

動力式植栽機の作業性とスギコンテナ苗の植栽後の成長

池田 虎三・川崎 萌子・小谷 二郎・千木 容
(石川県農林総合研究センター林業試験場)

I はじめに

日本の針葉樹人工林は、その多くが主伐期を迎えており、伐採とその後の再生林が進められているが、そこには様々な課題がある。特に再生林においては、伐採から地拵えや植栽にかかる再生林の費用の低減が課題とされている(梶本ら 2016)。そのため、従来の裸苗ではなくコンテナ苗の使用による植栽費用の低減が図られている(今富 2011)。コンテナ苗植栽にかかる費用を低減するために、ディブル、スパード、プランティングチューブなどのコンテナ苗専用の植栽器具が開発されているが、堀穴の能率が従来のクワ(鍬)よりも低い傾向にあり、能率の向上が課題となっている(猪俣ら 2016)。そこで、植栽の能率向上のために、新たに動力式植栽機(以下、植栽機)を開発し、その作業性について検討した。

また、植栽に用いるコンテナ苗は形状比が高い傾向にあり、裸苗と比較して成長に差が生じることや(櫃間ら 2015)、初期成長においては樹高成長を抑え、直径成長を優先する傾向があることが明らかにされている(八木橋ら 2016)。初期成長に適した形状比は地域によって異なると考えられており、研究事例の収集が必要とされている。そこで、石川県に適したコンテナ苗の形状比を検討するために、コンテナ苗植栽後の成長と形状比との関係性について調査を行った。

II 調査地と調査方法

1. 動力式植栽機の作業性

植栽の作業性の調査は、石川県加賀市山中温泉町にあるスギ皆伐跡地(1.0 ha)において、2016年11月4日に行った。植栽に使用した道具は、クワと植栽機(写真1、製作:ハスクバーナ・ゼノア株式会社)である。植栽した苗は、全てスギのコンテナ苗(500cc)である。作業員Aのみが過去に植栽作業を行ったことのある作業経験者である。作業員BとCは植栽作業の未経験者である。作業性の調査は、堀穴作業、植栽作業、埋戻し作業までの各々の作業をビデオカメラで撮影し、それぞれの作業時間を計測した。クワを用いた作業は堀穴作業から埋戻し作業までの作業を1名で行い、植栽機を用いた作業は2人1組で行った。作業員Cは植栽機を用いた場合の植栽作業と埋戻し作業にのみ従事した。なお、作業性の算出においては、苗木の運搬、配布時間は含まれていない。2人1組の作業の場合の作業性の算出には、2人各々の作業時間の合計時間を、その作業の1人分の作業時間として計算を



写真1.
背負い式の植栽機

行った。また、1ha 当たりの植栽に係る必要人工数は、作業時間 6 時間/日・人、1ha 当たり 1,500 本の植栽を行うものと仮定して算出を行った。

2. コンテナ苗の植栽後の成長

植栽後の植栽木の成長調査は、石川県小松市西俣町にある標高 480m、平均傾斜 35 度のスギ皆伐跡地 (0.3 ha) にて行った。植栽は 2015 年 4 月にクワと植栽機を用いて行った。各々において裸苗とコンテナ苗の普通苗を各 50 本の合計 100 本植栽し、その後の植栽木の成長を調査した。測定項目として、樹高と地際直径を測定した。調査は、植栽直後の 2016 年 4 月 22 日、1 成長期後の 2015 年 11 月 18 日、2 成長期後の 2016 年 11 月 17 日に行った。各成長期の相対成長率の違いを一元配置の分散分析を統計ソフトウェア R3.3.0 (R Development Core Team 2016) を用いて解析した。統計分析には、個体間の大きさの影響を排除するために、相対成長率を用いた。相対成長率は、1 成長期ごとに、成長期後の値の対数から成長期前の値の対数の差として算出した。形状比と相対成長率の相関関係の有意性を解析するために、ピアソンの相関係数 (R) と p 値を統計ソフトウェア R3.3.0 を用いて算出した。なお、解析には、枯死や曲りなどの異常が見られた個体は使用しなかった。

III 結果

1. 動力式植栽機の作業性

クワを用いた場合の植栽本数は、作業員 A が 37 本、作業員 B が 23 本であった。それぞれの作業合計時間は 21 分 1 秒、13 分 30 秒であった。苗木 1 本当たりの作業時間は各々、34.1、35.2 秒/本・人であった (表-1)。作業員 A と B の平均作業時間は 34.7 秒/本・人であった。各々の作業内容における平均作業時間は、堀穴作業、植栽と埋戻し作業、移動時間が各々 6.6、14.7、13.4 秒/本・人であった。1ha (1,500 本植栽) 当たりの必要人工数は 2.4 人/ha であった。

植栽機を用いた場合の植栽本数は、作業員 A と C の組合せが 41 本、作業員 B と C の組合せが 23 本であった。それぞれの組の 2 人の作業合計

時間は 23 分 10 秒、16 分 11 秒であった。

苗木 1 本当たりの作業時間は各々 33.9、42.2 秒/本・人であった。2 組の平均作業時間は 38.1 秒/本・人であった。各々の作業内容における平均作業時間は、堀穴作業、植栽と埋戻し作業、移動時間が各々 5.6、9.7、20.5 秒/本・人であった。1ha (1,500 本植栽) 当たりの必要人工数は 2.6 人/ha であった。

