

千葉工業大学 学員 O森 郁平 三品智和
千葉工業大学 正員 村上和仁 瀧 和夫

1.はじめに

閉鎖性湖沼での富栄養化を抑制するうえで、場の流況を把握する必要がある。しかし、閉鎖性湖沼での流れは緩慢であることが多く、流速計での測定は困難であることが多い。そこで、場の流況を知る方法の1つとしてFEMモデルに着目し、千葉県北西部に位置する印旛沼を対象としてコンピュータによる流況解析を試みた。また、流況解析の結果を印旛沼の植生および等水深線の図と比較し、FEMモデルの有効性について検討した。

2.解析方法

本研究で解析を行った西印旛沼は、面積5.29 (km²) に対して、平均水深1.7 (m)、最大水深でも2.5 (m) とその大きさに比べて非常に浅い湖沼である。そこで、場を平面的に捉え2次元解析とした。また、流速が遅いものと考えられるので、遅い定常流れを考慮し運動の方程式から加速度項を無視して有限要素解析を行った。また、流れが非圧縮流体であるとし、直角座標を x, y 、その方向の流速を u, v とおき、 μ を粘性係数、 ρ を密度、 f_x, f_y はそれぞれ x, y 方向の物体力であるとする次の方程式が得られる。

$$\frac{\partial p}{\partial x} - \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) = \rho f_x \quad \cdots \cdots (1)$$

$$\frac{\partial p}{\partial y} - \mu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) = \rho f_y \quad \cdots \cdots (2)$$

3.結果および考察

3.1 シミュレーション結果

印旛沼の非かんがい期である1月の平水時と降雨時の解析結果を示したものが図1-aと図1-bである。解析にあたり、沼へは平成5年印旛沼水収支集計より流入と流出の流量を計算し、各月別に平水時と降雨時について解析を行った。1月における印旛沼の平水時の流入は、鹿島川で0.6 (m³/s)、師戸川で0.2 (m³/s)、新川で2.3 (m³/s)。降雨時の流入は、鹿島川で9.0 (m³/s)、師戸川で0.6 (m³/s)、新川で7.0 (m³/s)、そして、捷水路では、条件を与えず自由な地点とした。また、降雨時には水門から排水しているので、捷水路から7.3 (m³/s) 流出しているという条件を与えた。また、常に工業用水1.8 (m³/s) および、上水道1.2 (m³/s) の取水を行っている条件を与えた。

図1-aより平水時には新川、師戸川からの流入水が工業用水、上水道取水口へと流れていく様子が見られ、北部へ流れていかない様子がみられた。また、捷水路からの流入水は、流速1 (cm/s) 未満とほとんど停滞している様子がみられ、捷水路から一本松下周辺まで同じように流速1 (cm/s) 未満の状態がつづいていた。工業用水、上水道取水口周辺では、1~2 (cm/s) 程度の流速がみられ、沼全体からの流れが集中しているという結果となった。図1-bから降雨時の流れは、新川、師戸川からの流入水が工業用水、上水道取水口へと流れていく様子と、流入水の一部が、捷水路方面へと流れている様子がみられた。鹿島川からの流入水についても同様に、その一部が捷水路方向へと流れていった。このことから、沼全体の流れが集中化せず、分散しているという結果が得られた。

キーワード 有限要素法 シミュレーション 流動特性 実流況

〒275-8588 千葉県習志野市津田沼2-17-1 TEL:047-478-0452 FAX:047-478-0452

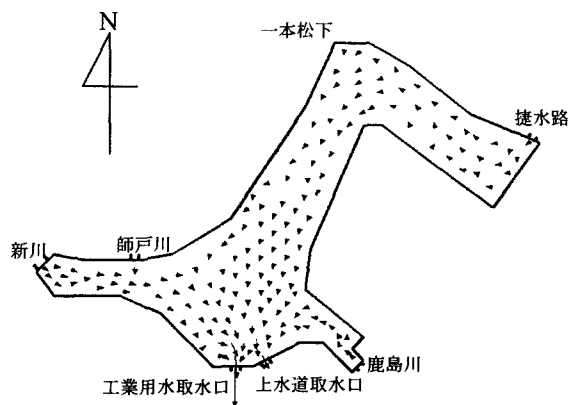


図 1-a 印旛沼の流速ベクトル図 (平水時)

