

トルコ共和国黒海沿岸地域における崩壊の研究 ～茶畑では崩壊は発生しやすいのか～

新潟大学大学院 ○笠原菜月

新潟大学農学部 権田豊

中東工科大学工学部 Nejan Huvaj Sarihan

1. はじめに

降雨を誘因とした崩壊は世界各地で発生し、大きな被害を出している。崩壊による被害を防ぐためには、崩壊の要因を把握し、警戒避難や土地利用規制などのソフト対策を立てることが重要である。

トルコ共和国東部黒海沿岸地域に位置する Rize 県は急峻な地形を有し、降水量が多いため、崩壊が発生しやすい地域であるが、近年崩壊の発生件数が増加しつつある。この地域では約 60 年前に茶の栽培が始まり、森林を改変しながら茶畑が拡大され、現在では茶畑が急傾斜地にまで広がっている。このことが、崩壊発生件数が増加している一因だといわれている (Karsil et al., 2009)。しかし、土地被覆を茶畑に変更した影響など、崩壊の発生要因についての定量的な評価は、現在までに十分に行われていない。この背景には、崩壊地の分布が十分に記録されていないことがあると考えられる。

そこで、本研究では崩壊発生要因の定量的評価を目的として、航空写真から目視判読により崩壊地を判読し、GIS を用いて崩壊と地形、地質、土地被覆との関係を解析した。また、効率的に崩壊地の分布を把握する手法の提案を目的に、衛星画像を用いた教師付き分類による崩壊地の判別を行い、その有効性を検証した。

2. 研究対象地および研究概要

Rize 県 Rize 市では、2010 年 8 月 26 日の豪雨で多くの崩壊が発生し、13 人の死者が出た。本研究では、Rize 市の中でも特に崩壊の集中した 1065 ha を研究対象地とした (図 1)。崩壊前後に撮影された解像度 5m の Rapid eye 衛星画像および Google Earth 航空写真、解像度 30 m の ASTER GDEM と Turkish General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA) の発行する 50 万分の 1 地質図を解析に用いた。

土地被覆は、崩壊前の衛星画像を用いて、教師付き分類により分類した。さらに、解析対象エリア内に各

900m² の 2 つの検証エリアを設け、このエリア内で崩壊前の航空写真を用いて目視で土地被覆を分類し、教師付き分類による土地被覆分類の精度を検証した。

崩壊の発生要因を解析するために、崩壊地の分布図と土地被覆分類図、DEM、地質図を GIS に取り込んだ。土地被覆、地質、標高値、傾斜角度、傾斜方向、断面曲率、平面曲率、累積流量、家や道からの距離、谷からの距離、尾根からの距離を環境因子として、各因子と崩壊の関係を解析した。

また、崩壊前後の衛星画像から、教師付き分類を用いて崩壊が発生した場所を特定した。航空写真により目視判読した崩壊地分布と比較し、教師付き分類による崩壊地の判別精度を検証した。

3. 結果

目視で判読した崩壊地の占有面積率 (対象地全体に占める崩壊地の割合) は 2.8% であった。教師付き分類による土地被覆分類の結果、研究対象地の土地被覆は茶畑が 58%、森林が 27% であった。土地被覆分類の精度は、総合精度 86.2% と良好であった。

崩壊特性の解析の結果、土地被覆別に比較すると、茶畑での崩壊占有面積率は 3.4%、他の土地被覆分類での崩壊占有面積率は 1.8% と、茶畑で崩壊が発生しやすいことが分かった (図 2)。標高別に比較すると、標高 100 m 未満での崩壊占有面積率は 4.8%、標高 100 m 以上では 2.3% と、標高 100 m 未満で崩壊が発生しやすいことが分かった (図 3)。一般的に傾斜角度が急なほど崩壊は発生しやすく、30°～35° 程度で発生率のピークを示すことが知られている (矢島ら, 2008)。しかし、傾斜角度別に比較すると、傾斜角度が 10° 未満の崩壊占有面積率は 2.0%、10°～20° では 2.9%、20°～30° では 3.0%、30° 以上では 2.4% といった具合に、10° 未満よりも 10° 以上の方が崩壊占有面積率は大きかったが、10° 以上の範囲ではほとんど差はなかった (図 4)。標高ごとに分けて傾斜角度別の崩壊占有面積率を比較すると、

標高が 200 m 以上であれば傾斜角度が急になるほど崩壊が発生しやすいといえる (図 5)。

各環境因子の崩壊への寄与度を統計的に評価するために数量化理論Ⅱ類による解析を行った。その結果、標高と土地被覆が崩壊の発生に大きく寄与しているものの、傾斜角度についてはあまり寄与していないことが分かった。

