

運動形態に基づく斜面崩壊の分類と衛星データの関係

豊橋技術科学大学 正会員 河邑 眞
 豊橋技術科学大学 正会員 辻子 裕二
 豊橋技術科学大学 学生員 〇辻野 和彦
 豊橋技術科学大学大学院 学生員 深堀 賢

1.緒言 急峻な山地と風化土が顕著に存在するわが国においては地震や集中的な降雨の度に斜面災害が発生し貴重な生命や財産に甚大な被害をもたらしている。ここで確認される崩壊の殆どは人間が介入しないような急傾斜地に点在し、その情報は現地調査よりもむしろ航空写真等により間接的に得られている。このように航空写真を利用して判読を行う場合、経済的な負担以外にも判読に要する人材の確保や判読者の熟練度の差異による判読精度の問題、さらに判読に一定の指針を与えるのに要する時間などの問題が指摘される。一方、人工衛星リモートセンシング画像データ（以下衛星データ）は航空写真と比較して広域性・周期性・同時性、さらに経済性の面で有利とされており、被災域の範囲が予測できない場合特に効果的である。

このような見地から、多くの研究者により衛星データを用いた斜面災害危険度予測手法が提案されてきた。これらは主として災害に関する要因（誘因・素因）を取り上げ、統計的な観点から災害への寄与率を推定するものである。この場合衛星データは土地被覆分類等の2次的な情報として、あるいは画素単位の特徴ベクトルとして取り扱われる。しかし、特徴ベクトルを用いる方法で検出を行う場合、小規模の斜面災害に対してmixelに起因した問題が指摘される。

以上より、本研究ではmixelとして現れる小規模な斜面崩壊を土砂の平面的な広がり方に基づいて検出することを最終目的とする。本稿では、モデル化に必要な知見を整理する。

2.斜面災害の分類とその特徴 衛星データは鉛直方向からのセンサーにより観測されることから崩壊を平面的に、すなわち真上から見た土塊の移動後の形状を分類する必要がある。そこで本研究では、運動形態に基づき分類を以下のように設定した。

(1)落下：通常崖の部分に発生するため平面形状は崖に沿った線状を呈する。

(2)転倒：土塊の体積の差を除けば平面形状は落下と変

わりない。

(3)滑動：通常面的な広がり呈するため鉛直方向からのセンサーで捉えやすい。

(4)水平展開・流動：力学的な作用力の違い以外は滑動と同じであると考えられる。

ここで上記の四分類は航空写真や衛星データの空間分解能では判読できないため落下グループ（落下、転倒）と滑動グループ（滑動、水平展開・流動）の二分類にカテゴリーを圧縮した。

3.使用データ 本研究では1995年兵庫県南部地震を直接の誘因として発生した斜面崩壊をケーススタディーとして用いた。対象領域は国土地理院発行 1:25,000 地形図で有馬、宝塚、神戸首部、西宮に相当する矩形領域である。この領域の植生図と地質図から地盤に関しては殆どが花崗岩質であり植生に関してはバラツキが認められるものの赤松が殆どであったため、同一地質および同一樹種と仮定した。

4.崩壊形態と崩壊方向との関係

(1)崩壊地点における分光反射特性

TM データにおける斜面崩壊地点についての各バンドごとの輝度値の平均値およびその変化を調べた結果をFig.1に示す。この結果より、特にバンド5の輝度値の変化が崩壊地点を特徴的に捉えていることが判る。

(2)崩壊規模と衛星データとの関係

緑被成分と土壌成分の2相物質の混合による輝度値

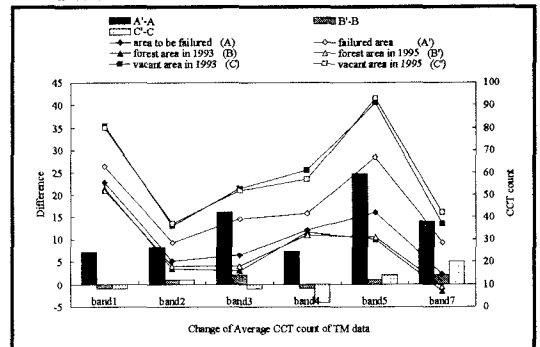


Fig.1 崩壊前後の TM データの変化

がこれらの面積占有率により決定されるとすると、崩壊面積と輝度値の関係は Fig.2 のように表現される。同図に示される bi-linear の傾斜部分(a-b)は、緑被成分と混合比が崩壊面積に比例するという仮説を表している。同図の水平部分(b-c)は、崩壊面積が大きくなることによって土壌成分の pure pixel となることを表している。含水比等の物性値および地形傾斜などが同じであれば pure pixel として現れる斜面崩壊面積より大きな斜面崩壊に対しては輝度値は一定になることは明らかである。この仮説を検証するために滑動グループにおいて崩壊規模とバンド5の関係を調べたところ、Fig.3 ような相関が見出された。しかし、Fig.4 に示されるように、落下グループに関しては相関が確認できなかった。

