

1. 序論

河川から海域へは祖流土砂に加えて、大量の微細土砂が懸濁粒子として流出する。この懸濁粒子は、河川水中では一般的に負に帯電しているため互いに反発し合い凝集しないが、河川と海との境界に位置する感潮域では、海水と混合すると陽イオンによって電荷を失って、フロックを形成して海底に沈降しやすくなる。このフロックは、比較的河口近くに長期的に存在するため、河口域の地形、水質、生態系の形成に大きな影響を与える可能性がある。このような問題を解決するために、感潮域での懸濁粒子の挙動を把握する必要がある。

懸濁粒子の挙動についての研究は、実験に関しては報告されているが、現地での観測はあまり実施されていないため、本研究では、水中顕微鏡を用いた現地観測により、感潮域での懸濁粒子の特性を把握する。

2. 観測地点と方法

今回は太田川放水路で観測を行った。日程としては、2009年9月17日に山手橋(河口から5.9km)、2009年9月19日に旭橋(河口から3.7km)、2009年9月20日に水管橋(河口から2.9km)、2009年9月21日に己斐橋(河口から4.9km)の計4箇所での現地観測を行った。

観測方法は橋の上の左岸側、中央、右岸側の3地点で河床から20cmの高さで、ADVによる流速、さらに現地での懸濁粒子を観測するために水中顕微鏡を用いて行った。同時に塩分を計測するためにCTDを用いて5地点を30分ごとに横断して計測を行った。

粒径は撮影された水中画像を画像解析ソフトを用いてこの粒子の面積を求め、その面積と等しい円の直径を粒径として定義した。

3. 結果

図2-1に示すのが水中顕微鏡の撮影画像である。この画像から粒径や閾値を設定し、各粒径ごとの粒子数をカウントする。これにより粒径分布が得られる。



図2-1 水中顕微鏡による撮影画像

(1) 体積濃度

満潮時や干潮時は全体として体積濃度が低い値となり、体積濃度がピークになる粒径は見られず、上げ潮と下げ潮は、全体として体積濃度が大きくなる結果が得られた。下げ潮については開始からピーク時までは体積濃度は低い値を示すが、干潮付近になると全体の体積濃度が少し高くなる。さらに上げ潮時には、前者

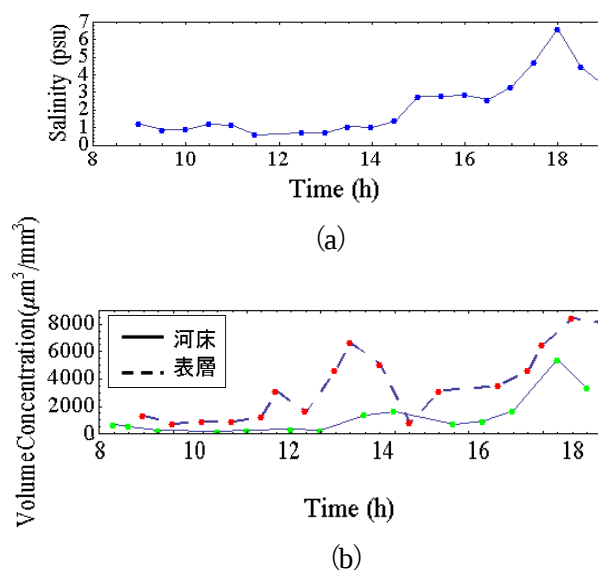


図3-1 濁度 (a) と粒径ごとの体積濃度 (b)

よりもはっきりと体積濃度が高くなることがわかる。旭橋の河床と表層の総体積濃度と濁度の鉛直平均を示す。

河床付近のグラフは、濁度グラフとよく似た変化を示している。表層付近のグラフは、河床付近のグラフと異なり、下げ潮時に急激に総体積濃度が大きくなっており、干潮時には、いったん低くなるが、また上げ潮時には総体積濃度が大きくなる。総体積濃度と濁度の関係として、河床付近は、濁度の変化にともなって、総体積濃度も変化しているため、比例関係にあると考えられる。それに対して表層付近は、濁度よりも、潮汐による影響が考えられる。

