

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 16 日現在

機関番号：82105

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24658146

研究課題名(和文) 災害前後に計測された航空レーザー測量データを利用した山地斜面の崩壊危険個所の特定

研究課題名(英文) Research to extract slopes with risk of landslides, using the LiDAR data measured before and after a hazard.

研究代表者

村上 亘 (Murakami, Wataru)

独立行政法人森林総合研究所・水土保持研究領域・主任研究員

研究者番号：10353880

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,400,000円、(間接経費) 420,000円

研究成果の概要(和文)：岩手宮城内陸地震前後に複数回計測された航空レーザー測量データを比較し、斜面に変形が認められる箇所を抽出し、現地で確認した。亀裂等の斜面の変形が認められた斜面では土質調査を行った。亀裂が発生した斜面では簡易貫入試験および土質断面調査から、N値が20以下の風化した層が厚く存在するとともにN値が10以下の脆弱な層も形成されていることが確認された。調査地では地震後の降雨により新たな崩壊が発生しているが、AMeDAS雨量データから土壌雨量指数と確率降雨を算出すると、地震発生以降の雨量では崩壊が発生する可能性は低いという結果となり、地震によって崩壊が相対的に発生しやすくなっていることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：I compared the hillshade and contour maps, using the LiDAR data measured before and after the Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake occurred on June 18, 2008. And, I have extracted the site where the transformation is confirmed to the slope. On these slopes, the occurrence of cracks was confirmed by the field survey. On these slopes, I did the soil exploration. As a result, it was confirmed that a weathering thick layer (N-value is less than 20) existed in these slopes and a weak layer (N-value is less than 10) existed between weathering layers. In addition, I calculated the return periods of rainfall and the soil water index on the basis of the AMeDAS data near the study area. As a result, it was confirmed that the possibility of landslide occurrence was low in the rainfall after the earthquake. Therefore, it was guessed that the possibility of landslide occurrence according to rainfall after the earthquake was relatively high in these slopes.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林圏科学・森林科学

キーワード：岩手宮城内陸地震 航空レーザー測量 斜面変形 亀裂 崩壊

1. 研究開始当初の背景

2008年岩手・宮城内陸地震の際に多くの斜面崩壊が発生した岩手県南部から宮城県北部の山地斜面において、地震後の降雨により崩壊が発生した山地斜面がこれまでに複数確認される(村上ほか、2010)。2011年3月11日に発生した東日本大震災では上記の調査地においても震度6~7の地震に見舞われた。新聞等の報告では上記の現場における新たな崩壊の発生等はこれまでに報告されていない。しかし、現地踏査等の結果、斜面内に新たな亀裂の発生や拡大が認められ、斜面がより不安定な状態となっていることが判断された。このように、崩壊する危険性が高まった斜面の増加が懸念される。

※参考文献：村上ほか(2010) 岩手宮城内陸地震で発生した崩壊斜面の地質・地形的特徴と拡大要因について-岩手県側の事例-，季刊地理学，61-2，p39

2. 研究の目的

本研究では、2008年岩手・宮城内陸地震被害地域において、東日本大震災の影響によって崩壊する危険性が高まった山地斜面を災害前後の航空レーザー測量データの解析とそれに基づく現地調査から特定することを目的とする。

3. 研究の方法

2008年岩手・宮城内陸地震の被害地域では、国土交通省東北地方整備局および林野庁東北森林管理局によって、部分的にはあるが地震前および地震後の複数の時期に航空レーザー測量が実施され、データが整備されている。また、東日本大震災後にも航空レーザー測量が実施されている。これらのデータを入手し、

(1) 複数の時期に計測が実施された領域において、陰影図および等高線図、断面図を作成する。

(2) 作成した図を比較することで、亀裂等斜面の変形箇所を特定する。

(3) 特定した箇所については航空レーザー測量計測後に撮影された衛星画像データを利用して、崩壊発生の有無を確認する。崩壊が発生していない場合は随時現地を踏査し、存在を確認する。

(4) 確認箇所についてはGPSを使用して位置情報を地図上に落とししていく。

確認した場所のうち、とくに変形の進行が著しい場所については杭などを打っておき、次の調査の際に杭の移動の有無などをGPSあるいは光波距離計等を利用して計測し、確認する。確認した斜面の変形箇所において、

