

II-92

檜原湖の湖水流動に関する数値解析

日本大学工学部 学生員 ○野呂 祐介 高橋 令 藤田 豊

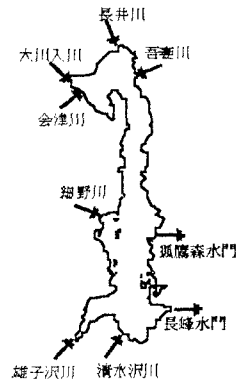
八戸工業大学 正員 佐々木 幹夫

1. はじめに

近年、様々な環境汚染が問題視されているが水環境もその例外ではない。そこで、湖沼などの閉鎖性水域における水質や流動状況を調査し究明することは水環境の評価に繋がる。本研究では気象条件に伴う檜原湖の湖水流動特性を明らかにする事を目的に数値シミュレーションを行った。檜原湖は図-1に示す通り、南北に9km、最大幅2.8km、総面積12.3km²、湖岸線長37.5km、最大水深31m、回転率1.2回/年、満水位標高822mの磐梯山の噴火によって形成された高地に位置する湖である。流入河川の7河川と流出部の2つの水門を考慮して流量条件を与え、湖内における流動計算を行った。ここにその調査、解析結果を報告する。

2. 計算方法および計算条件

計算方法としてFEMを用い、数値解析を行った。メッシュは要素点568、節点数358とした。また数値計算により、湖水流動を検討するために用いた基本式は、次の運動量保存方程式(1)、(2)と連続式(3)である。



△磐梯山

図-1 檜原湖概略図

表-1 計算条件

	取水量 (m ³ /s)		流入量 (m ³ /s)	風向・風速
Case	長峰水門	狐鷹森水門	一河川	(m/s)
A	15	15	5	南西に8
B	10	10	3	北に6
C	5	5	1	南東に4
D	0	0	1	南南西に2
E	0	0	1	無風

$$\frac{\partial u}{\partial t} - u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - f v + g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - A h \left[\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right] + g u \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H C^2} - \frac{C_f \rho_s}{2 \rho_w H} (V_w - V_s)^2 \cos \theta = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} - u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + f u + g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - A h \left[\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right] + g v \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H C^2} - \frac{C_f \rho_s}{2 \rho_w H} (V_w - V_s)^2 \sin \theta = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + u \frac{\partial H}{\partial x} + v \frac{\partial H}{\partial y} - Q_s \delta(x, y) = 0 \quad (3)$$

ここで、 x 、 y は水平面にそれぞれ東向き及び北向きを正にとった座標軸である。式(1)、(2)の左辺第1項は非定常項、第2項、第3項は移流項、第4項はコリオリ項、第5項は重力項、第6項は渦動粘性項、第7項は底面摩擦項、第8項は風応力項を表している。また、計算条件として表-1に示す通り、CaseA~Eの5通りの計算を行った。

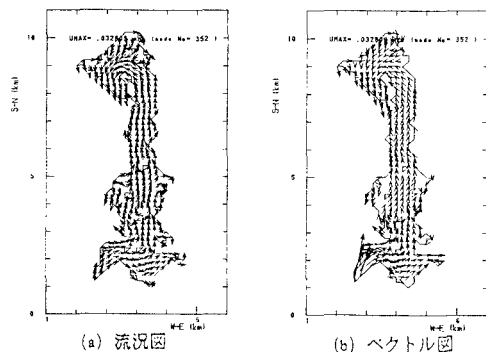
3. 結果及び考察

図-2はCaseAの解析結果である。(a)、(b)は各々、5時間後の流況図とベクトル図である。流況図から流れは南部水域において東向きの流れであるが、湖最深部においては北向きの流れ、北部水域においては西向きの流れであることが分かる。また、ベクトル図から流速は雄子沢川河口から長峰水門に向かうにつれ小さくなっている事が分かる。これは、河口から出た水域(入江)出口部分の島の影響で流れが遮られているためだと推測できる。ここでCaseB~Eをみてみると、流量を変えているに関わらず、長峰水門付近を除いて流況図にはほとんど変化がみられない。また風と湖水流動の関係をみるためにCaseDとCaseEを比較してみる。CaseEは流入量・取水量はCaseDと同量で風の影響を無くしたものであるが双方において流況図、ベクトル図共に殆ど変化はみられない。このことから、細長い形状の檜原湖のような湖では、湖水流動は風向・風速にはあまり支配されず、流入量や取水量などによる水面勾配、また湖自体の形状に支配されるという結果が得られた。

