

新長崎漁港における流動特性および水質動態に関する現地観測について

長崎大学大学院 野中寛之・前田修志・山本勝義 長崎大学工学部 多田彰秀・矢野真一郎
 長崎大学環境科学部 中村武弘 長崎大学水産学部 西ノ首英之
 九州大学大学院工学研究府 小松利光 小橋乃子

1. はじめに

長崎市北西端に位置し、東洋一の規模を有する新長崎漁港は、開口部が狭く、奥行きの広い閉鎖性海域であり、外海との海水交換が行われにくい地形的特性を有している。さらに、周辺地域からの栄養塩流入および港内での蓄養(出荷前に一時的に鮮魚を生け簀で保存すること)に伴う排泄物の堆積等によって底泥の汚濁が進んでいるものと予想され、将来の水環境悪化が危惧されている。そのような状況下において、新長崎漁港では平成13年5月末に人工海底ブロック60基が沈設され、それらを用いた水質改善技術(海水交換促進技術)の試験的な適用が実施中である。本研究では、ブロック沈設前の新長崎漁港において1年間にわたり流動特性と水質動態に関する現地観測を実施したので、得られた結果の中より代表的な水質指標(溶存酸素やCOD等)の経時的变化および夏季成層期の流動構造について報告する。

2. 海水交換促進技術について

今回採用した海水交換促進技術は、小松ら(1997)によって開発された比較的小規模な海底構造物(以降、『海底ブロック』と呼ぶ。流れの方向によって抵抗の異なる非対称3次元形状の海底ブロック)である。高さ4.0mの海底ブロックは、1/2円筒形の下部(コンクリート製、半径2.0m)および1/4球形の上部(鋼鉄製、半径2.0m)から構成されている。今回、新長崎漁港では60基の海底ブロックを沈設し、それらの配置パターンを調整することによって潮汐残差流を制御し、海水交換を促すものである。

3. 現場観測の概要について

新長崎漁港内の流動特性と水質動態を総合的に把握するため、図-1に示すような観測点で表-1の項目について現地観測が実施された。なお、これらの観測は、海底ブロック沈設後の平成13年度も継続されており、流況制御効果や水質改善効果の検証が行われる予定である。

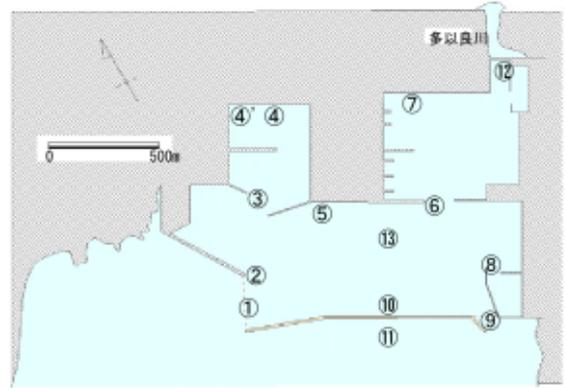


図 - 1 新長崎漁港観測点配置図

表 - 1 現場観測項目

観測点	観測項目	実施期間
	COD,全リン,全窒素,リン酸態リン,アンモニア性窒素,硝酸性窒素,亜硝酸性窒素,SS	毎月1回(上・中・下3層[は上層のみ])
全点	水温,塩分,DO,pH など(多目的水質計 U-22 を利用)	毎週1回、並びに採水時
	潮流流速、流向(ADCP、電磁流速計を利用)	夏季・冬季各40日間
(夏)or(冬)	波浪(流速、流向、波高)(多目的観測計(Wave Hunter)を利用)	夏季・冬季各40日間
他港内数地点	底泥調査(COD、ベントス、全リン、全窒素)	夏季、冬季各1回

