

山口大学工学部 正員 ○関根 雅彦
山口大学工学部 正員 浮田 正夫
山口大学工学部 正員 中西 弘

1. はじめに 近年、内湾部の水質に与える底泥の影響が注目されている。

底泥を構成する微粒子は、水流による巻き上げを受けてSSやCODの濃度を上昇させるほか、リン、窒素等の栄養塩類を吸脱着する。一般には、河口部では河川水中のSSが流速の変化や塩類等の影響で沈降し、干潟、砂洲等を形成すると言われているが、感潮河川では、その河口地形、潮汐流、河川固有流を背景にした淡水海水の複雑な循環パターンや流れの非定常性等のため水質、水理現象の解析には困難な面が多く、干潟感潮部におけるSS移送も不明な点が多い。そのような中で、河口部では平水時においてSSが遡上しているという興味ある知見が得られている。本報では、野外調査によりこのような河口部におけるSSの挙動を観察し、そのデータを基にSS巻き上げモデルを構成して感潮部のSSの挙動の再現を試みた。その結果若干の知見を得たのでここに報告する。

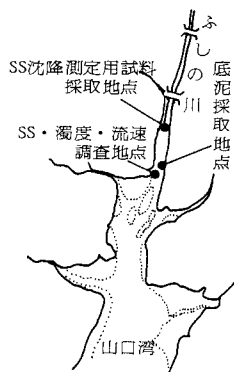


図1 ふしの川河口部

2. SS・濁度・流速分布調査

山口県ふし野川河口感潮部(図

1)において昭和58年8月29日SS、濁度および流速分布調査を行った。調査時間は干満一干の一潮汐間である。SSは水面から河床部までの全層採水による平均値、また、流速と濁度は50cm間隔の層別に測定した。表面流速、平均流速、底層流速の変化を図2に示す。平均流速で見ると遡上時も流下時も流速の大きさはほとんど変わらないが、底層流速を見ると遡上時に比べて流下時の底層流速はかなり小さい事が

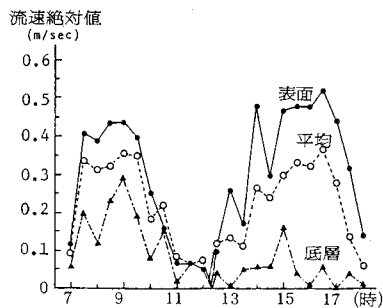


図2 ふしの川河口部流速変化

わかった。流速および濁度換算のSS濃度より求めたSSフラックスの水深方向分布を図3に示す。これより、遡上時、特に遡上流速最強時の底層部におけるSS移送が大きく、結果としてSSは流下量より遡上量の方が大きい事がわかる。以上より、ふし野川河口部においては密度流等の影響により流下時と遡上時で河床流速に差が生じ、底層流速の大きな遡上時により多くの底泥が巻き上げられてSSとして遡上すると考えられる。

3. SS・底泥の沈降速度分布測定

底泥からの粒子

の巻き上げ状態を知るために、沈降天びん法を用いて底泥および懸濁粒子の沈降速度を測定した。ふし野川河口部底泥お

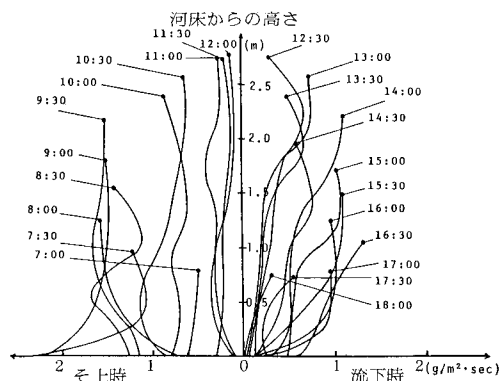


図3 SSフラックスの分布図(濁度換算)

よび干見折川合流点におけるSS粒子の沈降速度分布を図4に示す。図4より、底泥には50%以上含まれている沈降速度0.1cm/sec以上の粒子は水中にはほとんど含まれておらず、沈降速度0.0005~0.01cm/secの粒子がSSの大半を占めている事がわかる。沈降速度0.001以下の粒子は最小流速時もほとんど沈降しない。2, 3の結果を総合すると、ふし野川河口感潮部では平水時は底層流速の強弱に応じて沈降速度0.1cm/sec以下の底泥が流速の大きい時に巻き上げをうけ、流れによって移動し、満潮、干潮時に

