

愛媛大学大学院	学正員	○合田宏隆
堀田建設株式会社	正 員	道岡栄光
愛媛大学工学部	正 員	伊福 誠
(株)エイトコンサルタント	正 員	中田正人

1. はじめに

河川感潮域では懸濁粒子の凝集が生じやすいことが経験的によく知られているが、懸濁粒子の挙動に関する精緻な資料は極めて少なく、その理由については未だ完全に究明されていない。本研究は、最近開発されたレーザ回折式粒度測定器を用いて現地観測を行い、懸濁粒子の挙動に関する基礎的資料を得ようとするものである。

2. 観測状況

愛媛県肱川を解析対象とする。

図1に示すように、河口から6 km 上流の観測点において水位、流速・流向、水温、塩分および懸濁物質の粒度分布を観測した。河川流量は、河口から12.8 km 上流の五郎水位観測所での観測結果を使用した。また、潮位は、アプリケーションソフト”潮時表”から喜多郡長浜町における値を抽出した。

図2は、観測点の横断面図であり観測機器は右岸から48.67 mの河床に設置した。また、観測機器を設置した地点の水深は1.8 m、左岸側に存在する濤の水深は3.8 mであり、観測点の断面は複断面であることが確認できる。

図3は、観測点における底質の粒径加積曲線を示したものである。観測点では、底質の中央粒径は3~4 mm 程度である。

3. 観測結果に基づいた解析

五郎地点における流量が $9.73 \sim 10.29 \text{ m}^3/\text{s}$ で大きな変化がなく、大潮にあたる6月3日~5日を主たる解析期間とする。

図4に水位、塩分、縦断・横断方向流速、懸濁物質の体積濃度および水温の経時変化を示す。図中の上軸に記してあるHおよびLは、それぞれ長浜港における高潮および低潮時である。

水位が最大となる位相は、長浜港の高潮時と差がないが、水位が最小となる位相は、長浜港と差がある。

塩分は、水位が最も高くなる位相より15~60分程度遅れて最大となる。また、懸濁物質の体積濃度は、縦断方向流速の向きが逆転する位相付近において急激に体積濃度が増大し、縦断方向流速の下流向き流速が最大となる位相以降はほぼ一定の値を示す。

観測点付近の底質の中央粒径は、3~4 mm 程度であり比較的粗いことから、この体積濃度の増大は底質の pick-up によるものではなく、観測点あるいは観測点の上流側で凝集した微細粒子の輸送によるものではないかと考える。なお、t-2の位相における懸濁物質の体積濃度がt-1におけるそれに比べて低いのは、水位がピークとなる位相における塩分の高低が影響していると考えられる。すなわち、観測点付近あるいは観測点の上流側で起こる凝集作用が活発であるか否かに関係するものと考えられる。

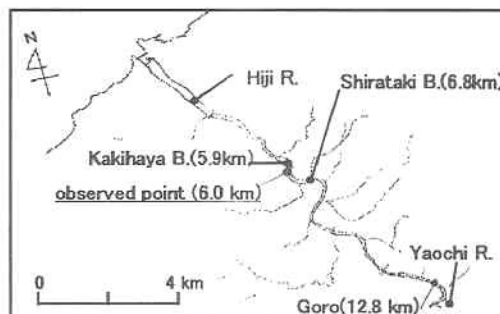


図1 肱川における観測所

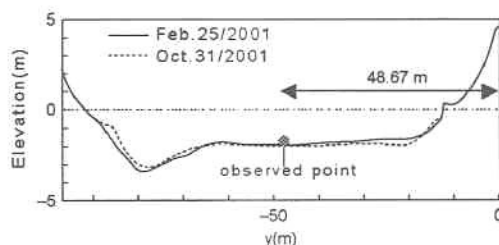


図2 観測点の横断面図

また、水位が上昇し始めると、横断方向流速の右岸向き流れが大きくなっていることがわかる。これは、左岸の滞り塩水が遡上してきたために、左岸側と右岸側との混合水の密度差に起因する密度流であると考える。

観測点の水位が最小となる時刻の水温の平均値は 21.50°C であり、水位が最大となる時刻の水温の平均値は 20.46°C である。この観測点の水位の上昇に伴う水温の低下は、塩水の遡上によるものであると考える。

$T_1 \sim T_5$ は、懸濁物質の体積濃度が比較的大きい時間帯を表している。体積濃度は、縦断方向流速がほぼ 0 m/s となる時刻より急激に高くなり、その継続時間はほぼ $1 \sim 2$ 時間程度である。また、縦断方向流速が負の最大値を示す時刻付近で体積濃度は急激に低下する。これら懸濁物質の体積濃度の変動は、観測点付近で凝集作用が活発になったことあるいは観測点より上流側で凝集した懸濁物質が輸送されてきたことによるものと考えられる。さらに、 T_2 および T_5 における水温をみると、徐々に上昇し最大値を示す時刻では懸濁物質の体積濃度も高い値を示す。この体積濃度の増大が観測点の河床に堆積している微細粒子の pick-up によるものであるとすれば、縦断方向流速の振幅が大きい位相においても高い体積濃度が出現するはずである。すなわち、高い体積濃度の出現は、観測点付近における凝集作用が活発になったことあるいは、観測点より上流側に輸送された懸濁物質が水位の低下に伴って流下してきたことに起因する。

