

閉鎖性内湾における河川水の混合機構に関する考察

広島大学	学生員	○池田正之
広島大学	正会員	駒井克昭
広島大学	正会員	日比野忠史

1. はじめに 閉鎖性の内湾では、夏季に湾内で温度躍層の形成や有機泥によるバクテリア等の活性化によって、底層に貧酸素水塊が形成されることが問題視されている。本研究では、気象擾乱により湾内外での水温や塩分などの分布がどのように変化し、内湾水質に与える影響を明らかにすることを目的としている。

2. 大船渡湾の地形特性と観測概要 図 1 に大船渡湾の地形および観測地点を示す。大船渡湾は南北方向が約 7km、東西方向約 2km の南北に延びる湾である。湾口から湾央までは、湾軸に沿って水深 30m 以上の淵が続いている。湾奥部には、日平均流量 $2.6\text{m}^3/\text{s}$ の流量規模の盛川が流れ込んでいる。湾口部には、津波防波堤が建設されており、その開口部には、水深約 16m のところに長さ 200m、幅 90m の捨石マウンドが存在している。観測は、塩分水温計(湾内; st.A, マウンド上; st.B, 湾外; st.C), ADP(st.B)による連続観測と、湾奥から湾外までの 15 点(観測ライン)での STD 観測が行われた。

3. 観測結果の考察 図 2 に 1999 年 7 月の大船渡湾での水位、気圧、日降雨量(気象庁)、図 3 に湾内(st.A)での水温(水深 2, 16, 27, 30m)、塩分(水深 2m, 16m, 27m)、図 4 にマウンド上(15m)と湾内外(16m)水温、図 5 に湾外(st.C)での水温(2, 16, 25, 35m)、の経時変化が示されている。ちなみに、図 5 に示した湾外の中、底層における水温の振動は、下げ潮時に伴う湾内水の湾外流出によるものである。図 6 と図 7 に(a)17 日と(b)18 日の断面観測(水温、塩分、密度)結果(図 7 は水深 5m までの塩分プロファイル)が示されている。

3-1 水位、気圧と湾内への流入水塊特性

沿岸水位の変動は気圧変動水位と水塊密度変動水位の和で表せることから図 2 に示した水位と気圧変動水位との差が湾内に流入してくる水塊密度として考えることができる。これに基づけば、5~13 日頃までは、暖かい水塊が湾に接近し、湾外水温が上昇(湾外水温の上昇に伴い湾内水温も上昇)したと考えられる。13 日頃か

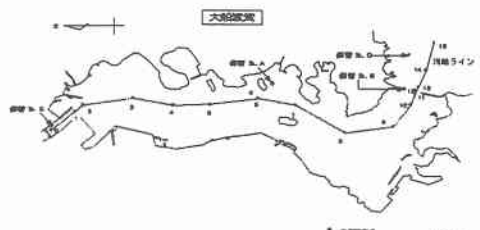


図 1 大船渡湾の地形形状

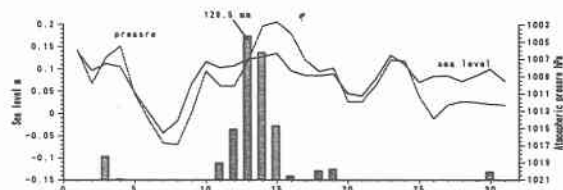


図-2 水位(39.02° N, 141.75E)・気圧(39.07° N, 141.72E)・日降雨量の経時変化(気象庁)

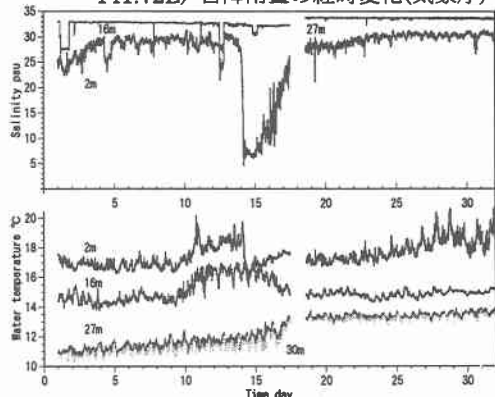


図-3 湾内での水温・塩分の経時変化

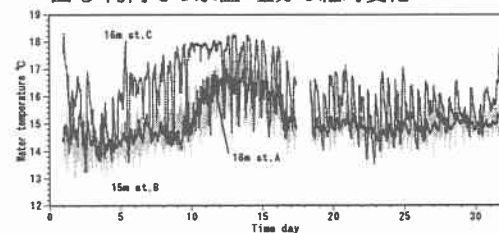


図-4 湾内外(16m)とマウンド上(15m)の水温の経時変化

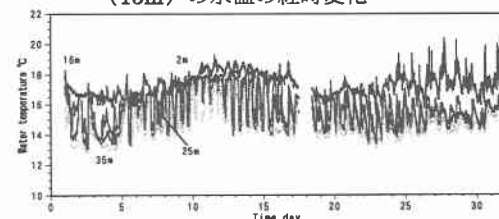


図-5 湾外での水温の経時変化

ら冷たい水が外海から大船渡湾に流入してきており（湾外水温の低下）、これに伴って湾内中層水温が低下している。さらに 24 日頃から暖かい水の湾への流入によって、表層水温の上昇、マウンド上部での水温変化量（湾内 16m と比較して）の増大等が観測されている。以上のように、実測水位と気圧変動水位との差から大船渡湾での水温変化を説明できる。

