

林業現場での UAV (ドローン) を活用するために

竹内 史郎

はじめに

近年、「空を飛べるカメラ」が販売され世界的に普及しつつあります。このような、人が搭乗しない航空機は広く無人航空機、または UAV (Unmanned Aerial Vehicle) として知られ、ホビー用、産業用、軍事用まで広く活用されるようになりました。このカメラは通称ドローンと呼ばれ、高度な専門知識と技術を持つ専門家に限られていた航空機による「空撮」を誰でもできるものに変えました。

模型飛行機としての UAV の歴史は古く、航空機の発展に合わせて同時に存在してきたと考えられます。その後、技術の進歩と共に、産業用や軍事用といった分野で実用化されていきました。特に農業用の無人農薬散布ヘリコプターは目にすることが多いかもしれません。しかし、産業用途で開発された機材や実機を元に作られた製品は、本物の飛行機のデザインに基づいており専門的な知識がなければ扱えません。この状況を変えたのが現在普及しているドローンと呼ばれる UAV であると言えます。

UAV が急速に普及した理由として考えられるのは、DJI 社や Parrot 社製マルチコプターの完成度が高く、魅力的であったからではないでしょうか。誰でも気軽に飛ばせ、高画質を得られる製品が、高級一眼レフカメラ程度の価格で購入できるようになりました。

これらの製品が出現するまでには、いくつかの技術の低コスト化と普及がありました。小型化されたセンサー類で操縦が容易になり、高性能な電池や強力モーターも開発されました。さらに衛星を使った測位技術の進歩や飛行制御ソフトウェアが進化しました。これらの技術は低価格化に伴い産業用やホビー用で広まっていますが、それらを組み合わせて安くて簡単に空を飛べるカメラとして作ったことが、より広く普及するきっかけになったと考えられます。

UAV を使うと何ができるのか

多くの場合、私達が林業現場で扱う UAV の実態は「空を飛べるカメラ」です。これを使うことで、基本的に普通のデジタルカメラでは手が届かない所を撮影することができます。到達困難な地点を容易に撮影し、状態を確認できるツールとして災害時などで有効であることは報道等からもわかります。これは現地踏査でも林況の目視把握を手助けすることになり、部分的には業務の軽減に繋がると期待されています (写真-1)。

しかし、ただ写真を撮るだけで業務に有効な情報を得ることは困難です。UAV の画像は広角のカメラで撮られることが多く、レンズの歪曲収差によって大きく歪んでしまうためです。このため、目で見た以上の情報を得ることが難しく、そのままでは物体等の正確な計測は不可能です。その一方で、実務では植栽、伐採面積の計測、風倒などの森林被害面積の算出、樹高の測定など、森林に関わる様々なものを計測しなければなりません。本稿では UAV による一連の調査方法を紹介すると同時に、運用上の留意点等についても整理しましたので、以下に紹介します。



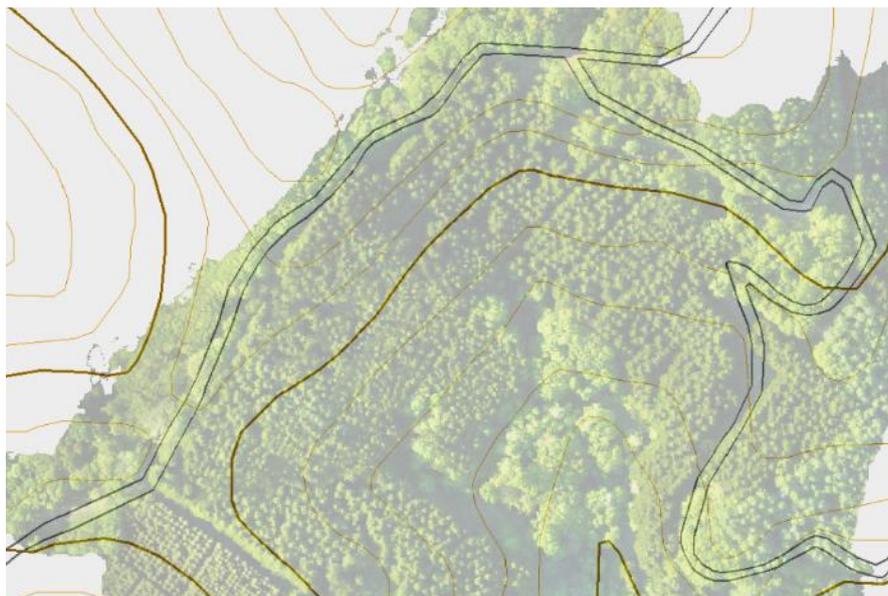
写真－1 Phantom4 で撮影したトドマツ人工林

撮影高度に応じた面積を鮮明に撮影することができ、目視による林況の判読は可能です。しかし、周辺部の歪みにより、正確な面積や距離を測ることが困難

画像処理の必要性

UAV で撮影した写真を、地図上に投影して面積等を計測するには、まずオルソ画像（正射投影画像）を作る必要があります。オルソ画像を作ることで、正確な距離、面積を表現することが可能となり、GISソフト上で利用できるようになります（図－1）。オルソ画像は、専用のソフトウェアを利用し、UAV で撮影した複数の画像の処理をして作成できます。

