

31 融雪出水が土砂流出に及ぼす影響

建設省新庄工事事務所 ○原 義文

長坂 剛

八千代エンジニアリング㈱ 井戸清雄

1、はじめに

豪雪地域における融雪出水は年間の総流出量のかなり多くの部分を占めるものと考えられる。特に、東北地方では梅雨期の降水量が西日本に比べて少ないため、中小出水のうち融雪出水が占める割合は大きいものと考えられる。そこで、東北地方における融雪出水が砂防河川の河床変動および土砂流出に与える影響を検討した。

今回は、河床変動計算を用いて、最上川の支川立谷沢川をモデルとして融雪出水が河床変動および土砂流出に与える影響を調べた。また、融雪出水量を支配する因子についても検討を加えた。

2、モデル流域の概要

立谷沢川は月山にその源を発し、北に流れ下り、途中、濁沢川、赤沢川、玉川等の支川を合わせ、最上川に注ぐ流域面積163.8 km²、流路延長約39kmの河川である。上流部は土砂生産が活発で河床には転石が随所にみられ、勾配は約1/20川幅約30mのV字谷を呈している。中流部は兩岸が絶壁の深い渓谷を形成し、勾配は約1/30である。また、下流部は川幅約150m～300m、勾配1/50～1/100で谷底平野を流れ、平常時は幾筋もの川筋ができ各所に州が形成されている。出水後の河床は洪水前に比べて変化が大きく、相当量の

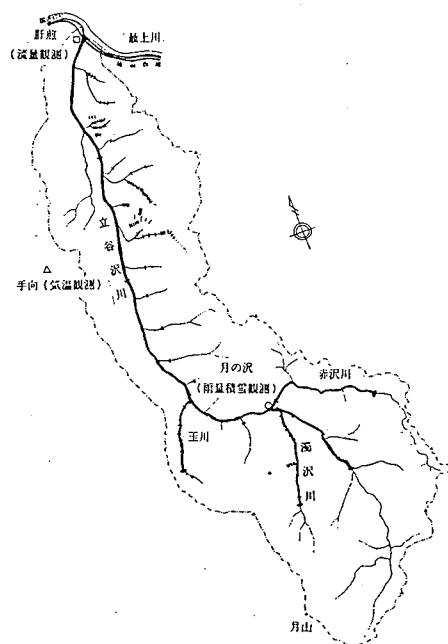


図1 立谷沢川流域概要

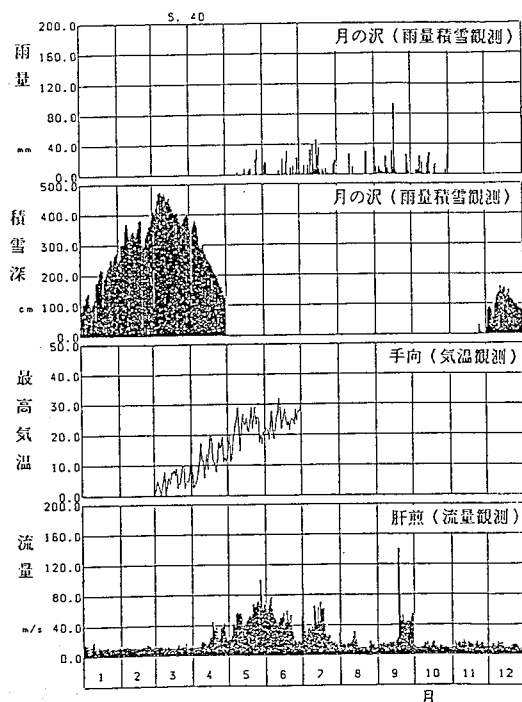


図2 昭和40年の水文学経時変化

土砂移動がある。

立谷沢川流域全体は特別豪雪地帯となっており、山地部とりわけ上流域は特に積雪の多い地域となっている。積雪は例年11月から翌年6月まで見られる。

3、融雪出水の状況と支配因子の検討

立谷沢川流域における昭和40年の水文量の経時変化を図2に示した。それぞれの値を観測した地点は図1に示した。気温の観測所は流域外ではあるが、流域に極近いところである。

