

感潮域における浮遊懸濁粒子が水質変化に及ぼす影響評価

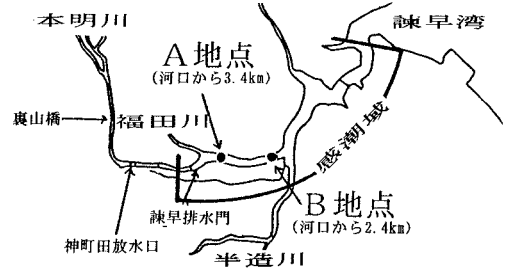
長崎大学大学院 学生員 ○満原一徳
長崎大学工学部 正 員 野口正人

長崎大学工学部 正 員 西田 渉
四国電力 井櫻政泰

1. まえがき

現在、長崎県諫早湾では西暦2000年竣工を目指し諫早湾干拓事業が行われている。このため、湾内に流入する各河川では少なからずこの影響が及ぶものと予想され、今後適切な水質管理を進めていく上で水環境の現状把握と共に水質変化機構を解明していくことが必要である。

本研究では流入河川の中でも特に代表的な本明川を対象河川として取り上げている。本明川は河口から約4～5 km付近までが感潮域となっており、従来の現地観測からこの区間での水質変化は非常に複雑であることが判明。浮遊懸濁粒子（以後SSと記す）に注目した現地観測を行った。併せて、著者らが既に提案している水質予測モデルによりモデルの妥当性について検討した。



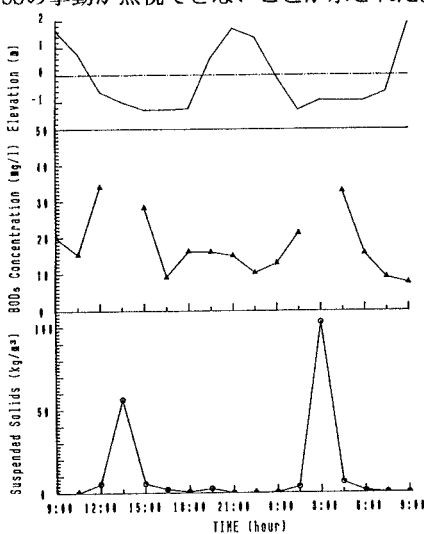
【図-1】本明川および観測地点の概要図

らこの区間での水質変化は非常に複雑であることが判明している。このため、本明川感潮域において特に浮遊懸濁粒子（以後SSと記す）に注目した現地観測を実施し、SSの挙動やSSが水質に及ぼす影響評価を行った。併せて、著者らが既に提案している水質予測モデルを用い、SSの予測シミュレーションを行うことによりモデルの妥当性について検討した。

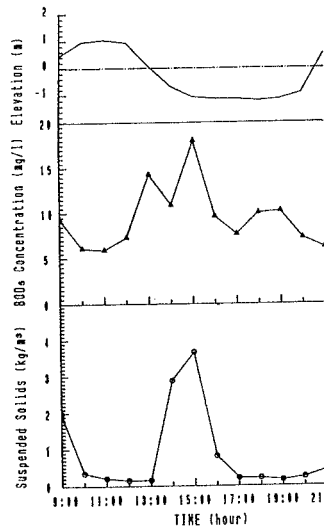
2. 本明川における現地観測の概要および結果とその考察

観測は平成6年9月と12月の2回にわたり【図-1】に示されるA、B地点において行われた。第一回観測は2周期にあたる24時間を1時間30分毎に、第二回観測では1周期にあたる12時間を1時間間隔で水量観測および採水を行い、採水資料よりSS、生物化学的酸素要求量（BOD）、溶存酸素（DO）、塩化物イオンの各濃度が測定された。上述された2回の観測より得られた水位、BOD、SSの時間変化を【図-2、3】に示している。図より、SS値は引き潮時の水位変動が著しいときに急激に上昇し、むしろ干潮時では減少していることが分かる。またBODと比較すると両者のピーク発生時刻がほぼ一致しており、両者は比較的類似した変化を示している。これについて【図-4】に示されるようにBODとSSの相関をとった結果、

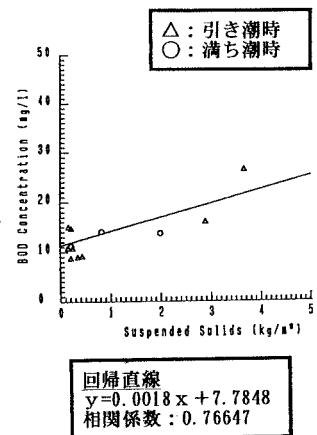
BODとSSの相関は相関係数が0.77と比較的高い値が示され、感潮域での水質変化機構を把握するためにはSSの挙動が無視できないことが示された。



【図-2】第一回観測結果（A地点）



【図-3】第二回観測結果（A地点）



【図-4】BODとSSの相関図
(第二回観測)

