

諫早湾湾口部での流動の変化予測に関する研究

長崎大学工学部 学生員 ○永田久夫 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 長崎大学大学院 非会員 松下紘資

1. はじめに

諫早湾とその周辺水域では、干拓事業の進展に伴う地形の改変によって物質の流送状態が変化し、水質の変化機構にも変化を生じさせたものと考えられ、現在、当水域の水環境への影響について、多方面から調査・検討がされている。ところで、諫早湾の湾口部では、潮受堤の建設のために海砂が採取され、一部の地盤高が低下している。この海底の掘削については、水の流動構造とともに溶存酸素等をはじめとして湾内の水質にも少なからず影響を与えているものと考えられている。

そこで本研究では、とくに諫早湾の湾口部の流れを3次元数値モデルによって解析し、掘削地点付近の物質の流送状態の予測を試みた。

2. シミュレーションモデルの概要

3次元流動シミュレーションモデルは、著者らによって構築されてきたものであり、流れの基礎方程式として連続方程式と運動方程式とが取り上げられている。流体の密度は、水温、塩化物イオン濃度、浮遊懸濁物質濃度によって変化するものとされ、これらに関する収支式も本モデルに含められた。流れ場の3次元解析手法として、レベルモデルが採用されている。各基礎方程式は陽形式の有限差分法によって離散化された。

計算対象領域は島原湾の全域とされ、この領域が水平方向に $dx=dy=400m$ の格子によって覆われた。鉛直方向については、T.P.:7.0m以浅を表層としたうえで、それ以深を一律の層厚 ($dz=6.0m$) に分割した。開境界は図-1 に示される早崎瀬戸とされ、ここで潮位変化が与えられた。時間差分間隔は、 $dt=2.0sec$ としている。Manning の粗度係数については、計算領域で $n=0.030sec/m^{1/3}$ としたが、諫早湾湾口の掘削地点については、筋状に掘削されており、その形状が複雑であることから $0.045 sec/m^{1/3}$ としている。上記した空間差分間隔では、この掘削状況を厳密には表現できないが、掘削地点の海底付近に Thin Dam を設けることで、なるべく現状の地形に近くなるように努めた。海水の密度に関連

しては、初期条件として、水温、塩化物イオン濃度を表層で、それぞれ $18^{\circ}C$ 、 $17,000mg/l$ とし、T.P.:30m以深で一定 ($17^{\circ}C$ 、 $25,000mg/l$) とした。その間の層では線形に変化するものとしている。なお、水温、塩化物イオンの各収支式に生成項は考慮されていない。鉛直方向の拡散係数は、Richardson 数に応じて変化するものとして取り扱われた。水質の変化過程を議論するには、物質収支に関する詳細なモデル計算によらねばならないが、今回は、第一段階として、掘削地点付近における水塊の流送を解析することを目的とし、潮汐の状態に応じた流送状況の違いについて検討することにした。そのため、開境界で大潮と小潮に相当する潮位変化を与えたシミュレーションが実施された。物質の流送状況については、計算開始から2周期目に、掘削部にトレーサーを瞬間的に与え、その後の濃度分布から物質の流送過程を予測することとした。なお、トレーサーの濃度は、掘削部で $1mg/l$ とし、それ以外では $10mg/l$ としたが、流体の密度には無関係としている。なお、次章に示される結果は、計算開始から2周期目以降に求められた結果である。

3. 計算結果とその考察

図-2には流速ベクトルの鉛直分布が示されている。諫早湾の湾口付近では、湾内の水深が比較的浅いこ



図-1 諫早湾と島原湾の概要図

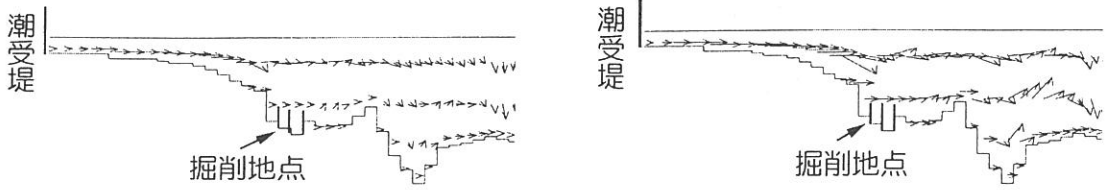


図-2 下げ潮時の流速ベクトルの鉛直分布 (左:小潮、右:大潮)

