

航空写真を用いた 2012 年つくば市竜巻被害の自動抽出の試み

10T0241A 松田 薫元

指導教員 山崎 文雄

1. 背景と目的

最近、航空機や UAV からの航空リモートセンシングが世界各国で注目されている。有人では調査が困難な状況下の現状把握に長け、素早く撮影できる機動性や即時性を持つ。また、雲の下を飛ぶことができるため撮影機会が多く、高解像度の画像を得ることができる。この利点から地震や洪水などの被害把握に多く用いられるが、日本では大規模な竜巻が起きた事例が少ないため利用例も少ない。しかし、竜巻被害は住家の屋根に表れやすく、航空写真を用いて詳細な被害判読も可能だと考えられる。

本研究は航空機で撮影した 2012 年つくば市竜巻の被災地の航空写真を用いて、画像解析による建物被害の自動抽出を試みた。また、航空写真を用いた被害目視判読結果¹⁾と比較検討することにより、建物被害の自動抽出の精度向上を試みた。

2. つくば市竜巻の概要と対象地域

2012 年 5 月 6 日、茨城県常総市からつくばにかけて竜巻が発生し、死者一人を含む人的被害に加え、約 2 万世帯で停電するなど大きな被害を被った。竜巻の大きさを表す Fujita スケールは F3 と推定され、国内では観測史上最大クラスの竜巻であった。

図-1 に使用した航空写真を示す。本研究では国土地理院が竜巻発生の日、5 月 7 日に撮影した解像度 0.20m/pixel の航空写真を用いて建物被害の自動抽出を行う。対象地域は被害がとくに多かったつくば市北条地区の一部に設定した。

3. 研究の流れ

建物被害の自動抽出は、航空写真に対する教師付きの土地被覆分類により実施した。この分類は、従来「ピクセルベース」で行われていたが、細かい誤分類が発生することから、隣接するピクセルを結合させて生成したオブジェクトを最小単位として扱う「オブジェクトベース」で分類する手法を取り入れた。さらにオブジェクト分類では、オブジェクトの生成方法から隣接するオブジェクトの関係性など、様々な特徴量を用いて分類手法を決める²⁾ことができる。

本研究では、この教師付き土地被覆分類を行って建物被害を抽出した。検討に際して、建物被害の正

解として鈴木・山崎¹⁾によるつくば市竜巻の建物被害目視判読データと比較検討を行い、自動抽出の精度向上を試みた。



図-1 使用したつくば市北条地区の航空写真

4. 建物輪郭クリップ

図-2 に建物輪郭の範囲のみを切り取った航空写真を示す。教師付き分類を行う際、教師を決定しなければならないが、つくば市北条地区には様々な色の屋根に加え、河川や森林部など多くのクラスを定めなければならない。さらにクラスが多くなるほど、誤分類も増えてしまう。そこで筆者は北条地区の現地調査結果がある e コミマップ³⁾の住宅地図から作成された建物輪郭をもとに、航空写真から建物輪郭内を切り取り、建物の屋根部分のみに注目し、分類を行った。被害箇所としてブルーシートで覆われた屋根部分も被害として分類した。



図-2 建物輪郭内で切り取った航空写真

5. オブジェクトベースの分類手法

オブジェクト分類では、作成された一つ一つのオブジェクトがそれぞれ特徴量を持つ。スペクトル特性に関する特徴量やオブジェクトの大きさや形状に

関する特徴量があり、被害箇所を含むオブジェクトの特徴を把握し、分類の判断基準の項目に追加した。

また、図-3に木造と非木造における被害の見え方を示す。住家構造により建物被害の見え方の違いがあることから、一つのクラスではどちらかは被害箇所と分類されても、もう一方が分類されない。そこでそれぞれクラスを定め分類し、最終的に被害箇所としてまとめて比較検討を行った。図-4はこのような手法で被害箇所を抽出した結果を示す。



図-3 木造(左)と非木造(右)の被害箇所の例

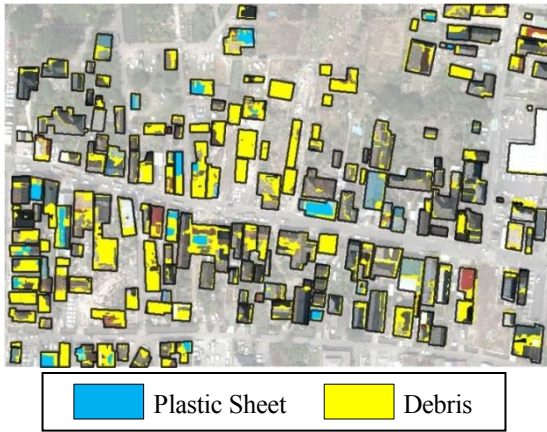


図-4 オブジェクトベースによる分類結果

6. 目視判読との比較結果

図-5に被害箇所の自動抽出精度の算出方法を示す。精度の算出方法は、目視判読による損壊範囲、自動抽出された損壊範囲を重ね合わせ、その重なった領域のピクセル数の割合で算出した。精度としては、実際の損壊箇所のどれだけを自動抽出できたかを示す「抽出率」と、自動抽出した損壊箇所のうち正しく抽出できた割合を示す「正答率」の2つを用いた。その結果を表-1に示す。

また、表-2に鈴木・山崎¹⁾が屋根の被害面積割合を基準に設定した被害判定のレベルにならい、自動で抽出した被害面積割合の例を示す。これを基準に、的の中箇所(図-5の「B」の領域)を被害箇所と考え、建物1棟単位で被害判定を行い、目視による判定との比較を行った。表-3はその結果を示す。



図-5 精度の算出方法

表-1 オブジェクトベースの抽出結果の精度

	抽出率	正答率
ブルーシート P	71.2%	81.3%
瓦礫 D	79.3%	52.0%
総被害 (P+D)	78.2%	54.5%

表-2 本研究で用いた被害判定基準

	全壊	大規模半壊	半壊	一部損壊
R (%)	$R \geq 70$	$70 > R \geq 50$	$50 > R \geq 20$	$20 > R > 0$
目視判読例				
自動抽出例				
抽出損壊割合(%)	84.3%	51.6%	43.5%	13.9%

表-3 目視判読と自動抽出の結果比較(184棟)

目視 自動	全壊	大規模半壊	半壊	一部損壊	損壊なし
全壊	25				
大規模半壊	12	1			
半壊	11	11	6		
一部損壊	3	10	14	4	
損壊なし	2	4	6	23	52

総合精度： 88/184(棟)

6. 結論

本研究では2012年つくば市竜巻災害に関して、航空写真の画像解析による建物被害の自動抽出を試みた。建物輪郭内を対象として、オブジェクトベースの教師付き分類を行い、目視判読結果と比較した。その結果、抽出率は8割近くに達したが、正答率は5割程度と誤抽出の部分が多くみられた。また、1棟単位での被害レベルの判定結果は、細かな被害箇所が見えないせいか、建物棟数に対する総合精度(的中率)は5割程度であった。

今後の課題としては、構造別での被害の見え方に対する細かな分析、またクラス決定に対する再考が必要である。また、輪郭外の瓦礫の抽出をするとともに、輪郭内の被害箇所と合わせて判定を行い、さらなる精度向上を目指していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 鈴木賢太郎, 山崎文雄: 2012年つくば市竜巻災害を事例とした航空写真を用いた建物被害判読精度の検討, 地域安全学会論文集, No. 21, pp. 9-16, 2013.
- 2) 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.
- 3) 防災科学技術研究所: e コミュニティ・プラットフォーム公式サイト, <http://ecom-plat.jp>