

印旛沼の水質シミュレーションモデルの改良（2）

平間幸雄

1 はじめに

印旛沼の第4期湖沼水質保全計画策定に使用した水質シミュレーションモデル¹⁾の作成に当たっては、外部条件の時間変化を3期計画モデルより細かく設定するなど、より現実に近いモデルとすることを試みた。しかしながら、水質の季節変化を十分に再現できておらず、モデルの信頼性に問題がある。特に、夏季の藍藻類の増殖とそれに伴うCODの上昇を再現できていない。各水質項目の再現性を詳細に検討したところ、無機態窒素の供給速度が過小なため、窒素制限の度合いが過大になっており、藍藻類の増殖とそれに伴うCODの上昇を再現できていないと考えられた。水中の無機態窒素濃度に影響を与える因子としては、脱窒による除去、有機物の分解による供給、底泥からの溶出による供給などが考えられる。前報²⁾では、このうち、脱窒速度に注目し、パラメータと水質項目の再現性との関係についておおよその傾向を把握した。今回は、より詳細な検討を行い、実際に水質シミュレーションの計算を行う際に適当と思われるパラメータの値を求めた。

2 検討の概要

印旛沼の第4期湖沼水質保全計画策定に使用した水質シミュレーションモデル¹⁾において、水温 t °Cにおける脱窒速度定数は、以下のように設定されており、

$$k_t = k_{20} * \exp(a(t-20))$$

k_{20} : 20°Cにおける脱窒速度定数(day⁻¹)

a : 温度依存係数

全窒素の再現性に配慮して調整を行った結果、 $k_{20} = 0.15$ 、 $a = 0.24$ としている。これらの値を用いて水質計算をした場合、T-Nの再現性は比較的良好であるが、COD、T-Pの再現性はあまりよくないこと、温度依存係数 a の値0.24は、一般的な反応速度の温度依存性と比べて、かなり大きな値であるとい

う問題点がある。ここでは、これらの値を上限とし、 $k_{20} = 0 \sim 0.15$ 、 $a = 0.1 \sim 0.24$ の範囲で水質の再現計算を行い、計算値と実測値の相関係数を目安として、適当と思われるパラメータの値を求めた。

3 結果と考察

脱窒速度定数を変えた場合のCOD、T-N、T-Pの計算値と実測値の相関係数を表1に示す。

20°Cにおける脱窒速度定数 k_{20} (day⁻¹)、温度依存係数 a のいずれも、値が大きくなると、COD、T-Pの再現性が低下し、T-Nの再現性が向上するという相反する傾向が見られる。

COD、T-N、T-Pの再現性のバランスに配慮して表1の中からパラメータを選択すれば、 $(k_{20}, a) = (0.03, 0.2)$ 、 $(0.05, 0.15)$ などの組み合わせが適当と思われる。

脱窒速度定数を変えた場合のCODの時系列変化の比較例を図1に示す(上段が4期計画策定時のパラメータを使用した場合)。まだ十分とは言えないが、脱窒速度定数を低めに設定することにより、1995年、98年、99年、2000年の夏から初秋にかけてのピークの再現性が改善されている。

この時の計算値と実測値の相関係数は、最も小さいT-Pでも、 $r(142, 0.01) = 0.216$ より大きく、1%水準で有意である。また、これらの値から、印旛沼の平均水深を1.63m、平均無機態窒素濃度を0.5mg/Lとして20°Cにおける平均脱窒速度を求めると、24~41mg/m²/dayとなり、水質がそれほど改善されていなかった時期の手賀沼の底泥を用いた実験から算定された脱窒速度^{3) 4)}の30mg/m²/day、及び29.8~60.2mg/m²/dayと同程度かやや低めであり、平均水質に見合った値になっていると考えられる。

以上のことから、印旛沼における脱窒速度定数としては、上記の選択された値を採用するのが概ね妥当と思われる。

文献

- 1) 国土環境株式会社：平成13年度 湖沼水質保全計画策定業務報告書（2002）
- 2) 平間幸雄：印旛沼の水質シミュレーションモデルの改良, 千葉県環境研究センター年報第4号(平成16年度), 110（2004）
- 3) 上田真吾, 小倉紀雄：手賀沼における底泥の脱窒活性と沼の浄化に果たす役割, 陸水学雑誌, 15, 50(1)（1989）
- 4) 松山為時, 小倉紀雄：手賀沼における間隙水成分の鉛直分布と窒素動態について, 日本陸水学会 第67回大会 講演要旨集, 109（2002）

