

現地観測と潮流シミュレーションによる有明海の流動・水質変動に関する考察

佐賀大学大学院 学生会員 ○酒見 諭
 佐賀大学理工学部 正会員 大串 浩一郎
 佐賀大学理工学部 非会員 野口 剛志

1. はじめに

有明海は、福岡、佐賀、長崎、および熊本の4県にまたがる半閉鎖性内湾で、水産資源の宝庫として知られている。しかし、近年、大規模な赤潮発生、貝類をはじめとする漁獲高の減少や海苔の不作問題などの環境悪化が顕著になってきている。その原因解明のため、有明海の水質特性を知ることは重要である。そこで本研究では、佐賀大学有明海観測塔における定点観測データを整理し、有明海湾奥部の水質変動特性について分析を行った。また、有明海の流動特性の把握ために潮流シミュレーションも行った。

2. 研究方法

本研究では、佐賀大学有明海観測塔においてアレック電子(株)製の水質計測器であるメモリー式クロロテック ACL-104-8M(以降、クロロテックと称す)を設置し観測を行った。このクロロテックは、水中に沈めて水温、濁度、クロロフィルaを長期間連続観測することができるセンサである。このセンサを観測塔においてフロートから水面下1mに吊り下げる形で設置し、常に水面付近における水質観測を行った。観測期間は2001年10月20日～2002年3月14日(第1回観測)、2002年10月23日～11月22日(第2回観測)、2003年7月16日～7月30日(第3回観測)である。図-1に佐賀大学有明海観測塔の位置を示す。

また、潮流シミュレーションでは大阪大学の中辻氏らにより開発された3次元流動モデル(ODEM)を用いた。シミュレーションに用いた基礎方程式は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial W}{\partial z} &= 0 \\ \frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} + W \frac{\partial U}{\partial z} &= fV - \frac{1}{\rho_a} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(A_H \frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A_H \frac{\partial U}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(A_V \frac{\partial U}{\partial z} \right) \\ \frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + W \frac{\partial V}{\partial z} &= -fU - \frac{1}{\rho_a} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} \left(A_V \frac{\partial V}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A_H \frac{\partial V}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(A_V \frac{\partial V}{\partial z} \right) \\ \frac{\partial P}{\partial z} &= -\rho g \end{aligned}$$

式中の U, V, W は流速成分、 ρ_a は海水の標準密度、 A_H, A_V は水平および鉛直方向渦動粘性係数、 f はコリオリパラメーターである。なお、密度成層および風の影響は考慮していない。また、シミュレーションでは計算領域を500m格子に切り、差分時間間隔は30s、深さ方向の層数は10層とした。層厚は最上層から順に3m×2層、4m×1層、5m×4層、10m×3層とした。

なお、分析を行うにあたっては、国土交通省有明海タワー総合観測所のデータ、主要8河川の流量データおよびアメダスデータを使用した。有明海タワーは、佐賀大学有明海観測塔から南東約2kmに位置し(図-1参照)、潮位、風速、風向などを常時観測している施設である。

3. 結果と考察

3.1 濁度

第2回観測時にクロロテックで得られた水面付近の濁度と有明海タワーにおける潮位(T.P.値)の観測結果の一部を図-2に示す。濁度と潮位の時系列変化を比較すると、満潮時から数時間遅れて濁度のピークが必ず現れることがわ

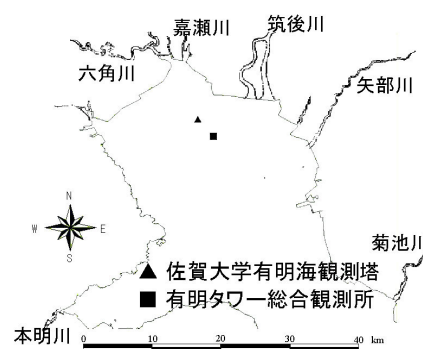


図-1 有明海湾奥部における観測地点

キーワード 有明海、濁度、クロロフィルa、潮汐残差流

連絡先 〒840-8502 佐賀市本庄町1番地 佐賀大学理工学部都市工学科 TEL0952-28-8686

かる. 図-3 に示した満潮時と濁度ピークとの遅れ時間の頻度割合をみると, 遅れ時間は概ね 4~5 時間であり, このことは, 濁度の上昇が下げ潮(満潮→干潮)によって生じていることを示している.

また, 濁度の上昇は潮汐による底泥の巻き上げに起因するものであると考えられるが, 図-2 をみると, 上げ潮によって濁度は上昇していない. このことから, 観測地点における濁度の上昇は, この付近における底泥の巻き上げによるものではなく, 干潟域で巻き上げられた物質が, 下げ潮によって輸送されてきたことに起因するものと考えられる. したがって, 干潟域の浸水面積が広がる大潮時には, 濁度がより高くなっている(図-2).

