

長崎漁港における成層の形成特性に関する検討

九州大学大学院 学生員 ○甲斐一洋 フェロー 小松利光

正会員 安達貴浩 藤田和夫 学生員 小橋乃子

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

1. 緒言 閉鎖性内湾域における水質問題を改善するため、著者らは海底に方向抵抗特性をもつブロックを沈設することで潮汐残差流を制御し、港内の物質輸送を促進する手法を提案している¹⁾。現在、実海域での本手法の効果を確認するため長崎県南西部に位置する長崎漁港(図-1)を対象とした現地実験が計画され、平成13年度の実施を目標に準備が進められている。

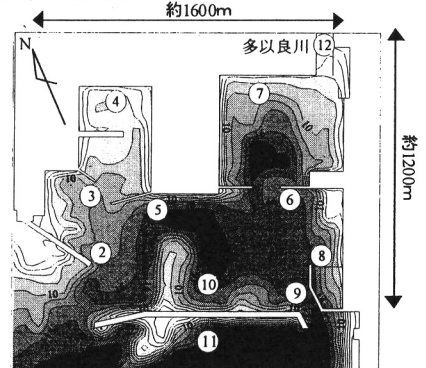
実海域で潮汐残差流を制御するためには、対象海域がもつ様々な流況特性を考慮する必要がある。流れ場に大きな影響を与える要因の一つとして海域の成層特性が挙げられることから、本研究では平成12年5月から実施されている事前調査の結果を基に、長崎漁港の成層形成特性について検討を行った。

2. 対象海域と成層調査の概要 長崎漁港は2箇所の港口を有するが、漁港のスケールに対してそれぞれの港口幅が約100m, 300mと狭く、閉鎖度の大きい海域となっている。また、西側港奥には周辺地域からの排水流入が、東側港奥には小河川(多良川)の河口があり、港内の流況や水質を複雑にしていると考えられる。事前調査は長崎漁港における現況の水質、成層ならびに流況特性の把握を目的として実施された。本研究で取り上げた成層調査は多成分水質計(ADR)を用いて毎週1回満潮時に行われ、5月から10月中旬までの約6ヶ月間にわたり港内外計11測点(図-2)において、水深1m毎に水温、塩分濃度等6項目のデータを採取した。



図-1 長崎漁港の位置

塩分濃度および水温によって形成される海域の成層状態は、外部からの淡水流入や水表面での熱の出入りと、風や潮汐による海水混合により規定されると考えられる。そこでこれらの効果を表すための指標として、多良川等からの淡水流入、水表面での熱収支、日平均風速、潮汐による干満差の4項目を長崎海洋気象台の気象データ等に基づいて評価した。また、水表面での熱収支にはパルク法を用いて算出した短波放射量、長波放射量、潜熱・顕熱輸送量の総和を用い、値が正のときに海面が熱を受け取る状態であることを表すものとした²⁾。



*○は観測点を、他の数字はD.L.からの水深を表す。
図-2 長崎漁港における水質調査測点

3. 観測結果および考察 観測期間における月齢、観測日直前10日間の累積降水量、水表面での熱収支、日平均風速の季節変動をそれぞれ図-3(a), (b), (c)に示す。ここでは観測点の中で最も水深が大きく成層状況を把握しやすいと考えられた測点⑩に着目し、塩分濃度と水温の季節変動から成層特性の考察を行った(図-4(a), (b))。図-4(a)の塩分濃度の季節変化を見ると、6月から全水深にわたる急激な塩分濃度の低下が見られ、7月以降は低濃度の状態で推移している。その間表層付近では顕著な塩淡成層が間欠的に現われ、特に8月後半の観測日においてはその影響が底層まで到達している様子がわかる。多良川等の外部からの淡水流入については実測データが得られなかったため、各観測日の直前10日間の累積降水量により淡水流入の影響を評価した(図-3(a))。ここで両者の比較を行うと、表層付近で塩分濃度が低下している6/5や7/3といった観測日は累積降水量が多く、反対に表層付近の濃度が相対的に高くなっている7/10や7/24等は累積降水量がほとんど見られない。したがって、一般に塩淡成層は淡水流入と海域の混合力によって決定されるが、長崎漁港における塩分濃度の変化は10日累積降水量と非常に強い相関をもつことがわかった。

次に図-4(b)の水温の季節変動を見ると、水温は観測の始まった5月から単調に上昇し、7, 8月の成層期には複雑な様相を呈するものの、9月の循環期に入るとほとんど一様分布を示している。ここで図-4(a)の海面での熱収支の季節変動から月平均値を算出すると、5月から8月までは正值、9月以降が負値となった。これは海面が8月までは暖められ、9月から冷却されはじめることを表しており、全体的な水温の季節変動と良く一致する。しかしながら観測日毎に見ると、7/10, 8/14において水面での熱収支だけでは説明できない相対的な水温の低下が見られる。風や潮汐条件を比較しても両日の条件が大きく異なることから、これらの要因によって引き起こされた変化とは考えにくい。そこで図-3(a)を見ると、この両日は累積降水量がほとんどないことがわかる。観測期

