

UAV を活用した広域森林現況把握における活用事例 —平成27年台風15号被害を対象に—^{*1}

坂元成康^{*2}・加治佐剛^{*3}・寺岡行雄^{*3}

坂元成康・加治佐剛・寺岡行雄：UAV を活用した広域森林現況把握における活用事例—平成 27 年台風 15 号被害を対象に—九州森林研究 70：149－151，2017 平成 27 年 8 月鹿児島県北薩地域で発生した風倒被害（北薩地域長島町内）を UAV および高解像度オルソモザイク画像作成ソフトウェアを用いて把握した。今回は森林保険業務に必要な被害地の面積査定，本数査定およびそれらの調査にかかる人員数について比較した。面積査定では，UAV 撮影画像による査定が小さくなる場合もあれば，被害面積が 2 倍に近くになる被害地も見られた。本数ではすべての標準地において画像上で判別した本数より少ない傾向が見られた。一方，作業比較の結果から従来の 38% の人員数で被害把握が可能となり，効率的な被害地確定が可能となった。特に，伐期齢未満の森林については UAV を活用することで森林保険業務に必要な被害本数の把握を少ない人員数で行うことができた。

キーワード：UAV，ドローン，森林，台風被害把握

I. はじめに

鹿児島県森林組合連合会の業務の一つに森林保険業務がある。この業務では，被保険者が保険の対象である森林に被害を発見した場合，損害発生通知書をもって，損害申請を行う。申請が受理されたのち，森林組合系統が現地調査により，損害填補責任の有無を確認するとともに，保険価格や損害の算出に必要な評価因子を調査する。損害実地調査では，災害種別を特定するとともに，林齢，損害面積を測量し，標準地から被害本数を調査する。通常，標準地調査は，損害区域面積に応じて 3～5% の標準地から被害率を調査している。しかしながら，台風や爆弾低気圧などによる風倒被害が起きた際には，被害範囲が広大となり，現地調査によって被害箇所を特定するには大変な労力を要する（菅野，2013）。そのため，広範囲の被害を把握するには衛星画像や空中写真を利用したりリモートセンシング技術が有効である（菅野ほか，2010）。今回は台風による風倒被害調査を UAV による空撮で代替することを検討したので報告する。特に，風倒被害調査に必要な被害面積および本数を UAV および高解像度オルソモザイク画像作成ソフトウェアを用いて把握した。あわせて，従来型の森林保険調査業務と UAV を利用した森林被害調査との作業比較を行った。

II. 対象地と方法

今回の対象地は鹿児島県北薩地域長島町内の 60 年生未満のスギおよび 65 年生未満のヒノキ林で，保険調査と再造林計画の測量調査を実施した。今回の対象地は平成 27 年 8 月の台風 15 号によってかなりの被害を受けた。以下はその時の九州管内の被害状況である。1 時間降水量は鹿児島県中甕 89.0 mm/時，最大風速は鹿児島県枕崎市で南南東の風 32.2 m/s，森林被害は福岡県，熊本県，大分県，鹿児島県で 882 ha，18.71 億円となった。森林

保険の損害発生通知数は約 1,300 件で，支払決定件数は 719 件（進捗率 55%）（平成 28 年 10 月末時点）である。

使用した UAV は Phantom 3 professional (DJI, 中国) で，被害箇所の確認のための撮影（予備調査）を行い，その後合成写真を作るための撮影（本調査）を行った。本調査の際の撮影高度は 120 m に固定した。撮影コースは対象林分の境界を周回し，その後林分内を抜けないよう撮影した。撮影は 2 名で実施した。1 回のフライトは 15 分とし，その時の調査面積は飛行距離 300～500 m， $300 \times 300 \times 3.14 = 2,826,000 \sim 500 \times 500 \times 3.14 = 785,000 \text{ m}^2$ (28 - 78 ha) となった。撮影は静止画 4K (4,000×3,000) および動画 FHD (1,920×1,080 p) で記録した。

