

ALOS（だいち）合成開口レーダーを用いた崩壊抽出手法の検討

国土交通省 国土技術政策総合研究所 林真一郎・水野正樹・小山内信智・西真佐人
 独立行政法人土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター 清水孝一
 日本工営株式会社 ○中川和男・松本定一

1. はじめに

近年、災害状況把握を目的の一つとした日本の陸域観測衛星 ALOS（だいち）が運用され、2 日間以内に地球上のほぼ任意地点の観測が可能となるなど、衛星リモートセンシング技術を災害対策へ応用する条件が整ってきた。

そこで本研究では、衛星リモートセンシング技術の特徴である、①広域に品質の一定した画像データを効率的かつ迅速に観測可能、②観測時の天候に左右されず昼夜観測可能等の特徴を応用して、流域監視を行う土砂災害観測手法について、事例をもとに検討成果を報告する。

2. 目的

衛星に搭載されている観測センサは、大きく分けて、可視域から近赤外域等を観測する光学センサと合成開口レーダーの 2 つに分類できる。合成開口レーダーは、電磁波（電波）のマイクロ波を送信し、反射波を観測するもので、航空機観測が難しい夜間や悪天候時を含め、昼夜を問わず地表面の状況を観測することができ、土砂災害観測への応用が期待されている。

そこで、土砂災害発生時の被災状況把握への有効性を確認する目的で、陸域観測衛星 ALOS（だいち）の合成開口レーダーを用いて、平成 20 年岩手・宮城内陸地震で土砂災害が多発した地域、平成 21 年 7 月 21 日豪雨により発生した山口県土砂災害地域といった地域の条件等の異なるそれぞれで崩壊地を抽出した。衛星データは宇宙航空研究開発機構(JAXA)より共同研究（地球観測衛星等による土砂災害の抽出手法に関する共同研究）の一環として提供を受けた。

3. 検討方法

(1) 崩壊地抽出に用いた指標

陸域観測衛星 ALOS（だいち）の合成開口レーダーの PALSAR データを用いて、NDPI 解析¹⁾（Normalized Difference Polarization Index）により崩壊地を抽出した。

解析の指標は $NDPI = (HH - HV) / (HH + HV)$

で、HH^{注1)}と HV^{注2)}の強度の比演算で算出される値であり、地すべりや斜面崩壊によって植生が裸地に変化する等、地表の被覆物が大きく変化した場所で、差分値（絶対値）が大きな値を取る。

