

赤潮発生因子の1つである伊万里湾湾内流動に及ぼす風の影響に関する研究

長崎大学工学部 学生会員 ○平智樹 長崎大学工学部 正会員 鈴木誠二
長崎大学工学部 フェロー 野口正人 長崎大学工学部 正会員 西田渉

1. はじめに

近年、伊万里湾において、陸域からの汚濁負荷の増加や増殖等の餌散布により富栄養化が進行しつつある。そのため、大小数多くの赤潮が発生している。とくに大規模な赤潮の発生は、養殖漁業に甚大な被害を与える。また、伊万里湾に生息し貴重な天然記念物であるカブトガニの保護・保全の観点からも、赤潮への対策が早急に必要である。しかし、未だに赤潮の発生・消長機構が明らかではないため、その対策は不十分である。

そこで、本研究では長崎県と佐賀県の県境に位置する伊万里湾を対象とし、赤潮の発生・消長機構を明らかにすることを目的とする。本論文では、赤潮の発生因子の1つである湾内流動に対する風の影響について報告を行う。具体的には、3次元流動シミュレーション(ODEM)¹⁾を用いて流動計算を行い、風が流動、および、赤潮へ及ぼす影響について考察を行った。

2. 伊万里湾の概要

長崎県と佐賀県の県境に位置する伊万里湾は、東西約15km、南北約15kmの内湾である(図-1)。3つの湾口部を有するが、大変狭く閉鎖性の強い内湾である。平均水深は約23mと浅く、湾内はほぼ50m以浅であり、湾口部で最も深くなる。とくに、最も西に位置する津崎鼻と青島間の湾口部では急激に深くなり水深50mを超える。福島より湾奥部では水深20m以浅となる。湾内には大小約20の河川が流入しており、志佐川流域が最も広く45.4km²である。また、湾内には、福島をはじめとする多数の島が存在し、大変複雑な地形となっている。

伊万里湾では、ブリや鯛などの海面養殖が盛んに行われている。また、伊万里川河口では干潟が発達しており、多種多様な生物が生息している。とくに天然記念物であるカブトガニが生息する水域であり自然環境の管理・保全の必要性が高い。しかし、近年では上述のように徐々に富栄養化が進行しつつあり、水質悪化や赤潮による漁業被害が問題となっている。とくに1999年8月に発生した大規模な赤潮は、養殖業に壊滅的な被害を与え、被害総額が7～8億円にのぼるとみられている²⁾。そこで、本論文では、赤潮の被害が甚大であった1999年8月を対象とし数値シミュレーションを用いて、風が流動、および、赤潮へ及ぼす影響について解析を行う。

3. 1999年8月の赤潮発生状況

1999年8月8日に、*C. polykrikoides* による赤潮が鷹島南部の海岸線約10km海域で発生した。この赤潮の発生要因は、水温が25.3から28に急激に上昇したこと、大量の降雨のため陸域からの窒素やリン等の栄養供給が

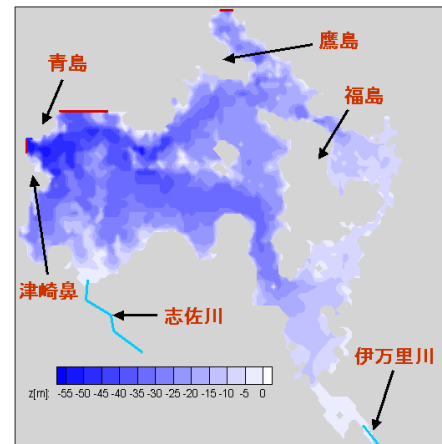


図-1 伊万里湾深浅図

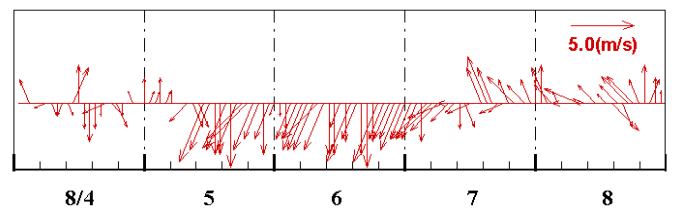


図-2 風のベクトル

あったこと、小潮時で潮流が弱かったため、海水交換量の減少によりプランクトンの拡散を弱めたことなどが挙げられる。それらに加え、発生前の3日間、南よりの風が連吹したためであると考えられる。