(2) 塩分

今回の観測では塩分は河床で大きく、表層で小さくなるとして考え、塩分が粒径にどのような影響を与えているかに着目して、体積濃度の図と比較しながら見てみる。

旭橋と水管橋の下げ潮時の体積濃度のグラフで、(a)に水管橋、(b)に旭橋である。それぞれの塩分は、32psuと21psuを示している。水管橋と比べて、旭橋の粒径の $50\mu\text{m}$ 以上の体積濃度が大きいと言えるが、塩分が小さいから粒径が大きくなる傾向にあるとは、一概には言えない。設置時間が1分程度で撮影速度が10Hzであるため、データ数が不十分であることが言える。粒径が大きくなるほど粒子数は、体積濃度で表した時に大きく影響してくるため、データ数は重要となってくる。そのため、 $50\mu\text{m}$ 以下のデータについては、結果に信憑性があるが、粒径が大きくなるほど信頼度は下がる。この二つのグラフでは、 $50\mu\text{m}$ 以下の体積濃度は似た傾向にあり、 $50\mu\text{m}$ 以上は、違いが見られるが、全体として、今回の観測では、塩分の違う条件で

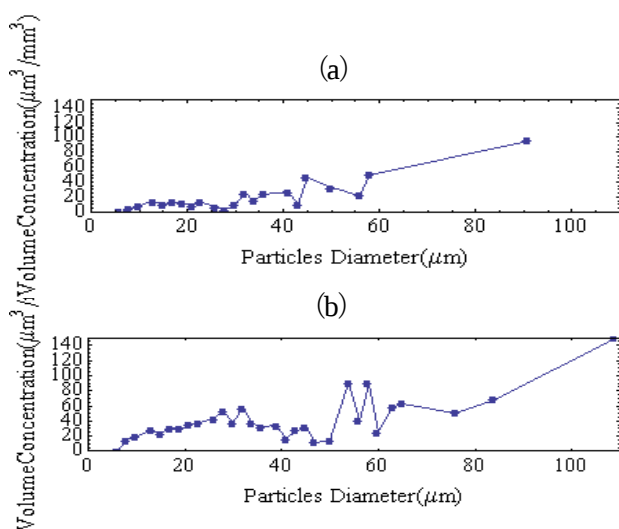


図3-2 塩分の異なる時体積濃度

は、粒径にはっきりとした影響は見られなかった。

(3) セン断応力

旭橋の観測データで、図3-3にせん断応力の経時変化を示す。満潮時から干潮前まで、小さい値となっており、そのため河床で粒子の巻き上がりが弱いいため、濁度を見ても小さくなっている。粒径についても、せん断応力は小さく、濁度が低く、総粒子数が少ないため、懸濁粒子の凝集があまりなく、粒径の大きい粒子の確認ができなかった。干潮以降のせん断応力を見ると、UV方向のせん断応力が大きくなり、濁度も大きくなっている。粒径については、全体として各粒径の粒子数は多くなり、 $40\mu\text{m}$ から $50\mu\text{m}$ あたりで粒径のピークが見られた。

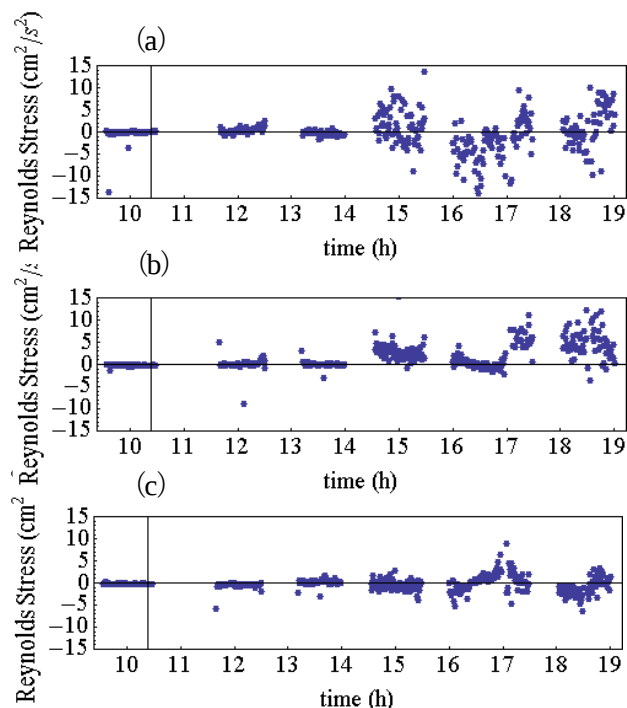


図3-3 UV, UW, VW 成分のせん断応力

4. 結論

懸濁粒子のように、様々な粒径のピークを持つ場合、体積濃度により粒径を示すのが望ましい。そう体積濃度は、潮汐による濁度の挙動とよく似ており、濁度と深い関係にある。せん断応力の値に対して粒径が決まるわけではなく、今回の結果では、せん断応力が大きくなることにより、河床の粒子が巻き上げられるため、それに伴い、濁度が大きくなっており、粒子間の衝突機会が多くなっている。そのため、濁度とも関連して、さらにせん断応力により、凝集した懸濁粒子の破壊が生じてピーク粒径が現れる。