

II - 101

潮汐変動に対する成層内湾の密度場の応答

東京電機大学大学院 学生員 山本隆一  
東京電機大学理工学部 正会員 有田正光  
東京電機大学理工学部 正会員 中井正則

1. 研究の目的

内湾における湾内水と外洋水との交流，交換ならびに混合は，内湾の環境を考える上で，無視できない重要な問題である。この問題に関連して，非成層の場合を対象にした数多くの研究がなされてきた。しかし，閉鎖性の内湾は成層化していることが多く，この条件下での現象の解明が重要である。以上の点を踏まえて，本研究では，成層内湾を対象にして，潮汐による湾内水と外洋水との交流を取り扱い，それに伴う湾内の密度場の変化について実験的に検討した。なお，本研究の注目点は，「湾口閉塞が内湾の密度場の変化に与える影響」である。

2. 実験方法

使用した実験装置は，図-1に示す様な 2,500mm×6,025mm×560mm の平面水槽に放流水槽を付設したものである。水槽内に，700mm×700mm の内湾を設け，開口幅を  $B=100\text{mm}$  とした。また，湾奥に河口幅  $B_0=50\text{mm}$  の河川を取り付け，放流水槽に接続した。湾口部には，高さ  $\Delta h$  の突起物を設置して，湾口を閉塞した。

実験では，最初に，湾内に成層状態を作製した。湾内成層は，湾の開口部を開け放した状態で，河川水を一定流量  $0.03 \text{ l/s}$  で10分間放流することによって作製した(湾内の下層が冷水(外洋水)，上層が温水(河川水)となっている)。その後，起潮装置を駆動させて潮汐を発生させ，潮汐による湾内の密度場の変化を調べた。測定項目は，水表面の水温分布(湾全体)と水温の鉛直分布(湾の中心)であり，それぞれの測定には，サーモグラフ法およびサーミスター型水温計を用いた(図-2参照)。

表-1に，実験条件を示す。両ケースにおいて， $\Delta h/H(=$ 突起物の高さ/湾内水深)が異なっており(他の量はほぼ同じである)，Run2はRun1より湾口閉塞が強い。

表-1 実験条件

|                                    | Run1    | Run2    |
|------------------------------------|---------|---------|
| 周期 $T$ (min)                       | 5       | 5       |
| 振幅 $a$ (mm)                        | 10      | 10      |
| 水深 $H$ (cm)                        | 5       | 5       |
| $\ell/H$                           | 1/3     | 1/3     |
| $\Delta h/H$                       | 1/3     | 1/2     |
| 外洋水温度 $T_a$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 7.6     | 8.5     |
| 河川水温度 $T_0$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 20      | 20      |
| 河川水流量 $Q_0$ ( $\text{l/s}$ )       | 0.03    | 0.03    |
| 外洋水密度 $\rho_a$ ( $\text{g/cm}^3$ ) | 0.99989 | 0.99984 |
| 河川水密度 $\rho_0$ ( $\text{g/cm}^3$ ) | 0.99823 | 0.99823 |

$\Delta h$ は突起物の高さ， $\ell$ は河口部の水深

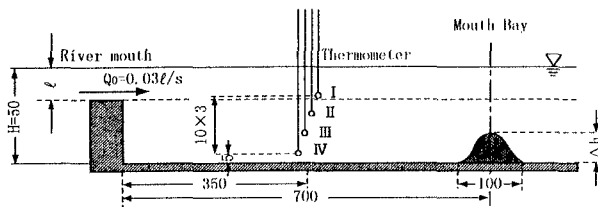


図-2 サーミスターの設置位置(単位:mm)

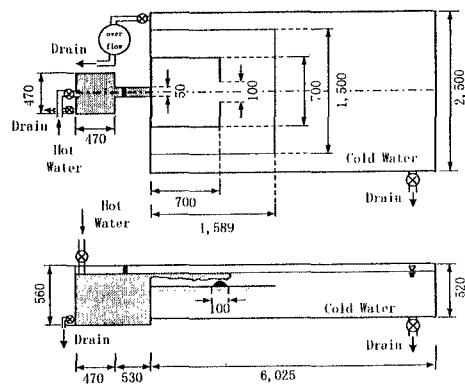


図-1 実験装置(単位:mm)

Key words: Enclosed stratified bay, Tidal exchange, Bay mouth blocking, Vertical density gradient

