

# 災害発生直後における高分解能 SAR 衛星の活用事例（岩手・宮城内陸地震を事例として）

○野田敦夫・横田 浩・吉川和男・吉田圭佐・鈴木清敬・本多泰章・藤巻洋一  
株式会社パスコ コンサルタント事業部防災技術部

## 1. はじめに

2008年6月14日午前8時43分頃に岩手県内陸南部を震源とするマグニチュード7.2の岩手・宮城内陸地震が発生し、岩手県奥州市と宮城県栗原市において最大震度6強を観測、両市を中心に多くの土砂災害が発生した。このような災害において二次災害の防止や早期復旧を行うためには、発生した土砂移動現象や被害状況を早期に把握することが望まれる。しかし、本地震のように山間地における直下型地震では、大規模な土砂災害が広域にわたり同時多発的に発生し、交通網・通信網の分断、あるいは天候の影響等により、その全体像を早期に把握することが困難であることが多い。

上記を踏まえ、本報告では広域にわたる土砂災害発生状況の早期把握を目的とし、高分解能 SAR 衛星から取得された画像をもとに、岩手・宮城内陸地震発生直後の災害状況を判読した事例を紹介する。

## 2. 高分解能 SAR 衛星の概要

本報告では、高分解能 SAR 衛星・TerraSAR-X（以下、TSX）で取得された衛星画像を判読に用いた。TSXに搭載されている合成開口レーダー（SAR）は地上分解能が最高で約1mの画像が取得でき（表-1）、従来のSAR搭載衛星（例えばERS-1, 2）と比べて高分解能であること、光学系センサとは異なり全天候型であること等の特徴を有す。これらの特徴より、本衛星画像は従来のSAR衛星画像と比較して詳細な地形を読みとれることや、災害発生後の天候・昼夜に左右されずに画像を取得可能であること等が期待される。

表-1 TSX 撮影モードと地上分解

撮影モード	地上分解能	標準シーンサイズ
高分解能 SpotLight	約1m(最高)	10km×5km
SpotLight	約2m(最高)	10km×10km
StripMap	約3m(最高)	30km×50km
ScanSAR	約16m(最高)	100km×150km

表-2 SAR 画像諸元

撮影日	2008/06/16
撮影軌道	Ascending
入射角(°)	49.4
撮影モード	SpotLight
空間解像度	1.6m

## 3. 研究方法

### 3.1 判読方法

高分解能 SAR 衛星画像（以下、SAR 画像）の判読は、地震発生の日後（6/16）に撮影された画像をもとに実施した（諸元：表-2）。判読範囲は荒砥沢地すべり等が発生した、栗駒山の南東斜面約10km×10kmとした（図-1）。判読対象は崩壊・地すべり・土石流流下痕跡・河道閉塞・道路分断等とし、迅速性を考慮して概ねの位置をマーキングする手法をとった。なお、判読にあたっては災害発生直後に高分解能 SAR 衛星画像のみが撮影された状況を想定し、次項で述べるほぼ同時期に撮影された空中写真等の他材料は参照しないこととした。

### 3.2 判読結果の検証

SAR 画像判読結果は、災害発生直後（6/14）に撮影を行った空中写真（1/8,000）および同写真の判読結果との比較を行い、実際に災害が発生している箇所との対応関係や、判読漏れ・誤判読となった箇所の特徴等について検証を行った。また、これらの検証結果をもとに、SAR 画像判読による災害発生直後の災害状況把握について考察を行った。

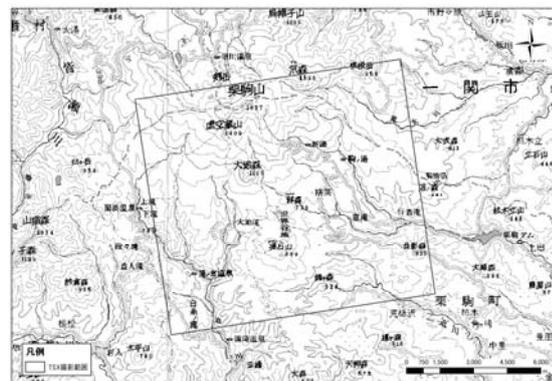


図-1 SAR 画像撮影範囲図

## 4. 研究結果

### 4.1 確認できた現象

SAR 画像判読および空中写真等と比較した結果より、SAR 画像から読みとれた土砂移動現象の事例を図-2～7に示す。駒ノ湯温泉周辺（図-2）においては、土石流の流下により拡大・平滑化した河床や溪岸の崩壊状況が読みとれた。また荒砥沢地すべり（図-3）では、滑落崖が影として表現されていることや地すべり土塊の形状、分断された道路の様子が確認できた。河道閉塞が発生した箇所（図-4）では、