表-1. 作業員別の植栽の作業時間

作業内容	作業時間 (秒/本・人)			
	クワ		植栽機	
	A氏	B氏	A氏	B氏
堀穴	6.8	6.4	4.4	6.9
植栽	11.6	17.8	9.7	9.7
移動	15.7	11.0	19.8	21.2
枝条整理		0	0	4.5
合計	34.1	35.2	33.9	42.2
平均 作業時間 (秒/本・人)	34.7		38.1	
必要人工数 (人/ha)*	2.4		2.6	

* 1ha 当たり 1,500 本の苗木を植栽した場合

2. コンテナ苗の植栽後の成長

植栽時のコンテナ苗は樹高が高く、地際直径が小さく、平均形状比が 78.0 と高い傾向にあった。コンテナ苗の 1 及び 2 成長期目における地際直径は、裸苗と比較して大きく、2 成長期後の平均形状

比は 64.2 となり、形状比が大きく改善されていた。相対樹高成長率では、第 1 成長期の裸苗とコンテナ苗に有意差があり、裸苗が有意に大きかった。相対地際直径成長率では、第 1 及び第 2 成長期ともに有意差があり、どちらの場合もコンテナ苗が有意に大きかった(図-1)。形状比と相対成長率との関係を図-2 に示す。1 成長期目においては、植栽時の形状比と相対樹高成長率とは負の相関関係 ($R=-0.35$, $p<0.01$)、相対地際直径成長率とは正の相関関係 ($R=0.49$, $p<0.001$) にあった。2 成長期目においては、1 成長期後の形状比と相対地際直径成長率とは正の相関関係にあった ($R=0.58$, $p<0.001$)。

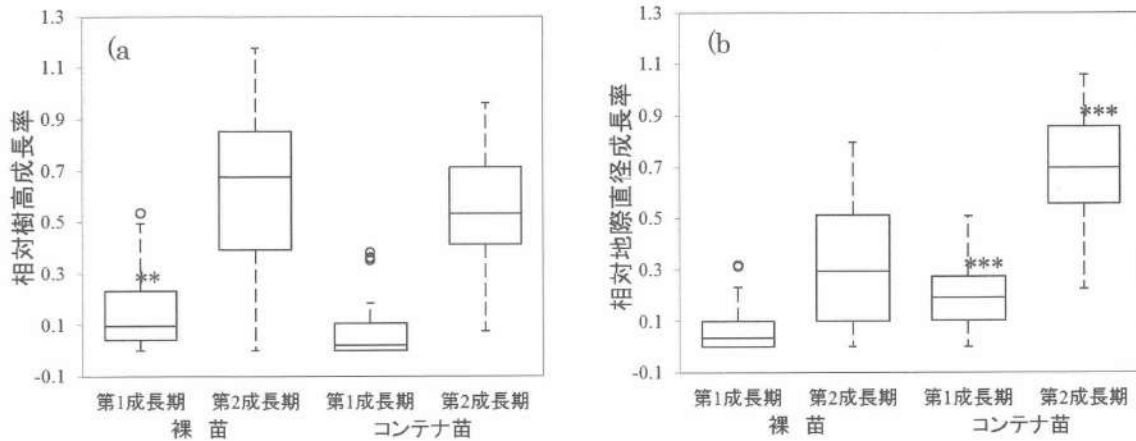


図-1. 裸苗とコンテナ苗の相対樹高成長率(a)と相対地際直径成長率(b)

コンテナ苗と裸苗で有意差がある場合には、値が有意に大きい方の箱の右上にアスタリスクを有意水準に応じて付した (** $p<0.01$, *** $p<0.001$)

IV 考察

1. 動力式植栽機の作業性

未熟練者と熟練者の作業時間の差は、クワおよび植栽機を用いた場合は、それぞれ、1.1 および 8.3 秒/本となり、植栽機は作業に熟練が必要であることが明らかになった。クワおよび植栽機を用いた場合の各々の作業性は 34.7 および 38.1 秒/本・人であり、植栽機はクワと比較して、作業性が劣っていた。植栽機では、掘穴作業と植栽作業がクワと比較して作業性が優れているが、移動時間がクワの約 1.5 倍長い。ドリルを付けた植栽機は重く、急傾斜地においては 1 人で作業を行うことが困難である。2 人 1 組の作業の場合、総移動距離が 1 人の場合と比較して 2 倍必要なるため、合計の移動時間が長くなる。そのため、植栽機を用いて植栽を行う場合には、1 人作業を行うことで、より効率的に植栽作業を行うことができるように改善すべきと考えられる。

