

長期観測データを用いた湖山池の水質に関する考察

鳥取大学工学部 正会員 史承煥、増田貴則、細井由彦
鳥取大学大学院 学生会員 ○島村泰弘
鳥取県衛生環境研究所 南條吉之

1. 序 論

鳥取市北西部に位置する湖山池は富栄養化が進んでおり、水質環境基準が達成されていない状況が続いている。湖山池について長期的な観点から検討が行われた前例はほとんどなく、水質がどのように変化してきているかを確認できる文献が存在しない。本研究では、鳥取県衛生環境研究所が30年近く積み重ねてきたデータを使用し、富栄養化状態を示すChl-aに着目した上で、それに関わる水質項目とともに長期的な観点から捉えたものを考察する。さらに、富栄養化のメカニズムを確認するために、湖山池に対する流入負荷量と流出負荷量を再現し、考察していく。

2. 研究方法

まず、昭和50年4月～平成14年3月の水質データを利用して、湖山池の富栄養化状態を他の湖沼と比較検討し、富栄養化するにつれ起こる主要な変化具合の検討を行った。次に、種々の観点からの相関関係をChl-aを中心に考察した。最後に、1996年5月15日～2001年12月11日の湖山池におけるT-P、T-N、COD、SSの収支関係を再現化して考察を行った。その際の条件を表1のように定めた。なお、流入負荷量の算定にはWQMKLモデル（加藤 2003）を採用し、流出負荷量の算定は、湖山橋の1日毎の水位差と湖山池の表面積の積を流出量とし、それに物質濃度を掛けたものとした。

表1 物質収支の計算の条件

	物質濃度	雨天時負荷量	単位
流入負荷量	1日毎に桶間	考慮する	kg/day
流出負荷量	1ヶ月単位	考慮しない	kg/day

3. 結果と考察

修正カールソン指数（相崎ら 1981）を用いて、湖山池の水質を検討したところ、湖山池全体が富栄養化状態にあることがわかった。しかし、富栄養化の進行に対して影響が出るT-N、T-P、Chl-a、透明度、下層のDOはそれぞれ微量ながら良好の方向に向かっている結果が出た。ここで、一例として図1に中央部の透明度の経年変化を示す。これを見ると、27年間で約0.34m良くなっているという結果が出ている。これらのことから湖山池が富栄養湖となる現象が始まったのは昭和50年以前であると考えられる。

各水質項目の相関関係を見ると、Chl-aはT-Pとはほぼ池全体で、T-Nとは上層で相関が高いことがわかり、下層のT-NがChl-aの増加に影響を与えている割合が少ないことがわかった。しかし、T-PはChl-aにどれほどの影響を与えるかがはっきりしなかったのに対して、上層のT-Nは

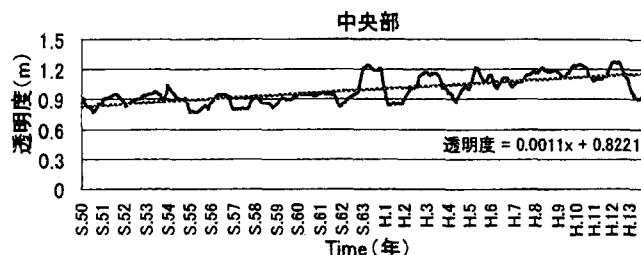


図1 中央部における透明度の12ヶ月移動平均

2mg/Lを超えると、Chl-aが100 μ g/L以上の大量発生をする可能性が高く、1mg/L以下であると、大量発生をする可能性が低いという明瞭な結果が出た（図2）。また、植物プランクトンは増殖にある程度の水温を必要とするが、Chl-aと水温の関係を見た結果、過去に30℃以上の水温では、Chl-aが大量発生をしていないことがわかった（図3）。また、SSは他の物質と異なり、上層より下層の方が低いことから、下層ではChl-a以外の無機態の物質等が多く存在していると考えられる。

