航空写真解析による津波瓦礫判別の広域適用

東北学院大学	学生会員	○西條	駿
東北学院大学	正会員	三戸部	佑太

1. はじめに

津波により集積した瓦礫は津波による火災を延焼させる要因であり, 瓦礫の集積状況は津波火災リスクの評価およびその対策の検討に必要 である(今井ら 2019¹⁾).その推定手法として航空写真解析(福岡・越村 2012²⁾)が挙げられるが,2011年東日本大震災津波のように被災領域が 非常に広い場合は多大な労力を要する.先行研究³⁾では,広域にわたる 多数の航空写真を効率的に解析する手法が提案されたが,サンプル領域 が4地点しかなく,広域への適用性の検討が不十分であった.そこで本 研究では,2011年津波後の航空写真を対象に宮城県と岩手県でそれぞ れ5地点ずつサンプル領域を設定し,目視判別による地表物分類データ との比較検証を行うことで,パラメータ調整が不要な津波瓦礫の自動解 析法の検討およびその広域の画像への適用を行った.

2. 対象領域

本研究では先行研究³⁾で行われた宮城県女川町,石巻市,岩手県大槌 町,山田町の4地点に東北地方沿岸部である宮城県名取市,仙台市蒲 生,岩手県大船渡市,陸前高田市,宮古市の6地点を追加した10地点 を対象とした.なお名取市,石巻市,大槌町,山田町においては2011年 津波の際に津波火災が発生したことが確認されている.宮城県から岩手 県にかけて震災直後に航空写真撮影および航空レーザー測量が行われ ており,これにより作成された4000 m×3000 mのオルソ画像を対象と した.各地点の画像からサンプル領域(225 m×300 m,図-1a)を抽出し, 後述するオブジェクトベース解析により瓦礫域の判別を行った.

3. 瓦礫判別方法

本研究では三戸部ら³の手法と同様にオブジェクトベース解析に基づ く瓦礫判別を行った.まず画像の正規化を行い,セグメンテーション により画像を多数のオブジェクトに分割する.各オブジェクトに含ま れる画素群のRGB値について平均値および標準偏差を計算すると,い ずれも瓦礫域で大きな値を示すため(図-1bおよびc),双方に閾値を設 定し,いずれも閾値を上回る場合にそのオブジェクトを瓦礫域と判別 する(図-1d).

4. サンプル領域への適用および精度検証

瓦礫域の検証として、サンプル領域内の全てのオブジェクトに対して 目視判読を行い、瓦礫・植生・道路・建物・その他(影などによる判別 不可を含む)のいずれかに分類した(図-1e). 震災直後のデータであり

キーワード 津波 津波火災 瓦礫 画像解析 スーパーピクセル

Phanel (1) (1) 瓦礫判別 (1) 瓦礫判別 (2) 「一日 (2) 「一日 (2) 「一日 (3) 「一日 (3) 「一日 (4) 「一日 (4) 「一日 (5) 「」 (5) 「一日 (5) 「」 (5)

連絡先 〒985-8537 多賀城市中央一丁目 13-1 東北学院大学工学部環境建設工学科 TEL022-368-7193



現地測量等に基づくGround Truth Data(GTD)の作成は不可能であるため、本研究では目視判別による地表物分類を真値として画像解析による瓦礫判別の精度評価を行った.まず先行研究と同じ閾値による精度を示す(表-1). 画像強度のBの標準偏差の閾値について、先行研究³⁾では地上解像度が0.25 m/pixelの画像である宮城県内の2地点・では0.095、0.5 m/pixelの画像である岩手県内の2地点では 0.08とすることで精度が最大となっていた.本研究ではF値を精度の基準値とし、新たに加えた6地点も含めて改めて最適な判別閾値の検討を行った.その結果、Bの標準偏差に対する閾値を、地上解像度が0.25 m/pixelの画像である宮城県内の5地点では0.099、0.5 m/pixelの画像である岩手県内の5地点では0.074と変更した.

