

衛星データを用いた東日本大震災における津波被害把握に向けた研究

香川大学 学生会員 ○榎本みな 香川大学 正会員 野々村敦子
宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター 正会員 田殿武雄

1. はじめに

南海トラフ巨大地震（M8-M9）の発生確率は、今後 10 年以内に 20 ～ 30 %，50 年以内の発生確率についても 90 % 程度もしくはそれ以上と非常に高くなっている¹⁾。被害を最小限に抑えるためには、被災状況をいち早く把握し、効率の良い復旧計画の立案と早期復旧の実現に向けた事前の対策が求められる。災害直後は現場での状況把握が非常に困難である。一方、地球観測衛星によるリモートセンシングでは同一地域を繰り返し観測するため、被災前後のデータの比較による災害現場の状況把握が可能となる。本研究では、天候および昼夜によらず観測可能な合成開口レーダのデータを用いて、被災前後の衛星データの比較から津波による建物被害の把握手法を検討する。

2. 使用データ

本研究は、東日本大震災において、8 m 以上の津波浸水高を記録した宮城県石巻市²⁾を対象とした。放射対象の勾配が大きいと後方散乱に地形の影響が出ると考えられるため、勾配 20 ° 以上、または標高 50 m 以上の地形は除外した(図 1)。

解析には ALOS/PALSAR 多偏波モードのレベル 1.5 プロダクトの HV 偏波を用いた。建物面積の算出には、国土地理院が発行している基盤地図情報のうち、縮尺レベル 2500 の建物のポリゴンデータを用いた。解析対象地域の平野を抽出するため、海岸線、解像度 5 m の数値標高モデルも用いた。

3. 解析方法

後方散乱係数と建蔽率との関係を調べる。後方散乱係数のスペックルノイズ軽減には、250 m - 500 m の解析が適切とされている³⁾ことから、本研究では 300 m メッシュを用いた。建物密集度には、300 m メッシュ内に含まれる建物の建築面積の総和をメッシュ面積の 9 ha で除して算定した建蔽率を用いた。PALSAR データは JAXA から公表されている式 (1) を用いて各種偏波データを後方散乱係数 (σ^0) に変換した⁴⁾。さらに、300 m メッシュ内に含まれるピクセルの平均値を求めた。

$$\sigma^0(\text{dB}) = 10\log_{10} \text{DN}^2 - 83.0 \quad (1)$$

後方散乱係数には、地形や地表面を覆う多様な地物の影響が反映されていると考えられる。本研究では、それらの要因から津波による建物と建物周辺の被害を考察し、建物の流失、倒壊および漂流物の有無などを把握する手法を検討した。浸水範囲は東日本大震災津波詳細地図²⁾から確認した。浸水範囲内で、建物被害程度を把握するにあたって、被災前の建物情報と比較するため、国土地理院基盤地図情報の 2011 年 3 月 11 日以前のデータが取得可能な範囲を対象とし、建物以外の広範囲な情報を避けるため、メッシュ内に水田および農地を含まない人工被覆地のみで建物面積が 10 % 以上という条件を設けた。被害程度は、Google Earth 画像での目視によりレベルを 3 段階に分類した。レベル 1 は、浸水範囲内に含まれており、目視判断では建物被害（倒壊・移動等）が確認されず、建物付近に漂流物（瓦礫・流木等）が存在しないメッシュを指す。目視判断によって、

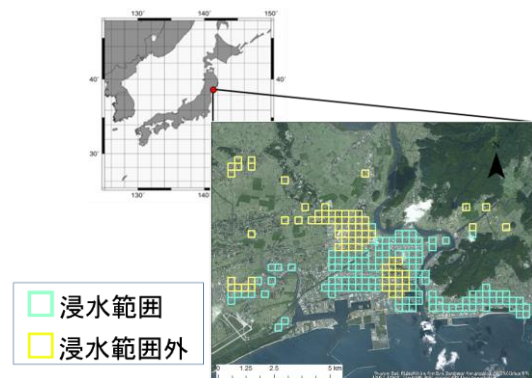


図 1 解析対象地域 (宮城県石巻市)

