

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

国際航業株式会社 ○西村 智博, 山田 大介, 本多 政彦
 伸栄開発株式会社 進 藤 仁
 大阪市立大学 平野 昌繁

1. はじめに

従来、地形解析の手法として、地形図判読や航空写真判読等の手法が広く用いられてきた。これらの手法は解析を行う技術者の経験的判断に負う部分が大きく、解析結果が人により異なることが通常で、解析結果の客観性が課題とされてきた。

平成 13 年 4 月に施行されたいわゆる土砂災害防止法では、指定区域の公示図書として縮尺 1/2,500 以上の地図精度が要求されていることから、現在、全国各地で広範囲にわたる基盤図の整備が進められている。これらの基盤図では、保全対象およびその周辺の傾斜地、溪流を含む範囲が図化されており、航空写真測量による高精度な 3 次元数値地形モデルとしてデジタル化されている事例も多くなっている。

3 次元数値地形モデルは地形図や鳥瞰図として利用できるほか、CAD や GIS ソフトを用いることにより PC 上で空間的な広がりをもった地形として認識できることから、任意の地点、区間、範囲での地形解析が可能である。これらを利用することにより、地形の傾斜方向や傾斜度、傾斜変換線、高低差など、特定の地形を示す特徴的な要素について、広範囲を画的に、もれなく、短時間で抽出できるようになってきている。

本検討では、TIN モデルを利用することによって、土砂災害の発生に関する地形因子を定量的に評価する方法について考察した。

2. 検討方法

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。

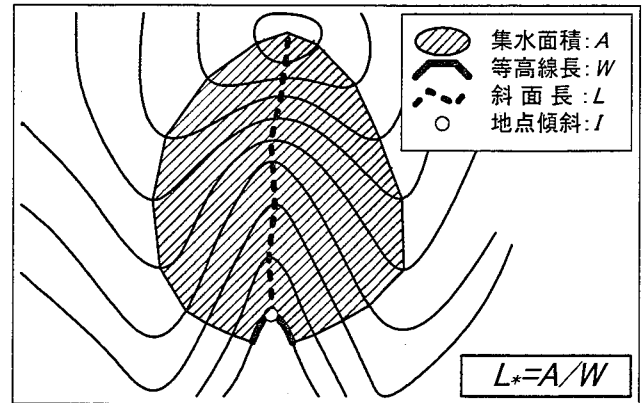


図-1 等価斜面長 L_* の検討イメージ

特に $F_s = \gamma^m \cdot L_*^n$ は地形的滑動力指数と呼ばれているが、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。

崩壊発生には、短期的および長期的降雨が重要となることが多い。しかし、ある地域内に同様の降雨があった場合でも、崩壊が発生する斜面と発生しない斜面があることから、検討対象地域内における崩壊発生危険箇所の特定は重要である。このような危険箇所を予め把握するためには、当該地域における過去の崩壊発生状況が一つの目安となる。

ここでは、過去に崩壊が多発した地域において、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を評価することを試みた。

3. 検討結果

本検討では、昭和 58 年島根県豪雨災害における崩壊多発地域の一部を対象地域とした。

検討にあたっては、崩壊発生位置の正確な把握が重要となる。従来の航空写真判読等では、手法上、判読結果を地形図に移写する際に多少なりともズレや変形が生じ

ることから、崩壊発生位置や範囲の把握には精度上の限界があった。これらの課題については、DM上に描画された地物（建物や道路）等を参照点として、災害発生直後に撮影された航空写真をオルソ画像化して重ね合わせ、崩壊地の輪郭をトレースすることにより検討に必要な精度を確保した（図-2）。



