

印旛沼の水質シミュレーションモデルの改良

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は再現できておらず、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無機態窒素の供給、底泥からの溶出による供給などが考えられる。このうち、脱窒速度について、手賀沼の底泥を用いた実験結果を参考にして検討を行った。

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、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、122mg/m²/dayとなる。

一方、手賀沼の底泥を用いた実験から算定された脱窒速度^{2) 3)}は、それぞれ、30mg/m²/day(平均水温18.8°Cにおいて)、および29.8~60.2mg/m²/dayであ

り、印旛沼の4期計画策定において設定された値の約1/4~1/2となっている。

印旛沼の底質は、その水質を反映して、全体的に手賀沼より有機物含有量が少なく、その結果、脱窒活性もより低いと推測される。そのため、4期計画策定において設定された値よりも小さな脱窒速度定数でいくつかのケースについて計算を行い、実測値の再現性について検討した。

3 結果と考察

脱窒速度定数を変えた場合のCOD、T-Nの時系列変化の比較例を図1、2に示す。

CODについては、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。その一方で、T-Nについては、計算値は実測値より高めの傾向となり、再現性はやや低下する。

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。

温度依存係数 a を0.24に固定し、20°Cにおける脱窒速度定数 k_{20} (day⁻¹)を小さくすると、COD、T-Pの再現性は向上するが、T-Nの再現性は低下する。T-Nの再現性を考慮すれば、脱窒による無機態窒素の除去プロセスは無視できないと考えられる。手賀沼の4期計画策定において設定された値、 $k_{20} = 0.06$ 、 $a = 0.0693$ (温度が10°C上昇すると速度が2倍になる)を採用した場合にも、COD、T-Pの再現性は向上するが、T-Nの再現性は低下する。

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、 $k_{20} = 0.02$ 、 $a = 0.24$ 程度が適当と思われるが、まだ一般的に再現性が十分でないこと、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ことから、さらに検討の余地が残されていると思われる。

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

脱窒速度定数		COD	T-N	T-P
k_{20} (day ⁻¹)	a			
0.15	0.24	0.120	0.470	0.024
0.05	0.24	0.313	0.423	0.201
0.02	0.24	0.363	0.353	0.247
0	—	0.404	0.112	0.284
0.06	0.0693	0.371	0.250	0.253

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) 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）
- 3) 松山為時，小倉紀雄：手賀沼における間隙水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）

t°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 (day⁻¹)

a : 温度依存係数

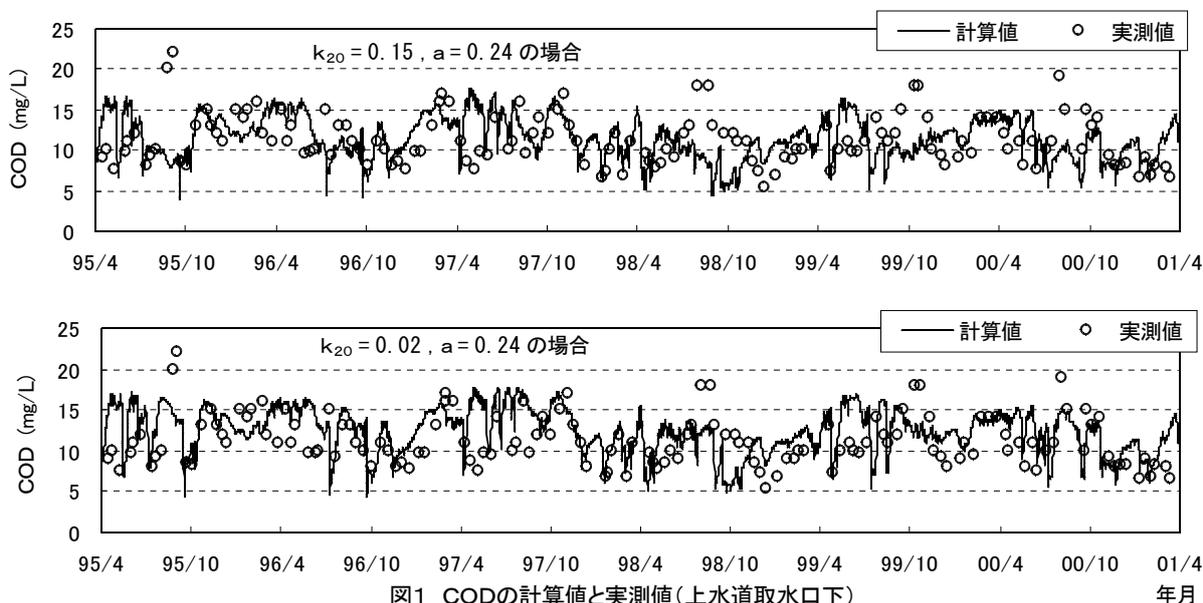


図1 CODの計算値と実測値(上水道取水口下)

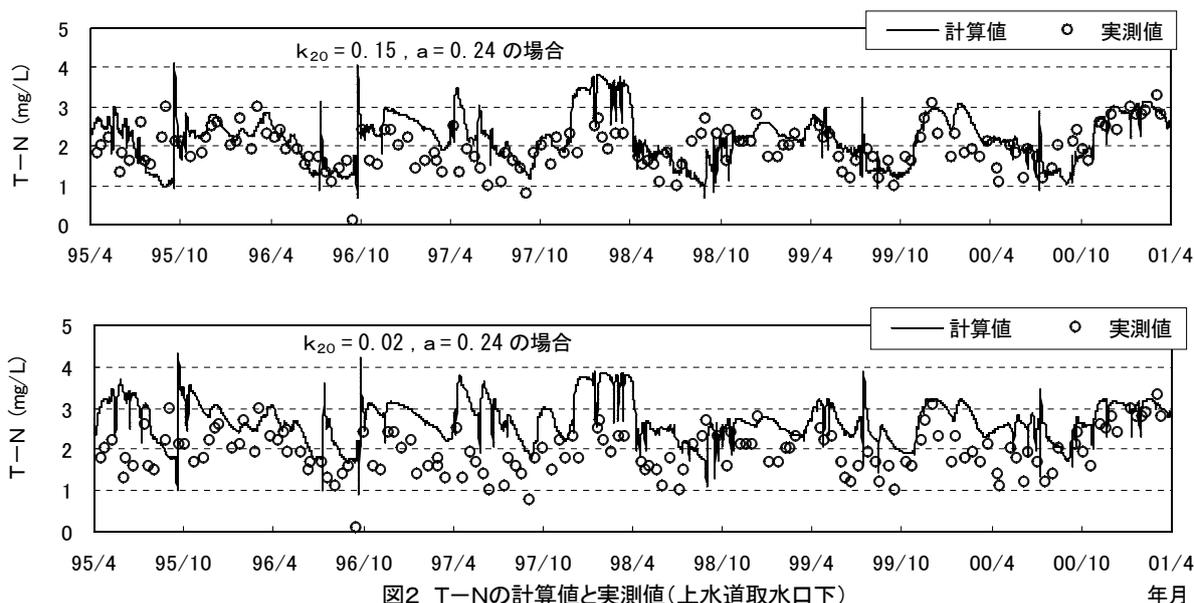


図2 T-Nの計算値と実測値(上水道取水口下)