

データ同化を活用した貯水池濁水予測手法の開発

水力発電所運用支援ツールの高精度化を目指して

Development of a Turbid Water Reservoir Prediction Method Using Data Assimilation Achieving More Accurate Operation Support Tools for Hydro-Electric Power Plants

(電力技術研究所 土木建築G 水理T)

当社では、大雨により水力発電所の貯水池に濁水が流入した場合、下流利水者に配慮して濁水を流さないよう発電所の運用につとめている。この運用にあたっては、貯水池内の濁水挙動を予測する必要があるが、その予測は貯水池や河川の水質、気象条件によって大きく変化するために容易ではない。そこで、水力発電所の運用を支援する目的で、貯水池内の濁水挙動を高精度に予測できる手法を開発した。

(Hydraulic Engineering Team, Civil and Architectural Engineering Group, Electric Power Research and Development Center)

Our company has been making efforts to operate power plants in a way that does not discharge turbid water to downstream users when turbid water is discharged into reservoirs at hydro-electric power plants during heavy rain. To achieve this, it is necessary to predict turbid water behavior at reservoirs. However, this is difficult because prediction changes greatly depending on the water quality of the reservoir and rivers, and also upon the weather conditions. Therefore, we developed a method for accurately predicting turbid water behavior in reservoirs in order to support the operation of hydro-electric power plants.

1 開発の背景と目的

水力発電所の貯水池からの長期にわたる濁水の放流は、景観や生態系への影響が懸念されるため、下流利水者に配慮した対策が求められる。濁水の長期放流は、大雨により発生した濁水が、貯水池に流入後、滞留し、長い時間をかけて沈降していくことに起因している。その対策として、選択取水設備を設置して、貯水池内に滞留した濁水を回避して清水を下流に流す運用を実施している。

しかし、選択取水設備の運用を実施するにあたっては、貯水池内に滞留、沈降していく濁水の挙動を予測する必要があり、その挙動は貯水池内の水質(水温・濁度)や気象条件によって大きく変化する。

そこで、水力発電所の選択取水設備の運用を適正に実施することを支援する目的で、観測データを活用して数日先までの貯水池内の濁水挙動を精度よく予測できる貯水池濁水予測手法を開発し、併せて実業務での利便性向上のため運用支援ツールを開発した。

また運用支援ツールの利用においては、選択取水設備の運用方法を数多くシミュレーションする必要があるため、短時間で計算結果が得られることが条件となる。こうした前提を踏まえ、パソコンレベルの処理能力で可能なものを念頭に解析モデルの選定とその改良を行い、運用支援ツールの開発を行った。



第1図 河川の水質観測の状況

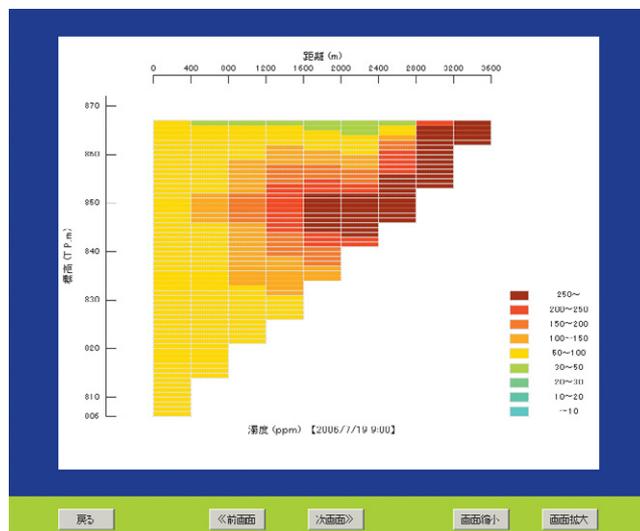
2 現地観測および運用支援ツールの概要

(1) 現地観測の概要

選択取水設備が運用される水力発電所では、その付近のダム、河川で多くの水質観測が実施されている。しかし、濁水予測手法の精度向上に必要な貯水池内の流速測定や水質観測は実施されていない。そこで、岐阜県飛騨地方に位置する当社秋神ダムをモデル地点として、河川の水質、貯水池内水質・流速測定を実施した。第1図に河川の水質観測の状況を示す。

(2) 運用支援ツールの概要

濁水予測の精度を向上したとしても、運用支援ツールとしての利便性が良くないと、実業務で採用されない。



第2図 シミュレーション結果の出力事例

第2図は濁水が発電所取水口に向かって移動する過程をシミュレーションして、運用支援ツール上で出力した事例である。こうしてシミュレーション結果を見ながら、何日後に濁水が発電所取水口に到達するか予想し、いつ選択取水設備を切り替えるべきかを判断することが可能となる。

3 現地観測結果とデータ同化による予測精度向上

第3図に2010年7月の大雨により発生した貯水池内の濁水挙動の観測結果を示す。濁水は下流に向かいながら、徐々に希釈されて広がっていく状況が確認できた。このように実際の貯水池での濁水挙動は複雑であり、第2図で示すような大きな要素で分割した解析シミュレーションでは、その再現性に限界があることがわかった。一方で要素分割を細かくすれば再現性の向上は見込めるが、より多くの計算時間が必要となるため、実業務での利便性を損ない採用されなくなる。

