

深層崩壊の前兆をつかまえる

水土保持研究領域
長野県林業総合センター

大丸 裕武、村上 亘
戸田 堅一郎

要 旨

近年、日本各地で深層崩壊が発生して大きな被害をもたらしています。深層崩壊は、山体が自らの重量で変形（重力変形）し、亀裂の入った岩盤が豪雨や地震で崩れ落ちる現象です。岩手・宮城内陸地震の際の栗原市での斜面の研究から、継続的に変形が進行する山地だけでなく、いつもは安定していて、地震時にだけ変形が進行する山地があることがわかりました。重力変形の際に発生する地割れに起因する地形から、深層崩壊の危険性をある程度推定ができますが、このような地形はきわめて多くみられ、さらに危険斜面を絞り込む必要があります。年代別空中写真の解析から、最近深層崩壊が発生した斜面では、直前に山脚に小崩壊が出現する例が多いことがわかりました。

深層崩壊予測の難しさ

近年、極端な豪雨による深層崩壊が各地で発生しています。深層崩壊は、古くは“地すべり性崩壊”と呼ばれ、その多くは山体が自らの重量で変形する過程で、硬かった岩石に亀裂が入り、豪雨や地震の際に一気に崩落する現象です。科学的には地すべりの一種と考えられますが、普段から動いている地すべりとは異なり、一見安定している斜面で発生するため、事前に発生を予測することは、より難しくなります。深層崩壊が発生する斜面は、岩盤の破壊や変形が進んで緩んでおり、地盤が割れてできる線状凹地^{*}や小さな線状の崖、クラック（亀裂）といった地形がみられるため、ある程度危険地を推定することが可能です（図1）。とくに、線状凹地は地形的特徴が明瞭で、山の中に突然回廊や階段のような地形が現れ、しばしば池や湿地になっています。南アルプスのような非常に急峻な山地では、年ごとにクラックが拡大しており、数年おきに深層崩壊が発生しています。しかし、多くの山地では通常は斜面が安定しており、線状凹地を作るような変形がいつ起きているのかよくわかりませんでした。私たちは、近年登場した航空機レーザー測量技術を用いて、宮城県の山地で2008年の岩手・宮城内陸地震前後の地形を比較したところ、地震によって斜面の変形が進行して線状凹地が広がったことを確認しました（図2）。このように、いつもは安定している山地斜面が大地震や豪雨の時だけに断続的に変形が進行する例がみつかってきました。

とくに活動的な斜面を探し出す

しかし、線状凹地のような地形は山地の中に非常に多くみられ、多くは上述したような地震や豪雨の際にだけ

動く“休眠中の地形”のため、これだけでは危険度が高い斜面を特定することは困難です。そこで、大井川流域で空中写真や衛星写真を時系列的に解析し、近年深層崩壊が発生した斜面の特徴を探りました。その結果、深層崩壊が発生した斜面では、崩壊発生前の前兆として斜面下部に小さな崩壊が出現する傾向が確認されました。これは、不安定化した斜面が少しずつ下方に押し出され、川に面した斜面脚部が不安定化して小崩壊が起きるためだと考えられます（図3）。

また、斜面の重力変形を直接検出できる衛星技術も登場しています。図4は国産衛星ALOS1が捉えた長野県の斜面の変動です。このような衛星による地盤変動の監視情報は国土地理院から提供が開始されており、今後は宇宙から深層崩壊の前兆現象をみつけて早期対策が可能になることが期待できます。

本研究は、JSPS 科研費（JP25560185）「干渉 SAR とレーザー測量による深層崩壊危険斜面ピンポイント検出技術」および農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「大規模崩壊発生時の緊急調査技術の開発」による成果です。また、研究成果の一部は国土地理院との共同研究（科研費）です。

詳しくは以下の文献をご覧ください。

大丸裕武 他 (2013) 日本地すべり学会誌, 第50巻第1号, 23-36.

今村遼平 他 (1983) 鹿島出版会, p.232.

村上亘 他 (2013) 地形, 34, 55-67.

Nishii, R. et al. (2013) Landslides, 10, 75-82.

戸田堅一郎 (2015) 森林技術, 1512, 12-15.

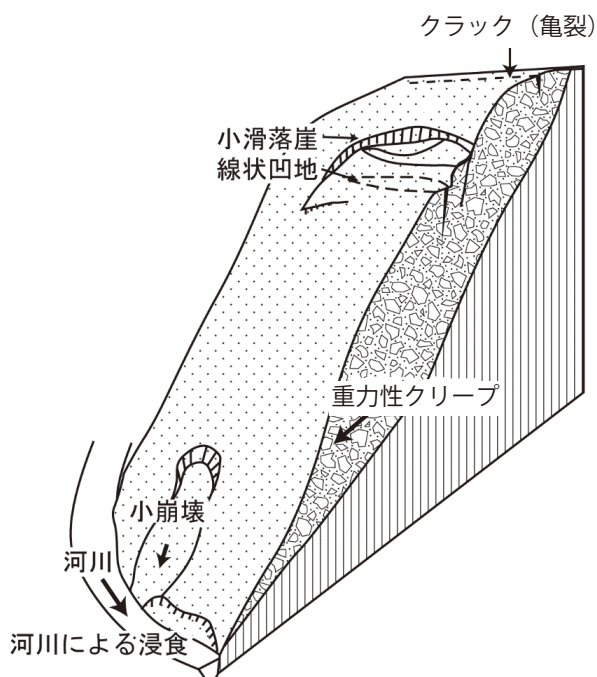


図1 深層崩壊（地すべり性崩壊）危険斜面の特徴

山地表層の亀裂が多い緩んだ岩盤は自らの重みで、常にゆっくりと下方に移動しています（重力性クリープ）。豪雨時には、この緩んだ岩盤が水を含んで、深層崩壊として一気に崩れ落ちることがあります。（今村 他（1983）を改変）

