リモートセンシング画像を用いた令和元年台風 15 号による建物被害の把握

16T0214K　石井　寿樹
指導教員：劉　ウェン，丸山　喜久

1.　研究背景と研究目的

災害発生時に，迅速かつ的確な対応を行うためには早期に被害状況を把握する必要がある．しかし，被災範囲が広域な場合や立ち入り困難な場所に位置する場合，現地調査による被害把握は困難である．こうした場合，対象地から離れた場所から観測できる広域性と瞬時性を兼ね備えたリモートセンシング技術が有効である．

本研究では災害後の UAV 画像と航空写真を用いて，令和元年台風 15 号で被災した千葉県南房総の一部地域を対象に，屋根被害の把握を行った．目視と教師付き分類によるブルーシートの抽出を行い，屋根の損傷率を算出した．自動抽出に用いる最適なパラメータを決定することは，今後の台風災害時の被害把握の迅速化に繋がる．また，目視判読の結果は本災害の更なる研究のための基礎データとなる．

2.　現地調査の概要及び UAV 空撮

2019 年 10 月 15 日に，**図 1** 左に示すルートで千葉県安房郡鋸南町における被害地域の現地調査を行い，吉浜と岩井袋の 2 地点で UAV 空撮を実施した．鋸南町は、本災害の中で最も被害が大きかった市町村の 1 つであり，多くの屋根が被害を受けた．災害発生 1 ヶ月後でもブルーシートで覆われている家屋が多いことが特徴である．UAV 空撮画像から SfM 技術 [1]を用いて簡易オルソ化したモザイク画像を作成し，**図 1** 右に示す．

図 1 現地調査のルートと用いた UAV・航空写真

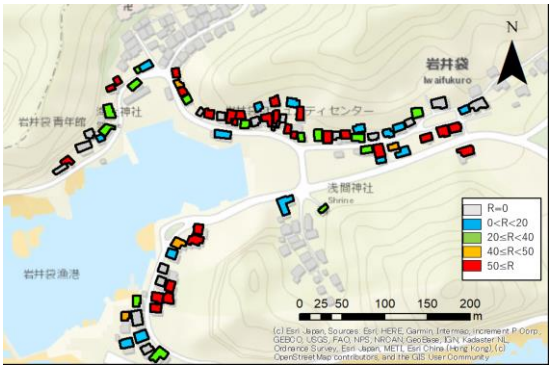
3.　UAV 画像を用いた屋根被害判読

本災害のように台風被害によって瓦が飛ばされた場合，屋根の損傷部にブルーシートを覆うことで浸水を防ぐことが多い．よって本研究ではブルーシートが覆われていれば被害有とみなし，被害の判読を行った．また，内閣府は被害認定調査する際に，部分被害の程度を表す損傷率 R を定めた [2]。本研究では屋根の損傷率 R（損傷屋根投影平面積／屋根投影平面積）を測定した．損傷率と実際の被害屋根の例を**表 1** に示す．UAV 空撮画像を用いて，目視による屋根損傷率を判定した結果を**図 2**(a)に示す．

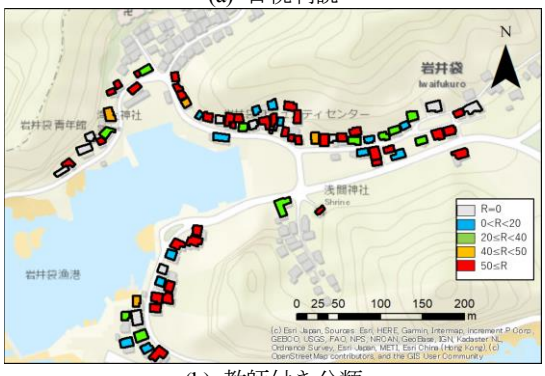
広域の屋根損傷率を算出するために，同じ対象地域において教師付き分類による屋根被害有無及び屋根損傷率の自動抽出を行った．目視判読の結果を正解データとして，自動抽出の精度が最も良くなるように，教師付き分類のパラメータ「Scale Level」（ 以下「S」），「Merge Level」（ 以下「M」）[3]を決定した．

表 1 岩井袋における屋根損傷率ごとの戸数と被害屋根の例

R=0 18戸	0<R<20 15戸	20≦R<40 14戸	40≦R<50 4戸	R≧50 28戸



(a) 目視判読



(b) 教師付き分類

図 2 岩井袋における屋根損傷率の判読結果の比較 (全 79 戸)

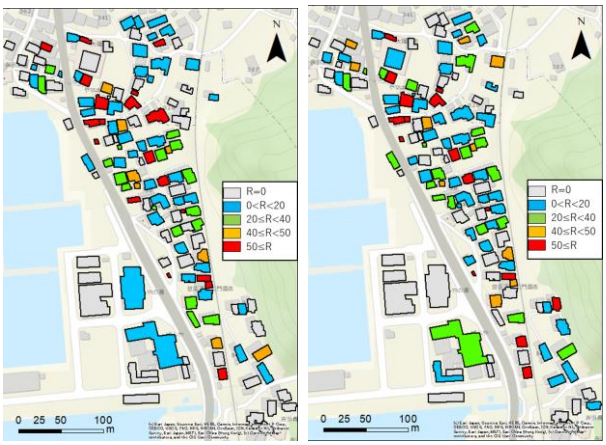


図 3 吉浜における目視判読（左）と教師付き分類結果（右）による屋根損傷率の判読結果の比較(全 135 戸)

