

諏訪湖の富栄養化の数値実験

信州大学 大学院

川上晴章

信州大学 工学部 正会員 富所五郎 松本明人

1. はじめに ここ数年、「長野オリンピックまでに泳げる諏訪湖に」というスローガンとともに諏訪湖の水質改善が検討されている。それに伴い諏訪湖の水質及び、その影響を受ける天竜川上流部の水質を改善するために本研究を行う。

2. 基本方針¹⁾ 諏訪湖及び天竜川上流部の流域環境の把握を行い、水質予測モデル構築のために必要な基礎データを収集・整理する。モデルの基本的な構築方針は、水質予測を行うためのブロック分割については特に考慮する必要がないであろうとの判断から、水理流動については流出量のみを考慮した水収支モデルを考え、水質予測モデルについては植物プランクトンの消長を取り扱うことが可能な生態系モデルを採用することとした。また、水質予測モデルの構築に先立ち、水収支モデル、流入負荷量モデル及び水質予測モデルの考え方について討議検討を行った。これを受けて再検討を行い、諏訪湖水質予測モデルの構築を行った。

3. 水質予測モデルの概要^{2), 3)} 諏訪湖における将来水質を流域、流域河川、湖内などで実施される水質保全策の評価も含めて予測することのできるシミュレーションモデルを構築する。水質予測モデルについては、諏訪湖においては水質障害事象の一つとしてアオコが挙げられることから植物プランクトンの消長が取り扱えるモデルであることが必要不可欠である。従って、水質予測モデルは生態型モデルを採用するものとする。生態型モデルといっても様々なモデルが存在するが、本モデルで採用する生物は、植物プランクトン、動物プランクトンまでとし、魚類や、低生動物については、植物プランクトンや動物プランクトンに与える補食圧、その生活史が多年に渡るといった諸要因に関する知見が十分でないこと、及び水質予測の主要な予測項目が植物プランクトンとこれに関わる水質項目であるところから、モデルの煩雑さを避ける意味からも取り扱わないことにする。水質予測モデル中で取り扱う水質項目は、以下に示す項目である。

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1) 植物プランクトン 珪藻類、藍藻類、その他 | 2) 動物プランクトン |
| 3) 無機態窒素 | 4) 有機態窒素 溶解性非生命体、懸濁性非生命体、生命体 |
| 5) 無機態リン | 6) 有機態リン 溶解性非生命体、懸濁性生命体、生命体 |
| 7) 有機物 溶解性非生命体、懸濁性非生命体、生命体 | |

植物プランクトンについては、諏訪湖では、夏期に藍藻類が、その他の季節では概ね、珪藻類が優占する傾向にあり、またときには緑藻類が優占種となる場合もあることから珪藻類、藍藻類、その他といった取扱いとする。また、窒素、リン、有機物については洪水時に流入する懸濁性物質についての検討を可能にするという観点から溶解性物質と懸濁性物質を区別して取り扱う。

各水質項目の変化を表す式は概ね次のように表される。

$$\boxed{\text{水の変化}} = \boxed{\text{湖内での水質反応による変化}} + \boxed{\text{流入・流出による変化}}$$

・増殖・死滅・溶出・沈降・分解 etc

この水質の変化を設定した時間ステップごとに計算し、順に次のステップの水質を計算していく。

$$\boxed{\text{水質値}}^{T+1} = \boxed{\text{水質値}}^T + \boxed{\text{水質の変化}}^T \quad \text{※ 右肩の数字は時間ステップ}$$

4. 平成3年を対象とした現況計算 水質予測モデルを用いて諏訪湖における水質変化の再現を試みる。なお計算においては、ルンゲクッタ法を採用する。再現計算実施対象年次及び計算期間については、対象年は平成3年とし、また計算期間は平成3年1月1日～12月31日とする。気象データは平成3年における諏訪測候所の観測地(日射量については諏訪臨湖研観測値)を日データとして与える。項目としては日平均気温、日平均湿度、日平均風速、雲量、全日日射量の5項目である。計算開始時湖内水質については、長野県水質調査での

湖内3地点平均水質を平成 3年1月1日時点の湖水質とする。モデル式中の各係数の設定に当たっては過去の諏訪湖における研究などを参考とし、できる限り既往の知見の範囲内の計数値で現況再現ができるように努めた。

