

ALOS/PALSAR を用いた四川大地震に伴う土砂移動個所の抽出

○川崎地質 (株) 樋口 慈, 静岡大学農学部 土屋 智, 逢坂興宏, 今泉文寿

1. はじめに

人工衛星によるリモートセンシングデータのうち、合成開口レーダ (SAR : Synthetic Aperture Radar) は、夜間や霧の中でも地表面を感知することが可能である。このため、地震時や豪雨時に発生する土砂災害個所を高精度で面的に把握する手段として、SAR データの利用とその成果蓄積に関する期待は大きい。ここでは、ALOS 衛星に搭載された PALSAR により取得されたデータを用い、干渉 SAR を適用して四川大地震 (M_s8.0, 2008 年 5 月 12 日) による土砂災害域を対象に、地震後 2010 年 2 月までの期間における地表変動個所の抽出を試みた。

2. 四川大地震の概要と解析対象地

四川大地震 (M_s8.0) は 2008 年 5 月 12 日四川省汶川県英秀付近を震源に、龍門山断層帯と呼ばれる長さ約 300km の断層帯の一部が動いたことにより起こった。地震断層となった龍門山断層帯は、北から汶川-茂汶断層、北川断層、彭灌断層の 3 つの主要な断層からなり、主に活動した断層は北川断層と彭灌断層とみられている (Liu et, 2008)。震源域は地形が急峻な山岳地であり、広範囲にわたり大規模斜面崩壊、地すべり、河道閉塞等の斜面災害が多発した。地震による死者は約 7 万人、行方不明者は約 2 万人、倒壊または被災建物は 1500 万棟、被災者総数は 4624 万人に達する大震災となった。

図 1 には、解析対象地とこれに汶川-茂汶断層と北川断層を加筆して示す。解析対象地の地質は、原生代、古生代、中生代の堆積岩や花崗岩が主で、地形は衝上断層や横臥褶曲が発達しチベット高原から続く標高 5,000m を超える山々から標高 500m 前後の四川盆地へと急激に低くなり、起伏の大きい急峻な地形を形成している。また、解析対象地の北から南へ岷江が流れ、岷江と四川盆地の合流点には秦の時代に築造された水利施設、都江堰がある。主流である岷江とその支流に沿って形成された堆積地には、背後に比高の大きな斜面を控えた多くの集落が存立しており、これらの斜面では多数の斜面崩壊や土石流が発生した。

3. 解析方法

解析ソフトウェアにはフリーソフトである GMTSAR (Sandwell et, 2011) を用いた。解析では、先ず観測されたマスターとスレーブの生データより SLC 画像を作成する。次いでスレーブ画像をリサンプリングして、マスター画像と幾何学的に重なるようにし、初期干渉画像を作成する。干渉画像が得られたら、軌道縞と地形縞を除去し地表変動縞を求めた後、位相アンラッピングを行い、干渉 SAR 画像を作成する。このようにして面的な地表変動を表した干渉 SAR 画像が得られる。

4. 解析結果

図 2 には、地震後の 2007 年 12 月 21 日と 2010 年 2 月 10 日に撮影したデータによる干渉 SAR 解析結果を示す。この期間に大きな地震は認められないため、明るい箇所は土砂の堆積などにより標高が上昇した箇所、暗い箇所は侵食や土砂の崩落などにより標高が低下した箇所と考えられる。全体的にみればノイズも見られるが、地震断層やその他河川の河床付近の山腹斜面では暗い箇所が目立ち、岷

