

氏名(国籍)	ダカール アモド サガル (ネパール)		
学位の種類	博士(農学)		
学位記番号	博甲第2270号		
学位授与年月日	平成12年3月24日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	農学研究科		
学位論文題目	Remote Sensing and Geographic Information Systems Techniques for Landslide Hazard Evaluation and Prediction Models (リモートセンシングとGIS技術を用いた崩壊危険度の評価と予測)		
主査	筑波大学教授	農学博士	天田高白
副査	筑波大学教授	農学博士	安部征雄
副査	筑波大学教授	農学博士	前川孝昭
副査	筑波大学教授	P h . D .	安仁屋政武

論文の内容の要旨

山腹崩壊の抽出, 山腹崩壊災害の把握, 山腹崩壊ハザードマップの作成, そしてこれらの評価のために, リモートセンシングとGIS(地理情報システム)を援用する手法を開発し, この手法を中央ネパールに位置するKulekhani流域(124k m²)に適用した。ここでは, 山腹崩壊の前後のLandsat-TMデータに対して, 5種類の山腹崩壊抽出法を適用し, その効果を評価した。5種類の手法とは, (1)分光画像の差分, (2)植生指標画像の差分, (3)Tasseled cap変換画像の差分, (4)差分分光ベクトルの解析, および(5)主成分分析である。分光画像の差分は, TMの4つのバンド(1,2,3,7)について行い, その結果, 4つの差分画像を得た。また, 差分植生指標, 正規化植生指標, そして正規化差分植生指標について, 3つの差分画像を得た。また, 差分植生指標, 正規化植生指標, そして正規化差分植生指標について, 3つの差分画像を得た。また, Tasseled cap変換の差分により, 1つの差分画像(輝度変化)を得た。差分分光ベクトルの解析については, バンド1,2,3の画像および, バンド3,4の画像について行い, 2つの差分画像を得た。また, 山腹崩壊前後の画像のそれぞれバンド1,2,3を合わせて6次元のデータとし, 主成分分析を行った。このとき, 第3主成分の画像が, 山腹崩壊をよく表現した。山腹崩壊の前後で変化したピクセルと変化しなかったピクセルを分けるため, これらの差分画像に閾値を設けた。一方, 大縮尺の白黒空中写真にGPS測量を組み合わせて, 精度評価のための参照データを作成した。ここで, これらの11の差分画像の精度評価の為に, overall accuracyと, Khat accuracyの2つの指標を用いた。バンド1,2,3の分光ベクトルの変化が, 最もよく山腹崩壊を同定しており, その精度は88.3% (overall accuracy) および75.4% (Khat accuracy)であった。植生地の中の山腹崩壊の同定にはNDVI(正規化差分植生指標)が最も有効で, その精度は86.2% (overall accuracy) および53.3% (Khat accuracy)であった。次に, 空中写真及び現地調査によって作成した山腹崩壊分布図を, 数値地形モデルによる地形データ, 地質, そして土地被覆の各データからなるGISレイヤーと組み合わせて, 山腹崩壊被害の評価を行った。山腹崩壊地の特徴は, 多変量統計解析(数量化Ⅱ類)および単変量(崩壊率)統計解析によって評価し, その結果をハザード・マップに応用した。ここで2種類の崩壊率解析を行った。山腹崩壊地の標本抽出と非山腹崩壊地の標本抽出のやり方が閾値およびハザードマップに与える影響を, 数量化Ⅱ類によって評価した。山腹崩壊地の標本抽出には単純ランダム抽出法を用い, 非山崩壊地の標本抽出には, 非序列化階層別ランダム抽出法か序列化階層別系統的抽出法のいずれかを用いた。山腹崩壊地の抽出手法は1種類だが, 非山腹

崩壊地は5種類の手法で行い、それぞれについて、評価を行った。結果として、まず、山腹崩壊災害の評価においては地質が最も重要な因子であることがわかった。数量化Ⅱ類の5つの解析結果と崩壊率による2つの解析結果によって導かれたスコアおよび因子群を用いて、GIS上でハザード・マップを作成し、災害の危険度を、高・中・低・最低の4レベルで表現した。その結果、数量化Ⅱ類に基づくハザードマップの方が、崩壊率に基づくハザードマップよりも正確であることが示唆された。両者のハザードマップは、災害の危険度の組み合わせによって(2組もしくは4組)、60%から80%が一致した。数量化Ⅱ類に基づいて作ったハザードマップの中では、非山腹崩壊地の非序列化階層別ランダム抽出法によるものが高い精度を示した。非序列化階層別ランダム抽出法による、非山腹崩壊地のいくつか異なる抽出結果で作成したハザードマップは互いによく一致しており、実際の災害軽減や流域管理計画への応用に際して使用に耐えるものであることがわかった。本研究は、山腹崩壊災害の把握やハザード・マップの作成における様々な局面で、衛星リモートセンシングデータと空中写真が有用であることを明らかにした。

審査の結果の要旨

本研究は、リモートセンシングとGISを用いて崩壊危険度の判定・ハザードマップの作成とその評価手法を開発し、この手法をネパール中央部のKulekhani流域に適用したもので以下に示すいくつかの知見を得た。山腹崩壊の前後のLandsat-TMデータに対して、分光画像の差分など5種類の山腹崩壊抽出法を適用し、その効果を評価した。また山腹崩壊の前後で変化したピクセルと変化しなかったピクセルを分けるため、これらの差分画像に閾値を設けた。これらの11の差分画像の精度評価の為に、overall accuracyと、Khat accuracyの2つの指標を用いてバンド1,2,3の分光ベクトルの変化が、最もよく山腹崩壊を同定していることなどを明らかにした。空中写真及び現地調査によって作成した山腹崩壊分布図を、数値地形モデルによる地形データ、地質、そして土地被覆の各データからなるGISレイヤーと組み合わせて、山腹崩壊被害の評価を行った。山腹崩壊地の特徴は、多変量統計解析(数量化Ⅱ類)および単変量(崩壊率)統計解析によって評価した。GISを用いて単純ランダム抽出法で選んだ崩壊地と5組の非序列化階層別ランダム抽出法及び序列化階層別系統的抽出法で選んだ非崩壊地のデータサンプルの組み合わせが崩壊の主要な要因やクラスとその解析結果を使って作成されたハザードマップに与える影響を調べた。ハザードマップは危険性の程度に従い、高・中・低・最低の4ランクに分類して示した。山腹崩壊には地質が最も重要な因子であることがわかった。崩壊地と5組の非崩壊地のデータサンプルの組み合わせの解析結果により、崩壊の主要な要因やクラスに大きな差が無く、このことは非序列化階層別ランダム抽出法が非崩壊地のサンプリング方法として適切であり、また5つのハザードマップの精度は斜面災害の防災や流域管理計画への応用に際して使用しうることを示したものであり、高く評価できる。

よって、著者は博士(農学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。