

Ⅶ-89

富栄養化した池水の浄化手法についての定量的評価

大阪工業大学大学院 学生員 佐々木 博和
大阪工業大学工学部 正 員 石 川 宗孝
大阪工業大学工学部 正 員 中 西 弘

1. はじめに

本研究は、富栄養化した池水のアオコの発生・増殖をほぼ実際の状態に近い形で再現できる数値計算モデルを既往の文献¹⁾²⁾³⁾を参考に作成し、そのモデル上で各種の浄化手法をシミュレートすることにより、その浄化効果を定量的に評価したものである。

2. 数値計算の概要

本モデルは1BOXの池水と2層の底泥を組み合わせた物質収支モデルとし、アオコの発生・増殖に関係する20の物質反応速度式を連立式としている。計算は4次のルンゲ＝クッタ法により行い、1ステップは0.02日、計算期間は1820日である。浄化対象池は、筆者らがアオコ制御のモデル実験に用いた150ℓの水槽とした。毎日5ℓの水が外部から流入し、同量の水が反対側から出ていくものとする。水量は一定とし、池水は完全混合とする。水温及び照度は、サイン曲線により180日間で増減する。底泥の下は非透水性の池底であると考えて、底泥第2層からさらに下層へのリンと窒素の拡散係数を0として計算した。底泥第2層からさらに下層へのリンと窒素の沈降速度には、影響がないものとした。浄化装置に池水を循環し、溶存態のP・Nならびにchl-aを除去率に応じて削減できるものとする。

図-1 に本モデルの反応速度式の一部を示し、図-2 にモデル池の図を示す。

3. 計算結果と考察

1) 浄化対策を講じない状態

図-3 は、浄化対策がなされていない富栄養化した池水におけるアオコの発生・増殖状況を示している。外部と水の交換がない場合、池底から一定量の栄養塩の溶出があるために、池水のchl-aは490μg/ℓ前後で定常状態になっている。5ℓ/dの水の交換がある場合、外部との水の交換により底泥から溶出した栄養塩が池外に流出するので、chl-aは220μg/ℓ前後で定常状態になっている。

2) 流入負荷削減

流入水から栄養塩を除去する場合を、①溶存態-Pのみ除去、②溶存態-Nのみ除去、③溶存態のPとNを同時に除去の3ケース

キーワード：数値モデル、シミュレーション、富栄養化、池水、定量的評価

連絡先： 〒535 大阪市旭区大宮5丁目16番1号 TEL:06-954-4109 FAX:957-2131

$$\begin{aligned}\frac{dAP}{dt} &= \frac{q \cdot AP1}{V} + \frac{Q \cdot AP2}{V} - \mu \cdot PHD \cdot C1 \\ &\quad + KP + \frac{RELP}{V} - \frac{FSS \cdot \Phi_1 \cdot APOW}{V - (1 - \Phi_1)} \\ &\quad - \frac{(q + Q) \cdot AP}{V} \\ \frac{dPHD}{dt} &= \frac{q \cdot PHD1}{V} + \frac{Q \cdot PHD2}{V} \\ &\quad + (\mu - M_D) \cdot PHD - \frac{(q + Q) \cdot PHD}{V}\end{aligned}$$

ここにAP：溶存態P濃度、AP1：流入水の溶存態P濃度
AP2：処理水の溶存態P濃度、KP：懸濁態Pの分解速度
RELP：底泥から溶出する溶存態P濃度
PHD：chl-a濃度、PHD1：流入水のchl-a濃度
PHD2：処理水のchl-a濃度、μ：アオコの比増殖速度
M_D：アオコの死滅速度

図-1 溶存態P及びchl-aの反応速度式

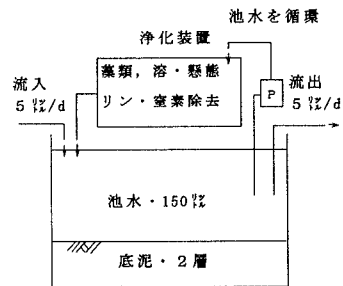


図-2 モデル池図

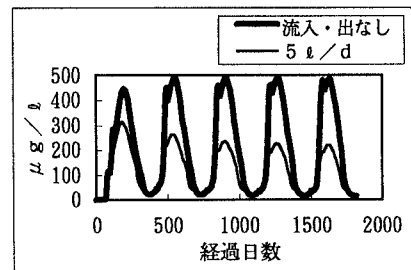


図-3 外部と水の交換がない場合と5ℓ/dの水の交換がある場合のchl-aの状況

に分け、さらに各ケースにおいて除去率を20%から100%まで段階的に変化させてchl-a値の増減状況を検討した。図-4は各ケースの各除去率における1624日目のchl-a値を示す。

