

洪水時の Wash Load の流出状況

北海土塊発局石狩川開発建設部 ○正会員 齋藤大作

北海道大学大学院工学研究科 正会員 清水康行

開発土木研究所環境研究室 正会員 渡邊康玄

はじめに 流域から発生する土砂は流域内、河口海域の生態系、河川環境に対し、様々な影響を与えている。河川により輸送される土砂の多くを占める Wash Load の流下については、流出量など不明な点が多く、特に発生源についてはよく分かっていない。流域内にダム等の貯水池が存在する場合、洪水とともに上流より流下してきた濁水は、ダム湖内の清水が流出する間、流量に比べ Wash Load の流出が遅れる現象が見られる。このため、洪水の初期段階における、残流域や河道内等からの Wash Load の流出をとらえることが可能である。

これらのことから、本報告では北海道中央部に位置する沙流川流域において、1997, 1998 年に発生した洪水時の観測結果から、Wash Load の発生源としての残流域や河道内等の位置づけについて検討を行った。

1. 沙流川流域の概要 図-1 に沙流川流域図を示す。沙流川は延長 104km、流域面積 1,350km² の一級河川で、KP21 に 1996 年完成した二風谷ダムがある。ダムの集水面積は 1,215km² であり、流域面積の 90% を占めている。ダム下流域には大きな支川が無く、ダムからの流量が概ね保存されて河口まで達している。

2. 洪水時の観測概要 本研究で対象とした洪水は、1997 年 8 月 9～15 日および 1998 年 8 月 28～31 日の洪水であり、各洪水のピーク流量は約 1,900m³/s、800

m³/s (ダム放流) である。図-2 は両洪水のダムおよび富川地点における流量と SS の時間変化を示したものである。1997 年の洪水は沙流川における既往第 3 位の洪水で、流量の立ち上がりからの調査が行われている。調査は各洪水のピーク付近について、二風谷ダム上流および下流の幌毛志、貫気別、貯砂ダム、ダム直下、平取、富川の 6 地点で 2 時間毎に行われている。採水は橋の上からバケツによって行われており、採水された試料については SS および濁度の分析が行われている。さらに、1998 年 8 月の洪水については粒度分析も行っている。

3. 各地点の通過土砂量 洪水時の流砂系の概要を把握するため、幌毛志、ダムおよび富川における流量と流砂量の関係を図-3 に示す。○が 1997 年、●が 1998 年の洪水時を示している。

二つの洪水の規模が約 1,900 と 800 m³/s で大きく異なっているが、流量と流砂量の関係は、概ね一致する結果であった。ダム地点では濁水が湖内を流下する時間差があるため、左回りのループを描いている。両洪水時に各地点で観測された SS から洪水期間中の総流出土砂量を推定した²⁾。表-1 に推

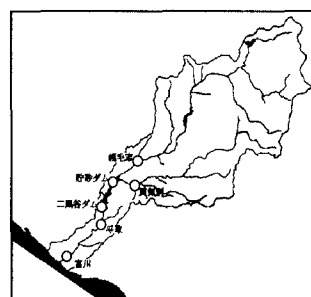


図-1 沙流川流域図

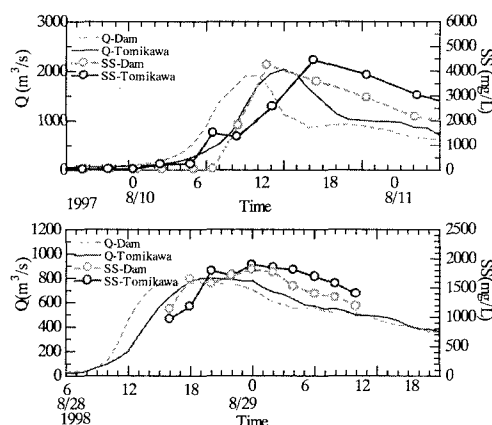


図-2 洪水時の流量および SS の時間変化

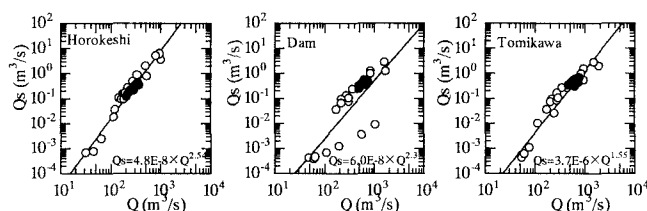


図-3 流量と流砂量の関係(SSより推定)

キーワード：ダム下流、Wash Load、残流域、河岸堆積物

連絡先：〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1-3・TEL 011-841-1111(294)・FAX 011-818-7036

定結果を示す。流量ピークの規模は 1997 年に比べ 1998 年の洪水は約 4 割程度であるのに対し、通過土砂量は概ね 2～3 割程度である。このことは洪水規模が大きくなると流砂量も急激に大きくなっていることを示している。特に、ダム放流口の流砂量についてみると、1997 年に比べ 16%と低い値を示している。これは、洪水の規模が小さいことにより、ダム湖内での対流時間が長く、流入土砂量に占めるダム湖内へ沈降する土砂の割合が大きいに起因するものと考えられる。

