

広域を対象とした危険度斜面抽出法の開発

中部大学 正会員 杉井俊夫 浅野憲雄
 中部大学 学生 三尾康太 松原祥平

1. はじめに

わが国日本は国土の約 4 分の 3 が山地であり、地質は脆弱である。また、台風や梅雨などの時期に降雨が集中しやすく、土砂崩れ・地滑り・土石流などの土砂災害が発生しやすい。さらに、近年は地球温暖化やヒートアイランド現象が原因と思われる集中豪雨により土砂災害の危険性が増している。広域における危険個所の特定化は、林野庁による山地災害危険地区マップが作成されているが、十分な精度を持っているとは言い難い。そこで本研究では、より精度の高い危険斜面予測のための降雨浸透マップの開発を目指すとともに、このマップを利用し、斜面崩壊リスクマップとして発展させることを目的としている。

2. 降雨浸透マップと危険斜面抽出モデル

植生、地質、地形などの属性データと現位置試験、室内試験で得られたデータを組み合わせて、斜面毎の降雨の浸透特性を評価したマップである。図 1 は、降雨浸透マップのイメージ図である。現在杉井研究室では、土の不飽和浸透特性の評価や、不飽和土の透水係数を求めるための現位置試験装置の開発をおこなっており、今後降雨浸透マップに取り入れていく予定である。また、将来的には斜面崩壊リスクマップとして活

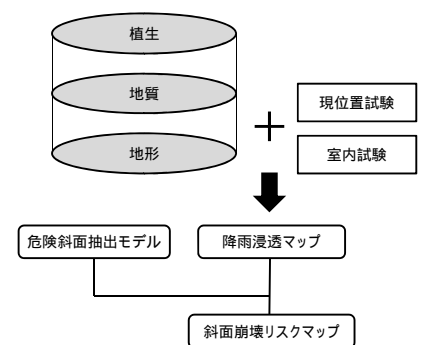


図 1 降雨浸透マップのイメージ

用していきたいと考えており、今回は危険斜面モデルを用いた安全率の評価を行っている。

3. 安全率による危険斜面抽出モデル

本研究では、危険斜面抽出法として力学的アプローチによる安全率の考え方を採用している¹⁾。これは、これまで主に危険斜面抽出法として用いられてきた統計的手法では、降雨・地震等の外力を考慮した時に予測に限界があるためである。図 2 は勾配を有する斜面である。今、崩壊長さ L、崩壊深さ z の土塊 BCDE が滑り落ちようとしていると考える。本研究で提案する安定解析法は、ABC の底面 AB でのせん断強さである抵抗力と BCDE によるすべり荷重による外力との比を安全率とする方法である。本解析法は暫定的に水平面 AB で斜面から土塊が抜けることで斜面がすべるとみなしている。また側面 DE より上部は非崩壊の土塊として考え、尾根のような斜面にも対応できる。この関係より、安全率 F_s は次式となる。

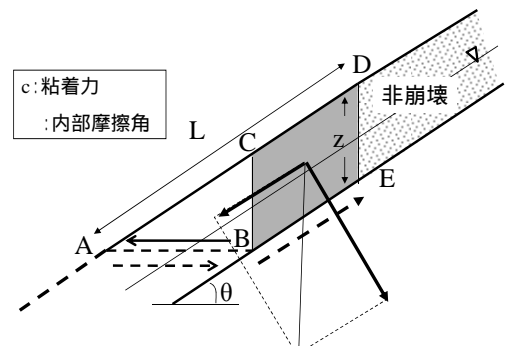


図 2 斜面における土塊のつり合い

ここに 崩壊斜面長: L (m) 崩壊斜面深さ: z (m) 斜面傾斜角: θ ° 土の単位体積重量: γ (kN/m³) 粘着力: c (kN/m²) 内部摩擦角 ϕ である。

$$F_s = \frac{cz/\tan\theta + (\gamma z^2/2 \tan\theta + (L - z/\sin\theta)(z\gamma \cos\theta \sin\theta - c - z\gamma \cos^2\theta \tan\phi) \sin\theta) \tan\phi}{(L - z/\sin\theta)(z\gamma \cos\theta \sin\theta - c - z\gamma \cos^2\theta \tan\phi) \cos\theta} \quad (1)$$

4. 斜面崩壊長さ L、斜面崩壊深さ z と安全率 F_s の関係

式 (1) で示す安全率は、斜面崩壊長さ L と斜面崩壊深さ z によって決まるが、両者は未知数で安全率が求まらない。そこで内部摩擦角 ϕ 、粘着力 c の安全率への L、z の感度を調べてみた。Z をある深さで固定したとき、L の増加に伴い単調に安全率が減少していくことは、斜面長が長いほどすべり外力が大きくなることから明らかである。次に、崩壊長さ L=25m で固定したときの z の F_s への影響を内部摩擦角 ϕ を変えて

示したグラフが図3である。Lが一定でzを変化させると最少となる安全率が表れることがわかる。この2つの結果より、斜面崩壊長さLがわかれば最少安全率を示す斜面崩壊深さzが決まるといえる。また、斜面崩壊長さを斜面長と等しいとするならば、その斜面の最少安全率 F_{smin} が決まることになり、 F_{smin} が1以上であれば、その斜面は崩壊長さが減少しても最少安全率をたまたわることなく安全と推察でき、安全な斜面の抽出を可能とし、危険性を含む斜面を詳細調査することで危険斜面抽出の抽出が可能となる。

