

## ドローンを活用した松くい虫被害木の探査

福原 一成

千葉県農林総合研究センター 森林研究所

### 1. はじめに

松くい虫によるマツ枯れは、マツを枯らす直接の病原であるマツノザイセンチュウと、それを伝播させるマツノマダラカミキリによって引き起こされる。正式には「マツ材線虫病」というマツの伝染病である。マツノザイセンチュウは1mmに満たない小さな体であるため直接防除する方法はない。このため、防除はマツノザイセンチュウを運ぶマツノマダラカミキリを中心に行われ、主な手法に薬剤散布や伐倒駆除がある。マツノマダラカミキリは当年の夏に枯死したマツ（被害木）に産卵する。伐倒駆除は、秋から春にかけて、卵からふ化した幼虫が生息しているマツを伐採して破碎し、幼虫を駆除する方法である。

伐倒駆除の実施に当たっては、事前に被害木の実態把握が必要で、毎年職員が林縁部からの目視や林内への立ち入りにより、被害木の位置と量を調査してきた。しかし、立木密度の高いマツ林や下層植生が繁茂したマツ林では踏査が難しいという問題があった。また、マツ林の幅が広いと奥まで見通せず調査漏れが生じることがあるため、調査の精度向上と作業を効率化する技術が求められていた。

そこで、近年幅広い分野で活用が進んでいるドローンを導入して、マツ林の上空から被害木を探査する方法について検討し、被害木の検出精度、判別の容易さおよび探査時間を調査した。その結果、ドローンを活用することで松くい虫被害木探査が大幅に効率化できることを明らかにしたので、その概要を紹介する。

### 2. 調査に用いた機材

今回の試験では、2種類のドローン Phantom4 Pro Ver2 (DJI 社製、価格約25万円) と Phantom4 RTK (DJI 社製、価格約70万円) を用いた。どちらの機体も2千万画素のカメラを搭載し、上空からでも高画質

の写真撮影することができる。

飛行および撮影には、Phantom4 Pro Ver2ではDJI社のGround Station Pro (GS-Pro)、Phantom4 RTKではGround Station RTK (GS-RTK) という無料の自動撮影アプリを使用した。

松くい虫被害木を見つけるためにドローン撮影を行う場合、海岸防災林のように広大な森林では撮影枚数が多くなり、判読作業が煩雑となる。また、撮影画像は中心から離れるほどひずんでくるため、ひずみをなくしすべての地点を真上から見た状態に合成（オルソ化）して被害木を判定することが望ましい。本研究では、この処理にオルソ化ソフトのMetashape (Agisoft製、価格約60万円) と専用パソコン（価格約35万円）を用いた。このほか、機体の安全を保つための点検整備と万一に備えた保険の加入が必要であり、これらの費用として毎年数万円程度（費用は機体価格と保険金額によって異なる）掛かる。

### 3. 調査結果の概要

#### 1) 被害木の検出精度

2020年12月、千葉県長生郡一宮町東浪見の海岸防災林においてドローン撮影を行い、撮影画像からの松くい虫被害木の判読本数と地上調査による判読本数を比較した。その結果、ドローンの方が地上調査よりも見通しの効くマツ林の幅が狭い区域では1.4倍、見通しの悪いマツ林の幅が広い区域では1.9倍多く被害木を検出できた。また、ドローンは地上調査で見落としがちなマツ林中央部の被害木も検出できた（写真1、表1）。さらに、ドローンで撮影した画像を使うと、マツノマダラカミキリ（松くい虫）幼虫がすでに生息していない古い枯死木や、部分枯死した被害木など、被害程度まで読み取れ、駆除対象となる枯死木を効率的に判別できることが明らかとなった。

