

マイクロコズムを用いた富栄養化湖沼の浄化に関する研究  
 -底面ろ床を用いた場合のシミュレーション-

福岡大学工学部 学生員 ○日野貴明  
 福岡大学工学部 正 員 渡辺亮一

福岡大学工学部 正 員 山崎惟義  
 福岡大学工学部 学生員 森下友博

1. はじめに

本研究では数年前より、富栄養化湖沼の水質浄化手法の1つとして『底面ろ床法』を提案し、この手法についての実験的研究を行ってきた結果、底面ろ床法の有効性は実証された。しかしながら底面ろ床法の実用化に向けて、ろ床を設計するためには、この手法の有効性と共、底面ろ床法を用いた湖沼の富栄養化現象の長期的な挙動を知らなければならない。湖沼の富栄養化現象について長期的な予測を行うための数値モデルとして、山崎<sup>1)</sup>の提案した『水-底泥間富栄養化モデル』があるが、このモデルは底面ろ床中の『水の循環によって生じる移流』、および『底泥層から水塊部への水の循環』については考慮されておらず、底面ろ床法を用いた湖沼には適用できない。そこで本研究では、以下の3点を目的として設定した。

- ・底面ろ床法を用いた湖沼の富栄養化現象についてのモデルを確立し、これにより定式化およびシミュレーションを行う。
- ・シミュレーションによる解析値と、実験による実測値との比較により、本研究で用いたモデルの妥当性について検討する。
- ・さらに底面ろ床法を用いた湖沼の富栄養化現象の長期予測を行う。

2. 底面ろ床法

図1は、底面ろ床法の浄化原理の概略を示している。この図において、藻類などの植物プランクトンは湖水中でリン・窒素等の栄養塩類を取り込み、湖沼底部のろ床で除去され、さらに微生物によって分解される。ろ床を通過した水はポンプアップされ水塊部へと循環する。本研究で用いている底面ろ床法による富栄養化湖沼の浄化とは、湖水中の植物プランクトンに水中の栄養塩類を取り込ませ、ろ床において除去しようとするものである。また、底面ろ床法のろ過速度を、一般的な緩速ろ過のろ過速度 [4~5 (m/day)] の1/10以下の超低速としている。

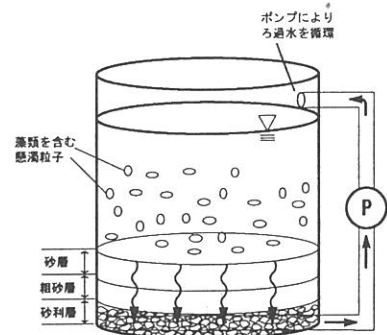


図1 底面ろ床法概略図

3. 解析手法

本研究では、山崎<sup>1)</sup>により提案されている水-底泥間富栄養化モデル(松岡の水界生態モデル<sup>2)</sup>、細見らの底泥からのリン溶出モデル<sup>3)</sup>を接合させたモデル)を参考にした。この水-底泥間富栄養化モデルに、底面ろ床中の『水の循環によって生じる移流』、および『底泥層から水塊部への水の循環』を追加することにより、底面ろ床法を適用した湖沼の富栄養化現象を再現する。図2は本研究で用いた水-底泥間富栄養化モデルを表しており、また、シミュレーションに用いたパラメータとして主なものを以下に示す。

- ・循環日数=3.5日・14日・循環なし
- ・水深=0.45 (m)
- ・藻類除去率=0.0 (1/day)
- ・流出=0.0 (1/day)
- ・流入=0.0 (1/day)
- ・利用可能リン負荷=0.00097854 (gP/day)

4. 解析結果

図3、図4および図5は、藻類量およびPO<sub>4</sub>-Pの数値解析値と実測値の比較を表している(ここで水槽No.はろ材の違いであり、1・3・5水槽にはマサ土を、2・4・6水槽にはクロボクを用いている)。図5中の『対照』とは循環させていない場合を示している。これらの図から、各循環速度における藻類量の解析値は、実測値から求めた藻類量の増加減少傾向をよく再現していることがわかる。対照のPO<sub>4</sub>-Pについては、解析値が実測値と異なった値を示している。これについては堆積し

