

## 無人航空機（ドローン）による苗木運搬の取組について

藤里森林生態系保全センター・米代西部森林管理署

発表者	主事	吉田 竜 響
チーム員	主事	佐々木 教貴
チームリーダー	総括森林整備官	森田 武士
アドバイザー	署長	小野寺 靖久
	所長	鈴木 直 幹

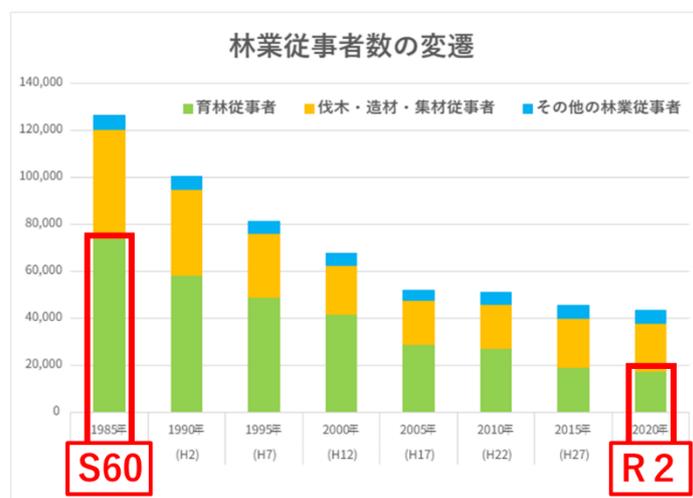
### 1 はじめに

拡大造林時代に造成された人工林の多くが主伐期を迎えるなか、林業の従事者数は山村地域の過疎化や高齢化の影響もあり、昭和60年頃から減少を続けています。

特に、育林従事者の減少は顕著なものとなっています。

また、造林や育林の分野では伐採・搬出等に比べ、作業の機械化がなかなか進んでいません。山の斜面における人力での造林作業は労働負荷が大きいいため、軽労化・省力化に向けた対策が必要となっています。

そこで今回、ドローンによる苗木運搬に取り組み、労働負荷の軽減につながるか検証しました。



資料：総務省「国勢調査」

### 2 取組内容

#### (1) 検証箇所の選定

検証を行うにあたって、林野庁で策定された「ドローンを活用した苗木等運搬マニュアル」などを参考に、検証箇所の選定をしました。

参考資料において、適した条件には「急傾斜地や路網の発達していない事業地」「高低差の大きい事業地（120m以上）（※1）」「植栽地までの直線距離が360m以上（※1）」「植栽箇所までの作業道距離が長い事業地」とあるため、それらの条件に当てはまる箇所を探しました。

様式2

(2) ドローンによる苗木運搬の流れ

- ①苗木の入った袋を、ドローンのウインチから伸びたロープのフックに取り付けます。
- ②オペレーターがドローンの操縦を行い、荷下ろし地点へと飛行させます。オペレーター2人による操縦の場合、飛行途中で荷下ろし地点のオペレーターと操縦を交代します。
- ③荷下ろし地点に到着後、ホバリングした状態でロープを伸ばし、苗木を地面に接地させ、フックを外します。このフックは手動で外すものと、負荷が無くなると自動で外れるものがあります。
- ④伸ばしていたロープを巻き取り、ドローンを荷掛け地点に帰還させます。



