

2016年2月6日台湾美濃地震による地盤変動と被害
Ground Deformation and Damages Caused by the Meinong, Taiwan, Earthquake
of February 6, 2016

○橋本学・景國恩・Ray CHUANG・胡植慶

○Manabu HASHIMOTO, Kuo-En CHING, Ray CHUANG, Jyr-Ching HU

The Meinong, Taiwan, earthquake of February 6, 2016, caused significant damages due to strong shaking and liquefaction in the city of Tainan, which is located about 30 km west from the epicenter. In order to study the relationship between coseismic surface deformation and distribution of damages, we processed SAR images of ALOS-2/PALSAR-2 acquired before and after the event. Surface deformation detected by InSAR is distributed mainly in the eastern part of Tainan, not above the epicenter. The maximum uplift is ~14 cm with slight westward shift. Subsidence up to 5 cm was found just north of the epicenter. We also found a north-south trending zone of eastward shift of > 10 cm with local subsidence just west of the above-mentioned uplift zone. Furthermore, a couple of zones of subsidence or eastward motion are recognized in the northeastern part of Tainan. Significant structural damages and liquefaction are distributed in and around these zones. This spatial correlation implies a significant contribution of surface deformation to structural damages.

1. はじめに

2016年2月6日、台湾南部高雄市北部美濃を震源とするMw6.4の地震が発生し、西に約30km離れた台南市でビルの倒壊により100名以上の犠牲者が出る等、大きな被害が発生した。この地震による地表面変動を検出するために、宇宙航空研究開発機構（JAXA）が運用するALOS-2/PALSAR-2画像を解析した。さらに、3月上旬に現地を訪れ、変動域を中心に調査した。これらSAR画像の解析結果と現地調査の結果を合わせ、この地震による地表面変動の特徴と被害との関係について考察する。

2. 解析手法

ALOS2の地震後の観測は、2月9日に北行軌道から高分解モードで、14日に南行軌道から広域観測モードで行われた。なお、それぞれの地震前の観測日は、2015年11月26日と2016年1月31日である。

解析にはGamma Remote Sensing社のGamma® (ver.20141211)を用い、2パス干渉処理を行った。地形縞の除去とジオコーディングのためのDEMには、ASTER-GDEM ver. 2を用いた。干渉画像には電離層擾乱や軌道の誤差によると思われる残存縞や標高に依存する誤差も重畳している。そこで、変動の大きい領域をマスクし、観測された変動に緯度・経度と標高の二次関数をフィッティングし、これらの影響を低減した。最後に、北行軌道と南

行軌道の干渉画像から、東西および疑似上下成分への変換を行った。

3. 解析結果

南行軌道の干渉画像中、震央の直ぐ北側に20km×20km四方の最大8cm程度の視線距離伸長の領域と、その西隣に南北約20km×東西約10kmの最大11cmにおよぶ視線距離短縮領域が認められた。北行軌道の干渉画像にも西側の視線距離短縮領域が認められるが、震央近傍の視線距離伸長は顕著でない。2つの干渉画像を合成し、東西および疑似上下変動を計算したところ、以下のような変動の特徴が明らかになった（図1）。

(1) 震央の直ぐ北側に西向きかつ沈降の領域。広さは直径約20kmで、変動の最大はそれぞれ約6cm。

(2) 震央から西約20km付近に、西向きかつ隆起の領域。広さは南北約30km、東西約15kmで、変動の最大は、西向き成分が約5cm、隆起が約12cm。ただし、隆起のピークは西向き変位のピークより東へ約7～8kmずれている。

(3) (2)の領域の中に、台南市関廟区を中心とする南北方向の長さ約15km、東西方向の幅約3kmの東向きに変位している帯状の領域が認められる。東向き変位の最大は約15cm。(2)の領域との境界は東・西両側ともに明瞭で、場所によっては10cmを越える変位のジャンプが認められる。

(4) (3) の帯状領域の北西の台南市新化区に、最大13cm程度東向きに変位している直径3km程度の領域が有る。

(5) 台南市内には、その他にも複数の変位の大きいスポットが認められる。

上記 (1) および (2) の変動は、 $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$ で北に傾き下がる断層面上の、左横ずれを含んだ逆断層で概ね説明可能である。すべり量は 20cm 程度を推定される。しかし、上記 (3) の変動は、断層モデルで説明することは困難で、局所的な地質構造を考慮した議論が必要である。なお、震央付近には大きなすべりが求まらないことから、破壊は西方向に伝播したと推定される。このため、Directivity 効果により、台南市で震度が大きくなったことが考えられる。

