

6 最新式集材機とICTハーベスタ等を核とした主伐・再造林システム実証・普及事業

白鳥林工協業組合 中江産業(株)
岐阜県立森林文化アカデミー 岐阜県郡上農林事務所

急傾斜地等で路網開設が困難なエリアでは、架線系システムによる集材の取組が求められることから、主伐・再造林の工程に最新式の集材機とICTハーベスタ等を導入したシステムにおける作業効率及び安全性の向上、林業経営上のメリットやデメリット、導入条件等を明らかにすることをテーマとして取り組んだ。

1. 再造林作業機械の活用

地拵え作業の機械化として、乗用刈払機を使用することで根株処理など一定の作業効果が確認できたが、傾斜25度超や転石の多い場所、地形の凹凸が激しい現場では走行が困難で、岐阜県内では活用可能なエリアが限られた。その能力をより良く活かすためには、地形的に凹凸の少ない緩傾斜地での使用が望ましい。また転石による刃こぼれ、林床の落枝によるクローラの滑りや機体下部への巻き込みが発生することもあり、乗用刈払機の活用の際には注意が必要と考えられた。



乗用刈払機

2. ICTハーベスタの活用とその有効性

Waratah製アタッチメントのICTハーベスタを導入し、自動採材機能であるバリューバックングを用いた造材実証を行った。価格入力に基づく最適採材プラン提案が可能で、特にオペレータの経験が浅い場合に有効な支援ツールとなった。直径計測の精度は手計測との比較ではほぼ一致(15%の不一致も隣接径級)。ただし、採材材種が多い(約15種)場合、バリューバックング機能のみでは判断が難しく、細りや曲がり等の材質は自動検出できず、精度はオペレータの技術に依存することになる。

また、カラーマーキング機能の導入により、玉切りと同時に木口へスプレー色分けが可能となり、現場での仕分け効率が向上した。オペレータの降車作業も省略でき、1日15分程度の省力化が見込まれた。さらに、生産した丸太の情報(樹種、材長、直径、材積など)はキャビンで記録され、リアルタイム送信が可能であるが、今回はUSBで持ち帰り運用した。情報共有の仕組みの整備や通信環境の向上が、今後の導入促進の鍵となる。



ICTハーベスタ

3. 油圧集材機と架線式グラップルの導入効果

油圧集材機と架線式グラップルシステムを用いた架線集材作業の実証では、初めて挑戦するチームながら労働生産性は2.99m³/人日を記録した。トラブル発生や架設撤去に時間を要したが、指導を受けつつ行ったことで、作業が進むにつれ生産性が向上し、最終的には26.3m³/人日という高効率を達成した。

架線式グラップルの導入により、荷掛けや荷外しの作業時間が大幅に短縮した。従来型と比較し、荷掛けでは最大106秒(1本掛け)、荷外しでは平均73秒の削減となった。一方で、狙った材をうまく掴めずに時間がかかるなど、オペレータの熟練度に依存して、ばらつきが課題となった。メリットとしては、作業員の斜面移動が不要で安全性が向上することがある。またリモコン操作により2人で集材作業が可能で人員効率が向上すると考えられる。デメリットは500kgという機体重量による最大荷重制限、複数本の同時掴みが難しいこと、バッテリー消費の早さなどがあった。



架線式グラップル(○は荷掛け手)

導入・維持コストが嵩み、破損リスクもあるため、生産量や現場条件に応じた判断が求められる。集材対象の重量が適正範囲内であれば効率悪化の恐れもあり、特に軽量材区域や長距離搬出では使用可否の検討が必要である。現場での万能ツールというわけではなく、地形や材の条件、オペレータの技量による適用判断が重要である。

コスト面では、油圧集材機の導入による人件費削減効果は年間約226万円と見積もられたが、導入・維持にかかる設備費(減価償却費など)を大きく上回るものではなかった。特に架線式グラップルの導入はコスト的にハードルが高く、集材対象の重量や地形条件、サイクルタイム等に応じて使用可否を慎重に判断する必要がある。

4. 安全性と作業負担軽減効果

安全性については、特に荷掛け作業において顕著な改善が見られた。従来型のように傾斜地で材の上を移動する必要がなく、荷外しでも複数のスリングが絡まるリスクを避けられる。また、斜面での作業量が大幅に減り、夏場作業では日陰での操作が可能であり、ハーベスタのキャビン内作業など、熱中症対策の観点からも有効であることが確認された。

