

現地実験による流況制御ブロックの湧昇流発生効果の検証

九州大学工学部 学生員 ○河原正史 九州大学大学院 学生員 齋田倫範
九州大学大学院 正会員 矢野真一郎 フェロー 小松利光 長崎大学水産学部 西ノ首英之
芙蓉海洋開発(株) 石村忠昭・大原正寛 粕谷製網(株) 深堀一夫 東栄商興(株) 末松吉生

1. はじめに

外海との海水交換が少ない閉鎖性海域では、栄養塩などの流入負荷が停滞しやすい。海域の富栄養化が進行するにつれて赤潮や貧酸素水塊が発生するといった問題が生じやすくなる。このような海域の一つである有明海では甚大な漁業被害が発生しており、漁場環境を回復させる技術の開発が急がれている。

そのような中、小松ら(1997)¹⁾が提案している「流況制御ブロック」を用いた海水交換促進技術に関する実証実験が2001年5月より新長崎漁港で実施された。その結果、残差流の変化や水質、底質の改善がみられたことから、流況制御ブロックの海水交換促進効果が確認されている²⁾。本技術を有明海に適用するには、軟弱地盤上にブロックを設置するための技術が必要とされる。そこで、2002年9月より諫早湾内の長崎県小長井漁港の沖合海域(32° 54' 45" N, 130° 11' 37" E (WGS))に材質・形状・設置方式などを変えたブロックが計6基設置された。

流況制御ブロックは海水交換促進効果だけでなく、湧昇流を生成させることによる鉛直混合の促進の結果として、成層化に伴う底層水の貧酸素化抑制が期待されている。本研究では、流況制御ブロックの湧昇流発生効果を小長井沖の現地観測結果をもとに検証した。

2. 流況制御ブロックの設置方法

設置されたブロックは、ローコストで大量生産可能なコンクリート製を基本型としたが、自重の違いによる沈下状況の検討のため、コンクリート製1/2円筒型4基、鋼鉄製V字型1基、プラスチック製三角錐型1基としている。設置位置の平均水深は約7.5m、各ブロックの高さは2mである。設置前の流況調査結果より得られたM₂潮の潮流楕円の長軸方向にあわせて、図-1に示すようにブロックの順流、逆流方向(以下、流軸方向)を真北から反時計回りに68°にとった。

3. 現地観測の方法

流況制御ブロック設置による湧昇流発生効果を検証するために、2002年9月25日～10月16日に流動を2003年7月4日～7月23日に流動、ならびに水温の連続観測を行った。2002年の観測では、No.3ブロック(1/2円筒型)の水門側および湾口側の4m離れた地点にそれぞれ超音波ドップラー流速計(以下ADCP: Aquadopp Profiler1000kHz, Nortek社製)を海底設置した。2003年にはNo.3ブロックの水門側の4mと10m離れた2地点にADCPを海底設置した。さらに、2台のADCPの中央地点となるブロックから7m離れた地点に、メモリー式水温計を鉛直方向に50cm間隔で計20個係留した。

4. 現地観測の結果および考察

2002年の観測では、期間中に2回の小潮と1回の大潮が記録された。湧昇流の発生を確認するために、流速の鉛直成分wについて調べた。wの時系列より、水門側で上昇流、湾口側で下降流の発生が確認されたが、この期間は大潮～中潮期にあたっており、潮流の強い時期と一致していた。このうち、10/7～10/8の2日間

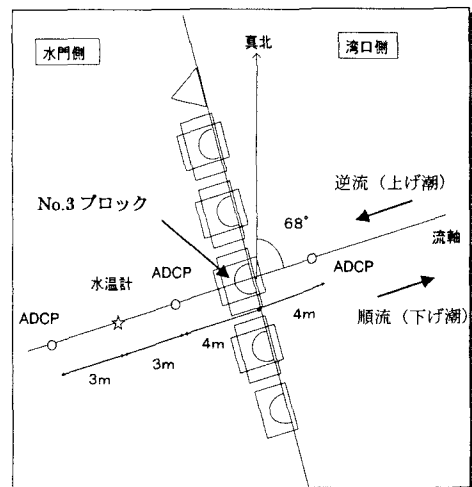


図-1 流況制御ブロックの設置状況と観測機器の配置

について海底上 2m層の水平流速のブロック断面に直交する成分（図-1の流軸方向成分、湾口側を正）、1.5m~4.5m層における w のコンターの時系列図を図-2に示す。 w は上向きを正にとり、図中ではそれぞれ顕著な方向のみを示した。図-2の流軸方向流速の水門側と湾口側の流速より、上げ潮時には湾口側が、下げ潮時には水門側が流速が大きく、ブロックによる抵抗の効果が見受けられる。また、上げ潮時（逆流時）には水門側で顕著な湧昇流が発生し、下げ潮時（順流時）には湾口側で弱い下降流が生じているのが確認された。一方、片側で鉛直流が発生しているときに、反対側となる上流側では明確な鉛直流は発生していなかった。これらの湧昇流および下降流は、潮汐の周期に完全に対応していることから、潮流がブロックに衝突し鉛直流が誘起されていることが分かる。これより、流況制御ブロックの湧昇流生成効果が十分に機能していることが確認できた。

