

中分解能衛星画像を用いたトルコ・シリア地震の建物被害の抽出のための検討

日本大学 学生会員 ○澁谷 昌典

日本大学 正会員 園部 雅史

日本大学 正会員 羽柴 秀樹

1. 目的

令和5年(2023年)2月6日に発生したトルコ・シリア地震では広範囲に大規模な地震が発生した¹⁾。この地震により、震源付近に位置するカフラマンマラシュでは甚大な建物被害が発生するとともに、多大な死者と避難者を出した。このような広域かつ大規模な被害の場合、救援活動の策定のため早急な被害状況の把握が必要であり、衛星リモートセンシングによる被害情報の収集が有効である。加えて、Landsat シリーズや Sentinel シリーズをはじめ衛星画像は準リアルタイムにフリーに入手可能になってきており、中分解能衛星画像の視認性の評価や災害時の有効性の検討が必要である。また、建物被害の被害調査において高分解能光学衛星を用いたテクスチャ解析の適用性が検証され、有効性が把握されている^{2), 3)}。そこで本論では令和5年トルコ・シリア地震前後に観測された中分解能衛星の Sentinel-2 衛星画像を用いて建物被害の分布と画像のテクスチャの特徴から、被害建物の特性を調査した結果を報告する。

2. 対象地域

対象地域は特に被害が多かったトルコ・カフラマンマラシュの中心部の縦横 1.5 km の範囲とした(図-1)。トルコ地震では建物を支える柱などが地震の揺らぎで急激に破壊された結果、上層階から下に次々に落ちて真下に崩れたと報告されている。

3. 使用データ

本研究ではトルコ・シリア地震発生前後の 2023 年 1 月 20 日と 2 月 9 日に撮影された Sentinel-2 画像を用いた(図-1)。マルチスペクトル画像の分解能は 10×10(m)である。得られた指標の評価のため、対象地区の建物ポリゴンを作成した。2023 年 3 月 2 日撮影の Google Earth Pro を参照し被害を受け、消失した建物を被害建物と判断し、区分した。

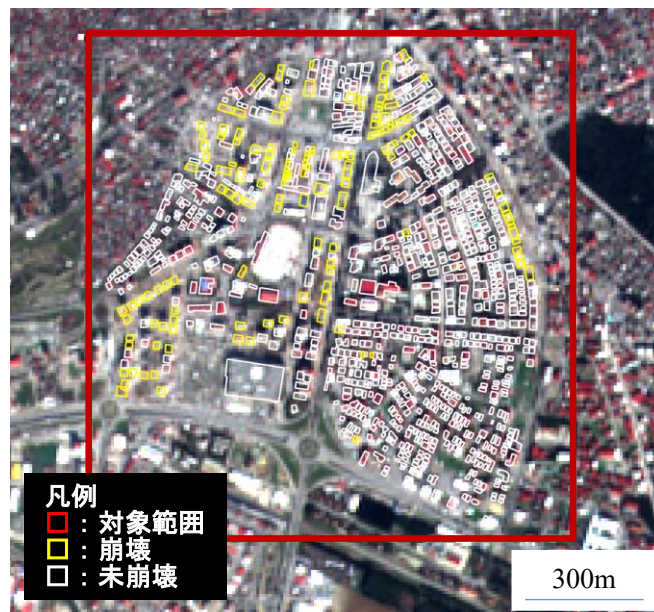


図-1 対象範囲と建物ポリゴン

4. 調査・解析方法

今回の地震による被害は建造物が垂直に潰れるような特徴的な倒壊がみられ、屋根や壁から生じた瓦礫が散乱するために、建物領域周辺において明画素と暗画素が隣接し、テクスチャが一様ではないことが推測される。これを前提に同時生起行列に基づくテクスチャ指標として異質度と均質性に加え、コントラスト画像を作成した。異質度は明画素と暗画素が隣接する個所(瓦礫等)で高い値となる特性を持ち、均質性は明画素が密集する個所に敏感で高い値となる特性をもつ。コントラストは異質度と同様な傾向を示す。なお、がれき箇所は明るい茶色で示されるため、赤バンドを用いた。同時生起行列のウィンドウサイズは試行的に 3×3, 5×5, 7×7 ピクセルの 3 ケースを作成し、判読調査と統計情報から比較した。加えて、災害前後のテクスチャ指標から被害有建物と被害無建物の建物ポリゴンで集計し、被害建物の特性を把握した。

