

## 志津川湾内における流動の数値計算

東北大学大学院 学生員 ○松村勝之

東北大学大学院 正員 田中 仁

## 1. はじめに

沿岸海域での産業や生活活動が活発化する中、その環境状態を的確に把握し、維持・回復することは重要である。湾内外水の交換は湾水の流動によって生じる。湾水の流れは主として潮流、沿岸流、吹送流と密度流等に分類できるが、この内で支配的なのは潮流である。

本研究では、ACM-8M（電磁流速計）とADCP（超音波ドップラー流速計）を用いて宮城県志津川湾内を対象とした観測を行なった。また、コリオリ力と風応力を考慮した二層潮流モデルによる計算を行い、実測潮位や流速を比較した。この結果から湾の流動における潮流及び風の影響を検討する。

志津川湾に設定した側線を図-1に示す。実測の詳細については文献1)を参照されたい。

## 2. 観測方法及び観測地点

流速の経時変化の観測資料を得るために、自動記録装置付きの電磁流速計（ACM-8M）を湾内に係留した。観測地点は、図-1に示すとおりで、1997年は湾奥（荒島・水深17.0m）に設置した。1998年は湾口（荒砥・水深22.0m）ACM-8Mによる現地観測は夏期から冬期にかけて計9回（1997年8月3日～12月13日の間に3回、1998年7月8日～1999年1月12日の間に6回）である。設置した流速計の係留状態は1997年では荒島に水深2,15mであり、1998年では荒砥に水深2,18mである。流速計の測定間隔を10分間隔に設定した。風向風速の経時変化の観測資料を得るために、風向風速計を八幡川河口（図-1）に設置した。観測高さは約8mである。潮位データは志津川役場から入手した。

ADCPは、RD-Instrument社製の600kHzであり、鉛直分能1.0m、測定深度50mと設定した。観測方法は、測定時にADCPを舷側に固定し、船を4～5ノットの一定度で航行させることによって測線の流速分布を観測することができる。ADCPによる現地観測は、計8回（1997年8月4日～11月16日の間に4回、1998年7月8日～12月20日の間に4回）宮城県北部の志津川湾を対象として行った。

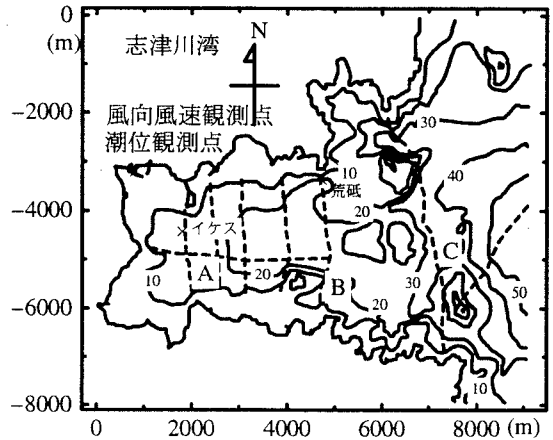


図-1 志津川湾内水深と側線位置

## 3. 潮流モデル

コリオリ力と風を考慮した二層の潮流数値モデルを作成した。風応力は以下の式(1)のように表現した。

$$(\tau_{wx}, \tau_{wy}) = C_f \frac{\rho_a}{\rho_s} \sqrt{(U_{10wx} - u1)^2 + (U_{10wy} - v1)^2} \cdot (U_{10wx} - u1, U_{10wy} - v1) \quad (1)$$

風の抵抗係数  $C_f = 1.3 \times 10^{-3}$ 、10mにおけるx,y方向風速 ( $U_{10wx}$ ,  $U_{10wy}$ ) x,y方向の上層流速 ( $u1, v1$ ) とした。

計算範囲は、志津川湾を中心として南北距離15.5km、東西距離15.25km、総水域面積約150km<sup>2</sup>の領域とした。空間格子間隔は250mの正方格子を採用し、時間間隔は安定条件から1秒間隔とし、基本式をADI法により解いた。計算パラメーターを水平混合係数  $0.01 \times 250^{4/3} \text{m}^2/\text{s}$ 、内部摩擦係数  $2.5 \times 10^{-3}$ 、そして上層厚5mとした。初期条件は、計算開始時点において計算領域内で一定の初期水位を与え、流速を上下層とも0とした。境界条件は海側境界として潮位を入力し、岸境界として流速0とし、風応力における風速は観測資料を以下の式(2)により補正し使用した。

$$U_{10} = \frac{U_{7.8} (\log 10.0 - \log Z_0)}{(\log 7.8 - \log Z_0)} \quad (2)$$