表1 脱窒速度定数を変えた場合の計算値と実測値の相関係数

k_{20} \ a	0.1	0.15	0.2	0.24
0	0.404	0.404	0.404	0.404
0.02	0.387	0.381	0.372	0.363
0.03	0.381	0.373	0.361	0.347
0.05	0.370	0.358	0.339	0.313
0.10	0.347	0.323	0.277	0.216
0.15	0.325	0.283	0.208	0.120

k_{20} \ a	0.1	0.15	0.2	0.24
0	0.112	0.112	0.112	0.112
0.02	0.228	0.283	0.326	0.353
0.03	0.261	0.322	0.364	0.386
0.05	0.303	0.370	0.407	0.423
0.10	0.346	0.420	0.450	0.458
0.15	0.358	0.438	0.466	0.470

k_{20} \ a	0.1	0.15	0.2	0.24
0	0.284	0.284	0.284	0.284
0.02	0.270	0.263	0.256	0.247
0.03	0.264	0.256	0.245	0.232
0.05	0.253	0.245	0.227	0.201
0.10	0.233	0.211	0.172	0.118
0.15	0.212	0.178	0.111	0.024

$t^{\circ}\text{C}$ における脱窒速度定数

$$k_t = k_{20} * \exp(a(t-20))$$

k_{20} : 20°C における脱窒速度定数

a : 温度依存係数

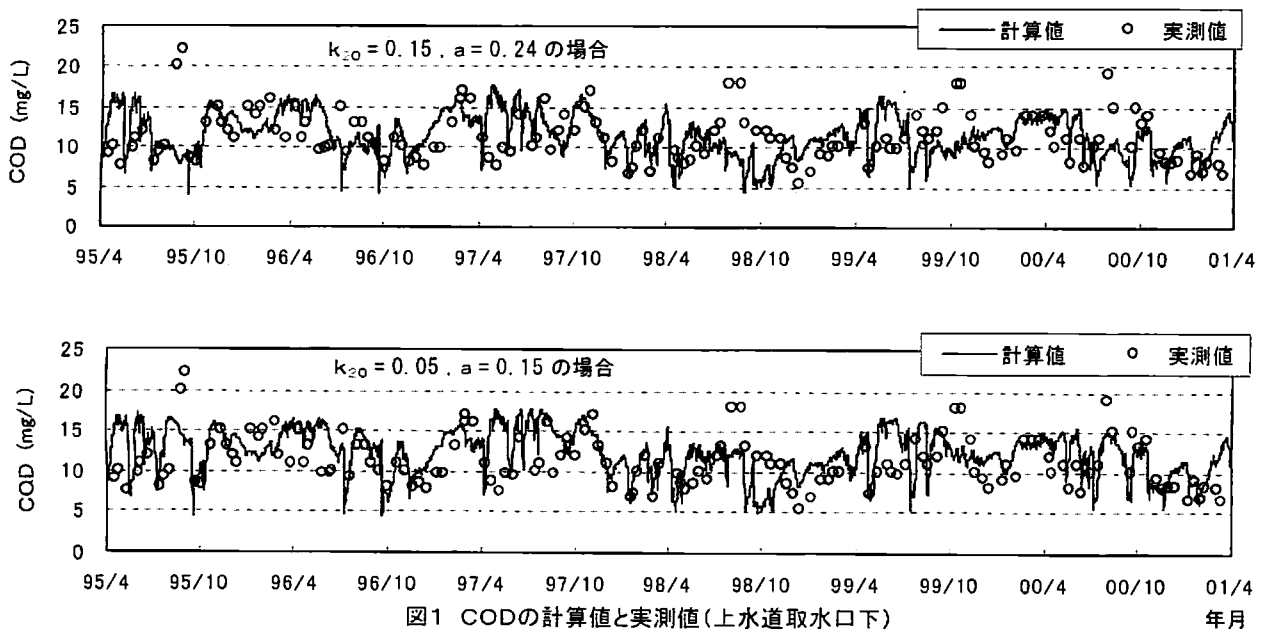


図1 CODの計算値と実測値(上水道取水口下)