そこで、地すべり・斜面崩壊箇所との対応が確認される。

(2) 使用した指標と崩壊地抽出フロー

PALSAR データの NDPI 解析による崩壊地の抽出フローを図-1 に示す。

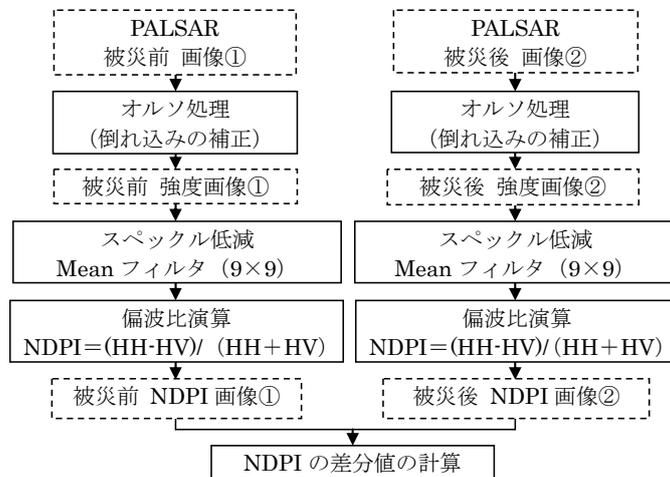


図-1 NDPI 解析による崩壊地の抽出フロー

4. 崩壊地の抽出結果

(1) 平成 20 年岩手・宮城内陸地震

平成 20 年岩手・宮城内陸地震で土砂災害が多発した迫川上流の湯ノ倉温泉周辺を含む地域を対象に、地震後の新規崩壊地を抽出した。

この「NDPI 解析による抽出結果」と、崩壊地位置の正解とする「災害後の航空写真から判読した崩壊地の GIS データ」を重ねた図を、図-2 に示す。

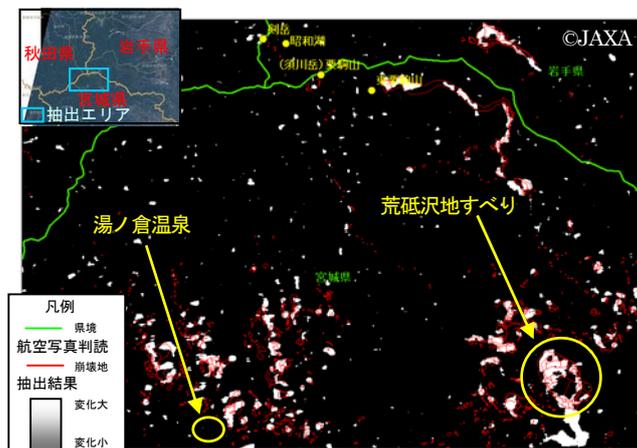


図-2 平成 20 年岩手・宮城の NDPI 解析
 (観測日:2007/6/21・2008/9/23、使用データは
 MEAN フィルタ後のデータ、12.5m 解像度)

崩壊地抽出結果を、図-2 に白色で示している。白色が強い箇所ほど NDPI の差分値が大きく、地表面の変化が大きい崩壊地である確度が高いことを示している。また、航空写真判読から得られた崩壊地位置を、図-2 に赤細線で示す。図-2 中で、左下の迫川上流の湯ノ倉温泉周辺の集中し

注 1) HH：送受信が水平偏波 (H)

注 2) HV：送信が水平偏波 (H)、受信が垂直偏波 (V)

た崩壊地、右下の荒砥沢地すべりの大規模崩壊地は、定性的ではあるが白く浮き出ており、大規模な崩壊が集中して発生した箇所は概ね把握できている。

また、災害後の航空写真から判読した崩壊地位置を正解とした場合的中率を、表-1 に示す。5×5 メッシュ相当以上の崩壊地規模では、的中率 64.0%である。

表-1 平成 20 年岩手・宮城の NDPI 解析の的中率

崩壊地面積の規模(m ²) (相当するメッシュ数)	崩壊数	抽出数	的中率= 抽出数/崩壊数
>0 (すべての崩壊地)	1,967	376	19.1%
>156.25 (1×1 相当以上)	1,898	375	19.8%
>625 (2×2 相当以上)	1,027	313	30.5%
>1,406.25 (3×3 相当以上)	539	238	44.2%
>3,906.25 (5×5 相当以上)	214	137	64.0%
>15,625 (10×10 相当以上)	39	35	89.7%
>62,500 (20×20 相当以上)	9	9	100.0%

(2) 平成 21 年 7 月 21 日豪雨により発生した山口県土砂災害地域

平成 21 年 7 月 21 日豪雨により発生した山口県土砂災害の被害地域を対象に、豪雨後の新規崩壊地を抽出した。

この「NDPI 解析による抽出結果」と「災害後の航空写真から判読した崩壊地 GIS データ」を重ねた図を、図-3 に示す。

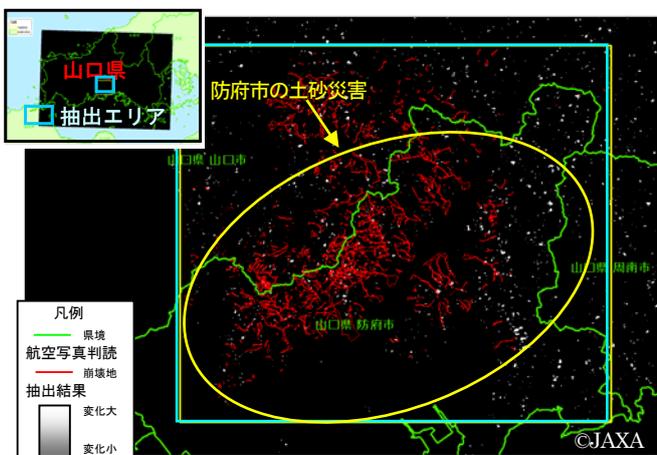


図-3 平成 21 年山口の NDPI 解析
(観測日:2009/7/14・2009/8/12、使用データは
MEAN フィルタ後のデータ、10m 解像度)

