

白川河口域における高濁度水塊の遡上とフロック形成について

東京都立大学 学生員 阿部澄恵
 東京都立大学大学院 正会員 横山勝英
 国土技術政策総合研究所 正会員 山本浩一

1. はじめに

河口域では潮汐作用により海水が逆流し、この時に底質が巻き上げられて高濁度水塊が形成される。河道内に逆流した高濁度水塊は懸濁粒子を沈降、堆積させるため、河道の断面積を減少させるなどの問題を有している。そこで本研究では、熊本県白川の河口域において塩水遡上とそこに含まれる懸濁粒子の性状の変化を現地観測によって詳細に調べ、高濁度水塊の遡上に伴うフロックの形成について考察した。

2. 観測方法

研究対象地は熊本県白川の感潮河道である。図1に白川河口域の平面図と観測地点を示す。観測は平成15年8月29日の大潮時に行った。

高濁度水塊の遡上の様子をとらえるために、多項目水質計（アレック電子製 AAQ1183）および採水ポンプ（ISCO 製ポータブルポンプ）を搭載した船と、超音波流速計（RDI 製 ADCP）を搭載した船の2チームを編成し、河口0kmと3kmの間を高速で繰り返し往復した。

水質計測チームは250m間隔で船を停止させて水温・塩分・濁度の鉛直分布を計測し、さらに河床から0.5mの高さで濁水を採水した。濁水の採取にあたり、フロックの破壊・凝集を防ぐために図2に示す

ように内径5mm、長さ3mのチューブをポンプよりも吸い口側に取り付け、ここに濁水を封入して分析に用いた。流速測定チームはADCPを舷側に取り付け、時速7~10kmで走行しながら流速の鉛直分布を連続的に取得した。

3. 分析方法

観測船で採取した濁水は河川堤防上の施設において、採取から3~6時間後に分析した。試料水をメスシリンダーに注入し、側方からデジタル顕微鏡（キーエンス製 VH-8000）で粒子の沈降状況を撮影した。図3にフロックの写真を示す。

この動画を1秒ごとの静止画像に変換し、2枚の静止画像から差分画像を作る。差分画像を二値化して粒子径と移動距離を求め、粒度分布と沈降速度を算出した。さらに、ストークスの沈降速度式からフロックの密度を計算した。ただし、単粒子は球として、フロックは正八面体として計算した。

4. 観測結果および分析結果

縦断観測は塩水遡上の直前から開始して全部で7回実施し、濁水は20サンプル取得した。これらの結果のうち代表的なものとして、図4に塩水が侵入してくる直前の河口0kmにおける懸濁粒子の粒径と沈降速度の関係を、図5に塩水遡上中期の塩分、SS、主流速の縦断分布、および粒子の粒径と沈降速度の関係を示す。また、沈降速度分布図の実線は土の単粒子(密度 $2,650\text{kg/m}^3$)に関する沈降速度式である。

キーワード：フロック、塩水遡上、画像処理、沈降速度、有効密度

連絡先：〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1 TEL 042-677-1111 FAX 042-677-2772

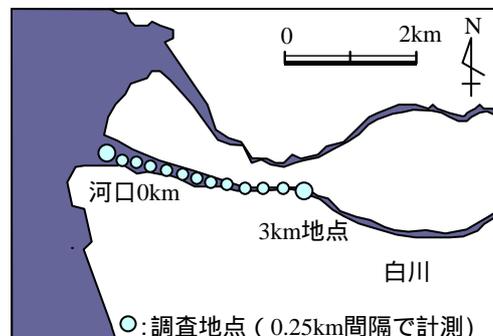


図1 調査対象地の概要

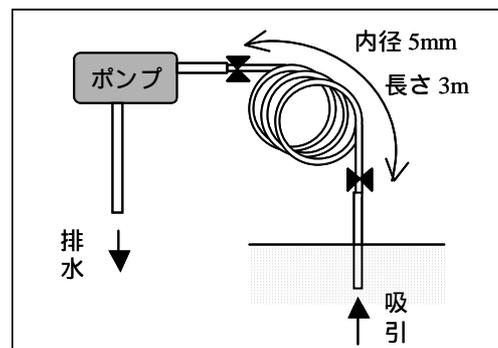


図2 採水方法

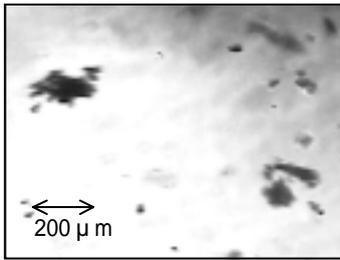


図3 フロックの画像

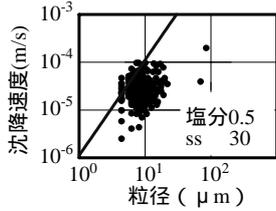


図4 沈降速度分布 (河口0km、塩水遡上直前)

