

地震動が斜面に与える影響評価マップの利用に関する基礎的検討

日本大学工学部 学生会員 ○竹下 裕哉・小川 恭広
日本大学工学部 正会員 梅村 順

1. はじめに

従来の斜面災害に対する崩壊危険度評価では、危険度の基準として既往事象が用いられている。既往事象には、それを生じさせた誘因が含まれるため、それを説明変数に含めることが困難で、結果として多くの場合、素因のみを説明変数とした評価に帰着している。著者らは危険度評価に誘因を反映させるために、地震誘因の斜面災害を対象とした牧野ら¹⁾の提案について最大加速度の評価を修正するとともに、それらの評価での閾値の検討を目的に進めた。

2. 地震力マップ作成背景

既往事象を基準にした危険度評価では、評価された危険度が既往事象と同じ、または、類似した誘因に対するものになり、将来予想される降雨や地震などの評価では不確実になる。結果として、誘因は従属因子になることを避けられず、評価の説明因子にできない。また、既往事象の基準では、崩壊の閾に関する問題も存在する。例えば、2011年東北地方太平洋沖地震の際、写真-1に示すような尾根部に達した亀裂が、福島県白河市小田川矢部屋をはじめ数カ所で確認されている。これらの亀裂は崩壊には至らなかったものの、地震に伴い内部にすべり面が発達し、崩壊の危険性が高まった状態になった斜面と解される。このような斜面は数多く発生したと考えられるが、それらの確認は困難である。斜面崩壊誘因のうち降雨では、2008年から土砂災害警戒情報が運用されている。著者らは、地震を誘因とした斜面崩壊危険度について、上述した問題点を解決する一案として、この土砂災害警戒情報のような情報提供ができないかと考えた。具体的にはまず、土砂災害警戒情報の基礎となる判定メッシュ情報で用いられる土壌雨量指数のような定量評価を目指し、降雨の評価に用いられるスネーク曲線に倣って、斜面が受ける地震力について、図-1に示すような強い地震動とその継続時間を評価する指標で検討した。



写真-1 尾根に発達した亀裂

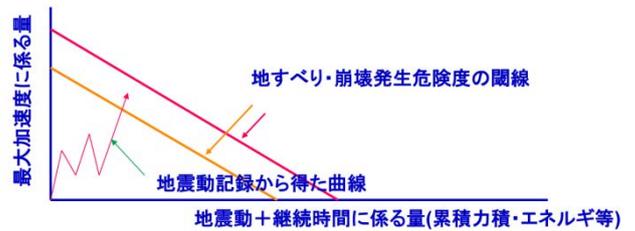


図-1 地震力評価の概念図

3. 地震力の評価指標と地震力マップの作成

2011年東北地方太平洋沖地震では、強い地震動に加えて、その継続時間が被害を増大させたことが示唆された。そこで、同地震で地すべり性崩壊が多く発生した福島県白河市小田川地域を例に評価を行った。

評価は、牧野ら¹⁾が提案した、強い地震動に対応する斜面傾斜に沿った方向の最大加速度と、強い地震動の継続時間に対応した斜面上でのArias Intensityの傾斜方向成分をベースに、最大加速度について、斜面の面積、および、無次元化を考慮して、斜面傾斜方向と斜面法線方向に作用した最大加

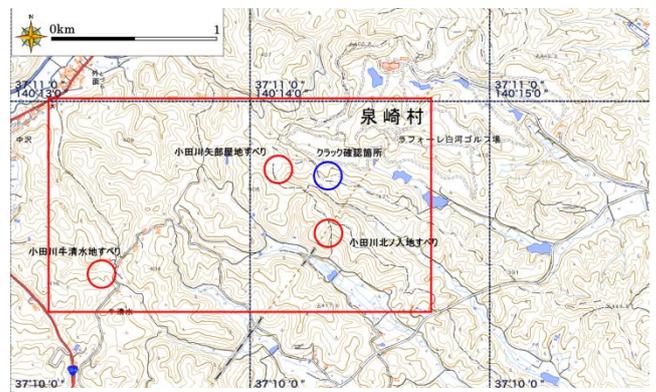


図-2 マップ作成対象範囲
(国土地理院電子地形図に加筆)

キーワード 斜面災害・地震動・最大加速度・Arias Intensity・GIS

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 TEL024-956-8709 FAX024-956-8858

速度比で評価した。

地震力マップの作成方法は、図-3 に示すとおりである。まず、国土地理院 10m メッシュ DEM を利用し、各メッシュの斜面の法線と傾斜の方向を表した傾斜図を作成し、それをベースマップとした。次いで、地震動は地盤の増幅特性を考慮して対象地区に最も近い KIK-NET 西郷観測点の地中地震計で観測された同地震の記録を用いてメッシュ毎に法線方向と傾斜方向に地震記録を座標変換し、それに基づいて最大加速度比と Arias Intensity の傾斜方向成分最大値を算出した。それら最大値をメッシュ毎に関連づけてマップとした。それらを図-4、5 にそれぞれ示す。