2. コンテナ苗の植栽後の成長

第 1 成長期では、相対樹高成長率は、裸苗で有意に高く、相対地際直径成長率は、コンテナ苗で有意に高く、八木橋ら(2016)と同様にコンテナ苗は裸苗と比較して、植栽後に直径成長を優先する傾向にあった。形状比との関係では、1 成長期目には、形状比の高い個体は、樹高成長を小さく、直径成長を大きくする傾向にあり、また、2 成長期目には、形状比の高い個体ほど、1 成長期目よりさらに直径成長を大きくする傾向にあった。相対樹高成長率は、1 成長期目では形状比との相関係数は負

($R=-0.35$, $p<0.01$) の値であったが、2 成長期目には正 ($R=0.054$, $p=0.65$) の値に転換しており、樹高成長においては形状比との相関が見られなくなっていた。この結果は、形状比が樹高成長率に与える影響は1 成長期後までであることを示唆していた。今後は、形状比と積雪による影響等との関係性も調査することによって、県内に最適な形状比について検証していく必要がある。

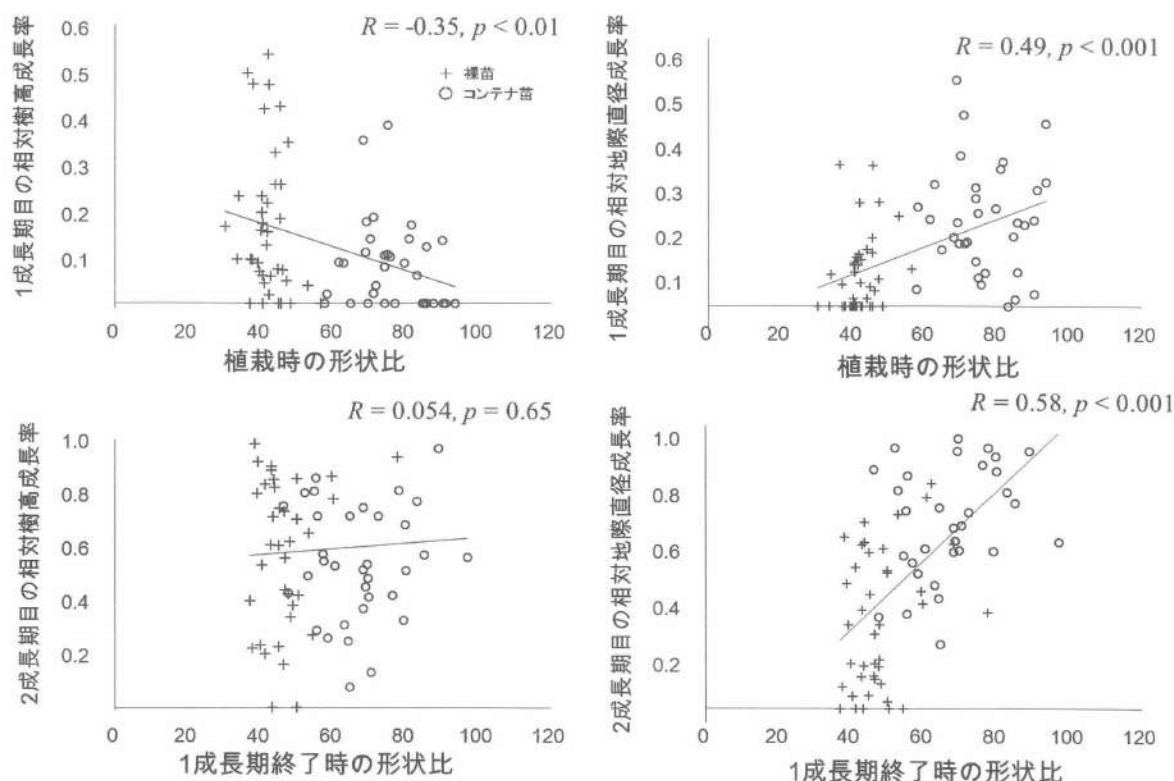


図-2. 形状比と相対成長率の関係
Rはピアソンの相関係数を示す。

引用文献

- 櫃間 岳・八木橋勉・松尾 亨・中原健一・那須野俊・野口麻穂子・八木貴信・齋藤智之・柴田銃江 (2015) : 東北地方におけるスギコンテナ苗と裸苗の成長<特集>東北地方における低コスト再造林). 東北森林科学会誌 20 : 16-18
- 今富裕樹 (2011) : スギ再造林の低コスト化を目指した技術開発 伐採・地拵え・植栽の一貫作業による低コスト化. 現代林業542 : 52-55
- 猪俣雄太・伊藤崇之・鹿島 潤・山田 健・山口浩和・今富裕樹・旗生 規 (2016) : 異なる植栽器具使用時のコンテナ苗の植栽能率. 日林誌 98 : 223-226
- 梶本卓也・宇都木玄 (2016) : プロジェクト「コンテナ苗を活用した低コスト再造林技術の実証研究」の紹介. 森林遺伝育種 5 : 101-105
- R Development Core Team (2016) : R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, URL [http:// www. R-project. org/](http://www.R-project.org/)
- 八木橋勉・中谷友樹・中原健一・那須野俊・櫃間 岳・野口麻穂子・八木貴信・齋藤智之・松本和馬・山田 健・落合幸仁 (2016) : スギコンテナ苗と裸苗の成長と形状比の関係. 日林誌 98 : 139-145