松浦観測所で観測された赤潮発生前の風速・風向データを図-2に示す。赤潮発生が確認される3日前の8月5日から7日の正午まで平均風速約3.5m/sの南よりの風が連吹した。この風の影響を受け、大量の植物プランクトンが鷹島南部の海域に集積し、8日に赤潮として確認されたものと推察される。

4. 数値シミュレーションの概要

本論文では、大阪大学工学部中辻研究室で開発した3次元流動シミュレーションモデル(ODEM)を用いた。本モデルは、連続方程式、運動方程式、水温・塩分の拡散方程式、海面での熱収支式および密度の状態方程式で構成される。

計算領域は、図-1で示した伊万里湾を対象とし、250m間隔で東西方向に97分割、南北方向に96分割した。鉛直方向には湾内の流動・密度の鉛直方向の分布を考慮して不規則厚とし、表層から1.5m, 0.4m, 0.5m, 1.0m, 2.0mを9層, 5.0mを7層の合計20層とした。初期条件として、水温

と塩分分布の観測値を用い、差分時間間隔は 3.0 秒とした境界条件として、3 箇所の湾口部に M2 分潮を考慮した潮位変動を与えた。気象条件として、気温と日射の観測値を与えた。風が湾内流動に及ぼす影響を把握するために、風の観測値を考慮した場合と考慮しない場合の 2 パターンの計算を行っている。

5. 結果および考察

風を考慮しない場合の、8 月 7 日における下げ潮最盛時、上げ潮最盛時、および残差流の計算結果を図-3、図-4、図-5 に示す。この結果は、以前に実施された流動シミュレーション結果³⁾とほぼ一致し、妥当であると考えられる。鷹島南部を中心にみても、下げ潮最盛時には西流および、北西流が卓越しその流速は約 30m/s と強い流れとなっている。一方、上げ潮最盛時には、湾外からの流入が鷹島南東部にまで強く及んでいる。つまり、風を考慮しなかった場合には、湾内と湾外との海水交換が強いことがわかる。残差流をみると、鷹島南西部沖に低気圧性の渦が発生していることがわかる。

実際の風を考慮した場合の、8 月 7 日における下げ潮最盛時、上げ潮最盛時、および残差流の計算結果を図-6、図-7、図-8 に示す。下げ潮最盛時には、風を考慮しなかった場合に比べ、鷹島南部、南西部における湾外方向への流速が約 20%弱くなっている。上げ潮最盛時において

も同様に約 17%弱くなっている。南風が連吹することにより海水交換が弱まったことがわかる。残差流も風を考慮しなかった場合に比べ、鷹島周辺海域の流れが弱まっている。風の影響を受け、物質輸送が抑制され停滞していると考えられる。また、低気圧性の渦も弱まっているが、その位置が風を考慮しなかった場合と比べ北東へ移動している。この海域は、大量の赤潮が確認された位置と一致している。この潮汐残差流が鷹島南西部に大量の植物プランクトンを集積させる要因であった可能性が示唆される。

6. まとめ

本研究では、風を考慮する場合と考慮しない場合の流動シミュレーションを行った。南よりの風が連吹した場合は、外海との海水交換が弱まり、物質輸送が抑制されることがわかった。また、潮汐残差流により鷹島南西部に低気圧性の渦が発生し、それが赤潮発生の一因である可能性が示唆された。

7. 参考文献

- 1) 中辻啓二：小坂湾における残差流と物質輸送，水工学シリーズ 94-A-9，pp1-2，1994。
- 2) 長崎新聞：1999 年 8 月 11 日，23 面。
- 3) (株)数理計画：伊万里湾における全窒素・全燐の類型指定，調査報告書，第 4 章 関連資料 pp.110 - 125，1997。

