

干拓調整池の水質計算

佐賀大学理工学部 ○学生員 高口英己 正会員 古賀憲一
 佐賀大学低平地防災研究センター 正会員 荒木宏之
 佐賀大学大学院系工学研究科 学生員 吉村 敏
 (株)東京建設コンサルタント 正会員 大和則夫

1. はじめに 本研究で対象とした干拓調整池は流域の河口部に位置し、高潮や洪水から周辺地域を守る防災機能を持っている。洪水時には陸域から一時的ではあるが負荷の全量が流入するため水質悪化が懸念されている。本研究は、当該調整池の水質保全対策や水質管理のための基礎的知見を得ることを目的として、水質計算を行ったものである。

2. 水質モデル 調整池を完全混合の一池モデルとし、日変化の水質計算を行った。表-1に調整池の概要を示す。表-2に示す反応速度係数は、既存の資料を参考にして、本質を見失わない範囲で修正したものである。調整池に対する連続の式は河川流入量(タンクモデルより算定)、海からの海水浸入量、調整池容量で満足させた。本研究で用いたモデルの基礎式を以下に示す。

クロロフィル a

$$\frac{d(CH_i * V)}{dt} = -L_{OUT}(CH_i) - w_i * CH_i * A + P_i(CH_i) - F_i(CH_i) \quad (1)$$

$$P_i(CH_i) = \mu_{max_i} * f_{Tmi} * \frac{IN}{IN + KN_i} * \frac{IP}{IP + KP_i} * \frac{LE}{LE + KE_i} * CH_i * V \quad (2)$$

$$F_i(CH_i) = FF_i * f_{Tm2i}^{(T-20)} * CH_i * V \quad (3)$$

ここで、CH:クロロフィルaの濃度 V:容量 L_{OUT}:流出負荷 w:沈降速度
 A:沈降面積 P:増殖 μ_{max}:最大比増殖速度 F:死滅 FF:死滅速度
 f_{Tm}:温度補正係数(m:増殖m2:死滅) T:水温 LE:日射量
 IN:無機態窒素濃度 IP:無機態リン濃度 KN:無機態窒素の半飽和定数
 KP:無機態リンの半飽和定数 KE:日射量の半飽和定数 添字 i:(1:珪藻2:緑藻3:藍藻)

COD、T-N、T-P

$$\frac{d(Y_j * V)}{dt} = \frac{d(S_j * V)}{dt} + \frac{d(D_j * V)}{dt} + \frac{d(\sum(CH_{j,i} * V * K_{E,j}))}{dt} \quad (4)$$

$$\frac{d(S_j * V)}{dt} = L_{IN}(S_{s,j}) - L_{OUT}(S_j) - w_{s,j} * S_j * A \quad (5)$$

$$\frac{d(D_j * V)}{dt} = L_{IN}(D_{s,j}) - L_{OUT}(D_j) - A * K_{D,j} \pm R_j \quad (6)$$

$$R_j = -K_c * D_j * V \quad (7)$$

$$R_2 = -K_{E2} \{ \sum(P_i(CH_i)) - F_i(CH_i) \} - K_f * A \quad (8)$$

$$R_3 = -K_{E3} \{ \sum(P_i(CH_i)) - F_i(CH_i) \} \quad (9)$$

ここで L_{IN}:流入負荷 K_D:溶出速度 K_C:COD分解係数 K_F:脱窒速度
 K_E:換算係数 Y_j:濃度 S_j:SS性濃度 D_j:溶存性濃度
 C_j:プランクトン由来濃度 添字j:(1:COD,2:T-N,3:T-P B:境界)である。

表-1 調整池概要

項目	面積・容量
流域面積(km ²)	249
調整池計算面積(ha)	2052
調整池容量(千m ³)	26762

表-2 パラメーター

項目	パラメーター		設定値	
	μ max	最大比増殖速度 (1/day)		
植物プランクトンの増殖	Tu	珪藻	0.65	
		緑藻	0.55	
		藍藻	0.65	
	Ts	珪藻	25	
		緑藻	29	
		藍藻	33	
	Tb	珪藻	0	
		緑藻	25	
		藍藻	29	
	KN	珪藻	25	
		緑藻	10	
		藍藻	23	
KP	珪藻	0.17		
	緑藻	0.17		
	藍藻	0.17		
KE	珪藻	0.032		
	緑藻	0.032		
	藍藻	0.032		
植物プランクトンの死滅	FF	珪藻	0.096	
		緑藻	0.07	
		藍藻	0.05	
	f _{Tm2}	珪藻	1.1	
		緑藻	1.1	
		藍藻	1.05	
	換算係数	K _E	chl-aのCOD比率 (mgCOD/μg chl-a)	珪藻 0.1 緑藻 0.1 藍藻 0.1
			chl-aのT-N比率 (mgT-N/μg chl-a)	珪藻 0.015 緑藻 0.015 藍藻 0.015
			chl-aのT-P比率 (mgT-P/μg chl-a)	珪藻 0.0008 緑藻 0.0008 藍藻 0.0008
			藻類沈降速度 (m/day)	珪藻 0.05 緑藻 0.05 藍藻 0.05
			沈降速度 (m/day)	COD 0.1 T-N 0.1 T-P 0.1
			溶出速度 (g/m ² /day)	COD 0.025 T-N 0.045 T-P 0.0025
COD分解係数	K _C	COD分解係数 (1/day)	0.006	
		脱窒速度(g/m ² /day)	0.028	