12 組の組み合わせを試した結果, 解像度 3cm の岩井袋の UAV 空撮画像において，S=70，M=80 の時，ブルーシートの抽出精度が最も高かった。ブルーシート抽出の F 値は 0.764，Kappa 係数は 0.634 であった．その結果を用いて屋根損傷率を算出した結果を**図 2**(b)に示す．目視判読の結果との一致度（Kappa 係数）は 0.447 となった．

解像度が 11cm の吉浜周辺の UAV 空撮画像を用いて，135 戸建物に対して同様の目視判読とブルーシートの自動抽出を行った．**図 2** とは解像度が異なるため, S=60, M=80 の時, ブルーシートの F 値が 0.707, Kappa 係数が 0.656 となり，最も精度が高かった．この結果を用いて算出した屋根損傷率と目視判読の結果の Kappa 係数は 0.479 となった（**図 3**）．

また，岩井袋の画像の解像度を 11cm にリサンプリングし，S=60，M=80 を適用した結果，ブルーシートの F 値が 0.581, 全体の Kappa 係数が 0.451 となった．吉浜と比べやや精度が劣ったが，屋根損傷率の Kappa 係数は 0.612 となり精度が上昇した．

これらの結果を考察すると，解像度が高いほど屋根被害面積を表すピクセル数の抽出精度は高くなる．一方，小さいオブジェクトが多く抽出され，ノイズが発生し, 実際の損傷面積より広い範囲が抽出され，損傷率の過大評価が見られた．屋根損傷率の抽出結果によると，50≦R（赤）の再現率は 0.929 と比較的高いが，逆に 20≦R＜40（緑）と 40≦R＜50（橙）の再現率は 0.3 以下となった．

4. 航空写真を用いた屋根被害判読

解像度 11cm の UAV 空撮画像から決定されたパラメータを 10cm 解像度の航空写真に適用し，汎用性を評価した．本研究では，南房総市の南無谷海岸を対象に，屋根被害の有無について目視判読と教師付き分類を行った．

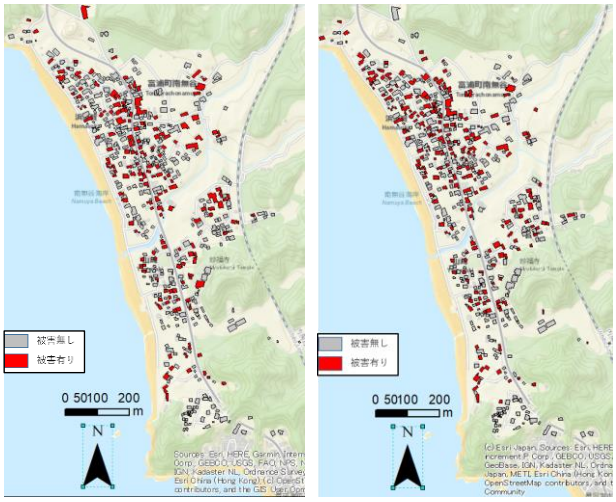


図 4 南無谷海岸における目視（左）と教師付き分類結果（右）による屋根有無の判読結果の比較（全 584 戸）

対象地域には計 584 戸建物があり，使用した OpenStreetMap[4]の建物ポリコンと航空写真の建物位置にズレがあったため，損傷率の算出が難しく，ブルーシートの有無のみ判定した．その結果を**図 4** に示す．撮影時の天候によって，屋根の影がブルーシートとして誤抽出されることが多かった．そこで，教師付き分類により抽出されたブルーシートが建物ポリコンの 20%以下であれば，被害無しとした．目視の結果と比較して，被害ありの建物の F 値が 0.6346，Kappa 係数が 0.454 となった．吉浜の UAV 空撮画像と同等の精度が得られた．

5. まとめ

台風 15 号通過後, 千葉県の南房総を撮影した超高解像の UAV 空撮画像と航空写真を用いて台風による屋根の被害を検出した．798 戸建物の屋根被害を目視判読し，UAV 画像においては屋根の損害率を算出した．ブルーシートの教師付き分類では約 84%の被害建物を検出できる．広域における被害の把握に有効である．今後は，風速・風向きを用いて屋根被害との関係性を検討する．

参考文献

1) 小花和宏之，早川祐弋，斎藤仁，ゴメス　クリストファー : UAV 空撮と SfM を用いたアクセス困難地の 3D モデリング，地形 35(3)，pp283-294，2014
2) 内閣府：災害に係る住家の被害認定基準運用指針，http://www.bousai.go.jp/taisaku/pdf/h3003shishin_4.pdf
3) 鈴木大輔，丸山喜久，山崎文雄 : デジタル航空画像を用いた新潟県中越沖地震の建物被害抽出日本地震工学会論文集，Vol.10，No.3，pp.33-45，2010.5
4) OpenStreetMap Japan: https://openstreetmap.jp/#zoom=5&lat=38.06539&lon=139.04297&layers=0BFF