

山地溪流における土砂流出量の予測手法

林試関西支場[○]谷 誠, 京都大学農学部 小橋澄治, 武居有恒

1. はじめに

山地溪流より流出する土砂量を予測するためには、降雨、溪床堆積土砂、山腹斜面で生産され溪流へ供給される土砂等の諸条件を与えて、溪流での土砂流送量を計算する手法を確立してゆく必要がある。その手法は、図-1のように組み立てられると思われる。流出解析法や流砂量式が複数存在しており、その中から複雑な条件をもつ山地溪流に対して適切なものを選ぶことは困難な点もあるが、図の手法を現段階で実現してゆくことも実用上は必要であろう。その際、実測データによって手法をチェックすることが大切であり、これによって適用上の問題点を浮かびあがらせることも可能となる。本稿では、山腹斜面における土砂生産については確率的な取り扱いが含まれるので一応これを除き、確定的に扱える溪流での土砂流送について検討する。

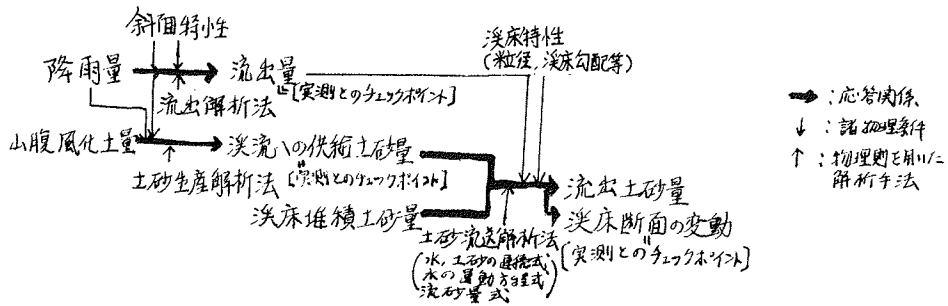


図-1 土砂流出量の予測手法構成図

2. 手法の説明

流出解析法としては、有効降雨の分離機能を組み込んだギネマティックグループ法¹⁾を用いる。土砂の流送の解析法としては、挟流砂量式、土石流の土砂濃度式²⁾のいずれかに用いられるように、基礎に、水及び土砂の連続の式を据える。すなわち、連続の式は、水と土砂で、それぞれ、

$$\frac{\partial}{\partial x} \{ (1-C) Q \} + \frac{\partial}{\partial t} \{ (1-C^*) B dz \} = (1-C_{in}) g_{in} \quad \dots \dots (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} (C Q) + \frac{\partial}{\partial t} \{ C^* B dz \} = C_{in} g_{in} \quad \dots \dots (2)$$

となる。ここで、 Q : 土砂を含む全流量、 C : 土砂濃度、 B : 溪床堆積物の幅、 C^* : 溪床堆積物の土砂濃度、 g_{in} : 単位長と当りの側方よりの流入量、 C_{in} : その土砂濃度である。まず、マニングの式、Meyer-Peter, Müller 式により、流量から任意の地点の土砂流送可能量と計算する。これを土砂濃度になおし、(1), (2)式により溪床堆積物の変化を求め、さらに溪床高を計算して時間ステップを進める。土石流を考えている場合は、M.P.M.式の代わりに高橋の土砂濃度式³⁾を用いれば良い。

未満砂ダムのある場合は、ダムより上流側に天端高に等高な水面があるものとし、その部分での土砂流送能力がゼロであるとして取り扱う。

3. 六甲佐吉川の2支流への適用

1967年7月の六甲災害時の、佐吉川五助ダム上流側の土砂移動は、航測の資料³⁾によれば、おおむね溪床断面の変動によって説明される。そこで、山腹よりの土砂供給を無視している本手法のチェックを行うのに好都合である。

まず、六甲新賢川のハチース谷で流出解析を行い、モデルパラメータを同定した後、67年の雨量をこのモデルに入れて流量に換算した(図-2)。次に溪床堆積物調査等の結果から土砂流送解析手法を用いるにあたって必要なパラメータを決め、67年災以前の航測に基づく溪床条件を初期条件として計算し、出水以後の航測及び現地踏査によって得た実測溪床変動情報で計算値とチェックした。

図-3は五助谷の溪床変動の計算結果であるが、堆積、浸食の傾向は良く再現されている。五助谷下流端の五助ダムによる堆砂についても良く表わしている。また、五助ダムの堆砂部を除いた区間での累加浸食量(その区間の下流端より流出した土砂の量を溪床堆積物の土砂濃度で除した値に等しい)は実測が2万 m^3 、計算値が1万5千 m^3 で大きな違いではない。よって、本手法が実用上有効であることが認められる。

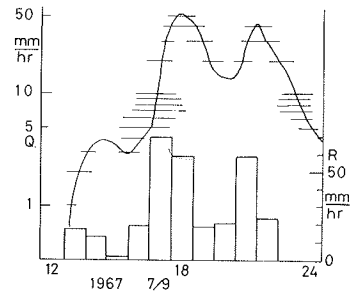


図-2 流出解析結果

一方、水晶谷へ適用したところ、図-4にみるように、M.P.M.

式では浸食量が実測値と大きく下まわった結果となった。そこで土石流が発生したものと考え、高橋式によって計算を行った。その結果、累加浸食量は、実測値が9万 m^3 、M.P.M.の計算値が3万5千 m^3 であり、たものが10万1千 m^3 と実測値とはほぼ等しくなった。しかし、図-4とみると、実測が全溪流区間にわたって浸食傾向にあるのに対し、高橋式の計算値は1.8km付近に堆積が生じている点は、不一致である。M.P.M.式にしても、高橋式にしても土砂濃度は溪床勾配の変化で大きく変わるから、それによって浸食、堆積が交互に現われるが、実際の土石流は発生域での高濃度を下流まで維持してゆき、実測のような全区間にわたる浸食が生じたことが考えられる。この点は、佐吉川本流が水晶谷合流以後大きく浸食されている点から

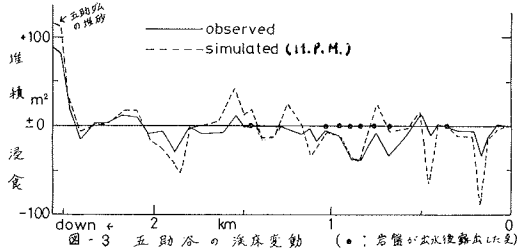


図-3 五助谷の溪床変動 (●: 岩盤が実測値より高)

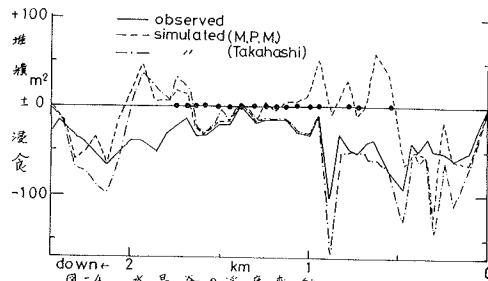


図-4 水晶谷の溪床変動

4. おわりに

山地溪流よりの土砂流出予測の手法として、本手法は、特に土石流について問題も残されているが、実測によるチェックに耐え得るものと考え、今後、適用流域を増やすことを考えている。

参考文献: 1)谷越, 砂防学会, 1978, 2)高橋保, 京大防災研年報, 20, B-2, 1977, 3)六甲砂防, 国際航業: 佐吉川航空写真測量並に42.7災害解析報告書, 1968, なお、六甲砂防工事事業所と復建調査設計の佐引洋隆氏にお世話になった。深く感謝します。