昭和40年の例にみるように、立谷沢川では、7月から9月の梅雨前線あるいは台風による出水とともに、4月から6月の融雪に伴う出水も大きな位置を占めている。図3に、4月～6月の出水が、全流出量に占める割合を示したが、これらの値を平均すると融雪出水量は全流出量の約50%に達することが分かる。

次に、融雪出水の量を支配する因子について検討した。図4に、立谷沢流域に降った2日間雨量を流量換算した値と日流量の関係を示した。日平均流量が $50 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上のデータを融雪期（4～6月）、非融雪期（7～11月）に分けて示した。非融雪期の場合は、ある程度の相関が見られるが、融雪期の場合は降雨との関係は薄い。3月平均の積雪深と4月の日平均流量の関係を図5に示したが、明確な相関は認められない。また、気温と流量の関係についても検討したが、相関は得られなかった。融雪洪水量を支配する因子については、より詳細な検討が必要と思われる。

4、河床変動計算による検討

立谷沢川流域において融雪出水が、河床変動や下流への土砂流出に与える影響について河床変動計算を行うことによって検討した。計算を行った区間は図1の太線の区間である。

4、1 計算手法

ここで使用した河床変動計算手法は、井戸等による、粒径変化を考慮した河床変動計算¹⁾である。河床変動計算に用いる、水流の運動方程式、流砂量式、流砂の

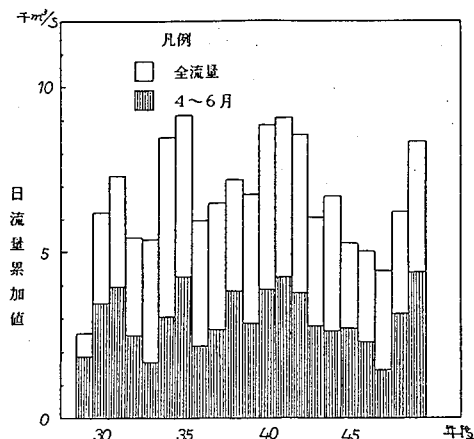


図3 肝煎における年間累加流量の年度別変化

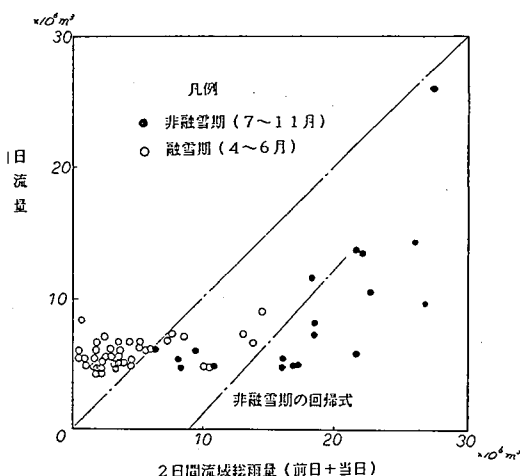


図4 2日間流域総雨量と日流量の関係

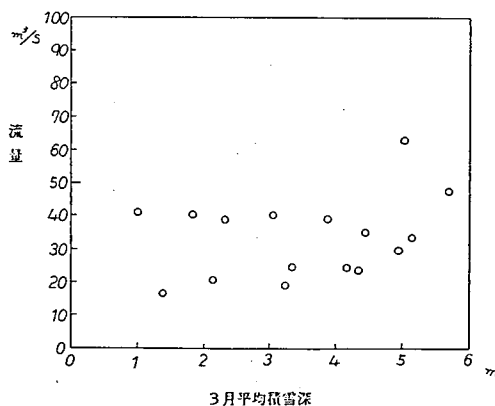


図5 3月平均積雪深と4月の平均流量の関係

連続式のうち、水流の運動方程式はマンニングの抵抗則を用い、等流として計算した。流砂の輸送形態としては、掃流砂と浮遊砂を取り扱い、掃流砂に対しては芦田・高橋・水山式²⁾を、浮遊砂に対しては芦田・道上式³⁾を用いて流砂量を計算を行った。流砂の連続式については、交換層の概念を用いた粒径別の流砂の連続式を差別化して、流砂の土砂収支を計算した。⁴⁾

