

II-51 雨水浸透を考慮した土砂崩壊現象のポテンシャル評価

東北大学工学部 学生会員 ○川越 清樹

東北大学大学院 学生会員 常松 直志

東北大学大学院 フェロー 沢本 正樹

1. 研究経緯

日本の国土は、急峻な山地をなし、大陸プレートの収束域に属するため脆弱な地質が分布する。この特徴は、斜面崩壊現象が発生しやすい地勢を示唆する。実情として、多降雨および融雪時に関与し、崩壊に関わる甚大な被害が認められている。この動向をふまえ、斜面崩壊から生命や財産を守るため、災害を最小限に防止する減災技術が推進されている。本研究は、減災技術の一手法とし、崩壊に関わる情報を用い、その傾向より崩壊の要因を見出して、将来的な危険度を評価したものである。

2. 土砂崩壊の現象

斜面崩壊現象は土砂型と岩塊型に大別される。本研究の対象とする土砂性の崩壊は、基質の地盤が風化劣化した未固結の状態にあり、気象変化等の外力影響を受やすい。降水に関与して発生頻度が増加する実績を考慮し、水理条件の変化に伴い地山の土質強度が低下することで、崩壊現象が発生する見解が得られている。

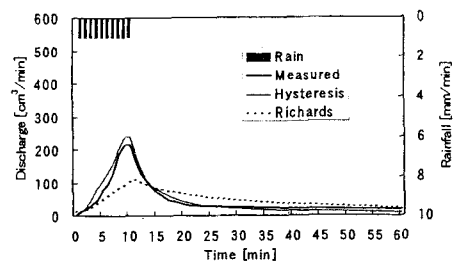
3. 解析方針の概要

土砂崩壊が地形、地質、水理条件に関連する機構を考慮し、崩壊危険度評価の解析へ反映した。解析へのデータソースは国土数値情報とし、基本パラメータとして斜面勾配、地質、土壌、年降水量、実績データとして崩壊データを用いた。危険度評価の対象分解度は国土数値情報にあわせて3次メッシュとした。よって、崩壊の危険度は、エリア単位を対象とした評価となる。

4. 浸透解析

危険度評価へ反映する水理条件としては、崩壊現象へ影響が大きい浸透度を示すパラメータである動水勾配を用いた。各エリアの斜面勾配、土壌、降水量のデータを反映して浸透解析を行い、雨水発生に伴う流出

量を得て、フラックス、動水勾配を導いた。浸透解析式は高橋ら¹⁾が提案した Richards 式を基にする不飽和土壌のヒステリシスを考慮した浸透二次元解析モデル式を用いた。なお、同時進行で浸透実験も実施し、解析へ最適になるヒステリシスパラメータ条件を反映できるように比較検討してデータを照査した(図1)。検討より求められた最適ヒステリシスパラメータを基に、土壌データに併せて、4つの土質パターンをモデル化した(表1,図2)。

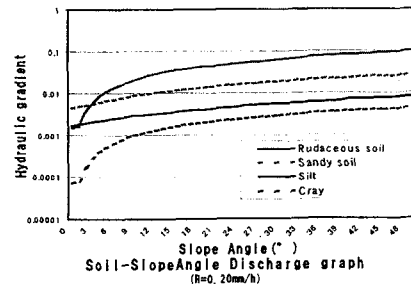


Discharge graph (Bare Angle 0°)

図1 実験値—解析結果 流出比較図

表1 土質パラメータ設定一覧表

土質	透水係数 K_s (cm/sec)	飽和水分含量 θ_s	残留水分含量 θ_r	土壌特性値 β
礫質土	1×10^{-2}	0.30	-	3
砂質土	1×10^{-3}	0.40	-	3
シルト	1×10^{-4}	0.45	0.05	5
粘性土	1×10^{-5}	0.50	0.10	20



Soil-Slope Angle Discharge graph (R=0, 20mm/h)

図2 土質別動水勾配比較図

5. 土砂崩壊現象の危険度評価解析

5.1 多重ロジスティック回帰分析評価

当手法はオッズの自然対数を推定し、ある事象が発生する確率を得ることができる((1), (2)).

