

# 洪水調節を主体としたダム貯水池の水質計算

佐賀大学大学院 工学系研究科  
 佐賀大学理工学部  
 佐賀大学低平地研究センター  
 佐賀大学大学院 工学系研究科

学生員 松山泰也  
 正会員 古賀憲一  
 正会員 荒木宏之  
 学生員 川邊 学

1.はじめに 本研究で用いたボックスモデルは、ダム貯水池における水質解析を目的とした鉛直一次元水質解析モデルである。これまで複数のダムについて、COD、SSなどを計算対象として、実測値との再現性が良好であることを確認している。本研究では、従来のボックスモデルに藻類(緑藻、珪藻、藍藻)の増殖特性を考慮してモデルの整合性を高め、洪水調節を主体とする多目的ダムに適用を試みた。

2.解析方法 藻類の増殖速度は Monod 型で表現し、増殖速度の季節変化は温度補正係数を用いて与えた。水温はダムの水温データを用いた。COD は、藻類由来と流入負荷由来との和とし、COD 流入負荷は L-Q 回帰式で算出し、河川からの藻類の流入は無いものとした。水質再現期間は S61~H7 の 10 年間である。計算ステップは 1 日とした。水温分布の実測値を参考にして表層ボックスの水深を循環期は全水深、成層期は 30m (4~10 月) とした。本研究で用いた各ボックスの基礎式を以下に示す。

$$\frac{d(X_{i,j} * V_i)}{dt} = L_{in}(X_{i-1,j}) - L_{out}(X_{i,j}) + w_j * f_{TL,i-1} * X_{i-1,j} * A_{i-1} - w_j * f_{TL,i} * X_{i,j} * A_i + P_j(X_{i,j}) - D_j(X_{i,j}) \pm L_{EXC} \quad (1)$$

$$P_j(X_{i,j}) = \mu_{max,j} * f_{T2,j} * V_{EFF} * \frac{IN}{K_{IN,j} + IN} * \frac{IP}{K_{IP,j} + IP} * X_{i,j} \quad (2) \quad D_j(X_{i,j}) = R_j * f_{T3,j} * X_{i,j} * V_i \quad (3)$$

$$\frac{d(COD_i * V_i)}{dt} = L_{in}(COD_i) - L_{out}(COD_i) + w_{COD} * f_{TL,i-1} * COD_{i-1} * A_{i-1} - w_{COD} * f_{TL,i} * COD_i * A_i \pm L_{EXC} \quad (4)$$

X:藻類の濃度 V:ボックス容量 A:沈降面積 w:沈降速度 L in:流入負荷 L out:流出負荷 P:増殖量 D:分解量  
 L<sub>EXC</sub>:交換流量(表層のみ) COD:有機物濃度 IP:無機態リン濃度 IN:無機態窒素濃度 V<sub>EFF</sub>:生産層の容量  
 f:温度補正係数(f<sub>T1</sub>:沈降, f<sub>T2</sub>:増加, f<sub>T3</sub>:分解量)j:1~3は順に緑藻、珪藻、藍藻を示す i:ボックス番号

(1)式は、各ボックスの藻類濃度の変化量を示し、(2)・(3)式は各々藻種の増殖,分解を示している。(4)式は各ボックスにおける河川由来 COD (流入負荷) の物質保存式である。ダム貯水池の COD は(1)式で得た藻類に含まれる有機物と(4)式で得た河川由来の有機物との総和である。