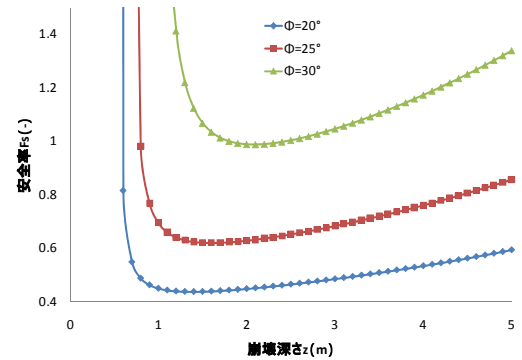


図3 崩壊深さ z と安全率の関係

5. GISを用いた広域斜面マップへの適用

通常、矩形メッシュが主であるが、斜面の起伏、斜面長、傾斜角などの特性が相殺され精度の高い予測は困難であった。そこで本研究では、斜面の形状毎に分割された単位斜面¹⁾によるメッシュ分割を行っている(図4)。単位体積重量 $\gamma=20\text{kN/m}^3$ 、内部摩擦角 $\phi=20^\circ$ 、粘着力 $c=5\text{kN/m}^2$ と一律に仮定した。図5は岐阜県中津川市北部を対象とした結果である。本評価法の適用性を調べるため、別途統計的モデル(ロジットモデル)による危険度域の抽出結果²⁾と比較を行った結果を図6.1,6.2に示す。本評価法は安全率が1を超えるところは安全であることを示しており、図面南西部(左下部)は両者とも危険箇所は

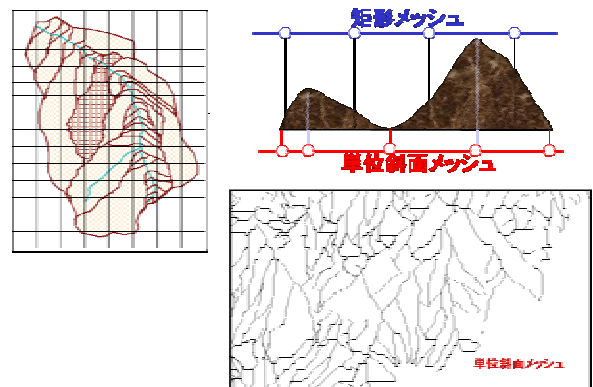


図4 矩形メッシュと単位斜面メッシュ

6. おわりに

本評価法においても広域における安定性評価手法の方法の優位性が明らかとなった。今後、植生情報を取り入れた浸透マップを利用することで考慮可能な形に改良することを含め、地質の違いによる強度定数のバ

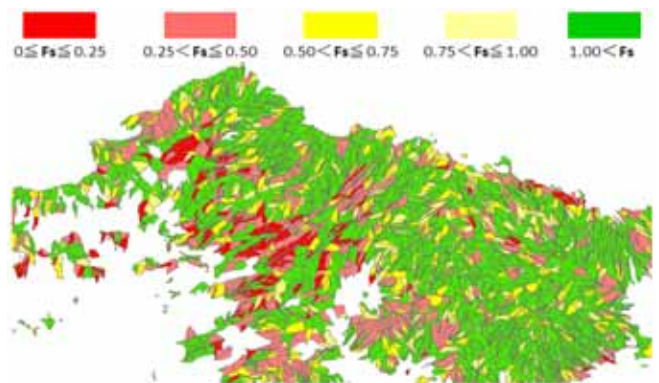


図5 算出された安全率の分布

ラつきなどを考慮できるよう検討していきたい。本研究は、平成21年度科研費(基盤研究(C)No.19560498)および平成20年度中部大学特別研究費Aの補助を受けた。ここに、記して謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 杉井俊夫・伊藤智幸則：自然斜面における危険斜面抽出法の開発の試み H21年度 土木学会年次学術講演会,2009.
- 2) 杉井俊夫：ロジットモデルによる地域特性を考慮した山地危険度評価、降雨と地震に対する斜面崩壊機構と安定性評価に関するシンポジウム発表論文集、pp.379-384,2009.

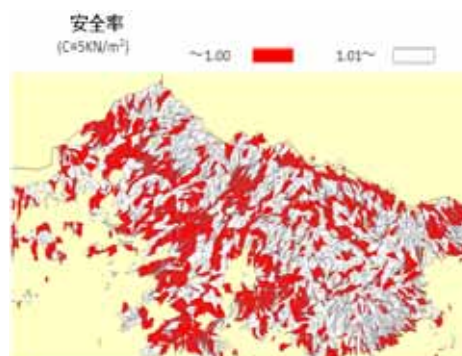


図6.1 本手法による安全率評価

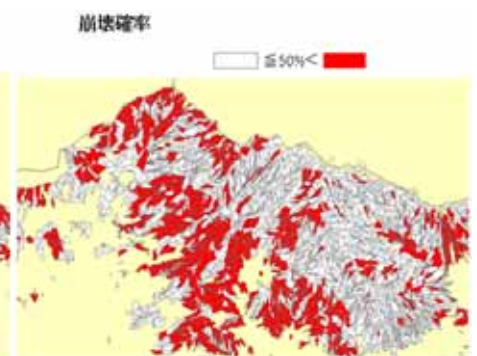


図6.2 統計モデルによる危険度評価