〒350-03 埼玉県比企郡鳩山町石坂 TEL 0492-96-2911 FAX 0492-96-6501

### 3. 実験結果と考察

図-3, 4に、湾の中心における水温の時系列を示す。Run1では、潮汐変動に対して、上層から下層までほぼ周期的な水温変化を示している。一方、Run2では、下層（サミスター-IV）において水温変化の周期性が崩れており、上げ潮時における外洋水の下層への流入は、間欠的である。

表-2は、干潮時と満潮時との水温の差を、上層（サミスター-I）と下層（サミスター-IV）について示したものである。Run1では、上層と下層の水温差は、比較的近い値である。一方、Run2では、上層の水温差は、下層のその5倍以上になっている。

図-5, 6は、湾の中心における水温の鉛直分布を示したものである。Run1では満潮時、干潮時ともに水温鉛直分布は直線状であり、その勾配はほぼ等しい。これより、干潮時および満潮時の成層の強さは同じ程度と言える。一方、Run2でも、水温鉛直分布は直線状であるが、その勾配は、干潮時と満潮時とで大きく異なっている。干潮時には強い成層が形成されているが、満潮時の成層は弱く、Run1の結果と比較しても弱いものになっている。

### 4. まとめ

本研究により、潮汐による成層内湾の密度場の変化は、湾口閉塞度によって大きく異なることが分かった。しかし、ここで得られた結果は、現象の側面の1つを見ているに過ぎない。現象の全貌を明らかにするためには、さらに詳細な実験的、理論的検討が必要である。

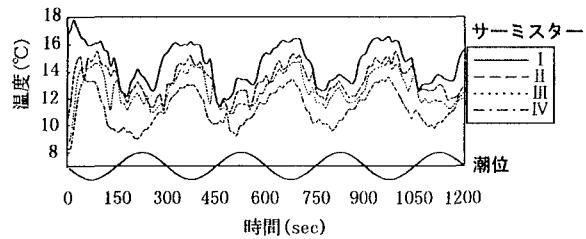


図-3 鉛直温度分布の時系列(Run1)

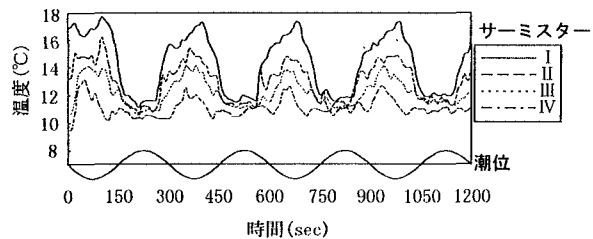


図-4 鉛直温度分布の時系列(Run2)

表-2 干潮時水温と満潮時水温の差

| 潮汐周期 | Run1   |         | Run2   |         |
|------|--------|---------|--------|---------|
|      | I (上層) | IV (下層) | I (上層) | IV (下層) |
| 1    | 2.4    | 3.6     | 5.3    | 1.5     |
| 2    | 2.8    | 3.4     | 5.2    | 0.9     |
| 3    | 2.6    | 3       | 5.2    | 0.4     |
| 平均   | 2.6    | 3.3     | 5.2    | 0.9     |

単位 (°C)

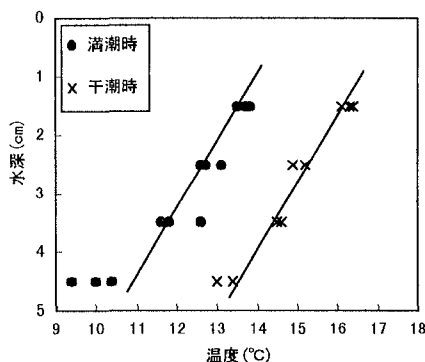


図-5 水温の鉛直分布 (Run1)

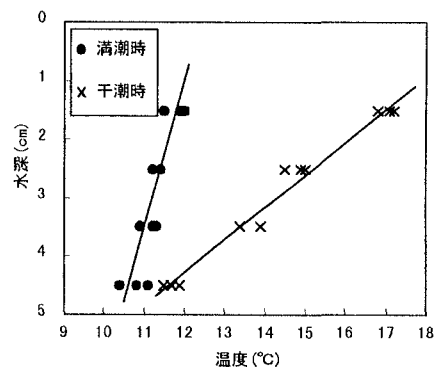


図-6 水温の鉛直分布 (Run2)