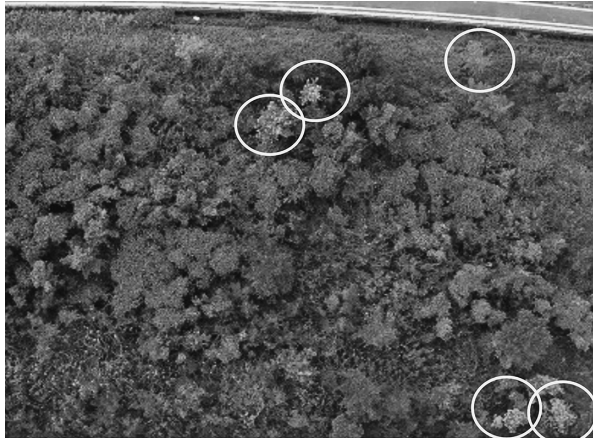


写真1 高度100 mから撮影した海岸防災林内の松くい虫被害木の様子  
注) ○印は伐倒駆除の対象となる被害木

表1 ドローン探査と地上調査による松くい虫被害木の判読本数の比較

試験地	面積 (ha)	ドローン探査 (本)	地上調査 (本)	ドローンと地上調査の判読本数の比率 (%)
東浪見A	3.16	31	22	141
東浪見B	8.13	115	62	185

注1) 2020年の一宮町東浪見における調査結果  
2) 調査地面積は11.3 ha  
3) ドローンの飛行高度は100 m  
4) ドローン調査は森林研究所研究員、地上調査は林業事務所職員が実施  
5) 東浪見Aはマツ林の幅の狭い(30 m程度)区域、東浪見Bはマツ林の幅の広い(50 m程度)区域  
6) 撮影に使用したドローンはPhantom4 proV2 およびPhantom4 RTK (DJI社)

2) 被害木の判別の容易さ

ドローンで撮影した画像から松くい虫被害木を判別する際に作業者間で違いがあるかを確認するため、経験者と初心者でそれぞれ判別を行って、検出した被害木の本数を比較した。その結果、鮮明に映った写真であれば、経験者と初心者の検出数に大きな差はみられず、松くい虫被害木の判別は誰でも容易にできることが分かった。

3) ドローン探査と地上調査にかかる時間の比較

2019年9月に一宮町東浪見の海岸防災林において被害木のドローン探査と地上調査を行い、探査に必要な時間を両者で比較した。撮影に要した時間は5時間程

表2 ドローン探査と地上調査による松くい虫被害木の探査時間の比較

歩掛区分	ドローン探査			地上調査
	撮影	画像判読	合計	合計
作業時間(時間)	5	4	9	40
延作業時間(人時)	15	4	19	120

注1) 2019年の一宮町東浪見における調査結果  
2) 試験地面積は14.0 ha  
3) 地上調査は3人1組で林内に立ち入って実施した調査時間の合計  
4) ドローン撮影は3人1組(操縦者1人、監視員2人)で実施した  
5) 画像判読はドローンで撮影した画像のオルソ化と判読時間の合計で、1人で実施した  
6) ドローンの飛行高度は100 m  
7) ドローンによる探査面積は、1フライト(1バッテリー)で最大10 ha程度であり、1日の作業量はバッテリーの個数と現場間の移動時間に影響される

度で、人員は操縦者のほか監視要員2人の計3人であった。撮影した画像を合成し、松くい虫被害木を判読する作業は1人で4時間、合計9時間ですべての作業が完了した。一方、地上調査では、3人1組で現地作業に40時間を要した。以上のことから、ドローンを活用した松くい虫被害木の探査は、作業効率の大幅な向上が図れることが明らかとなった(表2)。

4. おわりに

本研究では、松くい虫被害木の探査を行うにあたり、ドローンを活用することで検出精度が上がり、作業も大幅に軽減されることを明らかにした。

千葉県では依然として松くい虫被害が続いており、防除対策のため今後も被害木の伐倒駆除を行っていく必要がある。現在では各林業事務所にドローンが配備され、松くい虫被害木の探査に活用が進みつつある。本成果が今後の松くい虫防除事業に生かされるよう、技術者の育成に努めていきたい。

なお、ドローンの飛行に当たっては、航空法、小型無人機等飛行禁止法、電波法をはじめ、飛行させる場所や権利にかかる関係法令を遵守する必要がある。また、気象条件に注意するとともに、機体とバッテリーの点検や監視員の配置など、安全を確保して飛行させることが重要である。

〒289-1223 千葉県山武市埴谷1887-1

(ふくはら かずなり)