

流砂量比を用いた河床変動検討の一手法

国土防災技術北海道株式会社 ○森 美佳 松山洋平 九石公道

中葉 保 朝日敏治

北海道稚内土木現業所利尻出張所 斎藤友幸

台丸谷潤

1はじめに

砂防計画立案の困難さの一つに、「土砂移動現象を経験する機会が極めて稀である」ということがある。そのため、土砂移動発生後にその実態を把握することは、今後の計画や、砂防施設効果の検討上、貴重な資料となる。近年、この土砂移動実態は、数値シミュレーションを用いて検討されることが多くなっている。しかし、土砂移動実態調査において、流域内での流入・流出土砂量の絶対量を把握することは困難である場合が多く、また、特に山地流域の場合は雨量・流量の観測記録が不備であることが多く、流量計算結果と洪水痕跡調査結果との相違が顕著であることが殆どである。

これらのことから、現地調査結果を用い、この土砂移動実態を検討する簡易な手法について示す。

2 河床変動調査結果の整理

北海道利尻富士町のアフトロマナイ川では、平成18年に土石流が発生し、北海道ではこの土石流発生直後に河床変動調査として横断測量を実施した。2時期の横断測量結果を比較した場合、そこからすぐに推定されるのは河床の上昇・低下として表れる堆積・洗掘量である。図-1は平成14年及び平成18年の横断測量結果を比較し、堆積・洗掘量を区間ごとにまとめたものと、それより推定された流出土砂量（平成14年～18年の間の総量）を示したものである。

流出土砂量は、図-2に示すように、ある区間の堆積土砂量と洗掘土砂量の差は、当該区間の上流側を通過した土砂量と等しいと仮定して算定した。即ち、図-2において断面1を通過した土砂の総量は $V_1 = D_1 - E_1$ である。これを逐次上流側へ進める。ただし、堆積土砂の空隙率 $\lambda=0.4$ を考慮した。また、別途調査より、海域へ流出した土砂量は4,000m³程度と推定され、下流端の流出土砂量 $V_0=4,000\text{m}^3$ とした。

図-1より、SP300～1,300m間、SP2,400～4,300m間は堆積が卓越し、SP2,000～3,300m間、SP4,300mより上流では洗掘が卓越していることがわかる。また、これにより流出土砂量も当然同様の傾向を示している。

3 地形条件との比較

アフトロマナイ川における土石流の流下幅及び河床勾配の縦断分布を図-3に示す。流下幅は土石流の痕跡及び主流部分の幅とし、縦断勾配は平成14年の縦断測量結果により算定した。縦断勾配は上流域では1/10以上、SP3,500mより下流では1/12～1/17程度であり、流下幅はSP4,000mより上流で30m程度、SP1,500m～4,000m間では30～40m、下流域で160m程度まで広がる。図-1との比較より、河床勾配が急、或

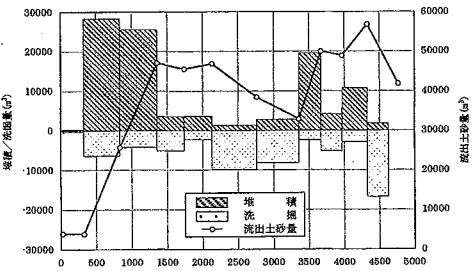


図-1 河床変動調査結果

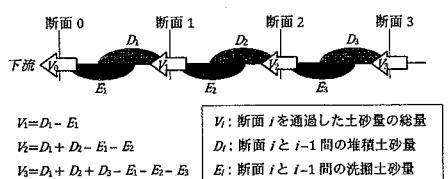


図-2 流出土砂量の推定

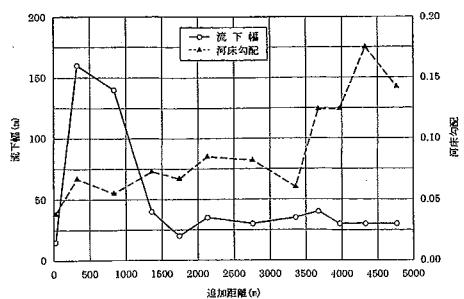


図-3 幅・勾配の縦断分布

いは流下幅が狭い地点では洗掘が卓越し、河床勾配が緩い、或いは流下幅が広い地点では堆積が卓越していることがわかる。

4 調査結果の解析

図-4に示すように、ある流れの区間0-1において、河床変動は上流からの流砂量 Q_{B0} と下流への流砂量 Q_{B1} の差により表される。即ち、堆積或いは洗掘量を ΔQ_B としたときに、

$$\Delta Q_B = Q_{B1} - Q_{B0} \quad (1)$$

と表される。ここで、上式の両辺を Q_{B0} で除して整理すれば、次式を得る。

$$Q_{B1}/Q_{B0} = p^m q^n = \alpha \quad \text{ただし, } p = B_1/B_0, q = i_1/i_0 \quad (2)$$

