

IV-118 斜面崩壊予測における素因データと誘因データの取扱いに関する一考察

東京理科大学 正会員 大林 成行

東京理科大学 正会員 小島 尚人

㈱ 間 組 正会員 笠 博義

○㈱ 間 組 正会員 黒台 昌弘

1.はじめに 様々な問題が複雑に関係して発生する斜面崩壊現象の予測には、対象となる斜面の地形や地質などの特性である「素因」と斜面崩壊を発生させる要因、いわゆる降雨や地震等の「誘因」の両面からのアプローチが必要である。筆者らは、これまで衛星リモートセンシングデータおよび地形や地質、土壌といった種々の数値化されたデータを用いて統計／確率論的に斜面崩壊予測を行うシステムの開発を行い、このシステムを地震および降雨を誘因として発生した斜面崩壊に適用して、その有効性を検証してきた¹⁾。しかし、このシステムは主に素因データを基礎として予測を行っているものであり、得られる予測結果の信頼性を高めるためには、誘因データの組込み方法についても詳細な検討を加える必要がある。このような背景を踏まえて、本文では斜面崩壊予測を行う際の素因と誘因データの取扱い方について現時点で得られた知見を整理、報告するものである。

2.研究の目的 本研究の目的は次の2点である。

①斜面崩壊現象に関わると考えられる誘因データの取扱い方法について過去の研究事例を調査／整理し、斜面崩壊予測へ誘因データを組み込む際の応用手法や問題点等を整理する。

②①の検討結果を踏まえて斜面崩壊予測システムへの素因、誘因データの組込み方法を検討し、技術的な課題を明らかにする。

3.誘因データの取扱い方法 斜面崩壊における誘因には表-1に示すように降雨などの天候に係するものと地震に伴うものがある。ここでは前者を「天候グループ」、後者を「地震グループ」として分類し、以後この分類に従って議論を進めることとする。

①天候グループ：天候グループの誘因の中でも我国では斜面崩壊現象に対して降雨が最も重要な要因の一つであることから、特に降雨に対して検討を進めることとした。斜面崩壊は局所的な集中豪雨のみならず、梅雨期の長雨によって地盤が緩み、降雨後ある程度の時間が経過してからも発生することも多く、これらの現象をすべてモデル化して斜面崩壊を予測することは困難である。しかし、降雨という自然現象がある一定期間を通じて、ある「確からしさ」で発生することを考えると、過去の降雨データを基に確率論的なアプローチによって、崩壊の危険性のある程度予測することの可能性も見い出せる。例えば、通常自治体などの防災機関によって設定されている警戒雨量は過去に発生した斜面崩壊に対する経験則に基づくものであり、降雨データから警戒降雨量等の崩壊危険指標について科学的根拠によって裏付けることが望まれている。

②地震グループ：一般に地震に関する地震動の研究はかなり広域を対象としたものが多い。例えば数kmオーダー以上の地震加速度の分布は解析や実測値から求められているが、本研究で対象とする数十mオーダーでの地震動に関するデータを得ることは極めて困難で、これまで研究報告例は見当たらない。実際に千葉県東方沖地震に関する地震動と斜面崩壊に関連するデータの収集を試みたが、精度の面で十分なデータを収集するには至らなかった。地震の発生に関しては、発生現象があまりにも

表-1 斜面崩壊に関わる誘因の例

天候グループ		地震グループ
風	先行雨量	地震加速度
降雪・融雪	(地震前後の降雨状況)	(変位・速度)
急激な温度変化	当日降雨量	震度(斜面上)
地表の凍結融解	総降雨量	マグニチュード
霜	累積雨量	地震波の形状
降雨ピーク位置	最大雨量	震源の位置
降雨時湧水	最大日雨量	震源からの距離
降雨強度	最大時間雨量	震央と斜面方位
降雨尖度	実効雨量	初動分布
時間雨量	実効雨量強度	余震活動の状況
1時間雨量	旬降水量	地殻変動
3時間雨量		地震動の周期特性
最大時間雨量		主要動継続時間
10分間雨量		上下動の程度
		初期微動の程度

