることを見出している。そして、洪水流出解析に用いることができる数値シミュレーション手法のプログラム (IFAS : Integrated Flood Analysis System) を改良型タンクモデルに適用して、各種パラメーターの感度分析が実施できるように改良している。さらに、表面、中間および地下水流出などの各種流出過程を考慮したタンクモデルで使用する標高、透水係数などの 29 種類のパラメーターについて感度分析を行っている。特に計算メッシュの大きさの影響評価では、GTOPO30 と Hydro1K による 1km メッシュの標高値を基準にして解析を実施している。こうして、安威川では流量計測による実流量が既知であり、これを基準値として、Nash-Sutcliffe 係数の大小による適合性を明らかにしている。

次に、改良型タンクモデルにおけるセルの大きさとタンクの大きさ、セルの大きさと地形条件および河川モデルの近似化の影響、モデルに含まれる種々のパラメーターや計算時間に関するシミュレーションを行い、前述の係数による精度を求めている。また、3種類の全球数値標高モデルを用いて、正確な洪水流出解析結果を有する大阪府の槇尾川流域に適用し、比較検討を実施して、それぞれの全球数値標高モデルの有効性を検証している。

最後に、これらの検討結果を踏まえて、改良型タンクモデルの適用性の向上に寄与する結果を得ている。

論文審査結果の要旨

本論文では、改良型タンクモデルと数値シミュレーション手法のプログラム (IFAS) を用いて、降雨による洪水流出シミュレーションの有効性に関して感度分析を行い、次のことを明らかにしている。まず、洪水流出解析用の数値シミュレーション手法のプログラム IFAS を改良型タンクモデルに適用して、29 種類のパラメーターの感度分析が実施できるように改良し、実河川である大阪府安威川で発生した過去の洪水への再現性を検証している。その結果、予測精度に大きく影響するのは、流域の地形と地勢、流域の離散化、分水嶺の表現および取得した雨量データの精度に関係する 4 つのパラメーターであることを見出している。とくに、最小 1km 格子点で与えられている標高値の既存のデータベースの活用によって、メッシュ間隔による予測精度の変化を、Nash-Sutcliffe 係数を用いて評価し、最適なメッシュ間隔を採用できることを明らかにしている。

さらに、改良型タンクモデルの汎用性を高めるために、IFAS によるシミュレーションに含まれる各種パラメーターについて検討した結果、セルの大きさについては、緯度による分割が一般的であり、細かくすればするほど計算時間が長くなるという問題を有していることから、その最適長については、従来の研究成果を用いてシミュレーションを実施した後、セルの大きさを変化させて種々の洪水現象の予測精度の向上の変化を見出すというフィード

バック手法を提示している。また、セルの大きさと地形条件および河川モデルの近似化の影響、モデルに含まれる種々のパラメーターや計算時間に関してシミュレーションを行い Nash-Sutcliffe 係数による評価を実施し、所要の精度を得るための各種条件の設定方法を提示することに成功している。また、3 種類の全球数値標高モデルを大阪府の槇尾川流域に適用し、ASTERGDEM および GMTED の有効性を確認している。

本研究は、治水・利水対策に必要な洪水流出解析の適用性と精度向上を目的とした研究であり、各種情報が十分でない地域において、本研究で提案する改良型タンクモデルを用いた方法が妥当であることを明らかにしている。こうした点で、本学位請求論文は、地球温暖化によって特に途上国において必要性が高まっている水害対策の推進に寄与できるものであるといえる。

よって、本論文は博士論文として価値あるものと認められる。