この取組では、機械化による省力化と安全性向上の効果が確認された一方で、各機械の特性や現場条件との適合性が導入の可否を左右することが明らかとなった。ICTハーベスタは一定の効率化を実現したが、流通や通信インフラの整備が不可欠である。架線式グラップルは労働強度の軽減に有効だが、訓練と現場適性が重要である。再生林の機械化については地形的制約があり、今後の改良が求められる。



「新しい林業」PV動画：岐阜
<https://youtu.be/dn5XNpK6ulM>

実証主体6 岐阜

(テーマ) 最新式集材機とICTハーベスタ等を校とした主伐・再造林システム実証・普及事業
 (背景) 木材需要の増大が見込まれ、間伐から皆伐へのシフトを進める必要。森林技術者数が伸び悩む中、最新式の林業機械の普及定着が課題。また車両システムが困難な急傾斜地で架線システムの取り組みを進める中で、荷掛け作業の安全と効率の向上が課題。

分野	従来型作業システム	実証経営モデル	導入した新技術・新手法	実証成果	課題
森林資源 把握	・人力事前踏査 ・人力収穫調査(毎木調査) ・人力周囲測量 ・人力踏査の路網設計	・油圧集材機と架線式グラップルシステムによる架線集材	・無線・遠隔操作による油圧集材機と架線式グラップルにより架線集材	・集材作業の省人化(従来型3人体制→2人体制で労働生産性は1.5倍)、荷掛け・荷外し作業の省人化、時間短縮 ・上記により効率性、労働生産性が向上(オペレータの習熟、立木サイズ向上により最大26.3m/人日)を実現 ・人力での荷掛けと荷下し、急傾斜地での移動等が不要となることから、飛躍的な安全性の向上と労働強度の軽減	・荷かけ作業、複数本掴みで時間的ロス ・グラップル自重が大きいため最大使用荷重が小さくなり丸太積載率が低下 ・単木重量が小さいエリア等では、グラップルを従来型のフックスリングに換装することも必要
主伐・ 素材生産	・プロセッサ造材仕訳	・ICTハーベスタによる最適採材とカラーマーキング仕訳	・川下のマーケットニーズに即した造材指示データをICTハーベスタに入力し、有利な最適採材の造材作業 ・造材指示に基づき、カラーマーキング機能により効率仕訳	・最適採材(バリューハッキング)機能は経験の浅いオペレータに有効 ・従来のオペレータによる検知作業(チョーク印字)が不要となり、仕訳作業時間の短縮(1日当たり15分程度)	・曲がり等の欠点は判別できないため、オペレータの見る目の習熟は必要 ・多種仕訳には対応できず
流通販売	・人力山元検知	・ICTハーベスタによる検知自動化	・樹皮分を差し引いた直径で材積自動計算	・ICTハーベスタの機械検知の材積は人力検知(手検知)材積とほぼ一致し、十分な精度を確認	・多種仕訳には対応できず ・造材データの需要先とのリアルタイム情報共有には林内通信環境整備が必要 ・造材データを川下納品データとするには現在の多段階流通に留意した工夫とネットワークの構築が必要
再造林・ 保育	・人力地植え ・人力植付け ・人力下刈り(全刈)	・乗用草刈り機による地植え ・人力植付け ・乗用草刈り機による地植え	・「山もつとモット」による伐根処理 ・「山もつとモット」による下刈り	・緩傾斜地等条件が良ければ、根株処理含めても作業効率は大幅に向上(従来型人力地植え:13.4人日/ha→機械地植え:1.17人日/ha) ・下刈り作業効率は大幅に向上(人力下刈り:7.6人日/ha→機械下刈り:1.9人日/ha) ・安全性の向上、労働強度の大幅な軽減	・急傾斜地(25度超)や、転石、伐採木、枝条の多い箇所では走行が難しい ・傾斜地での使用は制約が多く、機械自体もオペレータの足場やパワー不足等の改善が必要 ・造林・育林作業の機械化には、伐採木や枝条の残置が少ない全木集材が望ましい