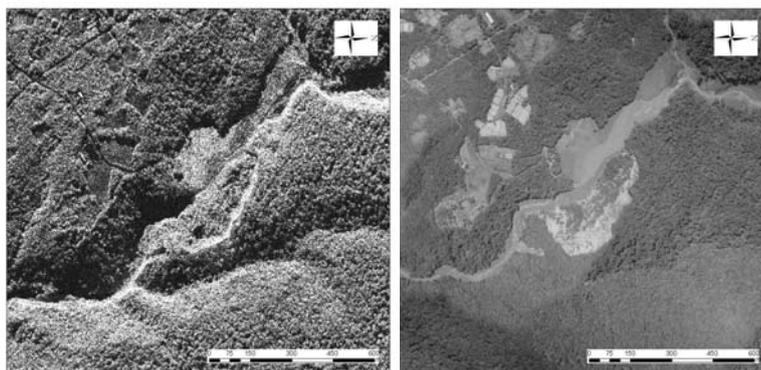


図-2 駒ノ湯温泉周辺の SAR 画像と空中写真

溪岸崩壊により滞筋が不連続になっており、湛水部はマイクロ波の後方散乱強度が弱くなるためモノクロ画像上では黒く表現されることが確認できた。また図-5 は、現象規模は前述のものより比較的小さいものの、道路が分断されていることから崩壊が発生している状況が読みとれた。

#### 4.2 確認困難な現象

一方、判読漏れとなった箇所を確認したところ、南西～北西向き斜面において、比較的小規模（数10m×数10m程度）な斜面崩壊が見落とされるケースが多く見られた（図-6）。今回判読に用いた SAR 画像は、概ね西から東方向にマイクロ波を照射することで得られたものである。このため、西向き斜面は後方散乱強度が高くなり、画素値が飽和して地形を明確に表現できない（フォアショートニング）現象が生じていた。このような SAR 画像の特性により、判読漏れが生じていることを確認した。また、西向き斜面以外であっても、崩壊深が浅い崩壊現象は判読漏れとなる事例も確認された（図-7）。SAR 画像はマイクロ波を斜めに照射しているため、比較的崩壊深のある崩壊地の滑落崖は影となり判読しやすいが、図示した例のように崩壊深が浅く、道路・河床分断のように周囲に目安となる地物等が無い場合は見落としが多くなる傾向を確認した。

#### 5. 考察

SAR 画像判読・検証結果からは、対象範囲内の比較的大規模な土砂移動現象、河道閉塞、道路分断等の現象を読み取り可能であることが確認された。また、今回の事例では画像撮影のオーダーから画像入手までの時間は約24時間、判読に5時間程度と、比較的短時間に作業を完了することができた。これらより、対象範囲内の土砂災害状況の全体像については、短時間で概ね把握できたと考えられる。

一方、空中写真判読では抽出できた現象が、本手法では確認困難であるケースも確認された。この内、斜面方位に関する課題は、概ね逆方向（東から西方向）にマイクロ波を照射する画像と組み合わせる方法を検討する必要があると考える。

判読精度が最も高いのは従来手法である空中写真判読であることは論を待たない。しかし、広域にわたる大規模な土砂災害が発生した場合、空中写真撮影は全域を網羅するまでに相応の時間を要すことや、天候に左右されるという不確定要素もある。このため、空中写真撮影が困難な状況下において、災害の概況把握を早急に行う必要が生じた場合等に、本手法は有効であると考えられる。

