

II-108

大船渡湾における水質構造生成に関する現地観測

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○高橋 研也
東北大学大学院工学研究科 学生会員 佐藤 博信
東北大学大学院工学研究科 フェロー 沢本 正樹

1. はじめに

内湾などの閉鎖性水域では、外湾との海水交換率が小さいために内湾水を停滞させる傾向にあり、夏季における底層水の貧酸素化や富栄養化などの水質悪化が増長すると言われている。これらの問題は湾内における密度成層の形成と強く関連しているため、湾内の水質構造を解明することは水質管理指標を確立する上で非常に重要である。本研究は現地観測により貧酸素期の流況・水質特性を理解し、今後の閉鎖性湾内環境保全の基礎資料とするものである。

2. 対象領域と現地観測

本研究では、図1に示す大船渡湾(北緯 $39^{\circ}02'$ 、東経 $141^{\circ}44'$)を対象とした。水表面積は 7.89km^2 、全長は 6km であり、湾奥部には二級河川盛川が流れ込んでいる。1960年のチリ地震津波の教訓から湾口防波堤が建設され、閉鎖度指標が1.4から14.04に激増した。これにより静穏な水域が確保され、カキやホタテなどの養殖が盛んに行われているが、開口部を狭いものとしているために水質の悪化が懸念されている。

著者らは、図1中のSt. A, Bの上・中・下層における水温、塩分濃度、DOの定点観測を行った(2003年8月29日～9月30日)。また、上げ潮・下げ潮時における各測点でのCTD観測(クロロテック:ALEC電子社製)と同時に、超音波ドップラー流速計(ADCP: RDI社製)を観測船に取り付け、測線上を定速(4～5ノット)で航行しながら、流況の移動観測を行った。

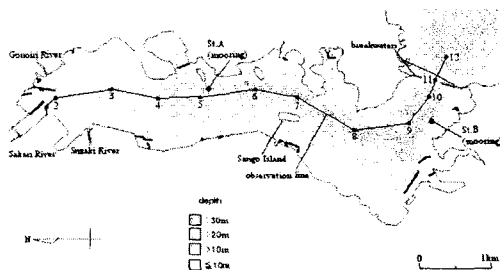


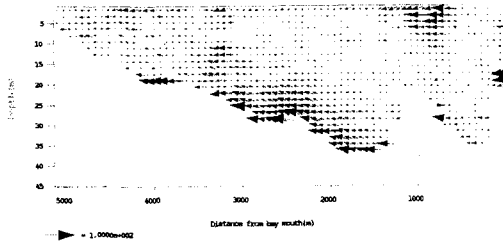
図1 大船渡湾の形状と観測地点

3. 観測結果

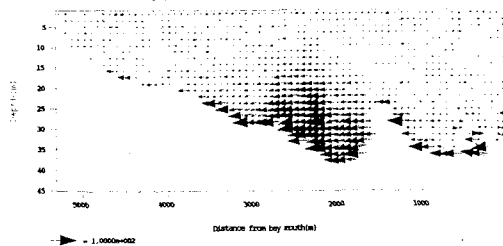
(1) 流況観測

図2(a)に2003年8月29日上げ潮時、(b)に10月17日下げ潮時における流況を示す。ADCPは海面及び海底近傍約 1m の測定できないブランクがある。大船渡湾は南北方向に細長い形状をしているため、ここでは流速の北方成分と鉛直成分を合成して表している。

大船渡湾の流動パターンは、表層流出、中・底層流入の三層構造のエスチャリー循環と言われ、密度貫入現象も確認されている。しかし図2を見ると、湾中央部の流速のみが非常に卓越していることが分かる。これは特異な現象ではあるが、全ての観測において同様の結果が得られており、気象や潮によるイベント的なものではない。現段階では湾軸方向のデータしか得られていないため、これは推測の域を出ないが、湾中央部に位置する珊瑚島により横断面積が局所的に小さくなり、流速が瞬間的に大きくなっているものと考えられる。今後はさらに詳細な観測を行いこの現象を解明するとともに、水質への影響を検討する必要がある。



(a) 2003/08/29 (上げ潮)



(b) 2003/10/17 (下げ潮)

図2 流速分布

(2) 定点観測

2003年9月26日早朝、十勝沖地震津波が発生した。大船渡港における津波の高さは0.2mであった(第1波:5:44, 最大波:5:49)。津波前後における雨量強度、潮位、風速(北風:正)、水温、DOの観測結果を図3に示す。津波直後にSt. B中・底層が等温層を形成し、底層DOが急激に回復している。このことから、津波により高DO水塊が中・底層に流入し、強制混合が生じて成層が破壊されたことが分かる。翌日にかけてSt. A底層におけるDOが徐々に回復しており、エスチャリー循環に伴い高DO水塊が移動したことが分かる。

