

長崎県上五島・有福日ノ島東部内湾における流動特性

長崎大学工 学员 田添 慎吾 正 古本勝弘 正 多田彰秀

1. はじめに

長崎県上五島町に位置する有福日ノ島東部の内湾は、3つの島を堤防道路でつないで形成された閉鎖性の強い水域で、近年赤潮が頻繁に発生し、養殖業に大きな影響を与えている。この改善策として堤防道路の一部を開削して「潮通し」を設置することが計画され、その効果を検討するために現場海域の流況調査や、「潮通し」設置に伴う流動変化の数値解析等がなされてきた。しかしながら、対象海域は、一年を通して上層と下層で逆転流が生じる特有の流動構造をもっており、そのメカニズムは明らかになっていない。本報告は、対象海域における ADCP による流況調査とともに、水温変動を測定し、水塊の上下変動を解析することで、当該水域特有の流動構造を明らかにしようとするものである。

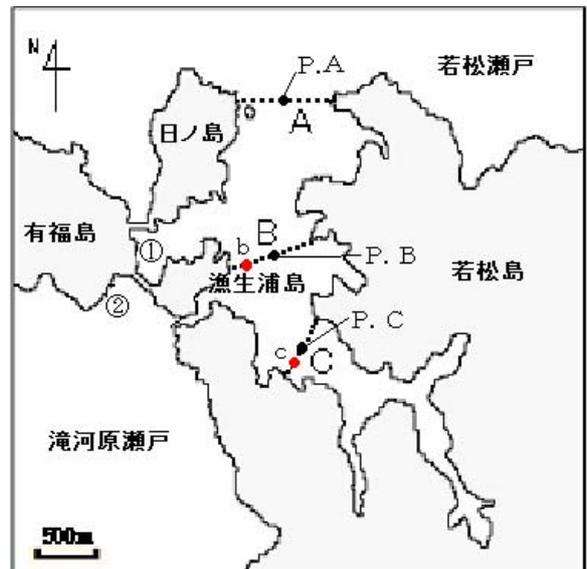


図-1 観測地点

2. 現地観測概要

2006年8月7日に ADCP 曳航観測による流況調査を図-1のA,B,Cの3測線で、一潮汐間に90分間隔で8回行った。また、多項目水質計(アレック電子AAQ1183)により3測線の中央で満・干潮時に水質の鉛直分布を計った。さらに、8月31日から9月12日の期間において、図-1のa,b,c点の水深15m付近に自記水温計を設置し、水温を4分間隔で記録した。両観測期間とも圧力式水位計を図-1の①、②点に設置し潮位を記録した。

るパターンといえるが、下げ潮においては、共通点はなく、2003年のものは下げ潮にも拘らず流入量が多いことを示している。他の観測時刻の流れパターンにおいても水深15~20mで反転する上下層の逆転流は常時見られ、潮汐による入退流れ以外に流れを複雑にする要因があることが分かる。

3. 観測結果

図-2は ADCP によって観測されたA断面における南北方向流速の彩段図である。同図は、2003、2006年夏季(成層期)の下げ潮と上げ潮の最強時のものを比較しており、湾への流入を赤、流出を青で表している。両年の観測はほぼ同じ潮汐の時期に実施されている。上げ潮時においては、共通して上層部で流入、下層部で流出す