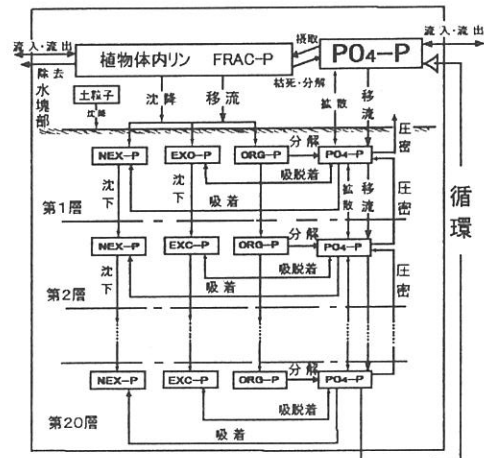


図2 本研究で用いたモデル

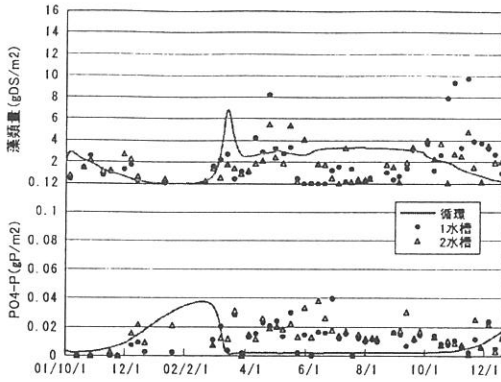


図3 循環日数14日の数値解析値と実測値との比較

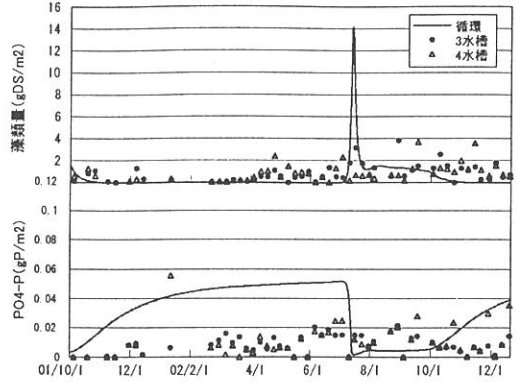


図4 循環日数3.5日の数値解析値と実測値との比較

た底泥からのリンの溶出が予測以上に大きかったこと等が考えられ、この点については今後の課題としている。また、図6は槽内の10年間の藻類量と $PO_4-P$ の予測結果を表している。この図より、以下のことが明らかとなった。

- ・循環させない場合の藻類量が最も高い値を示し、循環させた場合には循環速度の速い方の藻類量が低くなった。
- ・循環速度を3.5日まで速くすると、 $PO_4-P$ が増大する傾向にある。
- ・14日に1回循環させた場合には、 $PO_4-P$ は経年的に増加しておらず、藻類量も循環させない場合に比べ、低い値を示している。

## 5. まとめ

本研究を要約すると以下の三点となる。

- ①本研究で用いたモデルにより、底面ろ床法を用いた湖沼の富栄養化現象を再現することができた。
- ②底面ろ床法を用いた湖沼の富栄養化現象の長期的な挙動を予測することができた。
- ③シミュレーションによって、循環速度が14日程度であれば $PO_4-P$ の増殖も抑えられ、藻類の除去も十分に行えるため、底面ろ床法による水質浄化が最も効果的であることが確認できた。

## 謝 辞

本研究は、平成12～14年度科学研究費補助金基盤研究C(2)研究代表者：山崎惟義および(株)八千代エンジニアリングの助成をもとに実施したものであり、ここに記して深く感謝の意を表します。

## [参考文献]

- 1)山崎惟義：池水の浄化対策シミュレーション，福岡大学工学集報，第55号，1-14，1990。
- 2)松岡 謙：霞が浦の富栄養化モデル，国立公害研究所報告，No.54，53-242，1984。
- 3)細見正明他：湖沼底泥からのリンの溶出モデルに関する研究，土木学会衛生工学研究論文集，23巻，15-28，1987。

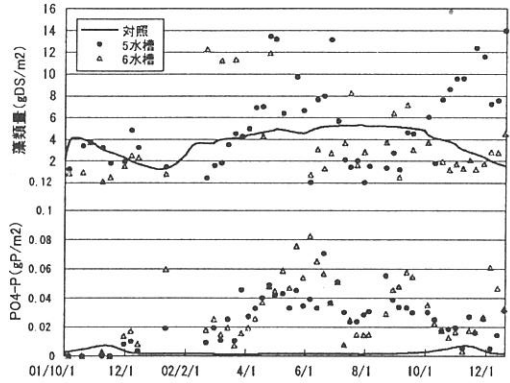


図5 対照の数値解析値と実測値との比較

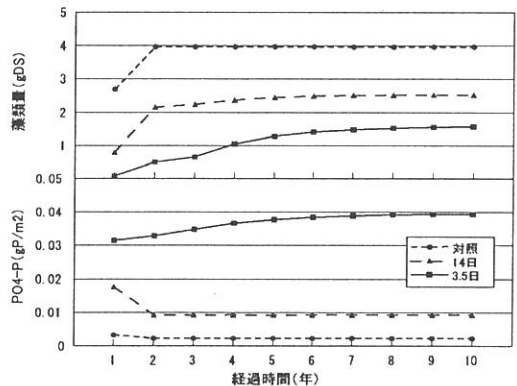


図6 藻類量および $PO_4-P$ の年平均予測値