

強風時に見られる志津川湾内の流動について

東北大学大学院 学生員 ○松村 勝之
東北大学大学院 正会員 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。著者らは志津川湾を対象として湾内の流動と水質との関連を調査した¹⁾。その中で、湾奥から外海に向けて吹く強風が湾内の流れに大きな影響を持つことを明らかにした。ただし、風速データとしてAMeDASによるものを用いたため、データ間隔が粗く十分な検討を行うことが出来なかった。そこで、独自に風速計を設置してより詳細な気象観測を行うとともに、湾内の上下層の流速及び水温鉛直機構を対象に観測し、海水交換発生機構を気象条件や外海条件を考慮に入れて考察する。

2. 観測方法および用いた観測データ

流速・水温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、IC水温計を湾内に係留し、15分間隔で観測した。観測地点は、図-1に示すとおりで、湾奥(イクス・水深17m)と湾口(荒砥・水深22m)である。また、図中のイクスにはDOメータも設置されており、測定高さは海底から2mである。風向風速は、八幡川の河口部に風向風速計を設置することにより、10分間隔で観測した。風速計の設置高さは海面上約8.0mである。

3. 観測された水温急変

3.1 強風における水温急変

観測は1996年6月28日から8月2日まで36日間にわたり行われたが、この間大小合わせて16回程度の海水交換によると思われる水温急変が観測された。また、以下では、このうちのもっとも顕著な例として平成8年7月6日の観測結果を示す。

図-2には、(a),(b)に、八幡川の河口部での風向、風速、(c),(d)に、イクス地点での海面2mと、海底2mでの東方流速及び水温を示し、そして、(e)にイクス地

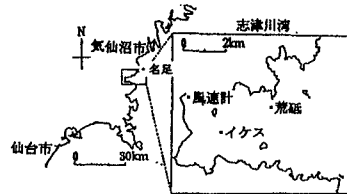


図-1 地図

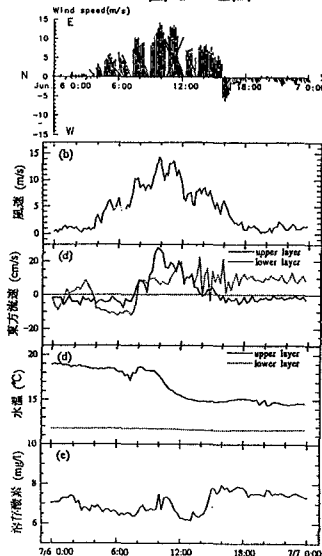


図-2 各種観測データ(1997年7月6日)

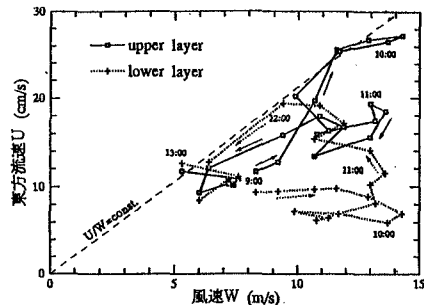


図-3 風速と東方流速の関係 (10分間隔)

Key Word : 流動, 強風, 志津川湾

連絡先: 仙台市青葉区荒巻字青葉 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻環境水理学講座 Phone 022-217-7515

点でのDO濃度を示した。7/6 9:30頃に急激な水温低下が見られる。この時期図-2(a),(b)に見られるように東に向かう強風が卓越しており、堀井ら¹⁾と同様に湾口に向かう吹送流の発生に伴い下層の低温水が湧昇したものと考えられる。

図-3は風速Wと東方流速Uとの関係を示したものである。風速10m/secを越え始める9:00から9:30まで、表層流速はほぼ $U/W = \text{const.}$ の関係を満たしているのに対し、底層は一定の流速を保ったままである。その後、9:30以降から上層流速が直線関係からはずれ減速する。これに対し、底層流速が加速する。これは、風応力による鉛直方向の運動量の拡散による現象と考えられる。11:30には上下層ともほぼ同じ速度を有し、12:00以降は $U/W = \text{const.}$ の線上に回帰している。

図-2(e)で示したとおりDO濃度の低下は、水温低下の約1時間後に低下を始める。このDO低下は、西風が卓越することにより、生じた流れが湾内の貧酸素水塊を観測地点に移動させたことによるものであると考えられる。その後、14:30にはDO濃度の上昇が見られ、これは水温の回復よりも早い。これは、貧酸素水塊が西風による海水交換の寸法に比べて小さい事を意味している。また、堀井らの報告に比べてDOの回復が早い。

3.2 密度差による海水交換

観測期間は8月9日から9月24日まで行った。観測項目と観測地点は前回の観測と同様である。このうち最も顕著な観測例を図-4に示す。図-5はイクスと荒砥における水深2mにおけるそれぞれの水温と名足で実施している宮城県水産研究開発センターで定置観測を行っている塩分濃度である。図-4及び図-5を見ると、8月15日における水温急変は荒砥がイクスより4時間早い。荒砥とイクスの東西方向に、2800m離れている。このことから、荒砥からイクスに移動した冷水塊の移動速度は、21cm/sとなる。

沿岸に親潮系あるいは黒潮系の密度の異なった水塊が接近すると、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。Benjamin²⁾は湾内に侵入する密度フロントの移動速度Cを以下のように導いている。

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

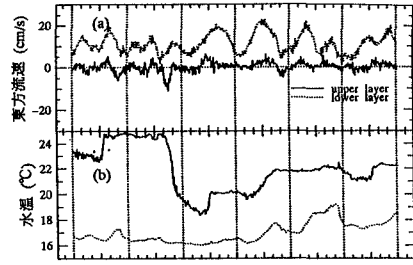


図-4 観測データ（イクスでの東方流速(a)、水温(b)）

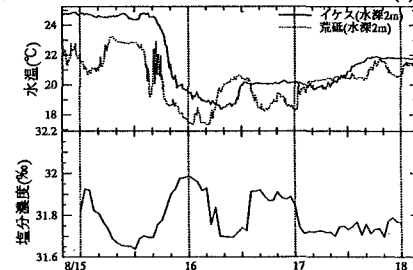


図-5 イクスと荒砥の水温と名足での塩分濃度

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。相対密度差を0.13%とし、志津川湾の平均水深を18mとすると、(1)式から冷水塊の移動速度は27cm/sとなる。観測値と理論値の差は、志津川湾の水深は、湾軸方向に変化している。また、冷水塊の侵入は三次元構造を有するので、流れが分散する影響ではないかと考える。

4. おわりに

西風による送吹流と湧昇流が主要因となる現象について詳細な解析を行った。湾内に滞留していた貧酸素水塊が運動を開始したために、DO濃度の低下が発生したと考えられる。このように、海水交換により常に綺麗な水が現れるとは限らず、水質が悪化する事もある事が分かった。湾内の浄化の点からもこのような貧酸素水塊の移動を解明していくことが重要である。また、南三陸沿岸は、塩分濃度の異なった親潮や黒潮そして津軽暖流がお互いに影響しあい複雑な海況を形成している。これらの塩分濃度の異なった水塊が志津川湾に侵入すると短期間で海水交換が行われる。

参考文献

- 堀井他：志津川湾における湾水交換の現地観測，海岸工学論文集，第41巻，pp.1091-1095，1994.
- Benjamin, T.B. : Gravity current and related phenomena, J.Fluid.Mech., Vol.31 part2, pp.209-248