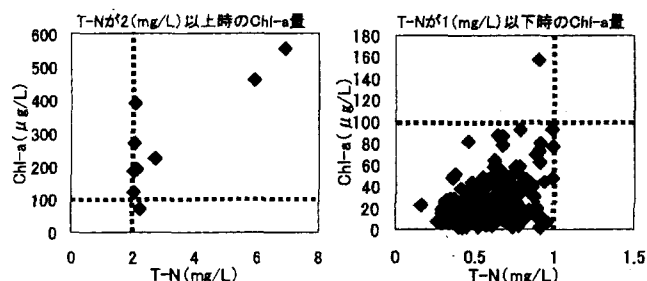


図2 中央部上層のT-Nが2 (mg/L) 以上のときと、1 (mg/L) 以下のときのChl-a量

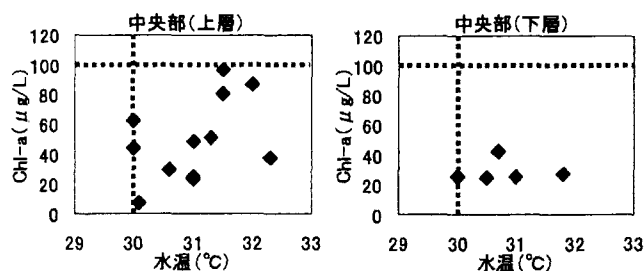


図3 水温30℃以上時のChl-aの濃度

降水量とT-P、T-Nとの相関を見たところ、降水量は2、3ヶ月後のT-P、T-Nに一番影響を与えていることがわかった（図4）。

さらに、湖山池の負荷量収支を再現したところ、いずれの物質も、かなりの量が湖山池内部に蓄積されていると考

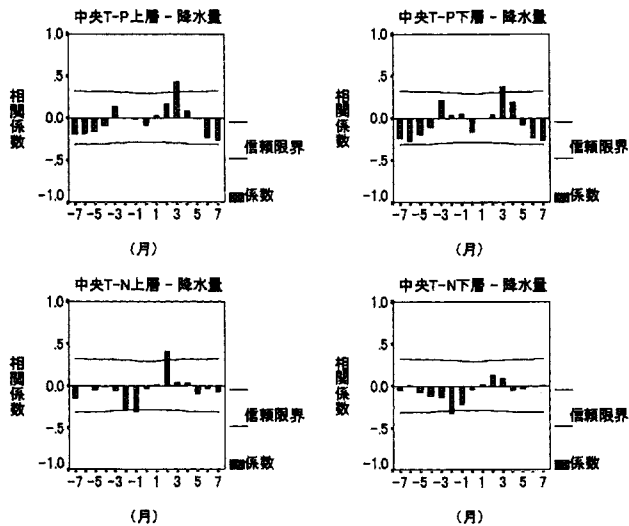


図4 中央部のT-P、T-Nと降水量の交差相関

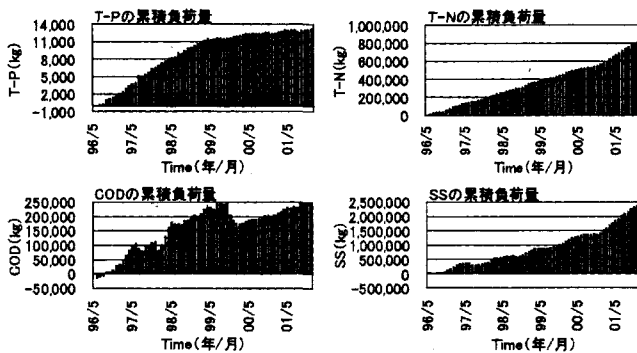


図5 T-P、T-N、COD、SSの累積負荷量

えられる(図5)。ここで、T-N、SSの増加傾向に比べて、T-Pの増加傾向は緩やかになっている。この現象について、T-P、T-N、SSの月平均の流入出負荷量の変動を調べたところ、T-Pは月日が経つにつれ、流出負荷量はそれほど変化していないが、流入負荷量が減少している傾向にあった。逆に、T-NとSSは2001年ぐらいから、流入負荷量が大きく増加し、流出負荷量はそれほど変化していないという結果が見られた(図6)。