表 1 に各種パラメータ、図 1 に各藻類の温度補正係数のグラフを示す。

表 1 パラメータ一覧表

項目	パラメーター	説明	設定値	項目	パラメーター	説明	設定値
植物プランクトンの増殖	μ max (1日)	増殖に伴うChl-aの生成率	(緑藻) 1.350	植物プランクトンの死滅	R (1/日)	植物プランクトンの呼吸によるChl-a消費率	(緑藻) 0.06
			(珪藻) 0.300				(珪藻) 0.06
			(藍藻) 0.900				(藍藻) 0.06
	Tu ( )	増殖上限水温	(緑藻) 27	変換率	Kp(mg/l/μ/l)	植物プランクトン中のCOD物質量とChl-a量比	(緑藻) 1.10
			(珪藻) 20				(珪藻) 1.10
			(藍藻) 34				(藍藻) 1.05
	Ts ( )	増殖最適水温	(緑藻) 23	ρ(mg/l/μ/l)	植物プランクトン中のリン量とChl-a量比	(緑藻) 0.210	
			(珪藻) 12			(珪藻) 0.300	
			(藍藻) 27			(藍藻) 0.200	
	Tb ( )	増殖下限水温	(緑藻) 12	n(mg/l/μ/l)	植物プランクトン中の窒素量とChl-a量比	(緑藻) 0.007	
			(珪藻) 0			(珪藻) 0.007	
			(藍藻) 23			(藍藻) 0.007	
Kin (mg/l)	I-Nの半飽和定数	(緑藻) 0.005	沈降速度	w (m/日)	植物プランクトンの沈降速度	(緑藻) 0.033	
		(珪藻) 0.015				(珪藻) 0.033	
		(藍藻) 0.001				(藍藻) 0.033	
Kip (mg/l)	I-Pの半飽和定数	(緑藻) 0.0005	CODの沈降速度	(COD)	CODの沈降速度	(緑藻) 0.2	
		(珪藻) 0.0015				(珪藻) 0.2	
		(藍藻) 0.0001				(藍藻) 0.001	
-	-	-	-	-	-	-	-

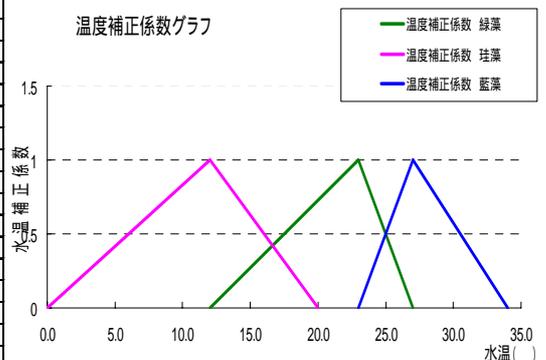


図 1 温度補正係数

キーワード: ボックスモデル、洪水調節、3 藻種、鉛直一次元水質モデル、Chl-a

〒840 - 8502 佐賀市本庄町 1 佐賀大学理工学部都市工学科 TEL/FAX 0952 - 28 - 8575

3. 計算結果及び考察 図 2、3

にダム表層部における COD 濃度と SS 濃度の実測値との比較の一例を示す。本研究で対象としたダムは洪水調節を主体とする多目的ダム（平均的な回転率は30回/年）であるために、降雨由来の流入負荷によって高濃度となる時期があるが、それ以外の期間ではCOD、SS共に概ね実測値と計算値との再現性は良好のようである。図4に、成層期におけるSS濃度の鉛直分布計算結果の一例を示す。表層濃度の実測値と計算結果に若干の違いが認められるが、概ね良好な再現結果を得ることができた。図示していないがCODの鉛直分布についても良好な再現結果を得ている。

4. まとめ 本研究では、既存のボックスモデルを用い、標準的な藻種を対象にしてダムの鉛直次元水質計算を行った。1986～1996年の10年間の水質計算結果から表層部におけるCOD濃度、SS濃度、及び鉛直SS濃度は概ね良好であった。

謝辞：本研究は、平成13年度～15年度文部科学省科学研究費補助金基盤研究（C）「ダム深層冷水の冷熱エネルギー活用と水質改善効果の評価に関する研究」（研究代表者：古賀憲一、課題番号13650601）の補助を受けて実施されたものである。貴重な資料を提供して頂いた九州地方整備局など関係各位に感謝します。

【参考文献】

- 1) 岩佐義郎ら：「湖沼工学」 山海堂 1990
- 2) 仲・古賀・荒木・白岩・市山：洪水調節を主体とした貯水ダムの水質解析、土木学会西部支部、平成8年度
- 3) 橋本・古賀・荒木・吉村：ボックスモデルを用いたダム貯水池の水質解析モデルの構築、土木学会西部支部、平成11年度
- 4) 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14年度
- 5) 川邊・古賀・荒木・福田：ボックスモデルを用いたダム貯水池の水質モデル、平成14年度土木学会年次学術講演

