

干拓調整池の藻類の挙動に関する研究

佐賀大学理工学部

○学生員 横光泰宜

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

佐賀大学大学院工学系研究科

学生員 馬崎淳司

1. はじめに

本研究で対象とした諫早干拓調整池(以下、諫干調整池)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背後低平地などの周辺地域を守る防災機能を有している。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。著者らは、これまで、藻類の種類数を3種とし、藻類増殖等に関する計算パラメータを毎年(4年間)同一として諫干調整池の水質計算を行ってきたが、Chl-a 濃度の再現性に検討課題が残されていた。本研究は、期間別の水質再現結果(パラメータフィッティング)から諫干調整池の藻類の挙動について検討を加えたものである。

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。計算期間は調整池閉めきり後、調整池内の水質が安定した平成10年~平成14年3月(4年間)とした。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。以下に、本研究で用いたモデルの基礎式を示す。

2-1. Chl-a 基礎式

$$\frac{d(CH_i \cdot V)}{dt} = -L_{OUT(CH_i)} - w_i \cdot CH_i \cdot A + P_{i(CH_i)} \cdot V - F_{i(CH_i)} \cdot V \quad (1)$$

(Chl-a 変化) (流出) (沈降) (増殖) (死滅)

$$\text{増殖 } P_{i(CH_i)} = \mu_{max,i} \cdot f_{Tm1,i} \cdot \frac{DIN}{DIN + KN_i} \cdot \frac{DIP}{DIP + KP_i} \cdot \frac{Lu}{Lu + K_{Lu,i}} \cdot CH_i \quad (2)$$

$$f_{Tm1,i} = \begin{cases} 0 & : [T < T_{B,i}, T_{U,i} \leq T] \\ \frac{(T - T_{B,i})}{(T_{U,i} - T_{B,i})} & : [T_{B,i} \leq T < T_{U,i}] \\ \frac{(T_{U,i} - T)}{(T_{U,i} - T_{S,i})} & : [T_{S,i} \leq T < T_{U,i}] \end{cases}$$

$$\text{死滅 } F_{i(CH_i)} = FF_i \cdot f_{Tm2,i} \cdot CH_i \quad (3)$$

$$f_{Tm2,i} = \theta_i^{(T - T_{20})}$$

ここで、

CH: Chl-a 濃度 V: 貯水池容量 L_{OUT}: 流出負荷
 w: 沈降速度 A: 沈降面積 P: 増殖速度
 μ_{max} : 最大比増殖速度 F: 死滅速度 FF: 死滅速度係数
 f_T : 温度補正係数(m_1 : 増殖、 m_2 : 死滅) T: 水温
 DIN: 無機態窒素濃度 DIP: 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
 K_{Lu} : 日照量 K_{Lu} : 日照飽和定数 T_B : 増殖下限水温
 T_S : 増殖最適水温 T_U : 増殖上限水温 θ : 藻類死滅温度係数
 添字 i: (1・珪藻、2・緑藻、3・藍藻、4・特殊藻類1、5・特殊藻類2)

3. 計算方法

Chl-a 計算においては、調整池内の藻類が4種あるいは5種類で構成されるものとして、従来の3藻種モデルと比較検討した。Chl-a に関する基礎式を(1)~(3)式に示す(他の水質項目については、紙面の都合があり、ここでは割愛する)。増殖項は、(2)式に示すようにモノー型とし、制限項は無機態窒素、無機態リン、日射量、水温で与えた。単年毎のパラメータで水質計算を行い、その一例を表・2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

表-2 パラメータ表

パラメータ	説明	設定値				
		H8 3藻種	H5 5藻種	H13 3藻種	H13 5藻種	H13 5藻種
μ_{max}	最大比増殖速度(1/day)	珪藻	0.53	0.53	0.4	0.4
		緑藻	0.42	0.45	0.45	0.5
		藍藻	0.48	0.45	0.5	0.48
		特殊藻類1	—	0.3	—	0.75
		特殊藻類2	—	0.6	—	0.51
FF	死滅速度(1/day)	珪藻	0.05	0.03	0.1	0.1
		緑藻	0.075	0.075	0.05	0.05
		藍藻	0.04	0.04	0.05	0.05
		特殊藻類1	—	0.05	—	0.04
		特殊藻類2	—	0.05	—	0.05
f_{Tm1}	温度補正係数(増殖) (下限、最適、上限) ※最適温度で $f_{Tm1}=1$ となる線形分布	珪藻	(0.0,19)	(0.0,16)	(0.0,18)	(0.0,15)
		緑藻	(13.23,28)	(15.23,28)	(13.20,24)	(14.19,24)
		藍藻	(24.26,34)	(24.28,34)	(20.28,34)	(20.29,34)
		特殊藻類1	—	(12.15,19)	—	(16.20,23)
		特殊藻類2	—	(6.8,12)	—	(6.12,16)
f_{Tm2}	温度補正係数(死滅) θ_i^{T-20}	珪藻	1.1	1.1	1.1	1.1
		緑藻	1.1	1.1	1.1	1.1
		藍藻	1.05	1.05	1.05	1.05
		特殊藻類1	—	1	—	1
		特殊藻類2	—	1	—	1.05
KN	DIN(無機態窒素)の飽和定数(mg/l)	珪藻	0.07	0.07	0.087	0.087
		緑藻	0.07	0.07	0.087	0.087
		藍藻	0.087	0.087	0.07	0.07
		特殊藻類1	—	0.087	—	0.087
		特殊藻類2	—	0.087	—	0.087
KP	DIP(無機態リン)の飽和定数(mg/l)	珪藻	0.022	0.018	0.032	0.032
		緑藻	0.03	0.03	0.024	0.024
		藍藻	0.022	0.016	0.024	0.024
		特殊藻類1	—	0.032	—	0.032
		特殊藻類2	—	0.032	—	0.032
w	沈降速度(m/day)	珪藻	0.03	0.04	0.08	0.08
		緑藻	0.05	0.05	0.04	0.05
		藍藻	0.04	0.04	0.04	0.04
		特殊藻類1	—	0.05	—	0.04
		特殊藻類2	—	0.05	—	0.05

