

# 森林総合研究所の成果

## その1

### 低コスト素材生産 作業システムの構築

(林業工学研究領域 収穫システム研究室)

森林の多面的な機能発揮のための森林施業の推進や、木材の安定供給体制の整備には、高性能な林業機械を活用することによる素材生産コストの削減が不可欠です。

その取組のひとつとして、森林総合研究所では、路網と高性能林業機械を組み合わせた低コスト・高効率な作業システムの開発試験と実証調査を行いました。

ハーベスタ+フォワーダシステムは中傾斜地(15〜30度程度)に適用することは困難ですが、作業路網の整備が進んだ所では導入が可能になります。

森林総合研究所では、少ない工程・機械・人数での高効率・低コスト作業の実現を目標として、中傾斜地におけるハーベスタ+フォワーダシステムへの定着を目的に、平成19年度から3年間にわたって、鹿児島県内にモデル林を設定して開発及び調査を実施しました。平成19年度は、ロングリーチハーベスタ(有効リーチ8m、

KEETO150)、フォワーダの組合せ(図のタイプ1、4)で作業を行いました。ハーベスタのリーチ到達範囲外ではチェーンソーで伐倒し、ウインチ付グラブプルで木寄せを行い、ハーベスタで造材、フォワーダで搬出する流れとなります。このシステムを2人で運用しました。中傾斜地では、林内をハーベスタなど林業機械が自在に走行するのは困難かつ危険を伴います。そこで平成20年度は、ハーベスタにウインチを装着して伐木、造材に木寄せ機能を付加し、その作業性能を評価しました。作業人員は、2人、3人

ウインチ付ハーベスタシステムによる木寄せ



を比較しました。問題点として、長距離木寄せ(30m)の場合、オペレータ(ハーベスタのオペレータがワンマンで行う)の作業負担が大きいこと、荷かけ地点からハーベスタのキャビンまでの戻り歩行的ため作業時間が低下することがわかりました。そこで、平成21年度は、ウインチにリモコン機能を付けました。その結果、オペレータの作業負担は軽減され、荷かけ後すぐに木寄せ開始が可能となり、作業時間が短くなりました。なお、本作業システムの伐採方法には列状間伐

# 特集 森林総合研究所の成果

(1伐3残)を採用し、作業セット人員は2人を原則としました。ハーベスタに木寄せ機能を付加することで、ウインチ付グラブが割愛され、少工程・少人数で機動性の高い作業システムの構築が実現できます。作業路沿いではタイプ1により行い、作業路から離れた所ではタイプ2、タイプ3により臨機応変に行います。

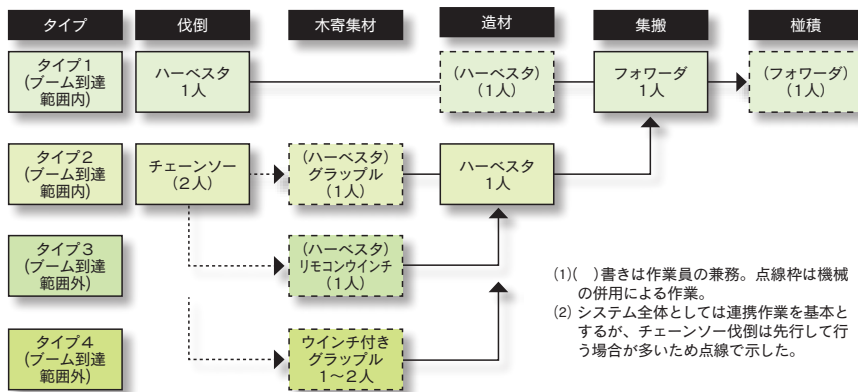
このシステムは、目標生産性を10<sup>m</sup>／人・日とし、中程度の路網密度による小規模・分散的な作業エリアを想定しています。また、使用機械は中型クラス(0・45クラスのハーベスタ、中型クラス最大積載3～5トンのフォワーダ)としています。