画像処理には PhotoScan (Agisoft, ロシア) を使用した。まず，動画から静止画像を 2～3 秒ピッチで切り出した。動画から切り出した静止画像と静止画 4K を用いて合成を行った。PhotoScan で画像合成する際の設定は写真アラインメントを中，高密度クラウド構築の品質を中とした。ランドマークを 3 点以上設定し，GPS (Garmin Gpsmap 62 CJ) で取得した緯度・経度・高度データを入力した。処理されたデータは Google Earth 形式で出力し，誤差を確認した。また，オルソ画像を CAD へ貼り付けて面積，成立本数の解析を行う。今回の解析では処理速度を重視し，1 フライトのデータを半日で処理できる設定とした。

今回は現地での被害調査と UAV 撮影画像を用いた被害調査について面積査定，本数査定，作業工程について比較した。

III. 結果と考察

対象地における合成写真を図 - 1 に示す。また，面積と本数の査定結果を表 - 1，2 に示す。面積査定では，UAV 撮影画像による査定が小さくなる場合もあれば，被害面積が 2 倍に近くになる被害地も見られた ($r = 0.78$)。本数調査ではすべての標準地

^{*1} Sakamoto, N., Kajisa, T. and Teraoka, Y.: Detection of Japanese cedar stands damaged by typhoon using UAV aerial photos : case study of damage by 15th typhoon in 2015.

^{*2} 鹿児島県森林組合連合会 Kagoshima Forest Association, Yamashitacho, Kagoshima 892-0816, Japan.

^{*3} 鹿児島大学 Kagoshima Univ., Korimoto, Kagoshima 890-0065, Japan.

において画像上で判別した本数が現地調査の本数より少ない傾向が見られた ($r=0.89$)。

被害調査にかかる人員数に関して、従来の調査方法では、測量に13人日(外業(2人×6日)+内業(1人×1日))かかり、標準地調査に5人日(外業(2人×2日)+内業(1人×1日))、合計18人日かかったのに対し、UAVによる被害調査では、現地撮影に4人日(外業(2人×2日))、画像合成に2人日(1人×2日)、面積および被害本数の解析に1人日(1人×1日)、合計7人日となり、所要人数は従来の38%で被害把握が可能となった。

撮影に当たってはUAVの飛行方法のルールを遵守するとともに、操縦および撮影技術の向上、また、UAVの発着位置や送電線網の確認など緻密な飛行計画が必要である。一方、撮影後の画像処理については画像上で設定した標準地調査の画像判読精度の向上のためには動画画像度の向上や処理能力の向上が必要であった。画像処理後の位置精度の向上にはGCPが必要であるが、今回の対象である風倒被害のように現地到達が困難な場所での位置精度を上げる方法が必要である。その方法としては基盤地図情報やGoogle earthといった公開されている地図情報をうまく活用する必要がある。

現地測量は風倒木を避けてしまうため、広めに測ることが多い。また、被害率が100%でない現場は誤差が大きくなりやすい。また、従来の標準地調査では、緩傾斜地や成林している場所など調査しやすい場所が選ばれて、本数が多くなってしまう場合もある一方、画像での解析では、樹冠が判断できないものは除くので、少なめの結果となることもある。

所要人数は従来の調査の38%であった。更に、樹種界や飛び地の測量、損害発生通知書の確認作業、写真撮影等損害調査報告書作成までの作業を含めると、大幅な作業短縮が図られた。

被害調査におけるUAVを利用する課題としては伐期齢未満の林分では標準地内の立木度及び立木本数の損害率を調査するのみだが、伐期齢以上の林分では、標準地内の健全木、被害木それぞれの立木材積、被害木の立木区分を調査しなければならず、合成画像からの細かな事故態様(根返り、幹折れ等)の把握は難しいと考えられる。また、合成写真で成立本数を計測する場合、本数確認は真上からの写真がわかりやすく、斜めに合成された部分または、成林していない林分は判別が難しくなった。

