

東京理科大学 正員 大林成行

東京理科大学 正員 小島尚人

株式会社間組 正員 笠 博義

1. はじめに 斜面災害の問題は、一般的に「地すべり」と「斜面崩壊」といった定義によって大きく2つに分けて取り扱われている。地すべりは、その規模が数100m²以上におよぶものもあるほど大きく、土塊の移動速度は緩やかで、継続的または断続的である。これに比較して斜面崩壊は、その規模が数10m²～数100m²程度と比較的小さく、突発的かつ局所的に発生する。古くから人的災害問題として斜面災害の事前予知と事前対策を効果的に行えないかといった要求はあったものの、予算配分、実施体制等の問題から具体的な施策に踏み切れず事後的処置の傾向が強いといった現状にある。このような状況に加え、最近、土木事業の一貫として高速道路の建設に伴う山岳道路網の整備、地域計画に伴う宅地造成等、人々の生活基盤整備が急速に進められる中、斜面に近接した箇所の斜面災害の事前予知と事前対策が一連の事業計画の段階においてもますます要求されるようになってきた。これらの要求に応えるべく、ここ数年の間に、さまざまな分野で研究が進められてきている。その1分野として、周期性、広域性、同時性といった性質をもつ衛星リモートセンシングデータを用いた斜面災害箇所の予知、あるいは斜面災害地の抽出といった手法の研究に期待がかけられてきている。しかし、斜面災害の問題を衛星リモートセンシングデータを用いて論ずる場合には、衛星リモートセンシングデータの精度と斜面崩壊規模の関係やスペクトル情報と斜面崩壊箇所との因果関係等、解明すべき様々な問題が内在しているために、研究の過程において各種の仮定や制約条件が介入し、理論の展開が飛躍せざるを得ない現状にある。本文は、斜面災害の中でも特に、突発的、局所的に発生する「斜面崩壊」を対象に、「衛星リモートセンシングデータを用いた斜面崩壊予知の可能性」という命題を解明するプロセスの第1ステップとして、現段階で考えられる適用上の問題点を集約整理したものである。

2. 検討の目的 斜面崩壊が発生する要因には、地形、地質、植生等、各地域が持つ特有の「素因」と地震や集中豪雨等、斜面崩壊を起こそうとする「誘因」があげられる。これらの素因・誘因は複雑に関連しており、専門分野レベルでの研究でさえ明確に関連付けることは困難な現状にある。そこで、本検討では、これらの素因・誘因の現状を整理するとともに、衛星リモートセンシングデータを適用した現時点で提案されている各種の斜面崩壊予知手法の内容を検討し、多角的な観点から問題点を明らかにし、今後の研究への足がかりとすることを目的にしている。

3. 検討の流れ 本検討の全体の流れを図-1に示す。各種の素因・誘因および衛星リモートセンシングデータを用いた斜面崩壊予知手法を整理するために、既存資料および文献収集と並行して、現地視察と各種行政機関へのヒヤリング調査を行った。現地視察は、全国でも斜面崩壊数が非常に多いことで有名な千葉県中南部一帯を中心に行った。

