

クロアチアザグレブ市後背丘陵地における表層崩壊危険度の評価手法の開発

王 純祥・丸井 英明・渡部 直喜

1. はじめに

クロアチア共和国の首都ザグレブ市域の北側には山地・丘陵が連なっており、傾斜地も宅地として利用されている。この地域には地すべり地が多数分布しており、住宅および道路に被害を及ぼす地すべりも少なからず存在する。土砂災害等の防災・減災計画を立案するにあたって、斜面崩壊の危険箇所を抽出する必要がある。図1に示すザグレブ市の後背丘陵地において、45km²の調査対象地域を選定し、無限長斜面安定解析モデルの適用により、表層崩壊の危険斜面を相対的に抽出することを試みた。

2. SINMAPによる危険度評価方法

本検討に適用するSINMAPは、米国ユタ大学のPackら(2005)によって開発され、地形条件として数値標高データ(DEM)を利用し、降雨強度、土質条件を加味することで斜面の安定性を相対的に評価する方法である。SINMAPによる斜面安定解析は、無限長斜面を対象にした安定解析式を適用している。

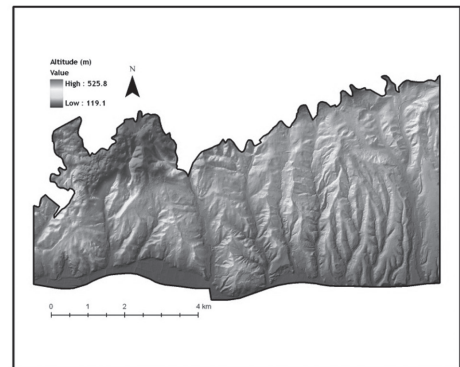


図1 解析範囲

$$SI=FS=\frac{C+\cos\theta\left\{1-\min\left(\frac{R}{T},\frac{a}{\sin\theta},1\right)\right\}r}{\sin\theta}\tan\phi$$

ここで、 $C=(C_r+C_s)/(h\rho_s g)$ 、 C_r は根系の粘着力(kg/ms²)、 C_s は土の粘着力(kg/ms²)、 ρ_s は土質の湿潤密度(kg/m³)、 g は重力加速度、密度比を $r=\rho_w/\rho_s$ 、 ρ_w は水の密度(kg/m³)、 $h=D\sin\theta$ 、 D は土層の鉛直深度(m)、 θ は傾斜角(°)、 ϕ は土の内部摩擦角(°)、 R は定常流入涵養量R(m/day)、 T (m²/day)は土壌係数量で透水係数に斜面の深さを乗じたものである。

ここでは C 、 $\tan\phi$ 、 R/T のパラメータごとに、それぞれの最小値、最大値に関する安全係数FSの感度を調べることにする。これに基づくと斜面危険度の判断基準を作成でき、それによって斜面安定度を評価することができる。

3. 表層崩壊危険度評価結果

斜面の安定性には地形的特徴が大きな影響を及ぼすので、対象となる流域には5m×5mの高精度DEMを使用した。地すべり分布図については、クロアチア地質研究所(1979)の地すべり分布図を使用した。ザグレブ市における1960年1月～2012年12月までの52年間の降雨量の統計によると、最大日雨量

は95.8mm（1989年8月4日）である。これらの降雨量データに基づいて、50mm/day、100mm/dayおよび150mm/dayの3つのケースを想定した。入力パラメータは表1に示す通りである。SINMAPにより対象地域の斜面安定解析を行ったが、紙面の都合上、日降雨量150mm時の斜面崩壊危険度結果のみを示す（図2）。

表1 パラメータ

	C		ϕ		R(mm/day)	(T/R) (m)	
	最小値	最大値	最小値	最大値		最小値	最大値
ケース1	0.1	0.7	10	30	50	345	1382
ケース2	0.1	0.7	10	30	100	172	691
ケース3	0.1	0.7	10	30	150	115	460

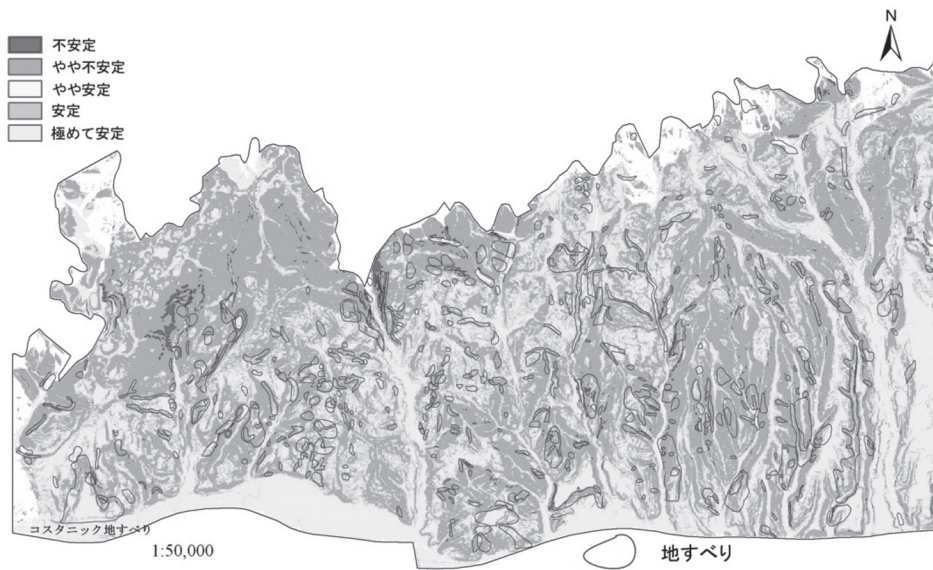


図2 降雨量150mm/day時の斜面崩壊危険度および1979年作成された地すべり目録図

4. まとめ

安定度を示す危険度クラスの頻度分布により、やや不安定の面積はケース1が48%、ケース2が64%、ケース3が68%となった。日降雨量50mmを超えると、やや不安定と区分される面積が大幅に増加することがわかった。また、コストニック地すべり地においては、SINMAPを用いた危険度評価結果と地すべり分布図（クロアチア地質研究所、1979）に比較的良好な相関がみられることが明らかとなった。今後改良に努め、精度を上げていきたい。

参考文献

- 1) Pack RT, Tarboton DG, Goodwin CN, Prasad A. A stability index approach to terrain stability hazard mapping. SINMAP user's manual, pp 65, 2005.