

コンテナ苗植付用自動植穴掘機の生産性

小山泰弘・市原満（長野県林業総合センター）

造林作業の効率化とコスト低減の一環としてコンテナ苗専用の自動植穴掘機が各地で開発されている。今回、市販されている一機種を調査し、植栽作業時の作業工程をVTRで撮影し、時間解析結果から生産性を検討した。その結果、自動植穴掘機による植栽工程は、1本あたり42秒で、穴掘りは9秒を要した。すなわち植穴掘りは、移動時間を含めた植栽工程全体の22%だった。この結果、自動穴掘機による生産性は85.7本/時と、スペードやディブルなどのコンテナ苗用の専用器具による生産性と同程度で、自動穴掘機を導入することによるコンテナ苗木の植栽に伴う生産性向上は期待できないと考えられた。

キーワード：皆伐再造林、コンテナ苗、自動植穴掘機、生産性

I はじめに

長野県では、主要造林樹種であるカラマツの価格が比較的良好で、収穫可能な林齢に達していることから、皆伐再造林への動きが進みつつある。しかし、再造林コストがかさむことが課題となっている。

再造林コストの低減に向け、植栽作業の効率化を進める目的で、植栽時の自動植穴掘機が開発された。

とはいえ、自動植穴掘機は、昭和20年代後半から始まった復興造林やその後の拡大造林における植林作業の機械化を目的として導入されたことがある(1)。この時、さく岩機を改良し、先端のドリルで植え穴を掘るアースオーガ(2)や、農地で土壌の掘り起こしに使用する管理機の爪を改良して穴を掘るホーラ(6)などが開発されていた。しかし、これらの機械は、重いことや振動が大きいことなどから徐々に利用されなくなってきた(5)。

しかし2000年代にマルチキャビティコンテナ苗が生産されるようになると、専用の自動植穴掘機が再び開発された。今回使用した機械は、重さと振動の軽減を考慮したマルチキャビティコンテナ苗の植栽用として市販され、エンジン部分を背負い、穴掘り用のドリル部のみが手持ちである。同様の形状を有する植穴掘機は、開発段階で別の企業による調査事例がある(3,4)が、今回の製品での報告はない。

また、マルチキャビティコンテナ苗を植栽するためのスペードやディブルといった専用手工具との比較もされていない。

そこで本研究では、市販されているコンテナ苗用自動植穴掘機の工程調査を行い、これまでの結果と比較検討した。

II 調査方法

1. 調査地

調査は、コンテナ苗用自動植穴掘機の市販機をデモンストラーション用として借り受けた根羽村森林組合の協力の下で、長野県南部の根羽村の再造林現場で実施した。当地は、根羽村南部の愛知県境にある平均傾斜20度の南西斜面で、2020年12月にスギ林を皆伐し、翌年1月にコウヨウザンを植栽し

た。周辺はニホンジカの生息域であることから、植栽に際しニホンジカの防除が必要と考え、六角柱型の単木防除資材を植栽と同時に設置した。

2. 調査方法

調査は2021年1月29日に、実際の造林作業をVTRで撮影し、作業工程を確認するとともに、生産性を調査した。なお調査日の設定にあたり、作業者が当該機械に習熟している必要を考慮し、植栽面積の半分が植え終わった時期とした。

III 結果

今回の再造林作業で使用した自動式植穴掘機は、本体を背中に背負い、片手でドリル部を持つ必要がある。このため、植穴掘機を持っている作業員が、苗木の束を持って動くことが難しい。そこで、穴を掘る人と、植え付ける人の2人体制とした。なお今回は、植栽に併せて獣害防除資材の設置も行っていたため、植栽作業と獣害防除作業の作業内容を2人で分担することで効率性を担保した。実際は、A作業員が自動式植穴掘機を背負い、Ao層を除去して穴を掘り、資材を仮置きし移動した。もう一人のB作業員は、苗木を背中から取り出して資材の上部から落として植付け、施肥後に仮置きした資材を固定して移動した。工程調査は2台のVTRでそれぞれの作業員の工程を撮影した。今回の調査では、穴掘り作業を行ったA作業員を29サイクル、植付け作業を行ったB作業員を32サイクル撮影した。

撮影後に作業時間分析を行い、その結果を表-1に示す。2人のサイクルタイムは、穴掘りを行うA作業員の方が若干短く、休憩時間前には、作業員Aが作業員Bの作業を手伝い、2人で作業する時間があった。なお、今回の解析では2名で一緒に作業を行った時間は解析に含めていない。