教師付き分類を用いて崩壊地を判別した場合、崩壊占有面積率は 3.6%であった。目視判読した崩壊地の分布と比較して、精度を検証したところ、教師付き分類を用いた崩壊地の判別精度は、適合率 52.9%、再現率 70.3%であった。適合率に関していえば、精度よく抽出できたとはいえない。しかし、これは崩壊地の境界の判別精度が十分ではなく、崩壊地の境界周辺の崩壊していない場所も崩壊地として判別されてしまったためであり、崩壊地の位置はほぼ正確に特定されていた。

教師付き分類により判別した崩壊地の特性を解析した結果、目視判読による結果と相違はなかった。このことから、崩壊地を教師付き分類によって判別する手法は十分に実用的であるといえる。

4. おわりに

崩壊発生には土地被覆、標高が大きく寄与していることが分かった。茶畑で崩壊が発生しやすい理由のひとつとして、茶の根は 30 cm 程度と浅く、土壌を保持する力が小さいことが考えられる。海岸沿いや内陸部の標高がおよそ 200 m 未満のエリアには主

に海岸段丘・河岸段丘が分布しており、約 200 m 以上のエリアには山地が広がっている。このように標高によって地形的特徴が異なる。特に、標高 100 m 付近には段丘面が形成されており、標高が 100 m 未満では他の標高帯と比べて傾斜角度は緩やかではあるが谷密度がとても高く、侵食作用を受けやすい地形であると考えられる。この地形的特徴の違いが、標高別の崩壊占有面積率の違いを生じさせていると考える。また、標高 200 m 以上では傾斜角度が急なほど崩壊は発生しやすくなるが、標高 200 m 未満では緩傾斜でも崩壊が多発している。標高帯により勾配と崩壊の発生のしやすさが異なるのも、地形的特徴の相違によるものであり、標高 200 m 未満のエリアは対象地全体の約半分の面積を占めるため、標高の区別なく対象地全体で解析を行うと傾斜角度が急になっても崩壊占有面積率が上昇しない結果となったと考える。今後は教師付き分類による崩壊地を用いてより広域で崩壊発生要因の評価を行い、この地域の中で危険な箇所を明らかにしたい。

5. 引用文献

Karsli et al. (2009) : Effects of landuse changes on landslides in a landslide-prone area (Ardesen, Rize, NE Turkey). Environ. Monit. Assess. 156, 241–255.
<https://doi.org/10.1007/s10661-008-0481-5>
 矢島ら (2008) : 国道斜面災害データベースを用いた災害特性分析, 応用地質, Vol.48, No.6, pp.304-311.



図 1 トルコ共和国 Rize 県 Rize 市の位置

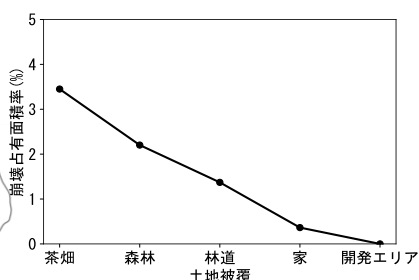


図 2 崩壊占有面積率と土地被覆の関係

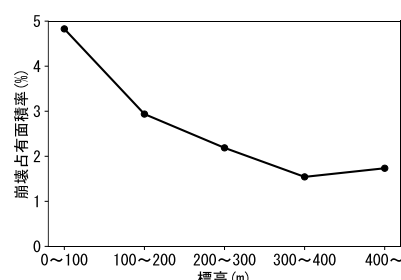


図 3 崩壊占有面積率と標高の関係

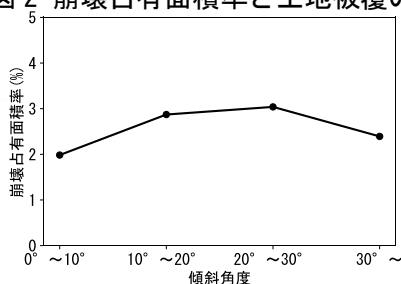


図 4 崩壊占有面積率と傾斜角度の関係

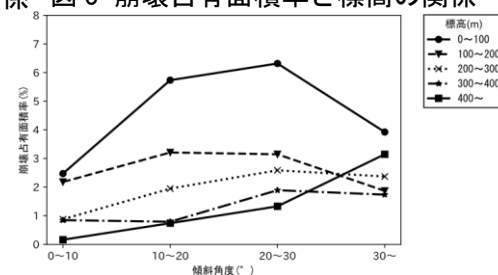


図 5 標高別の崩壊占有面積率と傾斜角度の関係