

Land Use Change and Landslide Susceptibility  
Assessment Using GIS and Multivariate  
Quantitative Predictive Models for Mountainous  
Disaster Mitigation in South Sulawesi Indonesia

アンダン スルヤナ ソマ

<https://hdl.handle.net/2324/1959168>

---

出版情報 : Kyushu University, 2018, 博士 (農学), 課程博士  
バージョン :  
権利関係 :

氏 名 : アンダン スルヤナ ソマ

論文題名 : Land Use Change and Landslide Susceptibility Assessment Using GIS and Multivariate Quantitative Predictive Models for Mountainous Disaster Mitigation in South Sulawesi Indonesia (インドネシア・サウス・スラウェシにおける土地利用変化と GIS 多変数定量予測モデルを用いた山地災害軽減対策としての斜面崩壊危険度評価手法に関する研究)

区 分 : 甲

## 論 文 内 容 の 要 旨

山地森林斜面の崩壊は人的被害も多く、深刻な財産の損失の原因となると同時に、森林生態系などの環境にも被害をもたらすことから、インドネシアをはじめ国内外を問わず主要な山地の自然災害とされている。森林斜面崩壊の発生には斜面の素因と誘因の両者が関係するが、まず素因としては地質（岩種、断層など地質構造）、土質（土質強度、土の深さなど）、地形（斜面形状、斜面傾斜など）およびその地域における土地利用の変更（植生や土地利用種別、森林利用形態変更）が予測要因として考えられる。誘因としては、降雨と地震が考えられるが、本研究では降雨によるものを対象としている。

このような状況下、誘因の降雨はインドネシア・南スラウェシ地域でも気候変動により増加傾向が見られ、雨季に山地災害とくに斜面崩壊が頻発して土石流化し、多くの犠牲者が生じると同時に多大な資産が失われて来た。したがって、当該地域では、山地斜面崩壊発生危険度・危険箇所評価手法の発展が急務となっている。

そこで、本研究では研究の第1段階として、当該地域に対してGISを用いた山地崩壊箇所の目録（崩壊箇所リスト）作成を初めて行い、その地形・地質・気象要因など発生の素因・誘因のデータベースをこの地域に対して他の研究に先駆けて作成した。

その後、GIS環境下において、確率論的に発生率を解析する発生頻度解析（FR）、Bayes統計に基づき崩壊発生の信用度を解析する確信度解析（CF）、多変量統計解析の一手法であるロジスティック回帰分析（LR）、AIの一種であるニューラルネットワーク（ANN）の4つの異なる手法による斜面崩壊危険度モデルを構築し、その性能を比較することにより定量的に斜面崩壊要因を評価したが、斜面崩壊危険度・危険箇所予測の精度をさらに高めるため、この地域で大きな問題となっている森林の農地開発など土地利用の変化を重要な要因として取り込んだ。

研究の次の段階として、この土地利用（植生）変化の他に、地形・地質と降雨量など9つの主要な要因を持ってFR、LRにより、土地利用変化要因の重要性について検証し、斜面傾斜に次ぐその重要性を確認した。

その後、上記の土地利用（植生）変化要因などに断層からの距離などを加えた、地形・地質・気象の11要因によりCF、LR、ANNを使用して、斜面崩壊危険度評価手法の開発を行った。その結果、崩壊発生の危険度を「極めて高、高、中、低」に分類すると、危険度「極めて高」及び「高」

に対して、統計学の手法である ROC (Receiver Operating Characteristic) 曲線・AUC (Area Under the Curve) 解析を用いた的中率は LR の 82.1%と高くなったが、ANN が最も高く 92.7%にも達した。また、ANN などを用いて 8 要因、9 要因、10 要因の解析と比較したが、11 要因のものが最もの中率が高くなった。これにより、土地利用変化を含む 11 の要因から正確な山地崩壊の予測ができる手法が開発できた。

このような研究は、世界的にみて最新かつ独創的なもので、当該地域においての従前の研究例はない。

結論として、当研究では主に森林植生の変化を伴う土地利用変化など独創的な要因を追加した上で、斜面崩壊危険度評価手法に関する要因を新たに特定し、4つの多変数定量予測モデルすなわち斜面崩壊危険度判定モデルを系統的に比較することで、実用上十分な精度を持った最適な危険箇所・危険度評価手法を新たに確立できた。特に、崩壊危険度の情報が皆無であるインドネシア南スラウェシ地域において、本研究の崩壊危険度・危険箇所評価手法は、将来の斜面崩壊危険箇所の空間的な予測と警戒避難体制に対して重要かつ実装可能で実用的なものとなったと思われる。