

光学系およびレーダー衛星データを用いた土砂災害調査について

広島工業大学 正会員 菅 雄三
 日本キャディック 正会員 ○小西 智久
 広島工業大学 学生会員 松村 隆一

1. はじめに

本研究では、高分解能衛星データを用いて、平成23年9月に台風12号に伴う豪雨により紀伊半島で発生した土砂災害被災状況の調査を実施した。光学系およびレーダー衛星データから大規模な深層崩壊の検出とその崩壊土砂量の推定を行い、衛星画像データの土砂災害調査への利用可能性について検討を行った。

2. 使用データ

本研究で使用した衛星データは表-1のとおりである。高分解能光学衛星の EROS-B（分解能：0.7m）データおよび高分解能レーダー衛星の COSMO-SkyMed StripMap モード（分解能：3.0m）データを使用した。

表-1 使用した衛星データ

衛星	観測モード	観測日
EROS-B	Basic scene	2011/09/14
COSMO-SkyMed	StripMap	2010/07/29
COSMO-SkyMed	StripMap	2011/09/11

3. 被災状況の分析

3. 1 EROS-B 衛星データによる分析

被災後（2011年9月14日）の EROS-B データを基盤地図情報（数値標高モデル）10m メッシュ（標高）データ（DEM）を用いて、図-1に示すようにオルソ補正を行った。衛星の観測範囲は、奈良県吉野郡十津川村および五條市大塔町の7×7kmの範囲である。この画像では、十津川村長殿地区および大塔町赤谷地区の深層崩壊と河道閉塞を明瞭に捉えている。一方で、画像には、雲と雲の影が映っており崩壊地判別の妨げにもなっている。本研究では、被災前の衛星データを参照しながら目視判読により崩壊地の判別を行った。その結果、赤谷地区では長さ900m、幅350mにわたり崩壊が発生しており、その面積は約35万m²であった。

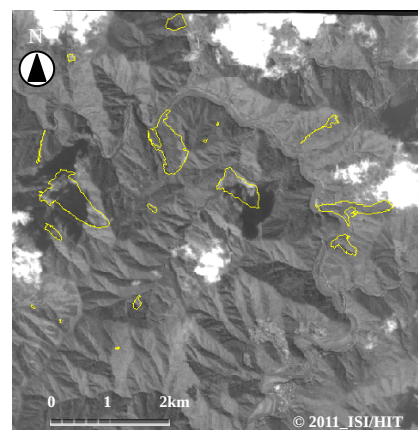


図-1 2010年9月14日観測の EROS-B 画像（黄枠：崩壊地）

3. 2 COSMO-SkyMed 衛星データによる分析

被災前後の2010年7月29日と2011年9月11日の COSMO-SkyMed StripMap モードデータ（オフナディア角30.6度）を使用した。レーダー画像は、解析対象地域のような山岳地域ではフォアショートニングが顕著であるため DEM を用いてオルソ補正処理を行った。また、被災前後のレーダー画像を比較解析するため式(1)により校正処理を行い、後方散乱係数（ σ^0 : Backscattering coefficient）の算出を行った。

$$\sigma^0 = 10 \log_{10} (DN^2 \cdot F_{Tot}) \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

ここで、 DN はデジタル値、 F_{Tot} は変換係数である。さらに、レーダー画像のスペックルノイズを低減するために9×9ピクセルウィンドウのスペックル低減フィルタ（Leeフィルタ）処理を施した。被災前後のデータをカラー合成した COSMO-SkyMed 画像を図-2に示す。黄色の枠で囲まれた地域（EROS-B から抽出された崩壊地）が土砂災害崩壊地である。崩壊地の検出のために、被災前後のレーダー画像の差分を利用したところ、崩壊地のみを抽出することが困難であった。そのため、被災前後のレーダー画像から相関係数を算出し、崩壊地の抽出を行う手法を適用した。被災前後の土地被覆状況が変化していない場合には相関係数は高く、反対に

キーワード 土砂災害崩壊地, EROS-B, COSMO-SkyMed

連絡先 〒731-5193 広島県広島市佐伯区三宅 2-1-1 広島工業大学 TEL 082-921-3121

変化した場合には相関係数は低くなる．相関係数（ r ）は式(2)により求めた¹⁾．

$$r = \frac{N \sum_{i=1}^N I_{a_i} I_{b_i} - \sum_{i=1}^N I_{a_i} \cdot \sum_{i=1}^N I_{b_i}}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^N I_{a_i}^2 - \left(\sum_{i=1}^N I_{a_i} \right)^2 \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^N I_{b_i}^2 - \left(\sum_{i=1}^N I_{b_i} \right)^2 \right)}} \quad (2)$$