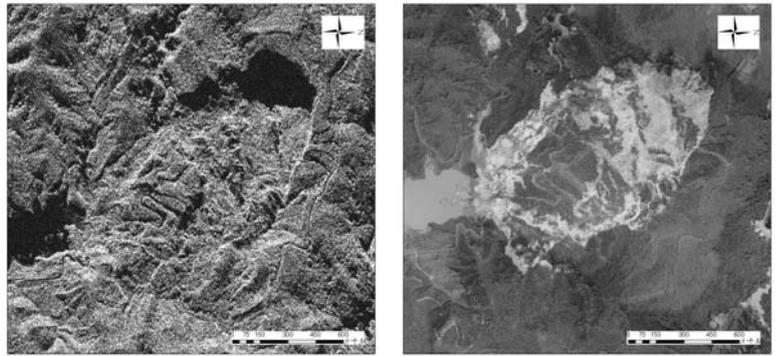


図-3 荒砥沢地すべりの SAR 画像と空中写真

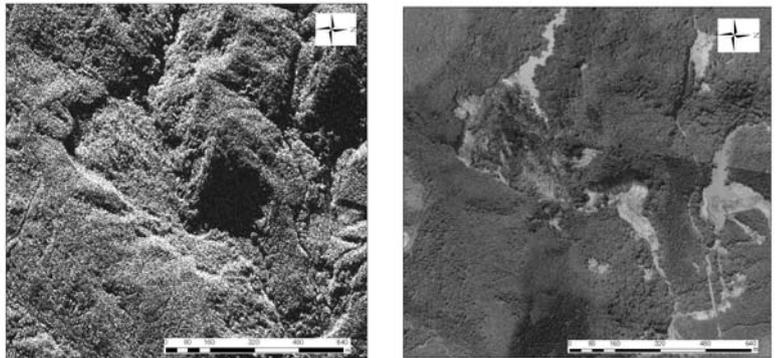


図-4 河道閉塞発生箇所の SAR 画像と空中写真

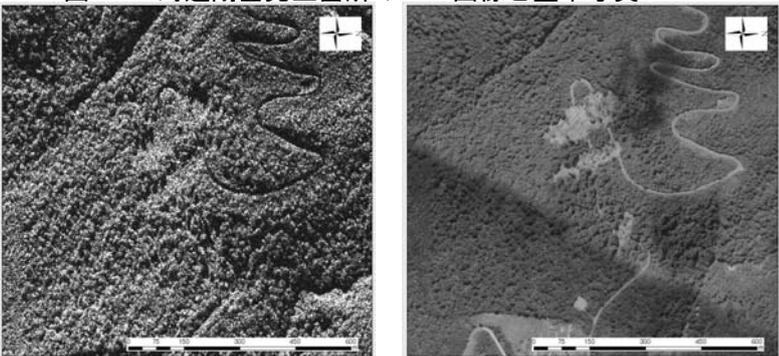


図-5 崩壊による道路分断箇所の SAR 画像と空中写真

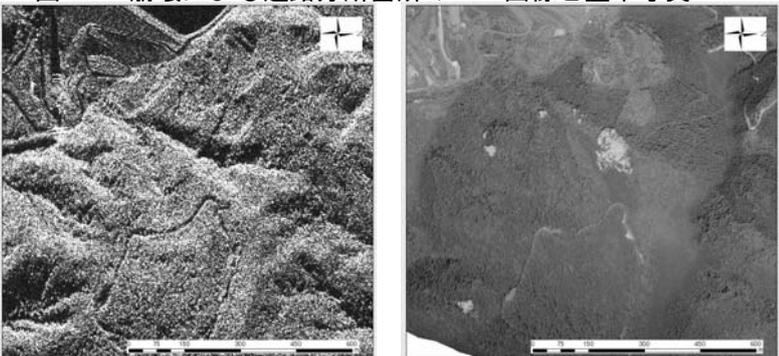


図-6 小規模崩壊箇所の SAR 画像と空中写真

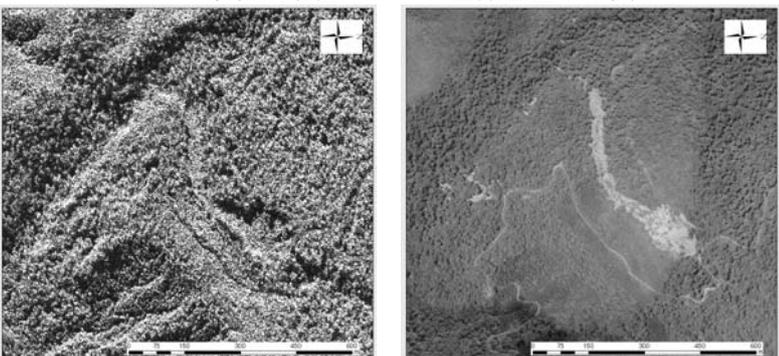


図-7 崩壊深が浅い崩壊の SAR 画像と空中写真