4、2 計算条件

①河道断面……断面は現地測量結果等をもとに、台形にて近似した。断面間隔は、上流部で150~300m、下流部で350mとし、166断面で計算した。

②流量時系列……日流量時系列及び洪水流量時系列は、昭和29年から49年までの肝煎観測所のデータを基に作成した。計画洪水流量時系列は図6に示した、想定計画ハイドログラフを用いた。

③河床材料……河床材料調査の実績値に応じて与えた。

④給砂条件……計算区間の上流端河道が持つ流砂能力に応じて土砂が下流に供給されるものとした。上流端から下流に流出する土砂の粒度は、表1に示した通りである。

4、3 計算結果

まず、昭和29年から49年までの20年間の流量を上流端土砂の粒度を変えて、融雪出水を含まない場合（7月~12月）と、融雪出水を含む場合（1月~12月）に分けて河床変動計算を行った。20年間の累加流砂量を玉川合流点と最上川合流点で表したのが、表2である。

また、上流端の土砂の粒径が最も小さい場合（粒度4）の20年後の河床高を表したものが、図7である。図7より河床変動は玉川合流点で堆積の傾向である他は、目立った変動が少ないことが読み取れる。一方、累加流砂量は数十万~数百万 m^3 となっており、中小出水でも累加すれば相当大的な土砂量を運搬する可能性があると言える。粒度4の場合、玉川合流点から最上川合流点までに約200万 m^3 が

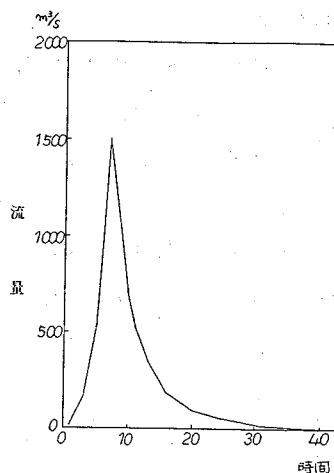


図6 計画想定ハイドログラフ

表1 上流端の土砂の粒径 (mm)

	粒度1	粒度2	粒度3	粒度4
平均粒径	106.8	52.7	29.4	8.2

表 融雪出水による流砂量の差分 (20年間)

(単位 $\times 10^3 m^3$)

	項 目	粒度1	粒度2	粒度3	粒度4
融雪出水を含まない場合	玉川合流点流砂量①	334	481	2,420	4,644
	最上川合流点流砂量②	440	461	1,511	2,533
	①~②間の土砂収支③	-106	20	909	2,111
融雪出水を含む場合	玉川合流点流砂量④	593	908	3,363	6,263
	最上川合流点流砂量⑤	644	669	2,351	4,268
	④~⑤間の土砂収支⑥	-51	239	1,012	1,995
融雪出水による差異	①~④の差分	259	427	943	1,619
	②~⑤の差分	204	208	840	1,735
	①~④の増加率(%)	77.5	88.8	39.0	34.1
	②~⑤の増加率(%)	46.4	45.1	55.6	68.5

