

河川上流域における流出の成分分離を使用した洪水時 SS 推定法

北海道開発土木研究所 河川研究室 正会員 小川 長宏
 北海道開発土木研究所 環境研究室 正会員 渡邊 康玄
 北海道開発土木研究所 環境研究室 正会員 中津川 誠

1.はじめに：河道内における土砂の浸食・堆積作用に伴う洪水流下能力の変化、上・下流における土砂収支のアンバランス等の課題が指摘されており、土砂の水系スケールでの管理に向けた取り組みが行われつつある。その中で洪水時の SS の輸送量はこれらの問題に大きな影響を及ぼしていると考えられる。SS は洪水時、短期間に大量に輸送されることを考慮すると、洪水時の SS の輸送量を推定することは河川管理を行う上できわめて重要な課題となっている。

2. SS の挙動：河川上流域における SS の動態を調べるために、鶴川の上流に位置するパンケシュル川の更生橋で観測を行った。図-1 に観測を行った更生橋の概略位置を示す。今回対象としたパンケシュル川流域は流域面積が 73km² と小さく、河道長の短い(12.4km)山地小流域である。ここで観測される SS の河川水への供給は、

降雨によって発生する斜面表層を流れる流水により輸送され、雨水とともに河川水に供給される。

河岸、高水敷に堆積している SS が、洪水波による流水によって巻き上げられ河川水に供給され、その後水位・流量低下に伴い河岸・高水敷に沈降する。

河岸・河床の崩落等によって河川水に供給される。

の 3 種類が考えられる。なお、により供給される SS は、斜面表層を流れる表面・中間流出成分に関係があると考えられることから、本検討では SS 量と表面・中間流出量との関係を考えることとする。

3. 1999 年夏期出水：1999 年 7 月 28 日～8 月 1 日に更生橋で観測された流量を、フィルター分離法¹⁾により SS の河川水への供給と関係あると考えられる表面・中間流出と地下水流出とに分離した。ここで時定数 $T_c=23$ 、減衰係数 $\lambda=2.2$ 、打ち切り精度 $ESP=0.0005$ とした。結果と観測された SS 濃度を、図-2 にあわせて示す。ここで便宜上、出水を図-2 にあるように流量の増減を基に 3 つに分け各々 A 出水、B 出水、C 出水と呼ぶこととする。

観測流量をフィルター分離する際、各流出量が負の値をとることのないように分離する。C 出水における 86 時間目以降の流量は観測しておらず、その後流量がどのように減衰しているのかは不明であるため、特に C 出水の後半において流出量が十分に分離されているとは言いがたい。しかしながら A、B 出水についてはその影響は小さく、また出水成分がほぼ表面・中間流出で占められていること、また地下水流出量がこれ以上大きくなることは考えにくいことから、A、B 出水において分離された結果については概ね妥当であると判断される。そこで、A、B 出水について検討していくこととする。第一に、ほぼ表面・中間流出成分で占められていると判断される A 出水について、分離した表面・中間流出成分と SS の関係を調べる事にする。図-3 は、A 出水での表面・中間流出量に対する観測 SS 量の挙動を示した図である。図-3 をみると、上昇部と下降部でループを描いている。観測流量及び表面・中間流出量のピーク生起時刻と SS 量のピーク生起時刻が一致している A 出水において、SS 量の 2 個性が出現していることから、河道内の堆積物の

の流水による巻き上げ、沈降現象が生じているものと考えられる。また、A 出水から C 出水まで SS の急激な変化が観測されてないことから、河岸の崩落等を起因とする SS は発生しなかったものと考えられる。

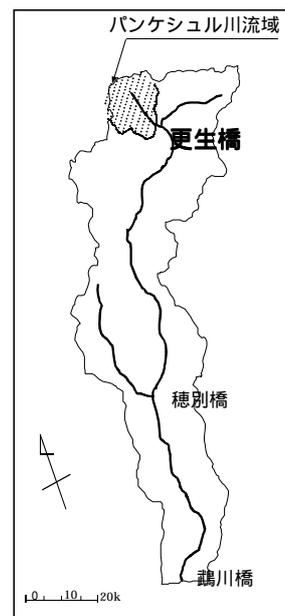


図-1 概略位置図

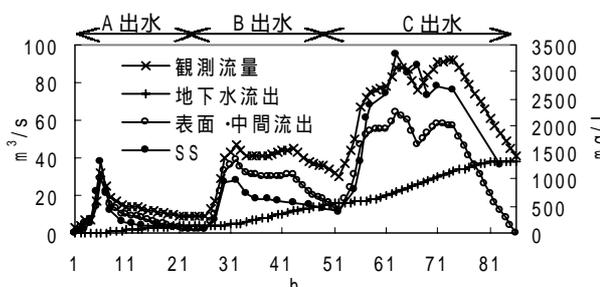


図-2 分離された流出成分と SS

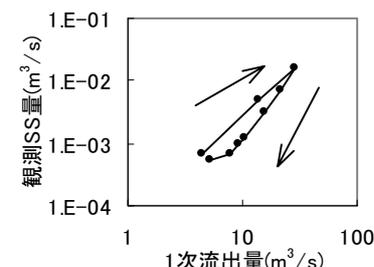


図-3 A 出水における SS の挙動

キーワード：SS、流出分離、表面・中間流出、河岸堆積物、巻き上げ・沈降

連絡先：〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 TEL 011-841-1111 FAX 011-818-7036

