ALOS/PALSAR による立谷沢川上流域における土砂移動箇所の抽出

(一財)砂防・地すべり技術センター　○加藤誠章、嶋丈示、安田勇次、垣本毅、厚井高志
国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所　齋藤信哉、浅野目和明

1. はじめに

JAXA が 2006 年に打ち上げ 2011 年まで稼働した地球観測衛星「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 を用いた地すべり等の斜面変位抽出の試みは世界的に行われており、日本においても複数の事例が報告されている（佐藤他（2009）等）。既往の報告の多くは、複数の検討の内最も良好な検出結果について報告を行っており、特定の斜面において検出可能である事例は蓄積されつつあるものの、自然斜面における土砂移動の検出限界等については明らかになっていないのが実態である。

本稿では、立谷沢川上流域を対象として、複数の期間の InSAR 画像と現地の変動状況との対比を行い、特に、土塊の変動速度と SAR による検出精度との関係を確認し、得られた結果を報告する。

2. 対象地域の概要

立谷沢川は、山形県中央部に位置する標高 1,984m の月山を源流とする最上川の支川である。本流域の上流域は、月山の火山砕屑物が厚く堆積し、地すべりや崩壊地から多くの土砂生産がなされてきた。近年では、支流である濁沢において、1993 年 6 月に左岸部で発生したタキノ沢地区の大規模崩壊、2011 年 5 月に右岸部の池ノ台地すべり等、複数の土砂移動現象が発生している。

3. 干渉図の作成

本検討では、ALOS が搭載していた PALSAR の複数時期の画像データを用いて干渉図を作成した。ALOS 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×n＋k cm であることを示している（n は任意の整数）。

本検討では、対象領域の斜面の活動状況が明らかでは無いため、干渉性が良好なペアを選定し、表-1 に示す通り異なる時間差の複数の干渉画像を作成した。

4. 結果

4. 1. 干渉結果

作成した干渉図の内、画像 2 と画像 6 をそれぞれ図 2、図 3 に示す。図より、複数の箇所において土砂移動現象が想定されること、干渉画像のペアにより抽出される斜面が異なることが確認された。

図-1　立谷沢川位置図

表-1　作成した干渉図一覧

	軌道	master画像	slave画像	期間
画像1	descending	2006/6/12	2008/9/17	828日
画像2	descending	2006/9/12	2008/9/17	736日
画像3	descending	2007/9/15	2009/8/5	690日
画像4	descending	2008/5/2	2010/5/8	736日
画像5	descending	2008/5/2	2010/11/8	920日
画像6	descending	2009/5/5	2009/11/5	184日
画像7	descending	2010/3/23	2010/5/8	46日
画像8	ascending	2006/6/6	2008/9/11	828日
画像9	ascending	2007/10/25	2010/6/17	966日
画像10	ascending	2008/10/27	2009/9/30	338日
画像11	ascending	2009/6/14	2009/10/30	138日
画像12	ascending	2009/7/30	2009/10/30	92日
画像13	ascending	2010/6/17	2010/11/2	138日

4. 2. 池ノ台地すべりにおける抽出結果

池ノ台地すべりでは、図 3 に示すように、地すべりの滑動範囲周辺域において干渉縞が確認された。このことから、2011 年に滑動する以前である「2008/11/5～2009/5/5」の期間において変動が生じていたことが推測される。また、今回選定した画像中で当地すべりが抽出されたペアは「画像 7：2010/3/23～2010/5/8」であり、いずれも 6 ヶ月以内に得られた画像より作成した干渉画像であった。一方、2 年程度の間隔を有するペアにおいては、当該地区での干渉性が低下したため干渉縞が確認できなかった。

4. 3. 玉川右岸斜面における抽出結果

玉川右岸斜面においては、図 2 に示すように、一部の画像で変動が確認されている。図 2 の他に干渉縞が

確認されたペアは、「画像 1：2006/6/12～2008/9/17」、「画像 3：2007/9/15～2009/8/5」、「画像 4：2008/5/2～2010/11/8」、「画像 5：2008/5/2～2010/11/8」、「画像 8：2006/6/6～2008/9/11」、「画像 9：2007/10/25～2010/6/27」であり、いずれも概ね 2 年以上の間隔を有するペアである。一方、6 ヶ月以下のペアにおいては明瞭な干渉縞が確認されなかった。

当該斜面については、斜面中に複数の線状凹地が分布しており、地すべり性の斜面移動が発生していることが別途現地調査において確認された。

5. 考察

干渉画像作成に用いたペアの観測時期の差により抽出された斜面が異なることは、斜面の変動速度によるものと考えられる。今回作成した干渉図においては、以下の関係が認められた（図-4 参照）。