4. 評価の閾値に関する検討と問題点

図-4、5において、評価値の危険度が高いとされる上位10%を赤で表示した。図中には、崩壊発生箇所、および、亀裂が確認された箇所を併せて示した。最大加速度比マップで赤く表示された斜面は、対象範囲のほぼ全域に点在し、一部それらが固まって表示されている箇所があり、それら箇所の幾つかは崩壊を生じた斜面に対応した。

一方、Arias Intensity最大値マップでは、赤く表示された斜面が帯状に連なっており、それら帯の上に崩壊を生じた斜面が分布していた。これらのことから、本研究で評価した地震力マップはいずれも概ね、危険度評価ができていたことが確認できた。また、牧野ら¹⁾の示した加速度ベクトルマップに比べ、本研究で修正した最大加速度比マップは、斜面上の単位要素をイメージしている点でテンソル表示であるArias Intensityマップと物理的に比較ができ、その点で改善できた。

しかし、これらの評価では危険と評価される箇所数が多く、現地確認が困難であった。特に、亀裂の発生のみで留まった斜面の抽出には現地確認が不可欠であったために、定量的な閾値の検討には課題が残された。また、メッシュの大きさは対象とする崩壊規模との関係で決定されるが、最大加速度比マップでは10mメッシュでは小さい可能性が示唆される一方、メッシュの大きさ、対象範囲は、計算機の能力とも関連する技術的な問題もあった。さらに、ベースマップとして斜面傾斜図を用いたが、地震時の崩壊では地形の凹凸が有効と考えられ、ベースマップの工夫にも課題がある。これら、具現化した課題について、今後、検討する必要がある。

参考文献 1)牧野他(2015):地震後の斜面崩壊ポテンシャルマップ作成に関する検討, 平成27年度土木学会東北支部技術研究発表会. 2)国土地理院地図(<http://maps.gsi.go.jp>). 3)防災科学研究所KIK-NET 地中地震計データ(<http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>)(閲覧日 2016年12月23日). 4)Arias,A.(1970):A measure of earthquake intensity,Seismic Design for Nuclear Power plants(Hansen,R.J.ed.),pp438-483.

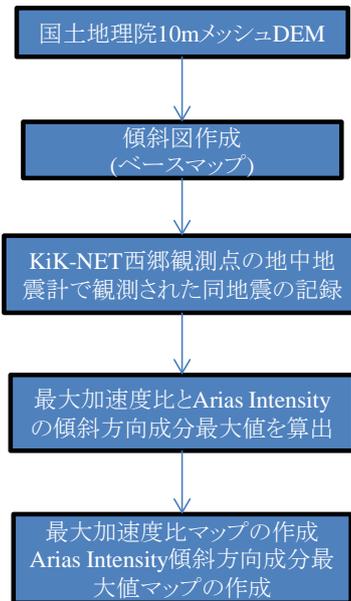


図-3 地震力マップの作成方法

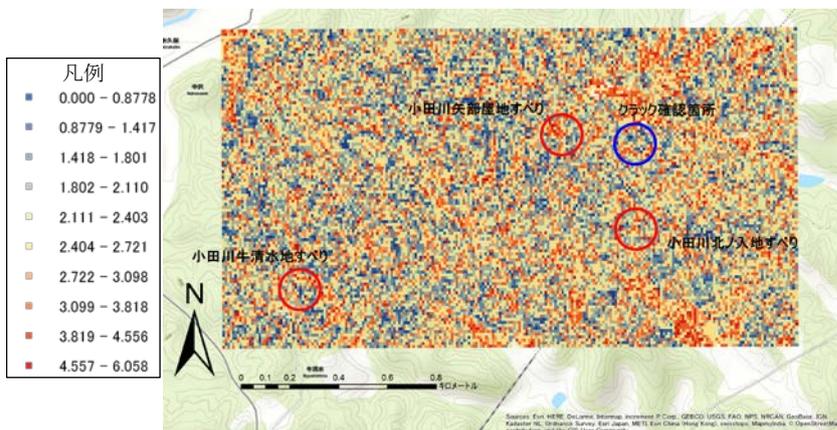


図-4 最大加速度比マップ作成例

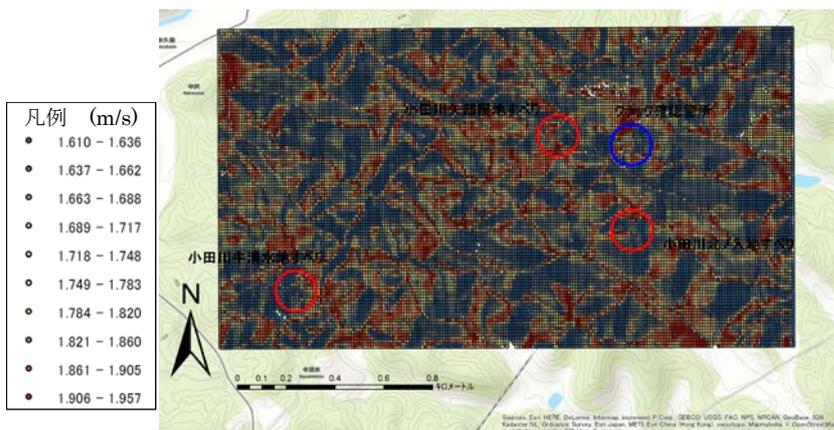


図-5 Arias Intensity 傾斜方向成分最大値マップ作成例