

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

戸田堅一郎

国土地理院による干渉SAR解析で検出された深層崩壊危険地の候補地から3箇所の調査地を選定し、CS立体図を用いた微地形判読を行った後、現地調査により実際の地形変状の有無を確認した。微地形判読の結果、3箇所の対象地全てにおいて地すべり地形がみられ、干渉SARによる検出範囲は、それぞれが地すべりブロックと一致した。現地調査の結果、検出した範囲において林道路面の沈下、法止めブロックの亀裂、地面の亀裂などの地形の変状が確認できた。

キーワード：干渉 SAR 解析，航空レーザー測量，CS 立体図，微地形判読，地すべり跡地形

1 緒言

近年、全国各地で深層崩壊が発生しており、大地震や豪雨の際に深層崩壊が発生する危険性の高い場所を予測する技術の開発が求められている。

国土地理院等では干渉 SAR 解析による深層崩壊危険地予測技術の開発が進められている。干渉 SAR とは、陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)等の人工衛星から発せられるマイクロ波の反射波を解析し、2時期の波形の位相差から地盤の変動を数 mm 単位で計測することが可能な技術であり、深層崩壊の前兆となる微小な地形の変状を計測することができる。しかし、様々な要因による誤差や植物の成長等による変状も含まれる可能性があるため、干渉 SAR 解析のみでは、検出した変状が深層崩壊の前兆であるかを判断することは難しい。一方、航空レーザー測量は、1 m 以下の解像度で誤差精度数 10cm の細密な数値地形モデル (Digital Elevation Model : 以下 DEM) を作製することができる。この細密な DEM から作製した CS 立体図を用いると、従来の等高線による地形図では判読が難しかった、深層崩壊危険地に特有の地すべり地形や線状凹地形の判読を容易に行うことができる。しかし、現在は滑動していない地すべりも数多く存在するため、微地形判読のみでは、深層崩壊危険地を特定できない。本研究では、干渉 SAR と微地形判読を組み合わせることにより、ピンポイントで深層崩壊危険地を予測する手法を開発することを目的とする。

本研究では、国土地理院が行う干渉 SAR 解析で検出された深層崩壊危険地の候補地において、CS 立体図を用いた微地形判読により周辺の地形的特

徴を把握し、深層崩壊危険斜面を特定する。また、現地調査により、実際の地形の変状を確認する。なお、本課題は科学研究費助成事業「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」(平成 25~26 年度)として(独)森林総合研究所と国土地理院との共同で実施した。

2 方法

調査対象地は、天龍村虫川、飯田市地蔵峠、大鹿村小塩、の3箇所とした。国土地理院が行った干渉 SAR 解析により検出された候補地のうち、①民有林であること、②長野県森林情報資産として CS 立体図が作製済みであること、③近くに公道等があり現地へのアクセスが良いこと、という条件から対象地を選定した。

対象地周辺について、CS 立体図を用いて微地形判読を行った後、現地調査により地形変状の有無を確認した。

3 結果

3.1 天龍村虫川

図-1 に、天龍村虫川の CS 立体図による微地形判読結果と、干渉 SAR 解析による検出範囲を重ねて表示し、現地調査時の写真および撮影位置を示した。対象地の干渉 SAR 解析では、2010 年 3 月 27 日と同年 11 月 12 日データの干渉により行っており、直径約 500m 円の範囲において北北西方向の変動が見られている。

CS 立体図を用いた微地形判読の結果、対象地には、地すべり地に特有の滑落崖、頭部平坦地、斜面下部の舌状の押し出し地形が多数みられ、複

数の地すべりブロックが判読できた。干渉 SAR で抽出された範囲は、このうちの1つの地すべりブロックとほぼ一致した。

現地調査では、抽出した地すべりブロックの境界付近で、斜面中段を走る林道の縦断勾配に変状があり、地すべりブロック内側が40cm程度沈下していた(図-1 中 a)。地すべりブロックの冠頭部には幅1m程度の地面の亀裂が存在していた(図-1 中 b)。林道の法止めブロック積には亀裂が多数あり(図-1 中 c)、法狂いも見られた。また、周辺の植生は50年生以上のスギ林が多く、傾倒や倒木は見られるものの、成長の過程での幹の曲がりほとんど見られないため、近年になって再滑動した地すべりであると考えられた。