○ 変動速度の大きい斜面の変位は、短期間（ここでは数ヶ月）のペアでは検出可能であった。一方、長期間（ここでは 1 年以上）のペアではコヒーレンス（干渉性）が低下し不鮮明となった。

○ 変動速度の小さい斜面の変位は、短期間のペアでは移動量が小さく検出されなかった。一方、長期間のペアでは検出可能であった。

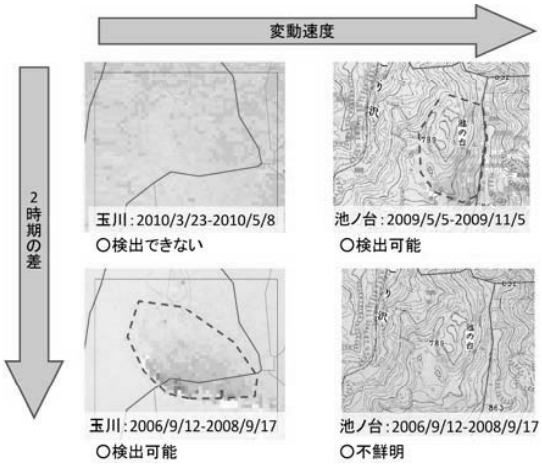

図-4　斜面の変動速度と干渉性の関係

6. まとめ

本検討では、複数の時期の ALOS の干渉画像を作成し、干渉画像のペアの間隔と干渉縞が抽出される斜面の変動速度に相関があることが確認された。PALSAR の干渉画像を用いることで、深層崩壊や地すべりの発生が懸念される斜面について、変動速度を用いた相対的な危険度評価が可能になると想定される。ただし、本手法単独では、見落としや誤検知の可能性もあるため、斜面の危険度評価においては、現地観測等の評価も同時並行的に行うことが重要である。

現在、ALOS はその運用を終了しているが、2014 年 5 月に ALOS の後継機である ALOS-2 の打ち上げが予定されている。今後は、ALOS-2 のデータを用いて、斜面の広域監視等に活用することが期待される。

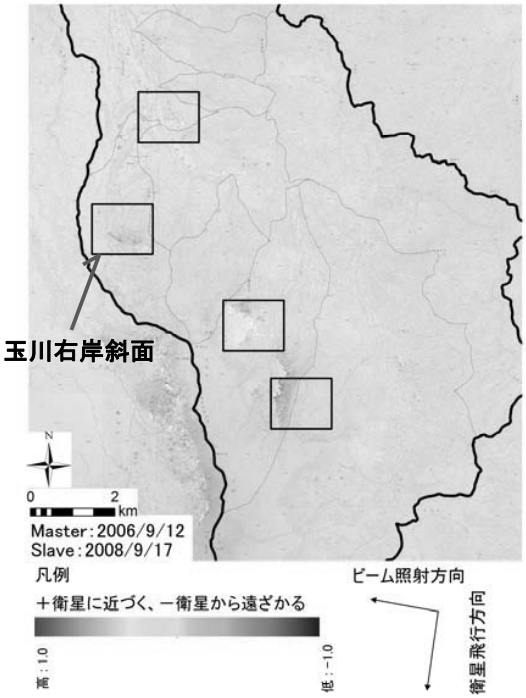

図-2　干渉画像 2

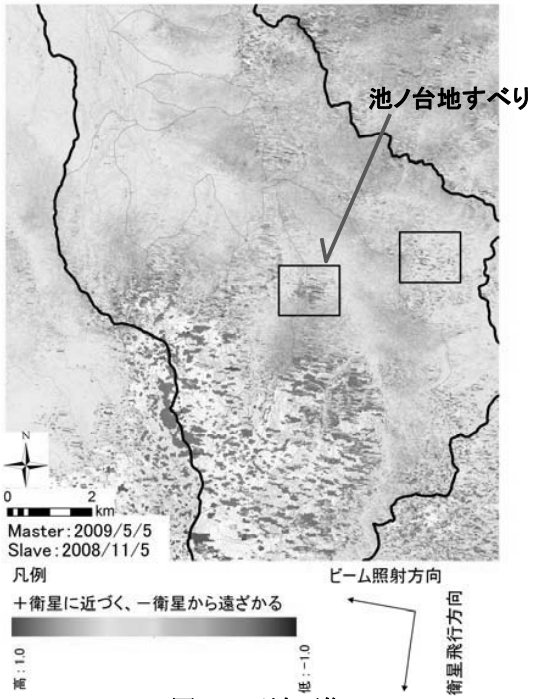

図-3　干渉画像 6

引用文献

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.

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.