

氏名	李 宏宇
授与した学位	博士
専攻分野の名称	環境理工学
学位授与番号	博甲第3275号
学位授与の日付	平成18年 9月30日
学位授与の要件	自然科学研究科資源管理科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	河川流域における実時間洪水流出予測に関する研究
論文審査委員	教授 永井明博 教授 西垣 誠 教授 三浦健志

### 学位論文内容の要旨

本論文では、河川流域における洪水の実時間予測を的確に行うため、①流出モデルとして VIC モデルを取り上げ、そのモデルの洪水流出解析への適用と実時間予測への応用、②洪水時の河道流追跡法の検討、③上流ダムからの放流量を考慮した洪水流出解析および実時間洪水流出予測の検討を試みた。得られた成果の概要は以下のとおりである。

①については、従来、専ら長期流出解析に利用されてきた VIC モデルを洪水解析にも適用できるようにするため、表面流出を表現する貯留関数型の非線形タンクモデルを付加するとともに、浸透孔を導入した。この改良を施すことにより、再現性の良好な洪水流出の解析が可能となることを黒木ダム流域の実測水文資料に基づいて実証した。また、この改良型 VIC モデルに拡張カルマンフィルタなどの状態修正法を組み合わせることにより、ほぼ2時間先までの実時間予測ができることを示した。

②については、大流域における洪水予測や上流の観測流量を利用した洪水予測を考える場合には、河道流れの追跡計算法が不可欠となることから、その候補として diffusion wave の応答関数を利用する方法（応答関数法）、Muskingum 法、kinematic wave 法、貯留関数法を取り上げ、計算精度、安定性および簡便性を比較した。その結果、計算精度は Muskingum 法がややよいものの、手法間にはあまり差がないこと、計算の安定性は応答関数法と kinematic wave 法が優れていること、計算の簡便性では応答関数法を利用する方法が優れていることがわかった。以上から、実時間洪水予測への適用には、計算精度、安定性、簡便さについてバランスがよい応答関数法が推奨されることがわかった。

③は、現実にはよく見られるケースであるにも拘わらず、あまり検討されていない問題であり、本論文では、上流部に全流域面積の約4割を占める大佐ダム流域を含む小阪部ダム流域における洪水を対象に解析を行った。その結果、上述の改良型VICモデルはこの流域においても洪水を良好に再現していること、上流ダムからの放流量を diffusion wave の応答関数によって河道追跡することにより、下流の小阪部川ダム貯水池流入量の再現性が改善されることがわかった。さらに、上流ダムからの放流量を diffusion wave の応答関数で追跡し、残流域には改良型VICモデルを用いて実時間予測を行う方法を提示した。この方法は、状態量修正法として拡張カルマンフィルタなどの状態量修正法を組み込んでいるが、ほぼ3時間先までの実時間予測に利用できることを実証した。

## 論文審査結果の要旨

洪水流量を時々刻々予測することは、避難・警報などの水防活動だけでなく、ダムや頭首工などの水利施設を適切に管理するためにも必要である。

まず、従来、長期流出解析に利用されてきたVIC(Variable Infiltration Capacity)流出モデルを洪水解析にも適用できるようにするため、表面流出を表現する非線形タンクを付加するなどの改良を施した。これにより、再現性の良好な洪水流出の解析が可能となることを実証した。また、この改良モデルに拡張カルマンフィルタなどの状態修正を組み合わせることで、2時間先までの実時間予測ができることを示した。

つぎに、大流域での洪水予測や上流の観測流量がある場合の洪水予測では、河道流れの追跡計算が不可欠となることから、その候補としてdiffusion wave法、Muskingum法、kinematic wave法、貯留関数法を取り上げ、計算精度、安定性および簡便性を数値実験的に比較検討した結果、diffusion waveの応答関数を用いる方法（応答関数法）が推奨されることを示した。

さらに、上流ダムからの放流量がある場合の洪水予測を扱うため、上流部に全流域面積の約4割を占める大佐ダム流域を含む小阪部ダム流域における洪水を対象に解析を行った。その結果、改良VICモデルはこの流域においても洪水を良好に再現していること、上流ダム放流量をdiffusion wave法で河道追跡することにより、下流の小阪部川ダム貯水池流入量の再現性が改善されることを示している。さらに、上流ダムからの放流量をdiffusion waveで追跡し、残流域には改良型VICモデルを用いて実時間予測を行う方法を提示し、この方法により、ほぼ3時間先までの実時間予測に利用できることを実証した。

以上、本研究で得られた成果は、河川流域における洪水予測や水利施設の洪水時の管理を行うに際して有用な知見を与えるものであり、社会的貢献度も大きいと評価できる。よって、本論文は博士（環境理工学）の学位を授与するに値すると判定した。