

供給土砂の時系列を考慮した河床変動予測

(財)砂防・地すべり技術センター ○山田 祐司
同 上 梶木 敏仁

1. はじめに

土砂災害は、一般に土石流の直撃等による直接的な土砂災害と、流出した土砂による下流河床の異常堆積・氾濫等の間接的な土砂災害とに分類される。間接的な土砂災害の合理的な推定手法として、近年数値シミュレーションを用いた河床変動予測が一般化しつつある。数値シミュレーションによる河床変動予測については、土砂の供給タイミングが計算結果に対して大きな影響を与えることが推測される。実際の災害においては、土砂の生産タイミングが災害の発生場所・時期等に大きな影響を与えることは予想されている。しかしながら土砂生産のタイミングが把握されている例は殆ど無い。

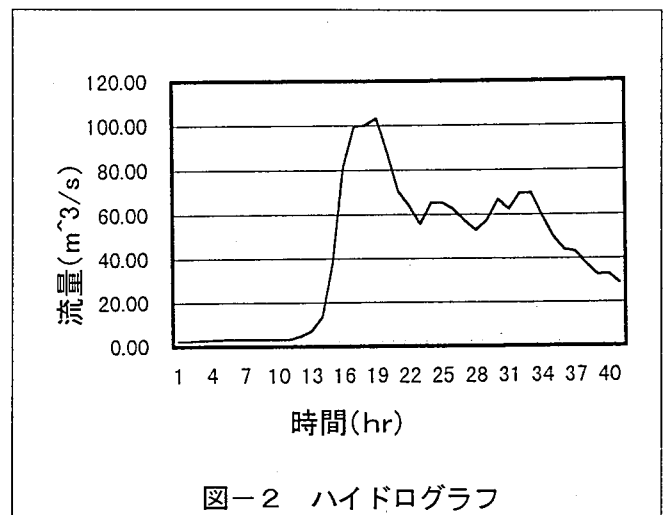
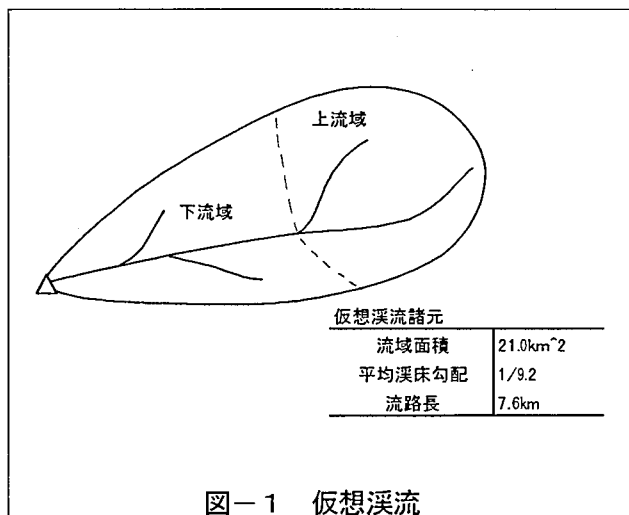
本報告は、仮定の流域についてある流量を与え土砂の供給のタイミングを数ケース変えることによって、河床の変動並びに流出する土砂の量について数値シミュレーションにより計算・推定し、とりまとめたものである。

2. 検討方法

2.1 仮想溪流・ハイドログラフ

今回想定した仮想溪流の諸元について図-1に示した。仮想溪流は、砂防事業が実施されている既往の溪流を参考として諸元を設定した。

また対象とする洪水としては、同規模の溪流における既往の災害等を参考として図-2に示す様なピーク流量約100m³/sのハイドログラフを設定した。



2.2 河床変動計算

河床変動計算は、水面形の計算と流砂量の計算により実施する。以下には運動方程式、連続式を示した。

■運動方程式

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(vA)}{\partial x} = -gA \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{nQ|v|}{R^{4/3}} \quad (式1)$$

■連続式

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (式2)$$

ここに、x:流れ方向の座標、t:時間、n:Manningの粗度係数、v:流速、R:径深、A:流積、Q:流量である。

流砂量計算については、仮想溪流の溪床勾配に対応して土石流・土砂流は、土砂濃度により流出土砂量を計算した¹⁾。掃流については流砂量計算により流出土砂量の計算を実施した。ここで掃流域における限界掃流力は、

