

閉鎖性海域における残差流構造について

九州大学大学院 学生員 神山 泰, 小橋 乃子, 清水 崇, フェロー 小松 利光
九州大学大学院 正会員 藤田 和夫, 安達 貴浩
長崎大学 西ノ首 英之, 正会員 中村 武弘, 多田 彰秀, 矢野 真一郎, 野中 寛之

1. はじめに 代表的な小規模海域であるマリーナや漁港は全国各地に数多く存在し、人々の生活に密接に関係した水環境を提供している。しかしながら、一般にこのような海域の水質は年々悪化傾向にあり、特に海面養殖業を営む漁港等では水質汚濁が死活問題として認識されるようになってきている。

このような背景の下、平成12年度より長崎市の新長崎漁港を対象とした現地観測が実施され、同海域の物質輸送を考える上で特に重要と思われる残差流構造について検討がなされてきた。その結果、西側港口で観測された夏季の残差流の鉛直構造は、大きく分けて上層から流出、下層から流入するタイプ(A)、上・下層から流出、中層から流入するタイプ(B)、上層から流入、下層から流出するタイプ(C)という3つに分けられ、いずれも港内外の密度差に起因した現象であることが明らかになっている。しかしながら、複雑に変化する港内外の密度分布が規定されている要因については深い議論がなされていなかった。そこで、本研究では新長崎漁港の残差流に大きな影響をもつ港内外の密度分布に着目し、それが形成される要因について検討を行った。

2. 調査の概要 平成13年7月中旬からのおよそ1.5ヶ月間にわたり、東西2箇所の港口(測点①と測点⑨)においてADCP2台(RD社製、ワークホース600kHz)を用いた流況調査が実施された(図1)。なお、測点①で観測された流速は港口部の幾何形状の影響により東西方向成分が卓越しており、残差流についても同様の傾向が見られた。そのため、これ以降は流速の東西方向成分のみを対象として検討を進める。なお、これらの流況調査に併せて、漁港北西部に位置する山腹において風向・風速、降雨量等の気象観測も行った。

3. 残差流の鉛直構造について 図2に測点①における残差流の東方成分と漁港付近で観測された風向・風速および港奥から流入する河川流量の経時変化を示す。なお、ここでは測定流速の25時間移動平均値を残差流と見なしている。残差流の鉛直分布は非常に多様に変化しており、平成12年の観測結果に見られた3つのタイプが平成13年にも同様に生じていることがわかる。中でも平成13年の港口での流速の変化を見ると、風向きと風速の周期性に対応して流れのトレ

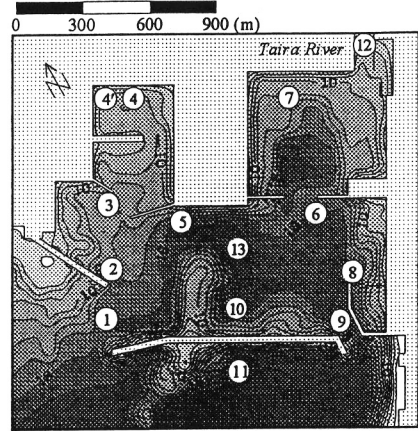


図1 新長崎漁港の水深と測点

ンドが変化している様子が確認できる。例えば、海陸風が支配的な期間では潮汐運動に応じた流入が繰り返され、南～西風が卓越する時には表層流入・底層流出のパターンが出現し、北風が卓越する時は表層流出・底層流入が見られる。そこで、平成13年の観測結果を用いて日平均の風と底層の残差流の関係を調べた。図3は一方向からの風が2～7日程度のタイムスケールで継続して吹く日の結果を示しており、多少のばらつきはあるものの北風が吹くと底層流入、南風が吹くと底層流出という傾向性ははっきりと現れている。一方、海陸風が卓越する期間においても底層流速は小さくなるものの、卓越風向に応じた底層流速の変化が見られた(図示省略)。

4. 密度流と風成流の相互作用 上述のように、新長崎漁港の残差流構造は風によって大きく支配されていることが分かった。しかしながら、平成12年に観測された残差流構造は港内外の密度差で説明することができる密度流現象であり、両者の結果には大きな隔りがある。そこで、港内外の密度の鉛直分布を規定する要因を調べてみると、図4に示す平成12年8月1日の観測結果に見られるように、港内表層では淡水流入および日射によって生じる塩淡水層と水温成層が共に発達しやすく、港外に比べると密度が小さくなる傾向にある。一方、港内の底層はほぼ水温成層によってのみ支配されており、港内外いずれについても塩分濃度はほぼ一様化している場合が多い。従って、港外水

