

## 69 地表因子の点数化と土石流の流動性

国土防災技術(株)(元広島大学大学院)○梅木健一  
広島大学大学院 桑田志保  
広島大学総合科学部 海堀正博

### 【1. はじめに】

1999年に広島で発生した豪雨による土砂災害は流動性の高い土砂移動によるものが多かった<sup>1)</sup>。流動性が高くなると被害も大きくなる可能性が高い。東広島地区で1999年6月と9月に発生した土砂移動現象についての現地調査から、流動性の高いものについての共通的な要因(因子)が見いだせた。これらの因子を点数化することで土砂移動の発生可能性のある溪流を点数で表現し、この点数から流動性の高い現象があらかじめ予測できるのではないかと考えた。

### 【2. 検討の対象とした土砂移動流域】

東広島周辺での土石流の発生区間において流下による侵食痕跡から2箇所以上で流速を推定できている12溪流を検討の対象とした。これらのどの溪流においても土石流が発生しているので、ここでは土石流がどのような条件下で加速あるいは減速しているのかを流動性の判断材料とした。なお、便宜上、推定された下流側の流速値が1.0m/s以上遅くなった場合のみを機械的に「減速した」とすることにし、その他の場合は「加速した」と扱った。

### 【3. 取り上げた因子とその評価】

#### 3-1. 取り上げた因子

(a) 谷の合流について 1/2,500の地形図を用いて、流路に合流する谷を抜き出し、谷が合流している区間の総数に対する、加速、減速区間数の割合を求め検討した。次に、降雨がない時期でも水の流れがある谷はそうでない谷に比べ、豪雨時も水の流れがより多く土砂の流動化に関係していると考え、現地調査時に水が流れていた谷を取り出して区間数について比較した。

(b) 水の湧きだし 地形図上では顕著な谷地形でないのに水が湧いている地点については、豪雨時にはさらに流出量が増加し、土石流の流動性を増す要因になると考えた。そこで地形図上谷地形となっていない場所で水の湧きだしが見られた場所についても、谷の合流と同様に扱った。

(c) 岩盤露出 溪床に岩盤が露出している場合は土石流が減速しがたい要因と考え、岩盤が露出している長さを現地調査から求め、その長さと土石流の運動の関係について検討した。

(d) 溪床勾配 土石流の停止・堆積しはじめる溪床勾配は約10°未満であり、逆に溪床勾配が急な場所では土石流は流速を増す。そこで流速を求めた区間の平均溪床勾配を求め、0~10°、10~15°、15~20°、20~25°、25°以上に分け、含まれる区間数と加速、減速区間数の割合で評価した。

(e) 屈曲 土石流の流路法線の屈曲角が30~40°以上になると土石流は堆積し始めるといわれている。屈曲部が多い谷のほうがエネルギーの損失が多く、最終的な到達距離も短いと思われる。そこで、屈曲部についても屈曲角が20°以上、30°以上、40°以上のものについて他の因子と同様に検討した。

(f) ダムの有無 砂防、治山ダムは土石流を停止、減速させる効果をもつと考えた。

#### 3-2. 因子の評価結果

それぞれの評価の結果は以下のとおりであった。地形図上の谷の合流は、加速区間と減速区間の割合がほぼ同じとなったが、やや加速傾向が強いといえる。谷の合流のうち実際に水の流れがあった場所ではより加速傾向が強い。

湧水箇所については、湧水が見られた区間のほとんどが加速区間であることから、谷の合流と同様に土石流の運動に対して流動性を増し、加速させる要因といえる。

平均溪床勾配は、10°未満の区間の約7割が減速区間であったが、10~15°ではどちらともいえない、15°以上はほぼ加速区間となっていた。このことから平均溪床勾配が10°未満の区間は減速要因、15°以上は加速要因であるといえる。

