

II - 7

十三湖湖水流動特性

八戸工業大学 学生員○石井 茂 斎藤 啓市
正会員 川島 俊夫 佐々木幹夫

1. 研究の目的

十三湖（十三潟ともよばれ、青森県津軽半島西部の岩木川河口に位置し、湖沼面積：20.6km²、水面標高：T.P.0 m、最大水深：1.5 m、平均水深：0.8 mと浅く、流入河川は7河川あり、年平均気温：9.4℃、年平均降水量：1,113mmで水戸口で日本海に接する汽水湖である。）は、岩木川水戸口の改修工事の成功により、岩木川河口・十三湖の水質は遡上塩水量によって支配されるようになった。したがって、水環境管理を効率良く実施するには、遡上塩水塊の挙動の機構を十分に把握する必要がある。そのため、湖水流動特性がどのようになっているかを差分近似解法の一つ『ADI（Alternating Direction Implicit）法』を採用してFORTRANプログラムで計算解析し検討する。

2. 計算方法

十三湖の湖岸域から排出される保存性の拡散物質が流れにより移流拡散される過程を時間的に追跡する手法のうち、最も頻繁に用いられている二次元単層流れのモデルと、このモデルにより求められた流れ場での保存性物質の移流拡散の非定常解法について計算する。湖の流れは一般に三次元的であるが、二次元単層モデルは流れ・物質拡散の大局を把握する上では十分有用であり、モデルが簡単であること、パラメーターが少ないこと、使い易い点では他の三次元モデルに優る。二次元単層モデルの基本式は、流れに対しては非圧縮粘性流体の連続式・運動方程式を、また物質拡散に対してはフィック型の拡散方程式をそれぞれ全水深にわたって鉛直方向に積分することにより得られる。十三湖は最深部で1.7 mと浅く、水深方向に平均化した流れおよび物質移動の基礎方程式で十分に現象が再現できるものと考えられる。

2.1 運動方程式および連続式を水深方向に平均化された二次元流れの方程式

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}[(\zeta+h)u] + \frac{\partial}{\partial y}[(\zeta+h)v] = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fv + g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - A_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \frac{gu\sqrt{u^2+v^2}}{(\zeta+h)C^2} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + fu + g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - A_h \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \frac{gv\sqrt{u^2+v^2}}{(\zeta+h)C^2} = 0 \quad (3)$$

ここに、(x, y, z)：海面空間座標、 ζ ：水位、h：水深、f：コリオリのパラメータ、g：重力加速度、u, v, A_h ：それぞれ $-h \leq z \leq \zeta$ の間で平均化された水平流速成分と水平渦動粘性係数、C：海底粗度に関するシュジュー係数である。

2.2 二次元化された拡散方程式

$$\frac{\partial [(\zeta+h)c]}{\partial t} + \frac{\partial [(\zeta+h)uc]}{\partial x} + \frac{\partial [(\zeta+h)vc]}{\partial y} = \frac{\partial \left[(\zeta+h)K_x \frac{\partial c}{\partial x} \right]}{\partial x} + \frac{\partial \left[(\zeta+h)K_y \frac{\partial c}{\partial y} \right]}{\partial y} \quad (4)$$

ここに、c： $-h \leq z \leq \zeta$ の間で平均化された物質濃度、 K_x, K_y ：水平流の鉛直分布による移流分散を含んだ見かけの拡散係数である。

3. 十三湖、流れの計算における境界・流入出の指定方法

建設省東北地方建設局（青森県工事事務所）が実施した昭和60年度十三湖3級基準点測量により求められた『十三湖深浅測量水深素図（縮尺1/10000）』（以後、深浅図と記す）を参考にした。

深浅図が、100m間隔の格子の上に境界点および水深観測値の記入があるので、本計算法にも100m間隔の格子を適用し、西-東方向（西→東）をI軸、南-北方向（南→北）をJ軸として格子図面の作成を行った。

格子図面は、始点を（1, J）=（0, 50）とし境界近似点を1点ずつ検討して右回りで設定を行い、境界近似点を全て取り、境界線が出来上がった時点で、本計算例で河川流入点から流量のみを連続方程式に加えるという手法を取ったので、計算領域内に流入する河川（流量が小さい中小河川は無視）鳥谷川、岩木川1、岩木川2、山田川の河川流入点をそれぞれ1点の計4点を考慮した。図-1に十三湖の地形を示したが、これを100mメッシュで表わすと図-2のようになり、図-2には上述の流入、流出点を示した。

水深については、境界線内側つまり、十三湖湖水流動特性の計算領域内を深浅図より、100m間隔の格子上的水深観測値をそのまま格子図面に記入し、本計算に用いた。

図-2は、100m間隔の格子の境界線であるため、実際の十三湖の境界線（図-1）と比較すると若干異なるが、計算上ほとんど影響が無いように境界線を仮定している。

以上の方法で求めた十三湖の境界線、水戸口、各河川の流出入点の座標を元に計算を進めて行くことにする。

4. 結論

渦素子法での10分後の流れの計算状況では、 $\Delta t = 1/100$ 以下でないと収束しないので、現在AD I法を用いて計算中である。結果は発表日に報告する。

