

航空レーザー測量データから地震後の崩壊危険斜面を予測する

森林防災研究領域 村上 亘

大きな地震の後に降雨による崩壊が起こりやすくなる現象が数多く報告されていますが、そのメカニズムについては不明でした。今回、地震発生後の複数の時期に航空レーザー測量で得られた詳細な地形データを比較することで、地震後に崩壊が発生した斜面の地形的特徴をつきとめました。崩壊の多くは山地斜面内の浅く凹んだ緩斜面で発生し、そこには地震による亀裂などの斜面変形の痕跡が認められました。本研究の成果は、2016年熊本地震により被害を受けた阿蘇地域のように、地震後の降雨により再度の崩壊発生が懸念される地域の防災対策に役立てる予定です。

成果

地震後の山地斜面では降雨による崩壊が多い

1995年の阪神淡路大震災以降、国内各地で大きな地震による災害が多発しています。これらの大きな地震の後に降雨による崩壊の発生が増加することが数多く報告されていますが、そのメカニズムについては不明な点が多く残されています。私たちは2008年岩手・宮城内陸地震の発生後に降雨による崩壊がみられた岩手県の山地で、地震発生後の詳細な地形データの時系列解析と現地調査を行い、地震が斜面に与えた影響と地形の関係を詳しく調べました。

航空レーザー測量データの比較から明らかとなった崩壊斜面の地形的特徴

近年、航空レーザー測量（Light Detection And Ranging：以下LiDAR）という計測技術の発達により、従来よりも高精度な地形データを得ることが可能になりました。私たちは2008年6月14日に発生した岩手・宮城内陸地震後の複数の時期にLiDARで得られた詳細な地形データを比較して、地震後の降雨で崩壊が発生した斜面の地形的特徴を検討しました。その結果、斜面内の部分的に浅く凹んで傾斜が緩くなっていた場所が崩壊していることがわかりました。また、周辺の崩壊が発生していない斜面において同様の地形を特定し、現地調査で斜面の様子を詳しく調べました（図1a）。その結果、これらの緩斜面には、地震の際に形成されたと思われる亀裂などの斜面変形の痕跡が認められました（図1b、c）。

変形斜面の内部構造が示す崩壊リスク

今回の調査で亀裂のような地震による変形の痕跡が見つかった場所において、地盤の堅さを調べる簡易貫入試験や掘削断面の観察を行ったところ、地下70～100cmの風化層の中に、指で押せばへこむような硬さしかない弱層が形成されていることがわかりました（図2）。亀裂や弱層は地震動で斜面の一部がずり落ちたために形成さ

れたものと考えられます。このような弱層は地震による変形を受けていない斜面にはみられないことから、弱層がすべり面となることで、地震後の降雨の際に崩壊が発生しやすくなっていることがわかりました（図3）。

成果の利用

2016年に発生した熊本地震の被災地においても降雨時の崩壊発生が心配されています。本研究の成果は、阿蘇地域のように地震後に再度の崩壊発生が懸念される地域の防災対策に役立てる予定です。

研究資金と課題

本研究は、JSPS科研費（JP15K01272）「複数時期の画像およびLiDARデータの解析による変形斜面の特定と崩壊リスクの予測」による成果の一部です。

文献

村上 亘（他）（2017）2008年岩手・宮城内陸地震後の降雨により崩壊が発生した山地斜面の地形的特徴、日本地すべり学会誌、54(1)、3-12。

専門用語

航空レーザー測量（Light Detection And Ranging：LiDAR）：飛行機やヘリなどから照射したレーザーの反射時間を基に標高を計測する手法。従来よりも詳細な地形情報を得ることができる。

簡易貫入試験：5kgのおもりを50cmの高さから落下させ、直径25mm、先端角60°のコーン（円錐形の突起物）が10cm貫入するのに要したおもりの落下回数（Nc値）で地盤の硬さを計測する手法。