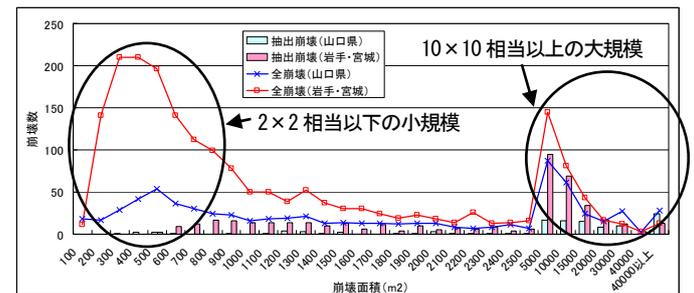
山口県土砂災害では、図-3 に示すように防府市の佐波川流域で集中した崩壊地、土石流発生箇所は、定性的ではあるが白く浮き出ており、概ね把握できている。

また、災害後の航空写真から判読した崩壊地位置を正解とした場合的中率を、表-2 に示す。10×10 メッシュ相当以上の崩壊地規模では、的中率 71.9%である。

表-2 平成 21 年山口の NDPI 解析の的中率

崩壊地面積の規模(m ²) (相当するメッシュ数)	崩壊数	抽出数	的中率= 抽出数/崩壊数
>0 (すべての崩壊地)	723	130	18.0%
>100 (1×1 相当以上)	705	130	18.4%
>400 (2×2 相当以上)	617	127	20.6%
>900 (3×3 相当以上)	450	123	27.3%
>2,500 (5×5 相当以上)	244	102	41.8%
>10,000 (10×10 相当以上)	96	69	71.9%
>40,000 (20×20 相当以上)	28	24	85.7%

両災害の空中写真判読より得られた崩壊地面積規模毎の崩壊地数と NDPI 解析の崩壊地抽出数を、図-4 に示す。



平成 21 年山口の土砂災害 (観測日: 2009/7/14、2009/8/12)
平成 20 年岩手・宮城の土砂災害 (観測日: 2007/6/21、2008/9/23)

図-4 崩壊地面積規模毎の NDPI 解析の崩壊地抽出数

図-4 に示すように、両災害ともに大きな規模と小さな規模の崩壊地数が多い。10×10 メッシュ相当 (10,000m²) 以上の大きな崩壊は両災害ともに約 72%以上の的中率であり、この規模以上は合成開口レーダー画像を用いて概ね把握可能と考える。一方、規模の小さな 2×2 メッシュ相当 (400m²) 以下の崩壊地は約 21%以下の的中率と低い。

5. データ処理時間

今回対象とした 1 シーン内に含まれる約 300km² での NDPI 解析による崩壊抽出に必要な時間は、衛星データ入手後、両災害とも約 11.5 時間であった。精度を落とし即時性を優先すると、同 4 時間程度まで短縮できる。

6. まとめ

本稿では、災害発生時の迅速な崩壊地等被災状況の把握に対して、地域の条件・土砂災害の発生状況が異なる場合にも、合成開口レーダーの PALSAR データを用いた NDPI 解析が応用できることを示した。10×10 メッシュ相当 (10,000m²) 以上の崩壊地であれば、天候に左右されず概ね把握可能と考える。

今後、PALSAR データから把握可能な崩壊規模と特徴を検証し、把握可能な条件を明らかにする等、災害発生時の衛星データを用いた被災状況把握手法の確立に取り組む。

【参考資料】

1) CAO Yun-ganga, YAN Li-juanb, ZHENG Zezhonga : EXTRACTION OF INFORMATION ON GEOLOGY HAZARD FROM MULTIPOLARIZATION SAR IMAGES, International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 2008, BEIJING