

愛知池における流れと水質変動の数値解析

中部大学 正 会 員 ○ 武田 誠 中部大学 フェロー 松尾 直規
新晃コンサルタント(株) 森川 陽介

1. はじめに 平成 10 年 8 月に愛知用水を利用する住民から「水がかび臭い」などの苦情がでた。これは、愛知県日進市、東郷町、三好町の 3 市町にまたがる愛知用水の調整池（愛知池）において植物プランクトンが異常発生しカビ臭を発生させたことによるものであった。本研究では愛知池における水質問題を検討するために、その基礎資料となる流れと水質の変動を数値解析により明らかにする。

2. 数値シミュレーション 流動解析に用いる支配方程式には、水の連続式、運動方程式、日射の影響を考慮した水温の収支式を用いる。ただし、 z 方向の運動方程式には静水圧近似の式を用いた。また、水質解析には、植物プランクトンの指標であるクロロフィル a の変動を中心に、有機態窒素、無機態窒素、有機態リン、無機態リンを取り上げた¹⁾。さらに、多数存在するパラメータ値の設定には、松尾によるとりまとめ²⁾を参考にした。

愛知池の水位は T.P.+59m~T.P.+70m まで変化する。このため、表層層厚の最小値が基準層厚の 1.6 倍の場合、層数を 1 つ増やし、基準層厚の 0.4 倍以下の場合層数を 1 つ減らす方法を用い、層が増える場合、前の表層の物理量を新しい表層と 1 つ下の層に分配し、層が減る場合、前の表層と 1 つ下の層の物理量から新しい表層の値を求めた。ただし、水位が上昇し新たに計算領域に含まれる格子では、その格子の下に水が存在しないため値の設定ができない。したがって、各層の新たな計算格子に対して、面が接する計算格子の格子番号を抽出し、その計算格子の層厚、流速、水温、水質（クロロフィル a 他）を新たな計算格子に受け渡した。なお、面が接する計算格子が 1 つの場合はそのまま受け渡し、2~4 個の場合はそれらの平均値を受け渡した。

3. 計算条件 図 1 に領域図を示す。計算格子の水平方向の幅はそれぞれ 40m とし、鉛直方向の幅は底層より 1~4 層は 2m、5~23 層は 1m とした。計算期間は 2000 年 6 月 5 日の PM12:00 から 19 日の PM12:00 (CASE 1) と、2000 年 4 月 10 日の PM12:00 から 7 月 19 日の PM12:00 (CASE 2) とした。なお、愛知池では計算対象期間における約 2 週間毎の水温や水質の観測データが整っているため、これらのデータから初期条件と境界条件を設定し、日射量や気温は名古屋地方気象台の値を用いた。さらに、CASE 1 では、愛知池内の 10 分毎の風速値を、CASE 2 では隣接する東郷 PA で計測されている風速値を用いている。なお、流入流量については、水位変動と流出流量から流入流量を求めた。

4. 観測値と計算値の比較・検討 CASE 1 の計算値と観測値の水位の時間変化を図 2 に示す。本図から水位の時間変化は計算値と観測値でほぼ同じ変動を示していることが分かる。
キーワード：愛知池、流動、水質、数値解析、クロロフィル a

連絡先：中部大学、〒487-8501、愛知県春日井市松本町 1200、TEL 0568-51-1111, FAX 0568-52-0134

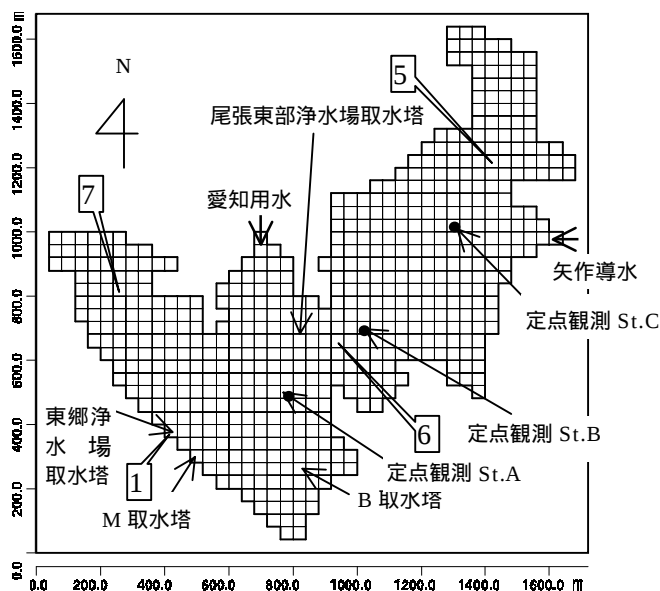


図 1 領域図

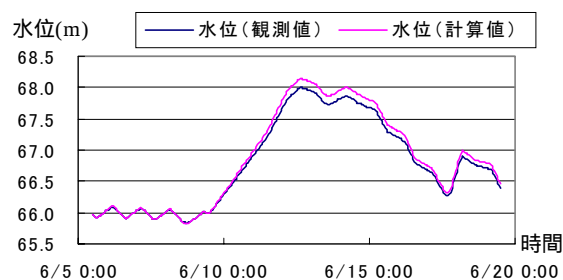


図 2 CASE 1 における水位変化

ただし、水位が 67m をこえたあたりから若干の差が生じている。この差が生じる原因として計算で用いた領域のボリュームが実際と一致していないことが考えられる。ただし、問題視するほどの大きな差ではなく、水の収支については良好な結果が得られた。図 3、図 4 に示すように、流速は北方・東方ともに計算値と観測値がほぼ同じ変動を示しており、その値も一致している。ただし、6 月 10 日付近で計算値と観測値の不一致がみられるが、これは比較的大きな時間スケールの変動であるため流入流量の不確かさの影響と考えられる。また、図 5 に示すように St.A の表層における水温の計算値は、観測値を十分に表現している。これら観測値と計算値の良好な再現性は St.B、St.C の表層でもみられた。しかし、計算された底層の流速値が東方・北方ともに観測値よりも小さくなっており、また水温変化についても、底層では観測値よりも高い値を示す結果となった。