4. 問題点の整理結果 図-1の流れに従って検討を行った結果、次にあげる4つの大きな問題点が集約整理できた。

(1) 予知情報の提供形態とその精度の問題

一般的に従来の研究では、斜面崩壊予知に際して「危険度・大←中→小」のように段階評価した解析画像を最終的に出力し

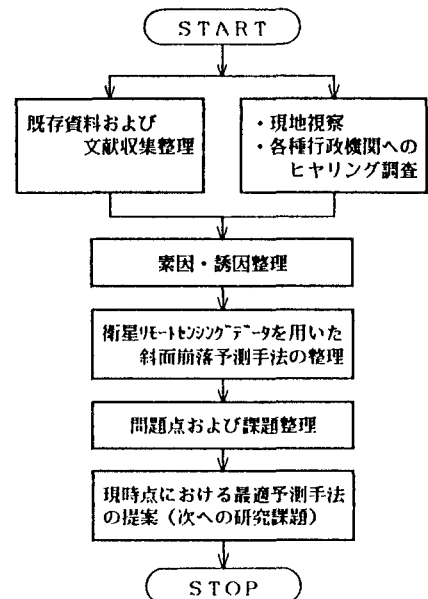


図-1 検討の流れ

ている。斜面崩壊予知と防災という観点から考えると、複雑な要因が絡んで発生する斜面崩壊の予知に、果たしてこのようなランクづけが適切であるのか、さらには防災指標としてピクセル毎の画像表示精度が使用に耐えうるのかといった問題があげられる。この問題は、医者が健康体の人の病気発生を予知する場合と類似している。健康体の人が必要とする情報は、将来、病気に「なる」か「ならない」かといったいずれかの回答であるであろう。将来起こりうる病状の程度（軽症～重症）については、それほど大きな問題とはならない。同様の考えに基づけば斜面崩壊という”地球の病気”の予知結果としては、「崩壊可能性・有」、「崩壊可能性・無」といった2つの予知情報を提供することが妥当であると考えられる。従来の研究では、斜面崩壊危険度のランクづけを行うが故に、不明確な要因を持つ斜面崩壊の予知事象がより複雑化し、研究を展開する上で大きな支障となっているようである。

（2）トレーニングエリアの選定方法とその信頼性の検証方法の問題

斜面崩壊の問題では、何故その箇所だけが崩壊し、その周辺が崩壊しなかったのかといった現象を地域の特性を考慮した上で説明できなければならない。そのためには、トレーニングデータの選定方法について適切な考え方を導く必要がある。トレーニングデータの選定に要求される条件は以下のものが考えられる。

①素因、誘因（静的、動的）データについて、地域の特性がトレーニングデータに内包できること。

②「崩壊有」、「崩壊無」といった2つの現実の事象それぞれについてトレーニングデータが収集できること。

特に②の条件を満たすデータが収集でき、かつそれらのトレーニングデータの信頼性を検証できる考え方を導くことは必須条件となる。

（3）素因・誘因間のデータ構造分析に関する問題

従来、斜面崩壊予知においては、斜面崩壊に関係する地質や地形形状等、質的データが複雑に関係し、かつ要因の性質が不明確な故に定量評価できないといった問題があげられている。そのため、質的データを数量的に取り扱う数量化理論等の各種統計手法が適用されている。「崩壊予知」という観点から見れば、崩壊現象を説明する上で不明確で数多いアイテム/カテゴリの中から、最適なアイテム/カテゴリを抽出することが必要となるが、仮になんらかの指標により崩壊予知に有効なアイテム/カテゴリが抽出できたとしても、それらに対して適切な評価指標がなければ、予知結果の信頼性に問題が生じる。さらに、（2）でも述べたように地域の特性によって素因・誘因項目が異なり、これらを斜面崩壊予知に用いる場合、標準化して設定することが困難である。したがって、地域の特性を考慮した素因・誘因の設定ができるだけでなく、素因・誘因間のデータ構造分析をも行えるといった説得性のある考え方が必要となる。

（4）斜面崩壊現象と反射分光特性の因果関係の問題

従来の研究では、数量化理論等の多変量解析手法を適用する場合、植生指標、比演算値、反射分光特性の反応パターン等のパラメータを質的変数として取り上げ、衛星リモートセンシングデータを間接的に導入している。この考え方は、CCTカット値の変動そのものと斜面崩壊との因果関係を十分に説明できるものとは言い難く、衛星リモートセンシングデータ適用上の問題点として多くの研究者の間で議論的となっている。したがって、斜面崩壊前のCCTカット値の変動そのものが崩壊現象と関係があるのか否かの検討と並行して、CCTカット値をどのように斜面崩壊予知の手法に組み込んでいくのかといった問題を念頭に置き、具体的な斜面崩壊予知モデルのアルゴリズムを考えなければならない。

5. まとめ 以上、斜面崩壊の予知に衛星リモートセンシングデータを適用する場合に大きな障壁となっている4つの問題点について整理した。これらの問題点を考慮しつつ、現在、衛星リモートセンシングデータを用いた斜面崩壊予知の可能性の検討と具体的な予知モデルを構築するために試行検討中である。ここで述べた大きな問題点が、衛星リモートセンシングデータを用いた斜面崩壊の予知問題を取り扱う上で、今後の参考となれば幸いである。

【参考文献】

- 1) 山田剛二・渡 正亮、他；地すべり・斜面崩壊の実態と対策；山海堂
- 2) 林知己夫・駒澤 勉；数量化理論とデータ処理；朝倉書店