

(II-92) 有限要素法による手賀沼の流況解析

千葉工業大学 学 員 ○今井洋介・大島史彦・三品智和
千葉工業大学 村上和仁 正 員 瀧 和夫

1.はじめに

手賀沼に代表される閉鎖性湖沼での水質の変動は湖沼内の流れにも影響をうける。果たして、沼内ではどのような流況がみられるのか。そこで、本研究は手賀沼の水質変動を知るための第一段階として、有限要素法を用いた沼水の流動特性についてのシミュレーションを行うこととした。

2.解析方法

手賀沼は水深に比し、水平距離の大きな平坦な湖沼である。そこでいま、手賀沼領域を三角形要素に分割し、その数を 1198、節点数を 702 とし、二次元の有限要素法による沼水流況解析を行った。また、流れを二次元非定常流れ、 u, v をそれぞれ x 方向、 y 方向成分の流速成分、 Re をレイノルズ数とすると次のような式となる。

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u^2}{\partial x} + \frac{\partial uv}{\partial y} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{1}{Re} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \cdot \dots \dots \dots (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial uv}{\partial x} + \frac{\partial v^2}{\partial y} = -\frac{\partial p}{\partial y} + \frac{1}{Re} \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) \cdot \dots \dots \dots (2)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \cdot \dots \dots \dots (3)$$

3. 結果および考察

3.1 シミュレーション結果

手賀沼の流況予測結果を示したのが図 1 である。ここで解析にあたり沼へは年間平均流量を用い、大堀川 ($0.6\text{m}^3/\text{s}$)、大津川 ($0.8\text{m}^3/\text{s}$) より流入し手賀川より流出する系を考えた。沼への流入水の最大流量は $2.36\text{m}^3/\text{s}$ 、最小流量は $0.78\text{m}^3/\text{s}$ であり、その差はほぼ 3 倍にしかならないこと、また、その河川水の主な部分が流域内の生活排水と考えられることから、今、沼内への流入水量を一定として平均流量を用いて解析を進めることとした。以上の条件の下での計算結果は図 1 の通りである。

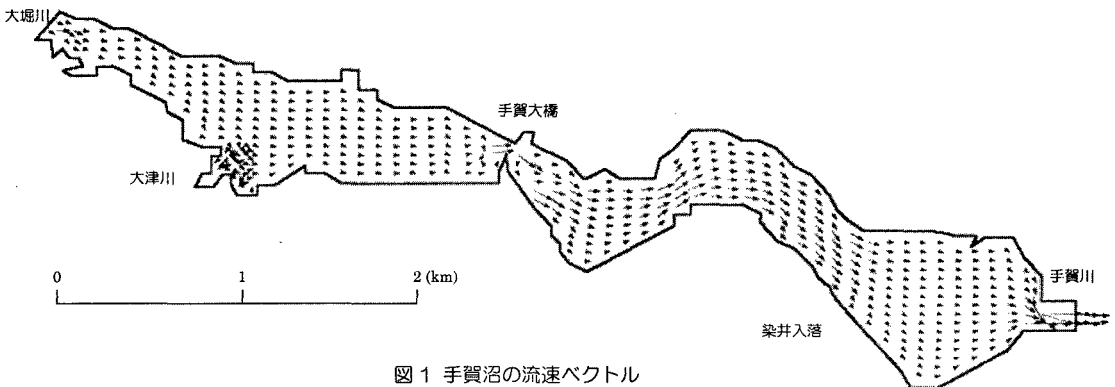


図 1 手賀沼の流速ベクトル

キーワード 閉鎖性湖沼 シミュレーション 有限要素法 流動特性

〒275-8588 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 TEL:047-478-0452 FAX:047-478-0474