平成21年度の試験地では集搬距離が350m程度あり、目標の10<sup>m</sup>／人・日に届かず、8・5<sup>m</sup>～9・5<sup>m</sup>となりました。伐倒方向、木寄せ材により差があることから、路網の整備と合わせて本作業システムの適用条件を整備する必要があります。

下表は本作業システムのタイプ別生産性を表したものです。伐倒木の大きさや素材歩留りにより生産性は変動します。(調査実績表の幹材積は0・3～0・5(平均0・4<sup>m</sup>／本)素材歩留りは70%でした)

この結果から、中傾斜地で低コスト作業システムによって目標とした生産

■中傾斜地におけるハーベスタ+フォワーダによる作業の流れ(工程系列、タイプ別)



■鹿児島モデル林の林況

場所	鹿児島県伊佐市大口白木
面積	7ha
樹種	ヒノキ
林齢	35年
材積(ha)	253 <sup>m</sup>
間伐方法	列状(1伐・3残)
傾斜	緩～中
平均樹高	16m
平均胸高直径	26cm

性(10<sup>m</sup>／人・日)を達成するために、次のような適用条件を把握できました。

①作業地(伐区)が既設路網に近い個所に集中、もしくは路網沿いに分布していること。

■システムタイプ別生産性の実績値

区分	伐採方法	システムタイプ	作業システム					システム生産性(m <sup>3</sup> /人日)	木寄せ材距離(m)	集搬距離(m)	備考
			木寄せ方向	伐倒	木寄せ材	造材	集搬				
ロングリーチハーベスタ	列状	1	下木上木	ロングリーチハーベスタ			フォワーダ	10～15	5～15	80～100	・「上木(あげき)」は伐倒木を上側にある作業路へ引き寄せること、「下木(さげき)」は逆に下側にある作業路へ引き寄せること。
		4	上木	チェーンソー	ウインチ付グラブ	ロングリーチハーベスタ		8～10	10～30		
ウインチ付ハーベスタ	列状	2,3	下木	チェーンソー	ウインチ付ハーベスタ		フォワーダ	8～11	10～30	150～300	
		3	上木		6～8	10～40					
リモコンウインチ付ハーベスタ	列状	2,3	下木	チェーンソー	リモコンウインチ付ハーベスタ		フォワーダ	7～10	10～30	250～400	
		3	上木		6～9	10～40					

※注：セット人員2人、生産性は1日6時間実働として求めた実績値。

②低コスト作業システムの適用条件として、ウインチ付ハーベスタの実用的な木寄せ材距離は20～40m、フォワーダによる150～300mの短く中集搬距離の作業が望ましい。路網密度は100～200m程度となる。

③伐採方法は、点状伐採より列状伐採が望ましい。

④伐倒、木寄せ材、造材、集搬の各工程の均等化を図り、できるだけ高い生産性の工程にソフトアップするよう改善・工夫することが必要。

また、少機械・少人数による労働生産性の確保には、オペレーターの技量と連携ブレイによる意思疎通も重要となります。

今後、低コスト作業システムの構築による生産性の向上、素材生産コストの削減に役立てられます。



ウインチ付ハーベスタシステムによる造材作業2m、3m、4m材に仕分け(右から造材)フォワーダの積込みが容易である。

## その2

# コンテナ苗技術の 開発と植付け作業の 機械化による 低コスト化

(林業工学研究領域 機械技術研究室)

森林所有者の造林意欲が低迷している中で、大きな負担となつてい  
る初期育林費を低減するための技  
術開発は非常に重要です。  
現在、森林総合研究所が九州森  
林管理局と連携して取り組んでい  
るコンテナ育苗技術は、大きな注  
目を集めています。

コンテナ自体の製作も含めて国産樹  
種に適応させたものです。

コンテナ苗とは、マルチキャビティ  
コンテナと呼ばれる容器で育苗され  
鉢付き苗のことです。形状・サイズが  
均一で堅牢な根鉢を持つているため、  
専用の植付け器具によつて高能率に植  
付けることが可能で、機械植付けに  
も適しています。

