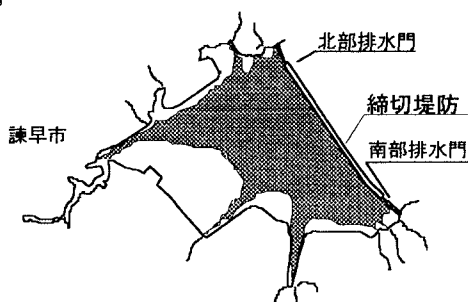


吹送流が調整池のSSの鉛直分布に及ぼす影響について

長崎大学工学部 学生員 ○古後芳隆 長崎大学工学部 正 員 西田 渉
 長崎大学工学部 フェロー 野口正人 長崎大学大学院 学生員 柳本 論

1. はじめに

一般に閉鎖性水域における水の流れや物質の輸送過程は、河川からの流入水、水域の水面上を吹く風などに影響される。【図-1】に示されたように、長崎県東岸の諫早湾は、締切堤防が建設されたことにより閉鎖性の極めて強い水域になっており、締切堤防の内側の水域（調整池）での流れは、流入河川や締切堤防に建設された排水門の操作等によって決められるものと思われる。一方、当該水域の水底が微細な土粒子で構成されていることを考慮すれば、こうした流れの形成によって土粒子が巻き上げられ、流水中のSSの値が高くなることが考えられる。昨年度行われた現地観測でも、調整池内の沿岸部でSSが高濃度になる状態が見られ、この主な原因として風により引き起こされた流れの影響が考えられた。本研究では、SSが他の水質指標に影響を及ぼすことが考えられることから、吹送流の発達が調整池内のSSの空間分布に及ぼす影響を数値モデルを用いて評価しようと試みた。



【図-1】 諫早湾の概要図

2. 数値モデルの概要

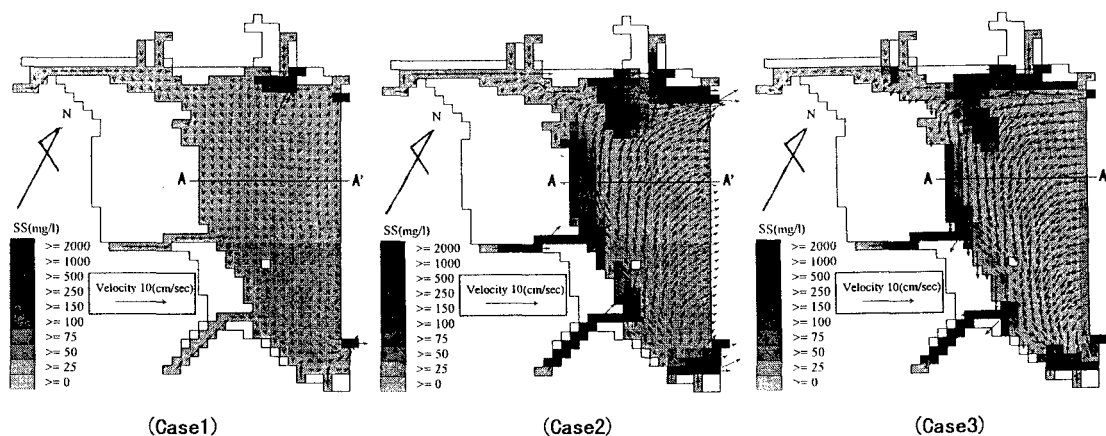
調整池の最大水深は、水位が排水門の操作によって-1.0mで管理されているために、約2.3m程度であるものの、調整池内の土粒子の流送過程やSSの空間分布等が適切に評価されるためには、吹送流の形成やそれに伴う鉛直循環流が表現できるモデルを用いる必要がある。これらの理由から、ここでは3次元レベルモデルを用いて数値シミュレーションが行われた。計算に用いられた基礎方程式は、連続方程式、運動方程式、SSの収支式、堆積土粒子の収支式、流体密度の状態方程式であり、対象水域の水底はシルト質の微細な土粒子で構成されていることを考慮して、SSの変化は底泥粒子の巻き上げと沈降に着目して説明しようとした。なお、流体の密度はSSの濃度によってのみ変化するものとされた。各基礎方程式は陽形式の有限差分法を適用し離散化された。空間差分間隔は水平方向に200×200mの格子で覆い、鉛直方向に0.30mとした。時間差分間隔は底泥粒子の離脱の時間スケールを考慮して1.0secとされた。また、水底に堆積している土粒子の粒径は現地観測の結果から10μmとしており、土粒子の初期堆積厚さとして全領域で0.01mを与えている。境界条件については、流入河川の河口地点で現地観測から得られた流量とSS濃度とが与えられ、排水門の操作条件に関わる堤防の外側での水位変化は、諫早湾のM2分潮に相当する振幅2.0mの正弦波が与えられた。

