

### 十三湖湖水流重力解析

八戸工業大学 学生員○橋本 充 青木 健一  
正会員 佐々木幹夫

#### 1. 研究の目的

十三湖は、青森県津軽半島西部の岩木川河口に位置し、湖沼面積：20.6km<sup>2</sup>、水面標高：T.P.0 m、最大水深：2.5 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。本研究は昨年に引き継ぎメッシュを細かく切り、検討範囲を水戸口まで拡大し日本海の深浦の潮位を与え数値計算することを目的としている。

#### 2. 計算方法

運動を支配する基本方程式として、連続の式と海面上下運動によって生じる流れの運動方程式を用いる。式には、底面摩擦力、コリオリ力、渦粘性力を加えた。ここに、運動方程式および連続の式を式（1）、（2）および（3）に示す。

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial Hu}{\partial x} + \frac{\partial Hv}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fv + g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - A_h \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \frac{gu(u^2+v^2)^{1/2}}{(\zeta+h)C^2} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + fu + g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - A_h \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \frac{gv(u^2+v^2)^{1/2}}{(\zeta+h)C^2} = 0 \quad (3)$$

ここに、 $(x, y, z)$ ：海面空間座標、 $\zeta$ ：水位、 $h$ ：水深、 $f$ ：コリオリのパラメータ  
 $u, v, A_h$ ：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-係数、 $g$ ：重力加速度、 $H = h + \zeta$ 、ただし  $h$  は平均水深、 $\zeta$  は潮位で平均水面からの鉛直変位で示される。

#### 3. 有限要素法とメッシュの設定

有限要素法とは、領域を要素と呼ばれる有限の大きさをもつ図形の集まりで置き換えて微分方程式の近似解を得る、数値計算法である。計算を行う前に十三湖を、図1のようにメッシュを切り領域の分割を行い要素節点番号を読み取った。十三湖のメッシュ図は、要素数658、節点数413で行った。

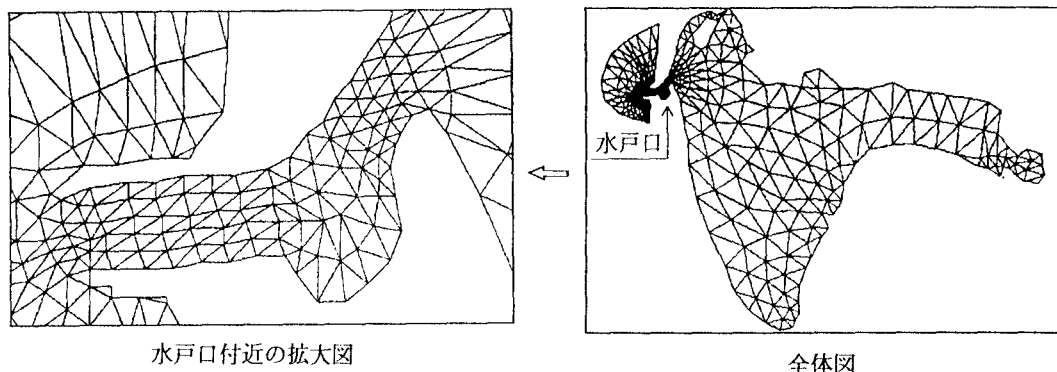


図1 十三湖のメッシュ図

#### 4. 計算結果

図2. (a). (b) 及び (c). は流況図である。この計算であたえている条件は深浦（日本海）で1994年11月4日の現地観測のデータである。なお岩木川と山田川の流入出は考慮していない。

図2. (a) は転流時の流況図であり、逆流（海から十三湖への流れ）から順流（十三湖から海への流れ）に変わり始めた図である。計算開始からそれ以前までは全て逆流であったのが、日本海の潮位が干潮に近づくにしたがって十三湖の水位が日本海の水位を上回るため流れが順流に移行して行くことが分かる。図2. (b) は干潮時の流況図であり、図2. (a) に比べさらに順流が進んだ状態を示し湖の流れの約半分が水戸口に向かって流れ始めていることが見て取れる。図2. (c) は満潮時の流況図であり、湖内の流れは完全な逆流状態になっていることが分かる。

#### 5. 結果

この24時間の計算による流況図の順流と逆流の変化においては、逆流の時間が多いことが分かった。湖の流れの変化においては順流・逆流に係らず水戸口付近から最初に変化していくことが分かる。その理由として十三湖の流れは、日本海の潮の満ち引きの影響を大きく受けていることが考えられる。水戸口は湖の平均水深0.8 m に比べて、3~10 m と深く、幅が狭いため流れが速くなるという結果が得られた。現段階では日本海の潮位だけの入力なので、これからの岩木川・山田川や諸条件によって、より確かな計算結果が得られると考えられる。

#### 6. 今後の課題

- ① 水戸口内の流れは、日本海の潮位変化に最も影響を受けやすいと考えられるので今後は更に詳しく調べていく。
- ② 今回の計算は、11月4日の1日分だけなので、今後は残りの3日間を含めた全体の比較をしていく
- ③ 岩木川・山田川の流量を入れた計算をする。
- ④ 河川流入量を考慮する場合、しない場合を比較、検討する。
- ⑤ 底面摩擦力、コリオリ力、渦粘性力の有無による影響を調べる。
- ⑥ 実測値との比較を行い計算精度の検討を行う。

<参考文献> 関野・岡田・佐々木：十三湖湖水流動特性、東北支部技術研究発表会講演概要  
PP. 138-139、1995.

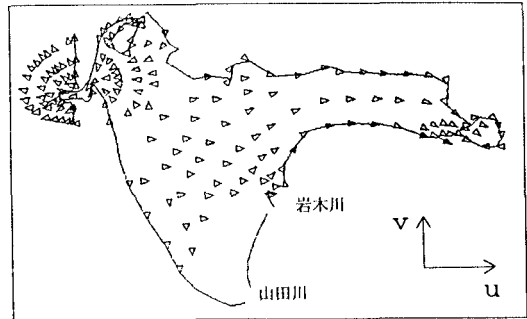


図2. (a) 流況図（転流時）

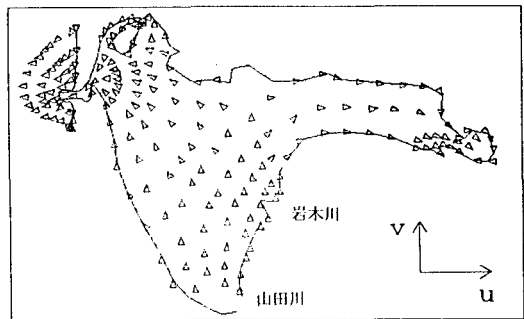


図2. (b) 流況図（干潮時）

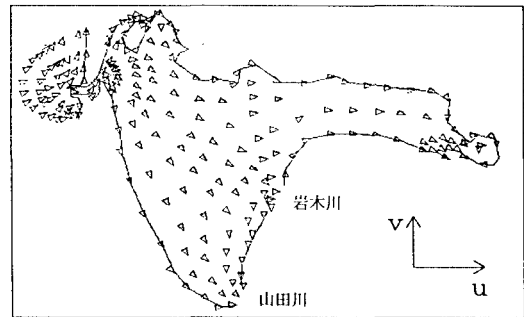


図2. (c) 流況図（満潮時）