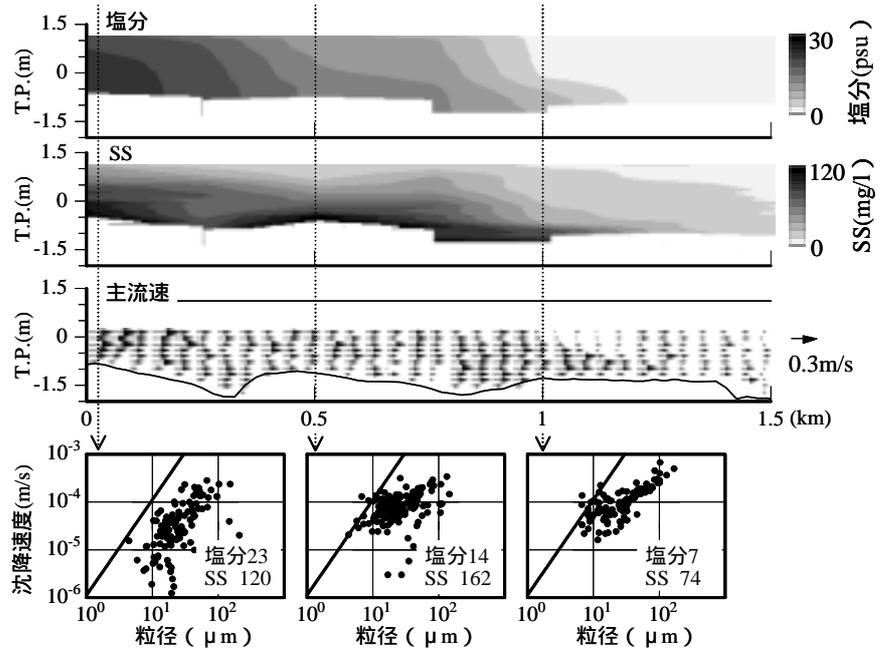


図5 塩分、SS、主流速の縦断分布と沈降速度分布（塩水遡上中期）

図4では10μm程度の粒子が実線付近に集中していることから、河口付近で巻き上げられた底泥の単体粒子であると考えられる。一方、図5では塩水が1km付近にまで侵入しており、粒子は最大200μmまで分布し、実線よりも下側に分布している。このことから、塩水の遡上に伴って単粒子が密度の軽いフロックを形成していることがわかる。

フロックの形成には塩分、SS濃度、攪拌強度が因子として考えられているため、図6に全てのサンプルについて、塩分とフロック粒径(D90)の相関を整理した結果を示す。これより塩分10psu以上でフロック粒径にあまり変化はみられないことがわかる。小田ら(2002)は中国の長江河口における微細浮遊砂を用いた実験により、塩分が5psuのとき粒径が最大になることを示したが、白川ではこのような傾向がみられなかった。

また、粒径と沈降速度の関係からフロックの密度関数を求め、塩分濃度ごとに整理した結果を図7に示す。図中にはベントナイトを用いた実験結果(小田ら、1999)を示している。この図からフロック密度関数も塩分によらずほぼ一定であり、40μm以上に関しては小田らの実験結果と同程度のフロックが形成されていた。

今回の調査結果では、塩分やSSによるフロック性状の違いはあまり明瞭ではなかった。この原因として調査期間は例年よりも流量がかなり多く、高濁度水塊の遡上が弱かったためと考えられる。

5.まとめ

本研究では白川河口域において高濁度水塊の遡上とフロックの性状に関する調査を実施したところ、塩水遡上とともに10μmの単粒子が最大で200μm程度のフロックに成長していた。また、フロックの粒径は塩分濃度とともに増大し、10psu以上ではあまり変化はみられなかった。今後さらに塩分、SS濃度、攪拌強度がフロック形成過程に及ぼす影響を現地観測によって追求してゆく予定である。

参考文献 小田一紀ら(1999): 塩水中における微細土粒子の凝集・沈降過程に関する研究, 海岸工学論文集, 第46巻, p981-985

小田一紀ら(2002): 塩水中における長江河口微細浮遊砂の凝集と沈降過程に関する研究, 海岸工学論文集, 第49巻, p1476-1480

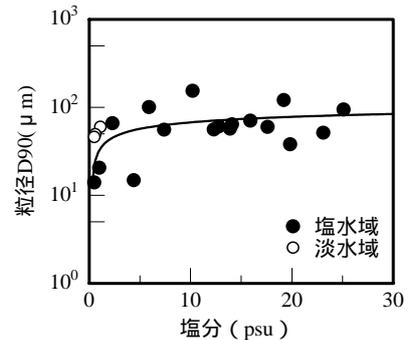


図6 塩分とフロック粒径の相関

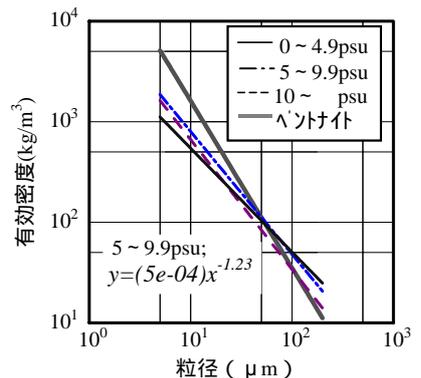


図7 フロック密度関数