図-2 DMと災害直後の航空写真オルソの重ね合わせ例

判読にあたっては、航空写真上で確認できる範囲で崩壊発生域と崩壊土砂の移動域、崩壊土砂の停止域、非崩壊域に区分した。

このようにして把握した崩壊地およびその周辺の地域について、TINモデルを利用して最大傾斜方向を追跡し、傾斜 I と等価斜面長 L_* を求めた（図-3）。

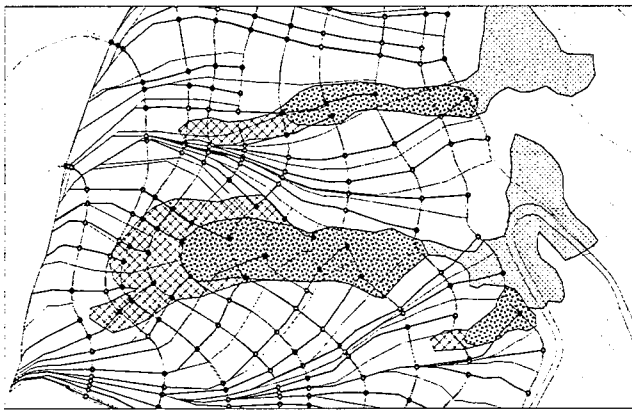


図-3 傾斜 I と等価斜面長 L_* の計測イメージ

本検討では、1/2,500DMにおける計曲線上で概ね20m程度となるように等高線長 W を設定し、その両端部からTINモデルを利用して最急傾斜方向をたどり集水面を設定することによって集水面積 A を求め、等価斜面長 L_* を求めた。また、設定した W の中間地点が位置するTINの傾斜度をその地点における傾斜 I として把握した。このようにして得られた傾斜 I と等価斜面長 L_* を崩壊

群と非崩壊群に分けて整理した（表-1）。評価にあたっては329地点のデータを利用した。また、これらの結果を両対数グラフにプロットすることにより、2つの群の分布状況を把握した（図-4）。

表-1 傾斜 I 等価斜面長 L_* および崩壊発生の関係例
(1:崩壊発生・0:崩壊非発生)

ID	$L_*=A/W$	$\tan \theta$	崩壊
280	11.0	0.72	0
281	8.7	0.75	0
282	65.5	0.39	0
283	124.1	0.52	1
284	30.5	0.53	1
285	90.7	0.36	1
286	43.1	0.52	1

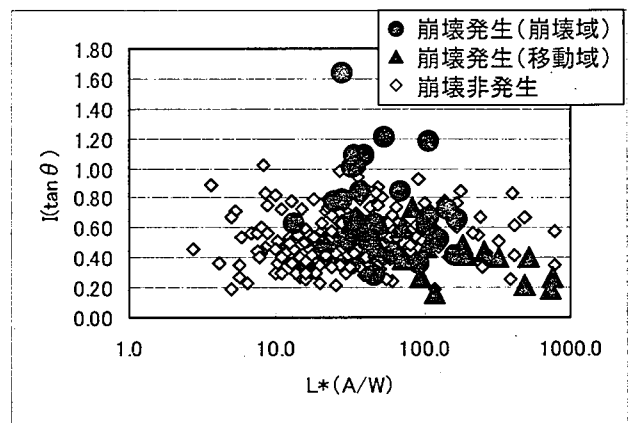


図-4 傾斜 I 等価斜面長 L_* と崩壊・非崩壊の関係

一連の検討の結果、崩壊発生域と崩壊非発生域にはある程度明瞭な境界が設定できることが明らかになった。また、これらの結果から、崩壊危険性の高い箇所が抽出できる可能性が示せた。すなわち、崩壊発生域に属する非崩壊発生箇所は、崩壊発生時と同様の降雨があった場合、同様の崩壊を起こす可能性があると言える。

4. まとめと課題

今回の検討では、3次元数値地形モデルを利用することにより、過去に崩壊が発生した地域において、簡便にかつ精度良く崩壊危険性に関する評価が行える可能性が示せた。今後、これら一連の作業の自動化を進め、スクリーニング範囲の飛躍的な拡大に向けた取り組みが課題となる。また、崩壊発生地域における検証例を増やすことにより、地形・地質その他の要因による境界域の出現パターンを把握し、非崩壊地域でも利用可能なデータベースを構築する必要があるといえる。