

### 3次元数値地形モデルを利用した斜面の崩壊危険性に関する検討(その4)

国際航業株式会社 ○西村 智博, 石橋 弘光, 秋山 晋二, 郡 典宏  
 大阪市立大学 平野 昌繁

#### <これまでの検討の概要>

斜面崩壊現象において、地形因子の中では傾斜  $I$  と等高線長  $W$  あたりの集水面積  $A$  が、斜面上において流水のもつせん断力あるいはストリームパワーに関係し、重要であることが知られている。

等高線単位長さあたりの集水面積  $A/W=L_*$  は長さの次元をもつので、2次元斜面における斜面長  $L$  に相当し、等価斜面長とよぶことができる。

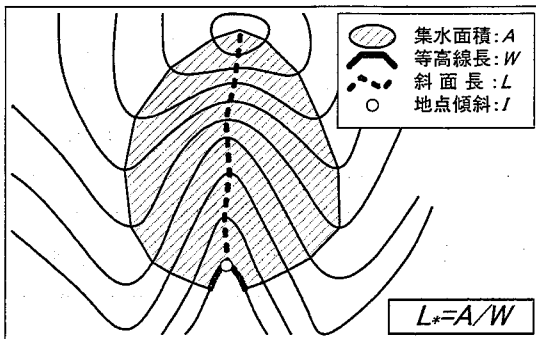


図-1 等価斜面長  $L_*$  の検討イメージ

特に  $F_s = I^m \cdot L_*^n$  は地形的滑動力指数と呼ばれている(羽田野 1976) が、指数の値(一般に  $m=1$  と  $n=1/3$  程度)は表層地質など種々の条件で規定され、地域によって変化することが予想される。

これまでの検討では、昭和 58 年島根県豪雨災害における崩壊多発地域において、斜面上の任意の地点を崩壊群と非崩壊群に分け、その判別基準として上述の指数  $m$  と  $n$  ならびに  $F_s$  の具体的な値を設定することにより、周辺地域の各地点における崩壊危険性について、3次元数値地形モデルを用いて評価することを試み、その有効性について提示してきた(図-2、表-1)。

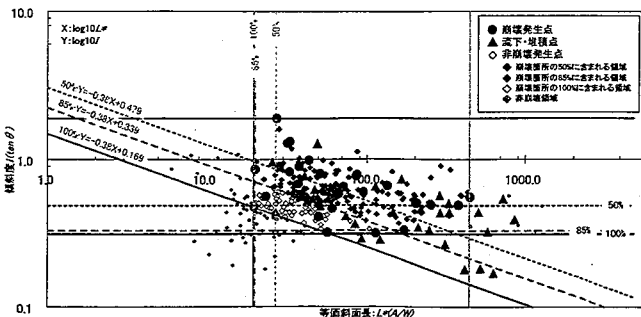


図-2 傾斜  $I$  ・等価斜面長  $L_*$  と崩壊・非崩壊の関係

表-1 これまでの検討結果の概要

①崩壊発生領域	
100%値: $L_* = 20.2 \sim 449.6(m)$	$I = 0.315 \sim 1.892$
ただし $Y = -0.38X + 0.169$ を下回らない	
85%値: $L_* = 20.4 \sim 449.6(m)$	$I = 0.331 \sim 1.892$
ただし $Y = -0.38X + 0.339$ を下回らない	
( $X: \log_{10} L_*, Y: \log_{10} I$ )	
②同領域における崩壊発生率	
100%値: 35 / 244 地点 (14.3%)	
85%値: 30 / 174 地点 (17.2%)	
③地形的滑動力指数	
$F_s = I^m \cdot L_*^n (m=1, n=0.38 (=約1/3))$	
※100%値: 全崩壊(35 地点)を含む領域	
85%値: 全崩壊の 85%の数(30 地点)を含む領域	

また、これら一連の作業をシステム化することにより、より広域に、詳細に検討を行えるようになっている。

これまで検討では、323 地点のデータを作成・解析して、以下のような結果が得られている。

#### ①崩壊発生位置の特定精度の飛躍的向上

最近撮影された航空写真から作成された3次元数値地形モデル上に、過去の災害発生時に撮影された航空写真をオルソ画像として重ね合わせることで、崩壊位置の特定精度が飛躍的に向上した。

オルソの作成にあたっては、航空写真の中央部付近を利用し、崩壊地周辺の地物(建物・道路隅切等)から位置を補正することにより、数 m 以内の誤差で 1/2,500 地形図上に航空写真が展開可能となった。

#### ②集水域設定の均一化

TIN モデルでは、一つ一つの三角形は一定の方向に傾斜していることから、これらを正確に辿るプログラムを設定することにより集水域が再現可能な方法で設定できるようになった。

#### ③崩壊発生領域の特定

一定範囲の地形について、各地点ごとの傾斜度  $I$  と等価斜面長  $L_*$  を指標として、崩壊発生域と崩壊非発生域がある程度判別可能となった。特に全崩壊数の 85% の数を対象とした崩壊領域の設定では、領域内での崩壊発生率が 17% を越える極めて高い値を示した。