T_3 は、縦断方向流速がほぼ最大値を示す付近の時間帯である。前述した4つの時間帯はいずれも下げ潮時にあたる。この時間帯における体積濃度の増大は、観測点の下流側から輸送されてきたものではないかと考える。その理由としては、この時間帯の約6時間前の下流向き流速振幅が他の3つの位相の下流向き流速振幅よりも小さく、その3時間程度前の塩分も低いことがあげられる。

図5は、図4中の4つの位相における懸濁物質の粒径と体積濃度を示したものである。

懸濁物質の濃度体積が比較的高い $t-1$ および $t-2$ の位相においては、粒径が $20 \sim 200 \mu\text{m}$ の体積濃度が比較的小さい。また、ほぼ上流向き流速が最大となる $t-3$ の位相においては、体積濃度は $8 \times 10^3 \mu\text{l/l}$ 程度であり、 $t-1$ の位相のその $1/5$ 程度であるが、粒径が $20 \sim 200 \mu\text{m}$ の体積濃度はかなり高い。一方、低潮時の位相、 $t-4$ では、 $t-3$ の位相における分布を下方にシフトした分布を示す。

$t-1 \sim t-2$ の位相における粒径 $20 \sim 200 \mu\text{m}$ の体積濃度が小さいのは凝集作用が活発であり、比較的粒径が大きい懸濁物質が浮遊しているためなのか、あるいは懸濁物質が shear の増大によって分裂したため等が考えられるが、確かなことは現在までのところ明らかでない。

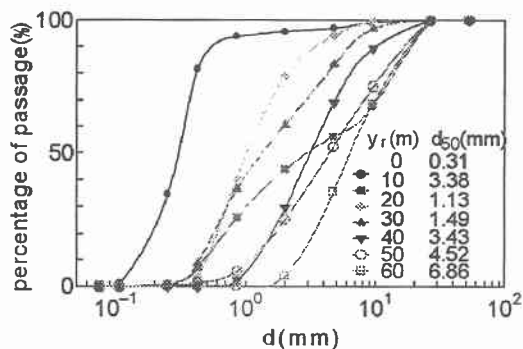


図3 底質の粒径加積曲線
(2001年1月11日)

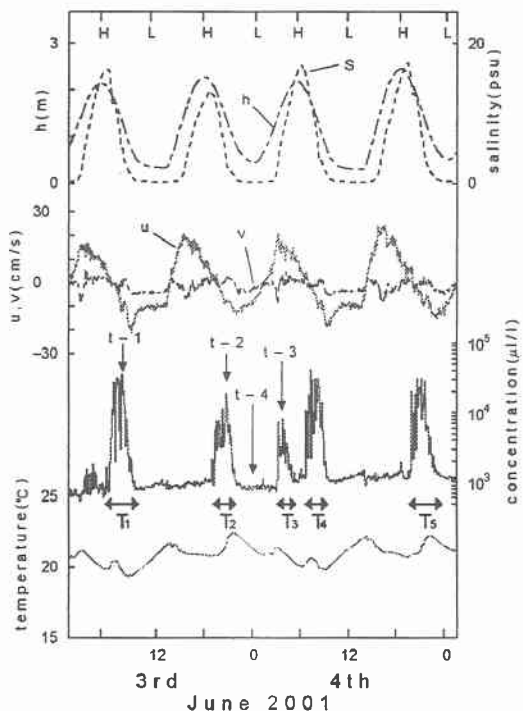


図4 観測結果
(2001年6月3日～5日)

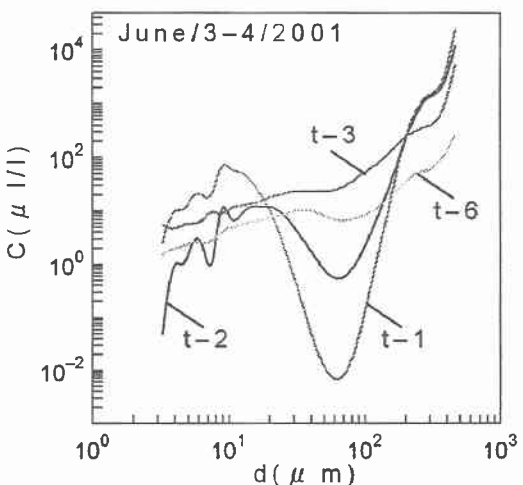


図5 $t-1 \sim t-4$ における
懸濁物質の粒径と体積濃度