

流砂量比による河床変動の検討と流域動態の把握

国土防災技術北海道株式会社 ○森 美佳 松山洋平 朝日敏治
 北海道稚内土木現業所利尻出張所 高嶋繁則 飯田 譲

1 はじめに

土砂移動発生後に痕跡調査を実施し、土砂移動実態を把握することは、砂防計画の立案や砂防施設効果を検討する上で貴重な資料となるが、実際に土砂移動現象を観察できる機会は稀である。

近年、この土砂移動実態は、数値シミュレーションにより検討されることが多くなっている。しかし、流域内での流入・流出土砂量や生産土砂量の絶対量を把握するのが困難であるほか、特に山地流域において雨量・流量の観測記録が不備であることが多く、シミュレーション結果と現地での洪水痕跡調査結果による土砂移動実態の相違が顕著となる場合がある。

本報告では、2度の土砂移動が発生した溪流において、現地調査結果を用いて土砂移動実態を解析するとともに、既報¹⁾と比較検討した。

2 河床変動調査結果

北海道利尻富士町のアフトロマナイ川(図-1)では、平成18年および19年に土石流が発生しており、北海道では各災害の発生直後に河床変動調査として縦横断測量を実施した。平成18年の土石流における調査結果は既報¹⁾の通りであり、本節では19年発生分について検討する。

地形条件について、平成19年流出後の流下幅と流出前(平成18年測量)の縦断勾配の縦断分布を、平成18年流出前後の幅及び勾配と併せて図-2に示す。流下幅は土石流の痕跡及び横断形状より判断した。縦断勾配は、最上流の16%を最大としてSP3500付近にかけて緩くなり、SP1000~3500では8~10%、下流域では4~6%となる。平成18年流出前の結果と比較しても、数値・傾向ともに大きな変化はみられない。また流下幅についても、SP1000より下流では平成18年と大きな差が見られるが、それ以外の区間についてはほぼ同等の値を示している。

土砂量について、平成18年および19年の横断測量結果を比較し、河床が上昇した部分は堆積、低下した部分は洗掘が生じたとして図-3に整理した。また、推定された流出土砂量を平成14~18年の総量とともに図-4に示す。平成18年では、SP1200より下流とSP3500~4300において堆積が卓越し、SP2000~3500、SP4300より上流では洗掘が卓越している。平成19年では、SP3800付近を境に上流では洗掘、下流では堆積傾向にある。

3 河床変動の解析

3.1 解析

土砂移動動態の把握は、数値シミュレーションによる河床変動解析が用いられることが多いが、与条件や理論の複雑さ等の理由から、経済的且つ簡単に実施することは難しい。このことから、既報¹⁾で提案した流砂量比を用いて簡易に土砂移動の検討を行う。流砂量比は次式で表される。

$$\frac{Q_{B1}}{Q_{B0}} = p^m q^n = \alpha \quad \text{ただし } p = \left(\frac{B_1}{B_0} \right), \quad q = \left(\frac{i_1}{i_0} \right), \quad m \text{ 及び } n \text{ は定数}$$

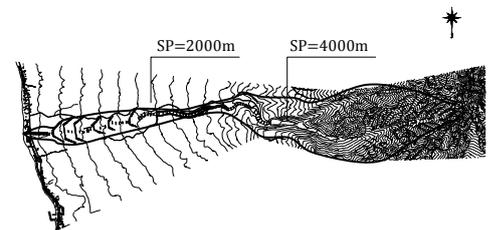


図-1 アフトロマナイ川流域

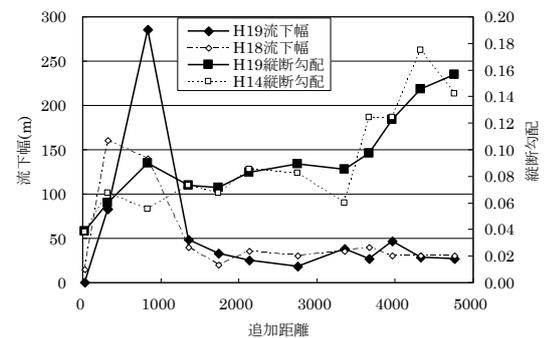


図-2 幅・勾配の縦断分布

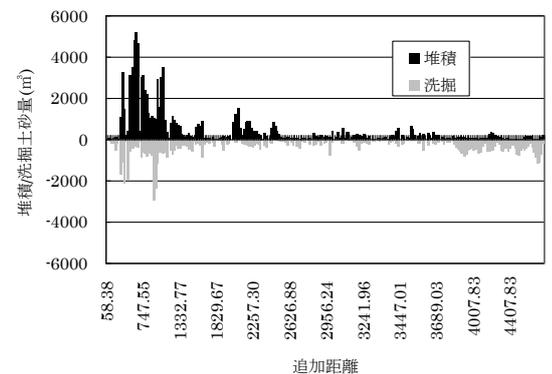


図-3 堆積・洗掘土砂量の縦断分布

2 時期の土砂移動現象について、上式及び流出土砂量から算出した流砂量比を図-5 に示す。平成 19 年実績値と計算値とでは数値に差が見られるものの、両者の相関係数は $R=0.723$ 、平成 18 年においても $R=0.735$ を示し、堆積・洗掘傾向や流砂量比の分布形状は比較的一致している。