(5) 現地調査を行い、変形の進行の有無、脆弱な層(すべり面等)の存在の有無を確認する。確認のために、

①測量

②貫入試験等による土質調査

③土質断面調査

を実施する。さらに、

(6) 調査地周辺の地形、地質および降水量データを収集し、これまでの降雨状況と崩壊の発生状況との関係を地質、地形的な特徴と合わせて検討する。

以上の調査結果を基に、地震後、脆弱化した斜面を特定し、今後の降雨などによる崩壊の危険性を評価する。

4. 研究成果

(1) 複数時期の空中レーザー測量データの比較による斜面変形箇所の抽出と確認

複数時期に計測された空中レーザー測量データから作成した陰影図および等高線図、断面図を比較し、斜面の変形箇所を抽出した。宮城県栗原市の栗駒ダム西方、三迫川右岸の斜面において、2008年の岩手宮城内陸地震前後、及び2011年東日本大震災後に計測されたデータを比較し斜面の変形箇所を抽出し、現地で確認した。その結果、複数の箇所で亀裂等の斜面の変形を確認した(図1)。確認した斜面の変形箇所のうち、道路等への影響があると判断した崩壊危険箇所については、関係する部署に連絡し、対応をお願いした(図2、写真1、2)。

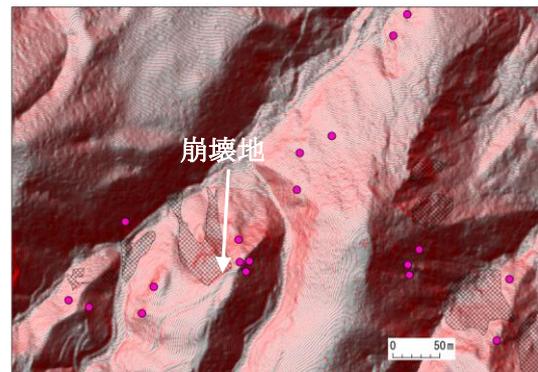


図1 2008年岩手宮城内陸地震前後に計測された航空レーザー測量データの比較により抽出された斜面の変形箇所(ピンクのポイント)。抽出された変形箇所については現地で存在の有無を確認した。

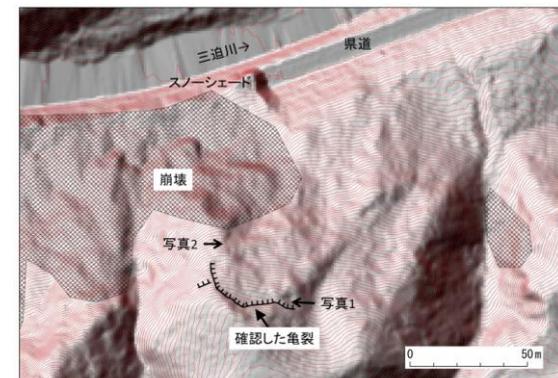


図2 現地調査によって存在が確認された亀裂。確認された亀裂より下方の斜面が崩壊し、県道へ影響を与える可能性が判断された。



左：写真1 現地で確認された亀裂（段差は2m）

右：写真2 崩壊の上部の状況。確認された亀裂より下方に位置する。亀裂が複数みられ、樹木の寝返りも複数確認される。

(2) 変形斜面の脆弱性の調査結果

岩手県一関市槻木平地区の山地斜面で確認された斜面変形箇所について、貫入試験および、土質調査を行い、変形が認められなかった斜面と比較した（図3）。その結果、斜面の変形箇所では、N値が20以下の風化層が厚く存在し、その中にN値が10以下の脆弱な層が狭在することが明らかとなった（図4、図5）。変形が認められない斜面では風化層は変形した斜面よりも薄く、脆弱な層は確認されなかった（図6、図7）。このことから相対的に崩壊が発生しやすくなっていることが推測された。