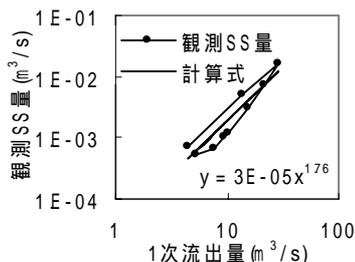


図-4 観測 SS 量と計算式

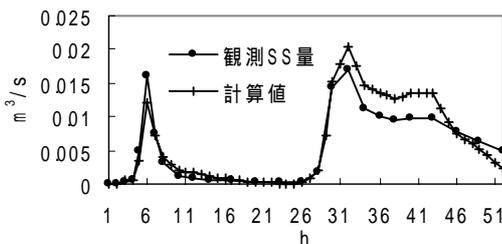


図-5 計算結果(1999年)

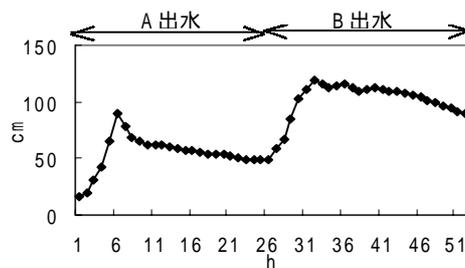


図-6 A・B 出水における水位

4. 1次流出量とSSとの関係

係：河川において数年単位の長い期間で考えると、洗掘・堆積は無視できないものになるが、佐藤ら²⁾は鶴川下流域の穂別橋～鶴川橋間で河岸堆積物の巻上げ・沈降を考慮した不定流河床変動計算を行い、低水路満杯程度の洪水期間中

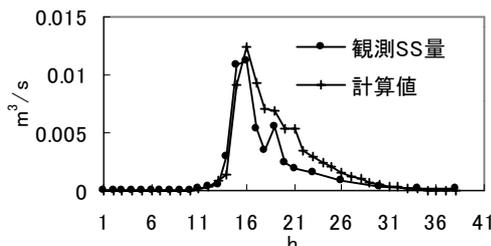


図-7 計算結果(2000年)



写真-1 2000年4月6日12時 更生橋

におけるSSの挙動について河床堆積物の巻上げ・沈降を考慮する必要があるとともに一洪水期間中で巻上げ量と沈降量がほぼ均衡していることを報告している。パンケシュル川のA出水においても一洪水期間を通せば巻上げ成分と沈降成分が同量になるものとし、観測SS量から両者を差し引いたものが表面・中間流出によって上流から輸送されてくるSSと考えることとする。この場合、流域から表面・中間流出によって輸送される観測SS量は(1)式で表される。

$$SS_{pri} = 3 \times 10^{-5} \times Q_{pri}^{1.76} \quad \dots(1)$$

ここで、 SS_{pri} :SS量(m³/s)、 Q_{pri} :表面・中間流出量(m³/s)。

図-4は観測SS量と(1)式の関係を表した図である。(1)式とループを描く線に囲まれた上側の部分が巻上げにより生じたSS量を、下側の部分が沈降により減少したSS量をそれぞれ示すことになる。図-5は、A、B出水について(1)式を用いてSS量を再現したものと観測SS量とを比較したものである。図-5において、観測SS量が計算値よりも大きい部分は巻上がり量、逆が沈降量を表すと考えられる。A出水については観測SSの上昇期からピーク時において巻上がり量が、下降期において巻上がり量とほぼ同量の沈降量が見られ良い相関を示しているが、B出水については上昇期において巻上がりがほとんどなく、ピーク付近から沈降が始まり46時間目からまた巻上がりが見られる結果となっている。図-6はA,B出水の水位を示した図であるが、これを見るとA出水の下降期において水位の減少が少なく、A出水における河岸へのSSの沈降が十分でないままB出水に移行したため、B出水において巻上がりが十分でなかったと考えられる。しかしながら1洪水全体としては概ねよい一致を示している。同じ河川において流出特性は変わらないものと考え、(1)式を用いて更生橋における2000年の融雪出水について同様の計算を行った。その結果を図-7に示す。図-7を見るとSSのピーク値はよい一致を示している。また、下降期において沈降が生じていることを示しているが、上昇期において計算値と観測値が一致し、巻上がりがほとんど見られない結果となっている。これは写真-1を見るとわかるように、融雪期においては河岸堆積物が堆積し河岸が雪で覆われているため、巻上がりが少なく、沈降については積雪とは関係がないため、夏期と同様に生じているものと推察される。

5. おわりに：以上2つの洪水を用いてSS量の推定について検討を行った。SSの流出に河岸からの巻上げ、沈降の概念を持ち込み、表面・中間流出とSSの流出との関係をより明確にした推定法を検討し、更生橋において概ね再現できることを示した。この手法により、ある程度のSSの推定は可能であると思われる。しかし、河岸からの巻上げ、沈降量を物理量と結びつける段階には未だ至っていないため、今回の計算には含まれていない。融雪時における河道内の状況を含め、調査を継続していく必要がある。

参考文献：1)日野幹雄、長谷部正彦：水文流出解析、森北出版、1985年

2)佐藤耕治、渡邊康玄：洪水時における微粒砂の縦断方向輸送、土木学会学会水工学論文集45巻、2001年