

一般共同研究 (2021G-07)

被災前後のリモートセンシング画像の AI 診断と登記情報による
強風被害住宅補修の需要推定

研究期間 : 令和 3 年 4 月 1 日 ~ 令和 5 年 3 月 31 日

研究代表者 : 高橋 徹 (千葉大学)

所内担当者 : 西嶋 一欽

共同研究参加者 : 友清衣利子 (熊本大学)

竹内 崇 (神戸大学)

徐 鏡淋 (千葉大学)

研究報告

1. 目的・趣旨

台風による強風災害においては、補修に必要な建材と人材が確保できないことによる復旧遅延が問題になっている。さらに研究申請時、コロナ禍により、広域的な行政支援を求めにくい状況が発生しており、対策の検討が急務であった。現状の広域被害推定の情報源は、消防庁から発表される被害程度別（一部損壊・半壊・全壊）の被害件数と罹災証明発行に際して自治体が収集した情報に限られ、これらの情報では被害を受けた建材の種類や部位・面積などが定量化されず、補修に必要な建材・人材量を推定することは困難である。

申請者らは、これまでに2018年台風21号および2019年台風15号の調査を通じて、被害事例の知見と機械学習モデル構築に必要なデータを蓄積してきた。この中で自治体が平時収集している登記情報や航空写真に被災直後のリモートセンシング画像を重層し、屋根ふき材の種類ごとに被害部位（棟・隅棟・軒先等）と面積をAIにより診断することで、広域的な行政援助が得られにくい状況下でも迅速に被害程度の判定を行い、域内の補修に必要な建材・人材量を迅速に推定できるとの着想を得た。

平常時に収集される登記情報と航空写真に加えて、被災直後にリモートセンシングで得られる画像をAI診断することで、被災状況を迅速に推定し、補修に必要な建材・人材量を推定する手法を構築する。具体的には、強風被害の大半を占める屋根被害に着目し、自治体が平時に収集し空間情報として整理しているデータに、被災直後にドローンによるリモートセンシングで得られる画像を重層してAI診断することで、被災した住宅の屋根葺き材の種類と部位および被害面積を半自動的に定量化するシステムを構築することを目的として設定した。

2. 研究経過

令和3年度には、被災後のリモートセンシング画像から被災屋根を特定するために、ドローンで取得したオルソ画像から屋根の輪郭と被害部位を検出する技術、屋根形状を判別する技術と、屋根葺き材を特定する技術の開発を行った。また、関西地方のI市から提供していただいた、被災後の改修補助金申請書から、データベースを構築する作業を行なった。

また、令和元年台風15号による強風被害を受けた住家の補修状況ならびに改修意欲に関する調査結果を、日本建築学会技術報告集に投稿し、掲載された³⁾。

令和4年度には、Mask R-CNNモデルを用いた深層学習で、屋根葺き材の種別を推定することを試みた。また、並行して、令和3年度に整備したデータベースを照査し、保険会社への保険申請額と比較検討を行うなどして、屋根葺き材種別ごとの補修需要予測を行う推定式の検討を行った。

これらの研究成果を国際シンポジウム並びに国内シンポジウムに投稿し、発表予定である⁵⁾⁶⁾。

3. 研究成果

本章は、既報^{1),2),4)}をもとに要約・再構成したものである。

3.1 令和3年度の成果

令和3年度には、ドローンで撮影した多数の画像から点群データを生成し、そこから得られた屋根の傾斜角を基に、屋根形状の特定を機械学習により64%程度の正解率で推定することに成功した。また、画像のコントラストを高くする操作を経た教師データにより、屋根葺き材の種類を76%程度の正解率で推定することに成功した¹⁾²⁾。

本研究では、住宅屋根の画像を対象に深層学習を行い、形状と材質を判別した。ここでは、千葉県館山市の一部地域を一例として分析を行った。図1(a)にドローンによって上空から撮影したオルソ画像を示す。住宅の輪郭、屋根の形状はおおむね判別できるが、屋根葺き材の種類を瞬時に判別することは難しい。そこで、ESRI社 ArcGIS Proの画像処理機能を利用し、画像を加工した。図1(b)はドローン空撮写真から生成される点群データをもとに作成した数値標高モデル (DEM) のラスターイメージから求めた傾斜角である。隣接するピクセルとの傾斜角度を表す。傾斜が直角に近い建物輪郭部では白色、勾配を持つ屋根部では灰色、勾配のない棟部は黒色で表示され、建物輪郭と棟部の位置が明瞭になった。

