

沙流川 2001 年夏期出水時の SS 輸送の特性

Characteristics of SS transportation during floods of the Saru River in 2001

独立行政法人北海道開発土木研究所
独立行政法人北海道開発土木研究所
独立行政法人北海道開発土木研究所

正員 渡邊康玄 (Yasuharu Watanabe)
正員 小川長宏 (Takehiro Ogawa)
正員 村上泰啓 (Yasuhiro Murakami)

1. はじめに

河川管理において流域一貫の土砂管理の重要性が指摘され、各地において洪水時の物質輸送に関する現地調査が実施されてきている。北海道開発土木研究所では、一級河川鶴川において洪水時の調査を実施し、中下流域の SS や栄養塩類の挙動について把握を行っている^{1,2,3)}。その中で、流域から供給された SS がそのまま海域に流出するだけでなく、複数の洪水で河岸近傍において堆積巻上げを繰り返して河口まで流下するものが存在することを指摘した。このことから、河川域特に河岸近傍における自然環境は、SS およびこれに吸着している栄養塩類の影響を強く受けることが想定される。

一方で、ダム湖内の堆砂による貯水容量の減少やこれに伴う上流域から下流域への土砂移動の連続性が確保されない問題が生じている。本研究も洪水時の物質輸送の現象解明を目的として、中流部にダム湖が存在する北海道の一級河川である沙流川において、洪水時に採水等による観測によって得られたデータを用いた検討結果を報告するものである。

2. 流域と 2001 年夏期出水の概要

沙流川は、流域面積 1,350km²、幹川流路延長 104km である。流域の 87% が山地であり残りの平地の大部分は河口から上流約 21km に位置する二風谷ダムより下流に広がっており、農耕地および軽種馬放牧地として利用されている。二風谷ダムの集水面積および湛水面積は、それぞれ 1,215km² および 4.3km² である。比較的大きな支川に関しては、ダム湖直上流で額平川が合流し、ダム堤体約 5km 下流で亜別川および約 15km 下流でシラウ川が合流している。流域の概要を図-1 に示した。なお、亜別川の流域面積および流路延長は、24.0km² および 7.0km であり、シラウ川はそれぞれ 11.4km² および 6.3km である。

一方、観測を行った洪水は、2001 年 8 月 22 日～24 日の平均年最大洪水規模をやや下回る中規模出水と 9 月 11 日～13 日の過去 20 年間で最大の大規模出水である。両出水とも基本的に流入量＝放流量のゲート操作が行われ、9 月出水の流入量が 1,900m³/s を超えた時間帯だけ洪水調節が実施された。

3. 観測地点の概要

観測は図-1 に示す地点において行った。各地点の河口からの距離を表-1 に示す。なお、支川の影響を把握するため、ダム下流において比較的大きな流域を持つ亜別川とシラウ川についても本川との合流点近傍で観測を行っている。亜別川は、ダム堤体地点と新平取橋地点と

の間で沙流川に合流しているが、ダム堤体地点と新平取橋地点との間の残流域は 38.2km² であり、亜別川の流域面積が 24.0km² であることから、残流域に占める亜別川の割合は 63% となる。また、シラウ川は荷葉大橋と沙流川橋の間で合流しているが、この区間の残流域が不明であるため、新平取橋地点と沙流川地点との間の残流域 70.0km² と比較すると、シラウ川の流域面積が 11.40km² であることから、残流域に占めるシラウ川の割合は 16% となる。この関係を模式的に示したものが、図-3 である。シラウ川については面積の割合が小さく多少問題もあるが、以下の検討では、亜別川およびシラウ川の沙流川合流点直上流での観測結果をそれぞれの残流域の代表値として考えることとした。

なお、堤体オリフィス箇所を除く箇所では表面採水と流量観測を、オリフィス地点においては放流水の採水をそれぞれ実施した。シラウ川のシラウ橋および亜別川の亜別橋下流では河道中央のみの採水であり、他の地点においては左右岸近傍と河道中央の 3 箇所からの採水とした。また、貯砂ダム地点の観測は、貯砂ダムの直下流において行っている。8 月出水の亜別橋下流における流量観測は実施していない。

