

II-244

洪水時における浮遊砂濃度の時間変化に関する実測研究

北海道大学 正会員 長谷川和義

北海道開発局 正会員 大串 弘哉

北海道大学 正会員 道口 敏幸

1. はじめに

洪水時の浮遊砂濃度が水位や流量の時間変化と異なる時間位相をもって変動する事実は、すでに吉川¹⁾、木下²⁾などによって報じられているが、近年諸外国でも計測され広く関心がもたれるようになった。濃度が洪水の立ち上がり時にピークを示すことが多いことから、乱れの増水時の性質を示すものとして解釈する研究³⁾がなされている一方、表面流出の早い到達を原因と考える研究⁴⁾⁵⁾もなされている。前者は沖積河川下流部を、後者は土砂生産の生ずる山地河川を対象にしており、異なる現象を扱っている可能性がある。実際のところ、濃度ピーク先行型が最も起こりやすいパターンであるが、濃度時間変動の現れ方にはさまざまなパターンがあることが知られており、機構の違いも含めて全体を説明する研究が望まれている。講演者ら⁶⁾⁷⁾⁸⁾は、1990年から石狩川下流部を中心に浮遊砂と流速の計測をおこなってきたが、得られた小洪水における濃度変化について検討した結果について述べることにする。

2. 計測地点、計測法

図-1に、計測のおこなわれた石狩川河口橋と札幌大橋の位置を示す。水位観測点が併記されているが、上流の「岩見沢大橋」(44.6km)、「月形」(58.0km)の水位データも利用している。浮遊砂計測は、91年4月までは簡易採水器B型を、以降は独自に開発したMTS式採水器を用い、1時間毎1.5m間隔にておこなっている。以後、74 μ にてふるい分けた粗粒分の水深平均濃度(粗粒分濃度)、および全体の平均濃度(全粒分濃度)について検討する。

3. 浮遊砂濃度の時間変化と摩擦速度の時間変化

図-2は、既報⁷⁾の河口橋90年9月の結果であるが、偏平化した水位変動に関わらず濃度変化が顕著に現れている。この時篠路水位は明瞭な一つ山の変化を示しており、両水位観測点間の水面勾配を用いた摩擦速度変化が全粒分濃度変化にほぼ合致している。しかし、摩擦速度のピークはむしろ粗粒分濃度のピークに一致している。図-3は、札幌大橋92年5月の計測結果である。直上流の篠路水位の下降時に濃度の山が現れている。しかし、摩擦速度の変化を求めると濃度変化によく対応している。

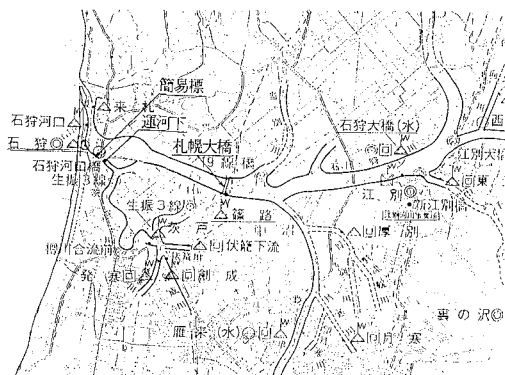


図-1 計測地付近(石狩川下流部)