溪床の岩盤については、ほぼ加速区間と減速区間の割合がどちらも5割に近い。このことから今回は、

溪床の岩盤露出の長さは土石流の加速・減速と関係が少ないという結果になった。

流路の屈曲角については、流速を推定した場所の屈曲角だけで加速、減速傾向について見てみたところ、流路法線の屈曲角が大きくなると土石流の速度を減少させる効果が、すべての屈曲部で比較するよりも、はっきり表れた。これは、流速を推定した場所は土石流の痕跡が左右岸にはっきり残っている箇所であり、土石流の速度がある程度大きかった場所であることによると思われる。他の屈曲部は流速の推定に必要な左右岸の侵食跡の高さの差があまり顕著でない場所が多く、同じ屈曲角であっても流速が大きければより大きな抑制効果を持つと考えられる。

#### 【4. 溪流の点数付け】

##### 4-1. 各因子の点数付け

各因子に対して加速区間との関係からいくつかの点数の付け方を試みた。まず、谷の合流については加速区間と関係がそれほど明瞭ではなかったが、実際に水が湧いているところではその傾向がやや強かったため、谷の合流している場合 1 点、平常時に水が流れていれば 2 点とした。湧水箇所は加速区間との関係が強かったため、湧水が見られた区間を 2 点とした。平均勾配は 10° 未満の区間は減速傾向が見られたため -1 点、10°~15° は土石流の運動と明確な関係が見られなかったため 0 点とし、15°~25° の区間を 1 点、25° 以上の区間を 2 点とした。溪床岩盤の長さはあまり関係が見られなかったため、点数による評価では考慮に入れないこととした。屈曲角は減速区間と関係が強かったため、30°~40° を -0.5 点、40° 以上のものを -1 点とした。また、ダムが存在した場合は大きく土石流の流速を減じると思われるため -2 点とした。

##### 4-2. 溪流の点数付け

流速推定部には含まれる区間ごとにそれぞれの因子の合計点を求め、加速、減速区間の平均点数を求めた。結果は順に 2.3、-0.7 となり、加速区間と減速区間の間には明確な差が見られた。さらに区間ごとの点数を合計したものを溪流の点数とした。すると、点数が高い溪流では下流で氾濫しているものが多いことがわかった。なお、土石流発生前に点数化する場合の平均溪床勾配の取り方についていくつかの検討を行った結果、30mごとに区切って勾配を求めていけばよいという結論を得た。この方法から求められた溪流全体の点数を

あげると、表 1 のとおりである。

広島県によって土石流危険溪流あるいは崩壊土砂流出危険地区として抽出されている溪流<sup>2)</sup>は本手法ではすべて 7 点以上となり、危険度の評価はほぼ妥当であるといえる。

【5. 結果および考察】 今回土石流の運動に影響を及ぼす因子として、谷の合流、湧水、溪床勾配、屈曲角について点数付けを行い、溪流の危険度を判定し、点数の高い溪流は下流により危険な形で氾濫する傾向があるという結果になった。本文では述べなかったが、1999 年に土石流の発生した呉市吉浦東地区についても本手法による溪流の得点が高い結果となった。このことから、土砂移動発生以前の調査時に谷の合流、水の湧きだし、溪床勾配、屈曲角について調べることによって、ある程度精度の高い危険度の評価につながると思われる。今回は発生以前の溪流の調査は行っていないため、その時点での流路の幅、深さが分からず、評価できていない。このあたりのことも補えるよう、今後とも調査事例を増やしていきたい。

表 1 溪流の評価結果

溪流仮名称	得点	県指定*
曾場ヶ城A	7点	○
山中池	6点	
岩幕山西	10点	○
岩幕山東	7点	
希望ヶ丘西	-2点	
希望ヶ丘東	10点	○
希望ヶ丘裏側	4点	
助実A	12点	
助実B	2点	
助実M	-1.5点	
白鳥神社	7.5点	○
白鳥山工場	8.5点	

\*土石流危険溪流または崩壊土砂流出危険地区の指定のある溪流<sup>2)</sup>

#### 引用文献

- 1) 海堀・梅木ほか(2000): 平成 12 年度砂防学会研究発表会、56-57、352-353./
- 2) 広島県 (1999): 土砂災害危険区域図、竹原市・東広島市