

干拓調整池の水質計算 (II)

佐賀大学理工学部 ○学生員 森 香織 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
 佐賀大学大学院工学系研究科 学生員 長澤 順
 (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、高潮や洪水及び常時の排水不良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。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。

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)	2,052
調整池容量(千m ³)	26,762

COD、T-N、T-P

$$\frac{d(Y_j \cdot V)}{dt} = \frac{d(S_j \cdot V)}{dt} + \frac{d(D_j \cdot V)}{dt} \tag{1}$$

(変化) (SS性) (溶存性)

$$\frac{d(S_j \cdot V)}{dt} = L_{in}(S_{B,j}) - L_{out}(S_j) - w_{s,j} \cdot S_j \cdot A + K_G \cdot A + K_{E,j} \cdot \sum P_i(CH_i) \tag{2}$$

(SS性) (変化) (流入) (流出) (沈降) (風巻上) (藻類由来)

$$\frac{d(D_j \cdot V)}{dt} = L_{in}(D_{B,j}) - L_{out}(D_j) + A \cdot K_{D,j} \pm R_j \tag{3}$$

(溶存性) (流出)

式(3)の反応式R_jは、それぞれの式(4)、(5)、(6)、である。

$$R_1 = -K_C \cdot D_1 \cdot V \tag{4}$$

(反応) (分解)

$$R_2 = -K_{E,2} \{ \sum (P_i(CH_i) - F_i(CH_i)) \} - K_F \cdot A \tag{5}$$

(反応) (吸収) (死滅) (脱窒)

$$R_3 = -K_{E,3} \{ \sum (P_i(CH_i) - F_i(CH_i)) \} \tag{6}$$

(反応) (吸収) (死滅)

また、COD、T-N、T-Pそれぞれのモデルの基礎式に含まれるクロロフィルaについての基礎式は(7)(8)である。

$$\text{増殖 } P_i(CH_i) = \mu_{max,i} \cdot f_{Tm1,i} \cdot \frac{IN}{IN + KN_i} \cdot \frac{IP}{IP + KP_i} \cdot \frac{LE}{LE + KE_i} \cdot CH_i \cdot V \tag{7}$$

$$\text{死滅 } F_i(CH_i) = FF_i \cdot f_{Tm2,i}^{(T-20)} \cdot CH_i \cdot V \tag{8}$$

L_{in}: 流入負荷 L_{out}: 流出負荷 V: 容量 w_{s,j}: 沈降速度 A: 調整池面積 K_{D,j}: 溶出速度 K_F: 脱窒速度
 K_C: COD分解係数 K_G: 風速係数 K_{E,j}: 換算係数 Y_j: 濃度 S_j: SS性濃度 D_j: 溶存性濃度 F_i: 死滅 FF_i: 死滅速度
 P_i: 増殖 添字 j: (1: COD, 2: T-N, 3: T-P) B: 境界 μ_{max,i}: 最大比増殖速度 CH_i: クロロフィルaの濃度
 f_{Tm1}: 温度補正係数 (m1: 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_i: 無機態窒素の半飽和定数 KP_i: 無機態リンの半飽和定数 KE_i: 日射量の半飽和定数 添字 i: (1: 珪藻, 2: 緑藻, 3: 藍藻)

3. 計算方法 本計算において風による巻き上げは、限界風速を超えたときに生じ、その速度は(風速-限界風速)に比例するものとして与えた。塩分による凝集沈降速度は、塩分濃度に比例するものとして与えた。塩分は溶解性のリンの不溶化にも寄与すると考えられることから、その効果も考慮している。溶出については、底泥の酸化還元状態に関する情報が不足していること、及びモデルの簡便性から水温に関連づけて溶出速度を与えた。同様の理由により、底泥での脱窒についても水温と関連づけて脱窒速度を与えた。

4. 計算結果及び考察 各水質項目の実測値と計算値を図-1～図-5に示し、以下に考察を述べる。

4-1. COD 図-1に示すように計算値は実測値をほぼ再現しているようである。H10、11年において、一時的ではあるが実測値が計算値より高い傾向を示している。これは、優先藻種の遷移過程、工事、巻き上げの影響が十分再現されていないためと思われる。一方、H12、13年になると計算値と実測値は概ね同様の変化を示している。詳細については、継続的な調査が必要であるものの、調整池内の水質が、調整池閉めきり後徐々に安定してきているとも考えられる。