4. 観測結果と考察

4.1. ダム湖流入・流出 SS

ダム湖上流端に位置する貯砂ダム地点の流量および通過 SS 負荷量とダムからの放流箇所であるオリフィス地点の流量および通過 SS 負荷量を比較することにより、それぞれのダム湖内への貯流量が把握できる。流量および SS 負荷量について図示したものが、それぞれ図-3 および図-4 である。観測された期間の流入に対する流出

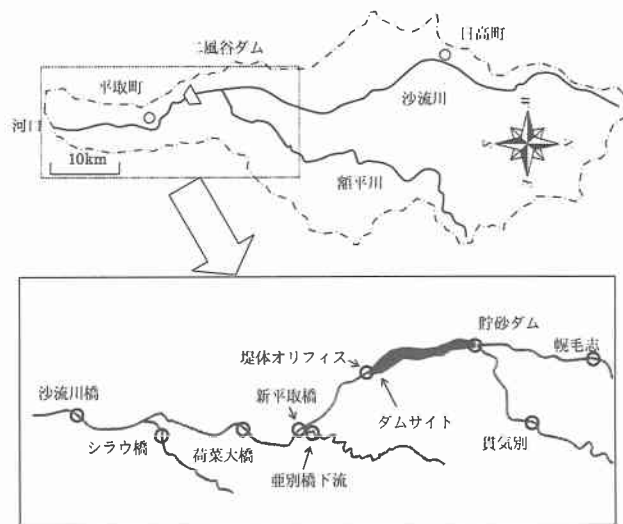
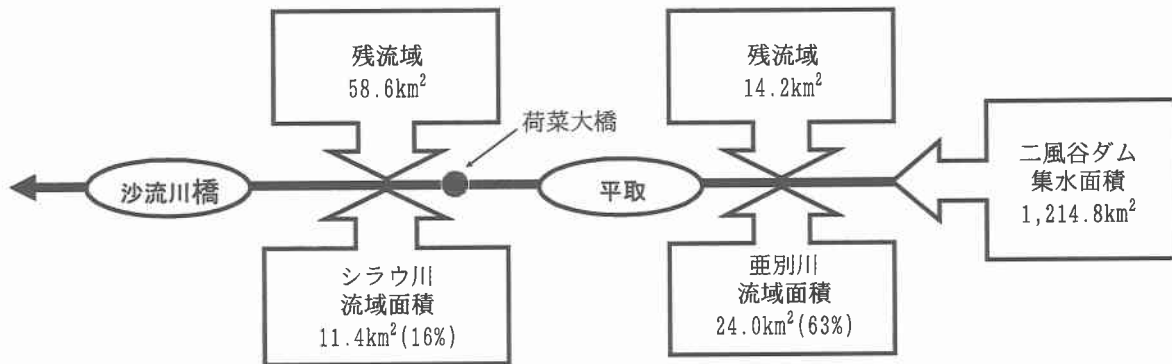


