

地球規模水循環変動に対応する水管理技術に関する研究

Enhancement of Global Weather Forecasting Technique and Weather Management

(研究期間 平成 15 ～ 17 年度)

環境研究部 河川環境研究室
River Environment Division
Environment Department

室長	藤田 光一
Head	Koh-ichi FUJITA
主任研究官	長野 幸司
Senior Researcher	Koji NAGANO
研究官	小路 剛志
Researcher	Takeshi ORO

In this study, to operate reservoirs efficiently and flexibly utilizing predicted values mitigate potential flood damage by adjusting water capacity to prevent overflow and make efficient use of reservoirs, a forecasting model utilizing prediction forecasts to predict water quality and a methodology for strategic operation of water reservoirs are developed.

【研究目的及び経緯】

降水量の変動が経年的に増大する傾向にあり、計画を上回る洪水や渇水の発生する危険性が増大しつつある。異常気象に対処しつつ、合理的な水管理を通じて安全な社会を実現するには、従来の降水量等の実績データに基づく経験的水管理だけでなく、気象衛星等の地球規模の水循環変動の観測データを活用した降水量予測情報を用いた水管理技術の開発が求められる。

本研究は、気象衛星による地球規模の気象観測等による予測降水量を活用したダム貯水池水質の効率的な管理技術を開発するとともに、予測技術を実用化する場合に課題となる降水量等の予測誤差の影響を評価し、その適用可能性を明らかにするものである。

【研究内容】

①ダム流域流出モデル・水質モデルの作成

ダム貯水池水質、放流水質を適切に管理するためのダム操作を支援するために、阿武隈川水系の三春ダムを対象にダム水質予測モデルを構築した。構築したモデルは、三春ダムで実際に用いられている洪水予測システムを基にした、流域貯留関数モデルと河道の貯留関数モデルから構成される。このモデルにダム流域平均雨量データ（時間雨量）、貯水池流入量データ（毎時平均流入量）を入力し、再現計算を行った。

また、貯水池の水質予測は、水理流動モデルから出力される「流れ」と「水温」、及び流入水質を入力条件として、生態系モデルを運用するものである。生態系モデルで対象とする計算項目は COD、I-N、O-N、I-P、O-P、Chl-a、DO、水温である。

本モデルに、三春ダムにおける、気象条件、流量・貯水位条件、L-Q 式より求めた水質条件を入力し、平成 10 年～ 16 年を対象にモデルパラメータの同定計算を行った。

②降雨予測情報を活用したダム操作方法の検討

(1) 降雨予測情報の利用

降雨予測情報は、気象庁から入手した以下の 2 種類のデータを用いた。

- ・RSM（領域数値予報モデル）：1～2日までの平均的な雨量（または積算雨量）の把握に用いられる。
- ・短時間降雨予報：6時間先までの時間雨量の把握に用いられる。

現段階で、RSM モデルによる 51 時間先までの予測データが 12 時間毎、一方、降水短時間予報による 6 時間先までの予測データは 1 時間毎（2003 年 6 月以降は 30 分毎）に入手できる。従って、降雨予測情報は 6 時間先までは降水短時間予報を用い、7 時間以上先は RSM モデルによるデータを継ぎ足して、51 時間先までの降雨予測値を作成して用いた。

(2) ダム操作方法の検討

ダム貯水池及び下流河川の水質を適切に管理するため、降雨予測情報を前提とした選択取水施設の操作方法について、貯水池水質モデルにより検討した。対象洪水は確率年 5 年の出水（H14.7）と確率年 1 年で 2 山型の濁度のピークが高い出水（H16.7）であり、現行ルールでのダム操作の下で常に制限水位以上を確保するとともに、最大水位は何れも常時満水位以下であった。また、いずれも出水全量をダム貯水池に貯留した場合でも、常時満水位程度に留

まる規模の出水である。

三春ダム貯水池で顕著な富栄養化現象が夏季の大規模出水後に見られ、その一因として出水時に流入する高濃度の栄養塩にあると言われている。水質改善のために、高濁度水塊がダムサイトに近づいてからコンジット放流を開始し、制限水位を下回っても高濁度水塊が通過し終わるまでコンジット追加放流することで、濃い濁水塊を、その拡散を押さえながら比較的スムーズにダムサイトまで引き寄せ放流することが可能になると期待される。上記に着目し、水質・利水・治水に配慮した降雨予測情報を活用したダム操作ルール（以下、降雨予測ルールと表記）の概要を以下に示す。

