

閉鎖性海域の流動水質解析モデルのダム貯水池濁質解析予測への適用

関西電力株式会社	正会員	○末岡	善之
徳島大学	正会員	山中	亮一
ニュージェック	非会員	家村	健吾

1. はじめに

これまで、ダム貯水池内の濁水や富栄養化等に対する環境問題への対策の実務レベルの検討には、主に鉛直二次元の数値モデルが用いられてきた。しかしながら、鉛直二次元モデルでは複雑な地形を有しているダム貯水池における流動構造と水質分布の三次元的な時空間変動を表現することは困難である。このような複雑な地形を有するダム貯水池において有効な対策を検討するためには、ダム毎に固有の貯水池内の水質挙動を高い精度で把握する必要があり、そのためには現象の三次元性を考慮しうる汎用性の高い予測ツールの開発が必要となる。そこで、本研究では、複雑な地形のダム貯水池においても適用可能となる汎用的な濁水挙動予測数値モデルの開発を目標とし、本報では沿岸域の流動水質解析で実績のある準三次元流動水質解析モデルの機能拡張を行い適用可能性について評価した。

2. 沿岸海洋モデルのダム貯水池への適用に向けた拡張

(1) 数値計算モデルの概要

ダム貯水池の水質挙動予測に採用した数値計算モデルは、大阪大学の中辻ら¹⁾が開発し、大阪湾などの閉鎖性内湾域の流動水質解析に多くの研究実績を有する準三次元バロクリニック流動モデル ODEM (Osaka Daigaku Estuary Model) である。

基礎方程式は連続式、運動方程式、水温・塩分の移流拡散方程式および密度の状態方程式で構成され、ここでは水の非圧縮性、静水圧近似、ブジネスク近似を仮定している。

(2) 数値モデルの拡張

沿岸海洋モデルである ODEM をダム貯水池に適用するために、懸濁物質の挙動に対する計算ルーチンの付加、密度算定方法の評価、流入・流出条件の拡張を行った。

1) 懸濁物質の計算ルーチンの付加

懸濁物質（以下、SS と表記）の輸送に関する計算機能を付加した。水中の SS 濃度は移流拡散方程式によって計算を行うものとした。なお、複合粒径を考慮するために、粒径毎の SS 濃度を計算することとし、SS の沈降速度は各粒径に対してルビー式から求めた。

2) 流入・流出条件の拡張

ダムには上流河川からの水温・SS 濃度が異なる河川水の流入や取水・放流施設からの流出があり、これにより流動構造、水温分布、懸濁態分布が大きく影響を受け変化する。このような流入と流出に係わる条件設定は数値モデルでは境界条件として設定される。ODEM では、開境界における流入出の境界条件は、海と河川との接続を想定していたため、計算条件の設定の際に水表面として定義された計算点を必ず含める必要があるという制限があった。しかし本研究では、ダム貯水池の取放水口が水中の壁面にあることから、計算プログラムの改良を施し、任意の水深において取放水口の条件設定が可能となるようにした。

3. ダム貯水池における再現性評価

(1) 計算条件

A 地点のダム貯水池における過去の出水データを用いて再現計算を行った。計算対象領域は A 地点のダム貯水池と主要な上流河川の河道とし、等間隔直交格子により空間分割した。格子間隔は東西方向に 50m、南北

キーワード 準三次元流動水質解析モデル、ダム貯水池

連絡先 〒661-0974 兵庫県尼崎市若王寺3丁目11番20号 関西電力株式会社 電力技術研究所 TEL 06-6494-9707

方向に 50m、水深方向に 1m とした。河川流入は 2 箇所、放水は取水口からのみとした。

(2)河川流入量・放流量

この対象期間における最大流入量は約 300 m³/s、最大放流量は約 65 m³/s であった。

(3)水温・濁質濃度の初期分布

初期水温構造については、出水前の温度分布の計測データが無いので、出水後に計測したデータを用い、これを貯水池全域に同一に設定した。

(4)気象条件

気温、気圧、雲量、日射量は計算期間を通じて一定とし、過去の気象データを参考に設定した。

(5)河川水の SS の条件

河川からの出水時に流入する SS の粒度分布は、過去の平常時及び出水時の現地調査結果を用いた。本計算では 4 区分の粒径を対象に同時に計算を行うものとし、その粒径と組成は、表-1 のように設定した。

表-1 濁質粒度分布

状態	粒度分布 (%)			
	2 μm	6 μm	10 μm	16 μm
平常時	60	20	10	10
出水時	25	25	30	20

4. 再現計算結果

本再現計算においては、ダム湖内における SS 分布動態の観測データは無いので、放流水の濁度の観測データを用い計算の再現性の評価を行った。図-1 に濁度の実測値と再現計算結果の比較を示す。

出水後 5 日目(図-2)で放流水の濁度はピークに達し日時の経過と共に濁度は低下した。この濁度の計算値は現地実測値とほぼ一致し、定性的のみならず定量的にも再現精度が高かった。このような再現性の高い計算結果は、ダム湖内の濁水挙動に関する流動と SS 濃度動態の両方の予測精度が高くなければ得られず、本計算のダム湖内における濁水挙動の計算結果が信頼しうる精度を有していることを示している。

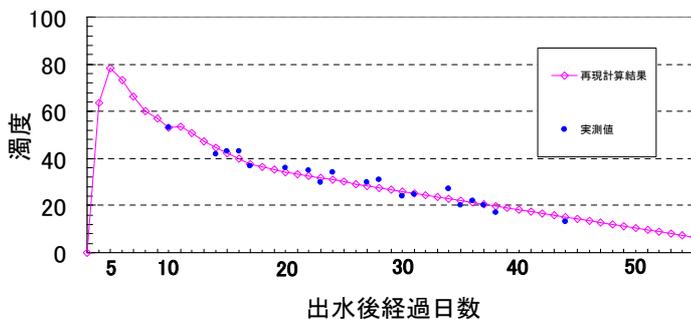


図-1 実測値と計算結果

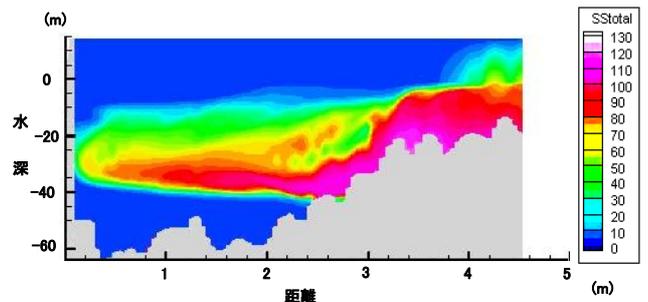


図-2 再現計算結果 (出水後 5 日目)

5. 結論

本研究では、内湾域の流動水質解析に用いられていた準3次元パロクリニック流動モデル ODEM のダム貯水池の濁質挙動予測への適用性について検討を行った。得られた結果は、以下のとおりである。

1. 流動水質解析モデル ODEM のプログラムを拡張することでダム貯水池の密度流の挙動を再現することが可能であり物質輸送の計算も可能であることから、ダム貯水池における濁質や水質挙動予測へ適用ができる。
2. 本解析モデルの汎用性を更に向上させるためには、流入水質の条件設定およびダム貯水池の水位変動の影響を表現できるモデルとする必要があり、これらの影響についても考慮できるモデルへの改良を行っている。

参考文献

1) 中辻啓二: 大阪湾における残差流系と物質輸送, 水工学シリーズ 94-A-9, 土木学会水理委員会, pp.A9.1-28, 1994.