

# 造林事業における大型ドローン運搬について

静岡森林管理署 宮原 直也

## 1 はじめに

近年、造林事業における新たな運搬手法として注目されている大型ドローンによる資材運搬については、そのマニュアルや活用事例集が林野庁HPにおいて公表されています。（図1）（図2）

そのような中、静岡森林管理署の造林事業において、「有限会社サンアイ」が令和4年の秋から大型ドローンを用いた苗木、獣害防護柵及び忌避剤の運搬を開始しました。

そこで、他の造林事業等におけるドローン運搬の導入に資するべく、大型ドローンによる運搬についての作業工程や運搬コストの比較検証を行い、その実用性について整理しました。

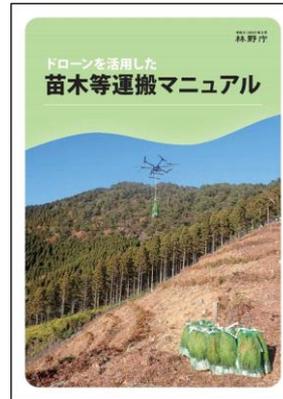


図1 ドローンを活用した苗木等運搬マニュアル（令和5年3月発行）



図2 造林のためのドローン活用事例集（令和3年3月発行）

## 2 作業工程

事業地は静岡県島田市に所在する大代国有林 1223 へ林小班（4.32ha）、資材運搬経路は斜距離 350m、傾斜 20～30 度、高低差 160mとなっています。（図3～9）

運搬した資材は、ヒノキコンテナ苗 8,450 本、獣害防護柵 1,499 m分、忌避剤 252L の 3 点になります。（表1～2）

出発地点に 3 名（操縦手 1 名、補助者 2 名）、到着地点に 1 名（操縦手）の計 4 名をそれぞれ配置し、運搬資材を予め紐で固定したうえ、目視外飛行とならないように操縦手 2 名がトランシーバーを使いながら、中間地点で操縦手を切り替えて運搬しました。バッテリーは 2 往復ごとに交換のうえ、充電しながらサイクルして使用しました。



図3 ドローン運搬経路

表1 運搬した資材

ヒノキコンテナ苗 (300cc)	8,450本
ネット	32反
支柱	533本
キャップ	510個
プラスチックアンカー杭	2,147本
鉄アンカー杭	179本
控えロープ	15巻
留め金具	4袋
コニファー水和剤	84L
希釈用水	168L

表2 用意した機材

ドローン (森飛morito25)	1台
操縦機	2台
トランシーバー	2台
バッテリー	6台
バッテリー充電器	2台
発電機	1台



図4 ドローン運搬の様子（出発地点）



図5 ドローン運搬の様子（到着地点）



図6 運搬用ドローン（森飛 morito25）

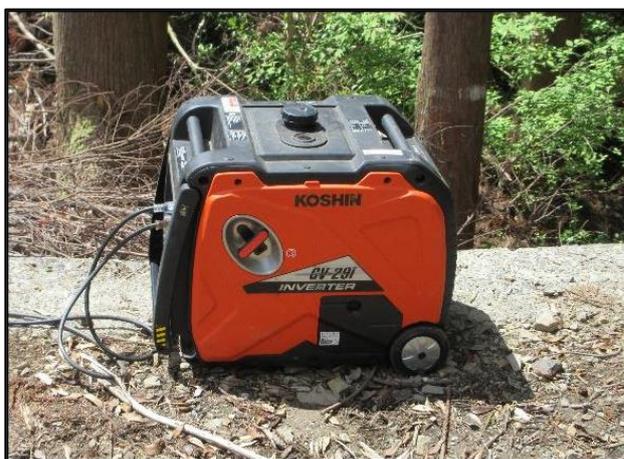


図7 発電機



図8 バッテリー



図9 バッテリー充電器

### 3 運搬結果

ドローンの運搬時間やバッテリーの交換時間を計 7 回計測し、平均で 1 往復当たり 3 分 41 秒かかりました。(表 3)

人肩運搬では、往復で 1,100m の距離での運搬に約 30 分程度かかりました。

#### (1) 苗木 (8,450 本) のドローン運搬結果

ヒノキコンテナ苗 (300cc) 8,450 本 (約 1,800kg) をドローンで運搬したところ、6 時間 50 分で完了しました。1 回当たりの運搬量は 75 本でした。

#### (2) 獣害防護柵 (1,499m) のドローン運搬結果

獣害防護柵 1,499m 分の資材 (1,372kg) をドローンで運搬したところ、4 時間 50 分で完了しました。1 回当たりの運搬量はそれぞれネットが 1 反、支柱が 20 本、キャップが 400 個、プラスチックアンカー杭が 200 本、鉄アンカーピンが 50 本、控えロープが 10 巻、留め金具が 4 袋でした。

