

衛星画像を用いた山地斜面崩壊検出手法の適用事例とその考察

豊橋技術科学大学 正会員 河邑 眞
 福井工業高等専門学校 正会員 辻子裕二
 豊橋技術科学大学大学院 学生員 深堀 賢
 豊橋技術科学大学大学院 学生員 辻野和彦
 豊橋技術科学大学 ○野形繁利

1.緒言 急峻な山地と風化土が顕著に存在する我国においては、地震や集中的な降雨によって斜面災害が発生し、貴重な生命や財産に甚大な被害をもたらしている。人間が介入しないような急傾斜地に発生した斜面崩壊地点を把握する方法は、現在のところ航空写真に頼られているが、経済性・判読者の熟練度・処理時間などの問題が指摘されている。このような背景から山地における斜面崩壊地点を早期に把握する手法として、筆者らは衛星画像から土地被覆状態の変化を考慮することで斜面崩壊地点の検出、ならびに崩壊形状を推定する手法を開発している。本研究では、1989年9月の集中豪雨、および台風を誘因とする岐阜県の恵那・明智と谷汲に発生した斜面崩壊をケーススタディとして筆者らの提案する手法の有用性を検証する。

2.斜面崩壊の分類とその特徴 衛星データから斜面崩壊を観測するには、崩壊の平面形状を定義する必要がある。衛星データおよび航空写真の空間分解能から判断できるカテゴリーは以下の2種類である。

- ・落下グループ(土塊の落下、転倒)：センサは崩壊方向に対して、急激な輝度値の変化を捉える。
- ・滑動グループ(土塊の滑動、水平展開および流動)：通常面的な広がり呈するためセンサで捉えやすい。

また、今回対象としている斜面崩壊箇所は、谷の結合部に連続して発生しているため、両グループが複雑に混在しているとみられる。

3.使用データ 解析対象地域は、国土地理院発行1:25,000地形図で明智・恵那および谷汲の領域から切り出した矩形領域である。また、地形情報として表1に示すデータを使用した。

4.崩壊規模と衛星データの関係 Landsat TMデータにおいて崩壊前後の崩壊地点の輝度値を調べたところ緑被(植生)域から土壌(裸地)域への被覆

表1 使用データ

データ名	内容
崩壊前衛星データ	Landsat TM path=109 row=35 1985年11月22日
崩壊後衛星データ	Landsat TM path=109 row=35 1989年12月2日
植生データ	環境庁発行現存植生図 1:50,000
地質データ	建設省発行地質図 1:500,000
DTM	国土地理院発行数値地図 1:25,000
崩壊データ	被害状況図 1:5,000

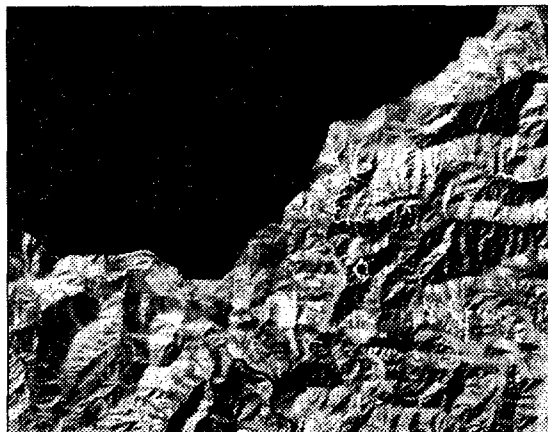


図1 谷汲地域の斜面崩壊後のTMデータ

変化においてバンド5に顕著な変化が確認できたので、解析にはバンド5を用いた。衛星データの輝度値として現れる情報は空間分解能内の土地被覆状態とその面積占有率により決定されたとすると、崩壊面積 x と輝度値 y との関係は次のように表わされる。

$$y = a + bx \quad (0 \leq x \leq x_b), \quad y = c \quad (x \geq x_b) \dots (1)$$

ここで、 a は完全な植生の輝度値、 b および c は完全な裸地の輝度値を表わす。上式の関係を滑動グループにおいて、調べたところ図2のような相関が見出された。

崩壊の平面的な広がりを把握するため、崩壊中心からの距離にしたがう輝度値の変化を反射エネルギーの低減として取り扱い、定式化したもの次式で示す。

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

本解析では、中心画素に対する輝度値($C=C_0$, $x=0m$)とその近隣画素に対する輝度値($C=C_0$, $x=30m$)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、被害状況図による斜面崩壊を教師データとしてモデル化を行なった。紙面の都合上、崩壊検出手法¹⁾に関する説明は省略する。

