

II-243

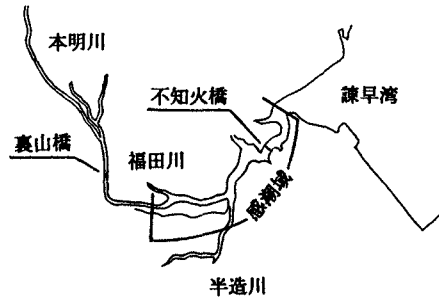
浮遊懸濁粒子の挙動が感潮域の水質に与える影響評価

長崎大学大学院 学生員 ○柳本 諭 長崎大学工学部 正 員 西田 渉
 長崎大学工学部 正 員 野口正人 佐 賀 県 学生員 満原一徳

1. まえがき

河川環境整備をより好ましい形で進めていくためには、水質汚濁の防止や改善施策も併せて行う必要があり、流域からの流入負荷量や水質変化機構が適切に評価されておかなければならない。本研究室では、実河川における水質変化機構を明らかにするために、【図-1】に示す長崎県諫早市を流れる本明川において観測を実施してきた。これまでに得られた結果から、とくに感潮域の水質は浮遊懸濁粒子(SS)の影響を大いに被っていることが推察された。¹⁾

そこで、本明川感潮域の水質変化とSSとの関係を明らかにするために連続観測を行うと共に、SSを評価するためのモデルを作成し、数値シミュレーションを行うことでモデルの妥当性について検討を行った。



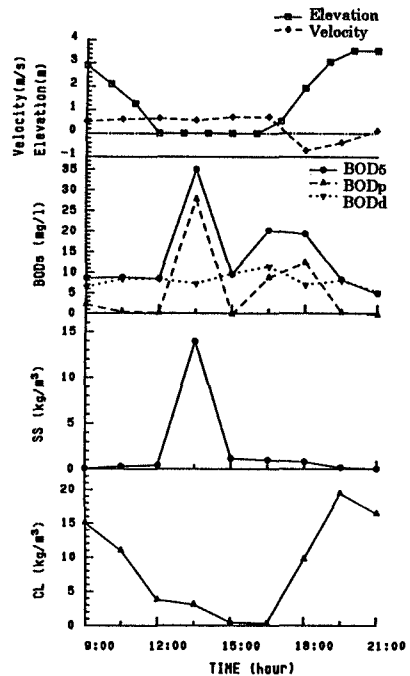
【図-1】本明川の概要図

2. 現地観測の概要と考察

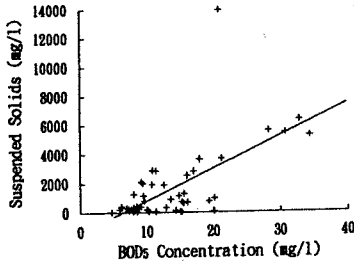
平成7年9月7日に本明川の不知火橋で12時間連続観測を行った。水質指標としてSS、生物化学的酸素要求量(BOD5、溶存酸素(DO)、塩化物イオン(Cl^-))、化学的酸素要求量(COD)を計測した。採取試料を濾過処理してBODd(溶存態)を計測し、BOD5との差をBODp(懸濁態)とした。得られた結果を【図-2】に示す。水位は河川情報センター(FRICS)の端末機から得られたデータを用いている。BOD5とSSの値は潮汐変化を受けて不知火橋の水位が最低となり、 Cl^- 値が最小となる前に急増している。BOD5の値はその後一度低下するが、水位が上昇する時に再び増加することが分かる。BODpについてもBOD5と同様な変化を示している。BODdの変化を Cl^- の変化と併せて見ると、BODdは干潮時の Cl^- の値が小さい時に増加する傾向があり、上流から流域からの負荷を受けた水塊が流達してきているものと思われる。これらの観測結果から、不知火橋付近のBOD5はSS中に含まれるBODpと上流から流下してくる水塊中のBODdとの影響を受けた変化を示すことが考えられる。BOD5とSSとの関係を【図-3】に示す。この図を見ると、SS値が小さいときに多少のばらつきが見られるが、両者には正の相関があり、SSが高濃度になるとそれに比例してBOD5の値が大きくなる事が分かる。

3. SSの数値予測モデルの概要

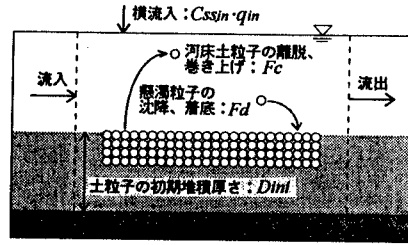
以上の結果から本明川感潮域の水質変化機構を明らかにするためには、SSの変化を正確に評価することが必要であると考えられる。そこで河床泥粒子の挙動を考慮したかたちでSS発生モデルを作成した。即ち、SSの変化の支配要因として、底泥粒子の河床からの巻き上げと懸濁粒子の沈降とを取り上げた。また、底泥は【図-4】に示すように初期に D_{ini} の厚さで堆積しているものとした。以下に数値シミュレーションに用いたSSの1次元の収支式のみを示すが、連続の式と運動方程式についても同様に定式化されている。ここに、 C_{ss} :断面平均SS濃度、 A :流水断面積、 Q :流量、 E :分散係数、 S :潤辺、 q_{in} :横流入量、 τ_* :無次元掃流力、 τ_{*c} :移動限界時の無次元掃流力、 σ :土粒子の密度、 v_s :土粒子の体積、 a_s :土粒子の断面積、 D_{ini} :底泥粒子の初期堆積厚さ、 D :底泥粒子の堆積厚さ、 P_s :