現況再現計算結果を図1～4に示す。まず、植物プランクトン現在量(クロロフィルa)についてだが、冬期における値が現実測値を下回っているが、その他の季節においてはある程度実測値に近い値で推移している。夏期に藍藻類が、その他の季節においては概ね珪藻類が優占する傾向にあり、また時には緑藻類などが優占種となっている場合もある。また、6月～7月にかけて、出水があり、その時にかなりの量のリン、窒素が流れ込む。これにより、夏期において植物プランクトンが増殖するためにクロロフィルa濃度が上昇する。CODについては 5月、6月にみられる濃度上昇が、実測値と異なる以外良好な結果であるといえる。先の植物プランクトンの濃度上昇が、同じく夏期においての有機物(COD)濃度の増加現象を引き起こしている。そして、ひいては諏訪湖の透明度の低下、沈降量の増加、底泥の堆積を招き、結果として水質汚濁の要因になっている。総窒素については 5月～9月にかけての濃度過多をのぞけば、ある程度の結果を得ているといえる。総リンについては実測値と似通った推移をしている。

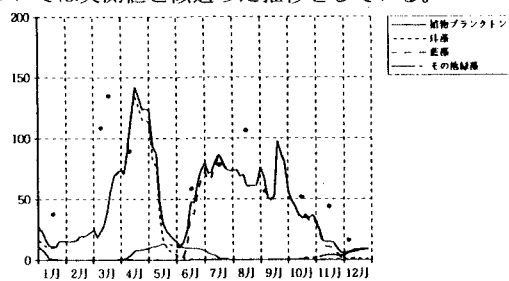


図1 クロロフィルa濃度表示 (μg/l)

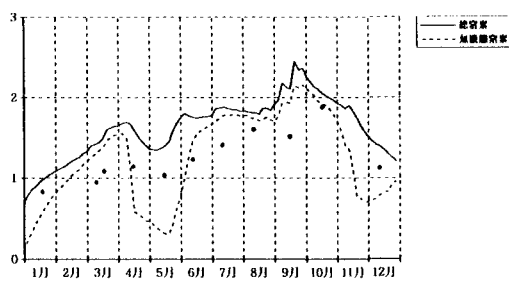


図3 窒素関連項目濃度表示 (mg/l)

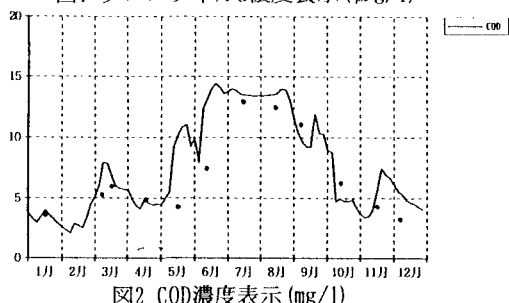


図2 COD濃度表示 (mg/l)

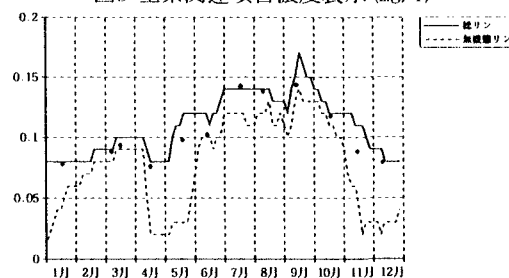


図4 リン関連項目濃度表示 (mg/l)

平成3年を対象とした現況計算結果 ※黒丸は実測値

5. まとめ 水質予測モデルによって数値解析を行ったが、モデルの妥当性については現況計算結果が実測と似通った推移をしており、ある程度信頼できるものといえる。底泥からの溶出、流入負荷の配分、また計数値の設定などについて未だ不明な点も残されており、現況計算結果について今後さらに検討を続けていく必要がある。

次に将来的な動向の水質改善手法として、植物プランクトンの栄養源である窒素・リンを除去し、植物プランクトン量を減少させるとともに植物プランクトンによる有機物生産を抑制させることである。また諏訪湖流域下水道整備を完全に行い、家庭排水や、工場排水などの人為的窒素負荷量・リン負荷量を削減することである。また、浄化用水の導入や、流入河川のバイパスといった対策についても考えなければならない。

【参考文献】

- 1) 天竜川上流部水質改善検討委員会: 天竜川上流部水質改善検討調査報告書, 建設省中部地方建設局, 1995.
- 2) 宗宮功: 自然の浄化機構, 技報堂出版, pp. 117～148, 1994.
- 3) 津野洋: 河川湖沼の水質予測, 1994年度 (第30回) 水工学に関する夏期研修会講義集, pp. A-8-1～A-9-27, 1994.