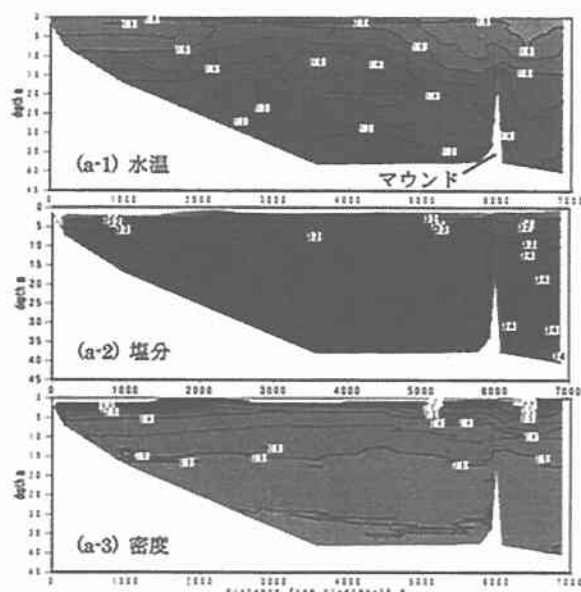
3-2 河川流出による湾内水構造の変化

(1)混合形態 13, 14 日の降雨 (244mm/2 日) 後に湾内上層 (2m) では塩分の急激な低下 (30→5), 低層 (27, 30m) では約 2°C の水温上昇が観測されている。断面観測の行われた 17 日は上層域での塩分が回復し、低層での水温が安定し始めた時期 (図 3) であるが、水温分布 (図 6 (a-1)) をみると底層低温水塊の上昇と、上層暖水塊の下降が観測されており、上下水塊が混合していることがわかる。これにより、湾内低層において水温が約 2°C の上昇したと考えられる。塩分分布 (図 6 (a-2)) と水温分布を比較すると、低温水塊が湧昇した 3000m 付近では塩分の低下が生じ、結果として安定した密度場 (図 6(a-3)) が形成されている (2°C の上昇に対し、約 0.5psu 低下すると密度が保たれる)。18 日 (図 6 (b)) には、層状に分布しており、上下水塊の混合は洪水後約 3 日間続いたと考えられる。

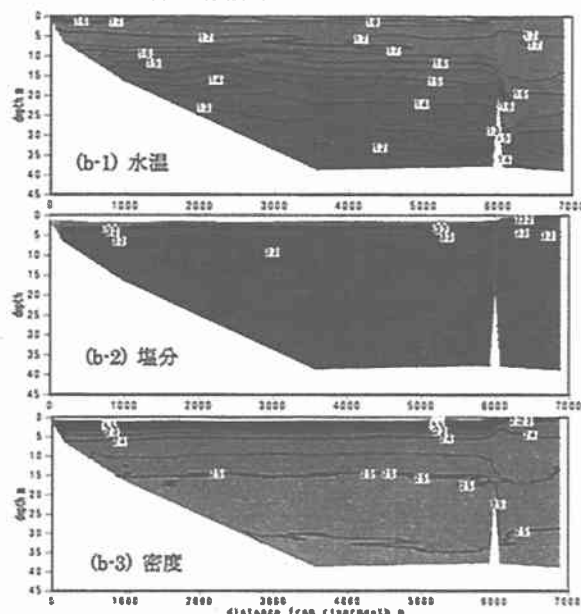
(2)河川水の分布状態 水深 2m での場合は、約 4 日間で塩分が 28 程度に回復している。その後 1 日で水深 1m 付近の塩分が 20 程度まで回復しているが (図 7), 水深 2m 付近の塩分が低下傾向にある (図 3) ことがわかる。表層での混合は、湾口部からの内部波の伝播によってと考えられ、上げ潮時に発生する内部波 (図 7(b)) によって混合を促進されていることがわかる。

4. まとめ

- (1)実測水位と気圧変動水位の差により大船渡湾に流入する水塊密度が推定できる。
- (2)洪水時には河川水によって低塩分化した上層水の中層への侵入に対して密度場で安定するように湾内低層の低温水塊が湧昇することで混合が起こっている。
- (3)表層での混合は、湾口部からの内部波の伝播によるものであり、上げ潮時に発生する内部波により混合は促進されている。

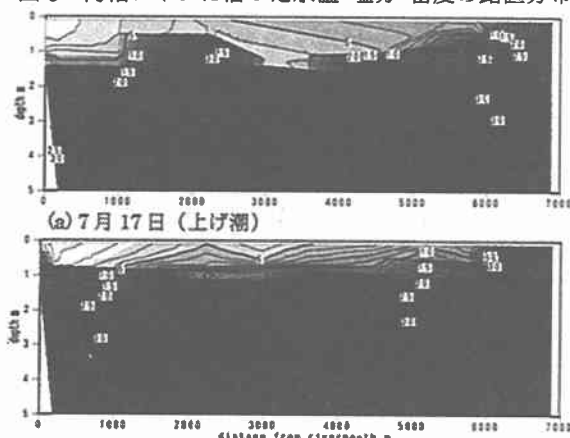


(a) 7月17日の断面分布



(b) 7月18日の断面分布

図6 湾軸ラインに沿った水温・塩分・密度の鉛直分布



(a) 7月17日 (上げ潮)

(b) 7月18日 (下げ潮)

図7 河川水の湾内への拡散状況
(5m までの塩分プロファイル)