(a) 放流開始の判断

現行ルールでは $100\text{m}^3/\text{s}$ まではダム流入量＝放流量となるよう放流するが ($25\text{m}^3/\text{s}$ 以上はコンジット放流)、ここでは濁水塊が到達した時刻からコンジット放流を開始するルールとする（今回は濁度 50 度と設定した）。ただし、降雨予測情報からサーチャージ水位を超えると判定される場合には、サーチャージ水位を超えないように早めにコンジット放流を開始する。

(b) 放流終了の判断

降雨予測情報によって得られたダム流入量と「放流の原則」（ダム貯水池の水位下降速度）とダム直下流の正常流量の確保の観点から放流操作をしたとき、一定期間内に制限水位に戻すことができるような放流終了限界時刻を推定し、この時刻にコンジット放流を終了する。本検討では降雨予測期間内に回復することを条件とした。

以上のような降雨予測ルールを適用すると、(a) では予測誤差により最大水位が現行ルールにおける水位を超過する場合や、(b) では過放流により制限水位まで回復する時間が長期にわたる可能性がある。

③降雨予測情報を用いたダム水質管理のリスクの検討

上述の降雨予測ルールについて、水質改善効果、治水リスク、利水リスクの3点から、その実効性について検討を行った。

(1) 水質改善効果

本検討の降雨予測ルールでは、利水リスクを考慮して高濁度水塊が通過し終わる前にコンジット放流を停止してしまうため、ダム下流に放流される総負荷量は現行ルールと比較してさほど減少せず、富栄養化を抑制するほどの改善効果が得られなかった。濁水塊を放流しきるためには、当初設定した放流終了限界時刻を越えて、制限水位から 3m 低下（貯水容量で約 $300\text{万}\text{m}^3$ ）するまでさらに放流を続ける必要がある。低水流量時の場合、最低放流量を考慮すると制限水位を回復するまでに 1 ヶ月程度を要

する（H14.7 出水の場合）。

(2) 治水リスク

検討対象出水がいずれも中規模であるため、降雨予測と実測との差異を吸収する十分な余裕がダムの貯留容量にあり、実測降雨によりサーチャージ水位を上回る状況にはならなかった。大規模出水の場合、降雨予測ルールでは降雨予測誤差によりサーチャージ水位を上回る可能性が出てくる。

(3) 利水リスク

降雨予測ルールでは、予測期間内に制限水位に戻るようダム操作を規定していることから、利水リスクの評価については予測期間（51 時間）との誤差により評価する。予測誤差を考慮した上で何れのケースも制限水位に回復する時間の遅れが 1 日以内であることから、今回検討したルールによる利水上のリスクはさほど大きくなく、この点においては有効な手法になる可能性がある。しかし、(1) で指摘したように、当初期待した水質改善効果は発揮できていない。水質改善効果を得ようとして濃い濁水塊が通過し切るまで放流した場合、制限水位に回復するまでに 1 ヶ月以上かかるために、今度は利水リスクが許容範囲を越えてしまう。

したがって、制限水位への回復の当初見込みからの遅れを 1 日程度までしか許容しない場合は、「出水により流入する負荷の内、その主たる部分を極力早期下流放流する」目的から実効性が低い。

[研究成果]

流域からの降雨流出モデルとダム水質モデルにより、降雨予測情報を踏まえ、濁水塊のダムサイト到達時差を考慮した遅れ放流や、予測される降雨による貯水量回復を見込んだ濁水の継続放流といったダム操作をシミュレートした結果、富栄養化を抑制するほどの大幅な水質改善効果は期待できないことがわかった。

ただ、今回の放流操作は降雨予測期間内（51 時間）に制限水位が回復するような条件設定を行っているために、現況と比較して水質改善の観点からは劇的な改善効果が表れていない。例えば 1 ヶ月程度の長期降雨予測が可能となれば一層柔軟なダム操作を行うことができる可能性がある。また治水安全度や利水安全度への影響についてより深く検討するには、異なる特徴を持つダムを対象にした検討が必要である。総合的な水管理という観点から、降雨予測情報のダム水質管理への活用には、より一層降雨予測精度の向上が必要である。

[成果の活用]

本研究の成果により、治水・利水のリスクを考慮した戦略的貯水池運用手法の実践に向けた検討に活用される。