

涸沼川洪水観測施設における掃流砂観測結果

国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 ○二村貴幸・末次忠司・坂野章・諏訪義雄・横山勝英・谷口丞

1. はじめに

掃流力の大きな場における現地河川の洪水中の掃流砂観測については、大量のゴミの流下や流体力の増加等によって測定器の固定や引き上げが困難となる等のため、直接採取した例は少なく、主に水路実験や数値計算によってその動態を把握してきた。最近では、間接的に音圧センサーで掃流砂を測定する新しい手法も開発されつつあるが、現地に適用できる段階ま

では至っていないようである¹⁾。そこで、本研究では、直接に掃流砂を採取できる装置を開発し、それによる観測結果から掃流砂の流送特性を検討した。また、同時に鉛直方向の浮遊砂についても観測し、その分析を行った。

2. 観測方法

今回、流砂観測は茨城県を流れる那珂川右支川の涸沼川 28.1km 地点にある涸沼川洪水観測施設で行った。涸沼川の流域面積は 459km²、流路延長は 65km であり、涸沼川の観測施設近辺の河床勾配は約 1/1200、低水路幅は約 15m、河床材料の平均粒径は 6.0mm である。観測施設の詳細は参考資料²⁾に記述があるので、ここでは概要だけを述べる。観測施設には低水路中央部に掃流砂採取装置を内蔵した観測柱があり、浮遊砂・掃流砂観測が可能である。浮遊砂観測では、バケツによる表面採水や、観測柱上流側の鉛直方向 5 点に設置したノズルからポンプで吸引・採水し、各地点の土砂濃度を測定した。掃流砂観測では、河床に設置したトレンチ内に昇降可能なバケツ（直径 20cm の円形、深さ 26.5cm）を河床と同じ高さになるまで降下させ、バケツ内にトラップされる掃流砂の量と時間を測定した。

3. 観測結果

平成 13 年度の流砂観測は 2001.8.22-23 と 2001.9.11-12 の 2 洪水を対象とした。図-1 はそれらの水位ハイドロで、掃流砂と浮遊砂の観測時点との対応を示す。8 月出水では、増水期に水深 1.7m ($Q = 30\text{m}^3/\text{s}$) 以下、減水期に水深 1m 以下の時に掃流砂を採取することができた。水深 1.7m 以上では、バケツを降下させるためのシャフトにゴミがからみつき掃流砂を取ることができなかった。浮遊砂の鉛直分布は、洪水中 3 回観測した。9 月出水は 2 山のピークを持つ洪水であり、ピーク時のそれぞれ水深は 3.5m、4.2m である。増水期において水深 2.6m ($Q = 50\text{m}^3/\text{s}$) まで掃流砂を採取できた。浮遊砂の鉛直分布は 2 回観測した。図-2 は、過去に観測を行った洪水ならびに今回の洪水で採取できた掃流砂の観測結果と、観測時の掃流力の関係を無次元表示したものである。同図には、芦田・道上式（混合粒径の河床波有・無）も記述している。同じ掃流力であっても、掃流砂量に幅があり、その大きさは 2 倍から 1 オーダー程度である。芦田・道上式は水深粒径比 $H/d=100$ 以下までの水路実験に基づいたものであり、現地の $H/d=100 \sim 700$ より