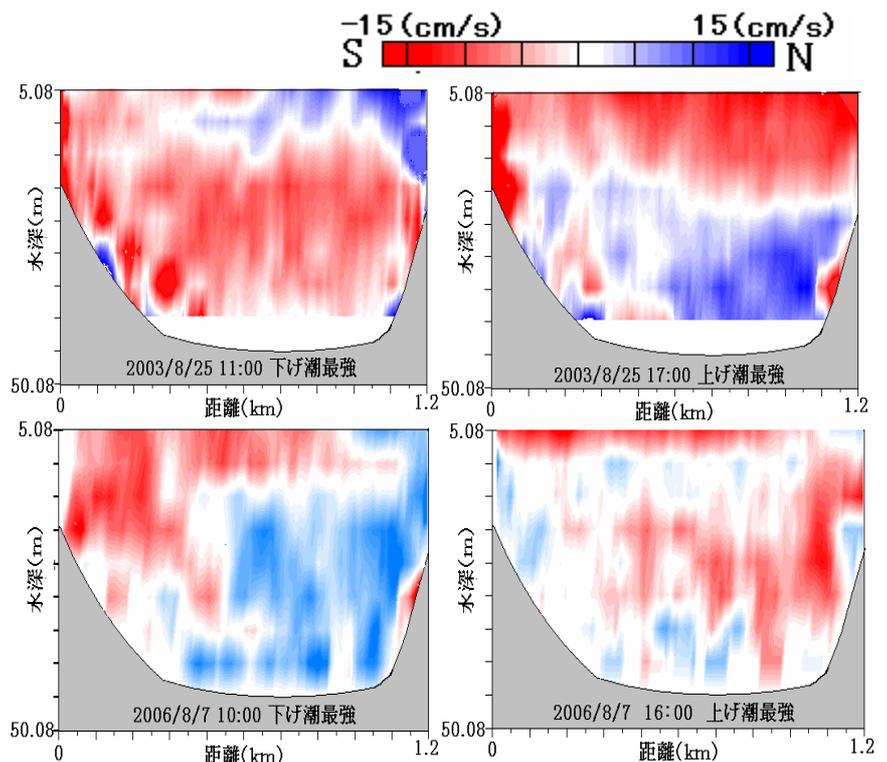


図-2 A断面における流速分布彩段図

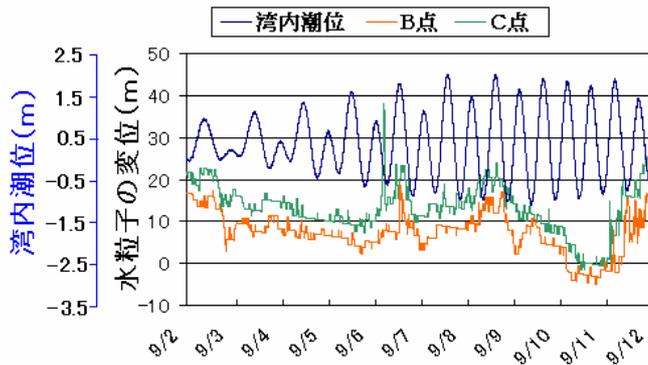


図-3 2006/9/2～9/12 の潮位と
b 点・c 点の水粒子鉛直変動

図-3 は、測点b、c(水深 15m)で自記された水温時系列から求めた水粒子の鉛直変動と、潮汐の変化を表したものである。水粒子の鉛直変動は水温の時間変化と多項目水質計の水温鉛直分布を用い、拡散項を無視した水温(T)の移流方程式(1)から鉛直流速を導き出し、すなわち、P.B , P.C 地点における水温鉛直分布から、 $\partial T / \partial x$ は微小と判断されたため、(1)式の第2項は無視し(2)式により鉛直流速を求め、時間積分して鉛直移動距離を求めた。

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} + w \frac{\partial T}{\partial z} = 0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$w = - \frac{\partial T / \partial t}{\partial T / \partial z} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに、T:水温, t:時間, u,w:x,z 方向流速, x:湾に添う水平軸, z:鉛直上向軸とする。

潮位と水粒子の変動は相関する部分もあるが、潮汐周期よりかなり長周期の変動が見られるため、水粒子の変動には、潮汐以外にも原因があることが分かる。

観測時期が成層期であるため、内部セイシュの存在が考えられ、二成層状態と見做して、その周期を概算した。内部セイシュの周期は 1/4 波が存在する場合、(3)式により与えられる。

$$T = \frac{4L}{C}, \quad C = \sqrt{\frac{\Delta\rho}{\rho} g \frac{h_1 h_2}{h_1 + h_2}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここで、T:周期、L:湾の長さ(6km)、 h_1, h_2 :上層、下層の厚さ(15m, 15m)、 ρ :水の密度(1.025)、 $\Delta\rho$:上下層の平均密度差(5.98×10^{-4})である。

()の数値を与えて(3)式より計算した結果、当該内湾の内部セイシュの周期は 32 時間程度となった。

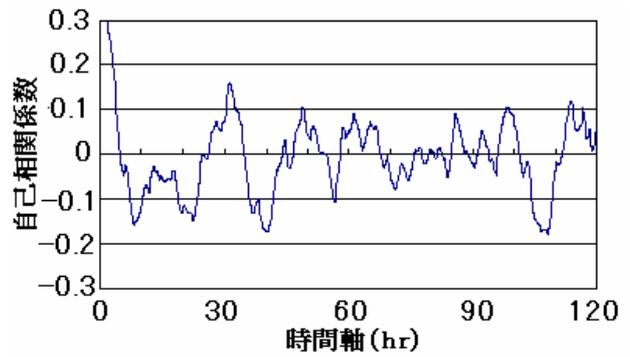


図-4 水粒子鉛直変動の自己相関係数

図-4 は、図-3 における水粒子鉛直変動の自己相関係数を描いたものである。相関値は低いものの 32 時間付近に、ピークがあることから、水粒子の変動の波形には、32 時間周期の波がふくまれていることが分かる。(3)式で計算した結果をふまえると、当該内湾では内部セイシュが存在したことが推量され、上下層の転流の原因は内部セイシュによるものと言えよう。

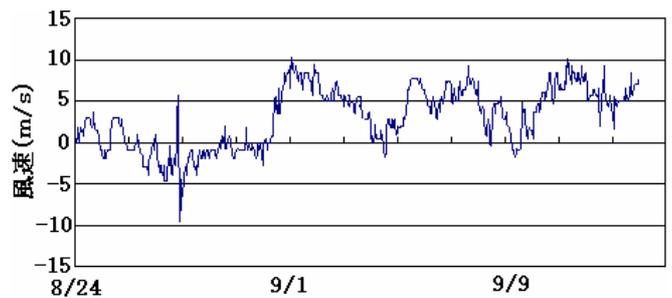


図-5 風速(北成分)の変化

次に、内部セイシュの原因を考察する。図-5 は自記水温計を設置する一週間前から観測終了時までの有川における風速・風向の気象庁資料から湾軸に沿う南北成分のみを取り出したグラフである。北向きの風を正で表している。これによると9月1, 2日に風速5～10m/sの風が吹き続いており、この風が内部セイシュを発生させたと考えられる。

4. まとめ

今回の調査から、当該内湾特有の流動特性の原因の一つとして内部セイシュが挙げられることが分かった。しかし、非成層期にも複雑な逆転流の存在は観測されており、更なる調査が必要である