用い、流砂量式は、芦田・道上式を用いて計算を実施した。また河床変動計算を実施する際の計算パラメータは、表-1に示すとおりに設定した。

2.3 検討ケース

検討ケースは、土砂の生産タイミング・土砂の生産量について着目し、表-2に示すとおり4ケースとした。なお、土砂のタイミングの遅延はハイドログラフでの2番目のピーク時に供給することとし、ハイドログラフのピークから約5時間程度のタイムラグを与えた。

表-1 計算パラメータ一覧

項目	設定値
水の密度	1.03g/cm ³
砂礫密度	2.61g/cm ³
粗度係数	0.05
堆積層の容積濃度	0.6
砂礫の内部摩擦角	35°

表-2 計算ケース

ケース名	内容
CASE-1	全土砂量ピーク流量時に供給
CASE-2	上流部のみ供給タイミング遅延
CASE-3	下流部のみ供給タイミング遅延
CASE-4	上流域土砂量半減、供給タイミング遅延

3. 検討結果

図-3にCASE-1での河床変動計算結果を示す。

図によれば追加距離3kmより上流、並びに5kmより上流部で堆積傾向が卓越している。これとは逆に下流域では若干の洗掘傾向となっていることが判る。なお、計算結果によれば、このケースで流域全体での流出土砂量は、約72万m³となった。

他の計算ケースについては発表時に示し、土砂生産のタイミングと、下流域の河床変動状況並びに流出土砂量について示す。併せてCASE-4の結果を基に上流域で土砂のピークをカットした場合の下流河床への影響・流出土砂量についても示す。

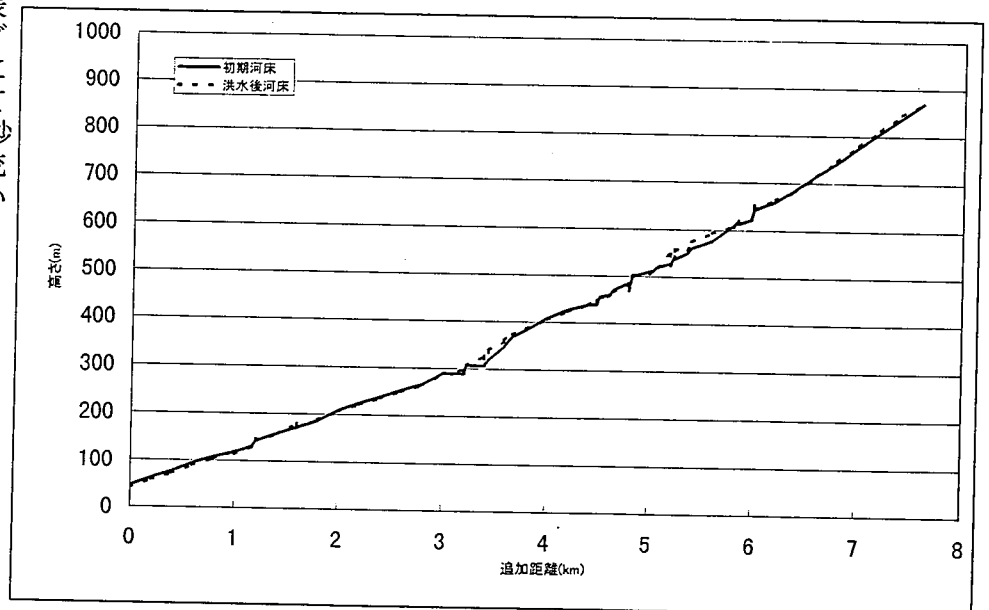


図-3 数値シミュレーション結果

4. おわりに

本報告では、仮想の流域について土砂の供給タイミングを変えることにより、同一の洪水による河床の変動状況並びに流出土砂量を把握した。土砂の生産タイミングの違いと土砂流出や河床変動には関係があることが言える。したがって時間の概念を盛り込んだ砂防計画の策定の際には、土砂生産のタイミングは必要不可欠な条件となることが考えられる。このため、今後より合理的な土砂災害の発生予測手法として、土砂供給タイミングの推定のできる土砂生産のモデルを開発することが肝要であり、これと河床変動計算とを併用することによって、より一層合理的な土砂災害の発生予測が可能となる。

(参考文献)

- 1) 高橋 保：土石流の停止・堆積に関する研究，京大防災研究所年報 第25号B-2（昭和57,4），1982
 芦田・高橋・道上共著：河川の土砂災害と対策，森木田出版株式会社，1983