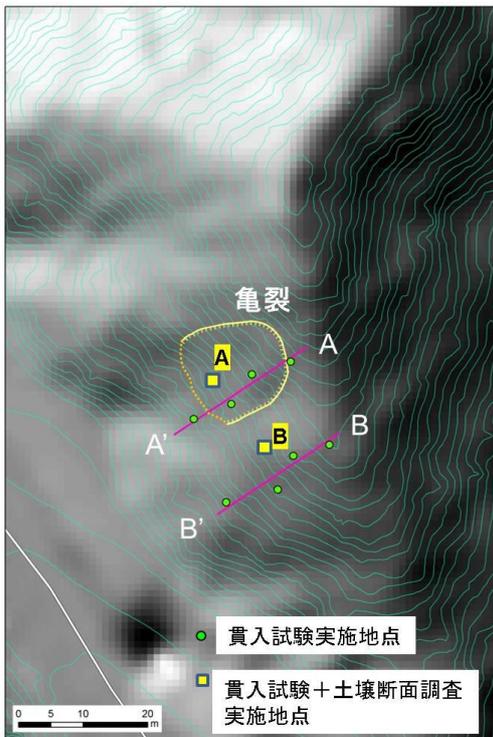


図3 貫入試験および土壌断面調査実施地点

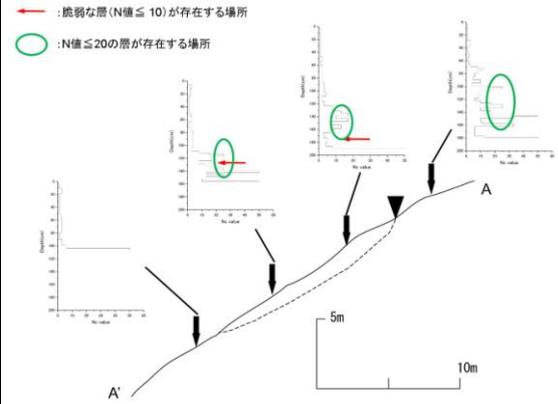


図4 亀裂がある斜面（A-A'）の貫入試験の結果。亀裂より下方の変形が認められた斜面では、N値が20以下の風化した層（緑枠の部分）が比較的厚く、さらにN値が10以下の脆弱な層（赤矢印で示す部分）が存在することが確認された。

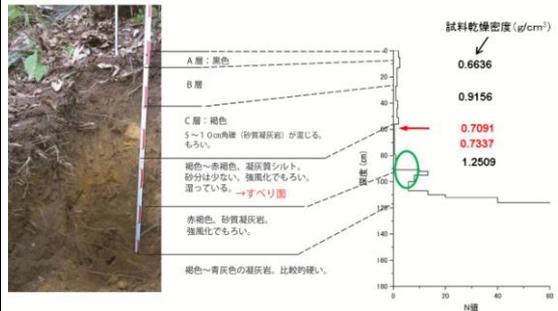


図5 亀裂がある斜面（A-A'）での土質調査の結果。左写真が土壌断面。左が対応する箇所の貫入試験の結果である。表面から55～80 cm付近に脆弱な層（すべり面）が確認された。その上下の層も風化がひどく脆かった。

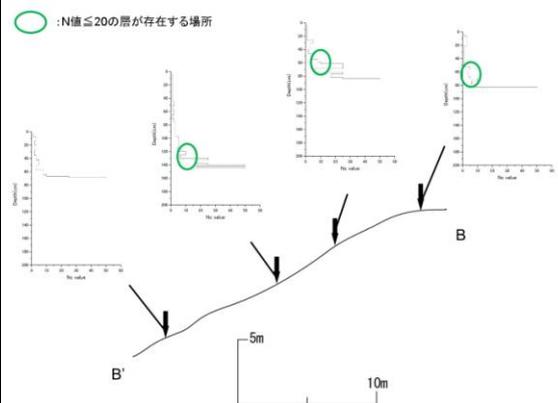


図6 亀裂がない斜面（B-B'）の貫入試験の結果。N値が20以下の風化した層（緑枠の部分）は認められるが、N値が10以下の脆弱な層の存在は認められなかった。

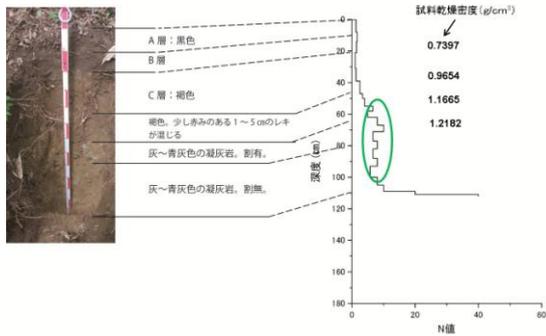


図7 亀裂がない斜面(A-A')での土質調査の結果。左写真が土壌断面。左が対応する箇所の貫入試験の結果である。N値が20以下の風化層の存在は認められるが、脆弱な層は認められなかった。