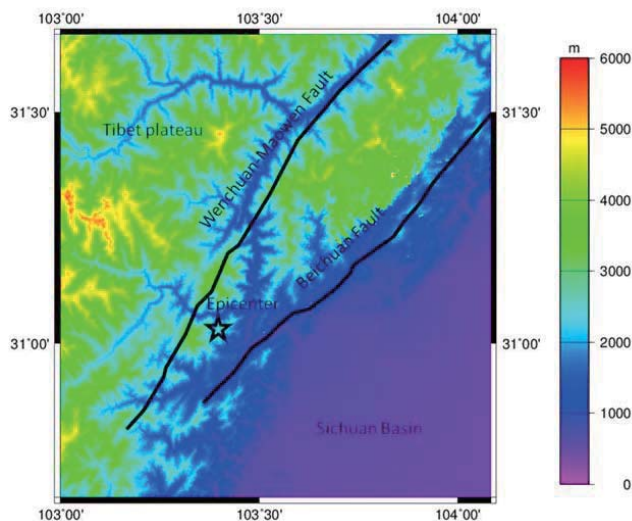


図 1 解析対象地の標高分布と震源断層

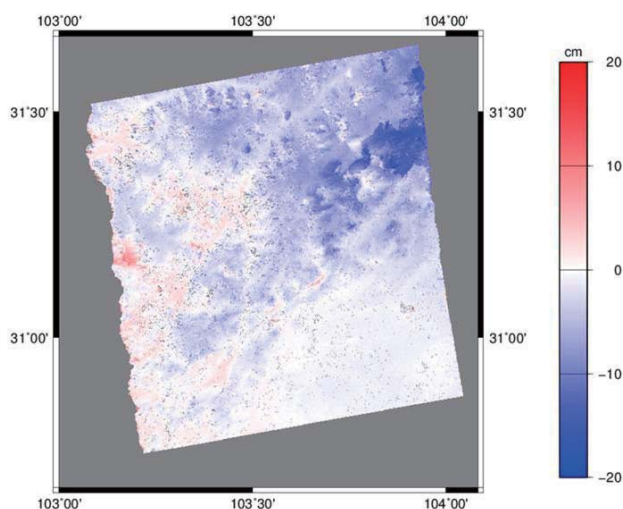


図 2 2007 年 12 月 21 日と 2010 年 2 月 10 日撮影による干渉 SAR 画像

江沿いに明るい箇所が目立つ。これは、岷江沿いの急斜面は断層から近く崩壊地が多かったこと、地震後の豪雨などで崩壊地からの土砂流出が起こり河床に堆積し、河床上昇を生じていることが原因であると考えられる。

図3には、岷江沿いの銀杏郷付近で現れた地表変動箇所をGoogle画像と対比して示す。衛星写真からは2つの大きな崩壊地があり、土砂流出により標高が低下している様子がわかる。また、岷江に沿って崩壊地や上流域からの土砂が堆積し標高が上昇している様子がわかる。図4には、地すべり活動によると考えられる地表変動が抽出された箇所とそのGoogle画像を対比して示す。図4のGoogle画像からこの変動が確認された箇所周辺は、大規模な棚田が多く見られやや馬蹄形の地形を呈していることから、なんらかの下方向き（斜面下方南東向き）の地盤変動が発生したと推定される。

5. おわりに

干渉SAR解析は広域に地表変動箇所を抽出することには長けていても、その結果のみでは地表変動の詳細な動きを把握することはできない。現地調査などを行い抽出された地表変動について検証する必要がある。

引用文献

- Liu, et al. (2008) The Ms 8.0 Wenchuan earthquake co-seismic rupture and its tectonic implications—an out-of-sequence thrusting event with slip partitioned on multiple faults. *Acta Geologica Sinica* 82 (12), pp.1707-1722.
- Sandwell, D. ., R. . Mellors, X. Tong, M. Wei, and P. Wessel (2011), Open radar interferometry software for mapping surface deformation, *Eos Trans. AGU*, 92 (28), pp.234-235.