3.2 飯田市地蔵峠

図-2に地蔵峠の調査結果を示した。対象地の干渉 SAR 解析では、2008年7月20日と2009年9月7日データの干渉により行っており、東西に約500m、南北に約200mの楕円の範囲において西南西方向の変動が見られている。

CS 立体図による微地形判読では、周辺に複数の地すべりブロックが判読できた。干渉 SAR 解析による抽出範囲は、このうちの1つの地すべりブロック内にあり、長さ約900m、幅約200mの細長い地すべり地形の頭部に位置した。

現地調査では、抽出範囲内で道路側溝の変形(図-2 中 a)、治山水路の変形(図-2 中 b)、立木の傾倒(図-2 中 c)が確認できた。

3.3 大鹿村小塩

図-3に大鹿村小塩の調査結果を示した。対象地の干渉 SAR 解析では、2008年7月20日と2009年9月7日データの干渉により行っており、直径約500m円の範囲において西北西方向の変動が見られている。

微地形判読では周辺に複数の地すべりブロックが判読できた。干渉 SAR 解析による抽出範囲は、大規模な地すべりブロックの中にある中規模な地すべりブロックの1つと一致した。

現地調査では、抽出範囲内で、立木の傾倒(図-3 中 a)、地すべり地に特有の尾根向小崖(図-3 中 b)、小崩壊等の地形の変状(図-3 中 c)を確認

した。

4 考察

調査対象地とした3箇所の事例では、干渉 SAR 解析による抽出と CS 立体図を用いた微地形判読により、崩壊危険斜面を効率的に特定することが可能になり、現地調査でも地形の変状が確認できたことから、本手法は深層崩壊危険地を予測する方法として有効であるといえる。

なお、本研究では陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS, 運用期間:2006年~2011年)を使用した。2015年からは後継機となる「だいち2号」(ALOS-2)が運用を開始しており、解像度が10mから1~3mに上がり、回帰日数が46日から14日に短縮され、1号に比べて飛躍的に性能が向上している。今後は、「だいち2号」のデータを用いた干渉 SAR 解析により、崩壊危険地抽出技術の更なる精度向上が期待できる。

