

長良川河口堰上流域における夏季の水質変化に関する数値解析

○（株）極東技工コンサルタント 正会員 鶴田周作
 中部大学 正会員 松尾直規
 中部大学 学生会員 橋本英嗣

1. まえがき

長良川河口堰上流域では気温が上昇する夏季に、表層クロロフィルa濃度の増加や底層DO濃度の低下が一時的にみられ、それらの改善のためのフラッシュ操作が実施されている。¹⁾ こうした夏季の水質変化の機構やフラッシュ操作による水質改善効果の解明は、堰の適切な管理のための緊急かつ重要な研究課題の一つである。そこで、本研究では平成7年夏季の約一ヶ月を対象として堰上流域の流れと水質に関する数値解析を実施し、堰上流域での水理・水質現象と関連する諸条件との関係を現象の再現性とともに考察した。

2. 解析方法

対象とする堰上流域の流れは流出入に起因する流れと風による吹送流とが複合する複雑な挙動を示すと考えられるが、いずれにせよ流下方向と水深方向の変化が卓越する一方向多層流れとみなしうる。このため、解析にあたっては連続式、流れ方向の運動量保存式、静水圧の式、水温及び各種水質濃度の各収支式より成る一次元多層モデル²⁾を用いる。水質濃度収支則については植物プランクトンの一次生産に伴うクロロフィルa、動物プランクトン、無機態・有機態の窒素及びリン、COD、DOの変化を扱うための生態モデルを導入している。風が流れに及ぼす影響については流れ方向の運動量保存式において水表面に作用する風応力 τ_s を

$$\tau_s = \rho_a \gamma_a^2 W^2 \cdots \cdots \cdots (1)$$

とし、その流れ方向の成分を各水表面ブロックに与えた。ここに ρ_a ：空気密度、 γ_a^2 ：風の水面摩擦係数、 W ：水面上10mの高さの風速である。また、水深方向の渦動粘性係数 D_{mz} を局所リチャードソン数 Ri の関数として次式で与えた。

$$D_{mz} = 0.001 \text{EXP}(-0.5 Ri) + 0.000001 \quad (\text{m}^2/\text{s}) \cdots \cdots \cdots (2)$$

なお、水平方向の渦動粘性係数 D_{mx} は $1.0 \text{m}^2/\text{s}$ とした。解析に用いるメッシュは $500.0 \text{m} \times 0.5 \text{m}$ とし、河口堰（河口から5.4km地点）から上流に35.5km地点までを計算区間とした。計算は現実の諸条件を全て考慮した7月29日～8月31日の約一ヶ月を対象に行った。流速の初期値は予備計算で求め、水温・水質のそれは現地自動観測器での実測値を内挿補間した値を用いた。なお、風速条件は河口堰管理所屋上での観測値を用い高度補正を行った。計算時間間隔は数値解の安定条件より30秒とした。

3. 解析結果と考察

図-1～3に計算対象期間中の伊勢大橋地点（堰上流1.0km）での各種水質解析結果を実測値と比較したものを水温、クロロフィルa濃度、DO濃度の順に示す。また、図-4～6には東海大橋地点（堰上流17.3km）でのそれらをそれぞれ示す。いずれも計算開始から12時間毎の昼夜での計算値と実測値との比較である。なお、計算対象期間中のゲート操作は8/7以前がオーバーフロー・フラッシュ操作であり、8/8以降はアンダーフロー・フラッシュ操作を日毎に異なった操作時間、操作時流出流量で行っている。

現象の再現性については図-1、4で昼夜における水温の変動など概ね再現されていると考えられるが、一部で実測では確認できない逆転層が見られ、クロロフィルaおよびDOについても底層でのDO値など定性的にはともかく定量的には十分な精度で再現するには至っていない。

河口堰 水質変化 数値解析 一次元多層流れ 吹送流

中部大学 工学部 土木工学科（〒487 愛知県春日井市松本町1200・TEL(0568)-51-1111・FAX(0568)-52-0134）

ところで、各図において8/10以降に表層と底層の水温および濃度差が小さくなっている部分があるが、これは、この時のゲート操作が比較的短時間に多量の水を流出させるアンダーフロー操作であったのに加え、上流方向への5m前後の風が作用していたことに関係があると考えられる。すなわち、ゲート操作に起因する流れと吹送流により鉛直方向の混合が促進された結果と考えられる。この例のように、堰上流域の水質はその時の気象・境界条件等の影響を受け易く、その詳細かつ定量的な変化の実態把握が今後とも重要である。