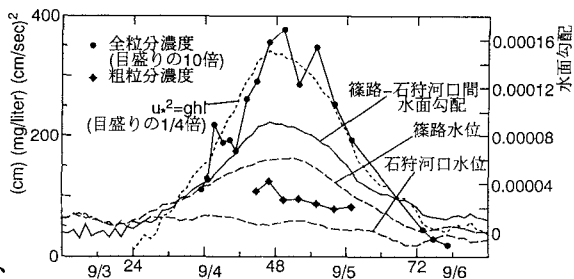


図-2 1990年9月3～6日石狩河口橋計測

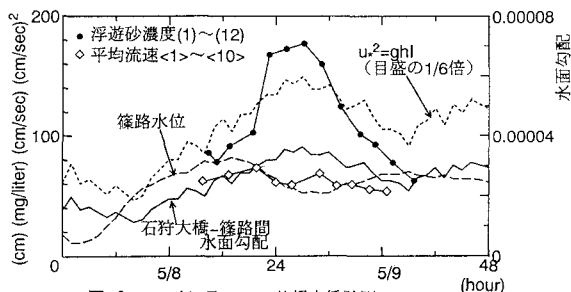


図-3 1992年5月8～9日札幌大橋計測

これらの結果は、河床とのコンタクトを本質とする浮遊砂濃度が、局時的な摩擦速度から決まる巻き上げ量によって規定されていることを窺わせる。

4. ウォッシュロードの流下

図-4は、札幌大橋91年4月の計測結果である。篠路水位、摩擦速度ともにほぼフラットであるにもかかわらず濃度変化が現れている。こうした現象は他にも数回観測された。図-5は、図-4の濃度変化時の空知川合流点付近の水面勾配変化を示したものであるが、他支川では洪水変動が見られず、札幌大橋の結果は空知川の高濃度ウォッシュロードの流下によるものと考えられる。図-6は、同様な解釈ができるデータを用いて、支川ピークの出現時刻と計測点濃度ピークの出現時刻の差と両点間の距離の関係を見たものである。データは、ほぼ実測平均流速の傾きをもって直線上に並んでいる。以上から、本川の全粒分濃度が支川のウォッシュロードによっても規定されることがわかる。図-7、8はこれを濃度分布の視点からみたものである。図-7において粗粒分濃度が減少し始めるとき(洪水波が通過しつつあるとき)、図-8では遅れて到達したウォッシュロードの濃度が増加し続けている。

5. まとめと考察

- 1)河床とのコンタクト機会が多い浮遊砂の洪水時濃度は、主に巻き上げ量(したがって摩擦速度)の時間変化によって決定づけられる。3次元移流拡散方程式で見たとき、時間微分項、移流項、縦・横拡散項は2次的な役割を果たすものと考えられる。
- 2)沈降速度が小さく分布が一様なウォッシュロードは、鉛直拡散項、沈降項ともに無視でき、主に移流項、縦拡散項によって濃度が決まる。式形から明らかなように、濃度ピークは平均流速に近い速度で流下する。
- 3)両者が共存するとき、前者の山が後者の山を追い越すことがありうる。

【参考文献】

- 1)吉川:土木研究所報告, 第87号, 1954.
- 2)木下:土木学会論文報告集, 第345号, II-1, 1984.
- 3)楠津: Int. Symp. on Transport of Suspended Sediment and its Math. Modeling, IAHR, 1991.
- 4)L. K. Jeje et al.: Hydrological Processes, Vol. 5, 1991.
- 5)S. C. Bird et al.: Hydrological Processes, Vol. 1, 1987.
- 6)大串ら:土木学会年次学術講演会, II-266, 1991.
- 7)長谷川:平成3年度科研費総合(A)報告書(代表芦田), I-4, 1992.
- 8)長谷川ら:土木学会北海道支部論文報告集, 第49号, II-27, 1993.

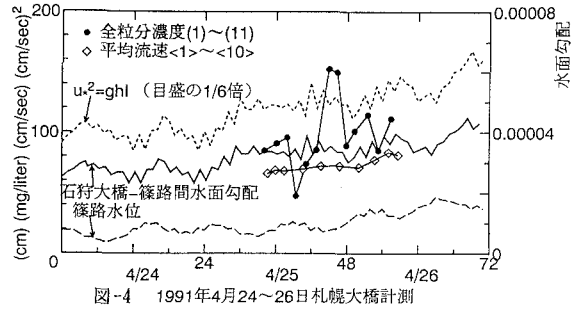


図-4 1991年4月24~26日札幌大橋計測

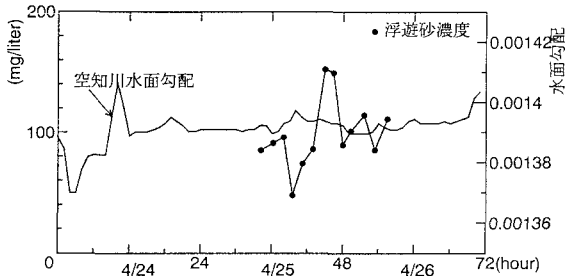


図-5 91年4月24~26日札幌大橋計測 支川の影響

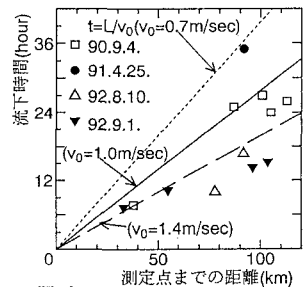


図-6 支川の水面勾配ピークと測定点の濃度ピークの時間差と平均流速での流下時間の対比

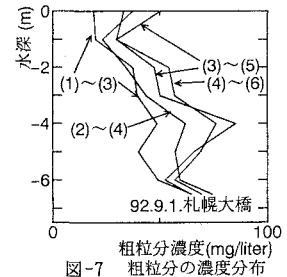


図-7 粗粒分の濃度分布

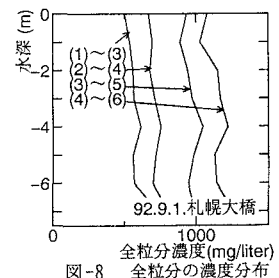


図-8 全粒分の濃度分布