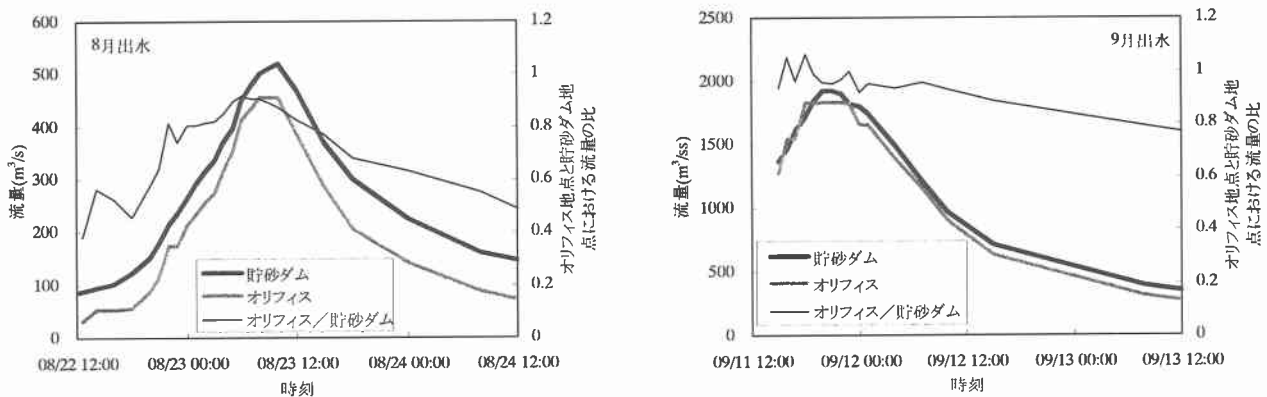
図-1 流域の模式図と観測箇所

表－１ 各地点の河口からの距離

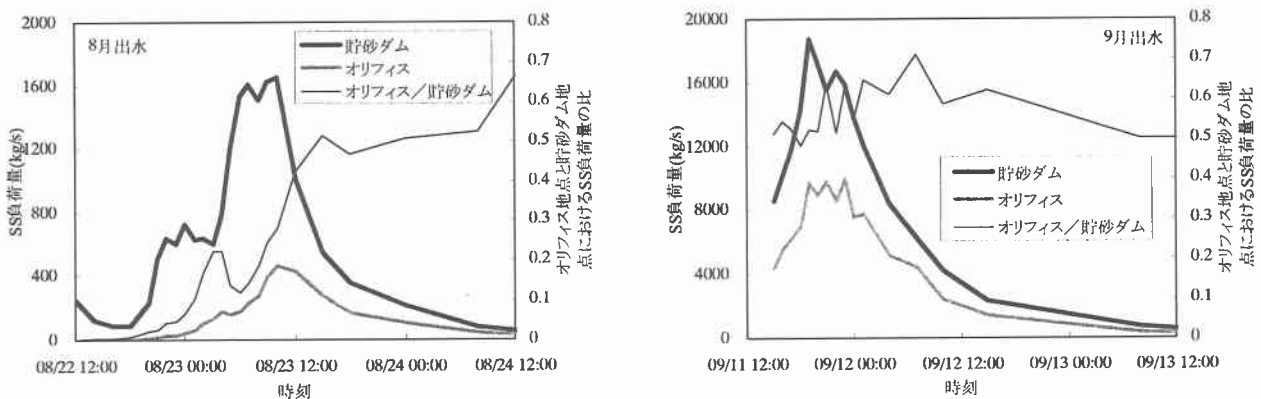
地点 単位：km	沙流川橋	シラウ川 合流点	荷菜大橋	新平取橋	垂別川 合流点	ダム堤体	貯砂ダム	幌毛志	貫気別
河口からの 距離	2.8	6.6	12.5	16.1	16.4	21.4	27.1	34.3	33.4



図－２ 支川と残流域および観測所との関係模式図



図－３ ダム湖へ流入した流量とダムから放流された流量の関係



図－４ ダム湖へ流入したSS負荷量とダム湖から流出したSS負荷量の関係

量の時間平均は、流量が70%（8月出水）および92%（9月出水）に対してSSの負荷量は21%（8月出水）および56%（9月出水）である。出水前後のダム水位が等しくなるまでの期間を、出水の期間とするとその期間の流量の総和は、流入と流出量がほぼ一致するはずである。ダム湖への貯留が存在するため、出水期間が極めて長くなり、この考え方を基にすると、今回の観測期間は十分とれていなかった。出水初期および出水後期の観測が行われていないが、観測期間中に上流から流入したほぼ半分

のSSがダム湖に貯留されたことになる。観測されなかった出水後期は期間が長い、負荷量が大きくないことから、出水期間を通して、この値は大きく変わらないものと考えられる。また、図-4において明確に示されているように、出水初期のダムからの放流水は、同時刻に上流から高い流入SS負荷があっても、出水以前にダムに貯留されていたSSを含まない水であることから、SS負荷量はほぼゼロとなっている。このことは、ダム下流の出水時におけるSSの輸送形態が、ダムが存在しな

