

ADCP を用いた新長崎漁港の流動解析

九州大学大学院 学生員 ○清水 崇, 小橋乃子, 神山 泰 正会員 安達貴浩, 藤田和夫
 長崎大学 環境科学部 正会員 中村武弘 同工学部 正会員 多田彰秀, 矢野真一郎, 野中寛之
 長崎大学 水産学部 西ノ首英之 九州大学大学院 フェロー 小松利光

1. 緒言: 長崎県西彼杵半島に位置する新長崎漁港は、長大な堤防に囲まれた典型的な閉鎖性海域である。その上、近年、後背地の開発や蓄用筏の増設が進められており、流入負荷の増大に起因した水質悪化が懸念されている。このため、同海域を対象として、海底粗度を用いた水質改善技術¹⁾の実証実験が平成12年春より実施されている。このプロジェクトに関連して現在までに多くの観測が行われているが、流速に関しては定点調査のみであり、平面的な流動構造に関しては十分な情報が得られていなかった。そこで、本研究では平成13年の冬、春、夏に実施されたADCP (RD社、ワークホース60kHz, 1200kHz)の曳航調査を基に、同海域の空間的な流動構造ならびに季節変化について検討を行った。

2. 観測内容: 調査は1潮汐間に渡って実施され、1時間に港内4断面(図-1)の流速が測定された。観測日は
 冬季:平成13年1月25日, 春季:平成13年4月10日,

夏季:平成13年8月8日であり、いずれも大潮時に相当している。なお、流速には水深方向に1m, 測線方向に10mの空間平均値を用い結果の考察を行った。

夏季の観測時には測点①, ⑨, ⑩において、1時間毎に多項目水質計(HORIBA製, U-22)を用いた観測を行った。また、測点⑧では水温計(アレック電子, AT-16k)を用いた連続観測が、測点⑩, ⑪では多項目水質計(アレック電子, ADR-1000)を用いた水質の定期計測が行われている。

3. 観測結果および考察:

3-1 冬季・春季の流動構造 測線Dにおける流速の東西成分の鉛直断面分布を図-2(ア), (イ)に示す。なお、図-2における横軸には測線DのY座標を用いた。

冬季の流速は水深方向には比較的一様であるのに対し、水平方向には分布をもち、上げ潮時には北側からの流入が速く、下げ潮時には南側からの流出が速くなっている様子がみられる。従って、1潮汐平均的には西側港口部で時計回りの残差環流が形成されているものと推察できる。このような流況は平面2次元計算から得られている結果と一致しており²⁾、冬季の流動は地形の影響を強く受けているものと考えられる。

一方、春季になると水平方向よりも鉛直方向に流速の変化が大きくなり、潮汐運動に関係なく常に上層が流出していることが分かる。この様な表層流出が生じる要因として河川水や風の影響等も考えられたが、冬季と春季の観測日当日の気象条件は河川流量、風向・風速とも比較的類似していた。従って、冬季には水温と塩分の密度差に及ぼす効果がちょうど相殺し、同様な気象条件であるにも関わらず、春季のような流動が見

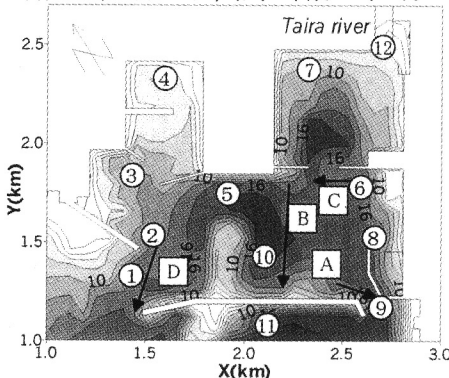


図-1 新長崎漁港の概略図

(○)の数字は測点を、□のアルファベットと矢印は測線を、他の数字はD.L.Rの水深(m)を示す

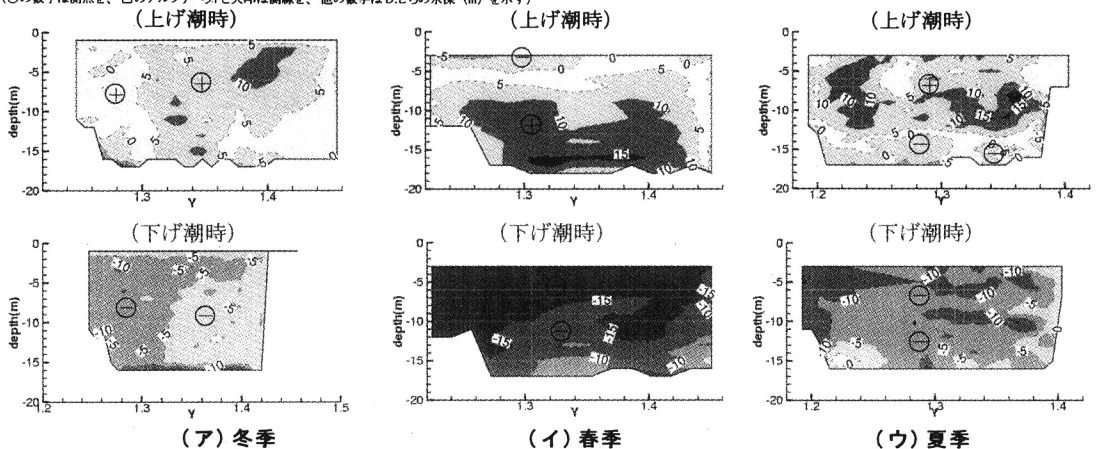


図-2 測線Dにおける流速東西成分

(+は湾に流入する東向きの流れ、-は湾から流出する西向きの流れ)