3. 計算結果と考察

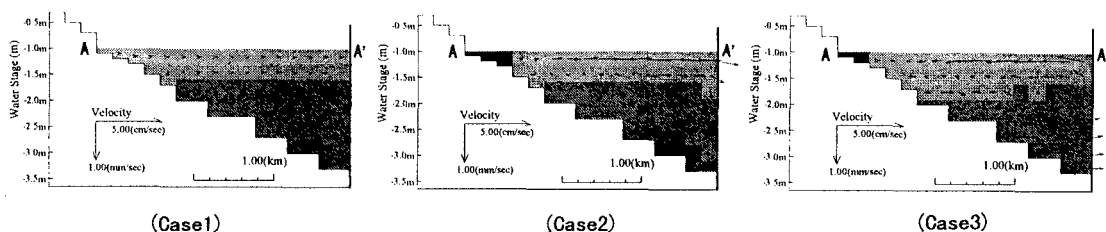
計算は、無風状態(Case1)と調整池の水面上に夏季(Case2)及び冬季(Case3)の代表的な風を定常的に吹かせて行われた。すなわち、風向と風速はCase2とCase3でそれぞれ(南南西・4.0m/sec)、(北北東・4.0m/sec)であり、調整池の全域で一定とされた。

上の各条件での計算結果が【図-2】と【図-3】に示されている。両図には調整池内の流速ベクトルとSS濃度の空間分布が示されており、【図-3】はA-A'断面における結果が示されている。なお、計算結果は水表面に風を吹かせてから3時間後のものである。まず、Case1の結果を見ると河川からの流入水は、北部水域で流入河川の影響をうけて大きく湾曲するが、ほぼ北部と南部の両排水門へ向かって流れている。流れの鉛直分布については、水底付近での流速ベクトルが水面付近のものと逆向きになっており、河川水の流入によっても微弱ではあるが、鉛直循環流が形成されていることがわかる。SS濃度は、全水域の水表面付近で低い、北部側で

高くなっている。鉛直方向には、深部での濃度が高くなっている。これは、一旦巻き上げられた土粒子が水底に沈降するまでに要する時間が長いと考えられる。Case2 では、水面付近は、ほぼ全域で風の影響を受けて南西から北東方向へと流れているが、西部では沿岸部に沿った北部への流れとなっている。鉛直分布を見ると水面付近の流速は大きく、締切堤防へ吹き寄せられた水塊が深部へと潜り込んでいる。その流れは水底部を伝い沿岸部まで達しており、Case1 よりも明確な鉛直循環流を形成している。SS の濃度分布は水深が浅く水表面のせん断力の大きい北部と西部水域の沿岸部で高い。また、鉛直循環流が発達することで、深部でのせん断応力が増加し、締切堤防付近の水底でも濃度が高くなっている。Case3 では、水面付近の流速は夏季とはほぼ逆向きの流れとなっており、締切堤防側から西部水域の沿岸部へと流れている。鉛直分布についても Case2 と反対方向に流れる循環流が形成されている。SS 濃度は夏季と同様に北部、西部の水深の浅い沿岸部で高濃度となっている。鉛直分布で締切堤防付近の水表面での SS 濃度が高くなっているが、これは鉛直上向きの流れによって水底の高濃度の水塊が表層部へと輸送されるためである。以上のことから、調整池の水面をある程度の時間風が吹くことで吹送流による鉛直循環流が形成されることが明らかになった。また、これらの流れが生じることで流水中に SS が発生し、風向によっては沿岸部、または締切堤防側へと流送されることが予想された。



【図-2】 水表面付近の流速ベクトルと SS の平面分布



【図-3】 流速ベクトルと SS の鉛直分布（いずれも A-A'断面）

4. おわりに

本研究では、諫早湾に新たに造成された調整池の SS に着目し、吹送流がその空間分布に与える影響を評価しようと試みた。その結果、調整池の水面上に風が吹き鉛直循環流が形成されることで、水底から土粒子が巻き上げられ、SS の空間分布もこれを受けた形で変化することが認められた。これらの結果は設定された各種条件によっても変化するものであり、今後は、調整池内での観測が行われることで土粒子の巻き上げを始めとする各パラメータの同定がなされる必要がある。また、実際には風だけではなく、温度成層の形成や河川からの洪水の流入等によっても流れや SS の分布が変化することが予想され、これらについても同様に今後検討されねばならない。