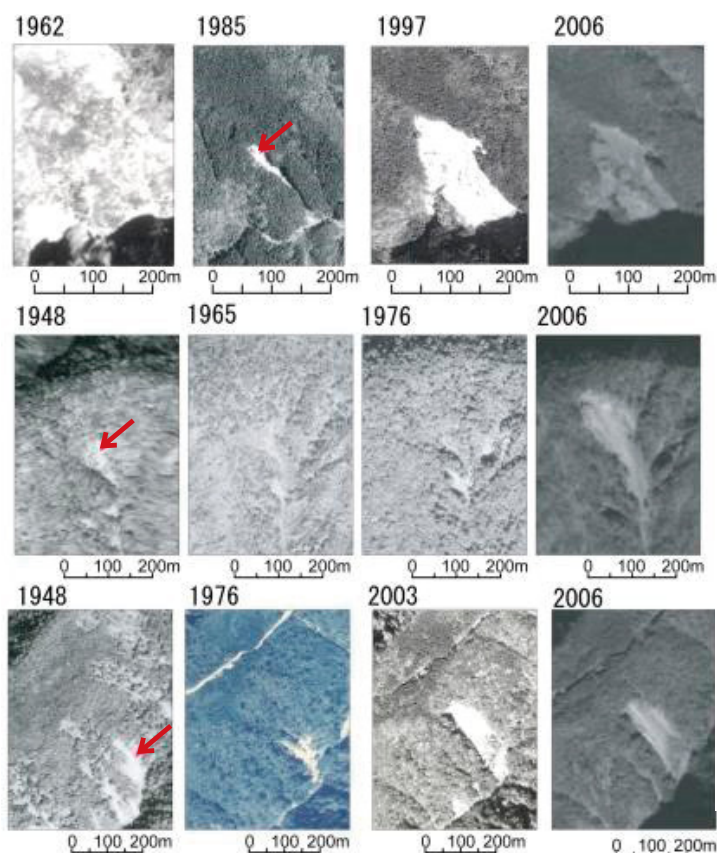


図3 大井川流域で深層崩壊が発生した斜面の時間変化

深層崩壊が発生する前に斜面下部で小規模な崩壊（赤色矢印）が発生していることがわかります。（大丸 他（2013）に加筆）

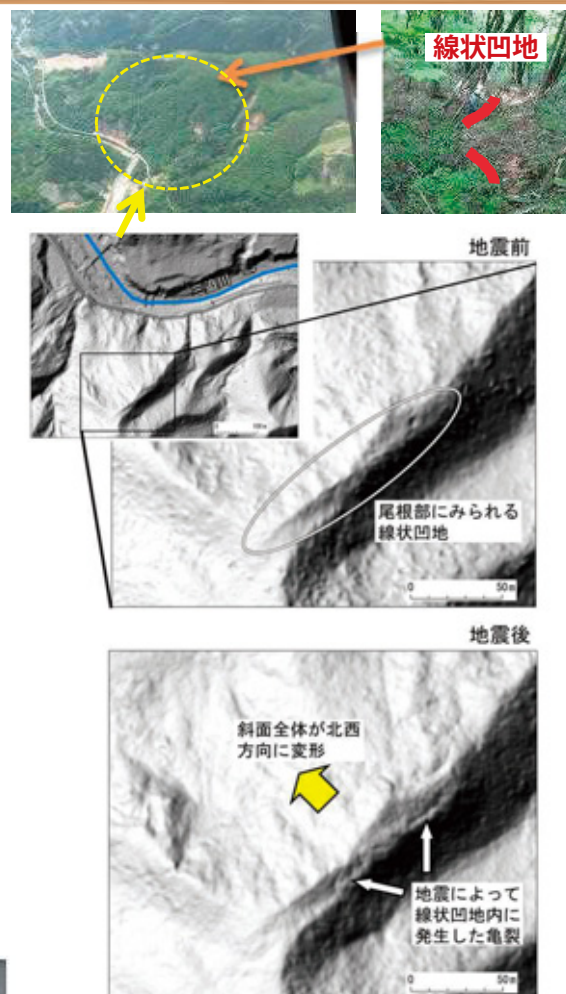


図2 2008年岩手・宮城地震によって変形がみられた宮城県栗原市の斜面
村上 他（2013）に加筆

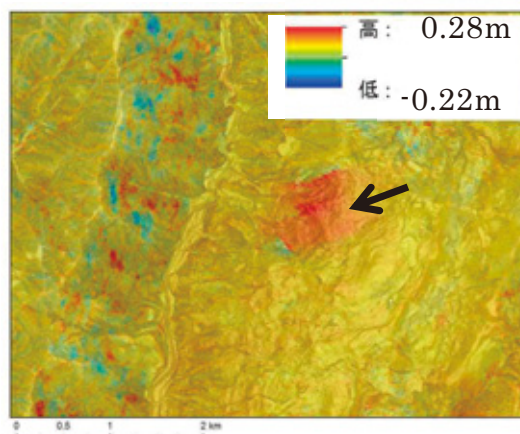


図4 ALOS1の干渉SARセンサーが捉えた長野県大鹿村鹿塩小塩における2008年7月20日～2009年9月7日間の斜面変動（西方への移動量）

矢印付近の赤色が活動的な斜面を示す。（戸田（2015）に加筆）

※については、巻末の用語解説をご覧ください。