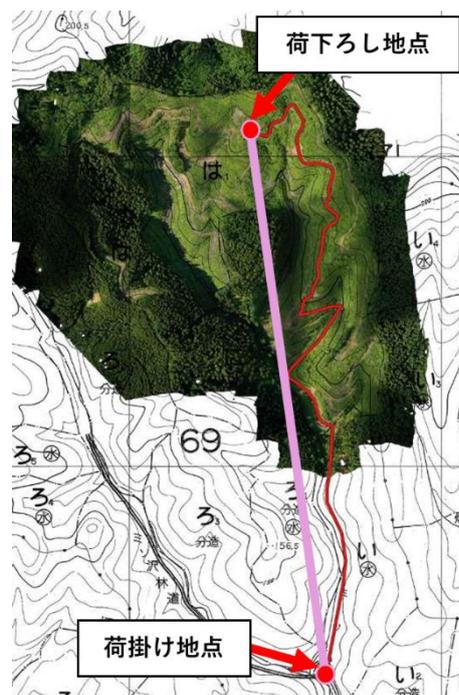
(3) 各事例の紹介

令和5年度からこれまで3回にわたりドローンの苗木運搬を行いました。

○事例①：令和5年度実施

事例①の現場には、「作業道距離・飛行距離が長い」「飛行経路上に尾根があることから見通しが悪い」という条件がありました。

これらは、荷掛け地点及び荷下ろし地点にオペレーターを配置し、飛行中に操縦者を交代することで対処をしました。



運搬本数	荷掛け⇔荷下ろし地点		
	作業道距離	直線距離	高低差
6,000本	1,500m	840m	80m

様式2

○事例②：令和6年度実施

事例②では、直線距離が短く見通しは良いものの「作業道の距離が長い」「作業道の高低差のアップダウンが激しく歩行自体の負担が大きい（※2）」という条件がありました。

このような箇所では、「地形の影響を受けにくい」ドローンの特性を活かすことで、苗木の運搬が軽労化できるものと考えられます。

運搬本数	荷掛け⇔荷下ろし地点		
	作業道距離	直線距離	高低差
3,000本	1,200m	460m	40m

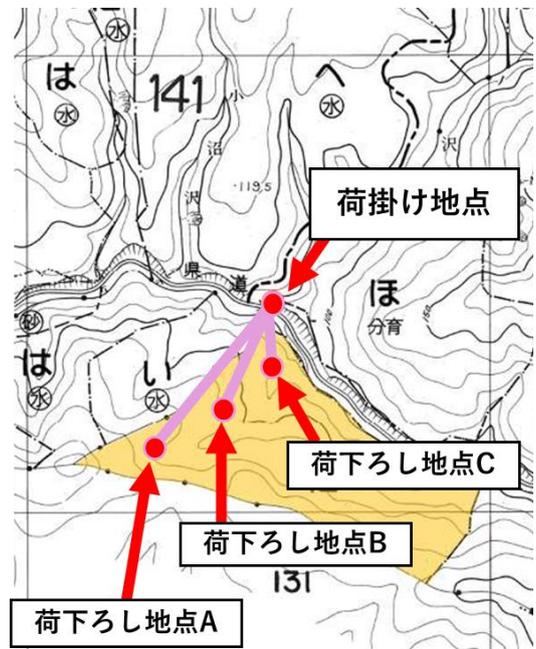


○事例③：令和7年度実施

事例③では、飛行距離は短いものの、「荷下ろし地点を3地点（A・B・C）に分散」という条件で実施しました。

ここではドローンの持つ「荷下ろし地点の自由度」や「自在なアプローチが可能」といった特徴が活かされることで、効率的な苗木運搬が期待されます。

地点	運搬本数	荷掛け⇔荷下ろし地点	
		直線距離	高低差
A	500本	250m	50m
B	2,000本	150m	40m
C	500本	100m	20m



3 結果

(1) 各事例の検証結果

各事例において要した運搬時間、飛行回数等については下表のとおりです。

事例	運搬本数	1飛行あたり平均		飛行回数	飛行時間
		運搬本数	運搬時間		
①	6,000本	100本	7分55秒	64回	5時間56分
②	3,000本	160本	8分03秒	20回	3時間32分
③	3,000本	103本	4分52秒	29回	3時間45分