被災前後で建物被害の変化がない場合でも、漂流物が建物周辺に確認できる場合はレベル 2 に分類する。さらに、津波による建物移動、建物流失が 50 % 未満であればレベル 2 とする。最後に、津波によって建物が 50 % 以上流失している場合はレベル 3 に分類する。この場合、メッシュ内での漂流物の有無は考慮しない。浸水範囲外のメッシュはレベル 0 とする。津波による建物被害レベルによって ALOS/PALSAR データから算出した後方散乱係数はどの程度関係するか検討する(図 2)。後方散乱係数の被災前後の差を求める際、幾何補正を行った後、被災後データから被災前データを差し引き、300 m メッシュごとの平均値を算出した。

4. 結果

被災前後の後方散乱係数差と被害レベルとの関係を調べる。浸水範囲内で、レベル 1 とレベル 2 を分類するために、被災前後における後方散乱係数差の閾値を 0.85 と定めた。その結果、レベル 1 と判定されたメッシュのうち約 89 % のメッシュの後方散乱係数差が 0.85 未満であった。また、レベル 2 と判定されたメッシュのうち約 85 % のメッシュの後方散乱係数差が 0.85 以上であった。以上のことから、被災前後の後方散乱係数の差を用いると、レベル 1 とレベル 2 との建物被害レベルの分類が 85 % 程度可能だと言える。しかし、漂流物が有り、建物の流失がメッシュ内で 50 % を超えるレベル 3 においては、レベル内での後方散乱係数差に偏りがなく、レベル 1, 2, との区別が困難である。その理由として、被害レベル 3 のメッシュは建物流失によって後方散乱係数は低下するが、漂流物の量や質によって後方散乱係数が上昇する可能性が考えられる。

5. まとめ

本研究では、東日本大震災で甚大な被害に襲われた宮城県石巻市において、ALOS/PALSAR データから算出した後方散乱係数を用いて津波による建物被害程度の把握を検討した。その結果、津波による被害レベルが後方散乱係数に影響を与えていることが明らかとなった。特に、レベル 1: 浸水のみ(建物移動、漂流物なし)と、レベル 2: 目視判断によって建物周辺に漂流物などが確認できる場合と建物移動、建物流失が 50 % 未満で後方散乱係数の被災前後の差に違いが見られた。レベル 3: 津波によって建物が 50 % 以上流失している場合では後方散乱係数の大幅な減少が確認できる。ただし、後方散乱係数が被災前より被災後の方が上昇しているメッシュ、変化が無いメッシュなども存在するため、建物流失によって後方散乱係数が低下するだけでなく、漂流物の量や質によって後方散乱係数の変化が生じることが推定された。今後、より詳細な津波による被害の把握を目指し、SAR の干渉による解析を用いて津波被害における数 cm 程度の差異に着目することを課題とする。

謝辞

本研究は JACIC 研究助成および MEXT KAKENHI (15H02869) を受け、ALOS-2 研究公募 (RA4) の枠組みで提供された ALOS/PALSAR データを用いた。ここに記して感謝の意を表す。

引用文献

- 1) 地震調査研究推進本部：活断層で発生する地震および海溝型地震の発生確率値の更新前後の比較，2017
- 2) 原口強，岩松暉：東日本大震災津波詳細地図(上巻)青森・岩手・宮城，pp61-63，古今書院，2011
- 3) 杉本賢二，奥岡桂次郎，谷川寛樹：PALSAR を用いた建築物の空間分布に関する研究，環境情報科学 学術研究論文集，27 巻， pp85-90， 2013
- 4) Shimada, M., Isoguchi, O., Tadono, T., and Isono, K.: PALSAR Radiometric and Geometric Calibration, IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing, 47, pp3915-3932, 2009

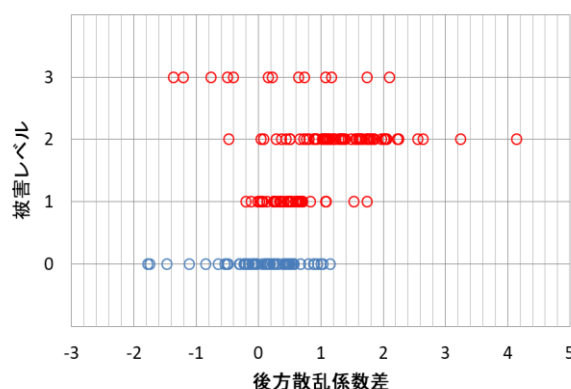


図 2 建物被害と後方散乱係数との関係