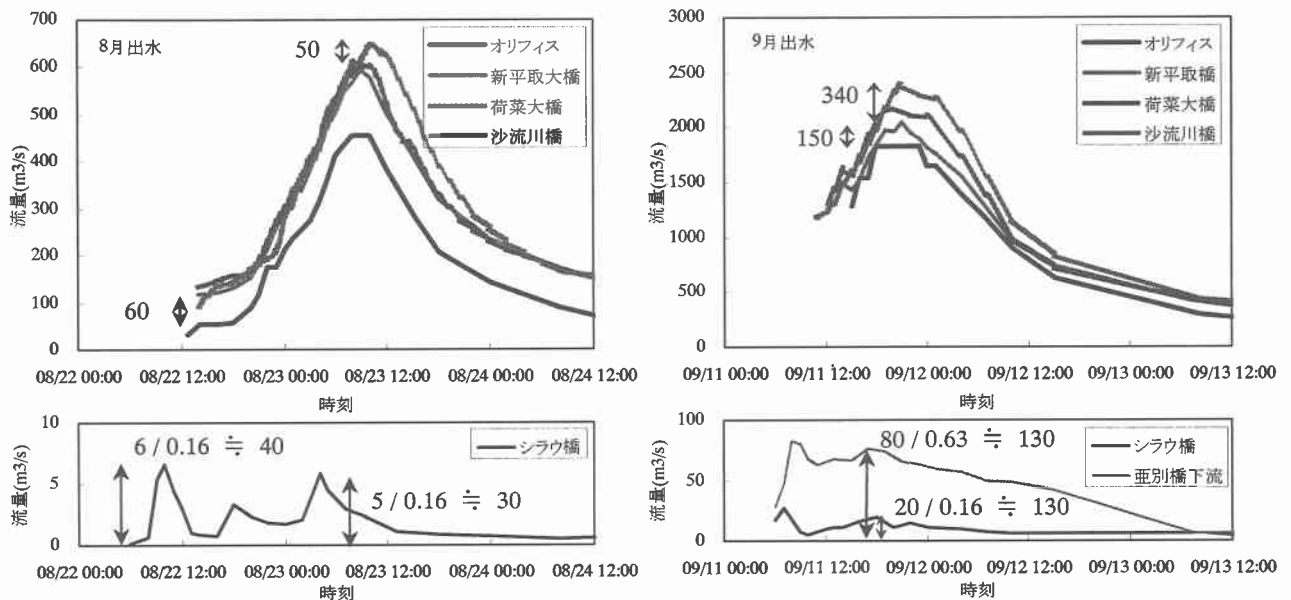


図-5 ダム下流の流量変化と支川流量

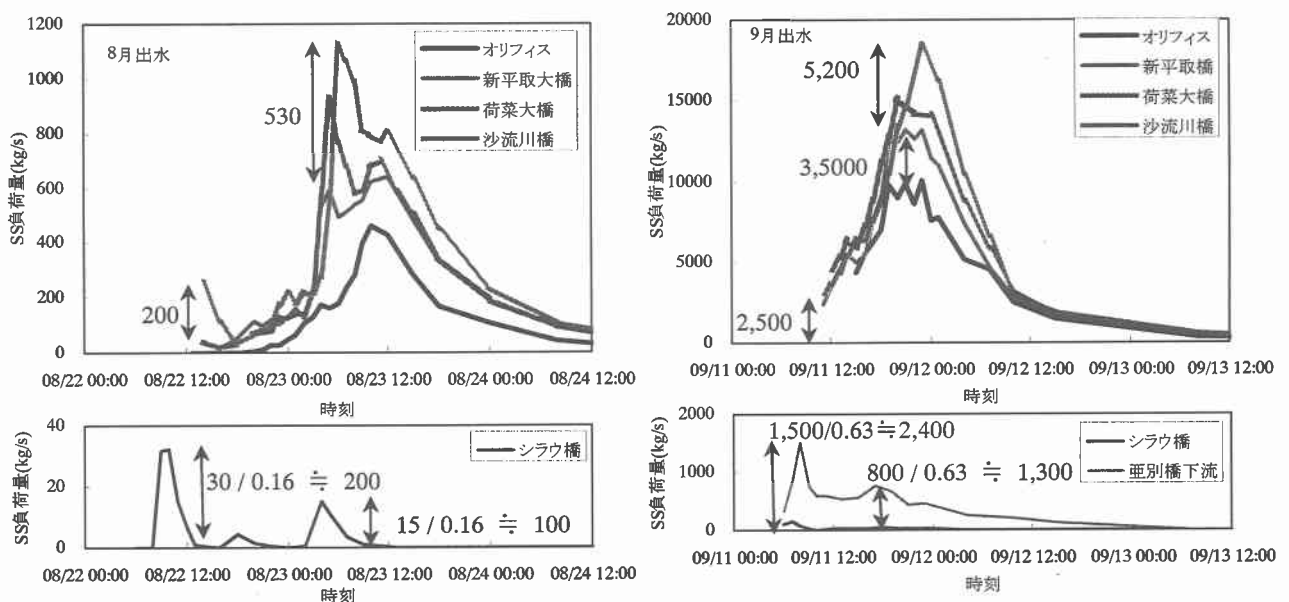


図-6 ダム下流のSS負荷量の変化と支川のSS負荷量

表-2 各区間における流量およびSS負荷の増加量と支川との関係 (単位: m^3/s)

項目	区間	算出方法	8月洪水 初期	8月洪水 ピーク	9月洪水 初期	9月洪水 ピーク
流量増加量	新平取橋-オリフィス	本川観測値から算出	-	-	-	150
		亜別川観測値から算出	-	-	-	130
	沙流川橋-新平取橋	本川観測値から算出	60	50	-	340
		シラウ川観測値算出	40	30	-	130
SS負荷増加量	新平取橋-オリフィス	本川観測値から算出	-	-	2,500	3,500
		亜別川観測値から算出	-	-	2,400	1,300
	沙流川橋-新平取橋	本川観測値から算出	200	530	-	5,200
		シラウ川観測値算出	200	100	-	0

い河川と大きく異なる点である。

4.2. ダム下流の流量とSSの変化

沙流川のダム下流における本川の観測地点と支川の

観測地点での流量とSS負荷量の変化について図示したものが図-5および6である。本川ダムサイトと新平取橋の間に亜別川が、本川苧菜大橋と沙流川橋の間にシラウ川が合流していることから、本川の2地点間における