3) 藻類の除去

池水の藻類を浄化装置により除去する場合を1日の処理水量により、①10ℓ/d、②30ℓ/d、③50ℓ/d、④150ℓ/dの4ケースに分け、さらに各ケースにおいて除去率を20%から100%まで段階的に変化させてchl-a値の増減状況を検討した。但し今回は、chl-aと懸濁態-P及び懸濁態-Nを同時に同じ割合で除去するものとする。図-5は、各ケースの各除去率における1624日目のchl-a値を示す。

4) 栄養塩除去

池水の栄養塩を処理水量150ℓ/dの浄化装置により除去する場合を、①溶存態-Pのみ除去、②溶存態-Nのみ除去、③溶存態のPとNを同時に除去の3ケースに分け、さらに各ケースにおいて除去率を20%から100%まで段階的に変化させてchl-a値の増減状況を検討した。図-6は、各ケースの各除去率における1624日目のchl-a値を示す。

5) 底泥からの溶出抑制

底泥からの内部負荷削減手法として、石灰散布をした場合のchl-a値の増減状況を検討した。石灰散布は計算開始後500日目に行なうものとし、20%から100%まで段階的に底泥からの溶存態-Pの溶出をカットできるものとする。実際の石灰散布では、散布した石灰の上に新しい底泥が堆積するに従い、カットできるリンの溶出量が減っていくと考えられるが、今回の検討では除去率は一定とした。また石灰によるpH上昇の影響等は、考慮していない。図-7に、各ケースの各除去率における1624日目のchl-a値を示す。

4. おわりに

今後は実際の池で浄化装置を運転し、本モデルによる計算結果の適合性を検証する必要があると思われる。また本計算モデルをひも状接触材ろ過装置に適用することを検討したい。

5. 参考文献

- 1) 細見正明・須藤隆一：湖沼底泥からのリン溶出モデルに関する研究、衛生工学研究論文集，23，15-29
- 2) 細見正明・岡田光正・須藤隆一：湖沼生態系モデルによる富栄養化防止対策の評価、衛生工学研究論文集，24，151-165
- 3) 李寅鉄・浮田正夫・関根雅彦・中西弘：水・底質モデルによる瀬戸内海の水質管理に関する研究、土木学会論文集，No. 545/II-36，101-112，1996. 8

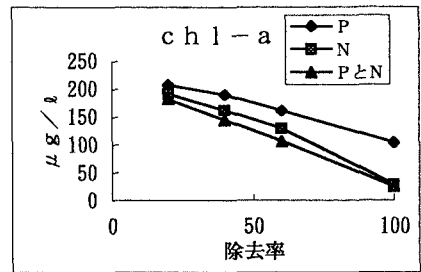


図-4 流入水の栄養塩を、3ケースに分けて除去した場合の、池水のchl-a値

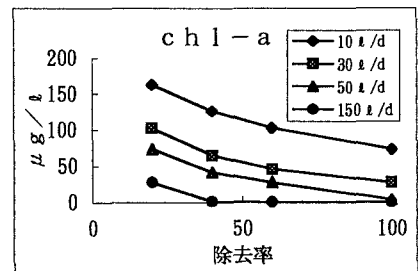


図-5 池水の藻類を、処理水量により4ケースに分けて除去した場合の、池水のchl-a値

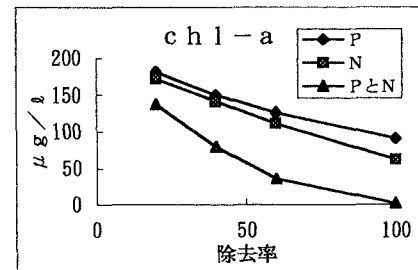


図-6 池水の栄養塩を、3ケースに分けて除去した場合の、池水のchl-a値

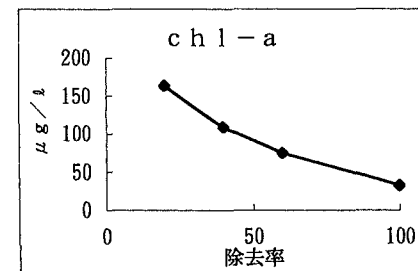


図-7 石灰散布により底泥からのPの溶出をカットした場合の、池水のchl-a値