

UAV を用いた風害被害林分の3Dモデリング

—2016年16号台風被害の事例—

高橋正義¹・齋藤英樹¹・福本桂子¹・栗山喬行²・劔持直樹²・荻原誠一³

- 1 国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所
- 2 国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林保険センター
- 3 国立大学法人 鹿児島大学農学部附属演習林

要旨：2016年16号台風で大きな風倒被害を受けた鹿児島大学高隈演習林内の被害林分を対象として、UAVで取得した空中写真とSfM (Structure from Motion) 技術を用いて被害林分とその周辺の3Dモデルを作成し、その位置精度や幹折れや傾斜木、寝返り等の立木被害の態様の再現性を検討した。その結果、UAVの撮影方法やSfMソフトウェアとその処理設定を適切に選択すれば、災害林分を再現する3Dモデルを構築することが可能であることが示唆された。

キーワード：UAV, 風害被害, 3D

3D modeling of wind disturbed forests using UAV images - a case study caused by typhoon 201616 -

Masayoshi TAKAHASHI¹, Hideki SAITO¹, Keiko FUKUMOTO¹, Takayuki KURIYAMA², Naoki KENMOCHI²
and Seiichi ASHIHARA³

*1 Forestry and Forest Products Research Institute, Ibaraki, Japan

*2 Forestry Insurance Center, Kanagawa, Japan

*3 The Kagoshima University Research Forests, Kagoshima University, Kagoshima, Japan

Key-words : UAV , Wind disturbance , 3D

I はじめに

森林保険制度は森林所有者等が自然災害によるリスクに対応するための保険制度であり、1937年の森林火災国営保険に端を発し、80年以上の歴史を有する。保険契約林分が火災や気象害などで補償対象の自然被害を受けた場合、損害を査定し、保険金が支払われるため、被害林分の調査は欠かせない。しかし、被害直後の林分調査は、幹折れ、根返り等の被害立木が障害となるなど、困難で危険な作業であることが多い。

そのため、リモートセンシング技術を用いた被害林分の迅速で正確な調査手法の確立が求められている。森林における自然災害の被害地を把握するリモートセンシング技術の研究は、衛星画像を利用したもの(1,2,3)があるが、広域での被害把握を目的としており、地上分解能の面から個別林分の損害査定への適用は困難である。近年急速に普及が進む無人航空機(以下、UAV)は、機動性に優れ、解像度の高い画像を比較的安価に取得でき

ることから、森林管理(5)や森林保険の査定(6)でも利用が始まっている。しかし、UAVから得られる森林計測の精度検証は少数の事例研究(4,6)にとどまっている。

そこで本研究では、UAVを使って森林災害の保険で補償を受けることを目標に、UAV画像で得られる3Dモデルの検証を行うことを目的とする。

II 対象地と方法

1. 対象地 対象地は鹿児島大学農学部附属高隈演習林(鹿児島県垂水市)内にある2016年台風16号の被害を受けた104林班022小班で、傾斜40度以上の北西向きの等斉斜面に位置し、被害前は林齢80年超、樹高20m以上のスギ人工林と広葉樹林が成林していた。台風による強風と降雨で斜面崩壊が生じ、崩壊地の周辺には寝返り、幹折れ、傾斜木等の立木被害が見られた。

2. UAV調査と解析 静止画撮影にはPhantom 4 (DJI社)を用いた。2018年2月は撮影高度約140mで機体直

表1 SfMを用いた3D処理の概要と位置精度

SfM	取得時期	撮影方向	画像枚数	採択枚数	点密度	DSM 計算時間	楕円体高	水平誤差	垂直誤差	備考
GPS参照点	2018年5月						462.46	0.00		
PhotoScan	2018年2月	直下	58	49	default	0:16:34	394.86	2.61	-71.60	
PhotoScan	2018年2月	直下	58	50	highest	1:39:27	395.15	3.32	-71.31	
PhotoScan	2018年5月	斜め	37	35	default	0:01:54	469.89	1.43	3.43	
PhotoScan	2018年5月	斜め	37	33	default	0:08:47	469.28	1.40	2.82	
PhotoScan	2018年5月	斜め	37	35	highest	2:01:10	469.61	1.25	3.15	
Pix4D	2018年2月	直下	58	48	original	0:03:21	396.42	3.81	-70.04	
Pix4D	2018年2月	直下	58	48	high	0:41:15	392.01	4.09	-74.45	
Pix4D	2018年2月	直下	58	48	high	9:32:51	391.96	4.09	-74.50	SS off
Pix4D	2018年5月	斜め	31	31	original	0:02:01	469.59	1.01	3.13	
Pix4D	2018年5月	斜め	31	31	high	0:19:30	469.71	ND	3.25	