堆積する、という動きを繰り返すが、底層流速の大きな遡上時の方が底泥の巻き上げ移動量が多くなり、結果としてSSが遡上するという現象がみられると考えられる。そして遡上し堆積した底泥は降雨等による増水時に再度流下するという動きを繰り返すと考えられる。

4. SS巻き上げモデル 2, 3を通じて考察した

SS巻き上げ機構をモデル化し、実測値と比較する事により3で述べたSS移動機構の妥当性を評価した。モデルの構造を図5に示す。最下層で底泥は底層流速に応じて巻き上げられ、巻き上げられたSSは拡散および沈降により上下層に移動する。基礎式は以下の通りである。

$$\frac{dC}{dt} = k \left(\frac{S}{\Delta Z} \right) \cdot \left(\frac{U* - U_c}{U_c} \right)^2 + Wz \cdot \frac{\partial C}{\partial Z} + Ds \cdot \frac{\partial^2 C}{\partial Z^2} \dots\dots\dots (1)$$

k : 巻き上げ係数[m/sec] Wz : 沈降速度[m/sec]
 U* : 摩擦速度[m/sec] (U* = 0.25 Ubにより実測値から与える。)
 U_c : 限界摩擦速度[m/sec] (岩垣公式によりWzの関数とする。)
 Ds : 拡散係数 Dz = K・U*・Z(1-H/Z) K : カルマン定数
 S : 堆積負荷密度[g/m³]

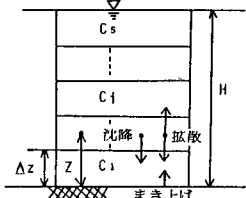


図5 モデル概略図

(1)式に、堆積負荷密度は沈降速度実測値より与え、また底層流速、水深は実測値をもとに時間の関数として与えた。モデルによる各沈降速度毎の平均濃度変化を図6に示す。Wz = 0.0025なる粒子の濃度は実測と比べてきわめて高い値を示している。これは巻き上げ項の限界摩擦速度に粘性が十分考慮されていない事、堆積負荷密度Sが巻き上げを受けても変化せず、微細な粒子が無限に供給されとしたこと等の結果と考えられ、底泥表面での物質収支や粘性を考慮したモデルとする事により改善できると考えられる。本報では、Wz = 0.0025の粒子は流速によってほとんど濃度変化をおこさないwash loadと考え、実測SS濃度の

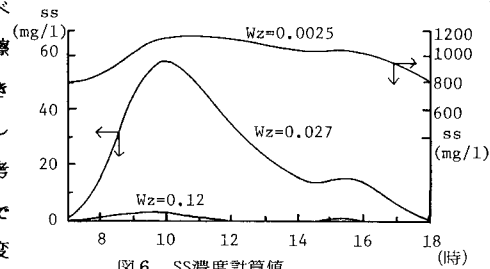


図6 SS濃度計算値

最低である17mg/l一定値を与えた。なおkの値は、実測値と合致するよう 1×10^{-9} としたが、Lane-Kalinskeの巻き上げに関する理論と本モデルとの整合性を検討した結果、同様の値が得られている。各沈降速度毎の濃度変化を重ね合わせたSS全層平均濃度計算値と実測値を図7に示す。本モデルによりSS平均濃度変化は比較的良く再現されており、基礎式の一部に検討の余地は有もののSS移送機構の概略は表現され得たと思われる。

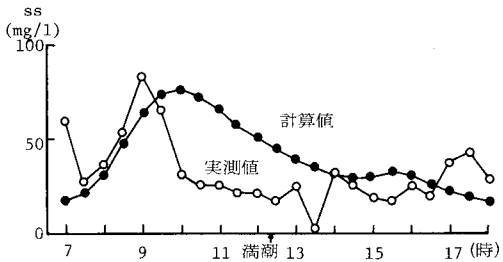


図7 SS平均濃度計算値と実測値

5. まとめ 本研究の結果をまとめると、次のようになる。

- 1) 河口感潮部でのSSの輸送が底層流速と深い関係があり、感潮部における物質収支を見る場合には流速や濃度の水深方向の分布を知る事が極めて重要であることを指摘した。
- 2) 平水時にSSが遡上する機構の概略を把握した。
- 3) SS濃度変化予測モデルの基礎を構成した。

今後の課題として、実測回数をふやし、実測精度を改善してゆけばSSの挙動特性をさらに明らかなものできると思われる。また、出水時における実測調査も興味深い。SS巻き上げモデルは、巻き上げ項、拡散項にさらに検討を加える必要がある。最後に、調査、分析に協力してくれた山口大学卒論生、小林干城君に感謝します。