

# 航空写真を用いた 2012 年つくば市竜巻による被害自動抽出の試み

## Automated building damage extraction from aerial photographs taken after the 2012 Tsukuba tornado

○松田薫元<sup>1</sup>・山崎文雄<sup>2</sup>・鈴木賢太郎<sup>3</sup>

Tadamoto Matsuda, Fumio Yamazaki and Kentaro Suzuki

**Abstract** : A powerful tornado hit Tsukuba City, Ibaraki Prefecture, on May 6, 2012 and it caused a large number of building damage in the Hojo district. In this study, building damage was extracted automatically by an object-based method from the aerial photographs taken by Geospatial Information Authority of Japan on May 7. The extracted results were compared with visual inspection results and the accuracy of the image processing method was evaluated.

**Keywords** : Tornado, building damage extraction, aerial photograph, GIS, object-based classification

### 1. はじめに

航空機や UAV からの航空リモートセンシングは、有人での現地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。これらの利点から、地震や洪水などで被害を受けた地域の現状把握に多用されるが、日本では大規模な竜巻の事例が少ないため、これまで利用例が限られていた。しかし、竜巻被害は建物に対して横向きだけでなく上向きにも力が及ぶため、屋根部分に被害が現われることが多く、航空写真を用いた詳細な被害把握も可能だと考えられる。

本研究では、2012年につくば市を襲った竜巻後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、同竜巻の航空写真を用いた目視被害判読結果<sup>1)</sup>と比較することにより、自動抽出の精度向上を試みる。

### 2. 対象地域と使用データ

2012年5月6日、茨城県常総市からつくば市にかけて竜巻が発生し、死者一人を含む人的被害に加え、多数の建物被害が生じた。竜巻の 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であった。本研究では国土地理院が竜巻発生翌日に撮影した解像度 0.20m/pixel のデジタル航空写真(Fig. 1)を用いて、建物被害の自動抽出を行う。対象地域は、被害がとくに激しかったつくば市北条地区の一部に設定した。

### 3. 建物被害の自動抽出方法

建物被害の自動抽出は、教師付きの土地被覆分類により行った。この分類は、従来、ピクセル単位で

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する手法を取り入れた。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ものやオブジェクトの大きさや形状に関するものがあり、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。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自動で抽出した。建物被害の検証データとして、鈴木・山崎<sup>1)</sup>による同竜巻の航空写真を用いた目視被害判読結果と比較検討を行い、自動抽出の精度を評価する。



Fig. 1 Aerial photograph of Hojo district, Tsukuba.

### 4. 建物輪郭クリップ

Fig. 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、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土地被覆を教師として定めなければならない。分類の種類が多くなるほど、誤分類も増えてしまう。そこで筆者らは、北条地区の現地調査結果がある e コミマップ<sup>3)</sup>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、屋根部分のみに注目して分類を行った。なお、ブルーシートで覆われた屋根部分も被害と見なした。

<sup>1</sup>学生会員 千葉大学大学院 工学研究科 建築・都市科学専攻

<sup>2</sup>正会員 千葉大学大学院 工学研究科 建築・都市科学専攻

<sup>3</sup>学生会員 千葉大学大学院 工学研究科 建築・都市科学専攻  
(所在地 〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33)

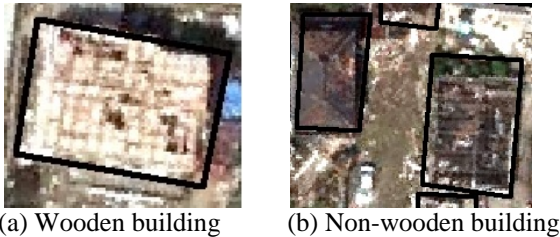
(連絡先 Tel: 043-290-3528 E-mail: [t.matsuda@chiba-u.jp](mailto:t.matsuda@chiba-u.jp))



Fig. 2 Building outline clipped from aerial photographs

### 5. 構造別の建物被害の分類

Fig. 3 に木造と非木造建物における被害の様相を示す。建物構造により被害の見え方の違いがあることから、一つの分類クラスでは適切に抽出できなかった。そこで別の被害クラスを定めて分類し、最終的に抽出箇所をまとめて比較検討した。Fig. 4 はこのような手法で被害箇所を抽出した結果を示す。



(a) Wooden building (b) Non-wooden building

Fig. 3 Examples of damage buildings in the photo

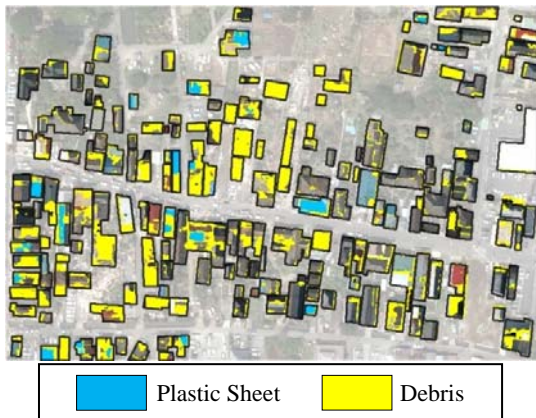


Fig. 4 Classification results by object-based method

### 6. 目視判読との比較結果

精度の評価は、目視判読による損壊範囲と画像解析で抽出された範囲を比較し、重なった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(P.A.)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(U.A.)の2つを用い、結果を Table 1 に示す。また、鈴木・山崎<sup>1)</sup>が屋根の被害面積割合を基準に設定した被害判定法にならい、自動で抽出した被害面積割合の例を Table 2 に示す。これを基準に、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。Table 3 にその結果を示す。

Table 1 Extraction results by object-based method

	P.A.	U.A.
Plastic sheet	71.2%	81.3%
Debris	79.3%	52.0%
<b>Total Damage</b>	<b>78.2%</b>	<b>54.5%</b>

Table 2 Damage evaluation criteria of buildings

Damage Grade	G5	G4	G3	G2
Damage ratio of roof/floor area (%)	$R \geq 70$	$70 > R \geq 50$	$50 > R \geq 20$	$20 > R > 0$
Sample Aerial image				
Sample extracted results				
Damage ratio (%)	84.3	51.6	43.5	13.9

Table 3 Comparison of automated and visual inspection

Visual \ Automated	G5	G4	G3	G2	G1-G0
G5	35	1	2	1	1
G4	13	8	2	1	2
G3	5	10	12	14	6
G2	0	5	14	27	15
G1-G0	0	3	1	4	2

総合精度： 84/184(棟)

### 7. 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も行い、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

- 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.
- 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.
- 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>