また光学センサによるデータ解析のため画像には、陰域(衛星画像撮影時の日陰部分)および陽域(日向部分)が存在し、斜面崩壊地点はそれぞれに分布している。陰域部分において得られる衛星データの輝度値の幅は、陽域部分に比べ極端に狭くなる。ゆえに、解析領域を陰域および陽域に分類してそれぞれ検出を試みた。

6.検出結果 ケーススタディの結果、検出された地点を図3に、また検出の一例を図4に示す。図4においてグレーで示す部分は検出された崩壊土砂の部分であり、陽域において落下と判断された崩壊である。

陽域における適合度(解析精度)は53%であった。それに対して陰域における適合度は24%であった。

7.結語 陽域部分における解析では、本手法の有用性を確認できた。同時に、以下に示す適用限界が明らかとなった。

①崩壊形状が線状を呈する場合、滑動のような運動形態でも落下として判断される。

②TM バンド5の特徴空間内において、陰域では土地被覆クラスが密な状態となり、コントラストの幅が非常に狭くなるので、土壌および植生といったカテゴリーの分類が困難である。

③崩壊が谷沿いに連続して発生している場合でも、その崩壊を検出することができた。しかし、本来滑動の崩壊箇所が落下として検出されるケースが多い。

謝辞 本研究における斜面崩壊データは、岐阜県、土木部砂防課砂防係長 河合誠成司氏、保全係長 佐竹良治氏の御好意により利用させて頂いたものであります。また、愛知県庁の大木克彦氏、小澤資卓氏には、データ収集の協力をして頂きました。

ここに記して謝意を表します。

参考文献: [1]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要集, pp.31-32, 1996. [2]岐阜県土木部砂防課: 台風22号および集中豪雨による被害状況調査

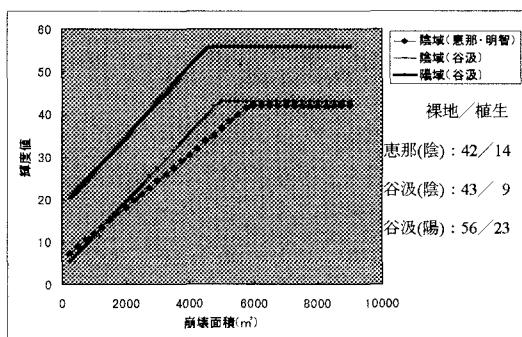


図2 崩壊面積と輝度値の関係

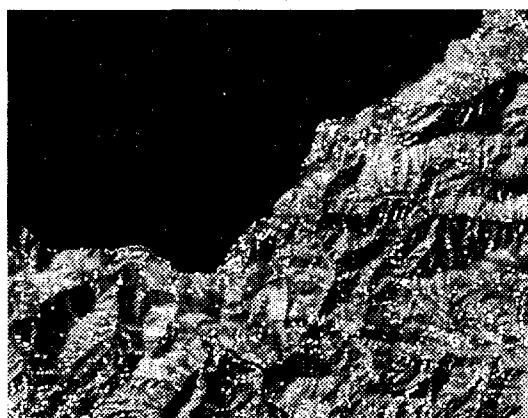


図3 検出結果画像(谷汲陽域)

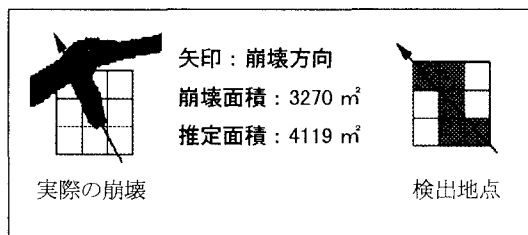


図4 検出結果の一例(谷汲陽域)

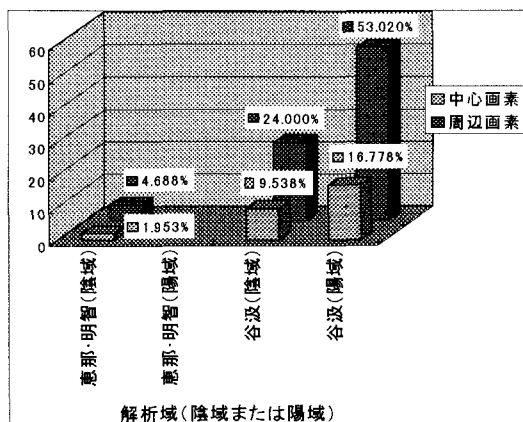


図5 精度検定 (適合度)