ランダムであり、裏付けとなる基礎データが少ないこと等の問題から、現状の科学技術ではほとんど地震発生の予測は不可能に近いといっても過言ではなく、ましてや斜面崩壊現象との関連性を論ずるためにはさらに多くの問題をはらんでいる。したがって、斜面崩壊予測モデルでは、地震によって実際に崩壊した斜面をトレーニングデータとして設定すること、すなわち、誘因として「地震によって発生した斜面の特性」を間接的に内包させることによって対処することが必要となる。この方法により、事後評価の結果ではあるが、前述の千葉県東方沖地震に対する斜面崩壊予測では、基準としたトレーニングデータに対する崩壊の「有・無」の判定指標である的中率において90%という高い精度の予測結果を導いている。この予測の結果抽出された未崩壊地は、今後、地震に対して注意する箇所として指摘でき、防災計画に重要な資料となる。

4. 誘因データの取扱い方法 以上のように、斜面崩壊の誘因のうち降雨と地震について検討してきたが、本研究では降雨について統計／確率論的なデータの取扱い方法による崩壊危険指標として、1時間降雨量をもとにした「警戒降雨量」の設定方法について検討した。一般に降雨量の頻度分布は Γ 分布に従うことはよく知られている。ここで検討する1時間降雨量も例外ではなく、特に降雨量が少ない程、発生頻度が大きいことから Γ 分布の中でも指数分布に従うことが推定される。この指数分布の式と「1時間降雨量」の相対頻度を用いてモンテカルロ法によるシミュレーションから警戒降雨量を設定する方法について、図-1のような研究の流れを設定した。このようなケーススタディによって、誘因データのある数値に置き換え素因データとともに斜面崩壊予測システムに組み込むことを目指した。

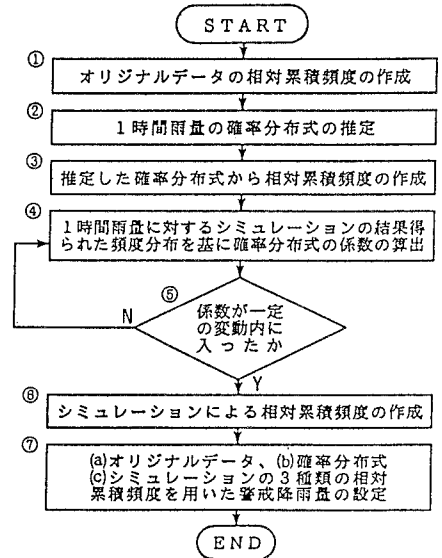


図-1 警戒降雨量設定の流れ

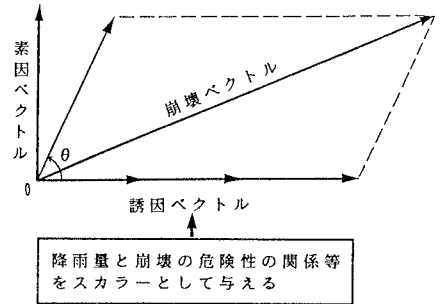


図-2 素因／誘因データ取扱いの概念

5. 素因／誘因の斜面崩壊予測システムへの組み込み方法 斜面崩壊現象を素因／誘因双方の関係の中から分析し、予測に適用する一つの方法として図-2に示すような概念を提案する。これは、素因から求められる指標と誘因から求められる指標とをベクトル表現することによって、斜面崩壊現象を説明付けるものである。つまり、幾何学でいう内積の概念である。ここで、素因のベクトルとして「斜面崩壊予測図」の予測精度である「見逃し率」を与え²⁾、誘因ベクトルとしては前述のシミュレーションで求めた「警戒降雨量」を与えること等が考えられる。

6. まとめ 本研究により斜面崩壊予測システムにおける素因および誘因データの組み込み方法の概念について提案することができた。しかし、誘因データの斜面崩壊予測における取扱い方法やシミュレーションによる警戒降雨量の精度等、検討すべき課題は多い。現在、これらの課題について実際のデータを用いたケーススタディを設定し、斜面崩壊予測システムの高度化を目指して模索、検討中である。

【参考文献】1)大林成行、小島尚人、笠博義：衛星リモセンシングデータを用いた斜面崩壊予測システムによる降雨性崩壊危険地の抽出／適用事例、土木学会第16回関東支部技術研究発表会講演概要集、PP.256～257、1990年3月
2)大林成行、小島尚人、笠博義、黒田昌弘：ランドサットTMデータを用いた斜面崩壊危険性図作成への有効性について、日本リモセンシング学会第9回学術講演会論文集、PP.37～40、1989年12月