

II-259

成層化した内湾における海水交換の現地調査

東北大学大学院 学生員 ○林雄一郎

東北大学工学部 正 員 田中 仁

東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1. はじめに

内湾の水質改善には海水交換が重要な要素となる。ここでは気象あるいは外洋からの影響に対する成層化した内湾の応答を現地調査により考察を行う。

2. 観測データ

近年、栽培漁業の活発化により湾水の水質悪化が進む宮城県志津川湾(図1)を本研究の対象とした。内湾においては、流速計ならびに水温計を長期係留し流況観測を、さらに湾奥(図1)に設置した潮位計により潮位観測を行った。また沿岸については宮城県水産研究開発センターの定置観測点における表層水温・塩分濃度のデータを、海流については東北画像データベースTIDASのNOAA衛星の熱赤外線画像を用いた。気温、風向・風速、降水量などの気象条件はアメダス志津川地点でのデータである。

3. 急激な水温変化現象例

3.1 水温急変が見られた6月6日の例

図2の上の2段は6月6日前後の水温変化と潮位変化である。これを見ると6月6日以前あるいは以後の水温変動は、潮汐に対応しているが、底層で6月5日の午後から水温が上昇し6月6日には潮汐に依存せずには一定の値を保っている。特にこれは表層で顕著に見られる。また図3は湾口(荒砥)と湾奥(イクス)の等温図である。これを見ると6月6日前後に暖水塊が貫入し、さらに湾口と湾奥で極大値に時間差があることが確認できる。図2の下段の2段は同時に測定した流速計の記録を示している。水温の上昇とともに底層では流れの向きが東向きから西向きに転じ、水温一定の期間には表層で流速の西向き成分は3cm/s、底層で9cm/sとなっている。この時の三陸沿岸の海況を、NOAA衛星画像で見たものが図4である。灰が濃いほど高温を表す。ただし、黒色は低温、白色は雲と陸地である。水温急変以前の6月5日と水温急変が観測された6月6日を比較すると、沿岸域に黒潮系の暖水塊が接近しているといえそうである。

3.2 急水温低下が見られた7月4日の例

図5は7月4日前後の水温変化と潮位変化及び風の様子である。これを見ると水温は7月4日前後より0.2~0.5℃低い値で安定しているのがわかる。また、この期間には最大4m/sの西風が卓越している。潮位差は最大150cmで大潮に向かっている。

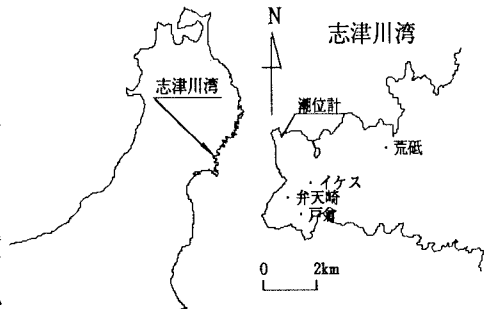


図1 志津川湾の位置及び観測点の位置

— イクス上層 イクス下層

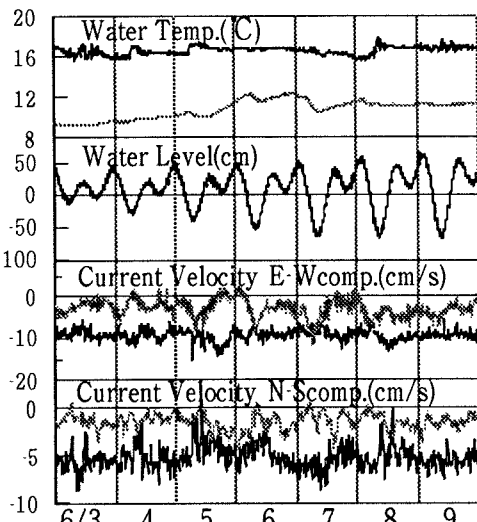


図2 各種観測データ (1994/6/3~6/9)

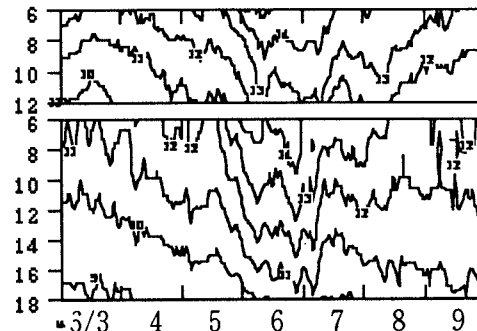


図3 等温線(上:イクス、下:荒砥)