4-2. T-N T-N、I-Nに関して、図-2、3に示すように計算結果は実測値を概ね再現しているようであるが、H12年4月～5月、H13年4月～6月における実測T-N濃度の減少を十分反映していない。この時期のクロロフィルa濃度はT-Nを減少させるほど変化していなかったことから植物プランクトンによる消費とは考えにくい。詳細は今後の課題であろう。O-Nに比べ極端にI-Nが減少していたことから底泥付着生物による底泥への吸着も考えられる。

4-3. T-P 図-4、5に示すように、溶出と風による巻き上げを考慮したことで実測値の再現性は良好なようである。図示していないが、T-PとSSの相関関係はT-NとSSの相関関係より高く、T-PとSSを関連付けることで、懸濁性物質に吸着されたT-Pの巻き上げ・沈降などを再現していると考えられる。なお、毎年、3～4月付近における計算濃度の減少傾向は、主に塩分濃度による不溶化によるものである。

5. 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、全期間、同一パラメータであるにもかかわらず、概ね実測値を再現し得た。今後は調整池内の詳細な水質特性の把握のために二次元モデルへの展開も課題として残されよう。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】1) 岩佐義朗ら：「湖沼工学」 山海堂 1990 2) 高口・古賀・荒木・大和：干拓調整池の水質計算、土木学会西部支部、平成12年度

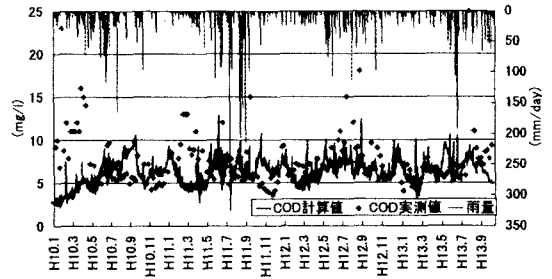


図-1 S11地点のCOD濃度実測値、計算値と雨量

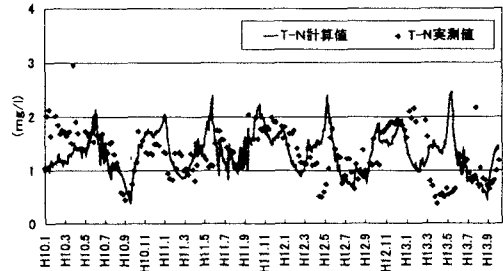


図-2 S11地点のT-N濃度の実測値と計算値

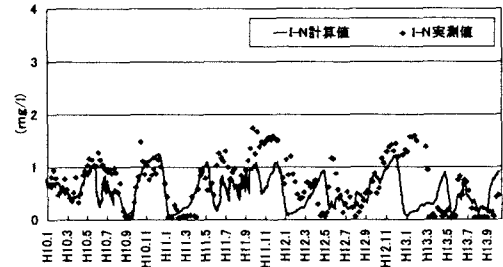


図-3 S11地点のI-N濃度の実測値と計算値

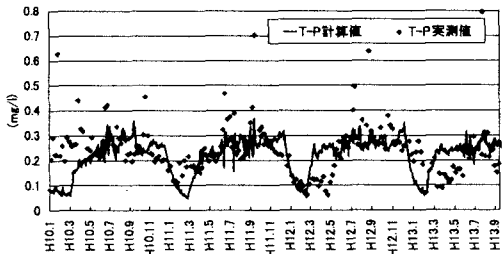


図-4 S11地点のT-P濃度の実測値と計算値

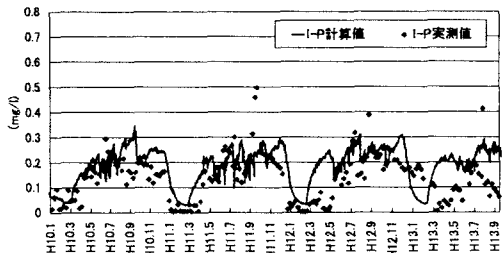


図-5 S11地点のI-P濃度の実測値と計算値