

II-203

緩流河川の浮遊砂観測と濁度関数について

株式会社 弘
 北海道開発局 正員 渡辺 浩 司
 北海学園大学工学部 正員 山口 甲

1. はじめに

土砂輸送の形態は掃流砂、浮遊砂、washload で構成される。洪水流で発生する浮遊砂は、河床から浮上した浮遊砂と河床砂より小さい粒径の上流から輸送されてくる washload により構成される。ところで、実際に観測できる浮遊砂量は2つを合計した総浮遊砂量である。そこで、総浮遊砂量の実測値から washload 量の分離を試みた。また石狩川流域は年間流量の50%は融雪出水である。ただ、この融雪出水の浮遊砂量は降雨出水よりも小さいので区別して土砂輸送量を論じる必要があるが、本文では降雨出水による土砂輸送量 Hydrograph の予測法について述べる。

2. 総浮遊砂量と Washload

石狩川において総浮遊砂量の精密観測¹⁾が行われている。下流部の石狩大橋での観測は、流路断面方向に17測線で計測され測線間隔は水面幅の5.5%である。また洪水時の最大水深9mに対し、水深方向には0.5m又は1m間隔でS.Sと流速を計測しており、1回の観測は横断面上174箇所計測した。この精密観測例を基に総浮遊砂量の観測点数について精度の検討を行った。その結果、横断面上10点の流速とS.Sの観測で十分な精度が得られることが確認された。

石狩大橋では浮遊砂の粒径が $0.2\text{mm}^{2)}$ と小さく、浮遊砂が流路全断面に十分に攪拌され、粒径が小さいwashloadの割合が大きい。そこで、washloadは十分に攪拌されているのでwashloadの垂直分布は河床面まで水面含砂量の値で一定と仮定する。この仮定の元にLane・Kalinskeの式³⁾を用いて河床砂が舞上がった浮遊砂量を求め、総浮遊砂量の観測値から浮遊砂量を差し引くことでwashload量を推定する。その結果、図-1のように測線毎に見るとwashloadが総浮遊砂量の大半を占めその割合は約90%となり、浮遊砂は10%に満たない結果となった。

3. 土砂輸送量

石狩大橋での掃流砂量 Q_B 、総浮遊砂量 Q_T と流量 Q の関係を図-2に示す。 Q_T は降雨出水の方が融雪出水よりも大きいことがわかる。これは Q_T の大部分がwashloadであるため、雪で地表面が覆われている融雪出水よりも雨滴による浸食が大きい降雨出水の方がwashloadが大きいことによる。また Q_T と Q との関係で観測値がばらついているのは、洪水の増水期では Q_T が大きく減水期では小さいことによるもので、この現象は流量の時間変動量 $\Delta Q/\Delta t$ が大きい降雨出水で大きな違いとなり、 $\Delta Q/\Delta t$ が小さい融雪出水では差が小さい。また、掃流砂は観測地点の水理量に支配される輸送量であるため、融雪出水と降雨出水の違いは見られない。

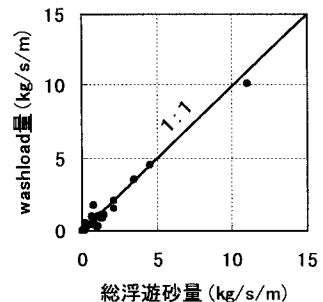


図-1 総浮遊砂量とwashload量

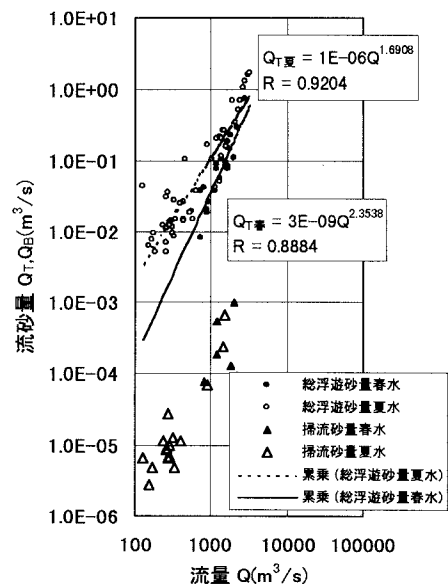


図-2 河川流量と流砂量(石狩大橋)

キーワード：総浮遊砂量，washload，濁度関数

〒064-0926 札幌市中央区南26条西11丁目1-1 北海学園大学工学部 TEL 011-841-1161 (内)725 FAX 011-551-2951

4. 濁度関数

濁度は洪水で大きな変動が見られる。石狩川の3観測所で融雪及び降雨出水それぞれについて濁度とS.S.が計測されている。濁度とS.S.には融雪出水と降雨出水での差は見られず、分光光度計による分析の限り同一物質が輸送されていると考えてよい。また濁度とS.S.の関係は、上流側の計測地点ほど換算係数が大きくなる傾向を示す。これら濁度とS.S.の関係から濁度の観測又は予測計算で一洪水での総浮遊砂量を求められる。