3. SSの数値予測モデルの概要

観測結果よりSSが水質に少なからず影響を及ぼしていることが判明した。このため、感潮域での水質変化を評価していく上で、まずはSSの挙動に注目したモデル化を行った。本モデルは空間的には一次元であり、またモデル中でのSSの挙動の支配要因としては底泥の巻き上げと懸濁粒子の沈降を取り上げている。なお、数値シミュレーションで用いられる基礎方程式についてはここではSSの収支式のみを示すに止める。

SSの収支式

$$\frac{\partial (C_{ss} A)}{\partial t} + \frac{\partial (C_{ss} Q)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(E A \frac{\partial C_{ss}}{\partial x} \right) + F_e \frac{A}{R} + F_d \frac{A}{H} + (C_{ss})_{in} q_{in} \quad \dots\dots\dots (1)$$

巻き上げフラックス（ F_e ）の評価式

$$\begin{cases} u_* \leq u_{*c} \dots F_e = 0 \\ u_* > u_{*c} \dots F_e = \gamma \cdot \frac{\beta \cdot q_b}{R} \end{cases} \quad \gamma = \alpha \cdot \left| \frac{\Delta h}{\Delta t} \right| \cdot \tau \quad (\alpha=10, \beta=10^6) \quad \dots\dots\dots (2)$$

沈降フラックス（ F_d ）の評価式

$$F_d = -\zeta \cdot \eta \cdot w_o \cdot C_{ss} \quad \eta = \exp(-\theta \cdot |v|) \quad (\zeta=1000, \theta=10) \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに τ : 無次元掃流力、 u_{*c} : 限界摩擦速度 (m/S)、 q_b : 単位幅当たりの掃流砂量 (m²/S)、 w_o : 沈降速度 (m/S)

計算対象領域は本明川の河口からの追加距離6,063mの裏山橋から追加距離-500mまでとされた。なお、本明川支川の半造川と福田川も計算対象とされている。計算手法はExplicit型の有限差分法が採用されている。また、空間差分間隔は $\Delta X=52 \sim 147$ mとし、計算時間間隔は C.F.L条件を満たすように $\Delta t=2$ (sec)とした。上

【表-1】上流端条件

河川名	本川	支川	横流入量		
	本明川	半造川	福田川	神野田放水口	渡早津水門
流量 (m ³ /s)	0.909	0.474	0.060	0.023	0.100
SS濃度 (mg/l)	8	2.8	2.1	8	3.0

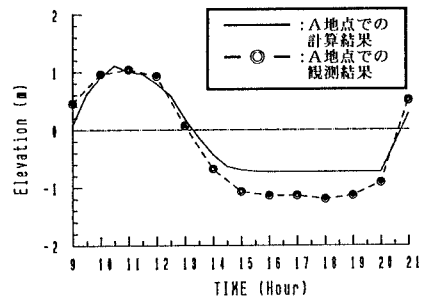
流端条件は【表-1】に示す現地観測データを基に各上流端与えている。下流端で与える潮位は河川情報センター（FRICS）の端末機から得られたデータ（H6.12/19～20）を基に与えている。

4. 計算結果と考察

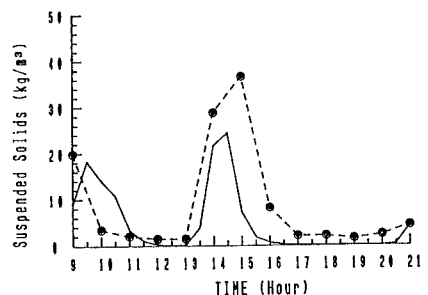
【図-5】には計算より得られた水位の時間変化を実線、第二回観測の結果を◎印と破線で示されている。図より計算値は観測値に比較的近い時間変化を示していることが分かる。ただし、水位が最低となったときに若干の差が生じているが、これは計算に用いた河道断面が幾らか簡略されているためだと考えられる。【図-6】には計算より求められたSSの時間変化が示されている。図よりSSの計算値は観測値と同様、水位の時間変化が大きいときに非常に高い値を示し、逆に満潮および干潮時では低くなっていることが分かる。とくに、SSのピーク時がほぼ一致しているのは巻き上げフラックスの γ の設定が良好であったためだと考えられる。これに対し、満潮時では流速が小さくなるため沈降フラックスが支配的となり、また干潮時には上流から流下するSS値の低い河川水に支配されるため、SSは比較的低い値を示していると考えられる。

5. あとがき

感潮域における水質変化機構を調べるために本明川において2回の現地観測を実施した。この結果 BODとSSの相関が高く、感潮域ではSSの挙動が無視できないことが明らかにされた。このため、まずはSSに注目したモデル化を行い、観測結果と比較したところ数値シミュレーションは実河川におけるSSの挙動を概略表現するような結果が得られた。今後より詳細な物理現象をモデルに組み込むことでSSの予測精度を向上できると考えられる。



【図-5】水位の時間変化図



【図-6】SSの時間変化図