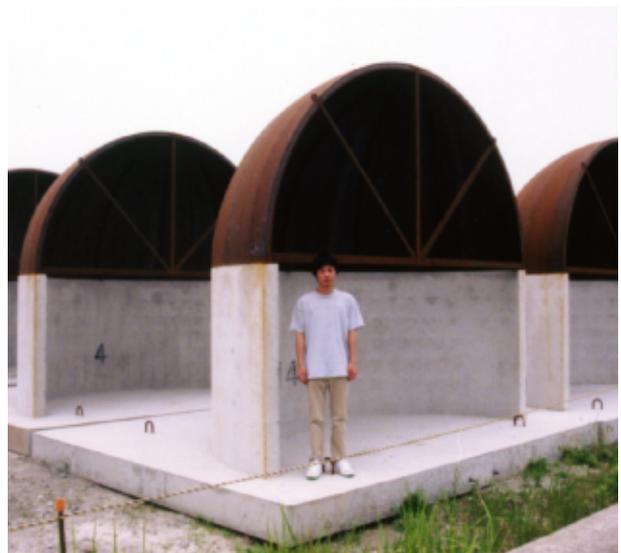


写真 - 1 海底ブロック

3.1水質観測について 新長崎漁港内の成層状態や水質動態について調べるために水中投入式の多目的水質計 [ADR1000 ; アレック電子製および U-22; HORIBA 製] を利用して、水温、塩分、DO(溶存酸素)、SS、電気伝導度などの鉛直分布を測定した。本調査では、平成 12 年 5 月～10 月にかけての週 1 回満潮時の観測と平成 12 年 5 月～平成 13 年 1 月にかけての月 1 回干潮時の観測が行われた。なお、各測点において水深 1 m 毎のデータを取った。

3.2流動観測について 海底ブロックを沈める以前の長崎漁港内の流動構造を把握するため、港内外 4 地点において電磁流速計 (係留型 [ACM-8M,アレック電子製] : 2 連 [海底上 5m,14m] : 1 連 [海底上 5m]) 3 台と ADCP (海底設置式 [Workhorse-ADCP,RD Instruments 製]) 2 台(、)を用いた流動観測を行った。また、との 2 地点において波高・流速計 (海底設置式 [WaveHunter99,アイテック製]) 2 台による波浪観測も同時に実施した。なお、観測期間の後半には測点の ADCP を測点へ移設した。

4. 観測結果とその考察

4.1 温度躍層と水質変化 図 - 2 に、測点、で観測された平成 12 年 5 月から平成 13 年 1 月までの水温変化を示す。ただし、測点では、6 月と 12 月が欠測である。港内の測点、港外の測点の両者とも春から夏季にかけて温度躍層が発達し、9 月以降は混合していることが確認できる。

さらに、図 - 3 に港内の測点 (水深約 20m) における水温分布の経時変化を示す。上図は午前中 (満潮時) 測定、下図は午後 (干潮時) 測定の結果である。6 月から発達し始めた温度成層が、8 月に最も強い躍層を形成しているのが認められる。また、9 月以降は成層状態が崩れ、混合している様子も分かる。潮汐の影響があるため湖沼などに較べて早い時期に混合期を迎えたものと考えられる。また、両図を比較すると、上図 (午前) に比べ下図 (午後) の方がより鋭い躍層が発達しており、港内の水温構造は日射の影響による日変動がかなり卓越していることも予想される。

次に、図 - 4 に測点、での溶存酸素濃度 (DO) の変化を示す。港内の測点では、底層で 6 月から徐々に DO が減少し、夏季成層期には貧酸素

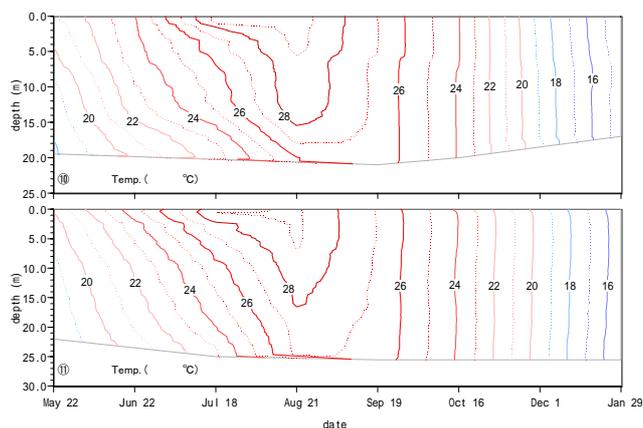


図 - 2 水温分布の経月変化 (上図: 測点、下図: 測点、単位:)