エリアの地質情報と浸透流解析結果および荒廃地として指定されている月山、八幡平、飯豊山の崩壊データを基準に斜面崩壊の発生率を得た(図3).

$$\log\left(\frac{P}{1-P}\right) = \beta_0 + \sum \beta_k \text{geo log } Y_k \dots (1)$$

$$P = \frac{1}{1 + \exp\left[-\left(\beta_0 + \beta_w \text{water } Y_w + \sum \beta_k \text{geo log } Y_k\right)\right]} \dots (2)$$

但し P: 崩壊発生率, β_0 : 定数, β_k : 動水勾配係数

Water Y_w : 動水勾配, β_k : 地質係数, geology Y_k : 地質(1 or 0)

5.2 ネガティブポイントアルゴリズム評価

ネガティブポイント評価では、常松ら²⁾が実施したアルゴリズムを参考にした。岩相と斜面勾配を制約して、地質の硬軟、動水勾配の程度にあわせ危険度ポイントを設定し、崩壊発生危険度を評価した(図4)。動水勾配については、勾配分布の頻度、勾配と動水勾配の関係を示す崩壊発生率の双方が50%超過するポイント境界に評価した。

5.3 評価結果

ロジスティック分析では、発生確率の高低差異が明瞭で、山岳を中心に高い確率のポイントが点在する。同様山岳地も地勢条件によって異なる発生確率となり、危険度が差別化された。

ネガティブポイント評価では、ロジスティック回帰分析の危険エリアも包括して、広範囲で危険度の高いエリアを抽出した。また、河川流域の平野と山岳地の境界付近でも危険度の高いエリアを抽出した。

6. 結論及び今後の課題

2つの評価手法を用いて崩壊現象の危険度を精査し、将来的な崩壊発生が懸念される危険エリアを抽出することができた。また、実情の崩壊発生傾向と比較すると水理的データを活用することは有効であることも確認した。しかし、評価法の判定基準が異なり、危険度評価ランクや抽出エリアの範囲に差異が生ずる課題がある。課題に対応して(1)~(3)を考慮する必要がある。

(1) 検討対象目的、エリア精度を考慮して評価法を選

定する必要がある

(2) 災害に対するリスクを考慮する上では、相対的に危険度が高いネガティブポイント評価を活用するほうが有効である

(3) 高危険度エリアを抽出する解析では、エリアを厳選できるロジスティック解析を用いることが有効である

以上の課題を踏まえて、危険度評価へ反映する必要がある。今後は、崩壊ブロック単位の精度を対象に、後背地の水理的条件、植生、微地形等の微細かつ新鮮な情報を用い、リアルタイムへの依存度が高い危険度評価を行う予定である。

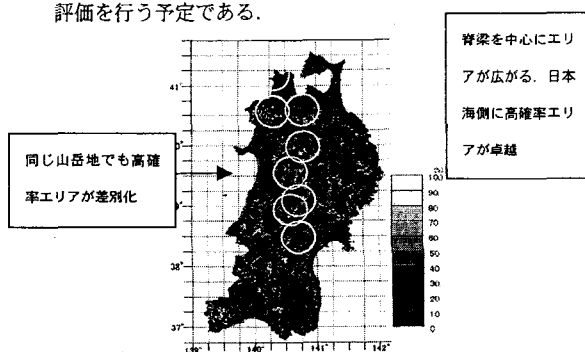


図3 ロジスティック解析崩壊発生確率分布図

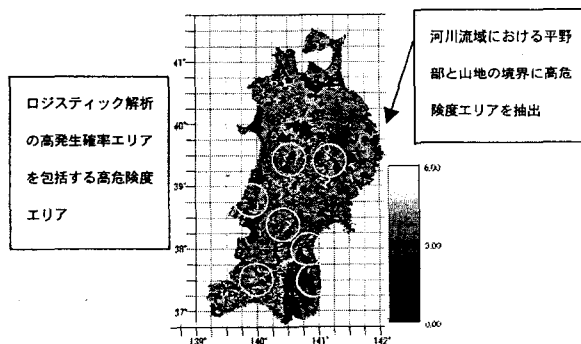


図4 ネガティブポイント評価結果図

参考文献

- 1) 高橋雅之・風間聡・沢本正樹：不飽和浸透解析による土壌保水能に関する基礎的研究，土木学会東北支部技術研究発表会，平成14年度，pp.152-153.
- 2) 常松直志・風間聡・沢本正樹：リモートセンシングを使った地すべり危険地帯の調査，土木学会東北支部技術研究発表会，平成13年度，pp.134-135.