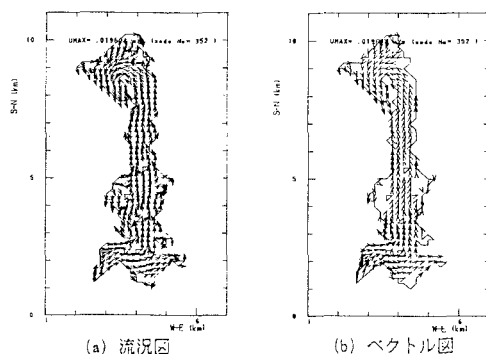
図一7は南北方向における5時間後の水位図である。距離0 km地点に北部に位置する長井川、9.4 km地点に南部に位置する長峰水門をとり、各地点における水位をみた。流況図と照らし合わせて見てみると、CaseA~Eのどの場合においても湖の流れは水面勾配に沿って流動していることが確認できた。

4.まとめ

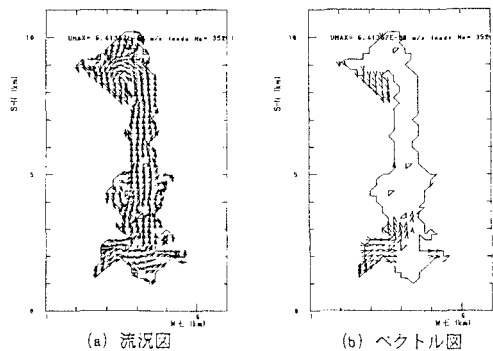
流入量、取水量、風向・風速について5個の計算条件を与え各々の解析をし、それを基に檜原湖の流動解析を検討した。湖水流動は風向・風速の変化では際立った変化は見られず、流入や流出などによる水面勾配、また湖自体の形状によって支配される事が分かった。また、各々の条件においての要素における流速の違いはあるものの、流向の差異は認められなかった。今後の課題として、風向・風速の変化と水位との関係を基に、より詳しい湖水流動の解析に努めたい。



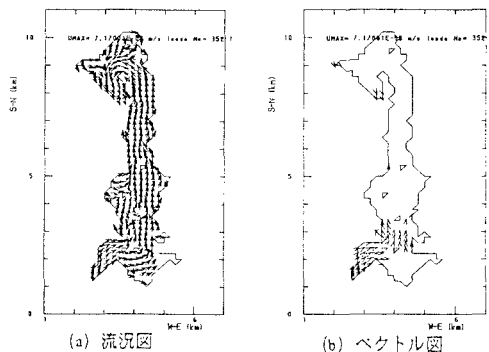
図一2 Case Aにおける流況図及びベクトル図



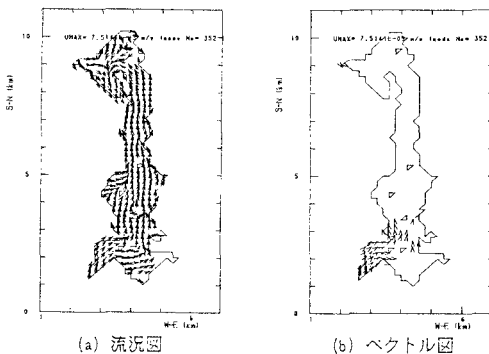
図一3 Case Bにおける流況図及びベクトル図



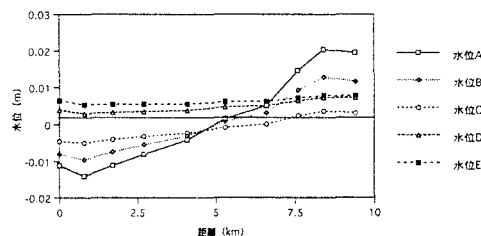
図一4 Case Cにおける流況図及びベクトル図



図一5 Case Dにおける流況図及びベクトル図



図一6 Case Eにおける流況図及びベクトル図



図一7 南北方向における5時間後の水位図