

ALOS/PALSAR を用いた山形県月山周辺部における 土砂移動懸念箇所の抽出と現地状況との対照

(財)砂防・地すべり技術センター ○加藤誠章、大野宏之（現国土交通省砂防部）、
酒井敦章、宮瀬将之、村岡洋
独立行政法人宇宙航空研究開発機構 島田政信、田中信也、大木真人、河野宜幸

1. はじめに

JAXA が 2006 年に打ち上げた地球観測衛星「だいち（ALOS）」が搭載する、フェーズドアレイ方式 L バンド合成開口レーダー（PALSAR）は、2 時期にわたる同一地点での結果を干渉処理することで、測定時点間の地表面の変動状況を解析することが可能である（Shimada et al. (2010)）。

InSAR を用いた地すべり抽出の試みは世界的に行われており（例えば Hilley et al. (2004) 等）、日本においては複数の事例が報告されている（Kimura and Yamaguchi (2000)）、関口他（2005）、佐藤他（2009）等）。

本研究では、合成開口レーダーの干渉処理を用いた地すべり現象の抽出及び移動量把握手法を検討する目的で、山形県月山周辺部の合成開口レーダーによる干渉図を元に土砂移動懸念箇所の抽出を試み、現地確認を実施した結果を報告する。

2. 対象地域及び使用したデータの概要

月山は山形県中央部に位置する標高 1984m の火山である。山麓部には火砕流砕屑物が厚く堆積しており、広域的に地すべり地域が広がるとともに、河川への多量の土砂の供給源となっている。

本検討で使用した干渉図の諸元を図-1 に示す。ALOS においては、L バンド（0.5～1.5GHz）センサを搭載しており、その波長は 23.6cm である。従って、干渉図において変位差が k cm の場合は、2 時期の衛星方向への変位差が $11.8 \times n + k$ cm であることを示している（ n は任意の整数）。

3. 結果

3.1. 干渉結果と GPS 変位量の対象結果

国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所より提供いただいた GPS 観測結果と干渉図の関係からは、月変動量が 10mm 以上の箇所については、干渉縞中に位置することが確認された（図略）が、干渉縞の変位量との相関性が認められなかったため、定性的な干渉縞の分布位置と地すべりの想定される地形の対照を実施した。

3.2. 干渉結果の分類と土砂移動懸念箇所の抽出

月山地区地すべり、及び、立谷沢川流域における干渉データ及び地すべり地形の対象結果を図-2 に示す。地すべり地形は、防災科学技術研究所が公開している地すべり地形分布図データベースを用いた。

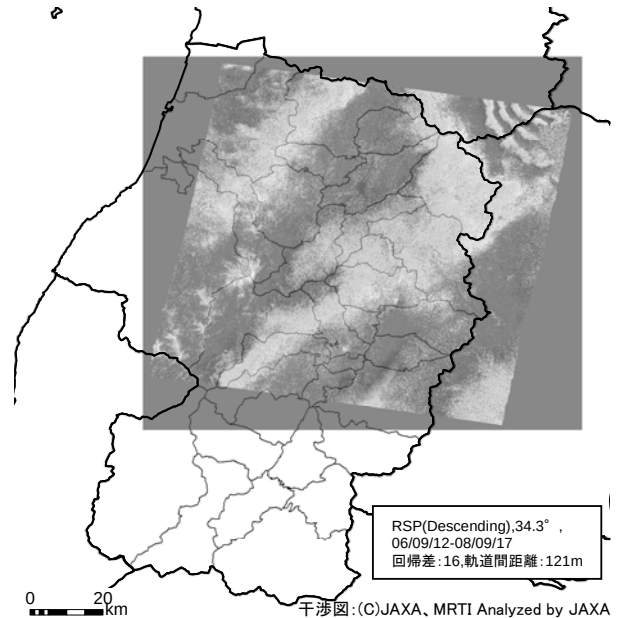


図-1 使用した SAR 干渉図
(SAR 処理には SIGMA-SAR を使用)

SAR 干渉データと現地の地形図、地すべり地形分布を対照した結果、以下のことが確認された。

a) 位相差には標高依存性が認められる

位相差の標高依存性の原因は、水蒸気の高さ分布によるものと推測される。

b) 西向き斜面ではノイズが多い

今回使用した干渉図は南行軌道における観測結果を基にしており、当該地区に向かって東側から観測を実施している。ここでは、西向き斜面において干渉性の低い箇所はノイズによるものと評価した。

c) ダム水面では干渉縞が存在する

ダム湖では干渉縞の色相の変化が確認されるが、水位変動箇所と分類した。

d) 地形に無関係なノイズが生じている範囲が存在する

図-2 中の北西部の領域及び中央部の月山西麓においては、斜面方向、標高に関係なく干渉性の低い領域が分布している。原因は明らかではないが、ここではノイズとして扱った。

e) 一部の箇所では地すべり地形に整合する干渉縞が確認される

a～d 以外の領域において、複数の箇所で干渉縞が確認された。ここでは、地すべり地形の周囲あるいは内部に干渉縞が確認された箇所を土砂移動懸念箇所とみなした（図-2 中に示す①～④等の白色の破線箇所）。

