

鉛直二次元モデルによるダム貯水池の水質計算

佐賀大学大学院工学系研究科 ○学生員 川邊 学
 佐賀大学理工学部 正会員 古賀憲一
 佐賀大学低平地研究センター 正会員 荒木宏之
 水資源開発公団試験研究所 正会員 工藤勝弘

1. まえがき

著者らは、これまでボックスモデルを用いたダム貯水池の1次元水質解析モデルについて検討を加えてきた。1) ボックスモデルを2次元モデルへ拡張するには、流入水の密度差を考慮した流れ解析を踏まえて、最終的には成層状態でのボックス移動・変形とボックスの連続式を満足させつつ物質変換をモデル化することが要求される。同様の考え方で開発された2次元モデルとして水資源開発公団で開発された水塊モデルがある。本研究は、水塊モデルによるダム貯水池の水質計算を行い、1次元モデルとの比較から考察を加えたものである。

2. モデルの基本構成

$$\frac{d(PHY_i)}{dt} = G_{pi} \cdot PHY_i - D_{pi} \cdot PHY_i - S_i + F_i \quad (1)$$

(増殖) (呼吸・死滅) (沈降) (浮上)

$$G_{pi} = G_{max_i} \cdot K_{ti} \cdot \frac{I_y}{I_{s_i}} \exp\left(1 - \frac{I_y}{I_{s_i}}\right) \cdot (1 - f_{1(IP_i)}) \cdot (1 - f_{2(IN_i)}) \quad (2)$$

PHY_i: 種類 i の藻類の濃度 G_{pi}: 種類 i の藻類の増殖速度 D_{pi}: 種類 i の藻類の呼吸速度 S_i: 種類 i の藻類の沈降量
 F_i: 種類 i の藻類の浮上量 G_{max i}: 種類 i の藻類の最大増殖速度 K_{ti}: 水温係数 I_y: 増殖時の日射量
 I_{s i}: 種類 i の藻類の最適日射量 IP_i, IN_i: 藻類細胞内の無機態栄養塩の含量
 (1 - f_{1(IP_i)}), (1 - f_{2(IN_i)}): 栄養塩に関する制限項

パラメータ	説明	設定値	
		水塊モデル	鉛直一次元モデル
G _{max i}	増殖に伴うCHL-aの	(緑藻) 0.800 (1/日) (珪藻) 1.000 (1/日)	(緑藻) 0.305 (1/日) (珪藻) 0.280 (1/日)
	最大比増殖速度	(フオルミテイルム) 0.010 (1/日) (ミクロキスティス) 0.010 (1/日)	(藍藻) 0.190 (1/日)
	I-Pの最大吸収速度	(緑藻) 0.0005 (mg/l) (珪藻) 0.0015 (mg/l)	(緑藻) 0.0005 (mg/l) (珪藻) 0.0015 (mg/l)
K _{IP i}	半飽和値	(フオルミテイルム) 0.0001 (mg/l) (ミクロキスティス) 0.0001 (mg/l)	(藍藻) 0.0001 (mg/l)
		(緑藻) 30°C (珪藻) 34°C	(緑藻) 27°C (珪藻) 25°C
		(フオルミテイルム) 26°C (ミクロキスティス) 32°C	(藍藻) 34°C
T _u	増殖上限水温	(緑藻) 30°C (珪藻) 34°C	(緑藻) 27°C (珪藻) 25°C
T _s	増殖最適水温	(珪藻) 17°C	(緑藻) 23°C (珪藻) 10°C (藍藻) 27°C
T _b	増殖下限水温	(緑藻) 0°C (珪藻) 0°C	(緑藻) 12°C (珪藻) 0°C
		(フオルミテイルム) 10°C (ミクロキスティス) 10°C	(藍藻) 23°C
K _P	植物プランクトン中のCOD物質とCHL-a量比	0.14 (mg/l/μg/l)	(緑藻) 0.210 (mg/l/μg/l) (珪藻) 0.300 (mg/l/μg/l) (藍藻) 0.200 (mg/l/μg/l)

表-1 パラメータ一覧表

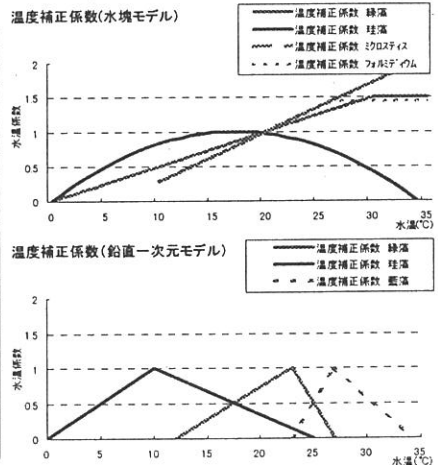


図-1 温度補正係数

(1) 式は、藻類の濃度変化量、(2) 式は、各藻類の増殖速度を示している。表-1は、各種パラメータで図-1に各藻類の温度補正係数のグラフを示す。計算対象ダムは、利水専用ダムとし、対象期間を1985年～1993年の9年間とした。