4. 水温急変現象と対応する外因

4.1 外海との密度差による海水交換現象

湾口沿岸に外海から黒潮系あるいは親潮系の密度の異なった水塊が存在するとき、密度偏差に起因する圧力勾配力によって密度流が発生する。Benjamin (1968) は湾内に侵入してくる密度フロントの移動速度 C を次のように導いている。

$$C = \frac{1}{2} \sqrt{g \frac{\Delta \rho}{\rho} H} \quad (1)$$

ここで、 g ：重力加速度、 $\Delta \rho / \rho$ ：フロントと周囲流体の相対密度差、 H ：水深である。いま、志津川湾の平均水深として20m、相対密度差として0.12%を採用すると(1)式から、移動速度は25cm/sとなる。沿岸域に暖水塊が接近していると考えられる、6月6日の例では、湾奥と湾口で測定した水温の極大値出現の時間差と2点間の距離からフロントの移動速度は18cm/sとなる。理論値の方が大きいのは、実際には湾軸方向に水深変化があり、さらに侵入水は三次元的構造を持つので、流れの向きの分散があるためと考えられる。

4.2 西風時に発生する海水の挙動

西風が湾内の上層水を湾口に、すなわち東向きに吹送すると、その補流として外海の冷たい水が下層から流入してくる。この結果湾水の急激な水温の低下が見られる。堀井ら(1994)は西風パラメータ W と潮汐パラメータ Δt を定義し、水温低下量 ΔT を次のような予測式をたてている。

$$\Delta T = (0.0146W - 0.0186)\Delta t \quad (2)$$

(2)式を7月4日の例に適用すると図6のようになる。ただし実測による水温低下量は24時間前の水温と比較したものを時系列データとして扱っている。極大値の出現に時間差はあるものの水温の変動パターンは一致している。

5. おわりに

(1)式は侵入水のフロントの最大移動速度を与えるものとしては、比較的有効であろう。また、西風時に補流として水塊が侵入してくる速度は湾水の成層条件により異なると考えられる。このため予測値には実測値と比較して応答の差が現れると予測される。今後、さらに実測値を蓄積し、予測式の改善を行う予定である。

謝辞：本研究を行うにあたり、志津川町高度海浜利用センターの全面的な協力を得た。また、本研究の一部は、文部省科学研究費一般研究Bの成果であることを付記する。

参考文献

- Benjamin, T.B. (1968): Gravity currents and related phenomena, J. Fluid Mech., Vol.31 Part2, pp209~248
堀井久義・田中 仁・渡邊健二・首藤伸夫 (1994): 志津川湾における湾水交換の現地観測、海岸工学講演集、第41巻、pp1091~1095



図4 NOAA衛星画像
(左：6月5日、右：6月6日)
黒色は低温、白色は雲と陸地

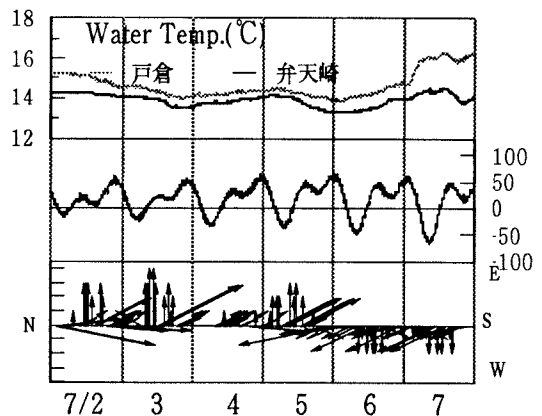


図5 各種観測データ (1994/7/2~7/7)

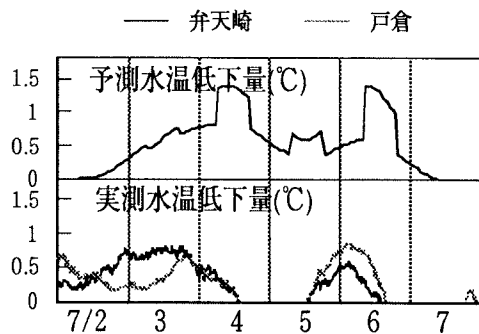


図6 予測値と実測値の比較