石狩大橋における流量 Q 、濁度 D 、 $\Delta Q/\Delta t$ ($\Delta t=1hr$)の関係⁴⁾について、 D_{max} は Q_{max} よりも早い時間に発生し、かつ D_{max} の発生時間は $\Delta Q/\Delta t$ の生起時刻と一致している。また D の値は増水期が減水期よりも大きい。これを $D \sim Q$ の関係でみると石狩川では時計廻りに変化している。また、融雪出水よりも降雨出水の方が濁度が大きい。これは他の2観測所でも同じことがいえる。これらから濁度関数として次式を考える。

$$D = D_1 + D_2, \quad D_1 = K_1 Q^{P_1}, \quad D_2 = K_2 \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (1)$$

ここに D, D_1, D_2 : 濁度(度), K_1, P_1, K_2 : 係数, Q : 流量(m^3/s),

Δt : unit time(hr)

濁度関数の構成因子 K_1, P_1, K_2 は洪水によって違った値を示している。3観測所における P_1 は図-3のように最大流量 Q_p と関係が見られる。ただ K_2 は違いが少なく融雪出水 $K_2=1,770$ 、降雨出水 $K_2=1,270$ と一定値に見ることができる。また K_1 は図-4のように P_1 と関係が見られ、融雪出水と降雨出水で傾向に差は見られない。これらの分析結果から時間濁度を計算した例を図-5に示していて、濁度現象を精度よく再現できている。

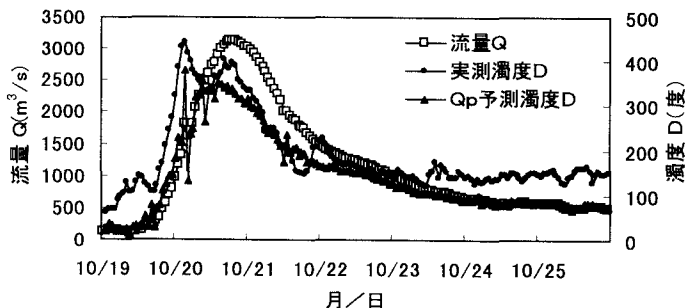


図-5 濁度予測例(石狩大橋)

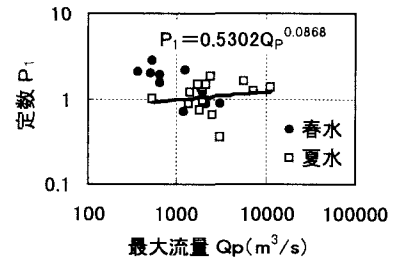


図-3 Q_p と P_1 の関係

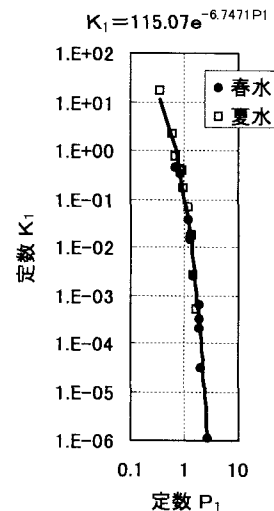


図-4 P_1 と K_1 の関係

5. まとめ

本文は石狩川における総浮遊砂量並びに時間濁度の観測データを分析し、洪水時の土砂輸送の実態を解明したものである。その結果、石狩大橋では総浮遊砂量の90%が上流から輸送されるwashloadであることがわかった。また降雨出水と融雪出水ではS.S., Q_r ともに傾向が異なり、同一流量の場合降雨出水の値が大きいことが解明された。濁度は Q と $\Delta Q/\Delta t$ で表す濁度関数で表わされ、また濁度とS.S.の関係の観測によって、流量Hydrographから土砂輸送量Hydrographが予測可能となる。

【参考文献】

- 1) 北海道開発局：第13回北海道開発局技術研究発表会（河川部門）河床変動に関する調査研究最終報告資料編，昭和45年。
- 2) 山口 甲：蛇行特性と河道計画，北海道開発局帯広開発建設部，pp.144～152，昭和60年。
- 3) Lane, E.W. and A.A.Kalinske: Engineering calculations of suspended sediments, Trans.Amer.Geophys.Union, Vol.22, pp.603～607, 1941.
- 4) 口澤 寿・伊藤 典・山口 甲：石狩川の濁度について，土木学会第53回年次学術講演会講演概要集第2部，pp.714～715，1998。