CASE 1 における検討から、本モデルは、信頼できるデータがそろっていれば、十分に精度良く流れと水位そして水温を解析することができ、また、流速については表層において風の影響による吹送流を十分に表現できることが分かった。つぎに、約 3 ヶ月間の水質解析を対象とした CASE 2 の解析を実施した。図 6 に図 1 の 5 における 12 時の水位と表層水温、さらに、1,5,6,7 における 12 時のクロロフィル a と T-N、T-P の時間変化を示す。本図から、水位や水温の計算値は観測値を再現しているが、クロロフィル a の計算値は観測値を十分に表現しているとは言えない。時間的な変動や観測では 7 における値が高いが計算では表現できていないことなど改善すべき問題は残っている。これらは水質解析における境界条件の設定と用いたパラメータの設定に問題があるものと思われ、引き続き検討する必要がある。

5. 結論 今後は残存する課題を解決するとともに、流量操作に伴う植物プランクトンの増殖抑制について検討していきたい。

参考文献 1) 武田：流動制御設備

を有する貯水池での流動特性と淡水赤潮現象に関する数値解析，環境工学，第 37 巻，pp.435-444，2000．2) 松尾：湖沼、貯水池の管理に向けた富栄養化現象に関する学術研究のとりまとめ、水理委員会環境水理部会，pp.55-58，2000．

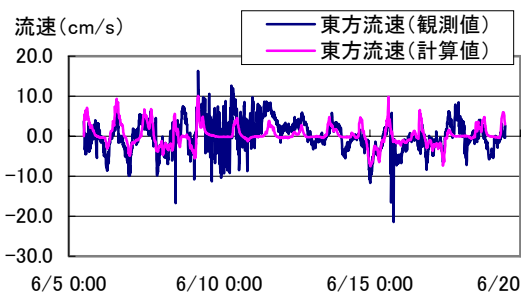


図 3 東方流速の時系列分布図 St.A

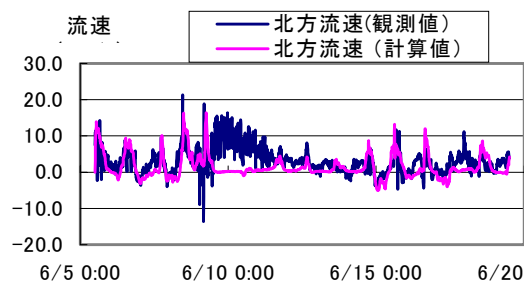


図 4 北方流速の時系列分布図 St.A

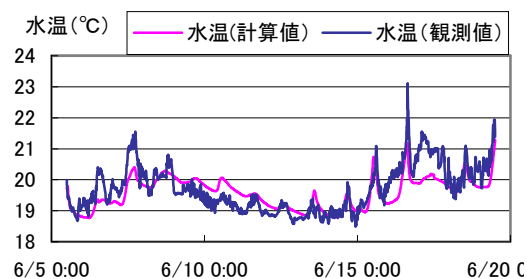


図 5 水温の時系列分布図 St.A

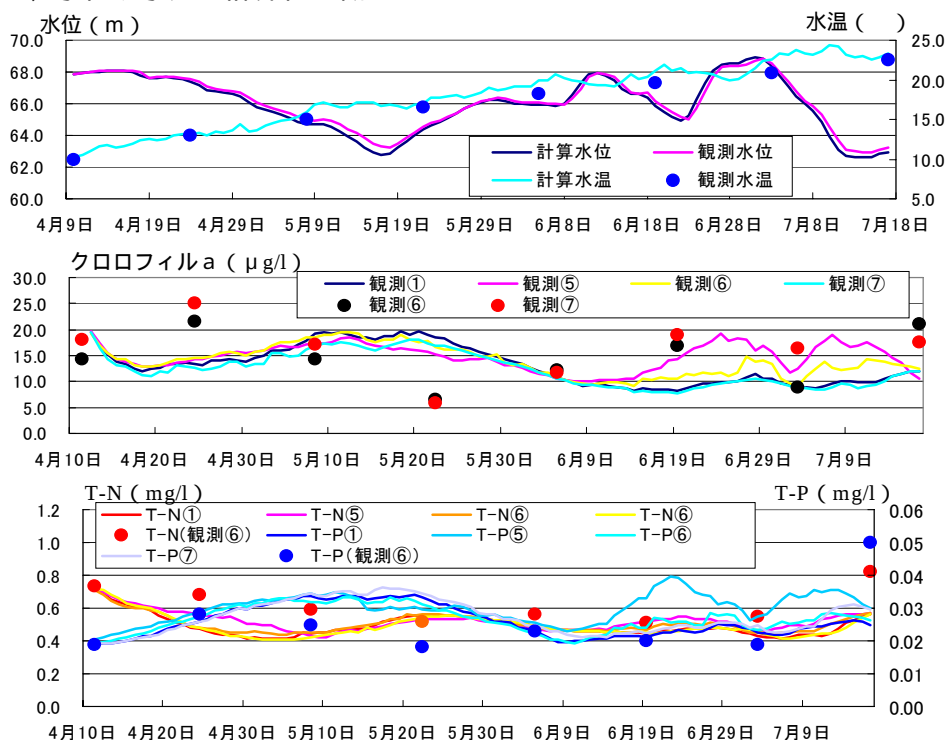


図 6 CASE 2 における水位、水温、水質の変化