

# Regional Landslide Susceptibility Assessment in Ambon Indonesia and Japan by Multivariate Quantitative Predictive Models and Slope Stability Analysis

ア Ril, アディティアン

<https://hdl.handle.net/2324/1807104>

---

出版情報 : 九州大学, 2016, 博士 (農学), 課程博士  
バージョン :  
権利関係 :

氏 名 : アリル アディティアン

論文題名 : Regional Landslide Susceptibility Assessment in Ambon Indonesia and Japan by Multivariate Quantitative Predictive Models and Slope Stability Analysis

(多変数定量予測モデルおよび斜面安定解析によるインドネシア・アンボンと日本の斜面崩壊危険箇所評価法の比較研究)

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、国内外を問わず主要な山地の自然災害とされる。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（植生や土地利用種別）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。従ってここでは、2012年の九州北部豪雨災害とアンボン市豪雨災害を対象に研究を進めた。2012年の九州北部災害における7月11日から7月13日までの豪雨は、熊本県阿蘇市で総雨量656mm、降雨強度は493mm/日および106mm/hrであり、この莫大な量の降雨は非常に多数の土石流と斜面崩壊を発生させ、多数の死者と倒壊家屋および森林破壊の原因となった。一方、インドネシア・マルク州・アンボン島では、同じ2012年5月から8月の間に、最大日降雨量360mm/日の激しい豪雨による災害が生じ、州都アンボン市では、山地丘陵宅地斜面において89件の斜面崩壊が発生した。この崩壊により、32人の死者、多数の負傷者、305人の避難者と167軒の家屋倒壊が発生した。この土砂災害による推定経済損失は、約2,500万アメリカドルに相当した。これらの地域においては、斜面崩壊発生危険度・危険箇所を予測することは、将来の森林保全や土地利用計画の立案に役立ち、潜在的な被害に対する早期警戒システムを確立するためにも極めて重要である。

本研究は、上記の災害を対象として、これらの地域および類似した地域における斜面崩壊発生危険度や発生危険個所の予測手法を確立しようとするものであり、多変数定量予測手法を適用した。この手法では、多変量解析や人工ニューラルネットワーク（ANN ; Artificial Neural Network）などの数学的モデルを駆使し、一連のスコアにより危険区域を定義した。このように、斜面崩壊危険度の正確な推定を達成するために、最新の斜面崩壊発生分布や過去の土砂移動に関する多量の情報を収集し、発生頻度の重判別分析などの多変量統計解析やロジスティック回帰分析など線形手法とニューラルネットワーク ANN など非線形な手法の両者を用いて結果を比較した。この線形手法と非線形手法を比較するという観点は独創的なものと言える。

また、本研究ではGIS環境下において、上記のように発生頻度解析、ロジスティック回帰、ニューラルネットワークの3つの異な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、

ニューラルネットワークを用いて別途に斜面崩壊要因の最適化を行った。

次に、FEM（有限要素法）解析に基づく降雨浸透解析・斜面安定解析の合成解析を用い、インドネシア・アンボン丘陵斜面と日本・阿蘇山地斜面の豪雨時の降雨パターンの斜面安定度に対する影響を比較研究した。

研究の結果においては、発生頻度比解析の的中率 70.7%、ロジスティック回帰の的中率 69.5%に比べ、ANN が的中率 71.7%と最も高い精度を示した。次に斜面崩壊発生要因の最適化を考えて、ANN 解析において 8 つの予測要因から予測への影響が小さい 2 つの要因を取り除くと、的中精度は 71.7%から 77.7%に増加した。さらに、FEM に基づく斜面安定解析により、インドネシア・アンボンと日本・阿蘇山地の両地域の斜面では、豪雨の発生時に安全率が低下することが確認された。

結論として、当研究では地質境界密度などの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、3 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アンボン市において、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な実用的なものとなったと思われる。