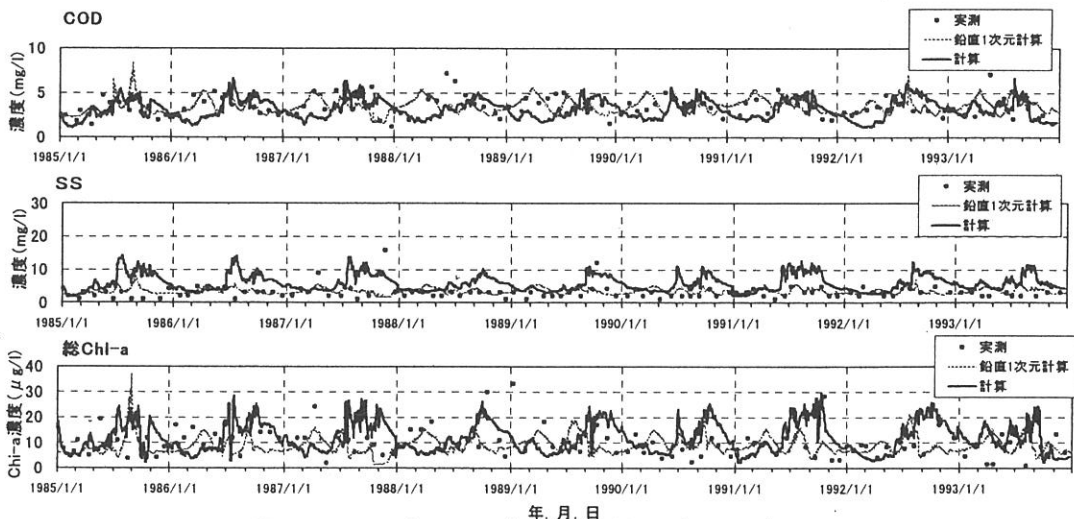
3. 計算結果及び考察

計算結果を図・2に示す。図中には1次元ボックスモデルで得られた結果も示している。水質計算のためのパラメータは、両モデルとも良好な再現結果が得られるように定めたものである。1次元計算は時間ステップが日単位であるのに対し、2次元モデルは時間単位であるために最大比増殖速度は概ね倍程度の違いがある(栄養塩取り込みモデルの違いも影響していると思われる)が、それ以外は概ね同様の値となっている。CODについては、両モデルの再現性は概ね良好であるが、水塊モデルでは、冬期から春期にかけて若干低濃度となる傾向を示す。総クロロフィルは、CODと同様の傾向を示している。図示していないが、緑藻の挙動は両モデルとも同様の挙動を示していたことから、総クロロフィル(COD)の違いは珪藻由来である。計算対象としたダムは、利水専用であり、りん制限型であることが分かっており、夏期の緑藻増殖によって珪藻増殖が抑制される傾向がある。このことと、藻類増殖に関する両モデルの温度補正係数の違いによって、藻類の挙動に違いが生じたものと思われる。SS濃度の計算結果については、降雨時の濃度パターンを除けば概ね同様の傾向を示すことが分かる。水塊モデルでは、粒径分布(4種類)を考慮した懸濁性物質濃度が計算対象となっているために入力データとの整合性を高めた比較検討が必要である。計算結果から判断する限りにおいては、沈降速度の異なる粒子群の水平方向の輸送過程(移流分散も含む)について検討する必要があるかもしれない。詳細については今後の課題としたい。

4. まとめ

本研究では、藻類を対象とした鉛直2次元水質解析モデルを利水専用ダムに適用し、1次元モデルとの比較を行い概ね良好な結果を得ることができた。今後は、懸濁性物質及び栄養塩の詳細な挙動を考慮した検討を進めていきたい。

謝辞:本研究を遂行するに際してプログラム提供や貴重なコメントを頂いた水資源開発公団試験研究所の関係各位に深謝致します。



図・2 COD,SS,総 Chl-a 濃度の計算結果(ダムサイト表層)

【参考文献】

- 1) 福田・古賀・荒木・吉本:ボックスモデルによるダム貯水池の水質計算 土木学会西部支部、平成 13 年度
- 2) 川邊・古賀・荒木・長澤:ダム貯水池の鉛直二次元水質解析モデル 土木学会西部支部、平成 13 年度
- 3) 樋口・工藤・後藤・岩崎:植物プランクトン種別発生手法 土木学会第 56 回年次学術講演会 平成 13 年 10 月
- 4) 水資源開発公団 :ダム貯水池の水質 試験研究所報告書
- 5) 高田利彦:貯水池水質シミュレーションのための水塊モデル(移動・変形型分割要素法)の原理 水資源開発公団