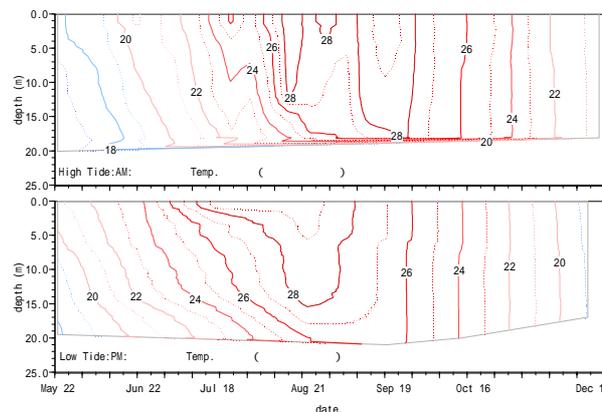


図 - 3 測点 (a) の水温分布 (上図: 午前、下図: 午後)

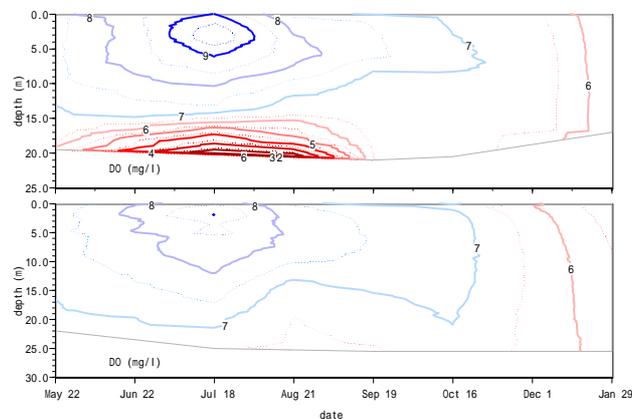


図 - 4 DO 分布の経月変化 (上図: 測点 (a)、下図: 測点 (b)、単位: mg/l)

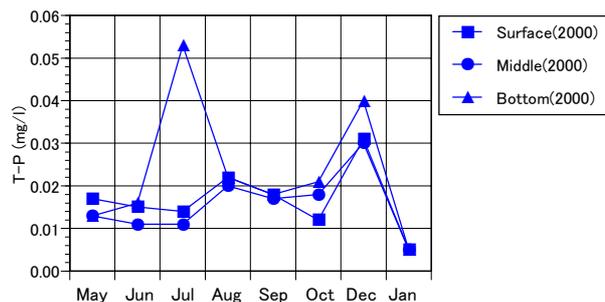


図 - 5 全リンの経月変化 (測点 (a))

水塊 (2.5mg/l 以下) の発生が確認される。一方、港外の測点 では夏季の底層付近でも酸素が豊富にあることが分かる。これらより、港内外で水質動態や底泥の状態に大きな違いが存在していることが推測される。

図 - 5 および図 - 6 に、測点 での全リン (T-P)、全窒素 (T-N) の濃度変化を示す。リン、窒素、COD などの水質項目については、海面下 2m を上層、海底面上 1.5m を下層とした。なお、採水時に水温分布を測定し温度躍層がある場合には躍層位置を、無い場合には水深中央付近を中層とした。現状で比較的水質の良い新長崎漁港では、水深による顕著な差はあまり見られないが、成層期の 7 月においては、T-P、T-N とともに下層部で高い値を示している。ただし、8 月については採水を行った日 (8 月 21 日) の前 5 日間に強い降雨 (8 月 20 日に 8 月の最大降水量 47.5mm/ 日を記録) が続いたために、全体的に薄められた観測結果を得ている。これらのことから、成層期に下層で生じる貧酸素水塊によって底泥からの栄養塩類の溶出が促進されているものと推測される。

図 - 7 は、全観測点を対象に、各層での COD の平均値を取り、その変化を示したものである。夏季に COD の値が高くなっているが、T-P、T-N と同様に 8 月に降雨による低下が見られる。新長崎漁港では、COD は 2mg/l 以下を示しており、水質はまだ良好な状態であるといえる。

