

Title	既存データの有効活用に基づく豪雨時の斜面崩壊に対する危険度予測手法の提案
Author(s)	伊藤, 真一
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/69599">https://doi.org/10.18910/69599</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 論文内容の要旨

氏名 ( 伊藤 真一 )

論文題名

既存データの有効活用に基づく豪雨時の斜面崩壊に対する危険度予測手法の提案

## 論文内容の要旨

国土の7割以上が山地で構成される日本では、毎年、全国各地で豪雨による斜面崩壊が発生している。斜面崩壊は人的被害から社会インフラの損傷まで多大な損失を引き起こす。それゆえ、豪雨時の斜面崩壊に対する適切な危険度予測が必要である。豪雨時の斜面崩壊に対する危険度予測を立場ごとのニーズから考えると、地方自治体では、「面」的な危険度予測の精度向上が求められる。道路管理者や鉄道管理者の立場からは、線状構造物に対応した「線」における危険度予測が必要である。住民の立場で考えると、より詳細な「点」での危険度予測が求められる。このように、「面」と「線」と「点」では、斜面崩壊に対する危険度予測のニーズが異なる。本研究では、膨大に蓄積された既存データを有効活用することで、上述した問題をそれぞれ解決できる危険度予測手法を提案した。そして、各提案手法の有用性を明らかにするとともに、それらの実際の運用方法についても検証した。

第1章では、本研究の背景と目的を述べるとともに、本論文の構成を説明した。

第2章では、「面」における危険度予測手法である土砂災害警戒情報の高度化を目的として、1kmメッシュ単位で素因情報を考慮し、新たな機械学習を適用する危険度予測手法を提案した。そして、実際に豪雨災害が発生した地域を対象として、危険度予測を行って提案手法の有用性について検証した。その結果、提案手法を用いて構築された予測モデルは素因と誘因の影響を考慮した斜面崩壊に対する危険度予測が可能であり、提案手法が土砂災害警戒情報の高度化に対して有効であることを明らかにした。

第3章では、長大な「線」の中から危険な「点」を抽出するために、素因情報の類似性に基づく危険斜面抽出手法を提案した。そして、提案手法に対して道路のり面の点検データを適用することで、提案手法の有用性について検証した。その結果、提案手法を用いることで、実際の崩壊斜面と類似した特徴を有する斜面を危険斜面として抽出し、その中で、危険度の順位付けが可能であることを明らかにした。

第4章では、「点」において、現地計測結果を適切に再現できる浸透解析モデルの推定手法の確立を目的として、土中水分量の計測結果に基づく浸透解析モデルのデータ同化を提案した。様々な事例に対してデータ同化を行うことで、弱い降雨時の計測結果に基づいて推定された浸透解析モデルを用いて強い降雨時の計測結果も適切に再現できること、様々な降雨時の計測結果を用いたデータ同化を行うことでより適切な浸透解析モデルへと更新できること、ヒステリシスの影響を考慮してデータ同化を行うことでより再現性の高い浸透解析モデルを推定できること、アンサンブルの退化の抑制と効果的なデータ同化という2つの条件を同時に満たすデータ同化手法としては融合粒子フィルタが有効であること、地下水位の計測結果を用いてデータ同化を行っても適切な浸透解析モデルを推定できることなどを明らかにした。

第5章では、数値解析に基づく「点」における危険度予測手法の確立を目的として、土中水分量に基づく危険度予測手法を提案した。その結果、データ同化によって推定された浸透解析モデルを用いることで、過去最大の土中水分量に関する確率分布を算出できるため、その確率分布に基づいて誤差も考慮したアラートの発令が可能であることを明らかにした。

第6章では、各章で提案した危険度予測手法の実際の運用方法について検証した。その結果、「面」における危険度予測に関しては、第2章で提案した手法を用いることで、素因と誘因の影響を考慮した危険基準の設定が可能であることを明らかにした。また、この提案手法は、「線」におけるマクロ的な危険度予測にも応用可能であることも指摘した。長大な「線」の中から危険な「点」を抽出するためには、第3章で提案した素因情報の類似性に基づく危険斜面抽出手法が適用可能であることを示した。「点」における危険度予測に関しては、現地計測結果が蓄積されれば、第4章で提案した計測結果に基づく浸透解析モデルのデータ同化が可能であり、それによって適切な浸透解析モデルが推定されれば、第5章で提案した土中水分量に基づく危険度予測も可能になることを明らかにした。

第7章は総括であり、各章ごとに得られた成果を要約して全体の結論とした。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 伊 藤 真 一 )			
論文審査担当者		(職)	氏 名
	主 査	准教授	小田 和広
	副 査	教授	奈良 敬
	副 査	教授	鎌田 敏郎
	副 査	教授	笹原 克夫 (高知大学理工学部)