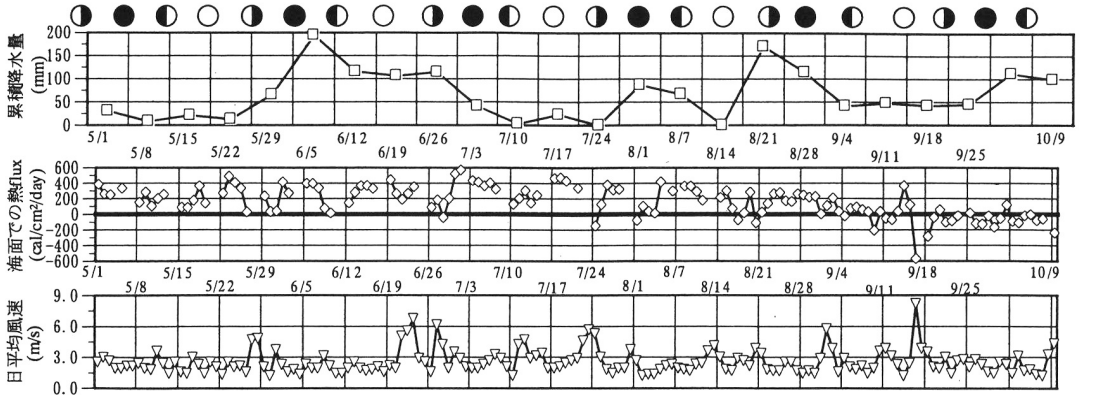


図-3 (a)観測期間における10日間累積降水量:上段,(b)熱フラックス:中段,(c)日平均風速:下段

*横軸は時間(観測日)を表す。

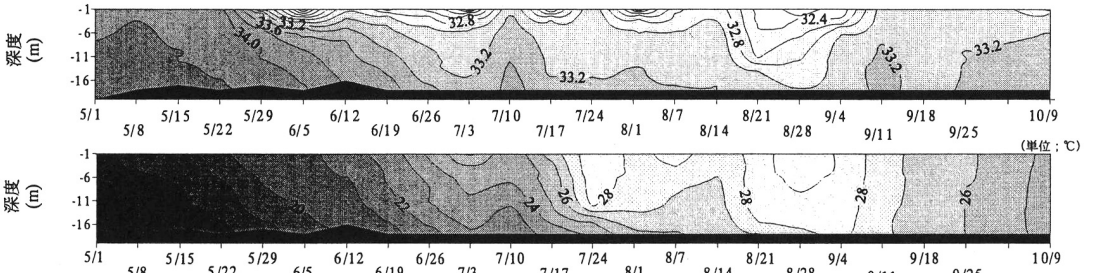


図-4 測点10における(a)塩分濃度の季節変化:上段,(b)水温の季節変化:下段

*横軸は時間(観測日)を表す。

間における多良川河口の水温が港外に比べて高いという観測結果が得られていることを考慮すると、この相対的な水温低下は多良川からの流入量の減少に伴って生じたものと推測できる。また、図-6(a),(b)として7/10~7/24における塩分濃度と水温の鉛直プロファイルを示す。7/10と7/17の水温の鉛直分布を見ると、累積降水量がある7/17のみ表層付近で勾配を持つことがわかる。両日の風速には大きな違いが見られないが、潮汐を見ると7/10の干満差109cmに対して7/17は154cmとなっており相対的に7/17の混合効果が大きかったと考えられる。一方、図-3(b)より水面での熱収支に大きな違いが見られないことから、7/17に見られる水表面近傍の水温上昇は、多良川等からの淡水流入に伴う熱量供給ならびに塩淡水成層の形成による混合の抑制によって形成された可能性が高い。次に7/24の水温分布を見ると、表層はかなり混合されているにもかかわらず、深度12、13m以深では顕著な成層が形成されていることがわかる。塩分濃度の鉛直分布を見てもこの深度より上層が混合されていることから、この原因として7/24と前数日の平均風速が大きく、表層付近は風による海水の混合力が卓越していたと考えられる。また、7/10と7/14の水温分布にも深度12、13mに温度躍層が見られることから、成層期の港内においてはこの位置に季節成層が形成されやすいと考えられる。

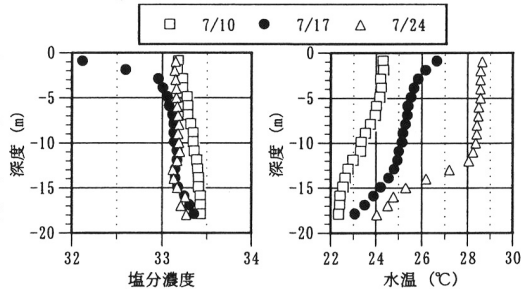


図-5 成層期の(a)塩分濃度の鉛直分布:左図,(b)水温の鉛直分布:右図

4. まとめ 本研究により長崎漁港における成層の形成特性として、(1)10日累積降水量を用いて評価される長崎漁港への淡水流入が塩分濃度だけでなく水温の季節変動や鉛直分布にも影響を及ぼしている可能性が高く、港内の成層化を規定する重要な要素になっていると考えられる、(2)成層期における港内では深度12、13mに比較的安定した温度躍層が形成されやすく、それより上層は風等の影響により混合層になり得る、ということが明らかとなった。

参考文献 1)小松ら(1997):方向性を持つ底面粗度を用いた潮汐残差流の創造と制御,水工学論文集,41,pp.323-328

2)Murakami et al.(1989):Heat and Salt Balance in the Seto Inland Sea,Journal of Oceanographical Society of Japan vol.45,pp.204 to 216