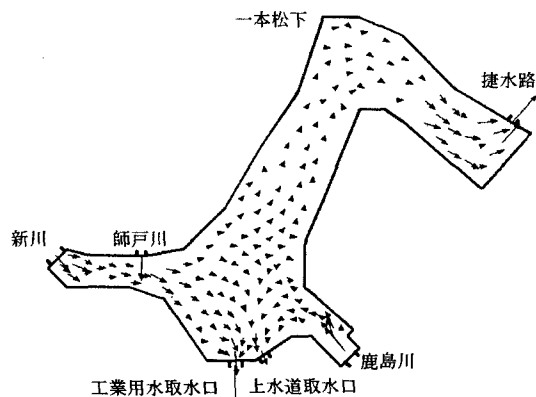


図 1-b 印旛沼の流速ベクトル図(降雨時)

3.2 環境要因からみた実流況との比較

次に、この解析結果を印旛沼の植生と等水深線の図を照合し、沼内の流動について比較した。植生ではヨシ、マコモ、ヒメガマは岸近くに生育し、オニビシは水深 1.8 (m) 程度の流れの穏やかな場所に生育している。そこで、植物の生育している箇所では流速が遅く、生育していない箇所での流速は比較的速いと考えられる。図 2 をみると、一本松下あたりでは、植物の生育面積が広く沼中心近くにまで分布しており流れが緩慢であると考えられる。また、工業用水、上水道取水口あたりでは、岸周辺での生育しかなく、沼中心での植生が見られないので流れが速いと考えられ、解析結果とも一致した。次に、等水深線では、水深の深い所では流れによって削られたと考えられる。図 2 をみると、河川からの流入地点では水深が深くなっている。また、印旛沼の北部では水深の深い箇所もあるが、全体的に浅い水深の部分が多く流速が遅いと考えられ、結果とも一致した。植生と等水深線から流心を推測すると、河川から捷水路方向の流心が考えられ、降雨時の解析結果と一致した。

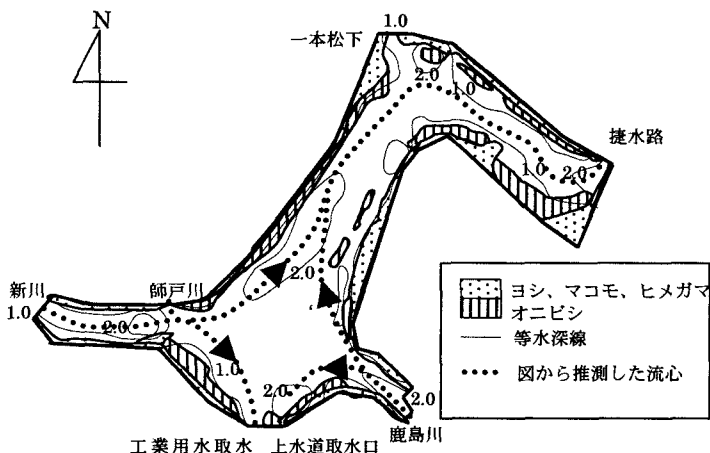


図2 印旛沼の植生と等水深線から見た流心図 (参考文献1、2より)

4.まとめ

本研究はFEMモデルを用いて印旛沼の流況解析を試みたものである。得られた成果は以下のようにまとめられる。

- (1) 平水時では河川からの流入水は、工業用水、上水道の取水に使われ、北部に流れ込まずその部分では、ほとんど停滞しており、また、沼全体の流れでは工業用水、上水道取水口へ集中している。
- (2) 降雨時では、新川、鹿島川からの流入水の一部が捷水路方向へと流れ捷水路から流れ出ていく。
- (3) 印旛沼の植生図と等水深線図から予想される流れと解析結果の流れが一致したことから、有限要素法による流況解析は現象全体の把握に有効であるといえる。

参考文献

- 1、印旛沼白書 (平成 7 年版) 1995 年 印旛沼環境基金 212p.
- 2、千葉県内湾水産試験場内水面分場調査研究報告第 3 号 (全国漁場環境保全基礎調査委託事業) 97p.