図より大堀川から大津川の区間ではその横断面のほぼ中央部で大きい流速となる分布が、また、大津川との合流付近に近づくにつれて右岸側の流速が遅くなる傾向がみられる。大津川付近では、大堀川の水の一部は大津川河口へ逆流する様な流れとなる結果を得た。手賀大橋付近では流域が狭いため、縮流現象が現れ、一方、橋の直後の右岸では極端に流速が遅くなることがわかる。手賀大橋下流域から染井入落の区間の流況の特徴は流れが流下するにつれて左岸から右岸へと流心が移動するのがわかる。染井入落から沼の出口の手賀川の区間では流心と思われる、際立った高流速部分は認められず、特に右岸側の流速が遅いことが特徴的である。なお、手賀川に近づくにつれ流出のため速くなっているのが認められる。

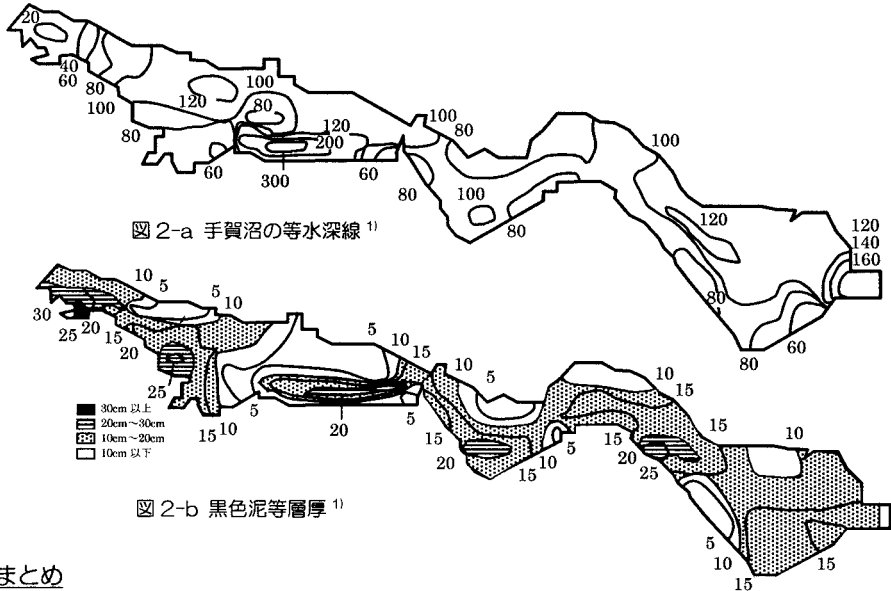
年間の最大、最小の流量についても同様であった。

3.2 流況解析結果と手賀沼水深分布・黒色泥等層厚との比較

次に、この解析結果を実測された手賀沼の等水深線（図 2-a）と黒色泥等層厚（図 2-b）を照合し、沼水の流動解析が示されているかを比較した。

図 2-a より、大堀川河口より大津川へ流下するにつれ右岸で水深は浅いが、大津川から手賀大橋の区間では右岸が極端に深い。また、手賀大橋付近では右岸で深さが浅くなっている。手賀大橋下流域から染井入落にかけて左岸が浅く、染井入落から手賀川の区間における左岸は水深が深くなっていることが特徴的である。よって、これらの特徴は大堀川から大津川までの区間、大津川から手賀大橋の右岸を除いて、解析結果からも推察されるところである。

一方、図 2-b に示す手賀沼の泥層厚より、大堀川河口より大津川にかけて右岸に層の厚さが、手賀大橋から染井入落にかけての区間では右岸を中心に厚い層が、また、沼の出口までの区間では左岸に堆積層の薄い場所が認められる。大津川から手賀大橋にかけて右岸に厚い層が確認できる。以上のことにより、底泥の堆積状況から沼水の流れの状況を予測すると、手賀大橋から染井入落の区間では左岸から右岸へ流心の移動が考えられる。また、大津川から手賀大橋にかけて流心がみられない。これらの点について相違がみられるが、特に大堀川から流下する流速分布では泥層厚分布と良い一致を示した。



4. まとめ

本研究では、有限要素法による手賀沼の流況解析を行い、高い精度で再現することができた。解析結果をみると、大津川付近では大堀川の水の一部が大津川河口へ逆流する現象、手賀大橋付近では縮流がみられ、また手賀大橋から染井入落の区間では流れの流心が左岸から右岸へ移動することが確認できた。

引用文献 1) 千葉県水質保全研究所(1984)