3.2 流域動態の検討

平成 18 年及び 19 年の土砂移動について、堆積・洗掘等の特徴を模式的に図-6 に示す。SP2000 より上流では堆積/洗掘傾向は異なるが、それより下流では概ね同様の動態を示す。いま、土砂移動規模は総堆積土砂量で表されると仮定すれば、平成 18 年の土砂移動時は $132,000\text{m}^3$ 、平成 19 年の土砂移動時には $96,000\text{m}^3$ と推定されており、同一溪流においても土砂移動規模が異なることにより、異なった土砂移動動態を示す。しかし、SP2000 より下流では概ね同じ動態を示しており、これらの土砂移動規模に対する扇頂部（首振り現象の開始地点）となっていることも考えられ、アフトロマナイ川流域においては、全体計画上の着目点となり得る。実際に当該地点付近において、河道外への氾濫が生じている。

前述のように、流砂量比の分布でもこれらの特徴は表れており、流砂量比を算定することにより土砂移動動態を簡易に検討することが可能である。本検討には実際の流下幅と勾配を用いて 2 時期の土砂移動現象に適用したが、河道内に見られる 100 年確率規模の流下幅を現地調査等から決定することにより、計画規模（100 年）の土砂移動動態を検討し、砂防計画に応用することが可能である。

3.3 流砂量比の適用性

流砂量比は、Brown 式を基に河床変動を簡易に表したものであり、これにより堆積・洗掘現象の説明や計画への適用等を試みている。この適用性について、一般的な土砂濃度式と比較して検討する。

いま、流出土砂量を流量×土砂濃度とし、ある区間において流量が一定と仮定すれば、土砂濃度比＝流砂量比となる。また、ある区間の上下流における土砂濃度式の比をとり、上述の土砂濃度比と比較したものが図-7 である。

勾配が 1/5 の場合両者はほぼ一致し、勾配が 1/100 の場合、勾配比が 1.0 以上になると差が大きくなるものの、相関係数は 0.991 と高く、曲線形状は一致している。このことから、勾配の急な山地河川において流砂量比を適用することは、実用上問題ないと判断する。

4 結論

本報告では、同一溪流における 2 度の土砂移動現象について、流砂量比を用いて実態を解析した。その結果、同じ溪流でも土砂移動規模によって動態が異なることが示されたほか、計画規模に対応する幅を用いて流砂量比を適用することにより土砂移動動態を把握することができ、砂防計画にも適用可能と判断される。

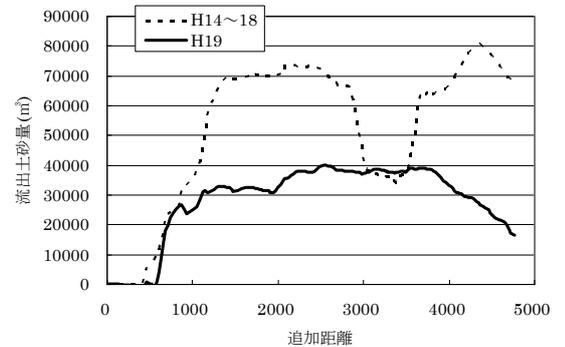


図-4 流出土砂量

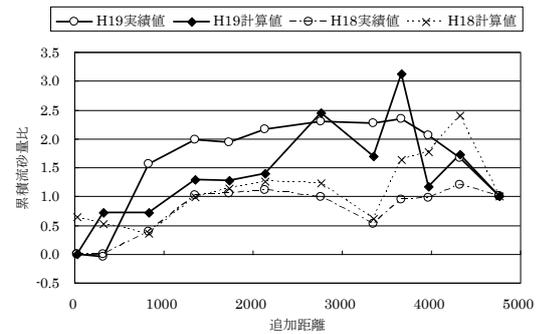


図-5 流砂量比の比較

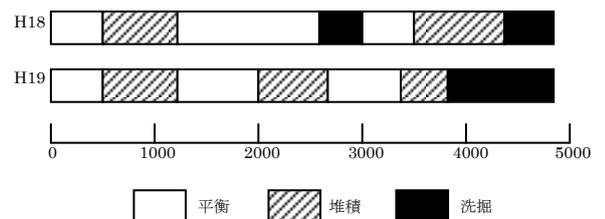


図-6 洗掘・堆積傾向の模式図

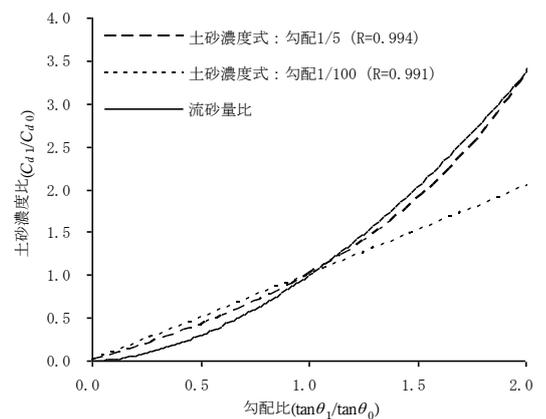


図-7 流砂量比と土砂濃度式の比較