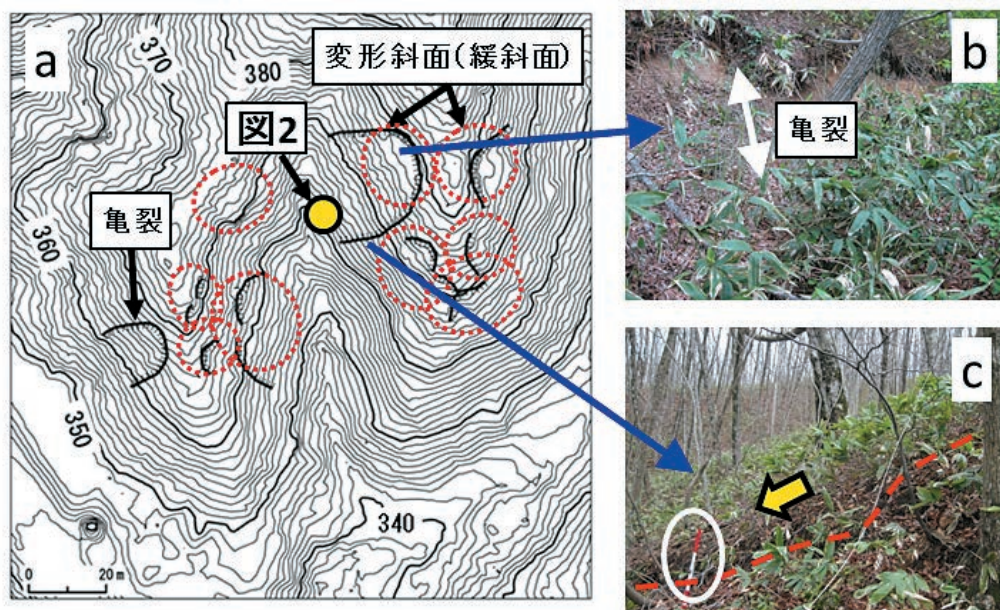


図1. 崩壊が発生していない斜面において特定された変形斜面（緩斜面：赤点線枠）と現地調査で確認された亀裂の分布（a）および亀裂の写真（b、c）

cの写真の位置では、亀裂（赤破線）よりその下方斜面（写真奥）が下流側（黄色矢印方向）に変形し、写真左下のポール付近（白枠）でせり出している状況が認められました。aの写真の黄色の丸は、図2の調査点。（村上他2017より修正して引用）

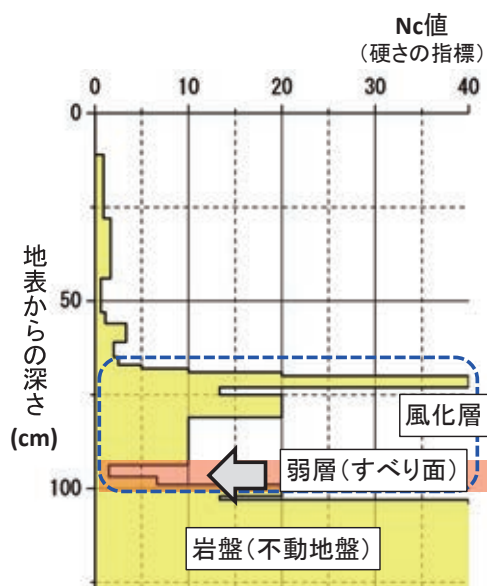


図2. 簡易貫入試験の結果

調査位置は図1の黄色の丸。Nc値が10未満の弱層（矢印）は亀裂を発生させた斜面変形の発生した移動層と不動地盤の間のすべり面、Nc値が10～30の層は岩盤の風化層（青破線枠）と推定されました。（村上他2017より修正して引用）

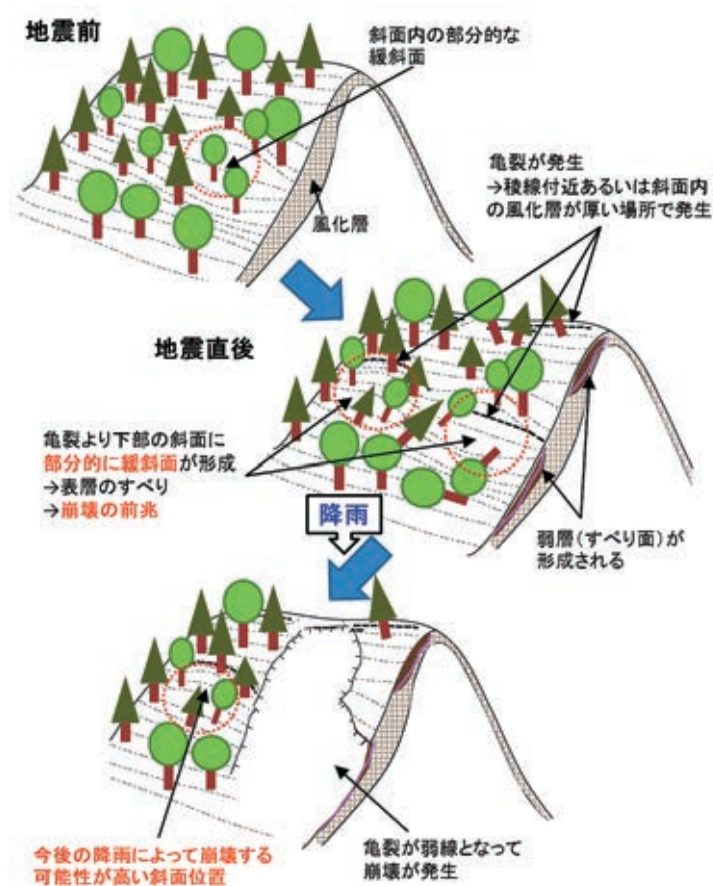


図3. 地震後の降雨による斜面崩壊発生モード図（村上他2017より引用）