

## 成層化した閉鎖性内湾の海水交換促進に関する実験的研究

中国工業技術研究所

正員 ○山崎宗広

東海大学海洋学部

宮原一成

中国工業技術研究所

正員 宝田盛康

山口大学工学部

正員 朝位孝二

## 1. はじめに

瀬戸内海には、物理的に閉鎖性の強い湾・灘が数多く存在し、夏季になると水温・塩分に起因する密度成層場が形成される。その成層場に豊富な栄養塩を含んだ河川水が多量に流れ込むと、水質の富栄養化が進み有害プランクトンによる赤潮や貝毒の発生、強い貧酸素水塊が形成される。このような浄化機能が低下している海域では、これを改善・修復するためのミチゲーション技術の導入が強く求められている。著者らはこれまでに、閉鎖性海域の流動環境の改善や海水交換促進のために、湾口部の海底地形の改変や導流堤の設置手段を検討してきた<sup>1)・2)</sup>。本報告では、密度成層の有無による湾口部の深み埋込操作の有効性を、湾内循環流の変化や塩分の変化から水理模型実験により検討した。

## 2. 海水交換促進実験

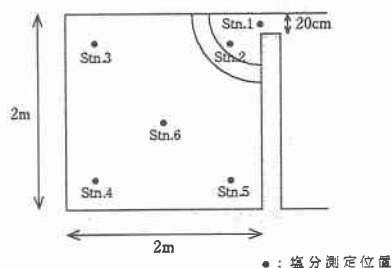
潮汐の影響を強く受ける海域での広域的・長期的な海水の動きは、流れと地形の相互作用によって形成される定常的な循環流や地形背後に周期的に形成される渦流に左右される。また、このような流れは、密度成層の存在によって大きく変化するものと思われる。実験では、密度成層の有無によって、湾内の流れや海水交換がどのように変化するかを、また湾口部の深み埋込操作（地形改変）が湾内の海水交換促進に有効であるのかどうかを、均一流体場で行った実験<sup>1)</sup>を基に調べることにした。

図1は、実験に使用した閉鎖型矩形湾の地形を示したものである。湾の規模は2m×2m、湾口幅は20cmのモデル的な閉鎖型矩形湾を成層潮汐実験水槽（淡水と塩水で成層状態を作り、各々の層で潮汐を発生させることができる）に設置した。図に示すように、湾内側の海底に急勾配なスロープを設けた場合と、湾内の海水交換促進を目的に湾口部の深みを埋め込んだ場合の2ケースを取り扱った。実験条件は、潮汐の周期を180秒、湾外の潮流の流程距離を25cmとし、密度成層の作製には、上層に淡水を下層に塩水を用いて行い、湾内における層厚は各々5cmとした。成層条件は、当所が行った大阪湾奥部の現地観測結果に基づき、上層（密度1.020）と下層（密度1.021）の密度差 $\Delta\sigma_t=1$ （塩分換算2.357‰）を再現することにした。実験ケースは、湾口部の海底地形の形状と成層有無の組み合わせにより、表1に示すように4ケースとした。

## 3. 実験結果と考察

図2は、表層浮標の追跡から得られた流跡を示したものである。ここでは示していないが、湾口部に深みがあるCase1Fの場合は、湾奥部の浮標は殆ど動いていない。成層場が存在（Case1S）すると、湾内には時計回りと反時計回りの2つの循環流がみられる。湾口部の深みを埋め込むと、湾口部での流速が増大するとともに潮流渦も発達し、湾全体規模におよぶ強い反時計回りの循環流が形成される。この反時計回りの循環流は、

平面図



側面図

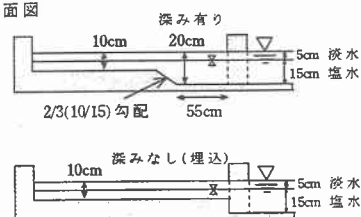


図1 基礎実験地形

表1 実験ケース

| ケース名   | 海底地形条件   | 成層条件 |
|--------|----------|------|
| Case1F | 深み有り     | 成層なし |
| Case1S | 深み有り     | 成層有り |
| Case2F | 埋込(深みなし) | 成層なし |
| Case2S | 埋込(深みなし) | 成層有り |