## ＜本検討の概要＞

これまでの検討では、昭和58年島根県豪雨災害における崩壊多発地域において3次元数値地形モデルを利用して傾斜 $i$ 、等高線長 $W$ 、集水面積 $A$ といった地形要素の取得および解析を自動化することにより、広範囲にわたって効率よく地形の評価を行えるようなシステムを構築してきた(図-3)。

本検討では、これらのシステムを利用して、平成16年7月に発生した福井豪雨災害で崩壊が発生した斜面周辺について、崩壊発生箇所の地形条件や、その周辺斜面の崩壊危険性について検討した(図-4)。

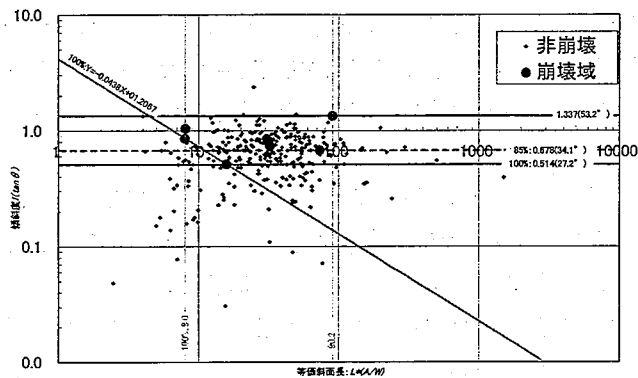


図-4 H16 福井豪雨災害の被災地域における傾斜 $i$ ・等価斜面長 $L_*$ と崩壊・非崩壊の関係

また、両災害の崩壊発生地点のデータを比較し、地域ごとの崩壊発生条件の相違を検討した。

表-1 島根災害と福井災害の検討結果の比較

項目	S58 島根災害	H16 福井災害
傾斜度 $i (\tan \theta)$	0.315~1.892	0.514~1.337
勾配 (°)	17.5~62.2	27.2~53.2
等価斜面長 $L_*$	20.2~449.6	8.0~90.2
地形的滑動力指数 $F_s = i^n \cdot L_*^m$	$m=1$ $n=0.38$	$m=1$ $n=0.04$

## ＜今後の課題＞

本検討を実施した範囲では、地形データの得られた崩壊数が少なく、林道の開設など人為的な影響も否定しきれないことから、今後、検討範囲を拡大し、より多くの崩壊箇所のデータを収集する必要がある。

今後もより広域、複雑な地形のデータ処理が効率よく行えるようシステムの改良に努めるとともに、より多くの地域について広範囲にわたる解析を行い、地形やその他の要因が斜面崩壊に対して及ぼす影響や、地域的特徴を明らかにするための検討を進める予定である。

### 図-3 構築したシステムの概要

OBJ ID	等価斜面長	地点勾配	崩壊ポイント	X	Y	判定		
	$L=A/W$	$i=\tan \theta$	0:なし 1:崩壊域 2:落下・堆積 3:泥流域	$\text{Log}10L_*$	$\text{Log}10i$	0:非崩壊 1:100%崩壊 2:50%崩壊 3:50%崩壊 9:エラー		
4721	21.5	0.383	0	1.333	-0.417	0		
4722	428.8	0.646	0	2.632	-0.190	3		
4723	12.3	0.979	0	1.089	-0.009	0		
4724	27.7	0.671	0	1.443	-0.173	2		
4725	23.0	0.525	0	1.362	-0.280	1		
4726	24.9	0.445	0	1.396	-0.351	1		
4727	123.9	0.482	0	2.093	-0.317	2		
4728	28.2	0.693	0	1.450	-0.159	2		
4816	26.0	0.515	0	1.414	-0.259	1		
4817	24.4	0.561	0	1.387	-0.251	1		
4818	30.1	0.459	0	1.479	-0.338	1		
4819	270.8	0.409	0	2.433	-0.388	2		
4820	60.9	0.602	0	1.785	-0.220	2		
4821	16.3	0.516	0	1.212	-0.287	0		
4822	15.6	0.989	0	1.193	-0.005	0		
4823	452.3	0.730	0	2.655	-0.136	0		
4824	27.7	0.640	0	1.443	-0.194	2		
4825	57.1	0.650	0	1.757	-0.187	3		
						1.435	-0.071	2
						1.412	-0.079	2

＜システム上の課題＞

- 集水域の設定に関する課題
  - 流域界に鞍部がある場合、うまく流域界が設定できないケースがある。
- 斜面長の設定に関する課題
  - 集水域の外側により急勾配の斜面がある場合、うまく斜面長が設定できないケースがある。

① TINモデルの読み込み例

② 基準ポイントの入力例

③ 集水域・斜面長の設定例

④ 基準ポイントごとの崩壊判定例

⑤ 判定結果の地図表示例

崩壊危険性

- 地形過程でT1が生じた箇所 (32)
- 過去の崩壊の50%が含まれる領域に入る箇所 (20)
- 過去の崩壊の90%が含まれる領域に入る箇所 (39)
- 過去の崩壊の100%が含まれる領域に入る箇所 (29)
- 過去に崩壊事例がない領域に入る箇所 (76)