#### (3) 忌避剤 (252L) のドローン運搬結果

忌避剤 252L (252kg) をドローンで運搬したところ、1 時間で運搬が完了しました。1 回当たりの運搬量はコニファー水和剤が 12L、希釈用水が 20L でした。

表 3 ドローン運搬の計測結果

計測時間 (2 往復 & バッテリー交換)	
1 回目	7 分 10 秒
2 回目	7 分 19 秒
3 回目	7 分 19 秒
4 回目	8 分 2 秒
5 回目	7 分 28 秒
6 回目	7 分 5 秒
7 回目	7 分 15 秒
平均時間	7 分 22 秒
1 往復当たり	3 分 41 秒

### 4 運搬コストの比較検証

人肩運搬での 1 回当たりの運搬量について、それぞれ苗木を 50 本、獣害防護柵、コニファー水和剤及び希釈用水を 20kg とした場合で人肩運搬の想定所要時間を算出し、ドローン運搬の計測時間と比較したところ、下記のとおりとなりました。

#### (1) 苗木の運搬コスト比較

人肩運搬での想定所要時間は、8,450 本 (全本数) ÷ 50 本 (1 回当たりの運搬本数) × 0.5 時間 (1 回当たりの運搬時間) = 84.5 時間となりました。一方で、ドローン運搬では 6.8 時間 (計測時間) × 4 人 = 27.2 時間となりました。これらを比較しますと、人的コストを 57.3 時間削減することができました。

#### (2) 獣害防護柵の運搬コスト比較

人肩運搬での想定所要時間は、1,372kg (全重量) ÷ 20kg (1 回当たりの運搬重量) × 0.5 時間 (1 回当たりの運搬時間) = 34.3 時間となりました。一方で、ドローン運搬では 4.8 時間 (計測時間) × 4 人 = 19.2 時間となりました。これらを比較しますと、人的コストを 29.5 時間削減することができました。

#### (3) 忌避剤の運搬コスト比較

人肩運搬での想定所要時間は、252kg (全重量) ÷ 20kg (1 回当たりの運搬重量) × 0.5 時間 (1 回当たりの運搬時間) = 6.3 時間となりました。一方で、ドローン運搬では 1 時間 (計測時間) × 4 人 = 4 時間となりました。これらを比較しますと、人的コストを 2.3 時間削減することができました。

## 5 実際に支払った必要経費等

ドローン本体価格が周辺機器、バッテリー等併せて合計約 500 万円程度かかったほか、ドローン操作講習費用が約 25 万円/人、ドローン点検費用が約 20 万円/年、ドローン保険料金が 26 万円/年かかりました。

## 6 トータルコストの比較検証

人肩運搬では 84.5 時間（苗木）+34.3 時間（獣害防護柵）+6.3 時間（忌避剤）=125.1 時間かかる計算となった一方で、ドローン運搬では 27.2 時間（苗木）+19.2 時間（獣害防護柵）+4 時間（忌避剤）=50.4 時間となりました。そのため、人肩運搬よりも 74.7 時間削減することができました。

人件費に換算すると、1 人工を 6 時間、1 人工当たりの単価を 24,700 円（国土交通省 R6 公共工事設計労務単価 普通作業員（静岡県））とした場合、74.7 時間÷6 時間×24,700 円=307,500 円削減できた計算となります。

なお、今回の事業モデルにおいて、5 年間での利益回収を目指す場合は、合計で 108ha 以上の稼働が必要となり、22ha/年以上の稼働が必要となります。（表 4）（表 5）

表 4 5 年間の支出合計額

ドローン（森飛morito25）	1 台	5,000,000円
操縦機	2 台	
トランシーバー	2 台	
バッテリー	6 台	
バッテリー充電器	2 台	
ドローン操作講習	2 人	500,000円
ドローン点検費用	5 年	1,000,000円
ドローン保険料金	5 年	1,300,000円
合計		7,800,000円

表 5 利益回収に必要な 1 年当たりの稼働面積

5 年間の支出合計金額 (A)	7,800,000円/5年
1 回当たりの削減金額 (B)	307,500円/回
利益回収までの回数 (A/B=C)	25回/5年
今回の事業面積 (D)	4.32ha
利益回収に必要な面積 (C*D=E)	108ha/5年
1 年当たりの必要稼働面積 (E/5)	22ha/年

## 7 ドローンを購入したきっかけ

有限会社サンアイは、作業道がない急峻な地形である架線集材地域を中心に活動しており、小型クローラ等による機械運搬が行えないことから、これまで人肩運搬を行ってききましたが、作業員の高齢化等により労働力の確保が困難になったことを背景に、令和 4 年秋に運搬用ドローンを購入したとのことです。

地形等の施業地の状況や事業者の経済的事業、労働力確保等の社会情勢を踏まえ、適切な手法を模索・検討する際に、本事例がドローン導入の一助となればと思います。