

氏 名（本 籍）	WANG LIANGJIE（中華人民共和国）
学 位 の 種 類	博 士（工学）
学位授与番号	甲第 430 号
学位授与日付	平成 25 年 3 月 25 日
専 攻	生産開発システム工学専攻
学位論文題目	Landslide susceptibility analysis with new sampling strategy by using 3 D topographic model (3次元地形情報を用いた斜面崩壊危険区域の抽出解析)
学位論文審査委員	(主 査) 教 授 本 城 勇 介 (副 査) 教 授 小 嶋 智 理 事 八 嶋 厚 准教授 沢 田 和 秀

論文内容の要旨

Landslides play an important role in the evolution of landforms and represent a serious hazard in many areas of the World. In places, fatalities and economic damage caused by landslides are larger than those caused by other natural hazards. Due to the extraordinary breadth of the spectrum of landslide phenomena, no single method exists to map landslides. Thus, how to identify the potential landslide hazards is the major concern of recently landslide related researches.

In this study, we present two sampling strategies to analysis the functional relationships between landslide-causative factors and landslides using three mathematical models and validate the model results at different scales.

First of all, small scale landslide susceptibility maps ($>1:25,000$) are prepared in the study area. The main landslide-controlling factors, including three aspects such as topographic factors, water-related factors and human activities factors, are applied to build the landslide susceptibility models based on seed cell and Fuzzy c- means (FCM) clustering algorithm sampling strategies with logistical regression model (LRM), discriminant analysis (DA) and multivariate adaptive regression splines (MARS). Then, the pre-existing landslide topography bodies provided by National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED) and the AUC (area under relative operative characteristic cure) value are used to evaluate the models efficiency. The results indicate that MARS algorithm using seed sampling strategy provide better model performance, because most of landslide bodies are concentrated in high and very high categories.

At medium scale region, three important parameters, including land cover factors, geologic factors and distance to fault are added to landslide susceptibility analysis. First, we validated effects of DEM spatial resolution for landslide susceptibility by using four DEMs databases ranging from 2m to 20m in Mizunami city Gifu prefecture, Japan. The results show higher resolution DEM would offer better model results for landslide susceptibility mapping. But at some extent, 20m spatial resolution DEM is acceptable. Under this condition, another sampling strategy based on FCM clustering algorithm is used to refine input datasets with 20m spatial resolution. Then, the above three mathematical models are adapted to analyze the relations between landslide-controlling factors and landslides. Effectiveness of the analysis conducted in this study is discussed in chapter 4. Comparing the model results, we figure out that the logistical regress model with FCM sampling strategy is more suitable for landslide susceptibility analysis at medium scale, when fuzzy exponent is 1.9 and the number of clusters is 4 or 5.

論文審査結果の要旨

本論文は、標高・傾斜角・斜面の方位など山岳の3次元地形情報、表層地質・土壌の水分含有率・断層配置・河川からの離隔距離など、斜面崩壊に起因する関連情報を用いて、崩壊危険度の高いと考えられる斜面区域を抽出するための分析手法について整理している。

論文の中では、まず、比較的小規模な領域を調査対象として、「seed cell アルゴリズム」と「Fuzzy c- means (FCM) アルゴリズム」という2種類のクラスタリング手法、および「ロジスティック回帰分析 (LRM)」、「判別分析 (DA)」、「多変量適応的回帰スプライン (MARS)」の3種類の分析手法を用いて、斜面崩壊の危険区域抽

出モデルを構築し、それらの適用性について検討している。提案したモデルは、防災科学技術研究所が公表している対象領域内の危険区域の情報との整合性、および AUC (area under relative operative characteristic curve) 値に基づいて、精度評価を行っている。この検討の結果、seed cell アルゴリズムと MARS に基づくモデルの抽出精度が高いことを報告している。

次に、岐阜県瑞浪市を中規模の研究対象領域として設定し、前述した2つのクラスタリング手法を適用した。特に、「seed cell アルゴリズム」を用いた場合、異なる解像度の3次元地形情報(2~20m メッシュ)を用いて、地形情報の解像度の影響について検討している。この結果、解像度の高い地形情報を用いた場合、より高精度なモデルを構築することができることを報告しているが、その一方で、中規模な対象領域の場合、FCM アルゴリズムと LRM に基づくモデルの場合、20m メッシュ程度の地形情報を適用しても、ある程度有効なモデルを構築することも同時に報告しており、実際のデータに基づく各手法の比較だけでなく、地形情報の解像度の影響なども考慮している。

上記より、小領域および中領域を対象とした両解析において、解像度の高い地形情報を用いた場合の方が、より高精度の地形情報を利用できるため、感度の高い解析が可能となり、高度な抽出解析が可能となるが、地形メッシュのデータの差異があっても、大きな結果の差異がでない場合もあることがわかった。これは、抽出解析に用いるパラメータの重み、データの緻密さ(最小領域の面積)および地形データの精度の差異など、解析結果に影響したと考えられ、これについても解決方法を示唆している。これらの成果は、既存の情報を利用して、斜面の崩壊危険区域を概略的に抽出できる可能性を示した、学術的および工学的に重要な成果であると考えられる。

学位論文審査委員会では、以上の学位申請論文および発表論文(査読付き論文1編および査読付き会議論文1編)を慎重に検討した結果、提出された論文は工学的な価値が高く、かつ、完成された内容を有しているものと認め、論文審査に合格と判定した。

最終試験結果の要旨

学位論文審査委員会では、申請者に対し、学位論文公聴会等において、学位申請論文や発表論文の内容、および、それに関連した分析手法や評価についての質疑を行うとともに、それらについての適切な解答を得た。さらに、本研究の成果を実務に適用する場合の問題点と解決への展望など、細部にわたる口頭試問を行った結果、適切な解答等を得たので、最終試験に合格と判定した。