【図-2】12時間観測結果



【図-3】BODとSSとの相関図



【図-4】SS予測モデルの説明図

〔浮遊懸濁粒子(SS)の収支式〕

$$\frac{\partial(C_{ss}A)}{\partial t} + \frac{\partial(C_{ss}Q)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(EA \frac{\partial C_{ss}}{\partial x} \right) + F_c \cdot S + F_d \cdot \frac{A}{h} + C_{ss} \cdot q_{in} \quad \dots (1)$$

〔巻き上げフラックス(F_c)の評価式〕

$$\begin{aligned} \tau_* &\leq \tau_{*c} \dots F_c = 0 \\ \tau_* &> \tau_{*c} \dots F_c = \sigma \cdot v_* \cdot P_s \cdot P_l / a_s \quad \dots (2) \end{aligned}$$

〔沈降フラックス(F_d)の評価式〕

$$F_d = C_{ss} \cdot w_0 \cdot \exp(-V^2/V_c^2) \quad \dots (3)$$

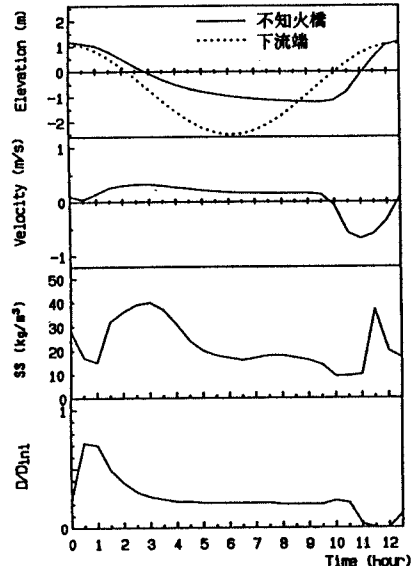
底泥粒子のPick-up rate²⁾、 w_0 :沈降速度、 V_c :浮遊限界流速、 P_l :流れによる河床の粗粒化等による変化を考慮するための係数である。なお、底泥粒子については粒径 $50.0 \mu\text{m}$ の球として取り扱った。計算手法として陽形式の有限差分法を採用し、本明川に1次元解析法を、本明川の河口がある諫早湾には3次元解析法をそれぞれ適用し計算した。底泥の初期堆積厚さは、河川と海域に対してそれぞれ 0.03m 、 0.01m とした。境界条件は、現地での観測データを基に与えた。

4. 計算結果と考察

【図-5】に不知火橋での水位、流速、SS及び土粒子の堆積厚さの計算結果を示す。不知火橋の水位は、下流端条件に影響を受けた変化をしており、その時間変化は遅れて生じることが分かる。満潮時には、背水効果により不知火橋の水位が 0.083m 高くなっている。流速と水位は、干潮時にはほぼ一定値となっているが、これは河川の固有流量で流下しているためである。つぎにSSの計算結果については、水位の時間変化が大きく流速の絶対値が大きい時に値が増加していることが分かる。干潮時には上流からSS値の小さい河川水が流下し、河床からの補給量が減少するためにSS値が下がっている。一方、満潮時にSS値が減少するのは、流速が小さく、沈降フラックスが巻き上げフラックスよりも支配的であるためと思われる。水位上昇時にSS値が増加すること、下げ潮時の時間変化の割合に【図-2】に示される観測結果との違いが見られるが、これらの違いは、計算結果の値が断面平均濃度であること、採水間隔がSSの時間変化に比べて長かったこと等によるものと考えられる。

5. あとがき

SSが本明川感潮域の水質に与える影響を明らかにするために、連続観測を行い、更にSS発生モデルを作成した。シミュレーションの結果は観測結果を概ね良好に表現しており、モデル化が妥当に行われたものと思われる。ただしSSの生物学的、理化学的な側面からの発生も考えられるため、これらについても今後引き続き検討しモデルの予測精度の向上を目指したい。参考文献(1)西田,野口,満原:河口部の底泥が河川水質に及ぼす影響評価,第30回水環境学会年会,p.324,1996 (2)村上,辻本,中川:河床砂礫のPick-up rateの推定式について,土木学会論文集, No443/II-18, pp.9-16,1992



【図-5】計算結果