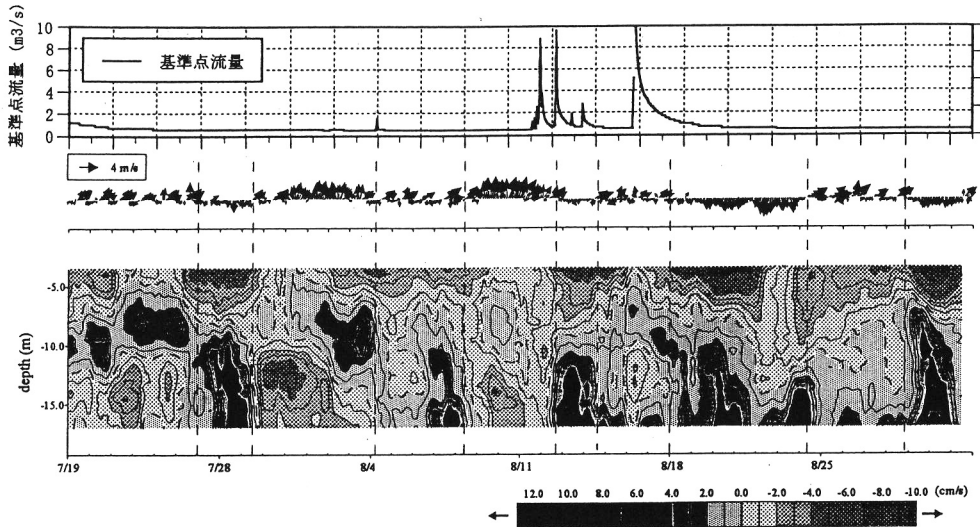


図2 平成13年夏季の気象変動と測点①における25時間移動平均E流速
(上段：河川流量，中段：風向・風速，下段：測点①における25時間移動平均E流速)

がそのまま港内底層に流入しているものと考えられるが、発達した水温成層によって鉛直混合が抑えられ底層は上層の影響をほとんど受けない状況になっていることが分かる。一方、港外においても水温成層は形成されるが、防波堤に囲まれた港内に比べると鉛直混合力が大きく、港内外の底層の水温を比較すると常に港外側が高くなっていることが確認された。このように、上下混合が生じにくい港内の底層水温は底層の流況に大きく左右されていると言える²⁾。

このような状況下において南西風が継続して吹くと、図3のように底層流速は流出傾向を示し、港内底層は低温状態を維持することになる。通常、港内表層の塩分濃度は港外と比べて低いことから、底層では港内、表層では港外のバロクリニック圧が大きくなり、風成流と同様に表層流入・底層流出といった流動が形成されることになる。実際にはこのような構造に加え、潮汐や淡水流入等の影響も受けることから、より複雑な流動場が形成されている。

5. 結論 以上の結果から、新長崎漁港における底層の残差流は風成流によって大きく影響を受けているが、同時に港内外の密度の差によっても説明することできる。このように、流動と密度が直接リンクしている理由として、防波堤を境として水塊の性質が大きく異なっていることが挙げられる。

謝辞 本研究は中小企業総合事業団による「課題対応新技術研究開発事業」の一環として行われた。また、本現地観測を遂行するにあたり、長崎大学環境科学部、工学部、水産学部の学生諸子から多大なご協力得た。ここに記して深甚なる謝意を表します。参考文献 1) 小橋ら，海岸工学論文集，第48巻，pp.1041-1045, 2) 清水ら，「ADCPを用いた新長崎漁港の流動解析」平成13年度西部支部講演概要集

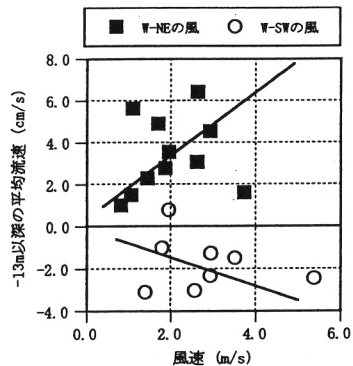


図3 日平均風速と底層残差流の関係(測点①)

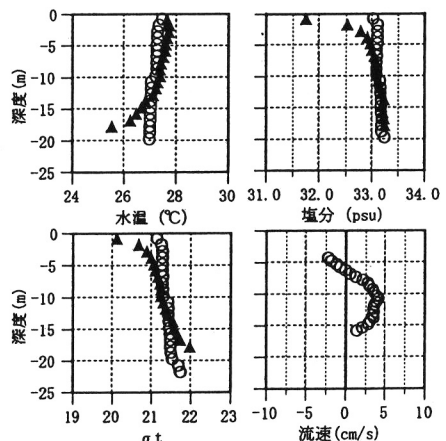


図4 平成12年8月1日のバロクリニック圧と残差流