参考文献

戸田堅一郎(2012) 航空レーザ測量データを用いた微地形図の作成, 砂防学会誌 65(2), 51-55

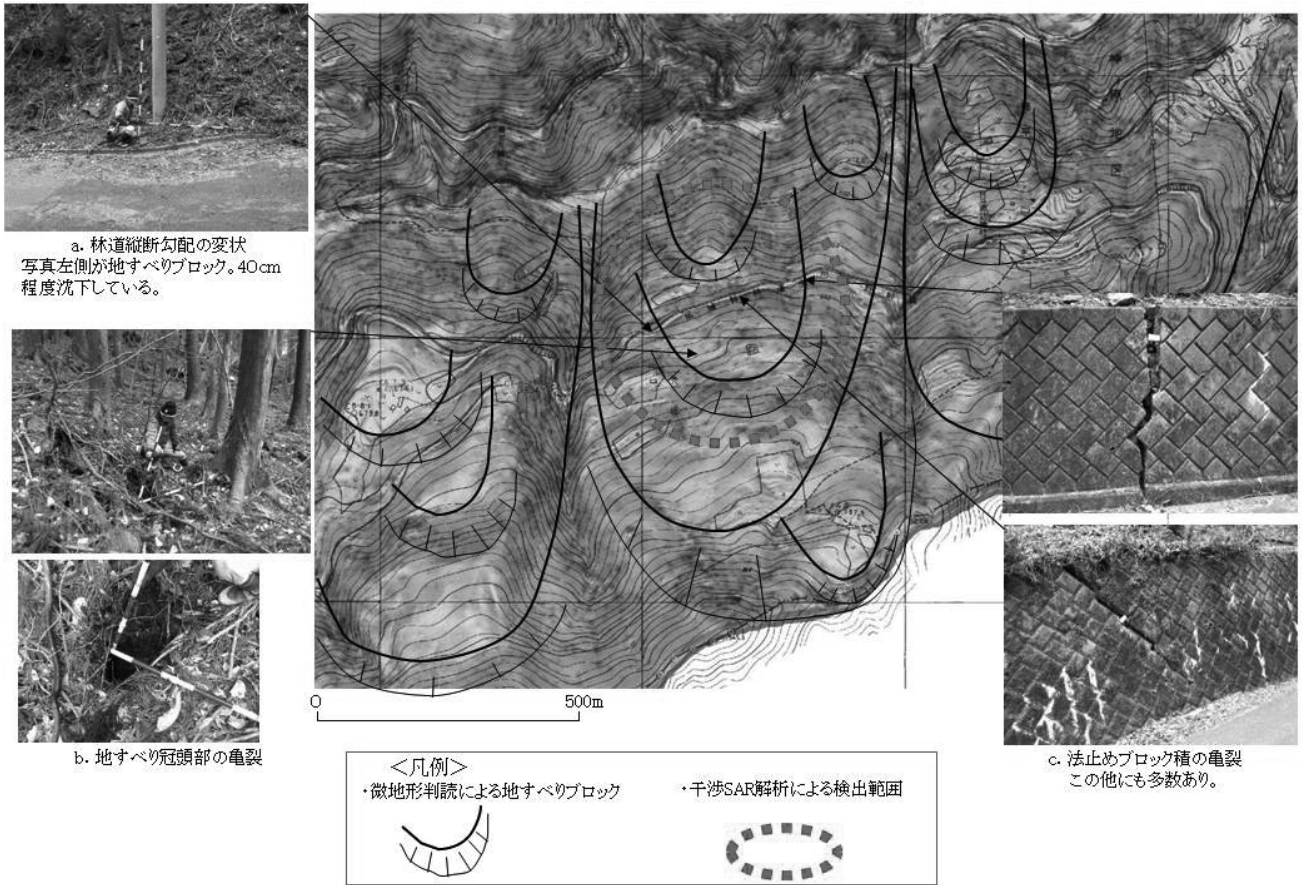


図-1 天龍村虫川の調査結果