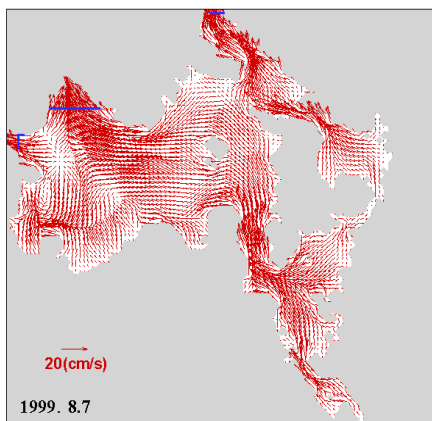


図-3 下げ潮最盛時(風なし)

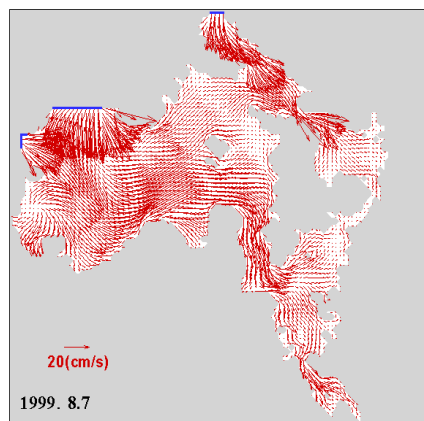


図-4 上げ潮最盛時(風なし)

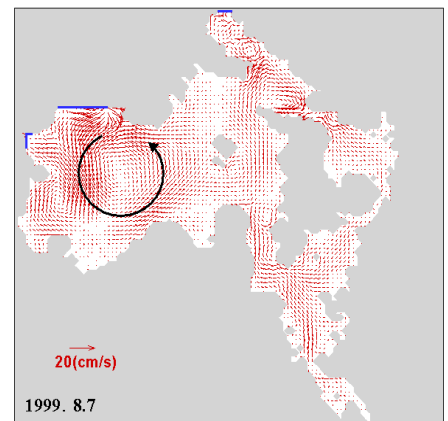


図-5 残差流(風なし)

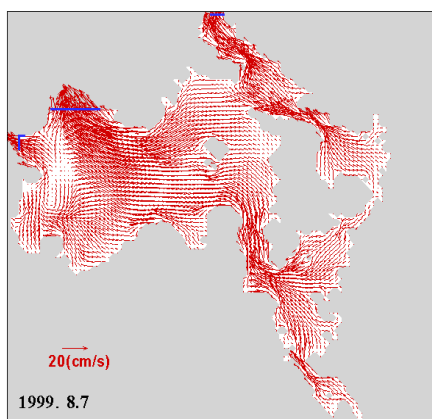


図-6 下げ潮最盛時(風あり)

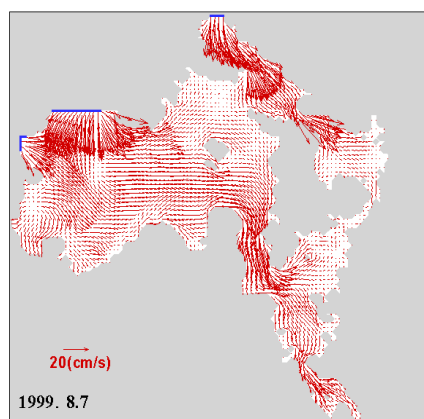


図-7 上げ潮最盛時(風あり)

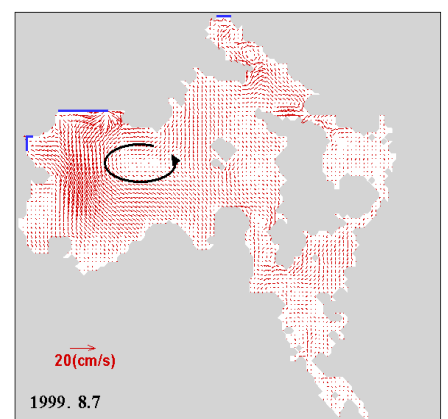


図-8 残差流(風あり)