

氏 名	Nguyen Thi Thuy Hang		
授与した学位	博 士		
専攻分野の名称	環境学		
学位授与番号	博甲第 5 7 4 8 号		
学位授与の日付	平成30年 3月23日		
学位授与の要件	環境生命科学研究科 環境科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)		
学位論文の題目	Reservoir Management Improvement under Current and Future Climate Conditions Based on Evolutionary Computation Technique Application for Calibrating Hydrological Model and Optimizing Rule Curves (進化的計算手法を用いた流出モデルの同定とルールカーブの最適化に基づく現在および将来の気候条件下における貯水池管理の改良)		
論文審査委員	教授 近森 秀高	教授 諸泉 利嗣	教授 前田 守弘
学位論文内容の要旨			
<p>The main objective of this study is to investigate the impacts of climate change on control of Thac Mo Reservoir in the upper Be River catchment of the southern Vietnam and the reservoir operation improvements under current and future climate conditions by using evolutionary computational technique, differential evolution (DE), for calibrating a hydrological model and optimizing reservoir operation rule curves. It was achieved by (1) evaluating the performance of differential evolution (DE) and evolution strategy (ES) in automatic calibration of a rainfall-runoff model called Long-and-Short Term runoff model (LST model) for Be River catchment, (2) analyzing the impact of climate change on inflow into a reservoir and on control of Thac Mo Reservoir following the historical operation rule, (3) evaluating the performance of DE application in reservoir operation optimization for Thac Mo Reservoir, and (4) analyzing the suitable operation rules under climate change conditions by comparing with the current.</p> <p>The results of using DE and ES in LST model calibration showed that both DE and ES algorithms are efficient methods for automatic calibration of the LST model. DE was proved to be slightly better than ES with the better obtained fitness indices and shorter computation time. Calibrated LST model using DE was integrated in reservoir operation model for Thac Mo Reservoir.</p> <p>Inflow into the reservoir was simulated by using the calibrated LST model under the current and future climate scenarios. The result showed that the inflow into the reservoir increases dramatically in the rainy season, but there is less change in the dry season. The result of reservoir control simulation following the current reservoir operation rule showed that there was a less noticeable change in the reservoir storage and in the amount of water used for hydropower compared to the water spilled out of the reservoir for safety reasons during the flood season.</p> <p>Improvement of Thac Mo Reservoir operation rule in dry season was investigated by employing DE optimization using multi-objective function with consideration of water shortage index (WSI), annual power production (APP) and power production stability (PPS). DE application showed high performance in optimization of reservoir operation rules, and the reservoir control simulations demonstrated that the performances by optimized rules were remarkably improved in comparison with those by government existing rule and the historical operations. Under the RCP4.5 scenario, the largest change was found in the balance distance, and the second largest result was under the RCP8.5. Reservoir operation by the optimized rules showed better performances than that by the governmental existing rule.</p> <p>In conclusion, this study proved the efficiency of evolutionary technique, especially DE, in hydrological model calibration and reservoir operation optimization. Moreover, the study helped better understanding about evolutionary technique application in hydrology research as well as the impacts of climate change on runoff, reservoir control and suitable reservoir operation.</p>			

論文審査結果の要旨

本研究では、気候変動が貯水池管理に与える影響の評価と、現在および将来における貯水池管理のためのルールカーブの改善を、進化的計算法の一つである差分進化法（DE, Differential Evolution）を用いた最適化により行っている。

まず、ベトナム南部の Be 川流域を対象に、DE と進化戦略（ES）のそれぞれを用いて長短期流出両用モデル（LST モデル）を同定し、その結果を比較することにより、流出モデル同定への DE の有用性を評価した。その結果、同じ計算条件の下で「最適解」として求められた結果は、ES に比べ DE の方が若干良く、また、結果のばらつきが少ないこと、計算時間は、ES に比べて短縮できることが示された。また、Be 川流域内の Thac Mo 貯水池流域を対象として LST モデルを DE により同定し、これを用いた流出シミュレーションにより、気候変動が貯水池への流入量に及ぼす影響と、従来のルールカーブによる貯水池操作に及ぼす影響とを評価した。その結果、雨季の貯水池流入量は大幅に増加し、乾季の変化は少ないこと、貯水池の貯留量と発電に使用される水量に目立った変化はなく、放水量が増加することが示された。これに加え、貯水池管理の目的となる水資源、発電量、発電安定性に関わるそれぞれの指標から構成される妥協解を目的関数として、現在の気候条件におけるルールカーブを DE によって最適化し、このルールカーブが貯水池管理のための指標にもたらす効果を評価した。その結果、最適化されたルールカーブに基づく貯水池操作により、従来に比べて貯水池の運用状況が改善され、最適化の対象としたそれぞれの指標は、従来のルールカーブを用いた場合より改善された。同様の手法により、将来の気候条件下におけるルールカーブの最適化を行い、現行のカーブを用いた場合と貯水池管理の状況を比較評価した結果、貯水池放流量の安定性は、現状または将来の気候条件下で最適化したルールにより改善されることが示された。

以上の研究成果は、将来の気候変動に対応する効率的な貯水池管理を検討するための有力な手法を提案するものである。本学位審査委員会は、本論文は博士（環境学）に値するものと判定する。