既に北欧等ではコンテナ育苗技術  
が確立されており、林業現場で植付  
けられる苗木はほとんどがコンテナ苗  
となっております。しかし、我が国の林  
業においては、植付けられる樹種が  
海外と異なるため、海外のコンテナ育  
苗技術の直接的な導入は困難でした。

今回、森林総合研究所が開発した  
コンテナ育苗技術は、海外のコンテナ  
育苗技術を参考に独自の工夫を加え、

国産のコンテナ開発では、ポット苗  
に見られる根巻きの問題を解決する  
とともに、雑草木との競合から早く  
抜けるために海外に比較して大き  
な苗を植える傾向にある国内林業に  
対応して150cc、300ccの大きめ  
なサイズを採用するなどの独自の取  
組が行われてきました。現在、国産  
樹種のコンテナ育苗技術はほぼ確立さ  
れ、普及の段階に入ったと言えます。

今後は、コンテナ育苗の省力・低コス  
ト化、コンテナ苗の規格作り、植栽後  
の成長の調査などが課題となるため、  
東北森林管理局や九州森林管理局と  
連携して、宮城・福島・宮崎などで、



九州森林管理局での現地試験風景



苗木がセットされたコンテナ苗自動耕耘植付機



現地試験での植え付け状況



現地試験に用いたスギ挿木コンテナ苗

コンテナ苗植付けの実証試験と追跡調査が行われています。

コンテナ育苗技術の開発にあわせて、植付け作業の機械化も行っています。

これまで国内では、林野庁の機械開発事業として、裸苗(土のついていない苗)の植付機が開発されています。この植付機は、苗畑用床替機に似た植付け機構を採用し、一人作業を可能とした点や傾斜不整地用のベースマシンから開発した点が画期的なものと評価されていますが、残念ながら実用化には至りませんでした。

今回、自動植付機を開発するにあたり、エクスカベータ(掘削機)をベースマシンとすることにしましたが、コンテナ苗専用植付け器具を用いて人力植付けした事例では最大で500本/人・日程度の作業工程が上げられると推測され、この機械が人力植付けを大きく上回る作業工程を実現できるとは考えられません。これは、植付機の稼働時間のほかに、植付機を植付け位置に移動するための走行とブーム操作の時間が必要になるためです。そこで植付け作業のほかに機械化による付加的価値となるものとして注目したのが、初期育林コストの多くの部分を占める下刈作業の軽減でした。

これまでの試験研究により、耕耘土壌では雑草木の回復が抑制されること

が判明しています。そこで、植付け機構に耕耘機構を同架し、耕耘面に植付けることにより植付け後の苗木周囲の雑草木の回復を遅らせ、初期の下刈りを軽減する方法を考案しました。土壌の耕耘は人力と機械力に大きな能率差があり、耕耘による雑草木抑制効果は植栽後2年程度まで期待できるため、植付け作業を機械化することの大きなメリットとなります。こうして、耕耘とてん庄の2つの機能を持つ2連のオーガを植付け機構と同架したコンテナ苗自動耕耘植付機を開発しました。

九州森林管理局では森林総合研究所と連携して、宮崎県内の国有林で改良型コンテナ苗自動耕耘植付機の現地植付け試験を行うとともに、急峻な地形が多いという日本の特徴を考え、ベースマシンを①ロングブーム車両として到達範囲を拡大、②傾斜不整地走行車両として走行可能範囲を拡大、といった方法について検討しています。

また、植栽後のデータ収集・評価・改善も行われており、2ヶ月ごとにコンテナ苗を植栽し、成長量や枯損率を検証する取組が進められています。

コンテナ苗自動耕耘植付機の開発は植付け作業機械化の方法として有望なため、実用化に向けてさらに改良を重ねていきます。



実地試験状況