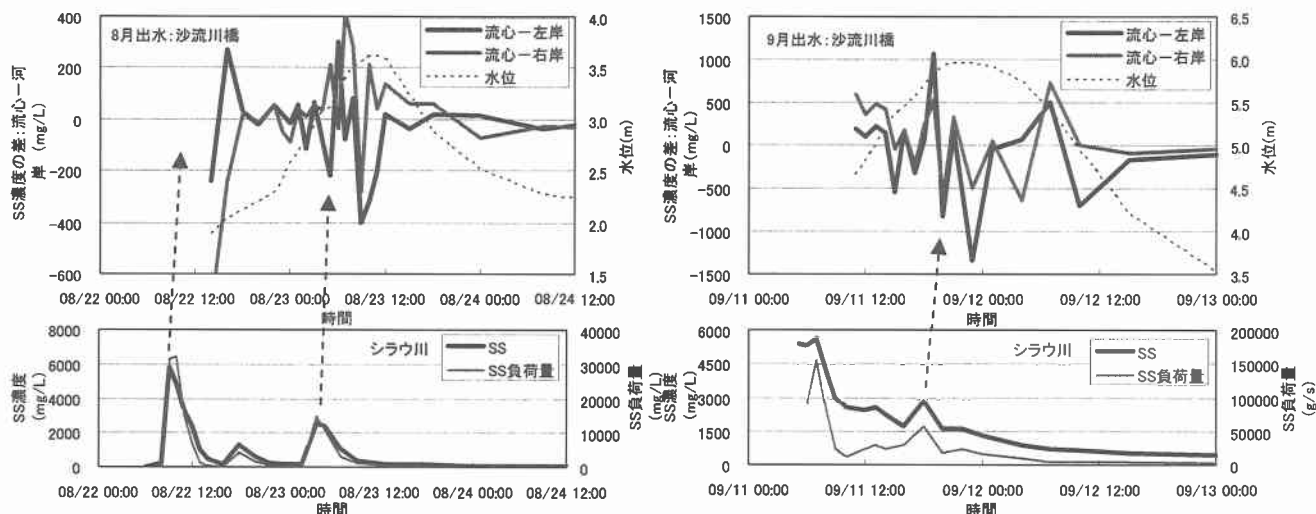


図-7 沙流川橋の流心と河岸における SS 濃度の違いとシラウ川からの流入 SS 濃度・負荷量の関係

流量および SS 負荷量の増加と支川や残流域から供給されている量との比較を行うこととした。残流域からの供給量が支川の観測値で代表できるものとし、支川の観測値を支川の流域面積の支川を含む本川 2 地点間の区間流域面積に占める割合で除したものを、本川の 2 地点間に供給された支川および残流域の供給量と考える。本川 2 地点間の観測値の差が全て支川や残流域から供給されているものと考え、これらの値は一致することとなる。これらの関係を求めてまとめたものが表-2 である。なお、計算式は図-5 および 6 中に記載した。流量については、沙流川橋と新平取橋との間の増加量について若干差が認められるものの、概ね両者の値は一致している。このことから、上記の仮定は、ほぼ妥当なものと考えられる。一方、SS 負荷量についてみると、出水初期の両者の値は、ほぼ一致しているものの、負荷量がピークとなる時点での両者の値は大きく異なる。このことは、出水初期には残流域から供給される SS 負荷量が支川の観測値で代表できるが、ピーク付近では残流域が支川の観測値を上回る負荷量を供給していることが理由として考えられる。また、鶴川の観測結果において指摘された水位上昇に伴う河岸からの SS の供給が支川や残流域からの供給に加え生じたものとも考えられる。

これら 2 つの考え方について、詳しく見ることにする。8 月出水および 9 月出水時の沙流川橋の流心と河岸における SS 濃度の違いとシラウ川からの流入 SS 濃度・負荷量の関係を見たものが図-7 である。沙流川橋とシラウ川合流点の距離が 4km 程度で流達時間も短いことおよびシラウ川が左岸側から合流していることを含めて考えると、両出水ともシラウ川の支川から供給される SS 量と沙流川橋の SS 濃度は図中に点線の矢印で示した時刻に若干の関係があるとも取れるが、全体的に見ると両者には強い関係があるとはいえない。また、沙流川橋水位ピーク前に流心の濃度が河岸の濃度に比べ高く、ピーク生起時に河岸の濃度が流心よりも高い値を示している。濃度の違いのみから判断することは非常に大雑把ではあるが、水位ピーク付近で河岸から流心方向に SS が供給されていることを裏付ける結果と考えられる。さらに、

残流域の河道長は亜別川やシラウ川よりも短く、残流域から本川河道への到達時間が短く、ピーク付近で残流域が支川の観測値を上回る負荷量を供給していると考えた場合、出水初期には残流域から供給される SS 負荷量が支川の観測値で代表できることと矛盾する。このことから、今後の調査が必要とは考えられるが、ピーク付近での本川 2 地点間の SS の増加は、支川や残流域からの供給に加え、河岸からの供給が大きく寄与しているものと考えられる。

5. おわりに

ダムが中流域に存在する河川の SS の挙動について、現地調査結果を基に検討を行った。ダムが存在することにより、出水初期には上流から SS が輸送されてこないため、河道内における洪水時の SS の挙動や支川の影響をより明確にすることができたと考えられる。なお、今回の調査では、比較的大きな支川のみを観測値から検討を行ったが、比較的小規模の小さな支川や残流域についての SS の挙動の特性が推察の域を出ていないため、これらについて確認をする必要がある。

謝辞：本研究は、国土交通省北海道開発局の受託業務による補助を受けて行ったものである。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 渡邊康玄、新目竜一、斎藤大作、玉川尊：鶴川 1998 年融雪出水時の物質輸送に関する調査、土木学会水工学論文集第 43 巻、pp.587-592, 1999.
- 2) 渡邊康玄・長谷川和義・橋本識秀：洪水時における浮遊物質の横断面内輸送と河岸堆積微細砂の堆積状況、土木学会水工学論文集第 44 巻、pp.413-418, 2000
- 3) 佐藤耕治、渡邊康玄：洪水時における微細砂の縦断方向輸送、土木学会水工学論文集第 45 巻、pp.673-678, 2001