

京都大学	博士 (工学)	氏名	野原 大督
論文題目	多様な気象・水文情報を考慮した実時間貯水池操作支援システム		

(論文内容の要旨)

本論文は、現業気象・水文予測情報や地球規模気象解析情報を始めとした多様な気象・水文情報を治水・利水の目的を持ったダム貯水池の操作に定量的に活用する手法を開発し、ダム貯水池の操作をより高度化するための方法論について検討を行ったものであり、7章からなっている。

第1章は序論であり、研究の背景と必要性、目的について述べ、多様な気象・水文情報を、その種別や形式に応じて実時間で活用することのできる操作手法を開発することの意義を明らかにしている。

第2章では、地球規模気象情報に含まれる観測諸量と流域降水量との基本的な統計関係に基づく降水予測手法を提案している。具体的には、数ヶ月程度の時間スケールの気象・水文現象に支配的と考えられる大気中下層における気圧高度と気温、および海面水温を組み合わせた7種の全球気象量を取り上げ、ダム貯水池流域の降水量との相関関係に基づく統計的予測手法を開発した。さらに、開発した手法による予測結果を利用したダム貯水池の最適利水操作システムを開発し、実流域においてシミュレーション計算を行った結果、3ヶ月積算降水量の予測については、気候値を予測値とした場合と比較して予測精度の改善が見られ、利水操作結果においても改善が見られることを確認している。

第3章では、地球規模の気象状態の複雑な特徴を捉えることによって第2章では考慮しなかった流域の気象・水文状態と全球の気象状態との非線形な統計的関係を考慮するため、地球規模気象情報の情報集約手法の構築と、集約された情報の長期貯水池操作への利用手順を構築し、考察を行っている。具体的には、全球気象状況の空間分布の持つ特徴を正負の半年偏差域の中心の位置によって表現した上で、クラスタリングを用いた探索型情報集約手法と合成図解析を用いた目的志向型情報集約手法の2種を構築し、両手法によって集約された地球規模気象情報を予測因子とした長期降水予測手法を構築した。構築した予測手法による降水予測情報を考慮したDPモデルにより、実流域を対象に操作シミュレーションを実施した結果、探索型情報集約手法を用いた操作手法の方が、目的志向型情報集約手法を用いた操作手法と比較して、降水予測、貯水池操作ともに良好な結果が得られることを示している。さらに、複数の地球規模気象情報に関する集約情報と流域降水量との統計的関係を利用した長期降水予測手法を構築し、実流域データを用いて適用を行った結果、1か月先までと、1~2か月先までの期間で、気候値を予測値とした場合と比較して降水予測精度が向上し、水資源管理への応用が期待できることを示している。

第4章では、近年、現業の気象・水文予報業務に導入がなされているアンサンブル予測情報の貯水池操作への利用可能性について検討している。特に、アンサンブル予

京都大学	博士（工学）	氏名	野原 大督
<p>測情報には多様な解釈が可能である点に注意し、予測情報の解釈の違いによって放流量決定過程にどのような差異が表れるのかについて分析した。ダム貯水池操作モデルとして、アンサンブル平均予測を用いた決定論的 DP モデル、アンサンブルメンバ別予測情報を用いた確率論的 DP モデル、アンサンブルメンバ別予測情報を用いた Sampling SDP モデルを構築し、各操作モデルにおける放流意思決定過程の違いについて詳細な分析を行った。その結果、各操作モデルの放流決定過程の差異が明らかになるとともに、アンサンブル予測情報を利水操作に利用する場合には、メンバ別予測値の分布の平均値と中央値の関係と予測精度との組み合わせに応じて、放流量決定モデルを選択する必要があることを見出している。</p> <p>第 5 章では、より実管理に即した操作支援を実施することを目的に、ダム貯水池の短長期連続操作支援システムの開発を行った。具体的には、現業の中・長期気象・水文予測情報に加えて、第 3 章で構築した地球規模気象・水文情報を活用した長期降水予測手法をベイズ論的に組み合わせて利用することで、相反する目的を持つ治水と利水の両モードの連続操作支援を可能にしている。</p> <p>第 6 章では、貯水池の利水操作に関して、どのような確率流況予測情報が望まれるのかを明らかにするために、モンテカルロシミュレーションによって様々な分布特性を有した確率流況予測情報の利用性の分析を行っている。確率予測情報の予測確率分布と誤差の確率分布には正規確率分布を採用し、流況の真値の気候学的分散と予測確率分布の平均的な誤差との比と、同じく予測確率分布の分散との比といった二つのパラメータを導入し、これらの値を変化させることによって、任意の誤差と裾野の広さを持つ予測確率分布を模擬発生する手順を構築した。利水放流の最適放流戦略の決定には渇水被害の最小化を目的とする確率 DP を採用した上で、実流域データを用いて操作シミュレーションを行った結果、利水操作時にはより分離性の高い確率流況予測情報が好まれることが示唆されたが、低水時における利水操作には確率流況予測情報の分離性よりもむしろ正確性の方が重視される傾向にあることを見出している。</p> <p>第 7 章は結論であり、得られた成果について取りまとめるとともに、今後の課題について述べている。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、現業気象・水文予測情報や地球規模気象解析情報を始めとした多様な気象・水文情報を、治水・利水の目的を持ったダム貯水池の操作に定量的に活用する手法を開発し、ダム貯水池の操作をより高度化するための方法論について検討を行ったものであり、得られた成果は次の通りである。

1. 近年急速に整備が進んでいる地球規模気象情報を活用し、全球相関解析やクラスタリング手法を用いた流域スケール長期降水量の統計的予測手法を開発するとともに、予測結果を定量的に利用したダム貯水池の利水操作の支援手法を提案した。実流域への適用の結果、同手法を用いることで、3か月降水量など長期の積算降水量の予測精度が改善すること、より時間解像度の細かい予測を実施するためには利用する情報の集約化が重要であること、これらの降水予測を考慮することで利水操作精度が改善されることを確認している。
2. 実務分野に導入されつつあるアンサンブル降水予報をダム貯水池の利水操作に活用する際には、予測情報の解釈に注意する必要があることを指摘した上で、アンサンブルメンバーの取り扱いの異なる三つの貯水池操作モデルを構築して操作シミュレーションを行った。その結果、アンサンブル予報に含まれる予報系列の平均値と中央値の関係と予測精度の組み合わせに応じて、メンバーの取り扱いを選ぶ必要があることを明らかにしている。
3. 現業の中・長期気象・水文予測情報に加えて、本研究で構築した地球規模気象・水文情報に基づく長期降水量予測手法をベイズ論的に組み合わせて利用することで、相反する目的を持つ治水と利水の両モードの連続操作支援を可能にした。
4. 任意の誤差と裾の広がりを持つ予測流況確率分布を模擬発生させる手法を開発し、モンテカルロシミュレーションによって様々な分布特性を有した確率流況予測情報の貯水池利水操作への利用性分析を行った。その結果、全体としては確率予測情報の分離性が重要であるものの、低流況時には予測情報の分離性よりも正確性の方が、操作精度に及ぼす影響が大きいことを確認した。

以上のように、本論文は、多様な気象・水文予測情報を活用した実時間貯水池操作の高度化手法を提案し、その適用性を定量的に示すことに成功しており、学術上、實際上寄与するところが少なくない。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23年9月26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。