

II-366

谷中湖における水質変化の解析とリンの季節的变化の予測

東京大学大学院 学生会員 岡田 康
 東京大学工学系研究科 正会員 黄 光偉
 東京大学工学系研究科 フェロー 玉井 信行

1. はじめに

近年、谷中湖(渡良瀬貯水池)の流入河川での人口集中により生活廃水が増加し、流入河川の水質が悪化してきており、その水の集水域である湖沼や貯水池の水質汚染が進行してきている。その結果、湖水の着色・異臭・富栄養化が生じ、利水上の弊害が出てきており、その水質を正確に把握する事が重要になってきている。

これまでに水質予測モデルとしては琵琶湖や霞ヶ浦等において、予測精度の高いものが提案されてきている。しかしこれらは、湖沼管理者が現場で用いるには複雑過ぎるという問題がある。そこで本研究では湖沼管理者向けの簡易なモデルを考える事を意識した。

湖沼の水質予測モデルの中で簡易なモデルとして、最もよく用いられているのが Vollenweider のリン負荷モデルである。このモデルは完全混合と貯水量一定の仮定に基づいて、リン濃度の年間平均値を与えるものである。そこで本研究ではこのモデルに対して貯水量変化を考慮に入れて、より短い期間つまり季節的な予測を可能とすることを目指した。

2. 谷中湖の水質

谷中湖は面積 4.5km^2 と広く、図1のように三つのブロックに分れている。水深は夏には 2m 冬には 6m となり、水深が浅い事と貯水量変化が夏と冬で大きいという特徴がある。建設省による定期水質観測や自動水質観測装置による水質観測結果、また本研究室で行った2回の現地観測の結果から見ても、各ブロック間・上下層での水質の差はほとんど認められず、完全混合の仮定は成り立っているといえる。

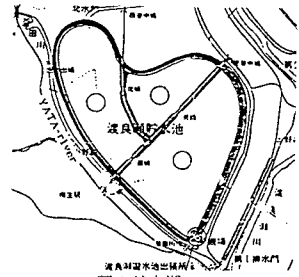


図1 谷中湖

解析には建設省の定期水質観測と自動観測装置の観測結果を用いた(観測地点は図1の○印)。平成6年から平成8年までの観測結果を各項目毎にプロットしてみて、その変化をみてみた。図2、3、4に示したのは、総リン、クロフィル a、N/P 比の変動である。総リンとクロフィル a のグラフを比較してみると、ほとんど同様な挙動を示しており、植物プランクトン量の変化にリンが大きく関係していることがわかる。藻類の異常繁殖の制限因子を考えるのに有効な N/P 比を見ると、夏期においては 10 以下になる傾向があるがその他の月では 10 を超えており、リンが制限因子となっているといえる。また、N/P 比は年々減少傾向であることもうかがえる。

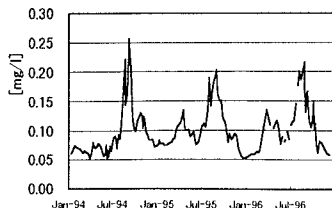


図2 総リン

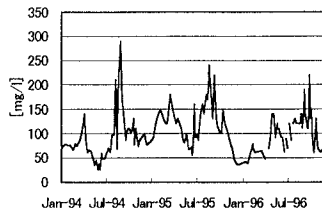


図3 クロフィル a

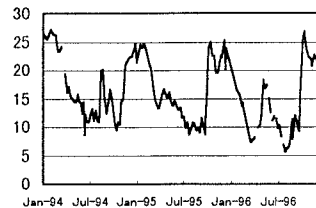


図4 N/P比

キーワード：富栄養化 水質予測 Vollenweider リン

連絡先：〒113-8656 東京都文京区 7-3-1 Tel 03(3812)2111 内線 6139

3、水質予測モデル

水質観測の結果から完全混合の仮定が成り立っていると、谷中湖を1つのブロックとして考える事とした。予測には Vollenweider のボックスモデル式である $Q_{in}C_{in} - Q_{out}C_{out} - SC_{out}A = 0$ に貯水量変化を考慮に入れて $Q_{in}C_{in} - Q_{out}C_{out} - SC_{out}A = \partial(CV)/\partial t$ とした。この式を変形して最終的に次式を得る。