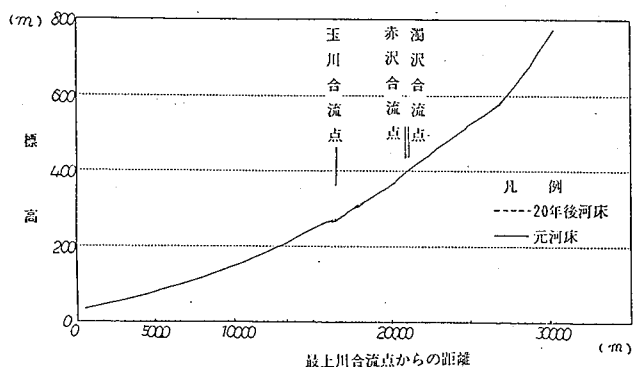


図7 20年間河床変動計算後の河床高

堆積しているが、図7の河床変動高に表れないのは河床縦断形がスムーズなため、平均して河床に堆積しているからである。

融雪出水の影響は、融雪出水を含む場合の流砂量が、融雪出水を含まない流砂量に比べて34%から88%も増加していることに表れている。粒度4の場合の累加流砂量の縦断的变化を図8に示した。赤沢、濁沢合流後、流砂量が多くなるとともに、融雪出水の影響も大きくなっていることが分かる。これは、融雪に伴う小出水が、下流部に堆積している細粒土砂をより多く運搬するためと、推定される。

昭和29年から39年までの10年間の出水の後に、計画洪水が来た場合の累加流砂量を図9に示した。計画洪水による累加流砂量は、ここでは5年間分ぐらいの中小出水による累加流砂量に相

当している。細粒分土砂の運搬に対しては、融雪洪水を含む中小出水の影響も十分大きいと言える。

5、今後の検討課題

細粒分土砂の運搬に対しては、融雪洪水を含む中小出水の影響も十分大きく、計画出水前の河床状況や長期間の土砂流出を予測する場合に不可欠な要素である。したがって、今後、融雪洪水を含む中小出水と土砂流出の関係を、実績河床変動や流砂量観測からのアプローチを含めて、詳細に検討する必要がある。また、融雪出水を支配する因子についても、さらに多くのデータから整理することが必要と考えられる。

参考文献

- 1) 井戸清雄、古賀省三、打萩珠男：砂防施設の機能評価－粒径を考慮した河床変動計算－、昭和62年度砂防学会研究発表会概要集、昭和62年5月
- 2) 芦田・高橋・水山：産地河川の掃流砂に関する研究、新砂防 107、1978
- 3) 道上正規：流砂と河床変動に関する基礎的研究、昭和47年10月、京都大学学位論文
- 4) 平野宗夫：armoringをとまう河床低下について、土木学会論文報告集 第195号

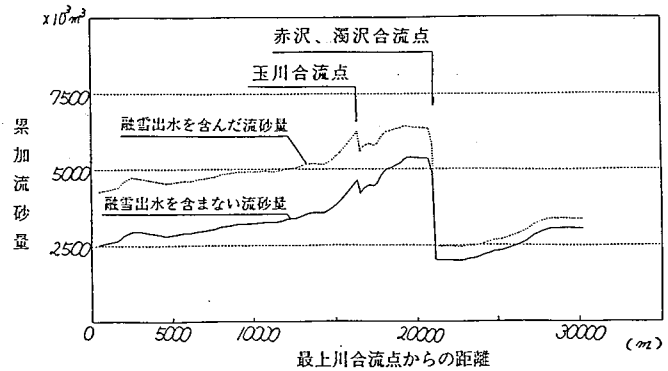


図8 20年間累加流砂量の縦断変化

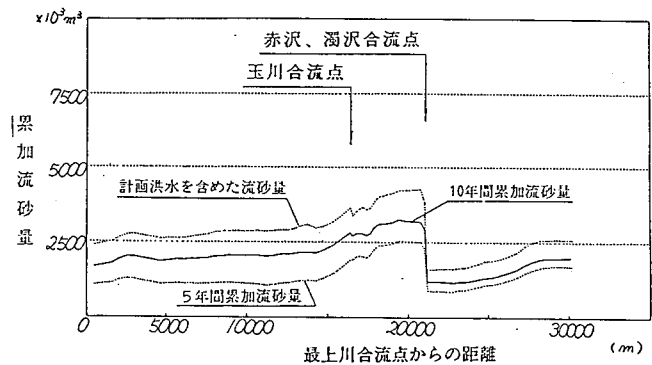


図9 計画洪水を含んだ累加流砂量の縦断変化