

# 2020年11月に芦生研究林で発生したドローン墜落事故

芦生研究林 北川陽一郎

## 1. はじめに

2020年11月13日に芦生研究林20林班枕谷で、技術職員の操縦するドローンが林内で行方不明になる事故が発生した。この事故の概要、原因、対策について報告する。

## 2. 事故の概要

芦生研究林では技術職員によるドローンを使った調査を行っており、20林班枕谷集水域を撮影する計画を立てていた。11月12日と13日に各3回の飛行を予定しており、12日3回と13日2回の飛行を終えて、13日の3回目に枕谷右岸を飛行中に事故が起こった。機体はDJI製 Phantom 4 Pro+、自動飛行プログラムはVC Technology製 Litchi（対地高度設定：100m）を使用しており、操縦者1名と補助者1名で飛行を実施していた。当日の天気は晴れで、風はほとんど吹いていなかった。

機体の起動後に飛行前チェックリストに従って準備を行い、手動操作で離陸して高度100mまで上昇した後にプログラムによる自動飛行に移った。自動飛行開始後しばらくして目視外飛行になり、その後、地形の関係から機体とプロポの通信が途切れたが、機体はプログラムに従って飛行して、機体とプロポの見通しが良くなった時点で通信が再開した。その後、地形の関係から再度通信が途切れ再開することが無かったため、事故が起こったと判断した。

13日事故直後に、応援の職員1名を加えて3名で捜索を行ったが発見できず、14日（5名）、16日（6名）、24日（1名）、27日（1名）も捜索し、27日に発見、30日（3名）に回収した。捜索・回収には19人工かかった。墜落後にリチウムイオン電池から発火した事例（大村ほか2018）があるため、13日の日没後、15、17、18、19日の日中に枕谷に出向いて山火事の有無を確認した。

機体は飛行コース上の尾根に生えているブナの枝（高さ8mほど）に掛かっている状態で発見された。機体は地上から測桿で突いて地面に落として回収した。地上ではブルーシートを浮かせて設置し、落下時に機体が損傷しないように対策した。回収した機体には一部パーツの割れとプロペラ1本の損傷がみられた。リチウムイオン電池の損傷は見られなかった。行方不明期間中に降水があり、機体・バッテリー内部に浸水したため修理不可で機体交換となり、修理費用はグッド保険サービスの機体保険と運営費交付金で賄った。

## 3. 事故の原因

自動飛行プログラムはArduPilot製 Mission Planner でおおまかな飛行ルートを作成して、Litchi で詳細な設定を決めていたが、どちらも背景地図に空中写真を表示して作成しており、その際に飛行ルートの設定を間違えたことが原因である。すなわち、飛行ルートは尾根と尾根を結ぶように設定しているが、空中写真のもとで地形の判断を誤った結果、尾根よりも標高の低い地点同士を結び、かつ間に尾根を挟むルート設定となっており、相対的に標高の高い尾根を通過するときに対地高度が低くなり衝突したと考えられる。事故後、GISで自動飛行プログラムの飛行経路を等高線入り地形図に重ねると、ルート設定を誤っていたことが分かった（図1）。また、補助者を谷底に配置したことや、機体との通信途切れもあり、飛行中に尾根付近で対地高度が異常に低くなっていることに気づくことが出来なかった。

#### 4. 対策

11月30日に芦生研究林技術職員による事故報告と安全管理について話し合いが行われた。

同様の事故を起こさない対策として、以下のような意見があった。

- ・等高線入り地形図と、自動飛行アプリ上の画像データを見比べて、地形を把握したうえでプログラムを作成する。後に Mission Planner の背景地図で地形図が表示できることが分かったので、現在は地形図上でおおまかな飛行ルートを作成している。
- ・これまでは2・3名でプログラムの作成・チェックを行っていたが、プログラムのチェックを全職員で行うようにする。今回のような事故の場合、捜索は全職員で行うことになるので事前に飛行計画を把握しておく点でも意味がある。

- ・事前に飛行エリア全域の尾根を踏査して発着点や補助者の配置を決める。発着点は見通しが良く、風の状況を観測しやすい尾根に設定するよう努力し、それができない場合でも尾根に補助者を置いて無線で操縦者と連絡を取り合う。
- ・強風による事故対策として、風速予報サイト Windy (<https://www.windy.com/>) を事前に確認するとともに、現地の判断により柔軟に一時中断や中止を行う。

事故後に行方不明になった場合の対策として、以下のような意見があった。

- ・飛行作業はできるだけ早い時間から始めて、事故が起こった場合に捜索できる時間（日没まで）を長く確保するようにする。

事故後に発火した場合の対策としては、以下のような意見があった。

- ・研究林内は携帯電話や無線が通じない場所も多いが、山火事には早急に対応するため連絡手段として衛星携帯電話を携帯する。
- ・初期消火で対応できる場合に備えて、消火器・消火剤を用意する。また、土をかけて消火するために、スコップや鍬などを用意する。