成層場が存在すると強化される結果となった。

図3は、導電率計から得られた長周期間における塩分の時間変化を示したものである。図は、1潮汐周期間の平均を取り、表層（水面下2.5cm）、下層（水面下7.5cm）毎にプロットして示す（測定位置は図1参照）。

深みを埋め込んだCase2Sの塩分変化をみると、表層では時間とともに上昇し、下層では減少している。この傾向は、湾口部に位置するStn.2と湾奥部に位置するStn.4とも同じである。一方、深みがあるCase1Sでは、35周期経っても表層、下層とも塩分濃度の顕著な変動はみられず、湾口部のみ混合が起こっている。

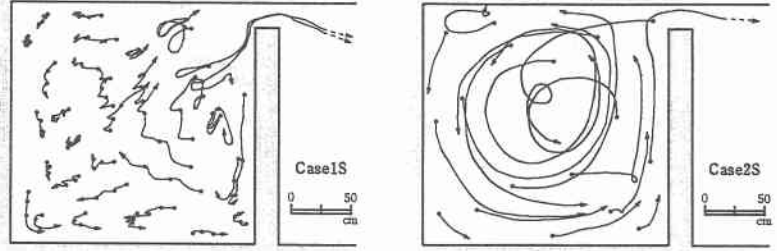


図2 成層場における流跡図（左図：深み有り、右図：深み埋め込み）

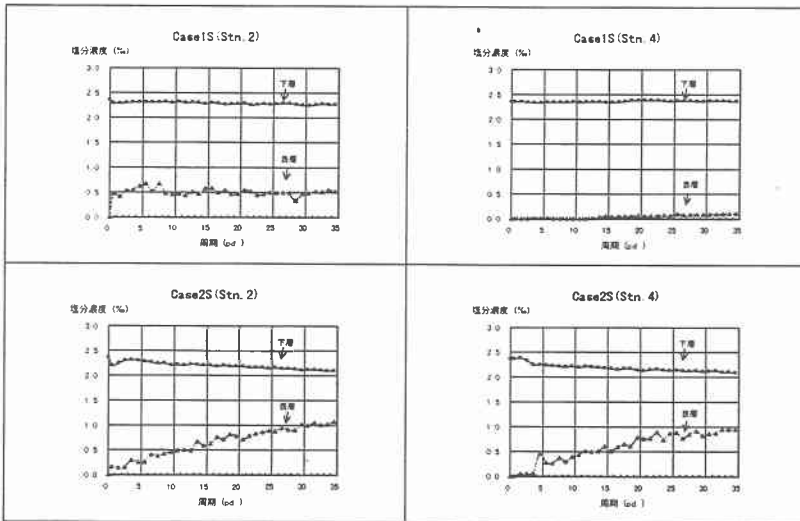


図3 平均塩分濃度の時間変化（上段図：深み有り、下段図：深み埋め込み）

海水交換の評価は、湾内に残留する浮標の残留曲線を求める方法と、湾口部の表層と下層で流速と塩分濃度の連続測定から輸送量を求める方法とで行った。図4は、湾内に残留する浮標（表層浮標および下層浮標の合計）の変化を示したものである。図の残留率は投入量で基準化して整理したものである。この図をみると、深みがあるCase1F、1Sに比べ深みを埋め込んだCase2F、2Sでは、残留率は急激に指数関数的に減少し、湾外水との交換が短時間で行われていることがわかる。なお、この残留率曲線は、どの実験ケースも表層と下層で際立った違いはみられず、また成層の有無による顕著な変化もみられなかった。

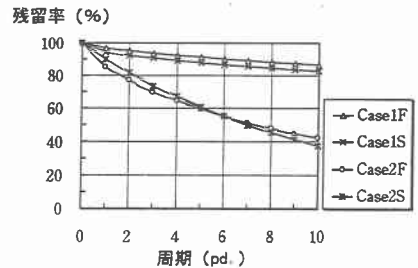


図4 湾内の残留率の時間変化

#### 参考文献

- 1) 山崎・宝田・今岡：湾口部地形改変の基礎的研究，第48回土木学会中国支部研究発表会発表要集，pp113～114，1996
- 2) 山崎・小林・宝田：湾内停滞性海域の流況改善に関する研究，第49回土木学会中国支部研究発表会発表要集，pp243～244，1997