また、St. A底層における水質変動が潮位によく対応している。上述の通り、湾央部は最も流速が卓越している場所であり、変動幅も他の地点に比較して大きい。

4. 塩分を用いた交換量の評価

図4(a)に2003年8月29日上げ潮時、(b)に9月14日下げ潮時における塩分濃度分布を示す。(a)では防波堤マウンドの存在により湾内の流動が悪いため、高塩分水塊が停滞しているが、(b)ではほとんど消滅している。これは、低温高塩分の津軽暖流が三陸沿岸にまで南下したことにより、底層への密度貫入が活発に生じ、海水交換が促進された結果であると考えられる。

中山らは閉鎖性湾を湾内と湾外の二つのボックスに分割し、交換効率を導く式を次式のように表している。

$$S_{in} = S_{out0} + \Delta S_{out} \frac{t}{T} + (S_{in0} - S_{out0}) \exp\left(-\frac{t}{T_{\lambda}}\right) - \Delta S_{out} \frac{T_{\lambda}}{T} \left\{1 - \exp\left(-\frac{t}{T_{\lambda}}\right)\right\} \quad (1)$$

ここで、 S_{in} : 湾内塩分、 S_{out} : 湾外塩分、 T_{λ} : 交換時間、 t : 時間、 S_{out0} : 湾外初期塩分、 ΔS_{out} : 湾外塩分の変化量、 T : 観測期間、 S_{in0} : 湾内初期塩分である。この手法を図4に適用すると、交換時間 $T_{\lambda}=9$ (日)が得られる。非常に小さな値であり、この期間の海水交換量が1年の中で特に大きかったことを示している。

5. まとめ

- (1) 従来の知見とは異なり、湾央底層部では流速が非常に大きく、水質項目への影響も大きい。
- (2) 津波が閉鎖性湾内に侵入すると、特に湾口部の密度成層が破壊され、底層のDO回復に繋がる。
- (3) 外海水の貫入高さは湾外密度、つまり海流の張り出しによって決定される。低温高塩分の津軽暖流により、底層の海水交換が促進される。

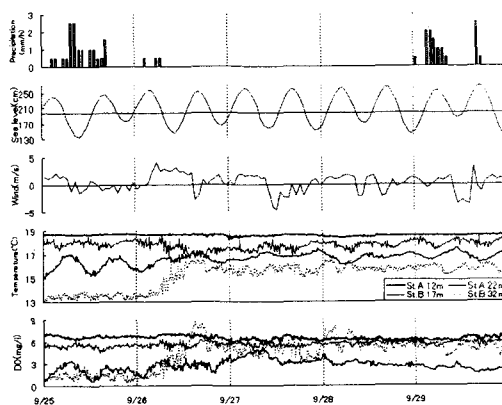
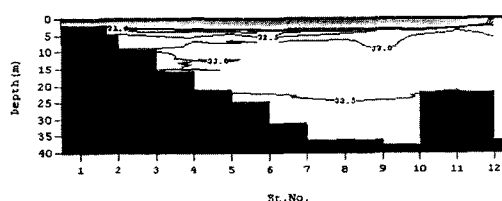
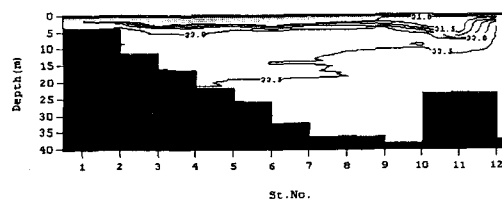


図3 十勝沖地震津波前後における観測結果



(a) 2003/08/29 (上げ潮)



(b) 2003/09/14 (下げ潮)

図4 塩分濃度分布 (psu)

謝辞

本研究は文部科学省学術フロンティア推進事業(日本大学工学部): 研究課題「中山間地及び地方都市における環境共生とそれを支える情報通信技術に関する研究(研究代表: 小野沢元久)」の一環として実施した。また、科学研究費補助金基盤A(代表: 澤本正樹)の援助を受けた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- ・国土技術政策総合研究所: 港湾環境情報, WWW公開データ, <http://www.ysk.nilim.go.jp/>, 2003.
- ・中山恵介, 岡田知也, 野村宗弘, 日比野忠史, 細川恭史, 古川恵太: 大潮, 小潮期における湾外水の影響, 海岸工学論文集, 第47巻, pp.421-425, 2000.