4.2 流動構造について 観測データを基に観測期間中の平成 12 年 7 月 19 日から 8 月 2 日までの 15 日間平均により残差流を求めた。図 - 8 に ADCP により測定された港口である測点 (平均水深: 約 18m) と (同: 約 20m) における残差流の分布を示す。 では上層で西方成分が卓越しており、港内から流出する傾向がある。下層では弱い東方成分が見られ exchange flow が存在している。また、 では上層で北方成分が大きく流入傾向にある。

同様に港内の測点 (平均水深: 約 20m) および測点 (同: 約 20m) において電磁流速計のデータから残差流成分を算出したところ、測点 の下層で北方成分: 2.0cm/s、東方成分: - 5.7cm/s、上層で北方: - 8.5cm/s、東方: 3.5cm/s、 の下層で北方: 7.0cm/s、東方: - 3.2cm/s が得られた。

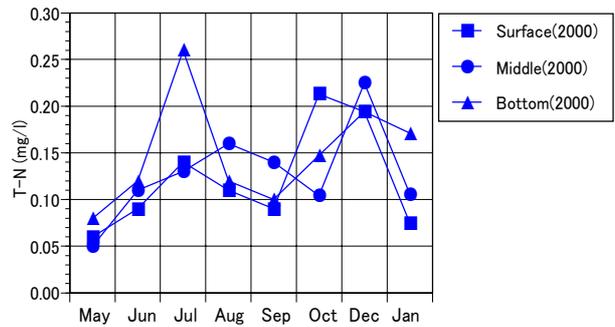


図 - 6 全窒素の経月変化 (測点)

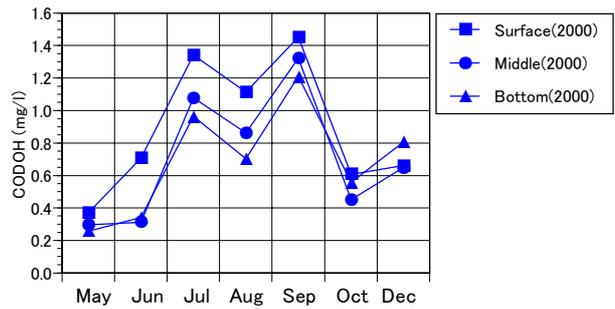


図 - 7 全点平均 COD の経月変化

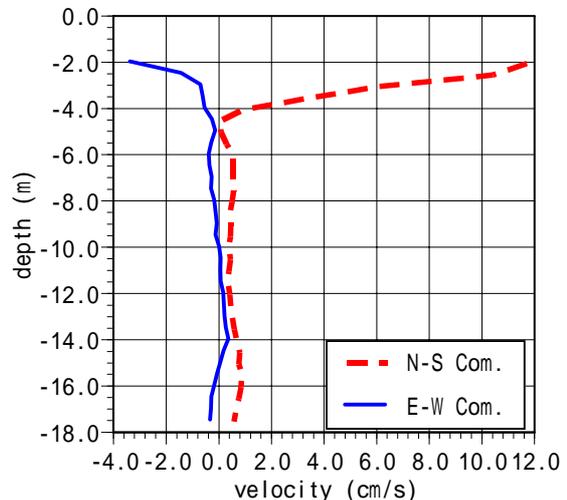
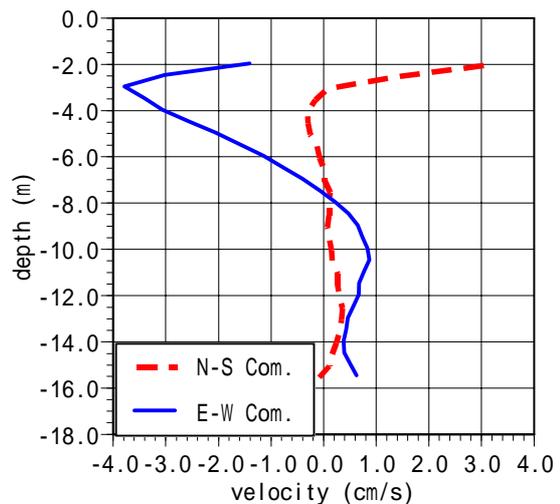


図 - 8 残差流の鉛直分布 (上図: 、下図:)