られなかったものと推察される。

3-2 夏季の流動構造 夏季の測線Dにおける東西成分流速の鉛直断面分布を図-2(ウ)に示す。この日は上げ潮・下げ潮に拘わらず、全観測時間において下層流出が生じており、上層においてのみ潮汐に追従した流速変動が見られた。また、測線Aの流速断面分布についても測線Dと同様の変動が見られた。

ここで、図-3に夏季の気象と海象のデータおよび、測点①、⑨の海底に設置されたADCPの観測結果から算出した13m以深の下層流速の平均値の系時変化を示す。下層流速の変動は測点①(測線D)、⑨(測線A)ともに通常は潮汐に追従して入退を繰返しているが、8月7日未明から比較的強い南風が吹き始めると、港口の下層の流れは西側、東側ともにほぼ流出傾向を示すようになった。この期間に風以外の気象条件がほとんど変化していないことから、卓越した南風(この期間では5m/s程度)が吹き続けたことによって下層流出が生じたものと考えられる。次に図-4に夏季の曳航調査時に観測された測線Dにおける水温の鉛直分布の時間変化を示す。上層の水温は日射の影響を受けるため日中は上昇し続けているが、反対に下層では水温の低下が見られる。この傾向は測線Aでも同様に見られた。夏季の港内における下層水温は、常に港外よりも冷たいというこれまでの観測結果を考慮すると、下層の水温低下は常に流出しているという下層流速に応じた変化と考えられる。ここで、図-3に示す測点⑧の水温長期変動を見ると、表層水温(水深0.5m)は気温の変化と一致するのに対し、下層水温(水深15m)は潮汐運動に応じて変化している様子が見て取れる。この結果を見ても、上層は日射などの気象条件が、下層は外海水との交換が水温変動の主な支配要因であることが分かる。

次に曳航調査の2日前(8月6日)に観測された港内外の密度の鉛直分布を示す(図-5)。ここでは港内の代表点として測点⑩を、港外の代表点として測点⑪を用いた。この図より水深5m付近を境に港内外の密度の大小関係が逆転し、下層では港内の密度が大きくなっていることが分かる。下層の塩分は水深方向にほぼ一様であったため、このような密度分布は港内下層の冷水塊が要因であると考えられる。従って8月8日に観測された流況はそもそも上層流入・下層流出となるような密度流構造を有していた状況に加え、強い南風によって形成された鉛直循環流とそれによって強化された密度分布の双方の影響を受けて生じた現象であったと考えられる。

4. 結論: 本研究によって次のことが明らかとなった。

①新長崎漁港における冬季の流動は水温と塩分の密度流に及ぼす効果が相殺し合うため、河川流量が比較的大きくても密度流の影響がほとんど見られない。一方、成層が形成される春季や夏季の流動は密度流や風成流が相互に影響を及ぼし合う複雑なメカニズムによって規定されている。

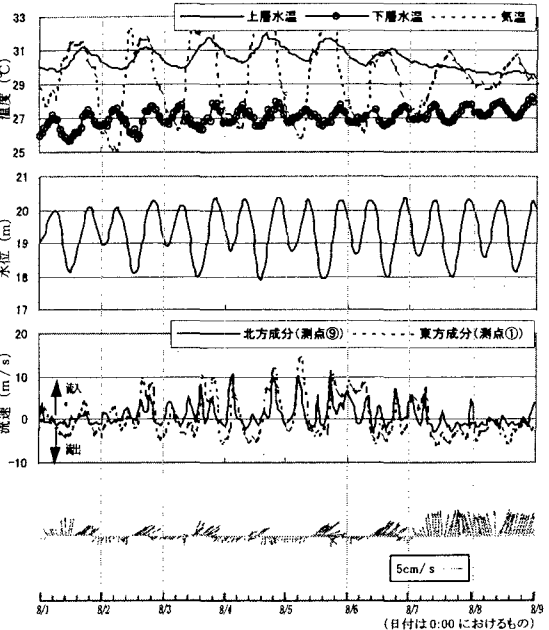


図-3 夏季の気象・海象データ
(上から水温(測点⑧)・気温、測点①における水位変動、
下層流速、風ベクトル(上が北方))

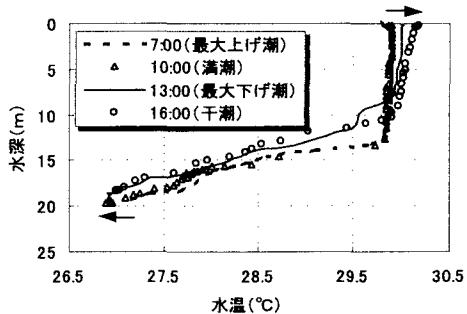


図-4 水温変化(測点①)

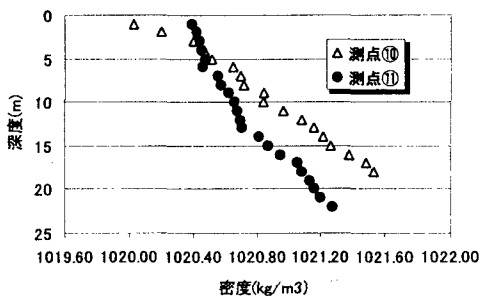


図-5 港内外の密度分布(8/6満潮時測定)。

②新長崎漁港における夏季の水温は上層では気象条件が、下層では外海との海水交換が最も支配的な要因である。

(参考文献) 1)小松ら:水工学論文集,第41巻,pp323~328,1997 2)小松ら:西部支部講演概要集,第2分冊,ppB-238~B-239,2001