# 2016年熊本地震で発生した液状化地域におけるSAR画像の コヒーレンス低下シミュレーション

Simulation of the Decorrelation in Coherence Using SAR images of Liquefaction Area Due to the 2016 Kumamoto Earthquakes

〇賀川健人<sup>1</sup>, 松岡昌志<sup>2</sup>, 大串文誉<sup>1</sup> Kento KAGAWA<sup>1</sup>, Masashi MATSUOKA<sup>2</sup> and Fumitaka OGUSHI<sup>1</sup>

1東京工業大学大学院総合理工学研究科

Interdisciplinary Graduate School of Science and Technology, Tokyo Institute of Technology

<sup>2</sup>東京工業大学環境・社会理工学院

Depertment of Architecture and Building Engineering, Tokyo Institute of Technology

Some low phase coherence areas were recognized from the result of analysis by using PALSAR-2 images which observed damage areas of the 2016 Kumamoto earthquakes. Especially, there is continuously belt-shaped low phase coherence area in southern Kumamoto city. Even though the damages of liquefaction were reported, the appearance of boiled sand effects for phase coherence is less and damaged buildings are not many in this region. Therefore, one of the reasons decreasing phase coherence is considered as land subsidence by liquefaction effect. In order to clearify this phenomenon, this study tried to examine the relationship between land subsidence and phase coherence by a simple simulation.

Keywords: The 2016 Kumamoto Earthquakes, liquefaction, coherence, SAR, PALSAR-2, subsidence

## 1. はじめに

2016年4月に熊本県を中心とした熊本地震が発生し, 各地で建物被害や土砂崩壊,液状化などの被害が報告さ れている.1995年の兵庫県南部地震以降,このような災 害発生時には,広域かつ迅速に被害の把握が可能な合成 開口レーダ(SAR)による観測が積極的に被害把握に用 いられてきた.

SAR 観測では、人工衛星に搭載したセンサを使って地 表面にマイクロ波を照射し、地表からの後方散乱波の強 度と位相成分を解析することで地表の変化を検出する事 が可能である. 熊本地震の被災地においても, ALOS-2 衛星の SAR センサである PALSAR-2 によって得られた 画像を解析した結果、建物の損壊や液状化によって、マ イクロ波の干渉度合いを示すコヒーレンスが低下してい る地域が認められた.一般に地表に変化がなければコヒ ーレンスは高くなり,変化があればコヒーレンスは低下 する傾向がある.特に熊本県南区において帯状にコヒー レンスの低下が確認できた.この地域では液状化の報告 があるものの, ALOS-2 衛星による SAR 観測では波長の 長い L-band を用いているため噴砂がコヒーレンスに与え る影響はそれほど大きくはない.また、大きな建物被害 が報告されていないため、 コヒーレンス低下の原因は液 状化で地盤が沈下したことによるものと考えられる.

そこで本報では,地盤が沈下したことによる地表の変 化とコヒーレンス低下の関係をシミュレーションにより 調べるとともに,帯状にコヒーレンスが低下した地域と 同様のコヒーレンス低下の再現を試みた.

## 2. 対象地域

今回調査対象とした熊本県熊本市南区近見〜川尻地区 は、熊本駅から緑川にかけて旧鹿児島街道に沿いに約 7km に渡って液状化が発生した地域である.若松らの報 告<sup>1)</sup>では、この地域では帯状に連続して噴砂が発生して おり,筆者らが行った現地調査でも噴砂の跡を確認した. また,国土地理院は,この地域における地震による地盤 変動は鉛直方向に約0.15~0.2m 沈下と報告<sup>2)</sup>している.

### 3. SAR 画像で見た対象地域

地震前後の 2016/03/07 (Master) と 2016/04/18 (Slave) に撮影された PALSAR-2 画像をデータセットとして, Master と Slave の後方散乱強度画像とコヒーレンス画像 の 3 枚をそれぞれ RGB (R:コヒーレンス画像,G: Master の後方散乱強度画像,B:Slave の後方散乱強度画 像)に着色合成した. 観測範囲と熊本市南区近見〜川尻 地区の RGB 着色結果を図 1 に示す. 各画像のピクセル 分解能は 5m×5m に統一している.



RGB 着色画像において、コヒーレンスが低下した場所 では R 成分が下がるためシアン色として表現され、図 1(b)に示すように対象地域でもそのような地域が確認で きた.また、若松らの報告の液状化発生地点とも概ね一 致した.液状化発生地点付近では地盤が沈下していると の報告があるものの,震動に伴う建物被害は少ないこと から,コヒーレンスの低下は主に地盤の変位によって発 生したと考えられる.

# 4. シミュレーション

(1) シミュレーション条件

シミュレーション条件は,図2のように PALSAR-2 画像の観測条件に準じて設定した.



地盤のモデルとして、水平な平面を Master(地震前) として、Slave(地震後)がそれぞれ 0.1m, 0.2m, 0.3m, 0.4m, 0.5m 沈下した場合を想定した.また、地面は正規 分布に従い沈下し、地表面がスムースな場合(図 3)と 凹凸のある場合(図 4)を考えた.地表の凹凸は、平均 と標準偏差がそれぞれ 0.02m の乱数を発生させて表現し た.ただし、水平方向の変位は考えないものとし、地震 前後で後方散乱強度に変化がないと仮定して、コヒーレ ンス計算時は振幅を Master と Slave で同じ値とした.



### (2) シミュレーション結果

地盤沈下のモデルから計算したコヒーレンスの値を図 5,図6に示す.地盤の沈下量が大きくなるとコヒーレン スの低下量も大きくなるという結果を得たが、今回のモ デルでは地表面がスムースな場合に沈下量が 0.3m を超 えるとコヒーレンスの値の低下に乱れが生じた.また、 地表面がスムースの場合と凹凸の場合では、地表面に凹 凸がある場合の方がコヒーレンスの低下に乱れが出た.



# 5. まとめ

地盤の変位とコヒーレンス低下の関係をシミュレーションにより調べた結果,地盤が沈下するとコヒーレンス が低下し,コヒーレンスの低下量は地盤の変位量と関係 があることがわかった.また,凹凸の有無など地表面の 状態によってもコヒーレンスの低下に影響があることが わかった.ただし,本報では鉛直方向の変位とコヒーレ ンスの関係について調べたに過ぎず,水平方向の変位を 考慮していない.よって,今後は水平方向の変位も含め たシミュレーションを行い,地盤変位とコヒーレンスの 関係の定量的な把握をしたいと思っている.

### 謝辞

ALOS-2 PALSAR-2 データは JAXA 大規模災害 WG の一 環として JAXA から提供を受けた.記して謝意を表しま す.

#### 参考文献

- 若松加寿江,先名重樹,小澤京子: 平成28年(2016年)熊本地震液状化報告(第1報), http://committees.jsce.or.jp/eec205/system/files/liq\_survey\_2016k umamoto.pdf, 2016年9月1日
- 2) 国土地理院:熊本地震で変動した基準点の新しい成果 を公表,

http://www.gsi.go.jp/sokuchikijun/sokuchikijun60019.html, 2016 年 9 月 26 日