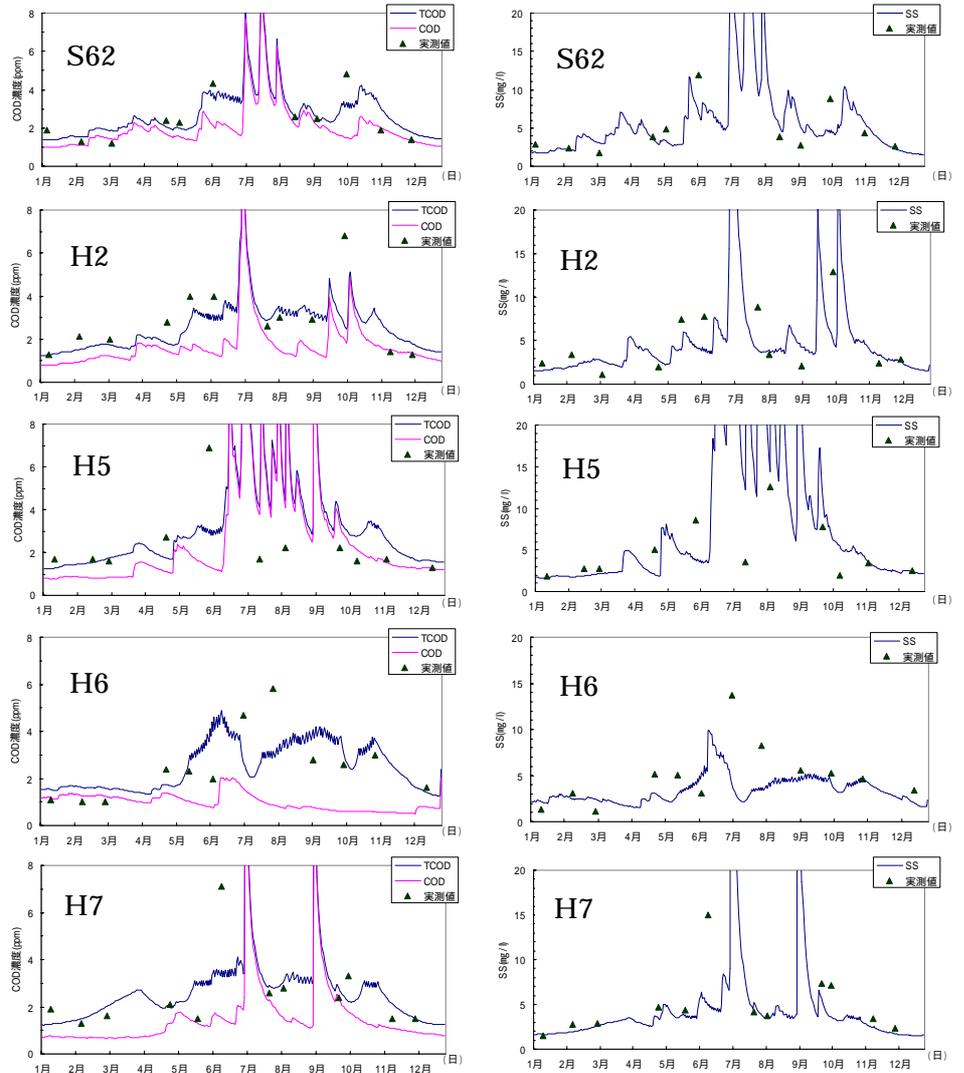


図 2 COD 濃度計算結果

図 3 SS 濃度計算結果

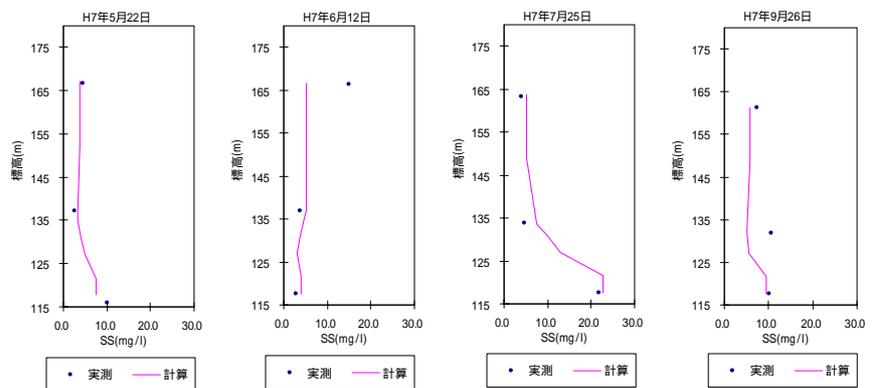


図 4 鉛直 SS 濃度計算結果