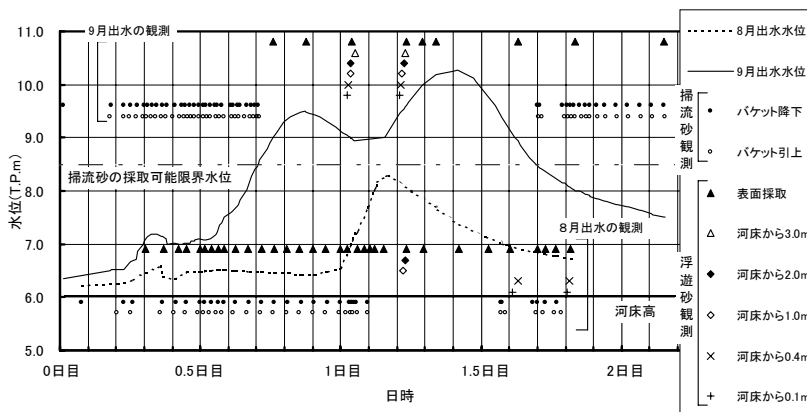


図-1 各出水における観測時の水位

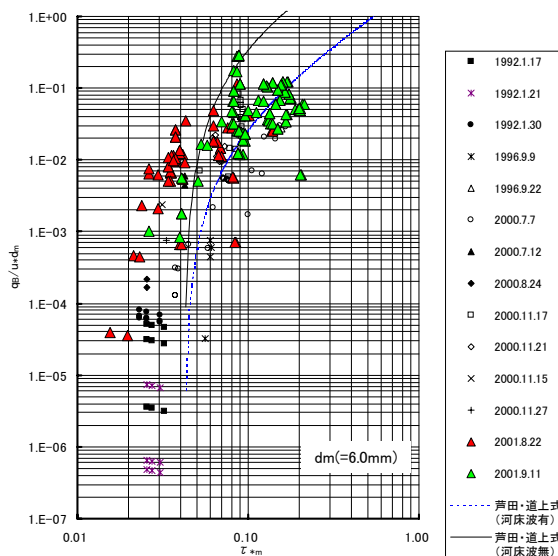


図-2 掃流砂（全粒径）の観測結果

連絡先 〒305-0004 茨城県つくば市旭 1 番地 T E L 0298-64-2211

小さいが、現地の全観測結果を平均するとほぼ同一傾向を示しているのがわかる。このことから、 $\tau_{*m}=0.2$ 付近までは芦田・道上式の妥当性が確認されたといえる。また、出水初期と洪水ピーク時近傍における掃流砂の粒度分布の変化を示したのが図-3 である。8月・9月出水とともに出水初期に採取した掃流砂の粒度分布は同じであるが、洪水ピーク時近傍における掃流砂の粒度分布は平水時の河床材料の粒度分布に近いことがわかる。これは、出水初めは掃流力が小さいために河床材料の細かい粒径しか動かなかったが、水位上昇に伴う掃流力増加で粒径の粗いものも動くようになり、河床材料の粒度分布に近づいたためである。したがって、水深によって掃流砂の粒度分布が異なることため、河床変動計算では一様粒径の流砂量式ではなく、混合粒径の流砂量式を使う必要性を実証できた。次に流砂観測結果を粒径別に整理し、 $Q-Q_s(Q_B)$ の関係を表したのが図-4 である。なお、粒径 0.106mm 以上については浮遊砂濃度に鉛直分布があるため、観測結果の整理に当たって水深方向に多点採取した浮遊砂の濃度を、各採取点別の影響断面積を重み付けして、断面平均として表した。また、図-4 には芦田・道上式（河床有）による $Q-Q_B$ 、Lane-Kalinske 式による $Q-Q_s$ 推定線を合わせて示した。今回の観測では粒径 0.015mm 未満と 0.84-0.42mm の Lane-Kalinske 式と観測値でオーダー違いに異なるほか、芦田・道上式では流量が $Q=10\text{m}^3/\text{s}$ 以下で推定線と観測値のずれが大きい、流量が $Q=10\text{m}^3/\text{s}$ 以上の観測値は芦田・道上式に近い値を示している。年間土砂移動量にとって支配的な流量は $Q=10\text{m}^3/\text{s}$ 以上と考えられるので、 $Q=10\text{m}^3/\text{s}$ 以下のずれは大きな問題ではないと思われる。したがって、粒径別に見た芦田・道上式は、相対水深や河床材料の標準偏差等が現地とは異なる実験条件に基づいたものであるが、現地の支配的な流量における整合性があることが確認できた。

今回の観測では、最大水深 2.5m、流速約 2m/s という洪水時の過酷な状況で掃流砂を連続的に採取することができた。このような条件下で掃流砂が観測された例は少なく貴重なデータを得ることができた。今後の課題として、流量の大きい洪水時のデータを収集できるように、観測手法を改良する必要があると考えられる。本研究を実施するに際し、筑波大学教授東先生や大学院生の蕪木氏にご指導、助力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

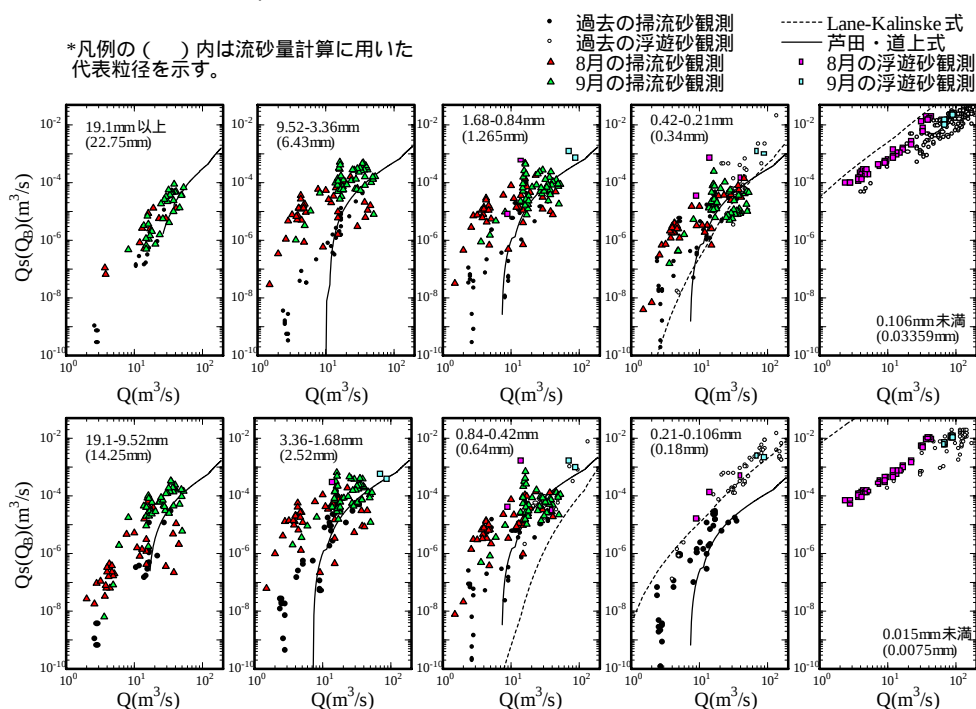


図-4 流砂観測結果と $Q-Q_s(Q_B)$ 推定線

参考文献

- 1) 桑村貴志ほか：音圧を利用した掃流砂観測手法の開発，水工学論文集，第 46 巻，pp632-636，2002.2
- 2) 平館ほか：涸沼川観測施設における流砂観測と粒径別年間土砂移動量の把握，第 56 回年次学術講演会，第 2 部門，2001.