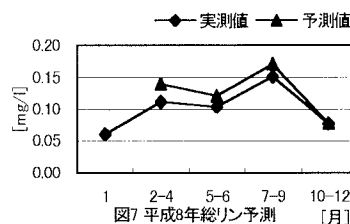
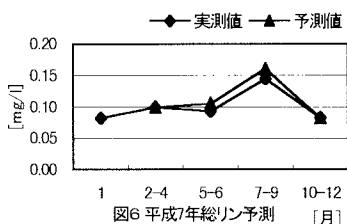
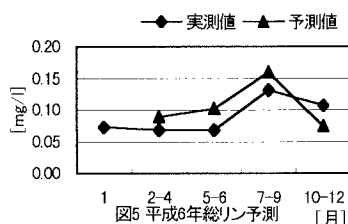
$$C_2 = (Q_{in}C_{in} - (x-y)C_1)/(x+y) \quad x = V/\Delta t \quad y = (Q_{in} + SA)/2$$

S は、沈降・巻き上げや溶出を一括して考えるための見かけの沈降速度である。S については、水深の低い夏期(7~9月)においては $S = q_s f^{0.5}$ ($q_s = Q_{in}/A$, $f = Q_{in}/V$)とし、その他の月には過去の水質データから求めたものを用いた。流出入量のデータは建設省の湖沼管理データを用いた。

流入水濃度については直接流入する水のリン濃度がわからないため、2つの流入河川(谷田川、渡良瀬川)のリン濃度と流量の比から $C_{in} = (C_y Q_y + C_w Q_w)/(Q_y + Q_w)$ (添字 y:谷田川、添字 w:渡良瀬川を表す)と仮定した。季節の分割方法は、谷中湖の貯水量変化を考慮に入れて毎年水位の高い 5-6 月と毎年水位の低い 7-9 月を一つの期間とし、その他を 2-4 月・10-12 月とし、1 月を初期値とした。

4、予測結果

モデルに基づいて予測した結果と実測値との比較を図 5、6、7 に示した。誤差は平成 6 年で $\pm 50\%$ 、平成 7 年で $\pm 15\%$ 、平成 8 年で $\pm 25\%$ の範囲で実測値と一致している。平成 6 年は豊水年、平成 7 年、平成 8 年は渇水年であったが、図 5 ~ 図 7 を見るとこのモデルは豊水年よりも渇水年に適用性が高いと考えられる。



5、相関関係

リンと他の水質項目との相関関係を出してみたところ、表 1 のようになった。これによると総リンと BOD、COD、SS との相関が高い。本モデルと回帰分析により、それらの濃度を予測する事も可能である。

表 1 総リンと他の水質項目の相関係数

相関係数	水温	pH	DO	BOD	COD	SS	クロロフィルa	水深	気温	N/P
総リン	0.01	0.11	0.10	0.87	0.75	0.80	0.57	-0.64	0.11	-0.66

6、まとめ

谷中湖の水質の特徴として、水深が浅いため湖沼の上部下部でほとんど水質の差が認められない事、ブロック毎にもよく混合されている事、4 月と 9 月に植物プランクトンが異常発生する事、植物プランクトンの異常発生の制限因子を示す N/P 比は年々減少傾向にある事がわかった。

Vollenweider の式に貯水量変化を考慮に入れたモデルと湖沼内部での沈降・巻き上げを一括して考える事によって、季節的なリンの濃度予測がある程度可能であることがわかった。

今後の課題として、流入水濃度の取り扱いをもっと正確なものにする事、本モデルでは夏期(7月から 9 月)以外は見かけの沈降速度を求める式が同じだが、それを各季節毎に考える事、植物プランクトンによる分解生成を簡単な形で式にあらわす事があげられる。

参考文献

「湖沼工学」岩佐義朗：山海堂、「ため池水質の簡易な予測モデル」土山ふみ 他：水環境学会誌第 18 巻第 10 号、「湖山池における水質特性」道上正規 梶谷治：水工学論文集第 38 巻。