これを用いて、地形条件、即ち幅 B と勾配 i より算定した流砂量比 α （以後計算値）と、図-1に示した流出土砂量より算定した α （以後実績値）の比較を図-5に、これらの相関関係を図-6に示す。図中「補正」については後述する。ただし、実績値及び計算値のいずれも上流端における α を1とした。

図-5より計算値と実績値を比較すると、量的な差は認められるものの、プロットされた折れ線は概ね一致し、堆積・洗掘傾向、即ち折れ線の下がり・上がりの傾向も良好な一致を示す。図-6に示した相関は、ばらつきはみられるが、最小自乗法による近似直線との相関係数 $R=0.649$ である。

ここで、図-5より、下流へ向かうに従い実績値と計算値の差が大きくなる傾向が受けられる。下流ほど大きくなる水理量の一つとして、ピーク流量がある。式(2)の導出過程において、上下流間において流量を一定と仮定しているが、図-4において断面1-0間の距離が大きい場合、流量やその他の水理量の影響も無視できなくなる。本検討では、Rational式により算定された流量を用い、地点毎の流量変化を考慮して、流砂量比を算定した。これは図-5及び図-6に「補正」として示したものである。

補正後の計算値と実績値を比較すると、上流域では量の差は見られるものの、下流域では流砂量比の変動傾向に加えて絶対量も概ね実績値と同様の値を示しており、近似直線との相関係数 $R=0.750$ と補正前よりも高くなる。

幅及び勾配を現地調査から抽出する際、その取り方が一つの問題である。図-7に示すように、幅は堆積地幅、流路幅等の数通りの幅があり、勾配は施設間の現勾配、或いは最低河床の勾配等、いくつかの取り方がある。本報告は、ある一度の土砂移動現象に主眼を置いており、当該現象に対する氾濫幅及び主流部分の土砂移動前の勾配を用いた。そのため、当該土砂移動現象については良く合致する計算結果が得られたものである。

5 おわりに

本報告では、地形条件から河床変動調査結果の検討を試みた。対象流域において地形-土砂移動特性を本報告のように表すことにより、流域内の土砂移動量だけではなく、下流への流出土砂量から上流からの流出土砂量、上流からの流出土砂量から下流への流出土砂量を推定することも可能となる。当検討結果は、地形条件のみを変数とした簡易な手法でも土砂移動動態が説明されることを示す一つの例となる。

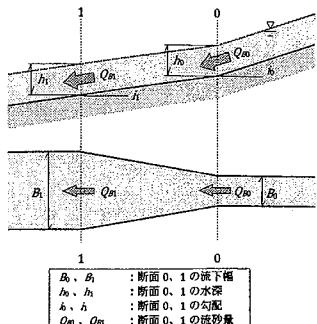


図-4 水理量の配置

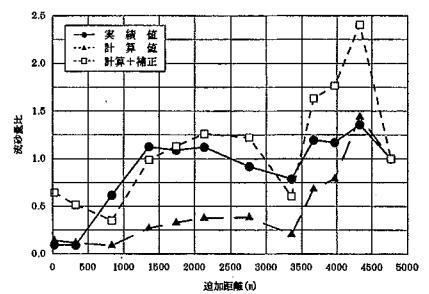


図-5 流砂量比の比較

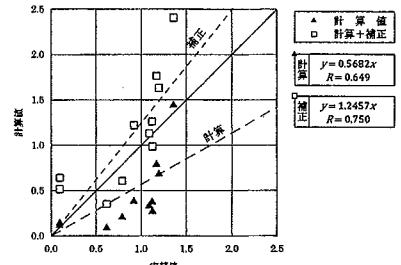


図-6 計算値の相関関係

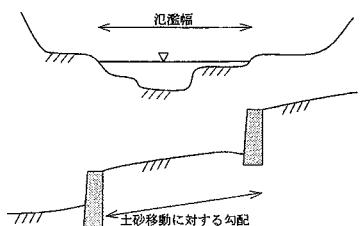


図-7 幅及び勾配の取り方