

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 チェリー メイ ロセッテ マテオ

複雑な人間—地球系である水循環システムにおける人間活動影響の的確な考慮は水文学における重要課題のひとつであり、現実の水循環システムの理解の増進による持続可能性の構築とリスクマネジメントに不可欠である。人工貯水池への貯留・放流は人間活動が水循環に及ぼす影響の中でも特に大きく、適切な貯水池操作は洪水被害や旱魃被害を減らせるが、どのような貯水池操作が最適であるかの検討は、従来ピーク流量がどの程度軽減できるか、あるいは最低限どの程度の放流量を確保できるかで評価され、実際には経験的な操作規則が定められる場合も多かった。

しかし、近年では水文動的河川モデルの発達によって流量のみならず自然氾濫も表現されるようになり、氾濫面積や浸水深を評価指標として貯水池操作の最適化が可能となりつつある。しかし、水文動的河川モデルには貯水池操作がまだ組み込まれていないのみならず、その物理形状すら考慮されていないという状況にある。

そこで、本論文では、水文動的河川モデルに人工貯水池を組み込み、河川水位と貯水池水位を動的に連動させて計算可能とする一方、貯水池の下流域における氾濫面積や浸水深の削減によって最適な貯水池操作規則を選択可能とした。

まず、貯水池操作など人間活動を考慮した統合的な水循環水資源モデルである H08 をグローバルな水文動的河川モデル CaMa-Flood と結合し、タイ王国チャオプラヤ川流域に適用した。チャオプラヤ川上流には Bhumibol ダムならびに Sirikit ダムという二つのダムによる大規模な貯水池が存在し、それらの貯水池操作モデルならびに H08 の流出パラメータを最適化し、2011 年の大洪水時に関して Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) で 92% という日流量のシミュレーション精度を達成し、さらに、衛星観測から推定された氾濫面積割合分布とも良好な対応を示している。また、貯水池操作規則の修正によって、どの程度被害を軽減できたかについても示されている。

次に、構築された水循環モデリングの枠組みは将来の気候変動影響評価に適用されている。RCP4.5 ならびに RCP8.5 という温室効果ガスの代表濃度経路を想定したバイアス補正済みの 8 つの大気大循環モデル(GCM)のアンサンブル平

均を用いて、21 世紀中ごろと終わりごろの状況が現状と比較された。その結果、RCP8.5 では今世紀中ごろ以降総流出量が 40～50%増大し、貯水池が干上がった渇水になるリスクが軽減される一方、2 大貯水池下流の氾濫面積割合が約 130%増大する見込みとなった。これに対し、水資源確保から洪水被害軽減に重点をおいた貯水池操作規則に変更すれば 2011 年の様に貯水池が満杯となり洪水被害軽減が不可能となる可能性が 1/4 に軽減できることも示された。

第 5 章では、高分解能化が水文動的河川モデルの精度に及ぼす影響が検討され、特定の一方方向にしか流下しないという古典的に使われている手法(SDC)では高解像度化に伴い日流量の再現精度が著しく下がるのに対し、複数の方向への流下を考慮できる手法(MDC)では高解像度化しても精度は若干向上するかほぼ変化しないことが明らかとなった。数値計算上は計算精度が空間解像度に過度に依存するのは望ましくなく、高解像度化には流下過程の適切なモデル化が必要であることが明らかになった点は注目に値する。

最後に第 6 章では人工ダム貯水池の物理的な表現が水文動的河川モデルに組み込まれた。高分解能デジタル地形情報に基づいてダム貯水池とその底面形状を推計する手法が開発され、チャオプラヤ川流域の 2 大ダムに適用され、水文動的河川モデルの河床情報に組み込まれて一体として水位や流量が計算できるようになった。その結果、貯水池上流端における河川の水面勾配や水面面積割合が現実的となり、また、特に乾季における流量変動がより精度良く算定されるようになった。

このように、本論文は、従来は困難であった貯水池の物理的な表現を水文動的河川モデルに組み込み、人間活動を考慮したグローバルな統合水循環・水資源モデルと結合し、より統一的な水循環の数値シミュレーションを可能とした画期的な研究である。そうしたマクロスケールの水循環モデルシミュレーションの枠組みをインドシナ半島タイ王国チャオプラヤ川流域といった地域スケールにおける歴史的な大洪水の再現や将来の気候変動の影響評価に適用可能としたのみならず、貯水池操作によってどの程度被害が軽減可能であるかの政策決定に資する選択肢を示しており、工学的な価値も高い。

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。