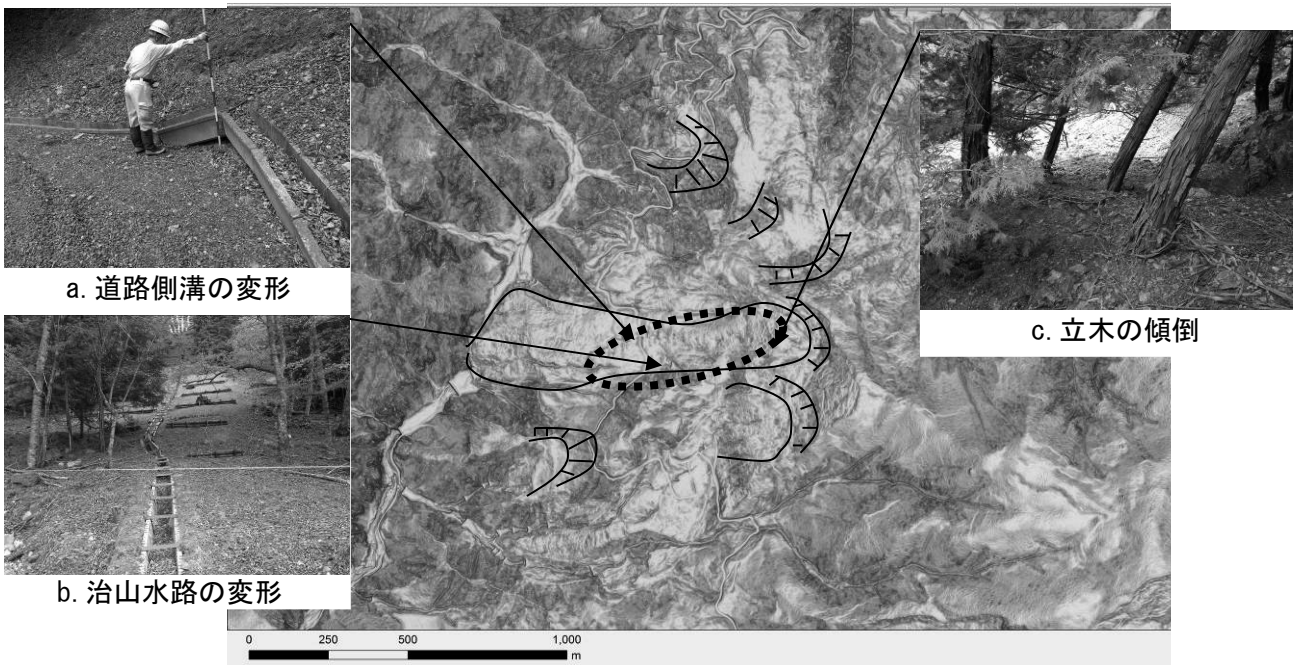


図-2 飯田市地蔵峠の調査結果

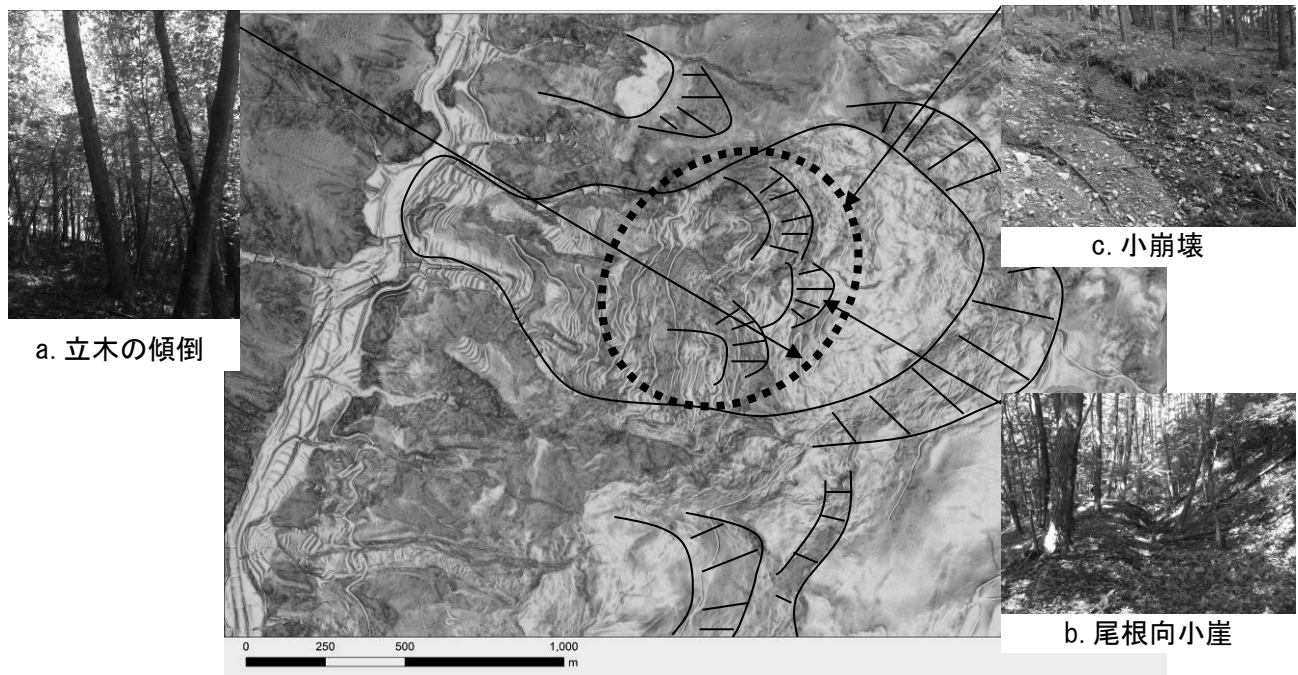


図-3 大鹿村小塩の調査結果