長崎県・五島有福湾における「潮通し」の効果に関する検討

長崎大学大学院　学○大田　元　学　猶木　昌史　学　古賀　恵美子
長崎大学工学部　松本　武士　正　古本　勝弘　正　多田　彰秀

1. はじめに

五島列島の中ほどにある漁生浦島・有福島・日ノ島は堤防道路で連結され(図-1)、閉鎖性の強い有福湾では,ここ数年来赤潮が発生し、湾内における養殖・蓄養魚の斃死が問題となっている。その対策の１つとして、南西部堤防道路の一部を開削して「潮通し」を設け、海水交換を促進して湾内の水質を改善しようとする計画がある。本報告では、有福湾周辺の流動特性を把握するために実施した現地観測および「潮通し」の効果を評価するための流況シミュレーションの結果について述べる。

2. 観測概要

有福湾の流動特性等を明らかにするために、以下の観測を行った。Ⅰ.ADCP 曳航観測による流況調査およびクロロテックによる水質調査（2003.8.25）：図－1 に示す 4 測線 A～D を 1.5 時間間隔で 8 回観測を行った。水質調査ではクロロテックを用いて各測線中央で水温,DO,クロロフィル a などの鉛直分布を計測した。Ⅱ.測点②(漁生浦瀬戸)における流量観測（2003.8.25）：1 時間毎に橋上から流速計を垂下し流速分布を計測した。Ⅲ. 測点③と④での自記水位計による潮位観測（2003.8/24－9/8)。Ⅳ.測点②（海底から 0.5m)，測点⑤（海底から 30m）および測点⑥（海底から 40m）に設置型流向流速計を係留して連続的に流速を計測した。(2003.8/25－9/8)。

3. 調査結果と考察

有福湾内･外の測点③、④での潮位記録(2003 年 8/25-9/8)に基づけば､有福湾内③の平均潮位が南西側湾外水域④のそれより 3.17cm 高いことがわかった。図-2 は観測当日(2003.8/25)の湾内潮位および湾内・外潮位差の時間変化を示したものである。潮位差の正の時間が長く、下げ潮最強時には湾内潮位が湾外より約 15cm 高いことも確認できる。一方、上げ潮時には湾外潮位が湾内潮位より高くなるものの、その値は 5cm 程度である。このような有福湾内外の潮位特性から、南西側堤防道路に「潮通し」を設けた場合、有福湾から南西側水域に海水を効率的に排出できるものと推測される。また、ADCP による断面内流速流向のデータから求められた A 測線上での流速ベクトル図(図-4 右図)では､上下層で流れが逆転していることが確認できる。この時期、当該水域では水温成層しており､内部潮汐のような密度流が潮汐流に加わって複雑な流れになっていたものと考えられる。

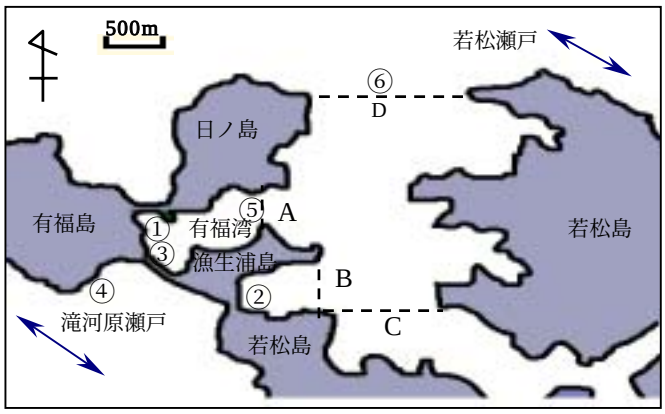
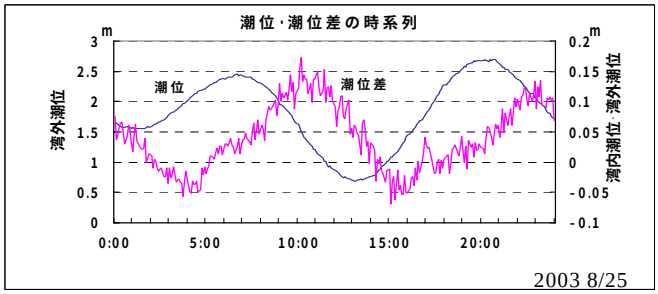


図-1　有福湾の概要と観測点



図－2　湾外潮位と潮位差の時間変化

4. 数値シミュレーションの概要

対象海域の 3 次元的な流動構造を解明するために、数値解析モデルとして均一密度の準 3 次元モデルを採用して数値シミュレーションを行った。解析対象領域は有福湾および南西側水域であり、水平格子幅は⊿x=⊿y=20m､鉛直方向に⊿z=10m で分割した。(カラム数 2562･セル数 7867)また、「潮通し」部分は開水路として 1 つのセル(長さ 20m,幅 10m,深さ可変)を設定した。境界条件は湾口と南西側水域に現地観測で得た潮位･潮位差を Sin 関数近似して与えた。計算ケースは､「潮通し」を設けない場合(現況の再現計算)と「潮通し」の規模を変えて設けた 5 ケースとした。水平方向および鉛直方向の渦動粘性係数をそれぞれ 1.5、0.001m²/s と設定した。

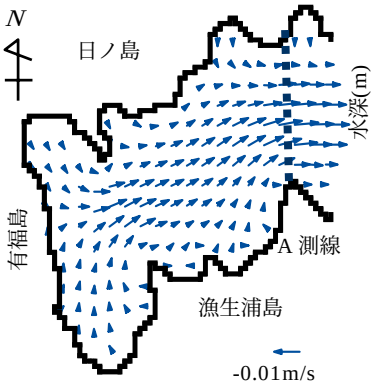


図-3 有福湾内の流速ベクトル分布(現況)
(下げ潮最強時)