3. 計算結果及び考察 各水質の実測値と計算値を図-1~図-4に示し、以下に考察を述べる。

3-1. クロロフィル a 毎年1月~3月における実測値は、計算値より高い傾向を示している。しかし、H12年における計算値の再現性はH10、11年に比べれば良好である。本計算において藻類増殖に及ぼす影響は、栄養塩濃度と水温であり、塩分濃度の影響は考慮していない。この期間の調整池内の塩分濃度が経年的に減少していることから、塩分下で増殖し易い藻類などが、淡水化によって抑制されたためとも思われるが今後の課題である。

3-2. COD 概ね実測値を再現しているが、高COD濃度となる時期において計算値が低くなっている。この濃度増加は降雨由来による陸域からの流入負荷の影響より大きいことから、風による巻き上げか、あるいは、L-Q回帰式由来のものと同推察される。降雨の少ない時期においても濃度増加が認められることから、風による影響の可能性が高いと思われる。

3-3. T-N T-N、I-Nに関しては、【図-3】に示すように時間変化を概ね再現できたが、H10年8月~9月、H12年4月~5月にかけてT-N濃度が減少する特異な傾向を示している。同時期のクロロフィルa濃度はT-Nを減少させるほどの大きな変化はみられないことから植物プランクトンによる消費とは考えにくい。また、O-Nに比べ極端にI-Nが減少していることから脱窒あるいは底泥付着生物による底泥への取り込みも考えられる。

3-4. T-P 平均的な濃度レベルで見れば、概ね実測値を再現しているが、高T-Pとなる時期において計算値が低くなっている。図示していないがT-PとSSの相関関係はT-NとSSのものより高かったことから、T-Pの高濃度現象は懸濁性物質に吸着されたT-Pの巻き上げにより生じているものと思われる。

4. まとめ 藻種を考慮した一池タンクの水質モデルを用いて閉鎖性の強い干拓調整池の水質計算を行い、平均的な濃度レベルについては概ね実測値を再現し得た。今回は、巻き上げを風速の関数として与えていないために、巻き上げの導入については今後の課題として残されている。しかし、調整池全体の平均的な風速の水質変化に及ぼす影響が明瞭でないことから、1池モデルの適用限界も考えられ、2次元モデルへの展開も課題として残されよう。詳細は、パラメータ感度分析結果なども踏まえて判断する必要がある。

謝辞：貴重な資料を提供して頂きました九州地方整備局など関係各機関に感謝いたします。

【参考文献】岩佐義朗ら：「湖沼工学」 山海堂 1990

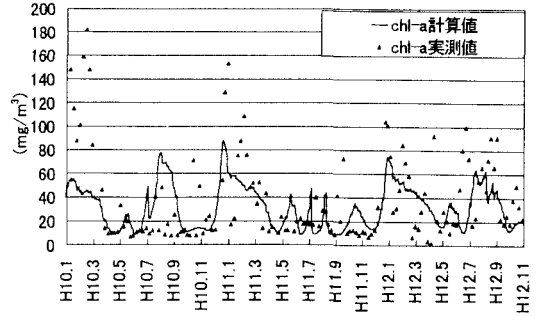


図-1 S11地点のchl-a濃度の実測値と計算値

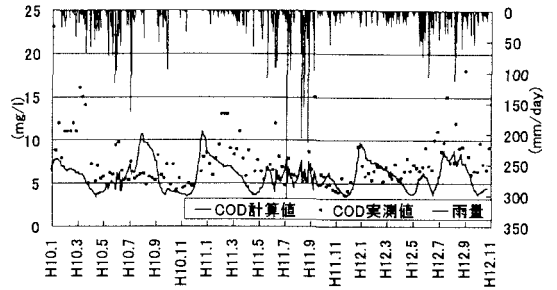


図-2 S11地点のCOD実測値、計算値と雨

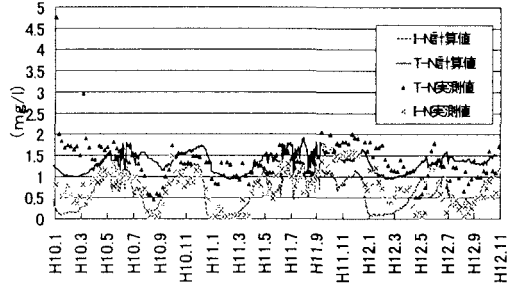


図-3 S11地点T-N濃度の実測値と計算値

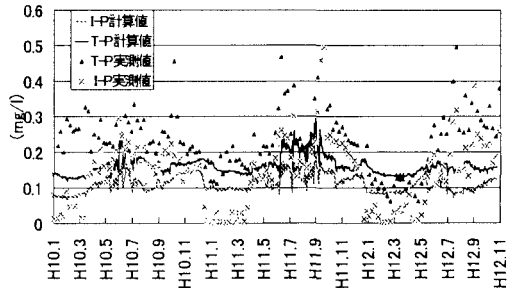


図-4 S11地点T-P濃度の実測値と計算値