2003年の観測では、流況制御ブロックにより発生した湧昇流が、成層構造に与える影響を検討するために、水温の鉛直分布の連続観測が試みられた。また、2002年の観測より上げ潮時に水門側で強い湧昇流が確認されていたので、水門側だけに観測機器を配置している。観測期間中には、2002年と同様に、小潮が2回と大潮が1回観測された。 w と水温分布の比較から、水温成層が発達しているときには上げ潮時でも下降流が発生している場合があり、2002年のように明確な湧昇流が確認しにくかった。そこで、日射による加熱の影響が少ない夜間について、水表面と海底での水温差 ΔT と w との相関を上げ潮時と下げ潮時毎に図-3のように取った。これより、 w の値は上げ潮時の方がより大きな幅で発生していることから、鉛直流はブロックにより誘起されていることが分かる。また、同等な ΔT に対して、湧昇流と下降流の両方が発生しているが、頻度は湧昇流の方が高いようである。今回の水温分布のみの観測では正確な密度の鉛直分布が不明であり、今後は塩淡成層の影響も考慮した観測が必要である。

5. まとめ

本研究では、流況制御ブロックによる湧昇流発生効果を現地観測により検証した。その結果、今回のブロック設置条件では大潮期などの潮流が強い時期には顕著な湧昇流を発生できることが分かった。今後は、2003年観測データのより詳細な解析による湧昇流の成層化抑制効果の検討を行う予定である。本研究は、(社) マリノフォーラム 21 による平成 13 年度提案公募型有明海地域等緊急振興対策研究開発事業の一環として実施された。ここに記して謝意を表す。

[参考文献] 1) 小松ら (1997)、水工学論文集、41、pp. 323-328.、 2) 多田ら (2002)、海岸工学論文集、49、pp. 1266-1270.

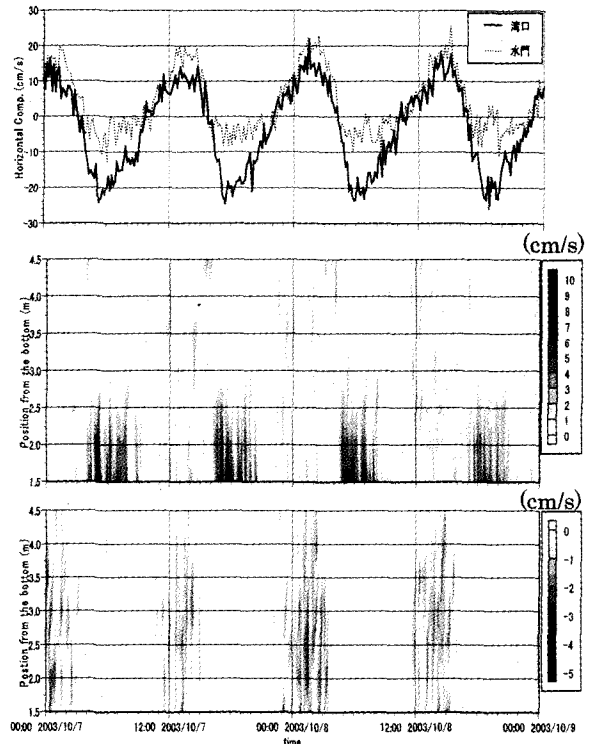


図-2 流速の観測結果 (上から流軸方向流速、水門側 w 、湾口側 w)

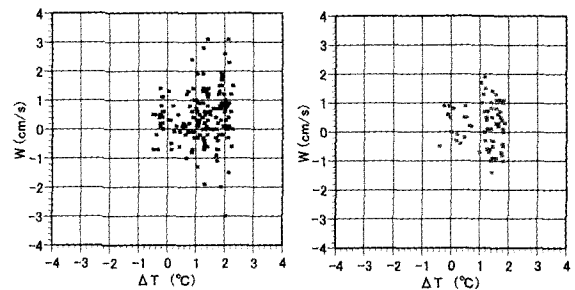


図-3 大潮期夜間の ΔT と w の相関

(左図：上げ潮時、右図：下げ潮時)