図1(c)はカラーのオルソ画像をグレースケールに変換したのち、陰影処理を施したものである。グレースケールは256階調で濃淡が表現されるが、その階調を高さ情報とみなし、陰影を表示した。この処理を施すことで、オルソ画像では不明瞭だったわずかな陰影が強調され、屋根部の凹凸が明瞭になり、屋根葺き材種類の判別が容易になった。

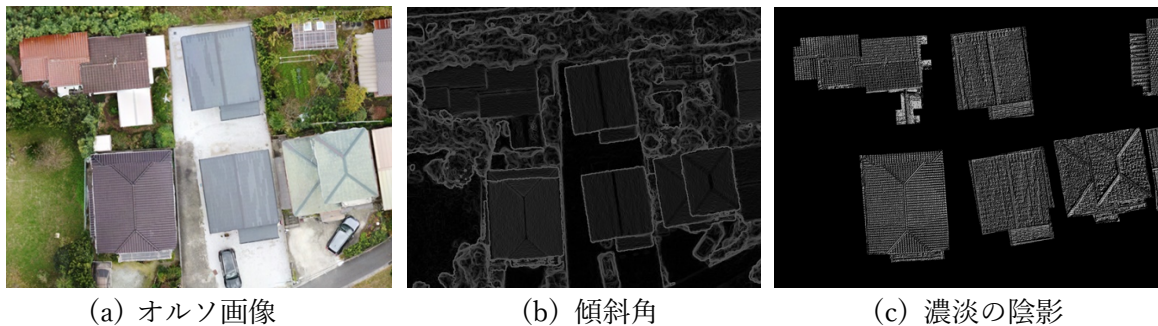


図1 ドローン空撮写真から生成される画像¹⁾

3.2 令和4年度の研究成果

令和4年度には、Mask R-CNN モデルを用いて、屋根葺き材種類の判別学習率としては90%まで正解率を高めることができた。ただし、検証に用いるデータに比して解像度が高いと、却って検証時の適合度が低くなることが確認できた⁴⁾。



図2 K町で訓練したものをT市で検証した結果⁴⁾



図3 T市とF市で訓練したものをK町で検証した結果⁴⁾



また、改修補助金申請データベースと損害保険申請額には差があることが判明した。この理由としては、補助金額の上限以上の申請は行わないことなどが考えられ、今後推定式の検討を行うことが必要である。

4. 研究成果の公表

- 1) 友清衣利子, 高橋 徹, 竹内 崇, 西嶋一欽: ドローン空撮写真から生成される3次元点群データを用いた住宅屋根の自動分類, 令和3年度京都大学防災研究所発表講演会 D215
- 2) 竹内 崇, 友清衣利子, 高橋 徹, 西嶋一欽: 被害調査および分析のためのドローン空撮写真に基づく建物輪郭抽出, 令和3年度京都大学防災研究所発表講演会 C123
- 3) 西嶋一欽, 高橋 徹, 友清衣利子: 令和元年台風第15号による強風被害を受けた住家の補修状況ならびに改修意欲に関する調査, 日本建築学会技術報告集 第28巻 第69号, 1078-1082, 2022.6. (査読あり)
- 4) 高橋 徹, 友清衣利子, 竹内 崇, 西嶋一欽: 台風による強風被害発生後の補修需要推定に資する屋根葺き材種別の自動判定, 令和4年度京都大学防災研究所発表講演会 C316
- 5) Eriko Tomokiyo, Kazuyoshi Nishijima, Takashi Takeuchi, Toru Takahashi: Rapid Repair Demand Estimation Method for Damaged Residential Roofs Under Wind Disaster Using Remote Sensing Images and Machine Learning, Proc. of 16th. International Conference on Wind Engineering, Aug.27-31, 2023, Florence, Italy (査読あり, 口頭発表予定)
- 6) 横山洋斗, 徐 鏡淋, 西嶋一欽, 友清衣利子, 竹内 崇, 高橋 徹: ドローンとディープラーニングに基づく屋根葺き材の自動検出, 構造物の安全性および信頼性, Vol.10, 2023.10 (査読あり, 投稿中)