ここで、 N は計算するウィンドウ内のピクセル数、 I_{a_i} 、 I_{b_i} は被災後と被災前のそれぞれの画像の i 番目における画素の値である．崩壊地を抽出するための相関係数の閾値は、平均値と標準偏差から決定した．本研究では、相関係数が0.13以下の領域を図-3に示すように崩壊地（赤色）として抽出した．

図-3では、赤色の領域が COSMO-SkyMed 画像から検出した崩壊地、黄色の枠が EROS-B 画像から判読した崩壊地である．長殿、赤谷、東赤谷などの大規模な崩壊地は、COSMO-SkyMed 画像から検出することができたが、崩壊の規模や地形の影響により検出できなかった部分もある．宇井では、ある程度大きな崩壊でありながら、検出することができなかった．これは、SAR 特有のフォアショートニングの影響を受けているものと考えられる．したがって、SAR による山岳地帯における土砂災害の分析に際しては、東西両方向の軌道によるデータ取得がより有効であると考えられる．COSMO-SkyMed 画像から計測した赤谷の崩壊面積は、25 万 m^2 であった．また、平成 23 年 10 月 11 日に国土交通省が発表した赤谷の崩壊土砂量は 900 万 m^3 であり²⁾、EROS-B から推定した崩壊土砂量は 825 万 m^3 (92%)、COSMO-SkyMed から推定した崩壊土砂量は 521 万 m^3 (58%)であった．

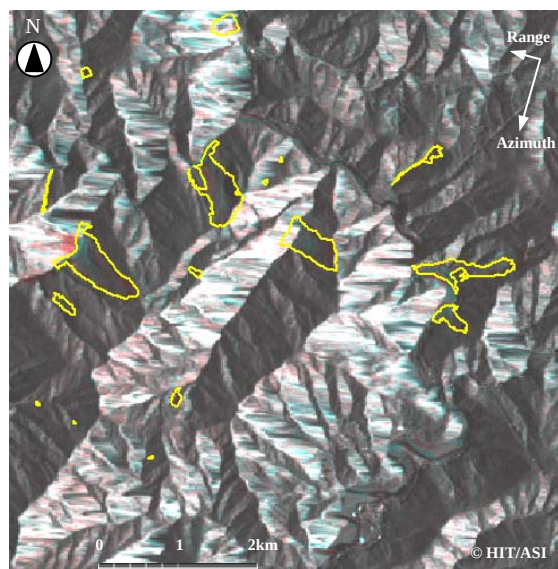


図-2 解析対象地域の COSMO-SkyMed 画像
(R:2010 年 7 月 29 日, G&B:2011 年 9 月 11 日,
黄枠: EROS-B から検出した崩壊地)

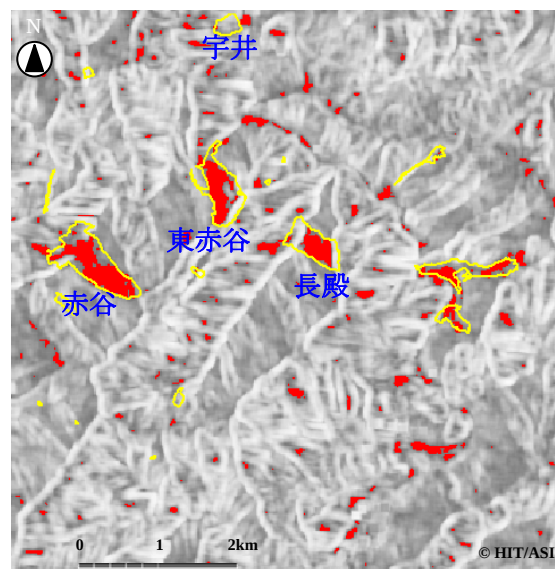


図-3 土砂災害崩壊地検出画像
(黄: EROS-B, 赤: COSMO-SkyMed から検出)

4. まとめ

本研究では、高分解能の光学系およびレーダー衛星データから土砂災害被災状況の調査を試みた．EROS-B 衛星による分析では、大規模な土砂災害崩壊地を判読することができた．COSMO-SkyMed 衛星による分析では、被災前後の画像から相関係数を算出することで土砂災害崩壊地を検出することができた．検討課題としては、地形の影響を考慮した異なる軌道からの SAR 画像データの分析手法の開発などがあげられる．

参考文献

- 1) Matsuoka, M. and Yamazaki, F.: Use of Satellite SAR Intensity Imagery for Detecting Building Areas Damaged due to Earthquakes, Earthquake Spectra, Vol.20, No.3, pp.975-994, 2004.
- 2) 国土交通省: 空中写真判読による崩壊地(発生域)集計結果(奈良県・和歌山県・三重県)(平成 23 年 10 月 11 日現在), 2011.