様式2

(2) 検証で使用した苗木

今回の検証ではスギのコンテナ苗を使用しました。各事例における一袋当たりの重量の違いは本数や前日の雨などの影響によるものです。



苗長	一袋あたり	
	重量	本数
35cm以上	約5～9kg	約40～50本

また、事例①と②では、地域の事業者や自治体の担当者を交えた現地検討会を行いました。

地域の新聞にも記事が掲載され、多くの方に国有林での取組について知っていただく機会になりました。



現地検討会の様子（令和6年度）



北羽新報（2024/10/22）

(3) 事業者へのアンケート

ここまで紹介した3つの事例を実施した運搬事業者及び造林事業者に向け、ドローンによる苗木運搬についての感触や意見などのアンケートを行いました。

質問内容は回答者の区分ごとに大きく二つです。

(a) 運搬事業者

- ・苗木運搬におけるドローンの理想的な使用条件
- ・使用上の注意点

(b) 造林事業者

- ・通常の植栽作業と比べての感想・意見
- ・適していると思われる作業条件

## 様式2

### 【回答者：(a) 運搬事業者2社】

- 「苗木運搬におけるドローンの理想的な使用条件」
  - ・運搬距離：1～3km 以内
  - ・対地飛行高度：150m 以内
  - ・運搬重量 25kg 以下
  - ・操縦はオペレーター2人態勢で、どちらかがドローンを目視できる範囲内での飛行
  - ・荷下ろし地点数を最小限に抑える
  
- 「使用上の注意点」
  - ・気温が高い環境下でのモーターの温度上昇
  - ・離陸時のプロペラのロープ巻き込みに注意
  - ・ドローンの活動範囲内の障害物の有無

### 【回答者：(b) 造林事業者2社】

- 「通常の植栽作業と比べた感触・意見」
  - {感触} 良い…1社 どちらともいえない…1社
  - {意見}
  - ・人力による運搬車への苗木の積込及び植栽箇所での荷下ろしが無くなり、作業の効率が上がった。
  - ・ドローンの荷下ろし地点から、実際の植栽箇所まで人力での運搬が必要であるため、ドローンの荷下ろし地点をさらに細かく配分できれば、軽労化になるのではないか。
  
- 「ドローンによる苗木の運搬が適していると思う作業条件」
  - ・高低差があり、植栽面積が大きい事業地
  - ・作業道が崩落などの要因により、通行に支障がある、補修が必要となる場合

### (4) アンケート結果まとめ

回答していただいた造林事業者2社からは「機会があればまた実施したい」とのお声をいただきました。

従来の植栽作業に対し、苗木の積み下ろし作業や作業道の補修に係る労力、コストが削減され、労働負荷の軽減につながったためであると考えられます。

また、「荷下ろし地点を細かく配分し、可能な限り植栽箇所の近くに荷下ろしをする」ことによる労働負荷の軽減も期待されています。しかし、運搬事業者からは「荷下ろし地点は最小限に抑えたい」と相反する意見もあるため、現地の状況を踏まえた各事業者間の調整が必要不可欠であると言えます。

## 4 考察と今後

今回の検証から、ドローンを使用した苗木の運搬に適した条件として、大きく二つ挙げられます。

## 様式2

### ① 作業道に関する条件

「作業道の補修が必要となる」または「作業道距離が長く、植栽地が林道等から離れている」といった箇所において、「地形の影響を受けない」ドローンによる苗木の運搬が有効であると考えられます。

### ② 植栽地に関する条件

「植栽する面積が小さい事業地」や「植え付け箇所が分散している事業地」において、「自在なアプローチができる」ドローンの特長を活かし、運搬車と比較して「短時間での効率的な作業」の実現が期待できます。

① 作業道の補修が必要な場合  
植栽地が林道等から離れている場合

↓

地形の影響を受けないドローンが有効

② 植栽地が小面積の場合  
植え付け場所が分散している場合

↓

自在なアプローチにより  
短時間で効率的な作業

現段階ではどのような条件下でドローンが優位か一概に示すことは難しいですが、上記条件を一つの判断材料として、それぞれの現地の状況に応じてドローンの使用の是非を判断していくことが効率的な利用につながると考えます。



検証で使用したドローン「DJI 製/FryCart30」

【スペック（バッテリー2個装着時）】

- 最大積載重量：95kg
- 最大航続距離（空荷時/30kg積載時）：28km / 16km
- 最長飛行時間（30kg積載時）：18分
- 最高速度（水平飛行時）：20m/s（72km/h）
- ウインチの最大積載重量：30kg

参考文献：ドローンを活用した苗木等運搬マニュアル（令和5年3月林野庁策定）  
造林のためのドローン活用事例集（令和3年3月林野庁発行）

※1 人肩運搬との比較

※2 標高の最低地点から最高地点までは約80m差