## 論文審査の結果の要旨

国土の7割以上が山地で構成される日本では、毎年、全国各地で豪雨による斜面崩壊が発生している。斜面崩壊は人的被害から社会インフラの損傷まで多大な損失を引き起こす。それゆえ、豪雨時の斜面崩壊に対する適切な危険度予測が必要である。豪雨時の斜面崩壊に対する危険度予測を立場ごとのニーズから考えると、地方自治体では、「面」(地域)的な危険度予測の精度向上が求められる。道路管理者や鉄道管理者の立場からは、線状構造物に対応した「線」(線状構造物)における危険度予測が必要である。住民の立場で考えると、より詳細な「点」(地点)での危険度予測が求められる。このように、「面」と「線」と「点」では、斜面崩壊に対する危険度予測のニーズが異なる。本論文では、当初の意図とは異なるものの膨大に蓄積された既存データを有効活用することで、上述した問題をそれぞれ解決できる危険度予測手法を提案している。さらに、各提案手法の有用性を明らかにするとともに、それらの実際の運用方法についても考察している。

第1章では、本研究の背景と目的が述べられるとともに、本論文の構成が説明されている。

第2章では、「面」における危険度予測手法である土砂災害警戒情報の高度化を目的として、1kmメッシュ単位で素因情報を考慮し、新たな機械学習方法を適用する危険度予測手法が提案されている。論文では、実際に豪雨災害が発生した地域を対象とした危険度予測が行われており、それを通じて提案手法の有用性が議論されている。提案手法を用いて構築された予測モデルは素因と誘因の影響を考慮した斜面崩壊に対する危険度予測が可能であり、提案手法が土砂災害警戒情報の高度化に対して有効であることが明らかにされている。

第3章では、長大な「線」の中から危険な「点」を抽出するために、素因情報の類似性に基づく危険斜面抽出手法が提案されている。論文では、提案手法に対して道路のり面の点検データを適用することで、提案手法の有用性が議論されている。その結果、提案手法を適用することで実際の崩壊斜面と類似した特徴を有する斜面を危険斜面として抽出、それに加え危険度の順位付けが可能であることが明らかにされている。

第4章では、「点」において、現地計測結果を適切に再現できる浸透解析モデルの推定手法の確立を目的として、土中水分量の計測結果に基づく浸透解析モデルのデータ同化手法が提案されている。様々な事例に対してデータ同化によって浸透解析モデルが推定できること、弱い降雨時の計測結果に基づいて推定された浸透解析モデルを用いて強い降雨時の計測結果も適切に再現できること、様々な降雨時の計測結果を用いたデータ同化を行うことでより適切な浸透解析モデルへと更新できること、ヒステリシスの影響を考慮してデータ同化を行うことでより再現性の高い浸透解析モデルを推定できること、アンサンブルの退化の抑制と効果的なデータ同化という2つの条件を同時に満たすデータ同化手法としては融合粒子フィルタが有効であること、地下水位の計測結果を用いてデータ同化を行っても適切な浸透解析モデルを推定できることなどが明らかにされている。

第5章では、数値解析に基づく「点」における危険度予測手法の確立を目的として、土中水分量に基づく危険度予測手法が提案されている。論文では、データ同化によって推定された浸透解析モデルを用いることで、過去最大の土中水分量に関する確率分布を算出し、その確率分布に基づいて誤差も考慮したアラートの発令が可能であることが明らかにされている。

第6章では、各章で提案された危険度予測手法の実際の運用方法が考察されている。論文では、「面」における

危険度予測に関しては、第2章で提案した手法を用いることで、素因と誘因の影響を考慮した危険基準の設定が可能であることが明らかにされている。また、この提案手法は、「線」におけるマクロ的な危険度予測にも応用可能であることも指摘されている。長大な「線」の中から危険な「点」を抽出するためには、第3章で提案した素因情報の類似性に基づく危険斜面抽出手法が適用可能であることが示されている。「点」における危険度予測に関しては、現地計測結果が蓄積されれば、第4章で提案した計測結果に基づく浸透解析モデルのデータ同化が可能であり、それによって適切な浸透解析モデルが推定されれば、第5章で提案した土中水分量に基づく危険度予測も可能になることが明らかにされている。

第7章は総括であり、各章ごとに得られた成果を要約して全体の結論としている。

以上のように、本論文は豪雨時の斜面崩壊に対し、過去に蓄積されてきた既存データを機械学習やデータ同化という最新の解析手法を適用することによって、新たな視点から解決を図ろうとするものである。この点において、本論文は新規性が高い。また、本論文では既存データを使用することから今すぐにも実問題に対して適用が可能であり有用である。本論文の成果は、豪雨時の斜面崩壊の危険度に対する定量的評価の基盤として、斜面防災に対する新たなソリューションとして今後発展することが期待できる。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。