

雲仙普賢岳・中尾川上流域における扇状地の発達について

九州大学農学部 高尾 正樹・松下 雄一
笠井 美青・丸谷 知己

1. はじめに

雲仙普賢岳の活発な火山活動にともない、中尾川上流には、160万 m^3 (平成5年6月現在) におよぶ火砕流堆積物が蓄積している¹⁾。これらのうちのかかなりの量が将来平野部に氾濫する恐れがあることから、下流の中尾川扇状地において土石流の氾濫予測を行うことは、平野部の砂防計画にとって重要な課題である。土石流の氾濫予測を行うためには、いままでに氾濫した土石流の氾濫跡について解析を行う必要がある。しかし、活動中の普賢岳周辺は、火砕流が多発しており現地調査は困難であるため、氾濫跡の解析は空中写真や地形図を用いた手法によって行われなければならない。

そこで、本研究では中尾川扇状地の地形図と空中写真から得られた情報に基づいて、扇状地における土石流の氾濫のシミュレーションを行った。また、シミュレーションによって形成された氾濫跡を実際の土石流の氾濫跡と比較することによって、実際の土石流の特徴を推測した。

2. 研究方法

本研究では、土石流の氾濫範囲に注目して、氾濫範囲を規定する2つの要因である氾濫規模と氾濫方向を与えてシミュレーションを行った。

土石流の運動エネルギーは、土石流の流量・土砂濃度と土石流の流下経路の河床勾配などから求められる。しかし、これらが実測できないため、流量と土砂濃度の指標としては、実際に中尾川扇状地で観察された土石流の氾濫跡の面積を求め、これを土石流の氾濫規模とした。また、中尾川扇状地における地形面の傾斜方向を1万分の1縮尺の地形図より求め、これを氾濫方向とした。さらに、「土石流の直進性」に注目し、土石流の移動が通過地点の地形のみで決定される(直進性を持たない)場合と、それ以前の通過経路の地形にも影響される(直進性を持つ)場合について検討した。

このようにして、土石流の氾濫規模と氾濫方向とを

調べたあと、直進性を持たない土石流の場合と直進性を持つ土石流の場合について、シミュレーションを行った。シミュレーションで得られた土石流の氾濫跡については、中尾川扇状地の空中写真から判読した土石流の氾濫跡と比較し、検討した。この結果から、現地で実際に氾濫した土石流の特性を推測した。

3. シミュレーションの方法

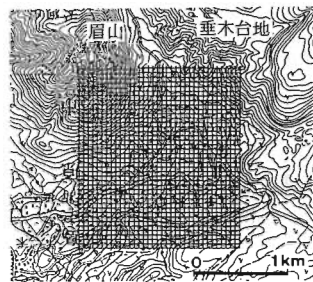


図-1 解析対象地

図-1には解析対象地とした普賢岳の中尾川上流の平野部の地形を示した。シミュレーションを行うために、格子点間の水平距離50mのメッシュをかけた。図-2にはここの土石流の氾濫跡の

範囲を示した。図中の数値は、土石流の氾濫跡が確認された年月日である。

- (1) 直進性を持たない土石流のシミュレーション
- (a) 氾濫規模

「規模の大きい土石流ほど広い面積に氾濫し、流下距離も長くなる」と仮定し、中尾川扇状地での土石流の氾濫跡において、氾濫跡の「最長水平距離」を計測した(図-3)。

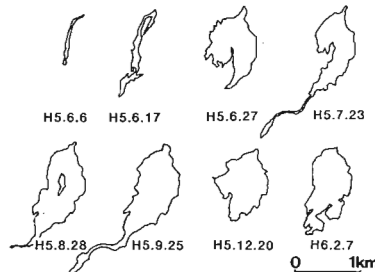
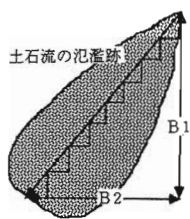


図-2 中尾川扇状地の土石流氾濫跡

た(図-3)。シミュレーションでは土石流はメッシュの格子点(以下、格子点)間を縦横方向のみ移動するので、土石流が最短コースで最長水平距離に達し

Masaki TAKAO, Yuuichi MATSUSHITA, Mio KASAI, and Tomomi MARUTANI (Fac.of Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812)
Flood process based on the debris flow simulation at Nakao river fan of Mt. Fugen, Unzen