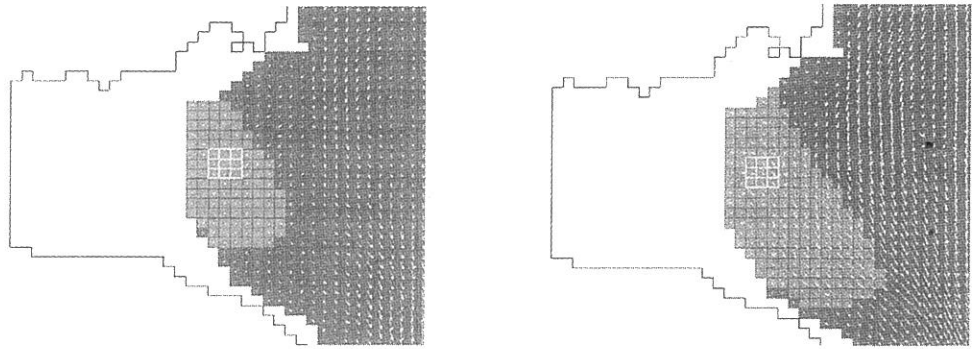


図-3 トレーサーの濃度分布 (第2層:投入後12時間24分後) (左:小潮、右:大潮)

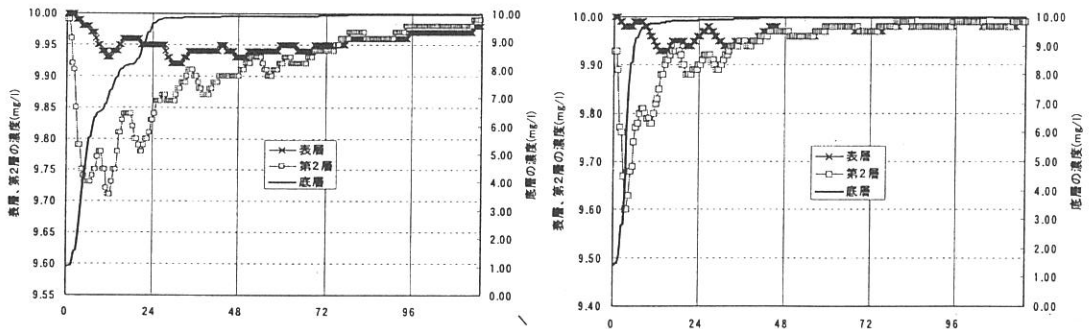


図-4 掘削地点の表層、第2層、底層における濃度の時間変化 (左:小潮、右:大潮)

ともあり、上潮時に底層から湾内に流入した水塊は、上層側へも輸送される傾向にある。下げ潮時には、海底地形に応じた下向きの流れによって下層へ戻されるが、一部の水塊は水平方向にも運ばれることになる。掘削地点の物質は、掘削の形状が極めて複雑であるが、上述のような流れによって流送されるものと考えられる。図-3、4には、トレーサーの濃度の水平分布と掘削地点の各層での時間変化が示されている。これら二つの結果を併せて考察すると、流れの動的な変化が大きい大潮条件では、海底付近の物質も比較的速やかに表層、周辺へと流送されるようである。一方、小潮条件では、上層側との水交換が大潮条件の場合のようには行われないうえに、底層では、物質の滞留時間も長くなることが予想され、水質変化に関連しては、底泥との収支も無視できなくなると考えられる。

4. おわりに

本研究では、諫早湾の湾口部の地形変化に伴う流れの変化を三次元流動モデルを使って解析し、物質の流送過程に与える影響の検討を試みた。その結果、掘削地点の物質は潮流によって流送されるが、潮汐の状態によっては、底層付近に滞留する時間が長くなることも示された。今後は、流れ場の再現精度の検討を行うと共に、水質変化機構の解明に向けて水質モデルの構築等に取り組むと考えている。

参考文献 1) 有明プロジェクト研究チーム(2002):有明プロジェクト中間報告書(その1)