4. 現地調査結果

上記の観測結果を踏まえ、特に (3) および (4) の特徴的な領域を中心に、2016年3月1~2日に現地調査を行った(図1中の赤い旗マークの地点)。結果の概要を、下記にまとめる。

(a) (3) の東向き変位領域の東西両端には、道路上に亀裂(幅 1~2cm 程度)、ブロック塀の破壊・亀裂、校舎の破損等の被害が認められた。西側は引っぱり亀裂、東側は圧縮破壊が顕著であり、この領域が周囲とは反対の東向きに変位したことにより、歪が集中した結果と考えられる。

(b) (4) の領域には、田畑に液状化に伴う噴砂痕が多く見られた。また、傾いた電柱なども認められた。主として、規模の大きい液状化が発生したことが、変動の主因と考えられる。

(c) この他にも、傾斜したビルや液状化により倒壊した RC 建築物などを確認した。これらの被害の多くは、干渉画像中に見られる変位の大きいスポット中あるいはその近傍で発生している。倒壊した永康区の維冠金龍大樓も、局所的に変位の大きいスポットの縁に位置している(図1中黒い旗マーク)。

以上、変位の不均一な分布との対応から、被害には地盤変動の影響も大きかったと考えられる。

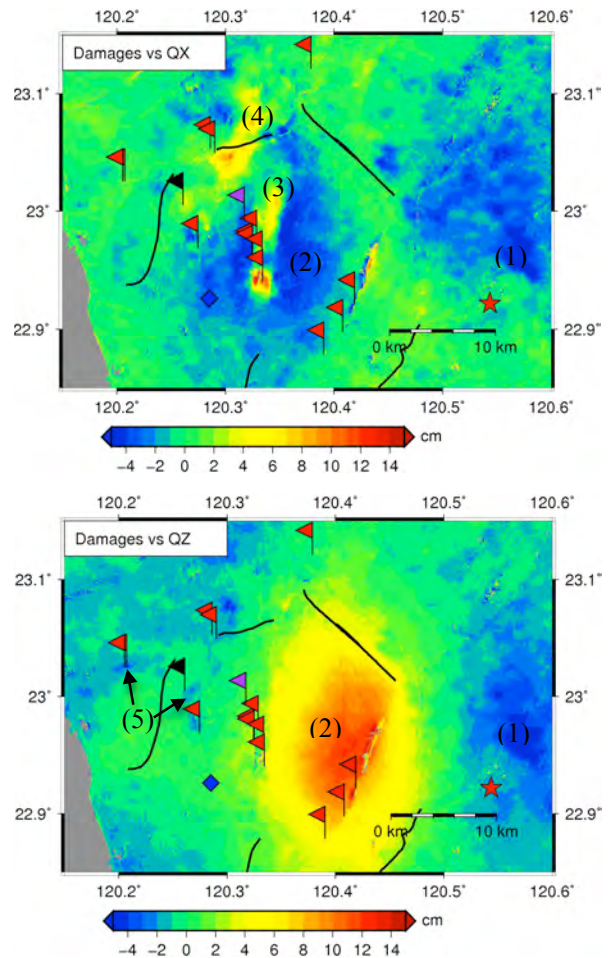


図1. ALOS-2/PALSAR-2 干渉画像から合成した東西方向(上)および上下方向(下)の変位の分布。黒いところほど、東へ大きく移動した。赤い旗は3月に調査した地点を、黒い旗は台南市永康区の維冠金龍大樓の位置を示す。南東の3地点を除いて、全ての白い旗の地点で被害が見られた。灰色の旗は新たに見つかった断層の露頭。青い◇は台湾高速鉄道台南駅。赤い☆は、台湾中央気象局による震央。白線は、活断層の地表トレース。

謝辞

ALOS-2/PALSAR-2 画像は、地震予知連絡会 SAR 解析 WG の活動の一環として宇宙航空研究開発機構(JAXA)より提供されました。ALOS-2/PALSAR-2 画像の所有権・著作権は JAXA にあります。関係各位に感謝致します。