氾濫規模 = $B1+B2$
図-3 氾濫規模

た場合の格子点の縦横長の総和を求め、これを土石流の氾濫規模とした。すなわち、氾濫規模は格子点間の移動回数として表される。

(b) 氾濫方向

地表面に土砂が堆積すると元の地形は変化するので、実

際の土石流の氾濫は毎回異なる地形面上で生じていることになる。氾濫方向の読みとりに使用したのは、1万分の1縮尺の地形図であり、等高線間隔は2mである。ひとつのメッシュ内に含まれる等高線の本数は最低でも2本であるので、メッシュ内の最高点と最低点に1mの堆積高の差が生じたとしても、逆勾配になることはない。このことから、毎回同じ地形面上に土石流を氾濫させても流下経路に大きな差は生じないと考え、シミュレーションにおける土石流の氾濫方向は、常に同一の地形図から読みとった。

(c) 土石流の移動経路

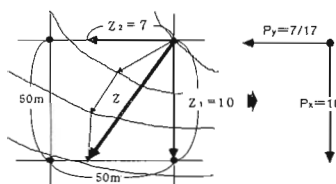


図-4 移動経路

シミュレーションにおける土石流は、氾濫方向を求めるときに用いたメッシュの格子点間を移動とした。直進性のない土石流の移動について、以下に示す(図-4)。

- ①それぞれの格子点について地形の最大傾斜方向(細線の矢印)を求め、最大傾斜方向はそれぞれの格子点を始点とするベクトルZ(太線の矢印)で表した。
- ②ベクトルZを直交2方向(x, y方向)に分解し、分解されたベクトルをそれぞれZ₁, Z₂とした。
- ③Z₁, Z₂のスカラー比を

$$P_x = |Z_1| / (|Z_1| + |Z_2|),$$

$$P_y = |Z_2| / (|Z_1| + |Z_2|)$$

と表し、P_x, P_yをそれぞれZ₁方向とZ₂方向に土石流が移動する確率とした。

- ④土石流の通過する格子点において、ランダム数r(0~1の実数)を振り出し、

0 ≤ r ≤ P_x のときは Z₁方向の格子点に、

P_x < r ≤ 1 のときは Z₂方向の格子点に、

移動することにした。

(2) 直進性を持つ土石流のシミュレーション

(a)氾濫規模, (b)氾濫方向については、直進性を持たないシミュレーションの場合と同様に求めた。

(c) 土石流の移動経路

土石流の運動エネルギーが大きい場合に、その土石流は「直進性を持つ」と考えられる。これは土石流の「慣性(質量)が大きい」ということであり、直進性を持つ土石流の場合、現在の通過地点以前の履歴も考慮する必要がある。そこで、シミュレーションにおいて「直進性を持つ」土石流の移動は、通過している格子点の他に、ひとつ前に通過した格子点からも影響をうけることとした。

以上のような方法によるシミュレーションを氾濫規模ごとに100回づつ行った。

4. 結果と考察

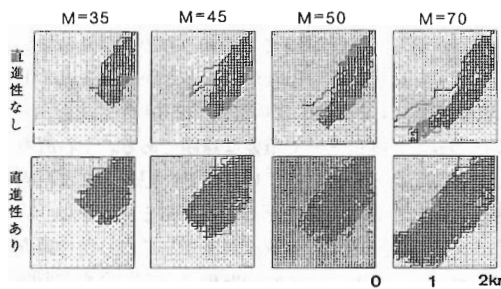


図-5 シミュレーション結果

シミュレーションの結果を、図-5に示した。Mは氾濫規模を示す。実際の1回ごとの土石流の氾濫跡に対して、その規模に対応させたシミュレーションの氾濫跡の再現率を求めた。再現率は、両方の氾濫跡が共有している部分の面積を、シミュレーションによる氾濫跡の面積で除した値で表した。それぞれの氾濫規模における再現率を表-1に示す。表より、シミュレーションでは、「直進性を持たない」土石流の氾濫跡の方が、「直進性を持つ」土石流の氾濫跡よりも、すべての氾濫規模について再現率が高いことがわかった。また、「直進性を持たない」土石流では、氾濫規模が50のとき最も再現率が高いことがわかった。

以上のことから、中尾川扇状地に氾濫する土石流の特徴のひとつとして、直進性を持たないと推定された。

表-1 シミュレーションの再現率

土石流の氾濫規模(格子点数)	35	45	50	70
直進性のない土石流の場合	65%	49%	91%	56%
直進性のある土石流の場合	54%	34%	44%	35%

引用文献

- (1) 石川芳治ほか: 砂防学会研究発表概要集, 51~52, 1994