キーワード 災害, テクスチャ解析, 光学衛星, Sentinel-2, 2023 年トルコ・シリア地震

連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14

Tel:03-3259-0674, E-mail:sonobe.masashi@nihon-u.ac.jp

5. テクスチャ指標の算出結果

同時生起行列によるテクスチャ指標として異質度と均質性とコントラスト(図-2)を算出した。コントラストの解析結果から災害後に瓦礫が発生した建物周辺で低い値となる傾向が確認された。これは、この地域で倒壊した建物の多くが3階以上の建物であったことを踏まえ、地震で建物が倒壊し、建物の存在によって形成されていた影や反射が消失することで、周囲の地面や建物とのコントラストなどの指標が変化したと考えられる。均質性の解析結果からは、建物倒壊による瓦礫発生個所の均質性の値が若干低くなる傾向が確認され、異質度と同様の特徴がみられた。しかし、中分解能衛星画像を使用しているため、瓦礫でできる明暗差を検出しきれていない可能性があることや、屋根の建物や車両等の明画素に影響を受けている可能性があることがわかった。

6. 建物ポリゴンによる集計と災害前後の比較

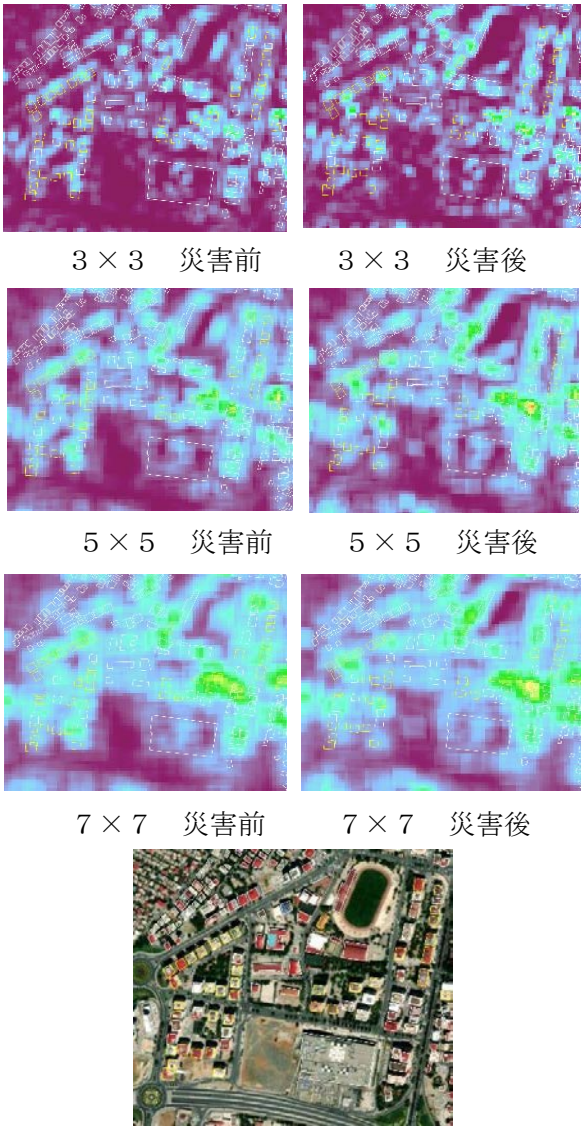
ウィンドウサイズ3×3の異質度と均質性とコントラストの平均値を整理した結果を表-1に示す。災害前後において未倒壊の建物の値はほぼ変化していないことがわかる。また、倒壊した建物のデータは災害前後で差があり、ウィンドウサイズが大きくなるほど差が小さくなることが確認された。中分解能衛星を使用しているため、ウィンドウサイズが大きくなると細かな特性が把握できなくなるのも要因の一つである。10mの解像度のSentinel-2衛星画像を用いてテクスチャ解析から建物倒壊を把握する場合、3×3が適切なウィンドウサイズであることが考察された。

7. おわりに

ここでは、災害前後の観測された同時生起行列によるテクスチャ解析をしたものである。被害建物を推定し、各データと比較した。今後は、被害建物の分類精度の整理や、その他空間情報との関係性の整理を行うことで建物被害の抽出手法の高度化の検討を行う予定である。

参考文献

1) USGS : M 7.8-Pazarcik earthquake, Kahramanmaraş earthquake sequence
(最終閲覧日 2023 年 3 月 31 日)



Sentinel-2 2023/02/09 撮影

図-2 災害前後のコントラスト

表-1 ウィンドウサイズ 3×3 の集計結果

	災害前		災害後	
	倒壊	未倒壊	倒壊	未倒壊
コントラスト	287.23	244.69	216.01	245.02
異質度	13.60	12.15	11.67	12.23
均質性	0.081	0.102	0.100	0.090

2) M.Sonobe. et al : Characteristics of the Distribution of Textures in the Reconstruction of Damaged Buildings in the Kumamoto Earthquake, IGARSS 2018 - 2018 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium,pp7293-7296.

3) 三浦ら：2010 年は一地震における被害地域検出のための高分解能衛星画像のテクスチャ解析,日本地震工学会論文集,第 12 巻, 第 6 号, pp. 2-20.