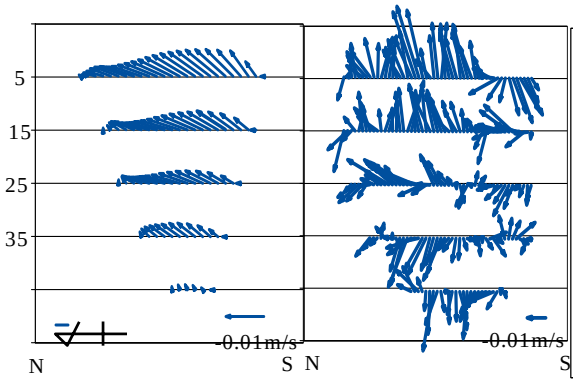


図-4　A 断面の各層における流速ベクトル(下げ潮最強時)
(左：計算結果　右：ADCP による観測結果)

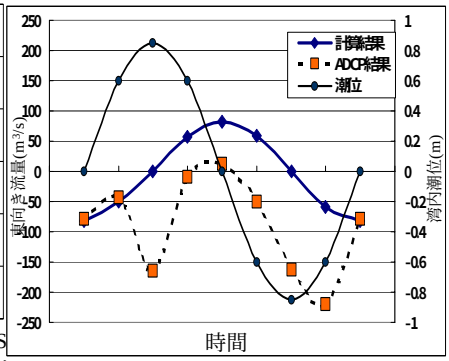


図-5　A 断面流量の経時変化

5. 数値シミュレーションの結果と考察

図-3 は現況を再現計算した場合の下げ潮最強時、表層における流速ベクトル分布である。図-4 は、数値シミュレーションおよび現地観測から得られた A 測線(図-3 中の太破線)上の各層における水平流速ベクトル(下げ潮最強時)である。表層部においては、いずれも流出傾向を呈しているが、計算結果には現地観測のような上下層での流れの逆転は見られない。これは水の密度を一定として計算したためと考えられる。また、図-5 では A 測線を対象に、ADCP データから求めた流量(破線)と計算流量(太実線)とを比較している。ADCP による流量は連続式を満たしていない。これは当該水域が流れの速い若松瀬戸に接して不安定であるため、短時間で計測する ADCP は湾水振動などをまともに拾ってしまうためと考えられる。

図-6 は「潮通し」(長さ 20m,幅 10m,平均水深 2m)を設けた場合の下げ潮最強時、表層における流速ベクトル分布である。「潮通し」で最大-2.4m/s の流速が出現し、フラッシュされる流量は 45m³/s となった。ただし、「潮通し」の入口、出口の損失(抵抗)をどのように計算に取り込むかの問題がある。図-7 は、「潮通し」の規模を変化させた場合の流量の経時変化(1 潮汐)である。「潮通し」を通過する流量は、1 潮汐間で大半が負の値(湾からの流出)であり、計画されている「潮通し」が有福湾の海水交換促進に寄与するものと考えられる。「潮通し」水深を 2m(幅 10m)とする場合、1 潮汐間の正味流出量は 6.78×10^5m³ となり A 測線より奥の湾総水量 1.2×10^7m³ の 1/17.7 に相当し、約 18 潮汐で湾水が入れ替わる量である。

6. まとめ

今回、有福湾の流動特性を把握するため潮位および潮流の現地観測を行った。観測データから、湾内潮位が湾外よりも高いことが確認できた。これに基づいて準 3 次元モデルを用いた数値シミュレーションによる「潮通し」建設に伴う流況変化の予測を行った。その結果、海水交換を促進するために計画されている「潮通し」の効果が確認できた。今後は、密度成層下での準 3 次元モデルを用いた流れのシミュレーションを実施するとともに、「潮通し」の海水交換促進効果について詳細に検討する必要がある。

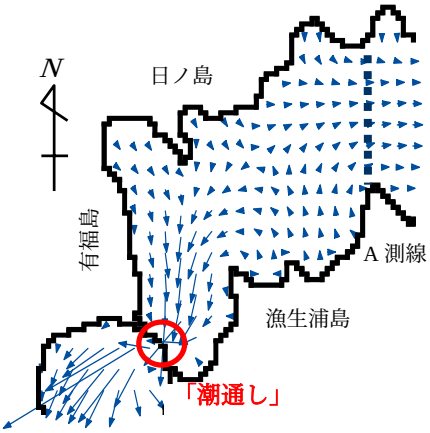


図-6 有福湾内の流速ベクトル分布(潮通し有り)
(下げ潮最強時)

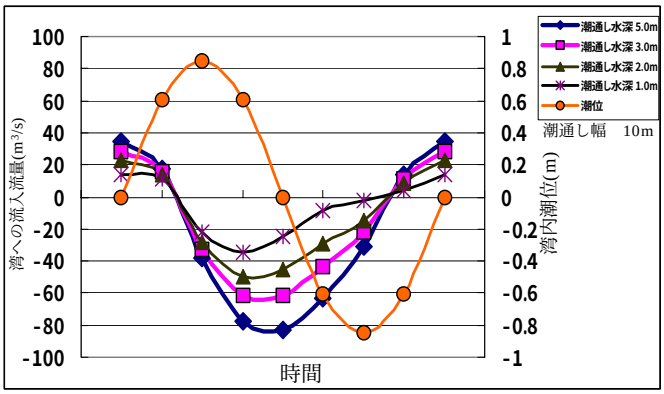


図-7　潮通し水路における流量経時変化

7. 参考文献

1)岩佐,多田ら　数値解析を用いた湖沼の吹送流解析モデルに関する考察