4. あとがき

堰上流域における夏季の水質変化に関する数値解析により概ねその変化傾向を説明し得る結果が得られ、ゲート操作ならびに風による流れの変化が堰上流域の水質混合を促進させることが分かった。

しかしながら、解析精度の向上やより長期的な検討は今後の課題である。

【参考文献】

- 1) 建設省中部地方建設局、水資源開発公団：平成7年度長良川河口堰モニタリング年報（第1巻）
- 2) 岩佐義朗編著：数値水理学、丸善、pp. 107～136

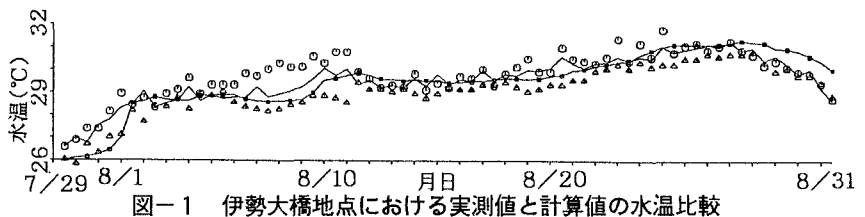


図-1 伊勢大橋地点における実測値と計算値の水温比較

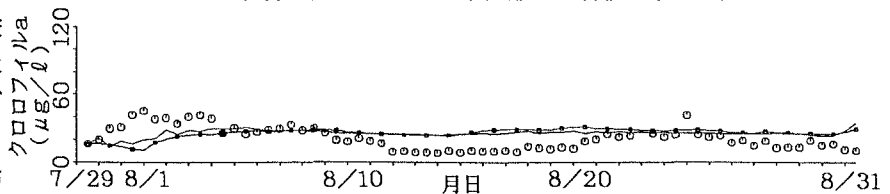


図-2 伊勢大橋地点における実測値と計算値のクロロフィル a 濃度比較

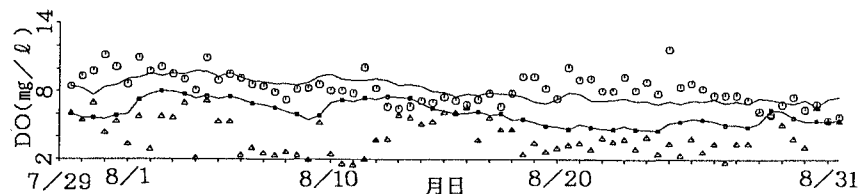


図-3 伊勢大橋地点における実測値と計算値のDO濃度比較

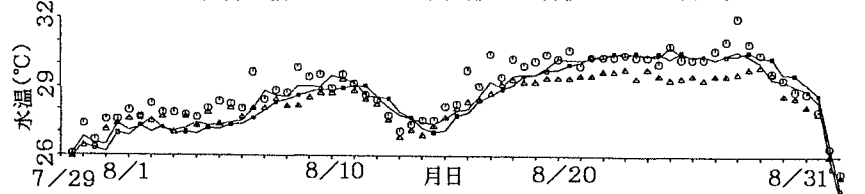


図-4 東海大橋地点における実測値と計算値の水温比較

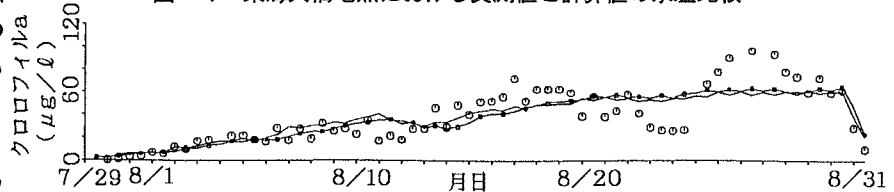


図-5 東海大橋地点における実測値と計算値のクロロフィル a 濃度比較

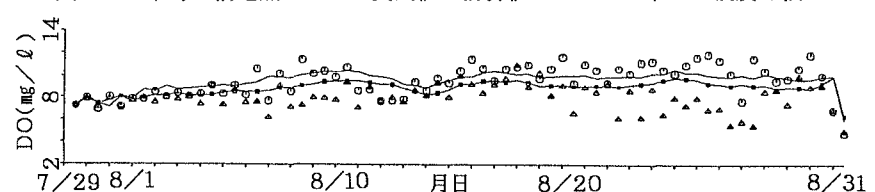


図-6 東海大橋地点における実測値と計算値のDO濃度比較

(○は表層での実測値、△は底層での実測値、実線は表層での計算値、一点実線は底層での計算値をそれぞれ示す。)