4. 浮遊物質の粒径分布 1998 年 8 月の洪水については、各調査地点での採水試料について粒度分析を行っており、粒度分布の違い

についての検討が可能である。6 つの観測地点の内、幌毛志、ダム直下及び富川の各観測地点で観測された粒径別通過量を図-4 に示す。なお、図は上から下にかけて時系列を示している。これらの図は、各地点を単位時間に通過する粒径別 SS の絶対量を示したものである。粒径分布は全時系列とも、ダム湖より上流の幌毛志で $0.3 \sim 200 \mu\text{m}$ であり、ダムの直下では $0.3 \sim 50 \mu\text{m}$ であった。これはダム上流より

流入した土砂の内、 $50 \mu\text{m}$ 以上は沈降し、それ以下のものは流出したといえる。ダム下流の富川地点での結果をみると、洪水初期にダムからは供給されない $50 \mu\text{m}$ 以上の粒径のものが現れ、時間の経過とともに、約 $50 \mu\text{m}$ 以上の粒径が減少し、小粒径のものが増加している。これは $50 \mu\text{m}$ 以上の粒子がダムからの放流水が到達する以前に出現し、ダムから河口までの間で供給された物質であることを示している。このことは、図-2 の流量と SS の時間変化で、SS がダム地点より、下流の富川地点で早く増加していることから明らかである。この $50 \mu\text{m}$ 以上の粒子の出現機構として次の二つが考えられる。①ダム下流部には沙流川流域の 10%の残流域があり、本川に沿うような形状をしており、降雨後直ぐに流出したため、本川洪水初期に、SS の流出が確認された。②水際部から高水敷に至る河岸に存在する微細粒子が水位上昇期に巻き上がり、洪水初期に流出が確認された。このことから発生源としてはダム下流の残流域と河道内とが考えられる。しかし、①については残流域が小さく、ダムからの流量が卓越し、残流域からの濁水は希釈されていることから考えると、観測された SS の値は過大であると思われる。②については、図-5 に示すようにダムから河口間の水際部の粒径分布と洪水時の SS の粒径に多少の重複があり、水際から高水敷にかけて微細粒子が存在する可能性があるが絶対量については容易に把握することは困難であり、実際にどの程度存在するかは現在のところ不明である。以上より、どちらの考え方についても観測された SS の全量を説明するには、不十分と思われ、両方が担っていると考えられる。なお、それらの供給割合については、現時点では把握することはできていない。

おわりに 本研究では、ダム上流からの濁水の遅滞時間に着目し、ダム下流での洪水初期段階の SS の流出現象について、発生源の可能性について述べた。これより、残留域の小さいダム下流域においても無視しがたい SS の負荷が観測され、縦断的に長い区間を考える場合には残留域、河岸等からの負荷を考える必要がある。ことが明らかとなった。

近年、河川流域から河口海域に至る土砂管理が注目されてきているが、流出土砂量の推定を行う一歩として報告する。謝辞:本研究は北海道開発局室蘭開発建設部沙流川ダム建設事業所、二風谷ダム管理所、(株)北開水工コンサルタント、(株)福田水文センターなど非常に多くの方々のご協力を得て行われた。ここに記し、感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 坊野聡子, 清水康行, 齋藤大作, 吉田義一, 黒木幹男: 水時のダム貯水池における濁質観測, 水工学論文集第 42 巻, pp.715-720
- 2) 齋藤大作, 清水康行, 渡邊康玄: 洪水時の SS の輸送過程, 土木学会北海道支部平成 10 年度論文報告集 pp.294-297

表-1 土砂量の収支

	幌毛志+貫気別	貯砂ダム	ダム放流	平取	富川
通過土砂量 1997 年	17.1	23	14.1	14.7	18.6
流量規模 $1900 \text{ m}^3/\text{s}$	増加量	+5.9	-8.9	+0.6	+3.9
通過土砂量 1998 年	5.0	6.0	2.2	4.5	6.7
流量規模 $800 \text{ m}^3/\text{s}$	増加量	+1.0	-3.8	+2.3	+2.2
流砂量の比較 1998/1997	0.29	0.26	0.16	0.31	0.36

数字の単位は ($\text{万 m}^3/\text{s}$)

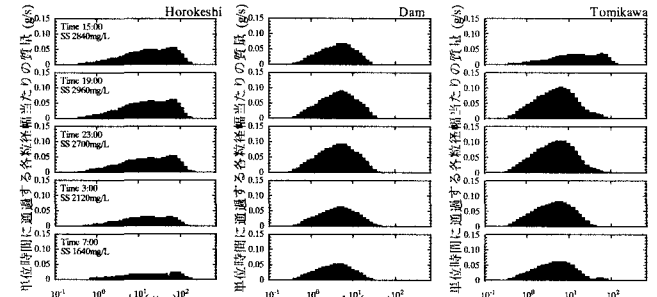


図-4 通過土砂の粒径分布の時間

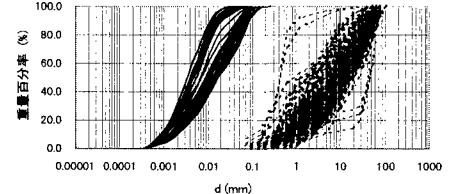


図-5 洪水時 SS および水際部の粒径過積曲線