これらのソフトウェアは、SfM-MVS 処理という技術を使ってオルソ画像を作成します。良いオルソ画



図－1 光珠内実験林の一部を撮影した画像をオルソ化し、国土地理院の電子地形図に重ねたもの
人工林を対象として撮影し、画像処理している。

像を得るためには、隣接する画像と画像が、大きく重なるように（オーバーラップ 90%、サイドラップ

60%) 撮影します。全ての画像の中から、ソフトウェアが自動的に各画像に共通した鍵になる箇所（特徴点）を見つけ、被写体の3次元形状が計算され、地表面の起伏が復元されます。その後、ソフトウェアが自動的に写真を変形・切り出しをしてオルソ画像が生成されます。

画像処理結果の精度

Phantom シリーズ等を用いて作成したオルソ画像の位置精度は概ね 2~3m 程度になります。これは搭載されている衛星を使った位置測位（GNSS）精度がハンディタイプの GPS と同等ものを使用しているためです。そのため、GIS に表示したときにどうしてもズレが生じます。しかし、画像内の歪みは大変小さい（前述の通り、オルソ画像の計算には測位情報を使っていない）ため、ジオリファレンス機能（GIS 上で画像を位置合わせする機能）をうまく用いることで、条件が良ければ数十 cm 程度の精度で修正し、利用することが可能です。

画像処理に適した写真撮影方法

ソフトウェアはこのような動作をしているため、撮影時にはいくつか気をつけなければ品質の良いオルソ画像が作成できません。以下、DJI 社製の Phantom シリーズを用いた場合を想定します。

1. 自動飛行アプリの活用：飛行経路や地上解像度を簡単に設定できます。特に写真の重なり具合は感覚ではわかりにくく、多すぎたり、少なすぎたりすることから、自動飛行のアプリを活用することで簡単に適切な重なりで撮影できます。このとき、撮影間隔と飛行速度は飛行高度と地上解像度を設定したときに自動的に決定されます。
2. 撮影範囲：品質の良いオルソ画像を得るには歪みの少ない写真の中心付近を使うため、撮影範囲は対象地よりも大きくとる必要があります。できれば1回以上広めに、少なくとも対象地の境界直上を UAV が通過しておくことが望ましいです。
3. 撮影する画像の重なり（オーバーラップ、サイドラップ）：画像同士が大きく重ならなければなりません。低高度で撮影し、解像度の高いオルソ画像を得ようとしたときに重なりが不足することがあります。撮影者の想像以上に沢山の写真を必要とし撮影者の感覚ではわかりにくいこと、また森林は立体的であることから、地上と林冠部では重なり具合が変化してしまうことが考えられます。特に秋のカラマツ林や葉の少ない広葉樹林など樹冠が透けているような林分の場合、林冠部の重なりが不足し、背景のササ地しか3D化できないことがあります。このような林分では林冠部の高さも考慮し、低高度で撮影した後、より高い高度で撮影することで処理がうまくいきます。
4. 気象条件：強風による被写体のぶれ、被写体の明るさの急激な変化、日射による濃い影の発生などはどれも最終的な処理結果に影響します。できる限り曇天の散乱光条件で無風のときが望ましいです。特に森林での撮影は風の影響が大きく現れます。
5. カメラの露出設定：EV-0.7 程度のアンダー気味に撮ると、白飛び（画像が明るすぎて真っ白になっている状態）が抑えられ、処理がうまくいく可能性が上がります。また可能であればシャッター速度優先モードに設定し、1/800 秒以上の速度で撮ることが望ましいです。

安全な UAV 運用

このように UAV は使い方によっては林業にとって大変有用な機材です。しかし、高いエネルギーを持

つ物体が空を飛んでいるということを意識して運用する必要があります。UAV には注意すべき弱点がたくさんあります。多くの機体は防水ではないため、小雨でも不具合を起こす恐れがあります。またバッテリーは特性上、低温に大変弱く、北海道の冬季の運用は危険を伴います。さらに機体との通信に使われている 2.4GHz 帯の周波数は無線 LAN や Bluetooth など小型端末も多く利用しており、混線によって操縦できなくなるリスクがあります。山の中にある高圧電線からの電磁波の影響も無視できません。

このようなリスクを把握し、運用マニュアル、チェックリスト、運行簿を整備し、事故を起こさないために慎重な運用が求められます。

UAV の便利な機能を利用するために、機械としての特性をよく理解し、リスクを最小に、利益を最大にした運用が今後の林業にとっても大切なことになっていくのではないのでしょうか。

林業試験場では、今後も安全性を確保しつつ、林業現場で利用できる UAV 活用技術の研究を進めていきます。

参考文献 (さらに UAV についてお知りになりたい読者のために)

内山庄一郎 (2018) 必携ドローン活用ガイド—安全かつ効果的な活用を目指して 東京法令出版

田村太壱・加藤 颯・小花和宏之・吉田俊哉 (2015) 小型 UAV による空撮と SfM を用いた樹高計測. 緑化学会誌 41 (1) 163-168.

(森林経営部経営グループ)