表-2 に示すように,ほぼ全ての地点で F 値が 0.9 程度 の値となる良好な結果が得られた. P.A.については宮城 の5 地点では大きな変化はないものの,岩手県の5 地点 -では精度が向上しており,特に大船渡と陸前高田におい -ては5%以上向上した. U.A.については,宮城県の5 地点 で精度が向上した. 岩手県では特に大槌で 10%程度の向 上が見られ,その他の4 地点についても数値の低下は生 じていない.以上のように,サンプルとした 10 地点につ いて,個別の閾値調整なしに概ね良好な精度で瓦礫判別 を行うことができた.

表-1 先行研究の閾値での瓦礫判別精度

	-				
対象	石巻	女川	亘理	閖上	蒲生
P.A.(%)	94.3	96.2	96.4	95.1	92.8
U.A.(%)	91.7	86.2	87.9	81.9	87.1
F値	0.930	0.909	0.919	0.880	0.898
対象	山田	大槌	宮古	大船渡	陸前高田
対象 P.A.(%)	山田 92.8	大槌 89.2	宮古 92.8	大船渡 80.8	陸前高田 83.1
対象 P.A.(%) U.A.(%)	山田 92.8 64.6	大槌 89.2 69.8	宮古 92.8 91.9	大船渡 80.8 91.9	陸前高田 83.1 95.4
対象 P.A.(%) U.A.(%) F値	山田 92.8 64.6 0.762	大槌 89.2 69.8 0.783	宮古 92.8 91.9 0.924	大船渡 80.8 91.9 0.860	陸前高田 83.1 95.4 0.888

表-2 閾値再検討後の瓦礫判別精度

対象	石巻	女川	亘理	閖上	蒲生
P.A.(%)	93.7	95.4	95.9	94.2	92.3
U.A.(%)	92.3	87.9	88.3	82.9	87.7
F値	0.938	0.915	0.919	0.884	0.899
対象	山田	大槌	宮古	大船渡	陸前高田
対象 P.A.(%)	山田 93.9	大槌 95.9	宮古 94.4	大船渡 87.7	陸前高田 88.1
対象 P.A.(%) U.A.(%)	山田 93.9 61.9	大槌 95.9 79.8	宮古 94.4 90.8	大船渡 87.7 91.2	陸前高田 88.1 94.2

 ※ P.A.:網羅率(Producer's Accuracy),実際の 瓦礫域のうち何%が瓦礫域と判定されているかの割

※ U.A.: 正答率(User's Accuracy), 瓦礫域と判定されたうち何%が実際の瓦礫域と一致するか割合
※ F値: P.A.とU.A.の調和平均

4. まとめ

本研究では,航空写真解析による瓦礫判別について,

目視判別により作成した地表物分類データの比較から判別精度を評価し、精度を指標として最適な判別閾値 の検討を行った.サンプル領域を増やし、多くの地点のデータに基づいて最適な閾値の設定を行い、個別の閾 値調整なしで様々な地点の画像から良好な精度で瓦礫判別が可能であることを示した.本研究の瓦礫判別法 および判別閾値により、自動解析で広域の津波瓦礫判別が可能となった.このデータをもとにして、津波火災 による被災およびその拡大要因である瓦礫の集積状況を予測できれば津波火災リスクの評価およびその対策 の検討が可能である.そのため今後予想される南海トラフ地震などの津波を伴った災害の津波火災のリスク 対策の検討を向上させることが期待される.

参考文献

- 今井 健太郎・橋本 隆司・澁江 柾哲・増田 達男: 津波瓦礫の堆積量とその分布の簡易評価手法に関す る検討, 土木学会論文集B2(海岸工学), Vol. 75, No. 2, pp I_427-I_432, 2019.
- 2) 福岡巧巳・越村俊一:オブジェクトベース画像解析による津波被災地の瓦礫量の把握,土木学会論文集 B2(海岸工学) Vol. 68, No. 2, pp I_371-I_375, 2012.
- 三戸部 佑太・今井 健太郎・橋本 隆司・増田 達男: 航空写真解析による津波瓦礫判別の広域適用に向け た検討. 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 76, No. 2, pp I_1315-_1320, 2020