InSAR を活用して、地すべり対策検討を実施するためには、干渉画像において抽出された地すべり地と、現地において生じている変動状況の整合性の確認が不可欠であると考えられる。そこで、本検討では抽出した土砂移動懸念箇所 15 箇所の内、4 箇所を対象とした現地確認を実施し、抽出の妥当性を評価した。紙幅の都合上、1 事例を示す。

3.3. 水沢川右岸上小沼周辺斜面（図-2 中①に該当）の確認結果

図-3 に当地区の干渉結果及び現地踏査写真を示す。地内を通る車道を対象として地すべりの影響を確認した結果、複数の箇所で地すべりが原因と考えられる道路の段差、線形の歪み、樹幹形状の歪みが見られた。

4. まとめと今後の課題

本研究から、以下の点が明らかになった。

・活動性の高い地すべりの抽出について

干渉図から活動する地すべりを確認できることが分かった。しかし、見落とし及び誤検知の可能性もあるため、他の手段と併用した抽出が必要である。

・地すべりブロックの範囲の特定

干渉画像から得られる活動範囲は地上調査によるブロック形状と必ずしも一致しない。

・地すべりの移動量観測

干渉図による移動量の特定は現時点では極めて困難である。

・対策済み地すべりの監視

概成した黒淵地すべり（図-2 の範囲外のため図略）においては干渉縞は認められず、監視目的として活用できる可能性が認められた。ただ、定量的判断が困難であるため、現地観測と併用した評価が必要である。

・深層崩壊の懸念される斜面の抽出

立谷沢川源頭域等の干渉縞確認箇所（図-2 中④に該当）では深層崩壊の前兆現象を捉えている可能性もある。ただし、深層崩壊の発生が懸念される斜面が平常時にも変動しているとは限らないため、深層崩壊懸念箇所の特定にあたっては他の手法と併用した評価が必要である。

今回の確認結果は、評価事例に限られるため、InSAR の結果を地すべり対策事業に役立てるためには、Ascending との比較検証、他地区での検証、詳細な現地確認等を実施し、より精度の高い評価検討が必要であると考えられる。

引用文献

G. E. Hilley, R. Bürgmann, A. Ferretti, F. Novali, F. Rocca (2004) : Dynamics of slow moving landslides from permanent scatter analysis, Science, Vol. 304, pp.1952-1955.

KIMURA H, YAMAGUCHI Y (2000) : Detection of Landslide Areas Using Satellite Radar Interferometry, Photogramm Eng Remote Sensing, Vol.66, No.3, pp.337-344.

佐藤浩, 小荒井衛, 鈴木啓, 雨貝知美, 関口辰夫, 齋藤克浩, 鈴木邦章 (2009) : 山形月山地区における SAR

干渉画像を用いた地すべり性地表変動の検出, 国土交通省国土技術研究会報告, Vol.2009, 自由課題, pp.209-214.

関口辰夫, 藤原智, 飛田幹男, 矢来博司, 大井信三 (2005) : 干渉 SAR による地すべりの検出と地形との関係, 日本地理学会発表要旨集, No.68, p.95.

Shimada M, T. Tadono, and A. Rosenqvist (2010), Advanced Land Observing Satellite (ALOS) and Monitoring Global Environmental Change, Proceedings of IEEE, Vol. 98, No. 5, May 2010, pp.780-799.



図-2 InSAR 干渉図の土砂移動懸念箇所分類図

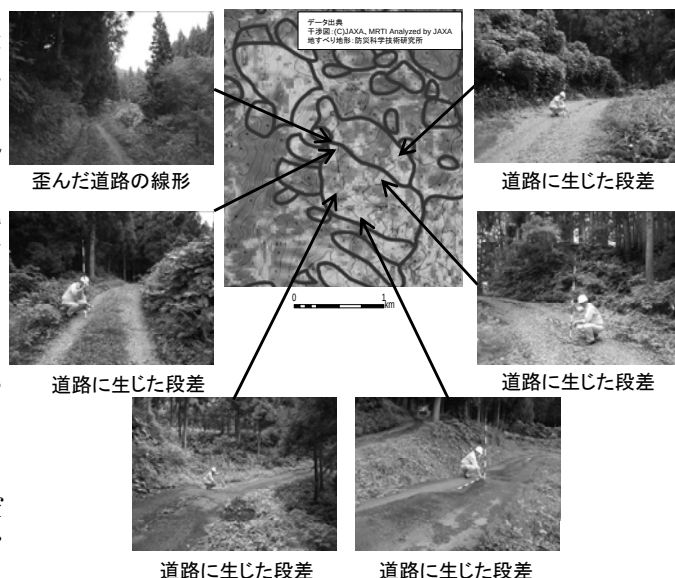


図-3 水沢川右岸上小沼周辺斜面（図-2 中①に該当）における干渉結果と現地確認写真