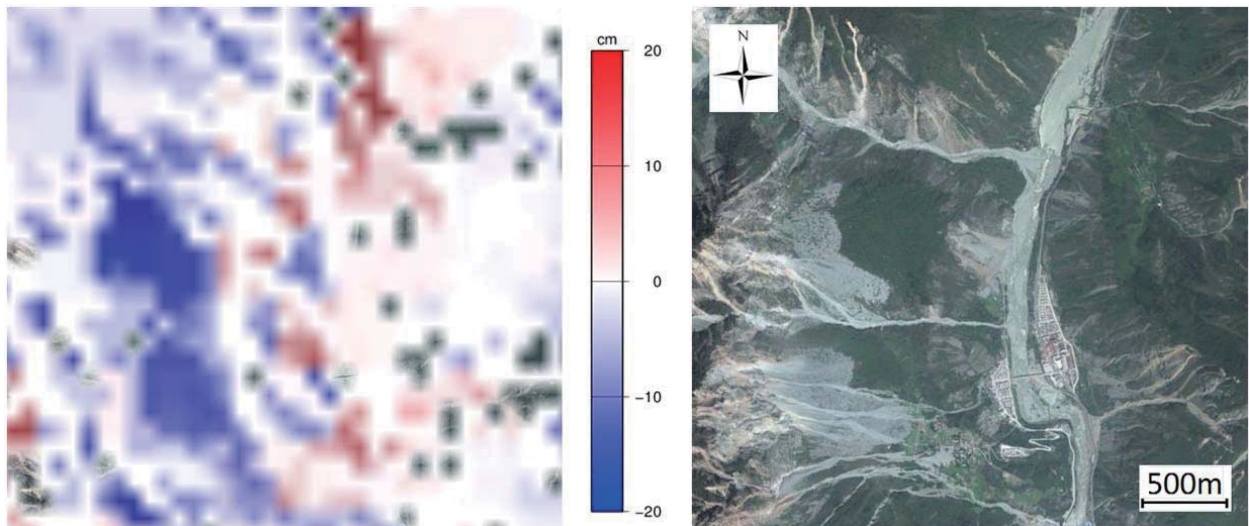


図3 岷江沿い 銀杏郷付近の急斜面で抽出された崩壊地と河床付近の堆積（左：SAR 干渉画像，右：Google 画像）

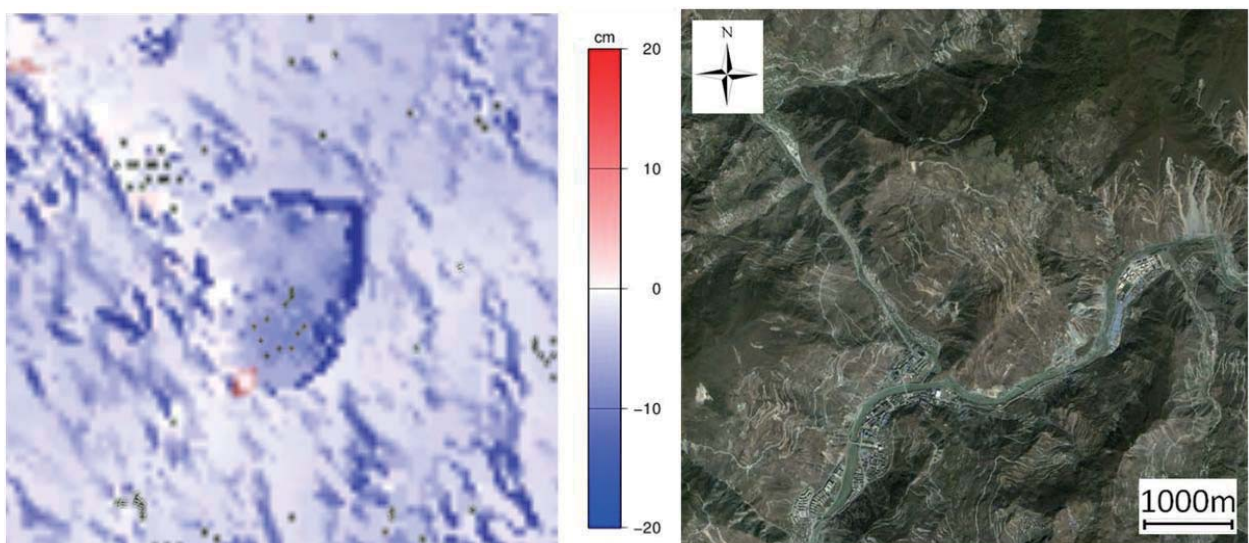


図4 汶川北西急斜面で抽出された地すべり性の地表変動（左：SAR 干渉画像，右：Google 画像）