3.2 クロロフィル a

クロロフィル a とは植物に含まれる緑色色素のことであり, 植物プランクトン量に関連した水質指標である. したがって, クロロフィル a の増減は, 水温, 全天日射量, 河川からの栄養塩の供給などに関係すると考えられる.

クロロフィル a と水温の時間データをプロットすると図-4 のようになる. また, 図-5, 図-6 に第 3 回観測時の主要 8 河川の時間平均流量(合計値), 佐賀地方气象台で観測された降水量および全天日射量の時系列変化をそれぞれ示す. これらの図から, 水温が比較的高い条件下ではクロロフィル a が大きく上昇する傾向にあることがわかる. また, クロロフィル a の増加は, 河川流量と全天日射量が増加した後に生じていることがわかる. このことから, クロロフィル a の増減はこれら 2 つ要因に影響を受けるものと考えられる. ただし, このことは夏季(7/16~7/30)における観測結果から言えることであり, 11 月における観測結果からは夏季のような関係はみられなかった.

3.3 潮流シミュレーション

潮流シミュレーションは, 外海で主要 4 分潮を境界条件として与えて計算を行った. なお, 今回の潮流シミュレーションでは河川の影響は考慮していない. 有明海における潮汐振幅と流速の計算値と実測値を比較すると, ほぼ実測値に近い値を表わすことができた. また, 図-7 に潮汐残差流を示す. この図から, 湾口部に幾つかの渦がみられる. また, 湾奥部から湾奥部西岸沿いに反時計回りの流れが生じている. さらに, 島原半島沿いに強い南下流を形成していることがわかった.

4. まとめ

本研究では, 現地観測データを用いて有明海湾奥部の水質変動を明らかにした. また, 潮流シミュレーションを行うことで有明海の流動特性をつかむことができた. 今後は有明海での水質シミュレーションを行う予定である.

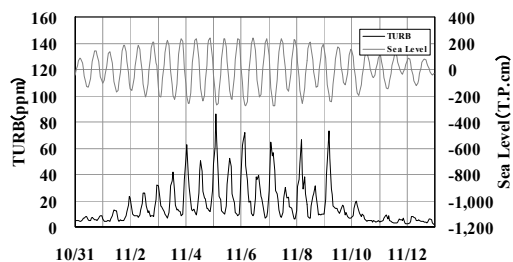


図-2 潮位と濁度の変化(2002 年)

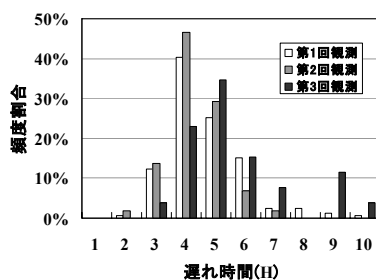


図-3 遅れ時間の頻度割合

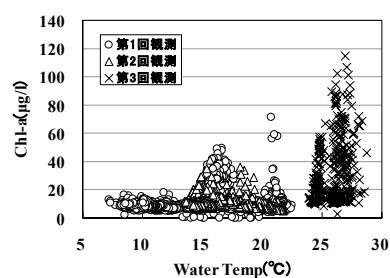


図-4 クロロフィル a と水温の変化

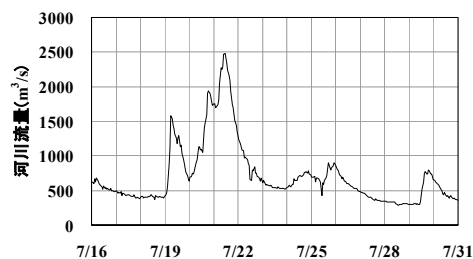


図-5 主要 8 河川の時間平均流量(合計)の変化(2003 年)

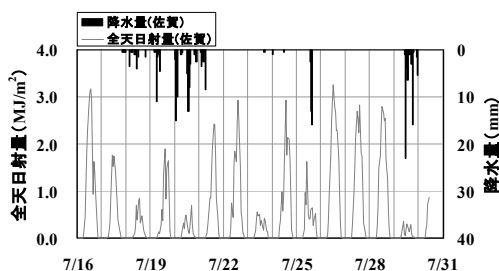


図-6 全天日射量と降水量の変化(2003 年)

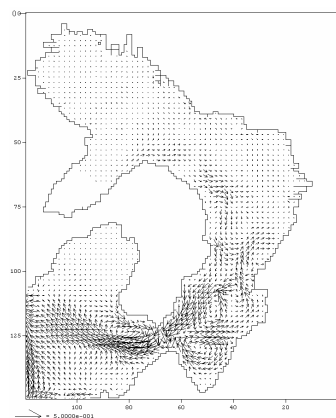


図-7 潮汐残差流