IV. おわりに

本報告では、UAVを用いて2015年8月に発生した風倒被害を把握した。UAVを用いて広域な森林現況把握を行うことで、GIS等のデータと照合し被害地を確定することが可能となり、早期の損害発生確認につながった。伐期齢未満の林分では通常、被害面積と被害本数で被害の査定が行われるため、UAVの活用ではほとんどの調査に対応できる。伐期齢以上の林分では立木材積および被害木の立木区分の調査が必要となるため、従来どおり現場内での標準地調査が必要となるが、面積の確定や標準地の設置場所の決定にはUAVの活用が有効である。

UAVの活用については上述の保険調査だけでなく、その後の再造林計画の樹立に役立つと考えられる。造林補助事業(間伐・下刈り作業)等での出来高管理(測量・写真)を、UAVを用いて早期に対応が可能となる。その他にも、植生調査、獣害対策、治山測量や路線測量といった地形測量など精度の高い測量への応用が可能であろう。このように森林管理において様々な活用が期待されるため、森林組合へ普及させていく必要がある。

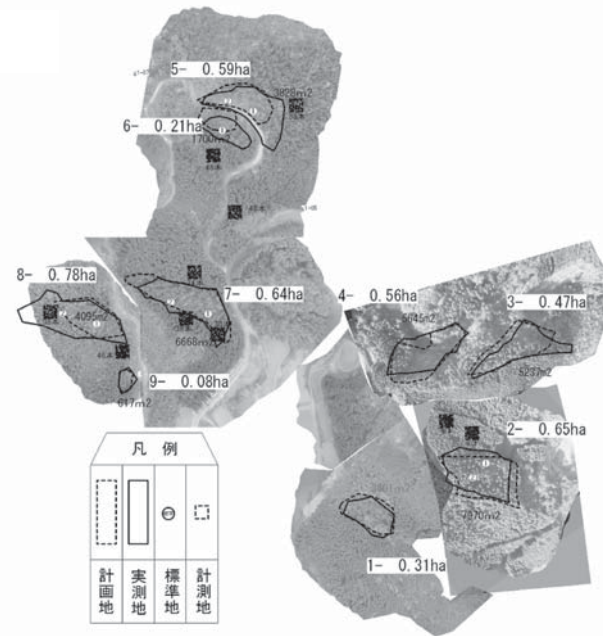


図-1. 対象地域の合成画像

表-1. 現地調査とUAV撮影画像による調査の面積査定比較

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均
UAV撮影画像による調査 (ha)	0.36	0.70	0.52	0.56	0.38	0.17	0.67	0.40	0.06	
現地調査 (ha)	0.31	0.65	0.47	0.56	0.59	0.21	0.64	0.78	0.07	
誤差 (%)	-13.89	-7.14	-9.62	0.00	55.26	23.53	-4.48	95.00	16.67	17.26

表-2. 現地調査とUAV撮影画像による調査の本数査定比較

番号	A	B	C	D	E	F	H	J	平均
UAV撮影画像による調査 (本)	900	850	950	1000	1200	1050	950	1075	
現地調査 (本)	967	967	1067	1050	1500	1300	1250	1450	
誤差 (%)	7.44	13.76	12.32	5.00	25.00	23.81	31.58	34.88	19.22

謝辞

本投稿は「革新的技術開発・緊急展開事業」（うち地域戦略プロジェクト）「ICTを活用した木材SCMシステムの構築」（研究代表者：仁多見俊夫（東京大学））の一部として実施した。ここに厚く御礼申し上げます。

引用文献

菅野正人（2013）リモセン学会誌 33（4）：319-323.

菅野正人ほか（2010）リモセン学会誌 30（5）：331-336.

（2016年12月16日受付；2017年1月25日受理）