4. 計算結果及び考察

図-1、2に、平成11年のパラメータを用いた3藻種と5藻種のChl-aの計算値結果と実測値を示す。図示してはいるが、4藻種では5藻種と目立った変化が見られなかったため、ここでは5藻種と3藻種の比較について述べる。図-1と図-2から、平成11年度の単年度で設定したパラメータではあるが、平成10年4月～12年4月までの約2年間（図中の期間1）に渡って、3藻種モデルと5藻種モデルの双方とも、低水温期におけるChl-a濃度再現結果が良好である。残りの期間である平成12年4月～14年4月の再現性は、当然のことではあるが単年毎のパラメータフィッティングのため良くない。平成13年のパラメータで得られた計算結果を図-3、4に示す。これらの図から、図中の期間2（春期～秋期）の2年間の再現性は良好であり、従来の通年パラメータで計算したものと比べても再現性の向上が確認された。また、図-3、4において、平成10年度からの2年間の再現性は良くなく、特に、冬期の低水温期の実測値との乖離が特徴的である。以上ことから、平成10年～平成14年の4年間の前半と後半で藻類種の大略的な変遷があったものと推察される。4年間を通して統一的なパラメータで藻類の挙動を再現させるには、本例で示したパラメータ以外のものを追加する必要がある。調整池内の塩化物イオン濃度は海水浸入量と降雨によって変動しており、藻類種の変動に及ぼす影響や動物プランクトンによる影響も否定できない。また、SS変動に伴う水中照度の影響もモデル化されていない。いずれにしても今後の検討課題とした。

5. まとめ

藻類の種類数を増やすことによって、藻類の挙動の再現性を高めることが出来たが、一方では、4年間における藻類種の変遷過程も示唆された。

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:「湖沼工学」山海堂 1990
- 2) 森・古賀・荒木・長澤・大和:干拓調整池の水質計算(Ⅱ)、土木学会西部支部、平成13年度
- 3) 長澤・古賀・荒木・大和:干拓調整池の水質計算(Ⅲ)、土木学会西部支部、平成14年度
- 4) 長澤・古賀・荒木・大和:干拓調整池の水質シミュレーション、第57回土木学会年次学術講演会 VII部門、平成14年度
- 5) 古賀・V.Narumol・荒木・山西・川邊・大和:諫早干拓調整池の水質解析、第40回環境工学研究フォーラム、平成15年度

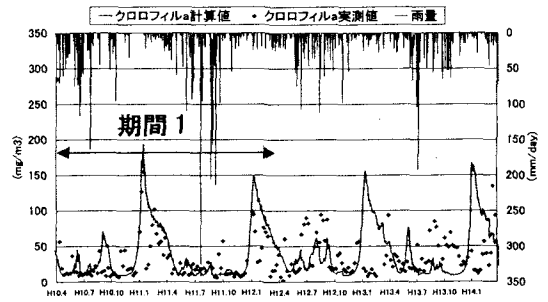


図-1 H11 のパラメータ(3種)

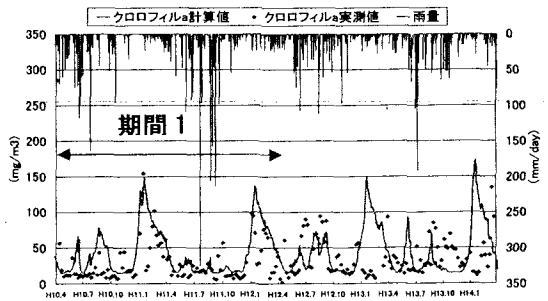


図-2 H11 のパラメータ(5種)

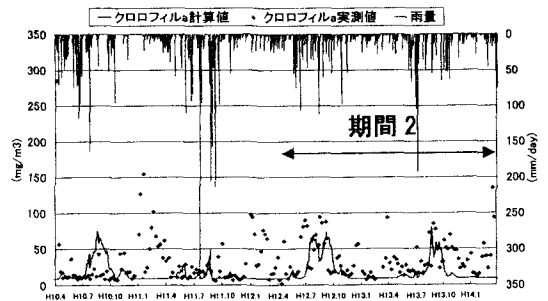


図-3 H13 のパラメータ(3種)

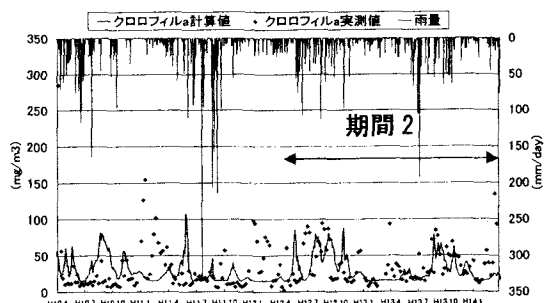


図-4 H13 のパラメータ(5種)