また、近年は研究林内でドローン使用を希望する利用者が増えており、研究林利用者向けにドローン利用に必要な条件や研究林で飛行させる際の注意事項等をまとめた「無人航空機飛行のガイドライン」を作成した（資料1）。

#### 5. おわりに

今回の事故は飛行プログラム作成や発着点・補助者の配置に問題があったが、これらは事前に想定できたはずである。しかし事故が起こってしまったのは、ドローン運用に慣れてきたことから、プログラム作成で妥協してしまったことや飛行の実施に慎重さが欠けていたからにほかならない。ドローンの落下事故が起こると、山火事や人身事故にならなくても、人工的にも金銭的にも大きな損害になる。今回のことを心に留めて今後もドローンの飛行計画・操縦技術・緊急時対応の技術を高めていきたい。

#### 引用文献

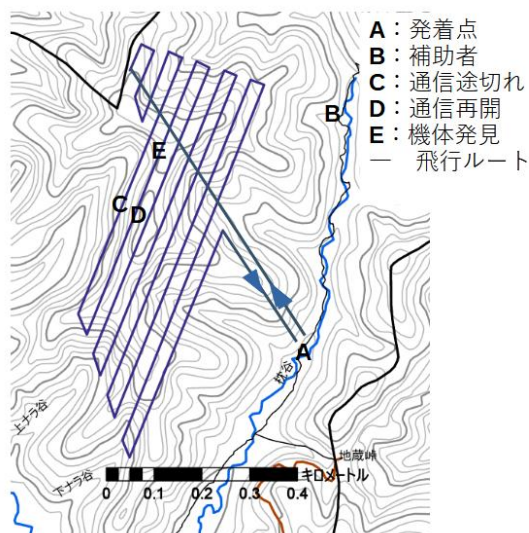


図1 ドローン事故時の飛行ルート

大村和也・齋藤俊浩・五十嵐勇治・原口竜成（2018）2017年11月に秩父演習林で発生した山火事. 平成30年度技術職員等試験研究・研修会議報告,29-34.

## 資料1

### 研究林利用者にむけた無人航空機飛行のガイドライン ver.20211013

#### 無人航空機飛行のお申込み

- ・研究林利用申請が許可されている方のみ、無人航空機飛行のお申込みができます。
- ・芦生研究林内で無人航空機の飛行をご希望の方は、事前に飛行計画を提出してください。

飛行計画には実施日時、飛行エリア、発着地点、使用機体、飛行形式（マニュアル飛行か自動飛行か）および航空局に申請が必要な飛行の有無を明記してください。

#### 飛行条件

- ・利用者には以下の要件が必要です。
  1. 関係法令や無人航空機の特性に関する知識が十分にあること
  2. 使用機体の操縦技量が十分にあること
  3. 森林内や山がちな地形での飛行を経験していること
  4. 使用機体を対象にした賠償保険に加入していること
- ・航空法などにより許可が必要な飛行を行う場合は、事前に許可申請を行ってください。
- ・飛行にあたっては、航空法・電波法等の法律・規則や製造者が定めた取扱注意事項、自ら定めた飛行手順、当ガイドラインを遵守して、事故等の防止に万全を期してください。

#### 注意事項

研究林内での無人航空機飛行に関わる以下のような特殊事情を理解したうえで、飛行計画の作成や飛行の実施をしてください。

- ・樹木や地形の関係から、研究林を広範囲に飛行させる場合は目視外飛行になることが多いです。
- ・研究林内では通信キャリアは不通になります。ネットワーク環境が必要な設定はあらかじめお済ませください。
- ・研究林内は樹冠が閉じている場所が多く、発着点が限られています。事前に下見を行うことを推奨します。
- ・研究林内には他の研究者教職員やガイドツアーの団体等がいることがあります。飛行範囲に第三者が立ち入らないよう必要に応じて補助者を配置してください。また、他の利用者との兼ね合いで飛行実施について事前に調整する場合があります。
- ・谷部は無風でも尾根部では強い風が吹いている場合があります。事前に気象情報を確認してください。
- ・飛行中に機体が所在不明になる等の不測の事態に対応できるように、飛行計画には時間的余裕を十分に持たせてください。午前中に飛行することを推奨します。

#### 緊急時の対応

- ・無人航空機の事故等が発生した場合は研究林事務所に報告してください。
- ・墜落した機体は捜索して、回収してください。
- ・墜落機体から火災が発生した場合は可能な限り初期消火を試みてください。また、初期消火が不可能と判断した場合は、速やかに事務所に連絡してください。
- ・緊急時の連絡手段として無線機や衛星携帯電話が必要な場合は、事前に事務所までご相談ください。