3) 崩壊の平面的な広がり方

崩壊の規模をより詳細に把握し、その形態を分類するには、崩壊の平面的な広がり方を把握する必要がある。本研究では、崩壊重心からの距離に従う輝度値の変化を表層地盤の土砂埋没に起因する反射エネルギーの変化(低減)として取り扱い、拡散方程式を用いて定式化し、最終的に次式を得た。

$$C(x,t) = C_0 \cdot \exp\{-x^2/4Dt\} \quad (1)$$

本解析では、中心画素に対する輝度値($C=C_0$ at $x=0m$)とその隣画素に対する輝度値($C=C_r$ at $x=30m$)のそれぞれに対する斜面崩壊面積との関係を用いて Dt を定め、輝度値の変化を阪神大震災の実例を用いて Fig.5 のように描いた。仁川地区の崩壊を例に、この関係を検証したところ、線形式に対して上式の有用性が確認できた。

4. 結語 本研究では、斜面崩壊の形態を分類し形態と TM データとの関係を明らかにした。また、崩壊面積の広がり方を定式化することができた。これらの知見をもとに特徴ベクトルではなく土砂の平面的な広がりを考慮した斜面崩壊検出手法のモデル化が実現できる。

参考文献

- [1] 沖村孝: 土木学会阪神大震災調査第2次報告会資料, 土木学会, pp.163-168, 1995.
- [2] 河邑眞・辻子裕二: 衛星データを用いた山地斜面崩壊地点の時系列抽出手法に関する研究, 第15回自然災害学会学術講演会概要集, pp.31-32, 1996.
- [3] 河邑眞・辻子裕二: 衛星データからの斜面崩壊検出における土砂拡散の概念の導入, 平成8年度自然災害科学中部地区シンポジウム, 8-1, 8-2, 1996.

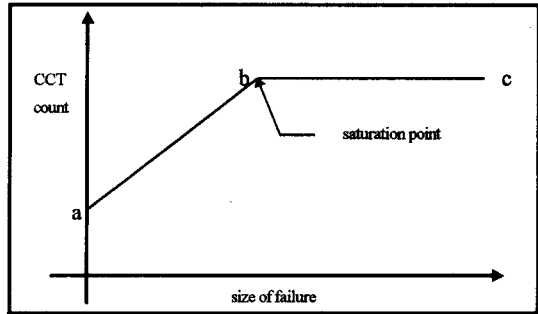


Fig.2 斜面崩壊面積と輝度値の関係

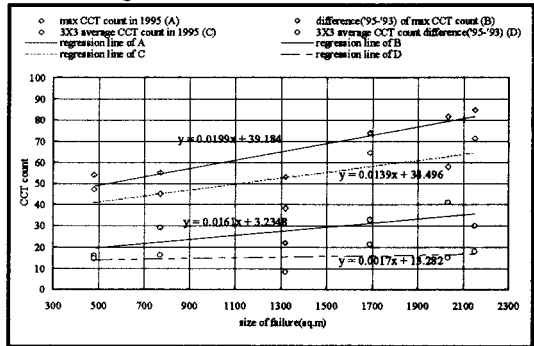


Fig.3 斜面崩壊面積と TM バンド5 の関係
(滑動グループの場合)

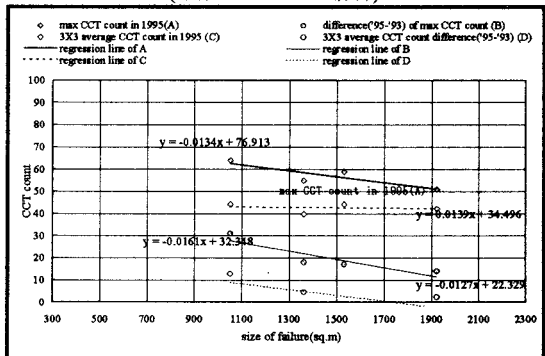


Fig.4 斜面崩壊面積と TM バンド5 の関係
(落下グループの場合)

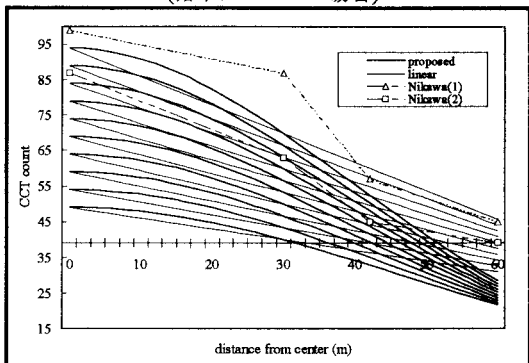


Fig.5 崩壊重心からの距離と TM バンド5 の関係