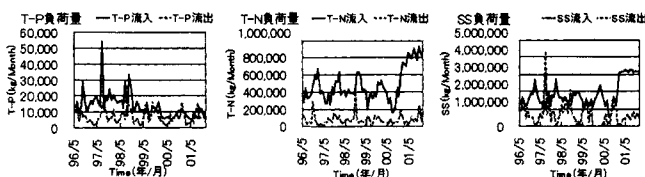


図6 T-P、T-N、SSの月平均の流入出負荷量の変動

最後に、湖水中における巻き上げ量または沈降量を推定した。その推定方法には、湖山池の今月の汚濁物質濃度と前月の汚濁物質濃度の差に湖山池の貯水量を掛けたものが、1ヶ月の蓄積負荷量より大きい場合は巻き上げが生じ、1ヶ月の蓄積負荷量より小さい場合は沈降が生じているという考え方を採用した。その結果、回数的にも量的にも沈降が巻き上げを上回っていることがわかった。表2に各汚濁物質の沈降発生回数を示す。これを見ると、5月の沈

降発生回数が目立つ。4月、6月の沈降発生回数がそれほど多い結果ではないことから、水田の代かきの時期(5月)が大いに関係しているのではないかとと思われる。次いで、11～3月の冬季における沈降発生回数が目立つ。これは湖山池が冬季停滞期となり、水温の逆成層が発生することから、鉛直混合がそれほど生じなくなるからではないかと考えられる。また、表3に各汚濁物質の巻き上げ発生回数を示した。これを見ると、T-P、COD、SSの巻き上げが起こる時期としては6月が一番多く、次いで4月、8月、9月となっている。逆に、12～3月に巻き上げが発生している回数は比較的少なかった。このことから、巻き上げは春から秋にかけて発生しやすく、冬季には発生しにくいと考えられる。つまり、湖山池では夏季に水温成層を形成しにくく、たとえ形成したとしても、池自体それほど深くないので、鉛直混合がなくなる可能性は低いと考えられ、春から秋にかけて循環期が続く年もあると推測される。

表2 1996年5月～2001年12月における

月毎の沈降発生回数

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	Total
T-P	5	4	4	1	6	2	5	1	4	4	5	5	46
T-N	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	68
COD	4	3	4	3	5	1	4	3	3	3	5	3	41
SS	5	5	4	1	6	2	4	4	1	3	5	6	46

表3 1996年5月～2001年12月における

月毎の巻き上げ発生回数

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	Total
T-P	0	1	1	4	0	4	1	5	2	2	1	1	22
T-N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COD	1	2	1	2	1	5	2	3	3	3	1	3	27
SS	0	0	1	4	0	4	2	2	5	3	1	0	22

4. 結論

湖山池は全体的に富栄養化状態にあるが、富栄養化が進行しているときに見られる、T-N、T-P量の増加、Chl-a量の増加、透明度の減少、深水層中の溶存酸素量の減少の兆候は見られなかった。よって、湖山池の富栄養化は停滞している状況にあると言える。一方で、湖山池内部にはT-P、T-N、COD、SSがかなりの量が蓄積されているという結果も出た。以上のことから、湖山池の現状は、富栄養化は停滞しているものの、富栄養化が悪化する要因を内部に蓄積しつづけているということがわかる。

今後の課題としては、物質収支について論じた際に用いた再現値の精度の向上が挙げられる。このためには現段階の計算に、池内における巻き上げや沈降等の内部構造を考慮しなければならない。

参考資料

- 相崎守弘、大槻晃、福島武彦、河合崇欣、細見正明、村岡浩爾(1981): 国立公害研究所研究報告、第23号、pp.13～31
- 加藤伸悟(2003): 流域湖沼統合モデルによる湖沼水質改善対策の比較検討、鳥取大学修士論文