そこで、現地で常時観測されているデータを、適宜解析プログラムに取り入れること(データ同化という)により、予測精度の向上を図った。第4図は濁度・水温のデータ同化の概念図である。観測データをそのまま取り込むと、計算データに対して局所的に不連続な部分が生じて計算結果が得られないことがある。そのため観測されていない部分への補正をかけたうえでデータ同化させる必要がある。ただし、すべてのデータが同化されるわけではなく、観測データの無い貯水池内の流速などは、ひきつづきデータ同化されずに計算が実行されることになる。

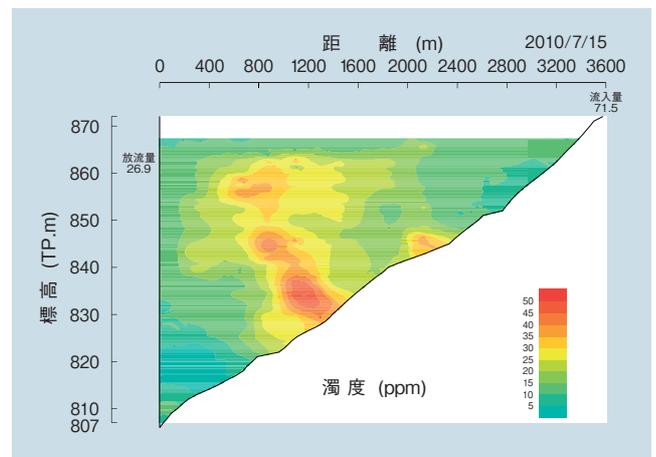
第5図は、2006年7月の大雨により発生した濁水の観測結果と、今回開発した解析モデルによるシミュレーション結果を示したものである。7月20日の観測データを同化した時点を開始として、21日以降をシミュレーションしたものである。放流濁度が30ppmを下回る日を予想する場合、データ同化しないシミュレーションでは28日に対して、データ同化したシミュレーションでは26日である。観測値では25日にかけて30ppmをゆっくりと下回った。このように観測値を解析モデルにデータ同化させることで、シミュレーションの予測精度を向上させることができ、予想結果をほぼ観測値と一致させることができた。

4 今後の展開

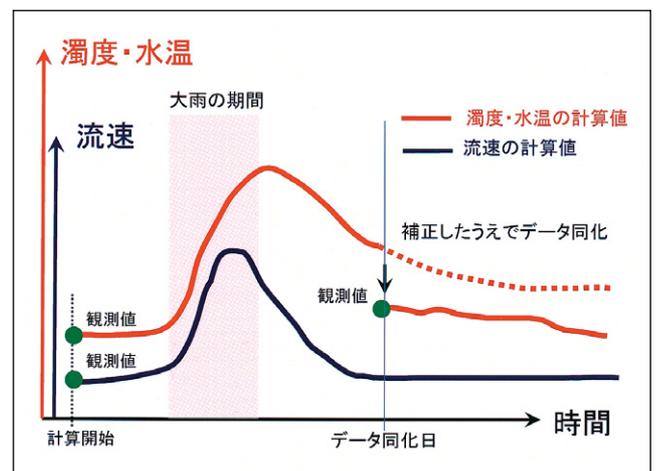
当社秋神ダムを対象とした貯水池濁水予測手法と運用支援ツールを開発した。この運用支援ツールを活用す

れば、貯水池内の濁水挙動を高精度に予測できる可能性があるため、引き続き現地観測データをもとに検証を続け、実用化を図る予定である。

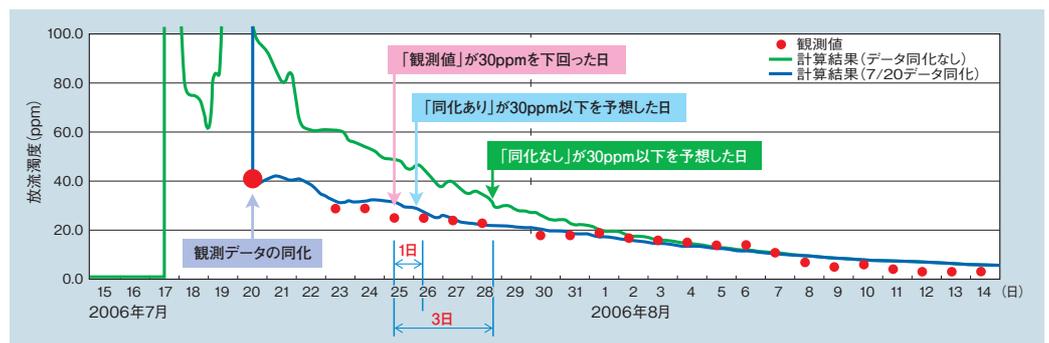
なお解析シミュレーションを行ううえで、むこう数日先の気象条件がどうなるか、河川の水質がどう変化するか、そして発電運用をどうするか、こういった入力項目の多くを想定しなければならない。また、解析モデルの性格上入力項目が多い。今後は、気象条件や発電運用などを手軽に入力できる利便性を向上したシステムにすることに加えて、一連の観測データをダム管理所の設備からオンラインで取り込むことができるようなシステムの検討に取り組むこととしている。



第3図 貯水池内の濁水挙動(観測結果)



第4図 データ同化の概念図



第5図 放流濁度の観測結果とシミュレーション結果の比較



執筆者／後藤孝臣