今回の解析では、植栽工程における生産効率のみを検討するため、両作業員が行った作業から、獣害防止資材の設置に係る作業を除き、純粋な植栽工程に係る時間のみを整理した。その結果、表-2に示したように1本あたりの植栽時間は42秒で、穴掘り時間は9秒だった。すなわち、植栽にかかる生産

性は、1時間あたり85.7本/人・時で、自動穴掘機を必要とする時間は植栽工程の22%だった。

IV 考察

今回得られた生産性を、既往の自動穴掘機を用いた結果(3, 4, 6)と、コンテナ苗の専用工具として開発されたスぺード及びディブルによる結果(2)と比較した(表-3)。このように、コンテナ苗木用として開発された機械(3, 4)の生産性は45.6~166本/人・時と幅があったが、今回の結果と大きな隔たりはなかった。しかも、コンテナ苗木用が開発された手工具であるスぺード及びディブルを用いた生産性(2)は、今回の結果と同等で、穴掘りを手工具から機械に変えたことの優位性はなかった。

この原因は、穴掘り作業が、植栽作業時間の22%にあたる9秒に留まっていたことに起因する。千木らの報告(3, 4)によれば、裸苗をクワ等で植栽する場合の時間は、早い場合で13秒(3)、通常は30~105秒(2, 4)であり、裸苗に比べれば効率は良い。

しかし、規格がそろい、植穴が小さなコンテナ苗では植栽の手間が減少し、さらにスぺードやディブルと言われる専用手工具の使用で、大矢ら(2)に示されるように生産性が向上する。この結果が、専用手工具と自動穴掘機との生産性の間に差が認められない結果につながったと判断できた。

すなわち、コンテナ苗木の生産においては、すで

に開発された専用手工具であるスぺードやディブルの生産効率が高く、穴掘り作業の機械化をすすめたとしてもさらに効率が上がることは考えにくいと判断できた。

引用文献

- (1) 福田章史(1987) 林業における機械化と自動化. 計測と制御 26(3):15-20
- (2) 大矢信次郎・斎藤仁志・城田徹央・大塚大・宮崎隆幸・柳澤信行・小林直樹(2016) 長野県の緩傾斜地における車両系伐出作業システムによる伐採・造林一貫作業の生産性. 日林誌 98:233-240
- (3) 千木容・川崎萌子(2017) 苗木植栽機によるスギコンテナ苗木植栽における労働生産性について. 石川県林試研報 48:39-41
- (4) 千木容・川崎萌子(2018) クロマツコンテナ苗の植栽における苗木植栽機の利用について. 石川県林試研報 49:28-30
- (5) 鈴木皓史(1990) II 林業の機械化 A 造林用機械. 農機誌 52(5):106-112
- (6) 瀧本義彦・藤井禧雄・藤田伸一・赤井龍男(1983) 自走式小型植穴掘機の諸性能について. 京大農演報 55:242-256
- (7) 山脇三平・富永 貢・三村和男・平松修(1962) 造林機械に関する研究 (I) 植穴掘機. 林試研報 139:84-123

表-1. 作業員ごとのサイクルタイム

A作業員 (背負い式自動穴掘り機使用)			B作業員 (苗木植えつけ担当)		
作業種	平均時間 /本	作業割合	作業種	平均時間 /本	作業割合
Ao除去	07秒	10.7%	苗木準備	05秒	6.2%
穴掘り	09秒	13.6%	資材へ投入	08秒	10.2%
資材の仮置	20秒	30.0%	植え付け	05秒	6.3%
移動	13秒	19.5%	施肥	06秒	8.5%
その他	17秒	28.3%	資材の固定	20秒	26.4%
サイクルタイム	50秒	100%	移動	19秒	25.2%
			その他	13秒	17.7%
			サイクルタイム	01分03秒	100%

表-2. 植栽工程のみの作業時間(本/人・秒)

作業種	作業時間
Ao除去	07秒
穴掘り	09秒
苗木準備	05秒
植え付け	05秒
移動	16秒
合計	42秒

表-3. 既往の研究成果と今回の結果との比較

苗木種類	コンテナ苗木専用			普通苗用	
	今回	千木ら 2017(3)	千木ら 2018(4)	スぺード・ディ ブル(2)	アースオーガ (6)
生産性 (本/人・時)	85.7	158~166	45.6~96.5	65~141	72.7~78.3