(3) 雨量データの解析結果

調査地周辺のAAMeDAS雨量データから土壤雨量指数及び確率降雨を算出した。2008年岩手宮城内陸地震以降、2012年に至るまでの降雨は5年以下の確率降雨しか観測されなかった(図8)。期間中の土壤雨量指数も2012年10月1日に期間2位となる値となった以外は上位に入ってこなかった(表1)。とくに地震後の降雨によりに崩壊が確認された、地震直後の2008年6月18日から8月31日までの降水量は年1回程度の確率降雨であり(図9)、土壤雨量指数の順位も7月23日の降雨が157位と強い降雨ではなかった。このことから、地震によって地盤が脆弱化したために崩壊が発生したことが明らかとなった。

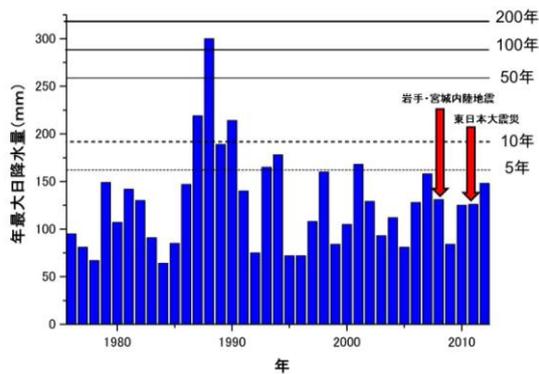


図8 1976~2012年までの年最大日降水量と確率年最大降水量。気象庁のAMeDAS観測地点「祭時」及び「巖美」のデータを使用した。2008年岩手宮城内陸地震以降、2012年に至るまでに観測された降雨は5年以下の確率降雨しか観測されていない。

表1 1976~2012年までの気象庁のAMeDAS観測地点「祭時」及び「巖美」のデータより算出された土壤雨量指数の順位。各年の観測開始日~観測終了日で算出した。計算はひと雨(降雨後24時間降雨が観測されなくなるまで)ごとに行い、各年の第1位の値の大きい順に順位付した。2008年の地震以降、2012年の10月1日まで、顕著な豪雨は観測されていないことが明らかとなった。

順位	日付	土壤雨量指数
1	1988/08/29	143.1012
2	2012/10/01	133.5773
3	1989/08/28	125.7485
4	1981/08/23	123.0101
5	1990/09/20	117.7927
6	1994/09/30	117.2644
7	2001/09/11	111.7651
8	1987/08/29	111.6855
9	1979/10/19	109.7836
10	1987/08/17	108.3347
11	2002/10/02	104.4099
12	1998/09/16	101.7281
13	1986/08/05	100.3258
14	2001/08/22	98.05231
15	1981/04/20	97.88683
16	2012/05/04	96.19841
17	2002/07/11	95.94802
18	2000/04/22	94.93241
19	2007/09/07	94.84026
20	1993/11/14	90.97788

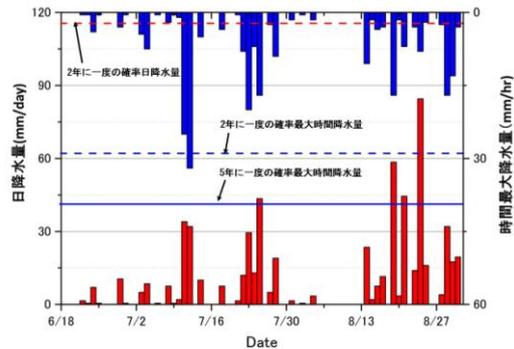


図9 2008年6月18日~8月31日までの日降水量および時間最大降水量。地震後に新たに崩壊が発生した期間中の降水量は年1回程度の確率降雨だった。

5. 研究組織

(1) 研究代表者

村上 亘 (MURAKAMI, Wataru)

独立行政法人森林総合研究所・水土保全研究領域・主任研究員

研究者番号：10353880