下を計画飛行（オーバーラップ率 80%以上）で撮影し、同年5月には手動操縦でカメラを斜面法線方向に傾斜させて高度約 100m 程度で撮影した。天候はいずれも晴れから曇りであった。

SfM 処理には Photoscan (Agisoft 社) と Pix4D mapper (Pix4D 社、以下 Pix4D) を使用し、撮影画像に付与された位置情報のみを用いて点密度に初期値 (Default / Original) と最高 (Highest / High) の2種類などの設定を変えた複数の 3D モデルを構築した。位置精度の検証にマルチ GNSS 受信機 Reach RTK (Emlid 社) で地上基準点 1 点を観測し、国土地理院の電子基準点 (垂水) の GNSS 観測データを用いて後処理補正した。さらに、得られたそれぞれの 3D モデルで、寝返り、幹折れ、傾斜木等の立木被害が再現できているかを目視で判定した。

III 結果と考察

表 1 に SfM を用いた 3D 処理の概要と位置精度を示した。SfM における点密度の設定によって、その後の行程である DSM の計算時間に大きく異なった。特に Pix4D で表面の平滑化処理 (Surface Smoothing, SS) を適用しない場合、非常に長時間を要した。

水平誤差は 1.01 から 4.09m であり、点密度の設定での明瞭な違いはなかった。垂直誤差は、GPS 基準点の計測と同時期の 5 月斜め画像は 3 m 程度であったが、2 月直下画像では 70m 以上の差があった。地上参照点 1 点との比較であり更なる検証が不可欠であるが、先行研究でも撮影画像の位置情報だけの場合、水平精度は数 m 程度、垂直誤差は数 10m 程度生じていた(4)ことから、今回の各 3D モデルの位置精度は同条件下での標準的なレベルであることが示唆された。

Pix4D では、画像取得方法やソフトウェアのパラメー

タによらず地表面の形状の再現に加え、幹折れや傾斜木、寝返り等の立木被害の態様がおおむね再現できていた。一方、Photoscan では、直下画像を用いた場合、地表面の形状は再現できていたが、立木被害の態様は再現できなかった。ただし、斜め画像を高密度の点群

で処理した場合、幹折れ木の一部が 3D モデルで再現された。

以上から、UAV からの撮影方向を直下だけでなく、斜面法線方向に傾斜させて撮影し、SfM ソフトウェアでの高密度点群処理を行えば、災害林分を再現する 3D モデルを構築することが可能であることが示唆された。

謝辞: 本研究は、森林総合研究所所内委託研究「森林気象害のリスク評価手法に関する研究」の一環として実施した。

引用文献

- (1) 加治佐剛・村上拓彦・吉田茂二郎(2004)多時期 LANDSAT/TM データを用いた台風被害抽出法の検討 九州森林研究 57:194-196
- (2) 菅野正人・阿部友幸(2010) SPOT2 号衛星画像を利用した 2004 年台風 18 号による苫小牧市における民有林の風倒被害把握. 日本リモートセンシング学会 30(5), 331-336
- (3) 菅野正人 (2013) ALOS 衛星画像による下川町民有林の 風倒被害解析と被害把握への活用. 日本リモートセンシング学会誌, 33(4), 319-323
- (4) 小川みゆき・太田徹志・溝上展也・吉田茂二郎 (2017) UAV と SfM を用いた森林計測における位置精度の検証 九州森林研究 70:145-147
- (5) 大政康史・高村俊郎・加治佐剛・寺岡行雄(2017)九州森林管理局における UAV 活用の制度・運用上などの課題 九州森林研究 70:177-179
- (6) 坂元成康・加治佐剛・寺岡行雄(2017) UAV を活用した広域森林現況把握における活用事例ー平成 27 年台風 15 号被害を対象にー 九州森林研究 70:149-151