ここで、 $U_{7.8}$ は観測風速であり、海水面の粗度  $Z_0 = 1.0 \times 10^{-3} \text{m}$  とした。

計算対象期間は1997年8月3～5日までとした。

#### 4. 観測結果

計8回のADCP観測の結果から、1997年8,9,10月、1998年7,8,11,12月には、共通の水平構造として湾北部流入・南部流出の傾向がみられる。8月4,5日の観測では測線A,BとCを周回しながら観測を実施した(図-1)。この結果から、下げ潮から上げ潮にかけて、北部流入・南部流出の機構を保持しながら、流入・流出成分の割合が変化していくのが見て取れる(図-2)。下げ潮時(図-2-上, 8月4日10時頃)における南部下層の流入の卓越は、同温同密の外海水の侵入と、西風(風速3~4m/s, 図-3)により上層に吹送流が発生しその補流が発生した影響と考えられる。また、1997年9月の観測では湾の流況が逆転した。1997年8,10,11月、1998年7,8,11,12月は大潮での観測であり、9月は小潮時であったので、湾北部流入・南部流出という構造は、潮流成分の大きい時の構造と考えられる。

#### 5. 計算結果

湾内の潮位観測点(図-1)の波形についても良い一致が得られた。側線B(1997年8月4日午前10時頃)におけるADCPの観測値と潮流モデルの計算値を図-4に示す。ADCP観測値(図-4左)は潮流数値計算の空間格子間隔250mごとに上層と下層を分割して平均化したものである。観測値から、西風が卓越している影響により上層に吹送流が発生し湾水が流出し、その補流として下げ潮時にも関わらずに下層から流入するという傾向が分かる。潮流数値計算でも傾向を表現することができた。また、志津川湾内の流動の特徴である北部流入・南部流出の傾向を再現することができた。

#### 6. おわりに

湾内の流動における潮流と風の影響を検討した。志津川湾内の流動に潮流及び風に風が、大きな影響を与えていることを確認した。今後、より局所的な流れの強度までも再現出来るように、空間格子間隔を細かくし、さらに、密度流の考慮や層数を増やすことにより、流れの水平、鉛直構造の再現性の向上が期待される。

#### 謝辞

本研究の調査を行うに当たり、志津川町及び同海浜高度利用センターの協力を頂いた。ここに謝意を表す。

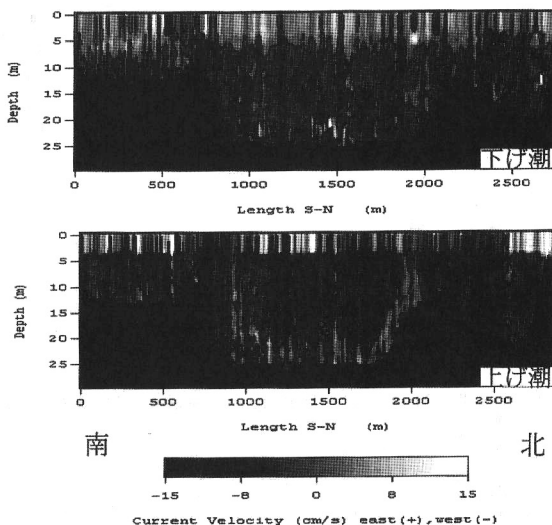


図-2 東方流速の鉛直構造、観測値

(上: 側線B, 下げ潮時, 下: 側線B, 上げ潮時)

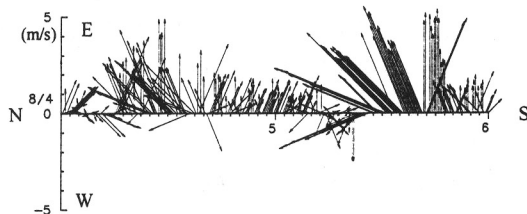


図-3 風ベクトル (1997年8月4,5日)

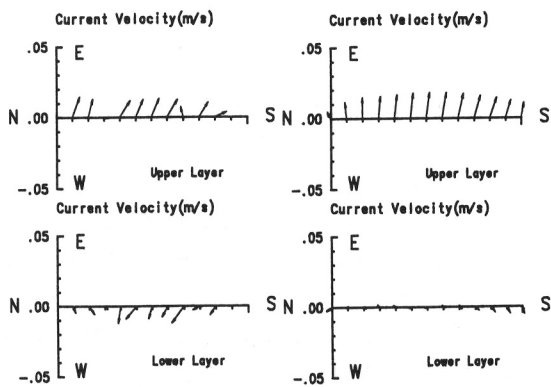


図-4 側線Cにおける上下層の流速

(8月4日午前10時頃, 左: 観測値, 右: 計算値)

#### 参考文献

- 1) 永澤 豪他 (1998): ADCPを用いた志津川湾内流動の観測, 海岸工学論文集, 第45巻土木学会, pp.396-400